

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra řízení



Diplomová práce

**Spolehlivost a kvalita dodávek elektrické energie
v ČEZ Distribuce, a. s.**

Jana Srnová

© 2020 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jana Srnová

Hospodářská politika a správa
Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Spolehlivost a kvalita dodávek elektrické energie v ČEZ Distribuce, a.s.

Název anglicky

Reliability and quality of the electricity supply in ČEZ Distribuce, a.s.

Cíle práce

Cílem diplomové práce je navrhnout technická a netechnická opatření pro zvýšení spolehlivosti a kvality dodávané elektrické energie koncovým zákazníkům v souladu s platnou legislativou, která povedou ke snížení ukazatelů nepřetržitosti a rizika penalizace za jejich nedodržení.

Metodika

Práce se skládá ze dvou částí – teoretické a praktické.

Teoretická část je zpracována na základě zdrojů odborné literatury a článků, seminářů CIRED, zákonů a vyhlášek.

V praktické části je uvedena charakteristika společnosti, zpracována analýza spolehlivosti a kvality dodávek elektrické energie a navržena možná technická a netechnická opatření pro zlepšení spolehlivosti a kvality dodávky elektrické energie a ukazatelů nepřetržitosti.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

spotřebitel elektrické energie, distribuční společnost, spolehlivost, kvalita dodávek elektrické energie, ukazatel nepřetržitosti, SAIFI, SAIDI, Vyhláška 540/2005 Sb., Zákon 458/2000 Sb.

Doporučené zdroje informací

HRADÍLEK, Z. Elektroenergetika distribučních a průmyslových zařízení. Ostrava: Montanex, 2008. ISBN 978-80-7225-291-6

CHEMIŠINEC, I., MARVAN, M., NEČESANÝ, J., SÝKORA, T., TŮMA, J. Obchod s elektřinou. Praha: Conte spol. s.r.o., 2010. ISBN 978-80-254-6695-7

TŮMA, J., RUSEK, S., MARTÍNEK, Z., CHEMIŠINEC, I., GOŇO, R. Spolehlivost v energetice. Praha: ČVUT, 2006. ISBN 80-239-6483-6

VOCHOZKA, M., VÁCHAL, J. Podnikové řízení. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4642-5.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

Vedoucí práce

prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr. h. c.

Garantující pracoviště

Katedra řízení

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2020

prof. Ing. Ivana Tichá, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 25. 06. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Spolehlivost a kvalita dodávek elektrické energie v ČEZ Distribuce, a. s.“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou v práci citovány a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 03. 2020



.....
Jana Srnová

Poděkování

Chtěla bych touto cestou poděkovat prof. Ing. Janu Hronovi, DrSc., dr.h.c.,
za podnětné rady a inspiraci při psaní mé diplomové práce.

Spolehlivost a kvalita dodávek elektrické energie v ČEZ Distribuce, a.s.

Abstrakt:

Práce se zabývá spolehlivostí a kvalitou dodávek elektrické energie a možností jejich zvyšování v elektrické soustavě ČEZ Distribuce, a.s. Tato činnost patří mezi hlavní úkoly evropské energetiky.

Cílem je popsat možná opatření, která by vedla ke snižování ukazatelů nepřetržitosti, zvýšení spolehlivosti a kvality dodávek elektrické energie koncovým zákazníkům.

V práci je popsán teoretický rozbor spolehlivosti, ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI, cena nedodané energie, ocenění nedodané energie. Porovnání ukazatelů s ostatními distribučními společnostmi v ČR a v Evropě.

Praktická část se věnuje možným technickým a netechnickým opatřením pro zlepšení ukazatelů nepřetržitosti pro plánované přerušení a neplánované přerušení dodávky elektřiny, ekonomickému zhodnocení jednotlivých opatření. Nalézt vhodný způsob přiřazení kategorie přerušení pro vyhodnocování ukazatelů nepřetržitosti.

Cílem práce je najít vhodná opatření, která povedou ke snižování ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI, ke zvyšování spolehlivosti a kvalitě dodávané elektřiny.

Klíčová slova: spotřebitel elektrické energie, distribuční společnost, spolehlivost, kvalita dodávek elektrické energie, ukazatel nepřetržitosti, SAIFI, SAIDI, Vyhláška 540/2005 Sb., Zákon 458/2000 Sb.

Reliability and quality of the electricity supply in ČEZ Distribuce, a.s.

Summary:

This work deals with power supply reliability and quality, as well as its increase within the electrical system owned by ČEZ Distribuce, a.s.. This activity is among key tasks for European energy supply companies.

The aim of this work is to describe possible steps which may lead to a decrease of the continuity indicators, and an increase of the supply reliability and quality for consumers.

This work describes a theoretical analysis of reliability, continuity indicators SAIFI and SAIDI, price of an unsupplied electricity, cost of an unsupplied electricity. This includes the indicators comparison with distribution companies in Czech Republic, as well as in Europe.

The practical part focuses on possible technical and non-technical measures to improve continuity indicators for a planned, and an unplanned power outage, including economic evaluation of individual measures. This can help to find a suitable way of assigning an outage category needed for the evaluation of continuity indicators.

The goal of this thesis is to find suitable measures that will lead to a decrease of the SAIFI and SAIDI continuity indicators, as well as to an increase of power supply reliability and quality.

Keywords: electricity power consumer, distribution company, reliability, power supply quality, continuity indicator, SAIFI, SAIDI, Decree No 540/2005 Coll., Energy law No 458/2000 Coll.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a metodika	3
2.1	Cíl práce.....	3
2.2	Metodika práce.....	3
3	Popis společnosti	4
3.1	ČEZ Distribuce, a. s.	4
3.2	Dokumenty energetické legislativy v EU.....	10
3.3	ERÚ.....	11
3.4	Spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny.....	14
3.4.1	Základní pojmy	15
3.4.2	Spolehlivost	17
3.4.3	Kvalita dodávek elektřiny.....	21
3.4.4	Kvalita napětí.....	22
3.5	Vyhláška č. 540/2005 Sb.....	23
3.5.1	Standardy distribuce elektřiny	25
3.5.2	Hladinové ukazatele	26
3.5.3	Systémové ukazatele	27
3.6	Porovnání ukazatelů distribučních společností.....	33
3.7	Kvalita dodávek elektřiny ve vybraných evropských státech.....	36
3.8	Složky celkové ceny za dodávku elektřiny.....	38
3.9	Technické a netechnické ztráty	39
3.10	Nedodaná energie	39
3.11	Ocenění přerušení distribuce elektřiny	41
4	Možná opatření pro zlepšení spolehlivosti, kvality dodávek a ukazatelů.....	42
4.1	Možné opatření pro plánované práce	42

4.2	Možná opatření pro neplánované přerušení.....	46
4.2.1	Distribuční síť.....	46
4.2.2	Elektrické vedení.....	48
4.2.3	Oklešťování a kácení vegetace v ochranném pásmu	50
4.2.4	Metoda PPN.....	52
4.2.5	Dálkově ovládané prvky (DOP).....	53
4.2.6	Shrnutí možných opatření pro plánované práce a neplánované přerušení	59
4.3	Opatření při vyhodnocování ukazatelů.....	60
5	Závěr	62
6	Seznam použité literatury.....	65

Seznam obrázků

Obrázek 1: Geografické rozdělení distribučních sítí v České republice	6
Obrázek 2: Organizační schéma k 1. 7. 2019	7
Obrázek 3: Vanová křivka	19
Obrázek 4: Závislost mezi náklady a kvalitou.....	20
Obrázek 5: Schéma motivační regulace kvality.....	30
Obrázek 6: SAIDI	34
Obrázek 7:SAIFI	34
Obrázek 8: podíl kabelových vedení	35
Obrázek 9:Mapa přerušení vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek od roku 2008 do 2014	35
Obrázek 10:Srovnání podílu kabelového vedení v rámci EU.....	37
Obrázek 11:Srovnání SAIDI v rámci EU	37
Obrázek 12:Srovnání SAIFI v rámci EU	38
Obrázek 13:Složky cen energií pro malooběratele a domácnosti v roce 2019	39
Obrázek 14: Paprsková síť.....	47
Obrázek 15:Okružní síť.....	47
Obrázek 16: Mřížová síť.....	48
Obrázek 17: Venkovní vedení vn	51
Obrázek 18: Kabelové vedení nn	52
Obrázek 19: Úsečník	53
Obrázek 20: Zjednodušené schéma vn linky	54
Obrázek 21: Dálkově ovládaný úsečník	56
Obrázek 22: Zjednodušené schéma vn linky	57
Obrázek 23: Zjednodušené schéma vn mřížové síti	58

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vybrané oborové ukazatele	6
Tabulka 2: Přehled parametrů regulačního vzorce – ČEZ Distribuce, a. s.	13
Tabulka 3: Kategorie dlouhodobého přerušení.....	24
Tabulka 4: parametry ukazatele SAIFI	28
Tabulka 5: parametry ukazatele SAIDI.....	29
Tabulka 6: Plnění standardů distribuce elektřiny v roce 2018.....	32
Tabulka 7.: Plnění standardů distribuce elektřiny v roce 2017.....	33
Tabulka 8: Časová náročnost činností metodou PPN a bez napětí	43
Tabulka 9: Základní náklady provozu záložního zdroje	45
Tabulka 10: Výpočet ukazatelů pro ručně ovládané prvky	55
Tabulka 11: Výpočet ukazatelů pro dálkově ovládané prvky	57

Seznam zkratk

ERÚ	Energetický regulační úřad
DOP	dálkově ovládané prvky
nn	nízké napětí
vn	vysoké napětí
vvn	velmi vysoké napětí
SAIFI _s	průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v soustavě v hodnoceném období
SAIDI _s	průměrná souhrnná doba přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v soustavě v hodnoceném období
CEER	Council of European Energy Regulators

1 Úvod

Každá společnost usiluje o co nejlepší hospodářské výsledky, maximalizaci zisku, dobré jméno na trhu, rozvoj daným směrem a dosažení vytyčeného cíle.

Elektrická energie musí mít kvalitu, která je předepsaná vyhláškou, normou a Pravidly provozování distribuční soustavy. Spolehlivost a kvalita dodávek elektrické energie jsou prioritou státu a distribučních společností. Na liberalizovaném trhu s elektrickou energií jsou hlavní hráči Energetický regulační úřad (ERÚ), provozovatel přenosové soustavy (ČEPS, a. s.), provozovatelé distribučních soustav, spotřebitelé, operátor trhu (OTE, a. s.) a Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO). Všichni zúčastnění mají vliv na spolehlivost a kvalitu dodávané elektřiny, buď legislativním opatřením, nebo samotným provozováním elektrické sítě. Dodávka elektrické energie má legislativně dané parametry, které musí být dodrženy pro každého odběratele elektřiny stejně. Pro přenosovou společnost ČEPS a distribuční společnosti ČEZ Distribuce, a. s., PREdistribuce, a. s., a E.ON Distribuce, a. s., z toho vyplývá dodržování stanovených parametrů dodávané elektřiny v soustavě. Pokud společnosti nedodrží spolehlivost a kvalitu v předepsaných limitech, vystavují se finančnímu postihu podle vyhlášky 540/2005 Sb.

ERÚ motivuje provozovatele soustav k neustálému zvyšování spolehlivosti a kvality dodávek elektřiny pomocí regulačních mechanismů. Cílem by měla být spolehlivá a kvalitní dodávka elektřiny pro každého spotřebitele za přiměřenou cenu. Zajištění stability distribuční soustavy je ovlivněno cenovým rozhodnutím ERÚ, který schvaluje objem prostředků k zajištění systémových služeb, dále schvaluje pravidla pro provozování elektrických soustav v tržním prostředí.

Stále vyhodnocovaná spolehlivost, kvalita dodávek a ukazatele nepřetržitosti umožní odhadnout náklady na systémové služby distribučních společností. Každý provozovatel elektrické soustavy chce minimalizovat náklady na její provozování, ale spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny tím nesmí být ovlivněny.

Další problém, který navazuje na spolehlivost a kvalitu dodávek elektřiny, je nedodaná elektřina koncovým zákazníkům, spotřebitelům, z důvodu poruch, plánovaného přerušení a nedodržení standardů. V tomto případě nejde jen o cenu nedodané

energie, ale o ocenění nedodané energie, hospodářských škod a škod u spotřebitelů.

V současné době je problematika spolehlivosti a kvality dodávané elektřiny aktuální vzhledem k rozmachu citlivých zařízení zákazníků na nekvalitní dodávku elektřiny.

Zvyšování spolehlivosti a kvality dodávek elektrické energie má velký význam pro podnikatelskou sféru v celé společnosti, vede k efektivnímu investičnímu rozhodování ČEZ Distribuce, a. s., způsobu provozování sítě a řízení pracovních činností na soustavě.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je navrhnout technická a netechnická opatření pro zvýšení spolehlivosti a kvality dodávané elektrické energie koncovým zákazníkům v souladu s platnou legislativou. Opatření by měla vést k snížení ukazatelů nepřetržitosti a rizika penalizace za jejich nedodržení.

2.2 Metodika práce

Diplomová práce bude rozdělena do dvou částí, v první části autorka popisuje a analyzuje společnost, problematiku spolehlivosti a kvality dodávky elektrické energie, ukazatele. Ve druhé části navrhuje možná technická a netechnická opatření pro zlepšení spolehlivosti a kvalitu dodávek elektrické energie a ukazatelů nepřetržitosti.

Možná opatření budou vypracována za pomoci odborné literatury a článků, seminářů CIRED, zákonů a vyhlášek. Rovněž na základě autorčiných znalostí, neboť je zaměstnankyní ČEZ Distribuce, a. s., odboru Hodnocení provozu. Vedla odborné konzultace s pracovníky ČEZ Distribuce, a. s., i s odborníky z jiných společností, kteří se na popisovanou problematiku specializují.

3 Popis společnosti

3.1 ČEZ Distribuce, a. s.

ČEZ Distribuce, a. s., je akciová společnost. ČEZ Distribuce, a. s., je jako řízená osoba součástí koncernu řízeného společností ČEZ, a. s., jako řídicí osobou, a to při plném respektování všech požadavků pravidel unbundlingu vyplývajících z energetického zákona a ze směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/72/ES.

Společnost má sídlo v Děčíně – Děčín IV Podmokly, Teplická 874/8, PSČ 405 02, IČO 24729035, je zapsaná v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Ústí nad Labem, sp. zn. B 2145.

Akciová společnost ČEZ Distribuce, a. s., byla založena projektem fúze schváleným jediným akcionářem v působnosti valné hromady dne 12. července 2010.

Jediným akcionářem ČEZ Distribuce, a. s., je společnost ČEZ, a. s., se sídlem Praha 4, Duhová 2/1444, PSČ 140 53, zapsaná v obchodním rejstříku vedeném Městským soudem v Praze. Výše základního kapitálu společnosti činí šedesát miliard korun českých. Základní kapitál je zcela splacen a je rozvržen na šest set kusů kmenových akcií na jméno o jmenovité hodnotě sto milionů korun českých nahrazených formou jedné hromadné listiny akcií. (cezdistribuce.cz)

ČEZ Distribuce, a. s., je držitelem licence na distribuci elektřiny a ve smyslu energetického zákona č. 458/2000 Sb. je provozovatelem distribuční soustavy na hladinách nízkého napětí (nn), vysokého napětí (vn) a velmi vysokého napětí (vvn). Společnost působí na území krajů Plzeňského, Karlovarského, Ústeckého, Středočeského, Libereckého, Královéhradeckého, Pardubického, Olomouckého, Moravskoslezského a částečně v kraji Zlínském a Vysočina. Hlavním posláním společnosti je distribuce elektrické energie fyzickým a právnickým osobám a stálé zvyšování kvality a spolehlivosti dodávek všem odběratelům. Společnost se řadí k větším evropským uskupením, v České republice je největší distribuční společností elektrické energie.

Posláním skupiny ČEZ Distribuce, a. s., je zajišťovat bezpečné a spolehlivé dodávky energie koncovým zákazníkům. Vizí je přinášet inovace pro řešení energetických potřeb a přispívat k vyšší kvalitě života, jako je rozvoj chytrých sítí, vkládání inteligentních dálkově ovládaných prvků do vedení, odečty elektroměrů pomocí inteligentního měření apod.

„Cílem společnosti je zajišťovat plně funkční roli výkonného správce aktiv distribuční soustavy v oblasti své působnosti, jako je nabídka kvalitních služeb v oblasti

elektrické energie, připojování nových odběrných míst či provozování energetické distribuční soustavy dle standardů ERÚ. Dalšími cíli jsou: efektivní rozvoj distribuční soustavy na základě detailních analýz návratnosti investic a principů spolehlivosti, optimální řízení distribuční soustavy s ohledem na minimalizaci ztrát a výpadků při dodržení maximální spolehlivosti provozu, nejefektivnější pořízení nakupovaných služeb s cílem optimalizace nákladů na údržbu a poruchovou službu“ (cezdistribece.cz).

„Předpokladem k naplňování podnikatelského záměru a poslání společnosti je bohatá tradice a know-how převzaté z dřívějších regionálních energetických společností a podporované odpovídajícím technickým i personálním zázemím“ (cezdistribece.cz).

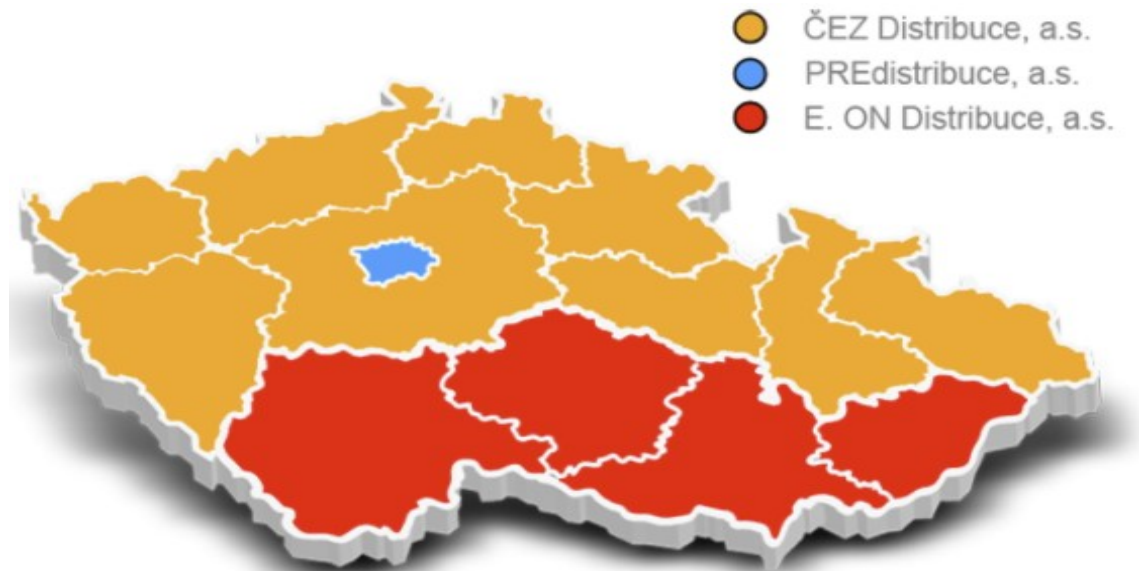
„Kompetencemi společnosti ČEZ Distribuce, a. s., jsou: správa svěřených aktiv (technologie a související zařízení distribuční soustavy) a výkon vlastnických práv nad těmito aktivy, včetně zajištění péče o zákazníky z pohledu distribuce na všech napěťových úrovních a řízení soustavy v reálném čase“ (cezdistribece.cz).

Výkonnost společnosti je založena na optimálním nastavení a řízení procesů s využitím nejlepších zkušeností v oblasti asset managementu (správa majetku). Ve společnosti jsou používány nové principy řízení nákladů spojených s provozem soustavy, standardizace použitých technologií a řízení investičních rozvojových programů. Hlavní výdělečná činnost je distribuce energie pomocí distribuční soustavy ke konečnému spotřebiteli (cezdistribece.cz). ČEZ Distribuce, a. s., jako provozovatel soustavy musí zajistit potřebné činnosti a operace, které vedou k cílené spolehlivosti, což zahrnuje provádění řádné preventivní údržby v předem nastavených časových pásmech, předcházení poruchám a v případě poruchy její rychlé odstranění.

Mise společnosti je rozdělena do tří oblastí: správa aktiv distribuční soustavy, generace zisku a plnění podmínek předepsaných legislativou. Distribuční společnost si plně uvědomuje, že kvalita jako míra plnění potřeb a očekávání je rozhodujícím faktorem bezpečnosti a konkurenceschopnosti (cezdistribece.cz).

ČEZ Distribuce, a. s., ve svých činnostech uplatňuje politiku ochrany životního prostředí. K nejvýznamnějším aktivitám patří ekologické odstranění vzniklých odpadů, eliminace rizik úniku ekologicky zátěžových látek, ochrana ptactva před účinky elektřiny.

Kvality lze dosáhnout pouze trvalým vytvářením prostředí pro ni, proto společnost nastavuje strategické cíle dlouhodobého plánování k zajištění finančních prostředků a lidských zdrojů, hledá příležitosti ke zlepšování, rozvíjí znalosti a dovednosti svých zaměstnanců podle nastavené firemní kultury (cezdistribece.cz).



