

Řešení mimořádné události – blackout pomocí vybraného softwarového nástroje

Bc. Patrik Bielek

Diplomová práce
2019/2020



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. Patrik Bielek**
Osobní číslo: **A18570**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Řešení mimořádné události – blackout pomocí vybraného softwarového nástroje**
Téma práce anglicky: **Emergency Solutions for Blackouts Using a Selected Software Tool**

Zásady pro vypracování

1. Popište obecně problematiku blackoutu a ve vztahu k danému objektu.
2. Vypracujte literární rešerši softwarových nástrojů týkající se této problematiky.
3. Zpracujte vlastní návod v elektronické podobě pro práci se softwarem Potencial.
4. Vytvořte scénář pro mimořádnou událost typu blackout pro vybraný zájmový objekt.
5. Na základě výstupů ze softwarových nástrojů navrhnete opatření proti blackoutu pro vybraný zájmový objekt.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam doporučené literatury:

1. BENEŠ, Ivan. *Blackout: resilient power : informační příručka*. Praha: Cityplan, 2008. ISBN 978-80-254-3816-9.
2. FRÖHLICH, Tomáš a Michaela MELICHAROVÁ. *Potenciál biomasy jako energetického zdroje pro krytí lokálních, regionálních či celostátních potřeb paliva: Uživatelská příručka pro uživatele IS Potencial verze 1.0*. Fakulta aplikované informatiky, Univerzita Tomáše Bati, 2018.
3. MÁŠLO, Karel. Příčiny a následky velkých výpadků v dodávkách elektřiny. *Elektro* [online]. 2005[cit. 2019-11-18]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26794
4. PETERMANN, Thomas, Harald BRADKE, Arne LÜLLMANN, Maik POETZSCH, Ulrich RIEHM a Hilary ROBINSON. *What Happens During a Blackout: Consequences of a Prolonged and Wide-ranging Power Outage*. Norderstedt: BoD ? Books on Demand, 2011. ISBN 9783732293292.
5. RADVANOVSKY, Robert a Allan MCDUGALL. *Critical infrastructure: homeland security and emergency preparedness*. Fourth edition. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis Group, [2019]. ISBN 9781315164687.
6. SOULEIMANOV, Emil. 2011. *Energetická bezpečnost*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 9788073803315.
7. Dle doporučení vedoucího

Vedoucí diplomové práce:

Ing. David Šaur, PhD.

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/bakalářské 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 29.07.2020

Bc. Patrik Bielek, v.r.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou blackoutu na konkrétní modelové situaci s využitím softwarového nástroje Potenciál. Cílem práce je analýza vybraného zájmového území z hlediska vzniku rozsáhlého výpadku elektrické energie. Výstupem práce je vyhodnocení dopadů blackoutu včetně návrhu opatření na ochranu před tímto typem mimořádné události.

Klíčová slova: blackout, modelování, simulace, analýza, mimořádná událost, opatření

ABSTRACT

The thesis deals with the issue of blackout on a specific model situation using software Potenciál. The aim of this thesis is to analyze the selected area of interest in terms of a large power outage. The outcome of the thesis is to evaluate the impact of blackout including a countermeasure to protect against this type of emergency.

Keywords: blackout, modeling, simulation, analysis, emergency, countermeasure

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Davidu Šaurovi, PhD. za cenné rady, odborné poznatky, čas věnovaný mě a mé práci a dobrou spolupráci. Velké díky také náleží mým kamarádům a rodině za podporu během vypracování této práce a celého studia.

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

Ve Zlíně, dne 29.07.2020

Bc. Patrik Bielek, v.r.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ENERGETICKÁ BEZPEČNOST A OBEČNÁ PROBLEMATIKA BLACKOUTU	11
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY	11
1.1.1 Elektrická energie	11
1.1.2 Energetika	12
1.1.3 Energetická bezpečnost	13
1.1.4 Důležité faktory při zajišťování energetické bezpečnosti	13
1.1.5 Blackout	14
1.1.6 Greyout	14
1.2 PROBLEMATIKA BLACKOUTU	14
1.2.1 Dělení	15
1.2.2 Příčiny	16
1.2.3 Následky	18
1.3 PROBLEMATIKA BLACKOUTU VE VZTAHU K VYBRANÝM OBJEKTŮM MIKROREGIONU ZLÍN – JIŽNÍ SVAHY	19
1.4 SHRNUÍ KAPITOLY	20
2 SOFTWAREVÉ NÁSTROJE TÝKAJÍCÍ SE PROBLEMATIKY BLACKOUTU	21
2.1 RESPO ANALYZÁTOR	21
2.1.1 Společenské hledisko	22
2.1.2 Elektro-energetické hledisko	23
2.1.3 Celkový výstup nástroje	24
2.2 POTENCIÁL	25
2.3 EVROPSKÉ CENTRUM PRO SDÍLENÍ INFORMACÍ O HROZBÁCH A MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH V ENERGETICKÉM SEKTORU – ITIS-EUC	26
2.4 SHRNUÍ KAPITOLY	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
3 OBEČNÝ NÁVOD PRO PRÁCI SE SOFTWAREVÝM NÁSTROJEM POTENCIÁL	29
3.1 SBĚR DAT	30
3.2 ÚZEMÍ	32
3.2.1 Přehled území	32
3.2.2 Nové území, název a detail	33
3.3 ZDROJE	37
3.3.1 Přehled zdrojů	37
3.3.2 Nový zdroj	37
3.3.3 Detail zdroje	40
3.4 SPOTŘEBITELÉ	41
3.4.1 Přehled spotřebitelů	41
3.4.2 Nový spotřebitel	42
3.4.3 Detail Spotřebitele	45

3.5	ČÍSELNÍKY	45
3.6	SHRnutí KAPITOLY	47
4	MODELACE BLACKOUTU MIKROREGIONU ZLÍN-JIŽNÍ SVAHY POMOCÍ SOFTWARE POTENCIÁL	49
4.1	ÚZEMÍ MIKROREGIONU ZLÍN-JIŽNÍ SVAHY	49
4.2	ZDROJ ELEKTRICKÉ ENERGIE	51
4.3	SPOTŘEBITELÉ.....	52
4.3.1	Hodnocení významu	54
4.4	SHRnutí KAPITOLY	59
5	OPATŘENÍ PROTI BLACKOUTU NA ZÁKLADĚ SOFTWARE VÝSTUPŮ	61
5.1	INFORMOVANOST	61
5.2	ZÁLOŽNÍ ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE.....	62
5.2.1	Návrhy záložních zdrojů pro dané objekty	64
5.3	PŘÍPOJNÉ BODY A OSTROVNÍ PROVOZ.....	65
5.3.1	Přípojné body	65
5.3.2	Ostrovní provoz.....	66
5.4	OSTROVNÍ PROVOZ VYBRANÝCH OBJEKTŮ.....	69
5.5	SHRnutí KAPITOLY	71
	ZÁVĚR	72
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	77
	SEZNAM TABULEK	78
	SEZNAM PŘÍLOH	79

ÚVOD

V dnešní době se technologie posouvá stále dopředu. Každým dnem je vynalezeno něco nového a mnoho z těchto technologií, ať už budoucích, ale také již dříve objevených, je závislých na elektrické energii. Většina obyvatel planety potřebuje ke svému každodennímu životu elektřinu. Neustále se zvyšující nároky na elektrickou energii jsou důvodem, proč je třeba na to více upozorňovat. Co se stane, když o tuto energii přijdeme, byť jen na krátký čas? Jak budeme reagovat? Jsme na to připraveni?

Pro mnoho lidí je téměř nemožné představit si život bez elektrické energie. Nicméně je velice důležité uvědomit si, že rozsáhlý výpadek neboli blackout, může kdykoliv ochromit nejen domovy lidí, ale také další objekty. Bez elektrické energie lidé přijdou o přísun pitné vody, tepla, a také mnoho objektů přijde o důležité technické zařízení. V nemocnicích přestanou fungovat životně důležité přístroje. Policisté přijdou o komunikační přístroje a kamery ke kontrole měst. Požárníci nebudou včas informováni a celkově může nastat ve společnosti bez elektřiny chaos.

Proto je jedním z hlavních cílů této diplomové práce informovat čtenáře o možné hrozbě plošného výpadku elektrické energie, která je nepředvídatelná a může mít závažné dopady na lidskou společnost.

Dalším z hlavních cílů je zaměřen již na určitou oblast ve Zlínském kraji, a to konkrétně mikroregion Zlín-Jižní Svahy. Jsou zde určeny hlavní objekty, pro které je nutné zajistit dodávky elektrické energie během blackoutu. Tyto objekty byly vybrány na základě potřeb obyvatelstva a udržení bezproblémového chodu společnosti. Závěrečnou částí této diplomové práce je určení opatření proti blackoutu u těchto objektů. Jsou zde uvedeny informace nápomocné pro budoucí studie a případné opatření proti této mimořádné události pro daný mikroregion. Tato práce je také zdrojem informací pro určené pracovníky při studii ochrany proti blackoutu nejen pro Zlínský kraj, ale i pro kterýkoliv kraj v ČR.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ENERGETICKÁ BEZPEČNOST A OBECNÁ PROBLEMATIKA BLACKOUTU

V této kapitole je vysvětlen obecný popis energetické bezpečnosti a faktorů ovlivňující tuto bezpečnost. Na základě energetické bezpečnosti bude vysvětlen pojem blackout a s ním související hrozby.

1.1 Základní pojmy

Základní pojmy jsou důležitým faktorem k pochopení problematiky a spojitostí mezi těmito pojmy. Blackout patří mezi hrozby spadající do oblasti energetiky, a proto je třeba vysvětlit obecně i pojmy jako elektrická energie a energetika.

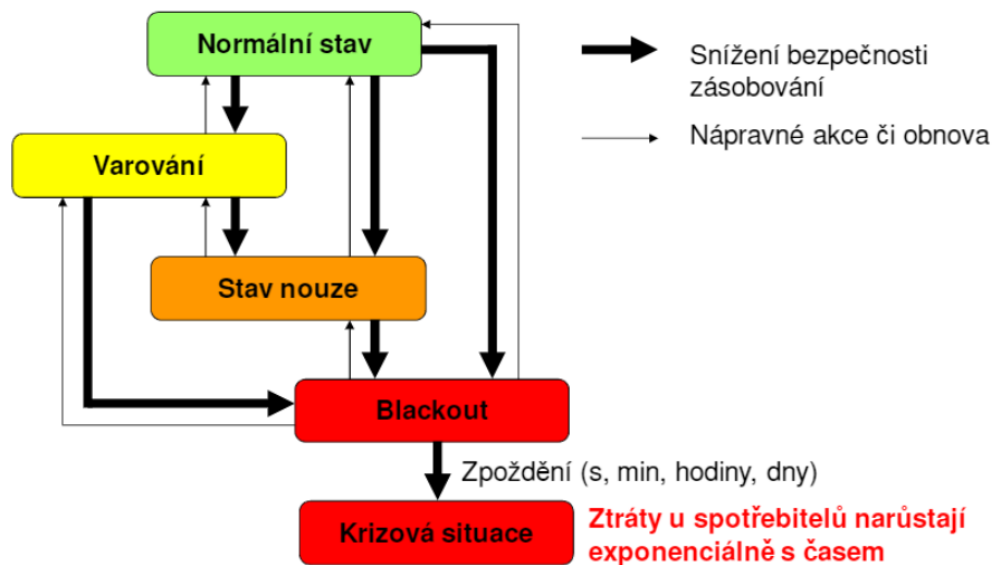
1.1.1 Elektrická energie

V přírodě je možno nalézt spousty druhů energií, ale prakticky elektrickou energii, která by byla ve využitelné formě, zde nenalezneme. Proto je nutné elektrickou energii tvořit přeměnou různých druhů energie, jako například pomocí chemických procesů a proměnou světelné, tepelné či mechanické energie. Pro výrobu elektřiny z mechanické energie je třeba generátor. Pro jiné způsoby získání elektřiny se využívají akumulátory, termočlánky, fotočlánky, ... [1]

V dnešní době bychom si nedokázali představit fungování společnosti bez elektrické energie. Lidé z většiny vůbec nepřemýšlejí nad tím, jak tato forma energie vzniká, protože je již vnímána jako nedílná součást každodenního života. Tím, jak se technologicky vyvíjí společnost, vzniká mnohem větší závislost na elektrické energii. Proto je nutné brát v potaz, že na větší výpadky a přerušení dodávek elektrické energie nejsme připraveni, tak jak bychom připraveni být měli.

V současnosti se lidé stále více upínají na využití elektrické energie pro běžné věci. Například mobilní telefon dnes může sloužit jako komunikátor, ale také jako mobilní banka, platební karta, datové úložiště, a mnoho dalšího. V elektronické podobě se dnes člověk i podepisuje, u nás v ČR se elektronicky eviduje většina plateb. Vzhledem k tomuto je třeba uvědomit si, že delší výpadky elektrické energie mohou mít hroznivé následky. Samozřejmě dnešní přenosové sítě jsou již proti běžným poruchám, ať způsobeným člověkem, technologickou vadou nebo přírodním úkazem, chráněny. Nicméně jakýkoliv

mnohonásobný výpadek a poškození vícero částí rozvodné sítě by mohlo znamenat kolaps.[2]



Obrázek 1. Stavový model elektrizační soustavy [2]

1.1.2 Energetika

Energetika je jedním ze základních prvků kritické infrastruktury jak národní, tak evropské a je jednou z hlavních infrastrukturních sítí výrazně ovlivňujících funkčnost společnosti. Význam energetiky je také velice důležitý z pohledu korelace s jinými odvětvími kritické infrastruktury. Jakékoliv ohrožení či narušení tohoto prvku kritické infrastruktury může mít obrovské dopady na obyvatelstvo a také životní prostředí, jejichž fungování je úzce spjato s energetikou.

Energetika se dále dělí na další dílčí odvětví:

- „*elektřina,*
- *zemní plyn,*
- *ropa a ropné produkty,*
- *centrální zásobování teplem.*“

Tato práce se zabývá pouze jednou z těchto částí, elektroenergetikou, i když všechny zmíněné prvky energetiky jsou spolu úzce spjaty a například narušením dodávky elektřiny dojde k částečnému přerušení dodávky tepla. Tento fakt ovlivňuje odolnost kritické infrastruktury jako celku a zvyšuje její zranitelnost. [2][3]

1.1.3 Energetická bezpečnost

Energetická bezpečnost může být označována jako stav trvalého přísunu elektrické energie, která je nutná pro zabezpečení lidských životů, chodu společnosti a také životního prostředí. Narušení stavu energetické bezpečnosti tedy nastane pokud bude dodávka elektrické energie přerušena, a tím vznikne krizová situace, při které mohou být právě tyto subjekty ohroženy.

Definici energetické bezpečnosti není možné určit přesně, protože je nejprve nutné zjistit, jestli se jedná o energetickou bezpečnost země importující suroviny nebo naopak exportující země. V obou případech je důležité udržet tento tok nepřerušovaný. Pokud dojde k přerušování, pak může nastat pozastavení přísunu financí, a také provozu různých odvětví národního hospodářství. V dnešní době je pojem energetická bezpečnost obecně využíván jako pojem pro úzce spolupracující odvětví. Mezi tyto odvětví můžeme zařadit zajištění dodávek energetických surovin, a také přístup k jejich zásobám, které umožňují jak ekonomický růst, tak větší politickou moc zajišťující tento přístup.[2][4]

Energetickou bezpečnost lze definovat několika druhy zabezpečení. První z těchto druhů je diverzifikace, která se následně dělí na diverzifikaci zdrojů energie, geografickou a tranzitní. Diverzifikací zdrojů energie se rozumí snaha země zvýšit počet alternativních zdrojů energie, tj. využití slunečních, přílivových, větrných nebo vodních elektráren. Zjednodušeně se nezaměřovat pouze na zdroje zemního plynu a ropy. Další je geografická diverzifikace, která se snaží o rozdělení zdrojů importu zemního plynu a ropy mezi co nejvíce zemí z důvodu zamezení monopolizace. Poslední je tranzitní diverzifikace, která slouží k zvýšení počtu tras dodávek zemního plynu a ropy. V praxi by to znamenalo vybudování dalších plynovodů či ropovodů. Druhý z druhů energetické bezpečnosti je efektivita. Ta představuje co nejefektivnější využívání energií, co nejmenší ztráty a plýtvání těchto surovin. Třetím druhem je rezervace. Rezervací jsou myšleny strategické zásoby surovin, kdyby došlo k přerušování dodávky surovin, jak z důvodu výpadku, tak i například nedohodnutí se s exportujícími zeměmi. Tyto zásoby slouží jako Státní hmotné rezervy.[4]

1.1.4 Důležité faktory při zajišťování energetické bezpečnosti

Hlavními hrozbami, které ohrožují energetickou bezpečnost, jsou například terorismus nebo pirátství. To se vztahuje na ropné tankery a jejich únosy. Jedním z nejdůležitějších faktorů je právě také schopnost zajištění bezpečnosti v mezinárodních vodách, a to

hlavně v úžinách, průplavech, průlivech a na strategických místech při přepravě ropy. Dalšími důležitými aspekty k zajištění jsou mezinárodní ropovody a plynovody, které bývají terčem terorismu. Jedním z příkladů je útok Jemenských povstalců z roku 2019 v Saudské Arábii. Při tomto útoku byly použity drony k zapálení části ropovodu, který byl naštěstí rychle uhašen. Dalším hrozbou pro energetickou bezpečnost jsou většinové příjmy země vyplývající právě z exportu energetických surovin ze země. Tento paradox se dokonce ujal v ekonomii pod pojmem „Dutch disease“, což označuje snadné zisky z přírodních zdrojů a jejich velkého exportu. Toto vede k výraznému zhodnocení měny a oslabení celého národního hospodářství, které bude díky tomuto závislé na mezinárodní ceně vyvážené energetické suroviny.[4][5][6]

1.1.5 Blackout

Blackout je mezinárodní význam pro mnohonásobný nebo úplný výpadek elektřiny situované na velkém území, která může trvat v rozmezí několika hodin až dnů a zasáhne spoustu obyvatel. Může nastat v důsledku mimořádných událostí způsobených přírodními úkazy (požár, záplavy, silný vítr, ...), zaviněním člověka, či technologickou závadou nebo havárií. [7]

1.1.6 Greyout

Greyout nebo také brownout je nouzový stav, při kterém se musí dle regulí omezit odběr. Za určitých podmínek je sníženo riziko úplného výpadku elektrické energie a jeho dopadů. Včasná příprava pomocí možností, které jsou dostupné, jako například regulační opatření, legislativa nebo ostrovní provozy, vede k zajištění zásob elektrické energie na nezbytnou dobu, než dojde k obnovení. Je to takzvaná nouzová dodávka elektrické energie zajištěná pouze pro určité území, která slouží k zabezpečení bezpečnostního minima.[8][9]

1.2 Problematika blackoutu

Tento mnohonásobný výpadek elektřiny vyvolává i chaos. Během pár hodin přestane fungovat prakticky vše. V jediném okamžiku nefunguje průmysl, elektrifikovaná železniční doprava, internet a také mobilní služby a pevné sítě. Další v pořadí jsou dodávky vody, stanice pohonných hmot a dále jsou oslabeny i jednotky policie, hasičů a také záchranné složky. S tím přichází bezpečnostní problém ve veřejném sektoru, kde se může projevit vandalismus a rabování. Pokud se vše vyřeší do jednoho dne, tak zůstanou uspokojeny základní

fyziologické potřeby lidí a také bezpečnost. Delší narušení a výpadek dodávky elektřiny ohrožují již zmíněný veřejný pořádek a při výpadku delším, jak pět dní dojde k dezintegraci společnosti a vláda musí nastolit výjimečný stav. [9][29]

1.2.1 Dělení

Celoplošný výpadek elektrické energie (blackout) je reálnou hrozbou, nikoliv pouze výmyslem k zastrašování lidí. V dnešní době se spíše ptáme na kdy, ne kde. Blackout rozlišujeme na následující:

„Blackout prvního stupně“ má trvání v řádech minut až pár dní, pokud ho způsobil pouze rozpad provozu sítě a byl s malým nebo žádným poškozením. V současnosti příčinou s největší šancí vzniku je nejspíše přetížení a špatná stabilita evropské propojené soustavy, z toho důvodu, že z obnovitelných zdrojů kolísá výkon a je čím dál větší. Tím se také zpožďuje přestavba evropské sítě.

