

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Chalupianský Peter

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Obor: Ekonomika a řízení energetiky

Název tématu: Kvalita a spolehlivost dodávek elektrické energie

Pokyny pro vypracování:

- zavedení standardů kvality dodávek elektrické energie
- způsob a porovnání hodnocení kvality dodávek elektrické energie v ČR a Evropě
- účastníci energetického trhu z pohledu kvality dodávek elektrické energie
- analýza možnosti zvýšení kvality dodávky elektřiny v ČR a v zahraničí

Seznam odborné literatury:

Tůma, J., Rusek, S., Martínek, Z., Chemišinec, I., Goňo, R.: Spolehlivost v elektroenergetice, ČVUT Praha, ISBN 80-239-6483-6

Chemišinec, I., Marvan, M., Nečesaný, J., Sýkora, T., Tůma, J.: Obchod s elektřinou, Conte Praha 2010, ISBN 978-80-254-6695-7

Vedoucí diplomové práce: Ing. Rostislav Krejcar, Ph.D. – ČVUT FEL, K 13116

Platnost zadání: do konce letního semestru akademického roku 2016/2017

L.S.

*Prof. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.*  
vedoucí katedry

*Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.*  
děkan

V Praze dne 18.10.2016

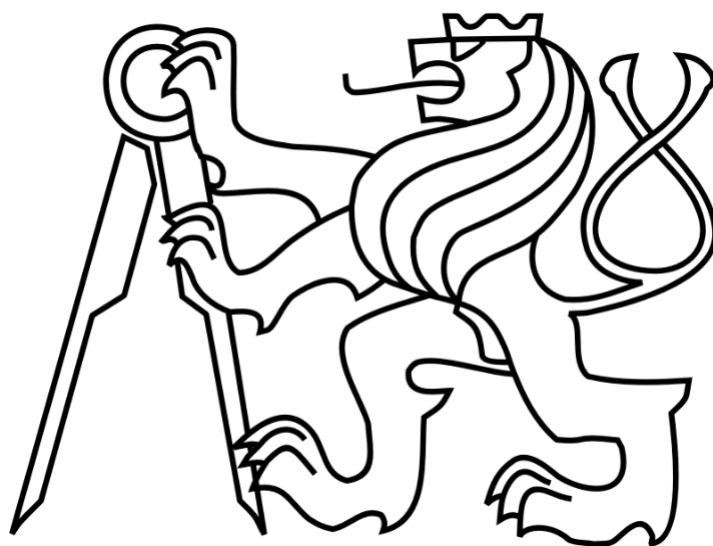
České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

**Kvalita a spolehlivost dodávek elektrické  
energie**

Diplomová práce



**Vypracoval:** Bc. Peter Chalupianský  
**Vedoucí práce:** Ing. Rostislav Krejcar, Ph.D.

**Studijní program:** Elektrotechnika, energetika a management

**Studijní obor:** Ekonomika a řízení energetiky

**Praha 2017**

## Prohlášení

*„Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“*

V Praze dne 9. ledna 2017

## Poděkování

Rád bych poděkoval svým rodičům, za jejich celoživotní podporu a motivování, díky kterému jsem na škole, jakou je ČVUT, dospěl až k odevzdání diplomové práce.

Mé poděkování rovněž patří i vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Rostislavu Krejcarovi, Ph.D. za vedení práce a velkou míru podpory, kterou jsem ne vždy dokázal adekvátně opětovat. Rovněž bych rád poděkoval panu Ing. Janu Šefránkovi za cenné rady, díky kterým získala práce další rozměr.

Poděkování rovněž patří i mým spolužákům Martinu Ptáčkovi a Pavlu Klabanovi, jež mi během studia pomáhali s vysvětlováním nepochopeného učiva. Též bych rád poděkoval paní RNDr. Evě Novákové, CSc., za její osobitý styl výuky, který mě v prvním ročníku dokázal skvěle motivovat.

## Abstrakt

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí. V první části zavádím veškeré potřebné pojmy, standardy a definice týkající se kvality dodávek elektrické energie. Zároveň definuji potřebné ukazatele pro výpočet nepřetržitosti přenosu a distribuce elektrické energie.

V následující části se zabývám analýzou úrovně dosažení kvality přenosu a distribuce elektrické energie v České republice. Získané informace vyhodnocuji a porovnávám s hodnotami ostatních zemí. Zároveň analyzuji možnost využití dronů pro kontrolu stožárů vedení přenosové a distribuční soustavy.

**Klíčová slova:** kvalita dodávek elektrické energie, spolehlivost dodávek elektrické energie, ukazatelé nepřetržitosti dodávek elektrické energie, dron

## Abstract

Diploma thesis is divided into two parts. In the first part of thesis I defined all necessary concepts, standards and formulas for calculation the continuity indicators, which regarding to the quality of electricity supply.

Next section contains analysis of the achieved quality level of transmission and distribution electricity sites in the Czech Republic. I compare all information with values achieved in another countries. I also analyze ways how to use drones for controlling electricity pylons of transmission and distribution site.

**Keywords:** quality of electricity supply, reliability of electricity supply, indicators of continuity of electricity supply, drone

# Obsah

<b>1</b>	<b>Tabulka zkratk</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Úvod</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Zavedení standardů kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie</b>	<b>10</b>
3.1	Vyhláška č. 540/2005 Sb. . . . .	10
3.1.1	Základní pojmy . . . . .	10
3.1.2	Standardy přenosu nebo distribuce elektrické energie . . . . .	11
3.1.3	Standardy dodávek elektrické energie . . . . .	18
3.1.4	Uplatnění náhrad . . . . .	18
3.1.5	Kategorie přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny . . . . .	19
3.2	Kvalita napětí . . . . .	20
3.3	Spolehlivost dodávek elektrické energie . . . . .	21
3.4	Komerční kvalita . . . . .	22
3.5	Způsob hodnocení kvality přenosu a distribuce elektřiny v České republice . . . . .	23
3.5.1	Ukazatelé nepřetržitosti přenosu a distribuce elektrické energie v České republice . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Účastníci energetického trhu z pohledu kvality dodávek elektrické energie</b>	<b>29</b>
4.1	Přenos elektrické energie . . . . .	29
4.1.1	Dosažená úroveň ukazatelů nepřetržitosti přenosu v roce 2015 . . . . .	31
4.1.2	Analýza vývoje ukazatelů nepřetržitosti přenosu . . . . .	32
4.2	Distribuce elektrické energie . . . . .	34
4.2.1	Dosažená úroveň ukazatelů nepřetržitosti distribuce v roce 2015 . . . . .	34
4.2.2	Analýza vývoje ukazatelů nepřetržitosti distribuce . . . . .	40
4.2.3	Komerční kvalita . . . . .	41
4.3	Porovnání České republiky s evropskými zeměmi . . . . .	43
4.3.1	Porovnání přenosových soustav v Evropě . . . . .	45
4.3.2	Porovnání distribučních soustav v Evropě . . . . .	47
4.3.3	Zhodnocení kapitoly . . . . .	50
4.4	Jižní Korea . . . . .	51
4.4.1	Obecné informace . . . . .	51
4.4.2	Kvalita přenosu a distribuce elektrické energie v Jižní Koreji . . . . .	53

4.4.3	Dlouhodobé cíle Jižní Koreje z hlediska SAIDI a procentuálních ztrát v přenosové a distribuční soustavě . . .	57
4.4.4	Metody a technologie používané v Jižní Koreji pro dosažení kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie	58
4.4.5	Plány KEPCO v dlouhodobém horizontu . . . . .	62
4.4.6	Komerční kvalita . . . . .	63
4.4.7	Zhodnocení kapitoly . . . . .	66
<b>5</b>	<b>Analýza možností zvýšení kvality dodávky elektřiny v České republice a zahraničí</b>	<b>67</b>
5.1	Využití dronů pro monitorování stavu stožárů elektrického vedení	67
5.1.1	Kontrola stožárů . . . . .	67
5.1.2	Vybavení . . . . .	68
5.1.3	Podmínky pro provozování dronů . . . . .	70
5.1.4	Ostatní předpoklady pro výpočet . . . . .	72
5.1.5	Porovnání variant . . . . .	74
5.2	Využití neproplacených náhrad za nedodržení standardů distribuce . . . . .	77
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>79</b>
<b>7</b>	<b>Zdroje</b>	<b>84</b>
<b>8</b>	<b>Přílohy</b>	<b>87</b>

## Seznam tabulek

1	Tabulka použitých zkratk	8
2	Ukazatele nepřetržitosti přenosu elektrické energie za rok 2015	31
3	Systémové ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny v roce 2015	38
4	Plnění komerčních standardů distribuce elektřiny v roce 2015	41
5	Přehled počtu vyplacených náhrad a teoretická výše náhrad za nedodržení standardů	42
6	Přehled délky kabelového a venkovního vedení na hladině nízkého napětí distribuční soustavy ve vybraných zemích	47
7	Obecný přehled o Jižní Koreji	51
8	Délky vedení jednotlivých napěťových hladin přenosové soustavy pro rok 2015	55
9	Technické údaje o dronu DJI S1000	69



## Seznam obrázků

1	Základní požadavky na vývoj energetiky . . . . .	21
2	Infografika popisující aktuální přenosovou soustavu . . . . .	30
3	Vývoj ukazatelů nepřetržitosti v letech 2009-2015 . . . . .	32
4	Porovnání distribučních soustav v roce 2015 . . . . .	35
5	Porovnání délek vedení a podílu kabelového vedení na jednotlivých napěťových hladinách konkrétních distribučních společností za rok 2015 . . . . .	36
6	Graf vývoje podílu kabelového vedení na napěťové hladině nn od roku 2011 do roku 2015 . . . . .	37
7	Kategorie přerušení pro ukazatel SAIFI na hladině nízkého napětí v roce 2015 . . . . .	38
8	Kategorie přerušení pro ukazatel SAIDI na hladině nízkého napětí v roce 2015 . . . . .	39
9	Vývoj systémových ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektřiny	40
10	Množství nedodané energie způsobené přerušením v přenosové soustavě . . . . .	45
11	Průměrná doba trvání přerušení přenosu elektrické energie . .	46
12	Schéma korejské elektroenergetiky . . . . .	53
13	Mapa korejské přenosové soustavy . . . . .	54
14	Délky venkovního a kabelového vedení DS v České republice a Jižní Koreji . . . . .	56
15	Korejský ukazatel SAIDI v letech 2011-2015 . . . . .	57
16	Hodnoty ukazatele SAIDI v roce 2015 . . . . .	57
17	Graf SAIDI v Jižní Koreji pro období 1990-2014 . . . . .	58
18	Ukazatel ztrát v přenosové a distribuční soustavě . . . . .	59
19	Porovnání ukazatele ztrát v PS a DS v letech 1995-2014 . . . .	60
20	Plán výstavby East Asian Grid . . . . .	61
21	Žebříček oceněných zemí v hodnocení Doing Business 2014 . .	65
22	Dron DJI S1000 . . . . .	69
23	NPV varianty bez použití dronů . . . . .	75
24	NPV varianty při použití dronů . . . . .	75
25	Vývoj ukazatele SAIFI pro plánovaná přerušení . . . . .	87
26	Vývoj ukazatele SAIDI pro plánovaná přerušení . . . . .	88
27	Vývoj ukazatele SAIFI pro neplánovaná přerušení bez výjimečných případů . . . . .	88
28	Vývoj ukazatele SAIDI pro neplánovaná přerušení bez výjimečných případů . . . . .	89
29	Ukázka fotografií z kontroly stožárů vedení pomocí dronů . . .	89

# 1 Tabulka zkratek

Tabulka 1: Tabulka použitých zkratek

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
ACER	Agency for the Cooperation of Energy Regulators
ASIDI	Average System Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
CEER	Council of European Energy Regulators
ČK CIRED	Pořadatel energetických konferencí
DS	Distribuční soustava
ERÚ	Energetický regulační úřad
MAIFI	Momentary Average Interruption Frequency Index
NN	Nízké napětí
NPV	Net Present Value
PDS	Provozovatel distribuční soustavy
PPDS	Pravidla provozování distribuční soustavy
PPPS	Pravidla provozování přenosové soustavy
PPS	Provozovatel přenosové soustavy
PR	Public relations
PS	Přenosová soustava
SAIDI	System Average Interruption Frequency Index
SAIFI	System Average Interruption Duration Index
VN	Vysoké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí

## 2 Úvod

Svět se ekonomicky neustále rozvíjí a propojuje. Jednotlivé firmy expandují a životní nároky lidí jsou stále vyšší. Vše se projevuje i na rostoucí spotřebě elektrické energie a zároveň stupňujících se požadavcích na kvalitu a spolehlivost dodávané elektrické energie. Téma diplomové práce týkající se kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie je v současné době velice aktuální a týká se všech subjektů elektroenergetického systému, tj. od výrobce elektrické energie až po konečného odběratele, jehož zařízení mohou být citlivá na kvalitu a spolehlivost dodávané elektřiny, přičemž mu v případě nedodržení standardů může vzniknout významná škoda.

V rámci práce se budu především zabývat kontinuitou dodávek elektrické energie. Nezbytnou součástí bude vydefinování veškerých důležitých pojmů, standardů a výpočetních vztahů jednotlivých ukazatelů dle platných norem a vyhlášek. Rovněž se pokusím vyhodnotit aktuálně dosahované ukazatele kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie, které v rámci práce porovnam s ukazateli ostatních zemí.

Součástí práce je i pohled na danou problematiku v Jižní Koreji, kde jsem byl na studijním pobytu, a rád bych danou zkušenost reflektoval v rámci práce, neboť věřím, že může být přínosná pro možné zlepšení kvality a spolehlivosti dodávané elektřiny v České republice. V neposlední řadě se ve své diplomové práci pokusím navrhnout řešení, které by přineslo zlepšení ukazatelů, a prokázat i jeho ekonomickou efektivnost.

## 3 Zavedení standardů kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie

Hlavní legislativní ukotvení kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie přináší zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů. [16]

V ustanovení § 17 daného zákona se určuje jako dohledový orgán Energetický regulační úřad, který monitoruje a vyhodnocuje úroveň dosažené kvality. Ustanovení §24 a § 25 poté určují povinnost provozovatelů přenosových a distribučních soustav řídit se nařízeními ERÚ, jež jsou převážně obsaženy ve vyhlášce č. 540/2005 Sb.

### 3.1 Vyhláška č. 540/2005 Sb.

Hlavní legislativní ukotvení týkající se kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie se nachází ve vyhlášce č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice. Vyhláška byla stanovena ERÚ dne 15. prosince 2005 a následně nabyla účinnosti dne 1. ledna 2006. V roce 2010 pak byla novelizována předpisem č. 41/2010 Sb. [14]

Vyhláška jasně definuje kvalitu dodávek a služeb souvisejících s regulovanými činnostmi v elektroenergetice. Zaměřil jsem se na to, jaké jsou výše odškodnění za nenaplnění uvedených standardů a zároveň jakým způsobem a do kdy mají být poškozenému subjektu vyplaceny stanovené náhrady.

Zvláštní kapitolou je pak metodika, jakou provozovatelé soustav vykazují zprávy o dodržování kvality přenosu a distribuce elektřiny, jež jsou následně ERÚ analyzovány a slouží jako důležitý podklad pro další činnost regulátora v této problematice.

#### 3.1.1 Základní pojmy

Vyhláška č. 540/2005 Sb. definuje následující základní pojmy, které jsou důležité pro vytvoření teoretického rámce této práce.

#### Přerušování přenosu či distribuce elektřiny

Moment, kdy přenosová nebo distribuční soustava není schopna poskytnout elektrickou energii do odběrného či předávacího místa účastníka trhu s elektřinou. Jako přerušování neoznačujeme situaci, kdy je tento stav dán vadou na elektrickém zařízení odběratele, resp. elektrickou přípojkou, která není ve vlastnictví PDS a není jím provozována.

## **Dlouhodobé přerušení**

Přerušení přenosu či distribuce elektřiny po dobu delší než 3 minuty. Přesnější definice bude uvedena v jedné z následujících částí týkající se této vyhlášky.

## **Plánované přerušení**

Přerušení přenosu či distribuce elektřiny, ke kterému došlo při vykonávání plánovaných prací na zařízení PS nebo DS či v jejich ochranném pásmu.

## **Ukončení přerušení přenosu či distribuce elektřiny**

K ukončení přerušení přenosu či distribuce elektrické energie dojde v momentu obnovení dodávek elektřiny do odběrného či předávacího místa poškozeného subjektu ve smluvně daném množství a kvalitě dle daných technických norem.

Stav nastane zároveň při zajištění náhradního napájení včetně omezení množství dodávané elektrické energie, jež je uvedeno ve smlouvě.

## **Dodavatel sdružené služby**

Subjekt, který dodává zákazníkovi elektřinu na základě smlouvy o sdružených službách dodávky elektrické energie.

### **3.1.2 Standardy přenosu nebo distribuce elektrické energie**

V následující části bude popsáno čtrnáct standardů přenosu a distribuce elektrické energie dle jejich definice ve vyhlášce č. 540/2005 Sb.

Dle obecných ustanovení se za nedodržení standardu nepovažuje situace, kdy:

- držitel licence v dané lhůtě projeví vůli, z níž je jednoznačně vyplývající snaha provést úkony ve lhůtě delší než stanovené,
- držitel licence nemůže udělat úkony vedoucí ke splnění standardu z důvodu prokazatelné nesoučinnosti dalšího nezbytného subjektu,
- nastane živelná katastrofa či havárie na zařízení přenosové či distribuční soustavy,
- byl vyhlášen stav nouze či se držitel licence snaží tomu stavu bezprostředně předejít.

## **Standard ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny (§ 5)**

Standardem ukončení přerušení přenosu či distribuce elektřiny rozumíme ukončení přerušení dodávek elektrické energie v odběrném či předávacím místě, kromě plánovaného přerušení, v časové době do:

- 18 hodin v síti DS s hladinou napětí do 1 kV a do 12 hodin v síti DS s hladinou napětí do 1 kV na území Prahy,
- 12 hodin v síti DS s hladinou napětí nad 1 kV a do 8 hodin v síti DS s hladinou napětí nad 1 kV na území Prahy.

