

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

**Porovnání metodik hodnocení spolehlivosti dodávky
elektriny v České republice a v Evropě**

**Comparison of methodology of electricity supply
reliability in CR and Europe**

Diplomová práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Management energetiky a elektrotechniky

Vedoucí práce: Ing. Martin Hejhal

Bc. Michal Hofman

Praha 2021

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Hofman** Jméno: **Michal** Osobní číslo: **457215**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Specializace: **Management energetiky a elektrotechniky**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Porovnání metodik hodnocení spolehlivosti dodávky EE v ČR a v Evropě

Název diplomové práce anglicky:

Comparison of methodology of electricity supply reliability in CR and Europe

Pokyny pro vypracování:

Analýza metodiky hodnocení spolehlivosti v ČR
Porovnání metodik hodnocení spolehlivosti ve vybraných státech Evropy (Německo, Francie, Velká Británie)
Modelový příklad přepočtu ukazatelů provozovatele distribuční soustavy dle analyzovaných metodik

Seznam doporučené literatury:

COUNCIL OF EUROPEAN ENERGY REGULATORS. 6th CEER Benchmarking Report on the Quality of Electricity and Gas Supply, 2015
Zpráva o dosažené úrovni nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny za rok 2019. Energetický regulační úřad, Praha, 2020.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Martin Hejhal, PREdistribuce, a.s.

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **13.01.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: _____

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2022**

Ing. Martin Hejhal
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů pro vypracování závěrečných prací a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Praze dne

podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval Ing. Martinu Hejhalovi za možnost vypracovávat tuto diplomovou práci ve spolupráci s PREDistribuce, a. s., za cenné informace, rady a velikou pomoc při získávání potřebných dat. Také bych chtěl poděkovat své rodině za podporu a trpělivost při tvorbě práce.

Abstrakt

Obsahem této diplomové práce je analýza a porovnání metodik hodnocení spolehlivosti distribuce elektřiny České republiky a vybraných států Evropy. Hlavním cílem práce je vytvoření modelu pro výpočet bonusu či penále z motivační regulace za dosaženou úroveň spolehlivosti. V práci jsou nejprve rozebrány jednotlivé metodiky a jejich předpoklady, od výpočtu ukazatelů spolehlivosti se započítáním příslušných typů přerušení, přes případné určení referenčních hodnot, po samotný výpočet bonusu. Tyto teoretické poznatky jsou následně využity k výpočtu bonusu či penále pro data o poruchách a přerušení distribuce elektřiny poskytnutých od PREdistribuce, a.s. Jelikož porovnávaných států dochází k různým odlišnostem metodik, které nelze z dat zaznamenávaných v České republice přímo zachytit, jsou provedeny aproximace výpočtů pro nejpravdivější výsledky.

Klíčová slova

spolehlivost distribuce elektřiny, ukazatele spolehlivosti, motivační regulace

Abstract

The content of this diploma thesis is the analysis and comparison of methodology for evaluation of the electricity supply reliability in the Czech Republic and selected European countries. The main goal of this thesis is creating a model for calculating the bonus or penalty from the incentive regulation for achieved level of reliability. At first, thesis analyzes individual methodologies and their prerequisites, from the calculation of reliability indicators including relevant types of interruptions, through the possible determination of reference values, to the calculation of the bonus itself. There are used these theoretical knowledge to calculate a bonus or penalty for data on defects and interruptions of electricity distribution provided by PREdistribuce, a.s. Because there are various differences in methodologies for compared countries, which cannot be directly captured by the data recorded in the Czech Republic, approximations of calculations are made for the truest results.

Key words

electricity supply reliability, reliability indicators, incentive regulation

Obsah

1	Úvod.....	14
2	Spolehlivost dodávek elektřiny.....	16
2.1	Ukazatele nepřetržitosti.....	16
3	Hodnocení spolehlivosti dodávky elektřiny v České republice.....	20
3.1	Legislativní rámec spolehlivosti dodávek elektřiny v ČR.....	20
3.1.1	Energetický zákon č. 458/2000 Sb.....	20
3.1.2	Vyhláška č. 540/2005 Sb.....	20
3.1.3	Zásady cenové regulace pro období 2016-2018 pro odvětví elektroenergetiky, plynárenství a pro činnosti operátora trhu v elektroenergetice a plynárenství.....	22
3.2	Metodika hodnocení spolehlivosti DS v ČR.....	22
3.2.1	Záznam přerušení PDS.....	22
3.2.2	Ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny v ČR.....	23
3.2.3	Motivační regulace.....	27
3.3	Současná situace v ČR.....	30
3.3.1	Dosažené hodnoty ukazatelů nepřetržitosti.....	30
3.3.2	Vyhodnocení motivační regulace kvality.....	31
4	Hodnocení spolehlivosti dodávky elektřiny ve vybraných státech Evropy.....	33
4.1	Německo.....	33
4.2	Velká Británie.....	37
4.3	Francie.....	42
4.4	Porovnání metodik jednotlivých států.....	44
5	Modelový příklad přepočtu ukazatelů PDS dle analyzovaných metodik.....	46
5.1	Česká republika.....	48
5.2	Německo.....	51
5.3	Velká Británie.....	56
5.4	Francie.....	61
5.5	Citlivostní analýzy.....	64
5.5.1	Česká republika.....	64
5.5.2	Německo.....	66
5.5.3	Velká Británie.....	68
5.5.4	Francie.....	69
6	Závěr.....	71
7	Seznam použité literatury.....	73

Seznam použitých zkratk

<i>CEER</i>	Rada evropských regulátorů (Council of European Energy regulators)
<i>ČR</i>	Česká republika
<i>DS</i>	Distribuční soustava
<i>ERÚ</i>	Energetický regulační úřad
<i>PDS</i>	Provozovatel distribuční soustavy

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma motivační regulace [7]	28
Obrázek 2: Dosažené hodnoty ukazatelů nepřetržitosti v ČR [8]	30
Obrázek 3: Vyhodnocení motivační regulace pro ČEZ Distribuce, a. s. [9].....	31
Obrázek 4: Vyhodnocení motivační regulace pro E.ON Distribuce, a. s. [9]	32
Obrázek 5: Vyhodnocení motivační regulace pro PREdistribuce, a. s. [9].....	32
Obrázek 6: Příklad referenčních hodnot ukazatelů [13]	35
Obrázek 7: Schéma motivační regulace v Německu [13].....	36
Obrázek 8: Referenční hodnota SAIDI pro Německo [15].....	53
Obrázek 9: Referenční hodnota ASIDI pro Německo [15].....	54
Obrázek 10: Změna SAIDI při změně trvání přerušení dle metodiky ČR.....	64
Obrázek 11: Změna bonusu při změně trvání přerušení dle metodiky ČR.....	65
Obrázek 12: Změna bonusu při změně doby plánovaných přerušení dle metodiky ČR.....	66
Obrázek 13: Změna SAIDI při změně trvání přerušení dle metodiky Německa.....	66
Obrázek 14: Změna bonusu při změně trvání přerušení dle metodiky Německa.....	67
Obrázek 15: Změna bonusu při změně doby plánovaných přerušení dle metodiky Německa	68
Obrázek 16: Změna CMLIS při změně trvání přerušení dle metodiky Velké Británie	68
Obrázek 17: Změna SAIDI při změně trvání přerušení dle metodiky Francie.....	69
Obrázek 18: Změna bonusu při změně trvání přerušení dle metodiky Francie.....	70
Obrázek 19: Změna bonusu při změně doby plánovaných přerušení dle metodiky Francie	70
Obrázek 20: Bonus/penále podle metodik porovnávaných států	71

Seznam tabulek

Tabulka 1: Kategorie dlouhodobého přerušení dodávky elektřiny v ČR [4].....	21
Tabulka 2: Parametry ukazatele SAIFI [7].....	29
Tabulka 3: Parametry ukazatele SAIDI [7].....	29
Tabulka 4: Dosažené hodnoty ukazatelů nepřetržitosti v ČR [8].....	30
Tabulka 5: Porovnání metodik hodnocení spolehlivosti jednotlivých států.....	44
Tabulka 6: Náhled dat o přerušeních.....	46
Tabulka 7: Počet zákazníků PREDistribuce.....	47
Tabulka 8: Součet událostí dle metodiky ČR.....	48
Tabulka 9: Referenční hodnoty SAIFI [7].....	49
Tabulka 10: Referenční hodnoty SAIDI [7].....	49
Tabulka 11: Součet událostí na nn dle metodiky Německa.....	51
Tabulka 12: Součet událostí na vn metodiky Německa.....	52
Tabulka 13: Součty událostí dle metodiky Velké Británie.....	57
Tabulka 14: Ukazatele CI dle metodiky Velké Británie.....	57
Tabulka 15: Ukazatele CML dle metodiky Velké Británie.....	57
Tabulka 16: Součet událostí dle metodiky Francie.....	61

1 Úvod

Spolehlivost distribuce elektřiny patří mezi nejdůležitější aspekty dodávky elektrické energie zákazníkům. Každým rokem je na spolehlivost kladen stále větší důraz, čehož je důkazem změna charakteru provozu distribučních sítí a také změna regulací spjatých se spolehlivostí distribuce elektřiny. Spolehlivost je ovlivňována nejenom provozovatelem distribuční soustavy, ale dalšími stranami a podněty, jakými může být změna charakteru výroby elektřiny s rostoucím přechodem na obnovitelné zdroje, či požadavky a nároky na charakter dodávky ze strany zákazníka.

Z tohoto důvodu došlo před několika lety k zavedení tzv. motivační regulace v České republice, ale i v zahraničí. Jedná se o způsob regulace, kterým regulační úřad kontroluje dostatečnou úroveň spolehlivosti pomocí bonifikace či penalizace provozovatele distribuční soustavy. Tento způsob je využíván v mnoha zemích Evropy i světa, avšak v každém státě s jinou modifikací. Proto se v této práci zabývám porovnáním metodik motivační regulace využívané v České republice a v různých státech Evropy.

První část této diplomové práce se zabývá samotnou spolehlivostí distribuce elektřiny a ukazateli spolehlivosti, které slouží k jejímu hodnocení. Ukazatelů existuje větší množství a jejich uplatnění se liší v každém státě.

Nejprve z porovnávaných států je představena Česká republika, její legislativní rámec a způsob, jakým se zde vyhodnocuje spolehlivost distribuce elektřiny. Hlavními body bude vytyčení typů přerušení, zaznamenávaných podle metodiky České republiky pro následné rozdělení typů přerušení podle jednotlivých metodik, způsob určení referenčních hodnot a důraz na zlepšování spolehlivosti Energetického regulačního úřadu pomocí motivační regulace.

V další části přiblížím metodiky hodnocení spolehlivosti distribuce elektřiny vybraných států Evropy, jimiž je Německo, Velká Británie a Francie. K tomu je nejprve potřeba si je blíže představit a vytyčit mezi nimi rozdíly v jednotlivých metodikách.

V závěru práce jsou pak podle jednotlivých metodik vypočteny bonifikace či penalizace pomocí zadaných dat od PREDistribuce. Rozdílnost metodik hodnocení spolehlivosti distribuce elektřiny bude hrát podstatnou roli a bude potřeba tuto rozdílnost co nejpřesněji zachytit, jelikož se dá předpokládat, že Česká republika a její metodika může postrádat zachytávání a zpracování dat potřebných pro výpočet zahraniční metodiky.

Hlavním cílem této práce je tedy analýza metodik hodnocení spolehlivosti distribuce elektřiny ve vybraných státech Evropy a následné modelové zpracování vypočítané ze zadaných dat o poruchách, které snižují dosahovanou úroveň spolehlivosti.

2 Spolehlivost dodávek elektřiny

Spolehlivost dodávek elektrické energie je jeden z hlavních aspektů dnešní elektroenergetiky, a proto se usiluje o její zajištění. Elektrická energie v dnešní době musí mít přesně definovanou kvalitu. Tento problém není jednoduchý a je svým obsahem velmi rozsáhlý, protože se na něm podílí mnoho různých stran. Ať už výrobci elektřiny, provozovatelé přenosové a distribučních soustav, tak i zákazníci.

„Spolehlivost můžeme definovat jako obecnou vlastnost objektu spočívající ve schopnosti plnit požadované funkce při zachování hodnot provozních ukazatelů v daných mezích a v čase podle stanovených technických podmínek“ (pozn.: jedna z možných definic). [1]

Ovšem pro lepší porozumění problematiky je lepší definice spolehlivosti jako *„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“* (pozn.: jedna z možných definic). [2]

Se spolehlivostí je také spojena kvalita dodávky elektřiny. Tu lze definovat jako společný výsledek všech aspektů při dodávce elektřiny. Kvalita dodávky elektřiny zahrnuje zabezpečení dodávky elektřiny jako předpoklad spolehlivosti elektrizační soustavy, kvality elektřiny a vztahů se zákazníky.

2.1 Ukazatele nepřetržitosti

Pro vyhodnocování spolehlivosti, či v tomto případě nepřetržitosti, dodávky elektřiny se používá velké množství ukazatelů. Hodnotí se jimi kvalita dodávky z různých úhlů pohledu, např. kvalita na dané napěťové úrovni, na daném úseku či v dané soustavě. Ukazatele slouží jako cenný zdroj informací jak pro provozovatele soustavy, tak pro zákazníky či regulační orgány.

Provozovatelům slouží pro porovnání kvality s konkurencí nebo pro obnovu a rozvoj vlastních sítí. Zákazníci se podle nich mohou informovat o kvalitě a spolehlivosti dodávek v dané oblasti, např. pro rozhodnutí o umístění závodu a regulační úřady podle nich nastavují požadované cíle nebo standardy pro zákazníky, které musí PDS dodržovat.

Hlavní rozdělení se rozlišuje podle předmětu, u něhož došlo k výpadku distribuční sítě:

- **podle postižených odběratelů**
- **podle instalovaného výkonu**
- **podle postižených stanic či transformátorů**

Dále se ukazatelé dělí podle délky trvání:

- **dlouhodobé přerušení**
- **krátkodobé přerušení**

Podle důvodu přerušení:

- **plánované přerušení**
- **neplánované přerušení**

Podle části sítě, pro kterou se počítají:

- **systemové**
- **hladinové**
- **Q komponenta**

Ukazatele nepřetržitosti se dělí na ukazatele nepřetržitosti přenosu elektřiny a ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny, přičemž ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny dělíme na hladinové a systémové podle toho, zdali se vztahuje pouze k dané napěťové hladině, nebo k systému či soustavě více napěťových hladin.

Nyní si zde představíme nejrozšířenější a zároveň hlavní ukazatele používané v jednotlivých zemích. Definice jednotlivých ukazatelů pro hodnocení spolehlivosti byly čerpány z [3], [4] a [5].

SAIFI (System average interruption frequency index)

Ukazatel SAIFI udává, jak často byl zákazník postižen přerušením v průběhu stanoveného časového období.

$$SAIFI = \frac{\sum \text{celkový počet zákazníků postižených přerušením}}{\text{celkový počet připojených zákazníků}} \quad (1)$$

SAIDI (System average interruption duration index)

Ukazatel SAIDI udává celkovou dobu trvání přerušení u zákazníka v průběhu stanoveného časového období.

$$SAIDI = \frac{\sum \text{celková doba trvání dlouhodobých přerušení u zákazníka}}{\text{celkový počet připojených zákazníků}} \quad (2)$$

CAIDI (Customer average interruption duration index)

Ukazatel CAIDI udává průměrnou dobu potřebnou k obnově dodávky.

$$CAIDI = \frac{\sum \text{celková doba trvání dlouhodobých přerušení u zákazníka}}{\sum \text{celkový počet přerušení u zákazníků}} = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (3)$$

ASIDI (Average system interruption duration index)

Ukazatel ASIDI udává průměrný ztracený odběr během přerušení. Na rozdíl od předchozích ukazatelů, je ukazatel ASIDI založen na hodnocení zatížení či odběru.

$$ASIDI = \frac{\sum \text{celkový odběr odpojený během trvání přerušení (kVA)}}{\text{celkový odběr ve vybrané oblasti (kVA)}} \quad (4)$$

CI (Customer interruption)

Ukazatel CI vyjadřuje počet zákazníků zasažených přerušením v příslušné fázi obnovy na 100 připojených zákazníků.

$$CI = \frac{\text{Počet zákazníků zasažených přerušením vybraných přerušení} * 100}{\text{Celkový počet zákazníků}} \quad (5)$$

CML (Customer minutes lost)

Ukazatel CML vyjadřuje dobu trvání přerušení dodávky jako počet minut nedodaných zákazníkovi v příslušné fázi obnovy na počet připojených zákazníků.

$$CML = \frac{\text{Součet minut bez dodávky elektřiny u zákazníka vybraných přerušení}}{\text{Celkový počet zákazníků}} \quad (6)$$

Ve světě jsou využívány i další ukazatele nepřetržitosti, které se nevyužívají v porovnávaných zemích, tudíž není nutné se jimi podrobněji zabývat. Jsou jimi:

- **CTAIDI (Customer total average interruption duration index)**
- **CAIFI (Customer average interruption frequency index)**
- **SAI (Average service availability index)**
- **ASIFI (Average system interruption frequency index)**
- **MAIFI (Momentary average interruption frequency index)**
- **CEMIn (Customers experiencing multiple interruptions)**
- **CEMSMIn (Customers experiencing multiple sustained interruption and momentary interruption events)**

Nejdůležitější využití ukazatelů nepřetržitosti je pomocí tzv. motivační regulace, která hodnotí PDS na základě dosahovaných výsledků již zmíněných ukazatelů. Tento způsob regulace je využíván v mnoha zemích Evropy, avšak samotný proces regulace se může v jednotlivých zemích lišit, k čemuž přistoupíme v dalších kapitolách.

3 Hodnocení spolehlivosti dodávky elektřiny v České republice

3.1 Legislativní rámec spolehlivosti dodávek elektřiny v ČR

Spolehlivost dodávek elektřiny v ČR podléhá mnoha legislativním dokumentům, ať již národním či mezinárodním, tak i regulaci ze strany Energetického regulačního úřadu.

3.1.1 Energetický zákon č. 458/2000 Sb.

Energetický zákon, který pojednává o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů, je základním legislativním dokumentem pro energetické prostředí České republiky. Zákon definuje základní pojmy v oblasti podnikání v energetických odvětvích, udává práva a povinnosti subjektů v energetickém prostředí. [6]

Podle energetického zákona funguje Energetický regulační úřad, který především monitoruje a vyhodnocuje dodržování kvality a spolehlivosti v elektroenergetice, plynárenství a teplárenství.

3.1.2 Vyhláška č. 540/2005 Sb.

Vyhláška č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice [4], ve znění pozdějších předpisů, definuje standardy přenosu nebo distribuce elektřiny a postupy pro vykazování dodržování kvality dodávek a služeb. Jsou zde například uvedeny lhůty pro ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny, jež byly při novelizaci vyhláškou č. 41/2010 zpřísněny.

Spolu s jednotlivými standardy upravuje vyhláška také náhrady za jejich nedodržení. O tuto náhradu je však nutné písemně žádat, a to do 60 dní od rozhodného dne určeného vyhláškou. Právě nutnost písemné žádosti a neznalost podmínek způsobuje, že i při překročení standardů zákazníci nenárokují náhradu. Ve výsledku tak klesá tlak vyvíjený na dodržování standardů PDS. Kromě standardů distribuce elektřiny, což je opatření čistě na úrovni jednotlivých zákazníků, existuje v ČR i regulační rámec na systémové úrovni – motivační regulace kvality.