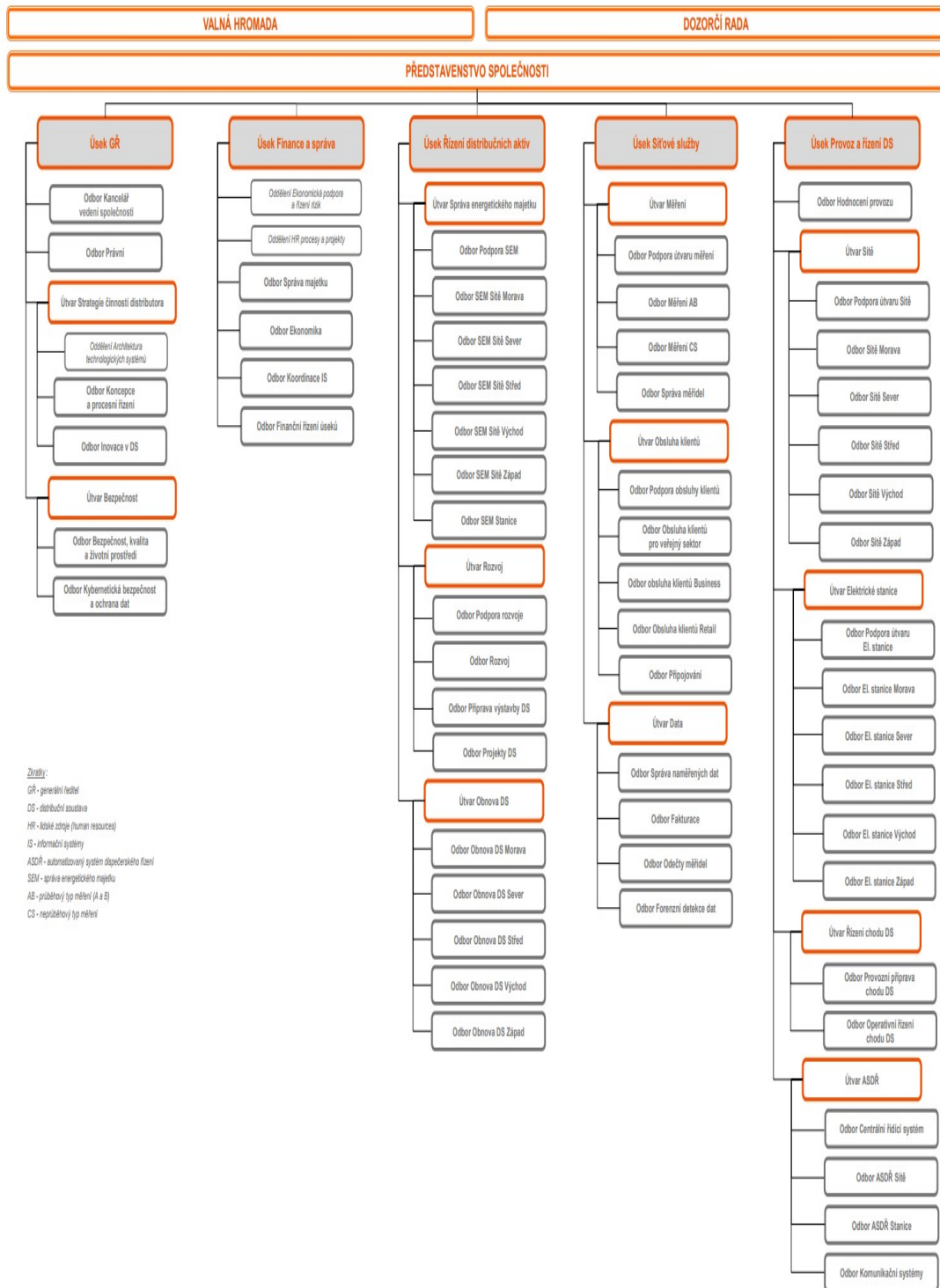
Obrázek 1: Geografické rozdělení distribučních sítí v České republice (elektrina.cz)

Vybrané oborové ukazatele

	Jednotka	2015	2016	2017	2018
Zásobovaná oblast	km ²	52 001	52 001	52 001	52 001
Počet odběrných míst	počet	3 608 324	3 625 976	3 649 489	3 673 908
z toho: vn, vn – velkoodběratelé	počet	14 829	14 860	14 892	14 861
nn – maloodběratelé-podnikatelé	počet	437 762	436 797	435 844	437 262
nn – maloodběratelé-domácnosti	počet	3 155 733	3 174 319	3 198 753	3 221 785
Maximální zatížení sítě	MW	5 393	5 884	6 178	5 970
Rozvinutá délka vedení	km	163 211	163 680	164 264	165 133
z toho: vn	km	9 834	9 853	9 845	9 945
vn	km	50 651	50 658	50 698	50 881
nn	km	102 726	103 169	103 721	104 307
Počet transformačních stanic vn/vn	počet	58 259	58 574	58 865	59 175
z toho: vlastní	počet	45 412	45 724	46 025	46 319
cizí	počet	12 847	12 850	12 840	12 856
Počet transformačních stanic vn/vn, vn/vn	počet	292	283	283	289

Tabulka 1: Vybrané oborové ukazatele (www.cezdistribuce.cz)

Organizační schéma ČEZ Distribuce, a. s. k 1. 7. 2019



Obrázek 2: Organizační schéma k 1. 7. 2019 (www.cezdistribuce.cz)

V roce 2019 došlo k reorganizaci společnosti, Řízení distribučních aktiv bylo sloučeno s úsekem Obnova distribuční soustavy a Řízení sítí bylo sloučeno s úsekem Provoz. Vznikla tak nová struktura společnosti: Úsek generálního ředitele, Finance a správa, Řízení sítí, Obnova distribuční soustavy, Řízení distribučních aktiv, Síťové služby a Provoz. Společnost si od takového razantního kroku slibuje jednodušší komunikaci, větší využitelnost a výtěžnost získaných dat, odstranění duplicity v pracovních činnostech a v neposlední řadě také finanční úsporu.

Výhodou nové struktury podle obr. 2 je snížení zatížení nejvyššího vedení, snížení kooperačních vztahů a tím i nákladů, rychlé vyřešení požadavků zákazníků, přehlednější výsledky úseků a útvarů. Předpokládá se, že se komunikace mezi jednotlivými úseky bude zrychlovat vlivem technického rozvoje. Nevýhodou tohoto organizačního uspořádání může být zvýšení počtu administrativních míst, riziko ztráty kontroly vedení nad úseky, útvary a odbory.

„Společnost uplatňuje standardy kvality v rámci všech procesů. Klíčové ukazatele a požadované výstupy procesů jsou ověřovány interními audity, kontrolami a dalšími nástroji zpětné vazby. Kvalita řízení se opírá o jednotnou technickou politiku, standardizaci, technickou normalizaci a zajišťování preventivní údržby. Soulad systémů řízení, certifikovaných podle norem ČSN EN ISO 14001, ČSN EN ISO 50001 a programu Bezpečný podnik (s uplatněním požadavků normy OHSAS 18001), u dílčích procesů též podle ČSN EN ISO 9001, je pravidelně prověřován certifikační společností“ (Výroční zpráva ČEZ Distribuce, a. s.).

Vysoká spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny je závislá na vložených financích do soustavy. V roce 2018 společnost vynaložila více jak 10 miliard Kč do obnovy, rekonstrukce sítí na všech napěťových hladinách, rekonstrukcí a zbudování nových transformoven a výstavby nových transformačních stanic. Nákup služeb a produktů k posílení provozních a řídicích systémů, přístrojů pro měření kvality dodávané elektřiny.

Pomocí SWOT analýzy autorka identifikovala silné a slabé stránky společnosti, hrozby a příležitosti v okolí podniku.

ČEZ Distribuce, a. s., je největší distribuční společností elektrické energie na území České republiky, což je její silnou stránkou. Je jedničkou na trhu distribuce elektrické energie, její pozice je zatím neotřesitelná.

Slabou stránkou je nemožnost expandovat na další trhy s elektřinou, což je dáno geografickým rozdělením distribuční sítě v České republice. Další problém může být

zastaralé distribuční vedení v některých lokalitách, a tím vyšší poruchovost a nižší spolehlivost a kvalita dodávek energie.

Masivní rozvoj elektromobility ve světě i u nás je příležitostí k většímu rozšíření nabíjecích stanic. Příležitostí je také nabídka energetických služeb ostatním společnostem v oblasti chytrých sítí. Společnost se zapojila do projektu Grid4EU, který je spolufinancován EU z programu pro výzkum a technologický rozvoj, který je realizován v šesti státech EU a je veden šesti předními distribučními společnostmi v EU. Pro projekt v ČR bylo vybráno město Vrchlabí, realizuje se pod názvem Smart region ve Vrchlabí. Hlavním cílem projektu je automatizace sítí nn, vn a vvn a ostrovní provoz.

Hrozbou pro společnost jsou legislativní opatření státu a EU, která musí ctít a dodržovat, při nedodržení se vystavuje penalizaci a špatnému vnímání ze strany spotřebitelů.

Silné stránky	Slabé stránky
Největší distribuční společnost elektřiny v ČR	Nemožnost expandovat na ostatní trhy elektrické energie v ČR
Dobré finanční zázemí	V některých lokalitách zastaralé vedení
Využívání nových technologií SMART sítě	Snižující se finanční ukazatele
Prodává službu, která je nezbytná pro domácnosti a společnosti	Nemožnost jednoduchého skladování produktu
Zajišťuje rozvoj společnosti v ČR	Kvůli zvyšující se ceně energií špatný obraz u spotřebitelů
Dlouhodobé kontrakty	Neúspornost služby
Dobrý vztah se státem	Výpadky elektřiny v některých lokalitách
Nemožnost substitutů	Nemožnost okamžitého navýšení výkonu
Velký potenciál lidského kapitálu	Vyšší věk zaměstnanců v energetice

Příležitosti	Hrozby
Elektromobilita	Legislativní opatření státu
Rozvoj urbanizace vede ke zvýšení počtu odběrných míst	Chytré domy a domácnosti
Poskytování energetických služeb ostatním společnostem	Vytápění domů jiným médiem než elektřinou
Snížování energetické náročnosti	Ekologie
Dlouhodobá energetická koncepce státu	Odpady
Dlouhodobé kontrakty přispívají ke stabilitě energetiky	Zvyšující se cena elektřiny
S růstem HDP růst odbytu	Přeshraniční přelivy elektřiny
Optimalizace ceny za služby	Méně odborníků v energetice na trhu práce

Pro zamýšlená opatření autorka vybrala některé silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby, které se silně vážou k problematice spolehlivosti a kvality dodávané elektřiny a vykazování ukazatelů.

Elektromobilitu autorka zařadila mezi příležitosti, ale při hlubším uvážení ji lze zařadit i mezi slabé stránky. Jako příležitost pro ČEZ Distribuci, a. s., lze vnímat rozvoj a budování nabíjecích stanic pro elektromobily, slabá stránka společnosti pro službu elektromobilitě se může projevit v podobě nevyvážené soustavy při nekontrolovaném zatížení nabíjecích stanic, čímž může docházet ke snížení spolehlivosti a kvality dodávek elektrické energie.

3.2 Dokumenty energetické legislativy v EU

Evropská energetická charta je základním dokumentem, podle kterého byla zahájena systematická spolupráce v energetice mezi jednotlivými evropskými státy. V roce 1990 byl dán podnět k jejímu vypracování, v roce 1991 byla přijata podpisem Závěrečného dokumentu konference v Haagu. Cílem dohod bylo vytvoření právního rámce energetické spolupráce, jehož pravidla budou dodržovat všechny zúčastněné státy, a tak minimalizovat rizika spojená s investicemi v energetice a obchodem s energiemi.

Přijatá ustanovení se týkají následujících oblastí:

- ochrana a podpora zahraničních energetických investic,
- volný obchod s energetickými produkty a zařízeními,

- svobodný tranzit energií,
- snižování vlivu energetiky na životní prostředí,
- mechanismus pro řešení sporů mezi státy, nebo investorem a státem.

Bílá kniha byla přijata v roce 1994 a jejím cílem bylo pomoci přidruženým zemím v přípravě na spolupráci v rámci požadavků vnitřního trhu EU. Obsahuje hlavní opatření ve všech odvětvích vnitřního trhu a navrhuje postup, jak přistupovat ke sbližování legislativy, která musí být vytvořena, aby vnitřní trh mohl fungovat.

„Směrnice Evropského parlamentu a rady 2003/54/ES, o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou, stanoví společná pravidla pro výrobu, přenos a distribuci elektrické energie. Stanoví pravidla týkající se organizace, fungování elektroenergetiky, přístupu na trh, kritérií a postupů pro výběrová řízení a udělování povolení, jakož i pravidla pro provozování sítí“ (Tůma 2006: 28 a 29).

3.3 ERÚ

Elektřina jako produkt musí mít jasně definovanou kvalitu. V ČR je kvalita dodávek elektřiny a služeb daná vyhláškou ERÚ č. 540/2005 Sb., která stanovuje požadovanou kvalitu, výši náhrad, lhůty pro uplatnění náhrad a postupy pro vykazování. Vyhláška definuje prostřednictvím standardů úroveň kvality, které musí být dosaženo v každém individuálním případě, což znamená, že každý spotřebitel elektřiny musí mít zajištěny stejné parametry dodávané energie. Standardy můžeme rozdělit na dvě skupiny: standardy přenosu nebo distribuce elektřiny a standardy dodávek. ERÚ dohlíží, jak jsou tyto standardy dodržovány, v případě nedodržování sankcionuje přenosovou nebo distribuční společnost.

Energetický regulační úřad (ERÚ) byl zřízen 1. ledna 2001 zákonem č. 458/2000 jako správní úřad pro výkon regulace v energetice. Úřad řídí Rada Energetického regulačního úřadu. ERÚ sídlí v Jihlavě a má dislokovaná pracoviště v Ostravě a Praze.

„ERÚ hospodaří jako samostatná kapitola státního rozpočtu a nemá žádnou hospodářskou činnost, žádné majetkové účasti v tuzemských ani zahraničních společnostech, žádné účelové transfery, není oprávněn poskytovat dotace a návratné finanční výpomoci, nemá žádné výdaje vyplývající z koncesních smluv a nemá další podřízené organizační složky“ (www.eru.cz).

V čele úřadu je kolektivní orgán Rada ERÚ, která má 5 členů. Členy rady (radní) a jejího předsedu jmenuje a odvolává vláda na návrh ministra průmyslu a obchodu. Funkční

období radních je 5 let. Každý rok je jmenován nový radní namísto toho, kterému končí funkční období. Do funkce předsedy rady je radní jmenován na dobu zbývající do konce jeho členství v Radě ERÚ, nejvýše však na dobu 3 let (www.eru.cz).

„Jednání Rady ERÚ se řídí jednacím řádem. Rada rozhoduje hlasováním. Každý radní má jeden hlas. Usnesení rady je přijato, pokud pro něj hlasovali alespoň 3 radní. Rada ERÚ se považuje za služební orgán podle zákona o státní službě“ (www.eru.cz).

Strategie ERÚ definuje cíle rozdělené do pěti skupin: ochrana spotřebitele, spravedlivá a funkční regulace, vyvážený a stabilní energetický trh, zefektivnění chodu a zvýšení prestiže úřadu (www.eru.cz). Pro diplomovou práci bude stěžejní bod o ochraně spotřebitele.

ERÚ posiluje ochranu spotřebitelů na všech úrovních. Mezi preventivní kroky patří například aktivní zapojení do přípravy legislativy a zvýšení informovanosti spotřebitelů, kteří by nástroje ochrany měli využít ve svůj prospěch.

Mezi praktické kroky tohoto cíle patří například zvýšený důraz na mimosoudní řešení sporů nebo zavedení automatického vyplácení náhrad v případě porušení standardů kvality dodávek a souvisejících služeb. (www.eru.cz)

„V oblasti regulace se ERÚ soustředí na vyváženost a kýženou stabilitu cen pro zákazníky, regulované subjekty chce více motivovat k omezení nadměrného zadlužování a k optimalizaci nákladů. U investic realizovaných regulovanými subjekty chce ERÚ důkladněji posuzovat jejich efektivitu. Úřad například jednoznačně preferuje lepší využití stávající infrastruktury před budováním nové“ (www.eru.cz). ERÚ stanoví poměr mezi dosažením spolehlivosti a oprávněnými náklady na ni, tyto náklady se zpětně promítají do konečné ceny elektrické energie pro spotřebitele.

ERÚ vypracovává na každé regulační období Zásady cenové regulace, které popisují nastavení výchozích hodnot regulačního vzorce pro dané období, včetně zdůvodnění nastavení pravidel regulace, vyhodnocení konzultačního procesu a vyhodnocení minulého regulačního období.

Distribuční společnosti v ČR se chovají jako monopoly, neboť mají výsadní postavení na distribuci elektrické energie, konečný spotřebitel elektřiny si nemůže libovolně vybrat distributora. Je v zájmu státu, aby nebyla narušena hospodářská soutěž, proto ERÚ jako arbitr zavádí opatření regulace. Cílem regulace je určit přiměřenou úroveň zisku pro distribuční společnosti.

Elektroenergetika

ČEZ Distribuce, a. s.	2016		2017		2018	
tis. Kč	Stanovené parametry	Skutečné parametry	Stanovené parametry	Skutečné parametry	Stanovené parametry	Skutečné parametry
Náklady	9 079 921	7 502 213	9 021 922	7 371 886	9 033 793	6 927 348
Odpisy	6 885 064	6 847 109	6 958 453	7 004 419	7 305 655	7 334 018
RAB	88 654 789	88 078 196	92 749 694	92 383 421	97 134 194	97 294 576
Zisk	7 053 456	6 953 584	7 355 680	7 293 927	7 623 268	7 649 732
Faktor trhu	0	0	0	0	0	0
Povolené výnosy	23 018 441	21 302 906	23 336 055	21 670 231	23 962 716	21 911 098
rozdíl PV		1 715 535		1 665 824		2 051 618
Ostatní	-1 608 611		-2 369 781		-1 976 532	
Upravené povolené výnosy	21 409 830		20 966 274		21 986 184	

Tabulka 2: Přehled parametrů regulačního vzorce – ČEZ Distribuce, a. s. (www.eru.cz)

Kromě přiměřenosti nákladů musí regulátor rovněž zabezpečit a kontrolovat vysokou úroveň bezpečnosti, spolehlivosti a kvality dodávek energií, což je jedním ze základních předpokladů. Je potřeba implementovat nové trendy do soustavy, ať už jde o akumulaci, decentralizaci, chytré sítě apod. Zároveň je nutné těmto trendům přizpůsobit nastavení celého systému včetně změny tarifní struktury v elektroenergetice.

Cílem úřadu je dostatečně motivovat provozovatele distribučních soustav ke zvyšování kvality dodávek elektřiny konečným zákazníkům a zvýšeným důrazem na kvalitu v rámci regulačního mechanismu. Z uvedených důvodů došlo k navýšení maximální výše bonusů/penále z hodnoty $\pm 3 \%$ (z III. RO) na hodnotu $\pm 4 \%$ ze zisku dané společnosti. (www.eru.cz)

V neposlední řadě do tohoto cíle spadají mezinárodní aktivity ERÚ, kde musí národní regulátor hájit zájmy České republiky a zároveň příznivě působit na prohlubování integrace trhů v těch bodech, které jsou pozitivní pro české spotřebitele i další účastníky trhu. (<https://www.eru.cz>)

„Úřad nastavuje strategii a způsob řízení a popisuje klíčové procesy. ERÚ efektivně koordinuje aktivity dílčích útvarů, omezuje vnitřní administrativu a posiluje komunikaci, včetně zpětné vazby. Součástí tohoto cíle je také dořešení dělby kompetencí mezi SEI a ERÚ v otázce kontrol“ (<https://www.eru.cz>).

Distribuční soustava elektrického vedení není izolovaná od ostatních okolních států. Jsou realizovány dodávky energie okolním státům a opačně. Proto i ERÚ vyvíjí mezinárodní aktivity, kde hájí zájmy českých výrobců a spotřebitelů a zároveň usiluje o bezproblémové fungování nadnárodních distribučních soustav.

ERÚ je členem Rady evropských energetických regulačních orgánů (CEER), která usiluje o vytvoření jednotného, konkurenceschopného, účinného a udržitelného vnitřního trhu s plynem a elektřinou v Evropě. Mimo jiné CEER usiluje o sdílení osvědčených regulačních postupů po celém světě prostřednictvím svého členství v Mezinárodní konfederaci energetických regulačních orgánů (ICER), která sdružuje podobná sdružení z celého světa, včetně NARUC (Amerika), ERA (střední a východní Evropa) a MEDREG (středomořská oblast). Agentura ACER doplňuje a koordinuje činnost vnitrostátních regulačních orgánů na úrovni Evropské unie. (https://www.ceer.eu/eeer_about)

Další instituce, které mají zásadní vliv na provozovatele elektrických soustav: Ministerstvo průmyslu a obchodu, Operátor trhu (OTE, a. s.). Cílem procesů institucí by mělo být poskytování spolehlivé a kvalitní dodávky elektřiny pro všechny spotřebitele ve stejné kvalitě.

Energetický zákon 458/200 Sb. upravuje podmínky pro podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích. Určuje, za jakých podmínek je udělena licence společností na výrobu, přenos a distribuci elektřiny, kdy je povinen držitel licence vykonávat licencovanou činnost tak, aby byla zajištěna spolehlivá a trvale bezpečná dodávka energie. Držitel licence je povinen dodržovat zákonem stanovené parametry spolehlivosti a kvality dodávek, pokud dojde k jejich nedodržení, je provozovatel soustavy povinen poskytnout náhradu. Zákon hovoří i o povinnostech spotřebitele elektřiny, který musí udržovat svá elektrická zařízení v takovém stavu, který odpovídá právním předpisům a normám.

3.4 Spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny

Spolehlivost distribuční soustavy je jedním z cílů společnosti na volném trhu s elektrickou energií. Jedná se o spolehlivost celého procesu od výroby a přenosu až po distribuci elektřiny ke koncovému zákazníkovi. Dle PPDS (Pravidla provozování distribuční soustavy) je spolehlivost komplexní vlastnost, která spočívá ve schopnosti elektrické soustavy zajistit dodávku elektřiny při zachování stanovených parametrů, především kmitočtu, výkonu a napětí v daných mezích a v průběhu času podle technických podmínek, schopnost plnit požadované funkce energetické soustavy v čase a daných mezích za stanovených technických podmínek. (ČEZ Distribuce, a. s., PPDS pro rok 2019) Spolehlivost je soubor dílčích vlastností jako bezporuchovost, životnost a

udržovatelnost. Již při návrhu přenosové nebo distribuční soustavy je důležité zohlednit všechna rizika, která vedou ke snížení spolehlivosti, protože se zvyšujícím se počtem prvků v soustavě roste pravděpodobnost, že se zvýší riziko poruchovosti a tím se sníží spolehlivost. Celková spolehlivost systému je taková, jak je spolehlivý nejslabší článek souboru.