Čas, od kterého se začíná počítat daná lhůta, je stanoven okamžikem, kdy se PDS dozvěděl o přerušení distribuce či případně od momentu, kdy vznik přerušení mohl, respektive měl zjistit. Dojde-li k několika dlouhodobým přerušením dodávek elektrické energie v důsledku stejné události, tak PDS splní standard, pokud čas mezi prvním dlouhodobým přerušením a ukončením posledního dlouhodobého přerušení je nižší než stanovená lhůta.

Standard myslí i na přerušení přenosu či distribuce elektřiny z výroby elektrické energie. Zde je provozovatel PD nebo DS povinen obnovit schopnost soustavy do 48 hodin od okamžiku, kdy zjistil či mohl, resp. měl zjistit, že došlo k přerušení.

V případě porušení standardu činí náhrada zákazníkovi 10 % z jeho roční platby za distribuci, maximálně ale:

- 6 000 Kč v sítích do 1 kV,
- 12 000 Kč v sítích nad 1 kV a do 52 kV,
- 120 000 Kč v sítích nad 52 kV.

Roční platbou za distribuci chápeme na úrovni VVN a VN sumu posledních dvanácti měsíčních plateb za použití sítí a rezervovanou kapacitu. Na hladině NN se jedná o sumu za měsíční platby dle jmenovité proudové hodnoty hl. jističe před měřicím zařízením a položek za distribuci el. energie ve vysokém a nízkém tarifu, jež byly účtovány v poslední fakturované platbě z ročního odečtu měřicích zařízení.

## **Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny (§ 6)**

Jedná se o standard zachycující, zda-li došlo k zahájení a ukončení plánovaného omezení a přerušení dodávek elektrické energie v časech, které byly dopředu ohlášeny. Standard není naplněn, pokud dojde k přerušení dříve, než bylo nahlášeno, resp. k ukončení přerušení dojde později, než bylo ohlášeno.

V případě porušení standardu činí náhrada zákazníkovi 10 % z jeho roční platby za distribuci, maximálně ale:

- 6 000 Kč v sítích do 1 kV,
- 12 000 Kč v sítích nad 1 kV a do 52 kV,
- 120 000 Kč v sítích nad 52 kV.

## **Standard výměny poškozené pojistky (§ 7)**

Dle následujícího standardu je odpovědný subjekt povinen vyměnit poškozenou pojistku v hlavní domovní nebo kabelové skříni odběratele a tím zprovoznit distribuci nejpozději do šesti hodin, respektive do čtyř hodin na území Prahy. Lhůta se začíná počítat od momentu, kdy je PDS informován o poškození odběratelem nebo dodavatelem sdružené služby. Standard se nevztahuje na situaci, kdy dojde k poškození pojistky vinou zařízení či přípojky odběratele, které nejsou ve vlastnictví PDS nebo jím nejsou provozována. Za nedodržení standardu může nárokovat odběratel náhradu 1 200 Kč.

## **Standard kvality napětí (§ 8)**

Standard kvality napětí nařizuje distribuci elektrické energie s danými parametry velikosti a odchylky napájecího napětí a frekvencí, jenž je v souladu s PPS a PPDS nebo se smluvně stanovenými parametry mezi zákazníkem a PDS.

## **Standard lhůty pro vyřízení reklamace kvality napětí (§ 9)**

Standard lhůty pro vyřízení reklamace kvality napětí určuje dobu mezi přijetím oznámení o reklamaci po doručení písemného vyrozumění reklamujícím na 60 kalendářních dnů. Pokud je reklamace oprávněná, tak je povinností pro naplnění standardu uvést i způsob a termín odstranění příčiny horší kvality napětí. V případě nesplnění standardu je PDS povinen poskytnout odběrateli náhradu 1 200 Kč za každý den zpoždění, avšak do maximální výše 30 000 Kč.

## **Standard lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí (§ 10)**

Standard lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí definuje čas, ve kterém musí PDS vykonat úkony potřebné k obnovení standardních parametrů kvality. Jedná se o lhůty do:

- 30 kalendářních dní od odeslání písemného vyrozumění o oprávněné reklamaci dodavateli sdružené služby, resp. zákazníkovi a termínu odstranění důvodu nižší kvality napětí v případě, že je důvod odstranitelný jednoduchým provozním opatřením,
- 6 měsíců od odeslání písemného vyrozumění o oprávněné reklamaci dodavateli sdružené služby, resp. zákazníkovi a termínu odstranění důvodu nižší kvality napětí v případě, že je důvod odstranitelný stavebně-technickým opatřením, v jehož případě není nutné žádat o stavební povolení,
- 24 měsíců od odeslání písemného vyrozumění o oprávněné reklamaci dodavateli sdružené služby, resp. zákazníkovi a termínu odstranění důvodu nižší kvality napětí v případě, že je důvod odstranitelný stavebně-technickým opatřením, v jehož případě je nutné žádat o stavební povolení. Za nedodržení standardu nepovažujeme moment, kdy se přes veškeré úsilí na straně PDS nepodařilo získat stavební povolení.

V případě nedodržení termínu má poškozený odběratel nárok na kompenzaci v hodnotě 1 200 Kč za každý den prodlení, nejvýše však do částky 60 000 Kč.

## **Standard zaslání stanoviska k žádosti o připojení zařízení žadatele k přenosové nebo distribuční soustavě (§ 11)**

Dle standardu musí PPS či PDS zaslat žadateli o připojení do soustavy vyrozumění do termínu stanoveného vyhláškou č. 297/2001 Sb., kterou se určují podmínky připojení a dodávek elektrické energie pro chráněné zákazníky. Za nedodržení standardů může poškozený nárokovat za každý den prodlení odškodnění ve výši:

- 600 Kč v napěťové hladině do 1 kV, maximálně do 60 000 Kč,
- 1 200 Kč v napěťové hladině nad 1 kV do 52 kV, maximálně do 120 000 Kč,
- 12 000 Kč v napěťové hladině nad 52 kV, maximálně do 600 000 Kč.



## **Standard umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny (§ 12)**

Standard umožnění distribuce elektřiny stanovuje lhůtu pěti pracovních dní pro uskutečnění distribuce elektřiny od dne, kdy PDS obdržel na základě podepsané smlouvy žádost o začátek distribuce a zákazník či dodavatel sdružených služeb splnil podmínky ve smlouvě o připojení.

V případě výrobce elektrické energie je povinen PPS či PDS zajistit uskutečnění přenosu, resp. distribuce, elektrické energie do pěti pracovních dnů od dne, kdy byl výrobcem na základě uzavřené smlouvy požádán o umožnění přenosu či distribuce. Výrobce však musí splnit podmínky o připojení dané ve smlouvě.

Za nedodržení standardu má poškozená strana za každý den prodlení nárok na odškodnění ve výši:

- 6 000 Kč v napěťové hladině do 1 kV, maximálně do 60 000 Kč,
- 120 000 Kč v napěťové hladině nad 1 kV, maximálně do 120 000 Kč.

## **Standard ukončení přerušení distribuce elektřiny z důvodu prodlení zákazníka nebo dodavatele sdružené služby s úhradou plateb za poskytnutou distribuci elektřiny (§ 13)**

Tímto standardem je dána povinnost ukončit přerušení distribuce elektrické energie zákazníkovi do 2 pracovních dnů od dne, kdy odběratel či dodavatel sdružené služby uhradil své závazky či se dnem, kdy PDS uzavřel a podepsal se zákazníkem či dodavatelem dohodu o splacení dluhu.

Pokud PDS nedodrží standard, pak náleží odběrateli za každý den prodlení náhrada škody ve výši:

- 1 200 Kč v napěťové hladině 1 kV, do maximální částky 30 000 Kč,
- 3 600 Kč v napěťové hladině nad 1 kV, do maximální částky 90 000 Kč.

### **Standard ukončení přerušení distribuce elektřiny na žádost dodavatele nebo dodavatele sdružené služby (§ 14)**

V případě žádosti týkající se přerušení distribuce elektrické energie podané dodavatelem nebo dodavatelem sdružené služby je povinen PDS přerušit dodávky do dvou pracovních dnů po dni obdržení písemné žádosti. V případě nedodržení standardu je uznán poškozenému nárok na odškodnění ve výši:

- 1 200 Kč za každý den prodlení v napěťové hladině do 1 kV, nejvýše do částky 30 000 Kč,
- 3 600 Kč za každý den prodlení v napěťové hladině nad 1 kV, nejvýše do částky 90 000 Kč.

### **Standard výměny měřicího zařízení a vyrovnání plateb (§ 15)**

Následující standard definuje provozovateli distribuční soustavy povinnost:

- od obdržení písemné žádosti do patnácti kalendářních dní vyměnit požadované měřicí zařízení,
- písemně informovat odběratele do šedesáti kalendářních dní od výměny měřicího zařízení o výsledku testování správnosti jeho měření,
- vypořádat rozdíl v platbách do deseti dnů od uplynutí lhůty od předchozí podmínky v případě, že vznikl přeplatek v uhrazených platbách.

V momentě nedodržení standardu má poškozený nárok na kompenzaci ve výši 600 Kč za každý den prodlení, do maximální výše 2 400 Kč.

### **Standard předávání údajů o měření (§ 16)**

Tento standard popisuje způsob předávání dat k vyúčtování dodavatelů a dodavatelům sdružených služeb prostřednictvím operátora trhu. Způsob předání se řídí vyhláškou č. 541/2005 Sb., o pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona.

Je-li vyhláškou stanoven termín předání v konkrétní hodinu, pak může PDS odevzdat podklady s maximálním šestnáctihodinovým prodlením. Pokud vyhláška určuje konkrétní den předání, pak je dovolen maximálně jeden den prodlení.

Pokud PDS neposkytne ve stanovené lhůtě dodavateli nebo dodavateli sdružené služby včas dané podklady a údaje, pak vzniká poškozenému nárok na odškodnění za každé předávací nebo odběrné místo ve výši:

- 600 Kč za každou hodinu či den prodlení předání údajů o měření v sítích do 1 kV, do maximální výše 30 000 Kč
- 1 200 Kč za každou hodinu či den prodlení předání údajů v sítích nad 1 kV a do 52 kV, do maximální výše 60 000 Kč,
- 3 600 Kč za každou hodinu či den prodlení předání údajů v sítích nad 52 kV, do maximální výše 120 000 Kč.

Nároky na odškodnění se počítají na hodiny či dny prodlení dle předem stanoveného termínu předání dle uvedené vyhlášky.

### **Standard lhůty pro vyřízení reklamace vyúčtování distribuce elektřiny (§ 17)**

Provozovatel distribuční soustavy je povinen se dle tohoto standardu vyjádřit se k reklamaci vyúčtování distribuce elektřiny či nevrácení zaplacených přeplatků do patnácti kalendářních dnů.

Do třiceti kalendářních dnů od doručení oprávněné reklamace pak musí PDS vypořádat rozdíl v platbách vzniklý špatným vyúčtováním distribuce elektřiny či nesprávným měřením dodávek elektrické energie.

Za nesplnění standardu přísluší poškozenému náhrada 600 Kč za každý jeden den prodlení, do maximální částky 24 000 Kč.

### **Standard dodržení termínu schůzky se zákazníkem (§ 18)**

Dle standardu o dodržení termínu schůzky se zákazníkem je PDS povinen v případě jím vyžádaného setkání se dostavit v čase mezi 8. a 17. hodinou s maximální čekací lhůtou jedna hodina, pokud se nedohodne se zákazníkem jiným způsobem. PDS má možnost odložit či změnit termín schůzky nejpozději jeden kalendářní den před jejím termínem. V případě nedodržení smlouvaného času přísluší zákazníkovi náhrada v hodnotě 2 400 Kč za každý případ nedodržení standardu.

### 3.1.3 Standardy dodávek elektrické energie

Vyhláška č. 540/2005 Sb. zároveň definuje i dva standardy týkající se přímo dodávek elektrické energie jejím odběratelům od dodavatele či dodavatele sdružené služby.

#### **Standard zajištění ukončení přerušení dodávky elektřiny z důvodu prodloužení konečného zákazníka s úhradou plateb za odebranou elektřinu (§ 19)**

Tímto standardem ERÚ definuje lhůtu dvou pracovních dní pro zajištění ukončení přerušení dodávky elektřiny od dne, kdy odběratel uhradil všechny své splatné platby za odebranou elektřinu či s dodavatelem uzavřel dohodu o způsobu splacení závazku.

Dodavatel nebo dodavatel sdružené služby v případě nedodržení standardu poskytne zákazníkovi náhradu za každý den prodloužení v hodnotě:

- 1 200 Kč v napěťové hladině do 1 kV, maximálně do 30 000 Kč,
- 3 600 Kč v napěťové hladině nad 1 kV, maximálně do 90 000 Kč.

#### **Standard lhůty pro vyřízení reklamace vyúčtování dodávky elektřiny (§ 20)**

Dodavatel či dodavatel sdružené služby musí zaslat písemně zákazníkovi písemně vyjádření k reklamaci týkající se vyúčtování dodávky elektřiny či nevrácení přeplatků do patnácti kalendářních dní od převzetí reklamační žádosti. Za nedodržení standardu může poškozený získat náhradu v hodnotě 600 Kč za každý den prodloužení, do maximální výše 24 000 Kč.

### 3.1.4 Uplatnění náhrad

Tato vyhláška upravuje i způsob, kterým poškozená strana uplatňuje náhradu za prokazatelné nedodržení standardu.

Náhradu za nedodržení standardu distribuce může uplatnit zákazník k PDS, v jehož soustavě je předávací či odběrné místo zapojené a má s ním sjednanou smlouvu. V případě nedodržení standardu dodávek elektrické energie požaduje zákazník stanovenou náhradu po dodavateli či dodavateli sdružené služby, s kterým má sjednanou smlouvu.

V případě nedodržení standardu zaslání stanoviska k žádosti o připojení zařízení žadatele k přenosové či distribuční soustavě, má právo žadatel o stanovisko požadovat náhradu po provozovateli přenosové nebo distribuční soustavy, u nějž požaduje připojení.

Dodavatel elektřiny či dodavatel sdružené služby poté uplatňuje případný nárok na náhradu škody u provozovatele soustavy, k níž je připojený zákazník, jemuž na základě smlouvy dodává elektrickou energii.

Požadovat náhradu lze zpravidla do 60 kalendářních dní od porušení daných standardů. Oficiální vzory žádostí pro uplatnění náhrady nalezne poškozený na stránkách Energetického regulačního úřadu. [14]

### **3.1.5 Kategorie přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny**

Vyhláška č. 540/2005 Sb. upravuje typy přerušení přenosu nebo distribuce elektrické energie na dvě kategorie:

#### **Přerušení přenosu či distribuce elektrické energie dle doby trvání**

Dle doby trvání rozlišujeme dvě kategorie přerušení. Krátkodobé přerušení, jež trvá minimálně jednu vteřinu a není delší než tři minuty. Dlouhodobé přerušení je takové, které trvá déle jak tři minuty.

#### **Přerušení přenosu či distribuce elektrické energie dle příčiny**

Dle příčiny přerušení rozlišujeme dva základní typy přerušení. Plánované přerušení, které musí splňovat výše zmíněné podmínky a neplánované. Neplánované přerušení dělíme poté na další podkategorie. Jejich přesné znění dle vyhlášky č. 540/2005 Sb., je následující:

##### ***Poruchové přerušení***

Přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny při vzniku a odstraňování poruchy na zařízení provozovatele přenosové soustavy podle § 24 odst. 3 písm. d) bodu 7 energetického zákona nebo provozovatele distribuční soustavy podle § 25 odst. 4 písm. c) bodu 6 energetického zákona a přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny způsobené chybným nebo bezdůvodným vypnutím zařízení přenosové nebo distribuční soustavy jejím provozovatelem. Poruchové přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny se dále dělí na:

- způsobené poruchou mající původ v zařízení přenosové nebo distribuční soustavy provozovatele soustavy nebo v jejím provozu za obvyklých povětrnostních podmínek nebo za nepříznivých povětrnostních podmínek. Přerušení z důvodu nepříznivých povětrnostních podmínek musí provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy nahlásit a prokázat do 10 pracovních dnů Energetickému regulačnímu úřadu,

- způsobené v důsledku zásahu nebo jednání třetí osoby.

### ***Vynucené přerušeni***

Přerušeni přenosu nebo distribuce elektřiny z důvodu podle § 24 odst. 3 písm. c) bodu 1 nebo § 25 odst. 4 písm. c) bodu 1 energetického zákona.

### ***Mimořádné přerušeni***

Přerušeni přenosu nebo distribuce při stavech nouze nebo předcházení stavu nouze podle § 24 odst. 3 písm. c) nebo 2 nebo § 25 odst. 4 písm. c) bodu 2 energetického zákona.

