

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE**

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Regulace kvality dodávek elektrické energie**

## ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2019/2020

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Karel ÚLOVEC**  
Osobní číslo: **E17N0092P**  
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektroenergetika**  
Téma práce: **Regulace kvality dodávek elektrické energie**  
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

#### Zásady pro vypracování

1. Provedte rešerši stávajícího stavu regulace kvality dodávané elektřiny a popište regulační mechanismy využívané v ČR.
2. Provedte rešerši a popište regulační mechanismy pro kvalitu dodávek elektřiny v zahraničí a pokuste se implementovat vybrané prvky do českých podmínek.
3. Provedte analýzu ekonomických dopadů navrženým implementovaným opatřením na jednotlivé regulované společnosti v ČR.
4. Vyhodnoťte ekonomické a technické dopady a případné přínosy regulace kvality dodávek elektřiny pro koncového zákazníka.

Rozsah diplomové práce: **40 – 60 stran**  
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Vyhláška č. 540/2015 Sb. o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice.
2. J. Anuszczyk, B. Terlecki: Analysis of electric power quality. 10th International Conference on Electrical Power Quality and Utilisation, 2009.
3. Další relevantní zdroje z databází IEEE Xplore Digital Library, Scopus.
4. Studie asociací ACER, CEER, ERRA.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimír Vajnar**  
Regionální inovační centrum elektrotechniky

Datum zadání diplomové práce: **4. října 2019**  
Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2020**



  
**Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.**  
děkan

L.S.



**Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 4. října 2019

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na aktuální stav regulace kvality dodávek elektrické energie v České republice. Popisuje aktuálně používané ukazatele nepřetržitosti a porovnává je mezi jednotlivými distribučními společnostmi. Srovnává také dosažené hodnoty ukazatelů s evropskými zeměmi, které mají podobný charakter sítí. Práce se dále zaměřuje na sledování krátkých přerušení a uvádí možnosti snižování hodnot ukazatelů nepřetržitosti. Na závěr práce je uveden očekávaný vývoj ukazatelů nepřetržitosti.

## **Klíčová slova**

Dodávky elektrické energie, SAIDI, SAIFI, MAIFI, Vyhláška č. 540, motivační regulace kvality, krátká přerušení, standardy distribuce elektřiny

## **Abstrakt**

The submitted master's thesis is focused on the current state of regulation of the quality of electricity supply in the Czech Republic. Master's thesis describes the currently used continuity indicators and compares them between individual distribution companies. It also compares the achieved values of indicators with European countries, which have a similar character of distribution system. Master's thesis also focuses on the monitoring of short interruptions and presents the possibilities of reducing the indicators of continuity. At the end of the work is listed the expected development of continuity indicators.

## **Key words**

Electricity supply, SAIDI, SAIFI, MAIFI, Standard no. 540, incentive-based regulation, short interruptions, electricity distribution standards

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 18.6.2020

Karel Úlovec

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Vladimíru Vajnarovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU REGULACE KVALITY ELEKTRICKÉ ENERGIE V ČR</b>	<b>12</b>
1.1 HISTORIE REGULACE KVALITY V ČR.....	12
1.2 VYHLÁŠKA Č. 540.....	13
1.3 DISTRIBUCE ELEKTRICKÉ ENERGIE V ČR.....	16
1.4 AKTUÁLNÍ HODNOTY UKAZATELŮ NEPŘETRŽITOSTI V ČR.....	17
1.5 METODIKA VÝPOČTU UKAZATELŮ SAIFI A SAIDI V ČR.....	19
1.6 STANOVENÍ POVOLENÝCH VÝNOSŮ.....	21
1.6.1 Povolené náklady.....	21
1.6.2 Povolené odpisy.....	21
1.6.3 Zisk.....	22
1.6.4 Faktor trhu.....	22
1.7 MOTIVAČNÍ REGULACE KVALITY.....	22
<b>2 REGULAČNÍ MECHANISMY PRO KVALITU DODÁVEK ELEKTŘINY V ZAHRANIČÍ A JEJICH IMPLEMENTACE DO ČESKÝCH PODMÍNEK</b> .....	<b>27</b>
2.1 UKAZATELE SAIFI A SAIDI V OSTATNÍCH ZEMÍCH.....	27
2.2 POROVNÁNÍ HODNOT SAIFI S OSTATNÍMI ZEMĚMI.....	30
2.3 POROVNÁNÍ HODNOT SAIDI S OSTATNÍMI ZEMĚMI.....	32
2.4 SLEDOVÁNÍ KRÁTKÝCH PŘERUŠENÍ.....	34
2.5 UKAZATEL MAIFI V ČR.....	35
2.6 SLEDOVÁNÍ KRÁTKÝCH PŘERUŠENÍ V ČR.....	39
2.7 AUTOMATICKÉ PLATBY PŘI NEDODRŽENÍ STANDARDŮ.....	41
2.7.1 Standardy distribuce elektřiny.....	42
2.7.2 Standardy distribuce elektřiny podle nového znění vyhlášky č. 540.....	45
<b>3 DOPADY REGULACE KVALITY NA DISTRIBUTORY A PŘÍNOSY REGULACE PRO KONEČNÉ ZÁKAZNÍKY</b> .....	<b>48</b>
3.1 OPATŘENÍ PRO SNIŽOVÁNÍ NEPLÁNOVANÝCH PŘERUŠENÍ.....	49
3.2 VYUŽÍVÁNÍ VENKOVNÍCH DÁLKOVĚ OVLÁDANÝCH PŘÍSTROJŮ V ČEZ DISTRIBUCE.....	50
3.3 VYUŽÍVÁNÍ STATISTICKÝCH OPATŘENÍ V PŘEDDISTRIBUCE.....	51
3.3.1 Index poruchovosti.....	52
3.3.2 Index obnovitelnosti.....	53
3.4 INSTALACE SMARTMETERŮ.....	55
3.5 PŘÍNOSY REGULACE KVALITY PRO KONCOVÉ ZÁKAZNÍKY.....	56
<b>4 TREND SLEDOVANÝCH PARAMETRŮ V RÁMCI MOTIVAČNÍ REGULACE KVALITY</b> ..	<b>57</b>
4.1 KATEGORIE PŘERUŠENÍ DISTRIBUCE ELEKTŘINY V PÁTÉM REGULAČNÍM OBDOBÍ.....	57
4.2 PARAMETRY UKAZATELŮ KVALITY NA V. REGULAČNÍ OBDOBÍ.....	58
4.3 VÝVOJ HODNOT OBECNĚ.....	59
4.3.1 Vývoj hodnot pro společnost ČEZ Distribuce, a.s.....	61
4.3.2 Vývoj hodnot pro společnost E.ON Distribuce, a.s.....	64
4.3.3 Vývoj hodnot pro společnost PŘEdistribuce, a.s.....	67
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>70</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>1</b>



## Úvod

Předkládaná práce se zabývá současnou situací regulace kvality dodávek elektrické energie. Elektrická energie je v dnešní době využívána každým z nás snad ve všech oblastech našeho života. V dnešní době je elektřina zbožím, které musí mít jasně definovanou kvalitu. Na tu pak lze nahlížet z různých úhlů pohledu. Tato práce je zaměřena především na vývoj ukazatelů nepřetržitosti, možnosti jejich snižování a dopady regulace na distributory. Hlavní slovo v České republice v oblasti regulace energií má Energetický regulační úřad. Regulace dodávek elektrické energie v ČR prošla za řadu let různými změnami. Byla zavedena regulační období, ve kterých postupně přicházeli v platnost různé regulační mechanismy.

V práci je nejprve shrnuta historie regulace v ČR a dále je popsán aktuální stav regulace. Je popsána vyhláška č. 540, především pak rozdělení přerušení a definice aktuálně používaných ukazatelů nepřetržitosti. Následně jsou v krátkosti popsány distribuční sítě jednotlivých distributorů, především jsou uvedeny odlišnosti sítí, které je potřeba si uvědomit pro pochopení dosahovaných hodnot ukazatelů nepřetržitosti jednotlivými společnostmi. Ty jsou v práci následně uvedeny, společně s metodikou jejich výpočtu. Důležitým prvkem v oblasti regulace je motivační regulace kvality, jejíž princip je v práci popsán, společně s nejaktuálnějším vyhodnocením. V následující kapitole jsou uvedeny ukazatele nepřetržitosti používané v cizích evropských zemích a srovnání ukazatelů používaných v ČR se zeměmi, které mají podobný charakter sítí. Následně se práce zabývá sledováním krátkých přerušení, a to nejprve v zahraničí a poté i v ČR. Dalším nástrojem regulace, který zatím není v ČR zaveden, ale v cizích zemích je používán, jsou automatické platby při nedodržení stanovených standardů. V práci jsou uvedeny současné standardy distribuce elektřiny, nejaktuálnější vyhodnocení jejich plnění distributory a zhodnocení, proč je důležité zavedení automatických plateb. Ve třetí kapitole jsou uvedeny možnosti snižování ukazatelů nepřetržitosti. Nejprve jsou uvedena možná opatření, kterými lze ukazatele nepřetržitosti snižovat a následně jsou diskutována opatření, která distributoři v praxi využívají. Kapitulu uzavírá zmínka o smartmeterech a zhodnocení přínosu regulace pro koncové zákazníky. V poslední kapitole je uveden popis novinek zavedených na další regulační období pro motivační regulaci kvality a vývoj hodnot ukazatelů nepřetržitosti.

## Seznam symbolů a zkratk

ČR.....	Česká republika
DTS.....	Distribuční transformátorová stanice
ERÚ .....	Energetický regulační úřad
IO.....	Index obnovitelnosti
IP.....	Index poruchovosti
MIP .....	Měrný index poruchovosti
NN .....	Nízké napětí
N <sub>s</sub> .....	Počet zákazníků v soustavě
OZ.....	Opětovné zapnutí
pp .....	pravděpodobnost poruchy
ÚS.....	Úsekový spínač
V .....	Vypínač
VN .....	Vysoké napětí
VVN .....	Velmi vysoké napětí
AID.....	Average Interruption Duration (Průměrná délka přerušení)
AIF.....	Average Interruption Frequency (Průměrná četnost přerušení)
AIT .....	Average Interruption Time Average (Průměrná doba přerušení)
ASIDI .....	Average System Interruption Duration Index (Průměrná systémová doba trvání přerušení)
ASIFI .....	Average System Interruption Frequency Index (Průměrná systémová četnost přerušení)
CAIDI.....	Customer Average Interruption Duration Index (Průměrná doba trvání jednoho přerušení u odběratele)
CAIFI.....	Customer Average Interruption Frequency Index (Průměrná četnost přerušení u odběratele)
CEMI .....	Customers Experiencing Multiple Interruptions (Odběratelé, které postihlo více přerušení)
CML .....	Customer Minutes Lost (Průměrný počet minut, po které má odběratel přerušenu dodávku elektrické energie)

CTAIDI.....	Customer Total Average Interruption Duration Index (Průměrná celková doba přerušení pro odběratele, které během analyzované období, postihlo alespoň jedno přerušení)
EHV .....	Extra High Voltage (Zvláště vysoké napětí)
END .....	Energy not distributed (Nedistribuovaná energie)
ENS.....	Energy not supplied (Nedodaná energie)
ENW .....	Energy not withdrawn (Neodebraná energie)
HV .....	High Voltage (Vysoké napětí – napěťová hladina, která by v ČR odpovídala VVN)
LV.....	Low Voltage (Nízké napětí)
MAIFI.....	Momentary Average Interruption Frequency Index (Průměrný počet krátkých přerušení u odběratele)
MV.....	Medium Voltage (Střední napětí – napěťová hladina, která by v ČR odpovídala VN)
NEIPI.....	Equivalent number of interruptions related to the installed capacity (Ekvivalentní počet přerušení vztahující se k instalované kapacitě)
SAIDI .....	System Average Interruption Duration Index (Průměrná systémová doba trvání přerušení)
SAIFI .....	System Average Interruption Frequency Index (Průměrná systémová četnost přerušení)
SARI.....	System Average Restoration Index (Index průměrné systémové obnovy)
SCADA.....	Supervisory Control and Data Acquisition (Dispečerské řízení a sběr dat)
T-SAIDI.....	Transformer System Average Interruption Duration Index (ukazatel SAIDI, vztažený k roční spotřebě energie)
T-SAIFI .....	Transformer System Average Interruption Frequency Index (ukazatel SAIFI, vztažený k roční spotřebě energie)
TEIPI .....	Equivalent interruption time related to the installed capacity (Ekvivalentní doba přerušení vztahující se k instalované kapacitě)

# 1 Analýza současného stavu regulace kvality elektrické energie v ČR

V roce 2020 v České republice probíhá závěrečný rok IV. regulačního období, které začalo v roce 2016. V roce 2021 začne V. regulační období, které bude probíhat až do roku 2025. V současnosti existují v ČR dva principy regulace kvality. První je dán vyhláškou č. 540 a druhým je motivační regulace kvality.

## 1.1 Historie regulace kvality v ČR

V roce 2001 vydal Energetický regulační úřad (ERÚ) první veřejnou vyhlášku o kvalitě dodávky elektřiny. Stanovil základní standardy kvality dodávek elektřiny a souvisejících služeb. Tato vyhláška však neobsahovala žádné represivní opatření, které by mohlo postihovat porušení norem a vzhledem k nedostatečnému zmocnění v energetickém zákoně nebyla dále otázka kvality dodávky elektřiny v prvním regulačním období (2002-2004) řešena.

Ve druhém regulačním období (2005-2009) zveřejnil ERÚ novou vyhlášku, č. 540/2005 o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v energetickém odvětví, která zavedla standardy definující úroveň kvality, která musí být zachována v každém individuálním případě, tzn. stanovovala minimální úroveň kvality pro každého ze zákazníků. Rovněž stanovila výše náhrad za porušení požadovaných standardů, lhůty pro uplatnění takové náhrady a postupy pro podávání zpráv o zachování kvality dodávek a služeb.

Během třetího regulačního období (2010-2015) byla v ČR zavedena motivační regulace kvality, jejíž účelem bylo stanovit požadovanou úroveň kvality poskytovaných služeb ve vztahu k ceně služby. Účelem tohoto mechanismu bylo zlepšit kvalitu dodávek elektrické energie v celé síti, a také v každé distribuční soustavě. Vyhláška o kvalitě je totiž primárně zaměřena na jednotlivé zákazníky. Vzorec pro výpočet povolených výnosů byl rozšířen o bonus či penále v závislosti na dosažené úrovni kvality. Na začátku třetího regulačního období nebyli dlouhou dobu k dispozici hodnoty indikátorů nepřetržitosti, proto došlo k praktickému zavedení motivační regulace kvality až v roce 2013.

V aktuálně běžícím čtvrtém regulačním období (2016-2020) ERÚ udržuje kombinaci uvedených regulačních mechanismů, tj. vyhlášky a motivační regulace kvality. V případě motivační regulace kvality je rozdíl oproti předchozímu regulačnímu období v některých nových funkcích, které byly zavedeny až na základě získaných zkušeností. Cílem je postupné zlepšování kvality dodávek elektřiny, konkrétně snížení počtu a trvání dlouhých přerušeni distribuce elektřiny, a to přerušeni jak plánovaných, tak neplánovaných.

## 1.2 Vyhláška č. 540

Vyhláška č. 540/2005 Sb. a její novelizované znění z roku 2010 č. 41/2010 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice stanovuje požadovanou kvalitu dodávek a souvisejících služeb s regulovanými činnostmi v elektroenergetice, vyměřuje náhrady za nedodrženi požadované kvality, stanovuje postupy a lhůty pro uplatňování nároků na tyto náhrady a určuje postupy pro výkaznictví dodržování kvality dodávek a služeb. Definiuje základní pojmy jako je přerušeni, dlouhodobé přerušeni, plánované přerušeni nebo ukončení přerušeni. Kvalita dodávek a služeb souvisejících s regulovanými činnostmi v elektroenergetice a její parametry jsou vyjádřeny prostřednictvím standardů přenosu nebo distribuce elektřiny, standardů dodávek a ukazateli nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny. V příloze vyhlášky lze nalézt vzory žádostí o náhrady, ale i například kategorie přerušeni přenosu nebo distribuce elektřiny a jejich označení pro vykazování. Rozděluje přerušeni v distribučních sítích do několika kategorií, což je důležité pro stanovení bonusů či malusů v motivační regulaci kvality. Celkový systémový ukazatel nepřetržitosti se obecně skládá ze součtu plánovaných a neplánovaných událostí. Plánované i neplánované události pak dále dělíme podle příčin přerušeni do jednotlivých kategorií, jak ukazuje tabulka níže.

Uvedené dělení je nezbytné pro objektivní náhled na spolehlivost a nepřetržitost dodávek elektřiny v jednotlivých soustavách. Při hodnocení je nutné zohlednit situace, na které nemá provozovatel soustavy vliv. Jedná se především o kategorie přerušeni způsobená za nepříznivých povětrnostních podmínek, přerušeni způsobená jednáním třetí osoby, vynucená přerušeni, přerušeni mimořádná a přerušeni v důsledku události mimo soustavu.

[11]

Tab. 1 Tabulka kategorií přerušení [1]

Kategorie 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

Zdroj: [1]

Vyhláška dále popisuje výpočet ukazatelů nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny. U vypočtených numerických hodnot musí být jasně zřejmé, které kategorie přerušení se hodnota týká. Událostí se pro účely výpočtů rozumí stav v přenosové nebo distribuční soustavě, který vedl k přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny dané kategorie na napěťové hladině. Ukazatele se prozatím vypočítávají pouze z dlouhodobých přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny. Začátkem přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny pro výpočet ukazatelů je okamžik, kdy se provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy dozvěděl o vzniku přerušení nebo kdy vznik přerušení mohl a měl zjistit. [1] V současnosti používanými ukazateli nepřetržitosti distribuce elektřiny jsou SAIFI, SAIDI a CAIDI. Je potřeba zdůraznit rozdíl mezi hladinovými a systémovými ukazateli. Hladinový ukazatel vyjadřuje přerušení na jednotlivé napěťové hladině. Systémový ukazatel zahrnuje všechny napěťové hladiny. Jejich výpočet je popsán dále [1]:

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

$$SAIFI_h = \frac{\sum_j n_{jh}}{N_{sh}}, \quad (1)$$

kde  $h$  je označení hodnocené napěťové hladiny (nn, vn nebo vv),  
 $j$  je pořadové číslo události v hodnoceném období,  
 $n_{jh}$  je celkový počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny  $h$ , jimž bylo způsobeno přerušení distribuce elektřiny dané kategorie v důsledku  $j$ -té události,  
 $N_{sh}$  je celkový počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny  $h$  ke konci předchozího kalendářního roku.

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

$$SAIDI_h = \frac{\sum_j t_{sj}}{N_{sh}}, \quad (2)$$

kde  $t_{sj}$  je součet všech dob trvání přerušení distribuce elektřiny v důsledku  $j$ -té události u jednotlivých zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny  $h$ , jimž byla přerušena distribuce elektřiny, stanovený jako:

$$t_{sj} = \sum_i t_{ji} \cdot n_{jhi}, \quad (3)$$

kde  $i$  je pořadové číslo manipulačního kroku v rámci  $j$ -té události,  
 $t_{ji}$  je doba trvání  $i$ -tého manipulačního kroku v rámci  $j$ -té události,  
 $n_{jhi}$  je počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny  $h$ , jimž bylo způsobeno přerušení distribuce elektřiny dané kategorie v  $i$ -té manipulačním kroku  $j$ -té události,

**Průměrná doba trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníků na napěťové hladině  $h$  v hodnoceném období:**

$$CAIDI_h = \frac{SAIDI_h}{SAIFI_h}. \quad (4)$$

**Průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v soustavě v hodnoceném období:**

$$SAIFI_S = \frac{\sum_{h=\{nn,vn,vvn\}} \sum_j n_{jh}}{N_S}, \quad (5)$$

kde  $N_S$  je celkový počet zákazníků v soustavě (na hladinách nn, vn a vvn) ke konci předchozího kalendářního roku

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

$$SAIDI_S = \frac{\sum_{h=\{nn,vn,vvn\}} \sum_j t_{sj}}{N_S} \quad (6)$$

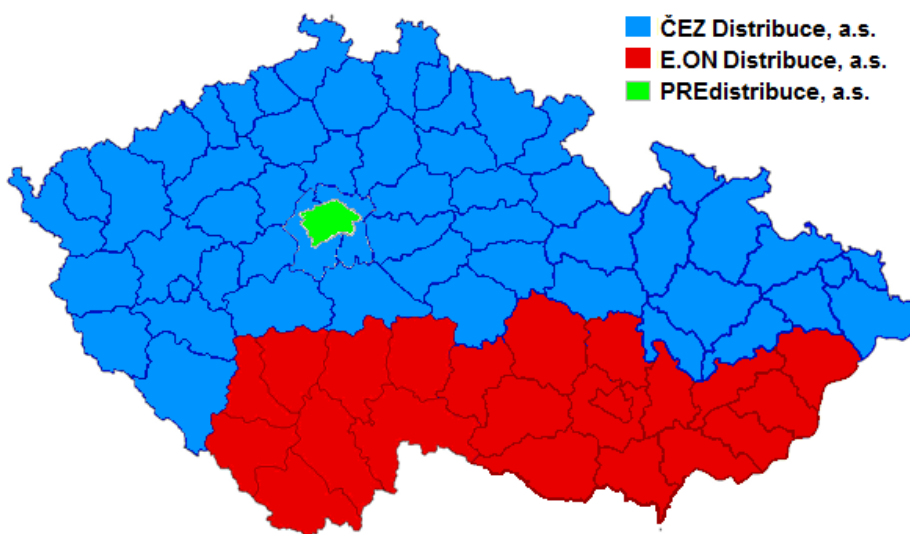
kde  $N_S$  je celkový počet zákazníků v soustavě (na hladinách nn, vn a vvn) ke konci předchozího kalendářního roku

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

$$CAIDI_S = \frac{SAIDI_S}{SAIFI_S}. \quad (7) [1]$$

### 1.3 Distribuce elektrické energie v ČR

Distribuci elektrické energie v České republice zajišťují 3 společnosti: ČEZ Distribuce, E.ON Distribuce a PREdistribuce. Na obrázku níže je vidět oblast distribuce každé společnosti.



Obr. 1 Oblasti působení distribučních společností v ČR [9]



Tab. 2 Tabulka vybraných technických údajů o distribučních soustavách (k 31.12.2018) [10]

Společnost	Zásobovaná oblast (km <sup>2</sup> )	Počet odběrných míst	Délka kabelových vedení (km)	Délka venkovních vedení (km)
ČEZ	52 001	3 673 908	68 109	97 025
E.ON	26 499	1 528 249	27 606	38 001
PRE	505	802 164	11 960	484
ČR	78 865	6 004 321	107 674	141 238

Zdroj: [10]

Z mapy a tabulky uvedené výše je zcela zřejmý rozdílný charakter distribučních soustav jednotlivých distributorů. Společnost ČEZ Distribuce zajišťuje dodávky elektrické energie na více než 65 % rozlohy České republiky, a to jak ve velkých městech, průmyslových oblastech, venkově či v horských oblastech. Je tedy jasné, aby společnost ČEZ dokázala obsloužit všechny její zákazníky, musí disponovat rozsáhlou distribuční sítí, která zahrnuje jak kabelové, tak venkovní vedení. Společnost E.ON Distribuce má podobný charakter distribuční soustavy, ale její distribuční oblast, kromě oblasti Vysočiny, neobsahuje téměř žádné hory. Její oblast distribuce je zhruba poloviční, a to jak rozlohou, tak počtem zákazníků. Poslední distribuční společností působící v ČR je společnost PREDistribuce. Ta na území hlavního města Prahy a přilehlých oblastí distribuuje elektrickou energii do více než 800 tisíc odběrných míst převážně pomocí kabelového vedení. Provoz kabelové sítě je oproti venkovnímu vedení mnohem spolehlivější a nedochází při něm k tak častým poruchám jako u venkovního vedení. Z výše uvedených informací je tedy jasné, že výsledky počtů přerušení a jejich trvání budou pro jednotlivé distributory naprosto odlišné.