Vyhláška ve svých přílohách určuje metodiku výpočtu ukazatelů nepřetržitosti přenosu a distribuce elektřiny na území ČR. Ve vyhlášce jsou také definovány kategorie přerušení přenosu a distribuce elektřiny.

Přerušení se dělí podle délky doby trvání:

- **dlouhodobé** – delší než 3 minuty
- **krátkodobé** – od 1 sekundy do 3 minut
- **přechodné** – do 1 sekundy

Dlouhodobá přerušení se ve vyhlášce dělí podle příčiny vzniku na následující kategorie:

Kategorie dlouhodobého přerušení		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 události mimo soustavu a u výrobce	13
2	plánované	
2.1	vyvolané z podnětu PDS	
2.1.1	údržba, revize (řád preventivní údržby)	211
2.1.2	opravy, rekonstrukce, výstavby DS	212
2.1.3	mimořádné investiční akce uznané ERÚ	213
2.1.4	ostatní	214
2.2	nevyvolané z podnětu PDS	
2.2.1	vypnutí na žádost uživatele DS	221
2.2.2	připojení nového uživatele DS	222
2.2.3	plánované přerušení z nadřazené či jiné soustavy	223
2.2.4	plánované přerušení vyvolané jiným subjektem	224

Tabulka 1: Kategorie dlouhodobého přerušení dodávky elektřiny v ČR [4]

3.1.3 Zásady cenové regulace pro období 2016-2018 pro odvětví elektroenergetiky, plynárenství a pro činnosti operátora trhu v elektroenergetice a plynárenství

ERÚ vydává zásady cenové regulace [7] vždy na určité období. Čtvrté regulační období, které bylo původně dáno jako přechodné, bylo prodlouženo až do roku 2020. Tento dokument uvádí jednotlivé mechanismy, které určují regulovaným subjektům přiměřený zisk. Tato regulace byla zavedena z důvodu ochrany zákazníků společností, které v elektroenergetickém odvětví zaujímají pozici tzv. přirozeného monopolu.

Zásady cenové regulace ponechávají pro toto období metodu cenové regulace. ERÚ reguluje výnosy jednotlivých společností, značené jako povolené výnosy, z nichž se následně vypočítává cena za provedenou službu. Oproti předchozímu období bylo zavedeno několik nových prvků, které se snaží napravovat nedostatky původní metodiky. Jedním z takových prvků je „Faktor trhu“, který slouží ke kompenzaci případných nákladů spojených s neočekávanými událostmi, např. změna legislativy, likvidace živelních pohrom atd.

Zásady cenové regulace také obsahují tzv. motivační regulaci. Jedná se o systém regulace, který stanoví bonusy a penále za dodržování či nedodržování spolehlivostních parametrů sítě. PDS je tak motivován ke zlepšování spolehlivosti distribuce elektrické energie. Tento mechanismus je popsán podrobněji dále.

3.2 Metodika hodnocení spolehlivosti DS v ČR

Hodnocení spolehlivosti souvisí také s kvalitou dodávek elektrické energie. Kvalita dodávek je především vyhodnocována pomocí standardů kvality distribuce, které jsou definovány ve vyhlášce č. 540/2005 [4]. Za jednotlivé standardy jsou definovány výše finančních náhrad v případě, že dojde k jejich nedodržení, čímž je PDS motivován tyto standardy dodržovat v nejvyšší míře.

Samotný proces hodnocení spolehlivosti se vyhodnocuje především pomocí ukazatelů spolehlivosti. Tento proces je dále podrobněji popsán pomocí jednotlivých kroků.

3.2.1 Záznam přerušení PDS

Dle vyhlášky č. 540/2005 Sb. má každý provozovatel distribuční soustavy povinnost evidovat dlouhodobá přerušení dodávky elektřiny ve své DS. Pro tuto evidenci je zřízena databáze událostí, do níž se ukládají informace o jednotlivých přerušeních. Z hodnot dlouhodobých přerušení této databáze se pak vypočítávají ukazatele

nepřetržitosti. Tyto ukazatele vstupují do regulačních vzorců, podle nichž jsou PDS hodnoceni, a ovlivňují tak jejich hospodářský výsledek. [4]

Ačkoli tato krátkodobá a přechodná přerušení nejsou zahrnuta v regulační metodice ze strany ERÚ a PDS tak není nijak postihován za jejich zvýšený výskyt, jsou tato přerušení důležitá pro vyhodnocování spolehlivosti v případě, že zákazník žádá o nadstandardní kvalitu distribuce elektřiny, např. z důvodu vysoké citlivosti zařízení zákazníka. Jedná se tedy o informace sloužící především pro analýzy PDS.

Samotný záznam přerušení se liší podle napěťové hladiny sítě. U přerušení na síti velmi vysokého a vysokého napětí dochází k záznamu počítačem, jelikož většina sítí je již zautomatizována. U sítí nízkého napětí tomu tak bohužel není, tudíž se PDS nemůže dozvědět o poruše hned na začátku. Z tohoto důvodu je jako začátek přerušení na této síti považován moment, kdy se o přerušení PDS objektivně dozvěděl např. telefonátem od zákazníka.

V záznamu přerušení musí být především uveden začátek a ukončení přerušení, počet lidí postižených touto poruchou a dále příčina, podle které se určuje, zdali se jedná o přerušení započítané do ukazatelů nepřetržitosti. Avšak nežli dojde ke zkoumání příčiny přerušení, snaží se PDS obnovit distribuci elektřiny neboli znovu sepnout síť, aby nedošlo k navyšování doby přerušení. [4]

3.2.2 Ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny v ČR

Dalším krokem je výpočet ukazatelů nepřetržitosti. V České republice jsou využívány tři druhy ukazatelů, jimiž jsou hladinové ukazatele, systémové ukazatele a ukazatele komponenty Q. První dva druhy ukazatelů jsou využívány pouze k porovnání jednotlivých PDS a ukazatele komponenty Q jsou využívány k výpočtu bonifikace či penalizace dle motivační regulace. Veškeré výpočty ukazatelů jsou převzaty z [4].

3.2.2.1 Hladinové ukazatele

SAIFI_h

Tento ukazatel udává průměrnou četnost dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny na zákazníka na napěťové hladině během daného časového období, kterým nejčastěji bývá rok. Je dán následující rovnicí:

$$SAIFI_h = \frac{\sum_j n_{jh}}{N_{sh}} [\text{přerušení/rok}] \quad (7)$$

kde

- h je označení hodnocené napěťové hladiny (nn, vn, vvn),
- j je pořadové číslo události v hodnoceném období,
- n_{jh} je počet zákazníků napájených z napěťové hladiny h , kteří byli postiženi daným přerušením způsobeným j -tou událostí,
- N_{sh} je celkový počet zákazníků napájených z napěťové hladiny h .

SAIDI_h

Tento ukazatel udává průměrnou celkovou dobu trvání dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny na zákazníka na napěťové hladině během daného časového období. Je dán následující rovnicí:

$$SAIDI_h = \frac{\sum_j \sum_k t_{jk} n_{jhk}}{N_{sh}} [\text{min/rok}] \quad (8)$$

kde

- k je pořadové číslo manipulačního kroku v rámci j -té události v hodnoceném období,
- t_{jk} je doba trvání k -tého manipulačního kroku v rámci j -té události v hodnoceném období,
- n_{jhk} je počet zákazníků napájených z napěťové hladiny h , kteří byli postiženi daným přerušením v k -tém manipulačním kroku j -té události.

CAIDI_h

Tento ukazatel udává průměrnou dobu trvání jednoho dlouhodobého přerušení distribuce elektřiny na zákazníka na napěťové hladině během daného časového období. Je dán následující rovnicí:

$$CAIDI_h = \frac{SAIDI_h}{SAIFI_h} \text{ [min/přerušení]} \quad (9)$$

3.2.2.2 Systémové ukazatele**SAIFI_s**

Tento ukazatel udává průměrnou četnost dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny na zákazníka v soustavě během daného časového období, kterým nejčastěji bývá rok. Je dán následující rovnicí:

$$SAIFI_s = \frac{\sum_{h=\{nn,vn,vvn\}} \sum_j n_{jh}}{N_s} \text{ [přerušení/rok]} \quad (10)$$

kde

N_s je celkový počet zákazníků v soustavě na všech hladinách (nn, vn a vvn).

SAIDI_s

Tento ukazatel udává průměrnou celkovou dobu trvání dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny v soustavě během daného časového období. Je dán následující rovnicí:

$$SAIDI_s = \frac{\sum_{h=\{nn,vn,vvn\}} \sum_j \sum_k t_{jk} n_{jhk}}{N_s} \text{ [min/rok]} \quad (11)$$

CAIDI_s

Tento ukazatel udává průměrnou dobu trvání jednoho dlouhodobého přerušení distribuce elektřiny na zákazníka v soustavě během daného časového období. Je dán následující rovnicí:

$$CAIDI_s = \frac{SAIDI_s}{SAIFI_s} \text{ [min/přerušení]} \quad (12)$$

3.2.2.3 Ukazatele nepřetržitosti komponenty Q

SAIFI_Q

Tento ukazatel udává průměrnou četnost dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny na zákazníka celého systému distribuční sítě během daného časového období, kterým nejčastěji bývá rok. Je dán následující rovnicí:

$$SAIFI_Q = \frac{\sum_j n_j}{N_s} [\text{přerušeni/rok}] \quad (13)$$

kde

- j je pořadové číslo události v hodnoceném období,
- n_j je počet zákazníků připojených k distribuční síti, kteří byli postiženi daným přerušením způsobeným j -tou událostí,
- N_s je celkový počet zákazníků připojených k distribuční síti.

SAIDI_Q

Tento ukazatel udává průměrnou celkovou dobu trvání dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny na zákazníka v systému distribuční sítě během daného časového období. Je dán následující rovnicí:

$$SAIDI_Q = \frac{\sum_j \sum_k t_{jk} n_{jk}}{N_s} [\text{min/rok}] \quad (14)$$

kde

- k je pořadové číslo manipulačního kroku v rámci j -té události v hodnoceném období,
- t_{jk} je doba trvání k -tého manipulačního kroku v rámci j -té události v hodnoceném období,
- n_{jk} je počet zákazníků připojených k distribuční síti, kteří byli postiženi daným přerušením v k -tém manipulačním kroku j -té události.

CAIDI_Q

Tento ukazatel udává průměrnou dobu trvání jednoho dlouhodobého přerušení distribuce elektřiny na zákazníka v systému distribuční sítě během daného časového období. Je dán následující rovnicí:

$$CAIDI_Q = \frac{SAIDI_Q}{SAIFI_Q} [\text{min/přerušeni}] \quad (15)$$

3.2.3 Motivační regulace

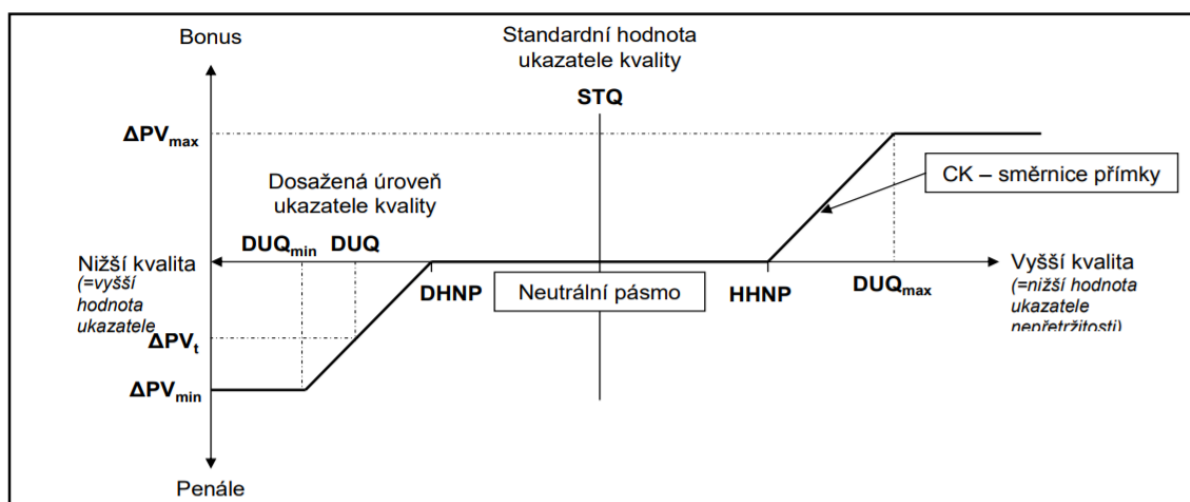
Dosahovaná úroveň spolehlivosti distribuce elektřiny je na základě metodiky regulace ze strany ERÚ vyhodnocována pouze pro systémové ukazatele se zahrnutím vybraných kategorií přerušení. ERÚ v zásadách cenové regulace [7] zveřejňuje požadavky na zlepšení úrovně spolehlivosti DS skrze cílové hodnoty systémových ukazatelů SAIFI_Q a SAIDI_Q.

Oba tyto ukazatele se vypočítají dle vzorců uvedených v předchozí kapitole při zahrnutí jen dlouhodobých přerušení kategorie č. 11 (neplánovaná poruchová přerušení mající původ v zařízení distribuční soustavy nebo jejím provozu – za obvyklých povětrnostních podmínek) a kategorie č. 2 (plánovaná přerušení). Do hodnocení tak vstupují pouze kategorie přerušení, které může PDS přímo ovlivnit, a vylučují se ty kategorie přerušení, za něž není PDS přímo zodpovědný nebo které se staly za mimořádných okolností.

Od roku 2016 došlo dle pravidel provozování distribučních soustav k upřesnění výpočtu ukazatelů SAIFI_Q a SAIDI_Q zavedením tzv. agregačních pravidel. Pravidla spočívají ve vyloučení krátkodobých přerušení vzniklých během dlouhodobého přerušení z výpočtu ukazatelů. Ke sjednocení došlo především proto, že někteří PDS již tento způsob výpočtu ukazatelů spolehlivosti používali. Agregační pravidla eliminují vliv manipulací způsobujících přerušení dodávky elektřiny kratší než 3 minuty na ukazatele spolehlivosti.

ERÚ dále zavedl pro toto regulační období změnu v porovnávání cílových hodnot ukazatelů se skutečně dosaženými hodnotami. Pro 4. regulační období je cíl porovnáván s dvouletým klouzavým průměrem.

PDS je bonifikován/penalizován za dosažení nižší/vyšší hodnoty každého z ukazatelů SAIFI_Q a SAIDI_Q (resp. jejich dvouletých průměrů) dle uvedeného obrázku. Touto ekonomickou zpětnou vazbou je zajištěna motivace PDS ke zlepšování spolehlivosti distribuce elektřiny. Bonifikace/penále jsou promítnuty do cen zajištění distribuce vždy v následujícím roce. Např. pro úroveň spolehlivosti za rok 2017 a 2018 je klouzavý průměr ukazatelů vyhodnocen v roce 2019, následně je porovnán s cílovou hodnotou pro rok 2018. Poté jsou získány dvě hodnoty bonusu či penále, zvláště pro každý ukazatel, a ty vstupují do výpočtu výše povolených výnosů, na základě kterých je upravena cena zajištění distribuce v následujícím roce.



Obrázek 1: Schéma motivační regulace [7]

Zkratky použité ve schématu:

- ΔPV_t finanční vyjádření bonusu či penále za dosaženou kvalitu [Kč]
 t pořadové číslo regulovaného roku [-],
- DUQ hodnota dosažené úrovně ukazatele kvality v období rozhodném pro hodnocení kvality služeb pro příslušný rok regulačního období [přerušení/rok; min/rok],
- CK jednotková cena kvality [Kč/přerušení/rok; Kč/min/rok],
- ΔPV_{max} maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb [Kč],
- ΔPV_{min} maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb [Kč],
- $DHNP$ dolní hranice neutrálního pásma [přerušení/rok; min/rok],
- $HHNP$ horní hranice neutrálního pásma [přerušení/rok; min/rok],
- STQ hodnota požadované úrovně ukazatele kvality [přerušení/rok; min/rok],
- DUQ_{max} limitní hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb [přerušení/rok; min/rok],
- DUQ_{min} limitní hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb [přerušení/rok; min/rok],
- $\Delta PV_{max}/\Delta PV_{min}$ byly pro 4. regulační období zvýšeny na celkem +/- 4 % ze zisku PDS za oba vyhodnocované ukazatele (SAIFI_Q a SAIDI_Q). Pro jeden ukazatel je tak maximální hodnota bonusu nebo penále stanovena na +/- 2 % ze zisku PDS za uplynulý rok.

Konkrétní hodnoty výše uvedených parametrů jsou vždy nastaveny pro jednotlivé PDS na celé regulační období. Pro 4. regulační období (2016–2018) byly nastaveny parametry regulace pro tři PDS v ČR takto:

SAIFI	Referenční hodnota	Roční zpříšňování	STQ ₂₀₁₆	STQ ₂₀₁₇	STQ ₂₀₁₈	DHNP	HHNP	DUQ _{min}	DUQ _{max}
ČEZ Distribuce	2,360	1,25 %	2,331	2,301	2,273	-5 %	+5 %	-15 %	+15 %
E.ON Distribuce	1,570	0,75 %	1,558	1,547	1,535	-5 %	+5 %	-15 %	+15 %
PREdistribuce	0,440	25 %, 3 %	0,330	0,320	0,310	-10 %	+10 %	-25 %	+25 %

Tabulka 2: Parametry ukazatele SAIFI [7]

SAIDI	Referenční hodnota	Roční zpříšňování	STQ ₂₀₁₆	STQ ₂₀₁₇	STQ ₂₀₁₈	DHNP	HHNP	DUQ _{min}	DUQ _{max}
ČEZ Distribuce	262,700	2,50 %	256,133	249,729	243,486	-5 %	+5 %	-15 %	+15 %
E.ON Distribuce	275,360	5,00 %	261,592	248,512	236,087	-5 %	+5 %	-15 %	+15 %
PREdistribuce	37,370	5,00 %	35,502	33,726	32,040	-10 %	+10 %	-25 %	+25 %

Tabulka 3: Parametry ukazatele SAIDI [7]

Tyto parametry však byly prodlouženy na další dva roky, tedy do roku 2020. To mělo za následek zpříšňování pro některé PDS ve velmi vysoké míře. Pro PREdistribuci je prakticky nemožné zlepšovat ukazatele o 5 % ročně. Je to dáno tím, že sítě PREdistribuce jsou 99 % kabelizované, což je jeden z hlavních aspektů zlepšování spolehlivosti dodávek elektřiny. Následné zvyšování kvality by bylo možné pouze vystavěním nové sítě, aby bylo zajištěno dvojího přístupu elektřiny ke všem zákazníkům. V Praze by výstavba nové sítě byla možná opět pouze kabelovým vedením, které je však přibližně šestinásobně dražší nežli výstavba venkovního vedení.