### ***Přerušeni způsobené událostí mimo přenosovou či distribuční soustavu a u výrobce***

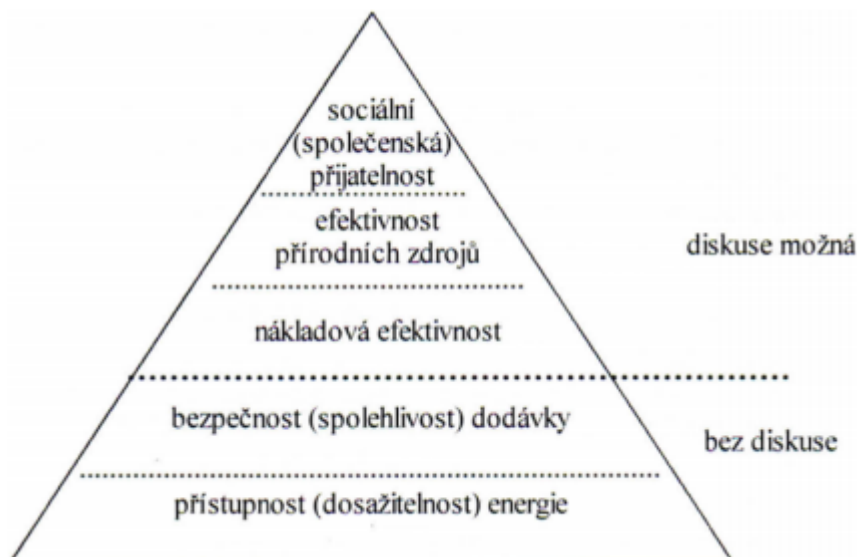
## **3.2 Kvalita napětí**

Jedním z klíčových parametrů dodávek elektrické energie je kvalita napětí. V případě, kdy je odběrateli dodána elektřina v neodpovídající kvalitě napětí, tak může na jeho zařízení dojít k poruchovému chování, zkrácení životnosti či zničení v případě citlivého zařízení. Odběrateli tím vzniká škoda. Aby se podobným situacím předešlo, tak byla evropskou normou EN 50 160 předepsána jasná definice kvality napětí, kterou se určují následující parametry: [2][12]

- kmitočtem sítě,
- velikostí a odchylkou napájecího napětí,
- rychlými změnami napětí,
- krátkodobými poklesy napájecího napětí,
- krátkými a dlouhodobými přerušeni napájecího napětí,
- dočasným přepětím síťového kmitočtu mezi vodiči pod napětím a zemí,
- přechodným přepětím mezi vodiči pod napětím a zemí,
- nesymetrií napájecího napětí,
- harmonickým napětím,
- meziharmonickým napětím a napětím síťových signálů v napájecím napětí.

### 3.3 Spolehlivost dodávek elektrické energie

Spolehlivost přenosu a distribuce elektrické energie představuje nepřetržité zajištění elektrické energie konečným zákazníkům v požadovaném množství a přípustné kvalitě.[13]



Obrázek 1: Základní požadavky na vývoj energetiky [13]

Dle základních požadavků na vývoj energetiky se musí vše při vývoji energetiky řídit především dosažitelností energie a bezpečností, tedy spolehlivostí, dodávek energie. V těchto dvou bodech není možné hledat kompromis například ve prospěch nákladové efektivnosti.

Odběratele elektrické energie rozdělujeme dle jejich citlivosti na dobu přerušení dodávky elektrické energie do následujících skupin dle citlivosti na:

- odběratele, jejichž škoda je závislá pouze na době přerušení dodávky elektrické energie, resp. výrobní proces odběratele je přerušen pouze během této doby a nevzniká mu žádná další škoda,
- odběratele, jimž vzniká škoda přerušením výrobního procesu a zároveň i během doby potřebné na opětovné zahájení provozu díky vlivu technologických podmínek,
- odběratele, jimž vedle škody způsobené přerušením vznikají škody způsobené poškozením výrobků,

- odběratele, jimž vznikají ztráty způsobené zastavením výroby a poškozením výrobního zařízení.

Jak můžeme vidět, tak vliv špatné spolehlivosti dodávek elektrické energie působí na různé odběratele jinými dopady. Odběratel, kterému nevzniknou takřka žádné škody, bude na špatnou spolehlivost reagovat jinak než odběratel, pro kterého může být bezpečnost dodávek elektrické energie klíčovým faktorem například pro jeho podnikání.

Provozovatelé soustav tedy musí věnovat spolehlivosti velkou pozornost, neboť může hrát velkou roli například při volbě místa pro výstavbu nového průmyslového podniku. V případě špatných ukazatelů spolehlivosti tak mohou snadno přijít o potenciálního odběratele velkého množství elektrické energie.

Mezi hlavní ukazatele spolehlivosti patří pravděpodobnost bezporuchového stavu, pravděpodobnost poruchy, hustota pravděpodobnosti poruchy nebo intenzita poruch.

### 3.4 Komerční kvalita

Neméně důležitou součástí kvality dodávek elektrické energie je i komerční kvalita. Pod ní si můžeme představit způsob a rychlost, s jakou reagují provozovatelé soustav nebo dodavatelé na požadavky odběratelů, které nesouvisí s fyzickým provozem soustavy. Z již vydefinovaných standardů z vyhlášky č. 540/2005 Sb. se jedná o standardy přenosu a distribuce § 7-18 a standardy dodávky elektrické energie § 19 a § 20. [14]

Dle mého názoru do komerční kvality patří i CSR aktivity, neboť jednotlivé energetické společnosti mají negativní dopad na náš život, resp. životní prostředí. Právě oblast společenské odpovědnosti patří mezi zavedené aktivity, které se uplatňují v zahraničí a nově přicházejí i do České republiky. Do CSR aktivit můžeme zařadit podporu či zaměstnávání handicapovaných, šetrný přístup k přírodě a okolí, organizování veřejně prospěšných projektů, budování dětských hřišť či udílení stipendií talentovaným studentům ze sociálně slabších skupin.

Byť se to na první pohled nemusí být zdát jasné, tak vedle zvětšení veřejného blaha přináší společnostem orientace na CSR aktivity například následující benefity: [10]

- lepší reputace společnosti a zviditelnění značky mezi současnými a potenciálními klienty,
- odlišení se od konkurence,



- pozitivní PR zmínky v médiích,
- zvýšení loajality zaměstnanců a jejich vlastní aktivní a nadšené zapojení do CSR aktivit společnosti,
- finanční úspory spojené například s úsporou energie.

### 3.5 Způsob hodnocení kvality přenosu a distribuce elektřiny v České republice

Vzhledem k tomu, že zajištění kvality a spolehlivosti přenosu či distribuce elektrické energie je považováno za jeden z nejzákladnějších cílů energetiky, tak je nutné stanovenou oblast měřit a vyhodnocovat pomocí jasných ukazatelů, které mohou zároveň sloužit i k mezinárodnímu porovnání.

Zavedení jednotného systému měření, jenž vychází právě z mezinárodních standardů, bylo v České republice zajištěno již zmíněnou vyhláškou č. 540/2005 Sb.

Na základě vyhlášky mají provozovatelé přenosové a distribuční soustavy povinnost vést si záznam o každém dlouhodobém přerušení přenosu či distribuce elektřiny v jimi provozované soustavě. Spolehlivost dodávek elektrické energie je následně vyhodnocována prostřednictvím takzvaných ukazatelů nepřetržitosti.

Pro přenosovou a distribuční soustavu se používají rozdílné ukazatele nepřetržitosti, viz:

- Ukazatelé nepřetržitosti pro přenosovou soustavu:
  - průměrná doba trvání jednoho přerušení přenosu elektřiny v kalendářním roce,
  - nedodaná elektrická energie v kalendářním roce.
- Ukazatelé nepřetržitosti pro distribuční soustavu:
  - průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníka v hodnoceném období (SAIFI),
  - průměrná souhrnná doba trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném období (SAIDI),
  - průměrná doba trvání jednoho přerušení u zákazníků v hodnoceném období (CAIDI).

Provozovatel přenosové soustavy má povinnost vypočítat ukazatele nepřetržitosti přenosu elektrické energie souhrnně pro všechny napěťové hladiny ze všech přerušení přenosu ukončených v daném kalendářním roce.

Naopak provozovatel distribuční soustavy vypočítává dle vyhlášky ukazatele nepřetržitosti za každé přerušení ve sledovaném období zvlášť pro všechny napěťové hladiny a jednotlivé kategorie přerušení, které jsou uvedeny výše a zároveň pak i souhrnně za celou distribuční soustavu.

Provozovatelé soustav mají povinnost zpracovat ukazatele v rámci písemného a elektronického výkazu, který musí zaslat Energetickému regulačnímu úřadu do 31. března za předešlý rok. Zpráva musí taktéž obsahovat srovnání s předchozím obdobím. Energetický regulační úřad poté zprávy analyzuje a do 31. května vyhotoví zprávu o dosažené úrovni nepřetržitosti přenosu a distribuce elektrické energie. [14]

### **3.5.1 Ukazatelé nepřetržitosti přenosu a distribuce elektrické energie v České republice**

Vyhláška č. 540/2005 Sb. jasně definuje vztahy pro výpočet jednotlivých ukazatelů nepřetržitosti, jimiž se ve svých zprávách musí provozovatelé přenosové a distribuční soustavy řídit. Jak bylo již výše uvedeno, tak ukazatelé se počítají pouze pro dlouhodobá přerušení přenosu a distribuce, které trvají déle než tři minuty. Pro větší přehlednost zopakují, že jako začátek přerušení se považuje okamžik, kdy se PPS nebo PDS dozvěděl o vzniku přerušení či moment, kdy vznik přerušení objektivně měl či mohl zjistit.

## Vztahy pro výpočet ukazatelů nepřetržitosti přenosu elektřiny

### Průměrná doba trvání jednoho přerušení přenosu elektřiny v kalendářním roce

Průměrnou dobu trvání jednoho přerušení přenosu elektřiny v daném kalendářním roce spočítáme jako:

$$t_{ph} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (1)$$

kde:

- $t_i$  je doba trvání  $i$ -tého přerušení přenosu elektrické energie v daném roce,
- $n$  je celkový počet přerušení v daném roce.

### Nedodaná elektrická energie v kalendářním roce

Nedodanou elektrickou energii v daném kalendářním roce spočítáme pomocí následujícího vzorce:

$$W_{ned} = \sum_{i=1}^n t_i * P_{ned,i} \quad (2)$$

kde:

- $P_{ned,i}$  je výkon, který byl přenášén odběrateli z přenosové soustavy do předávacího místa těsně před  $i$ -tým přerušením.

## Vztahy pro výpočet ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektřiny

V rámci ukazatelů nepřetržitosti musíme rozlišovat takzvané systémové ukazatele, které platí pro celou distribuční soustavu a zároveň hladinové ukazatele, které se počítají pro každou jednotlivou napěťovou hladinu zvlášť.

### Průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníka v hodnoceném období (SAIFI)

Průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníka, tzv. SAIFI, spočítáme v hodnoceném období pro systémový a hladinový ukazatel následovně:

#### *Systémový ukazatel*

$$SAIFI_s = \frac{\sum_{h=nn,vn,vnn} \sum_j n_{jh}}{N_s} \quad (3)$$

kde:

- $h$  je napěťová hladina (nn, vn nebo vnn),
- $j$  je pořadové číslo konkrétní události v daném období,
- $n_{jh}$  je celkový počet zákazníků napěťové hladiny  $h$ , kterým bylo způsobeno  $j$ -té přerušení,
- $N_s$  je celkový počet zákazníků dané soustavy na konci předchozího kalendářního roku.

#### *Hladinový ukazatel*

$$SAIFI_h = \frac{\sum_j j n_{jh}}{N_{sh}} \quad (4)$$

kde:

- $N_{sh}$  je celkový počet zákazníků napájených na napěťové hladině  $h$  ke konci předchozího roku

## Průměrná souhrnná doba trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném období (SAIDI)

Průměrnou souhrnnou dobu trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníků, tzv. SAIDI, spočítáme v hodnoceném období pro systémový a hladinový ukazatel následovně:

### *Systémový ukazatel*

$$SAIDI_s = \frac{\sum_{h=nn,vn,vnn} \sum_j t_{sj}}{N_s} \quad (5)$$

kde:

- $t_{sj}$  je dán součtem 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

$$t_{sj} = \sum_i t_{ji} * n_{jhi} \quad (6)$$

kde:

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

### *Hladinový ukazatel*

$$SAIDI_h = \frac{\sum_j t_{sj}}{N_{sh}} \quad (7)$$

### **Průměrná doba trvání jednoho přerušení u zákazníků v hodnoceném období (CAIDI)**

Průměrnou dobu trvání jednoho přerušení u zákazníků v hodnoceném období, tzv. CAIDI, spočítáme v hodnoceném období pro systémový a hladinový ukazatel následovně:

#### ***Systémový ukazatel***

$$CAIDI_s = \frac{SAIDI_s}{SAIFI_s} \quad (8)$$

#### ***Hladinový ukazatel***

$$CAIDI_s = \frac{SAIDI_h}{SAIFI_h} \quad (9)$$

## 4 Účastníci energetického trhu z pohledu kvality dodávek elektrické energie

Aby zákazník, který je na samotném konci energetického řetězce, mohl spotřebovat elektřinu ve smlouvou specifikované kvalitě a množství, je třeba spolupráce všech subjektů energetického trhu. Výrobce elektrické energie může nekvalitní elektřinou poškodit zařízení provozovatele přenosové soustavy. Výpadek distribuční soustavy může znamenat problém pro obchodníka s elektřinou, který nedodrží smlouvu se zákazníkem.

Aby se rozhraní jednotlivých účastníků energetického trhu sesynchronizovalo a předešlo se nežádoucím situacím, tak byly sepsány vyhlášky a pravidla, která se snaží o snížení rizik spojených s přerušáním přenosu a distribuce elektrické energie.

V rámci následující části se detailněji zaměřím právě na přenosovou a distribuční soustavu. Představím jednotlivé provozovatele soustav a zhodnotím dosahovanou úroveň kvality přenosu a distribuce elektřiny.

### 4.1 Přenos elektrické energie

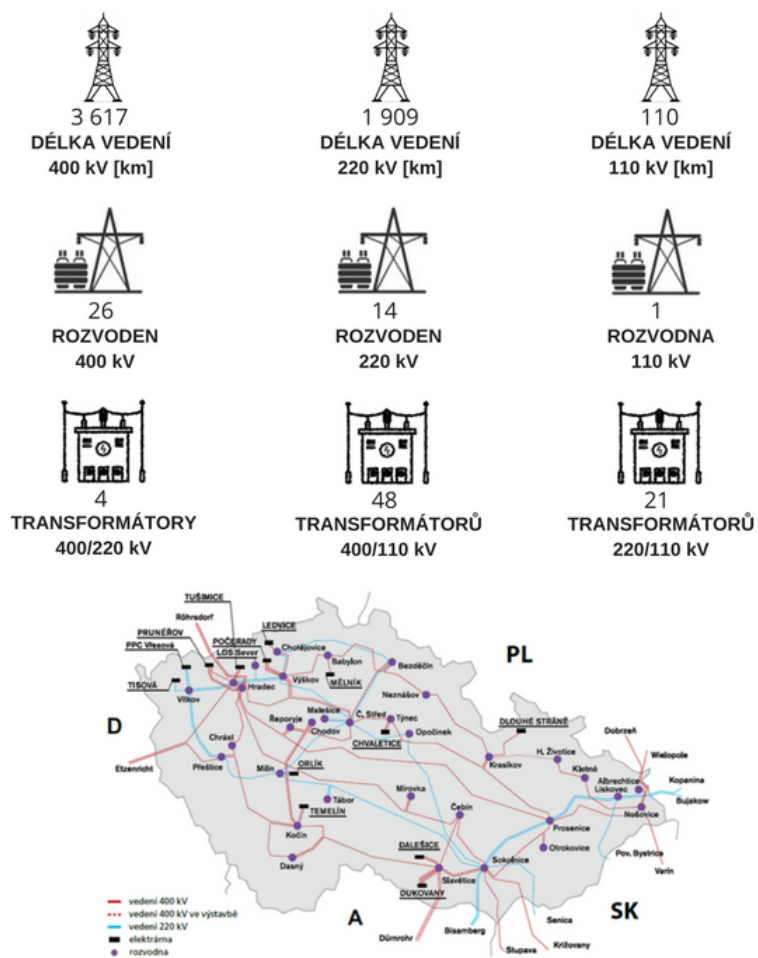
Držitelem licence na přenos elektrické energie v České republice je společnost ČEPS, a.s., která

- zabezpečuje vyrovnaný stav mezi výrobou a spotřebou elektrické energie v každém momentu,
- provozuje, rozvíjí a udržuje elektroenergetickou přenosovou soustavu České republiky,
- obstarává přenos elektrické energie mezi výrobcí a distributory,
- podílí se na přidělování přeshraniční přenosové kapacity ve formě aukcí,
- kooperuje se sousedními provozovateli přenosových soustav.

ČEPS spravuje kompletní přenosovou soustavu. Tedy veškerá vedení a zařízení o napětí 400 kV a 220 kV a zároveň vedení a zařízení o napětí 110 kV, které nepřísluší jednotlivým distribučním soustavám. Součástí přenosové soustavy je i veškerá měřicí, ochranná, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační technika. Bližší informace o délce vedení a zařízeních přenosové soustavy naleznete na obrázku č. 2.

Z hlediska spolehlivosti dodávek elektrické energie je zajímavým faktem, že na rozdíl od distribuční soustavy jsou v přenosové soustavě všechna

vedení a transformátory mezi hladinami 400 kV a 220 kV propojeny a tvoří tak pomyslnou pavučinovou síť. Při vypnutí či odstavení jednoho či více vedení nebo transformátorů převezmou jejich zátěž ostatní prvky zůstávající v provozu.



Obrázek 2: Infografika popisující aktuální přenosovou soustavu



#### 4.1.1 Dosažená úroveň ukazatelů nepřetržitosti přenosu v roce 2015

V následující kapitole vyhodnotím ukazatele nepřetržitosti přenosu elektrické energie v soustavě spravované ČEPS, a.s.

Jak jsem uvedl v jedné z předešlých kapitol, tak vyhláškou č. 540/2005 Sb. jsou stanovenými ukazateli:

- průměrná doba trvání jednoho přerušení přenosu, elektřiny,
- nedodaná elektrická energie.