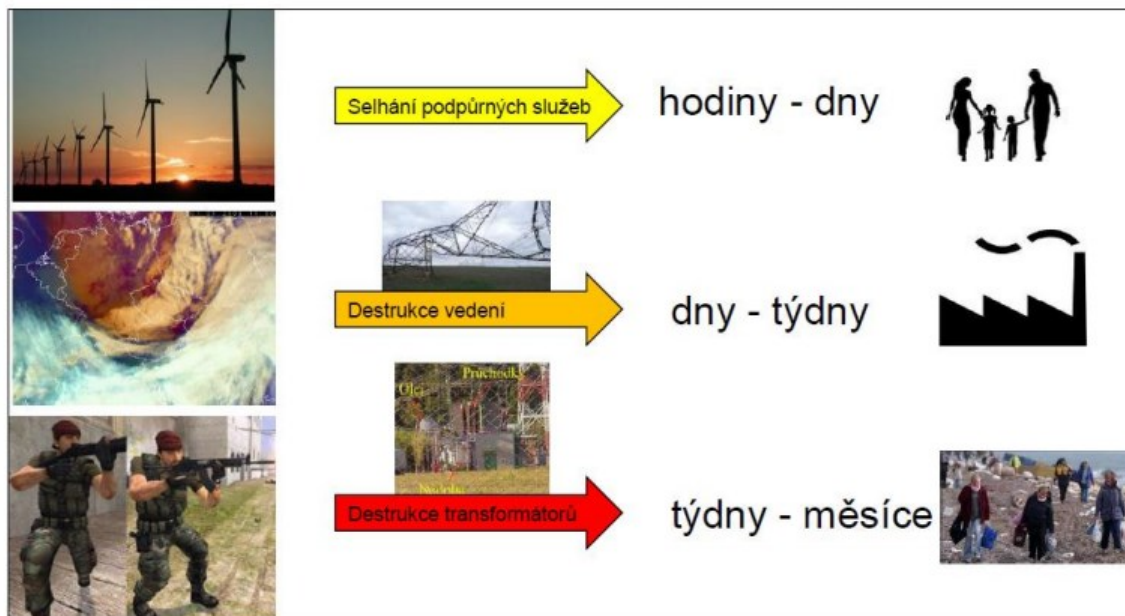
„Blackout druhého stupně“ může být dlouhý dny až týdny, jestli nastala větší škoda na více než jednom vedení přenosové soustavy. Nejpravděpodobnější je dílo přírody, orkán se silou a působením obdobný orkánu Kyrill a Emma. Další z příčin by mohl být teroristický útok, který by se cíleně a synchronizovaně zaměřil více vedení přenosové soustavy.

„Blackout třetího stupně“ má delší trvání než předchozí stupeň za předpokladu, že tento útok vyřadí vazební transformátory, které propojují přenosovou a distribuční soustavy, v jeden okamžik. Například v Praze to jsou 3 napájecí uzly.

Na obrázku 2 je možno pozorovat, že „blackout 1 stupně“ bude mít dopad pouze na obyvatelstvo a jejich pohodlí. Při této mimořádné události lze vše ovládat zapojením všech jednotek IZS a jiných organizací.

Blackout trvající více dní již postihne chod města ve vyšší míře (např. 5týdenní blackout města Auckland na Novém Zélandu, které má více než milion obyvatel, v roce 1998). [10]

„Cílený útočný blackout pak může vést k dezintegraci státu (bombardování Jugoslávie s použitím „blackout bombs“¹). Z tohoto pohledu je nutno chápat ochranu hlavního města proti blackoutu jako součást vojenské obrany státu.“ [10]



Obrázek 2. Znázornění vztahu příčiny a následků blackoutu [10]

1.2.2 Příčiny

Mezi základní příčiny blackoutu můžeme zařadit například příliš velký odběr elektřiny během horkých letních dnů, kdy domácnosti začnou nadměrně využívat klimatizace. Další příčinou může být například fyzické zatížení přenosových sítí, které může být způsobeno cizími tělesy, haváriemi anebo přírodními úkazy. Chyba na straně člověka je samozřejmě také možnou příčinou, a to třeba včasné nerozeznání běžné poruchy, která může mít stupňovité šíření². Další příčinou je špatný technický stav energetické sítě. Díky tomu může dojít k poškození přenosové sítě při přenosu velkých výkonů na hranici možné zátěže. Příčin může být samozřejmě mnohem více a následující text seznamuje s některými z příčin reálných případů blackoutu ve světě. [9]

¹ Jedná se o bombu obsahující submunici BLU-114/B s mnoha vodivými, velice tenkých grafitovými vlákny, která chvíli po dopadu exploduje a vytvoří mráček z grafitových vláken. Toto způsobuje zkraty v rozvodnách vysokého napětí. Následkem toho je výpadek v celé elektrické soustavě a jednou z možných událostí je také právě blackout. [14]

² Řetězová reakce s většími následky při každém rozšíření.

Příklady příčin blackoutu po světě:

a) Výpadek v USA a v Kanadě 14. 8. 2003:

- Porušení provozních pravidel a plánovacích standardů NERC, což přispělo ke stupňovitému šíření poruch a následovalo úplným výpadkem.
- V některých regionech byly použity nesprávné údaje ve výpočetních modelech, protože se výsledky neporovnávaly se skutečným měřením. [11]

Ve výsledku příčiny tohoto blackoutu nebyly způsobeny „neživými“ událostmi, jako například právě kontakt vodičů se stromy, ale nedbalost jednotlivců, skupin nebo dokonce celých organizací. [11]

b) Výpadek v Itálii 28. 9. 2003:

- Napěťový kolaps a ztráta statické stability, poté co Itálie přešla do ostrovního provozu, vedla k celkovému výpadku.
- Zanedbávání ořezu stromů a větví pro udržení bezpečné vzdálenosti kolem vodičů. [11]

Tak jako i u minulého případu, byl hlavní příčinou lidský faktor.

c) Výpadek v jižním Řecku 12. 7. 2004:

- Síť byla oslabena výpadky, které nebyly opraveny.
- Nouzové vypínání zatížení nebylo prováděno dostatečně rychle.

Řecký výpadek se stal z technických a organizačních důvodů. [11]

d) Netytický blackout v České republice 24. 7. 2006:

- Netytický ve smyslu, že žádný ze spotřebitelů nepřišel o dodávky elektrické energie, ale pouze velcí spotřebitelé museli snížit odběr na nejmenší možný. V květnu téhož roku bylo vichřicí poničeno vedení 400kV, ačkoliv vedení bylo rychle nahrazeno, tak přepojení na již opravené vedení bylo právě 24. 7. Z dalších důvodů, ke kterým patří opravy a revize byly v týž den vypnuty další čtyři přenosové soustavy v České republice. V ranních hodinách také nečekaně vypnula provoz rozvodna ve Slovinsku, což způsobilo větší odběr z Česka do Rakouska. Díky tomu došlo k přetížení jednoho z 400kV vedení v Hradecké rozvodně a dominovým efektem k dalším výpadkům. Z toho důvodu část sítě v ČR začala fungovat v ostrovním provozu. Provoz byl znovu obnoven po 23hodině.

Nezáleží tedy pouze na stabilním provozu národní sítě, ale všech propojených zemí, které od sebe vzájemně odebírají elektrickou energii. [2][18]

1.2.3 Následky

Při blackoutu přestane mnoho zařízení, která jsou závislé na dodávkách elektrické energie, fungovat. Jedná se o zařízení, která nemají záložní zdroje elektrické energie, jako jsou dieselaagregáty, různé baterie a generátory.

V první fázi přerušení dodávek elektrické energie přestanou fungovat:

- „všechna zařízení, která ke svému provozu potřebují dodávku elektrické energie,
- běžné osvětlení,
- zařízení budov (výtahy, elektrické otevírání dveří, garážových vrat atp.),
- dopravní zařízení (světelná signalizace na křižovatkách, zabezpečovací zařízení na vlakových přejezdech),
- bankomaty, nebude možné uskutečnit nákupy v obchodech s elektronickou evidencí prodeje, platby kartou,
- většina čerpacích stanic pohonných hmot,
- hromadná doprava (vlak, tramvaje, trolejbusy).“ [7]

Po několika hodinách výpadku elektřiny dochází také k potížím v sektorech:

- „dodávek pitné vody,
- dodávek plynu a tepla,
- dostupnosti signálů mobilních operátorů,
- nefunkčnosti datových sítí,
- pevných linek,
- svozu odpadu.“ [7]

V následujících desítkách hodin nastanou další závažné problémy:

- „v oblasti zásobování (potraviny, léčiva, pohonné hmoty, ...),
- v oblasti komunikace (omezený přístup k ověřeným informacím),
- poskytování služeb občanům u jednotlivých úřadů,
- v oblasti bezpečnosti (narušování veřejného pořádku).“ [7]

1.3 Problematika blackoutu ve vztahu k vybraným objektům mikroregionu Zlín – Jižní Svahy

Většina vybraných objektů pro bezproblémový chod oblasti během ostrovního provozu se nachází na daném území, nicméně velice důležité objekty jsou i mimo toto prostředí, a proto musí být také započítány do určení priorit objektů kritické infrastruktury.

Podle Nařízení vlády č. 432/2010 Sb. v České republice se odvětvová kritéria objektů kritické infrastruktury dělí na:

- a) Energetika.
- b) Vodní hospodářství.
- c) Potravinářství a zemědělství.
- d) Zdravotnictví.
- e) Doprava.
- f) Komunikační a informační systémy.
- g) Finanční trh a měna.
- h) Nouzové služby.
- i) Veřejná správa. [3]

Z těchto odvětví byly vybrány jedny z nejdůležitějších objektů pro bezproblémový chod této oblasti. Tři z těchto objektů se nenacházejí v oblasti Jižních Svahů.

Odvětvová kritéria výše jsou rozsáhlá a je třeba brát v potaz, že tyto jednotlivé kategorie mají rozdílný význam a také důležitost pro dané území, jak pro bezproblémový chod, tak potřeby obyvatelstva. Toto není pouze u jednotlivých kategorií mezi sebou, ale také uvnitř kategorie. Je třeba určit jednotlivé prioritní skupiny na základě kombinace faktorů, které jsou ve vztahu k daným objektům v rámci určené kategorie, odborné oblasti a typovému scénáři pro potřebu obnovy dodávek elektrické energie po mimořádné události typu blackout. K těmto faktorům se řadí:

- *„zajištění základních potřeb obyvatelstva,*
- *zajištění základních funkcí území,*
- *závažnost dopadu v případě přerušení dodávek elektrické energie,*
- *vliv délky přerušení elektrické energie ve vztahu k zajištění funkce objektu,*
- *potřeba rychlosti obnovení dodávky elektrické energie.“ [19]*

Jedním z hlavních faktorů by mělo být pravidlo říkájící: Čím vyšší priorita, tím méně objektů. Z toho vyplývá, že objektů s vyšší prioritou by měl být menší počet než objektů s prioritou nižší. [3] [19]

Objekty, které byly vybrány pro praktickou část, jsou následující:

- a) Škola 1
- b) Škola 2
- c) Škola 3
- d) Lékárna
- e) Hasičský záchranný sbor
- f) Městská policie
- g) Nemocnice
- h) Vodovody
- i) Pošta
- j) Supermarket 1
- k) Supermarket 2

Tyto názvy objektů jsou jen informační a v práci nebudou zveřejněny pravé názvy těchto objektů pro ochranu osobních údajů (GDPR). Nicméně bude přiložen zazipovaný archiv s heslem obsahující veškeré informace použité v této práci.

1.4 Shrnutí kapitoly

V této kapitole byl čtenář seznámen se základními pojmy týkající se energetické bezpečnosti, ke kterým patří obecná definice energetiky, energetické bezpečnosti a jejího zajištění. Dále byl seznámen s informacemi o obecné problematice blackoutu, jeho dělení, příčiny a následky. Součástí příčin jsou také příklady blackoutů ze světa. Nakonec je zde stručné seznámení s problematikou blackoutu ve vztahu k daným objektům.

2 SOFTWAREVÉ NÁSTROJE TÝKAJÍCÍ SE PROBLEMATIKY BLACKOUTU

Následující kapitola se zabývá softwarovými nástroji týkajícími se problematiky výpadků elektrické energie neboli blackoutu. Na základě internetových zdrojů a informací od odborníků zabývajících se touto problematikou bylo zjištěno, že softwarových nástrojů týkajících se blackoutu z hlediska bezpečnosti není mnoho. Proto je nutné pracovat pouze s několika málo nástroji.

2.1 RESPO Analyzátor

Analyticko-hodnotící nástroj, který pracuje s jednotlivými objekty kritické infrastruktury ve sledovaném území. Pomocí něj se vytváří podpora tvorby analýzy hodnocení podle určitých hledisek. Prvním z těchto hledisek je společenská důležitost. Ta slouží k zajištění funkcionality života územního celku. Dalším hlediskem jsou priority dodávek elektřiny sloužící k distribuci daného množství elektrické energie v určitém časovém rozmezí. Cílem distribuce je zabezpečení provozu objektů kritické infrastruktury při výpadcích elektrické energie. [12]

„Výsledkem procesu analýzy hodnocení je uspořádaný a jednoznačný společný obraz situace všech předmětných OBT KI podle uvedených kritérií, tzn.:

- *společenské důležitosti,*
- *elektro-energetické náročnosti za jednotlivých podmínek provozu v čase požadované spotřeby elektrické energie vzhledem k provozované činnosti:*
 - *při běžném chodu (Maximální spotřeba),*
 - *při chodu zaměřeném pouze na klíčové poskytované procesy nebo též technologickém minimu (Minimální spotřeba),*
 - *při celkovém přerušení dodávek elektrické energie (Nulová spotřeba).*

Tento nástroj byl vyvinut v rámci projektu č. 2A-ITP1/065 „Zvýšení odolnosti distribuční soustavy proti důsledkům dlouhodobého výpadku přenosové soustavy ČR s cílem zvýšení bezpečnosti obyvatel“, označovaný též zkratkou „RESPO“ (Resilient Power).“ [12]

Analyzátor slouží k pro-aktivnímu vyhodnocení situace a k její modelaci, u které nastává k přerušení dodávky elektřiny pro daný územní celek, popřípadě objekt. Cílem je účelné využití veškeré přístupné elektrické energie v distribuční síti pro bezpečný provoz celého objektu nebo území a také zabránění úplného výpadku. Pro tyto požadavky má dané

funkcionality a pracuje s hodnotami, které je možné rozdělit na společenské nebo elektro-energetické. [12]

2.1.1 Společenské hledisko

Jedná se o velice důležitý prvek, který určuje důležitost funkčnosti daného objektu kritické infrastruktury k udržení plynulého života oblasti a její společnosti. Definiuje, které objekty kritické infrastruktury budou prioritně zásobovány elektrickou energií.

Tento pojem je počátečním bodem celého analyticky-hodnotícího procesu. Bere taky v potaz důležitost objektů kritické infrastruktury pro udržení základních hodnot a zájmů společnosti. Díky tomuto je nutné určit pořadí důležitosti těchto objektů pro společnost a jejich zásobování elektrickou energií k bezpečné funkčnosti území a jeho obyvatel. [12]

Systém hodnocení

Hodnocení priority společenské důležitosti je zkomponováno ze 4 částí:

a) Hodnocení bezpečnosti

Vychází z vlastností objektu a jeho přínosu na bezpečnost lidí dané oblasti.

b) Hodnocení typu činnosti

Vychází z předmětné činnosti objektu a taky vztahu k případnému přerušení této činnosti.

c) Hodnocení významnosti objektu

Vychází z důležitosti objektu v rámci činnosti pro zabezpečení zájmů a hodnot ve vztahu k územní účinnosti.

d) Hodnocení typu odběru elektrické energie

Vychází z podstaty objektu ve vztahu k odběru elektřiny. [12]

Výstupem hodnocení společenské důležitosti pro ponechání minimálních životních podmínek lidí a celé oblasti je určení priorit objektů kritické infrastruktury daného území. Tyto výstupy se dělí na:

a) Klíčové

Zajišťují fundamentální procesy a činnosti pro zabezpečení základních funkcí a potřeb daného území. Bez nich není možné zajistit životaschopnost zájmového celku. Objekty v této skupině musí mít zajištěnou dodávku elektrické energie vždy jako první.

b) Podpůrné

Ačkoliv tyto objekty kritické infrastruktury nejsou klíčové, mohou právě být pro klíčové objekty důležitým prvkem v dlouhodobém měřítku. Nedostupnost podpůrných objektů je z krátkodobého měřítka akceptovatelné nebo zastupitelné. Tato kategorie musí být zabezpečena dodávkou elektrické energie hned po klíčových objektech.

c) Doplňující

Nedostupnost těchto objektů kritické infrastruktury není z hlediska základních životních potřeb daného území ohrožující. Jedná se o skupinu objektů kritické infrastruktury, která bude zásobována elektrickou energií jen za předpokladu, že předchozí dvě skupiny již byly zabezpečeny dodávkami elektrické energie. [12]

2.1.2 Elektro-energetické hledisko

Toto hledisko určuje elektroenergetickou náročnost a zajištění této energie v daný čas potřeby ve vztahu k činnostem objektů kritické infrastruktury. Definuje množství elektrické energie potřebné pro rozdílné formy provozu těchto objektů v dlouhodobém měřítku z hlediska časového období. Dále sleduje stav životnosti záložních zdrojů elektrické energie u objektů kritické infrastruktury včetně doplňujících funkcí a možností užití náhradních zdrojů v provozu při mimořádných událostech. [12]

Sledované prvky

Při sledování elektroenergetické náročnosti se bere ohled na ty to hodnoty:

- „Maximální příkon spotřeby elektrické energie OBT K³ (pro zimní i letní období),
- Minimální příkon spotřeby elektrické energie OBT KI (pro zimní i letní období).
- Příkon spotřeby elektrické energie v průběhu 24h ve vztahu k předemné činnosti a potřebě OBT KI (pro zimní i letní období).
- Evidence existence záložních zdrojů v rámci OBT KI včetně základních parametrů:
 - Počet záložních zdrojů.
 - Předpokládaná doba napájení objektu.
 - Popis záložního zdroje.“ [12]

Výstupem elektroenergetického hlediska je detailní výpis daných objektů kritické infrastruktury z pohledu nutného příkonu elektrické energie v určitém okamžiku potřeby užití, které se dále dělí na zimní a letní období. [12]

2.1.3 Celkový výstup nástroje

Z předešlých parametrů tento nástroj analyticky zhodnotí a vyobrazí situaci s informacemi o objektech kritické infrastruktury:

- a) Identifikace a rozmístění objektů kritické infrastruktury.
- b) Priorita pro společnost, která je nutná pro zachování chodu života v daném území.
- c) Způsob dodávek elektřiny při mimořádné události k uspokojení příkonu elektrické energie daných objektů podle určené priority pro společnost při ostrovním provozu v reálném čase.
- d) Poskytnutí informací, zahrnující také bezpečnostní pokyny, o změně příkonu elektrické energie daným objektům při mimořádné události.
- e) Schopnost modelace online na základě dostupnosti elektrické energie v distribuční síti.
- f) Zobrazení na mapě. [12]

³ OBT KI – Objekt kritické infrastruktury – objekty, jejichž poškození by mohlo mít vážný dopad na zdraví a bezpečí obyvatel.

2.2 Potenciál

V této podkapitole je rozepsán obecný popis nástroje Potenciál.