#### 1.4 Aktuální hodnoty ukazatelů nepřetržitosti v ČR

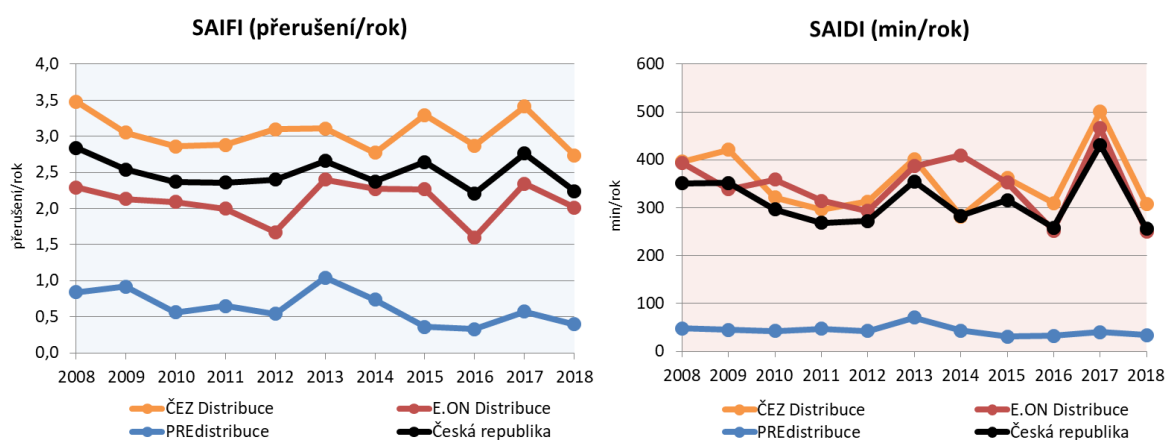
Vzhledem k odlišnému charakteru sítí jednotlivých distributorů, počtu odběrných míst a rozloze pokrývaného území, nemůžeme ukazatele jednotlivých společností mezi sebou porovnávat. V následující tabulce jsou uvedené hodnoty systémových ukazatelů nepřetržitosti za rok 2018, které zahrnují všechny kategorie přerušení. Jsou to tedy jak plánovaná přerušení, která může distributor ovlivnit, tak přerušení neplánovaná, například vzniklá za nepříznivých povětrnostních podmínek. V tabulce jsou uvedené hodnoty pro jednotlivé distributory a také pro celou Českou republiku přepočtené na celkový počet zákazníků.

Tab. 3 Tabulka hodnot ukazatelů SAIFI, SAIDI a CAIDI za rok 2018 [2]

Ukazatel	ČEZ Distribuce	E.ON Distribuce	PREdistribuce	Česká republika
SAIFI (přerušení/rok)	2,74	2,01	0,40	2,24
SAIDI (min/rok)	307,09	249,79	34,06	256,05
CAIDI (min)	112,26	123,98	85,40	114,33

Zdroj: [2]

K vyhodnocování ukazatelů nepřetržitosti dochází vždy jednou za rok, v první polovině následujícího roku. Na grafech níže je znázorněn časový vývoj ukazatelů SAIFI a SAIDI za jednotlivé společnosti a za celou Českou republiku.



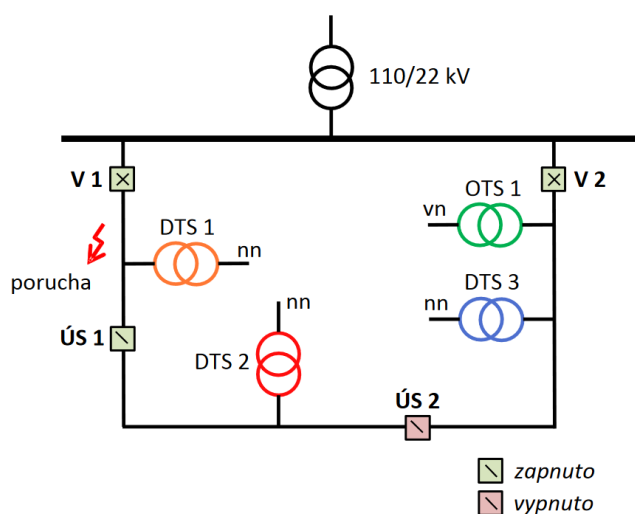
Obr. 2 Vývoj ukazatelů SAIFI a SAIDI [2]

Při pohledu na poslední roky si lze všimnout vyšších hodnot ukazatelů v roce 2017, které byly způsobeny hlavně orkánem Herwart, který na podzim roku 2017 způsobil velké množství poruch na venkovních vedeních v distribučních sítích ČEZ Distribuce a E.ON Distribuce. V roce 2018 pak můžeme vidět, že společnost ČEZ Distribuce dosáhla na historicky nejnižší hodnotu (2,74 přerušení/rok) u ukazatele SAIFI a společnost E.ON Distribuce dosáhla na historicky nejnižší hodnotu (249,79 min/rok) u ukazatele SAIDI.

## 1.5 Metodika výpočtu ukazatelů SAIFI a SAIDI v ČR

Jednotlivé evropské země na otázku, jak počítat ukazatele nepřetržitosti, nemají stejnou odpověď, proto je podle těchto ukazatelů poměrně složité jednotlivé země mezi sebou porovnávat. V této podkapitole je uvedena metodika, kterou aplikuje ERÚ v České republice. Jako příklad nám poslouží část sítě uvedená níže[3].

### Modelový příklad výpočtu



Distribuční transformátorová stanice (DTS)  
Odběratelská transformátorová stanice (OTS)

DTS 1 = 150 zákazníků na NN  
DTS 2 = 50 zákazníků na NN  
DTS 3 = 100 zákazníků na NN  
OTS 1 = 10 zákazníků na VN

$$N_{SNN} = 150 + 50 + 100 = 300$$

$$N_{SVN} = 10$$

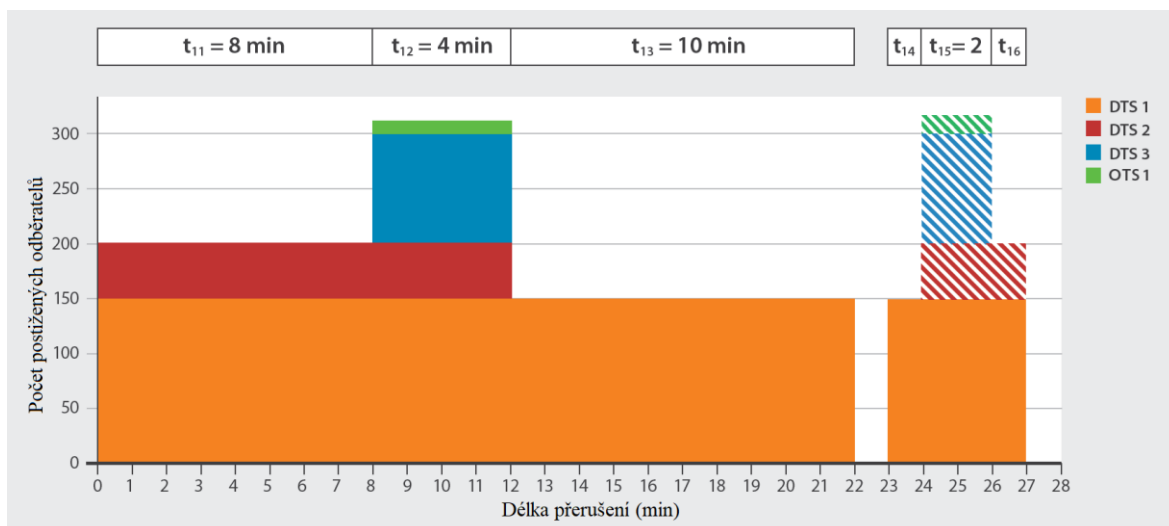
$$N_S = N_{SNN} + N_{SVN} = 310$$

V – vypínač  
ÚS – úsekový spínač

Obr. 3 Schéma distribuční sítě [3]

Tab. 4 Tabulka technických operací v případě nastalé poruchy

Průběh	Uplynulý čas od poruchy (min)
Zareagování ochrany V 1	t = 0
Vypnutí ÚS 1, sepnutí V 1, zareagování ochrany V 1 - detekování místa poruchy	t = 6
Vypnutí V 2, sepnutí ÚS 2	t = 8
Sepnutí V 2 - částečné obnovení dodávky	t = 12
Sepnutí V 1 - odstranění poruchy	t = 22
Vypnutí V 1 - překonfigurování sítě do předporuchového stavu	t = 23
Vypnutí V 2, vypnutí ÚS 2, sepnutí V 1	t = 24
Sepnutí V 2	t = 26
Sepnutí V 1	t = 27



Obr. 4 Grafické znázornění přerušení [3]

### Výpočet ukazatelů

Systémové ukazatele

$$SAIFI_S = \frac{\sum_{h=(NN,VN,\dots)} \sum_j n_{jh}}{N_S} = \frac{n_{1NN} + n_{1VN}}{N_S} = \frac{(150+50+100)+(10)}{310} = 1 \text{ [1/rok]} \quad (8)$$

$$SAIFI_S = \frac{\sum_{h=(NN,VN,\dots)} \sum_j t_{sj}}{N_S} = \frac{\sum_{h=(NN,VN,\dots)} \sum_j \sum_i t_{ji} \cdot n_{jhi}}{N_S} = \frac{t_{s1NN} + t_{s1VN}}{N_S} =$$

$$= \frac{(t_{11} \cdot n_{1NN1} + t_{12} \cdot n_{1NN2} + t_{13} \cdot n_{1NN3} + t_{14} \cdot n_{1NN4} + t_{15} \cdot n_{1NN5} + t_{16} \cdot n_{1NN6}) + (t_{12} \cdot n_{1VN2})}{N_S}$$

$$= \frac{[8 \cdot (150+50) + 4 \cdot (150+50+100) + 10 \cdot 150 + 1 \cdot 150 + 2 \cdot 150 + 1 \cdot 150] + [4 \cdot 10]}{310} = 15.94 \text{ [min/rok]} \quad (9)$$

kde:

- $h$  označuje napěťovou hladinu (nízké napětí – NN, vysoké napětí – VN, ...)
- $j$  označuje událost (přerušení)
- $n_{jh}$  je celkový počet zákazníků napájených z napěťové hladiny  $h$ , kteří byli postiženi přerušením distribuce elektrické energie v důsledku události  $j$ ,
- $t_{sj}$  je celková doba přerušení distribuce elektrické energie vyplývající z události  $j$  u jednotlivých odběratelů napájených z napěťové hladiny  $h$ , kterým byla přerušena dodávka elektrické energie
- $t_{ji}$  je doba trvání operace  $i$  v rámci události  $j$ ,
- $n_{jhi}$  je počet zákazníků napájených z napěťové hladiny  $h$ , kteří byli postiženi přerušením distribuce elektrické energie v dané kategorii v operaci  $i$  během události  $j$ ,
- $i$  je pořadové číslo operace během události  $j$ .

Ukazatele na napětových hladinách

$$SAIFI_{NN} = \frac{\sum_j n_{jNN}}{N_{SNN}} = \frac{n_{1NN}}{N_{SNN}} = \frac{(150+50+100)}{300} = 1 \text{ [1/rok]} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} SAIFI_{NN} &= \frac{\sum_j t_{sj}}{N_{SNN}} = \frac{\sum_j \sum_i t_{ji} \cdot n_{jNNi}}{N_{SNN}} = \frac{t_{s1NN}}{N_{SNN}} = \\ &= \frac{(t_{11} \cdot n_{1NN1} + t_{12} \cdot n_{1NN2} + t_{13} \cdot n_{1NN3} + t_{14} \cdot n_{1NN4} + t_{15} \cdot n_{1NN5} + t_{16} \cdot n_{1NN6})}{N_{SNN}} = \\ &= \frac{8 \cdot (150+50) + 4 \cdot (150+50+100) + 10 \cdot 150 + 1 \cdot 150 + 2 \cdot 150 + 1 \cdot 150}{300} = 16.33 \text{ [min/rok]} \end{aligned} \quad (11)$$

$$SAIFI_{VN} = \frac{\sum_j n_{jVN}}{N_{SVN}} = \frac{n_{1VN}}{N_{SVN}} = \frac{10}{10} = 1 \text{ [1/rok]} \quad (12)$$

$$SAIFI_{VN} = \frac{\sum_j t_{sj}}{N_{SVN}} = \frac{\sum_j \sum_i t_{ji} \cdot n_{jVNi}}{N_{SVN}} = \frac{t_{s1VN}}{N_{SVN}} = \frac{t_{12} \cdot n_{1VN2}}{N_{SVN}} = \frac{4 \cdot 10}{10} = 4 \text{ [min/rok]} \quad (13)$$

## 1.6 Stanovení povolených výnosů

Všechny tři distributory reguluje ERÚ, který podle vydaného cenového rozhodnutí určuje hodnotu povolených výnosů. Základní výpočetní vztah pro stanovení povolených výnosů je [4]:

$$PV = PN + O + Z + F_T \quad (14)$$

kde: PN je hodnota povolených nákladů,

O je hodnota povolených odpisů,

Z je zisk držitele licence pro regulovaný rok

$F_T$  je parametr faktor trhu

### 1.6.1 Povolené náklady

Hodnota povolených nákladů se stanovuje z dosažených hodnot nákladů z předcházejících let. Následně se upravuje eskalačním faktorem a faktorem efektivity. Kontroly oprávněnosti nákladů provádí ERÚ v souladu s metodikou ekonomicky oprávněných nákladů pro zajištění bezpečného, spolehlivého a efektivního výkonu licencované činnosti. [16]

### 1.6.2 Povolené odpisy

Povolené odpisy se stanovují na základě plánovaných hodnot. Plánované hodnoty jsou následně opravovány podle skutečných hodnot s dvouletým zpožděním a s využitím časové hodnoty peněz. Aby se zamezilo nadhodnoceným plánům, určuje se dvojitá časová hodnota

peněz pro situaci s nadhodnocením a podhodnocením vykázaných plánovaných odpisů. Pokud dojde k významnému rozdílu mezi očekávanými skutečnými odpisy a plánovanými odpisy, může dojít k rozložení rozdílu odpisů do následujícího roku, nebo do více po sobě jdoucích let. [16]

### 1.6.3 Zisk

Zisk se stanovuje jako součin míry výnosnosti a hodnoty regulační báze aktiv. ERÚ postupuje při regulaci cen související služby v elektroenergetice tak, aby předepsané ceny pokrývaly odpovídající zisk zajišťující návratnost realizovaných investic do zařízení sloužících k výkonu licencované činnosti. Přiměřenost zisku je zajištěna použitím míry výnosnosti stanovené jako vážený průměr nákladů na kapitál. Hodnota zisku je následně korigována korekčním faktorem zisku. Korekční faktor je součin korekce změny regulační báze aktiv a míry výnosnosti. [16]

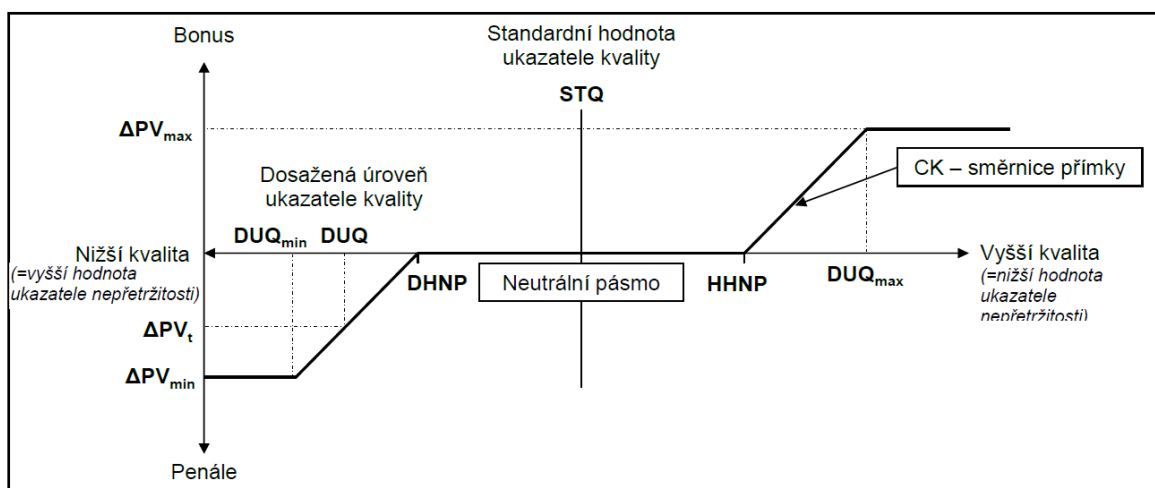
### 1.6.4 Faktor trhu

Faktor trhu kryje ekonomicky oprávněné náklady, které se vyskytují jednorázově a nejsou obsaženy ve stanovené nákladové bázi. Tyto náklady mohou vzniknout z důvodu změny české nebo evropské legislativy, implementací evropských kodexů, zavádění nových technologií, vývoje situace na trhu či likvidací následků živelných událostí.

## 1.7 Motivační regulace kvality

Ve třetím regulačním období (2010-2015) byl zaveden mechanismus tzv. motivační regulace kvality. Cílem jejího zavedení bylo ovlivnění kvality dodávek elektrické energie v celé distribuční síti jednotlivých distribučních společností. Pro každého distributora byly stanoveny individuální parametry ukazatelů kvality. Požadované hodnoty ukazatelů byly označeny jako SAIFI<sub>Q</sub> a SAIDI<sub>Q</sub> a jednalo se o celosystémové ukazatele, tzn. ukazatele pro celou distribuční soustavu příslušného provozovatele soustavy bez rozlišení napěťových úrovní. Výše penále nebo bonusu za dosaženou úroveň kvality distribuce elektřiny se stanovovala v závislosti na dosažených hodnotách ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektřiny vzhledem ke stanoveným požadovaným hodnotám od Energetického regulačního úřadu. Kromě požadovaných hodnot ukazatelů nepřetržitosti byl stanoven horní a dolní limit, který stanovoval maximální hodnotu bonusu, respektive penále.

Ve třetím regulačním období byl tento limit nastaven na  $\pm 3\%$  ze zisku dané společnosti. Bylo nastaveno také tzv. neutrální pásmo, v jehož rámci nedocházelo k uplatňování bonusů či sankcí. Hranice tohoto neutrálního pásma bylo  $\pm 5\%$  od požadované hodnoty. Smyslem neutrálního pásma byla eliminace meziročních výkyvů v dosahovaných hodnotách ukazatelů nepřetržitosti. Mezi neutrálním pásmem a horním či dolním limitem jsou pásma proporcionality, kde záleží na konkrétní hodnotě, kterou distributor dosáhne a podle které je mu vypočítán bonus či penále. Mechanismus motivační regulace kvality nejlépe vystihuje následující graf [4]:



Obr. 5 Schéma motivační regulace kvality [4]

kde:

- $\Delta PV_t$  finanční vyjádření bonusu nebo penále za dosaženou kvalitu,  
 $t$  pořadové číslo regulovaného roku,  
 $DUQ$  hodnota dosažené úrovně ukazatele kvality v období rozhodném pro hodnocení kvality služeb pro příslušný rok regulačního období,  
 $CK$  jednotková cena kvality,  
 $\Delta PV_{max}$  maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb,  
 $\Delta PV_{min}$  maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb,  
 $DHNP$  dolní hranice neutrálního pásma,  
 $HHNP$  horní hranice neutrálního pásma,  
 $STQ$  hodnota požadované úrovně ukazatele kvality (parametry SAIFIQ, SAIDIQ),  
 $DUQ_{max}$  limitní hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb,  
 $DUQ_{min}$  limitní hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb. [4]

Aby mohla být distribuční společnost spravedlivě bonifikována či naopak penalizována, do výpočtu ukazatelů nepřetržitosti byly zahrnuty pouze události, které mohl distributor ve své síti ovlivnit. Do výpočtu ukazatelů nepřetržitosti tak nebyly zahrnuty následující kategorie přerušení:

- neplánovaná poruchová přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny způsobená poruchou mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo jejím provozu za nepříznivých povětrnostních podmínek (kategorie č. 16),
- neplánovaná poruchová přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny způsobená v důsledku zásahu nebo jednání třetí osoby (kategorie č. 12),
- neplánovaná přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny vynucená (kategorie č. 15),
- neplánovaná přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny mimořádná (kategorie č. 14),
- neplánovaná přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny způsobená v důsledku události mimo soustavu daného provozovatele soustavy a u výrobce (kategorie č. 13). [1]

Všechna plánovaná přerušení distribuce elektřiny vstupovala do regulačního mechanismu motivační regulace kvality. Rozvoj sítí a rozsáhlé rekonstrukce distribučních soustav jsou finančně a časově náročné činnosti, které je nutné plánovat dopředu v dlouhodobém časovém horizontu. Aby motivační regulace kvality plnila svůj účel, kterým je motivování distributorů zlepšovat kvalitu dodávek elektrické energie, bylo nezbytné stanovit požadované hodnoty ukazatelů na delší časové období. To mělo umožnit distributorům připravit plány na zavedení opatření, která povedou ke zlepšování parametrů dodávek elektřiny. Pro čtvrté regulační období tak byly nastaveny požadované hodnoty ukazatelů nepřetržitosti SAIFI<sub>Q</sub> a SAIDI<sub>Q</sub> na celé regulační období dopředu. O hodnotu bonusu či penále byly následně upraveny povolené výnosy jednotlivým distributorům. Tato hodnota má název faktor kvality Q. Aby došlo ke zmírnění vlivu meziročního kolísání ukazatelů nepřetržitosti, byl také od čtvrtého regulačního období zaveden nový prvek a to tzv. dvouletý klouzavý průměr. Do výpočtu faktoru kvality Q tak již nevstupovaly hodnoty ukazatelů SAIFI<sub>Q</sub> a SAIDI<sub>Q</sub> za jednotlivé uplynulé roky, ale počítalo se s průměrem za poslední dva roky. Aby Energetický regulační úřad ještě více motivoval provozovatele distribučních soustav snižovat ukazatele nepřetržitosti, navýšil maximální limit bonusů či



penále na hodnotu  $\pm 4\%$  ze zisku dané společnosti. Distributoři tak mohli v případě velmi dobré kvality dodávek elektrické energie získat zajímavé bonusy, které by navýšili jejich zisk. Je však důležité si také uvědomit, že investice do zařízení v rozvodné síti, umožňující při poruchách snižovat hodnoty ukazatelů nepřetržitosti, představují pro distributory velké finanční částky.

V následujících tabulkách je uvedeno roční zpříšňování požadovaných hodnot a dále jednotlivé požadované hodnoty ukazatelů nepřetržitosti SAIFI<sub>Q</sub> a SAIDI<sub>Q</sub> pro každého distributora na jednotlivé roky čtvrtého regulačního období (2016-2020).

Tab. 5 Tabulka zpříšňování a hranic pásem pro ukazatel SAIFI [4]

SAIFI	Referenční hodnota	Roční zpříšňování	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ Distribuce	2,360	1,25%	$\pm 5\%$	$\pm 15\%$
E.ON Distribuce	1,570	0,75%	$\pm 5\%$	$\pm 15\%$
PREdistribuce	0,440	25%, 3%	$\pm 10\%$	$\pm 25\%$

Tab. 6 Tabulka požadovaných hodnot na jednotlivé roky pro ukazatel SAIFI [4]

SAIFI	Požadovaná hodnota pro rok 2016	Požadovaná hodnota pro rok 2017	Požadovaná hodnota pro rok 2018	Požadovaná hodnota pro rok 2019	Požadovaná hodnota pro rok 2020
ČEZ Distribuce	2,331	2,301	2,273	2,244	2,216
E.ON Distribuce	1,558	1,547	1,535	1,523	1,512
PREdistribuce	0,330	0,320	0,310	0,301	0,292

Tab. 7 Tabulka zpříšňování a hranic pásem pro ukazatel SAIDI [4]

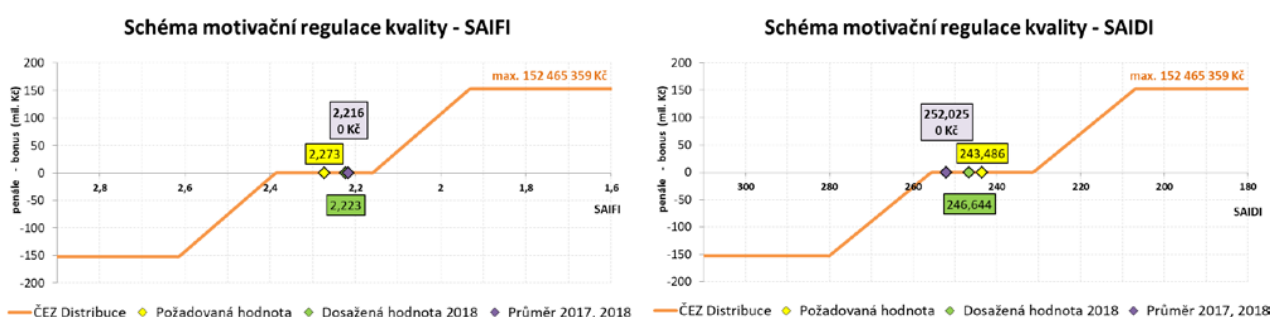
SAIDI	Referenční hodnota	Roční zpříšňování	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ Distribuce	262,700	2,5%	$\pm 5\%$	$\pm 15\%$
E.ON Distribuce	275,360	5%	$\pm 5\%$	$\pm 15\%$
PREdistribuce	37,370	5%	$\pm 10\%$	$\pm 25\%$

Tab. 8 Tabulka požadovaných hodnot na jednotlivé roky pro ukazatel SAIDI [4]

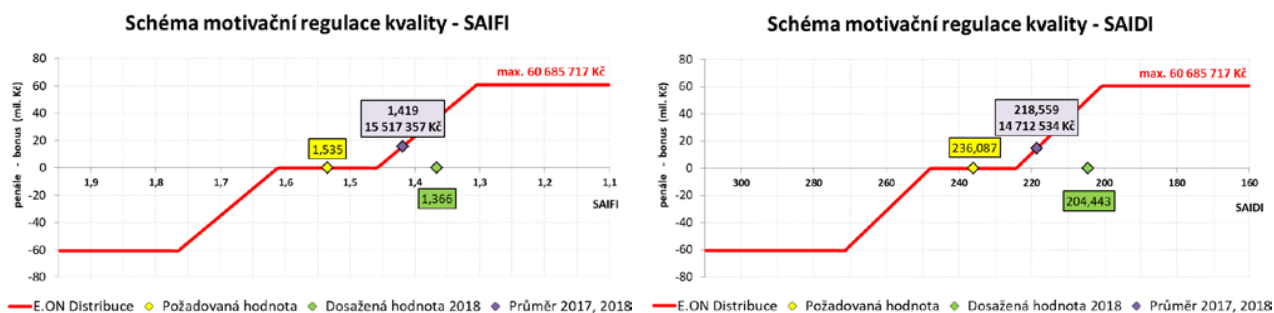
SAIDI	Požadovaná hodnota pro rok 2016	Požadovaná hodnota pro rok 2017	Požadovaná hodnota pro rok 2018	Požadovaná hodnota pro rok 2019	Požadovaná hodnota pro rok 2020
ČEZ Distribuce	256,133	249,729	243,486	237,399	231,464
E.ON Distribuce	261,592	248,512	236,087	224,282	213,068
PREdistribuce	35,502	33,726	32,040	30,438	28,916

Na níže uvedených grafech je znázorněno vyhodnocení za rok 2018 pro jednotlivé distributory v rámci motivační regulace kvality. Na každém grafu jsou vyčísleny maximální hodnoty bonusů či penále, požadované hodnoty ukazatelů nepřetržitosti, dosažené hodnoty pro rok 2018 a klouzavé průměry za roky 2017 a 2018. Podle hodnoty tohoto průměru je nakonec vyčíslena částka, která je vyplacena distributorovi, či kterou distributor zaplatí jako penále. Je důležité si také uvědomit, že i když se distributoři nacházejí v neutrálním pásmu, tak díky každoročně se zpřisňujícím hodnotám, se zlepšuje kvalita dodávek elektrické energie, což je cílem motivační regulace kvality.