Společnost ČEPS, a.s. ve své každoroční zprávě zároveň udává data ohledně počtu přerušení a celkové době trvání přerušení přenosu elektřiny v ČR. Tyto podklady budou rovněž využity pro analýzu úrovně nepřetržitosti přenosu elektřiny. [18]

Tabulka 2: Ukazatele nepřetržitosti přenosu elektrické energie za rok 2015

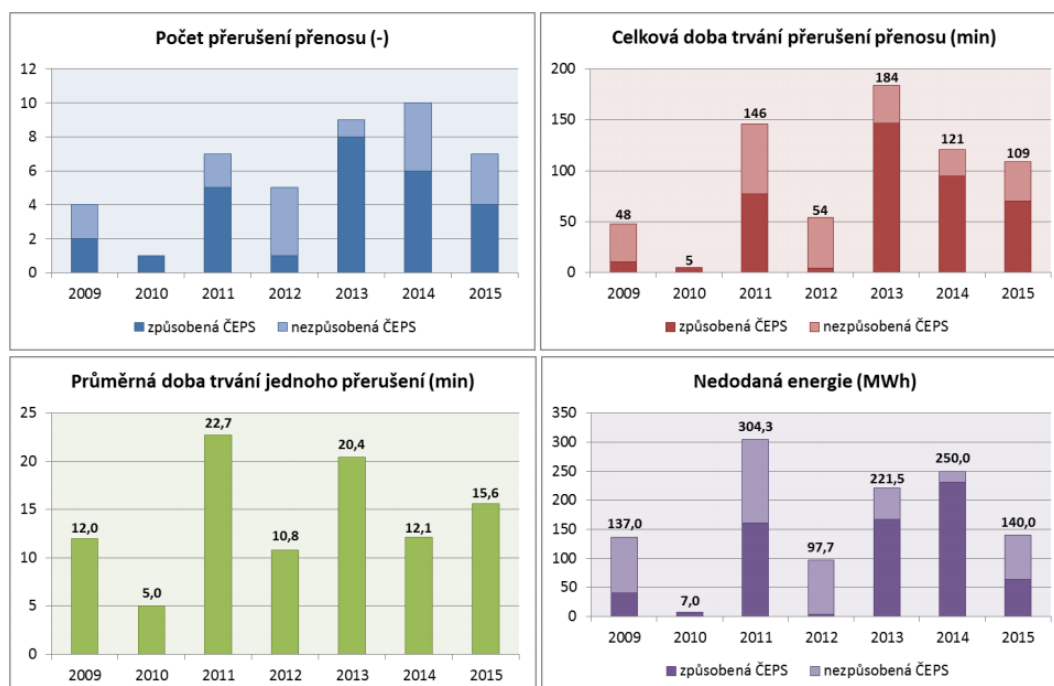
	Všechny	Příčiny vzniklé na zařízení ČEPS, a.s.
Počet přerušení přenosu elektřiny	7	4
Celková doba trvání přerušení přenosu elektřiny [min]	109	70
Průměrná doba trvání jednoho přerušení přenosu elektřiny [min]	15,6	17,5
Nedodaná elektrická energie [MWh]	140	64

V tabulce můžeme sledovat veškerá neplánovaná přerušení přenosu elektřiny a zároveň přerušení, jež byla způsobena na zařízeních společnosti ČEPS, a.s. Jedná se o všechna přerušení, které nevznikla mimo soustavu nebo u výrobce elektrické energie. Společnost ČEPS, a.s., uvádí jako hlavní příčiny celkového množství nedodané energie následující důvody:

- výpadek transformátorů T201 a T203 v rozvodně Sokolnice dne 14. dubna 2015, kdy nebylo 25 MWh elektrické energie,
- výpadek transformátoru T401 v rozvodně Kletné z dne 23. srpna 2015, kdy nebylo dodáno 21 MWh elektrické energie,
- vypnutí linky V226T dne 18. září 2015 z důvodu vyslání nadbytečného vypínacího impulsu během zkoušky ochran do rozvodny LDS sever, kdy nebylo dodáno 15 MWh elektrické energie.

#### 4.1.2 Analýza vývoje ukazatelů nepřetržitosti přenosu

S využitím podkladů ze Zprávy o dosažené úrovni nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny za rok 2015 vytvořené Energetickým regulačním úřadem zanalyzují vývoj ukazatelů od roku 2009 do roku 2015. Vývoj jednotlivých ukazatelů lze spatřit na grafech níže.[18]



Obrázek 3: Vývoj ukazatelů nepřetržitosti v letech 2009-2015

Jak můžeme vidět na grafu, tak není možné určit trend vývoje ukazatelů, neboť hodnoty se mohou v jednotlivých letech výrazně lišit. Typickým příkladem je rozdíl mezi lety 2010 a 2011.

Právě rok 2010 byl z hlediska ukazatelů nepřetržitosti výjimečný, neboť hodnoty všech ukazatelů jsou hluboko pod úrovní ukazatelů z ostatních let. Důvodem je fakt, jak uvádí PPS, že na přenosové soustavě došlo pouze k jedinému omezení přenosu, které bylo způsobené výpadkem transformátoru T401 400/110 kV. K pětiminutovému přerušení došlo 9. prosince 2010, přičemž nebylo dodáno 7 MWh elektrické energie.

Naopak z hlediska průměrné doby trvání jednoho přerušení a množství nedodané energie byl nejhorší rok 2011. ČEPS mezi hlavní důvody velkého množství nedodané energie řadí:

- zkrat na vedení 110 kV ze dne 30. května 2011, který způsobil 52-minutový výpadek a došlo k nedodání elektrické energie v množství 103 MWh,
- vypnutím transformátorů T402 a T403 Otrokovice z důvodu působení rozdílových ochran po dobu 30 minut se dne 2. srpna 2011 nedodalo 51 MWh elektrické energie,
- zkrat v rozvodně Čechy Střed 220 kV, kdy doba přerušení dosáhla 9 minut a množství nedodané energie bylo 18 MWh.

Jak můžeme vidět, tak rok 2012 byl zajímavý z hlediska poměru mezi přerušeními způsobenými na zařízeních společnosti ČEPS a přerušeními mimo zařízení a vedení přenosové soustavy.

V daném roce došlo právě k jednomu přerušení, které trvalo déle než 3 minuty. Konkrétně šlo o výpadek transformátoru T401, který trval 4 minuty a došlo při něm k nedodání 4,5 MWh elektrické energie. Zbýlá čtyři přerušení z roku 2012 měla původ v distribučních soustavách. Tento fakt by měl vést k spolupráci provozovatelů jednotlivých soustav za účelem dosažení kvalitnějších dodávek elektrické energie, neboť jak můžeme vidět, tak vzniklá situace v rámci jedné soustavy může implikovat přerušení v rámci druhé soustavy, čímž dojde k zhoršení ukazatelů nepřetržitosti pro obě soustavy.

## 4.2 Distribuce elektrické energie

Distribuční soustava slouží k distribuci energie z přenosové soustavy nebo elektráren o nižších výkonech k odběratelům elektrické energie. Obsahuje sítě velmi vysokého napětí o napěťové hladině 110 kV, sítě vysokého napětí o napěťových hladinách 22 kV a 35 kV a sítě nízkého napětí o napěťových hladinách 230 V a 400 V. Oproti přenosové soustavě přenáší elektřinu na kratších vzdálenostech.

V České republice máme tři provozovatele regionální distribuční soustavy, mezi které patří následující společnosti:

- ČEZ Distribuce, a.s.,
- PREDistribuce, a.s.,
- E.ON Distribuce, a.s.

Pro větší přehlednost naleznete informace o geografické působnosti jednotlivých distribučních společností, počtu zákazníků, velikosti zásobované oblasti, délce vedení a podílu kabelového vedení na mnou připraveném obrázku č.4. [3][11][17]

### 4.2.1 Dosažená úroveň ukazatelů nepřetržitosti distribuce v roce 2015

V následující kapitole se zaměřím na ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny v roce 2015. Jak jsem již zmínil, tak vyhláška č. 504/2005 Sb. definuje tři ukazatele:

- průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v daném období (SAIFI),
- průměrnou souhrnnou dobu trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v daném období (SAIDI),
- průměrnou dobu trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v daném období (CAIDI).

Ukazatelé nepřetržitosti nám slouží především pro porovnání vývoje hodnot ukazatelů u dané distribuční společnosti v čase. Porovnání distribučních společností v rámci ukazatelů nepřetržitosti by bylo zavádějící, neboť soustavy jednotlivých PDS jsou velice rozličné.

## **DISTRIBUCE**



3 589 039  
POČET ZÁKAZNÍKŮ  
SPOLEČNOSTI



52 001  
ZÁSBOVANÁ OBLAST  
V KM ČTVEREČNÝCH



163 185  
DÉLKA VEDENÍ  
V KM



60 %  
PODÍL VENKOVNÍHO  
VEDENÍ

## **PREdistribuce**



778 138  
POČET ZÁKAZNÍKŮ  
SPOLEČNOSTI



505  
ZÁSBOVANÁ OBLAST  
V KM ČTVEREČNÝCH



11 686  
DÉLKA VEDENÍ  
V KM



3 %  
PODÍL VENKOVNÍHO  
VEDENÍ



## **e-on**



1 506 394  
POČET ZÁKAZNÍKŮ  
SPOLEČNOSTI



26 499  
ZÁSBOVANÁ OBLAST  
V KM ČTVEREČNÝCH



65 852  
DÉLKA VEDENÍ  
V KM

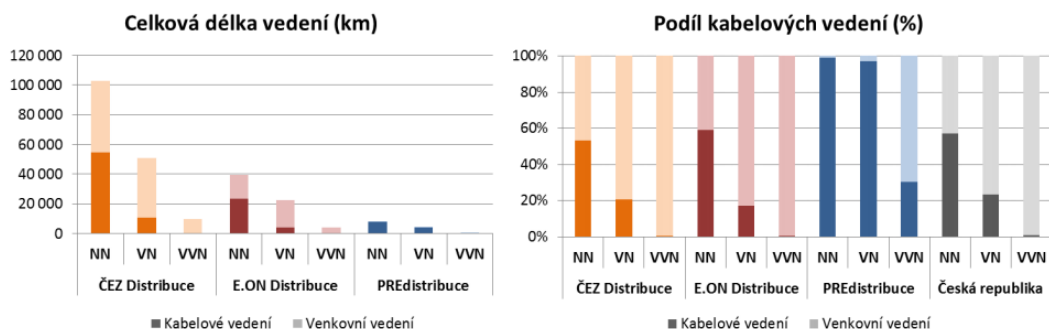


58 %  
PODÍL VENKOVNÍHO  
VEDENÍ

Porovnávat mezi sebou jednotlivé distribuční soustavy prostřednictvím ukazatelů nepřetržitosti nemůžeme především díky rozdílům v těchto zásadních faktorech jednotlivých soustav:

- počtu zákazníků,
- hustotě odběru,
- podílu kabelového vedení,
- způsobu zapojení sítí,
- geografických podmínkách.

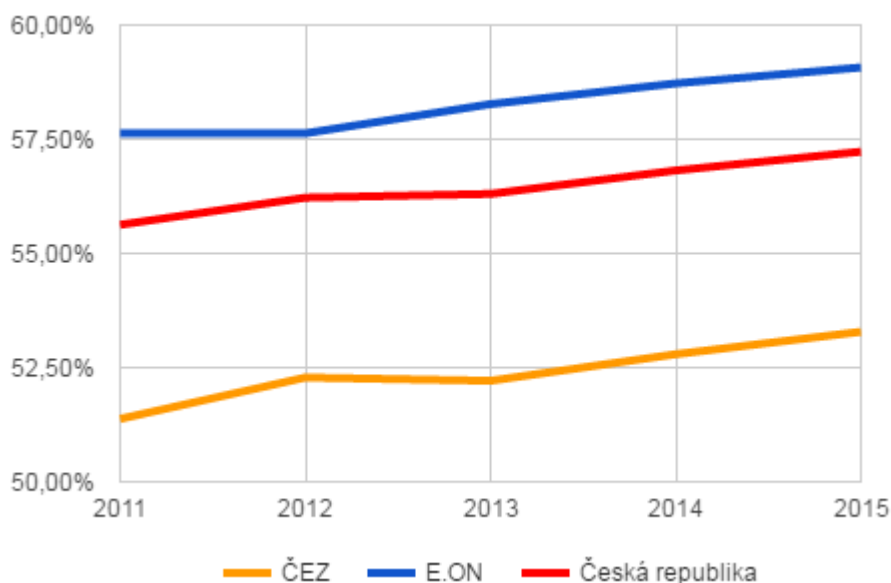
Údaje o počtu zákazníků uvádím v předchozí infografice. Detailnější informaci o délce vedení a podílu kabelového vedení jsem získal ve Zprávě o dosažené úrovni nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny za rok 2015, kterou sestavil Energetický regulační úřad. Představují je následující grafy: [18]



Obrázek 5: Porovnání délek vedení a podílu kabelového vedení na jednotlivých napěťových hladinách konkrétních distribučních společností za rok 2015 [18]

Z grafiky můžeme vyčíst, že nejlepší úroveň ukazatelů nepřetržitosti by měla z tohoto pohledu dosáhnout společnost PREdistribuce, a.s., jelikož její soustava má jednoznačně nejkratší délku vedení, ale zároveň i podíl kabelového vedení v sítích nízkého a vysokého napětí dosahuje takřka hodnoty stoprocentní hodnoty.

Rovněž v oblasti, kterou PREdistribuce zásobuje elektrickou energií nepanují žádné nepříznivé geografické podmínky. Navíc má ze všech tří provozovatelů distribuční soustavy i nejmenší počet zákazníků.



Obrázek 6: Graf vývoje podílu kabelového vedení na napěťové hladině 10 kV od roku 2011 do roku 2015

Na výše uvedeném grafu můžeme vidět, že se provozovatelé distribučních soustav snaží poměr kabelového vedení ve své soustavě zvedat ve snaze zajistit větší spolehlivost distribuce elektrické energie. Ukazatel pro Českou republiku je dán průměrem provozovatelů regionálních distribučních soustav a nezahrnuje údaje o provozovatelích lokálních DS. V grafu není znázorněna distribuční společnost PREdistribuce, jejíž hodnoty se dlouhodobě blíží hodnoty 100 %. [3][11][17]

### Úroveň systémových ukazatelů nepřetržitosti elektřiny za rok 2015

Následující tabulka ukazuje dosahovanou úroveň systémových ukazatelů nepřetržitosti distribuce v roce 2015. Jak můžeme vidět, tak předpoklad, že nejlepší úroveň ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektrické energie bude mít společnost PREdistribuce, a.s., se potvrdil. Je to dáno především díky výše zmíněným faktorům.

Nejzávažnější provozní událostí z hlediska nedodané energie v rámci DS PRE byl dne 23. 4. 2015 výpadek transformátoru TR 101 110/22 kV Červený Vrch. Přerušení distribuce trvalo 40 minut a nedodaná energie byla vyčíslena na 18,98 MWh.

Společnost E.ON Distribuce jako největší nepříznivé vlivy na úroveň

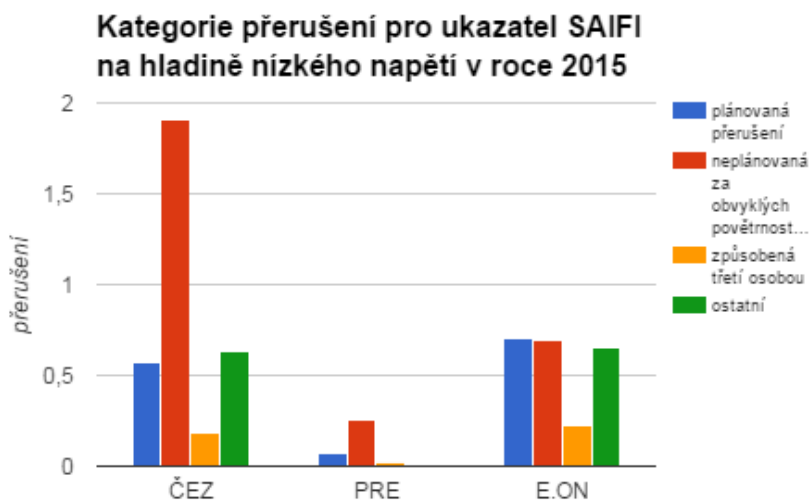
Tabulka 3: Systémové ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny v roce 2015

	SAIFI [přer./rok]	SAIDI [min/rok]	CAIDI [min]
ČEZ Distribuce	3,29	361,72	109,86
E.ON Distribuce	0,36	30,93	316,06
PREdistribuce	2,27	352,9	155,54
Česká republika	2,64	316,06	119,52

spolehlivosti distribuce uvádí bouřky a silný nárazový vítr v období konce března a části července. E.ON Distribuce se v roce 2015 snažil zvyšovat spolehlivost distribuce elektřiny prostřednictvím rekonstrukce a modernizace několika částí vedení 110 kV a zároveň modernizací svého dispečerského systému SCADA ISED.

Společnost ČEZ Distribuce uvádí jako největší důvod přerušení distribuce nepříznivé počasí. V roce 2015 se společnost snažila za účelem dosažení zvýšené spolehlivosti především rekonstruovat rozvodny a transformovny, kdy například transformovnu Litoměřice - jih posílil protipovodňovým opatřením.

Následující graf ukazuje kategorie přerušení, které vedly na hladině nízkého napětí k zastavení distribuce elektrické energie. U společnosti ČEZ Distribuce a PRE Distribuce to jsou nejčastěji neplánovaná přerušení vzniklá za obvyklých povětrnostních podmínek.