Kvalita dodávky – provozní hodnoty systémových veličin, garantované provozovatelem PS a provozovatelem DS během normálního stavu ES platné podle ČSN a vyhlášky 540/2005 Sb. Elektrická energie je zboží, které musí mít jasně definované parametry a kvalitu. Kvalitní dodávku elektřiny konečnému spotřebiteli zajišťuje držitel licence na přenos a distribuci elektřiny.

3.4.1 Základní pojmy

Spolehlivost – jak již bylo uvedeno, je to pravděpodobnost, že elektrizační soustava může plnit požadovanou funkci za daných podmínek v daném časovém intervalu. Spolehlivost je hlavní cíl při návrhu a provozu elektrizační soustavy.

Kvalita dodávané elektřiny – provozní hodnoty systémových veličin, garantované provozovatelem přenosové soustavy a provozovatelem distribuční soustavy během normálního stavu energetické soustavy podle ČSN EN 50160 Ed. 3 (330122): Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě a vyhláška ERÚ č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice (15. 12. 2005).

Kvalita dodávky elektřiny – společný výsledek všech aspektů při dodávce elektřiny.

Zabezpečení dodávky elektřiny – schopnost elektrizační soustavy dodávat v předávacím místě elektrický výkon a energii uživatelům s využitím stávajících norem a smluvních podmínek.

Stabilita – schopnost elektrizační soustavy znovu nabýt nebo udržet ustálený stav, charakterizovaný synchronním chodem generátorů, a trvalou přípustnou kvalitou dodávky elektřiny po jejím porušení, způsobeném například změnou výkonu nebo impedance.

Adekvátnost – schopnost elektrizační soustavy dodávat za ustálených podmínek souhrnný elektrický výkon a energii požadované zákazníky bez překročení stanovených hodnot komponent soustavy, napětí v uzlech a kmitočtu soustavy udržovanými v

tolerancích, přičemž se berou v úvahu plánované odstávky i neplánované výpadky komponent.

Pohotovost – schopnost objektu být ve stavu schopném plnit požadovanou funkci v daných podmínkách, v daném časovém okamžiku nebo v daném časovém intervalu za předpokladu, že jsou zajištěny požadované vnější prostředky.

Bezporuchovost – schopnost objektu plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu.

Porucha – ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci (nepředvídaná událost nebo závada zařízení, která může způsobit jednu nebo více poruch tohoto zařízení nebo jiných zařízení s ním spojených).

Poruchový stav – stav objektu charakterizovaný neschopností plnit požadovanou funkci, kromě neschopnosti, během preventivní údržby nebo jiných plánovaných činností, nebo způsobený nedostatkem vnějších prostředků.

Oprava – část údržby po poruše, při níž se na objektu provádějí manuální operace.

Obnova – jev, kdy objekt po poruchovém stavu opět získá schopnost plnit požadovanou funkci.

Nedodaný výkon – velikost výkonu, který není dodán v důsledku omezení elektrizační soustavy.

Nedodaná energie – energie, která měla být dodána z elektrizační soustavy během doby odpojení dodávky.

Ztráty z nedodané energie – dohodnuté náklady používané v ekonomických studiích k vyhodnocení společenských dopadů přerušení dodávky elektrické energie.

Cena za nedodanou elektrickou energii – ekonomický odhad nákladů veškerého druhu v důsledku přerušení dodávky elektrické energie v dané síti za nedodané energie v kWh.

Udržovatelnost – schopnost objektu v daných podmínkách používání setrvat ve stavu nebo jeho schopnost vrátit se do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci, jestliže se údržba provádí v daných podmínkách a používají se stanovené postupy a prostředky.

Údržba – kombinace všech technických a administrativních činností, včetně činností dozoru, zaměřených na udržení objektu ve stavu (nebo na jeho navrácení do stavu), v němž může plnit požadovanou funkci.

Zajištění údržby – schopnost organizace poskytující údržbářské služby zajišťovat podle požadavků v daných podmínkách prostředky potřebné pro údržbu podle dané koncepce údržby.

Doba údržby – časový interval, během něhož se na objektu provádí údržbářský zásah, buď ručně, nebo automaticky, včetně technických a logistických zpoždění.

Pracnost údržby – kumulované trvání jednotlivých dob na údržbu, vyjádřené v normohodinách, využité veškerými pracovníky údržby pro daný typ údržbářského zásahu nebo během daného časového intervalu.

Práce pod napětím – všeobecný výraz označující různé pracovní způsoby užívané při provádění oprav a údržby, včetně spojování a rozpojování, bez přerušování provozu a odpojení napětí. (ČSN 50160, PPDS, Šefrámek 2014)

3.4.2 Spolehlivost

Spolehlivost a plynulost dodávky jsou jedny z nejdůležitějších charakteristik elektřiny dodávané odběratelům z distribučních soustav i přenosové soustavy.

Hlavní cíle sledování spolehlivosti a nepřetržitosti distribuce jsou: získání ukazatelů nepřetržitosti distribuce v sítích nn, vn a 110 kV příslušného PDS (provozovatel distribuční soustavy), podklady o spolehlivosti jednotlivých prvků v sítích přenosové a distribuční soustavy, spolehlivostní výpočty připojení velkoodběratelů, nepřetržitost distribuce pro citlivé zákazníky (zákazníci požadující vysokou spolehlivost a kvalitu dodávek, kteří jsou ochotni za tento požadavek zaplatit vyšší cenu).

Informace o spolehlivosti zařízení a prvků v distribuční soustavě jsou:

- poruchovosti jednotlivých zařízení a prvků,
- odstávky zařízení při údržbě a revizích,
- odstávky zařízení pro provozní práce na vlastním zařízení i zajištění bezpečnosti při pracích v blízkosti živých částí rozvodu.

Tyto informace mohou být použity u vyhodnocování již provozovaného zařízení, při výběru nového zařízení, při výběru záměny starého zařízení za nové při rekonstrukci. (PPDS)

Spolehlivost můžeme chápat z hlediska matematických modelů pro pravděpodobnost, jak asi bude systém pracovat, s jakou poruchovostí, zatímco elektrická spolehlivost je zaměřena na fyzickou bezporuchovost systému.

Názorný příklad: spolehlivost elektrického vedení je 95 %, spolehlivost transformátoru je 80 %, spolehlivost souboru vedení, bude mít spolehlivost 76 %, tedy nižší než každý prvek v souboru.

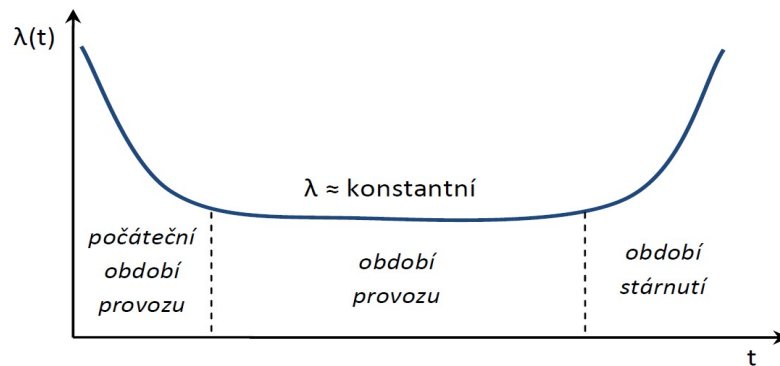
Pro spolehlivost mají zásadní význam náhodné poruchy, které se nedají předvídat, které vznikají bez příčiny – náhodně. Příkladem může být mikroskopická prasklina izolátoru, která není odhalena při řádné preventivní údržbě, a vlivem měnících se klimatických podmínek (déšť, mráz) dojde k degradaci vnější i vnitřní struktury izolátoru, změně izolačního stavu a následně k poruše.

Poruchy, které lze předvídat podle určitých závislostí, zákonitostí a znalostí nelze považovat za náhodné. Příklad: stará zrezavělá hlavní domovní skříňka s opálenými pojistkovými spodky představuje potenciální riziko poruchy a tím i nedodávky elektřiny. Toto potenciální riziko by se mělo odstranit při řádné preventivní údržbě, čímž by se zvýšila spolehlivost dodávky pro spotřebitele.

Poruchy mohou být nezávislé a závislé na jiných poruchách, trvalé a dočasné. Trvalou poruchu můžeme odstranit nějakou operací, která vrátí elektrické zařízení do takového stavu, že je schopno bezpečného provozu. Příkladem dočasné poruchy může být větev stromu, která se dotýká holého vedení, vlivem protékajícího proudu se upálí a soustava se dostane do stabilního chodu.

Časový průběh intenzity poruch v soustavě je možné znázornit vanovou křivkou podle obr. 4. Průběh je rozdělen do tří částí, které znázorňují, v jakém provozním období se nachází soustava anebo část soustavy. První úsek odpovídá počátečnímu provozu, kdy poruchovost strmě klesá až k hodnotám v druhé části, období provozu. I když podle autorčiných vlastních zkušeností se intenzita poruch v počátečním období provozu elektrického zařízení v první části blíží k hodnotám v části druhé, pokud se bere v úvahu, že je elektrické zařízení řádně odzkoušené, kdy je intenzita poruch rovnoběžná s osou času, intenzita poruch je konstantní od uvedení zařízení do provozu. Druhá část vanové křivky znázorňuje dlouhé období provozu elektrického zařízení, kdy je intenzita poruch konstantní. V této fázi mají velký vliv na poruchovost venkovního i vnitřního elektrického zařízení nepříznivé klimatické podmínky. Dlouhodobé investice jsou na nízké úrovni, pravděpodobnost poruchy je stálá. Třetí část časového průběhu intenzity poruch představuje období stárnutí elektrického zařízení, kdy se zvyšují provozní a investiční náklady na udržení spolehlivosti zařízení.

Nastavení doby řádné preventivní údržby (ŘPÚ) by se z pohledu spolehlivosti dalo prodloužit na celý úsek období provozu vanové křivky, došlo by ke snížení nákladů na provozování, ale z hlediska bezpečnosti provozu soustavy to není možné. Čím by se časové prodlevy mezi ŘPÚ zvyšovaly, tím by se spolehlivost snižovala. ŘPÚ má za úkol odhalovat potenciální riziko poruch a jejich odstraňování.



Obrázek 3: Vanová křivka (Šefránek 2014, s.22)

Jedním z kroků k udržení spolehlivosti je údržba zaměřená na bezporuchovost, na spolehlivost (RCM – Reliability-Centered Maintenance). RCM hledí na zařízení jako na celek, nehodnotí spolehlivost jednotlivých zařízení nebo komponentů, ale celého systému. Údržba zaměřená na spolehlivost je neustálým procesem, v kterém jsou shromažďována data o výkonu. Cílem je vylepšit konstrukční provedení přístrojů. Díky tomuto procesu může management provádět informovanější rozhodnutí o údržbě. (<https://www.qmprof.cz>)

Cílem RCM je vytvořit takovou strategii údržby, která by minimalizovala provozní náklady při zachování stanovené spolehlivosti, bezpečnosti a ohleduplnosti k životnímu prostředí provozovaných zařízení. První krok je nalezení a vyčlenění takových zařízení, která budou podléhat údržbě. Dále je posouzeno, jaké poruchy mohou nastat a jaké jsou jejich následky. Jsou dva vhodné přístupy pro zavádění RCM do praxe pro distribuční síť. První přístup vede k optimalizaci údržbového cyklu pro všechny prvky daného typu nebo pro skupiny prvků stejného typu, druhý přístup vede k pořadí údržby prvků.

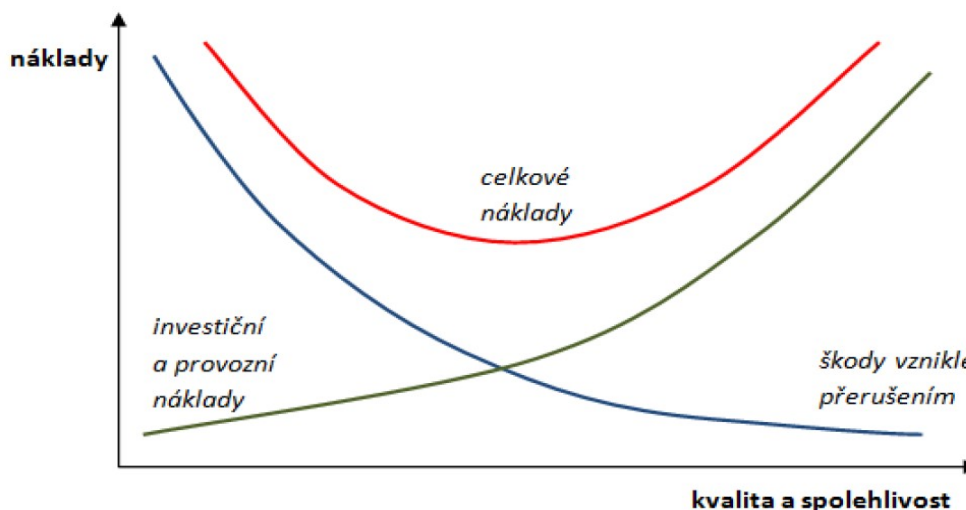
Za nesplnění spolehlivosti a kvality dodávané elektřiny hrozí provozovateli dané soustavy vyplácení náhrady koncovým spotřebitelům elektřiny. Spolehlivost a kvalitu elektřiny v elektrizační soustavě ovlivňují všichni zúčastnění hráči na trhu od výrobce

energie přes provozovatele přenosové soustavy, provozovatele distribuční soustavy, obchodníky až po koncového spotřebitele.

„Výpočet spolehlivosti se liší podle předmětu zájmu. Na základě požadovaných cílů jsou modifikovány jak výpočetní metody, tak i soubory požadovaných vstupních dat. Mezi dvě významné oblasti zájmu patří výpočet nedodané energie a ocenění nedodané energie, případně jednotlivých přerušení. Dále se jedná o problematiku efektivní údržby či rozvoje soustavy, který je v současné době velice aktuální vzhledem ke snaze jednotlivých společností minimalizovat své náklady“ (Šefránek 2014: s.8).

S klesající spolehlivostí a kvalitou dodávek rostou škody spotřebitelům elektrické energie i distributorům elektrické energie.

Závislost mezi náklady a kvalitou



Obrázek 4: Závislost mezi náklady a kvalitou (Šefránek 2014: s.36)

Obrázek 4. znázorňuje závislost mezi náklady provozovatelů distribučních soustav a škodami zákazníků, které vznikly přerušením dodávky elektřiny nebo její nekvalitní složkou. Pokud není spotřebiteli dodána elektřina garantovaná ve smlouvě s dodavatelem, vznikají odběrateli finanční náklady způsobené výpadkem. Náklady odběratele se mohou skládat ze složky přímých nákladů, nepřímých nákladů a nepeněžních nákladů. Z grafu je zřejmé, že pokud se budou investice do provozování distribuční soustavy zvyšovat, škody u spotřebitelů se budou snižovat. Je třeba najít optimální bod na křivce celkových nákladů, aby investice do soustavy byly vyvážené se spolehlivostí.

Strukturu spotřebitelů lze rozdělit na zákazníky, kterým nevadí horší kvalita a spolehlivost dodávané elektřiny za předpokladu, že cena je nižší než cena obvyklá, na spotřebitele, kteří požadují standardní parametry dodávané energie za obvyklou cenu, a na zákazníky, kteří požadují vysokou kvalitu a spolehlivost dodávek a jsou ochotni zaplatit vyšší cenu za jednotku, než je cena obvyklá. Každý zákazník má různé požadavky na spolehlivost a kvalitu dodávané elektřiny. V dnešní době elektronických zařízení velmi citlivých na nekvalitní dodávku může dojít k velkým škodám na majetku provozovatelů soustav i spotřebitelů elektřiny. Se snižující se spolehlivostí a kvalitou se zvyšují škody.

Zajištění vysoké spolehlivosti a kvality stojí nemalé finanční náklady provozovatele soustav. Provozní náklady neboli OPEX (Operational Expenditures) jsou neinvestiční běžné náklady na zajištění provozu, opravy, údržbu, modernizaci a nákup služeb. Jsou to náklady, které vznikají při běžném denním provozu. Provozní náklady tvoří podstatnou část nákladů společnosti, ta se je snaží snižovat, ale spolehlivost a kvalita musí zůstat na určených parametrech. Investiční náklady neboli CAPEX (Capital Expenditures) na zvýšení spolehlivosti a kvality obsahují nákup nových zdrojů a technologií. CAPEX mají dlouhodobý časový, finanční a organizační rámec.

3.4.3 Kvalita dodávek elektřiny

Elektrická energie jako produkt musí mít předepsanou a dodržovanou kvalitu. Všechna elektrická zařízení spotřebitelů pracují s předem danou kvalitou energie. Pokud by tato kvalita nebyla dodržena, hrozí poškození zařízení.

„Kvalita napětí pokrývá širokou škálu možných odchylek napěťových charakteristik, jako je velikost napětí a tvar napěťové vlny od zákonem stanovených hodnot stanovených. Hlavními příklady jsou pak odchylky napájecího napětí, napěťové poklesy a harmonická napětí“ (Šefránek 2014: 50).

Standardem kvality napětí, podle § 8 vyhlášky č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice, se rozumí distribuce elektřiny s odpovídajícími parametry velikosti a odchylky napájecího napětí a frekvence, které jsou v souladu s Pravidly provozování distribučních soustav nebo s parametry napětí a frekvence sjednanými ve smlouvě mezi zákazníkem a provozovatelem distribuční soustavy.

Pokud se prokáže, že v odběrném místě byla na základě měření zjištěna snížená kvalita napětí, bude mít spotřebitel nárok na poskytnutí slevy za distribuci elektřiny ve

formě neúčtování měsíční platby za rezervovaný příkon, který je stanoven podle jmenovité proudové hodnoty hlavního jističe před elektroměrem. Poskytnutí slev za distribuci v případě snížené kvality napětí jsou řešeny individuálně příslušným provozovatelem distribuční soustavy (<http://www.eru.cz/elektrina/casto-kladene-dotazy>).

Kvalitu dodávané energie lze chápat ve třech základních oblastech. Kvalita napětí, nepřetržitost, rychlost a přesnost vyřizování požadavků zákazníků.

3.4.4 Kvalita napětí

Kvalita napětí je definována charakteristikami napětí v daném bodě energetické soustavy, porovnávány s mezními, příp. informativními, velikostmi referenčních technických parametrů. (PPDS) Na kvalitě napětí závisí spolehlivost a bezpečnost provozu koncových elektrických zařízení v domácnostech, průmyslových a zemědělských podnicích, zdravotnických zařízeních apod. Každé elektrické zařízení je konstruováno na nějaký parametr napětí, pokud dojde ke snížení napětí pod limit, stává se zařízení nevýkonným a jeho funkčnost je omezená. Pokud bude hodnota napětí vyšší, než uvádí norma, životnost zařízení se rychleji zkracuje a poruchovost vzrůstá.

Kvalita napětí je daná evropskou normou EN 50 160 (ČSN EN 50 160 ed. 3), která popisuje a udává hlavní charakteristiky napětí v místech připojení uživatelů z veřejných distribučních sítí nízkého, vysokého a velmi vysokého napětí za normálních provozních podmínek. Uvádí meze nebo velikost charakteristických hodnot napětí, jaké může za normálních provozních podmínek očekávat kterýkoliv uživatel sítě. Předmětem této evropské normy jsou definice, popis a specifikace charakteristik napájecího napětí, frekvence, velikosti, tvaru vlny a symetrie třífázových napětí. Tyto charakteristiky za normálního provozu napájecího systému kolísají vlivem změn zatížení či rušení vyvolaným určitým zařízením a kvůli výskytu poruch, které jsou většinou způsobeny vnějšími vlivy (<http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/nove-normy-csn-110-972>).

Charakteristické parametry pro napětí dodávané z distribuční sítě jsou:

- kmitočet sítě 50 Hz – možná odchylka -3 Hz, +2Hz,
- velikost napětí – pro hladinu napětí NN, VN a VVN je přípustná odchylka 10 %, pro hladinu ZVN je přípustná odchylka 5 %,
- krátkodobé poklesy napájecího napětí,
- nesymetrie napájecího napětí,

- harmonická napětí,
- meziharmonická napětí,
- krátkodobá přerušení napájecího napětí,
- dlouhodobá přerušení napájecího napětí,
- dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí,
- přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí.

Na elektrické vedení na všech napěťových hladinách působí vnější i vnitřní vlivy, které zásadně mohou ovlivnit parametry dodávané energie. K významným nepříznivým vnějším vlivům patří bouřková činnost, silný vítr, námraza a vysoké venkovní teploty. Tyto vlivy nelze předem předvídat, lze je zmírnit opatřeními při návrhu soustavy.

Největší problémy spojené s negativními vlivy na napětí v síti a nenadálými událostmi mají průmyslové podniky s kontinuální výrobou a zdravotnická zařízení. Zařízení těchto společností jsou většinou moderní a složitější, jsou velice citlivá na výkyvy napětí nebo beznapěťový stav.

Dalším nepříznivým faktorem pro soustavu může být spotřebitelem používané elektrické zařízení s velkým odběrem elektrické energie, spínání a připojování velmi výkonných zařízení do soustavy, nutné manipulace při operacích na soustavách, působení ochranných sloužících k omezení poruchových stavů pro zvýšení bezpečnosti případných prací na vedení.

Zjišťování kvality dodávané energie probíhá od zdroje až po koncového zákazníka. Měřicí zařízení může být stabilní anebo mobilní. Některá stabilní měřicí a vyhodnocovací zařízení mohou dodávat informace do centra dispečinku. Mobilní měřicí zařízení obvykle slouží k monitoringu kvality u spotřebitele.

3.5 Vyhláška č. 540/2005 Sb.

Vyhláška č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice, stanovuje požadovanou kvalitu dodávek a služeb souvisejících s regulovanými činnostmi v elektroenergetice, včetně výše náhrad za její nedodržení, postupy a lhůty pro uplatnění nároku na náhrady a postupy pro vykazování dodržování kvality dodávek a služeb. (Vyhláška č. 540/2005 Sb.)