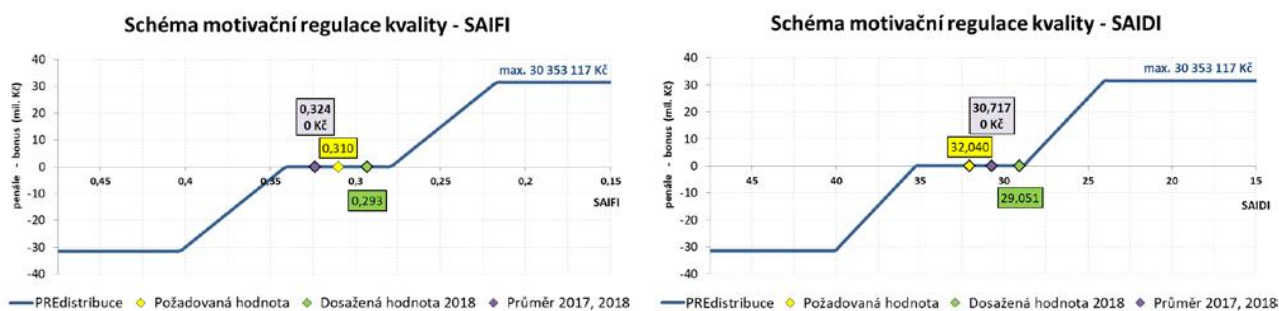
Vyhodnocení pro jednotlivé společnosti za rok 2018 [2]:



Obr. 6 Vyhodnocení pro společnost ČEZ Distribuce, a.s.



Obr. 7 Vyhodnocení pro společnost E.ON Distribuce, a.s.



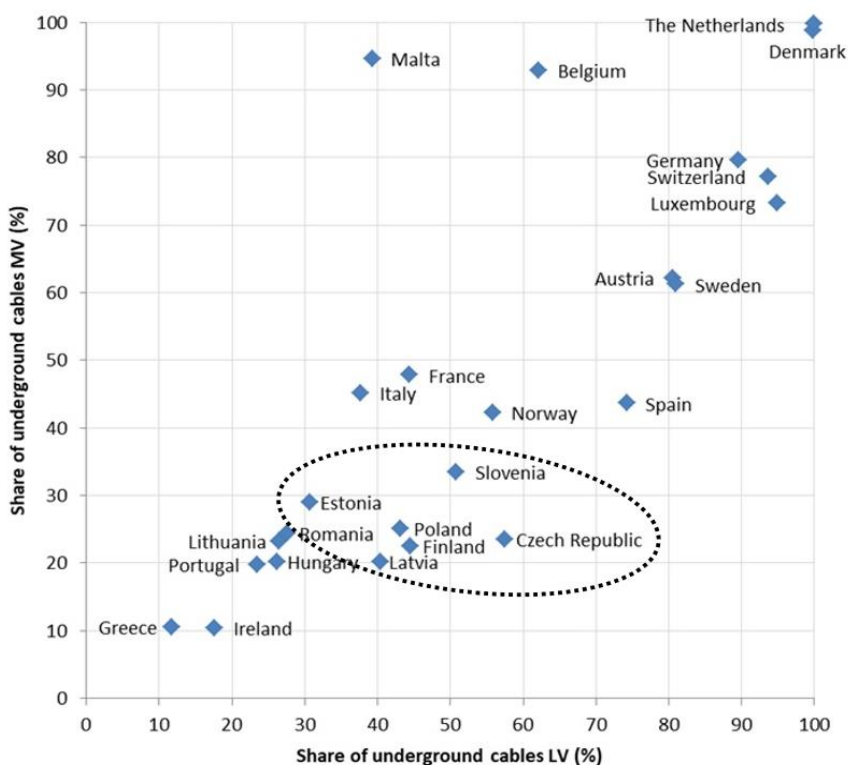
Obr. 8 Vyhodnocení pro společnost PRE Distribuce, a.s.

Zdroj: [2]

## 2 Regulační mechanismy pro kvalitu dodávek elektřiny v zahraničí a jejich implementace do českých podmínek

### 2.1 Ukazatele SAIFI a SAIDI v ostatních zemích

Monitorování dlouhých přerušení, především pak ukazatelů SAIFI a SAIDI je v dnešní době samozřejmostí pro většinu evropských zemí. Problém ale je v nejednotné metodice výpočtu. Jednotlivé země je tak obtížné porovnávat, a to i vzhledem k rozdílným geografickým a klimatickým poměrům. Různé státy mají také různé charaktery sítí, proto pokud už se chceme pustit do porovnávání, musíme srovnávat srovnatelné. Dobrým měřítkem tak může být podíl kabelových vedení v jednotlivých evropských zemích.



Obr. 9 Rozdělení zemí podle podílu kabelových vedení na hladině nn a vn v roce 2016 [12]

Na výše uvedeném rozdělení můžeme vidět podíl kabelizace v jednotlivých zemích Evropy. Aby bylo možné provést alespoň trochu objektivní srovnání České republiky a ostatních zemí, budeme uvažovat země, ve kterých je podíl kabelizace na hladinách nn a vn obdobný. Porovnávaná skupina je na obrázku ohraničena tečkovanou čarou. Pokud se podíváme na ostatní země, tak např. v pravém horním rohu můžeme vidět bohaté a vyspělé evropské země s vysokým podílem kabelizace. Tyto země pak budou dosahovat mnohem nižších hodnot ukazatelů nepřetržitosti. V tabulce níže je pro úplnost přehled evropských

zemí a používané ukazatele pro vykazování dlouhých přerušení. Můžeme vidět, že používaných ukazatelů je celá řada, ale je třeba si uvědomit, že všechny v různých obdobách popisují to samé a rozhodně neznamena, že čím více ukazatelů, tím lepší regulace.

Tab. 9 Indexy a ukazatele používané v evropských zemích [3]

Stát	Index	Vykazování (vztažení)
Rakousko	SAIDI, SAIFI, ASIDI, CAIDI, (CML, ENS)	Podle počtu postižených transformačních stanic a počtu odběratelů.
Belgie	SAIDI, AIT	SAIDI používaný na LV a MV - počet odběratelů. AIT používaný na HV a EHV - nedodaná energie.
Bulharsko	SAIDI, SAIFI	Počet odběratelů.
Chorvatsko	SAIDI, SAIFI	-
Kypr	SAIDI, SAIFI, podle příčiny, podle napětí, procentní ukazatele, ztracený výkon, zasažení odběratelů, podle typu a poruchy, Průměrný čas pro obnovení dodávky, Časový interval do obnovení dodávky	Nedodaná energie.
Dánsko	SAIDI, SAIFI	Podle typu přerušení, délky elektrické sítě a počtu odběratelů.
Estonsko	SAIFI, CAIDI, celková doba přerušení pro každého zákazníka za rok	Počet zasažených odběratelů.
Finsko	Distribuce: T-SAIDI a T-SAIFI, počet a délka přerušení; Přenos: délka a počet přerušení	Podle roční spotřeby energie.
Francie	Přenos: AIT, SAIFI a ENS; Distribuce: SAIFI, SAIDI; Každý z ukazatelů má několik verzí podle typu přerušení, napěťové úrovně a příčiny poruchy.	Podle typu indikátoru. Např. SAIDI - HV a EHV - počet zasažených uzlů, LV - počet odběratelů.
Německo	SAIDI (LV), ASIDI (MV), SAIFI	LV: Počet odběratelů; MV: Nedodaná energie.
Velká Británie	Přerušení zákazníka a minuty nedodávky. Přerušení přenosu a nedodaná energie pro každou událost.	Počet odběratelů.
Řecko	SAIDI, SAIFI	Počet odběratelů.
Maďarsko	Distribuce: SAIDI, SAIFI, CAIDI pro plánovaná a neplánovaná přerušení; Přenos: AIT, ENS	Počet odběratelů.

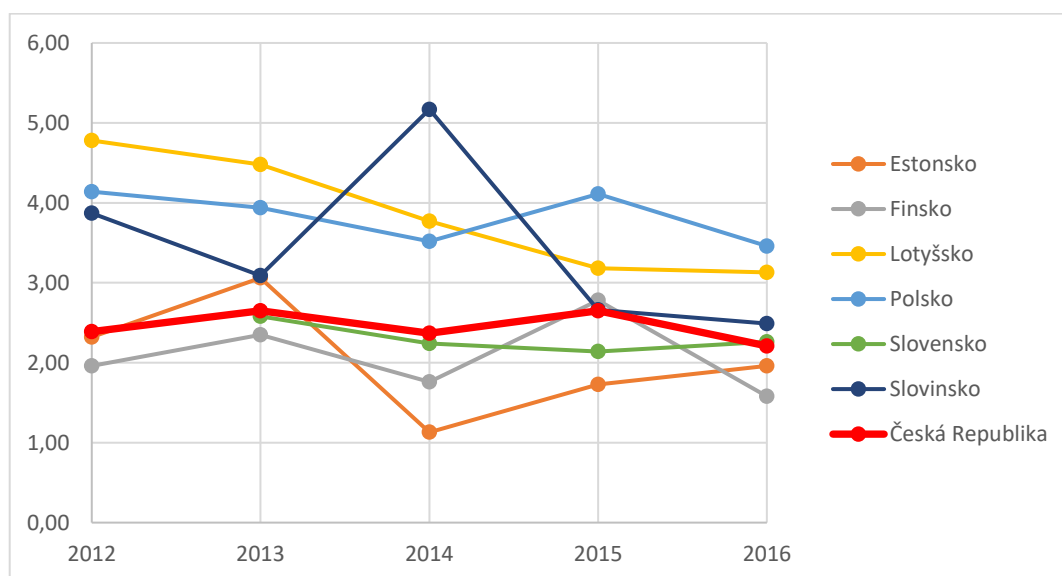
Irsko	Minuty nedodávky, přerušení zákazníka	Počet odběratelů.
Itálie	Přenos: ENS, ENW, AIT, SAIFI; Distribuce: SAIDI, SAIFI, počet postižených zákazníků přerušením delším než 8 hodin.	Distribuce: počet postižených odběratelů.
Lotyšsko	SAIDI, SAIFI, CAIDI, ENS	Počet odběratelů.
Litva	Přenos: ENS, AIT; Distribuce: SAIDI, SAIFI.	Nedodaná energie. Počet odběratelů.
Lucembursko	SAIDI, SAIFI	Počet odběratelů.
Malta	SAIDI a CAIDI pro každé přerušení - nerozlišováno dlouhé či krátké	Ukazatele se počítají na úrovni MV a přerušení jsou vztažena na instalovaný zdánlivý výkon.
Nizozemsko	SAIDI, SAIFI a CAIDI	Počet odběratelů.
Norsko	S ohledem na koncové zákazníky (všechny napěťové hladiny): SAIDI, SAIFI, CAIDI, CTAIDI, CAIFI, ENS.	Počet odběratelů. Nedodaná energie.
Polsko	Distribuce: SAIDI, SAIFI; Přenos: ENS, AIT, SAIDI, SAIFI	Počet odběratelů.
Portugalsko	Přenos: ENS, AIT, SAIFI, SAIDI, SARI; Distribuce: SAIFI HV, SAIDI HV, END MV, AIT MV(TIEPI), SAIFI MV, SAIFI LV, SAIDI MV, SAIDI LV.	SAIFI a SAIDI: vztaženo na počet zásobených uzlů (přenos, HV a MV) a počet odběratelů (LV); TIE (Distribuce - TIEPI) a ENS (distribuce): vztaženo na instalovaný výkon; ENS (přenos): odhad; TIE (přenos): Nedodaná a dodaná energie.
Rumunsko	Distribuce: SAIFI, SAIDI; ENS a AIT na úrovni 110 kV. Přenos: ENS a AIT.	Počet odběratelů.
Slovensko	1. N 400 (průměrný počet neplánovaných přerušení jednoho transformátoru na úrovni 400 kV). 2. N 220 (průměrný počet neplánovaných přerušení jednoho transformátoru na úrovni 220 kV).	Počet odběratelů. Počet transformátorů (přenos).
Slovinsko	Distribuce: SAIDI, SAIFI, CAIDI, CAIFI. Přenos: SAIDI, SAIFI (implicitně ENS, AIT, AIF, AID).	Počet odběratelů.
Španělsko	Distribuce: TIEPI, NIEPI; Přenos: ENS, AIT	Nedodaná energie.
Švédsko	ENS, ASIDI, ASIFI, SAIDI, SAIFI, CEMI	Počet odběratelů.
Švýcarsko	Distribuce: SAIDI, SAIFI; Přenos: SAIDI, SAIFI, ENS.	Počet odběratelů.

## 2.2 Porovnání hodnot SAIFI s ostatními zeměmi

V tabulkách a grafech níže je uvedeno srovnání evropských zemí, které mají přibližně stejný podíl kabelizace, jako Česká republika. Kromě našeho státu bude ve srovnání uvažováno Estonsko, Finsko, Lotyšsko, Polsko, Slovensko a Slovinsko. Nejdříve bude uvedeno srovnání pro všechna přerušení, tedy plánovaná a neplánovaná, včetně mimořádných událostí. Je potřeba připomenout, že jde o zjednodušené srovnání.

Tab. 10 Tabulka vývoje ukazatele SAIFI - všechna přerušení [12]

Stát/Rok	2012	2013	2014	2015	2016
Česká republika	2,39	2,65	2,37	2,65	2,21
Estonsko	2,32	3,06	1,13	1,73	1,96
Finsko	1,96	2,35	1,76	2,78	1,58
Lotyšsko	4,78	4,48	3,77	3,18	3,13
Polsko	4,14	3,94	3,52	4,11	3,46
Slovensko	-	2,58	2,24	2,14	2,26
Slovinsko	3,87	3,09	5,17	2,66	2,49

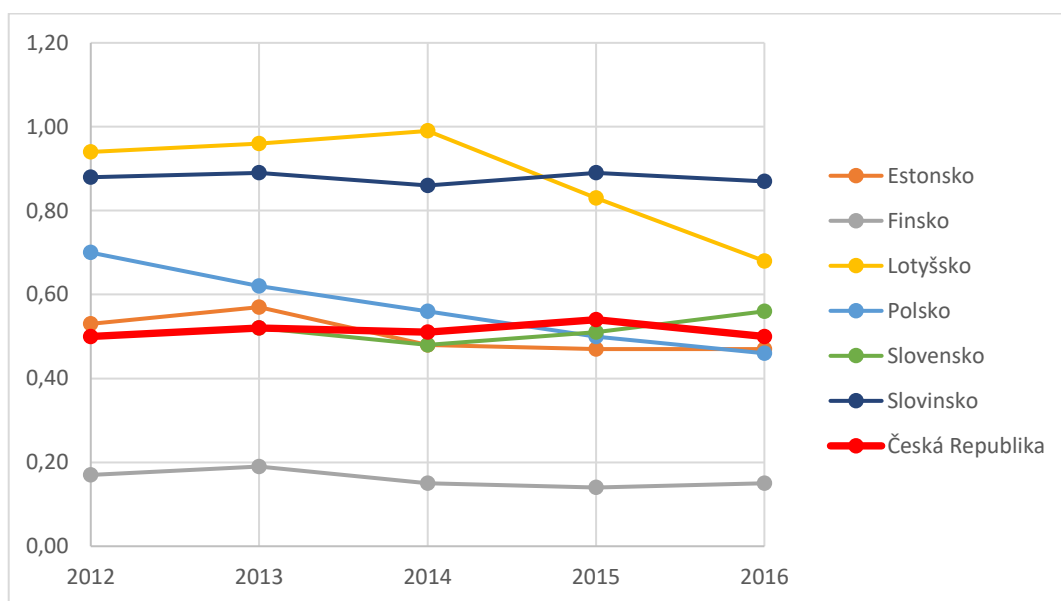


Obr. 10 Porovnání jednotlivých zemí - ukazatel SAIFI (všechna přerušení)

Z grafu je vidět, že Česká republika dosahuje podobných hodnot, jako Slovensko, Estonsko a Finsko. Objektivnějšího srovnání ovšem dosáhneme, pokud budeme uvažovat pouze plánovaná přerušení. Nebudeme tak uvažovat typy přerušení, na které nemají distributoři vliv.

Tab. 11 Tabulka vývoje ukazatele SAIFI - plánovaná přerušení [12]

Stát\Rok	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Česká republika</b>	0,50	0,52	0,51	0,54	0,50
<b>Estonsko</b>	0,53	0,57	0,48	0,47	0,47
<b>Finsko</b>	0,17	0,19	0,15	0,14	0,15
<b>Lotyšsko</b>	0,94	0,96	0,99	0,83	0,68
<b>Polsko</b>	0,70	0,62	0,56	0,50	0,46
<b>Slovensko</b>	-	0,52	0,48	0,51	0,56
<b>Slovinsko</b>	0,88	0,89	0,86	0,89	0,87



Obr. 11 Porovnání jednotlivých zemí - ukazatel SAIFI (plánovaná přerušení)

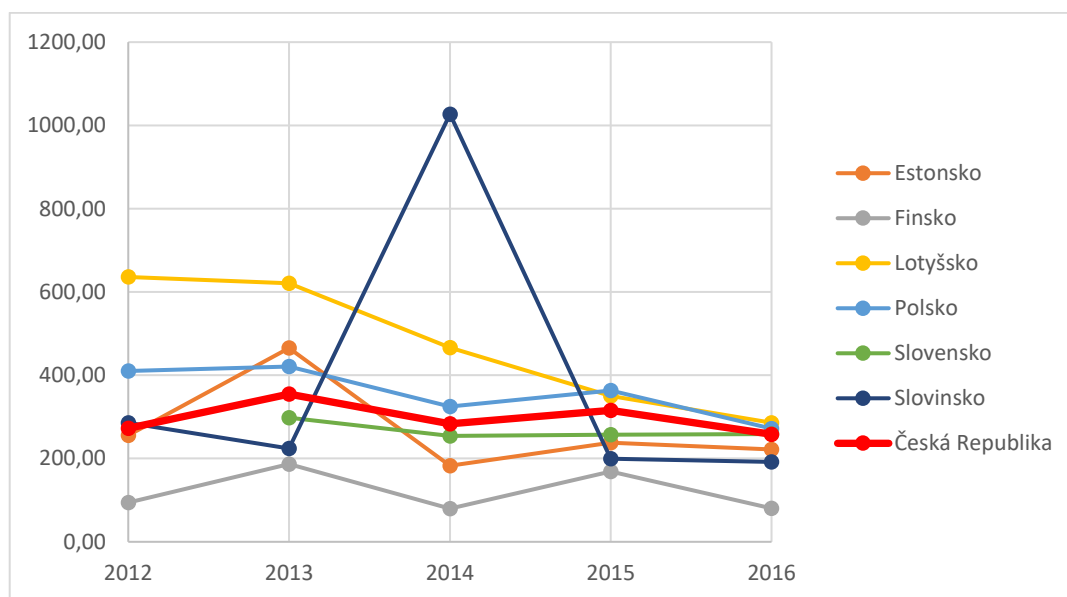
Z grafu je vidět, že hodnota pro Českou republiku je dlouhodobě konstantní a pohybuje se kolem hodnoty 0,5 přerušení/zákazník/rok. Obdobné hodnoty dosahuje i Estonsko, Slovensko a Polsko. Pokud se zaměříme na Polsko, které v rámci plánovaných přerušení dosahuje stejných hodnot jako ČR, při porovnání všech přerušení můžeme vidět, že Polsko dosahuje mnohem vyšších hodnot. To značí, že polským distributorům se při provozu sítě objevuje (oproti distributorům v ČR) mnohem více poruch, které pak spadají do kategorie neplánovaných přerušení. Naproti tomu Finsko, které vykazuje téměř třikrát méně plánovaných přerušení než ČR, ukazuje, že v roce 2016 byl v České republice značný prostor pro snižování plánovaných přerušení.

## 2.3 Porovnání hodnot SAIDI s ostatními zeměmi

Stejně jako v předchozí části, dojde níže ke srovnání vybraných evropských zemí, které mají stejný podíl kabelizace. V této části se budeme zabývat parametrem SAIDI. Znovu dojde nejdříve ke srovnání hodnot zahrnující všechna přerušení a poté pouze přerušení plánovaná.

Tab. 12 Tabulka vývoje ukazatele SAIDI - všechna přerušení [12]

Stát\Rok	2012	2013	2014	2015	2016
Česká republika	272,65	354,76	283,22	316,07	258,29
Estonsko	255,79	465,32	182,82	237,74	222,23
Finsko	94,36	186,72	79,79	169,13	80,56
Lotyšsko	636,00	621,00	466,00	350,00	286,00
Polsko	410,00	420,94	324,81	363,32	272,00
Polsko	410,00	420,94	324,81	363,32	272,00
Slovensko	-	298,06	254,36	257,52	258,82
Slovinsko	286,04	224,41	1027,19	199,95	191,92



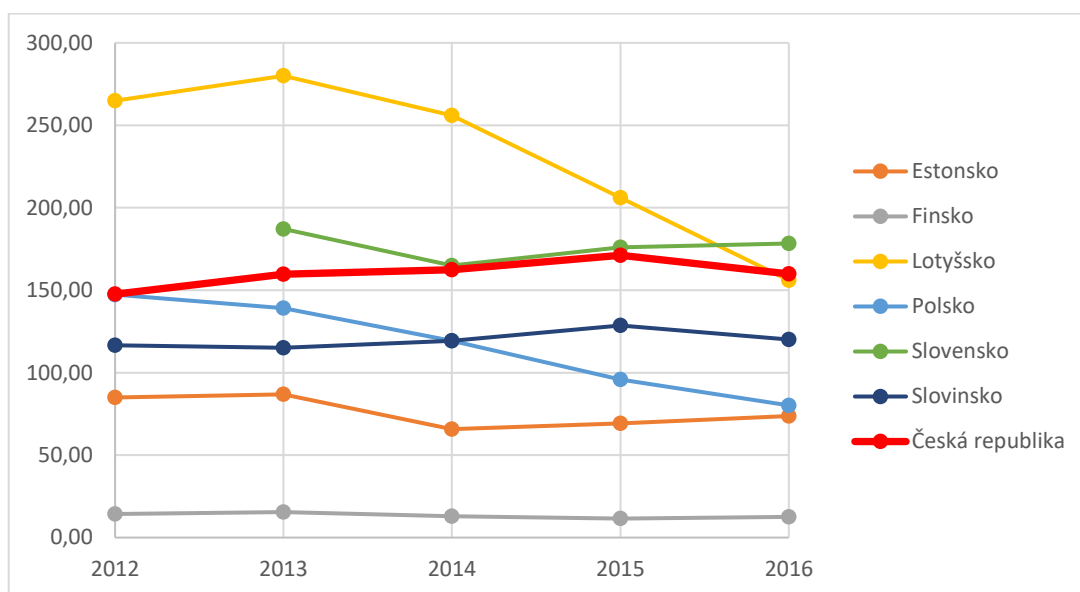
Obr. 12 Porovnání jednotlivých zemí - ukazatel SAIDI (všechna přerušení)

Z porovnání všech přerušení pro parametr SAIDI můžeme vidět, že Česká republika dosahuje podobných jako Slovensko, Polsko či Estonsko. Zajímavé je vidět snižování délek přerušení v Lotyšsku. Za zmínku stojí i dosažená hodnota Slovinska za rok 2014, kterou způsobilo nepříznivé počasí, konkrétně husté sněžení, které způsobilo mnoho dlouhotrvajících poruch.