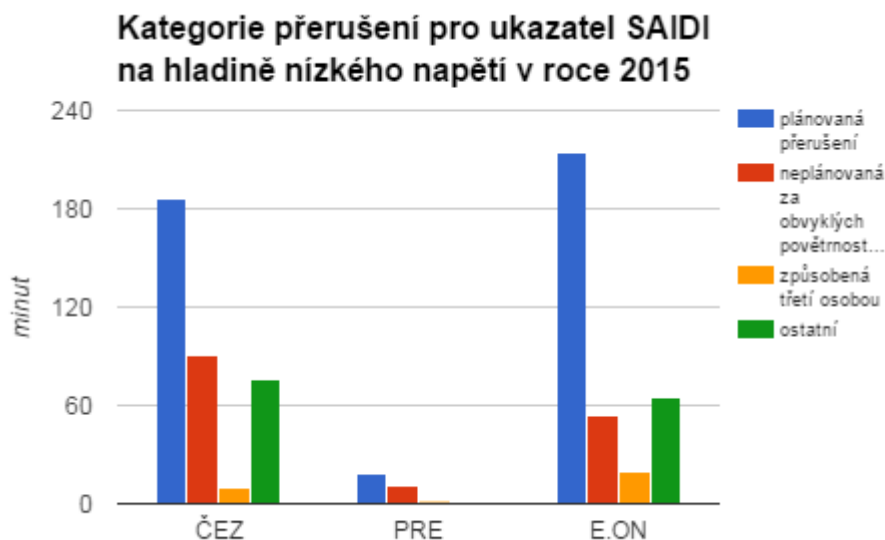


Obrázek 7: Kategorie přerušení pro ukazatel SAIFI na hladině nízkého napětí v roce 2015



Zde by stálo za zvážení najít vhodné způsoby a metody, jak těmto přerušením předcházet pomocí predikce poruch a lepší údržbou jednotlivých zařízení. Naopak společnost E.ON Distribuce měla poměrně vyrovnaný podíl plánovaných přerušení, a neplánovaných přerušení způsobených i nezpůsobených povětrnostními podmínkami. V případě PREdistribuce nehrají povětrnostní podmínky při přerušeních žádnou roli, což je dáno především charakterem přenosové soustavy, která je takřka ze 100 % na hladině nízkého napětí složena z kabelového vedení.

Ukazatel SAIDI pro průměrnou délku přerušení nám v roce 2015 říká, že na hladině nízkého napětí docházelo v průměru k nejdelším přerušením způsobeným plánovaným přerušením na hladině nízkého napětí u všech provozovatelů regionálních distribučních soustav.

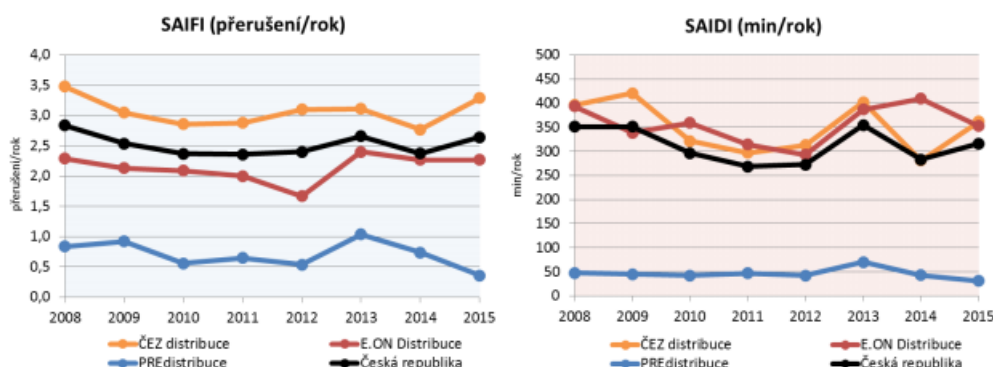


Obrázek 8: Kategorie přerušení pro ukazatel SAIDI na hladině nízkého napětí v roce 2015

V porovnání s ostatními ukazateli by stálo za zvážení optimalizovat veškerá plánovaná přerušení s ohledem na zlepšení těchto hodnot a zmírnění průměrné délky přerušení. Významnou roli by mohl v této souvislosti hrát Energetický regulační úřad, neboť délka plánovaných přerušení nepodléhá žádné regulaci, která by tlačila provozovatele distribučních soustav k lepším výsledkům v této kategorii přerušení. [3][11][17]

## 4.2.2 Analýza vývoje ukazatelů nepřetržitosti distribuce

Na následujícím grafu můžeme vidět, jaký je vývoj ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektrické energie pro jednotlivé provozovatele regionálních distribučních soustav. V případě ukazatele SAIFI můžeme říct, že hodnoty ukazatelů jsou pro jednotlivé provozovatele regionálních distribučních soustav poměrně konstantní s drobnými výkyvy.



Obrázek 9: Vývoj systémových ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektřiny

Ukazatel SAIDI je u společnosti PREdistribuce konstantní po celé sledované období s drobnou výjimkou v roce 2013. V případě ČEZ Distribuce a E.ON Distribuce můžeme spatřit fázi poklesu ukazatele mezi roky 2009 až 2012. Naopak v roce 2013 došlo u těchto společností k výraznému zhoršení ukazatele SAIDI, které bylo způsobeno především nepříznivými povětrnostními podmínkami převážně v srpnu a prosinci, ve kterém vinou námrazy došlo k deformaci a pádu patnácti stožárů vedení 110 kV a výpadku rozvodny VVN/NN společnosti E.ON.

Na závěr si dovolím opět upozornit, že vzhledem k rozdílným parametřům soustav nemůžeme mezi sebou jednotlivé provozovatele DS porovnávat. [3][11][17]

### 4.2.3 Komerční kvalita

Pro posouzení komerční kvality distribuce elektrické energie využijí obsahu zpráv o úrovni kvality, které musí provozovatelé distribuční soustavy vypracovávat za každý proběhlý rok.

V následující tabulce jsou pod čísly paragrafů uvedeny všechny standardy komerční kvality distribuce elektrické energie kromě § 8, které není dlouhodobě hodnoceno. Následující sloupce značí:

- n - počet případů,
- x - počet případů, kdy nebyl standard dodržen,
- % - procentuální zastoupení případů nedodržení standardů.

Tabulka 4: Plnění komerčních standardů distribuce elektřiny v roce 2015

	ČEZ Distribuce			PREdistribuce			E.ON Distribuce		
	n	x	%	n	x	%	n	x	%
§ 7	6 810	5	0,07%	1 120	7	0,63%	3 747	54	1,44%
§ 9	1 806	13	0,72%	15	0	0,00%	304	0	0,00%
§ 10	48	5	10,42%	3	0	0,00%	3	0	0,00%
§ 11	88 596	18	0,02%	13 437	1	0,01%	24 175	9	0,04%
§ 12	107 283	2	0,00%	12 327	0	0,00%	19 556	13	0,07%
§ 13	57	0	0,00%	0	0	0,00%	0	0	0,00%
§ 14	24 790	4	0,02%	8 185	0	0,00%	1 135	13	1,15%
§ 15	146	1	0,68%	54	3	5,56%	90	9	10,00%
§ 16	1 171 296	861	0,07%	424 621	76	0,02%	632 299	0	0,00%
§ 17	14 905	12	0,08%	1 351	11	0,81%	2 126	20	0,94%
§ 18	91 003	13	0,01%	25 730	24	0,09%	12 964	0	0,00%

Nejvíce procentuálně nedodržovaným standardem v případě společnosti ČEZ je standard lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí. U společnosti PREdistribuce a E.ON Distribuce to je standard výměny měřicího zařízení a vyrovnání plateb.

V případě, že společnost nedodrží jednotlivé standardy, tak vzniká poškozeným odběratelům nárok na náhradu škody. O finanční náhradu se musí na vlastní žádost přihlásit do 60 kalendářních dní.

Jak můžeme vidět z následující tabulky, tak počet vyplacených náhrad a jejich výše je nulová, což je v poměru k teoretické výši náhrad zarážející. Stejná situace platí i pro rok 2014, kde navíc byla teoretický výše náhrad

Tabulka 5: Přehled počtu vyplacených náhrad a teoretická výše náhrad za nedodržení standardů

	ČEZ Distribuce	PREdistribuce	E.ON Distribuce
<b>Počet vypl. náhrad</b>	0	0	0
<b>Výše vypl. náhrad</b>	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
<b>Teor. výše náhrad</b>	4 581 000,00 Kč	2 315 400,00 Kč	1 674 600,00 Kč

společnosti ČEZ Distribuce ve výši 152 824 200 Kč, jelikož v 58 760 případech nedodržela společnost standard § 16.

Na základě těchto informací můžeme jasně soudit, že s největší pravděpodobností poškozené subjekty nemají ponětí o možnosti žádat kompenzaci. Zde by měl dle mého názoru vyvinout větší úsilí Energetický regulační úřad a buď více informovat odběratele o možnosti čerpání náhrad nebo zavést automatické vyplácení náhrad či snížení vyúčtování o danou sankci bez nutnosti podávat žádost, jak je to tomu běžné například v jiných evropských zemích.

V současné situaci si dovoluji tvrdit, že na distribuční společnosti není prostřednictvím standardů kvality distribuce elektrické energie vyvíjen žádný tlak, který by je nutil zlepšovat jejich úroveň plnění. [3][11][17]

## CSR aktivity

Pokud bych měl zmínit firmu, která nejvíce působí na poli společenské odpovědnosti, tak zvolím ČEZ, který prostřednictvím své mobilní aplikace EPP: Pomáhej pohybem dokázal oslovit 261 036 přispěvatelů. Aplikace funguje jako klasický sport tracker, jehož prostřednictvím si uživatelé měří úroveň svých sportovních aktivit. Za své výkony dostávají od ČEZ pomyslné body, které mohou jednomu z vybraných neziskových projektů darovat. V případě, že se podaří vybrat dostatečný počet bodů v daném čase, tak ČEZ věnuje zvolenému projektu finanční příspěvek.

Vedle větší náklonnosti uživatelů ke značce ČEZ přináší projekt společnosti i pozitivní PR, neboť jej dokáže vhodně propagovat i prostřednictvím sportovních celebrit, jakými jsou Jaromír Jágr nebo Vavřinec Hradílek. Nadace ČEZ, pod kterou projekt běží, získala za aplikaci EEP 1. místo v kategorii Firemní integrované kampaně Cen Fóra dárců 2016. [8]

Společnost PRE se ve svých CSR aktivitách zaměřuje na podporu elektromobility a kultury. E.ON poté dlouhodobě podporuje děti a jejich vzdělávání především v oblasti energetiky, dále podporuje ekologii a kulturu.

### 4.3 Porovnání České republiky s evropskými zeměmi

CEER, The Council of European Energy Regulators, neboli Rada evropských energetických regulátorů, se sídlem v Belgii, vznikl v roce 2000 a spadá pod ACER, tj. Agenturu pro spolupráci evropských regulátorů se sídlem ve slovinské Ljublani.

Hlavním cílem organizace je vytvořit prostředí pro spolupráci a výměnu informací mezi jednotlivými evropskými regulátory, ale zároveň i na mezinárodní úrovni. Díky tomu dochází ke zkvalitňování konkurenčního prostředí na energetických trzích, zlepšování služeb, ochraně zákazníků a především zvyšující se kvalitě dodávek elektrické energie.

CEER za dobu svého působení vydal několik benchmarkingových reportů, které slouží k porovnání jednotlivých států spadajících do této organizace. Ve své zprávě se zaměřuje na úroveň:

- kontinuity přenosu a distribuce elektrické energie,
- kvality napětí,
- komerční kvalitu.

V rámci následující částí diplomové práce za účelem porovnání úrovně dosahované kvality přenosu a distribuce elektrické energie bude vycházeno z aktuálního benchmarkingového reportu vydaného v roce 2016. [1]

### Vztahy pro výpočet ostatních ukazatelů nepřetržitosti používaných v zahraničí

V rámci evropských zemí se počítá i s jinými ukazateli nepřetržitosti. Pro zajímavost jsou doplněny vztahy pro výpočet dvou ukazatelů, které se nepoužívají v České republice.

Prvním z nich je ukazatel průměrné doby trvání přerušení, tzv. ASIDI, který se používá v Německu pro analýzu přerušení na hladině středního napětí. Druhým je MAIFI, což je ukazatel průměrné četnosti krátkodobých přerušení používaný v Itálii pro přenosovou soustavu. [1]

### Ukazatel průměrné doby trvání přerušení (ASIDI)

Ukazatel průměrné doby trvání přerušení, tzv. ASIDI, vypočítáme pomocí následujícího vzorce:

$$ASIDI = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * t_i}{P} \quad (10)$$

kde:

- $P_i$  je nedodaný smluvený výkon při  $i$ -tém výpadku,
- $t_i$  je doba trvání  $i$ -tého výpadku,
- $P$  je celkový zdánlivý výkon instalovaný u zákazníka.

### Ukazatel průměrné četnosti krátkodobých přerušení (MAIFI)

Ukazatel průměrné četnosti krátkodobých přerušení, tzv. MAIFI, vypočítáme pomocí následujícího vzorce:

$$MAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n n_i}{O_n} \quad (11)$$

kde:

- $n_i$  je počet krátkodobých přerušení u  $i$ -tého odběratele v hodnoceném období,
- $O_n$  je celkový počet odběrných míst v síti.

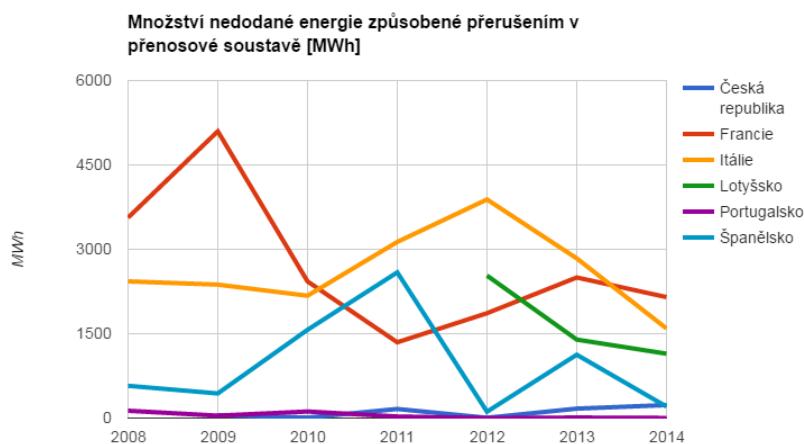
### 4.3.1 Porovnání přenosových soustav v Evropě

Přenosové soustavy v Evropě budu porovnávat prostřednictvím benchmarkingového reportu organizace CEER z roku 2016. Jako hlavní ukazatele využiji množství nedodané energie a průměrnou dobu přerušení přenosu elektrické energie.

#### *Množství nedodané energie*

Na grafu níže jsou zobrazeny ukazatele ENS, resp. nedodané elektrické energie, ve vybraných zemích, jež jsem našel v zmíněném reportu. Ze zprávy lze vyhodnotit, že Česká republika společně s Portugalskem dosahuje nejlepší úrovně hodnot ukazatele nedodané elektrické energie. Mezi tyto země bychom mohli zařadit ještě Litvu a Slovinsko, ale pro dosažení větší přehlednosti nebyly tyto země do grafu zařazeny. Naopak nejhorších výsledků dosahuje dlouhodobě Francie a Itálie, což mne vede k myšlence, že daný ukazatel nemůžeme brát jako směrodatný pro porovnávání jednotlivých zemí, jelikož počítá množství elektrické energie z celé přenosové soustavy dané země.

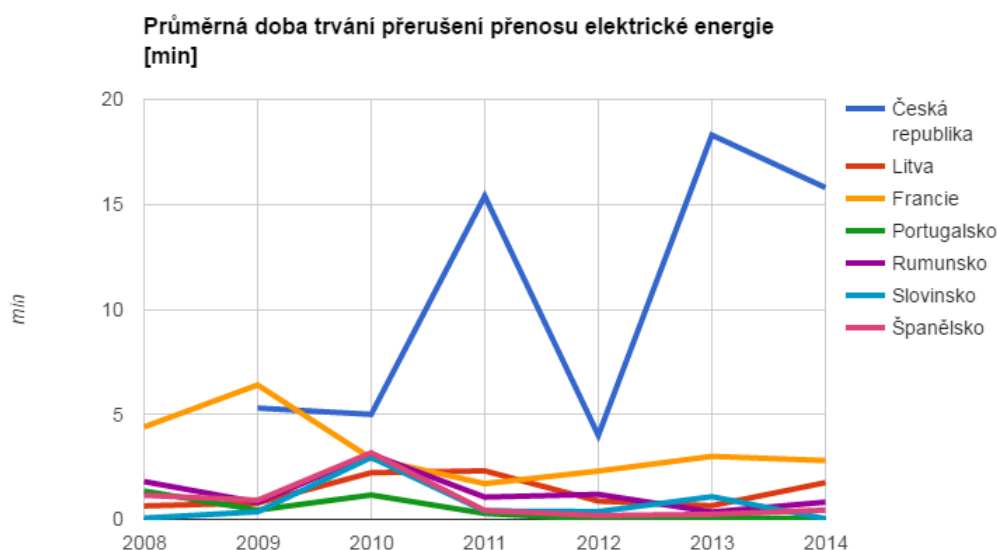
Z toho vyplývá, že čím větší je porovnávaná země, tím můžeme očekávat horší hodnotu daného ukazatele. Překvapením jsou pro mne dosažené hodnoty u Španělska, které je takřka rozlohou stejně velké jako Francie a mnohem větší než Itálie, a přesto dosahuje mnohem lepších hodnot množství nedodané elektrické energie způsobené přerušením přenosu než tyto země. Navíc u Španělska shledávám větší potenciál lesních požárů v nedostupných územích, které mohou výrazně ohrozit přenos elektřiny.



Obrázek 10: Množství nedodané energie způsobené přerušením v přenosové soustavě

### *Průměrná doba trvání přerušení přenosu elektrické energie*

Ukazatel, který by nám mohl naopak nabídnout objektivnější porovnání, je průměrná doba trvání přerušení přenosu elektrické energie. Díky němu můžeme vidět, jak rychle dokážou provozovatelé přenosové soustavy zareagovat na vzniklý problém, jež vedl k přerušení přenosu elektřiny.



Obrázek 11: Průměrná doba trvání přerušení přenosu elektrické energie

Zde můžeme naopak vidět, že nejhorších výsledků z porovnávaných zemí dlouhodobě dosahuje Česká republika. Graf znázorňuje již zmíněné roky 2011 a 2013, které z hlediska kvality a spolehlivosti přenosu elektrické energie vinou například zkratů na vedení patřily z hlediska průměrné doby trvání přerušení přenosu elektrické energie k nejhorším.