Uplatnění náhrad § 4 odstavec 4:

a) při nedodržení standardů podle § 5, 7, § 9 až 17, § 19 a 20 do 60 kalendářních dnů ode dne následujícího po dni, ve kterém uplynula lhůta podle standardů,

b) při nedodržení standardu podle § 6 do 60 kalendářních dnů ode dne následujícího po dni, ve kterém mělo být podle standardu omezení nebo přerušeno distribuce elektřiny započato nebo ukončeno,

c) při nedodržení standardu podle § 18 do 60 kalendářních dnů ode dne následujícího po dni, ve kterém byla schůzka se zákazníkem dohodnuta, aniž by provozovatel distribuční soustavy postupoval podle § 18 odst. 2.

Žádost o náhradu se podává na tiskopisu, jehož vzor je součástí vyhlášky.

Přerušením přenosu nebo distribuce elektřiny – stav v odběrném nebo předávacím místě účastníka trhu s elektřinou, při kterém není přenosová nebo distribuční soustava schopna dopravovat do tohoto místa elektřinu; za přerušeno přenosu nebo distribuce elektřiny není považován stav, jehož příčinou je elektrické zařízení zákazníka nebo elektrická přípojka, která není ve vlastnictví provozovatele distribuční soustavy a není provozovatelem distribuční soustavy provozována.

Přerušeno se dělí na krátkodobé a dlouhodobé, plánované a neplánované. Krátkodobé přerušeno je nedodávka kratší než tři minuty, dlouhodobé delší jak tři minuty.

Plánované přerušeno je při provádění plánovaných prací na soustavě, přičemž musí být nedodávka oznámena spotřebitelům 15 dní předem. Neplánované přerušeno je náhodný jev ovlivněný různými faktory jak uvnitř soustavy tak vně. Při kalamitních stavech má největší podíl na nedodávkách počasí, vítr, bouřka, námraza a silný déšť.

C. Číselné kódy kategorií přerušeno přenosu nebo distribuce elektřiny podle příčiny pro účely vykazování

Kategorie přerušeno		Číselné označení pro vykazování
1.	neplánované	
1.1.	poruchové	
1.1.1.	způsobené poruchou mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu	
1.1.1.1.	za obvyklých povětrnostních podmínek	11
1.1.1.2.	za nepříznivých povětrnostních podmínek	16
1.1.2.	způsobené v důsledku zásahu nebo jednání třetí osoby	12
1.2.	vynucené	15
1.3.	mimořádné	14
1.4.	v důsledku událostí mimo soustavu a u výrobce	13
2.	plánované	2

Tabulka 3: Kategorie dlouhodobého přerušeno (Vyhláška 540/2005 Sb.)

Kategorie 1.1.1.1. neplánovaného přerušeno se dále rozděluje na dvě podkategorie, s poškozeným a nepoškozeným zařízením. Pokud je zařízení s příznakem poškozeno, pak je zřejmé, že k opravě bude zapotřebí nový materiál, v případě nepoškozeno je vedení opraveno bez dodání nového materiálu k opravě.

Příklad poškozeného vrchního vedení je přetržený vodič, nepoškozené vrchní vedení jsou smotané vodiče.

3.5.1 Standardy distribuce elektřiny

Vyhláška č. 540/2005 Sb., § 5 Standard ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny.

Standardem ukončení přerušení distribuce elektřiny je ukončení přerušení distribuce elektřiny, mimo přerušení plánovaného v odběrném nebo předávacím místě provozovatele lokální distribuční soustavy nebo zákazníka, a to ve lhůtě do 18 hodin pro hladinu napětí NN a 12 hod. pro VN hladinu.

Vyhláška č. 540/2005 Sb. § 6: Standardem dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny je zahájení a ukončení omezení nebo přerušení distribuce elektřiny v době, která byla jako doba zahájení a ukončení omezení nebo přerušení distribuce elektřiny zákazníkům ohlášena. Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny není dodržen, jestliže provozovatel distribuční soustavy omezí nebo přeruší distribuci elektřiny dříve, než ohlásil, nebo ukončí omezení nebo přerušení distribuce elektřiny později, než ohlásil.

Vyhláška č. 540/2005 Sb. §7: Standardem výměny poškozené pojistky je provedení výměny poškozené pojistky v hlavní domovní pojistkové nebo kabelové skříni zákazníka a umožnění obnovení distribuce elektřiny nejdéle do 6 hodin.

Vyhláška č. 540/2005 Sb. §8: „Standardem kvality napětí je distribuce napětí s odpovídajícími parametry velikosti a odchylky napájecího napětí a frekvence, které jsou v souladu s Pravidly provozování přenosové soustavy nebo Pravidly provozování distribučních soustav nebo s parametry napětí a frekvence sjednanými ve smlouvě mezi zákazníkem a provozovatelem distribuční soustavy“ (Vyhláška č. 540/2005 Sb.).

Další lhůty pro standardy přenosu nebo distribuce elektřiny jsou popsány v §10 – §18 vyhlášky č. 540/2005 Sb.

Pro potřeby vykazování dodržování kvality dodávek a služeb slouží část čtvrtá § 21 vyhlášky č. 540/2005 Sb. Ukazatele nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny dávají zpětnou vazbu společnosti, v jakém stavu se nachází distribuční síť, kde je nutná rekonstrukce nebo obnova vedení. ERÚ, který má za úkol chránit spotřebitele, také dohlíží na trh s energií, nastavuje ukazatele nepřetržitosti pro regulační období. Nyní je nastaveno IV. regulační období, které trvá od roku 2015.

Pro distribuci elektrické energie od zdroje ke spotřebiteli slouží přenosová a distribuční soustava. Přenosová soustava je provozována na napětí 400, 220 a 110 kV. Slouží pro zajištění přenosu elektrické energie po celém území ČR a je propojena s okolními státy. Provozovatelem přenosové soustavy je ČEPS, a.s.

Distribuční soustava je provozována na hladině napětí od 35 kV do 0,4 kV. Zajišťuje rozvod energie z VVN k zákazníkům na hladině napětí VN a NN. Slouží k distribuci elektrické energie na území ČR, kde jsou tři hlavní provozovatelé distribuční soustavy: ČEZ Distribuce, a. s., E.ON Distribuce, a. s., a PREdistribuce, a. s. Nejdelší distribuční vedení v ČR provozuje ČEZ Distribuce, a. s.

Nepřetržitost dodávek je v zájmu spotřebitelů, ale i dodavatelů. Výpadek dodávky elektřiny může způsobit nenávratné škody na zařízeních, ale i ohrozit život. Velký výpadek (blackout) pak způsobí velké národohospodářské škody. Kvalita dodávky je charakterizována ukazateli nepřetržitosti.

V ČR jsou ukazatele popsány ve vyhlášce č. 540/2005 Sb. Výpočty se provádějí jen z přerušení delšího než tři minuty.

Událostí se pro účely výpočtů rozumí stav v přenosové nebo distribuční soustavě, který vedl k přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny dané kategorie na napěťové hladině. Začátkem přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny pro výpočet ukazatelů je okamžik, kdy se provozovatel přenosové soustavy nebo provozovatel distribuční soustavy dozvěděl o vzniku přerušení nebo kdy vznik přerušení mohl a měl zjistit.

3.5.2 Hladinové ukazatele

Hladinové ukazatele nepřetržitosti zahrnují veškerá přerušení na všech napěťových hladinách (nn, vn a vvn). Je to souhrnný ukazatel na celé hodnocené distribuční soustavě, vyjadřuje nepříznivý dopad přerušení na všechny spotřebitele energie v soustavě.

Průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníků na napěťové hladině **h** v hodnoceném období:

$$SAIFI_h = \frac{\sum_j n_{jh}}{N_{sh}}, \quad [\text{přerušení/rok/zákazník}]$$

h – označení hodnocené napěťové hladiny (nn, vn a vvn),

j – pořadové číslo události v hodnoceném období,

n_{jh} – celkový počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny **h**, jimž bylo způsobeno přerušení distribuce elektřiny dané kategorie v důsledku **j**-té události,

N_{sh} – celkový počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny h ke konci předchozího kalendářního roku.

Ukazatel $SAIFI_h$ představuje, kolikrát byl spotřebitel přerušen na napěťové hladině (nn , vn a vv) za kalendářní rok, popřípadě za nějakou volně zvolenou dobu, která musí být zohledněna v rozměru podílu $SAIFI_h$.

Průměrná souhrnná doba trvání přerušeni distribuce elektřiny u zákazníků na napěťové hladině h v hodnoceném období:

$$SAIDI_h = \frac{\sum_j t_{sjh}}{N_{sh}}, \quad [\text{minut/rok/zákazník}]$$

$$t_{sjh} = \sum_i t_{ji} * n_{jhi}, \quad [\text{minut}]$$

t_{sjh} – je součet všech dob trvání přerušeni distribuce elektřiny na hladině h v důsledku j -té události,

i – je pořadové číslo manipulačního kroku v rámci j -té události,

t_{ji} – doba trvání i -tého manipulačního kroku v rámci j -té události,

n_{jhi} – počet zákazníků napájených z hladiny h , kteří byli postiženi přerušením distribuce elektřiny v i -tém manipulačním kroku j -té události.

Ukazatel $SAIDI_h$ ukazuje souhrnnou dobu, jak dlouho byl zákazník přerušen v roce na příslušné napěťové hladině.

Dalším ukazatelem je průměrná doba jednoho přerušeni distribuce elektřiny u zákazníků na napěťové hladině h v hodnoceném období:

$$CAIDI_h = \frac{SAIDI_h}{SAIFI_h} \quad [\text{minut/přerušeni}]$$

Hladinové ukazatele zobrazují stav sítě na jednotlivých napěťových hladinách a nemají takovou vypovídající hodnotu jako systémové ukazatele, které zobrazují stav sítě všech napěťových hladin.

3.5.3 Systémové ukazatele

Výpočet systémových ukazatelů je v podstatě stejný jako u hladinových, ale zahrnuje všechna přerušeni spotřebitelů v soustavě na všech napěťových hladinách. Systémové ukazatele tak představují dopad na všechny spotřebitele v celé distribuční soustavě.

Průměrný počet přerušeni distribuce elektřiny u zákazníků v soustavě v hodnoceném období:

$$SAIFI_s = \frac{\sum_{h=NN}^{VVN} \sum_j n_{jh}}{N_s} \quad [\text{přerušení/rok/zákazník}]$$

N_s – celkový počet zákazníků v soustavě (na hladinách nn, vn a vvn) ke konci předchozího kalendářního roku.

n_{jh} – celkový počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny nn, vn, a vvn, jimž bylo způsobeno přerušení distribuce elektřiny

Průměrná souhrnná doba přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v soustavě v hodnoceném období:

$$SAIDI_s = \frac{\sum_{h=NN}^{VVN} \sum_j t_{sjh}}{N_s} \quad [\text{minut/rok/zákazník}]$$

N_s – celkový počet zákazníků v soustavě (na hladinách nn, vn a vvn) ke konci předchozího kalendářního roku.

t_{sjh} – je součet všech dob trvání přerušení distribuce elektřiny na hladině nn, vn a vvn v důsledku j-té události,

Průměrná doba trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v soustavě v hodnoceném období:

$$CAIDI_s = \frac{SAIDI_s}{SAIFI_s} \quad [\text{minut/přerušení}]$$

Vyhodnocováním a výpočtem jednotlivých ukazatelů se v ČEZ Distribuci, a. s., zabývá odbor Hodnocení provozu. Jaké jsou možnosti vyhodnocování pro zlepšení hodnot ukazatelů, se věnuji v samostatné kapitole.

Parametry ukazatelů kvality na IV. regulační období:

SAIFI	Referenční hodnota	Roční zpřísňování	Požadovaná hodnota pro rok 2016	Požadovaná hodnota pro rok 2017	Požadovaná hodnota pro rok 2018	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ Distribuce	2,360	1,25%	2,331	2,301	2,273	± 5%	± 15%
E.ON Distribuce	1,570	0,75%	1,558	1,547	1,535	± 5%	± 15%
PREdistribuce	0,440	25%, 3%	0,330	0,320	0,310	± 10%	± 25%

Tabulka 4: Parametry ukazatele SAIFI (eru.cz)

SAIDI	Referenční hodnota	Roční zpřísňování	Požadovaná hodnota pro rok 2016	Požadovaná hodnota pro rok 2017	Požadovaná hodnota pro rok 2018	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ Distribuce	262,700	2,5%	256,133	249,729	243,486	± 5%	± 15%
E.ON Distribuce	275,360	5%	261,592	248,512	236,087	± 5%	± 15%
PREdistribuce	37,370	5%	35,502	33,726	32,040	± 10%	± 25%

Tabulka 5: parametry ukazatele SAIDI (eru.cz)

Čtvrté regulační období bylo nastaveno ERÚ do roku 2018, po přehodnocení bylo prodlouženo do roku 2020.

Za nedodržení předepsaných hodnot ukazatelů regulačním úřadem hrozí provozovateli distribuční soustavy penále. Jsou nastaveny horní a dolní meze parametrů. Za horní mezí se uplatňuje penále a dolní mez představuje bonus. V neutrálním pásmu není uplatňováno penále, ale ani bonus. Pokud by společnost nedodržela v roce 2017 vyhlášené hodnoty ukazatelů, překročila by horní mez, hrozilo by jí penále v hodnotě okolo 150 mil. Kč za každý nedodržení ukazatel nepřetržitosti. Penále lze chápat jako náklady za přerušení pro distribuční společnost, které by vznikly při neplnění stanovených ročních ukazatelů. Dalším nákladem by mohly být náhrady zákazníkům za nesplnění předem garantovaných standardů.

Dle nastavené strategie ERÚ se bude hodnota SAIFI a SAIDI dále snižovat podle předem daného scénáře. Hodnota ukazatelů nemůže nikdy dosáhnout nuly, jen se k ní může blížit. Předpokládá se, že po další analýze a diskusích ERÚ s distribučními společnostmi se budou hodnoty udržovat na nějaké konstantní hodnotě, která bude akceptovatelná jak pro spotřebitele, tak pro distributory.

Pro V. regulační období jsou nastaveny ukazatele dle Zásady cenové regulace pro regulační období 2021–2025.

Pro jednotlivé držitele licence jsou stanoveny individuální parametry ukazatele kvality. V případě požadovaných hodnot ukazatelů SAIFI a SAIDI se jedná o celosystémové ukazatele, tj. ukazatele pro celou distribuční soustavu příslušného provozovatele soustavy bez rozlišení napěťových úrovní. Výše penále nebo bonusu za dosaženou úroveň kvality distribuce elektřiny se stanoví v závislosti na dosažených hodnotách ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektřiny vzhledem k úřadem stanoveným požadovaným hodnotám.

ERÚ si je vědom skutečnosti, že významný rozvoj a rozsáhlé rekonstrukce distribučních soustav jsou časově a finančně náročné činnosti, které je nutné dlouhodobě plánovat. Z tohoto důvodu je pro fungování motivační regulace kvality nezbytné stanovení požadovaných cílů na delší časové období, tj. určení dosažitelné úrovně kvality dodávek elektřiny. Tento krok umožní jednotlivým společnostem provést v dostatečném předstihu potřebné přípravy pro implementování opatření, která povedou ke zlepšení kvalitativních parametrů dodávek elektřiny. (eru.cz)

Cílem Energetického regulačního úřadu je i nadále dostatečně motivovat provozovatele distribučních soustav a zvyšovat kvalitu dodávek elektřiny konečným zákazníkům, proto zůstává i pro V. regulační období zachována hodnota maximálního bonusu a penále ve výši $\pm 4\%$ ze zisku dané společnosti. Rozdělení hodnoty maximálního bonusu a penále zůstává také zachováno, a to v poměru 50/50 na ukazatele nepřetržitosti SAIFI a SAIDI. Meziroční zpříšňování pro SAIDI a SAIFI je 1 %. Pro IV. regulační období (2016–2020) je zpříšňování 1,25 % pro SAIFI, pro SAIDI 2,5 %. ČEZ Distribuce, a. s., dosáhla nejnižší hodnoty ukazatele SAIDI v roce 2018 hodnotou 249,79 min/rok. (eru.cz)

Spotřebitelé odebírající elektrickou energii na území ČR mají možnost požádat o finanční náhradu distribuční společnost v případech, kdy není dodržen standard podle vyhlášky 540/2005 Sb.

Standardy kvality se rozumí lhůty a postupy při řešení přerušení dodávek elektřiny, při vyřizování stížností zákazníků na poskytované služby a při odstraňování příčin těchto stížností. Distribuční společnost, případně dodavatel elektrické energie, je povinen se předepsanými lhůtami a postupy řídit. Za porušení předepsaných standardů může zákazník požadovat náhradu. Nejdůležitější podmínkou pro uplatnění nároku na náhradu je včasné odeslání žádosti o vyplacení náhrady provozovateli distribuční soustavy nebo obchodníkovi s elektřinou. Nárok na náhradu za porušení standardu lze uplatňovat do 60 kalendářních dnů od porušení standardu. Z tohoto důvodu by zákazníci měli podávat žádosti o náhrady co nejrychleji po tom, kdy k nedodržení standardu došlo, popř. co se o něm zákazník dozvěděl. (eru.cz)

Poskytnutou náhradu za nedodržení standardů kvality nelze chápat jako náhradu případně vzniklé škody či ušlého zisku. Vzniklou škodu či ušlý zisk může zákazník uplatňovat na základě energetického zákona bez ohledu na náhrady za nedodržení stanovených standardů kvality dodávek a souvisejících služeb. (eru.cz)

Plnění standardů v roce 2018

§	Standard	Počet případů			Poč.vypl. náhrad	Výše vypl.náhrad	Teoret. výše náhrad
		Standard nedodržen		[%]			
		Celkem	[-]				
		[-]	[-]	[%]	[-]	[Kč]	[Kč]
5	ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny	33 050	37	0,11	0	0	
6	dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny	18 214	49	0,27	0	0	
7	výměny poškozené pojistky	7 438	2	0,03	0	0	
9	lhůty pro vyřízení reklamace na kvalitu napětí	2 054	4	0,19	0	0	32 400
10	lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí	51	4	7,84	0	0	159 600
11	zaslání stanoviska k žádosti o připojení zařízení žadatele k	110 483	32	0,03	0	0	580 200
12	umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny	90 825	3	0,00	0	0	60 000
13	ukončení přerušení distribuce elektřiny z důvodu prodlení zákazníka	1	0	0,00	0	0	0
14	ukončení přerušení distribuce elektřiny na žádost dodavatele nebo	7 136	0	0,00	0	0	0
15	výměny měřicího zařízení a vyrovnaní plateb	323	1	0,31	0	0	12 000
16	předávání údajů o měření	2 081 661	564	0,03	0	0	2 889 000
17	lhůty pro vyřízení reklamace vyúčtování distribuce elektřiny	23 816	11	0,05	0	0	64 800
18	dodržení termínu schůzky se zákazníkem	37 079	12	0,03	0	0	28 800

Tabulka 6: Plnění standardů distribuce elektřiny v roce 2018 (www.cezdistribuce.cz, Souhrnná zpráva za rok 2018)

Plnění standardů za rok 2017

§	Standard	Počet případů			Poč.vypl. náhrad	Výše vypl.náhrad	Teoret. výše náhrad
		Celkem	Standard nedodržen				
		[-]	[-]	[%]			
5	ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny	38 718	59	0,15	0	0	
6	dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny	17 712	52	0,29	0	0	
7	výměny poškozené pojistky	7 877	6	0,08	0	0	
9	lhůty pro vyřízení reklamace na kvalitu napětí	2 306	12	0,52	0	0	205 200
10	lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí	38	5	13,16	0	0	246 000
11	zaslání stanoviska k žádosti o připojení zařízení žadatele k	103 803	65	0,06	1	19 200	720 600
12	umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny	56 029	88	0,16	0	0	1 194 000
13	ukončení přerušení distribuce elektřiny z důvodu prodlení zákazníka	0	0	0,00	0	0	0
14	ukončení přerušení distribuce elektřiny na žádost dodavatele nebo	5 798	0	0,00	0	0	0
15	výměny měřičů zařízení a vyrovnání plateb	232	0	0,00	0	0	0
16	předávání údajů o měření	1 868 075	701	0,04	0	0	4 580 400
17	lhůty pro vyřízení reklamace vyúčtování distribuce elektřiny	33 306	59	0,18	0	0	328 200
18	dodržení termínu schůzky se zákazníkem	116 659	17	0,01	0	0	40 800

Tabulka 7: Plnění standardů distribuce elektřiny v roce 2017 (www.cezdistribuce.cz, Souhrnná zpráva za rok 2017)

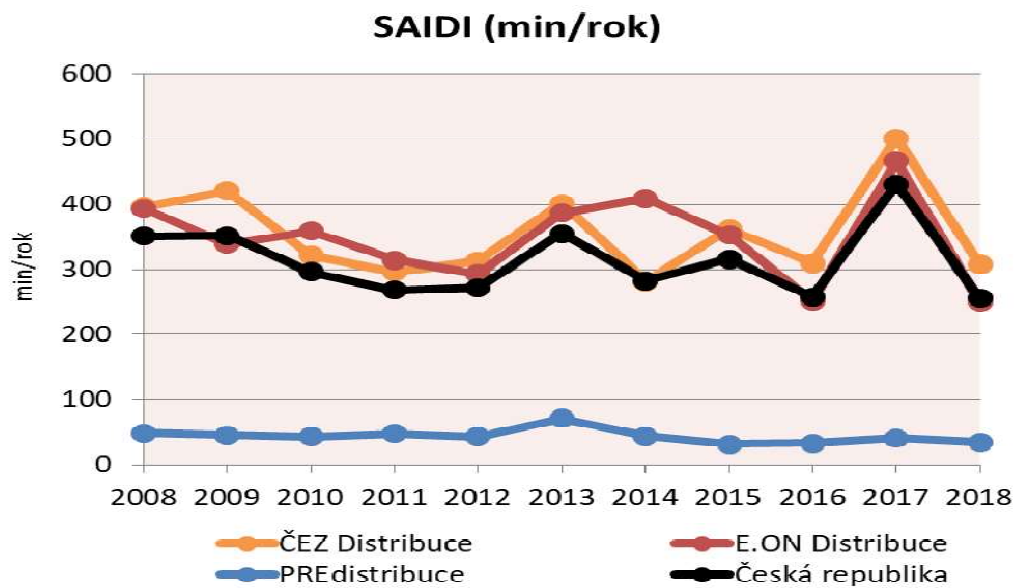
Z porovnání tabulek 6. a 7. je vidět, že se v roce 2018 nedodržené standardy v distribuční soustavě ČEZ Distribuce, a. s., snížily o 0,04 % oproti roku 2017. Z tabulky Plnění standardů v roce 2018 není zřejmé, kolik spotřebitelů elektřiny bylo bez dodávky energie. Může se to pohybovat od 1 spotřebitele až do statisíců omezených spotřebitelů elektrické energie. V průměru to je okolo 63 spotřebitelů na transformační stanici VN/NN. Nebyla vyplacena žádná kompenzace ani náhrada za nedodržení standardu. Toto by se mohlo s novou vyhláškou změnit a kompenzace za nedodržené standardy by bylo nutné vyplácet automaticky. Pokud by toto legislativní opatření bylo schváleno, podle hrubého odhadu ČEZ Distribuce, a. s., by mohla vyplácet automatické náhrady v řádu jednotek milionů Kč za nedodržení standardu.