Tento nástroj slouží k hodnocení elektroenergetického potenciálu určité oblasti ve formě plánované přípravy krizového ostrovního provozu, při kterém se používají klasická paliva jako např. uhlí, ale také paliva alternativní, též nazývaná biomasa⁴. Využití je možné i v případě společného působení obou paliv. Právě součinnost využití obou zdrojů s institutem pro krizovou distribuci může pomoci v co nejvyšším měřítku znemožnit kompletní blackout oblasti neboli celkový výpadek dodávek elektrické energie. Dále sníží a zredukuje elektroenergetický potenciál území a elektrickou energii směřuje pouze pro objekty kritické infrastruktury, čímž zabrání kolapsu společenství. Tento systém právě disponuje podporou shromažďování velkého množství dat, které dále sám zpracuje a vyhodnotí nejdůležitější objekty určeného území a jeho zajištění stability. Dále usnadní sestavení potřeb pro plán krizového ostrovního provozu. [13]

Nástroj Potenciál je systémem fungujícím na webové stránce a rozdělen do několika modulů, které ačkoliv fungují samostatně, jsou vzájemně propojeny. Samostatné moduly pracují se sběrem, analýzou a poté hodnocením údajů ze strany spotřebitelů, ale také výrobců elektrické energie. Cílem této analýzy je určit, které z objektů budou upřednostněny při krizovém ostrovním provozu. [13]

Základní moduly IS Potenciálu se dělí na:

- a) **Úvod** – hlavní stránka obsahující základní informace o tomto nástroji a také projektu, pro který vznikl.
- b) **Sběr dat** – tento modul je zaměřen na rozesílání dotazníků týkajících se koncových spotřebitelů, o kterých je nutné získat data o spotřebě elektrické energie na určitém území. Získaná data jsou následně importována do modulu Spotřebitelé, kde se dále využijí.
- c) **Území** – modul území slouží k určení předmětné oblasti pro plán příprav krizového ostrovního provozu a definování energetického potenciálu území. Dále disponuje nástrojem pro učení hlavních funkcí dané oblasti.

⁴ Veškerá organická hmota na Zemi, jako například těla živočichů, rostlin, bakterií a dalších. Nicméně v energetice je možno využít pouze biomasu energeticky zpracovatelnou. V největším měřítku jsou to rostliny, které využívají fotosyntézy, zejména rychle rostoucí dřeviny. [13] [20]

- d) **Zdroje** – tato součást systému se zaměřuje na správu zdrojů elektrické energie v dané oblasti, které jsou nedílnou částí pro vymezené území a potřeb plánovité procesní přípravy krizového ostrovního provozu právě pro tuto oblast.
- e) **Spotřebitelé** – tento modul je určen pro shromažďování dat pro vybrané objekty, které jsou jejich významností nutné pro plánovité procesní přípravy krizového ostrovního provozu.
- f) **Číselníky** – poslední modul disponuje číselníky, které jsou důležité pro celý systém a také reprezentují standardizovaný prvek společné integrity IS Potenciál. Tyto číselníky jsou plně nastavitelné. [13]

„Hlavní přínos tohoto systému spočívá v pro-aktivním vyhodnocení a následném modelování situace, kdy dochází k plošnému narušení dodávky elektrické energie a je třeba definovat podmínky vzniku krizového ostrovního provozu.“ [13]

Tento softwarový nástroj tedy slouží k poskytnutí informací o využití upotřebitelné elektrické energie se záměrem zabezpečit základní životní potřeby lidí a taky bezpečný chod oblasti při mimořádné události typu mnohonásobného výpadku elektrické energie. [13]

2.3 Evropské centrum pro sdílení informací o hrozbách a mimořádných událostech v energetickém sektoru – ITIS-EUC

Tento název je přeložen z původního názvu Incident and Threat Information Sharing EU Centre for the Energy Sector – ITIS-EUC. Tento nástroj slouží k shromažďování, analýze a rozšiřování informací o mimořádných událostech a zranitelnosti v energetickém sektoru s cílem zlepšit povědomí o kritických energetických infrastrukturách (Critical Energy Infrastructures – CEIP). Webová aplikace obsahuje vyhrazenou oblast pro registrované členy (evropské agentury a instituce, provozovatele přenosové soustavy, provozovatele distribuční soustavy, veřejné služby v odvětví plynu, elektřiny a ropy atd.) pro usnadnění sdílení informací. [15]

2.4 Shrnutí kapitoly

Druhá kapitola diplomové práce se zabývá vybranými nástroji týkající se problematiky blackoutu. Byly zde zmíněny nástroje RESPO analyzátor sloužící k ohodnocení odolnosti distribuční soustavy a zajištění obyvatelstva. Dalším zmíněným nástrojem je Potenciál, který je dále využit v této diplomové práci. Nakonec byl stručně popsán nástroj ITIS-EUC, který slouží ke shromažďování a rozšiřování informací o mimořádných událostech. Je třeba zmínit, že nástrojů týkajících se této problematiky není velké množství anebo nejsou přístupné pro veřejnost.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 OBECNÝ NÁVOD PRO PRÁCI SE SOFTWAREM NÁSTROJEM POTENCIÁL

Tato kapitola bude zaměřena na obecné vlastnosti nástroje Potenciál. Na začátku budou uvedeny společné funkce pro všechny moduly tohoto nástroje a dále budou v podkapitolách popsány všechny moduly tohoto systému.

Nejprve bude níže sepsán jednoduchý návod postupu práce s tímto nástrojem a dále budou jednotlivé moduly a práce s nimi sepsány podrobněji.

- a) Prvním úkolem pro práci s nástrojem Potenciál je vytyčit zájmové území a sepsat základní údaje k tomuto území.
- b) Dalším krojem je určit zdroj elektrické energie. Tato data jsou již podrobná a je nutná spolupráce s dodavatelem elektrické energie zájmového území.
- c) Následuje sběr dat spotřebitelů elektrické energie zájmového území. Tato data jsou získávána formou dotazníků a následně použita v kartě spotřebitelé.
- d) Čtvrtý krok slouží ke zpracování použitých dat s modulu Sběr dat a zaimplementování těchto dat jednotlivým spotřebitelům.
- e) Pátým krokem je určení bodového hodnocení jednotlivých spotřebitelů zájmového území podle jejich důležitosti.
- f) Posledním krokem je porovnání určených objektů podle získaných bodů a následné párové porovnání objektů, které dosáhli stejného počtu bodů.

Veškeré moduly pracují se všemi základními funkcemi, jelikož princip těchto funkcí je vždy stejný. Pro přehlednost je tento seznam uveden v následující tabulce.

Tabulka 1. Přehled společných funkcí IS Potenciál [13]

Název funkce (tlačítka)	Popis funkce <i>(nastalé operace po stisknutí příslušného tlačítka)</i>
Detail	Zobrazí podrobnosti k označenému záznamu
Filtrovat	Provede filtraci záznamů na základě zvoleného kritéria
Mapa sítě	Zobrazí grafické rozložení objektů plánovité procesní přípravy krizového ostrovního provozu
Nový	Založení nového záznamu
Smazat	Smaže označený záznam
Ulož	Uloží aktuální nastavení záznamů
Vybrat	Provede výběr, resp. přiřazení označených záznamů
Zavřít	Zavře otevřené samostatné okno neboli formulář
Zruš filtr	Zruší nastavená kritéria pro filtraci záznamů

Základním modulem tohoto systému je úvod, ve kterém je uživatel seznámen s určením systému. Jsou zde uvedeny informace, z jakého důvodu a v rámci jakého projektu nástroj vznikl. V horní části je menu, ze kterého se dá dostat do částí jednotlivých modelů. [13]

3.1 Sběr dat

Hlavním úkolem tohoto modulu je distribuce elektronických dotazníků na e-mailové adresy koncových spotřebitelů určitého území pro získání potřebných dat týkajících se elektrické energie. Následně jsou data zpracována a převedena do modulu Spotřebitelé, což zjednoduší práci uživatele, který nemusí zakládat každého spotřebitele zvlášť. [13]

Správa respondentů a dotazníků

V menu je třeba přejít do modulu Sběr dat, ve kterém je přehled jednotlivých respondentů v tabulce. Dále se zde dá vidět i jednotlivé dotazníky. Strukturálně je přehled rozdělen takto:

- Objekt – název objektu, který je zpracováván.
- Území – území, ve kterém se dotazovaný objekt nachází.
- Jméno a příjmení – jméno a příjmení osoby zpracovávající dotazník.
- Mail – e-mailová adresa sloužící ke kontaktování respondenta a odeslání dotazníku.
- Stav – fáze, ve které se dotazník právě nachází, dělí se na:
 - Připraven k odeslání.
 - Zpracováván.
 - Exportován do Potenciálu.



Obrázek 3. Sběr dat – správa respondentů a dotazníků [13]

Jak je možné vidět na Obrázku 3, tento modul disponuje funkcemi:

- Nový – formulář, ve kterém se vypíšu základní údaje o respondentovi, které zadává uživatel.

- Respondent – tato funkce umožňuje prohlédnout si detailní informace o respondentovi.
- Odeslat – pomocí této funkce se odešle dotazník na e-mail, který byl uveden v základních údajích o respondentovi (Nový).
- Dotazník – po rozkliknutí se zobrazí dotazník, který je již vyplněný nebo ještě nebyl vyplněn.
- Smazat – smaže označený záznam.

Následujícím modulem je model území, který je nejrozsáhlejší. [13]

3.2 Území

Tato součást systému je určena ke stanovení území, ve kterém se připravuje plánovaná procesní příprava krizového ostrovního provozu a je zde určen elektroenergetický potenciál. Jedním z hlavních prvků tohoto modulu je také nástroj zaměřený na vymezení hlavních funkcí dané oblasti, potenciálu biomasy a výpočet bilančních hodnot pro výběr objektů krizového ostrovního provozu. [13]

3.2.1 Přehled území

V přehledu území je možno zobrazit všechny zdroje dané oblasti v tabulce. Strukturálně se dělí na:

- a) Název – název daného území.
- b) ORP / Obec – název obce nebo obce s rozšířenou působností, ve které je zájmové území.
- c) Charakteristika – popis území.
- d) Distributor – určení distributora elektrické energie pro dané území.

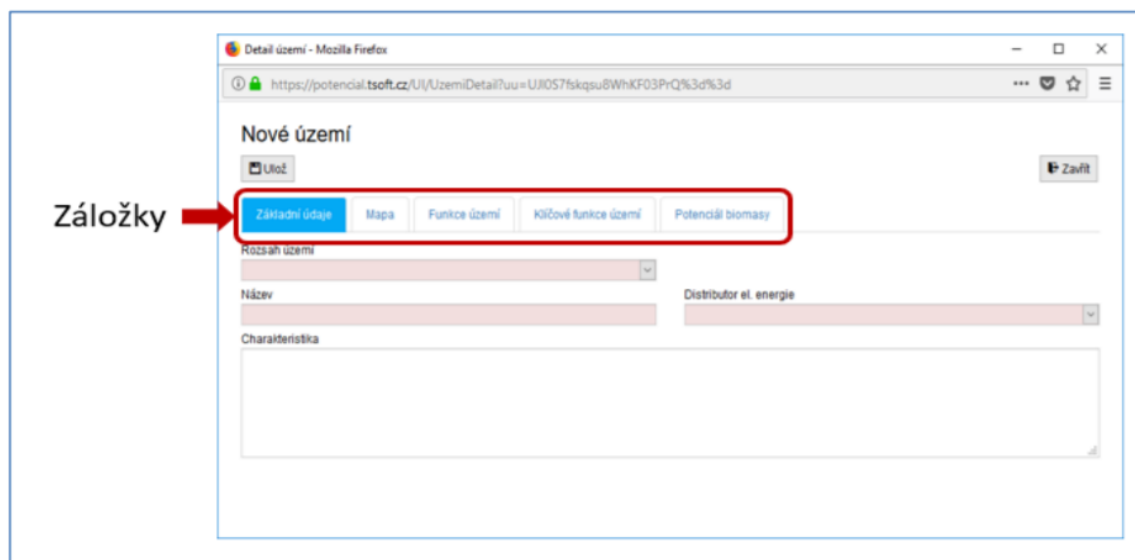
V kartě území je dále možno využít následující funkce:

- e) Nový – formulář pro založení nového území.
- f) Detail – detailní informace o vybraném území.
- g) Mapa sítě – zobrazení objektů na mapovém podkladě pro procesní přípravu krizového ostrovního provozu vybraného území.
- h) Smazat – výmaz vybraného území.
- i) Bilanční kalkulačka – formulář pro výpočet elektroenergetického potenciálu území, který bude nutný v krizovém ostrovním provozu.

- j) Potenciál biomasy – grafické a textové zobrazení území vybraného pro potenciál biomasy [13]

3.2.2 Nové území, název a detail

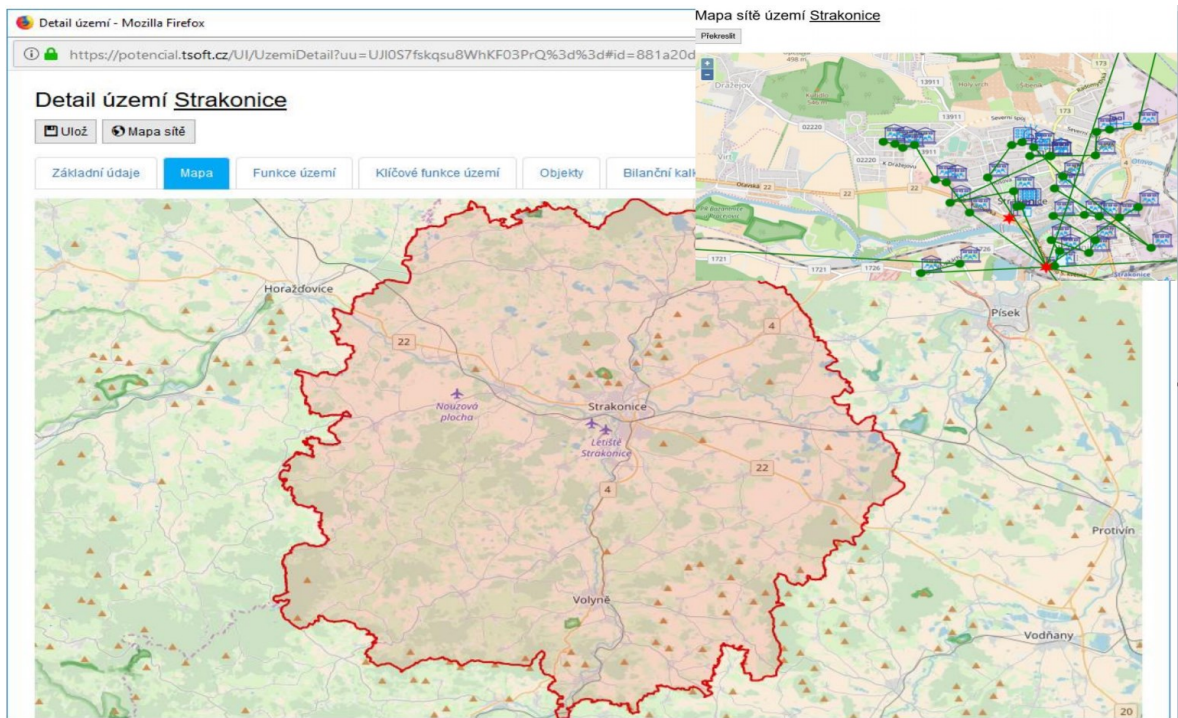
Vybráním možnosti „Nový“ vyskočí okno s formulářem pro zadání nového území.



Obrázek 4. Nové území [13]

V tomto formuláři se vypisují údaje o základních údajích, mapě, funkci území, klíčových funkcí území a potenciálu biomasy. Všechny tyto záložky je následně možno vidět v „Detail území“.

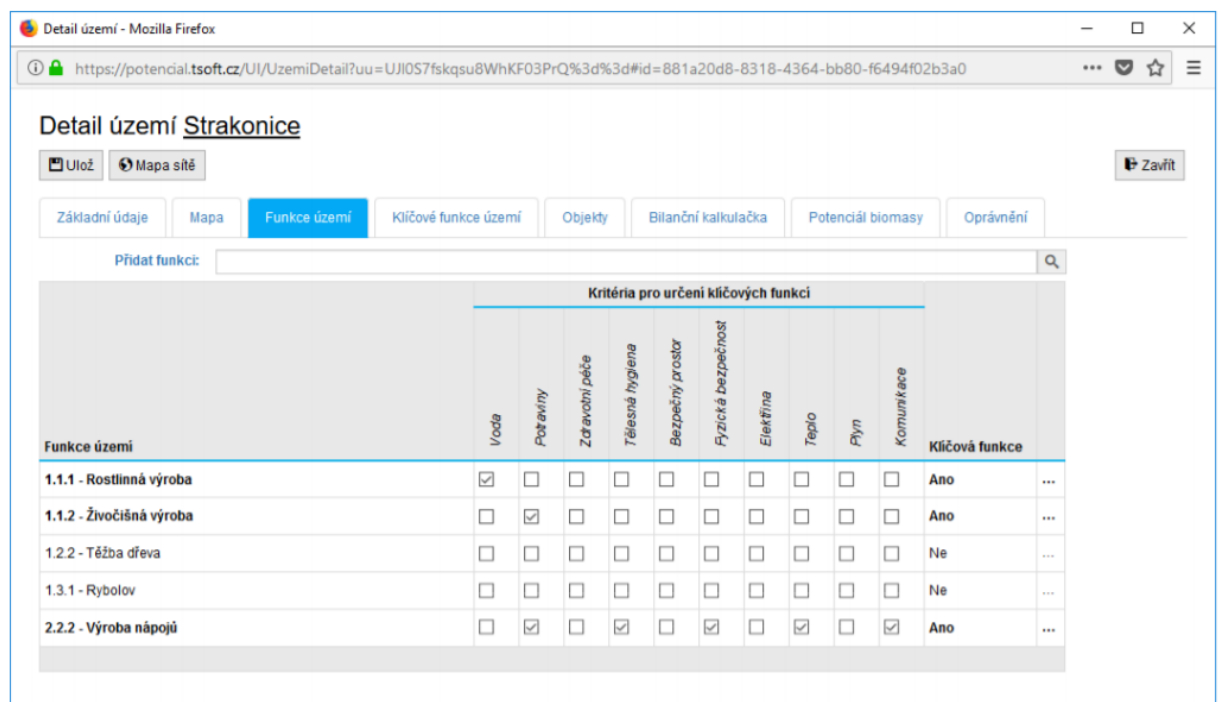
- a) **Základní údaje** – tato funkce definuje parametry, které jsou nutné pro vytvoření nového území. Ty se dělí stejně jako v kapitole 3.2.1 Přehled území rozšířené o Rozsah území, který slouží pomocí rozbalovacího menu k výběru mezi obcí s rozšířenou působností a obcí.
- b) **Mapa** – jedná se o vykreslení mapy graficky. Po vybrání dané obce nebo obce s rozšířenou působností se vykreslí na mapovém podkladě celá oblast. Tato mapa disponuje všemi základními prvky pro práci s mapou, jako je vyhledávání parametrů, přiblížení a oddálení atd. [13]



Obrázek 5. Nové území – mapa, mapa sítě [13]

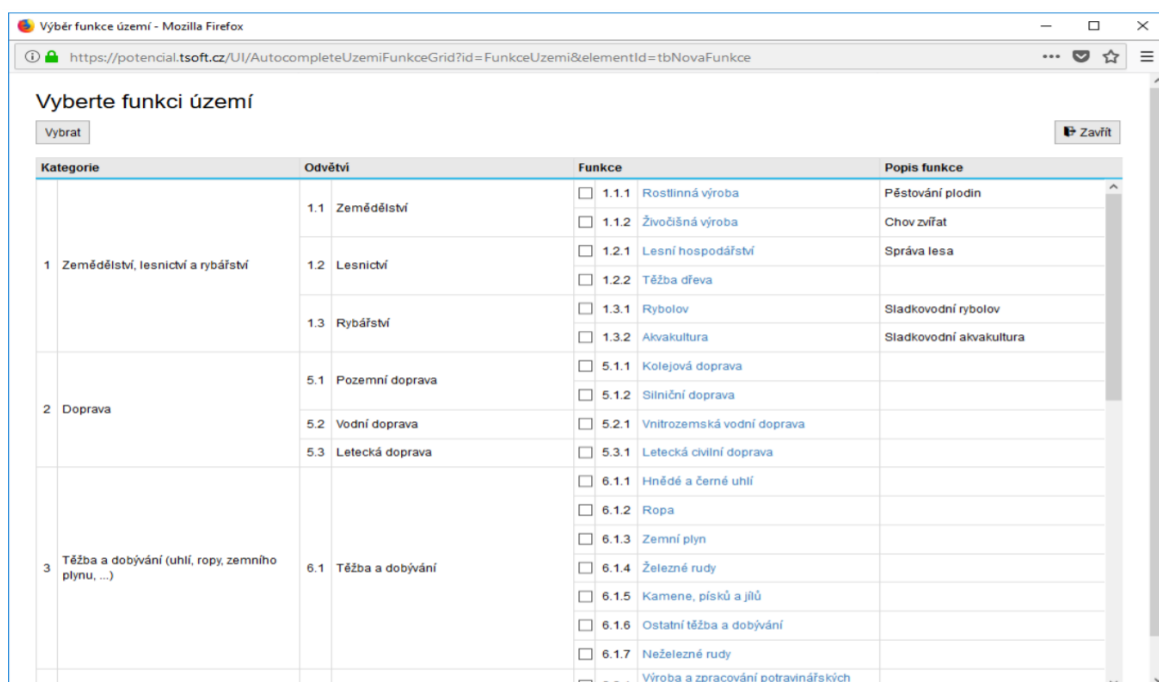
Po rozkliknutí „Mapa sítě“ se zobrazí topologie sítě plánovité procesní přípravy, kterou je možné vidět na obrázku 5 vpravo nahoře.

c) **Funkce území** – na obrázku 6 jsou demonstrována různá rozdělení základních funkcí území. Je zde také možnost přidat či odebrat různé funkce pomocí katalogu funkcí.