Naopak je zajímavé sledovat rok 2012, který by se dal pro českou přenosovou soustavu označit jako dlouhodobě nejlepší z hlediska daného ukazatele, což ve své zprávě uvádí ČEPS. Uvedenou skutečnost zmiňují jako zajímavou, protože ani v případě nejlepšího výsledku průměrného přerušení přenosu čtyři minuty jsme kromě Francie nedosáhli ani na nejhorší hodnoty zbývajících porovnávaných zemí v daném časovém intervalu, jejichž data jsem získal z tabulek uvedených v reportu CEER.

Z této analýzy může vyplývat, že česká přenosová soustava nedokáže například stejně úspěšně jako ostatní země předcházet závažnějším problémům na zařízeních přenosové soustavy a tím pádem by stálo za zvážení zvýšení údržby zařízení či kontrolních opatření, která by mohla eliminovat vážné



poruchy a zároveň případné využití modernějších technologií při těchto činnostech. Dalším důvodem může být časově delší diagnostika vzniklého problému a odstranění závady způsobující přerušování přenosu elektřiny. Zde by opět stálo za zvážení použití modernějších technologií a postupů, které se mohou používat v zahraničí. [1]

#### 4.3.2 Porovnání distribučních soustav v Evropě

Porovnávat distribuční soustavy v Evropě je velice složitá záležitost. Stejně jako v případě České republiky hraje například klíčovou roli velikost soustavy a podíl kabelového vedení k celkové délce vedení.

Tabulka 6: Přehled délky kabelového a venkovního vedení na hladině nízkého napětí distribuční soustavy ve vybraných zemích

	Kabelové vedení	Venkovní vedení	Podíl kab. ved.
<b>ČR</b>	85 071 km	64 688 km	56,81 %
<b>Belgie</b>	79 044 km	49 076 km	61,7 %
<b>Dánsko</b>	92 431 km	3 366 km	96,49 %
<b>Francie</b>	302 556 km	403 550 km	42,85 %
<b>Německo</b>	1 029 542 km	127 243 km	89 %
<b>Nizozemsko</b>	145 712 km	0 km	100 %
<b>Slovensko</b>	13 396 km	39 467 km	25,34 %

Můžeme si všimnout, že největší podíl kabelového vedení na hladině nízkého napětí má Nizozemsko, kde se jedná o rovných 100 %. Velký poměr kabelového vedení má rovněž Dánsko a Německo, které i přes svou obrovskou rozlohu pokrývá 89 % kabelového vedení distribuční soustavy na hladině nízkého napětí. Dá se očekávat, že právě tyto země budou dosahovat lepších hodnot ukazatelů nepřetržitosti distribuční soustavy. Zároveň si dovoluji podotknout, že definice rozsahu hladin nízkého napětí se mohou v jednotlivých zemích lišit, viz níže.

Mezi další neméně důležitý vliv patří i samotná metodika výpočtu jednotlivých ukazatelů, kdy například v Nizozemsku není rozdíl mezi krátkodobým a dlouhodobým přerušením a jako přerušování se počítá každý výpadek dodávek elektrické energie delší než 5 sekund. Podobný přístup panuje například v Dánsku, kde se započítává každé přerušování delší než jedna minuta.

Významnou roli hraje i posouzení, zda-li se jedná o plánované či neplánované přerušování. Například ve většině zemí není rozlišováno neplánované přerušování do kategorií jako v České republice. Liší se zde i časová délka důležitá pro informování odběratele o plánovaném přerušování. Zatímco v České

republice musí být odběratel o plánovaném přerušení distribuce elektrické energie informován s patnáctidenním předstihem, tak například ve Švýcarsku je potřeba informovat odběratele pouze 24 hodin předem. Objeví-li se tak v České republice riziko závady, které by mělo být opraveno dříve než v patnáctidenním intervalu, tak se přerušení počítá jako neplánované, kdežto ve Švýcarsku by se dalo teoreticky zahrnout do plánovaných.

Případné porovnání jednotlivých zemí z hlediska hladinových ukazatelů vytváří významnou komplikací rozdílná definice minimálních a maximálních hodnot napětí pro hladinu nízkého napětí, vysokého napětí a velmi vysokého napětí. V Litvě je definovaný rozsah nízkého napětí mezi 220 V - 400 V. Naopak Belgie definuje nízké napětí na hladině mezi 230 V - 1 000 V.

V neposlední řadě je důležité zjištění, že některé země nemonitorují přerušení na všech hladinách distribuční soustavy. Tento fakt platí například pro Belgii, Estonsko, Finsko, Maltu a Slovinsko, které nevyhodnocují a nemonitorují přerušení na hladině nízkého napětí. Naopak Lotyšsko nezapočítává mezi přerušení ta, jež se stala na hladině velmi vysokého napětí.

Na základě těchto zjištění považuji porovnání zemí v rámci reportu organizace CEER za víceméně nepoužitelné, neboť existuje minimálně pět faktorů, díky kterým může být porovnání velice neobjektivní.

Organizaci CEER bych doporučil přehodnocení využití aktuálních ukazatelů pro posouzení kontinuity dodávek elektrické energie. Dle mého názoru by měla vyvinout úsilí a standardizovat způsob přístupu k hodnocení přerušení a spolehlivosti dodávek elektrické energie pro všechny země spadající pod organizaci. Aktuální řešení vychází z historického vývoje jednotlivých zemí a pro účely porovnání je naprosto nepoužitelné.

Zároveň by jistě stálo za úvahu zavedení koeficientů, které by pomohly respektovat rozdíly ve velikosti jednotlivých soustav, míře kabelizace vedení a zároveň povětrnostním a geografickým podmínkám, které panují na území jednotlivých soustav a mají velký vliv na konečné hodnotě ukazatelů nepřetržitosti. [1]

## ***Plánované přerušení distribuce elektrické energie***

Pro větší přehlednost popisuje následující graf všechny země, jejichž ukazatel SAIFI se pohybuje pod hodnotou 1. Horší hodnoty ukazatele dosahuje pouze Chorvatsko, protože se v roce 2014 pohybovalo na úrovni přibližně 1,7.<sup>1</sup>

Česká republika se v ukazateli SAIFI řadí mezi horší státy Evropy. To samé platí i u ukazatele SAIDI, kde je rozdíl dosahované české hodnoty ukazatele SAIDI oproti nejlepším státům mnohem výraznější, které mají výrazně větší podíl kabelového vedení než ostatní země.

Byť nemůžeme brát porovnání vzhledem k již zmíněným důvodům jako směrodatné, tak se zde opět nabízí prostor pro otázku, zda-li bychom se nad přístupem k plánovaným přerušením neměli zamyslet. Především pak nad přístupem k:

- novým technologiím kontroly a údržby zařízení DS,
- většímu množství práce pod napětím,
- lepší optimalizaci vykonávaných prací na DS během plánovaného přerušení,
- regulacím plánovaných přerušení.

Plánované přerušení ze servisních důvodů je například regulováno v Portugalsku, kde v případě nehody s dotčenými odběrateli musí PDS provádět přerušení pouze v neděli mezi 05:00-15:00, a to v maximální délce 8 hodin. Maximální počet plánovaných přerušení během neděle může být pět. Provozovatel distribuční soustavy má zároveň povinnost nahlásit odběrateli plánované přerušení s 36-hodinovým předstihem. [1]

## ***Neplánované dlouhodobé přerušení distribuce elektrické energie bez mimořádných událostí***

Větší podíl kabelového vedení hraje velkou roli i u neplánovaných dlouhodobých přerušení bez mimořádných událostí. Mezi nejlepší země v ukazatelích SAIFI a SAIDI se opět řadí Švýcarsko, Dánsko, Lucembursko a Nizozemsko. Podobné hodnoty v ukazateli SAIFI dosahuje například Slovensko nebo Řecko. Naopak v případě SAIDI máme přibližně stejné hodnoty

---

<sup>1</sup>vzhledem k neočekávaným problémům při vkládání grafu do této sekce, které se nepodařilo vyřešit, jsou grafy SAIFI a SAIDI znázorněny v příloze jako obrázky č. 25 a 26

jako Irsko nebo Švédsko. Mezi nejhorší země v případě ukazatele SAIDI patří Malta, kde průměrné neplánované přerušení distribuce elektrické energie v roce 2014 trvalo okolo 600 minut. Pro větší přehlednost není Malta v grafu zobrazena stejně jako Polsko či Rumunsko, jejichž hodnoty přesahují značně hodnoty zbývajících zemí. <sup>2</sup>

Opět však musím uvést předpoklad, že porovnání zemí je velmi neobjektivní k rozdílnému přístupu k vyhodnocování přerušení. [1]

### 4.3.3 Zhodnocení kapitoly

Dle předchozí částí hraje významnou roli v hodnotách ukazatelů nepřetržitosti kabelizace vedení. Dokazují to výsledky ukazatelů v případě PRE-distribuce a vyspělých evropských států, mezi něž patří například Nizozemsko, Německo, Dánsko či Lucembursko.

Kabelizace by mohla v případě České republiky přispět především k snížení počtu neplánovaných přerušení a jejich průměrné délky. Především v jejich délce zaostáváme za ostatními evropskými státy. Důvodem může být delší identifikace závad a jejich odstranění. Snížit hodnoty ukazatele by mohla i efektivnější údržba a používání modernějších zařízení.

Další bodem k zamyšlení jsou plánovaná přerušení, jenž nejsou Energetickým regulačním úřadem nikterak regulována. Provozovatelé soustav tak nejsou tlačeni do, co nejefektivnějšího provedení aktivit během těchto přerušení. To má za následek mnohem horší ukazatele nepřetržitosti. Hodnoty by mohla výrazně zlepšit lepší koordinace přerušení, využití nejmodernějších technologií umožňující práci pod napětím nebo v případě delších přerušení na hladině napětí vysokého napětí užití dočasně vystavěného vedení, které nahradí vedle stojící odstavené vedení, a nedojde tím k dlouhodobému přerušení dodávek elektrické energie.

Zároveň bych rád zmínil nutnost vymyslet nový systém hodnocení ukazatelů nepřetržitosti, který by po celém světě reflektovat rozdíly v jednotlivých zemích, např. v oblasti úrovně kabelizace nebo rozdílech při posuzování minimální délky dlouhodobých přerušení. Jedině tak bude možné objektivně porovnávat jednotlivé země. [12]

---

<sup>2</sup>grafy jsou z výše zmíněných důvodů opět k nalezení v příloze jako obrázky č. 27 a 28

## 4.4 Jižní Korea

V rámci magisterského studia Ekonomiky a řízení energetiky na Fakultě elektrotechnické ČVUT jsem absolvoval v rámci bilaterální dohody na semestrální studijní pobyt do Jižní Koreje. Čas strávený zde jsem chtěl využít k získání informací o přístupu Korejců k problematice zajištění kvality a spolehlivosti přenosu a distribuce elektrické energie.

Bohužel jsem narazil na velice negativní přístup korejských profesorů, jehož důvodem byla dle názoru maďarské profesorky Melindy Szappanyos jazyková bariéra, nutnost komunikovat v angličtině a nezohlednění spolupráce v platovém ohodnocení.

Vzhledem k tomu, že většina materiálů o korejské energetice je napsána v korejštině, tak jsem při svém bádání čerpal data a informace z anglicky psaných dostupných výročních zpráv, reportů a článků. I přes nedostatky podkladů se pokusím získané poznatky představit v následujících kapitolách, neboť jak jsem zjistil, tak Jižní Korea patří mezi celosvětovou špičku v problematice kvality a spolehlivosti a výstup by mohl být pro zajímavý i pro praktickou část.

### 4.4.1 Obecné informace

Jižní Korea je ekonomicky vyspělá země jihovýchodní Asie, která geograficky sousedí pouze se Severní Koreou. Se svým severním sousedem je již od roku 1950 ve válce, jež dosud nebyla ukončena podepsáním mírové dohody.

Hlavním městem Jižní Koreje je Seoul (10,1 mil. obyv.). Mezi další významná města patří Busan (3,4 mil. obyv.), Incheon (2,8 mil. obyv.) a Daegu (2,4 mil. obyv.), ve kterém jsem studoval na Kyungpook National University. Zajímavostí je, že aktuálně čtvrté největší město Jižní Koreje bylo v roce 1960 naprosto chudou rybářskou vesnicí, což naprosto dokonale vykresluje neuvěřitelnou pracovní morálku místních, investice do vědy a inovací i obrovský technologický boom, kterým si Jižní Korea prošla. [15]

Tabulka 7: Obecný přehled o Jižní Koreji

<b>Rozloha</b>	100 210 km (2014)
<b>Počet obyvatel</b>	50 503 933 (2016)
<b>Hustota zalidnění</b>	518 obyvatel na $km^2$
<b>HDP</b>	1 378 bilionu USD (2015)
<b>Měna</b>	1 KRW (korejský won) = 0,02 CZK

## Struktura korejské elektroenergetiky

Následující schéma představuje strukturu korejské elektroenergetiky, ve kterém má dominantní postavení společnost KEPCO, která vykupuje elektrickou energii převážně od šesti největších výrobců elektřiny. Zajímavostí je fakt, že všech šest výrobců elektrické energie je v 100% vlastnictví společnosti KEPCO, které je z 51 % vlastněno korejskou vládou, která uplatňuje dohled nad jeho fungováním a činnostmi dalších společností, které pod KEPCO patří a starají se například o výstavbu či údržbu jednotlivých soustav.

Na trh s elektřinou dohlíží Korea Power Exchange, neboli KPX, která vznikla 2. dubna 2001 jako součást vládní reformy, která měla za úkol zajistit lepší koordinaci nad trhem s elektřinou a ochranou zákazníků.

KPX sestavuje základní plány poptávky a nabídky, koordinuje a rovněž reguluje trh s elektřinou, čímž chrání obyvatele s nižšími příjmy a velkoodběratele. Zároveň určuje cenu, za kterou výrobci prodávají elektrickou energii společnosti KEPCO. Rovněž tvoří plány výroby elektrické energie pro více než 900 výrobců. V reálném čase sleduje vývoj výroby a spotřeby elektrické energie a pružně reaguje na případné anomálie. Je nezávislou organizací, která plní plány vlády, prosazuje zelenou politiku a své úsilí aktuálně směřuje do prosazení tvorby inteligentních sítí a skladování elektrické energie.

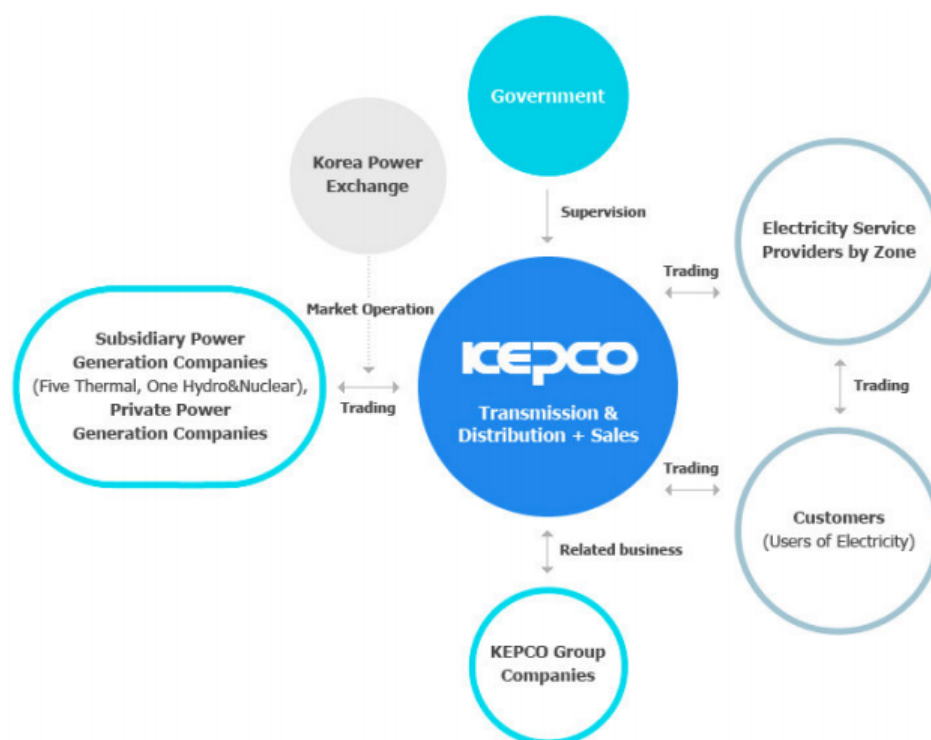
O obchod s elektřinou se stará primárně již zmíněná společnost KEPCO a v menším množství i regionální dodavatelé elektrické energie. [6]

## KEPCO

Společnost KEPCO, neboli Korea Electric Power Corporation, vznikla 26. ledna 1898 a mezi hlavní oblasti jejího podnikání patří:

- rozvoj energetických zdrojů,
- přenos a distribuce elektrické energie,
- obchod s elektřinou,
- vývoj nových technologií.