3.6 Porovnání ukazatelů distribučních společností

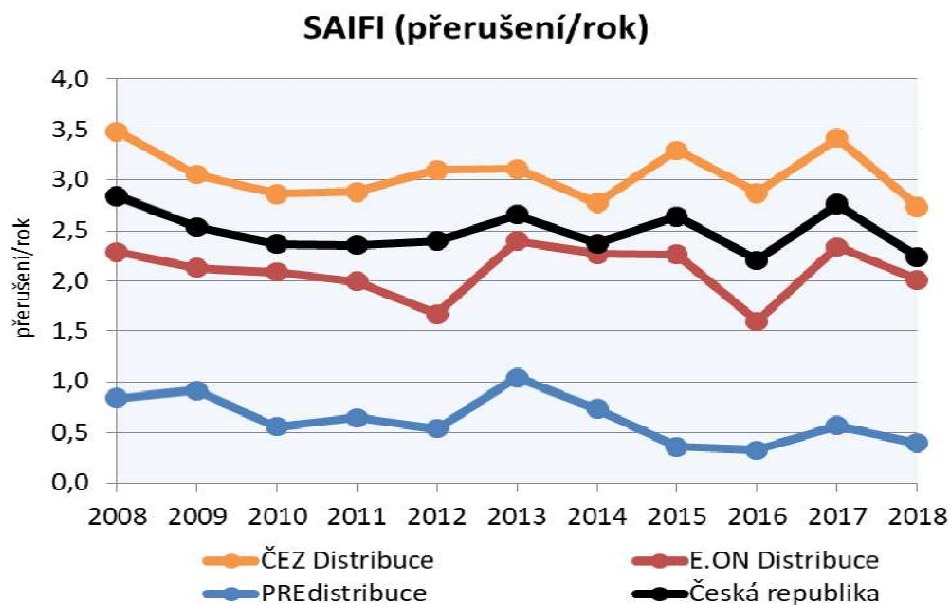
Porovnání ukazatelů jednotlivých distribučních společností není možné, protože struktura vedení je u každé společnosti jiná, důležitý je profil společností, charakter jednotlivých sítí. Na ukazatele má velký vliv podíl kabelového vedení, zapojení sítě, počet zákazníků a hustota sítě.

Z vývojového grafu SAIDI a SAIFI lze vyzorovat, že nejnižších hodnot ukazatelů nepřetržitosti dosahuje PREDistribuce,a.s., která má nejvyšší podíl kabelového vedení ve své distribuční soustavě (obr. 6,7,8).

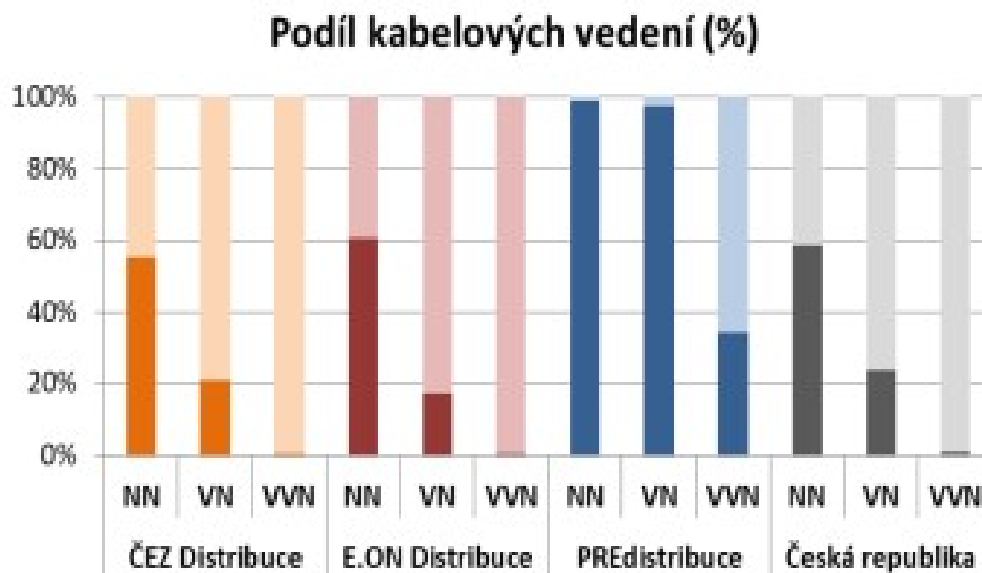
Velký výkyv ukazatelů ČEZ Distribuce, a. s., a E.ON Distribuce v roce 2017 byl způsoben orkánem Herwart, kdy došlo k velké kumulaci poruch na vzdušném vedení vlivem nepříznivých klimatických podmínek. Na ukazatele PREDistribuce, která má velký podíl kabelového vedení, tato nepříznivá klimatická situace neměla vliv.



Obrázek 6: SAIDI (ERÚ zpráva o kvalitě za rok 2018)

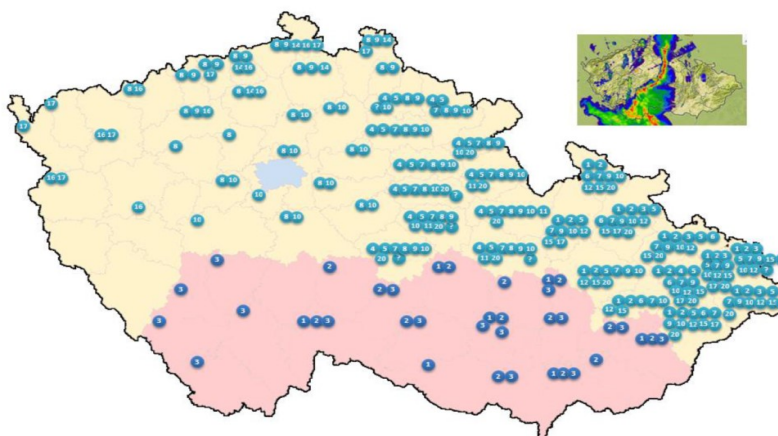


Obrázek 7: SAIFI (ERÚ zpráva o kvalitě za rok 2018)



Obrázek 8: Podíl kabelových vedení (ERÚ zpráva o kvalitě za rok 2018)

Mapa přerušení vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek



Obrázek 9: Mapa přerušení vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek od roku 2008 do 2014 (Šefránek 2014)

Mapa znázorňuje kumulaci poruch vlivem nepříznivých klimatických podmínek. Z uvedeného je zřejmé, že jsou postiženy převážně horské oblasti s horšími klimatickými podmínkami, větším zalesněním, venkovním vedením a velkými dojezdovými

vzdálenostmi pro manipulující osádky. Z mapy se dá vysledovat, které horské oblasti jsou více kabelizované a ve kterých převládá venkovní vedení. Je rozdíl mezi počtem poruch v Krkonoších, kde je vedení provedeno převážně v kabelu, a počtem poruch v Beskydech, kde převažuje venkovní vedení.

3.7 Kvalita dodávek elektřiny ve vybraných evropských státech

ČR jako součást EU podléhá nařízením, směrnicím, rozhodnutím, doporučením a stanoviskům Evropské unie. Je pravděpodobné, že státy EU budou chtít sjednotit i legislativu v oblasti přenosu a distribuce elektřiny z hlediska vyhodnocování a z hlediska spolehlivosti. Pro vykazování by pak přicházely v úvahu systémové ukazatele (kap. 3.5.3).

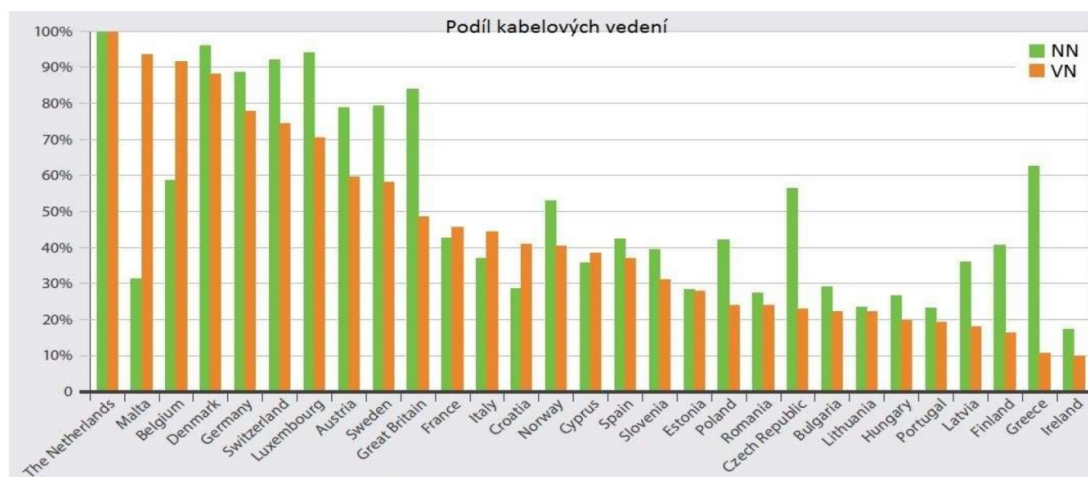
Většina států sdružených v CEER počítá s dlouhodobým přerušením delším než 3 minuty, přerušení do 3 minut do ukazatelů nezahrnují. Ukazatele se pro vykazování na CEER počítají stejně, pro porovnání.

Některé státy vyhodnocují krátkodobé přerušení, což je přerušení kratší než 3 minuty. V ČR přenosové a distribuční společnosti do roku 2019 krátkodobé přerušení do tří minut nevyhodnocovaly, v roce 2020 jsou povinny vyhodnocovat a předkládat ukazatele pro krátkodobé přerušení MAIFI. MAIFI se vyhodnocuje v Rakousku, Polsku a Norsku, Slovensku, ČR, Maďarsku a Itálii, ostatní státy MAIFI nevyhodnocoují.

Slovensko má přísnější parametry na ochranu zákazníka, je stanovena skupina spotřebitelů, kteří jsou v kategorii chráněný zákazník. Jsou to zákazníci, kteří jsou na dodávce elektřiny závislí svým životem, zdravotnická zařízení, nemocnice, některé průmyslové podniky, kde by případný výpadek napáchal velké hospodářské škody a škody na životech. Při porušeném standardu dodávky se náhrady vyplácejí automaticky, aniž by musel zákazník o náhradu žádat. Toto je velká motivace pro provozovatele soustav, při porovnání s ČR kdy nebyla vyplacena žádná náhrada za nedodržení standardu.

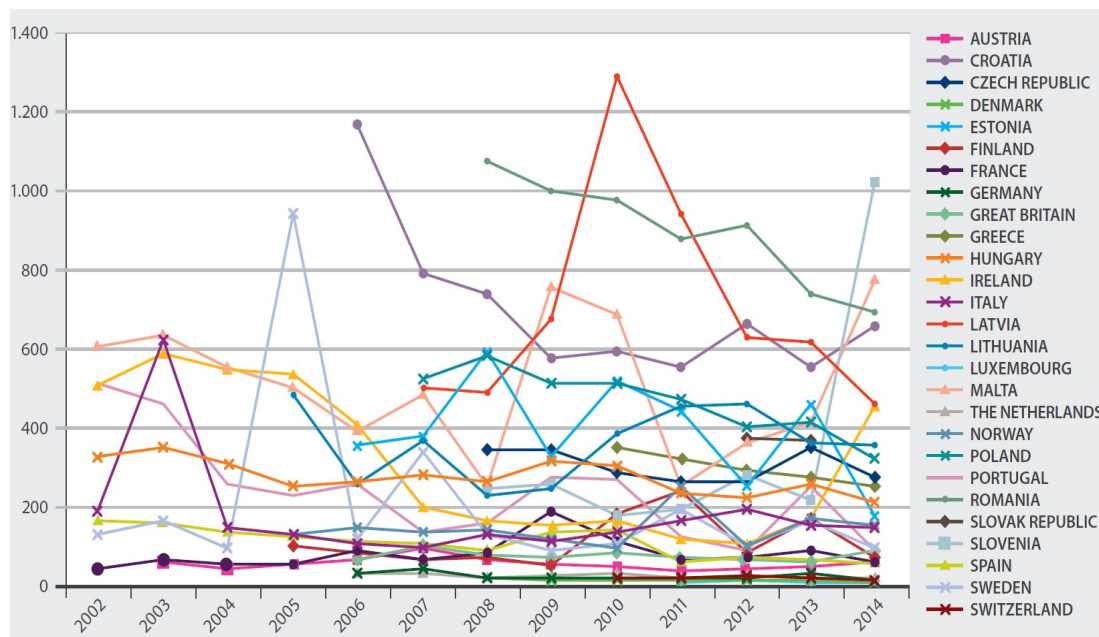
Pro porovnání vývoje SAIFI a SAIDI v EU autorka vybrala podíl kabelového vedení a vývoj ukazatelů. Z uvedených grafů je jasně patrné, jak struktura vedení ovlivňuje ukazatele SAIFI a SAIDI. Nejlepších hodnot ukazatelů dosahují státy s nejvyšším podílem kabelů v soustavě, tím je snížena poruchovost vlivem špatných klimatických podmínek na minimum. Z uvedeného je pak zřejmé, že kabelizace na všech napěťových hladinách přináší vyšší spolehlivost a kvalitu dodávek. Prvotní investice je vyšší než při zbudování vedení z holých vodičů, ale pozdější náklady na opravy, které jsou způsobené špatnými klimatickými podmínkami, jsou nižší. Rakousko a Norsko nezahrnují do ukazatelů

události na napěťové hladině nízkého napětí, což zkresluje dosažené hodnoty oproti státům, které tyto události do ukazatelů započítají.



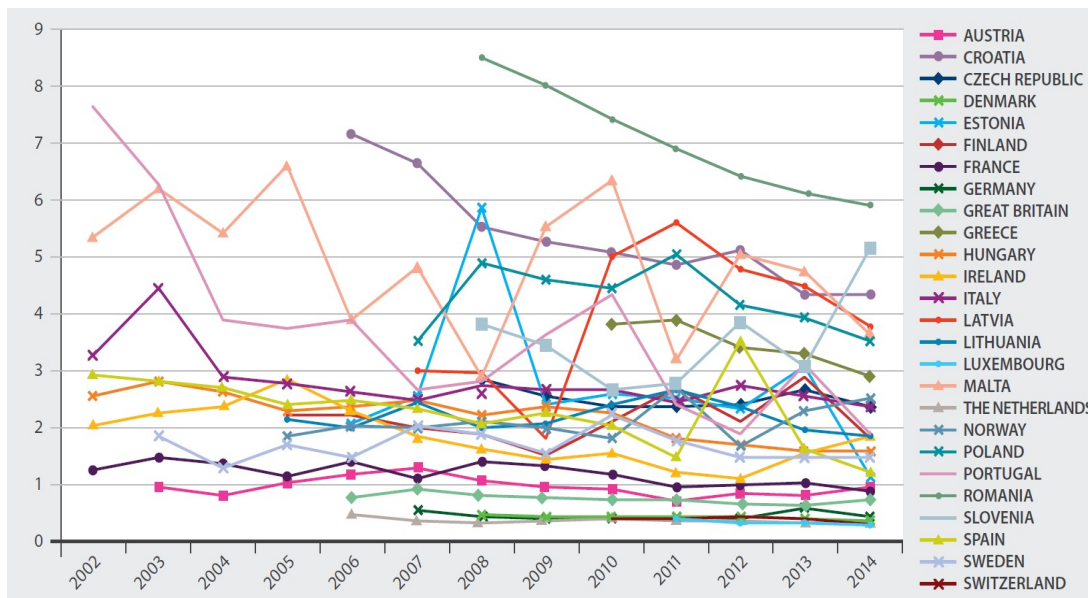
Obrázek 10: Srovnání podílu kabelového vedení v rámci EU (www.ceer.eu)

Plánované a neplánované přerušení – ukazatel SAIDI



Obrázek 11: Srovnání SAIDI v rámci EU (www.ceer.eu)

Plánované a neplánované přerušení – ukazatel SAIFI



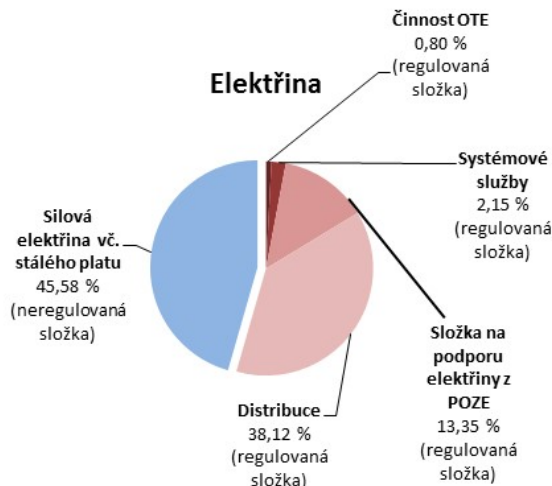
Obrázek 12: Srovnání SAIFI v rámci EU (www.ceer.eu)

3.8 Složky celkové ceny za dodávku elektřiny

Cena elektřiny pro spotřebitele elektřiny se skládá z regulované složky, neregulované složky a daně z elektřiny a přidané hodnoty. Na faktuře za fakturační období je výsledná cena složena z regulované složky, což je plat za příkon, cena za distribuované množství elektřiny, systémové služby, činnost OTE a podpora výkupu z obnovitelných zdrojů. Neregulovaná složka se skládá ze stálého platu a ceny za dodanou elektřinu. Platba za příkon a distribuované množství elektřiny slouží ke krytí nákladů na ztráty v distribuci elektřiny, měření spotřeby, udržování a rozvoj distribuční soustavy. Obě položky určuje ERÚ na základě povolených nákladů, přiměřeného zisku a odpisů. Tyto položky se u jednotlivých distribučních společností liší a díky odlišným investičním strategiím se liší i časové trendy vývoje. (<https://www.tzb-info.cz>)

Graf ukazuje složky ceny elektřiny pro rok 2019 – domácnosti a regulované složky zahrnují 54,42 % z výsledné ceny, pro distribuci je regulovaná složka 38,12 %.

Průměrná cena pro distribuci v roce 2019 je 2 Kč, v roce 2014 to bylo 1,5 Kč.



Obrázek 13: Složky cen energií pro maloodběratele a domácnosti v roce 2019 (ERÚ)

3.9 Technické a netechnické ztráty

Technické ztráty vznikají na základě fyzikálních zákonů při přenosu energie soustavou, jsou ovlivnitelné materiálem a prostředím. Mezi tyto ztráty například patří ztráty ve vodičích, ztráty při transformaci, v dielektriku, spotřeba řídicích systémů, vlastní spotřeba elektrických stanic a rozveden apod. Tyto ztráty se dají dělit na konstantní a proměnlivé, konstantní jsou dány provedením a parametry provozovaných zařízení. Proměnlivé jsou ovlivňovány přenášeným výkonem, čím vyšší proud, tím vyšší oteplení vodičů.

Netechnické ztráty představují neoprávněné odběry definované podle zákona 458/2000 Sb. Netechnické ztráty lze snížit analýzou odběrů, které se začnou chovat nestandardně, nebo se mohou vysledovat velké výkyvy bilancí na distribuční trafostanici, rozdíl dodaná a vyfakturovaná energie.

3.10 Nedodaná energie

Při plánované odstávce nebo při neplánovaném výpadku (poruše) nelze dodávat elektrickou energii zákazníkům, toto množství se nazývá nedodaná energie. Nedodaná elektřina se někde musela vyrobit, ale vlivem poruchy nebo plánované práce se nemohla dostat k zákazníkovi a přeměnit se na jiný druh energie (teplo, světlo, pohon strojů apod.). Energetická soustava je propojený soubor zdrojů a spotřebičů elektřiny, energie, která je

přebytečná na jednom místě může být spotřebovaná na jiném místě za pomoci regulačních mechanismů v soustavě.

Kategorie zákazníků:

D (domácnosti), C (podnikatelský sektor) – napájené z hladiny napětí nn,

B (podnikatelský sektor) – napájený z napěťové hladiny vn,

A (podnikatelský sektor) – napájený z napěťové hladiny vvn.

Pro hrubý výpočet nedodané elektrické energie autorka použila hodnotu SAIDI vyhlášenou ERÚ pro rok 2019 – 237 min/rok/zákazník.

Průměrná spotřeba domácnosti za rok – 3 279 kWh za rok (ČSÚ).

Pro výpočet nedodané elektřiny mohla autorka vzít v úvahu jen dostupná data pro domácnosti kategorie D, kategorie C, B a A nejsou volně dostupné, pro hrubý náhled je průměrná spotřeba zákazníků kategorie C, B a A položena rovno kategorii D.

Průměrná spotřeba za minutu 6,2 W/min.