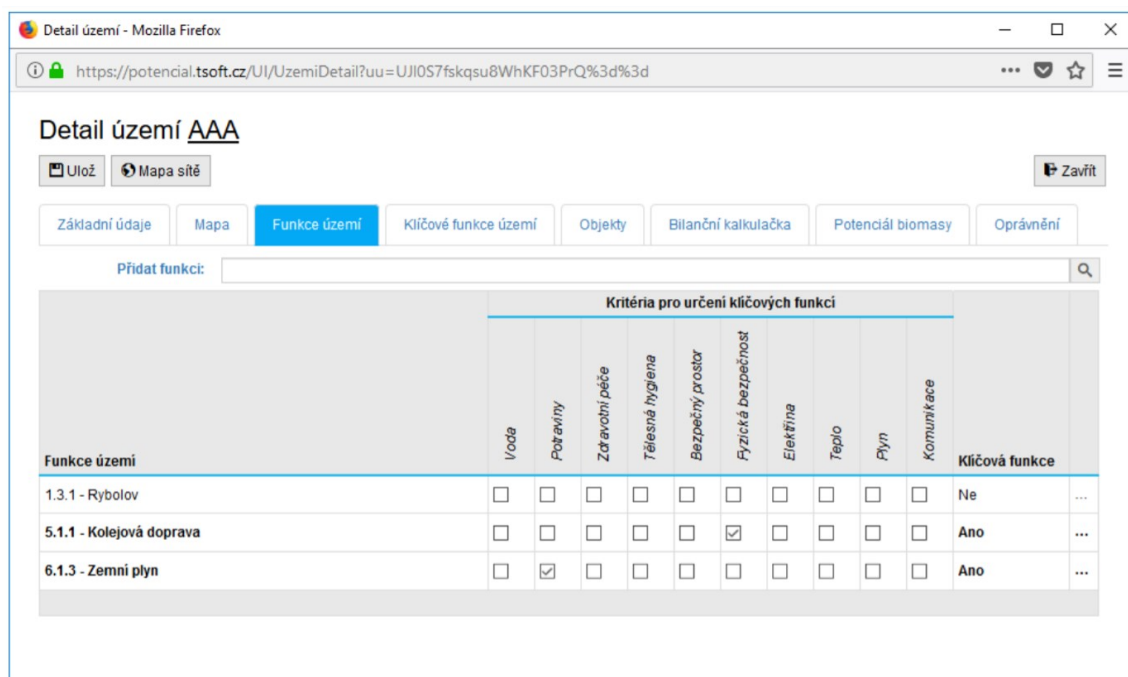
Obrázek 6. Funkce území [13]

V tomto katalogu, kterého část je ilustrována na obrázku 7 je možné dále vybrat potřebné funkce a přiřadit k vybranému území.



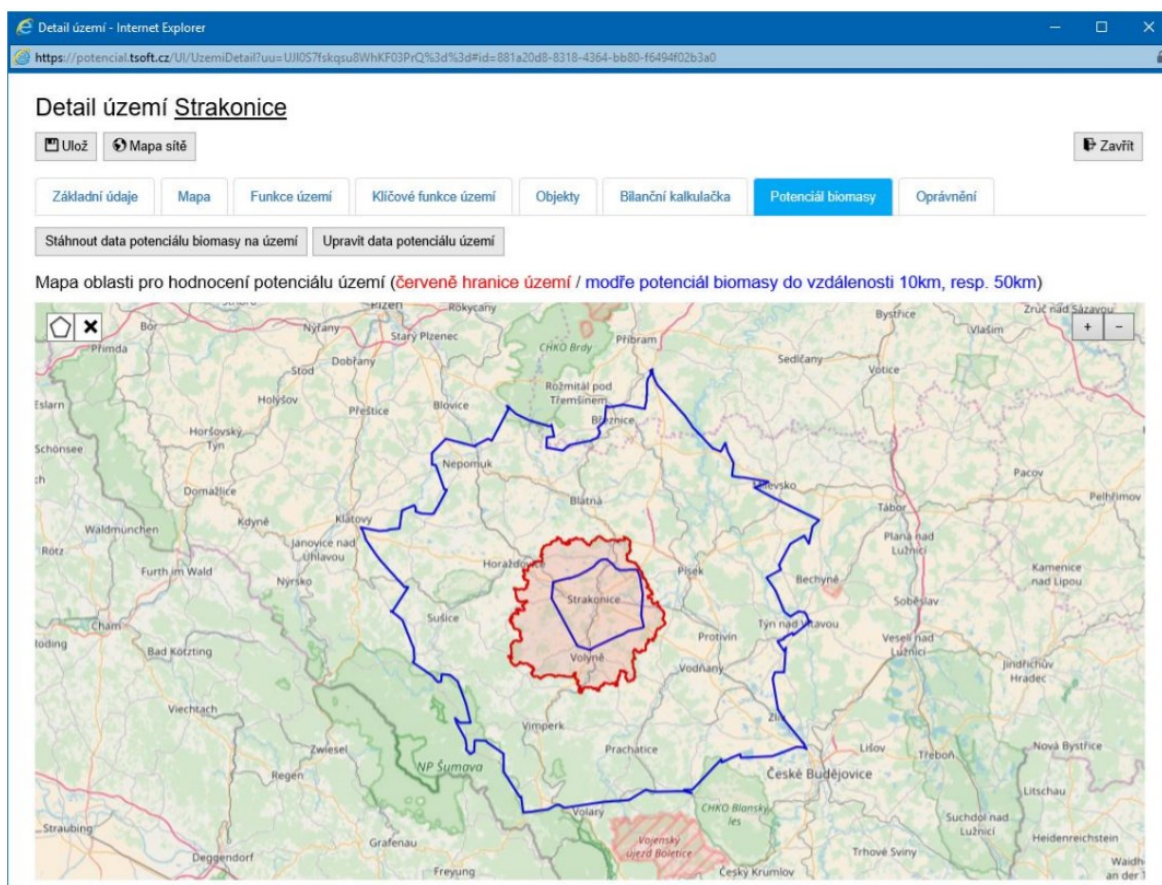
Obrázek 7. Katalog funkcí [13]

d) **Klíčové funkce území** – jedná se o základní funkce potřebné k fungování daného území a jeho obyvatelstva. Jakýkoliv objekt kritické infrastruktury by měl splňovat alespoň jednu z daných funkcí, jež demonstruje obrázek 8.



Obrázek 8. Klíčové funkce území [13]

- e) **Objekty** – zobrazení veškerých objektů, zdrojů i spotřebitelů, daného území včetně základních informací o těchto objektech. Tyto informace jsou vypsané v seznamu.
- f) **Bilanční kalkulačka** – tato záložka slouží k automatické modelaci seznamu spotřebitelů podle jejich důležitosti ve vztahu k plánovité procesní přípravě krizového ostrovního provozu ve vybraném území. Tento seznam určuje pořadí, ve kterém budou zásobovány disponibilní elektrickou energií z určeného zdroje. Tyto objekty se také dělí na objekty s inteligentními elektroměry, tzv. „Smart Grids“ a na objekty bez těchto elektroměrů.
- g) **Potenciál biomasy** – na obrázku 9 jsou znázorněny oblasti s potenciálem biomasy pro určitý zdroj elektrické energie, které jsou vyznačeny modrou barvou. Menší polygon představuje rozmezí do 10 km a větší polygon do 50 km od zdroje. Červenou barvou je znázorněno dané území. [13]



Obrázek 9. Potenciál biomasy daného území [13]

3.3 Zdroje

Tato součást systému je určena pro správu zdrojů sloužících k udržování objektů kritické infrastruktury během mimořádné události výpadku dodávek elektrické energie. Také slouží k zadání elektroenergetického potenciálu v oblasti. [13]

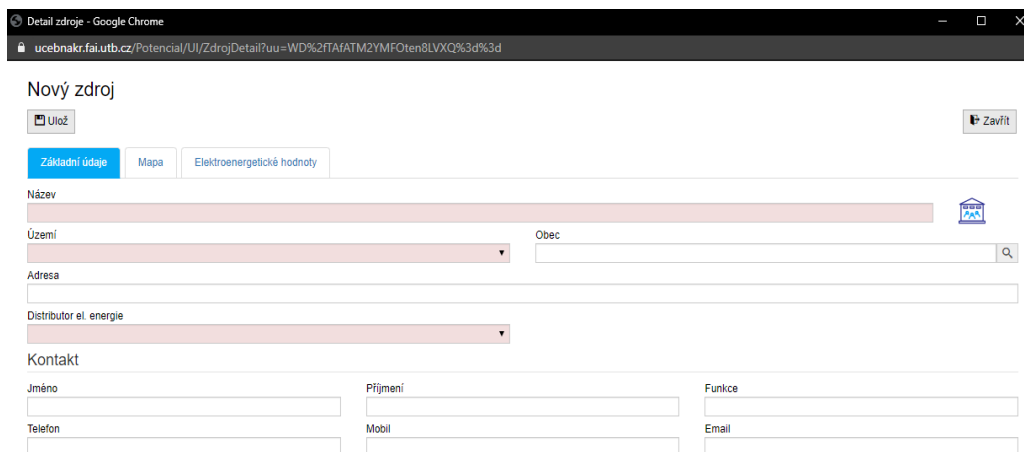
3.3.1 Přehled zdrojů

V přehledu zdrojů je možno zobrazit všechny zdroje dané oblasti v tabulce. Strukturálně se dělí na:

- a) **Název** – název daného zdroje pro dodávky elektrické energie.
- b) **Území** – vyznačení oblasti zdroje.
- c) **Adresa** – ulice, číslo popisné zdroje.
- d) **Obec** – obec zdroje
- e) **Distributor** – informace, který distributor elektrické energie ve vztahu ke zdroji. [13]

3.3.2 Nový zdroj

Po kliknutí na tlačítko **Nový**, které je možno vidět na obrázku 10, vyskočí okno, do kterého je možno zadat nový zdroj elektrické energie.



The screenshot shows a web browser window with the address bar containing a URL from 'ucebna.kr.fai.utb.cz'. The page title is 'Detail zdroje - Google Chrome'. The main content is a form titled 'Nový zdroj' (New source). At the top of the form are two buttons: 'Uložit' (Save) and 'Zavřít' (Close). Below these are three tabs: 'Základní údaje' (Basic data), 'Mapa' (Map), and 'Elektroenergetické hodnoty' (Electroenergetic values). The 'Základní údaje' tab is active. The form fields are as follows:

- Název**: A text input field.
- Území**: A dropdown menu.
- Obec**: A text input field with a search icon.
- Adresa**: A text input field.
- Distributor el. energie**: A dropdown menu.
- Kontakt**: A section containing six input fields:
 - Jméno**: Text input.
 - Příjmení**: Text input.
 - Funkce**: Text input.
 - Telefon**: Text input.
 - Mobil**: Text input.
 - Email**: Text input.

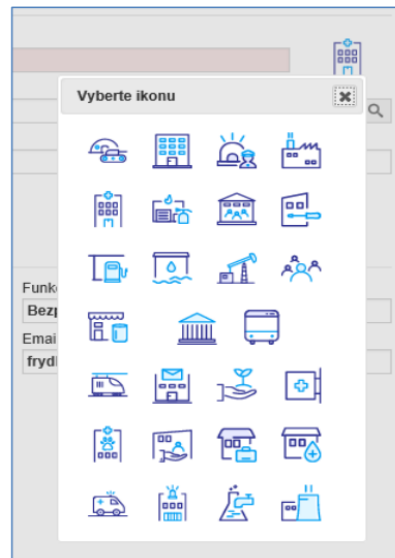
Obrázek 10. Nový zdroj [13]

V tomto formuláři je možno nalézt tyto tři záložky:

a) Základní údaje

V základních údajích se nachází údaje o identifikaci zdroje elektrické energie. Mezi tyto údaje se řadí název, území, obec, adresa objektu, distributor elektrické energie, jméno, příjmení, funkce, mobil a email kontaktní osoby.

Po rozkliknutí ikony zdroje, která se nachází vlevo nahoře za polem „Název“, z obrázku 11 je možné vybrat jednu z dostupných ikon. [13]



Obrázek 11. Ikony [13]

b) Mapa

V záložce „Mapa“ lze zobrazit graficky území a přesnou polohu zdroje. Tato mapa disponuje všemi základními prvky pro práci s mapou, jako je vyhledávání parametrů, přiblížení a oddálení atd. [13]

c) Elektroenergetické hodnoty

V této části lze nalézt základní údaje o elektroenergetických hodnotách zdroje. Volí se zde formy spalování – spoluspalování nebo oddělené spalování tuhých paliv a biomasy. Základní údaje o spoluspalování jsou znázorněny na obrázku 12 a údaje o odděleném spalování na obrázku 13.

- Spoluspalování – Tento formulář je dělen do dvou částí. Na levé straně je popis určený pro letní období a tuhá paliva, jako např. uhlí. Na pravé části je znázorněno zimní období s parametry pro biomasu. [13]

Detail zdroje **Zdroj ABC Suchá 12**

Ulož Zavřít

Základní údaje Mapa **Elektroenergetické hodnoty**

Forma spalování: Spoluspalování Oddělené spalování

Poměr spoluspalování - léto
Tuhá 43% Biomasa

Poměr spoluspalování - zima
0% Biomasa

Celkový disponibilní výkon - léto [MW]
Doba celkového výkonu - léto [h]

Celkový disponibilní výkon - zima [MW]
Doba celkového výkonu - zima [h]

Tuhá paliva Biomasa

Druh / popis paliva
Výhřevnost [GJ/t]

Skladovací kapacity - léto [t] Skladovací kapacity - zima [t] Skladovací kapacity - léto [t] Skladovací kapacity - zima [t]

Tabulka vývodů +

Číslo	Název	Maximální zat...	Průměrné zat...	Průměrné zat...
...žádné vývody...				

Poznámka

Obrázek 12. Elektroenergetické hodnoty spoluspalování [13]

Pro obě období, jak letní, tak zimní, jsou evidovány stejné parametry. Nejprve je třeba zapsat poměr spoluspalování druhů paliv vyjádřený v procentech. Dále se určují:

- Celkový disponibilní výkon – celkový možný výkon pro možnost naplánování krizového ostrovního provozu.
- Doba celkového výkonu – časová perioda zdroje, kdy je schopen dodávat daný disponibilní výkon elektrické energie.
- Druh paliva – charakteristika daného paliva.
- Skladovací kapacity – množství paliva skladovaného v objektu nebo jeho areálu.

Dále je tabulka vývodu, která slouží k evidenci vývodů daného zdroje ke zjištění celkového zatížení. Jedná se o maximální a průměrné zatížení. Tyto data se zadávají ručně ke každému vývodu.

- Oddělené spalování – víceméně stejný formulář jako u spoluspalování. Jedinou změnou je absence možnosti rozdělení spalování mezi tuhými palivy a biomasou. Zvolí se pouze jeden z nich. [13]

Detail zdroje Zdroj ABC Suchá 12

Uložit Zavřít

Základní údaje Mapa Elektroenergetické hodnoty

Forma spalování: Spoluspalování Oddělené spalování

Tuhá paliva

Druh / popis paliva

Výhřevnost [GJ/t]

Biomasa

Druh / popis paliva

Výhřevnost [GJ/t]

Disponibilní výkon - léto [MW]	Disponibilní výkon - zima [MW]	Disponibilní výkon - léto [MW]	Disponibilní výkon - zima [MW]
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Skladovací kapacity - léto [t]	Skladovací kapacity - zima [t]	Skladovací kapacity - léto [t]	Skladovací kapacity - zima [t]
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Doba výkonu - léto [h]	Doba výkonu - zima [h]	Doba výkonu - léto [h]	Doba výkonu - zima [h]
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Tabulka vývodů

Číslo	Název	Maximální zat...	Průměrné zat...	Průměrné zat...
...žádné vývody...				

Poznámka

Obrázek 13. Elektroenergetické hodnoty oddělené spalování [13]

3.3.3 Detail zdroje

V tabulce zdrojů po stisknutí tlačítka „Detail“ vyskočí okno se základními údaji zdroje. Tento formulář disponuje také třemi záložkami, které tvoří základní údaje, mapa a elektroenergetické hodnoty. [13]

Detail zdroje Zdroj ABC Suchá 12

Uložit Zavřít

Základní údaje Mapa Elektroenergetické hodnoty

Název
Zdroj ABC

Území Strakonice Obec Vodice

Adresa
Suchá 12

Distributor el. energie
E.ON Distribuce

Kontakt

Jméno	Příjmení	Funkce
Jmeno	Prijmeni	Bezpečnostní technik
Telefon	Mobil	Email

Obrázek 14. Detail zdroje elektrické energie [13]

3.4 Spotřebitelé

Účelem modulu spotřebitelé je správa respondentů (infrastruktury) určené oblasti. Data těchto spotřebitelů jsou důležitou součástí plánovité procesní přípravy krizového ostrovního provozu pro využitelnost elektroenergetického potenciálu dané oblasti. [13]

3.4.1 Přehled spotřebitelů

Po rozkliknutí modelu „Spotřebitelé“ je možno vidět v tabulce seznam evidovaných spotřebitelů. Strukturálně je tabulka poskládána z názvu spotřebitele, území, na kterém se nachází, adresy, obce a předmětu činnosti. Dále je zde uveden distributor elektrické energie pro spotřebitele, význam daného spotřebitele, jeho pořadí na základě výstupů a vývod zdroje pro spotřebitele.