Od roku 2021 byly zavedeny nové zásady cenové regulace, které upravily především hranice neutrálních pásem jednotlivých PDS a také procentuální hodnotu meziročního zpříšňování. U všech PDS došlo k rozšíření neutrálního pásma o 2,5 % z obou stran, tudíž pro ČEZ Distribuci a E.ON Distribuci to znamená hranice neutrálního pásma $\pm 7,5$ % a pro PREdistribuci $\pm 12,5$ %. Dále také došlo ke snížení meziročního zpříšňování pro ČEZ Distribuci a E.ON Distribuci na 1 % pro oba ukazatele spolehlivosti a pro PREdistribuci na 0,75 % pro oba ukazatele spolehlivosti. [8]

3.3 Současná situace v ČR

3.3.1 Dosažené hodnoty ukazatelů nepřetržitosti

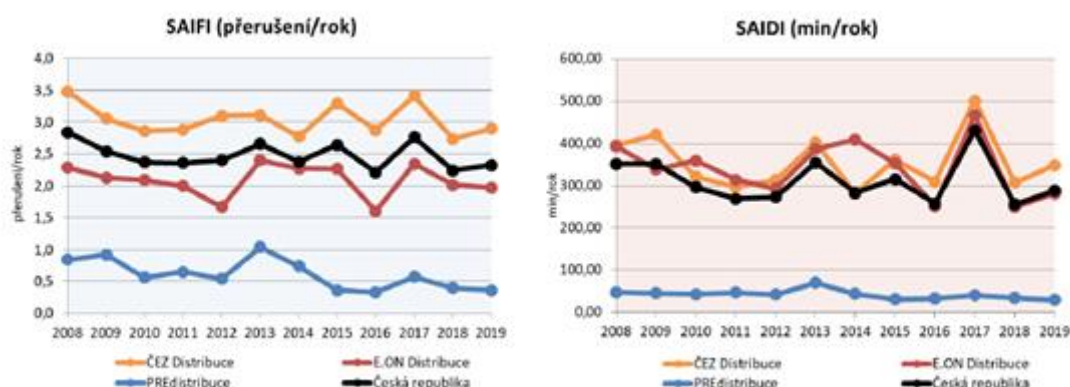
Kvalita a spolehlivost dodávek elektrické energie je v ČR sledována samotnými PDS i ERÚ. K tomuto tématu je každý rok vydávána Zpráva o dosažené úrovni nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny právě regulačním úřadem, pomocí které se bude hodnotit úroveň kvality v České republice. Tato kapitola se však zabývá pouze distribucí elektřiny, která je zde vyhodnocena pomocí Zprávy o dosažené úrovni nepřetržitosti distribuce elektřiny za rok 2019.

K tomu se využívají také ukazatele nepřetržitosti. V tomto případě se však jedná o systémové ukazatele, nikoli o ukazatele hodnocené komponenty Q.

- **SAIFI** průměrná četnost dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny na zákazníka během daného časového období
- **SAIDI** průměrná celková doba trvání dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny na zákazníka během daného časového období
- **CAIDI** průměrná doba trvání jednoho dlouhodobého přerušení distribuce elektřiny na zákazníka během daného časového období

Ukazatel	ČEZ Distribuce	E.ON Distribuce	PRÉdistribuce	Česká republika
SAIFI [přerušeni/rok]	2,90	1,97	0,36	2,32
SAIDI [min/rok]	348,52	281,20	29,61	288,73
CAIDI [min]	120,35	142,48	81,87	124,38

Tabulka 4: Dosažené hodnoty ukazatelů nepřetržitosti v ČR [9]



Obrázek 2: Dosažené hodnoty ukazatelů nepřetržitosti v ČR [9]

U údajů o ukazatelích nepřetržitosti je zřejmé, že nejvyšších hodnot, tedy i nejhorších, dosahuje společnost ČEZ Distribuce, avšak tyto hodnoty nejsou jednoznačně porovnatelné z několika důvodů.

Jedním z těchto důvodů je především velikost území, kde daný PDS disponuje. Z tohoto hlediska tedy nelze lehce porovnat ČEZ Distribuci, která provozuje distribuční síť v oblasti větší než polovina České republiky, a společnost PREdistribuci, která tuto činnost provádí v Praze. V roce 2019 také společnost PREdistribuce dosáhla historicky nejnižší hodnoty ukazatele SAIDI.

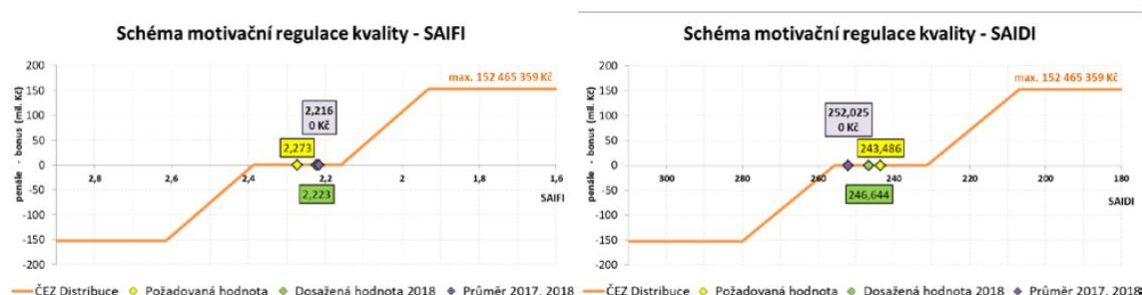
S tím související je také provedení distribučních sítí. Jelikož je v Praze většina vedení kabelová, na území společnosti ČEZ je naopak většina vedení venkovního typu, což znamená, že na něj více působí vnější vlivy, jako jsou např. nepříznivé povětrnostní podmínky.

3.3.2 Vyhodnocení motivační regulace kvality

Každý rok dochází na Konferenci ČK CIREC k vyhodnocení kvality a spolehlivosti elektřiny za předchozí kalendářní rok. Mimo vyhodnocení plnění standardů kvality, které jsou mimo jiné zveřejněny i ve výročních zprávách jednotlivých PDS, a vyhodnocení systémových ukazatelů nepřetržitosti SAIDI a SAIFI, které jsou vyhodnoceny i ve Zprávě o dosažené úrovni nepřetržitosti distribuce elektřiny zveřejněné ERÚ, je uvedeno vyhodnocení kvality z pohledu regulačního mechanismu.

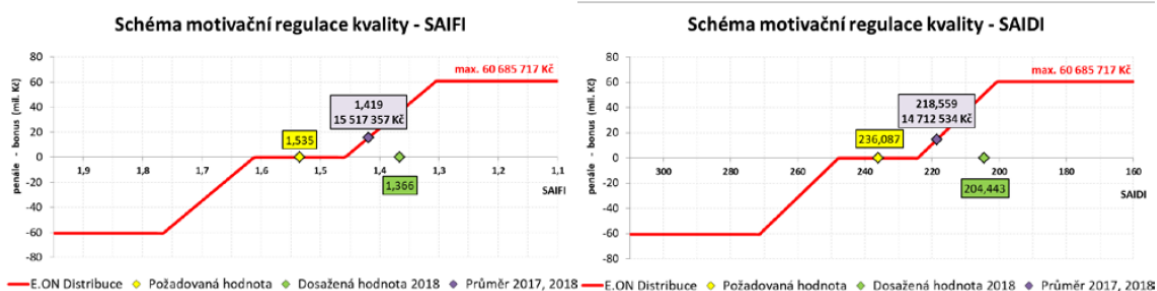
Ve vyhodnocení jsou uvedena schémata pro jednotlivé PDS pro oba regulované ukazatele, SAIFI_Q a SAIDI_Q.

ČEZ Distribuce, a. s.



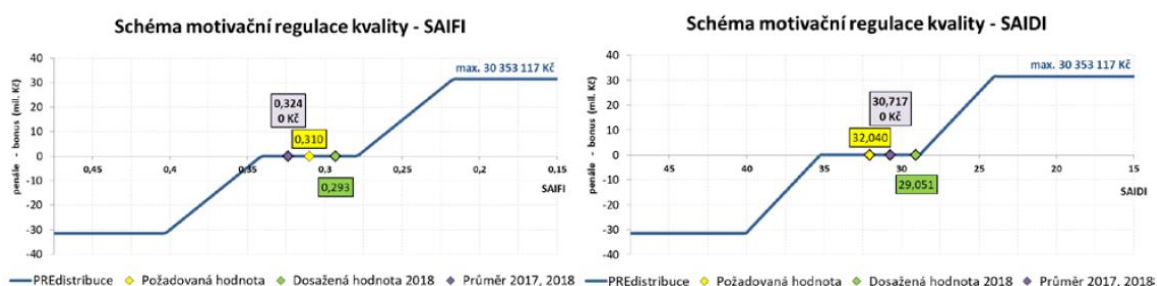
Obrázek 3: Vyhodnocení motivační regulace pro ČEZ Distribuce, a. s. [10]

E.ON Distribuce, a. s.



Obrázek 4: Vyhodnocení motivační regulace pro E.ON Distribuce, a. s. [10]

PREdistribuce, a. s.



Obrázek 5: Vyhodnocení motivační regulace pro PREdistribuce, a. s. [10]

Z vyhodnocení je patrné, že dosažené hodnoty společnosti ČEZ Distribuce se pohybují v tzv. neutrálním pásmu, které znamená nulový bonus či penále. U společnosti E.ON Distribuce jsou oba ukazatele v pásmu bonusů a společnosti náleží celkový bonus ve výši 30,23 mil. Kč. Společnost PREdistribuce dosáhla oběma ukazateli do neutrálního pásma, což představuje nulový bonus či penále.

4 Hodnocení spolehlivosti dodávky elektřiny ve vybraných státech Evropy

V následující kapitole jsou představeny metodiky hodnocení spolehlivosti dodávky ve třech vybraných státech Evropy, jimiž jsou Německo, Velká Británie a Francie. Rozdílnost metodik si budeme ukazovat především na systému motivační regulace.

4.1 Německo

V Německu jsou stejně jako v České republice specifikována přerušení nařízením od regulačního úřadu tzv. Oznamovací povinností v případě narušení dodávky elektřiny. Přerušení jsou v Německu rozdělena do šesti kategorií, jimiž jsou: [11]

1. Přerušení bez rozpoznatelné příčiny (oblast odpovědnosti PDS)
2. Přerušení způsobená atmosférickými jevy
3. Přerušení způsobená vlivem třetích stran
4. Přerušení způsobená vyšší mocí
5. Přerušení způsobená přerušením v jiných sítích se zpětnými účinky
6. Plánovaná přerušení

V Německu se pro regulaci spolehlivosti distribuce využívá schéma srovnatelné s motivační regulací v České republice. Tato regulace se ovšem používá pouze pro PDS s více než 30 000 zákazníky na hladinách nn a vn. Rozdělení na jednotlivých hladinách se také týká ukazatelů. Zatímco na hladině nn je využíván ukazatel SAIDI, pro hladinu vn se využívá ukazatel ASIDI, kvůli většímu odebíranému výkonu zákazníky připojených na hladinu vn. Do výpočtu ASIDI jsou však započítána i přerušení na hladině nn, která byla způsobena poruchou na hladině vn. Vzorce pro výpočty ukazatelů jsou převzaty z [3] a [4].

SAIDI_Q

$$SAIDI_Q = \frac{\sum_j \sum_k t_{jk} n_{jk}}{N_s} \text{ [min/rok]} \quad (16)$$

kde

- k je pořadové číslo manipulačního kroku v rámci j -té události v hodnoceném období,
- t_{jk} je doba trvání k -tého manipulačního kroku v rámci j -té události v hodnoceném období,
- n_{jk} je počet zákazníků připojených k distribuční síti, kteří byli postiženi daným přerušením v k -tém manipulačním kroku j -té události.

ASIDI_Q

$$ASIDI_Q = \frac{\sum_j t_j * L_j}{L_T} \quad (17)$$

kde

- t_j je doba potřebná k obnovení dodávky j-té události,
 L_j je připojené zatížení (kVA nebo kW), přerušené j-tou událostí,
 L_T je celkové připojené zatížení (kVA nebo kW).

Jak pro Českou republiku, tak pro Německo, je pro vyhodnocování motivační regulace vypočítáván ukazatel tzv. komponenty Q. Do komponenty Q jsou započítána přerušení kategorie 1, 2, 3 a 6, tj. přerušení bez rozpoznatelné příčiny, přerušení způsobená atmosférickými jevy, vlivem třetích stran a plánovaná přerušení. U plánovaných přerušení se počítá pouze s 50 % ze všech plánovaných přerušení.

V Německu se také v tomto mechanismu regulace používá jiný způsob získávání referenčních hodnot. Zatímco v ČR je referenční hodnota ukazatele stanovena ERÚ pro každého PDS zvlášť, v Německu je tato hodnota získávána výpočtem. Referenční hodnota se vypočítá jako vážený průměr všech porovnávaných PDS. K porovnávání dochází u PDS porovnatelných do velikosti oblasti provozování distribuční sítě a počtu zákazníků.

Následující vzorce (18) a (19) z [12] a [13] představují obecně platné vzorce pro výpočet referenčních hodnot, avšak pro každé regulační období je provedena analýza ze strany německého regulačního úřadu Bundesnetzagentur a konkrétní určení se může lišit.

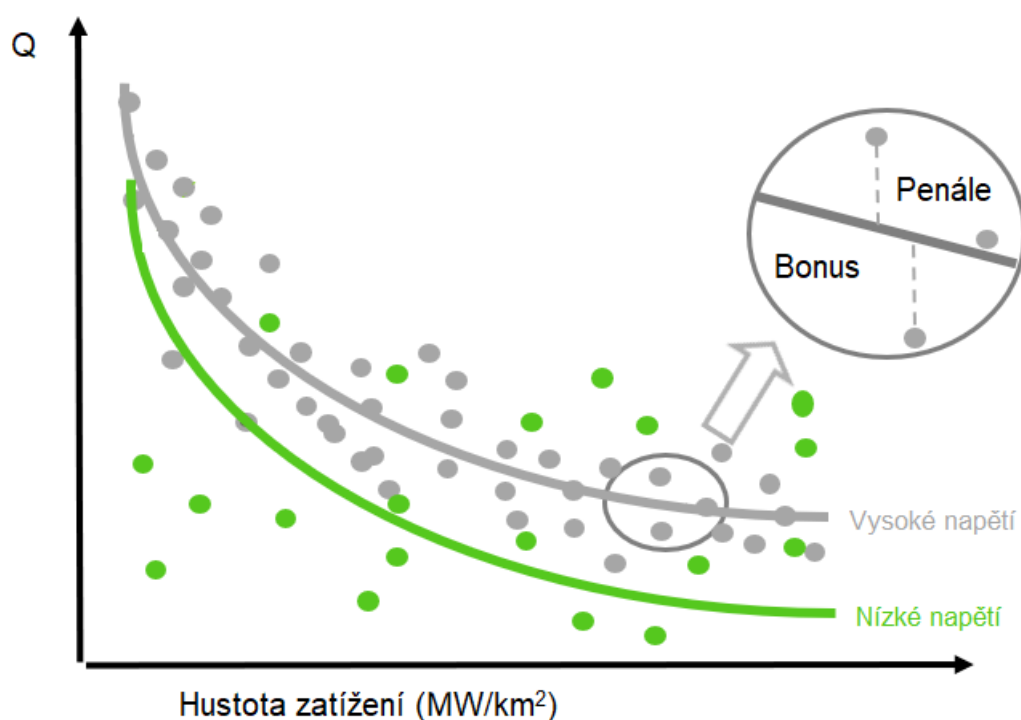
$$SAIDI_{ref} = \frac{\sum SAIDI_i * LV_i^{NS+n}}{\sum LV_i^{NS+n}} \quad (18)$$

$$ASIDI_{ref} = \frac{\sum ASIDI_i * LV_i^{NS+n}}{\sum LV_i^{NS+n}} \quad (19)$$

kde

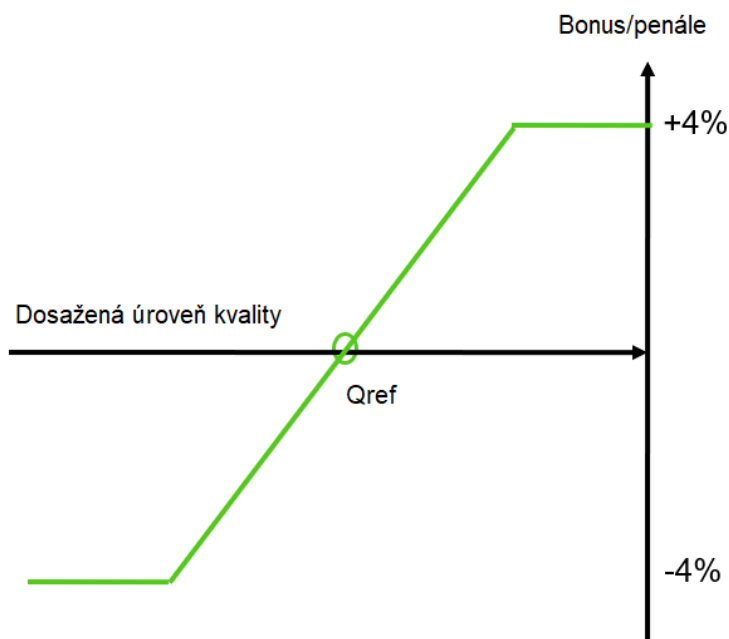
- ref značí vypočtenou referenční hodnotu SAIDI/ASIDI,
 LV_i^{NS+n} značí zákazníky připojené na hladině nízkého napětí a příslušných sítí n,
 LV_i^{NS+n} značí zákazníky připojené na hladině vysokého napětí a příslušných sítí n,
 n značí nižší či sousední úroveň sítě či rozvodu připojenou k příslušné úrovni sítě.

Následující graf znázorňuje příklad vypočtených referenčních hodnot z roku 2018. Lze si povšimnout tvaru hyperboly, který odpovídá výše uvedeným vzorcům pro výpočet referenčních hodnot. Jednotlivé body kolem křivek značí dosahované hodnoty ukazatelů nepřetržitosti jednotlivých PDS, které jsou zde vyneseny na ose y pod značkou Q. Osa x zde znázorňuje hustotu zatížení, podle které se rozdělují referenční hodnoty pro velikostně porovnatelné PDS. Dále je zde u grafu také uveden příklad, který značí, zda PDS dosahuje na bonus či naopak penále.



Obrázek 6: Příklad referenčních hodnot ukazatelů [14]

Samotný graf motivační regulace je podobný grafu motivační regulace využívaného v ČR, avšak je zde zrušeno neutrální pásmo. Z toho plyne, že každý PDS zde dosahuje na bonus či penále.



Obrázek 7: Schéma motivační regulace v Německu [14]

Dále v grafu máme znázorněné maximální možné bonusy či penále, které jsou stanoveny na $\pm 4\%$ regulovaného zisku. Výpočet samotného dosahovaného bonusu či penále je prováděn pomocí ceny kvality, která značí ocenění rozdílu referenční a dosažené hodnoty ukazatele nepřetržitosti na jednoho zákazníka za sledované období. Tato cena kvality je poté započítána pro všechny připojené zákazníky.

Výpočet je zde znázorněn pomocí jednoduchého vzorce z [14]:

$$Q_{b/p} = c * n_z * (Q_{ref} - Q_i) \quad (20)$$

kde

- $Q_{b/p}$ je dosažený bonus či penále,
- c je cena kvality, stanovená na 0,18 €/n/min/rok,
- n_z je počet připojených zákazníků,
- Q_{ref} je vypočtená referenční hodnota ukazatele spolehlivosti,
- Q_i je dosažená hodnota ukazatele spolehlivosti.