Počet zákazníků ČEZ Distribuce, a. s., 3 673 908 zákazníků.

$$W_{\text{ned}} = \sum_{i=1}^n t_i * P_{\text{ned}, i}$$

Nedodaná energie 237 * 0,0062 * 3673908 = 5 398 MWh.

Nedodaná elektřina je jistě vyšší, protože autorka vzala v úvahu ty nejnižší průměrné hodnoty pro domácnost.

Průměrná cena je 5 Kč za kWh, z toho 40% regulovaná složka pro ČEZ Distribuci, a. s., to je 2 Kč za kWh.

Nedodaná energie v ceně 10 700 000 Kč je minimální finanční částka, tržba, o kterou přichází ČEZ Distribuce, a. s., vlivem poruch a plánovaných prací na elektrické soustavě ročně.

Pokud bych vzala v úvahu průměrný příkon spotřebičů domácnosti 7 kW, dle ČSN a soudobost 20%, roční spotřeba elektřiny v domácnosti, je pak 12 200 kWh což je 3,7krát více, než se udává průměrná spotřeba dle ČSÚ.

Nedodanou energii lze spotřebovat na jiném místě, pomocí regulace v soustavě jako je HDO, kdy akumulární spotřebiče mohou využít nadbytečnou energii z místa poruchy nebo plánované práce.

3.11 Ocenění přerušeni distribuce elektřiny

Náklad na výpadek je udáván ve finanční částce, spolehlivost udávají spolehlivostní ukazatele. Aby mohlo dojít ke vzájemnému porovnání, musí se převést spolehlivostní ukazatele na veličiny vyjádřené v peněžních jednotkách (Prokop 2009).

Metody ocenění lze rozdělit na tři kategorie: nepřímé analytické metody, studie jednotlivých případů výpadků, odhady u kategorií zákazníků. Pro ocenění nedodané energie je třeba spolupráce celé společnosti, která by byla ochotna poskytnout informace o nákladech na svou činnost při nedodávce.

Ocenění nedodané energie jsou využívána regulačními orgány k nastavení regulace kvality a odvození míry pobídek či jiných mechanismů s cílem zvýšení kvality a spolehlivosti dodávek elektřiny pro jednotlivé odběratele. Zjištění ceny pro ocenění nedodané energie není jednoduchá záležitost, protože se musí provést průzkum u všech spotřebitelů energie. V ČR dosud nebyla vyhodnocena cena nedodané energie, celý proces by byl poměrně časově i finančně náročný, protože se používá dotazníkového šetření v celém státě u spotřebitelů všech kategorií. (Šefránek 2014)

Pro výpočet nedodané energie pro podnikatelský sektor bylo využito údajů o hrubé přidané hodnotě (HPH) v ČR a spotřebě elektřiny (W) v tomto segmentu za rok 2012. Údaje byly použity z volně přístupné databáze Českého statistického úřadu (ČSÚ) a ERÚ. Ocenění nedodané energie pro podnikatelský sektor činí 80,8 Kč/kWh. (Šefránek 2014)

Výpočet nedodané energie pro sektor domácností není tak jednoduchý a jednoznačný jako v případě podnikatelského sektoru. Zvolená metodika výpočtu předpokládá vztah mezi volným časem obyvatelstva a spotřebou elektřiny.

Nezbytným krokem je výpočet hodnoty volného času, kdy v případě nezaměstnaných je počítáno s hodnotou 50% oproti ekonomicky aktivním. Výsledkem je výpočet ocenění nedodané energie pro domácnosti, jehož hodnota činí 203,1 Kč/kWh. (Šefránek 2014) Dotazník pro oslovení všech kategorií spotřebitelů elektřiny je volně dostupný na stránkách CEER. V ČR ještě nikdo tuto problematiku ocenění nedodané energie pomocí dotazníků neuskutečnil.

Výpočet celkového ocenění nedodané energie je proveden na základě výsledů pro podnikatelský sektor a domácnosti, přepočtený podle spotřeby v těchto odvětvích. Celkové ocenění nedodané energie činí 111,9 Kč/kWh. (Šefránek 2014)

Ocenění nedodané energie $5\,398\,000\text{ kWh} * 111,9\text{ Kč} = 604\,036\,200\text{ Kč}$. Autorčino ocenění nedodané energie je pouze orientační, pohybuje se při dolní hranici, protože brala

v úvahu průměrné hodnoty pro českou domácnost a průměrné hodnoty pro ocenění nedodané energie.

4 Možná opatření pro zlepšení spolehlivosti, kvality dodávek a ukazatelů

Opatření ke zlepšení spolehlivosti a kvality dodávek se váže na ukazatele SAIFI a SAIDI, lze je rozdělit do dvou kategorií. První kategorií jsou opatření pro snížení počtu a doby trvání plánovaných přerušování, druhá kategorie představuje opatření, která budou mít vliv na snížení počtu a doby trvání u neplánovaných prací – nenadálé události, poruchy.

4.1 Možné opatření pro plánované práce

Plánované práce plánuje a řídí provozovatel soustavy, řídí se metodikou ČEZ Distribuce, a. s., PPDS, která stanovuje základní pravidla pro omezení zákazníků, a zákonem 458/2000 Sb. Provozovatel soustavy má povinnost informovat spotřebitele dotčené nedodávkou elektřiny 15 dní předem o chystaném přerušování na místě obvyklém.

Plánované odstávky elektřiny mohou vznikat z nutnosti operací na vedení při řádné preventivní údržbě, rekonstrukcí, oprav po poruše, připojování nových odběrů a zdrojů, kvůli vypnutí zákazníka na jeho žádost či vypnutí zákazníka pro nedodržení smluvních podmínek.

Navržené opatření by nemělo vést ke snižování rozsahu plánovaných prací, ale mělo by vést k omezení plánovaných prací s omezením dodávky. Cestou k této podmínce jsou práce pod napětím (PPN) na napěťové hladině nn a vn. ČEZ Distribuce, a. s., disponuje 11 četami PPN na hladině napětí vn, každý elektromontér provozu je speciálně vyškolen k pracím pod napětím na hladině nn. Využitím PPN jsou zajištěny nepřetržité dodávky elektřiny, popřípadě minimalizace přerušování, nedojde ke zvýšení ukazatelů nepřetržitosti. Dá se předpokládat, že náklady na práce metodou PPN jsou vyšší než náklady na klasickou metodu prací na vypnutém zařízení. Ochranné pracovní pomůcky, pracovní nářadí, izolované pracoviště jsou několikanásobně dražší než při činnostech na vypnutém zařízení. PPN nelze použít za všech okolností, jsou určitá omezení, kdy PPN nelze použít, např: nevhodný terén, nevhodné klimatické podmínky.

Pro názornost autorka uvádí některé průměrné časy pracovní činnosti metodou PPN na hladině napětí vn a prací při obvyklé metodě bez napětí.

Název pracovní činnosti	Doba provedené práce bez napětí (min)	Doba provedené práce metodou PPN (min)
odpojení, rozpojení, připojení	102	60
výměna podpěrného izolátoru	102	36
výměna konzole	132	240
montáž hřebenových zábran	102	30
oprava odpínače	162	180
výměna PB	282	300

Tabulka 8: Časová náročnost činností metodou PPN a bez napětí (Konč 2016)

Z tab. 8 je zřejmé, že ne všechny práce metodou PPN jsou rychlejší, je třeba posoudit, kdy je práce pod napětím vhodná z hlediska časového a ekonomického. Průměrná cena za provedené práce metodou PPN dosahuje dvojnásobku ceny práce bez napětí (Konč 2016). Některé práce PPN významně snižují příspěvek ukazatelů nepřetržitosti.

Další možností snížení ukazatelů SAIFI a SAIDI je lepší koordinace plánovaných prací mezi jednotlivými úseky, útvary a odbory společnosti. Konečný výsledek je zefektivnění postupů a snížení ukazatelů. Toto opatření vyžaduje minimální finanční náklady, ale vyžaduje kvalitní lidské zdroje, organizační a řídicí schopnosti vedoucích pracovníků.

„Pro zhotovitele investičních akcí byl zaveden společností Portál externích požadavků na vypnutí, zajištění zařízení DS, kde zhotovitelé investičních akcí a oprav pro společnost ČEZ Distribuce, a. s., zadávají požadavky na vypnutí, zajištění, případně další služby na zařízení distribuční soustavy a sledují stav vyřízení. Portál umožňuje zadání elektronického požadavku, včetně výběru vypínaného zařízení DS v GIS, který bude využit pro plánování prací na zařízení DS“ (ČEZ Distribuce, a. s.). Tento portál je využíván jak dodavatelskými společnostmi, tak společností ČEZ Distribuce, a. s., k lepší koordinaci a harmonogramu prací na vedení. Dle Konče(2016) se v ČEZ Distribuce, a. s., na jednu odstávku na hladině napětí vn pohybuje okolo 2 prací, na hladině nn připadá jedna práce na odstávku. Největší příspěvek ukazatelů mají plánované práce na hladině napětí vn, práce na hladině nn nemají tak velký vliv na ukazatele, při plánovaných pracích na hladině nn je bez energie okolo 1–5 zákazníků.

Dalším organizačním opatřením lze dosáhnout snížení ukazatelů spolehlivosti, zvýšením doby ŘPÚ u zařízení, která musejí být kontrolována a udržována za beznapěťového stavu. Podle Konče (2016) tvoří příspěvek plánovaných prací společnosti okolo 150 min/zák./rok pro SAIDI a 0,5 přerušení/zák./rok u SAIFI. Uvažuje o zdvojnásobení doby pro ŘPÚ, což by přineslo snížení ukazatelů na hodnotu 70 min/zák./rok u SAIDI a 0,25 přerušení/zák./rok u SAIFI. Toto opatření by snížilo příspěvek ukazatelů spolehlivosti pro plánované práce, ale za cenu pravděpodobného zvýšení ukazatelů pro neplánované přerušení.

Náhradní zdroj elektrické energie slouží k zajištění dodávky elektrické energie do soustavy při výpadku nebo plánované práci do vyhrazeného elektrického zařízení, které je za normálních okolností napájeno soustavou. Náhradní nebo také záložní zdroj se nejvíce používá k pokrytí spotřeby při výpadku hladiny vn, tím vzniká nedodávka na straně napětí nn, záložní zdroj se pak vkládá do soustavy na straně napětí nn. Náhradní zdroj by měl dodávat takový výkon, který pokryje spotřebu energie po uvažovanou dobu.

Dle zkušeností autorky se náhradní zdroj používá hlavně pro dodávku elektřiny na napěťové hladině nn. Soustrojí pro napájení vn sítě, které dodává náhradní výkon, je moc veliké a doprava zdroje na určené místo by byla komplikovaná.

Pro náhradní napájení se nejvíce používají mobilní dieselaagregáty s dobou provozního chodu okolo 10 hodin, mobilní bateriové soubory pro napájení soustavy se používají jen na rozvodnách. Obecně platí, že čím je záložní zdroj schopen dávat vyšší výkon, tím je jeho cena vyšší. V úvahu se musejí vzít další ekonomické náklady na provoz zdroje, jako náklady na pohonné hmoty, náklady na přepravu, náklady na obsluhu, náklady na údržbu, aby byl zdroj stále v pohotovostním stavu, náklady na připojení a odpojení. Autorka předpokládá, že se náhradní zdroje k pokrytí nedodávky při plánovaných akcích budou používat ve společnosti minimálně s ohledem na zvýšení nákladu na plánované přerušení.

Připojováním náhradního zdroje pro plánované práce nedochází k delším výpadkům, než je jedna minuta, tak se dle legislativy výpadek nezapočítává do ukazatelů.

Příklad základního ocenění nasazení náhradního zdroje 250 kVA: generátor ENERGY STAR, plánovaná práce v rozsahu 6 hodin, spotřeba PHM 252 l, cena za 1 litr PHM 30 Kč, náklady na obsluhu 6 000 Kč, transport záložního zdroje 50 km.

Typ	Výkon v kVA	Výkon v kW	Cena za den (1–3 dny)	Cena za 3dny a více	Spotřeba PHM při výkonu 75 %	Doprava
ENERGY STAR ES 250 Volvo	250	200	6 998 Kč	5 998 Kč	42 l	18 Kč za km

Tabulka 9: Základní náklady provozu záložního zdroje (<https://www.energy-star.cz>)

Pronájem	6 998	Kč
Kabelové vedení pronájem	2 000	Kč
Transport	900	Kč
PHM	7 560	Kč
Připojení k síti	3 500	Kč
Obsluha	6 000	Kč
Náklady celkem	26 958	Kč

Základní náklad na provoz jednoho záložního zdroje o výkonu 250 kVA na šest hodin je 26 958 Kč.

Použití náhradního zdroje pro plánované práce se jeví jako možné opatření pro zvýšení spolehlivosti a kvality dodávky, ale za cenu zvýšených nákladů na provozování sítě. Jednotlivé činnosti při plánovaných pracích lze naplánovat a náhradní zdroj přistavit a připravit předem k překlenutí chystané nedodávky energie, výpadek při připojování a odpojování při správné koordinaci prací by mohl být menší než tři minuty, tím by byl vyjmut dle legislativy z vyhodnocování ukazatelů.

Využití náhradního zdroje pro neplánované přerušení se autorce jeví jako nevýhodné z hlediska časové prodlevy pro dopravu zdroje a jeho přípravu k připojení do sítě, kvůli nákladům na připojení a potřebě více osádek pracovníků k připojení zdroje a vyhledávání poruchy. Varianta použití náhradního zdroje při neplánovaném přerušení dodávky energie by nepřinesla snížení ukazatelů, naopak by došlo ke zvýšení nákladů na odstranění poruchy.

Náhradní vedení, tzv. bypass, je vedení, které se vybuduje jako náhradní vedle odstaveného vedení. Použití bypassu pro plánované práce je sporadické a nepoužívá se, někdy se využívá při odstraňování poruch nn. V roce 2018 při bouři Fabiene, kdy spadlo šest stožárů vedení vvn, bylo zbudováno náhradní vedení. K tomuto kroku se přistoupilo, protože by byla velká oblast bez elektrické energie po dlouhou dobu.

Pro ekonomické vyhodnocení bypassu bude nutno počítat s náklady na stavbu nového vedení se stejnými elektrickými a bezpečnostními parametry, jaké mělo odstavené elektrické zařízení.

Plánované přerušení pro ŘPÚ se v průběhu roků nemění, lhůty pro kontrolu jsou předem nastaveny. Snížení ukazatelů nepřetržitosti u plánovaných prací v případě jejich nepříznivého vývoje je možné korigovat dlouhodobě plánovanými pracemi, které nebyly oznámeny 15 dní předem.

Z praxe má autorka poznatek, že zákazník, který má znalosti o chystané odstávce, více sleduje čas odstávky, probíhající práce a jejich koordinovanost. Pokud dojde k porušení standardu plánované práce, stěžuje si, což nepříspívá k dobré pověsti společnosti.

4.2 Možná opatření pro neplánované přerušení

Neplánované přerušení – porucha je náhodný jev, který závisí na stáří sítě, geografické poloze, struktuře vedení a charakteru dané soustavy. Společnosti se snaží najít technická i netechnická opatření ke snížení počtu poruch, počtu přerušení a doby přerušení, což se projeví ve snížení ukazatelů SAIFI a SAIDI. Každá společnost chce provozovat soustavu s minimálními investičními a provozními náklady.

Příkladem možného technického opatření může být nasazení inteligentních dálkově ovládaných prvků, dálkově ovládaných prvků, rekonstrukce vedení, změna struktury sítě, záměna venkovního vedení za kabelové, záměna holých vodičů za vzdušné kabelové vedení, výměna porcelánových izolátorů za silikonové, rekonstrukce trafostanic, oklešťování a kácení vegetace v ochranném pásmu.

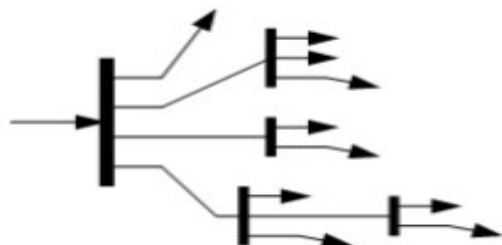
4.2.1 Distribuční síť

Distribuční soustava představuje soubor vodivých cest od primárního zdroje až k spotřebiteli elektřiny. Struktura sítě je ovlivněna velikostí a rozmístěním zdrojů, počtu a geografickém rozmístění konečných zákazníků.

Distribuční síť můžeme rozdělit podle topologie na síť paprskovité, okružní a mřížové, provedené kabelovým nebo venkovním vedením. V ČEZ Distribuce, a. s., se kabelové vedení nejvíce používá pro rozvod energie ve městech, venkovní vedení se používá v prostorech s menší hustotou osídlení. Pro výběr sítě musí být zohledněna

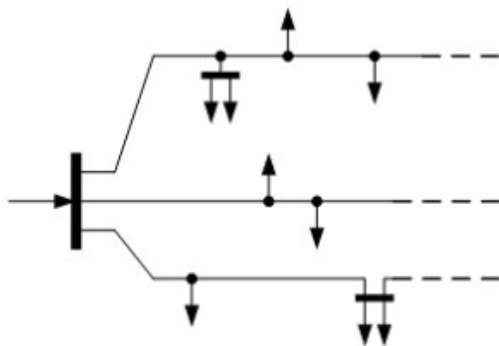
spolehlivost, klimatické podmínky, bezporuchovost, minimální investice na zhotovení a provozování. Musí umožňovat její další rozvoj bez zásadních změn stávajících částí.

Paprsková síť se dá použít jak u venkovního, tak u kabelového vedení, každý paprsek rozvodu má jedno připojení ke zdroji. Tato síť je nejméně nákladná na výstavbu, ale nejméně spolehlivá, při poruše nebo odstávce je přerušeno napájení celé příslušné větve. Zřizují se tam, kde nejsou vysoké nároky na spolehlivost dodávky elektřiny.



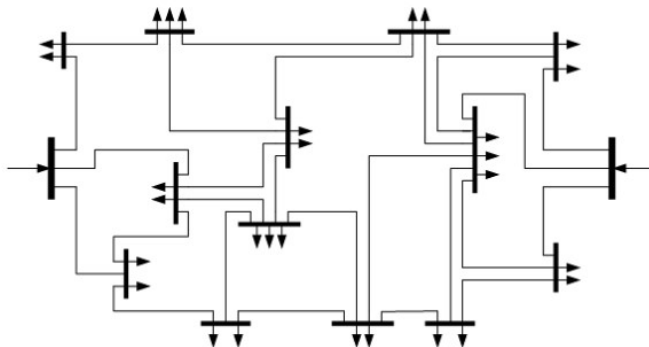
Obrázek 14: Paprsková síť (<https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4035-druhy-elektrického-silnoprudeho-rozvodu>)

Okružní síť je uzavřený obvod, ze kterého se napájí paprskové obvody k jednotlivým rozvaděčům. Síť lze provozovat sepnutou nebo rozepnutou, jednotlivé paprsky jsou vedeny tak, aby se daly sepnout do uzavřených smyček. Při neplánovaném přerušení se obvod v poruše dá přepnout na sousední obvod, který není poruchou zasažen. Tato síť je spolehlivější, do každého odběrného místa je možné se dostat ze dvou stran, ale náklady na zhotovení jsou vyšší než u paprskové sítě, protože je zapotřebí větších délek vedení. Používá se pro distribuci elektřiny v hustější zástavbě měst a obcí, vymezení a oprava poruchy jsou rychlejší, po nezbytných manipulacích je omezeno méně spotřebitelů než u předešlé sítě. Okružní síť má na vývoj ukazatelů příznivý vliv, doba přerušení dodávky se snižuje a snižuje se počet zákazníků bez elektřiny.



Obrázek 15: Okružní síť (<https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4035-druhy-elektrického-silnoprudeho-rozvodu>)

Mřížová síť se používá v husté zástavbě ve městech. Podmínkou je, že síť je napájena alespoň dvěma transformátory, jednotlivé rozvaděče jsou napájeny z více míst. Síť je vytvořena z vodičů o stejném průřezu, které jsou v místě křížení spojeny. Pokud dojde k poruše, je odpojen pouze daný úsek, ostatní úseky zůstávají v bezporuchovém stavu.



Obrázek 16: Mřížová síť (<https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4035-druhy-elektrického-silnoprudeho-rozvodu>)

Mřížová síť zajišťuje spotřebitelům vysokou spolehlivost a úroveň kvality, provozovatel sítě má možnost provádět více oprav a řádnou preventivní údržbu bez zbytečného přerušování dodávky. Investiční a provozní náklady jsou vyšší než u okružní a paprskovité sítě. (<https://elektro.tzb-info.cz>)

4.2.2 Elektrické vedení

Elektrické vedení je vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos a distribuci elektřiny včetně elektrických přípojek, přímých vedení, systémů pro měření a ochranu, řídicí, zabezpečovací informační a telekomunikační techniky. Pro distribuci se používá venkovní nebo kabelové vedení.

Venkovní vedení se sestává z holých vodičů anebo izolovaných závěsných kabelů, které jsou vedeny nad terénem pomocí podpěrných bodů. Venkovní vedení je používáno od samotného zdroje energetiky pro jeho snadné zhotovení, dnes se hlavně používá tam, kde je nízká hustota osídlení. Venkovní vedení se používá pro rozvod elektřiny na napěťových hladinách nn, vn a vvn, pro napěťovou hladinu vvn se používá ve 100 %. Pro zvyšování spolehlivosti se zaměňují holé vodiče za izolované závěsné kabely při rekonstrukcích a opravách na hladině napětí nn. Pro venkovní vedení se může použít paprsková, okružní i mřížová síť.

Investiční náklady na zhotovení venkovního vedení jsou několikrát nižší než náklady na zhotovení podzemního kabelového vedení, provozní náklady na provozování sítě jsou vyšší než u kabelového vedení. Provozní náklady na venkovní vedení se zvyšují kvůli klimatickým podmínkám, jako je námraza, silný vítr, bouřková činnost, vysoká venkovní teplota a vliv vegetace na vedení v součinnosti s horšími klimatickými podmínkami.