3.4.2 Nový spotřebitel

Po rozkliknutí tlačítka „Nový“ se zobrazí formulář pro zadání nového spotřebitele. Obsahuje záložky základní údaje, mapa, elektroenergetické hodnoty, hodnocení významu a porovnání spotřebitelů. [13]

- a) **Mapa** – v této záložce je grafické znázornění oblasti, ve které se spotřebitel nachází. Tato mapa disponuje všemi základními prvky pro práci s mapou, jako je vyhledávání parametrů, přiblížení a oddálení atd.
- b) **Elektroenergetické hodnoty** – Na obrázku 15 můžeme najít elektroenergetické hodnoty spotřebitele. Lze zde rozlišit zimní a letní období a spotřeba je zde zapsána ve 24hodinovém formátu a členěna po úsecích o 60minutách. [13]

Obrázek 15. Elektroenergetické hodnoty spotřebitele [13]

- c) **Hodnocení významu** – v této záložce se určuje význam spotřebitele pomocí metody pro hodnocení zajištění potřeb území a jeho obyvatel podle definovaných parametrů. Vše je zpracováno v několika krocích. Spotřebitel je ohodnocen a přeřazen do určité skupiny objektů podle svého typu. Každé skupině je určen daný počet bodů, které definují jejich důležitost. Nakonec jsou body podle skupin sečteny a daný spotřebitel je zařazen na své místo podle významnosti. Tento seznam zobrazuje priority v distribuci elektrické energie v nouzových situacích v rámci plánovité procesní přípravy krizového ostrovního provozu. [13]

Detail spotřebitele Nemocnice

Uložit
Zavřít

Základní údaje
Mapa
Elektroenergetické hodnoty
Hodnocení významu
Porovnání spotřebitelů

Bezpečnostní role objektu v území	20
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 30%;"> OBT ochrany - 20 </div> <div style="font-size: small;"> Objekt, kterým je potřeba v případě zhoršení bezpečnostní situace zajistit ochranu </div> </div>	
Doba ztráty funkčnosti objektu	40
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 30%;"> OBT okamžité ztráty funkčnosti - 40 </div> <div style="font-size: small;"> Objekt, u kterého dojde z časového hlediska k okamžité ztrátě funkčnosti </div> </div>	
Elektroenergetický význam objektu	0
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 30%;"> OBT jiného významu - 0 </div> <div style="font-size: small;"> Objekt s předmětnou činností odlišnou od odvětví elektroenergetiky nebo objekty s předmětnou činností v odvětví elektroenergetiky nezbytné pro provoz přenosové soustavy </div> </div>	
Intenzita dopadu na životy a zdraví obyvatel	40
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 30%;"> OBT s dopadem vysokým - 40 </div> <div style="font-size: small;"> Objekt v důsledku jeho nefunkčnosti může dojít k úmrtí 1 -10 osob nebo omezení poskytování nezbytných služeb pro 93 750 až 125 000 osob </div> </div>	
Kontinuita činnosti objektu	30
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 30%;"> OBT nepřetržitě činnosti - 30 </div> <div style="font-size: small;"> Objekt s činností, kterou nelze (okamžitě) zastavit bez značných ztrát či zničení technologických prvků </div> </div>	
Rozsah funkčnosti objektu	20
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 30%;"> OBT rozsahu ORP - 20 </div> <div style="font-size: small;"> Objekt s činností, která ovlivňuje fungování života v rozsahu obce s rozšířenou působností </div> </div>	
Celkem:	150

Obrázek 16. Hodnocení významu spotřebitele [13]

- d) **Porovnání spotřebitelů** – slouží pouze k porovnání spotřebitelů, pokud v předchozím bodě dosáhli stejného počtu. Jelikož není možné určit prioritní pořadí, je nutné využít metodu vzájemného porovnání. [13]

- **Metoda párového porovnání**

Úkolem této metody je nalezení preferencí každého kritéria vzhledem k ostatním kritériím celku. Touto metodou se zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií.

Na základě tabulky 2 probíhá dané hodnocení prioritního pořadí spotřebitelů. Tabulku využíváme hlavně pro dostatečnou přehlednost a jednoduchou manipulaci. V tabulce, v pravém horním rohu, se u každé dvojice vybírá preference kritéria v řádku před kritériem ve sloupci. Podle výběru se zapíše do řádku tabulky vybrané kritérium uvedené v řádku nebo sloupci. Stejně se postupuje u zbytku kritérií. Následně se sečte počet preferencí daného kritéria a zapíše do tabulky. Pokud se stane, že více kritérií bude sdílet stejný počet preferencí, tak je třeba brát v potaz směr preference. Nakonec se určí pořadí daného kritéria v celku. [16][17]

Tabulka 2. Metoda párového porovnávání – příklad zjištění preferencí [16]

Kritérium	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	Počet preferencí	Pořadí kritéria
k ₁		1	1	1	5	3	1
k ₂			3	2	2	2	3
k ₃				3	3	3	2
k ₄					5	0	5
k ₅						2	4

Stanovení pořadí se dá také zapsat pomocí normování vah podle následujícího vzorce:

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} = \frac{n+1-p_i}{\sum_{i=1}^n n+1-p_i}$$

v_i = normovaná váha i-tého kritéria [-]

k_i = nenormovaná váha i-tého kritéria [-]

n = počet kritérií

p_i = pořadí i-tého kritéria v jeho preferenčním uspořádání

Velkým plusem této metody je jednoduchost při hodnocení kvantitativních, ale také kvalitativních kritérií. Naopak mínusem této metody je časová náročnost. [16][17]

Na obrázku 17 je zobrazen příklad párového porovnání z nástroje Potenciál na vybranou oblast.

Detail spotřebitele

Porovnání spotřebitelů na území **Strakonice** se stejným bodovým hodnocením významu **110**

	ČSAD	MěÚSS	MěÚSS	MŠ	MŠ	TS	Veterinární centrum	ZŠ	Důležitost	Korekce	Důležitost s korekcí
ČSAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	<input type="text" value="0"/>	5
MěÚSS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	<input type="text" value="0"/>	1
MěÚSS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	<input type="text" value="0"/>	0
MŠ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	<input type="text" value="0"/>	2
MŠ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	<input type="text" value="0"/>	3
TS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7	<input type="text" value="0"/>	7
Veterinární centrum	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	<input type="text" value="0"/>	4
ZŠ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	<input type="text" value="0"/>	6

Obrázek 17. Porovnání spotřebitelů se stejným bodovým ohodnocením [13]

3.4.3 Detail Spotřebitele

V tabulce zdrojů po stisknutí tlačítka „Detail“ se zobrazí okno se základními údaji o spotřebiteli. Tento formulář disponuje také pěti záložkami, které tvoří základní údaje, mapa a elektroenergetické hodnoty, hodnocení významu a porovnání spotřebitelů. [13]

3.5 Číselníky

Obsahem tohoto modulu jsou číselníky, které jsou nastavovány uživatelem, a také společným rysem systému a jsou standardizovaným prvkem celé aplikace. Tento modul se dělí následně na číselníky předmětu činnosti, kritérií pro hodnocení významu spotřebitelů a katalogu funkcí území. Editace těchto číselníků je možná pouze pro správce.

- a) **Předměty činnosti** – v tomto číselníku, který lze vidět na obrázku 18, se vybírají hlavní sféry lidské činnosti neboli předměty činnosti. Ty pochází z členění ekonomických činností ve vztahu k zaměření subjektů vyskytujících se v tomto systému.

Předměty činnosti

▼ Číslo	▲ ▼ Název		
1	Elektroenergetické služby	✕	✎
2	Finanční služby	✕	✎
3	Havarijní a nouzové služby	✕	✎
4	Informační a komunikační služby	✕	✎
5	Obchod s potravinami a nápoji	✕	✎
6	Obchod s hygienickými prostředky a detergenty	✕	✎
7	Odpadové a sanační služby	✕	✎
8	Poštovní služby	✕	✎
9	Silniční doprava a související služby	✕	✎
10	Služby v oblasti ropy a ropných produktů	✕	✎
11	Služby v oblasti zemního plynu	✕	✎
12	Sociální služby	✕	✎
13	Stravovací služby	✕	✎
14	Teplárenství	✕	✎
15	Ubytovací služby	✕	✎
16	Veřejná správa a související služby	✕	✎
17	Veterinární služby	✕	✎
18	Vodohospodářské služby	✕	✎
19	Výroba a zpracování nápojů	✕	✎
20	Výroba a zpracování potravin	✕	✎
21	Zajištění ochrany před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi	✕	✎
22	Zajištění vnitřní bezpečnosti a veřejného pořádku	✕	✎
23	Zdravotnické služby	✕	✎
24	Železniční doprava a související služby	✕	✎
25	Vzdělávání	✕	✎
26	Ochrana a podpora veřejného zdraví	✕	✎
27	Prodej pohonných hmot	✕	✎

Obrázek 18. Číselníky – předměty činnosti [13]

- b) **Kritéria pro hodnocení významu spotřebitelů** – tento číselník slouží k hodnocení důležitosti koncových spotřebitelů elektřiny. Tato tabulka, která je znázorněna na Obrázek 19. Kritéria pro hodnocení významu [13], se skládá z kritérií, typových skupin určitého kritéria, přiřazených bodů a sloupec P označuje platnost záznamu. [13]

Kritérium	Typová skupina	Body	Charakteristika
Bezpečnostní role objektu v území	OBT řídící	40	Objekt zajišťující nebo podílející se na řízení bezpečnostní situace (mimořádné události nebo krizové situace)
	OBT řešící	30	Objekt zajišťující nebo podílející se na řešení bezpečnostní situace (mimořádné události nebo krizové situace)
	OBT ochrany	20	Objekt, kterým je potřeba v případě zhoršení bezpečnostní situace zajistit ochranu
	OBT ostatní	10	Objekt ostatního charakteru (nespadající do jiné skupiny)
Doba ztráty funkčnosti objektu	OBT okamžité ztráty funkčnosti	40	Objekt, u kterého dojde z časového hlediska k okamžité ztrátě funkčnosti
	OBT směnné ztráty funkčnosti	30	Objekt, u kterého dojde z časového hlediska ke ztrátě funkčnosti do cca 12h (doba trvání směny)
	OBT denní ztráty funkčnosti	20	Objekt, u kterého dojde z časového hlediska ke ztrátě funkčnosti do cca 24h (doba trvání jednoho dne)
	OBT vícedenní ztráty funkčnosti	10	Objekt, u kterého dojde z časového hlediska ke ztrátě funkčnosti po více než 24h
Elektroenergetický význam objektu	OBT elektroenergetického významu lokálního charakteru	160	Objekt s předmětnou činností v odvětví elektroenergetiky, nezbytný pro potřeby provozu distribuční soustavy, (tj. lokálního zásobování elektrickou energií na bázi ostrovního provozu)
	OBT jiného významu	0	Objekt s předmětnou činností odlišnou od odvětví elektroenergetiky nebo objekty s předmětnou činností v odvětví elektroenergetiky nezbytné pro provoz přenosové soustavy
Intenzita dopadu na životy a zdraví obyvatel	OBT s dopadem extrémním	50	Objekt v důsledku jeho nefunkčnosti může dojít k úmrtí více než 10 osob nebo omezení poskytování nezbytných služeb pro více než 125 000 osob
	OBT s dopadem vysokým	40	Objekt v důsledku jeho nefunkčnosti může dojít k úmrtí 1 -10 osob nebo omezení poskytování nezbytných služeb pro 93 750 až 125 000 osob
	OBT s dopadem středním	30	Objekt v důsledku jeho nefunkčnosti může dojít k poškození zdraví s trvalými následky pro více než 10 osob nebo omezení poskytování nezbytných služeb pro 62 500 až 93 750 osob
	Nová	21	Nová
	OBT s dopadem malým	20	Objekt v důsledku jeho nefunkčnosti může dojít k poškození zdraví s trvalými následky pro 1 – 10 osob nebo omezení poskytování nezbytných služeb pro 31 250 až 62 500 osob
	OBT s dopadem zanedbatelným	10	Objekt v důsledku jeho nefunkčnosti může dojít k poškození zdraví osob, nemající významný charakter a zejména trvalých následků nebo omezení poskytování nezbytných služeb postihujícího nejvýše 31 250 osob
Kontinuita činnosti objektu	OBT nepřetržitě činnosti	30	Objekt s činností, kterou nelze (okamžitě) zastavit bez značných ztrát či zničení technologických prvků
	OBT přetržitě činnosti	20	Objekt s činností cyklickou, kterou lze zastavit bez ztrát až po ukončení započatého cyklu
	OBT ostatní činnosti	10	Objekt s činností, kterou lze zastavit kdykoli a okamžitě bez zásadních ztrát a poškození technologických prvků
Rozsah funkčnosti objektu	OBT rozsahu EU	50	Objekt s činností, která ovlivňuje fungování života v rozsahu Evropské unie.
	OBT rozsahu ČR	40	Objekt s činností, která ovlivňuje fungování života v rozsahu České republiky
	OBT rozsahu kraj	30	Objekt s činností, která ovlivňuje fungování života v rozsahu kraje (hl. m. Prahy)
	OBT rozsahu ORP	20	Objekt s činností, která ovlivňuje fungování života v rozsahu obce s rozšířenou působností
	OBT rozsahu obec	10	Objekt s činností, která ovlivňuje fungování života v rozsahu obce

Obrázek 19. Kritéria pro hodnocení významu [13]

c) **Katalog funkcí** – tento číselník vyobrazuje základní katalog všech funkcí vyskytujících se v daném území a je to zobrazení funkcí, jejichž příklad lze vidět na Obrázek 7. Strukturálně se dělí na kategorie, odvětví, funkce a její popis. Stejně jako u předchozího číselníku sloupec P označuje platnost. [13]

3.6 Shrnutí kapitoly

Třetí kapitola diplomové práce a zároveň první kapitola praktické části je vysvětlen obecný návod nástroje Potenciál. Tento návod je zde zaimplementován proto, aby nebylo použito

nadbytečné množství snímků obrazovky při modelaci mimořádné události typu blackout v kapitole 4. Absence tohoto obecného návodu by mohla mít na práci negativní dopad, protože by se následující kapitola mohla zdát nepřehledná.

4 MODELACE BLACKOUTU MIKROREGIONU ZLÍN-JIŽNÍ SVAHY POMOCÍ SOFTWARE POTENCIÁL

Tato kapitola diplomové práce se zabývá modelací ostrovního provozu objektů kritické infrastruktury mikroregionu Zlín-Jižní svahy. Z velkého množství možných objektů pro určení ostrovního provozu byly vybrány jedny z nejdůležitějších pro bezproblémový chod této části města.

Pro zjednodušení byly objekty sepsány do tabulek, které vyplývají ze záložek nástroje Potenciál zmíněných v předchozí kapitole. Samostatné objekty budou přiloženy ve formě obrázků v zazipovaném souboru s heslem. Nejsou zde uvedeny pravé názvy objektů z důvodu ochrany osobních údajů (GDPR).

Hodnoty v tabulkách jsou z části pravdivé a z části vymyšlené na základě podobných objektů v jiných krajích, u kterých bylo možné zjistit tato data.

4.1 Území mikroregionu Zlín-Jižní Svahy

Pro tuto práci byl vybrán mikroregion města Zlín, a to Zlín-Jižní Svahy. Právě ty jsou zlínským největším sídlištěm, kde žije více než 20 000 obyvatel. Jsou situovány na sever od města a výstavba první etapy byla zrealizována v 70 letech 20. století a po roce 1980 započala stavba druhé etapy, která stále není dokončena a rozšiřuje se.

Detail území Zlín-Jižní Svahy

Uložit Mapa sítě Zavřít

Základní údaje Mapa Funkce území Klíčové funkce území Objekty Bilanční kalkulačka Potenciál biomasy Oprávnění

Rozsah území
Obec

Název
Zlín-Jižní Svahy

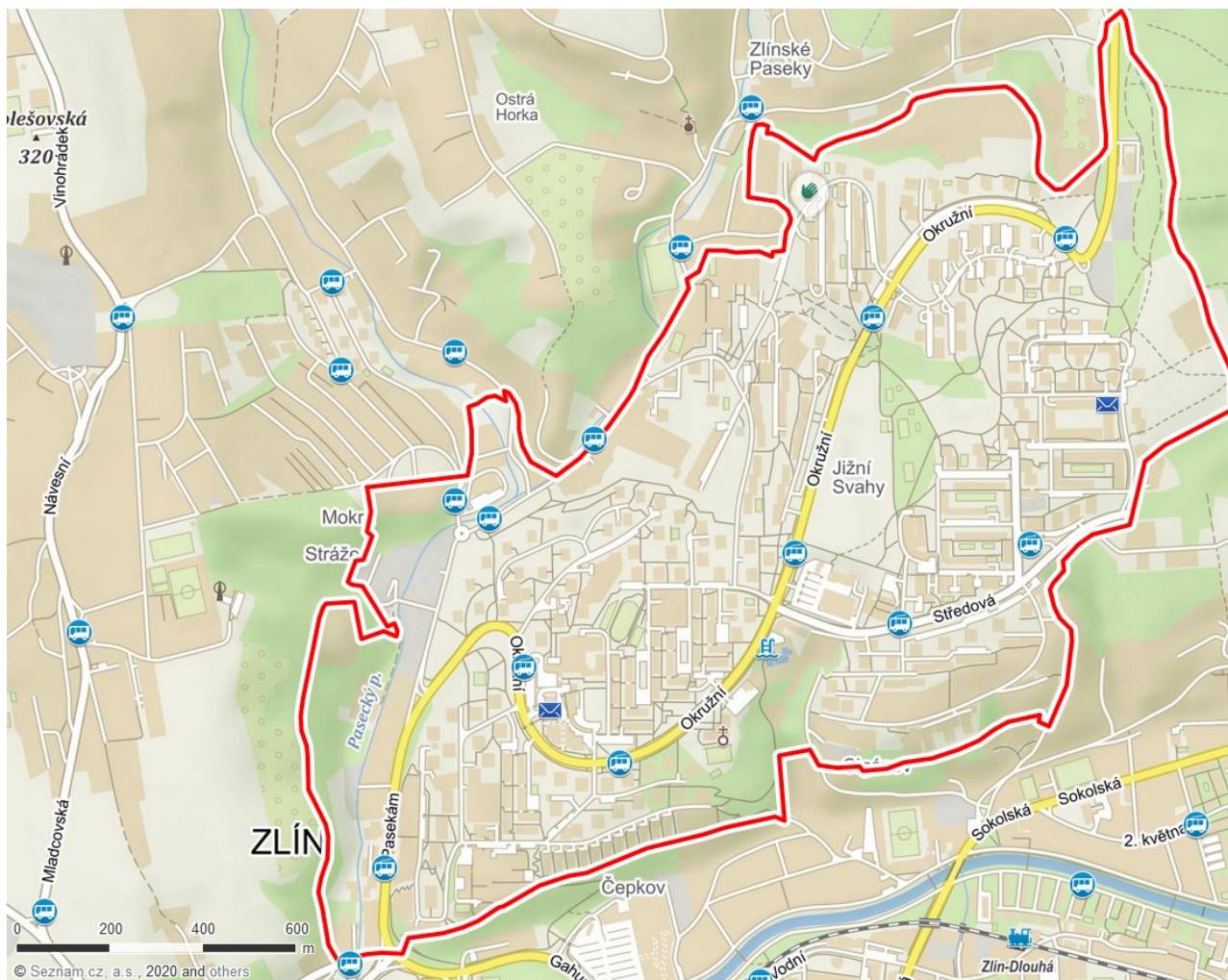
Obec
Zlín

Distributor el. energie
E.ON Distribuce

Charakteristika

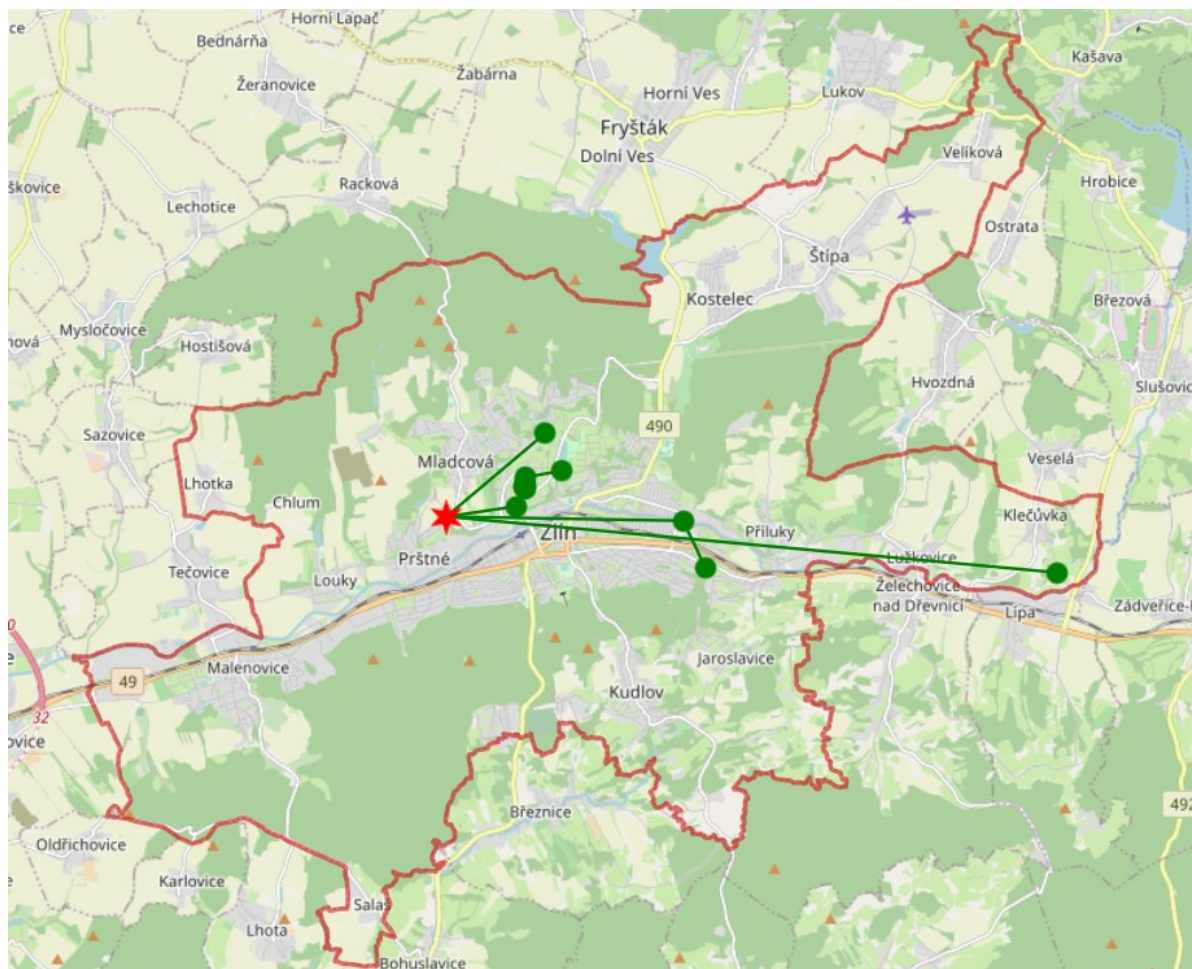
Obrázek 20. Detail území Zlín-Jižní Svahy [22]

Základní charakteristiku městské části Zlín-Jižní Svahy je možné vidět na obrázku výše (Obrázek 20).