Tab. 13 Tabulka vývoje ukazatele SAIDI - plánovaná přerušení [12]

Stát\Rok	2012	2013	2014	2015	2016
Česká republika	147,59	159,68	162,33	171,18	159,91
Estonsko	84,93	86,84	65,76	69,32	73,75
Finsko	14,21	15,47	12,90	11,51	12,64
Lotyšsko	265,00	280,00	256,00	206,00	156,00
Polsko	147,32	139,12	119,40	95,86	80,17
Slovensko	-	187,14	164,99	176,03	178,24
Slovinsko	116,61	115,09	119,28	128,61	120,10



Obr. 13 Porovnání jednotlivých zemí - ukazatel SAIDI (plánovaná přerušení)

Ze srovnání hodnot ukazatele SAIDI pro plánovaná přerušení můžeme vidět, že spousta zemí dlouhodobě dosahuje nižších hodnot než ČR. Je to Polsko, Slovinsko, Estonsko a Finsko. U ukazatele SAIFI zahrnující plánovaná přerušení dosahovalo Polsko a Estonsko stejných hodnot jako Česká republika. Rozdíl je však u ukazatele SAIDI, v délce plánovaných přerušení. Distributoři v těchto zemích dokázaly plánovaná přerušení zvládnout za kratší dobu. To potvrzuje závěr uvedený výše, že v roce 2016 byl velký prostor pro snižování hodnot ukazatelů nepřetržitosti pro plánovaná přerušení.

## 2.4 Sledování krátkých přerušení

V některých zemích je sledování krátkých přerušení stejně běžné jako sledování dlouhých přerušení. Nejběžnější ukazatel vyjadřující krátká přerušení je ukazatel MAIFI, neboli Momentary Average Interruption Frequency Index. Tento ukazatel nepřetržitosti představuje průměrný počet krátkých přerušení, které postihli odběratele během jednoho roku. Vzorec pro jeho výpočet je následující:

$$MAIFI = \frac{\sum NM_i}{N_T} \quad (15)$$

kde  $\sum NM_i$  je celkový počet krátkodobých přerušení u zákazníků během vyhodnocovacího období a  $N_T$  je celkový počet zákazníků.

Krátká přerušení jsou důsledkem přechodných zkratů a obnovením napájení činností automatik OZ, případně změnami zapojení během manipulací v síti. Podobně jako u parametru SAIFI, však není napříč zeměmi jednotné chápání tohoto pojmu.

V tabulce níže je uvedený přehled států, ve kterých jsou krátká přerušení sledována:

Tab. 14 Monitorování a ukazatele krátkých přerušení v evropských zemích [14]

Stát	Index	Doba trvání krátkých přerušení	Zdroj dat
Belgie	AIF	$T < 3 \text{ min}$	SCADA
Dánsko	SAIDI a SAIFI	$T \leq 3 \text{ min}$	SCADA
Finsko	Průměrná roční vážená četnost a doba trvání přerušení	$T \leq 3 \text{ min}$	Data jsou vhodná pouze pro OZ
Francie	MAIFI pro krátké přerušení	$1 \text{ s} \leq T \leq 3 \text{ min}$	Sběr dat v lokální stanici
Maďarsko	MAIFI, vážená počtem zákazníků; samostatné ukazatele pro krátká a přechodná přerušení	$1 \text{ s} < T \leq 3 \text{ min}$	SCADA
Itálie	MAIFI, vážená počtem zákazníků na nn pro krátká přerušení MAIFI přechodná, vážená počtem zákazníků na vn pro přechodná přerušení	$1 \text{ s} < T \leq 3 \text{ min}$	SCADA společně s přenosem dat v DTS
Litva	MAIFI, vážená počtem zákazníků na nn pro krátká přerušení	$1 \text{ s} < T \leq 3 \text{ min}$	SCADA

Norsko	SAIDik; SAIFik; CAIDik; CTAIDik; CAIFik; Jeden ukazatel zahrnuje jak krátká, tak přechodná přerušení	$T \leq 3 \text{ min}$	SCADA, časový záznam všech systémů OZ
Polsko	MAIFI pro krátká přerušení	$1 \text{ s} < T \leq 3 \text{ min}$	SCADA, modely spojitosti a odečty čítače zařízení s OZ
Portugalsko	Distributoři zaznamenávají krátká přerušení	$T \leq 3 \text{ min}$	-
Španělsko	Monitorují se krátká přerušení	$T \leq 3 \text{ min}$	-
Velká Británie	SI (krátká přerušení): počet krátkých přerušení na 100 zákazníků za rok	$T < 3 \text{ min}$	SCADA nebo odečty čítače zařízení s OZ

## 2.5 Ukazatel MAIFI v ČR

V novele vyhlášky č. 540, o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice, která by měla začít platit v roce 2020 se nově objevuje parametr MAIFI. V pátém regulačním období (2021-2025) zatím půjde jen o jeho sledování a v rámci motivační regulace kvality nebudou distributoři za dosažené hodnoty ukazatele MAIFI nijak postihováni či bonifikováni. Energetický regulační úřad ale bude počty krátkodobých přerušení napájení určitě sledovat a během pětiletého období bude mít prostor, aby smysluplně nastavil hodnoty pro motivační regulaci a motivoval distributory ke snižování počtu krátkých přerušení (short interruptions). V budoucnosti se dá také očekávat, že do regulace budou zahrnuty i poklesy napětí (voltage dips). Před zahrnutím krátkých přerušení do motivační regulace kvality, ale musí dojít k jasnému stanovení pravidel započítávání jednotlivých událostí.

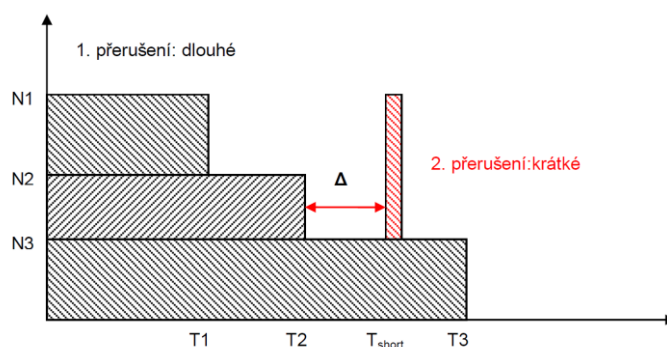
Krátká přerušení jsou obvykle způsobena přechodnými zkratovými poruchami (úder blesku, kontakt vedení s vegetací), působením automatiky opětného zapínání (OZ) nebo spínacími operacemi v síti. Analyzátoři, které monitorují veličiny v síti, pak v záznamech vykazují krátká přerušení buď jako jednu událost, nebo jako skupiny událostí, které mohly být způsobeny jednou nebo několika nezávislými příčinami. Vícenásobná přerušení v důsledku působení OZ, pak mohou být započítána jako jedno přerušení nebo jako vícero přerušení. Tím se dostáváme k pojmu agregace. Při agregaci se všechny události, které vznikly během definovaného časového úseku nahradí jednou událostí. Délka tohoto časového úseku pak může být různě dlouhá. Například intervalem trvajícím několik period se dají eliminovat skupiny velmi krátkých přerušení způsobených přechodnými jevy. V praxi jsou ale intervaly nastaveny na několik desítek minut až hodin, což respektuje dobu

obnovu výroby při výpadku napájení, tzv. recovery time. Krátká přerušení se často vyskytují v okolí přerušení dlouhého. Může se vyskytnout jedno krátké přerušení, nebo jejich shluk. Agregace pak tento fakt dokáže zohlednit. Pokud při vyhodnocování výskytu krátkodobých přerušení dojde k uplatnění agregačních pravidel, stanovuje se ukazatel  $MAIFI_E$  (*Momentary Average Interruption Event Frequency Index*) definovaný jako:

$$MAIFI_E = \frac{\sum NME_i}{N_T} \quad (16)$$

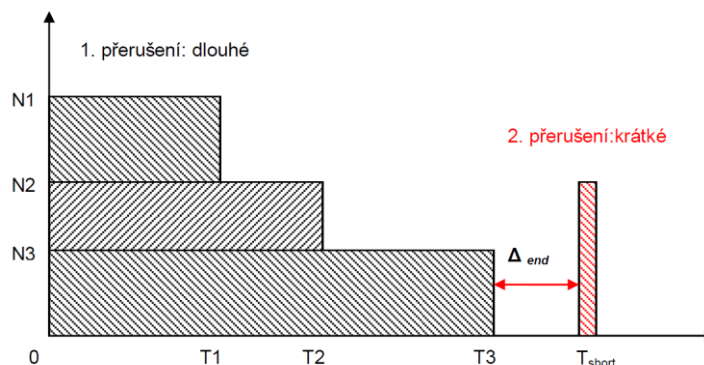
kde  $\sum NME_i$  je celkový počet událostí týkajících se krátkodobých přerušení (krátkodobá přerušení po agregaci) u zákazníků během vyhodnocovacího období a  $N_T$  je celkový počet zákazníků.

V evropských zemích se používají různá agregační pravidla. Níže jsou uvedeny základní kombinace používané v zahraničí. Přerušení vyskytující se u různých zákazníků na stejném vývodu může mít různou dobu trvání a být klasifikováno jako dlouhé nebo krátké z pohledu každého jednotlivého zákazníka. To zobrazuje obrázek č.14.



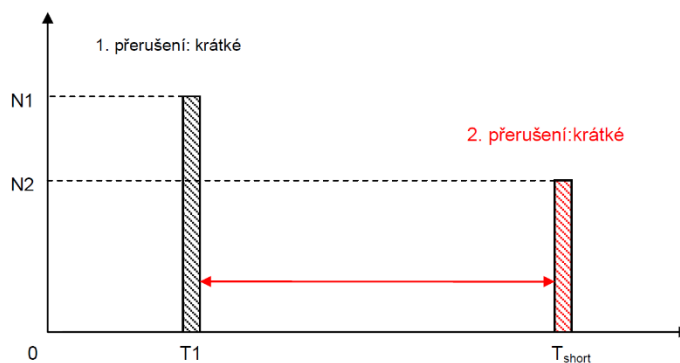
Obr. 14 Krátké přerušení v průběhu dlouhého [14]

Ve Velké Británii se vyhodnocují krátká přerušení, která následují po dlouhých přerušeních, jen pokud je doba mezi koncem dlouhého přerušení a začátkem krátkého přerušení delší než tři hodiny. To ukazuje obrázek č.15.



Obr. 15 Krátké přerušení po dlouhém přerušení [14]

Ve Francii se nezapočítávají krátkodobá přerušení v průběhu 1 h od začátku dlouhodobého přerušení a dále se nepočítají krátká přerušení vyvolaná ochranami a automatikami předcházející dlouhému nebo krátkému přerušení do maximálně 2 minut. Znázornění je na obrázku č.16.



Obr. 16 Dvě po sobě jdoucí krátká přerušení [14]

Novela vyhlášky č. 540, o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice říká, že krátkodobé přerušení je přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny s dobou trvání od 30 sekund do 3 minut včetně. Dále říká, že [15]:

**Průměrný počet krátkodobých přerušení distribuce elektřiny u zákazníků na napěťové hladině  $h$  v hodnoceném období** je dán vztahem:

$$MAIFI_h = \frac{\sum_k n_{kh}}{N_{sh}}, \quad (17)$$

kde  $k$  je pořadové číslo události v hodnoceném období, při kterém vznikla jen krátkodobá přerušení distribuce, přičemž za samostatnou událost se považují krátkodobá přerušení vzniklá více než 60 minut po konci předchozího krátkodobého přerušení,  $n_{kh}$  je celkový počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny  $h$ , jimž bylo způsobeno krátkodobé přerušení distribuce elektřiny dané kategorie v důsledku  $k$ -té události  $N_{sh}$  je celkový počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny  $h$  kde konci předchozího kalendářního roku. [15]

V České republice by tak mělo docházet k agregaci krátkých přerušení v časovém úseku  $T=60$  minut po konci přechodného krátkodobého přerušení. Grafické znázornění tohoto mechanismu je na obrázku níže.



Obr. 17 Navrhovaná agregace u ukazatele MAIFI v ČR

Zavedení ukazatele MAIFI je přirozeným krokem doplňující současné ukazatele nepřetržitosti. Dalo by se říci, že tento ukazatel je nadstavbový. Hodnocení nepřetržitosti dodávek elektrické energie se vyvíjí v souvislosti s technickými možnostmi jednotného vykazování všech distributorů.

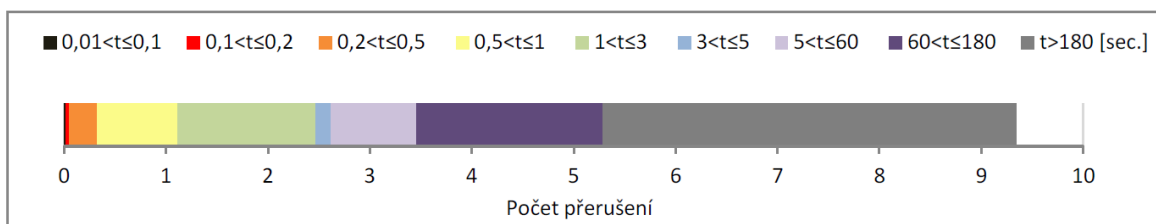
S tím souvisí nastavená doba trvání krátkého přerušení od 30 sekund do 3 minut. Dolní hranice vzešla z diskuze s distributory ohledně jednotné úrovně, od které jsou řídicí systémy distributorů schopny zaznamenávat přerušení a přiřazovat je k událostem, aniž by bylo potřeba zvýšení hardwarových a softwarových nároků těchto systémů i navazujících informačních systémů. Zdrojem dat je řídicí systém, který plošně, jednotně a soudobě pokrývá celé zásobované území daného distributora. Existují samozřejmě prostředky, kterými by šlo sledovat děje v síti ještě jemněji, ale pak jde o sledování z principu lokální. Nelze pak snadno určit příčinu a nemusí být zaručeno plošné pokrytí s periodicitou vykazování.

Dalším aspektem, který stojí za detailnější rozbor, je uvažovaná agregace 60 minut po konci předchozího krátkodobého přerušení. Výpočet ukazatelů SAIFI a SAIDI probíhá po událostech, což je jisté seskupení ve vazbě na společnou příčinu a důvod. V rámci událostí mohou vznikat manipulační kroky, které mohou vést k tomu, že určitý zákazník zaznamená skupinu přerušení distribuce, tj. sled několika přerušení – obecně různě dlouhých a s různými dobami trvání mezi nimi. Do ukazatele SAIDI se započítá čas všech těchto událostí (součet jejich dob trvání). Do ukazatele SAIFI se započítá jedno přerušení u tohoto zákazníka. Uvedený interval od konce předchozího krátkodobého přerušení je přenesením tohoto principu agregace do výpočtu MAIFI. Je to i taková pojistka proti tomu, aby distributor nevykázal pod jednu událost krátkodobá přerušení v neúměrně dlouhém období s poukazem, že to byla jedna událost. Délka agregačního intervalu je pak otázkou volby, neexistuje exaktní kritérium, jak ji stanovit. V různých zemích se pak používají různá agregační pravidla. V České republice byla upřednostněna jednoduchost s přihlédnutím k frekventovanějším limitům v zahraničních agregačních pravidlech. [21]

## 2.6 Sledování krátkých přerušení v ČR

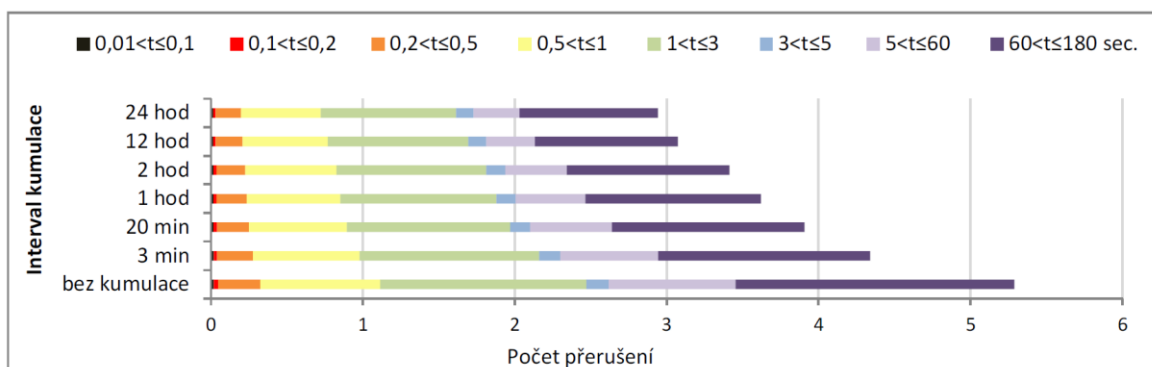
Sledování krátkých přerušení v České republice není jen otázkou budoucnosti. Například v roce 2015 proběhla trvalá měření na analyzátorech ve více než 10 000 DTS. Použité analyzátory dokázaly zaznamenat i rychlé změny napětí. Vyhodnocení zahrnovalo všechna krátkodobá přerušení trvajících od 10 ms do 3 minut. Norma EN 50 160 říká, že nastává přerušení, pokud napětí ve všech fázích klesne pod 5 % jmenovitého napětí  $U_N$ . Pro kompletnost byly ve vyhodnocení i dlouhá přerušení, trvajících déle jak 3 minuty. Celkový průměrný počet přerušení vyšel 9,4 přerušení/rok/DTS. Průměrný počet krátkodobých

přerušení na jednu DTS byl 5,3 přerušení za rok.[14]



Obr. 18 Průměrný počet přerušení s rozdělením podle doby trvání [14]

Přerušení trávající méně než 1s tvořila zhruba 10 % všech přerušení. Přerušení, která trvala do 1 minuty představovala přibližně třetinu všech přerušení. Tato přerušení byla důsledkem činnosti automatik OZ a změn zapojení během manipulací v síti. Jak již bylo uvedeno, krátkodobá přerušení se většinou nevyskytují samostatně, ale jsou součástí sledů několika přerušení. Na obrázku níže jsou uvedeny průměrné četnosti krátkodobých přerušení po agregaci příslušným časovým intervalem od konce předchozího přerušení.

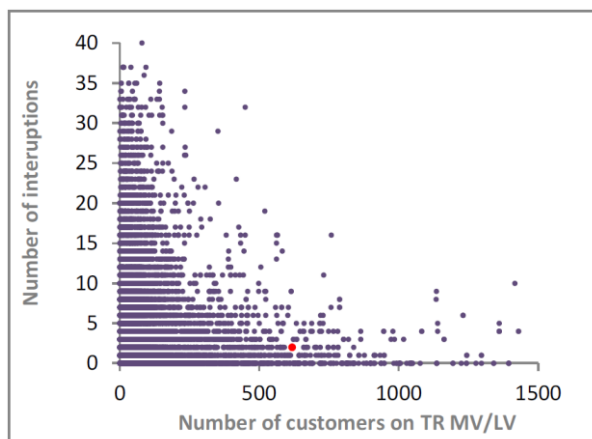


Obr. 19 Průměrný počet přerušení a vliv respektování sledů přerušení [14]

Je zřejmé, že čím delší je interval kumulace, tím nižší vyjde počet přerušení. Délku agregčního pásma však má smysl uvažovat maximálně v řádu jednotek hodin. Pro trvalé sledování krátkodobých přerušení a jejich následné vyhodnocování jako ukazatel MAIFI<sub>E</sub>, tedy ukazatele krátkodobých přerušení po aplikování agregčních pravidel, který by v budoucnu měl vstupovat do motivační regulace kvality, je potřeba nastavit všechny analyzátoři, aby vykazovaly správné hodnoty.

Zajímavé je zobrazení krátkých přerušení v závislosti na počtu odběratelů napájených jednotlivými transformátory. Každý bod v grafu představuje jeden transformátor. Jako příklad nám poslouží transformátor, který zásobuje 628 odběratelů a nastala na něm 2 krátká přerušení. Tento transformátor je v grafu znázorněn jako červená tečka. Tímto způsobem je zaneseno více než 10 000 distribučních transformátorů.





Obr. 20 Závislost počtu přerušení na počtu odběratelů napájených transformátory [14]

Čím vyšší byl počet odběratelů napájených transformátorem, tím nižší byl počet přerušení. Transformátory, které napájejí větší počet odběratelů, se vyskytují v oblastech s vyšší hustotou obyvatel, tedy ve městech, která jsou napájena pomocí kabelové sítě, která je odolnější proti přerušením.

## 2.7 Automatické platby při nedodržení standardů

Energetický regulátor každé země vydává vyhlášky, ve kterých stanovuje standardy, které musí být dodržovány. Pokud tomu tak není, jsou za každý nedodržení standard nastaveny finanční penále. Tyto standardy a finanční kompenzace jsou stát od státu rozdílné. Liší se také forma vyplacení náhrad. Například v Itálii, Nizozemsku, Portugalsku či Maďarsku existují automatické platby při nedodržení standardů. V dalších zemích, včetně České republiky, se mohou zákazníci domoci náhrady, pouze pokud o to sami požádají.

Kvalitu dodávek elektřiny a souvisejících služeb v České republice stanovuje Energetický regulační úřad vyhláškou č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice, ve znění vyhlášky č. 41/2010 Sb. Vyhláška stanovuje požadovanou kvalitu dodávek a služeb souvisejících s regulovanými činnostmi v elektroenergetice, včetně výše náhrad za její nedodržení, lhůt pro uplatnění nároku na náhrady a postupy pro vykazování dodržování kvality dodávek a služeb. Standardy kvality můžeme rozdělit do dvou základních skupin: standardy distribuce elektřiny (§ 5 až § 18) a standardy dodávek (§ 19 a § 20). Každá distribuční společnost je zodpovědná za plnění standardů distribuce elektřiny.[1] Proto je dále uveden detailnější rozbor.

### 2.7.1 Standardy distribuce elektřiny

Standardy distribuce elektřiny můžeme dále rozdělit na dvě skupiny. První skupinu tvoří informace vztahující se k nepřetržitosti dodávek elektřiny v sítích, čili údaje, které jsou ovlivňovány poruchovými nebo plánovanými událostmi v provozovaných distribučních soustavách.

- § 5 Standard ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny,
- § 6 Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny.

Druhá skupina obsahuje standardy spojené s tzv. komerční kvalitou, která charakterizuje schopnost distributora či dodavatele reagovat na požadavky konečných zákazníků a nesouvisí přímo s fyzickým provozováním soustav. Jedná se následující standardy:

- § 7 Standard výměny poškozené pojistky,
- § 8 Standard kvality napětí,
- § 9 Standard lhůty pro vyřízení reklamace kvality napětí,
- § 10 Standard lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí,
- § 11 Standard zaslání stanoviska k žádosti o připojení zařízení k přenosové nebo distribuční soustavě,
- § 12 Standard umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny,
- § 13 Standard ukončení přerušení distribuce elektřiny z důvodu prodlení zákazníka nebo dodavatele sdružené služby s úhradou plateb za poskytnutou distribuci elektřiny,
- § 14 Standard ukončení přerušení distribuce elektřiny na žádost dodavatele,
- § 15 Standard výměny měřicího zařízení a vyrovnání plateb,
- § 16 Standard předávání údajů o měření,
- § 17 Standard lhůty pro vyřízení reklamace vyúčtování distribuce elektřiny,
- § 18 Standard dodržení termínu schůzky se zákazníkem. [1]

Při plnění standardů jednotlivých společností je potřeba brát v úvahu rozdíly jednotlivých distribučních soustav jak do počtu zákazníků, tak i druhu a způsobu provozu sítí. Především u standardů souvisejících s nepřetržitostí dodávek (§ 5 a § 6) je velice důležitý podíl kabelových vedení v síti. Proto znovu nelze jednotlivé společnosti mezi sebou jednoduše porovnávat. V České republice nedochází při nedodržení standardu k automatickým náhradám, ale zákazníci se mohou domoci náhrady, pokud o to sami požádají. To by se ale mělo v budoucnu změnit. Distributoři však již nyní mají povinnost tyto náhrady evidovat a vykazovat. Můžeme je nalézt v souhrnných zprávách o dosažené úrovni kvality distribuce elektřiny a souvisejících služeb, kterou musí každý distributor každý rok zveřejňovat, pod názvem teoretická výše náhrad. Teoretická výše náhrad je celková hodnota náhrad v případě, že by o náhradu požádali všichni zákazníci, kteří měli na poskytnutí náhrad právo. V případě nedodržení standardů č. 5-7 nepředstavují hodnoty počet postižených odběratelů, ale počet událostí, které nastaly. Jedna taková událost pak mohla postihnout např. 10 odběratelů, ale třeba také 100 odběratelů. V současnosti však nejsou schopni distributoři vyčíslit, kolik zákazníků jedna taková událost ovlivnila. V tabulkách níže jsou uvedena vyhodnocení plnění standardů distribuce elektřiny jednotlivých distributorů za rok 2019.