Společnost má 19 899 zaměstnanců, kteří pracují v Jižní Koreji či na zahraničních projektech a díky tomu patří mezi jedny z největších elektroenergetických společností na světě. KEPCO má své projekty po celém světě. Například staví elektrárny na Filipínách, v Číně, Saudské Arábii, Mexiku nebo Jordánsku. Dále například v cizině řeší přes deset projektů týkajících se rozvoje přenosové a distribuční soustavy nebo těžařské aktivity. [6]



Obrázek 12: Schéma korejské elektroenergetiky

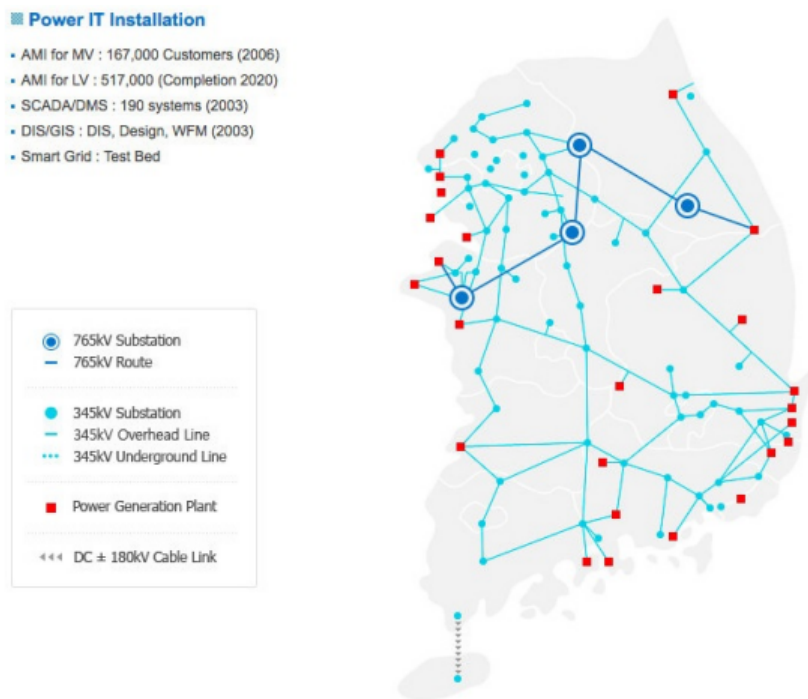
#### 4.4.2 Kvalita přenosu a distribuce elektrické energie v Jižní Koreji

Přenosová soustava, kterou v Jižní Koreji spravuje společnost KEPCO, zahrnuje vedení o hladinách napětí 765 kV, 365 kV, 180 kV, 156 kV, 66 kV. Strukturu délky vedení dle napěťové hladiny a mapu přenosové soustavy příkládám níže. Bohužel žádné další údaje o přenosové soustavě, především ukazatele nepřetržitosti, se mi nepodařilo vyhledat.

Distribuční soustava je v Jižní Koreji rovněž provozována již zmíněnou společností KEPCO. Zajímavou informací je fakt, že poměr kabelového vedení k vedení venkovnímu činí v Jižní Koreji zhruba 9,28 %. V České republice dosahuje hodnota daného poměru zhruba 43,17 %.

Na základě již zmíněných předpokladů o vlivu kabelového vedení na kvalitu přenosu a distribuce elektrické energie, se dá předpokládat, že úroveň dosahované kvality elektrické energie by tedy měla být s větším poměrem kabelového vedení lepší v České republice než v Jižní Koreji.

Opak je však pravdou. Dle zjištěných informací z výroční zprávy KEPCO patří Jižní Korea v ukazatelích kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie k celosvětové špičce.



Obrázek 13: Mapa korejské přenosové soustavy

Jak můžeme vidět v grafice, tak průměrný výpadek elektrického proudu, neboli ukazatel SAIDI, činil v roce 2015 průměrně 10,26 minut. Zajímavou skutečností je fakt, že hodnoty ukazatele SAIDI jsou od roku 2011 neustále klesající, resp. nezaznamenaly žádný výkyv, který například v ČR nastal mezi roky 2012 a 2013.

Pro větší zdůraznění hodnot ukazatele SAIDI dosažených v Jižní Koreji v následujícím grafu budou porovnány hodnoty získané pro Českou republiku a vybrané evropské země, jejichž hodnoty jsem získal v benchmarkingovém reportu organizace CEER.



Tabulka 8: Délky vedení jednotlivých napěťových hladin přenosové soustavy pro rok 2015

Napěťová hladina	Délka vedení
765 kV	835 km
365 kV	9 228 km
180 kV	231 km
156 kV	22 357 km
66 kV	144 km

Jak můžeme vidět, tak Jižní Korea dosahuje například více než dvojnásobně lepších hodnot než Německo, Nizozemsko a Velká Británie. Byť je korejský podíl kabelového vedení k venkovnímu několikrát menší než v případě České republiky.

Na oficiálních stránkách společnosti KEPCO jsem vyhledal na hodnoty ukazatele SAIDI od roku 1990 do roku 2010. Následující graf demonstruje vývoj hodnoty tohoto ukazatele.

Z grafu můžeme vyčíst, že Jižní Korea dosahovala v roce 1990 stejné úrovně ukazatele SAIDI jako Česká republika v současnosti. Zajímavý je především pokles hodnoty ukazatele v letech mezi rokem 1990 a 1995. Průměrná doba přerušení klesla ve sledovaném období o 255 minut.

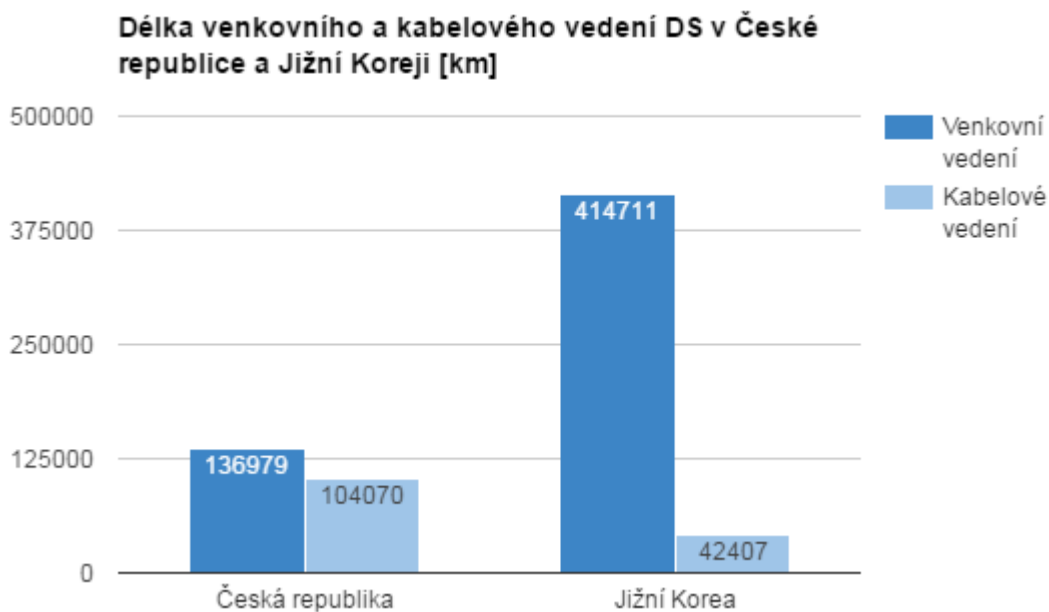
Dovolím si domněnku, že důvod skokového zlepšení ukazatele je spojený především s obrovským ekonomickým růstem Jižní Koreje, který v tomto období započal. Před rokem 1990 docházelo k extrémnímu rozmachu průmyslu, který přetěžoval elektrizační soustavu, přičemž docházelo k dlouhodobějším výpadkům dodávek elektrické energie. To brzdilo rozkvět země. Z tohoto důvodu dle mého názoru v daném časovém období musely rapidně stoupat investice do rozvoje technologií i přenosové a distribuční soustavy, jež vyústili v rapidní snížení průměrné délky trvání přerušení.

Na závěr je však nutné zmínit, že není jasné, jakým způsobem se v Jižní Koreji vypočítává ukazatel SAIDI, resp. je-li uvedené hodnoty ukazatelů možné porovnávat. I z tohoto důvodu se opět přikláním k názoru, že by se měl globálně standardizovat způsob výpočtu ukazatelů nepřetržitosti za účelem větší objektivity při porovnávání jednotlivých zemí. [6]

### Ukazatel ztrát v přenosové a distribuční soustavě

Dalším ukazatelem, který by mohl sloužit k znázornění úrovně přenosu a distribuce elektrické energie, je ukazatel ztrát v přenosové a distribuční soustavě.

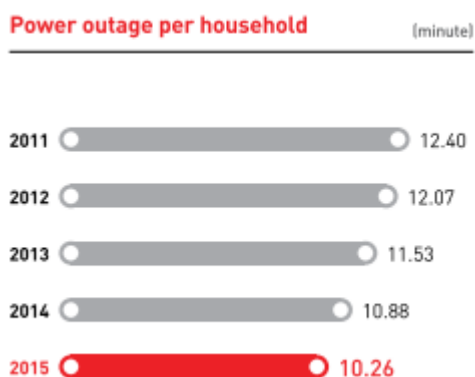
I zde můžeme vidět, že v porovnání se světovými velmocemi dosahuje



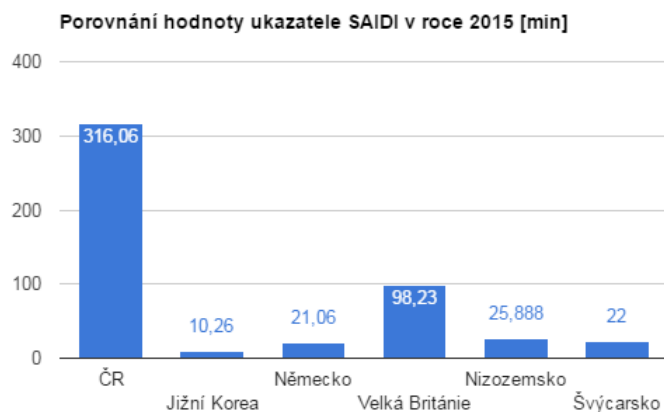
Obrázek 14: Délky venkovního a kabelového vedení DS v České republice a Jižní Koreji

Jižní Korea nejlepších výsledků. Prostřednictvím dat ze Světové banky jsem porovnal Jižní Koreu v ukazateli ztrát v přenosové a distribuční soustavě s ostatními zeměmi. Jižní Korea zde dosahuje již od roku 2000 lepších hodnot ukazatele než například Německo a Nizozemsko. Dlouhodobě se její ukazatel pohybuje kolem čísla 3,5 %. V České republice ukazatel ztrát v PS a DS od roku 1996 klesá, dlouhodobě se drží pod průměrem zemí Evropské unie a v současnosti dosahuje s přibližně 4,7 % úrovně Nizozemska.

Naopak například hodnoty ukazatele pro Švýcarsko a Velkou Británii přesahují průměr Evropské unie, který se pohyboval v roce 2014 kolem 6,5 %. [15]



Obrázek 15: Korejský ukazatel SAIDI v letech 2011-2015

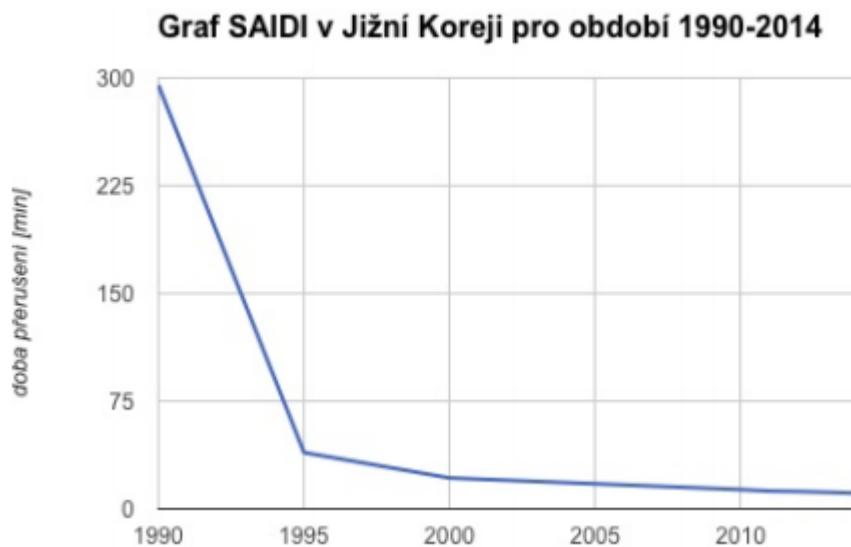


Obrázek 16: Hodnoty ukazatele SAIDI v roce 2015

#### 4.4.3 Dlouhodobé cíle Jižní Koreje z hlediska SAIDI a procentuálních ztrát v přenosové a distribuční soustavě

Jižní Korea, resp. KEPCO, si stanovila v oblasti SAIDI a procentuálních ztrát v přenosové a distribuční soustavě následující dva cíle: [6]

- snížit délku průměrného přerušení dodávek elektrické energie na 8,1 minuty do roku 2020,
- udržet procentuální ztráty elektrické energie v přenosové a distribuční soustavě na úrovni 3,7 %.



Obrázek 17: Graf SAIDI v Jižní Koreji pro období 1990-2014

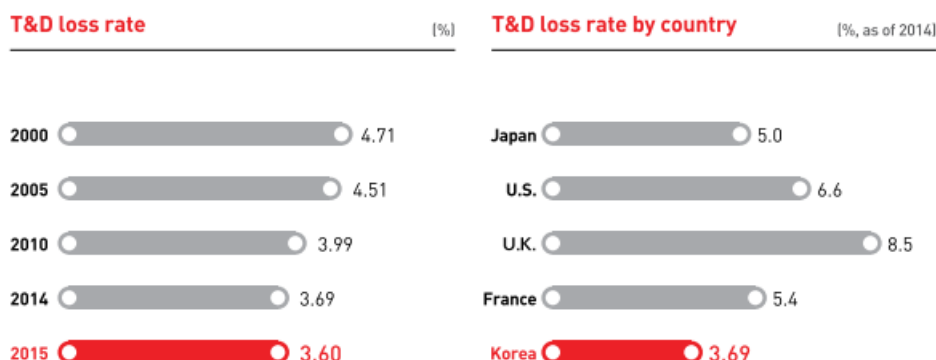
#### 4.4.4 Metody a technologie používané v Jižní Koreji pro dosažení kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie

Jižní Korea k problematice zajištění kvality a spolehlivosti elektrické energie přistupuje aktivně. V následující části zmíním několik metod a technologií, které používá pro dosažení vynikajících hodnot v oblasti kvality a spolehlivosti. [6]

##### **Rozšiřování stabilních přenosových a transformačních zařízení**

Společnost KEPCO v roce 2015 dokončila ve stanoveném termínu 115 projektů vedoucích k zvýšení kvality a spolehlivosti elektrické energie prostřednictvím rozšiřování stabilních přenosových a transformačních zařízení. Společnosti se to daří i přes stále se zhoršující podmínky pro výstavbu přenosové soustavy, které jsou dané rostoucí urbanizací a hornatějším povrchem Jižní Koreje.

Problémy při výstavbě způsobené vysokou mírou urbanizace se snaží KEPCO řešit výraznou komunikací s dotčenými obyvateli, vysvětlením důležitosti výstavby a zlepšováním její společenské přijatelnosti.



Obrázek 18: Ukazatel ztrát v přenosové a distribuční soustavě

### Výstavba vedení přenosové soustavy na hladině napětí 765 kV

Jižní Korea se snaží o budování přenosové soustavy na hladině napětí 765 kV. Výstavbu vedení elektrické energie se snaží lidem vysvětlit prostřednictvím nově vybudovaného Muzea přenosové soustavy, kde se mohou návštěvníci interaktivním způsobem dozvědět důležité informace a pochopit tak benefity a pozitivní dopady vedení o zmíněné napěťové hladině.

Mezi základní přínosy vedení 765 kV oproti vedení s napěťovou hladinou 345 kV společnosti KEPCO uvádí:

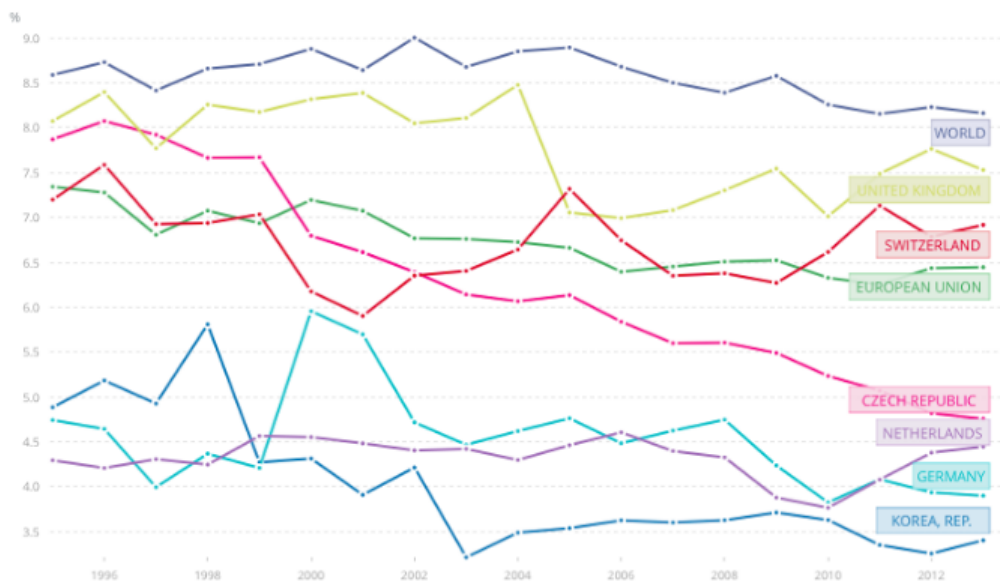
- 3,4x zvýšení přenosové kapacity vedení,
- 74% úspory při konstrukci vedení,
- 20% snížení ztrát v přenosové soustavě.

### Vývoj IT techniky

Jednou z dominant společnosti KEPCO je využití IT prostředků. Prostřednictvím nejmodernějších IT systémů a opatřením proti mimořádným událostem snižují poruchovost zařízení a díky spojení těchto dvou prvků dokázali dosáhnout v roce 2015 nulové poruchovosti přenosových zařízení způsobených požáry.

### Použití dronů k monitorování přenosové soustavy

Velkou roli v zajištění kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie hrají v Jižní Koreji drony. Od srpna 2016 začaly kontrolovat stožáry a vedení přenosové soustavy. Společnost KEPCO očekávala, že v roce 2016



Obrázek 19: Porovnání ukazatele ztrát v PS a DS v letech 1995-2014

dokáže zkontrolovat 10 000 z celkového počtu 42 372 stožárů přenosové soustavy. V letošním roce by pak chtěla zkontrolovat všechny stožáry.