Obrázek 21. Mapa Zlín-Jižní Svahy [21]

Obrázek 21 zobrazuje mapu konkrétní části města Zlína, a to konkrétně část, kterou se zabývá tato diplomová práce Zlín-Jižní Svahy. Tato část mapy byla převzata ze zdroje Mapy.cz z toho důvodu, že nástroj potenciál vykresluje celá území, nikoli pouze části jednotlivých území.



Obrázek 22. Mapa sítě oblasti s objekty mimo danou oblast [22]

Na obrázku 22 je již vykreslena mapa sítě daného území. Na této mapě lze vidět grafické rozložení objektů plánovité procesní přípravy krizového ostrovního provozu.

4.2 Zdroj elektrické energie

Funkčním zdrojem elektrické energie pro tuto oblast je teplárna, která je provozovatelem lokální distribuční soustavy (LDS). Tato LDS je dále napojena na regionální distribuční soustavu (RDS) provozovanou EON. Distribuce a.s.

Tato teplárna funguje pouze na bázi spoluspalování, jelikož samostatně biomasu nespalují. Poměr spoluspalování v létě je 96,4 % tuhých paliv a 3,6 % biomasy. V zimě je tento poměr 91,4 % tuhých paliv a 8,6 % biomasy. Jak lze vidět na obrázku 23, jako tuhá paliva používají černé a hnědé uhlí, které doplňují malým procentem biomasy, respektive dřevní štěpky.

Většina vývodů této teplárny směřuje do rozvodny na ulici Mladcová.

Detail zdroje

Uložit Zavřít

Základní údaje Mapa Elektroenergetické hodnoty

Forma spalování: Spoluspalování Oddělené spalování

Poměr spoluspalování - léto Tuhá 96%		Poměr spoluspalování - zima Tuhá 96%	
Celkový disponibilní výkon - léto [MW] 18		Celkový disponibilní výkon - zima [MW] 35	
Doba celkového výkonu - léto [h] 1423,4		Doba celkového výkonu - zima [h] 1585,63	
Tuhá paliva Druh / popis paliva: Hnědé / Černé uhlí Výhřevnost [GJ/t]: 48,5		Biomasa Druh / popis paliva: Dřevní štěpka Výhřevnost [GJ/t]: 12	
Skladovací kapacity - léto [t] 6000	Skladovací kapacity - zima [t] 13000	Skladovací kapacity - léto [t] 300	Skladovací kapacity - zima [t] 300

Tabulka vývodů

Číslo	Název	Maximální zat...	Průměrné zat...	Průměrné zat...

Obrázek 23. Detail zdroje elektrické energie pro mikroregion Jižní Svahy [22]

Tato data byla získána z dotazníku vyplněného příslušným pracovníkem teplárny a jsou demonstrována na obrázku 23. V tabulce vývodů není zobrazen žádný z vývodů, aby nemohlo dojít ke zneužití dat. Na základě těchto dat byly vypracovány údaje o spotřebitelích a následně přiřazeny k vývodům. Jelikož přesná data připojení k vývodům nemohla být poskytnuta, jsou v práci použity pouze orientační.

4.3 Spotřebitelé

Jak již bylo zmíněno na začátku kapitoly, spotřebitelé byli pro větší přehlednost seřazeni do tabulek. Na základě zákona o ochranu osobních údajů (GDPR) nebudou názvy těchto objektů zveřejněny.

V následující tabulce (3) jsou hodnoty spotřeby elektrické energie v běžném provozu a minimální (udržitelné) spotřeby za zimní a letní období. Tato data slouží pro přehled o celkové náročnosti spotřebitele na dodávku elektrické energie během celého roku a jsou velice důležitá při určování ostrovního provozu. Je zde také uvedena celková roční spotřeba.

Tabulka 3. Elektro-energetická náročnost objektu

Objekt	Distributor	Elektro-energetická náročnost objektu	
		Běžná spotřeba za kalendářní rok (MWh):	
		Zimní období	Letní období
Škola 1	E.ON	446	632
Škola 2	E.ON	34	21
Škola 3	E.ON	39	29
Lékárna	E.ON	10	7
Hasičský Záchranný Sbor	E.ON	241	185
Městská Policie	E.ON	35	22
Nemocnice	E.ON	1400	1250
Vodovody	E.ON	1400	1400
Pošta	E.ON	83	65
Supermarket 1	E.ON	205	179
Supermarket 2	E.ON	172	144
		Udržitelná (minimální) spotřeba za kalendářní rok (MWh):	
		Zimní období	Letní období
Škola 1	E.ON	400	600
Škola 2	E.ON	30	16
Škola 3	E.ON	35	25
Lékárna	E.ON	7	5
Hasičský Záchranný Sbor	E.ON	241	185
Městská Policie	E.ON	35	22
Nemocnice	E.ON	1350	1200
Vodovody	E.ON	1400	1400
Pošta	E.ON	55	35
Supermarket 1	E.ON	190	165
Supermarket 2	E.ON	150	130
		Roční spotřeba (kWh)	
Škola 1	E.ON	1 078 000,00	
Škola 2	E.ON	54 856,00	
Škola 3	E.ON	68 630,00	
Lékárna	E.ON	17 213,00	
Hasičský Záchranný Sbor	E.ON	426 000,00	
Městská Policie	E.ON	57 730,00	
Nemocnice	E.ON	2 650 000,00	
Vodovody	E.ON	2 794 558,00	
Pošta	E.ON	148 807,00	
Supermarket 1	E.ON	383 867,00	
Supermarket 2	E.ON	316 019,00	

V tabulce 4 jsou určeny časové úseky spotřebitelů. Spotřeba je u každého zvlášť zaznamenána v rámci 24 h úseku, který se člení po 60 minutách. Je zde určeno, kdy spotřebitel využívá běžnou spotřebu, a kdy minimální.

Tabulka 4. Elektro-energetická náročnost objektů v čase

Objekt	Elektro-energetická náročnost objektu v čase	
	Běžná spotřeba (čas)	Udržitelná spotřeba (čas)
Škola 1	06:00-18:00	18:00-06:00
Škola 2	06:00-17:00	17:00-06:00
Škola 3	06:00-17:00	17:00-06:00
Lékárna	08:00-18:00	18:00-08:00
Hasičský Záchranný Sbor	0:00-24:00	
Městská Policie	0:00-24:00	
Nemocnice	05:00-20:00	20:00-05:00
Vodovody	0:00-24:00	
Pošta	08:00-18:00	18:00-08:00
Supermarket 1	07:00-20:00	20:00-07:00
Supermarket 2	07:00-21:00	21:00-07:00

V této podkapitole jsou data orientačním výstupem pro zjištění náročnosti objektů a určení dodávek elektrické energie při mimořádné události typu blackout. Jsou důležitým zdrojem informací pro rozdělení dodávek při ostrovním provozu.

4.3.1 Hodnocení významu

Na základě Obrázek 19. Kritéria pro hodnocení významu [13], kde jsou vysvětleny všechny bezpečnostní role včetně popisu, byla vybrána důležitost objektů na základě jejich určení a funkce. V určitém kroku hodnotícího procesu jsou spotřebitelé hodnoceni body definující význam. Tento výběr je objektivní a abstraktní, jelikož každý vnímá důležitost jinak.

V této diplomové práci se nepočítá s náhradními zdroji elektrické energie. Nebylo možné získat od všech objektů nezbytná data, a proto byla určena doba ztráty funkčnosti objektu u všech objektů na okamžitou. U pár objektů byla potvrzena přítomnost náhradních zdrojů elektrické energie. Nicméně kdyby tato data byla použita, objekty by tak získali značně bodů navíc, což by znamenalo nevýhodu pro ostatní objekty. Z toho důvodu se s náhradními zdroji elektrické energie nepočítá a budou zmíněny v poslední kapitole.

V tabulce 5. ve sloupci pořadí jsou objekty seřazeny pouze podle počtu bodů a teprve následně je provedena metoda párového porovnání objektů, které dosáhli stejného počtu bodů.

Kritéria hodnocení významu jsou rozděleny podle písmen od **A** do **F** a jejich popisky lze nalézt níže.

A – Bezpečnostní role objektu v území

B – Doba ztráty funkčnosti objektu

C – Elektroenergetický význam objektu

D – Intenzita dopadu na životy a zdraví obyvatel

E – Kontinuita činnosti objektu

F – Rozsah funkčnosti objektu

Tabulka 5. Hodnocení významu spotřebitelů

Objekt	A	B	C	D	E	F	Celkem	Pořadí
Škola 1	10	40	0	10	20	10	90	4
Škola 2	10	40	0	10	10	10	80	5
Škola 3	10	40	0	10	10	10	80	5
Lékárna	10	40	0	20	10	10	90	4
Hasičský Záchranný Sbor	30	40	0	30	30	30	160	1
Městská Policie	30	40	0	30	30	10	140	3
Nemocnice	20	40	0	30	30	30	150	2
Vodovody	20	40	0	40	30	30	150	2
Pošta	10	40	0	10	10	10	80	5
Supermarket 1	10	40	0	10	10	10	80	5
Supermarket 2	10	40	0	10	10	10	80	5

Na následujících obrázcích je zobrazena metoda párového porovnání u spotřebitelů, kteří dosáhli stejného počtu bodů v hodnocení významu objektů.

Porovnání spotřebitelů na území Zlín-Jižní Svahy se stejným bodovým hodnocením významu 80

	Pošta	Supermarket 1	Supermarket 2	Škola 3	Škola 2	Důležitost	Korekce	Důležitost s korekcí
Pošta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		2	0	2
Supermarket 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	0	3
Supermarket 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	4
Škola 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0
Škola 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	0	1

Obrázek 24. Porovnání spotřebitelů s hodnocením významu 80⁵ [22]

Na obrázku 24 je zobrazeno porovnání spotřebitelů s bodovým hodnocením významu 80. Mezi těmito pěti objekty bylo třeba aplikovat metodu párového porovnání, ve které byly vybrány jako nejdůležitější supermarkety z hlediska nutnosti obstarání základních životních potřeb pro obyvatele, jako potraviny, drogerie, nápoje a další. Supermarketu 2 byl dále připsán další bod v poli „Korekce“ díky dostupnosti a možnosti parkování přímo u objektu, což znamená možnost většího nákupu a tím pádem snížení další návštěvnosti stejnými zákazníky a možnosti uvolnění místa pro jiné během následujících dnů mimořádném události. Jako další v pořadí byla určena pošta díky poštovním, ale také finančním službám pro obyvatele. Na posledních dvou místech byly vybrány školy. Škola 2 má přednost před Školou 1 z důvodu větší kapacity pro žáky.

⁵ Důležitost – zobrazuje počet hodnocení neboli nadřazenost objektu nad ostatními. Čím vyššího čísla objekt dosáhne, tím vyšší prioritu objekt má.

Korekce – pokud dva objekty dosáhnou stejného čísla ve sloupci „Důležitost“, pak rozhoduje expertní názor a sečtení kladů a protikladů jednotlivých objektů a následně je přidán bod tomu, jenž má více kladů.

Důležitost s korekcí – Jedná se o součet bodů v poli důležitost a poli korekce jednoho objektu a je to také finálním výsledkem posouzení.

Porovnání spotřebitelů na území **Zlín-Jižní Svahy** se stejným bodovým hodnocením významu **90**

	Lékárna	Škola 1	Důležitost	Korekce	Důležitost s korekcí
Lékárna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	0	1
Škola 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0	0

Obrázek 25. Porovnání spotřebitelů s hodnocením významu 90 [22]

Obrázek 25 ilustruje porovnání mezi spotřebiteli s bodovým hodnocením významu 90. Tohoto hodnocení dosáhli 2 objekty, a to Škola 1 a Lékárna. Jak lze vidět na obrázku, Lékárna byla určena jako prioritní, protože dodává obyvatelům nezbytné zdravotnické potřeby a pomůcky. Škola 1 dosáhla vyššího hodnocení než ostatní školy z toho důvodu, že také vyrábí malé množství elektrické energie, jsou zde prováděny experimenty a jsou zde různé technologické prvky, které nelze zastavit bez ztrát.

Městská policie dosáhla hodnocení významu 140 bodů, a tak nebylo nutné provádět párové porovnání. Těchto bodů dosáhla díky tomu, že se jedná o řešící objekt, který se podílí na obnově mimořádné události blackout a také udržování bezpečnosti během dané události.

Porovnání spotřebitelů na území **Zlín-Jižní Svahy** se stejným bodovým hodnocením významu **150**

	Krajská nemocnice	Vodovody a kanalizace	Důležitost	Korekce	Důležitost s korekcí
Krajská nemocnice	<input type="checkbox"/>		0	0	0
Vodovody a kanalizace	<input checked="" type="checkbox"/>		1	0	1

Obrázek 26. Porovnání spotřebitelů s hodnocením významu 150 [22]

Na obrázku 26 jsou zobrazeny jedny z nejdůležitějších objektů, které dosáhly bodové hodnocení s výsledkem 150. Jedná se o Krajskou nemocnici a Vodovody a kanalizace. Nejdůležitějším z těchto objektů jsou Vodovody a kanalizace. Tento objekt se sice nenachází na území mikroregionu Zlín-Jižní Svahy, nicméně dodávka vody a funkční kanalizace jsou velmi důležité pro život jako takový a bylo třeba je zařadit do tohoto území. Podobný případ je s Krajskou nemocnicí, která zajišťuje zdravotní péči celému Zlínu, včetně Jižních Svahů. Byla zařazena až za vodovody a kanalizace, protože pitná voda a hygiena je důležitější pro větší část obyvatel.

Jediným objektem, který dosáhl nejvyššího počtu 160 bodů je Hasičský záchranný sbor, který se také nachází mimo území mikroregionu, ale bez něj by trvala obnova funkcí území při blackoutu mnohem delší dobu, jak na tomto území, tak i mimo něj při rozsáhlém výpadku elektrické energie. Jedná se také o řešící objekt, který zajišťuje jednu z nejdůležitějších rolí při obnově poškození při mimořádné události typu blackout.

<input type="checkbox"/>	▼ Typ	▼ Název	▼ Obec	▼ Předmět činnosti	▼ Význam	▼ Pořadí	▲
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Hasičský záchranný sbor	Zlín	Havarijní a nouzové služby Zajištění ochrany před požáry a jinými MÚ a KS Ochrana a podpora veřejného zdraví	160	1	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Vodovody a kanalizace	Zlín	Odpadové a sanační služby Vodohospodářské služby	150	2	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Krajská nemocnice	Zlín	Zdravotnické služby Informační a komunikační služby	150	3	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Městská policie	Zlín	Havarijní a nouzové služby Veřejná správa a související služby Ochrana a podpora veřejného zdraví	140	4	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Lékárna	Zlín	Zdravotnické služby	90	5	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Škola 1	Zlín	Sociální služby Stravovací služby Vzdělávání Elektroenergetické služby	90	6	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Supermarket 2	Zlín	Obchod s potravinami a nápoji Obchod s hygienickými prostředky a detergenty	80	7	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Supermarket 1	Zlín	Obchod s potravinami a nápoji Obchod s hygienickými prostředky a detergenty	80	8	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Pošta	Zlín	Finanční služby Sociální služby Poštovní služby	80	9	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Škola 3	Zlín	Sociální služby Stravovací služby Vzdělávání	80	10	
<input type="checkbox"/>	Spotřebitel	Škola 2	Zlín	Sociální služby Stravovací služby Vzdělávání	80	11	
<input type="checkbox"/>	Zdroj	Teplárna	Zlín				

Obrázek 27. Objekty dle hodnocení významu – pořadí⁶ [22]

Na obrázku 27 jsou všechny objekty seřazeny podle důležitosti a prioritizace během blackoutu a jejich zásobení při ostrovním provozu.

Na základě modelace bylo určeno pořadí objektů podle jejich role a významnosti pro společnost. Díky tomuto seznamu a tabulkám o spotřebách bude možné zajistit dodávkami elektrické energie nejdůležitější objekty. Jedná se o objekty podílející na samotné obnově, ale také objekty, které jsou nutné pro bezproblémový chod společnosti i během krizové situace.

4.4 Shrnutí kapitoly

V této kapitole byla provedena modelace určení objektů, pro které je nutné zajištění dodávek elektrické energie během blackoutu a vyhodnocení objektů podle významnosti. U objektů, které dosáhly stejného ohodnocení, byla dále provedena metoda párového porovnání podle důležitosti objektů a jejich dopadu na plynulý chod společnosti během blackoutu. Pro

⁶ MÚ – Mimořádná událost
KS – Krizová situace

potřeby rychlé dostupnosti informací a dalšího využití těchto dat v následující kapitole zde byly uvedeny i spotřeby objektů při normálním provozu, ale také minimální potřebné spotřeby. Názvy objektů a veškeré další informace o těchto objektech jsou uloženy jako příloha v zahaslovaném archivu.

5 OPATŘENÍ PROTI BLACKOUTU NA ZÁKLADĚ SOFTWAREVÝCH VÝSTUPŮ

V poslední kapitole jsou vypsána opatření proti blackoutu v oblasti mikroregionu Zlín-Jižní Svahy na základě softwarových výstupů nástroje Potenciál. Mezi tyto opatření jsou zaimplementována i obecná opatření. Dalším upozorněním je fakt, že u žádného objektu nebylo počítáno se záložním zdrojem elektrické energie. Potřebná data o záložních zdrojích nebyla získána ke všem objektům. Objekty, ke kterým tato data byla získána, by byly zvýhodněny při výpočtech a získaly vyšší počet bodů. Z toho důvodu u žádného z vybraných objektů není počítáno se záložními zdroji.