Tab. 15 Plnění standardů distribuce elektřiny za rok 2019 – ČEZ Distribuce, a.s. [6]

§	Počet případů			Počet vyplacených náhrad	Výše vyplacených náhrad	Teoretická výše náhrad
	Celkem	Standard nedodržen				
		[-]	[-]			
	[-]	[-]	[%]	[-]	[Kč]	[Kč]
5	33 831	30	0,09	0	0	
6	18 664	53	0,28	0	0	
7	6 912	4	0,06	0	0	
9	1 607	1	0,06	0	0	1 200
10	38	4	10,53	0	0	457 200
11	118 295	91	0,08	0	0	349 200
12	97 927	9	0,01	0	0	180 000
13	9	0	0,00	0	0	0
14	9 442	6	0,06	0	0	7 200
15	587	0	0,00	0	0	0
16	3 190 132	852	0,03	0	0	7 405 200
17	19 496	11	0,06	0	0	57 000
18	34 792	44	0,13	0	0	105 600

Zdroj: [6]

Tab. 16 Plnění standardů distribuce elektřiny za rok 2019 – E.ON Distribuce, a.s. [8]

§	Počet případů			Počet vyplacených náhrad	Výše vyplacených náhrad	Teoretická výše náhrad
	Celkem	Standard nedodržen				
		[-]	[-]			
5	19 699	222	1,13	0	0	
6	10 209	232	2,27	0	0	
7	4 002	100	2,50	0	0	
9	291	0	0,00	0	0	0
10	3	0	0,00	0	0	0
11	32 016	82	0,26	0	0	485 400
12	19 305	11	0,06	0	0	66 000
13	0	0	0,00	0	0	0
14	501	17	3,39	0	0	30 000
15	223	38	17,04	0	0	162 600
16	2 044 874	0	0,00	0	0	0
17	6 119	36	0,59	0	0	96 000
18	15 606	0	0,00	0	0	0

Zdroj: [8]

Tab. 17 Plnění standardů distribuce elektřiny za rok 2019 – PREdistribuce, a.s. [7]

§	Počet případů			Počet vyplacených náhrad	Výše vyplacených náhrad	Teoretická výše náhrad
	Celkem	Standard nedodržen				
		[-]	[-]			
5	934	5	0,54	0	0	
6	1 621	8	0,49	0	0	
7	586	6	1,02	0	0	
9	6	0	0,00	0	0	0
10	0	0	0,00	0	0	0
11	14 770	2	0,01	0	0	13 200
12	12 246	0	0,00	0	0	0
13	0	0	0,00	0	0	0
14	5 647	0	0,00	0	0	0
15	57	0	0,00	0	0	0
16	1 022 555	310	0,03	0	0	90 252 000
17	1 958	28	1,43	0	0	247 200
18	24 002	54	0,22	0	0	129 600

Zdroj:[7]

Z výše uvedených tabulek je zřejmé, že za nedodržování standardů distribuce elektřiny nejsou distributoři nijak finančně penalizováni a za rok 2019, stejně jako za předešlý rok 2018, nevyplatili náhradu ani v jednom případě. Odběratelé nejspíše ani nemají tušení, že mohou mít nárok na nějakou náhradu, nebo si mohou být vědomi jejich nároku, ale při nastavené administrativě, kterou by museli v současnosti podstoupit, tohoto nároku nevyužijí. Zavedení automatických plateb při nedodržení standardů by jistě mělo pro koncové zákazníky pozitivní přínos a distributory by motivovalo k dodržování nastavených standardů a tím i ke zlepšování kvality dodávek elektrické energie.

## 2.7.2 Standardy distribuce elektřiny podle nového znění vyhlášky č. 540

Novela vyhlášky č. 540, která by měla začít platit v roce 2020, aktualizuje znění standardů distribuce elektřiny a hodnoty náhrad, pokud dojde k jejich nedodržení. V tabulce níže je přehled současných standardů, které začaly platit v roce 2010. Spolu s nimi jsou uvedeny nové standardy, které by měly vejít v planost roku 2020. U některých standardů se mění jen jejich očíslování. Tučně uvedené nové standardy nahrazují standardy z roku 2010. Výše náhrad pro jednotlivé standardy jsou v tabulce také uvedeny.

Tab. 18 Seznam standardů distribuce elektřiny a jejich výše náhrad [1] [15]

Číslo standardu od roku		Název standardu	Výše náhrady	
2010	2020		od roku 2010	od roku 2020
§ 5	§ 7	Standard ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny	10 % z roční platby za distribuci, maximálně - 6 000 Kč v sítích do 1 kV - 12 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV - 120 000 Kč v sítích nad 52 kV	- 2 500 Kč v sítích do 1 kV - 10 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV - 50 000 Kč v sítích nad 52 kV
§ 6	§ 8	Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny	10 % z roční platby za distribuci maximálně - 6 000 Kč v sítích do 1 kV - 12 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV - 120 000 Kč v sítích nad 52 kV	- 2 500 Kč v sítích do 1 kV - 10 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV - 50 000 Kč v sítích nad 52 kV
§ 7	§ 9	Standard výměny poškozené pojistky	1 200 Kč	1 440 Kč

§ 8	§ 10	Standard kvality napětí	-	50 % z ceny zajišťování distribuce po dobu trvání snížené kvality napětí
§ 9	§ 11	Standard lhůty pro vyřízení reklamace kvality napětí	1200 Kč za každý den prodlení, maximálně 30 000 Kč	1440 Kč za každý den prodlení, maximálně 36 000 Kč
§ 10	§ 12	Standard lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí	1200 Kč za každý den prodlení, maximálně 60 000 Kč	1440 Kč za každý den prodlení, maximálně 72 000 Kč
§ 11	§ 13	Standard zaslání stanoviska k žádosti o připojení zařízení žadatele k přenosové nebo distribuční soustavě	- 600 Kč v sítích do 1 kV, maximálně 60 000 Kč - 1 200 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV, maximálně 120 000 Kč - 12 000 Kč v sítích nad 52 kV, maximálně 600 000 Kč	- 720 Kč v sítích do 1 kV, maximálně 72 000 Kč - 1 440 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV, maximálně 144 000 Kč - 14 400 Kč v sítích nad 52 kV, maximálně 720 000 Kč
		<b>Standard zaslání návrhu smlouvy o připojení nebo smlouvy o smlouvě budoucí o připojení zařízení žadatele o připojení k přenosové nebo distribuční soustavě</b>		
§ 12	§ 14	Standard umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny	- 6 000 Kč za každý den prodlení v síti do 1 kV, maximálně 60 000 Kč - 12 000 Kč za každý den prodlení v síti nad 1 kV, maximálně 120 000 Kč	- 7 200 Kč za každý den prodlení v síti do 1 kV, maximálně 72 000 Kč - 14 400 Kč za každý den prodlení v síti nad 1 kV, maximálně 144 000 Kč
§ 13	§ 15	Standard ukončení přerušení distribuce elektřiny z důvodu prodlení zákazníka nebo dodavatele sdružené služby s úhradou plateb za poskytnutou distribuci elektřiny	- 1 200 Kč za každý den prodlení v síti do 1 kV, maximálně 30 000 Kč - 3 600 Kč za každý den prodlení v síti nad 1 kV, maximálně 90 000 Kč	- 1 440 Kč za každý den prodlení v síti do 1 kV, maximálně 36 000 Kč - 4 320 Kč za každý den prodlení v síti nad 1 kV, maximálně 108 000 Kč
§ 14	§ 16	Standard ukončení přerušení distribuce elektřiny na žádost dodavatele nebo dodavatele sdružené služby	- 1 200 Kč za každý den prodlení v síti do 1 kV, maximálně 30 000 Kč - 3 600 Kč za každý den prodlení v síti nad 1 kV, maximálně 90 000 Kč	- 1 440 Kč za každý den prodlení v síti do 1 kV, maximálně 36 000 Kč - 4 320 Kč za každý den prodlení v síti nad 1 kV, maximálně 108 000 Kč
§ 15	§ 17	Standard výměny měřicího zařízení a vyrovnání plateb	600 Kč za každý den prodlení, maximálně 24 000 Kč	720 Kč za každý den prodlení, maximálně 28 800 Kč
		<b>Standard výměny měřicího zařízení z důvodu přezkoušení a vyrovnání plateb</b>		

§ 16	§ 18	Standard předávání údajů o měření	- 600 Kč za každou hodinu prodlení v sítích do 1 kV, maximálně 30 000 Kč	- 720 Kč za každou hodinu prodlení v sítích do 1 kV, maximálně 36 000 Kč
		<b>Standard předávání údajů potřebných k vyúčtování plateb</b>	- 1 200 Kč za každou hodinu prodlení v sítích od 1 kV do 52 kV, maximálně 60 000 Kč - 3 600 Kč za každou hodinu prodlení v sítích nad 52 kV, maximálně 120 000 Kč	- 1 440 Kč za každou hodinu prodlení v sítích od 1 kV do 52 kV, maximálně 72 000 Kč - 4 320 Kč za každou hodinu prodlení v sítích nad 52 kV, maximálně 144 000 Kč
§ 17	§ 19	Standard lhůty pro vyřízení reklamace vyúčtování distribuce elektřiny	600 Kč za každý den prodlení, maximálně 24 000 Kč	720 Kč za každý den prodlení, maximálně 28 800 Kč
§ 18	-	Standard dodržení termínu schůzky se zákazníkem	2 400 Kč	-
-	§ 20	<b>Standard lhůty pro vyřízení žádosti o změnu distribuční sazby</b>	-	720 Kč za každý den prodlení, maximálně 28 800 Kč

Zdroj: [1] [15]

V roce 2020 by mělo dojít k nahrazení tří současných standardů (§ 11, § 15 a § 16) a k zavedení jedno nového (§ 20). Současný standart § 18 v novele vyhlášky není uveden. Náhrady podle novelizované vyhlášky by se měly uplatňovat na základě písemné nebo elektronické žádosti. U většiny standardů dojde k navýšení náhrady o 20%. Je ale důležité, aby došlo k zavedení automatických plateb při nedodržení standardů, protože pokud distributoři nevyplatí jedinou náhradu, je jejich výše bezpředmětná.

### 3 Dopady regulace kvality na distributory a přínosy regulace pro konečné zákazníky

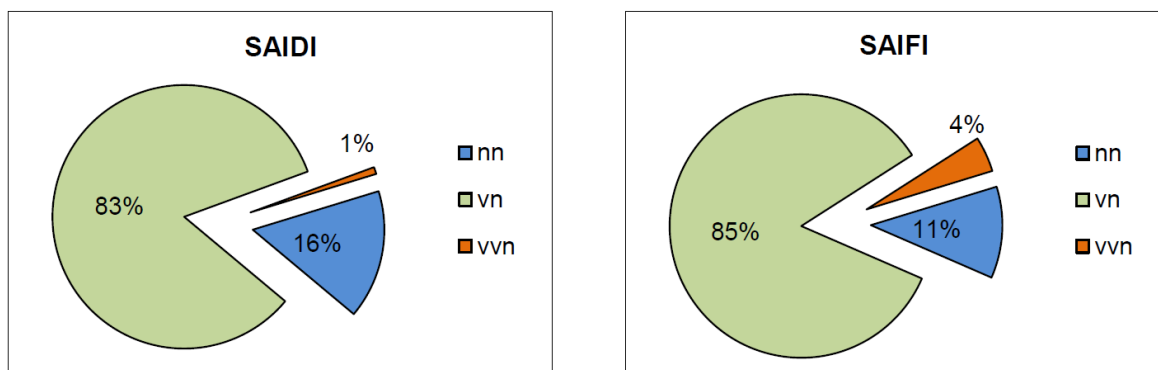
Když došlo k zavedení motivační regulace kvality u ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI, museli se distributoři začít zabývat možnostmi, jak hodnoty ukazatelů snižovat. Distributoři se samozřejmě snaží maximalizovat zisk, proto začali opatřeními, které byli v nejlepším poměru nejnižší náklady/největší snížení hodnot. Tato opatření můžeme obecně rozdělit na opatření pro snížení plánovaných přerušení a opatření pro snížení neplánovaných přerušení.

Plánovaná přerušení vznikají především z důvodu údržby či rekonstrukcí. Tato přerušení lze omezit např. zvýšením četnosti využívání prací pod napětím. Práce pod napětím je možná na všech napěťových hladinách a mezi obvyklé práce pod napětím patří údržba úsečníků na venkovním vedení, výměna izolátoru atd. Dalším způsobem snižování plánovaných přerušení je využívání náhradních zdrojů či provizorních vedení, které nahrazují odstavené vedení. Opatření, které je nejméně finančně náročné, ale těžko uchopitelné, je lepší koordinace práce při provádění plánovaných prací. Lepší koordinace se dá popsat také jako efektivnější provedení práce. Pro aplikaci tohoto opatření je ale třeba dokonalé znalosti soustavy a přínos je do velké míry závislý na zkušenostech plánovačů a pracovníků, kteří fyzicky provádějí údržbu.

Neplánovaná přerušení jsou způsobena poruchami v síti. Na výskyt těchto poruch má vliv typ sítě, geografická poloha, nadmořská výška, stáří sítě atd. Ve venkovních sítích pro snižování neplánovaných přerušení můžeme využít instalaci dálkově ovládaných úsečníků, instalaci recloserů, nahrazení holých vodičů izolovanými vodiči, častějšího prořezávání úseků s hustou vegetací či kabelizací úseků s častými poruchami. V kabelových sítích můžeme využít instalace dálkově ovládaných odpínačů v DTS či rekonstrukce starých kabelových vedeních výměnou za nové.

Aby došlo k efektivnímu vynakládání finančních prostředků na zlepšování dodávky kvality elektrické energie, je důležité si uvědomit, kde nejčastěji vznikají přerušení, které největší měrou přispívají k hodnotám ukazatelů nepřetržitosti. Na grafech níže je uvedena skladba systémových ukazatelů, které jsou rozděleny na jednotlivé napěťové hladiny, podle místa vzniku přerušení. Hodnoty jsou stanoveny z celkové úrovně nepřetržitosti za Českou republiku v roce 2015. Více než 80% všech poruch vzniká na hladině vysokého napětí. Proto je důležité se zaměřit především na síť na této hladině.



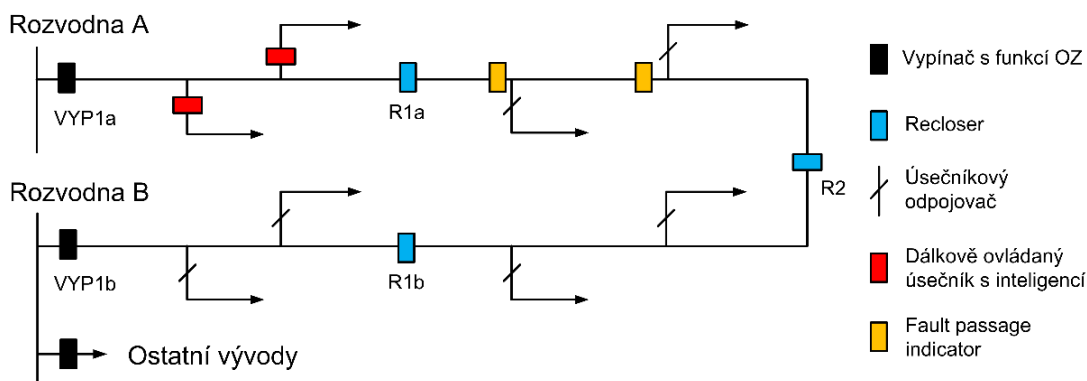


Obr. 21 Podíl přerušení dodávky elektrické energie podle napětové hladiny místa vzniku přerušení [17]

### 3.1 Opatření pro snižování neplánovaných přerušení

Jak již bylo uvedeno výše, snížení dopadů poruch lze docílit například zavedením dálkově ovládaných prvků do sítě. Tyto prvky se nejčastěji instalují místo stávajících manuálních prvků. Na začátku každého vývodu je vypínač, který umožňuje automatické opětovné zapnutí (OZ). Recloser, který umožňuje vypínání a zapínání zkratových proudů se instaluje přibližně do středu vývodu. Na vývodu může být i více recloserů, ale při jejich instalaci musíme brát v potaz technické omezení a ekonomické náklady. Největším technickým omezením je při instalaci recloserů selektivita chránění. V praxi se proto nejčastěji používá jeden recloser na vývod, nebo 1,5 recloseru na vývod, kde je pak možnost záložního napájení (na dva vývody připadají 3 reclosery). Dalším prvkem je dálkově ovládaný úsečnickový odpojovač. Oproti recloseru nedokáže vypínat zkratové proudy a manipuluje se s ním při vypnutém vývodu. Výhodou jsou nižší ekonomické náklady a možnost instalace na začátek každé odbočky z kmenové linky VN vývodu. Dále se používají indikátory průchodu zkratového proudu (Fault passage indicator). Toto zařízení pouze podává informace a nezasahuje do provozu sítě, ale dokáže podstatně zkrátit lokalizaci poruchy.

V praxi používané zapojení prvků v síti je zobrazeno na obrázku níže.



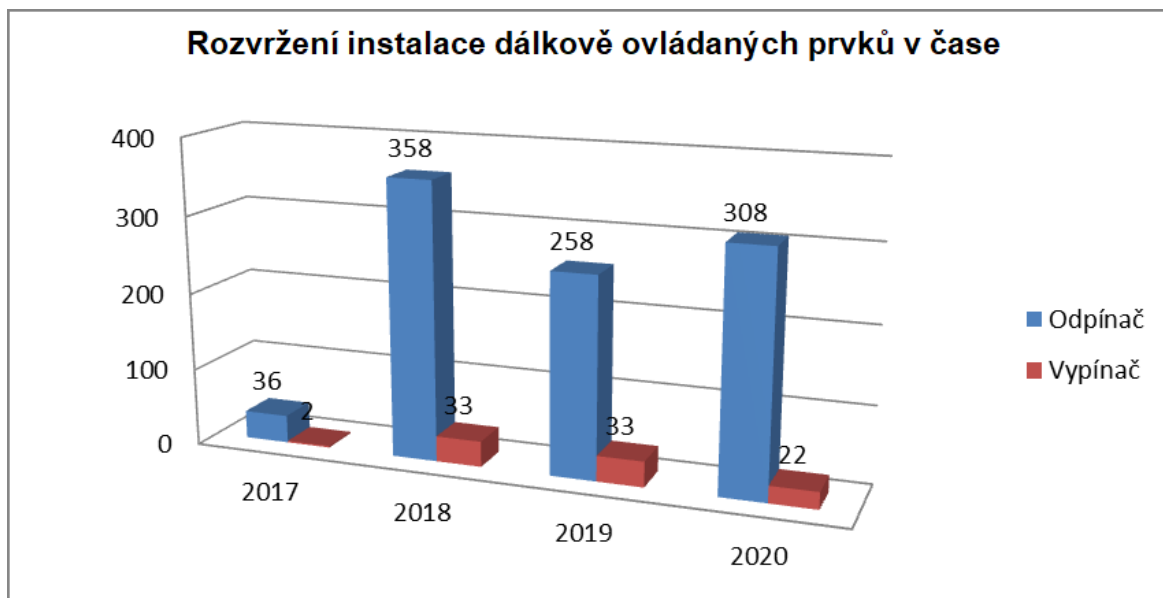
Obr. 22 Zapojení vypínače, recloseru, úsečníků a indikátorů zkratového proudu [18]

Nasazování jednotlivých prvků do vývodů VN je potřeba pečlivě promyslet pro každý individuální případ, aby vynaložené investice do zařízení měly požadovaný efekt a docházelo ke snižování ukazatelů nepřetržitosti. S instalací dálkově ovládaných prvků se proto vyplatí začít na nejvíce poruchových vývodech. Vždy jde o nějakou míru kompromisu mezi technickým provedením a ekonomickým hlediskem. Pořizovací náklady jsou pro recloser 400 tis. Kč, pro dálkově ovládaný úsečník 250 tis. Kč. Roční provozní náklady pak jsou 8 tis. Kč pro recloser a 5 tis. Kč pro dálkově ovládaný úsečník. Doba živostnosti se pro tato zařízení odhaduje 30 let. [17]

### 3.2 Využívání venkovních dálkově ovládaných přístrojů v ČEZ Distribuce

Ke spolehlivějšímu a bezpečnějšímu provozu sítě využívala v roce 2017 ČEZ Distribuce celkem 3491 ks dálkově ovládaných úsečníků a vypínačů. Vzhledem k neustálému zpříšňování požadovaných hodnot na ukazatele nepřetržitosti a předpokládanému zvyšování decentralizovaných zdrojů v soustavě, společnost ČEZ Distribuce neustále zvyšuje počet dálkově ovládaných prvků v distribuční soustavě. V roce 2016 rozhodlo vedení společnosti o implementaci dalších 1050 kusů dálkově ovládaných prvků s předpokládanými investičními náklady přesahující 600 mil. korun. Jednotlivé dálkově ovládané prvky jsou sloučeny do investičních staveb, aby došlo k efektivní montáži více prvků v dané lokalitě v jednom časovém období a snížili se tak časy omezení dodávek na minimum. Zavádění dálkově ovládaných prvků do sítě nese společně s vynaloženými investičními náklady také pravidelné roční náklady, kterými jsou zejména platby za komunikační služby mobilním operátorům (provoz, servis, technická podpora) či platby za

software maintenance (aktualizace softwaru). Další náklady vznikají společnosti například při likvidaci závad jednotlivých částí dálkově ovládaných prvků, v případě kdy nedochází k posílání provozních dat nebo nelze s prvkem dálkově manipulovat. Tyto náklady pak nelze přesně vyčíslit. ČEZ Distribuce ze zkušeností uvažuje při provozování dálkově ovládaných prvků jednu poruchu na zařízení za 5 let. [19]



Obr. 23 Realizace dálkově ovládaných prvků v letech 2017-2020 [19]

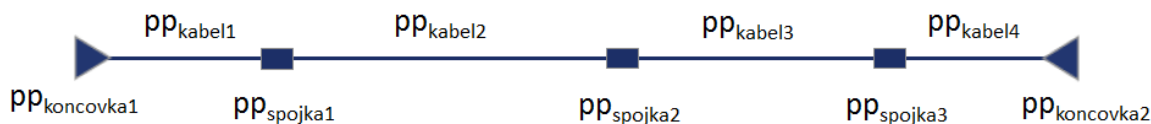
Přínosem dálkově ovládaných prvků je především snižování hodnot ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI. Další přínosy jsou v oblasti snižování nákladů na řešení poruch, snižování délky cest, doby a počtu manipulací provozních techniků v terénu. Díky kratší době vymezování poruch a snižování počtu postižených odběratelů dochází také ke snižování množství nedodané elektrické energie.

### 3.3 Využívání statistických opatření v PREdistribuce

Jelikož na území hlavního města Prahy dochází k distribuci elektrické energie především pomocí kabelové sítě je jasné, že zaváděná opatření musí být jiná než výše uvedená pro společnost ČEZ Distribuce. Jedním z nejvýznamnějších opatření je stanovování indexu poruchovosti a indexu obnovitelnosti pro kabelovou síť VN.

### 3.3.1 Index poruchovosti

Index poruchovosti vychází z vlastní poruchovosti zařízení. Kabelové vedení se skládá z kabelu VN, spojky VN a koncovky VN.

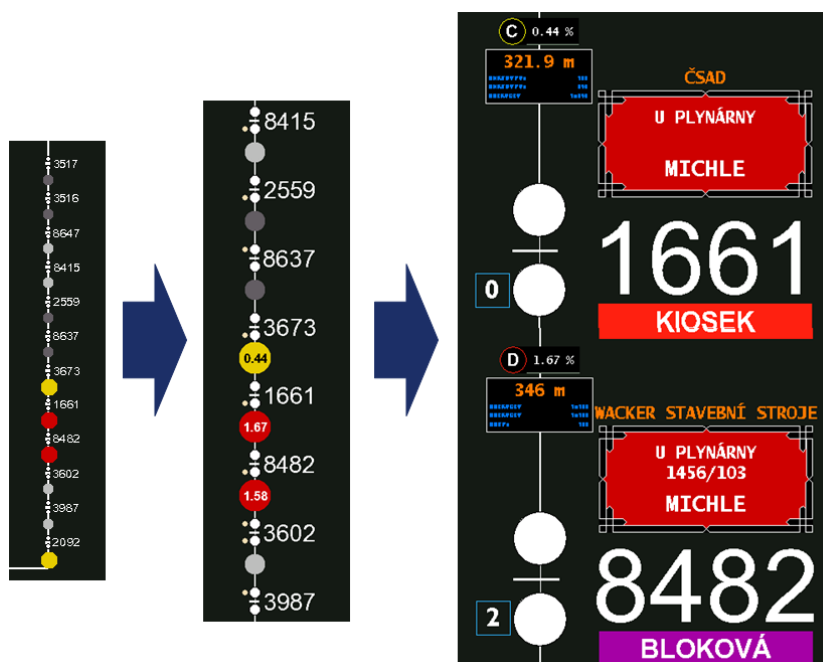


Obr. 24 Kabelové vedení VN - znázornění dílčích komponent a jejich pravděpodobností poruchy [20]

Pro stanovení jednotlivých pravděpodobností poruchy se využívají data z databáze poruch obsahující data za 20 let. Výpočet pracuje s počtem 6032 kabelů VN, 29 342 kabelových úseků, 21 932 spojek a 11 528 koncovek. Kromě toho existují pro každou část desítky typů a druhů. Ze stanovených pravděpodobností poruchy jednotlivých částí kabelu VN se pak počítá pravděpodobnost poruchy celého kabelového vedení mezi dvěma stanicemi. Tato hodnota se nazývá index poruchovosti a její výpočet je uveden níže.

$$IP_{kabelcely} = 1 - (1 - pp_{koncovka1}) \times (1 - l_{kabel1} \times pp_{kabel1}) \times (1 - pp_{spojka1}) \times (1 - l_{kabel2} \times pp_{kabel2}) \times (1 - pp_{spojka2}) \times (1 - l_{kabel3} \times pp_{kabel3}) \times (1 - pp_{spojka3}) \times (1 - l_{kabel4} \times pp_{kabel4}) \times (1 - pp_{koncovka2}) \quad (18)$$

Momentálně nejsou v kabelové distribuční síti VN indikátory zkratového proudu, které by dálkově přenášely informace do dispečerského systému. Stejně tak manipulace s odpínači v distribučních stanicích je možná pouze na místě a vymezování poruchy je tak časově náročné. Při vyhledávání poruchy tak musejí poruchové čety přejíždět mezi jednotlivými stanicemi a není vždy jasné, ve které stanici je neoptimálnější začít. Indexy poruchovosti pomohou k navedení čety k místu s největší pravděpodobností poruchy. Dochází tak k dřívější lokalizaci poruchy a tím i zkrácení doby přerušení, která má vliv na ukazatele nepřetržitosti. Zobrazení indexu poruchovosti v dispečerské řídicím systému je patrné z následujícího obrázku.