4.2 Velká Británie

Ve Velké Británii jsou pro účely motivační regulace použity ukazatele CI (customer interruptions), který vyjadřuje počet zákazníků zasažených přerušením v příslušné fázi obnovy na 100 připojených zákazníků, a CML (customer minutes lost), který vyjadřuje dobu trvání přerušení dodávky jako počet minut nedodaných zákazníkovi v příslušné fázi obnovy na počet připojených zákazníků. Veškeré vzorce a údaje o typech přerušení jsou čerpány z [5].

Ukazatele se počítají jednotlivě pro jednotlivé typy přerušení, která jsou rozdělena následovně:

- A. Neplánovaná přerušení
- B. Plánovaná přerušení
- C. Přerušení způsobená poruchou v přenosové síti
- D. Přerušení způsobená poruchou na generátorech v distribuční síti
- E. Přerušení způsobená poruchou v jiných sítích se zpětnými účinky

Do výpočtů ukazatelů CI a CML se počítají pouze dlouhodobá přerušení delší než 3 minuty, avšak pokud dojde k vícenásobnému přerušení kvůli stejné poruše, je počítáno pouze s jedním přerušením, kterého doba trvání je rovna součtu všech těchto přerušení. Dále se do výpočtu ukazatelů nezahrnují výjimečné události. Samotný výpočet jednotlivých ukazatelů je následovný:

CI (Customer interruptions)

$$CI = \frac{\text{Počet zákazníků zasažených přerušením vybraných přerušení} * 100}{\text{Celkový počet zákazníků}} \quad (21)$$

CML (Customer minutes lost)

$$CML = \frac{\text{Součet minut bez dodávky elektřiny u zákazníka vybraných přerušení}}{\text{Celkový počet zákazníků}} \quad (22)$$

Ze vzorců si lze povšimnout lehké podobnosti ukazatele CI s ukazatelem SAIFI a větší podobnosti ukazatele CML se SAIDI, které jsou častěji využívány. Ukazatel CI se liší od SAIFI tím, že vyobrazuje počet zákazníků zasažených přerušeními na rozdíl od SAIFI, které vykazuje počet přerušení. U ukazatele CML je zřejmý fakt, že je roven známějšímu ukazateli SAIDI.

Dále je zde zavedena obdoba cenové regulace, která probíhá tím způsobem, že jsou odhadnuty odpovídající náklady během procesu cenové regulace, jež musí PDS splnit během stanovené doby tohoto procesu 8 let. Veškeré tyto náklady jsou rozřazeny do jednotlivých položek a je s nimi počítáno v následujících rovnicích.

Výpočet bonusu či penále je v Británii značně komplexnější než v ostatních porovnávaných zemích. Výpočet je znázorněn následujícím vzorcem, který značí, že uplatněný bonus či penále v daném roce je stanoven z dosahovaných hodnot o dva roky dříve a využití přepočtu současných hodnot a cen.

$$IQ_t = (QZ_{t-2} + QC_{t-2} + QD_{t-2}) * PVF_{t-2} * PVF_{t-1} * RPIF_t \quad (23)$$

kde

- t je označení příslušného roku,
 IQ_t je dosažitelná hodnota bonusu/penále,
 QZ_t je dosažená kombinovaná hodnota výkonosti ukazatelů nepřetržitosti, spočtená na základě CI a CML,
 QC_t je hodnota úpravy výkonosti obnovy dodávky při nepříznivém počasí
 QD_t je hodnota úpravy výkonosti obnovy dodávek při příznivých povětrnostních podmínkách,
 PVF_t je hodnota úpravy současných hodnot vypočtena jako $(1 + WACC_{vanilla})$,
 $RPIF_t$ je faktor zohledňující index maloobchodních cen.

$$QZ_t = \max [\min(TRIM_t, QA_t + QB_t), -TRIM_t] \quad (24)$$

kde

- $TRIM_t$ je maximální hodnota bonusu či penále zadaná pro jednotlivé PDS,
 QA_t je hodnota výkonosti plnění cílového CI,
 QB_t je hodnota výkonosti plnění cílového CML.

Dosažená hodnota ukazatelů, která je přepočtená dle příslušných vzorců, je porovnávána s cílovými neboli referenčními hodnotami, které jsou dány cílovou

či maximální hodnotou plánovaných a neplánovaných přerušení. Tyto požadované maximální hodnoty jsou každým rokem snižovány, tudíž je zřejmé, že u britské motivační regulace dochází k meziročnímu zpříšňování.

$$QA_t = (TA_t - CIIS_t) * IRA_t * TRT_t \quad (25)$$

kde

- TA_t je cílová hodnota CI,
 $CIIS_t$ je hodnota skutečného CI při započtení specifických typů přerušení,
 IRA_t je motivační sazba pro CI,
 TRT_t je hodnota započítávající daňovou sazbu.

Samotné ukazatele nepřetržitosti CI a CML vstupují do motivační regulace zvlášť pro každý typ přerušení. Lze si povšimnout, že pro CI nejsou započítány všechny typy přerušení a je počítáno pouze s polovinou plánovaných přerušení. U ukazatele CML jsou započítány všechny typy přerušení, avšak s vybranými typy není počítáno v plném rozsahu.

$$CIIS_t = CIA_t + (0,5 * CIB_t) + (0 * CIC_t) + CID_t + (0 * CIE_t) \quad (26)$$

kde

- CIA_t je hodnota CI způsobená neplánovanými přerušeními,
 CIB_t je hodnota CI způsobená plánovanými přerušeními,
 CIC_t je hodnota CI způsobená poruchou v přenosové síti,
 CID_t je hodnota CI způsobená poruchou na generátorech v přenosové síti,
 CIE_t je hodnota CI způsobená poruchou v jiných sítích se zpětným vlivem.

$$TA_t = TAP_t - TAU_t \quad (27)$$

kde

- TAP_t je cílová hodnota CI způsobená plánovanými přerušeními,
 TAU_t je cílová hodnota CI způsobená neplánovanými přerušeními.

$$TAP_t = \frac{CIB_{t-4} + CIB_{t-3} + CIB_{t-2}}{3} * 0,5 \quad (28)$$

$$TRT_t = \frac{IQI}{1 - CT_t} \quad (29)$$

kde

IQI je motivační sazba TOTEX,

CT_t je sazba daně z příjmu.

$$QB_t = (TB_t - CMLIS_t) * IRB_t * TRT_t \quad (30)$$

kde

TB_t je cílová hodnota CML,

$CMLIS_t$ je hodnota skutečného CML při započtení specifických typů přerušení,

IRB_t je motivační sazba pro CML.

$$CMLIS_t = CMLA_t + (0,5 * CMLB_t) + (0,1 * CMLC_t) + CMLD_t + (0,1 * CMLE_t) \quad (31)$$

kde

$CMLA_t$ je hodnota CML způsobená neplánovanými přerušeními,

$CMLB_t$ je hodnota CML způsobená plánovanými přerušeními,

$CMLC_t$ je hodnota CML způsobená poruchou v přenosové síti,

$CMLD_t$ je hodnota CML způsobená poruchou na generátorech v přenosové síti,

$CMLE_t$ je hodnota CML způsobená poruchou v jiných sítích se zpětným vlivem.

$$TB_t = TBP_t + TBU_t \quad (32)$$

kde

TBP_t je cílová hodnota CML způsobená plánovanými přerušeními,

TBU_t je cílová hodnota CML způsobená neplánovanými přerušeními.

$$TBP_t = \frac{CMLB_{t-4} + CMLB_{t-3} + CMLB_{t-2}}{3} * 0,5 \quad (33)$$

U výpočtu samotného bonusu či penále jsou započítány i úpravy výkonnosti s ohledem na příznivost povětrnostních podmínek. Tato skutečnost však může být obtížná pro potřebné výpočty, jelikož je zde počítáno se samotnými platbami vynaloženými na obnovu dodávky při různých povětrnostních podmínkách, které nemusí být jednoduché identifikovat.

$$QC_t = \min[(SWPM_t - SWPD_t) * FPPR, 0] + \max [SWPD_t - RLF_t, 0] \quad (34)$$

kde

QC_t je hodnota úpravy výkonnosti obnovy dodávky při nepříznivých povětrnostních podmínkách,

$SWPM_t$ jsou celkové vynaložené platby zákazníkům za přerušení dodávky při nepříznivých povětrnostních podmínkách,

$SWPD_t$ jsou celkové splatné platby zákazníkům za přerušení dodávky při nepříznivých povětrnostních podmínkách,

$FPPR$ je dodatečná pokuta při nesplacení plateb,

RLF_t je maximální hodnota příjmů za dodávky při nepříznivých povětrnostních podmínkách.

$$QD_t = \min[(NCPM_t - NCPD_t) * FPPR, 0] + \max[NCPD_t - RLG_t, 0] + OOEE_t \quad (35)$$

kde

QD_t je hodnota úpravy výkonnosti obnovy dodávky při příznivých povětrnostních podmínkách,

$NCPM_t$ jsou celkové vynaložené platby zákazníkům za přerušení dodávky při příznivých povětrnostních podmínkách,

$NCPD_t$ jsou celkové splatné platby zákazníkům za přerušení dodávky při příznivých povětrnostních podmínkách,

$OOEE_t$ jsou jednorázové platby spojené s obnovou dodávky za výjimečné události,

RLG_t je maximální hodnota příjmů za dodávky při nepříznivých povětrnostních podmínkách.

Maximální výše bonusu či penále je již přímo uvedena regulátorem pro každého PDS, avšak jedná se o hodnoty maximálně $\pm 2,5$ % regulovaného zisku. U samotné regulace není zavedeno neutrální pásmo, tudíž lze uvažovat, že graf motivační regulace se bude podobat německé regulaci.

4.3 Francie

Ve Francii jsou typy přerušení z části podobná jako v Německu, ovšem je zde rozděleno více druhů neplánovaných přerušení. Přerušení jsou rozdělena dle [15]. Jsou jimi:

1. Přerušení bez rozpoznatelné příčiny
2. Přerušení způsobená atmosférickými jevy
3. Přerušení způsobená vlivem třetích stran
4. Přerušení způsobená poruchou zařízení (vedení, rozvodna)
5. Přerušení způsobená kontaktem s vegetací
6. Přerušení způsobená lidským zacházením se sítí
7. Přerušení způsobená připojením zákazníka
8. Plánovaná přerušení

Ve Francii, na rozdíl od předchozích států, je mechanismus bonusu/penále použit jak pro distribuční, tak i pro přenosovou síť. Pro provozovatele přenosové sítě jsou při výpočtu bonusu/penále použity ukazatele spolehlivosti SAIFI+MAIFI a AIT. Výpočet ukazatele MAIFI je téměř stejný jako výpočet SAIFI, tudíž se jedná o podíl počtu přerušení a celkového počtu zákazníků. Jediným rozdílem je doba trvání přerušení, která je pro MAIFI dána jako doba kratší než specifikovaná doba přerušení pro SAIFI. MAIFI tedy zaznamenává krátkodobá přerušení. AIT je průměrná doba trvání přerušení v roce, do kterých nejsou započítány přerušení plánovaná a přerušení bez rozpoznatelné příčiny. Jelikož však tyto ukazatele jsou používány pro provozovatele přenosové sítě, není důležité se jimi nadále zabývat.

Hlavním bodem ale pro nás zůstává regulace v rámci distribučních sítí. Pro distribuční síť je zde využíván ukazatel SAIDI, pro který je uveden výpočet již v metodice České republiky. Do výpočtu ukazatelů jsou započítány pouze dlouhodobá přerušení, tedy delší než 3 minuty, kategorie 1, 2, 3 a 8, tj. přerušení bez rozpoznatelné příčiny, přerušení způsobená atmosférickými jevy, přerušení způsobená vlivem třetích stran a plánovaná přerušení. Z čehož si lze povšimnout, že do výpočtu SAIDI pro motivační regulaci jsou zahrnuty stejné typy přerušení, jak je tomu i v Německu. Rozdílnost od německého způsobu výpočtu ukazatele spočívá v započítání všech plánovaných přerušení a nerozlišení napěťových hladin, tedy ukazatel SAIDI je počítán pro celý systém.

SAIDI_Q

$$SAIDI_Q = \frac{\sum_j \sum_k t_{jk} n_{jk}}{N_s} \text{ [min/rok]} \quad (36)$$

kde

- k je pořadové číslo manipulačního kroku v rámci j -té události v hodnoceném období,
- t_{jk} je doba trvání k -tého manipulačního kroku v rámci j -té události v hodnoceném období,
- n_{jk} je počet zákazníků připojených k distribuční síti, kteří byli postiženi daným přerušením v k -tém manipulačním kroku j -té události.

Výpočet samotného bonusu/penále je pro PDS prováděn následovně, dle [15]:

$$I_t = -4,3 * (SAIDI_{tref} - 34) * \ln \left(\frac{SAIDI_t - 34}{SAIDI_{tref} - 34} \right) \quad (37)$$

kde

- I_t je vypočtená hodnota v roce t použitá pro určení výše bonusu/penále,
- $SAIDI_{tref}$ je referenční hodnota ukazatele SAIDI_t,
- $SAIDI_t$ je dosažená hodnota ukazatele v roce t .

Referenční hodnota ukazatele SAIDI pro každý rok je udávána regulátorem. Ze zprávy CEER lze vyčíst, v jakých mezích se tato hodnota pohybuje. Pro rok 2014 byla 68 minut, rok 2015 67 minut, rok 2016 66 minut a rok 2017 65 minut. Z vypsaných hodnot lze soudit, že se referenční hodnota každým rokem zpřísňuje o 1 minutu, tudíž lze pro rok 2018 počítat s hodnotou 64 minut. [15]

Samotná výše bonusu či penále je také přímo zadána regulátorem. Podle vypočtené hodnoty I_N je bonus či penále dána jako 4,3 mil €/minutu při maximální výši 54,2 mil €. Stejně jako v předchozích zahraničních státech, ani ve Francii není v mechanismu regulace použito neutrální pásmo. [15]

4.4 Porovnání metodik jednotlivých států

Zde je provedeno porovnání metodik vyhodnocování spolehlivosti ve vybraných státech. Pro přehlednost je zde vytvořena tabulka nejdůležitějších parametrů při hodnocení spolehlivosti.

	Ukazatele	Max bonus/penále	Stanovení ref. hodnot	Neutrální pásmo	Roční zpříšňování
ČR	SAIFI, SAIDI	± 2 % zisku	Reg. úřad	Ano	Ano
Německo	SAIDI, ASIDI	± 2 % zisku	Průměr	Ne	Ne
Velká Br.	CI, CML	± 2,5 % zisku	Reg. úřad	Ne	Ano
Francie	SAIDI	54,2 mil €	Reg. úřad	Ne	Ano

Tabulka 5: Porovnání metodik hodnocení spolehlivosti jednotlivých států

V tabulce je znázorněno porovnání metodik hodnocení spolehlivosti. Pro lepší přehled jsou vypsány parametry, které jsou dle mého názoru nejdůležitější při celkovém hodnocení.

Prvním porovnávaným parametrem jsou ukazatele. Ve všech porovnávaných státech je použit ukazatel SAIDI, jelikož ukazatel CML ve Velké Británii je počítán pomocí stejného vzorce (viz kapitola 3.2).

Pro Českou republiku a Německo je pro regulaci také využit ukazatel SAIFI. Dalo by se říct, že ve Velké Británii je použita upravená forma tohoto ukazatele, ukazatel CI. Rozdíl mezi ukazateli SAIFI a CI je dán vztaženým poměrem zákazníků. U ukazatele SAIFI je počítán počet přerušení na jednoho zákazníka, avšak u ukazatele CI je počítán na 100 zákazníků.

Další rozdílnou složkou metodik je maximum získaného bonusu či udělené penále. U České republiky, Německa a Velké Británie je tato hodnota stanovena regulačním úřadem na procentuální hodnotu ze zisku, ve Francii je naopak tato hodnota stanovena na přesnou částku 54,2 mil €. Distribuční síť je provozována z 95 % PDS Enedis, který je jako jediný PDS regulovaným subjektem v rámci motivační regulace.

Další porovnávanou veličinou jsou zde referenční hodnoty. Je porovnáváno především hledisko jejich stanovení. Je vidět, že téměř ve všech státech jsou referenční hodnoty stanovené regulačním úřadem, kromě Německa. V Německu jsou referenční hodnoty počítány jako vážený průměr porovnávaných PDS, kteří jsou srovnatelní v počtu zákazníků. V České republice by toto porovnání bylo možné pro 2 ze 3 PDS, proto jsou

zde tedy referenční hodnoty pevně zvoleny. Stejně tak je tomu i ve Velké Británii, kde jsou referenční hodnoty pro jednotlivé PDS voleny úřadem, a také ve Francii, jelikož je regulován pouze jediný PDS.

Dalším porovnávaným parametrem je použití neutrálního pásma v motivační regulaci. Toto pásmo je použito pouze v České republice, ve všech ostatních zemích toto pásmo využito není. Znamená to, že v porovnávaných evropských zemích je téměř zaručeno dosažení bonusu/penále s výjimkou samotné referenční hodnoty.

K meziročnímu zpřísnování referenčních hodnot dochází v České republice, Velké Británii i ve Francii. Jedinou porovnávanou zemí, ve které neprobíhá přímé zpřísnování hodnot, je Německo. Je to dáno tím, že referenční hodnoty jsou zde počítány jako průměr dosažených hodnot ukazatelů jednotlivých PDS. Samozřejmě se každý PDS snaží svoji výkonnost v oboru nepřetržitosti dodávek zlepšovat, tudíž lze zavést předpoklad, že každý rok dochází ke snižování referenční hodnoty, tudíž k nepřímému zpřísnování.

5 Modelový příklad přepočtu ukazatelů PDS dle analyzovaných metodik

V této části si představíme využití jednotlivých metodik v praxi na datech poskytnutých od PREdistribuce.

V prvním kroku budou představena samotná data o přerušeních. Jedná se o fiktivní, upravená data, která se však vztahují ke skutečným datům PREdistribuce z roku 2018. U jednotlivých událostí je uveden typ a příčina události, které jsou klíčové při výpočtech ukazatelů dle metodik jednotlivých států, jelikož u porovnávaných států dochází k vyloučení části typů událostí, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole. Jako další je uvedena úroveň napětí, na které došlo k přerušení, dále důležitější počet zákazníků, u kterých došlo k přerušení, a také celková doba trvání přerušení u všech zasazených zákazníků na jednotlivých úrovních.

Označení události	Typ události	Příčina události	Úroveň napětí	n_{jNN}	$(t_j * n_j)_{NN}$	n_{jVN}	$(t_j * n_j)_{VN}$	n_{jVVN}	$(t_j * n_j)_{VVN}$
109	212		0,4	11	2453	0	0	0	0
705	12	33	22	263	10783	8	328	0	0

Tabulka 6: Náhled dat o přerušeních

V předchozí tabulce je zobrazen příklad dvou náhodných událostí. První událost je způsobená opravou, tudíž spadá do kategorie plánovaných přerušení. Z tabulky také lze zachytit, že tato událost zasáhla pouze na úrovni nízkého napětí.

Druhá událost, způsobená jednáním třetí osoby, je zařazena do kategorie neplánovaných přerušení. U ní naopak dochází k přerušení dodávky elektrické energie u zákazníků na úrovni nízkého i vysokého napětí. Rozlišení jednotlivých úrovní je klíčové, jelikož se u jednotlivých metodik liší způsob výpočtu ukazatelů a následného bonusu.