Je známo velké množství účinných řešení, pomocí kterých je možno předejít mimořádným událostem v oblasti energetiky. Nejdůležitějším z těchto nástrojů, který taky slouží jako řídicí prvek během dané situace je legislativní úprava. Jedná se například o vyhlášení předcházení stavu nouze a vyhlášení stavu nouze v energetice. Toto opatření je majoritním a prvotním řešením při jakékoliv krizové situaci. Tyto stavy může vyhlásit provozovatel přenosové soustavy a může tak učinit na celém území České republiky. Pokud nastane daná situace a je vyhlášen stav nouze, pak vstoupí v platnost řada opatření tvořící krizové plány k řešení těchto situací. Mezi plány se řadí vypínací, omezovací, regulační, frekvenční a další. Tyto plány plní a spravuje energetický průmysl a jeho vybraní pracovníci. Pokud by ovšem během krizové situace byly ohroženy ve velkém počtu zdraví, životy, majetek a životní prostředí, pak by byl vyhlášen některý z krizových stavů. V souvislosti s danou situací mohou být nadále přijata orgány státní správy tzv. krizová opatření. Během daných opatření může být nařízena například evakuace osob, pracovní výpomoc či pracovní pomoc. [23]

Jmenované legislativní úpravy napomáhají ke koordinaci jednotlivých prvků během krizové situace a jsou určeny a řízeny státní mocí.

Pro všechny objekty, se kterými pracuje tato diplomová práce je jedním z nejdůležitějších opatření proti mimořádné události typu blackout informovanost.

5.1 Informovanost

Adekvátní informovanost je nezbytným pomocníkem při řešení KS. Všechny z objektů, se kterými pracuje tato diplomová práce, by měly mít daného pracovníka, jehož část pracovní náplně by byla právě informovanost týkající se KS nejen typu blackout, ale také dalších KS. Při nedostatku informací týkajících se informovanosti ohledně mimořádných situací vznikají

problémy. Na pracovištích může nastat chaos a panika. Připravené objekty naopak okamžitě situaci řeší pomocí krizových plánů a všichni následují pokyny, se kterými byli seznámeni. Toto se samozřejmě vztahuje také na všechny obyvatele mikroregionu. Ti, kteří se o tuto hrozbu nezajímají, nebudou vědět co se děje, a jak pokračovat. Připravení lidé budou klidní, protože již vědí, co bude následovat, a jak mají pokračovat dále. Problémem dnešní společnosti je nezáměr starat se o věci, které ještě nenastaly. Proč být připraven na situaci, kterou ještě nikdo nezažil na tomto území. Neinformovanost přitom bude mít jednu z hlavních rolí při výskytu blackoutu, protože lidé nebudou vědět, co mají dělat. Možností, jak obyvatele informovat je například skrz média, různé informační letáčky, výukou dětí ve školách a další. Děti by mohly dále tyto informace rozšiřovat mluveným slovem rodičů, prarodičům a kamarádům. Takto by lidé byli připraveni alespoň z části na možný dlouhodobý výpadek elektrické energie a mnozí by získali informace o tom, co vůbec blackout znamená, neboť tento pojem nikdy nemuseli slyšet. Informovanost je proto jedním z nejdůležitějších faktorů při řešení blackoutu. V dnešní době je právě informovanost o blackoutu na velmi nízké úrovni a je podstatné tento fakt v brzké době změnit. [24][25]

Jednou z možností včasné informovanosti o blackoutu by také mohlo být vytvoření nového informačního systému. Funkčnost tohoto informačního systému by mohla být zpracována jako při různých nouzových stavech a upozornění na nepřízeň počasí pomocí SMS obyvatelům daného území. Tento systém by mohl kromě poskytování informací ohledně blackoutu také komunikovat s příslušnými orgány státní správy, hasiči, dodavateli elektrické energie, apod. Návrh tohoto informačního systému by mohlo sloužit jako námět pro disertační práci. Dalším z hlavních opatření objektů proti blackoutu jsou záložní zdroje.

5.2 Záložní zdroje elektrické energie

Záložní zdroje elektrické energie jsou dalším z nejdůležitějších opatření pro zamezení dopadů blackoutu a připravenosti proti této mimořádné události. Ačkoliv se jedná jeden z nejdůležitějších opatření, má spoustu pro a proti. Obrovským plusem je poskytnutí soběstačnosti objektu při omezení či přerušení dodávek elektrické energie. Na druhou stranu velkým mínusem jsou velmi vysoké pořizovací náklady, které si nemohou dovolit všichni. Příklady těchto záložních zdrojů jsou například:

a) Motogenerátory – dieselařegátý

Jsou to rotační záložní zdroje, které přeměňují palivo na kinetickou a následně na elektrickou energii.

b) Zdroje nepřerušitelného napájení (UPS)

Jedná se o akumulátorové baterie, které poskytují okamžitou ochranu před přerušením vstupního napájení. Odlišují se od dieselařegátů právě druhem poskytování energie, kterou čerpají z akumulátorů. Hlavní funkcí je pouze záloha dat, neboť doba chodu baterií je velmi krátká. [23]

Velká pořizovací cena není vše. Vlastnění záložního zdroje elektrické energie s sebou nese další náklady. Zdroje vyžadují pravidelně revidovat a zkoušet. Dalším z nákladů jsou pohonné hmoty. Spotřeba se liší podle výkonnosti zdroje, u větších je velmi vysoká. [25]

V dnešní době již většina objektů sloužících k podnikání či službám obsahuje různá elektronická zařízení, která jsou závislá na dodávkách elektrické energie a bez nich by mohlo dojít ke ztrátě dat či poškození zařízení. Proto tato práce počítá se zajištěním záložních zdrojů pro veškeré objekty. Ve školách se nachází datové serverovny, ať už malé, či velké. V nemocnici je třeba udržovat nezbytné spotřebiče pro zdravotnické účely a záchranu životů. Vodovody a kanalizace je třeba udržovat neustále v provozu z důvodu zajištění dodávek pitné vody a udržování odtoku. V lékárně je potřeba udržovat různé léčivo v chladu. V hasičské stanici je třeba udržovat v chodu při vyřizování nezbytných úkonů k výkonu službě. Podobně jako u hasičské stanice je třeba udržet v policejní stanici v chodu alespoň nezbytné přístroje pro komunikaci a udržení pořádku. Supermarkety je třeba zajistit dodávkami pro udržení čerstvosti potravin a pro možnosti nákupu. Pošta by měla udržovat alespoň částečný provoz a zajistit zabezpečení serverů proti ztrátě dat. Záložní zdroje tedy slouží k předcházení různému poškození a ztrát, které může výpadek způsobit. [26]

Jak bylo zmíněno, některé z objektů již záložní zdroje mají. Například v nemocnicích je záložní zdroj povinností dle *normy ČSN 33 2000-7-710. Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-710: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Zdravotnické prostory*, která specifikuje pravidla o zajištění záložních zdrojů v nemocnicích. Přestože krajská nemocnice a některé z vybraných objektů záložní zdroj mají, v následující části jim bude náhradní zdroj navrhnout, protože diplomová práce počítá s tím, že všechny objekty nejsou vybaveny těmito zdroji. [25]

5.2.1 Návrhy záložních zdrojů pro dané objekty

V této části jsou vypsány náhradní zdroje pro jednotlivé objekty. Pro některé objekty budou zvoleny pouze menší zdroje pro zachování dat a dokončení rozpracovaných operací.

Tabulka 6. Spotřeba objektů

Objekt	Roční spotřeba (kWh)	Hodinová spotřeba (kWh)
Škola 1	1 078 000,00	123,0593607
Škola 2	54 856,00	6,262100457
Škola 3	68 630,00	7,834474886
Lékárna	17 213,00	1,964954338
Hasičský Záchranný Sbor	426 000,00	48,63013699
Městská Policie	57 730,00	6,590182648
Nemocnice	2 650 000,00	302,5114155
Vodovody	2 794 558,00	319,0134703
Pošta	148 807,00	16,98710046
Supermarket 1	383 867,00	43,82043379
Supermarket 2	316 019,00	36,07522831

V tabulce 6 se pomocí roční spotřeby, která byla vypsána v kapitole 4, vypočítala hodinová spotřeba. Byla použita roční spotřeba, protože není třeba přesných dat. Podle objektů bude zvolen vždy náhradní zdroj, který odpovídá vyššímu výkonu. K tomu byl použit jednoduchý následující vzorec.

$$HS = \frac{RS}{\frac{365}{24}}$$

HS – hodinová spotřeba (kWh)

RS – roční spotřeba (kWh)

Hodinovou spotřebu získáme dělením roční spotřeby počtem dnů v roce a následně výsledek dělen počtem hodin jednoho dne. Tím dostaneme výsledek hodinové spotřeby.

Na základě těchto výpočtů budou následně určeny záložní zdroje elektrické energie pro objekty. Pokud bychom počítali se stejnou spotřebou jako během roku, tak můžeme brát, že přibližně 1 kVA = 0,8 kWh. Výkonnost záložních zdrojů byla určena o 10 % vyšší než právě běžná spotřeba. [27]

Tabulka 7. Potřebný výkon pro záložní zdroje

Objekt	Hodinová spotřeba (kWh)	Potřebný výkon (kVA)
Škola 1	123,0593607	135
Škola 2	6,262100457	8
Škola 3	7,834474886	10
Lékárna	1,964954338	5
Hasičský Záchraný Sbor	48,63013699	55
Městská Policie	6,590182648	10
Nemocnice	302,5114155	330
Vodovody	319,0134703	350
Pošta	16,98710046	20
Supermarket 1	43,82043379	50
Supermarket 2	36,07522831	40

V tabulce 7 jsou data o potřebném výkonu pro každý objekt. Záložních zdrojů je na trhu velké množství, a proto zde nebudou zmíněny žádné konkrétní zdroje.

Podle údajů ze 4 kapitoly je nutné, aby Škola 1 měla záložní zdroj odpovídající potřebnému výkonu. Je to z toho důvodu, že zde probíhají různé experimenty a jsou zde nákladné technologické prvky a není možné nechat přerušenu dodávku elektrické energie bez větších škod. Na druhou stranu u Školy 1 a Školy 2 není třeba takových zdrojů, ale pouze UPS pro zajištění nezbytných dat. U zbytku objektů je nutné, aby tyto náhradní zdroje elektrické energie měli. Jedná se o důležité objekty k bezproblémovému chodu společnosti v daném území. Jsou zde také další možnosti využití záložních zdrojů, které jsou zmíněny v následující podkapitole. Jedná se o využití větších záložních zdrojů v blízkosti dalších objektů k napájení ostatních objektů připojených na přípojné body.

5.3 Přípojné body a ostrovní provoz

V této podkapitole bude projednán způsob ostrovního provozu a možné napojení objektů k ostrovnímu provozu pomocí přípojného bodu či místa.

5.3.1 Přípojné body

Přípojné body slouží k dodávkám elektrické energie významným objektům během mimořádné události a zajišťuje nouzové napájení. Jedná se o objekty, které nedisponují záložními zdroji nebo objekty kritické infrastruktury, pro zajištění záloh v případě nefunkčnosti těchto

zdrojů. Tyto funkční body by měli být neustále revidovány a zkoušeny, aby nedošlo ke stavům, kdy v případě nutnosti nebudou funkční. [25]

5.3.2 Ostrovní provoz

Ostrovním provozem lze nazvat provoz elektrické sítě, při kterém území nebo objekty nejsou připojeny ani závislé na okolní rozvodné síti. Tento provoz je ve stavu funkčnosti díky záložním zdrojům elektrické energie nebo odříznutím části distribuční soustavy od přenosové. Využívá se v místech, kde není možné připojení na hlavní elektrickou distribuční síť nebo také kde není možné nebo velmi nákladně připojení skrz přípojný bod. Další možností je také využití energie, kterou objekt získává z vlastních zdrojů, jako například z fotovoltaických článků.

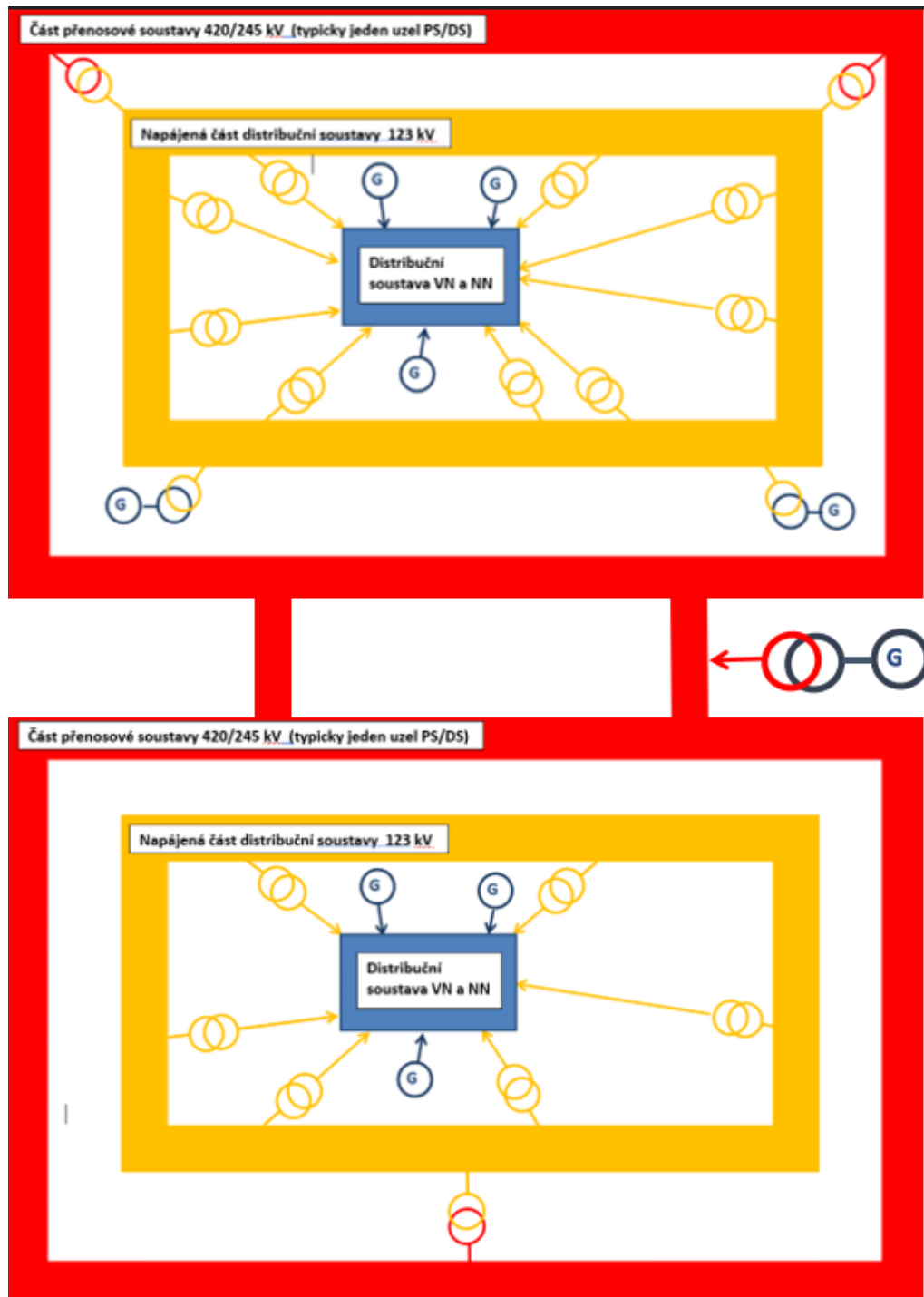
Zde jsou projednány možnosti připojení objektů k ostrovnímu provozu. Jsou zde volby automaticky vytvářeného ostrovního provozu, který se zprovožňuje přímo v dané distribuční soustavě nebo také ostrovní provoz NN.

a) Zajištění automaticky vytvářeného ostrovního provozu

Tento ostrovní provoz by bylo možné aplikovat na veškeré objekty zmíněné v této diplomové práci. Pokud se nejedná celoplošný blackout, ale pouze o částečné omezení přenosové soustavy, je možné zajistit provoz dle možností a potřeby pro desítky až stovky tisíc odběratelů. Výkon tohoto ostrovního provozu dosahuje až stovek MW. Velmi důležitou součástí je způsob a vymezení ostrovní oblasti do provozu mimo přenosovou soustavu. Ostrov se nesmí odpojit příliš brzy, aby ještě situaci nezhoršil. Naopak také nesmí být oddělen pozdě, aby již situace nebyla kritická. Pokud by se tak stalo, nemusel by být obnoven ustálený stav s vyrovnanou bilancí.

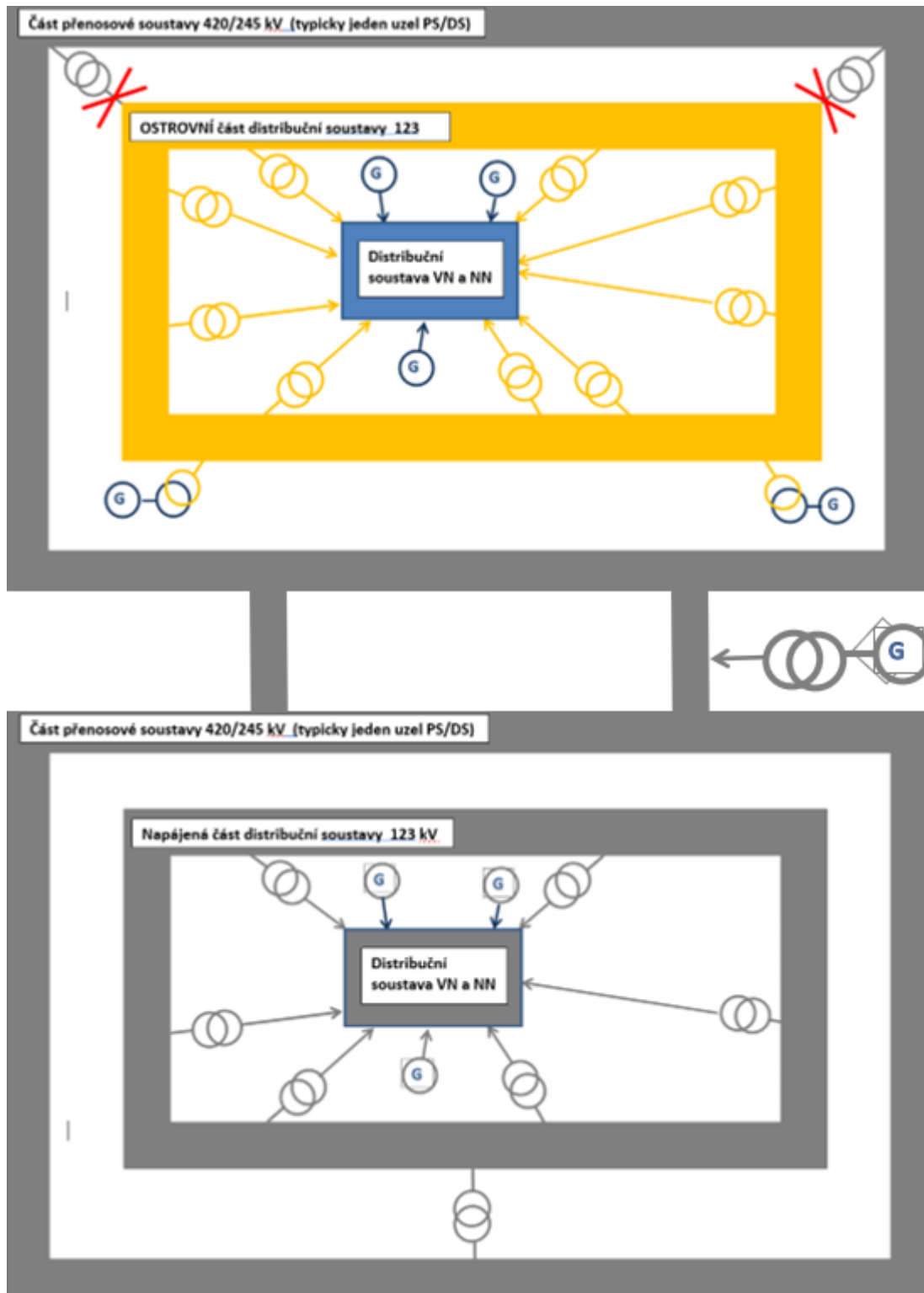
„Klíčovou roli pro úspěšné vydělení hraje zejména frekvence a bilanční toky spolu s napětím na rozhraní ostrovní oblasti.