Venkovní vedení je z hlediska ekologie a ochrany půdy příznivější než podzemní kabelové vedení, které může nepříznivě zasáhnout do celistvosti půdních vrstev v lokalitě.

Ochranné pásmo venkovního vedení je souvislý prostor vymezený svislými rovinami, vedené po obou stranách vedení, ve vodorovné vzdálenosti měřené kolmo na vedení, která činí od krajního vodiče na obě strany. (458/2000) V tomto prostoru se nesmí bez souhlasu provozovatele soustavy provádět činnosti, které by mohly ohrozit spolehlivost a bezpečnost provozu, ohrozit život, zdraví a majetek osob. V ochranném pásmu je zakázáno vysazovat chmelnice, nechávat růst vegetace do výšky nad 3 metry a vysazovat trvalé porosty.

Podzemní kabelová vedení se zřizují hlavně na napěťových hladinách nn a vn v místech, kde je vysoká hustota osídlení, kde nelze použít venkovní vedení z důvodu klimatických anebo prostorových.

Náklady na kabelová vedení jsou několikanásobně vyšší než u venkovního vedení. Příklad: náklady na zhotovení podzemního vedení pro napěťovou hladinu vvn jsou 10krát vyšší než na venkovní vedení o stejné délce, pro hladinu nn se náklady navyšují asi 4krát oproti venkovnímu vedení. (oenergetice.cz)

Životnost podzemního kabelového vedení je okolo 30 let, životnost nadzemního vedení z holých vodičů anebo kabelového je okolo 60 let. Z hlediska investičních nákladů jsou stavby venkovních vedení levnější, ale spolehlivost je nižší než u kabelového vedení. Náklady na provozování venkovního vedení jsou vyšší než u podzemního kabelového vedení. V případě odstranění poruchy na podzemním vedení je čas několikanásobně vyšší než při odstranění poruchy na venkovním vedení, to vede k podstatnému přírůstku ukazatelů SAIFI a SAIDI.

Na základě předešlého se autorka domnívá, že k možnému opatření pro neplánované přerušení by bylo vhodné při návrhu rekonstrukce vrchní sítě používat izolované závěsné kabely, popřípadě vyměnit části vedení s holými vodiči za izolované na starých podpěrných bodech při částečné rekonstrukci, pokud tyto budou splňovat normované parametry. Náklady na stavbu anebo částečnou rekonstrukci by byly nižší než u stavby

podzemního vedení, ale spolehlivost pro zvolenou variantu izolovaného závěsného kabelu by se zvýšila, minimálně by se snížil vliv nepříznivých klimatických podmínek na venkovní vyhrazené elektrické zařízení.

4.2.3 Oklešťování a kácení vegetace v ochranném pásmu

Dalším možným opatřením ke zvýšení spolehlivosti a kvality dodávek je oklešťování a kácení vegetace v ochranném pásmu. Co to je ochranné pásmo nadzemního a podzemního vedení a k čemu slouží, je popisováno v kapitole 4.2.2.

Ochranným pásmem je chráněno nadzemní a podzemní vedení, elektrické stanice, výroby elektřiny, vedení pro měřicí, ochranné, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky. Mnoho majitelů pozemků, na kterých se nachází vyhrazené elektrické zařízení, nedodržuje ochranné pásmo, které zajišťuje bezpečný a spolehlivý provoz zařízení (ochranné pásmo je dáno energetickým zákonem 458/2000 Sb.). Přerostlá vegetace je nejčastější příčinou poruch na elektrickém venkovním vedení všech napěťových hladin.

Dle energetického zákona mají vlastníci nemovitostí povinnost odstraňovat a oklešťovat vegetaci, provádět likvidaci odstraněné vegetace, aby mohlo být elektrické vedení bezpečně a spolehlivě provozováno. Pokud toto vlastník neučiní po předchozím upozornění, má provozovatel právo vstoupit na pozemek a učinit sám nápravu.

Pro příklad autorka uvádí obr. 17, kdy je nedodržené ochranné pásmo pro venkovní vedení vn 7 metrů, vzrostlé stromy se nebezpečně naklánějí nad linku. Tento stav je potenciální riziko neplánovaného přerušení dodávky elektřiny, tím dojde ke snížení spolehlivosti a přírůstku ukazatelů pro společnost. Při prudkých poryvech větru je možné, že se ulomené větve dostanou do vedení anebo vyvrácený strom přetrhne vodiče.



Obrázek 17: Venkovní vedení vn (autorka)

Z dalšího příkladu (obr. 18) je patrné, jak je důležité oklešťovat vegetaci i na vrchním vedení nízkého napětí, kdy ochranné pásmo není vymezeno zákonem. V tomto případě se riziko poruch zvyšuje díky klimatickým vlivům. Vlivem silného větru dochází k odírání izolace kabelu, ten pak ztrácí své elektrické vlastnosti vhodné pro provozování sítě.

Autorka se v kapitole 4.2.2 zabývá výměnou holých vodičů za izolované závěsné kabely pro zvýšení spolehlivosti a kvality dodávky a snížení ukazatelů. Z uvedeného příkladu v předešlém odstavci vyplývá, že toto opatření nabude smyslu, jen když budou vlastníci nemovitostí zodpovědní a nebudou vysazovat vegetaci, která by vrostla do izolovaného vedení a poškodila by ho.



Obrázek 18: Kabelové vedení nn (autorka)

Prevence před nepříznivým vlivem vegetace na elektrické vlastnosti vedení je řádné plnění ŘPÚ, kontroly vedení s vytipováním kritických míst, které jsou nutné v období vegetačního klidu ošetřit.

4.2.4 Metoda PPN

V kapitole 4.1 je popisováno opatření, metoda PPN, ke snížení ukazatelů spolehlivosti u plánovaných prací. Tato metoda může být použita i při odstraňování poruch na síti u všech napěťových hladin. Dle znalostí autorky se ve společnosti nejvíce používá metoda PPN u zařízení na napěťové hladině nn. Tato metoda na nn hladině nepřispívá k výraznému snížení systémových ukazatelů spolehlivosti, náklady na odstranění poruchy jsou nižší, odpadájí manipulace na síti k vymezení poruchy. Nižší doba pro odstranění poruchy přispívá k vyšší spokojenosti zákazníků.

4.2.5 Dálkově ovládané prvky (DOP)

Cílem nasazení dálkově ovládaných prvků do soustavy je snížení ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI a zvýšení spolehlivosti a kvalita elektrické energie. DOP umožní rychlejší a efektivnější manipulační kroky v distribuční síti. Instalace dálkově ovládaných prvků by měla vést ke snižování doby přerušení a k počtu přerušení dodávek elektrické energie konečným zákazníkům.

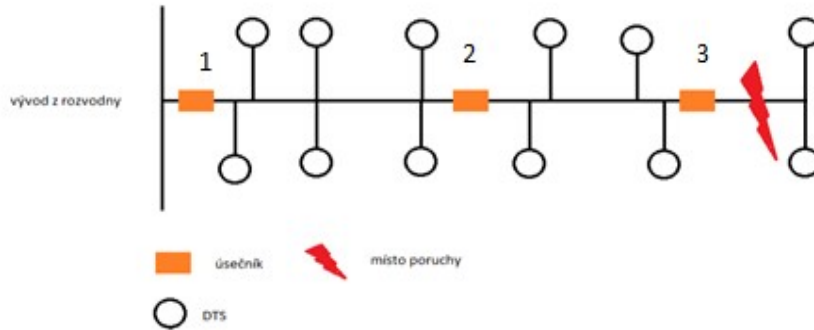
Manuální úsekové odpínače se používají v distribuční síti od samého počátku energetiky. Je to elektrické zařízení, které odpojuje anebo připojuje úseky hlavního tzv. páteřního vedení, odbočky vedení a přípojky k transformačním stanicím. V dřívějších dobách se montovaly na dřevěné sloupy, nyní se většinou montují na betonové podpěrné body, používají se na hladině napětí vn. Principem je mechanické rozpojení anebo spojení elektrické cesty.



Obrázek 19: Úsečník (autorka)

Tyto úsečníky se ovládají ručně, při plánovaném a neplánovaném přerušení dodávky musí manipulující osádka k úsečníku nejprve přijet a ručně s ním manipulovat. Z toho vyplývá, že doba opravy se navyšuje o dobu cesty pověřeného pracovníka k úsečníku. Při rozsáhlejších poruchách, kdy je potřeba manipulovat na více úsečnicích k nalezení poruchy, se doba pro odstranění poruchy prodlužuje.

Pro názorný příklad autorka nasimulovala jednoduchou poruchu na vn lince.
Simulace poruchy:



Obrázek 20: Zjednodušené schéma vn linky (autorka)

Pro jednoduché znázornění autorka uvádí jednoduché blokové schéma linky vn. Oranžové obdélníky znamenají ručně ovládané úsečníky, kolečka označují distribuční transformační stanice vn/nn a blesk místo poruchy.

Počet konečných zákazníků – 3 673 908 v síti ČEZ Distribuce, a. s., počet DTS – 59 175 ks, průměrný počet konečných zákazníků na DTS – 63 zákazníků. Předpokládaná doba od oznámení poruchy do zahájení první manipulace – 45 minut, další manipulace potřebné k odhalení poruchy – 60 minut, odstranění samotné poruchy a zpětné manipulace – 60 minut.

Osádka po výzvě z dispečinku pojede manipulovat k ručně ovládanému úsečníku (označený v blokovém schématu číslicí 2). Zpravidla se začíná hledat porucha uprostřed postiženého vedení. Úsečník č. 2 bude rozpojen a po zapnutí vývodu z rozvodny nedojde k výpadku v úseku ohraničeném č. 1 a č. 2, neboť tento úsek je bez poruchy. Další krok bude rozpojení úsečníku č 3, pokud nedojde k výpadku, úsek č. 1, 2, 3 je bez poruchy, při sepnutí úsečníku č. 3 dojde k výpadku, z tohoto kroku vyplývá, že porucha se nachází za úsečníkem č. 3. Porucha tak byla vymezena, bez napětí zůstanou dvě DTS. Po odstranění poruchy dojde ke zpětné manipulaci s úsečníkem č. 3.

manipulační krok	čas (minuta)	počet omezených (zák.)	SAIFI	SAIDI
1	65	756	1,76923E-05	0,013375403
2	20	378	5,44379E-06	0,002057754
3	80	126	2,17752E-05	0,002743672
SAIFI a SAIDI celkem			4,49113E-05	0,01817683

Tabulka 10: Výpočet ukazatelů pro ručně ovládané prvky (autorka)

Pro takto simulovanou poruchu bude příspěvek k celkovému ročnímu ukazateli SAIFI $4,4911 \cdot 10^{-5}$ přerušení/rok/zákazník a SAIDI 0,01817683 minut/rok/zákazník.

Ručně ovládané úsečníky se používají v distribučních sítích stále, ale jsou nahrazovány modernějšími prvky. Na první pohled je zřejmé, že odstranění poruchy v dřívějších dobách bylo náročné na čas a operace na síti. Dříve se spíše spoléhalo na znalost terénu a stavu sítě příslušných pracovníků, kteří měli na starosti přidělený úsek.

Instalace inteligentních DOP do distribuční soustavy je celosvětovým trendem ke zlepšování spolehlivosti a dodávek elektrické energie. Tyto prvky mohou silně ovlivnit ukazatele nepřetržitosti společnosti. Rychlé vymezení místa poruchy snižuje nedodanou elektrickou energii. Pokud se budeme na DOP dívat z hlediska ekonomického, podstatně snižují hrozbu penalizace pro nedodržení garantovaných standardů, nezanedbatelný je i přínos finančních prostředků za dodanou energii zákazníkům.

Mezi moderní prvky ve vedení se řadí dálkově ovládané úsečníky (DOÚ), zařazují se do distribuční soustavy od devadesátých let dvacátého století. Tyto nové prvky slouží k vyšší pružnosti při manipulacích na síti při nenadálých událostech, a tak ke zvýšení spolehlivosti. Nad těmito prvky se provádí dálkový dohled a manipulace z nadřazeného dispečinku a lze v krátkém čase vymežit úsek s poruchou v distribuční soustavě. Dojde tak k významnému zkrácení nedodávky elektrické energie spotřebitelům mimo místo poruchy, možné je i vymezení místa poruchy, osádka tak jede na předem určené místo zásahu. Jednou z výhod DOÚ je, že není potřeba tolik pověřených pracovníků k manipulacím s úsečníky, vše se řídí z jednoho centra a pracovníci jedou na předem vymezenou poruchu. DOÚ se používají v distribuční síti na hladině napětí vvn a vn.

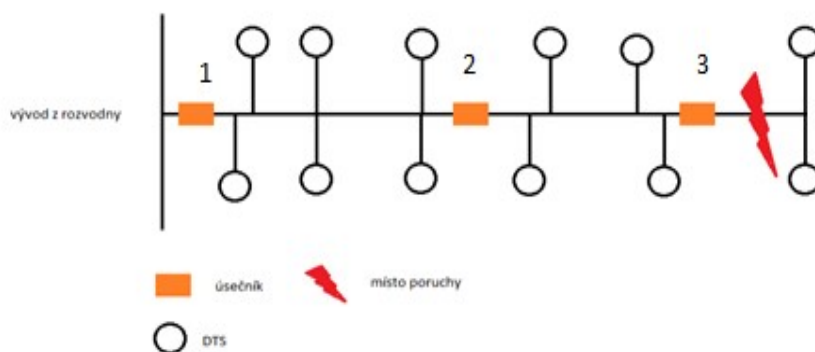


Obrázek 21: Dálkově ovládaný úsečník (autorka)

Předností DOP je zkrácení doby nedodávky elektrické energie, lokalizace poruchového místa s vymezením pouze poruchového místa, signalizace, odpadají náklady na pohyb pracovníků v terénu pro ruční manipulace a zvyšuje se bezpečnost pracovníků, protože odpadá přímý kontakt s elektrickým zařízením při ručních manipulacích.

Výhodou těchto prvků je, že se dají montovat na stávající úsečníky s ručním ovládním. V roce 2007 byla hodnota přezbrojení úsečníku s ruční manipulací na dálkově ovládaný úsečník okolo 639 000 Kč (<https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/dalkove-ovladane-usecniky-zvysuji-spolehlivost-dodavek-elektricke-energie-v-severnich-cechach-51152>). V roce 2016 bylo společností ČEZ Distribuce, a. s., rozhodnuto o implementaci 1 000 dálkových úsečníků v hodnotě 600 mil. korun. V roce 2017 bylo v distribuční síti společnosti 3 491 DOP. Rozhodovacím kritériem pro implementaci DOP do soustavy je maximální snížení ukazatelů a co nejnižší náklady.

Pro příklad snížení příspěvku k ukazatelům SAIDI a SAIFI po osazení vedení DOP, autorka uvádí simulaci se stejným počtem DTS bez napětí, manipulace na vedení jsou řízeny z nadřazeného dispečinku dispečerem.



Obrázek 22: Zjednodušené schéma vn linky (autorka)

V tomto případě jsou oproti předešlému simulovanému příkladu jsou nahrazeny ručně ovládané úsečníky dálkově ovládanými úsečníky z centra.

manipulační krok	čas (minuta)	počet omezených (zák.)	SAIFI	SAIDI
1	10	756	2,7219E-06	0,002057754
2	10	378	2,7219E-06	0,001028877
3	80	126	2,17752E-05	0,002743672
SAIFI a SAIDI celkem			2,7219E-05	0,005830304

Tabulka 11: Výpočet ukazatelů pro dálkově ovládané prvky (autorka)

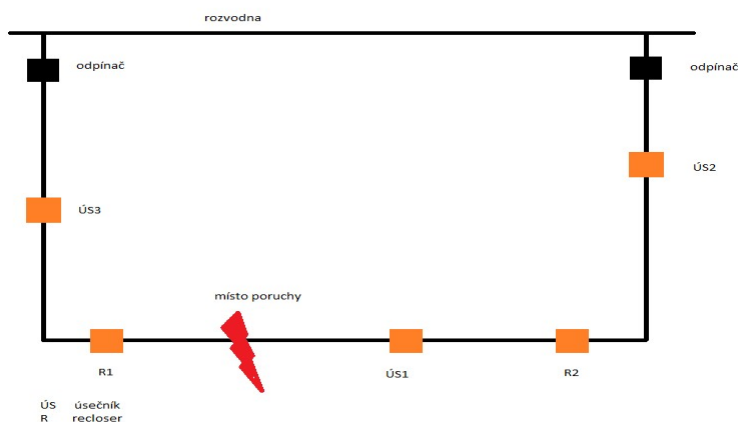
Pro takto simulovanou poruchu bude příspěvek k celkovému ročnímu ukazateli SAIFI $2,721 \cdot 10^{-5}$ přerušení/rok /zákazník a SAIDI 0,00583 minut/rok/zákazník.

Z porovnání tabulek 8 a 9 je zřejmé, že dálkově ovládané prvky zajišťují menší příspěvek ukazatelů distribuční společnosti, vyšší spolehlivost, odběratelé mimo poruchu nejsou bez energie po dlouhou dobu. Dálkově ovládané prvky instalované v soustavě mají vliv na rychlé řízení distribuční soustavy, snížení počtu odběratelů ovlivněných poruchou, zkrácení času přerušení distribuce elektrické energie a snížení počtu pracovníků pracujících v terénu. Mimo to se mohou DOP využívat k monitoringu stavu distribuční sítě.

Dálkově ovládané prvky se mohou do distribuční sítě vkládat při rekonstrukcích nebo se montují na stávající podpěrné body výměnou za ručně ovládané prvky na vhodně zvolené místo v síti. Kde se budou DOP osazovat a v jakém počtu, záleží na topologii sítě a ekonomickém vyhodnocení přínosů pro společnost při jejich osazení.

Nové trendy v řízení distribuční soustavy jsou další možností pro opatření ke zlepšení spolehlivosti a kvality dodávané energie a pro snížení ukazatelů. Jedním

z nových trendů je provozování mřížové soustavy na hladině vn s dálkově ovládanými prvky. Jak autorka popisovala v kap. 4.2.1, mřížová soustava se nyní používá převážně v husté zástavbě měst na hladině napětí nn. Tato varianta provozování distribuční soustavy na hladině vn je v počátcích. Náklady na její vybudování několikrát překračují vybudování paprskovité nebo okružní sítě. Pro vysoké náklady se u sítí na hladině napětí vn nepoužívala. Spolehlivost této vn sítě je vysoká, ale za cenu vysokých nákladů na vybudování a na provozování sítě. Pro příklad nového řízení distribuční soustavy autorka uvádí zjednodušené schéma na obr. 23.



Obrázek 23: Zjednodušené schéma vn mřížové sítě (autorka)

V prvním kroku vypadne R1 a R2, v druhém kroku půjde zkratový proud přes ÚS1 bez vyhodnocení místa poruchy, v třetím kroku vypne ÚS1 v beznapěťové pauze, ve čtvrtém kroku zapne R2 a vymezí se porucha mezi R1 a ÚS1. Všechny tyto činnosti se odehrají v čase do 30 sekund. Podle vyhlášky 540/2005 Sb. nebudou omezení spotřebitelé mimo poruchu více než 3 minuty, manipulační kroky pro vymezení poruchy se nebudou započítávat do výpočtu ukazatelů, do výpočtu ukazatelů bude vstupovat jen doba poruchy a omezení spotřebitelé v místě poruchy. Místo poruchy se automaticky vymezí a osádka pojedí na předem určené poruchové místo. Pokud autorka porovná simulovanou poruchu s dálkově ovládanými úsečníky z centra v předešlém příkladě, pro výpočet ukazatelů pro simulovanou poruchu s inteligentními dálkově ovládanými prvky odpadají manipulační kroky 1 a 2. Zbývá jen doba pro odstranění samotné poruchy. Příspěvek k celkovým ročním ukazatelům by pak byl $2,17752E-05$ přerušeni/rok/zákazník pro SAIFI a $0,002743672$ minut/rok/zákazník SAIDI. Dálkově ovládané prvky jsou vybaveny funkcí manuálního ovládní v místě ovladačem v ovládací skříni nebo nouzově ručním táhlem a

klikou. Pro období 2017–2020 ČEZ Distribuce, a. s., připravila projekt pro osazení 1051 dálkově ovládaných prvků do distribuční soustavy. Jednotlivé montáže jsou sloučeny do investičních staveb, které umožní provést montáž prvků v jednom časovém období. Rizikovým místem projektu je nárůst ukazatelů způsobený vyšším počtem vypínání pro montáž DOP a nedostatečná kapacita dodavatele. Celkové investiční náklady společnosti na osazení 1051 DOP do elektrické soustavy by měly být okolo 600 mil. korun.

Společnost od tohoto projektu očekává plnou automatizaci soustavy, snížení ukazatelů, zvýšení spolehlivosti, rychlejší obnovení napájení nepostižených úseků poruchou, autonomní vymezení poruchy, snížení počtu pracovníků pro manipulace v terénu a vyšší spokojenost zákazníků.

4.2.6 Shrnutí možných opatření pro plánované práce a neplánované přerušení

Pro plánované práce na soustavě je nejefektivnější a nejméně nákladná varianta koordinací prací na vypnutém úseku vedení. V tomto případě je nutná komunikace mezi jednotlivými úseky. Popisovaný projekt DOP pro období 2017–2020 v předešlé kapitole by měl být s touto variantou pevně spojen. Společnost musí naplánovat práce tak, aby na odstaveném úseku byly provedeny všechny činnosti – ŘPÚ, montáž DOP, odstranění poruch po prvotních poruchách, kdy se vedení opraví tak, že je jeho další provozování bezpečné, oklešťování vegetace, oprava vedení v kritickém místě, v němž místě by mohla vzniknout porucha (tzv. předcházení poruše), připojování nového zákazníka. Koordinace prací vede ke snižování ukazatelů, ke zvyšování spolehlivosti za cenu minimálních nákladů společnosti.

Další možností jsou práce pod napětím (PPN), náklady spojené s touto metodou jsou v průměru 2krát vyšší než náklady spojené s prací na vypnuté a zajištěné síti. PPN jsou přínosem pro vyšší spolehlivost, nižší ukazatele, vyšší spokojenost zákazníků, ale za cenu vyšších nákladů.