Obr. 25 Využití indexu poruchovosti v dispečerském systému [20]

V budoucnosti se dá předpokládat, že dojde k zavádění automatizovaných dálkově ovládaných stanic a zavedení dálkového přenosu informací z indikátorů zkratových proudů na dispečink. Nicméně tato opatření znamenají velké investice a jejich realizace je časově náročná. Zavedení indexu poruchovosti je oproti těmto opatřením jednoduché a nemá velké investiční náklady. Jedná se ale pouze o podpůrný prostředek, který na základě pravděpodobnosti určuje nejpravděpodobnější místo poruchy. I tak ale dokáže snižovat dobu lokalizace poruchy.

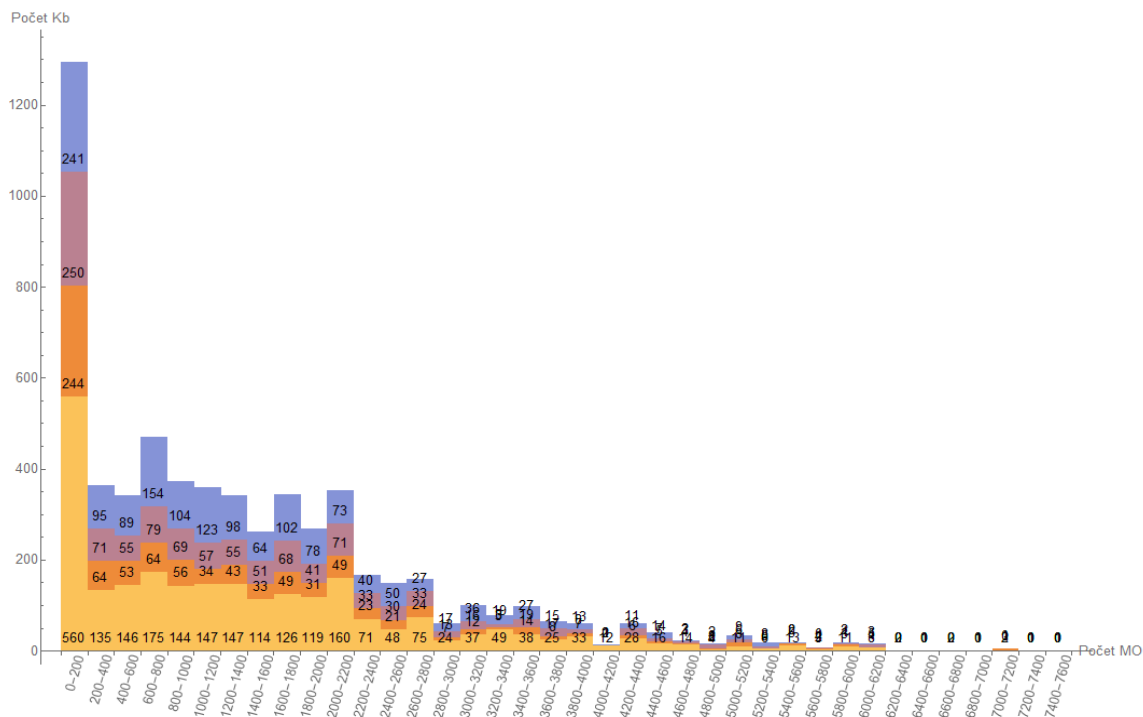
### 3.3.2 Index obnovitelnosti

Index obnovitelnosti se využívá pro obnovu zařízení. Jeho stanovením se zjistí, na které prvky v síti je potřeba se při obnově sítě zaměřit, protože jejich porucha by měla velký dopad na ukazatele nepřetržitosti. V přednostní obnově vybraných prvků je potřeba také respektovat strategické cíle společnosti. Těmi jsou rozvoj optické infrastruktury a navýšení ampacity kabelů. Výpočet indexu obnovitelnosti vychází z měrného indexu poruchovosti (MIP) vztaženého na jednotku délky (IP/km), který vyjadřuje kvalitu kabelu, nezávisle na délce. Dále se bere v úvahu počet napájených odběratelů (koeficient provozního stavu) a strategický faktor, který respektuje strategické cíle společnosti. Výpočet indexu obnovitelnosti je uveden níže.

$$IO_{kabel} = MIP_{kabel} \times \text{koeficient provozního stavu} \times \text{strategický faktor} \quad (19)$$

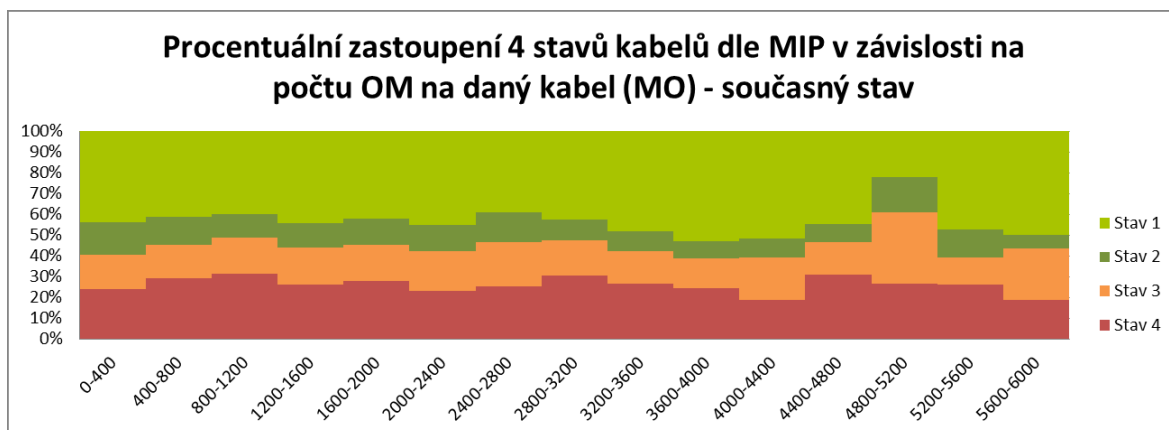
Na obrázku níže je vidět rozdělení kabelů podle počtu odběratelů, kteří by byli ovlivněni výpadkem příslušného kabelu. Dále jsou sloupce rozděleny do čtyř kategorií, podle hodnot měrných indexů poruchovosti. Kabely s nejvyššími hodnotami jsou vyznačeny modrou barvou, ostatní barvy rozdělují kabely s nižšími hodnotami.

4 stavy kabelů dle velikosti IP/km v závislosti na počtu MO na daný kabel

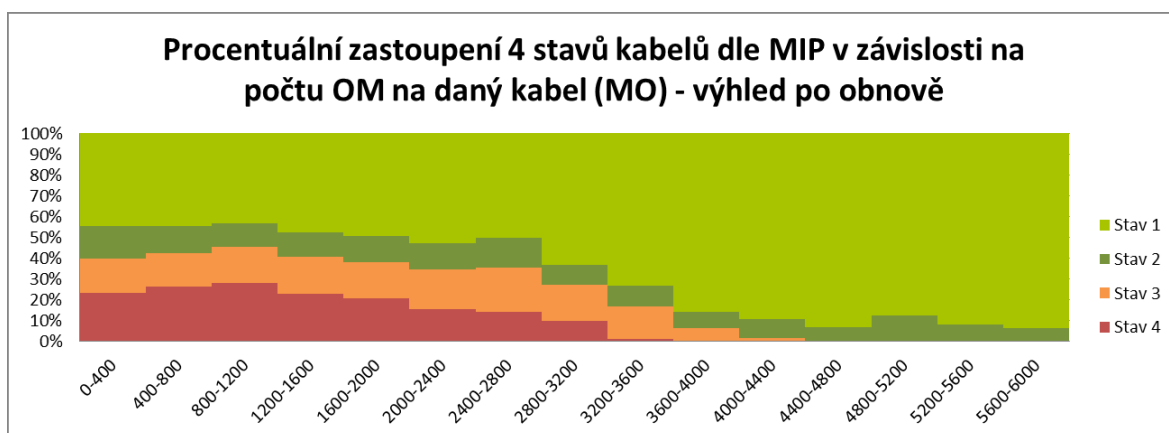


Obr. 26 Počty kabelů v závislosti na měrné hodnotě indexu poruchovosti a počtu odběrných míst [20]

V rámci obnovy sítě je dobré se zaměřit na kabely VN, které vykazují vysoké hodnoty měrného indexu poruchovosti a které napájejí vysoký počet odběratelů. Níže uvedený obrázek č.27 je ekvivalentní k obrázku č.26, ale místo počtu kabelů je na ose y uvedeno procentuální zastoupení a graf je normalizován na 100 % pro každou kategorii odběratelů. Cílem obnovy kabelových vedení VN je snížení měrného indexu poruchovosti u kabelů s vysokým počtem napájených zákazníků. Na obrázku č.28 je pak zobrazený výhled po obnově.



Obr. 27 Procentuální zastoupení stavů kabelů IO dle MIP v závislosti na počtu ovlivněných zákazníků – současný stav [20]



Obr. 28 Procentuální zastoupení stavů kabelů IO dle MIP v závislosti na počtu ovlivněných zákazníků – výhled po obnově [20]

### 3.4 Instalace smartmeterů

U všech distribučních společností probíhají pilotní projekty na zavádění smartmeterů. Smartmeter je elektroměr vybavený komunikací a jejich přínos se očekává v oblasti zlepšení monitorování a řízení sítí či predikce spotřeby. Smartmeter dokáže měřit spoustu elektrických veličin jako napětí, proudy, výkon, účinník či frekvenci. Pokud by u každého odběratele byl nainstalovaný smartmeter a distributoři by z nich získávali online data, věděli by co přesně se v síti děje. To je samozřejmě velmi vzdálená budoucnost, která je realizovatelná v horizontu spíše desítek let. Smartmetry by ale mimo jiné umožňovaly dálkový odečet a možnost následné fakturace, případně přímo propojení s bankovním účtem. Pokud se na využití smartmeterů podíváme z pohledu kvality elektrické energie, pak by jejich zavedení mohlo umožnit realizaci automatických plateb při nedodržení některých standardů distribuce elektřiny. Při nedodržení určitého standardu by například rovnou mohlo dojít ke snížení vyúčtování o sumu, která odpovídá nedodržení příslušného standardu. Dále

by umožnily vyčíslení náhrad pro (dle nového značení od roku 2020) § 7 až § 9 standardů distribuce elektřiny, pro které v současnosti nejsou schopni distributoři vyčíslit, kolik odběratelů postihlo jejich nedodržení. Zavádění smartmeterů by tak jistě mělo smysl i z pohledu kvality elektrické energie. Smartmetry samozřejmě přinášejí mnoho dalších benefitů, především v monitoringu a řízení distribučních sítí. Jejich hodnocení ale není předmětem této práce.

### **3.5 Přínosy regulace kvality pro koncové zákazníky**

Regulace kvality elektrické energie má na koncové zákazníky pozitivní vliv. Jelikož jsou požadované hodnoty ukazatelů nepřetržitosti neustále zpřísňovány, musejí distribuční společnosti zavádět opatření, která vedou k jejich snižování. Některé z nich jsou uvedeny výše v této práci. Díky těmto opatřením, jsou nastalá přerušení rychleji lokalizována a zkracuje se doba bezproudí u koncových zákazníků. Distribuční společnosti raději investují finanční prostředky do modernizace distribučních soustav, než aby platily penále za nedodržování požadovaných hodnot ukazatelů nepřetržitosti. Díky tomu se neustále zlepšuje kvalita dodávek elektrické energie. Připravovaná novela vyhlášky č. 540 zvyšuje koncovým odběratelům výši náhrady, kterou mohou obdržet při nedodržení standardů distribuce elektřiny. Bohužel zatím ale nedochází k automatickým platbám při nedodržení standardů. Jejich zavedení by také vedlo ke zlepšení kvality dodávek elektrické energie, protože by distributoři museli více dbát na dodržování standardů a raději by vynakládali finanční prostředky na dodržení standardů, než aby museli vyplácet náhrady koncovým odběratelům. Pozitivní přínosy regulace pro koncové zákazníky jsou patrné z neustálého snižování ukazatelů nepřetržitosti.



## 4 Trend sledovaných parametrů v rámci motivační regulace kvality

Hodnoty ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI, podle kterých jsou vypláceny bonusy v rámci motivační regulace kvality, se sledují od roku 2013. Pokud si je vyneseme do grafu, můžeme vidět trend, který jasně signalizuje, že mají klesající tendenci. To značí, že kvalita dodávek elektrické energie se každým rokem zlepšuje. V této kapitole se detailně podíváme na každou distribuční společnost a její vývoj hodnot ukazatelů nepřetržitosti. Nejprve ale budou uvedeny legislativní novinky pro páté regulační období.

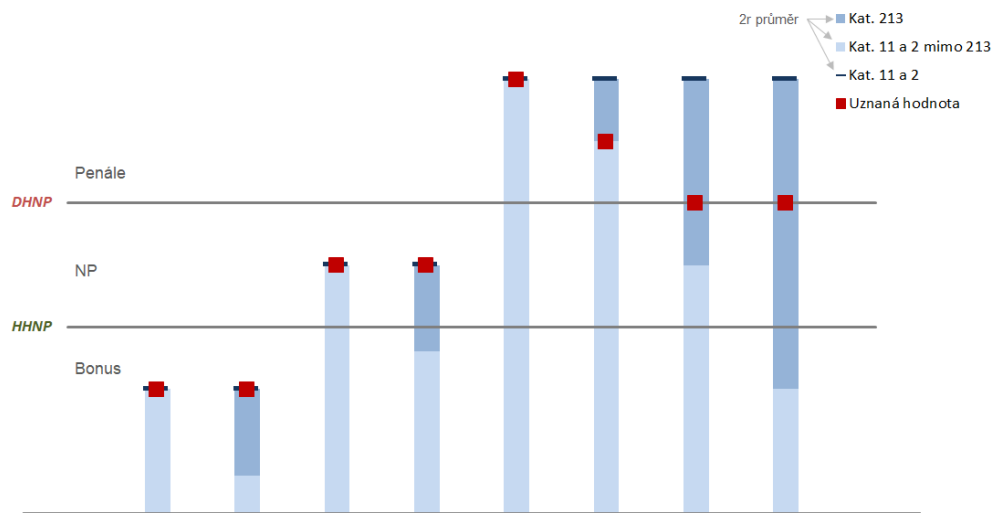
### 4.1 Kategorie přerušení distribuce elektřiny v pátém regulačním období

Novela vyhlášky č. 540 rozšiřuje kategorie přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny. Co se týká neplánovaných přerušení, tak nedochází k žádným změnám. U plánovaných přerušení dochází k následujícímu rozdělení. [15]

Tab. 19 Tabulka kategorií plánovaných přerušení [15]

Kategorie přerušení	
2.	plánované
2.1.	vyvolané provozovatelem distribuční soustavy z důvodu
2.1.1.	údržby nebo revize na základě řádu preventivní údržby
2.1.2.	opravy, rekonstrukce nebo výstavby distribuční soustavy
2.1.3.	mimořádné investiční akce uznané ERÚ
2.1.4.	příčin neuvedených pod body 2.1.1.-2.1.3.
2.2.	nevyvolané provozovatelem distribuční soustavy, které jsou vyvolané
2.2.1.	jiným účastníkem trhu
2.2.2.	žadatelem o připojení
2.2.3.	v důsledku plánovaných přerušení v přenosové nebo jiné distribuční soustavě
2.2.4.	jiným subjektem

Do ukazatelů nepřetržitosti nebudou zahrnuty kromě kategorií neplánovaných přerušení uvedených v kapitole 1.7 také plánovaná přerušení distribuce elektřiny, vyvolaná provozovatelem distribuční soustavy z důvodu mimořádné investiční akce uznané ERÚ (kategorie 213). Zařazení přerušení do této kategorie bude podléhat souhlasu ERÚ a bude omezeno na snížení penalizace, nikoliv na získání nebo zvýšení bonusu. Více je zřejmé ze schématu dále.



Obr. 29 Schéma vyjímání plánovaných přerušení kategorie 213 z faktoru kvality [16]

## 4.2 Parametry ukazatelů kvality na V. regulační období

Cílem Energetického regulačního úřadu je dostatečně motivovat provozovatele distribučních soustav, zvyšovat kvalitu dodávek elektrické energie odběratelům a v neposlední řadě také zvýšení důrazu na kvalitu v rámci regulačního mechanismu. Hodnota maximálního bonusu či penále zůstává pro V. regulační období ve výši  $\pm 4\%$  ze zisku dané společnosti. Rozdělení hodnoty maximálního bonusu a penále zůstává zachováno v poměru 50/50 na ukazatele nepřetržitosti SAIFI<sub>Q</sub> a SAIDI<sub>Q</sub>. Zůstává také zachování dvouletých klouzavých průměrů, pro eliminaci meziročního kolísání ukazatelů nepřetržitosti. Nastavení požadovaných hodnot ukazatelů nepřetržitosti vychází ze studie ERÚ, která ale je tajná a veřejnosti nepřístupná. Pro V. regulační období by měly být parametry kvality stanoveny následovně:[16]

Tab. 20 Tabulka zpřísnování a hranic pásem pro ukazatel SAIFI [16]

SAIFI	Referenční hodnota	Roční zpřísnování	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ Distribuce	2,216	1%	$\pm 7,5\%$	$\pm 17,5\%$
E.ON Distribuce	1,512	1%	$\pm 7,5\%$	$\pm 17,5\%$
PREdistribuce	0,292	0,75%	$\pm 12,5\%$	$\pm 27,5\%$

Tab. 21 Tabulka požadovaných hodnot na jednotlivé roky pro ukazatel SAIFI

SAIFI	Požadovaná hodnota pro rok 2021	Požadovaná hodnota pro rok 2022	Požadovaná hodnota pro rok 2023	Požadovaná hodnota pro rok 2024	Požadovaná hodnota pro rok 2025
ČEZ Distribuce	2,195	2,173	2,151	2,130	2,101
E.ON Distribuce	1,497	1,482	1,467	1,452	1,438
PREdistribuce	0,290	0,288	0,285	0,283	0,281

Tab. 22 Tabulka zpřísnování a hranic pásem pro ukazatel SAIDI [16]

SAIDI	Referenční hodnota	Roční zpřísnování	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ Distribuce	231,464	1%	± 7,5%	± 17,5%
E.ON Distribuce	213,068	1%	± 7,5%	± 17,5%
PREdistribuce	28,916	0,75%	± 12,5%	± 27,5%

Tab. 23 Tabulka požadovaných hodnot na jednotlivé roky pro ukazatel SAIDI

SAIDI	Požadovaná hodnota pro rok 2021	Požadovaná hodnota pro rok 2022	Požadovaná hodnota pro rok 2023	Požadovaná hodnota pro rok 2024	Požadovaná hodnota pro rok 2025
ČEZ Distribuce	229,149	226,858	224,589	222,343	220,120
E.ON Distribuce	210,937	208,828	206,740	204,672	202,626
PREdistribuce	28,699	28,484	28,270	28,058	27,848

Zpřísnování požadovaných hodnot SAIFI<sub>Q</sub> a SAIDI<sub>Q</sub> v nadcházejícím regulačním období bude celkově mírnější. Dochází také k rozšíření neutrálního pásma u všech distributorů a tím pádem i posunutí pásma proporcionality.

### 4.3 Vývoj hodnot obecně

Po prvotním nastavení požadovaných parametrů na rok 2013, zavedení klouzavého průměru od roku 2014 z důvodu zamezení výkyvů a započítání zpřísnování od roku 2016, včetně lehké úpravy parametrů, ke které byl ERÚ nucen přistoupit u společnosti PREdistribuce vzhledem k výraznému poklesu ukazatelů, lze říci, že se jednotlivý provozovatelé distribučních soustav snaží dlouhodobě snižovat ukazatele nepřetržitosti. Společnosti ČEZ Distribuce se zatím každý rok podařilo zůstat v neutrálním pásmu navzdory zpřísnování, což je dobře patrné při porovnání ukazatelů v počátcích zavedení regulace kvality s posledními hodnotami ukazatelů. Pokud by společnost ČEZ Distribuce nezaváděla opatření ke snižování hodnot ukazatelů nepřetržitosti, jistě by nyní s počátečními hodnotami skončila v pásmu penalizací, či dokonce za hranicemi maximální výše penalizace.

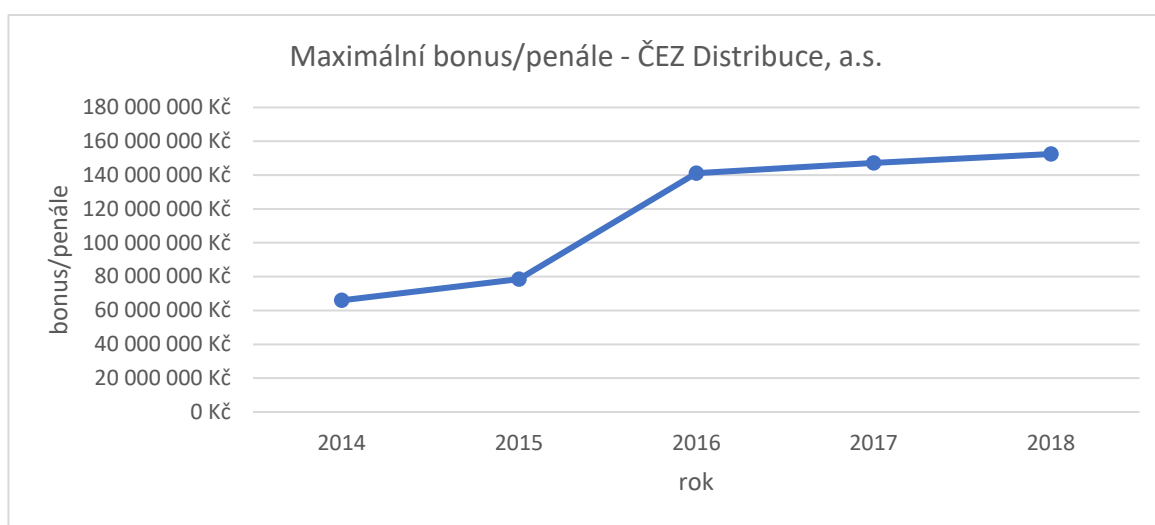
Ještě výraznější pokles je patrný u společnosti E.ON Distribuce, která se od roku 2015 nachází v oblasti bonusů. Zatímco společnost PREDistribuce pobírala ze začátku bonus, poslední dva roky se zřejmě díky výše zmíněnému zásahu pohybuje v neutrálním pásmu. Budoucí vývoj se těžko odhaduje, nicméně dle sdělení jednotlivých společností již došlo k vyčerpání největšího potenciálu a ke snižování ukazatelů tak bude docházet spíše nepatrně či vůbec, a to i v souvislosti s plánovanými pracemi, které společnosti čekají v budoucích letech, při tolik zmiňované transformaci energetiky. Lze proto očekávat, že se ukazatele budou pohybovat především v neutrálním pásmu. Přesto ERÚ míní, že případné zastavení zpříšňování by byl vůči regulovaným společnostem špatný signál a zvyšující se kvalita dodávek elektřiny bude nadále jedním z hlavních zájmů ERÚ. [21] [22]

V tabulkách a grafech níže je uveden vývoj hodnot ukazatelů nepřetržitosti pro každou distribuční společnost v rámci motivační regulace kvality během posledních let a odhad budoucího vývoje v následujícím regulačním období pro ukazatel SAIFI a SAIDI. Nejprve je ale pro každého distributora uveden vývoj maximální hodnoty bonusu či penále. Na začátku čtvrtého regulačního období (v roce 2016) došlo ke zvýšení maximální hodnoty bonusu či penále z  $\pm 3\%$  na  $\pm 4\%$  ze zisku společnosti. To je na grafech vidět skokovým zvýšením. Z grafů je ale také zřejmé že všechny distribuční společnosti každoročně navyšují svůj zisk. Poměr rozdělení maximálního bonusu či penále je 50/50. Uvedené hodnoty jsou pak vždy jen pro jeden ukazatel. Teoreticky tedy mohla společnost získat dvojnásobek sumy, která je uvedena v grafu. V dalším grafu je pak uveden vývoj křivek motivační regulace kvality pro konkrétní ukazatel, které jsou barevně odlišeny pro jednotlivá regulační období. Je zřejmé, že dochází ke snižování požadovaných hodnot a rozšiřování neutrálních pásem. V dalším grafu je pak pro konkrétní ukazatel konkrétního distributora uveden vývoj požadovaných hodnot, dosažené hodnoty v daném roce, dvouleté klouzavé průměry, neutrální pásmo a odhad budoucího vývoje. Odhad respektuje zjištěné informace, že již v následujících letech k výraznému snižování ukazatelů nebude docházet a hodnoty by se tak měly pohybovat v především neutrálním pásmu. To ostatně očekává i samotný Energetický regulační úřad.