Další důležitou veličinou pro výpočet jednotlivých ukazatelů je počet zákazníků. Jedná se o počet zákazníků z roku 2018 kvůli spojitosti s poskytnutými daty. Počty zákazníků jsou taktéž rozděleny dle jednotlivých úrovní napětí kvůli jednotlivým metodikám.

Jak lze předpokládat z oblasti působení PDS a dále si povšimnout v následující tabulce, nejvyšší počet zákazníků PREDistribuce je na úrovni nízkého napětí.

rok	nn	vn	vvn	Celkem
2 018	793 000	2 022	3	795 025

Tabulka 7: Počet zákazníků PREDistribuce

K výpočtům je také potřeba získat PDS pro stanovení maximální hodnoty dosažitelného bonusu či penále. Výše zisku za rok 2018 činila 1 517 658 850 Kč. [10]

5.1 Česká republika

Jako první bude představen výpočet ukazatelů a bonifikace v České republice. Jelikož se jedná o fiktivní data, nelze použít skutečné dosahované hodnoty v roce 2018.

Pro lepší přehlednost byly události rozděleny a sečteny na plánované a neplánované. Pro ukazatele komponenty Q jsou započítané všechny plánované události, avšak z neplánovaných událostí pouze kategorie č. 11, porucha mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu za obvyklých povětrnostních podmínek. Jelikož ukazatele komponenty Q jsou celosystémové, není potřeba u nich rozlišovat jednotlivé napěťové hladiny. Celkové součty událostí a doby trvání událostí jsou uvedeny v následující tabulce.

Plánované události		Neplánované události	
$\sum n_{jQ}$	$\sum (t_j * n_j)_Q$	$\sum n_{jQ}$	$\sum (t_j * n_j)_Q$
51 668	13 638 124	196 005	10 218 418

Tabulka 8: Součet událostí dle metodiky ČR

Z tabulky je vidět, že byt' neplánovaných událostí je téměř čtyřnásobek, celková doba jejich trvání je nižší než celková doba trvání plánovaných přerušení. Průměrná doba trvání neplánovaných přerušení činí 52 minut, kdežto průměrná doba trvání plánovaných přerušení se dostává na pětinašobek 264 minut.

V dalším kroku jsou vypočteny samotné ukazatele spolehlivosti dodávky elektrické energie. Jak zde již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, jsou jimi SAIFI_Q a SAIDI_Q.

$$SAIFI_Q = \frac{\sum_j n_j}{N_s} = \frac{51\,668 + 196\,005}{795\,025} = 0,312 \text{ přerušení/rok} \quad (38)$$

$$SAIDI_Q = \frac{\sum_j \sum_k t_{jk} n_{jk}}{N_s} = \frac{13\,638\,124 + 10\,218\,418}{795\,025} = 30,007 \text{ min/rok} \quad (39)$$

Po vypočtení obou ukazatelů již zbývá určit výši bonusu či penále za dosaženou výkonnost. V České republice však není přesně stanovený vzorec pro výpočet, avšak je znám graf motivační regulace s vyznačenými body, ze kterých je možné vzorec vytvořit. Jako první je potřeba stanovit referenční hodnoty neboli hranice grafu motivační regulace, jelikož legislativně jsou stanoveny v procentuálních hodnotách.

V následujících tabulkách jsou zobrazeny dolní a horní hranice neutrálního pásma (DHNP, HHNP) a hranice maximální výše bonusu a penále ($DUQ_{\max/\min}$) pro jednotlivé ukazatele.

SAIFI_{ref}	DHNP	HHNP	DUQ_{min}	DUQ_{max}
	-10 %	10 %	-25 %	25 %
0,310	0,341	0,279	0,388	0,233

Tabulka 9: Referenční hodnoty SAIFI [7]

SAIDI_{ref}	DHNP	HHNP	DUQ_{min}	DUQ_{max}
	-10 %	10 %	-25 %	25 %
32,04	35,244	28,836	40,050	24,030

Tabulka 10: Referenční hodnoty SAIDI [7]

Další potřebnou hodnotou zůstává maximální dosažitelná hodnota bonusu a penále. Ta je rozdělena pro oba ukazatele totožným podílem $\pm 2\%$ z dosaženého zisku. Maximální hodnota, která je znázorněna v následujícím vzorci, dosahuje 30 353 177 Kč. Tato hodnota odpovídá hranicím $DUQ_{\max/\min}$ v předchozích tabulkách.

$$\Delta PV_{\max/\min} = \pm 2\% * 1\,517\,655\,000 = 30\,353\,177 \text{ Kč} \quad (40)$$

Z maximální výše dosažitelného bonusu lze vypočítat tzv. „cenu kvality“, neboli směrnici přímký, pomocí které nadále se počítá výše bonusu či penále v případě, že dosažené hodnoty ukazatelů jsou mimo neutrální pásmo motivační regulace.

$$CK_{SAIFI} = \frac{\Delta PV_{\max/\min}}{DUQ_{\min} - DHNP} = \frac{30\,353\,177}{0,388 - 0,341} = 622\,756\,495 \text{ Kč/přerušeni/rok} \quad (41)$$

$$CK_{SAIDI} = \frac{\Delta PV_{\max/\min}}{DUQ_{\min} - DHNP} = \frac{30\,353\,177}{40,050 - 35,244} = 6\,315\,684 \text{ Kč/min/rok} \quad (42)$$

Posledním krokem při výpočtu bonusu je určení pozice dosažené úrovně kvality na křivce motivační regulace. V případě, že dosažená úroveň kvality je vyšší než horní hranice neutrálního pásma, tedy že ukazatele mají nižší hodnotu než horní hranice

neutrálního pásma, výsledný bonus pro ukazatel $SAIFI_Q$ se vypočítá pomocí následujícího vzorce. Pro ukazatel $SAIDI_Q$ je výpočet obdobný, pouze s obměnou hodnot dosaženého ukazatele $SAIDI_Q$, směrnice přímky a hranice pro $SAIDI_Q$.

$$\Delta PV_{SAIFI} = CK_{SAIFI} * (SAIFI_Q - HHNP_{SAIFI}) [Kč] \quad (43)$$

V případě, že dosažená úroveň kvality je nižší než dolní hranice neutrálního pásma, tedy že ukazatele mají vyšší hodnotu než horní hranice neutrálního pásma, výsledná penále pro ukazatel $SAIFI_Q$ se vypočítá pomocí následujícího vzorce. Pro ukazatel $SAIDI_Q$ je výpočet obdobný, pouze s obměnou hodnot dosaženého ukazatele $SAIDI_Q$, směrnice přímky a hranice pro $SAIDI_Q$.

$$\Delta PV_{SAIFI} = CK_{SAIFI} * (SAIFI_Q - DHNP_{SAIFI}) [Kč] \quad (44)$$

Poslední případ nastává v momentě, kdy se dosažená úroveň kvality nachází v neutrálním pásmu neboli v intervalu dolní a horní hranice neutrálního pásma, a tudíž nedochází k žádné bonifikaci. Tato skutečnost nastává právě pro naše vypočtené koeficienty.

$$\langle HHNP_{SAIFI} < SAIFI_Q < DHNP_{SAIFI} \rangle = \langle 0,279 < 0,312 < 0,341 \rangle \rightarrow 0 \text{ Kč} \quad (45)$$

$$\langle HHNP_{SAIDI} < SAIDI_Q < DHNP_{SAIDI} \rangle = \langle 28,836 < 30,007 < 35,244 \rangle \rightarrow 0 \text{ Kč} \quad (46)$$

Z předchozích rovnic vyplývá, že pro dosaženou úroveň kvality nedochází k bonifikaci ani jednoho z ukazatelů. Oba ukazatele se pohybují v neutrálním pásmu, tudíž pro oba ukazatele $SAIFI_Q$ i $SAIDI_Q$ je bonus roven 0 a výsledný bonus je roven 0.

5.2 Německo

Nejbližším porovnávaným státem je Německo. Německo se od porovnávaných zemí liší především dvěma hlavními rysy. Tím je rozdělení výpočtu a hodnocení ukazatelů podle napěťových hladin, tj. SAIDI pro hladinu nízkého napětí a ASIDI pro hladinu vysokého napětí. Toto rozdělení je důležité především v rámci poruch. Do ukazatele SAIDI jsou započítána pouze přerušení způsobená na hladině 0,4 kV u připojených zákazníků na této hladině, na rozdíl od ASIDI, které počítá pouze s poruchami na hladině 22 kV, avšak daná přerušení jsou počítána pro zákazníky na všech hladinách, zasažených daným přerušením. Druhým rysem zůstává výpočet referenčních hodnot, který určuje referenční hodnotu pro každého PDS individuálně.

Prvním krokem pro výpočet ukazatele SAIDI je součet jednotlivých událostí. Události jsou pro přehlednost rozděleny na plánované a neplánované. Mezi započítané události patří pouze přerušení, ke kterým došlo pouze na hladině 0,4 kV. Pro ukazatele komponenty Q jsou započítané všechny plánované události, avšak z neplánovaných událostí jsou započítány poruchy mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu za obvyklých povětrnostních podmínek či nepříznivých povětrnostních podmínek a poruchy v důsledku zásahu nebo jednání třetí osoby.

$\sum (t_j * n_j)$	
Plánované události	Neplánované události
13 334 749	3 474 312

Tabulka 11: Součet událostí na nn dle metodiky Německa

Po sečtení trvání událostí lze jednoduše vypočítat ukazatel SAIDI komponenty Q. V Německu dochází k lehké úpravě vzorce, kdy je započítána pouze polovina plánovaných událostí, či jejich trvání.

$$SAIDI_Q = \frac{\sum_j \sum_k t_{jk} n_{jk}}{N_s} = \frac{\frac{13\,334\,749}{2} + 3\,474\,312}{793\,000} = 12,789 \text{ min/rok} \quad (47)$$

Stejný postup se týká i hladiny vysokého napětí. Pro výpočet ASIDI je potřeba znát celkový maximální odběr v oblasti a zároveň přerušený odběr za hodnocené období.

Ze zadaných dat nelze tyto údaje přímo vyjádřit, tudíž je nutné výpočet aproximovat pomocí měrných a maximálních výkonů. Pro výpočet dále je potřeba celkový součet dob trvání událostí. Do výpočtu se nezapočítávají pouze přerušení na hladině vysokého napětí, ale i přerušení na hladině nízkého napětí způsobená poruchou či odstávkou sítě vysokého napětí. Typy událostí, které jsou započítané do ukazatele ASIDI, jsou totožné s typy pro výpočet ukazatele SAIDI.

$\sum(t_j * n_j)$			
Plánované události	Neplánované události	Plánované události nn, způsobené na vn	Neplánované události nn, způsobené na vn
16 998	32 981	2 195	286 377

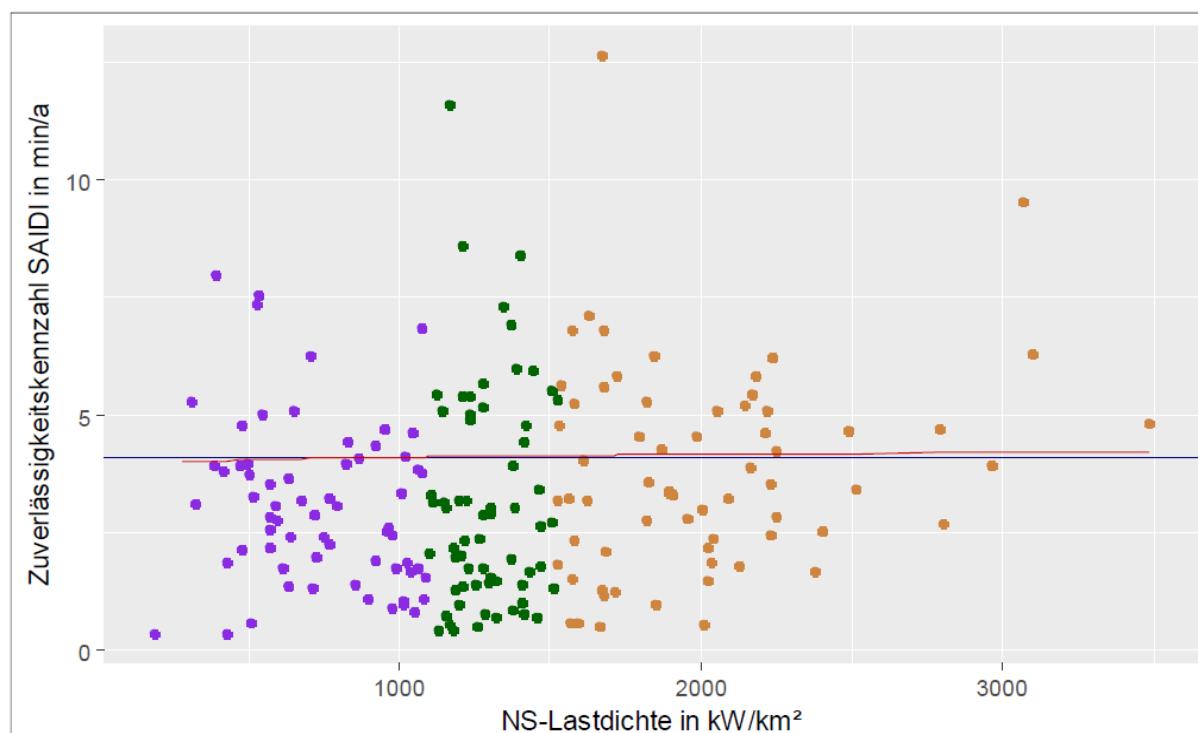
Tabulka 12: Součet událostí na vn metodiky Německa

Pro vypočtení ukazatele ASIDI komponenty Q vynásobíme doby trvání přerušení na jednotlivých hladinách příslušnými měrnými výkony. Měrný výkon na hladině vn je v síti PREDistribuce stanoven na 191,58 kW a měrný výkon na hladině nn 0,374 kW. Pro výpočet jsou taktéž potřebné maximální výkony pro stanovení maximálního možného odebíraného výkonu. Ty byly po konzultaci určeny na čtyřnásobek měrných výkonů, tedy maximální výkon na hladině vn je 766,32 kW a na hladině nn 1,50 kW. Výsledné ASIDI se následně vyčíslí jako poměr nedodané práce a maximálního zatížení v daném hodnoceném období.

$$ASIDI_Q = \frac{\left(\frac{16\,998}{2} + 32\,981\right) * 191,58 + \left(\frac{286\,377}{2} + 8\,918\,112\right) * 0,37}{2022 * 766,32 + 793\,000 * 1,50} \quad (48)$$

$$ASIDI_Q = 4,144 \text{ min/rok} \quad (49)$$

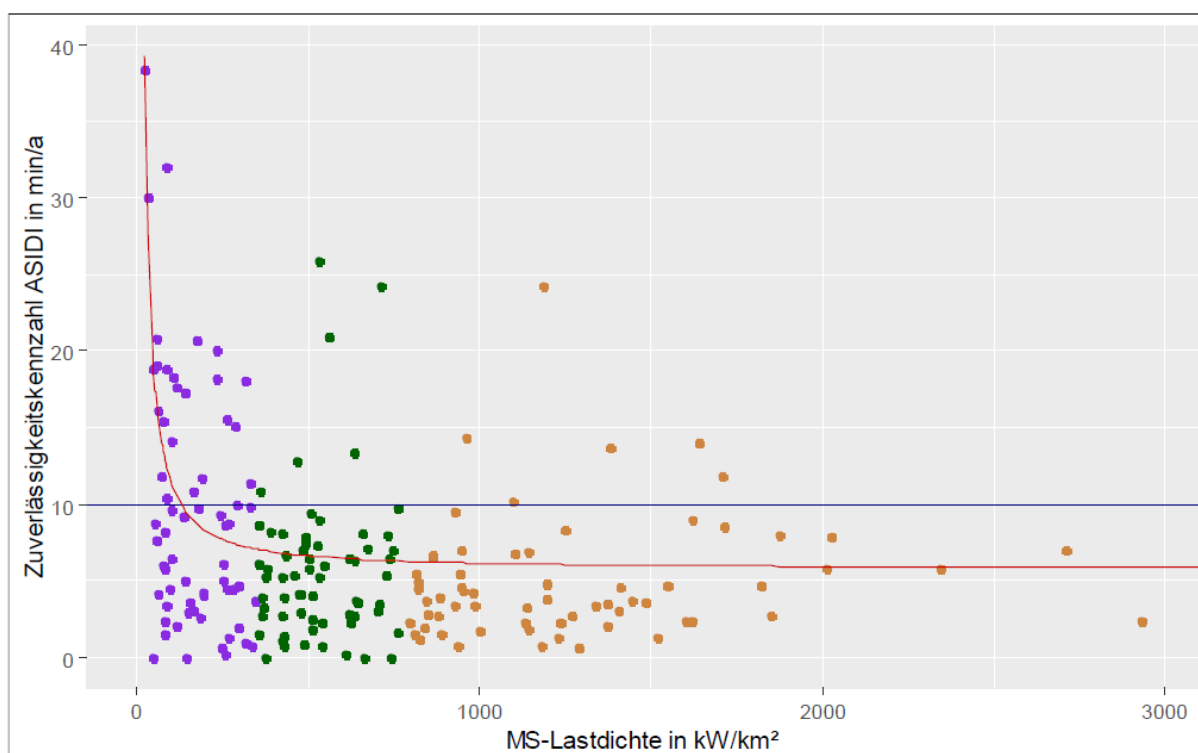
Pro určení bonusu jsou nezbytné referenční hodnoty. V Německu jsou referenční hodnoty počítány z dosažených hodnot všech PDS. Pomocí dosažených hodnot ukazatelů je stanoven vzorec hyperboly regulačním úřadem, který určí přesně stanovenou referenční hodnotu podle individuální hustoty zatížení. Následující obrázek č. 8 tuto skutečnost zobrazuje pro ukazatel SAIDI.



Obrázek 8: Referenční hodnota SAIDI pro Německo [16]

Červená křivka zobrazuje výpočtovou hyperbolu. Jelikož tato křivka téměř kopíruje konstantní hodnotu, byla referenční hodnota $SAIDI_{ref}$ ustanovena regulačním úřadem na konstantní hodnotu 4,1 min/rok znázorněnou modrou křivkou.

Na následujícím obrázku č. 9 jsou znázorněny dosahované hodnoty $ASIDI_Q$ jednotlivých PSD a hyperbolická křivka referenční hodnoty, která je znázorněna červenou barvou.