Nasazení náhradního zdroje vyžaduje spolupráci s dodavatelskou společností, která náhradní zdroj zapůjčí. Tato varianta vyžaduje vyšší náklady na prováděné práce na síti, příspěvek k ukazatelům spolehlivosti není žádný, doba omezení zákazníků se pohybuje pod limitem tří minut.

Bypass jako nejvíce nákladnou činnost na soustavě autorka pro plánované práce nedoporučuje.

Předcházení ke zvýšení ukazatelů je řádná preventivní údržba, která vede k odstranění potenciálních poruch. V kap. 4.1 je popisovaná možnost zvýšení doby ŘPÚ s ohledem na snížení ukazatelů, kterými přispívají plánované práce do ročního hodnocení. Tento krok je problematický, zvýšení doby ŘPÚ pravděpodobně povede ke zvýšení poruchovosti a tím i ke zvýšení ukazatelů spolehlivosti. Opatření zvýšení doby ŘPÚ by autorka použila, je u těch zařízení, kde je garance zhotovitele, a u nových zařízení, která jsou otestovaná. Do kategorie ŘPÚ je zahrnuto oklešťování a kácení vegetace v ochranném pásmu vedení.

Opatření k omezení neplánovaných přerušení vede ke kabelizaci sítí s mřížovou strukturou, investice je vyšší, ale dojde k podstatnému snížení ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI. Pro názornost je možné srovnání ukazatelů z obr. 6, 7 a 8, kde PREDistribuce dosahuje skoro 100% kabelizace na hladinách napětí nn a vn. Ukazatele nepřetržitosti tato společnost dosahuje v průměru jedné třetiny ukazatelů pro ČEZ Distribuce, a. s., která má okolo 80 % nadzemního vedení. Pro ekonomické zhodnocení opatření kabelizace je potřeba zahrnout do nákladů opravy stávající nadzemní sítě a investiční náklady. Kabelizace sítě přispívá nejenom ke snížení ukazatelů spolehlivosti pro společnost, ale také ke zlepšení prostředí v okolí obyvatel, zasíťovaná krajina nadzemním vedením je rušivý element pro lidi, zvěř a ptáky.

Implementace DOP do soustavy přináší společnosti snížení ukazatelů spolehlivosti, snížení počtu pracovníků, rychlý, jasný a přehledný dohled nad soustavou v dispečerském centru. Konečným zákazníkům přináší vyšší komfort ve snižování beznapěťových stavů, v případě výpadku rychlejší obnovu distribuce elektřiny. Návratnost tohoto opatření je dlouhodobá.

Pro snižování počtu a délky přerušení u neplánovaných přerušení slouží jednání poruchovostních komisí. Jejich hlavním úkolem je řešení běžných a kalamitních situací. Z jejich činnosti by měly vycházet návrhy rekonstrukcí, vytipování míst s vysokou poruchovostí, oprav pro zvýšení spolehlivosti, rozборы událostí s velkým dopadem na SAIDI a SAIFI a spolehlivosti prvků v soustavě.

4.3 Opatření při vyhodnocování ukazatelů

Požadovanou kvalitu dodávek a služeb související s regulovanými činnostmi a metodiku pro vykazování ukazatelů nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny legislativně upravuje vyhláška 540/2005 Sb. Přínosem stálého vyhodnocování

nepřetržitosti a spolehlivosti jsou ukazatele nepřetržitosti a spolehlivosti v síti distributora a ukazatele spolehlivosti jednotlivých prvků v síti.

Způsob výpočtu jednotlivých ukazatelů a kategorie přerušení jsou uvedeny v příloze vyhlášky 540/2005 Sb. Na základě rozdělení událostí do kategorií vstupují jejich data do vyhodnocování. Celkové systémové ukazatele se skládají ze součtu plánovaných a neplánovaných přerušení v roce. Při vyhodnocování je nutné rozdělit události do správných kategorií pro účely vykazování na ERÚ. Pro vykazování událostí na ERÚ se vykazují události v kategorii 1.1.1.1., to znamená neplánované přerušení dodávky mající původ v zařízení distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu za obvyklých povětrnostních podmínek a plánovaných přerušeních, označených kategorií 2 (tab. 3). Ostatní události jsou z vyhodnocování pro vykazování vyjmuty.

Významný podíl na nenadálých přerušeních mají vysoké stromy. I když je splněno ochranné pásmo vedení vn (7 metrů), při výšce 40 metrů u vzrostlého smrku není ochranné pásmo vedení dostačující. Poruchy na vn vedení způsobené stromy nebo větvemi jsou nyní zahrnovány do vyhodnocování ukazatelů pro vykazování na ERÚ. Pokud by se dalo prokázat, že vzrostlý strom, který spadl na vedení a poškodil ho, rostl mimo ochranné pásmo, událost by se dala vyhodnotit jako událost zaviněná třetí osobou a spadala by do kategorie 1.1.2, číselné označení pro vykazování 12 (tab. 3). Zvláště po kalamitních situacích by toto opatření nabývalo na významu. V době kalamity jsou všechny události zapříčiněné klimatickými podmínkami vyjmuty z vyhodnocování ukazatelů pro vykazování. Po kalamitních situacích jsou stromy narušeny vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek, strom v kalamitě nespadne do vedení, ale po nějakém čase, kdy je jeho kořenový systém nebo kmen narušen, může do vedení spadnout. V tomto případě již nelze událost vyhodnotit jako událost za nepříznivých povětrnostních podmínek, ale jako událost kategorie 1.1.1.1. s dopadem na ukazatele nepřetržitosti.

Toto opatření by vyžadovalo minimální náklady na snížení ukazatelů spolehlivosti. Bylo by nutné vyškolit provozní montéry tak, aby byli schopni vhodným způsobem zabezpečit důkazní materiál (fotodokumentace, měření ochranného pásma) pro vyhodnocování ukazatelů. Toto opatření by se mohlo vztahovat i na ostatní události zapříčiněné třetí osobou, například igelit, drak, seno ve vedení, ale takových událostí je podstatně méně než událostí způsobených vzrostlou vegetací, a tak nemají významný dopad na ukazatele.

5 Závěr

V rámci této diplomové práce se autorka zabývala aktuální problematikou spolehlivosti a kvality dodávek elektřiny, která je široce diskutovaná napříč energetickými společnostmi. Práce byla zaměřena na možná opatření, která by měla vést ke snížení ukazatelů nepřetržitosti pro ČEZ Distribuci, a. s.

Elektřina je produkt, který spotřebováváme od narození do konce života. Pokud funguje tak, jak má, neuvědomujeme si, jak je pro nás důležitá. Když dojde k přerušení dodávky, musíme vynaložit vyšší náklady k zachování dosavadního životního komfortu. Spolehlivost a kvalitu dodávky elektrické energie ovlivňují události, které lze předvídat a události, které vzniknou náhodně.

ERÚ jako arbitr legislativně upravuje mimo jiné ceny elektrické energie, ochraňuje oprávněné zájmy držitelů licencí, ochraňuje oprávněné zájmy spotřebitelů v energetických odvětvích a vyhláší ukazatele nepřetržitosti na jednotlivá regulační období.

Zvyšování spolehlivosti a kvality dodávek elektřiny patří mezi hlavní cíle přenosové a distribučních společností v ČR. Cílem práce bylo navrzení možných řešení pro společnost ČEZ Distribuce, a.s., která by vedla ke zvyšování spolehlivosti a snižování ukazatelů vykazovaných na ERÚ.

Práce byla rozdělena do kapitol, úvodní kapitoly se věnují popisu společnosti, ERÚ, legislativnímu opatření státu ve věci spolehlivosti a kvality dodávek elektřiny. V kapitolách Spolehlivost, Kvalita dodávek, Kvalita napětí, Standardy distribuce elektřiny, Hladinové a systémové ukazatele se autorka věnovala tomu, jaké parametry, kvalitu a hodnoty ukazatelů má mít dodávaná elektřina. Došla k závěru, že největší vliv na příspěvek k ukazatelům nepřetržitosti plánovaného i neplánovaného přerušení má nedodávka elektřiny na hladině napětí vn, kdy jsou omezeni všichni koncoví zákazníci kategorie B, C a D.

V kapitole Nedodaná energie byla vypočtena ztráta tržby ČEZ Distribuce, a.s. ve výši 10,7 milionu Kč, která vznikla vlivem plánovaných a neplánovaných přerušení. Toto riziko je možné zmírnit regulačními opatřeními v soustavě, kdy je přebytečná energie v místě přerušení přesměrována na jiné místo spotřeby.

Pro společnost představuje vysoké riziko finanční ztráty nedodržení ukazatelů nepřetržitosti. Penalizace za nedodržení ukazatelů nepřetržitosti SAIDI a SAIFI pak může, dosáhnout 150 milionů Kč za překročení každého z nich. Výše penalizace několikanásobně

převyšuje hodnotu tržeb za nedodanou energii. Z toho vyplývá, že se společnost musí zaměřit hlavně na zvyšování spolehlivosti a kvality dodávek elektřiny a snižování ukazatelů nepřetržitosti.

Vypočtené ocenění nedodané energie nezohledňuje pouze ztrátu tržeb za nedodanou energii, ale i náklady na obnovu dodávky, zabezpečení náhradních zdrojů elektřiny, škody při nedodávce, ztrátu ve výrobě, ztrátu volného času, nemožnost dodávat do soustavy energii z fotovoltaických elektráren, bioplynových elektráren, větrných elektráren, apod. Ocenění nedodané energie se může lišit v jednotlivých regionech, a u různých typů zákazníků, na základě jejich vybavení a jejich požadavků na zajištění kvalitní elektřiny.

Pro možné zlepšení spolehlivosti a ukazatelů autorka navrhla technická a netechnická opatření. Netechnická opatření by měla vést ke snížení ukazatelů nepřetržitosti, při vynaložení minimálních nákladů. Koordinace prací při plánovaných odstávkách by měla společnosti přinést větší efektivitu prací na plánovitě odstaveném elektrickém zařízení. Například k dlouhodobě plánovaným odstávkám jako jsou rekonstrukce, přiřadit opravy po poruchách, kdy zařízení v poruše bylo opraveno provizorně a bylo schopno bezpečného provozu, připojení nového zákazníka apod. Opatření koordinace plánovaných prací může společnost výrazně ovlivnit sama, zlepšením komunikace mezi jednotlivými odbory. Tato těsná součinnost by se měla příznivě projevit v krátkém časovém období snížením ukazatelů.

Zvýšení spolehlivosti vlivem technických opatření již vyžaduje vyšší investiční náklady, vyšší provozní náklady, úzkou spolupráci s odborníky a dodavatelskými společnostmi.

Simulovaným výpočtem bylo zjištěno, že nasazením DOP do zjednodušené soustavy by došlo ke snížení ukazatelů o 50%. Výpočet je uveden jako demonstrační pro jednu větev soustavy. Pro přesnější rozbor by bylo nutné rozšířit zkoumanou oblast a použít verifikovaná data ze systému společnosti.

Návratnost technického opatření je dlouhodobá záležitost, s tím, že u DOP je okolo 25 let. Doba splácení investice by neměla přesáhnout dobu životnosti zařízení. Venkovní elektrická zařízení pracují v různých klimatických podmínkách, nelze proto uvažovat, že životnost elektrických zařízení bude v celé soustavě stejná. Instalace inteligentních DOP do distribučních sítí je celosvětovým trendem, tyto prvky významně zlepšují ukazatele nepřetržitosti SAIDI a SAIFI. Podporují rychlejší vymezení poruchového místa, snižují množství nedodané energie, snižují počet zákazníků bezprostředně nedotčených poruchou.

Náklady na osazení DOP by měly odvrátit hrozbu penalizace za nedodržení ukazatelů nepřetržitosti.

Velmi vysoké spolehlivosti lze dosáhnout spojením inteligentních DOP s mřížovou sítí. Nevýhodou této struktury jsou vysoké investiční a provozní náklady. Náklady na vybudování mřížové sítě překračují náklady na paprskovitou síť čtyři krát. Aby tato síť fungovala s vysokou spolehlivostí, je zapotřebí dvojnásobku zdrojů. Předpokládá se, že tato struktura vedení bude budovaná v husté zástavbě s vysokým počtem odběratelů.

Při implementaci DOP do soustavy hrozí zvýšení ukazatelů nepřetržitosti vlivem plánovaných odstávek. Záleží na vyjednávání ČEZ Distribuce, a.s. a ERÚ zda by osazování DOP do soustavy mohlo být vyjmuta z vyhodnocování ukazatelů pro vykazování.

Předpokládá se, že ukazatele nepřetržitosti budou mít sestupný charakter, proto se společnost instalací inteligentních prvků do soustavy bude chránit před případnou penalizací za jejich nedodržení.

Na základě této práce lze tvrdit, že míra spolehlivosti a kvality dodávek elektrické energie je přímo úměrná nákladům na zařízení implementovaná do distribuční soustavy. Do celého ekonomického modelu vstupuje životnost, respektive návratnost těchto zařízení. Proto by do budoucna bylo vhodné navázat na tuto práci ekonomickým rozborem výroby zařízení DOP a optimalizací nákladů, nebo ryze technicky vyřešit prodloužení jejich životnosti, tak aby byly v rámci implementace do rozvodných soustav více rentabilní. Tato zvýšená rentabilita bude mít pozitivní vliv na četnost těchto zařízení, což se pozitivně projeví nespolehlivosti a kvalitě dodávek elektrické energie.

6 Seznam použité literatury

CHEMIŠINEC, Igor a kol. *Obchod s elektřinou*. Praha: Conte, 2010. ISBN 978-80-254-6695-7

HRADÍLEK, Zdeněk. *Elektroenergetika distribučních a průmyslových zařízení*. Ostrava: Montanex, 2008. ISBN 978-80-7225-291-6

KONČ, Michal. *Vybrané ukazatele kvality dodávky elektrické energie*. Disertační práce. Pardubice, 2016. Univerzita Pardubice, Doprvní fakulta Jana Pernera.

PROKOP, Lukáš a kol. *Problematika oceňování nedodané energie v průmyslu*. Ostrava: VŠB – TUO, 2009. ISBN 978-80-248-2099-6

ŠEFRÁNEK, Jan. *Spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny a možnost jejich ovlivňování*. Praha, 2014. Disertační práce. ČVUT, Fakulta elektrotechnická.

TŮMA, Jiří a kol. *Spolehlivost v elektroenergetice*. Praha: Conte, 2006. ISBN: 80-239-6483-6

VÁCHAL, Jan; VOCHOZKA, Marek. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4642-5

Příspěvky z konferencí

HANUŠ, Radek; BRETTSCHEIDER, Zbyněk. *Spolehlivost a strategické cíle ve vazbě na asset management PREDI*. Konference ČK Cired 2018.

KOLÁŘ, Libor; KOUBA, Daniel; ČELEDA, Jiří; MŮDRY, Peter. *Automatizace vn sítí – recloser*. Konference ČK CIRED 2014.

SKALA, Petr; DĚTŘICH, Václav; BUCHOLCER, Oto. *Faktor kvality – související rizika a úskalí při vyhodnocování*. Konference ČK CIRED 2015.

ŠEFRÁNEK, Jan. *Vyhodnocení kvality dodávek elektřiny za rok 2017*. Konference ČK Cired 2018.

ŠEFRÁNEK, Jan. *Regulace kvality elektřiny ERÚ*. Konference Špindlerův Mlýn 17.–18. 4. 2013.

TERINGL, Adam; KAŠPAR, Daniel. *Simulace obnovy majetku v ČEZ Distribuce, a. s.* Konference ČK Cired 2018.

Zákony, směrnice, vyhlášky

ČSN EN 50160 ed. 3 – Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí.

Pravidla provozování distribučních soustav ERÚ 2018.

Pravidla provozování distribučních soustav ERÚ 2011.

Prezentace z konference CIRED 2018.

Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník.

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

STRAKA, Václav; KUBOŠ, David. Spolehlivost, bezpečnost a kvalita dodávky elektrické energie – priority současnosti EGÚ 2007

Internetové zdroje

Council of European Energy Regulators (CEER). [online]. [cit. 6. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.ceer.eu/eer_about>.

ČEZ Distribuce, a. s. [online]. [cit. 26. 10. 2019]. Dostupné z: <<https://www.cezdistribuce.cz>>.

Dálkově ovládané úsečníky zvyšují spolehlivost dodávek elektrické energie v severních Čechách. [online]. [cit. 30. 11. 2019]. Dostupné z: <<https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/dalkove-ovladane-usecniky-zvysuji-spolehlivost-dodavek-elektricke-energie-v-severnich-cechach-51152>>.

DRIBO, spol. s r. o., (výrobní program). [online]. [cit. 15. 9. 2019]. Dostupné z: <<http://www.dribo.cz/vyrobní-program/>>.

Druhy elektrického silnoproudého rozvodu. [online]. [cit. 29. 11. 2019]. Dostupné z: <<https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4035-druhy-elektrickeho-silnoproudeho-rozvodu>>.

Elektrina. cz. [online]. [cit. 3. 12. 2019]. Dostupné z: <www.elektrina.cz>.

ELVAC, a. s. [online]. [cit. 30. 10. 2019]. Dostupné z: <<https://www.elvac.eu/>>.

Energetický regulační věstník ERÚ. [online]. [cit. 21. 1. 2020]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/documents/10540/5228943/ERV9_2019.pdf/01aeb0a1-1973-4ba7-8830-5f2ba549bfb2>.

Energy Star – elektrogenerátory. [online]. [cit. 26. 10. 2019]. Dostupné z: <<https://www.energy-star.cz>>.

ERÚ – Dotazy – Elektřina. [online]. [cit. 18. 1. 2020]. Dostupné z: <<http://www.eru.cz/elektrina/casto-kladene-dotazy>>.

ERÚ – Zprávy o kvalitě. [online]. [cit. 12. 1. 2020]. Dostupné z: <<https://www.eru.cz/cs/elektrina/statistika-a-sledovani-kvality/zpravy-o-kvalite>>.

Návrh zásad cenové regulace 2021–2025 pro veřejnou konzultaci. [online]. [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <<http://www.eru.cz/documents/10540/5475589/Navrh-zasad-cenove-regulace-2021-2025-pro-verejnou-konzultaci.pdf/f6df3fd5-d5af-425f-a53f-ecbddd4447fe>>.

Nové normy ČSN 110 a 972. [online]. [cit. 15. 9. 2019]. Dostupné z: <<http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/nove-normy-csn-110--972>>.

OEnergetice.cz – energostat. [online]. [cit. 13. 11. 2019]. Dostupné z: <www.oenergetice.cz>.

QMprofi.cz. [online]. [cit. 26. 10. 2019]. Dostupné z: <<https://www.qmprofi.cz>>.

6th Ceer Benchmarking Report on the Quality of Electricity and Gas Supply – 2016. [online]. [cit. 16. 12. 2019] Dostupné z: <<https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/d064733a-9614-e320-a068-2086ed27be7f>>.

Souhrnná zpráva za rok 2018 – ČEZ Distribuce. [online]. [cit. 26. 10. 2019]. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/o-spolecnosti/vyrocní_zpravy/vyrocní-zprava-2018.pdf>.

TZB-info. [online]. [cit. 21. 9. 2019]. Dostupné z: <www.elektro.tzb-info.cz/>.

Vyhodnocení nepřetržitosti – distribuce (prezentace Jana Šefránka) . [online]. [cit. 18. 9. 2019]. Dostupné z: <<https://elektro.tzb-info.cz/11015-nejnovejsi-aktualizace-statni-energeticke-koncepce-a-dalsi-temata-na-veletrhu-amper-2014>>.

Výpočet a ocenění nedodané energie (Lukáš Prokop). [online]. [cit. 26. 10. 2019]. Dostupné z: <http://www.cs.vsb.cz/arg/worconf/wofex/2003/paper/p2645/elektroenergetika/prokop_lukas.pdf>.

Jsou podzemní kabelová vedení řešením pro českou krajinu? [online]. [cit. 11. 10. 2019]. Dostupné z: <<https://oenergetice.cz/prenos-elektřiny/jsou-podzemni-kabelova-vedeni-resenim-ceskou-krajinu>>.

Zdroje obrázků

Obrázek 1: <www.elektrina.cz>.

Obrázek 2: <<https://www.cezdistribuce.cz>>.

Obrázek 3: Jan Šefrámek.

Obrázek 4: Jan Šefrámek.

Obrázek 5: <www.eru.cz>.

Obrázek 6: <www.eru.cz>.

Obrázek 7: <www.eru.cz>.

Obrázek 8: <www.eru.cz>.

Obrázek 9: Jan Šefrámek.

Obrázek 10: <<https://www.ceer.eu>>.

Obrázek 11: <<https://www.ceer.eu>>.

Obrázek 12: <<https://www.ceer.eu>>.

Obrázek 13: <www.eru.cz>.

Obrázek 14: <<https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4035-druhy-elektrického-silnoprudeho-rozvodu>>.

Obrázek 15: <<https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4035-druhy-elektrického-silnoprudeho-rozvodu>>.

Obrázek 16: <<https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4035-druhy-elektrického-silnoprudeho-rozvodu>>.

Obrázek 17: autorka.

Obrázek 18: autorka.

Obrázek 19: autorka.

Obrázek 20: autorka.

Obrázek 21: autorka.

Obrázek 22: autorka.

Obrázek 23: autorka.

Zdroje tabulek

Tabulka 1: <<https://www.cezdistribuce.cz>>.

Tabulka 2: <<http://www.eru.cz/documents/10540/5475589/Navrh-zasad-cenove-regulace-2021-2025-pro-verejnou-konzultaci.pdf/f6df3fd5-d5af-425f-a53f-ecbddd4447fe>>.

Tabulka 3: Vyhláška č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice.

Tabulka 4: <www.eru.cz>.

Tabulka 5: <www.eru.cz>.

Tabulka 6: <<https://www.cezdistribuce.cz>>.

Tabulka 7: <<https://www.cezdistribuce.cz>>.

Tabulka 8: Michal Konč.

Tabulka 9: <<https://www.energy-star.cz>>.

Tabulka 10: autorka.

Tabulka 11: autorka.