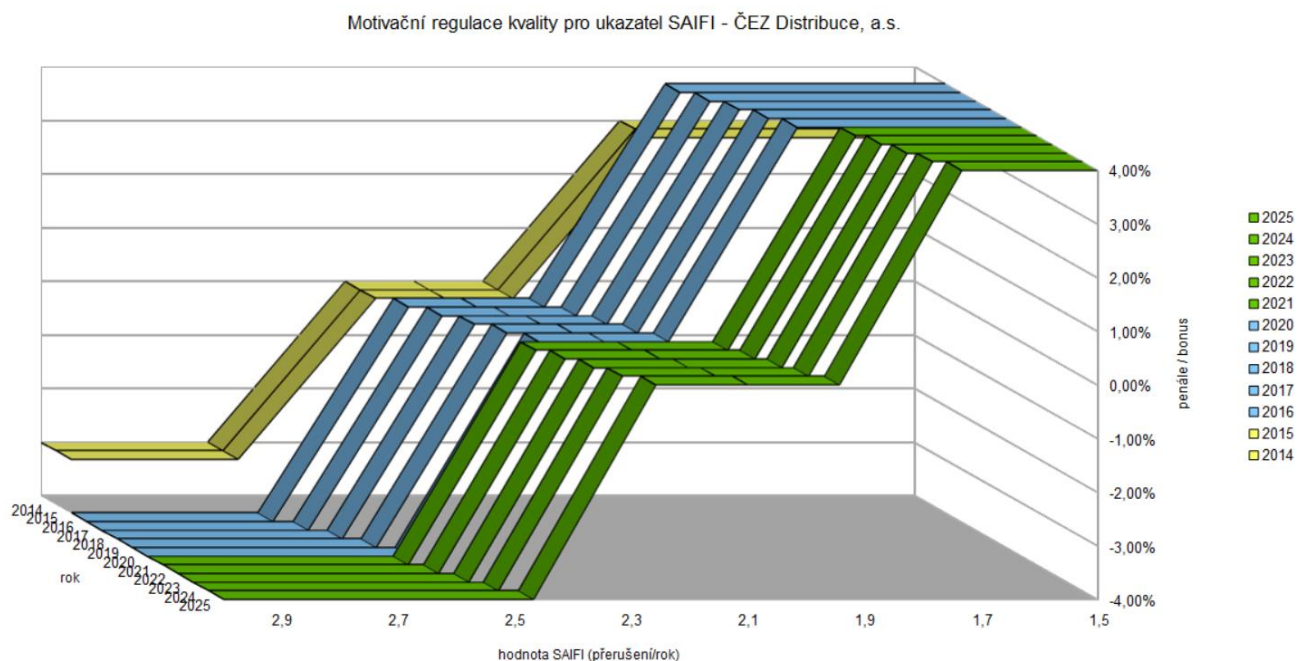
### 4.3.1 Vývoj hodnot pro společnost ČEZ Distribuce, a.s.

Tab. 24 Hodnoty SAIFI pro společnost ČEZ Distribuce, a.s.

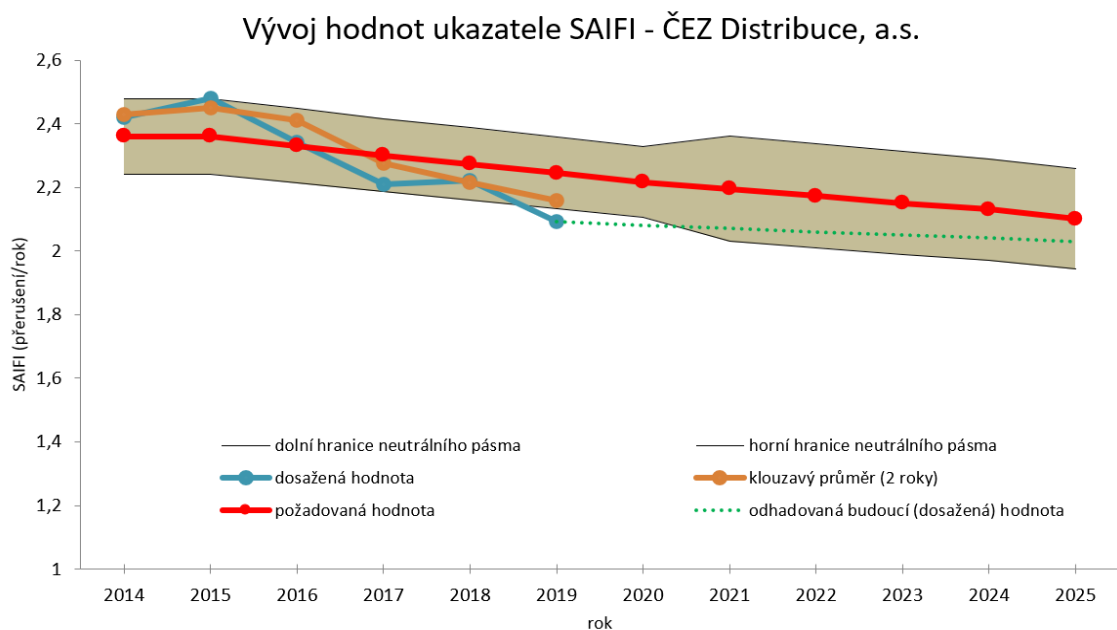
Rok	Požadovaná hodnota	Dosažená hodnota	Průměr (2 roky)	maximální hodnota bonus/penále
2014	2,36	2,42	2,43	65 966 426 Kč
2015	2,36	2,48	2,45	78 519 151 Kč
2016	2,331	2,342	2,41	141 069 114 Kč
2017	2,301	2,209	2,276	147 113 604 Kč
2018	2,273	2,223	2,216	152 465 359 Kč
2019	2,245	2,092	2,158	-



Obr. 30 Vývoj maximální hodnoty bonusu/penále pro společnost ČEZ Distribuce, a.s.



Obr. 31 Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIFI - ČEZ Distribuce, a.s.

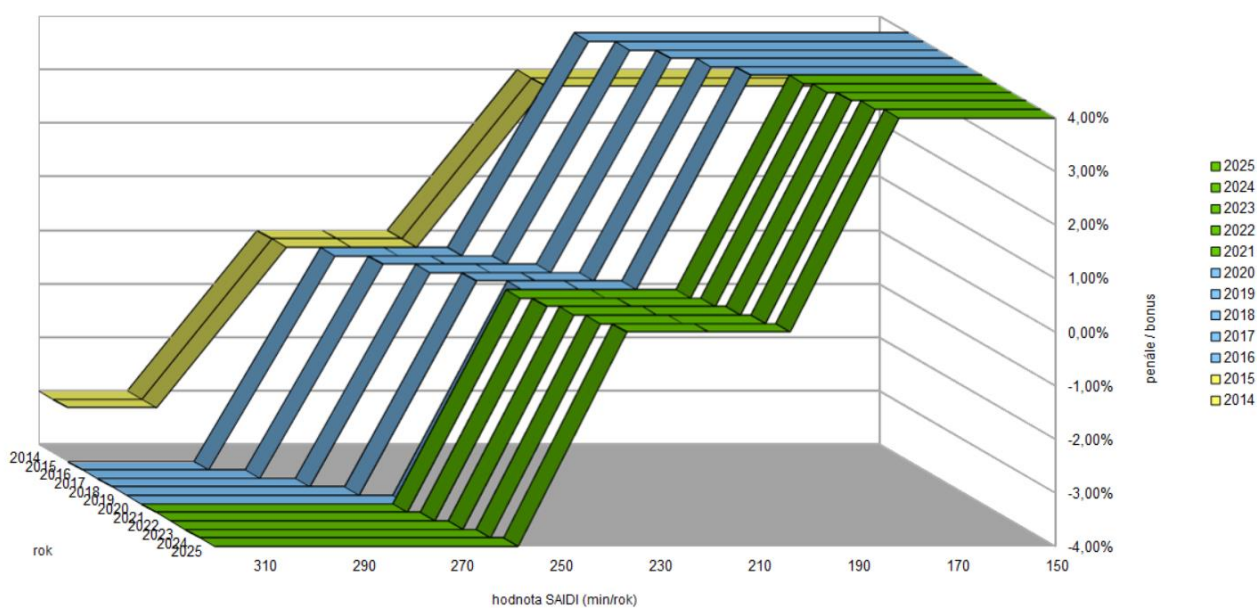


Obr. 32 Vývoj hodnot ukazatele SAIFI u společnosti ČEZ Distribuce, a.s.

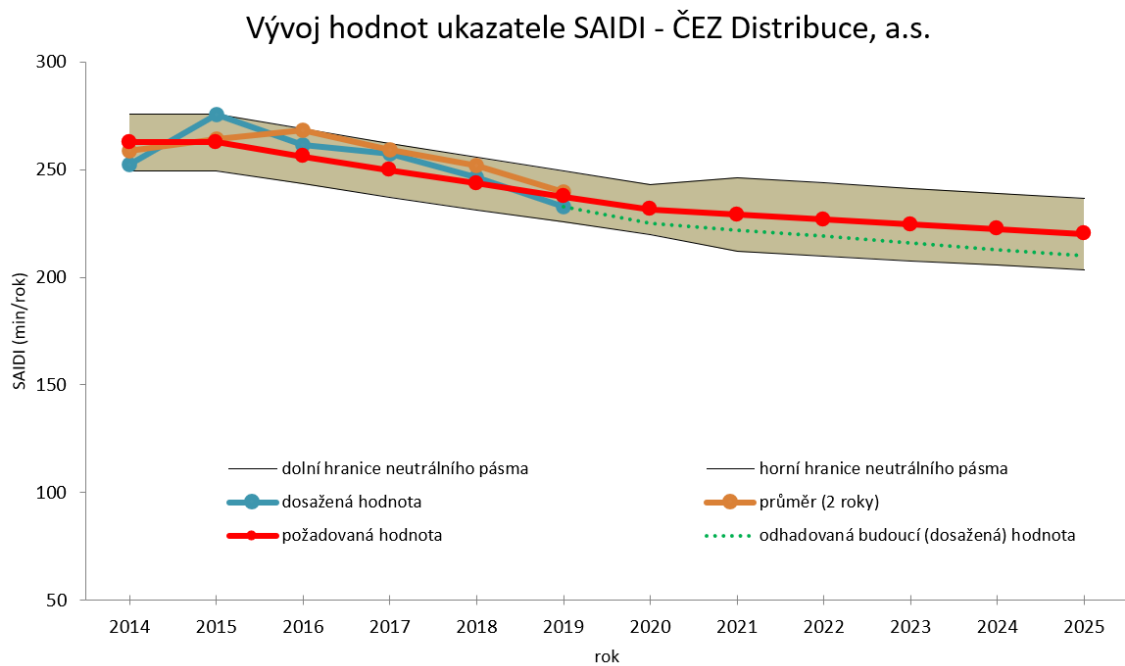
Tab. 25 Hodnoty SAIDI pro společnost ČEZ Distribuce, a.s.

Rok	Požadovaná hodnota	Dosažená hodnota	Průměr (2 roky)	maximální hodnota
2014	262,7	252,38	258,73	65 966 426 Kč
2015	262,7	275,66	264,02	78 519 151 Kč
2016	256,133	261,338	268,499	141 069 114 Kč
2017	249,729	257,406	259,372	147 113 604 Kč
2018	243,486	246,644	252,025	152 465 359 Kč
2019	237,399	232,681	239,663	-

Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIDI - ČEZ Distribuce, a.s.



Obr. 33 Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIDI - ČEZ Distribuce, a.s.



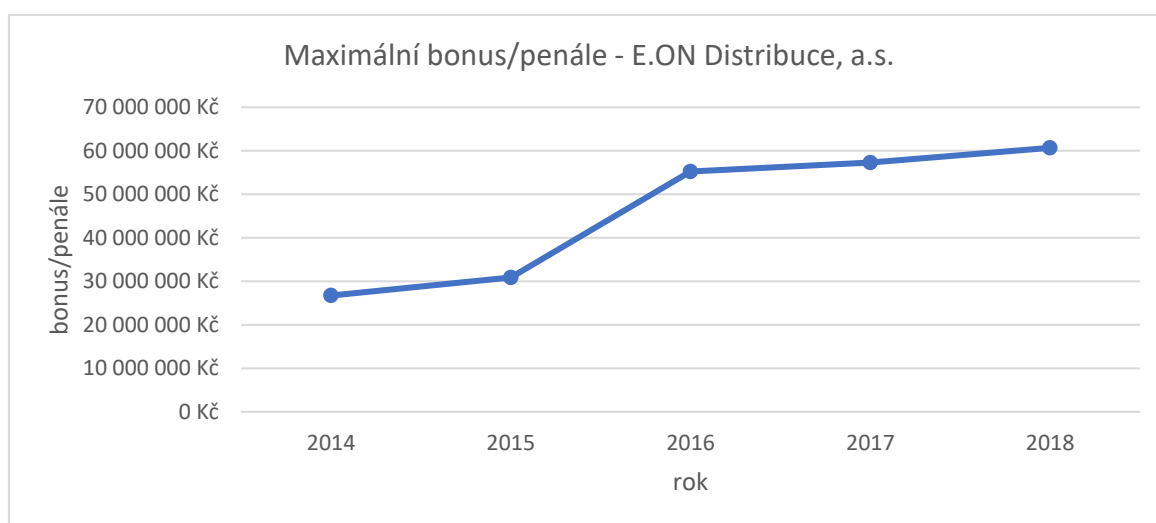
Obr. 34 Vývoj hodnot ukazatele SAIDI u společnosti ČEZ Distribuce, a.s.

U společnosti ČEZ Distribuce můžeme vidět u obou ukazatelů vidět plynulé snižování hodnot bez velkých výkyvů a tento trend lze očekávat i v budoucnu.

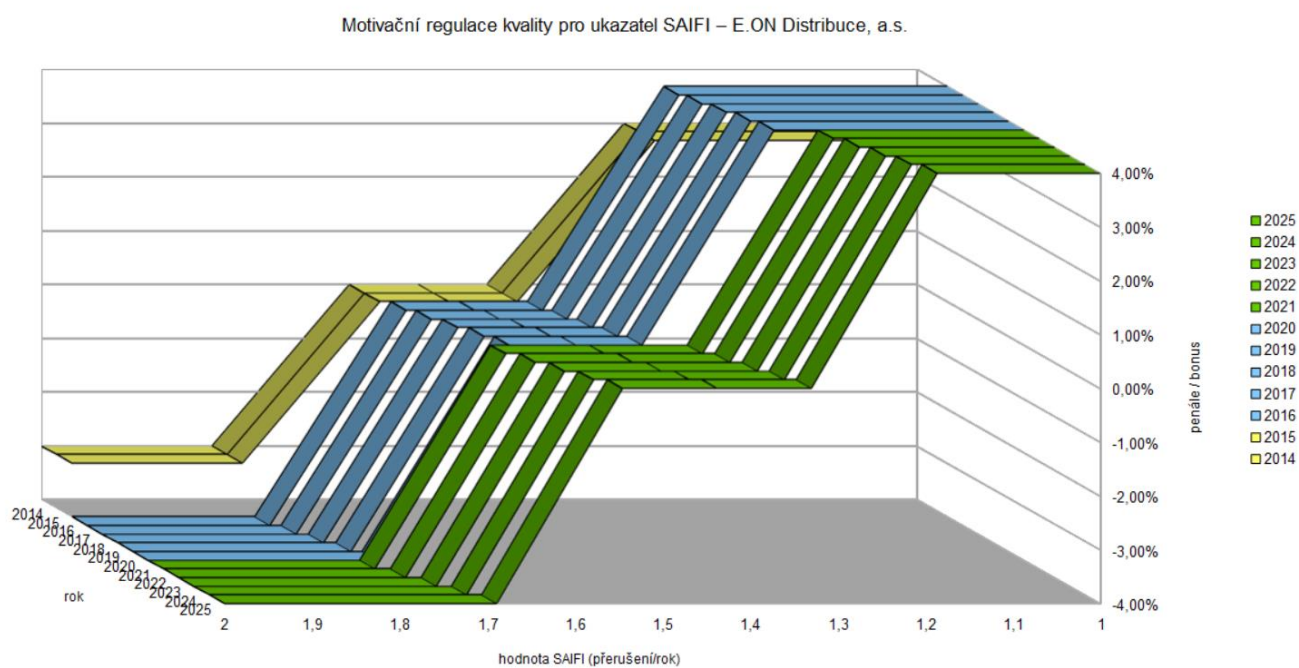
### 4.3.2 Vývoj hodnot pro společnost E.ON Distribuce, a.s.

Tab. 26 Hodnoty SAIFI pro společnost E.ON Distribuce, a.s.

Rok	Požadovaná hodnota	Dosažená hodnota	Průměr (2 roky)	maximální hodnota
2014	1,57	1,55	1,64	26 735 847 Kč
2015	1,57	1,39	1,47	30 879 055 Kč
2016	1,558	1,216	1,305	55 256 446 Kč
2017	1,547	1,472	1,344	57 333 501 Kč
2018	1,535	1,366	1,419	60 685 717 Kč



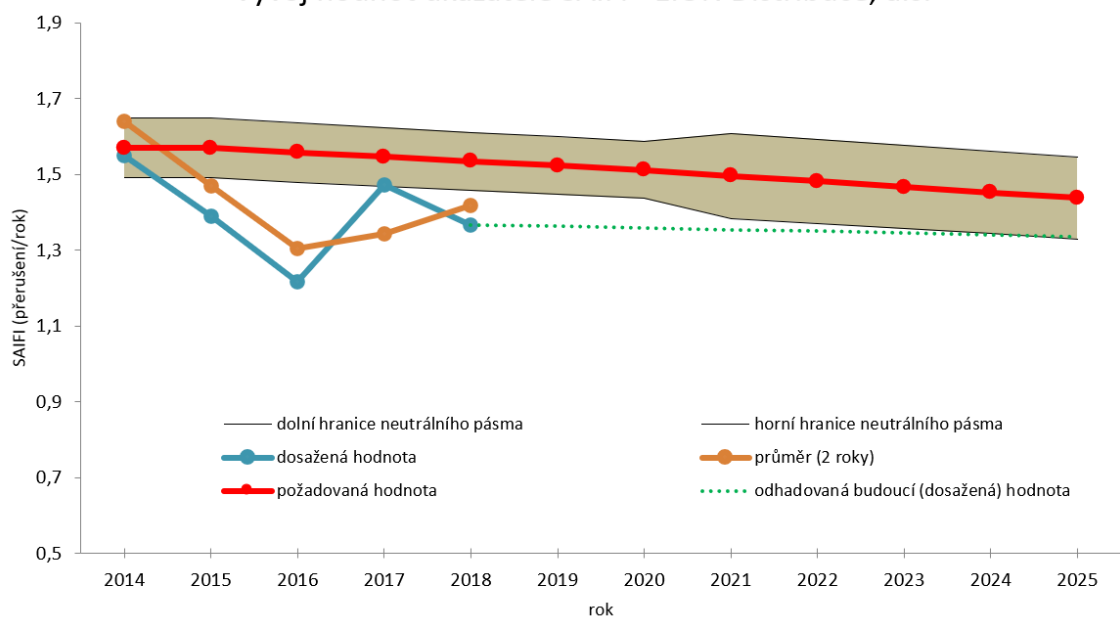
Obr. 35 Vývoj maximální hodnoty bonusu/penále pro společnost E.ON Distribuce, a.s.



Obr. 36 Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIFI – E.ON Distribuce, a.s.



## Vývoj hodnot ukazatele SAIFI - E.ON Distribuce, a.s.

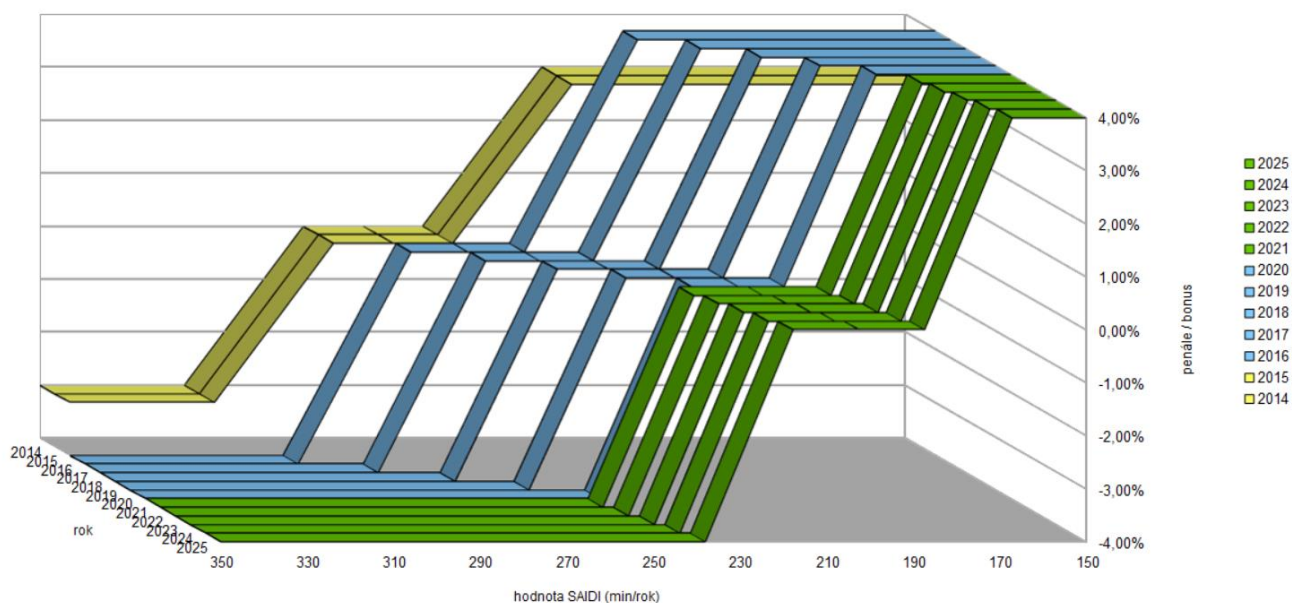


Obr. 37 Vývoj hodnot ukazatele SAIFI u společnosti E.ON Distribuce, a.s.

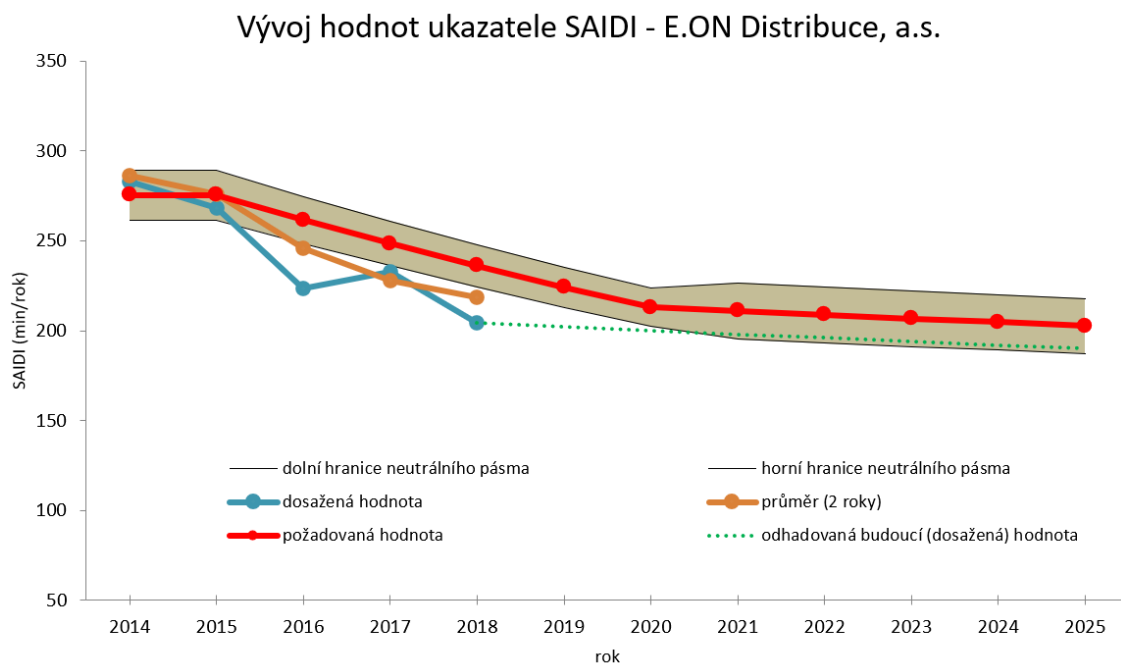
Tab. 27 Hodnoty SAIDI pro společnost E.ON Distribuce, a.s.