Obrázek 9: Referenční hodnota ASIDI pro Německo [16]

Pro samotný výpočet referenční hodnoty $ASIDI_{ref}$ je potřeba stanovit hustotu zatížení. K tomu je nutná celková rozloha 505 km², kterou PDS pokrývá, a průměrné zatížení, stanovené pomocí měrných výkonů zmíněných dříve. [16]

$$\rho = \frac{n_{nn} * P_{nn} + n_{vn} * P_{vn}}{s} = \frac{793\,000 * 0,374 + 2\,022 * 191,58}{505} = 1354 \text{ kW/km}^2 \quad (50)$$

Po vypočtení hustoty zatížení a jejího dosazení do rovnice hyperboly lze vypočíst následnou referenční hodnotu $ASIDI_{ref}$. [16]

$$ASIDI_{ref} = 5,8 + \frac{1\,316,63}{\rho^{1,18}} = 5,8 + \frac{1\,316,63}{1\,354^{1,18}} = 6,066 \text{ min/rok} \quad (51)$$

Posledním krokem před výpočtem bonusu či penále je stanovení maximální hodnoty dosažitelného bonusu či penále. Maximální hodnota bonusu či penále nabývá v Německu stejné hodnoty jako v České republice, tj. $\pm 2\%$ z dosaženého zisku.

$$\Delta PV_{max/min} = \pm 2\% * 1\,517\,655\,000 = 30\,353\,177 \text{ Kč} \quad (52)$$

Předposledním krokem zůstává stanovení bonusu či penále pro jednotlivé ukazatele. Výpočet bonusu je stanoven přímým vzorcem v €. Proto je do výpočtu potřeba zařadit směnový kurz, který je stanoven na hodnotu 26 Kč/€, kolem které se aktuální kurz neustále pohybuje.

$$Q_{b/p} = c * n_z * (Q_{ref} - Q_i) * kurz \quad (53)$$

$$Q_{SAIDI} = 0,18 * 795\,025 * (4,100 - 12,789) * 26 = -32\,329\,355 \text{ Kč} \quad (54)$$

Jak je ze vzorce zřejmé, vypočtená hodnota penále pro ukazatel SAIDI_Q převyšuje maximální hodnotu a nastává zde omezení na maximální hodnotu penále ΔPV_{\min} - 30 353 177 Kč.

$$Q_{ASIDI} = 0,18 * 795\,025 * (6,066 - 4,144) * 26 = 7\,150\,431 \text{ Kč} \quad (55)$$

$$Q_{celk} = Q_{SAIDI} + Q_{ASIDI} = -30\,353\,177 + 7\,150\,431 = -23\,202\,746 \text{ Kč} \quad (56)$$

Po vypočtení hodnot bonusu a penále pro jednotlivé ukazatele rozdělené podle napěťových hladin již zbývá pouze finální hodnota penalizace. Finální hodnota po součtu dosahuje - 23 202 746 Kč, což je způsobeno velkým rozdílem mezi dosaženou hodnotou SAIDI_Q a referenční hodnotou SAIDI_{ref}.

5.3 Velká Británie

Velká Británie má z vybraných států nejkompexnější výpočet bonusu či penále za dosaženou úroveň kvality. Jako jediná porovnávaná země má také jiné označení ukazatelů spolehlivosti. CI (customer interruptions), který odpovídá SAIFI vynásobenému 100 a CML (customer minutes lost), který odpovídá známějšímu SAIDI. Další zvláštností je rozdělení typů přerušení a výpočet samotných ukazatelů pro dané typy přerušení zvlášť, které jsou označeny písmeny, jež jsou uvedeny u jednotlivých koeficientů v následujících výpočtech.

- A. Neplánovaná přerušení
- B. Plánovaná přerušení
- C. Přerušení způsobená poruchou v přenosové síti
- D. Přerušení způsobená poruchou na generátorech v distribuční síti
- E. Přerušení způsobená poruchou v jiných sítích se zpětnými účinky

Počítáno je zde pouze s přerušeními typu A, B a D. Mezi neplánovaná přerušení, kategorii A, patří poruchy mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu za obvyklých povětrnostních podmínek, poruchy v důsledku zásahu nebo jednání třetí osoby a poruchy mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu za neobvyklých povětrnostních podmínek. Plánovaná přerušení, kategorie B, jsou započítána všechna. Přerušení způsobená poruchou na generátorech v distribuční síti, kategorie D, jsou v České republice jako poruchy v důsledku události mimo soustavu a u výrobce.

Kategorie C, přerušení způsobená poruchou v přenosové síti, nemá v České republice pevně dané označení, na území PREdistribuce se vyskytuje velice vzácně a ve vyhodnocovaném období k němu nedošlo. Kategorie E, přerušení způsobená poruchou v jiných sítích se zpětnými účinky, se na území PREdistribuce vyskytuje velice vzácně a taktéž k němu ve vyhodnocovaném období nedošlo. Proto jsou tyto kategorie přerušení zanedbávána.

Při výpočtu je také potřeba několik referenčních hodnot, které jsou zadávány pro jednotlivé PDS. Jelikož má většina PDS sítě venkovního i kabelového typu, lze PREdistribuci srovnat s jediným PDS, a to London Power Networks. Ten působí pouze v Londýně, který je několikanásobně větší než Praha, avšak jedná se o jedinou síť hodnocenou pouze pro čistě urbanizovanou oblast. [5]

Nyní je potřeba jednotlivé součty událostí, ze kterých se následně vypočtou ukazatele spolehlivosti pro jednotlivé typy přerušení.

	Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C	Kategorie D	Kategorie E
$\sum n_j$	238 401	51 668	0	1 242	0
$\sum(t_j * n_j)$	13 235 322	13 638 124	0	276 532	0

Tabulka 13: Součty událostí dle metodiky Velké Británie

Nyní lze vypočítat ukazatele pro jednotlivé typy přerušení. Výpočet je uveden pro neplánovaná přerušení. Pro zbylá přerušení jsou vypočítány stejným způsobem, pouze s dosazením součtů příslušných událostí.

$$CIA = \frac{\sum_j n_j * 100}{N_s} = \frac{238\,401 * 100}{795\,025} = 29,987 \text{ přerušení} * 100/\text{rok} \quad (57)$$

CIA	CIB	CIC	CID	CIE
29,987	6,499	0	0,156	0

Tabulka 14: Ukazatele CI dle metodiky Velké Británie

$$CMLA = \frac{\sum_j \sum_k t_{jk} n_{jk}}{N_s} = \frac{13\,235\,322}{795\,025} = 16,648 \text{ min}/\text{rok} \quad (58)$$

CMLA	CMLB	CMLC	CMLD	CMLE
16,648	17,154	0	0,348	0

Tabulka 15: Ukazatele CML dle metodiky Velké Británie

Nyní lze vypočítat jednotlivé položky potřebné k výpočtu bonusu či penále za úroveň kvality. První položkou jsou součtové ukazatele spolehlivosti CIIS a CMLIS, do kterých jsou započítány jednotlivé typy přerušení s určenou vahou.

$$CIIS_t = CIA_t + (0,5 * CIB_t) + (0 * CIC_t) + CID_t + (0 * CIE_t) \quad (60)$$

$$CIIS_t = 29,987 + (0,5 * 6,499) + 0,156 = 33,392 \text{ přerušení} * 100/\text{rok} \quad (61)$$

$$CMLIS_t = CMLA_t + (0,5 * CMLB_t) + (0,1 * CMLC_t) + CMLD_t + (0,1 * CMLE_t) \quad (62)$$

$$CMLIS_t = 16,648 + (0,5 * 17,154) + 0,348 = 25,573 \text{ min/rok} \quad (63)$$

Nyní je nutno provést výpočty hodnot, které povedou k samotné výkonnosti plnění cílových neboli referenčních hodnot jednotlivých ukazatelů nepřetržitosti, a následně samotnému výpočtu bonusu.

Prvním krokem je vypočtení hodnoty výkonnosti plnění cílového CI (QA). Do výpočtu zde vstupuje cílová hodnota pro ukazatel CI (TA), dosažená hodnota ukazatele CI (CIIS), referenčně zadaná motivační sazba pro ukazatel CI (IRA) a hodnota započítávající daňovou sazbu (TRT). Jelikož je motivační sazba zadaná v milionech Ł, musí se přepočítat podle kurzu stanoveného na 30 Kč/Ł, což je hodnota, kolem které se nejčastěji pohybuje.

$$QA_t = (TA_t - CIIS_t) * IRA_t * TRT_t * 10^6 * kurz \quad (64)$$

$$QA_t = (30,048 - 33,392) * 0,350 * 0,658 * 10^6 * 30 = -23\,095\,407 \text{ Kč} \quad (65)$$

Celková cílová hodnota pro CI (TA) je dána součtem cílových hodnot způsobených plánovanými přerušeními (TAP) a neplánovanými přerušeními (TAU).

$$TA_t = TAP_t + TAU_t = 3,448 + 26,600 = 30,048 \quad (66)$$

$$TAP_t = \frac{CIB_{t-4} + CIB_{t-3} + CIB_{t-2}}{3} * 0,5 \quad (67)$$

Jelikož jsou zadaná data na jeden rok, nelze tudíž použít tento vzorec pro stanovení cílové hodnoty CIB pro plánovaná přerušení. Tudíž byl vzorec aproximován a data z předchozích let jsou nahrazena zpřísňováním ukazatele CIB pro plánovaná přerušení. Zpřísňování bylo použito z metodiky České republiky.

$$TAP_t = \frac{CIB * (1,03 + 1,03^2 + 1,03^3)}{3} * 0,5 \quad (68)$$

$$TAP_t = \frac{6,499 * (1,03 + 1,03^2 + 1,03^3)}{3} * 0,5 = 3,448 \text{ přerušení} * 100/\text{rok} \quad (69)$$

Další je hodnota TRT, která započítává daňovou sazbu na celkové náklady TOTEX. To je vyjádřeno motivační sazbou na celkové náklady (IQI), která je zadána referenčně.

$$TRT_t = \frac{IQI}{1 - CT_t} = \frac{53,28 \%}{81 \%} = 0,658 \quad (70)$$

Druhým krokem je vypočtení hodnoty výkonnosti plnění cílového CML (QB). Do výpočtu zde vstupuje cílová hodnota pro ukazatel CML (TB), dosažená hodnota ukazatele CML (CMLIS), referenčně zadaná motivační sazba pro ukazatel CML (IRB) a hodnota započítávající daňovou sazbu (TRT). Jelikož je motivační sazba zadaná v milionech £, musí se přepočítat podle kurzu stanoveného na 30 Kč/£.

$$QB_t = (TB_t - CMLIS_t) * IRB_t * TRT_t * 10^6 * \text{kurz} \quad (71)$$

$$QB_t = (46,264 - 25,573) * 0,860 * 0,658 * 10^6 * 30 = 351\,142\,716 \text{ Kč} \quad (72)$$

Celková cílová hodnota pro CMLB (TB) je dána součtem cílových hodnot způsobených plánovanými přerušeními (TBP) a neplánovanými přerušeními (TBU).

$$TB_t = TBP_t + TBU_t = 9,464 + 36,800 = 46,264 \text{ min/rok} \quad (73)$$

$$TBP_t = \frac{CMLB_{t-4} + CMLB_{t-3} + CMLB_{t-2}}{3} * 0,5 \quad (74)$$

Zde nastává obdobný případ jako u cílové hodnoty ukazatele CIB. Jelikož nejsou dostupná data z předchozích let, je vzorec aproximován se stejným zpříšňováním.

$$TBP_t = \frac{CMLB * (1,03 + 1,03^2 + 1,03^3)}{3} * 0,5 \quad (75)$$

$$TBP_t = \frac{17,154 * (1,03 + 1,03^2 + 1,03^3)}{3} * 0,5 = 9,464 \text{ min/rok} \quad (76)$$

Po vypočtení výkonnosti jednotlivých ukazatelů lze následovně vypočítat celkovou výkonnost a dosahované bonusy či penále za dosažené hodnoty ukazatelů CI a CML. Do výpočtu tohoto bonusu také vstupuje hodnota maximálního dosažitelného bonusu (TRIM), která je stanovena na 2,5 % ze zisku.

$$QZ_t = \max [\min(TRIM_t, QA_t + QB_t), -TRIM_t] \quad (77)$$

$$TRIM_t = 2,5 \% * 1\,517\,658\,850 = 37\,941\,471 \text{ Kč} \quad (78)$$

$$QZ_t = \max [\min(37\,941\,471, -23\,095\,407 + 351\,142\,716), -37\,941\,471] \quad (79)$$

$$QZ_t = 37\,941\,471 \text{ Kč} \quad (80)$$

Výpočet dosaženého bonusu či penále (IQ) je následovný:

$$IQ_t = (QZ_{t-2} + QC_{t-2} + QD_{t-2}) * PVF_{t-2} * PVF_{t-1} * RPIF_t \quad (81)$$

Jak je zřejmé ze vzorce, bonus či penále, na které má PDS možnost dosáhnout, je počítán z výkonnosti neboli úrovně kvality dosažené o 2 roky dříve. Proto jsou do výpočtu zavedeny úpravy současných hodnot PVF a faktor zohledňující index maloobchodních cen. Pro zjednodušení jsme tyto faktory zanedbali, tudíž by to znamenalo obdržení bonusu v příslušném roce.

Dále jsou zde započítány úpravy výkonnosti při příznivých a nepříznivých povětrnostních podmínkách, QC a QD, které závisí především na platbách zákazníkovi za nedodržení standardů kvality dodávky, tudíž za nadměrné přerušení dodávky. Bohužel v České republice se tyto standardy nerozlišují a nepočítají, tudíž tyto úpravy zanedbáme a výsledný bonus bude počítán následovně.

$$IQ_t = QZ_t = 37\,941\,471 \text{ Kč} \quad (82)$$

Výsledný bonus je tak dán pouze dosaženou výkonností ukazatelů CI a CML, kde hodnota ukazatele CML pro zadaná data je výrazně nižší než požadovaná maximální hodnota tohoto ukazatele. Z tohoto důvodu lze říct, že v Praze je zajištěna vysoká spolehlivost dodávky elektřiny pro podmínky zavedené v Londýně. To má za následek velmi vysokou výši bonusu, která musí být omezena maximální hodnotou bonusu.

5.4 Francie

Posledním porovnávaným státem je Francie. Motivační regulaci ve Francii podléhá pouze největší distributor v zemi, který vlastní přes 90 % všech distribučních sítí v zemi, ze kterých je většina formou venkovních vedení. To má za následek také nastavení vzorce pro výpočet bonusu a vysokou referenční hodnotu. Kvůli této skutečnosti bude potřeba vzorec na výpočet bonusu aproximovat.

Nejprve je potřeba spočítat samotný ukazatel spolehlivosti, jímž je SAIDI, který je v motivační regulaci hodnocen. Jedná se o ukazatel systémový s vybranými typy přerušení. Přerušení, která jsou započítána do SAIDI, jsou podobná německé regulaci. Na rozdíl od Německa jsou ve Francii započítána všechna plánovaná přerušení a neplánovaná přerušení kategorií poruchy mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu za obvyklých povětrnostních podmínek, poruchy v důsledku zásahu nebo jednání třetí osoby a poruchy mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu za neobvyklých povětrnostních podmínek.

Poněvadž se počítá pouze s ukazatelem SAIDI, postačí vyjádřit pouze dobu trvání všech přerušení. V následující tabulce jsou opět tyto doby rozděleny podle plánovaných a neplánovaných přerušení pro přehlednost. Lze si z následující tabulky povšimnout, že doby obou kategorií přerušení nabývají téměř shodné výše.

$\sum (t_j * n_j)$	
Plánované události	Neplánované události
13 638 124	13 235 322

Tabulka 16: Součet událostí dle metodiky Francie

Ze sečtených událostí lze následovně spočítat hodnocený ukazatel SAIDI. V porovnání s metodikou České republiky si lze povšimnout shodnosti součtu plánovaných událostí, a naopak odlišnosti součtu neplánovaných událostí, což vede k vyššímu ukazateli SAIDI.

$$SAIDI = \frac{\sum_j \sum_k t_{jk} n_{jk}}{N_s} = \frac{13\,638\,124 + 13\,235\,322}{795\,025} = 33,802 \text{ min/rok} \quad (83)$$

Jak zde již bylo řečeno, pro výpočet bonusu je vzorec přizpůsoben pro hlavního PDS Francie a je potřeba jej přizpůsobit na podmínky, které umožní počítat se zadanými daty. K tomu musíme nejprve zanalyzovat původní vzorec dle [15], který zní takto:

$$I_t = -4,3 * (SAIDI_{tref} - 34) * \ln \left(\frac{SAIDI_t - 34}{SAIDI_{tref} - 34} \right) \quad (84)$$

Jako první je zde hodnota 4,3, která značí cenu kvality. Ta je dána na 4,3 miliony €. Pro Českou republiku je potřeba ji přepočítat na Kč se stanoveným kurzem. Jelikož měnový kurz je časově proměnná veličina, byl stanoven pro výpočty na hodnotu 26 Kč/€.

$$CK = 4,3 * 10^6 * 26 = 111\,800\,000 \text{ Kč/min} \quad (85)$$

Další člen ve vzorci je $SAIDI_{tref}$, který značí referenční hodnotu ukazatele SAIDI pro daný rok. Ta byla v prvním roce zavedení motivační regulace ve Francii stanovena na hodnotu 68 minut/rok s ročním zpřísňováním o 1 minutu. Zdroj [17] uvádí, že do roku 2028 plánuje Francie dosáhnout hodnoty SAIDI rovnou maximálně 30 minut/rok ve velkých městech. Jelikož se jedná o budoucí hodnotu dosaženou zpřísňováním, referenční hodnotu $SAIDI_{tref}$ je pro výpočet stanovena jako polovina referenční hodnoty prvního roku, tedy 34 minut/rok.

Tato hodnota 34 minut/rok neboli polovina referenční hodnoty prvního roku se také nachází v původním vzorci. Z tohoto důvodu jsme jí nahradili polovinou naší referenční hodnoty, tedy 17 minut/rok. Upravený vzorec vypadá následovně:

$$I_t = -CK * \left(SAIDI_{tref} - \frac{SAIDI_{tref}}{2} \right) * \ln \left(\frac{SAIDI_t - \frac{SAIDI_{tref}}{2}}{SAIDI_{tref} - \frac{SAIDI_{tref}}{2}} \right) \quad (86)$$

Po dosazení hodnot získáme finální upravený vzorec.

$$I_t = -111\,800\,000 * (34 - 17) * \ln \left(\frac{33,802 - 17}{34 - 17} \right) = 22\,264\,764 \text{ Kč} \quad (87)$$

Nesmí se také opomenout omezení maximální bonusu a penále, které je stanoveno na 54,2 milionu €. Opět tuto hodnotu přepočítáme pomocí kurzu 26 Kč/€.

$$I_{tmax/min} = \pm 54,2 * 10^6 * 26 = 1\,409\,200\,000 \text{ Kč} \quad (88)$$

Výsledná výše bonusu pro dosaženou úroveň kvality činí 22 264 764 Kč, která není nijak omezena maximální možnou výší dosažitelného bonusu.