Při plánování ostrovní oblasti je nutné nahradit výkon plánovaný pro automatiky frekvenčního odlehčování odpovídajícím výkonem mimo ostrovní oblast, aby nebyl narušen plán automatického frekvenčního odlehčování elektrizační soustavy jako celku. Odpovídajícím způsobem je potom potřeba nastavit také automatiky frekvenčního odlehčování v ostrovní oblasti.“ [28]



Obrázek 28. Provoz ostrovní oblasti za běžného stavu v přenosové soustavě [28]

Obrázek 28 znázorňuje schéma ostrovního provozu před mimořádnou událostí typu blackout a při normální funkčnosti. Vše je zde plně v provozu. Přípravovaný ostrovní provoz je vyznačen žlutým rámečkem. [28]



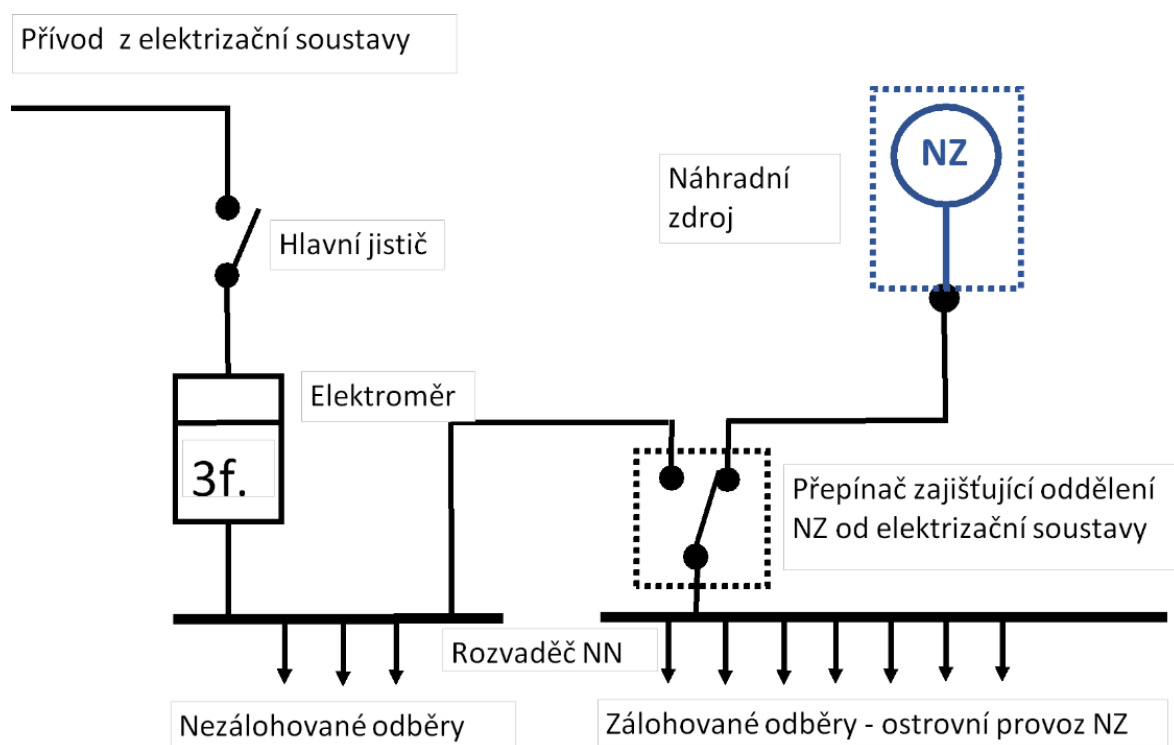
Obrázek 29. Ostrovní provoz v oblasti po vzniku blackout [28]

Na obrázku 29 je vyznačen princip funkčnosti automaticky vytvořeného ostrovního provozu po vzniku blackout. Ostrovní provoz je vyznačen žlutým rámečkem. [28]

b) Ostrovní provoz NN pro konkrétní odběrná místa

Jedná se o ostrovní provoz za využití náhradních zdrojů elektrické energie a většinou vzniká s krátkodobým přerušením dodávky k přepnutí na ostrovní provoz po ztrátě ze strany elektrizační soustavy.

Pokud se tedy jedná o napájení konkrétního odběrného místa, je možné hovořit od jednom nebo více odběratelích podle možnosti záložního zdroje. Další možností je možnost výběru těchto zdrojů, mohou být využity stacionární nebo také mobilní záložní zdroje podle potřeby. U mobilních je třeba podotknout, že je zde nutno počítat s přerušením dodávky elektrické energie na delší dobu.



Obrázek 30. Princip zapojení k záložnímu zdroji u odběratele [28]

Důležitým faktem pro přechod do ostrovního provozu NN je bezpečně oddělit všechny obvody napájené záložním zdrojem od elektrizační soustavy po celý čas funkčnosti na záložním zdroji, což je zobrazeno na obrázku 30. [28]

5.4 Ostrovní provoz vybraných objektů

Na základě výsledků z hodnocení objektů v kapitole 4 je níže tabulka, která slouží jako odrazný můstek pro určení ostrovního provozu vybraných objektů. Objekty s nejvyšším hodnocením jsou brány jako nejdůležitější a návrhy ostrovních provozů jsou pro tyto objekty

jsou tedy nejrozsáhlejší. Pořadí objektů se stejným bodovým hodnocením vychází z párového porovnání objektů v kapitole 4.

Tabulka 8. Hodnocení významu vybraných objektů

Objekt	Význam	Pořadí
Hasičský Záchranný Sbor	160	1
Vodovody	150	2
Nemocnice	150	3
Městská Policie	140	4
Lékárna	90	5
Škola 1	90	6
Supermarket 2	80	7
Supermarket 1	80	8
Pošta	80	9
Škola 3	80	10
Škola 2	80	11

Řešení ostrovního provozu zmíněných objektů v této diplomové práci by mohlo být realizováno použitím automaticky vytvářeným ostrovním provozem při lokálním blackoutu nebo pokud by tato možnost mohla být realizována.

Je třeba také zdůraznit, že zde nebudou zobrazeny polohy objektů na mapě a tyto obrázky budou přiloženy v archivovaném a zaheslovaném souboru.

U celoplošného blackoutu, nebo pokud nebude možné realizovat automaticky vytvářený ostrovní provoz, by dané objekty mohly fungovat na základě těchto opatření:

- a) Jak již bylo zmíněno Škole 2 a Škole 3 by vystačilo pouze zařízení UPS k zachování dat a dokončení nutných operací.
- b) Ve Škole 1, ve které jsou prováděny různé experimenty, a kde jsou technologické prvky s nutností udržet dodávky elektrické energie je třeba využít k ostrovnímu provozu dostatečně výkonný záložní zdroj elektrické energie k napájení těchto prvků po nezbytnou dobu během blackoutu.
- c) Vodovody a kanalizace, krajská nemocnice a Hasičský záchranný sbor jsou hlavními objekty, pro které je nutné zajistit dodávky elektrické energie během blackoutu. Právě z toho důvodu by každý z těchto objektů měl mít zajištěný záložní zdroj, který odpovídá výkonnosti na základě tabulky 7, a také by bylo dobré zajistit k těmto objektům dále

přípojných body k dalším záložním zdrojům, aby nemohlo dojít ke ztrátám na majetku, životech a zachování chodu společnosti během blackoutu.

- d) Objekty Městská policie, Supermarket 1, Pošta a Lékárna jsou v bezprostřední blízkosti, a proto by bylo výhodné zřídit záložní zdroj k ostrovnímu provozu v jednom z těchto objektů (pokud je to možné) a tím snížit náklady na provoz. Tento záložní zdroj by ale musel odpovídat součtu potřebného výkonu, na základě tabulky 7, pro jednotlivé objekty a tím pádem by byl i dražší. Druhou variantou je zřídit takové zdroje alespoň dva pro případ, že jeden ze zdrojů by měl během blackoutu poruchu. Poslední variantou je zřízení vlastních záložních zdrojů pro všechny tyto objekty.

5.5 Shrnutí kapitoly

V poslední kapitole této diplomové práce jsou sepsána opatření proti blackoutu z části obecně a z části ve vztahu k vybraným objektům. Mezi tyto opatření byly vybrány záložní zdroje nutné pro nepřerušovaný chod objektů při blackoutu. Dále také možnosti napojení těchto objektů k přípojným bodům, a nakonec určení ostrovních provozů daných objektů.

ZÁVĚR

Je třeba si uvědomit, že elektřina je velmi důležitým zdrojem energií. V dnešní době si jen těžko představíme život bez elektřiny, neboť pomáhá ulehčovat veškerou práci. Dá se říci, že je elektřina všude kolem nás a využívá se téměř ve všem, co si člověk představí. Nicméně, pokud o tuto energii přijdeme, hrozí chaos. Rozsáhlý výpadek elektrické energie neboli blackout představuje reálnou hrozbu pro společnost. Je tedy velice důležité připravit lidi na tuto hrozbu. Nejlepší je začít po malých částech regionů, na čemž se staví i tato diplomová práce.

Nejprve byla nutná studie tohoto tématu, seznámení se nejen s pojmem blackout, ale také se základními znalostmi o energetice. K tomu posloužila literární rešerše a studie daných materiálů. Hlavním cílem bylo určit hlavní objekty mikroregionu Zlín-Jižní Svahy, které by měly zajištěnou dodávku elektrické energie během blackoutu, a tak bylo třeba tyto objekty pečlivě vybrat a nashromáždit o nich potřebná data.

Dalším významným prvkem pro tuto práci byla studie nástroje Potenciál, která souvisí se shromažďováním dat o objektech. Bylo třeba nejprve zjistit, jaká data vůbec bude třeba získat. Díky tomu jsem nabral spoustu vědomostí týkajících se tohoto softwaru a mohl podle nabytých informací zpracovat obecný návod.

Po shromáždění dat a získání informací ohledně práce s nástrojem Potenciál bylo možné pokračovat dále a začít zpracovávat již danou modelaci pro zjištění významnosti objektů. Po rozřazení objektů a určení jejich významnosti bylo možné přejít k dalšímu podstatnému výstupu, a to již daným opatřením proti blackoutu u vybraných objektů.

Úkolem této diplomové práce nebylo pouze určit nejdůležitější objekty dané oblasti a vybrat vhodná opatření proti mimořádné události typu blackout, ale také celkově upozornit na tuto reálnou hrozbu a rozšířit o ní znalosti. Tato práce bude také dále studována technikem velké energetické společnosti a v případě potřeby využita ke spolupráci s vývojáři nástroje Potenciál.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ELEKTRICKÁ ENERGIE [online]. [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/energie_2.html
- [2] BENEŠ, Ivan. *Blackout: Resilient power: informační příručka*. Praha: Cityplan, 2008. ISBN 978-80-254-3816-9
- [3] HROMADA, Martin, David ŘEHÁK, Pavel ŠENOVSKÝ, Šárka KROČOVÁ, Tomáš APELTAUER a Lukáš PIDHANIUK. Souhrn způsobů hodnocení kvality a odolnosti infrastruktury: Závěrečná zpráva k veřejné zakázce Úřadu vlády ČR [online]. Fakulta bezpečnostního inženýrství, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2016 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/ppov/udrzitelny-rozvoj/dokumenty/Infrastruktura--web-compressed.pdf>. Vládní dokument
- [4] SOULEIMANOV, Emil. *Energetická bezpečnost*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 261 s. ISBN 978-80-7380-331-5
- [5] Jemenští povstalci zaútočili na saúdskoarabský ropovod, použili i dron [online]. 2019 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/svet/2814653-jemensti-povstalci-zautocili-na-saudskoarabsky-ropovod-pouzili-i-dron>
- [6] EBRAHIM-ZADEH, Christine. Back to Basics – Dutch Disease: Too much wealth managed unwisely. Finance & Development, March 2003 [online]. International Monetary Fund [cit. 2020-03-16]. ISBN 9781463931674. Dostupné z: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2003/03/ebra.htm>
- [7] Blackout [online]. Bezpečnost. Praha. eu [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://bezpecnost.praha.eu/clanky/blackout_4_2017
- [8] RADVANOVSKY, Robert a Allan MCDOUGALL. *Critical infrastructure: homeland security and emergency preparedness*. Fourth edition. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis Group, [2019]. ISBN 9781315164687
- [9] DUFKOVÁ, Marie. Problém jménem blackout. *Třipól* [online]. 2015 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www.3pol.cz/cz/rubriky/fyzika-a-klasicka-energetika/1768-problem-jmenem-blackout>
- [10] Vyhodnocení cvičení BLACKOUT 2014: Příloha 1b [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: <http://vypadekelektriny.cz/vyhodnoceni-cviceni-blackout-2014-priloha>

- [11] MÁŠLO, Karel. Příčiny a následky velkých výpadků v dodávkách elektřiny. *Elektro* [online]. 2005[cit. 2019-11-18]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26794
- [12] FRÖHLICH, Tomáš. Analiticko-hodnotící nástroj: Metodická příručka verze 0.1. Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky, T-SOFT, 2010
- [13] FRÖHLICH, Tomáš a Michaela MELICHAROVÁ. *Potenciál biomasy jako energetického zdroje pro krytí lokálních, regionálních či celostátních potřeb paliva: Uživatelská příručka pro uživatele IS Potencial verze 1.0*. Fakulta aplikované informatiky, Univerzita Tomáše Bati, 2018
- [14] CBU-94: Inteligentní naváděná letecká puma s náplní do tužek. 100+1 Zahraniční zajímavosti [online]. 17.11.2016 [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: <https://www.stoplusjednicka.cz/cbu-94-bomba-s-naplni-do-tuzek>
- [15] Incident and Threat Information Sharing EU Centre for the Energy Sector - ITIS-EUC. EU SCIENCE HUB [online]. 2016 [cit. 2020-06-15]
- [16] OLIVKOVÁ, Ivana. Aplikace metod vícekritériálního rozhodování při hodnocení kvality veřejné dopravy. *Perner's Contacts* [online]. 1.11.2011 [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/23_2011/Olivkova.pdf
- [17] HOVORKA, M. (2013). Využití metod multikritériálního hodnocení v bezpečnostní praxi. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/25342/hovorka_2013_dp.pdf?sequ. Academia Centrum UTB ve Zlíně
- [18] KUČHTA, Karel. Co je to blackout? *Fyzmatik* [online]. 2010 [cit. 2020-07-07]. Dostupné z: <http://fyzmatik.pise.cz/198-co-je-to-blackout.html>
- [19] HRMADA, Martin a Tomáš FRÖHLICH. Metodika kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu: Verze 1.0. 2019
- [20] VOBOŘIL, David. Biomasa – využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. *OEnergetice.cz* [online]. 2017 [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>
- [21] *Mapy.cz*. *Mapy.cz* [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=17.6659164&y=49.2387451&z=15&source=area&id=11624>
- [22] *Virtuální učebna FAI: Potenciál* [online]. [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://ucebnakr.fai.utb.cz/Potencial/UI/Uvod>

- [23] WRANA, Pavel. *Využití náhradních zdrojů elektřiny při mimořádných událostech* [online]. Brno, 2018 [cit. 2020-07-28]. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství. Ing. Lenka Maléřová, Ph.D. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/128218/WRA0006_FBI_B3908_3908R003_2018.pdf?sequence=1
- [24] Hasičský Záchranný Sbor JMK 2016 – *projekt „Vaše cesty k bezpečí“*. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/navody/rady-pro-obcany-blackout>
- [25] MATĚJČKOVÁ, Zuzana. *Případová studie řešení mimořádné události – blackout* [online]. Zlín, 2017 [cit. 2020-07-28]. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav elektroniky a měření. Vičar Dušan, prof. Ing. CSc. Dostupné z: <https://theses.cz/id/911g1o>
- [26] MORAVEC, Jan. *Záložní zdroje elektrické energie – 1. díl: Úvod do problematiky*. *OEnergetice.cz* [online]. 2015 [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/technologie/zalozni-zdroje-elektricke-energie-1-dil-uvod-do-problematiky>
- [27] BRAUN, Tomáš. *Jak vybrat elektrocentrálu? MANEK stavební stroje spol s.r.o.* [online]. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.manek.cz/blog/jak-vybrat-elektrocentralu>
- [28] BURDEK, Zdeněk. *Blackout a ostrovní provozy*. *tzbinfo* [online]. 2019 [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/19683-blackout-a-ostrovn-provozy>
- [29] PETERMANN, Thomas, Harald BRADKE, Arne LÜLLMANN, Maik POETZSCH, Ulrich RIEHM a Hilary ROBINSON. *What Happens During a Blackout: Consequences of a Prolonged and Wide-ranging Power Outage*. Norderstedt: BoD – Books on Demand, 2011. ISBN 9783732293292

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FAI	Fakulta aplikované informatiky.
UTB	Univerzita Tomáše Bati.
GDPR	The General Data Protection Regulation – Obecné nařízení o ochraně osobních údajů.
OBT KI	Objekt kritické infrastruktury.
Blackout	Výpadek elektřiny velkého rozsahu.
RDS	Regionální distribuční soustava.
LDS	Lokální distribuční soustava.
MWh	Megawatthodina – jednotka energie.
kWh	Kilowatthodina – jednotka energie.
MÚ	Mimořádná událost.
KS	Krizová situace.
HZS	Hasičský Záchranný Sbor.
UPS	Uninterruptible power supply neboli Zdroj nepřerušovaného napájení.
NN	Nízké napětí.
MW	Megawatt.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Stavový model elektrizační soustavy [2]	12
Obrázek 2. Znázornění vztahu příčiny a následků blackoutu [10]	16
Obrázek 3. Sběr dat – správa respondentů a dotazníků [13]	31
Obrázek 4. Nové území [13].....	33
Obrázek 5. Nové území – mapa, mapa sítě [13]	34
Obrázek 6. Funkce území [13].....	34
Obrázek 7. Katalog funkcí [13].....	35
Obrázek 8. Klíčové funkce území [13].....	35
Obrázek 9. Potenciál biomasy daného území [13].....	36
Obrázek 10. Nový zdroj [13]	37
Obrázek 11. Ikony [13].....	38
Obrázek 12. Elektroenergetické hodnoty spalování [13].....	39
Obrázek 13. Elektroenergetické hodnoty oddělené spalování [13]	40
Obrázek 14. Detail zdroje elektrické energie [13]	41
Obrázek 15. Elektroenergetické hodnoty spotřebitele [13].....	42
Obrázek 16. Hodnocení významu spotřebitele [13].....	43
Obrázek 17. Porovnání spotřebitelů se stejným bodovým ohodnocením [13].....	45
Obrázek 18. Číselníky – předměty činnosti [13]	46
Obrázek 19. Kritéria pro hodnocení významu [13]	47
Obrázek 20. Detail území Zlín-Jižní Svahy [22]	49
Obrázek 21. Mapa Zlín-Jižní Svahy [21]	50
Obrázek 22. Mapa sítě oblasti s objekty mimo danou oblast [22].....	51
Obrázek 23. Detail zdroje elektrické energie pro mikroregion Jižní Svahy [22]	52
Obrázek 24. Porovnání spotřebitelů s hodnocením významu 80 [22]	56
Obrázek 25. Porovnání spotřebitelů s hodnocením významu 90 [22]	57
Obrázek 26. Porovnání spotřebitelů s hodnocením významu 150 [22]	58
Obrázek 27. Objekty dle hodnocení významu – pořadí [22].....	59
Obrázek 28. Provoz ostrovní oblasti za běžného stavu v přenosové soustavě [28]...	67
Obrázek 29. Ostrovní provoz v oblasti po vzniku blackoutu [28].....	68
Obrázek 30. Princip zapojení k záložnímu zdroji u odběratele [28].....	69

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Přehled společných funkcí IS Potenciál [13]	30
Tabulka 2. Metoda párového porovnávání – příklad zjištění preferencí [16]	44
Tabulka 3. Elektro-energetická náročnost objektu.....	53
Tabulka 4. Elektro-energetická náročnost objektů v čase	54
Tabulka 5. Hodnocení významu spotřebitelů	55
Tabulka 6. Spotřeba objektů	64
Tabulka 7. Potřebný výkon pro záložní zdroje	65
Tabulka 8. Hodnocení významu vybraných objektů.....	70

SEZNAM PŘÍLOH

Zaheslovaný ZIP archiv se skutečnými názvy objektů a snímky obrazovky z nástroje Potenciál.