Rok	Požadovaná hodnota	Dosažená hodnota	Průměr (2 roky)	maximální hodnota
2014	275,36	282,89	286,28	26 735 847 Kč
2015	275,36	268,39	275,64	30 879 055 Kč
2016	261,592	223,295	245,843	55 256 446 Kč
2017	248,512	232,675	227,985	57 333 501 Kč
2018	236,087	204,443	218,559	60 685 717 Kč

## Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIDI – E.ON Distribuce, a.s.



Obr. 38 Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIDI – E.ON Distribuce, a.s.



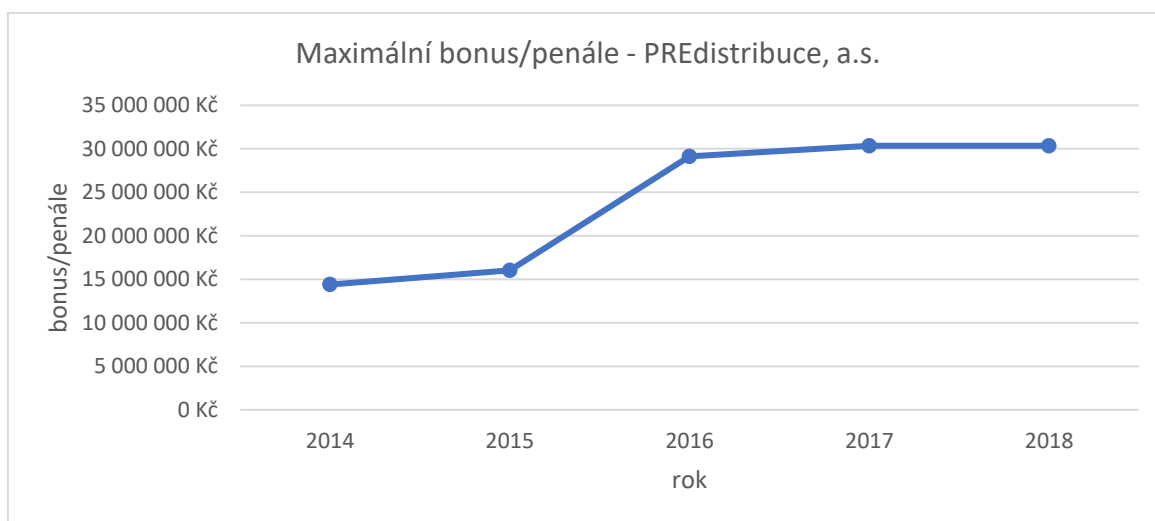
Obr. 39 Vývoj hodnot ukazatele SAIDI u společnosti E.ON Distribuce, a.s.

Společnost E.ON Distribuce se u ukazatele SAIFI poslední roky pohybuje v pásmu bonusů. Průběh hodnot je oproti společnosti ČEZ Distribuce více nestabilní. U ukazatele SAIDI je vidět plynulejší průběh snižujících se hodnot. V budoucnu se dá u společnosti E.ON Distribuce očekávat jen mírné snižování hodnot obou ukazatelů.

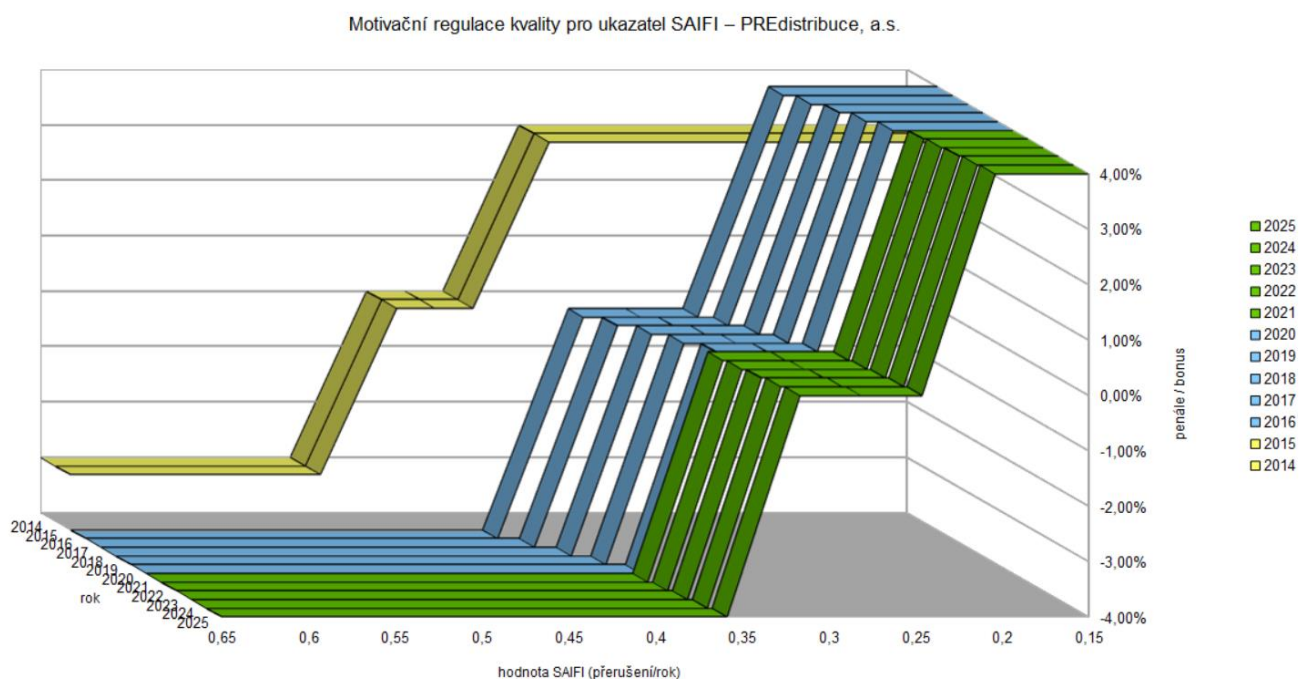
### 4.3.3 Vývoj hodnot pro společnost PREdistribuce, a.s.

Tab. 28 Hodnoty SAIFI pro společnost PREdistribuce, a.s.

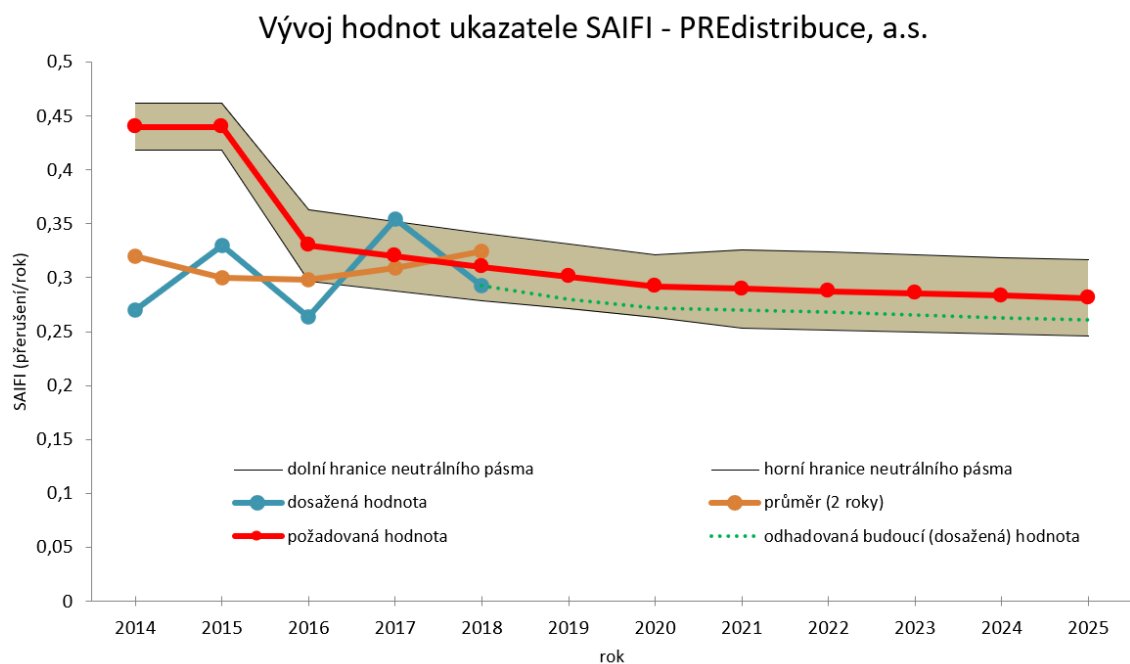
Rok	Požadovaná hodnota	Dosažená hodnota	Průměr (2 roky)	maximální hodnota
2014	0,44	0,27	0,32	14 401 450 Kč
2015	0,44	0,33	0,3	16 025 877 Kč
2016	0,33	0,264	0,298	29 135 952 Kč
2017	0,32	0,354	0,309	30 353 117 Kč
2018	0,31	0,293	0,324	30 353 117 Kč



Obr. 40 Vývoj maximální hodnoty bonusu/penále pro společnost PREdistribuce, a.s.



Obr. 41 Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIFI – PREdistribuce, a.s.

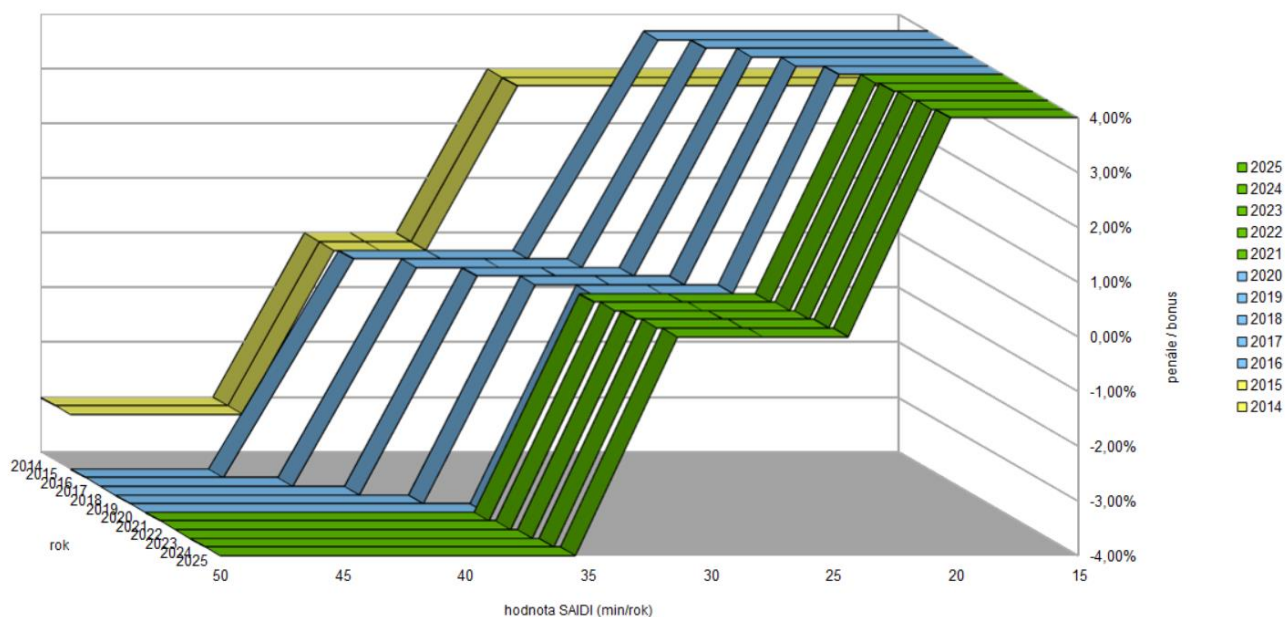


Obr. 42 Vývoj hodnot ukazatele SAIFI u společnosti PREdistribuce, a.s.

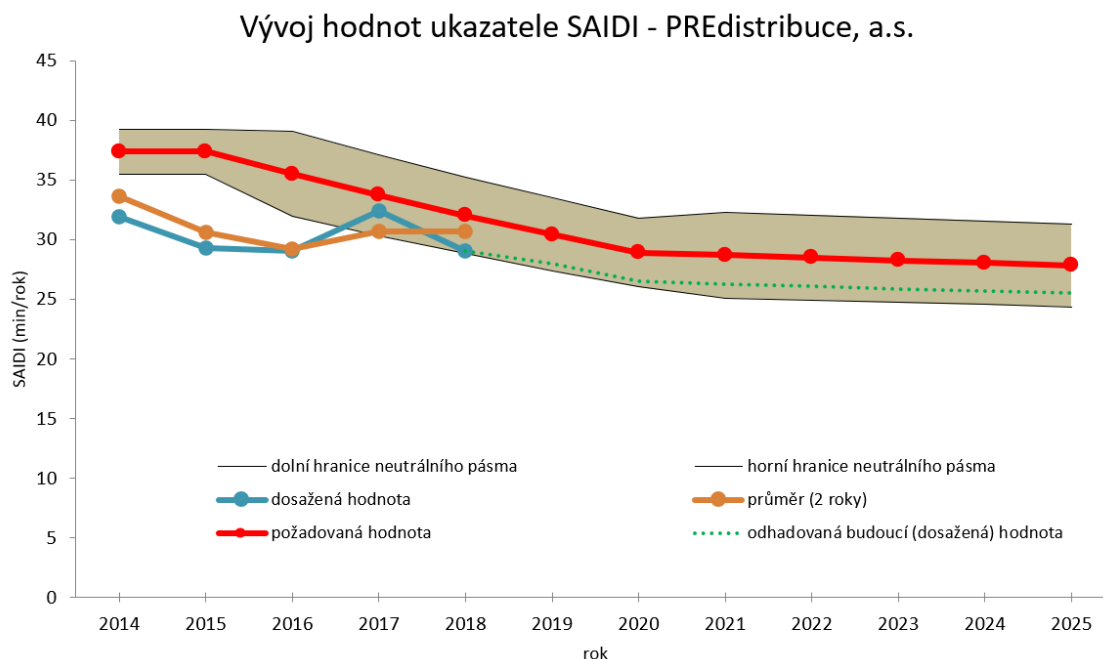
Tab. 29 Hodnoty SAIDI pro společnost PREdistribuce, a.s.

Rok	Požadovaná hodnota	Dosažená hodnota	Průměr (2 roky)	maximální hodnota
2014	37,37	31,88	33,64	14 401 450 Kč
2015	37,37	29,3	30,59	16 025 877 Kč
2016	35,502	29,065	29,182	29 135 952 Kč
2017	33,726	32,382	30,724	30 353 117 Kč
2018	32,04	29,051	30,717	30 353 117 Kč

Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIDI – PREdistribuce, a.s.



Obr. 43 Motivační regulace kvality pro ukazatel SAIDI – PREdistribuce, a.s.



Obr. 44 Vývoj hodnot ukazatele SAIDI u společnosti PREdistribuce, a.s.

U společnosti PREdistribuce je u ukazatele SAIFI jasně vidět zásah ERÚ na začátku čtvrtého regulačního období, při kterém došlo ke snížení požadované hodnoty o 25%. Díky tomu se z pásma bonusů dostala společnost do neutrálního pásma. U ukazatele SAIDI můžeme vidět jen mírně se měnící průběh. Jako u ostatních distributorů i u společnosti PREdistribuce lze očekávat jen malé snižování hodnot ukazatelů.

## Závěr

K regulaci kvality dodávek elektrické energie dochází více či méně ve všech evropských zemích. V různých zemích se používají různé ukazatele nepřetržitosti, jejichž skladba je dána vývojem regulace v dané zemi. Hodnoty ukazatelů jsou pak odvislé především od geografického umístění země a podílem kabelizace v sítích dané země. V České republice v roce 2020 končí čtvrté regulační období a od roku 2021 začne běžet páté regulační období s jehož příchodem dojde k určitým změnám. Mělo by dojít k plošnému sledování krátkých přerušení a ERÚ tak během let získá data, po jejichž vyhodnocení by v dalším regulačním období mohl zanést ukazatel MAIFI do motivační regulace kvality. Do ní v současnosti vstupují ukazatele SAIFI a SAIDI, do kterých se započítávají jen konkrétní kategorie přerušení. Od příštího roku by mělo dojít k rozšíření kategorií přerušení.

Pokud se podíváme na historický vývoj ukazatelů nepřetržitosti v rámci motivační regulace kvality, tzn. bereme v úvahu pouze přerušení na která mají distributoři vliv, můžeme vidět, že hodnoty ukazatelů mají klesající trend. To je pozitivní zprávou především pro koncové odběratele. Snižování hodnot lze docílit různými prostředky, které jsou uvedeny ve třetí kapitole této práce. Z požadovaných a dosažených hodnot je vidět, že nastavené hodnoty jsou pro distributory dosažitelné a nedochází alespoň v posledních letech k velkým rozdílům mezi těmito hodnotami. Nastavené hodnoty jsou tak smysluplné. Budoucí vývoj těchto hodnot je nastíněn v poslední kapitole této práce a dá se předpokládat, dle mírnějšího zpříšňování ze strany ERÚ, že v budoucích letech bude docházet ke snižování hodnot SAIDI a SAIFI jen minimálně.

Posledním nástrojem regulace, který je v práci uveden, je zavedení automatických plateb při nedodržení standardů distribuce elektřiny. V některých evropských zemích je již toto běžnou praxí a i v ČR by jistě mělo zavedení automatických plateb svůj smysl a distributoři by byli motivováni k dodržování nastavených standardů.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] ČR. *Vyhláška č. 540/2005 Sb.: Vyhláška o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice.* In: . 2010. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-540>
- [2] Jan Liška, Energetický regulační úřad (ERÚ). *VYHODNOCENÍ KVALITY DODÁVEK ELEKTRINY ZA ROK 2018.* Tábor 5. a 6. 11. 2019. Konference ČK CIREC 2019.
- [3] CEER. *6TH CEER BENCHMARKING REPORT ON THE QUALITY OF ELECTRICITY AND GAS SUPPLY – 2016* [online]. Dostupné z: <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/d064733a-9614-e320-a068-2086ed27be7f>
- [4] *Zásady cenové regulace pro období 2016-2018 pro odvětví elektroenergetiky, plynárenství a pro činnosti operátora trhu v elektroenergetice a plynárenství.* In: . Energetický regulační úřad, 2015. Dostupné také z: <https://www.eru.cz/documents/10540/462862/Zasady-cenove-regulace-IV-RO.pdf/e438802a-b956-4df7-8353-89ccfd72a1ae>
- [5] Miloslava Tesařová, Západočeská univerzita v Plzni, a Martin Kašpírek, E.ON Distribuce a.s. *VLIV POUŽITÝCH AGREGAČNÍCH PRAVIDEL NA POČET VYKAZOVANÝCH UDÁLOSTÍ NA NAPĚTÍ.* Tábor 5. a 6. 11. 2019. Konference ČK CIREC 2019
- [6] *Dosahovaná úroveň kvality distribuce elektřiny - Souhrnná zpráva za rok 2019* [online]. ČEZ distribuce, a.s, 2020 Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/distribucni-soustava/uroven-kvality-distribuce-elekriny.html>
- [7] *SOUHRNNÁ ZPRÁVA O DOSAŽENÉ ÚROVNI KVALITY DISTRIBUCE ELEKTRINY A SOUVISEJÍCÍCH SLUŽEB* [online]. PREDistribuce, a.s, 2020 Dostupné z: <https://www.predistribuce.cz/Files/legislativa/souhrnna-zprava-standardy-2019>
- [8] *SOUHRNNÁ ZPRÁVA O DOSAŽENÉ ÚROVNI KVALITY DISTRIBUCE ELEKTRINY A SOUVISEJÍCÍCH SLUŽEB* [online]. E.ON Distribuce, 2020 Dostupné z: [https://www.eon-distribuce.cz/sites/default/files/2020-03/EON-zprava\\_o\\_dosazene\\_urovni\\_kvality\\_distribuce\\_2019.pdf](https://www.eon-distribuce.cz/sites/default/files/2020-03/EON-zprava_o_dosazene_urovni_kvality_distribuce_2019.pdf)
- [9] Kurzy.cz, spol. s r.o., *Rozdělení území ČR mezi distributory elektřiny* [online]. In: 2020 [ISSN 1801-8688. Dostupné z: [https://img3.kurzy.cz/elektrina/elektrina\\_distribuce600px.png](https://img3.kurzy.cz/elektrina/elektrina_distribuce600px.png)
- [10] Oddělení statistiky a sledování kvality ERÚ. *Roční zpráva o provozu ES ČR2018* [online]. Praha 2019. Dostupné z: [http://www.eru.cz/documents/10540/4580207/Rocni\\_zprava\\_provoz\\_ES\\_2018.pdf/1420388b-8eb6-4424-9ad9-c06a57b5326c](http://www.eru.cz/documents/10540/4580207/Rocni_zprava_provoz_ES_2018.pdf/1420388b-8eb6-4424-9ad9-c06a57b5326c)

- [11] Šefránek, Jan. *Spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny a možnosti jejich ovlivňování*. 2014. Disertační práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Tůma, Jiří. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/60902>
- [12] Council of European Energy Regulators. *CEER Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity and Gas Supply* [online]. In: . Cours Saint-Michel 30a, Box F – 1040 Brussels, Belgium, 2018. Dostupné z: <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/963153e6-2f42-78eb-22a4-06f1552dd34c>
- [13] *PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ DISTRIBUČNÍCH SOUSTAV PŘÍLOHA 2 METODIKA URČOVÁNÍ NEPŘETRŽITOSTI DISTRIBUCE ELEKTRINY A SPOLEHLIVOSTI PRVKŮ DISTRIBUČNÍCH SÍTÍ: Schválil: ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD*. In: . 2016, ročník 2016. Dostupné z: [https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/ppds-2017\\_priloha-2.pdf](https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/ppds-2017_priloha-2.pdf)
- [14] Filip Brož, František Kysnar, Karel Procházka, EGC – EnerGoConsult ČB, s.r.o. *HODNOCENÍ KRÁTKODOBÝCH PŘERUŠENÍ DISTRIBUCE ELEKTRINY – MAIFI*. Tábor 8. a 9. 11. 2016. Konference ČK CIRED 2016
- [15] *Konzultační proces Vyhláška o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice 24. 9. 2019*. In: . Energetický regulační úřad. Dostupné také z: <https://www.eru.cz/documents/10540/5553170/vyhl%C3%A1%C5%A1ka+o+kvalit%C4%9B%20VKP.pdf/723db53f-18f3-46ba-8aff-4bcc972d1081>
- [16] *Zásady cenové regulace pro regulační období 2021-2025 pro odvětví elektroenergetiky, plynárenství, pro činnosti operátora trhu v elektroenergetice a plynárenství a pro povinně vykupující: Návrh pro podání připomínek veřejnosti*. In: . Energetický regulační úřad, 2019. Dostupné také z: <http://www.eru.cz/documents/10540/5475589/Navrh-zasad-cenove-regulace-2021-2025-pro-verejnou-konzultaci.pdf/f6df3fd5-d5af-425f-a53f-ecbddd4447fe>
- [17] Filip Brož, František Kysnar, Karel Procházka, EGC – EnerGoConsult ČB s.r.o. *VÝPOČET SPOLEHLIVOSTI DISTRIBUČNÍCH SÍTÍ A POSOUZENÍ VYBRANÝCH SPOLEHLIVOSTNÍCH OPATŘENÍ S OHLEDEM NA SPOLEHLIVOSTNÍ A EKONOMICKÉ PARAMETRY*. Konference ČK CIRED 2016. Tábor 8. a 9. 11. 2016.
- [18] Martin Čerňan, Josef Tlustý, Zdeněk Müller, ČVUT v Praze, FEL Dean Brabec, Arthur D. Little Praha. *SROVNÁNÍ RŮZNÝCH PŘÍSTUPŮ KE ZLEPŠOVÁNÍ PARAMETRŮ SAIFI A SAIDI V DISTRIBUČNÍCH SÍTÍCH VYSOKÉHO NAPĚTÍ*. Konference ČK CIRED 2015. Tábor 10. a 11. 11. 2015.
- [19] Pavel Seidl, ČEZ Distribuce a.s. *INSTALACE AUTOMATIZOVANÝCH DÁLKOVĚ OVLÁDANÝCH PRVKŮ DO DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY*. Konference ČK CIRED 2018. Tábor 6. a 7. 11. 2018.



- [20] Zbyněk Brettschneider, Martin Hejhal, Petr Lžičar, Radek Hanuš, PREDistribuce, a.s. *IMPLEMENTACE STATISTICKÝCH OPATŘENÍ PRO ŘÍZENÍ A OBNOVU DISTRIBUČNÍ SÍŤE PREDISTRIBUCE*, A. S. Konference ČK CIRED 2018. Tábor 6. a 7. 11. 2018.
- [21] Informace získané od pana Ing. Petra Skaly, Ph.D ze společnosti EGÚ Brno, a.s.
- [22] Informace získané od pana Ing. Jana Lišky z Energetického regulačního úřadu