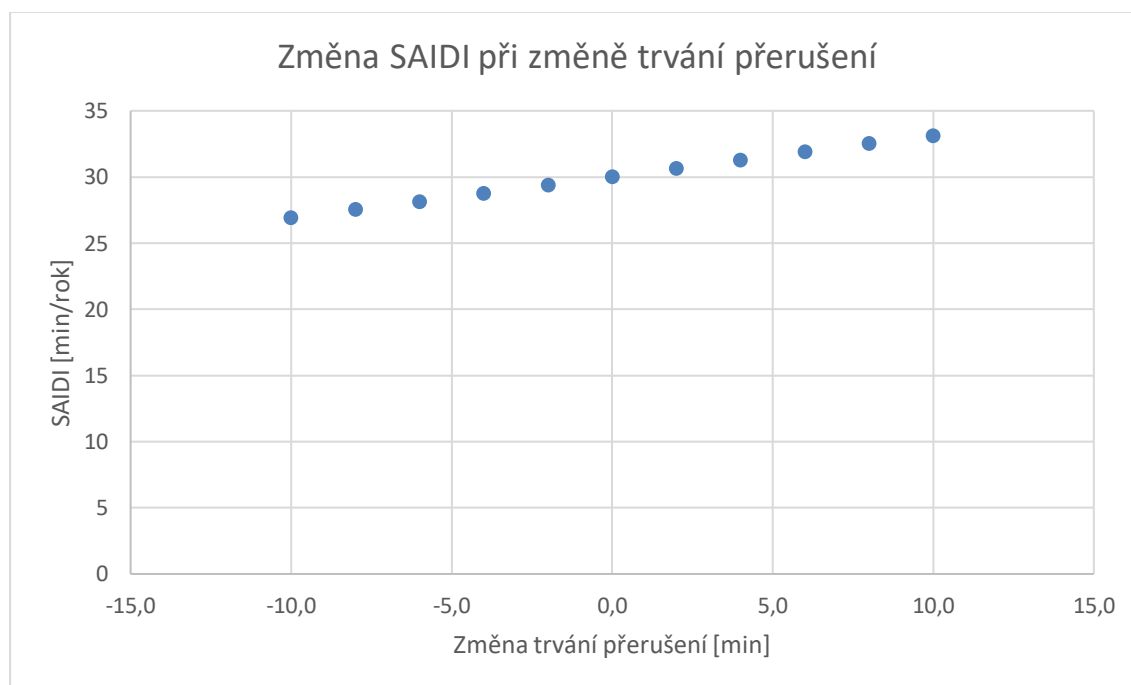
5.5 Citlivostní analýzy

V následující podkapitole jsou provedeny citlivostní analýzy pro lepší znázornění vlivu vybraných proměnných na ukazatele či bonifikaci. Citlivostní analýzy jsou provedeny jako tabulka dat, ze kterých jsou sestaveny grafy, které napomáhají přehlednosti změn.

Citlivostní analýzy byly vybrány pro tři typy vztahů. Prvním vztahem je změna ukazatele SAIDI při změně doby trvání přerušení, druhým vztahem je změna bonusu při změně doby trvání přerušení a posledním vztahem je změna bonusu při procentuální změně doby trvání plánovaných přerušení. Právě poslední vztah je nejdůležitější, jelikož ze strany PDS je možné ovlivnit dobu trvání právě plánovaných přerušení.

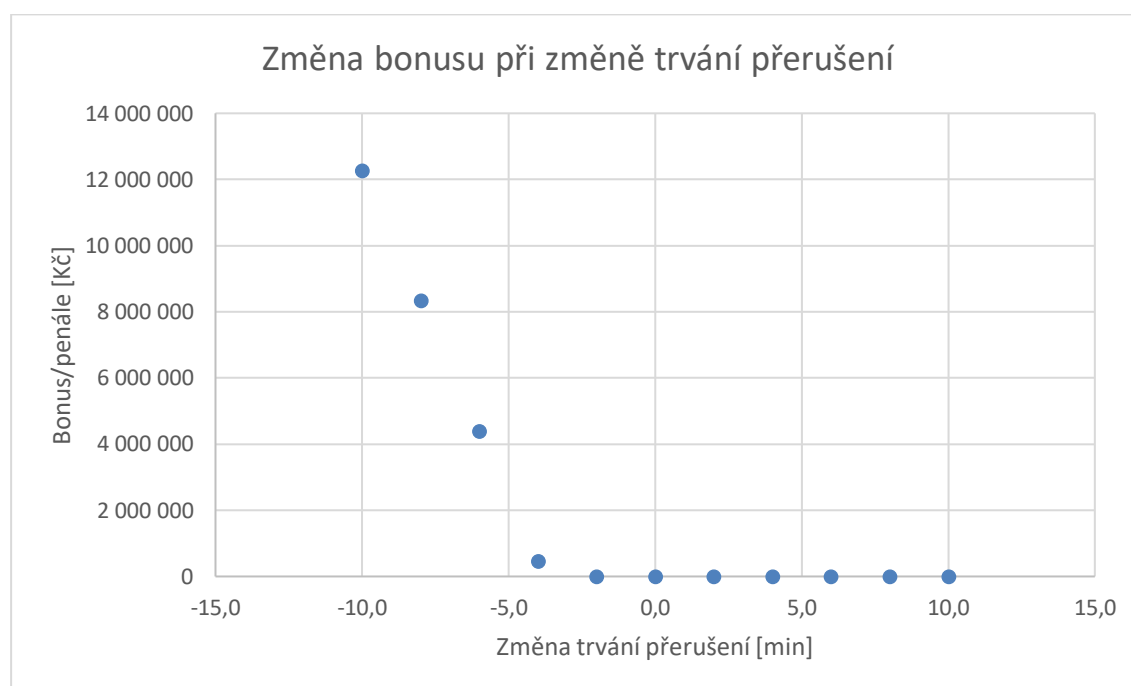
5.5.1 Česká republika

První citlivostní analýza vykazuje změnu ukazatele SAIDI při změně doby trvání jednotlivých přerušení. Z grafu je zřejmá přímá úměra, avšak si lze povšimnout neúplného ovlivnění. Tím je zde myšlen fakt, že při změně trvání všech přerušení o 1 minutu nedojde ke změně SAIDI taktéž o celou 1 minutu.



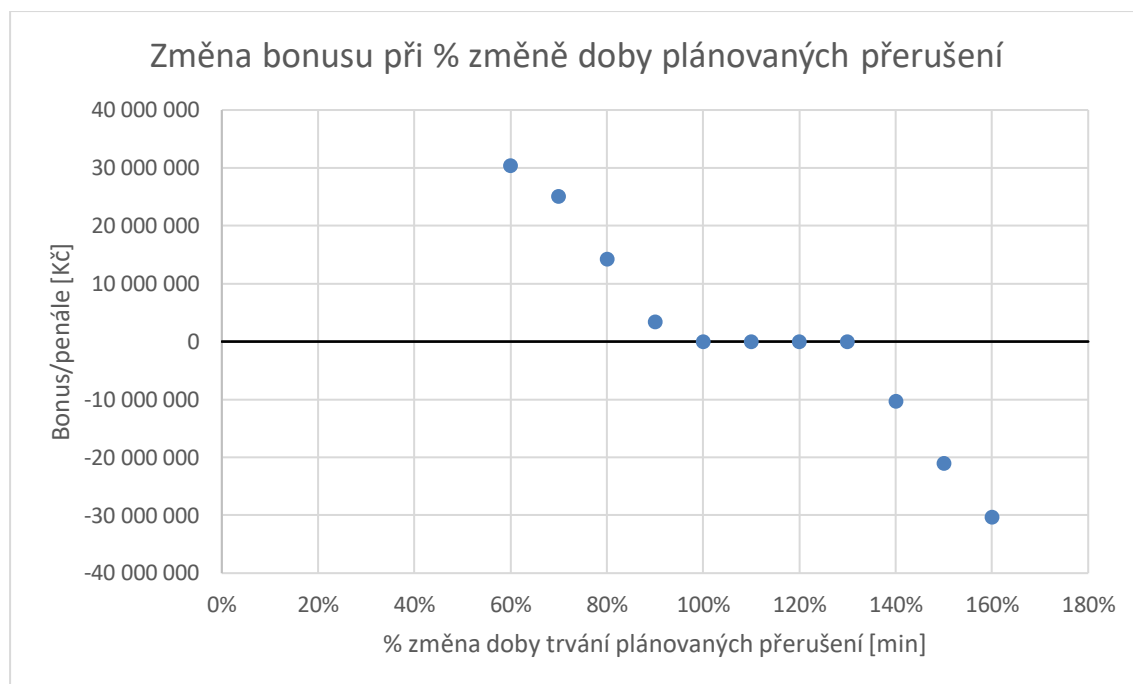
Obrázek 10: Změna SAIDI při změně trvání přerušení dle metodiky ČR

Další citlivostní analýza znázorňuje změnu bonusu při změně doby trvání přerušení. Z tvaru křivky citlivostní analýzy je zřejmá částečná podobnost s grafem motivační regulace. Lze si všimnout, že již při zlepšení doby trvání přerušení o 4 minuty dochází k bonifikaci, avšak při zhoršení o 10 minut, je stále dosahovaná úroveň kvality stále v neutrálním pásmu.



Obrázek 11: Změna bonusu při změně trvání přerušení dle metodiky ČR

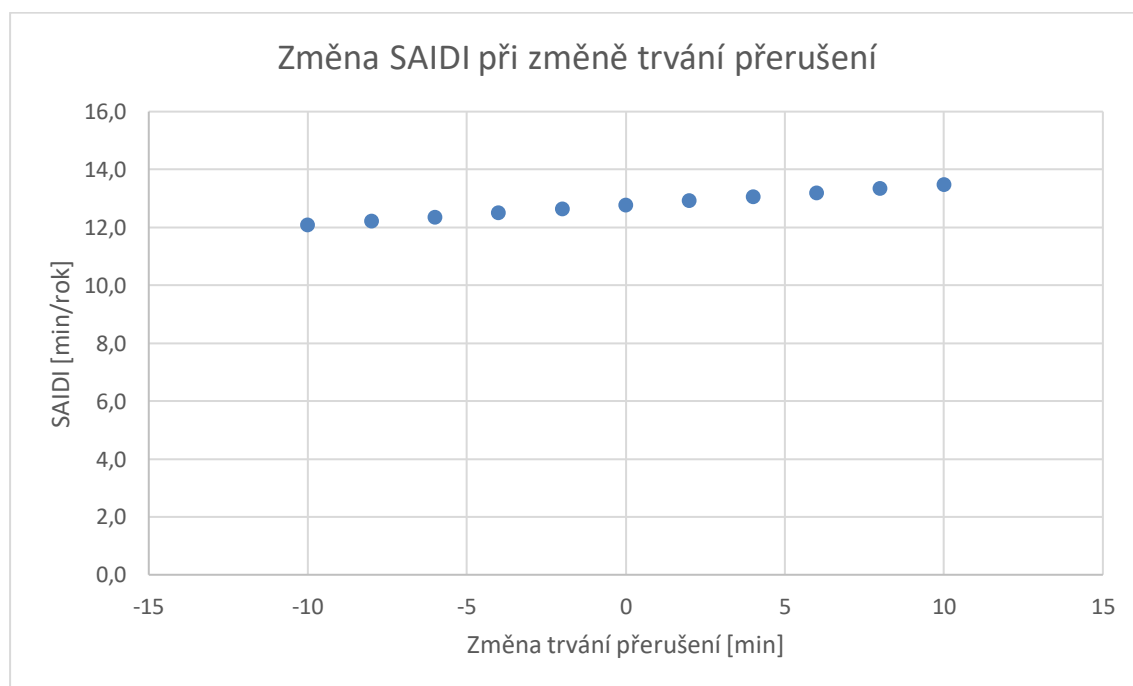
Poslední citlivostní analýzou je změna doby trvání plánovaných přerušení. Z grafu si lze povšimnout podobnosti tvaru s tvarem křivky motivační regulace. Je zřejmé, že při aktuální dosahované úrovni kvality se pohybuje v neutrálním pásmu v části blíže k bonifikaci. Již při snížení doby trvání plánovaných přerušení o 10 % dochází k bonifikaci. Další významné body jsou 60 % doby trvání plánovaných přerušení a 160 % doby trvání plánovaných přerušení. Jak z grafu vyplývá, při těchto hodnotách již dochází k maximální bonifikaci či naopak penalizaci.



Obrázek 12: Změna bonusu při změně doby plánovaných přerušení dle metodiky ČR

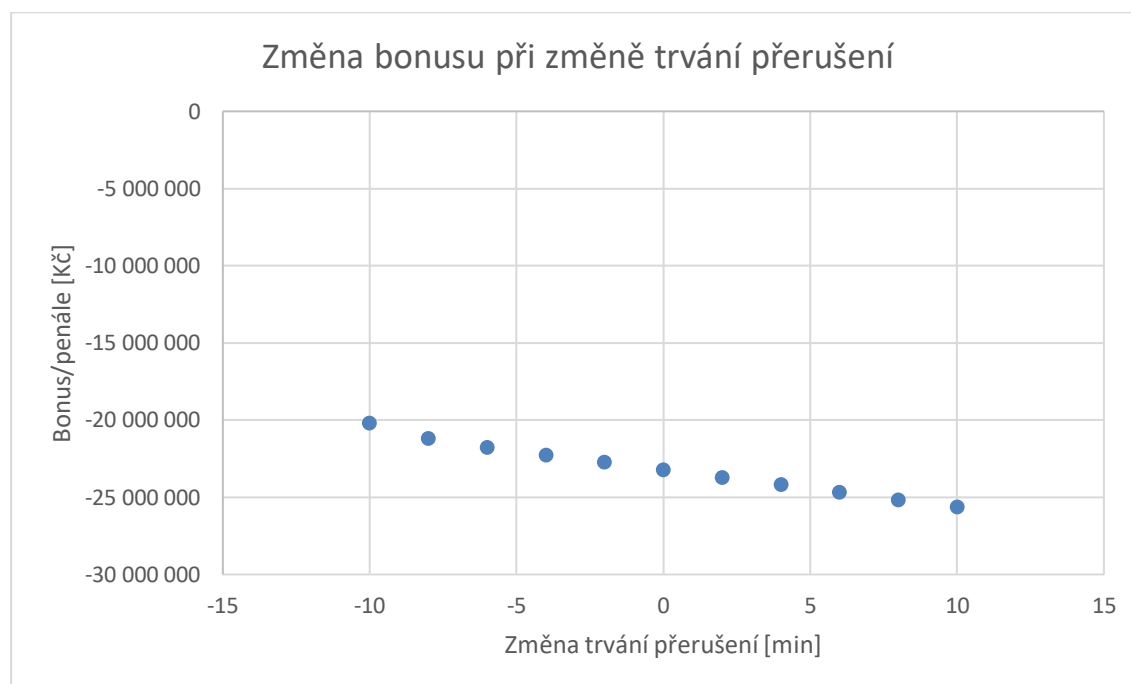
5.5.2 Německo

I pro Německo první citlivostní analýzou zůstává změna ukazatele SAIDI závislá na změně doby trvání přerušení. Oproti ČR si lze povšimnout značně mírnějšího sklonu křivky. Je to dáno především rozdělením výpočtu ukazatelů podle napěťových hladin.



Obrázek 13: Změna SAIDI při změně trvání přerušení dle metodiky Německa

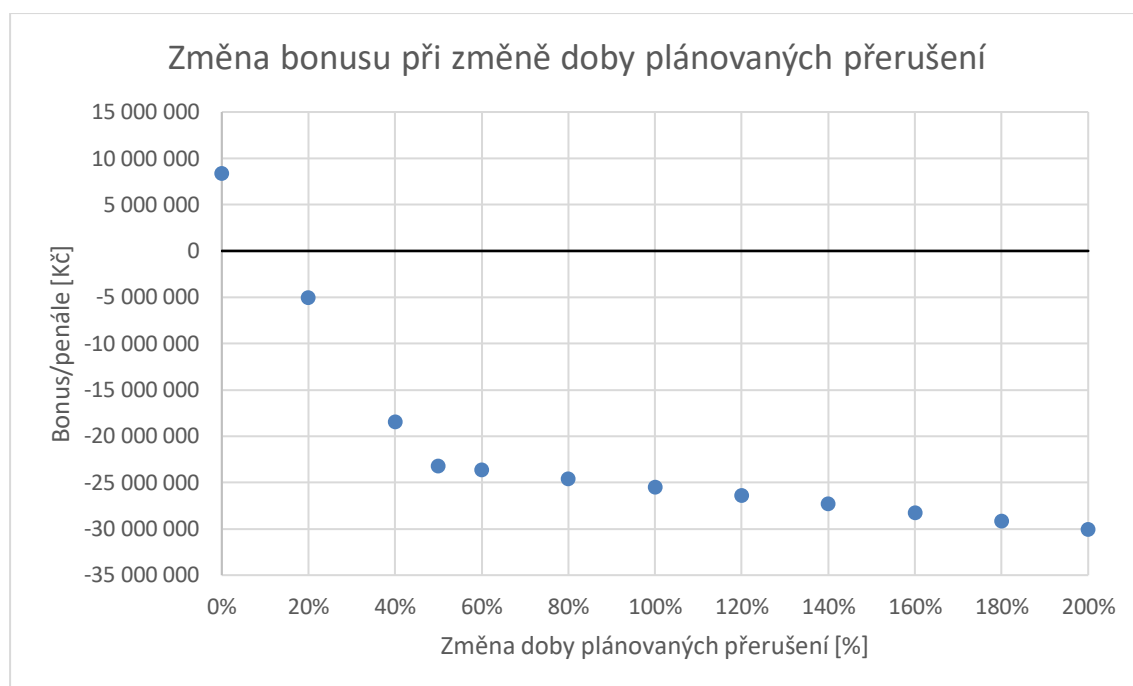
U následující citlivostní analýzy, změny bonusu při změně doby trvání přerušení, je vidět, že i při snížení doby trvání všech přerušení o 10 minut, zůstává stále penalizace více než 20 milionů Kč. Je to dáno především výrazně nízkou hodnotou referenční hodnoty SAIDI_{ref}, která je oproti dosažené úrovni kvality třetinová.



Obrázek 14: Změna bonusu při změně trvání přerušení dle metodiky Německa

Poslední citlivostní analýzou je změna bonusu či penále při procentuální změně doby plánovaných přerušení. V Německu je do výpočtu spolehlivostních ukazatelů započítáno pouze 50 % plánovaných přerušení, avšak i při této procentuální hodnotě již dosahovaná úroveň kvality vykazuje penalizaci více než 23 milionu Kč. Při započítání všech plánovaných přerušení se penalizace zvýší na 25 milionu Kč, a i při započítání dvojnásobku veškerých plánovaných přerušení se hodnota penále nedostane na maximální hodnotu.

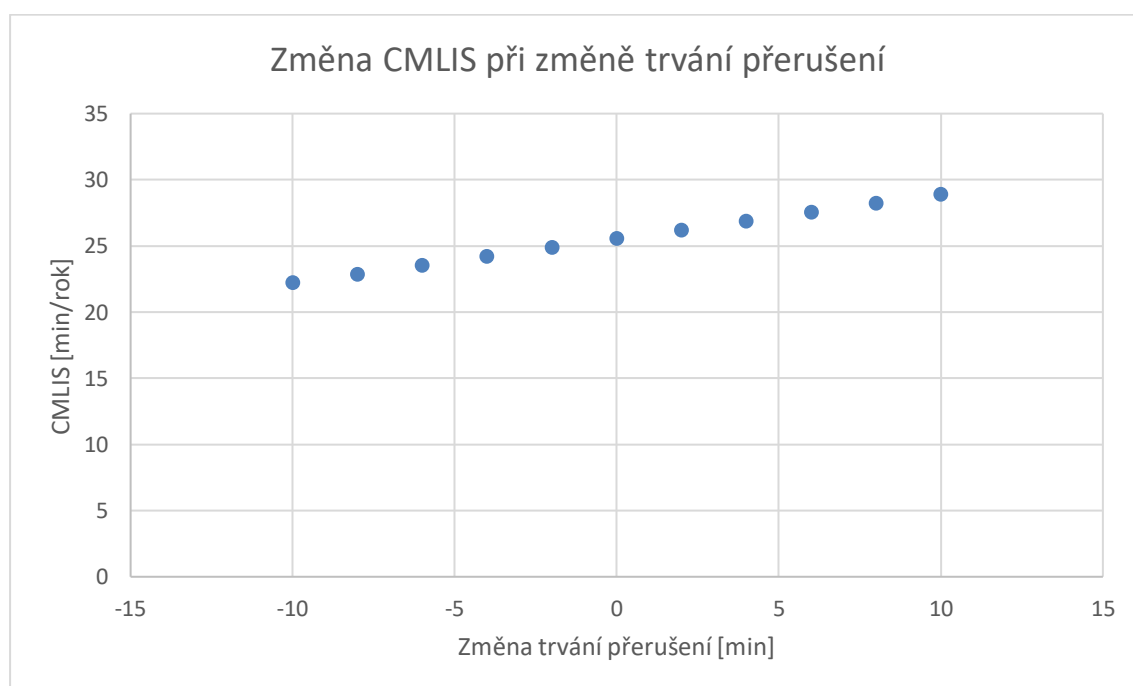
Naopak při vynechání všech plánovaných přerušení již dosažená úroveň kvality dostává bonifikaci více než 8 milionu Kč.



Obrázek 15: Změna bonusu při změně doby plánovaných přerušení dle metodiky Německa

5.5.3 Velká Británie

Pro Velkou Británii je použita citlivostní analýza závislosti změny ukazatele CMLIS na změně doby trvání přerušení. Jak již bylo řečeno v předešlé kapitole, ukazatel CML, v tomto případě souhrnný ukazatel CMLIS, odpovídá ukazateli SAIDI. Z grafu si lze povšimnout přímé úměrnosti, která však nemá výrazný vliv.

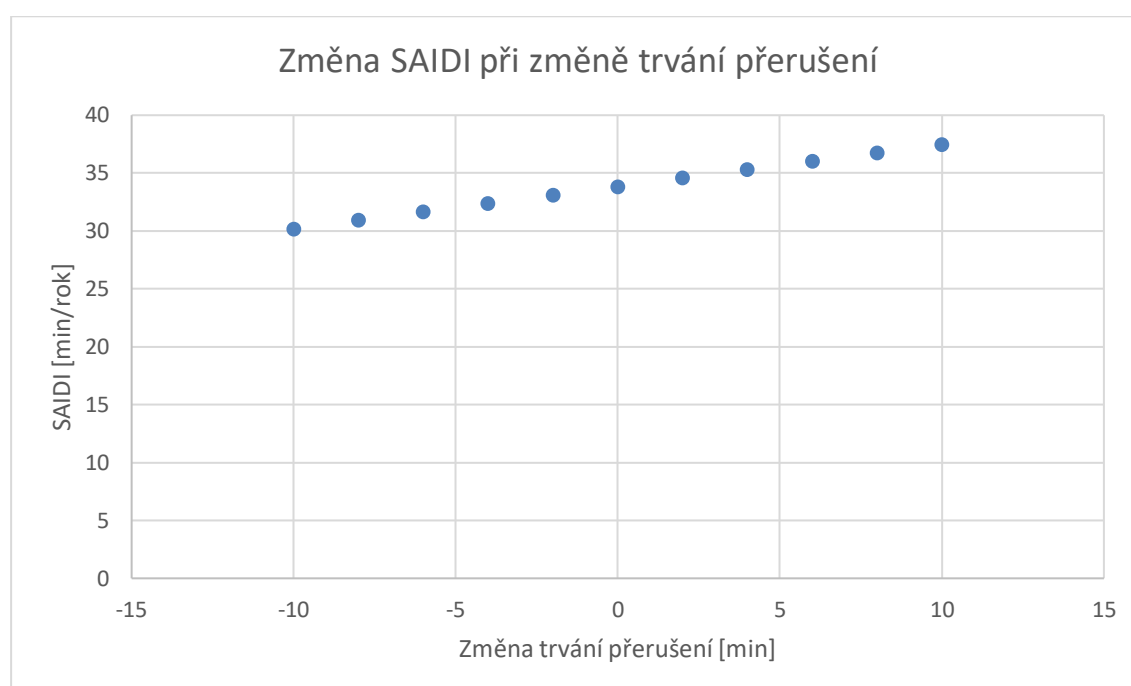


Obrázek 16: Změna CMLIS při změně trvání přerušení dle metodiky Velké Británie

Kvůli dosažení maximálního dosažitelného bonusu a výraznému rozdílu dosažené hodnoty CMLIS a referenční hodnoty TB pro ukazatel CMLIS nejsou další citlivostní analýzy uváděny, jelikož nezaznamenávají změny výše bonusu.

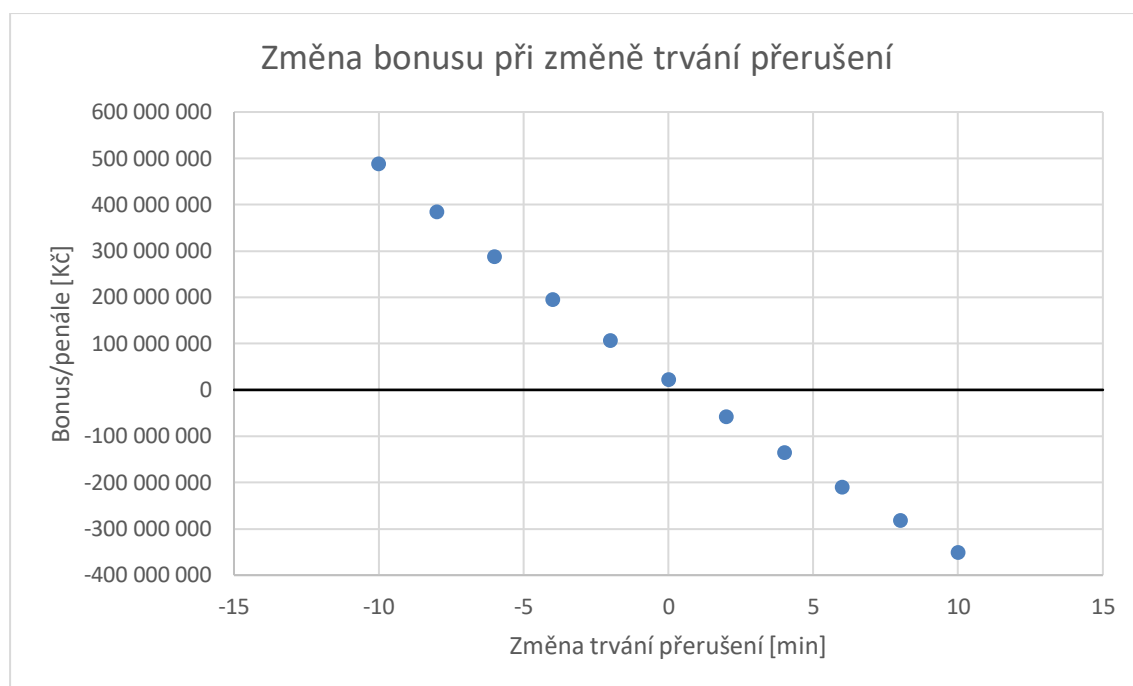
5.5.4 Francie

U Francie si lze povšimnout taktéž přímé úměry u změny SAIDI s nižším vlivem. V případě snížení doby trvání přerušení o 1 minutu se SAIDI sníží o necelou minutu.



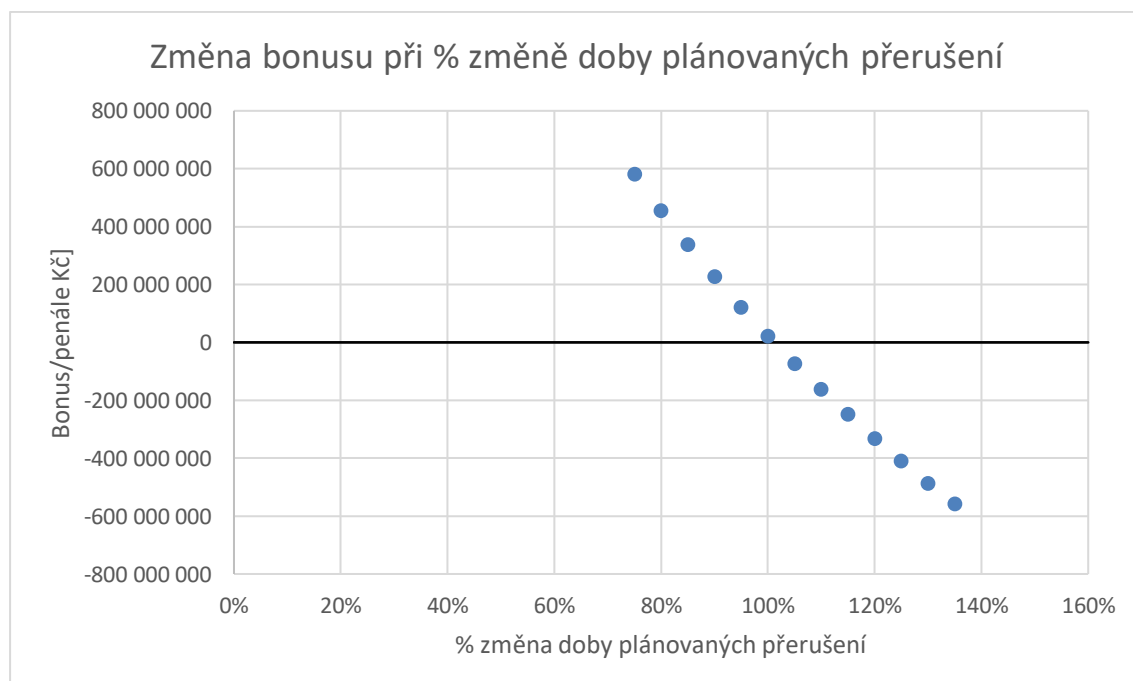
Obrázek 17: Změna SAIDI při změně trvání přerušení dle metodiky Francie

Změna bonusu již reaguje na změnu doby trvání přerušení silněji. Snížení doby trvání přerušení o 1 minutu navýší bonus o 80–100 milionů Kč. Je to dáno především vysokou cenou kvality, která je ve Francii jen pro největšího distributora v zemi.



Obrázek 18: Změna bonusu při změně trvání přerušení dle metodiky Francie

Taktéž změna doby trvání pouze plánovaných přerušení má výrazný vliv na změnu bonusu. Při snížení doby trvání plánovaných přerušení o 5 % dojde k navýšení bonusu o 80–100 milionů.



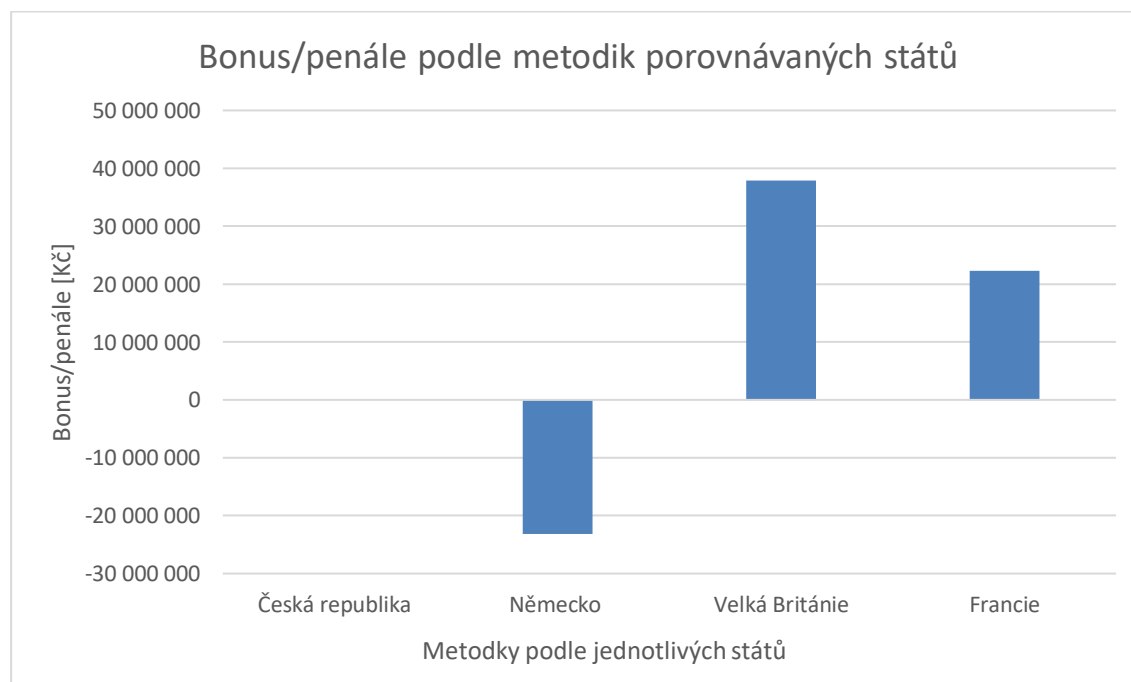
Obrázek 19: Změna bonusu při změně doby plánovaných přerušení dle metodiky Francie

6 Závěr

V této práci je přiblížena metodiku hodnocení a regulace spolehlivosti distribuce elektřiny České republiky a vybraných států Evropy. Hlavním nástrojem k hodnocení spolehlivosti jsou ukazatele spolehlivosti, či ukazatele nepřetržitosti. Mezi nejznámější ukazatele patří např. SAIFI a SAIDI. Ty pak slouží jako vstupní hodnoty tzv. motivační regulace, dle které jednotlivé státy, či jejich regulační úřady, bonifikují či penalizují jednotlivé provozovatele distribuční soustavy.

Aby bylo dosaženo neustálého zvyšování spolehlivosti, používá většina států meziroční zpříšňování referenčních hodnot, které hrají v motivační regulaci roli středu bez bonifikace či penalizace. Česká republika jako jediná obsahuje neutrální pásmo, což vyznačuje nulovou bonifikaci či penalizaci pro větší rozsah hodnot.

Pro jednotlivé státy byl vypočten bonus či penále s potřebnou aproximací originálních vzorců. Pro zadané údaje o poruchách a plánovaných odstávkách byly vypočteny nejprve příslušné ukazatele spolehlivosti, které po dosazení do metodik výpočtů motivační regulace jednotlivých států určily bonusy a penále. Ty jsou porovnány v následujícím grafu.



Obrázek 20: Bonus/penále podle metodik porovnávaných států

Pro zvolené údaje nejlépe vychází metodika ve Velké Británii, kde je nárok na maximální bonus 37 941 471 Kč. Druhý nejvyšší bonus je dosažen metodikou využívanou ve Francii, která má především velkou cenu kvality, díky které bonus dosáhl na 22 264 764 Kč.

Bonifikace podle metodiky České republiky je nulová, jelikož dosahovaná úroveň spolehlivosti zůstala na křivce motivační regulace v neutrálním pásmu. Tento výsledek se shoduje i se skutečně dosahovanými hodnotami PREDistribuce.

Nejhorší výsledek pro zadaná data byl podle německé metodiky. Zde dosahovaná úroveň spolehlivosti klesla hluboko do pásma penalizace, která nakonec činí – 23 202 746 Kč.

V závěru vytvořené citlivostní analýzy pomáhají vytvořit lepší přehled při reakci na změnu vstupních dat. Nejdůležitější citlivostní analýza byla změna bonusu či penále v závislosti na změně doby trvání plánovaných přerušení z toho důvodu, že provozovatel distribuční soustavy může lépe ovlivnit plánované odstávky než neplánované poruchy. Samotné grafy tohoto typu citlivostní analýzy vykazují značné navýšení bonusu při snížení doby trvání plánovaných přerušení.

Analýzou vybraných čtyř metodik hodnocení spolehlivosti dodávky elektrické energie v Evropě je názorně ukázáno, jak rozdílné mohou metodiky být. To je nutné mít na paměti zejména při porovnávání ukazatelů jednotlivých PDS napříč různými státy, neboť například hodnota SAIDI_Q počítaná dle české metodiky je zcela neporovnatelná s hodnotou dle německé metodiky, ačkoli jde zdánlivě o stejný parametr. Tyto odlišnosti pak mohou vést k nedorozuměním v rámci mezinárodních energetických koncernů a v krajním případě i k ekonomickým škodám vlivem nesprávných rozhodnutí managementu.

7 Seznam použité literatury

- [1] Jiří TŮMA, Stanislav RUSEK, Zbyněk MARTÍNEK, Igor CHEMIŠINEC a Radomír GOŇO. *Spolehlivost v elektroenergetice*. Praha: Conte, 2006. ISBN 80-239-6483-6..
- [2] Jan ŠEFRÁNEK, „Spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny a možnosti jejich ovlivňování“, s. 142, 2014, [Online]. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/60902/Disertace_Sefranek_2014.pdf?sequence=1.
- [3] „IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices“. New York, NY: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6209381> (viděno kvě. 04, 2021). ISBN 07-381-3890-8
- [4] *Vyhláška č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice*. In: Sbírka zákonů. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-540>
- [5] OFGEM, *London Power Networks Plc Electricity distribution licence Special Conditions*, č. 3929195. 2019.
- [6] *Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)*. In: Sbírka zákonů. 2000. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [7] ERÚ, „Zásady cenové regulace pro období 2016-2018 pro odvětví elektroenergetiky, plynárenství a pro činnosti operátora trhu v elektroenergetice a plynárenství“, s. 171, 2015, [Online]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/-/zasady-cenove-regulace-pro-obdobi-2016-2018-pro-odvetvi-elektroenergetiky-plynarenstvi-a-pro-cinnosti-operatora-trhu-v-elektroenergetice-a-plynarenstv>.
- [8] ERÚ, „Zásady cenové regulace pro regulační období 2021-2025 pro odvětví elektroenergetiky, plynárenství, pro činnosti operátora trhu v elektroenergetice a plynárenství a pro povinně vykupující“, s. 292, 2020, [Online]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/documents/10540/6348085/Zasady-cenove-regulace-2021-2025.pdf/8641d8e0-0d66-47eb-8515-40c530f3973e>.
- [9] ERÚ, „Zpráva o dosažené úrovni nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny za rok 2019“, 2019. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462796/Zprava_o_kvalite_2019.pdf/cd3555b2-e3c6-4d11-807f-cb1a10ed31bb
- [10] Jan LIŠKA, „VYHODNOCENÍ KVALITY DODÁVEK ELEKTRĚINY ZA ROK 2018“, s. 1–8, 2019.
- [11] Jiří HRADECKÝ, „Vergleich der Methodik für Berechnung der Kenngrößen in Tschechien und in Deutschland“.
- [12] BUNDESNETZAGENTUR, „BK8-11-0002_Entscheidung Konzept Bund_BF“. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1_GZ/BK8-GZ/2011/BK8-11-0002/BK8-11-0002_Entscheidung_Konzept_Bund_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (viděno kvě. 04, 2021).
- [13] B. Beschlusskammer, B. Xxx, X. X. X. Xxx, a Z. Bestimmung, „§ 29 § 32“.

- [14] Peter AYMANN, „*Optimierung SAIDI*“. 2018.
- [15] CEER (Council of European Energy Regulators), „*6th CEER benchmarking report on the quality of electricity and gas supply*“, s. 292, 2016, [Online]. Dostupné z: <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201506197/2126667>.
- [16] BUNDESNETZAGENTUR, „*Bericht zur Bestimmung der Referenzwerte für das Qualitätselement 2019-2020*“, 2020.
- [17] Dominique LAGARDE, „*Public Infrastructure for Electric Mobility in France*“, 2019.
- [17] Petr SKALA, Martin PAAR, „*Spolehlivost distribuce elektrické energie zákazníkům*“, s. 0–24, 2011. Brno, 2011.