Použití technologie dle KEPCO výrazně přispěje k z kvalitnění přenosového vedení, které hraje rozhodující roli v kvalitě a zajištění spolehlivosti dodávek elektrické energie. Vzhledem k tomu, že se vinou hornatosti většina stožárů vyskytuje v těžce přístupných oblastech, očekává KEPCO i velkou finanční úsporu při použití dronů, neboť bez jejich využití by na každý stožár musel vylézt pracovník společnosti a stožár by musel manuálně zkontrolovat. Odhadované úspory se pohybují ve výši 161 milionů korun.

### Výstavba East Asian Grid

V budoucnosti se plánuje výstavba Východo-asijského elektrického vedení, které by spojovalo Jižní Koreu, Japonsko, Rusko, Mongolsko a Čínu. Plán zahrnuje výstavbu obrovských parků větrných a slunečných elektráren v poušti Gobi. Jižní Koreji by vybudování této soustavy velice pomohlo z hlediska jejího pevninského odříznutí Severní Koreou, s kterou je v neoficiální válce. Jižní Korea je tak odříznuta od světa i po energetické stránce a nemůže kooperovat například při tvorbě přebytků elektrické energie s jinými zeměmi.

Aktuální KEPCO představilo plán na propojení jihokorejského Busanu

s japonskou Fukuokou přes ostrov Tsushima. Investice by představovala vybudování vedení o délce 50 km z Busanu na zmíněný ostrov a 150 km z ostrova do Fukuoky. Celá výstavba by pomohla řešit nedostatek elektrické energie v Japonsku s využitím korejského přebytku.



Obrázek 20: Plán výstavby East Asian Grid

### Distribuční automatizační systém

Distribuční automatizační systém monitoruje a řídí inteligentní distribuční přepínače, jež jsou roztroušeny na velké vzdálenosti. KEPCO v roce 2014 nainstalovala 88 593 inteligentních přepínačů a jejich penetrace v distribuční soustavě činí 50,3 %. IT systém díky nim shromažďuje všechny informace a identifikuje poruchové sekce. Díky tomu je možné z 41 distribučních center v reálném čase optimalizovat využití distribuční soustavy a řídit jednotlivá vedení soustavy.

Díky tomu je umožněno obnovit do tří minut dodávku elektrické energie v případě selhání distribučního vedení, což je jedním z důvodů, proč má Jižní Korea jednu z nejnižších hodnot ukazatelů nepřetržitosti na světě.

## **Ostatní činnosti pro zajištění kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie**

Mezi ostatní činnosti můžeme zařadit investice do vývoje podzemních soustav, což má velkou perspektivu vzhledem k aktuálnímu podílu kabelového vedení, které dosahuje přibližně 10 %. Jihokorejci se rovněž zaměřují na technologie detekující abnormální jevy na zařízeních soustavy. Mezi dané technologie patří například diagnostika výbojů v reálném čase.

Do zvýšení kvality dodávek zapojují i své odběratele, které motivuje společnost KEPCO k používání dálkových kontrolních systémů pro vytápění budov a klimatizace. Dále společnost tlačí na používání LED světel pro signboardy, což jsou světelné tabule, které označují jednotlivé podniky a v Jižní Koreji jsou naprosto všude. K vyrovnání rozdílu mezi nabídkou a poptávkou po elektrické energii využívají Korejci 24 MW lithium-iontový skladovací systém, který je největší na světě.

### **4.4.5 Plány KEPCO v dlouhodobém horizontu**

Korejci mají v plánu vybudovat v dlouhodobém horizontu high-tech přenosovou soustavu, investovat do nových technologií, budovat energetická zařízení s vysokou účinností a mají za cíl v reálném čase monitorovat a diagnostikovat zařízení přenosové soustavy. Z hlediska distribuce má KEPCO v plánu zvýšit úroveň inteligentní distribuce z 50 % na 90 % do roku 2030 za účelem uspokojení poptávky po vysoce kvalitní elektrické energii.

Jižní Korea chce rovněž poskytovat elektrickou energii v světově nejlepší kvalitě s nulovými výpadky a z tohoto důvodu plánuje stále více kombinovat IT technologie s inteligentními distribučními systémy. [6]



## Výzkum a vývoj

S cílem vytvořit lepší svět prostřednictvím účinných dodávek elektrické energie získané šetrným přístupem k životnímu prostředí, využitím IT a komunikačních technologií přistupuje KEPCO i výzkumu a vývoji. Mezi hlavní výzkumné projekty KEPCO patří:

- vývoj pobřežních elektráren,
- vývoj technologie stabilizující nejistou produkci nových a obnovitelných zdrojů elektrické energie podílejících se na základním zatížení,
- využívání mořské energie z:
  - přílivu a odlivu,
  - mořských vln,
  - mořských proudů,
  - rozdílů v teplotě a slanosti,
- využití supravodivých technologií pro velkokapacitní, vysoce účinný a stabilní přenos elektřiny,
- HVDC (technologie pro expanzi kapacity přenosové sítě, dálkového přenosu elektřiny a propojení generátorů nových a obnovitelných zdrojů elektrické energie),
- využití systémů pro výrobu, skladování a spotřebu elektrické energie optimální konfigurací distribuovaných zdrojů v malé oblasti.

### 4.4.6 Komerční kvalita

Z hodnocení korejského Ministerstva financí a strategie je KEPCO již šestnáct let po sobě nejlépe hodnocenou společností v korejském veřejném sektoru dle zákaznické spokojenosti. Společnosti svým zákazníkům nabízí širokou škálu služeb: [6]

- umožňuje zvolit si datum splatnosti faktury za elektrickou energii,
- připravuje nabídky šité na míru seniorům,
- dává slevy základním, středním a vysokým školám,
- oddaluje termíny splatnosti pro sociálně slabší skupiny,
- pravidelně snižuje byrokratickou zátěž pro zákazníky,

- pořádá veřejné soutěže vedoucí k zlepšení poskytovaných služeb,
- provozuje call centra pro řešení dotazů či stížností zákazníků.

### **CSR aktivity**

Vedle výše uvedených služeb se snaží realizovat KEPCO i nejrůznější CSR aktivity vedoucí k naplnění podstaty společensky odpovědné firmy. Patří mezi ně následující projekty. [6]

#### **Kampaně vedoucí k nalezení ztracených dětí**

Společnost KEPCO od roku 1999 umísťuje fotografie pohřešovaných dětí na měsíční vyúčtování elektrické energie, které dostávají všichni zákazníci. Fotografie se zároveň objevují i ve firemním časopise. Od roku 1999 se do svých domovů díky této aktivitě navrátilo 109 dětí.

#### **Podpora operace očí**

KEPCO hradí náklady za oční chirurgii pro rodiny s nižšími příjmy v Koreji i zahraničí. V roce 2010 tímto způsobem podpořili 40 Korejců a 10 cizinců. Do roku 2020 chce společnost podpořit s mottem, aby lidé lépe viděli snahu KEPCO změnit svět, přes 1 000 lidí v poměru 60 % Korejců a 40 % cizinců.

#### **Mentoring dětí z nízkopříjmových rodin**

Zaměstnanci společnosti se zapojují do mentoringového projektu pro děti z rodin s nižšími příjmy. Každý zapojený zaměstnanec má na starosti právě jedno dítě, kterému pomáhá se studiem a osobním růstem.

#### **Podpora venkova**

Dobrovolnické skupiny KEPCO podporují venkov například bezplatnou revizí elektrických zařízení v objektech určených pro seniory či zdravotně postižené osoby. Dále vykonávají dobrovolnickou práci na farmách či během sklizně a upřednostňují při konzumaci produkty z venkovských farem.

## Globální sociální služby a zmírňování následků katastrof

Své CSR aktivity neprovádí KEPCO pouze v Jižní Koreji, ale například i na Filipínách, v Jordánsku či Mexiku, kde poskytuje sociálně slabším zdravotní prohlídky a vzdělávací stipendia. Zároveň se aktivně účastní na činnostech vedoucích k zmírňování následků katastrof.

## Podpora kultury a vzdělávání

KEPCO dlouhodobě podporuje kulturu výstavbou umělecké galerie, koncertní síně či Muzea elektrické energie a přenosové soustavy.

## Podpora tradičních chovatelů

Společnost se snaží snížit přítěž velkochovů pro zvířata a pro jejich humánní zabití snižuje cenu elektřiny na jatkách a rovněž podporuje slevovým systémem tradiční chovatele.

## Ocenění Doing Business 2014

Vzhledem k technologickým pokrokům, ale i výše uvedeným aktivitám v oblasti komerčních služeb, CSR a přístupu KEPCO k energetické problematice, vyhrála Jižní Korea první místo v prestižním hodnocení Doing Business 2014 pořádané Světovou bankou v kategorii Dodávky elektrické energie. V rámci hodnocení bylo posuzováno 190 zemí, jež dokázala Jižní Korea překonat.



Obrázek 21: Žebříček oceněných zemí v hodnocení Doing Business 2014

#### 4.4.7 Zhodnocení kapitoly

Jak můžeme vidět, tak Jižní Korea vyvíjí obrovské úsilí k zajištění kvality dodávek elektrické energie, ale také komerční kvality prostřednictvím například velkého množství neziskových aktivit. Díky tomu je hlavní energetická společnost KEPCO dlouhodobě velice pozitivně vnímána.

Korejci věnují velkou pozornost především vývoji nejmodernějších technologií a propojování energetiky s oblastmi IT a komunikací. Díky tomu patří mezi světovou špičku v oblasti kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie i přes fakt, že kabelizace vedení korejské distribuční soustavy se pohybuje pouze na úrovni 10 %. Česká republika by se mohla inspirovat a klást větší důraz na propojení průmyslu, školství a vědy za účelem hledání nových řešení v dané problematice.

Jednou z nabízených možností je i využití korejského know-how, při kterém bychom se zařadili mezi zahraniční projekty, které KEPCO realizuje po celém světě. Hlavním přínosem vedle snížení ukazatelů nepřetržitosti by byla především větší rychlost implementace změn díky zkušenostem společnosti KEPCO a nižší náklady investované do vědy a výzkumu.

Inspirací může být rovněž i využití dronů při kontrole přenosové nebo distribuční soustavy. Díky nim by nemuselo docházet k plánovaným přerušením, která tato aktivita v současnosti obnáší. Právě využití dronů budu analyzovat v následující praktické části.

## 5 Analýza možností zvýšení kvality dodávky elektřiny v České republice a zahraničí

### 5.1 Využití dronů pro monitorování stavu stožárů elektrického vedení

Jak jsem již zmínil v části o Jižní Koreji, tak zde v loňském roce začali kontrolovat stožáry přenosové soustavy prostřednictvím dronů. Díky tomu očekávají nejenom zlepšení spolehlivosti dodávek elektrické energie, ale také roční úsporu 161 milionů korun.

Jak jsem se dočetl, tak o využití dronů při kontrole stožárů aktivně uvažuje společnost E.ON Distribuce, která ve spolupráci s VUT Brno a společností UpVision již provedla úvodní testování kontroly stožárů velmi vysokého napětí. Na základě získaných informací z tiskových zpráv a především zápisu z konference ČK CIRED 2016 v následující části uvedu ekonomickou analýzu užití dronů v České republice. [4]

#### 5.1.1 Kontrola stožárů

Společnost E.ON Distribuce provádí na základě Řádu preventivní údržby následující kontroly elektrického vedení VVN:

- prohlídka pochůzková,
- prohlídka pochůzková (po exponovaných úsecích),
- prohlídka lezecká (po venkovním vedení VVN),
- diagnostika venkovního vedení VVN pomocí termovize.

Jak jsem se dočetl, tak aktuálně jsou kontrolní lezecké práce na stožárech distribuční soustavy E.ON prováděné ve dvou lidech. Ti musí na každý kontrolovaný stožár pracně vylézt a součásti stožáru zkontrolovat manuálně. Aktivita se dá považovat za nebezpečnou. Zároveň je spojena i s přerušением distribuce elektrické energie.

Kontrola stožáru prostřednictvím dronu vyžaduje kooperaci rovněž dvou lidí. Rozdíl je však v tom, že nemusí na stožár šplhat, nicméně využijí kamery umístěné na dronu, detaily stožáru vyfotografují a následně vyhodnotí. Nespornou výhodou je fakt, že po celou dobu servisní kontroly stožáru, elektrického vedení a ochranného pásma nemusí dojít k přerušением distribuce elektrické energie. Délka kontroly stožáru dronem se pohybovala v rozmezí 11-14 minut.

Počet stožárů, které jsou schopni zaměstnanci při využití obou metod zkontrolovat je následující:

- 4 stožáry denně při kontrole dvou zaměstnanců bez využití dronu,
- 15 stožárů denně při kontrole dvou zaměstnanců s využitím dronu.

Jak můžeme vidět, tak využití dronu umožňuje zkontrolovat až 3,75x více stožárů za den, než kdybychom kontrolovali stožáry bez jejich využití.

### 5.1.2 Vybavení

V rámci pilotního testování bylo testováno sedm druhů dronů od různých výrobců, mezi nimiž byl například i model českého výrobce Robodrone Industries. V pozdější tiskové zprávě společnosti E.ON Distribuce jsem se dočetl, že na základě testování byl vybrán model čínské firmy DJI, konkrétně typ S1000. Mezi potřebné vybavení patří:

- dron s ovládacím zařízením,
- gimbal,
- zrcadlový fotoaparát,
- paměťová karta.

Do budoucna počítá společnost E.ON Distribuce i s opatřením dronu termokamerou, která by pomohla detekovat hrozící závady na vedení.

### Dron DJI S1000

Dron DJI S1000 je oktokoptérou, která byla uvedena do prodeje v roce 2014. Je určena především pro pokročilé a profesionální piloty. Díky své stabilitě, výkonnosti a možnosti letání v nepříznivých podmínkách je dron určený především pro letecké snímkování a kinematografii.

Tělo a vrtule dronu je vyrobeno z karbonových vláken, které jsou velice odolné. Dron je rovněž vybaven regulátorem, který v případě ztráty či výkyvu výkonu jedné z osmi vrtulí přenesení výkon na zbývající vrtule. Letecký prostředek má rovněž skládací ramena, díky kterým je velice skladný a neměl by být problém jej umístit do automobilu, jenž využívají energetici.

Průměrná délka letu dosahuje přibližně 15 minut. Díky LED diodám může dron vykonávat i noční let. Další technické údaje přináší následující tabulka.

Tabulka 9: Technické údaje o dronu DJI S1000

<b>Motory</b>	8 nezávislých motorů
<b>Váha dronu</b>	13 kg
<b>Nosnost dronu</b>	3 kg
<b>Dolet dronu</b>	1 - 1,5 km
<b>Doba letu</b>	15 minut
<b>Doba dobíjení baterie</b>	60 minut
<b>Baterie</b>	Li-pol
<b>Velikost vrtulí</b>	5,2"



Obrázek 22: Dron DJI S1000

Uvedený dron jsem našel na stránkách Amazonu, kde byla jeho částka 38 801 Kč s dopravou zdarma.

Dle zprávy z konference proběhlo testování tohoto typu dronu bez větších problémů. Díky větší hmotnosti a výkonu nepodléhal povětrnostním vlivům a piloti se tak mohli blíže přiblížit ke stožáru, díky čemuž se podařilo získat lepší záběry než s ostatními typy dronů. Omezením byl slabý déšť, který stěžoval test, neboť dron nemá kryt řídicí techniky. Ten by se však dal vyrobit.

## **DJI Ronin-MX 3-Axis Gimbal Stabilizer Bundle**

Nezbytnou součástí dronu je gimbal, což je zařízení, které slouží k zavěšení kamery, resp. digitální zrcadlovky, která je jeho prostřednictvím na dálku ovládána. Gimbal je tedy nosič, který pomocí dálkového ovládání umožňuje natáčení videozáznamu, pořizování fotografií a zaměřování kamery.

Jeho pořizovací cena je vyšší než cena dronu. Na stránkách Amazonu jsem našel s dronem kompatibilní gimbal DJI Ronin-MX 3-Axis Gimbal Stabilizer Bundle za cenu 41 389 Kč.

## **Phantom 3 - Intelligent Flight Battery**

Vzhledem k tomu, že průměrná doba letu dronu se pohybuje kolem 15 minut, tak je třeba pořídit náhradní baterie, které umožní kontrolu dalších stožárů bez nutnosti čekání na hodinové dobití baterie. Pro potřeby výpočtu budu uvažovat s nákupem dvou erárních baterií. Cena erární baterie Phantom 3 - Intelligent Flight Battery je 2 691 Kč.

## **Panasonic Lumix DMC-GH4 + 12-60 mm**

Další nutnou součástí vybavení je fotoaparát. V tiskové zprávě uvádí E.ON spokojenost s digitální zrcadlovkou Panasonic Lumix DMC-GH4, jež hodlají při kontrolách využívat. Pro ekonomickou analýzu jsem zvolil model, který má ve své výbavě i objektiv 12-60 mm, což vzhledem k testovacímu nastavení ohniska objektu na hodnotu 45 mm vyhovuje. Cena za fotoaparát s objektivem činí 38 990 Kč.

## **Kingston SDHC 16 GB Class 4**

Neméně důležitou částí výbavy je i paměťová karta. Pro účely výpočtu jsem se rozhodl použít dvě paměťové karty Kingston SDHC 16 GB Class 4, kdy jedna stojí 230 Kč.

### **5.1.3 Podmínky pro provozování dronů**

V případě komerčního využívání dronu je třeba jej zaregistrovat u Úřadu pro civilní letectví. Podmínkou pro registraci je:

- uzavřít pojištění odpovědnosti z provozu bezpilotního letounu,
- získání povolení k letání,
- získání povolení k leteckým pracím.



Každý pilot musí znát podmínky provozu a být informován o místech, kde smí, resp. nesmí, létat. Pro představu zmíním, že v případě, že není dron využíván ke komerčním účelům, tak je třeba získat povolení k létání, aby mohl dron létat nad osídlenými oblastmi či silnicemi. Za nedodržení podmínek hrozí majiteli dronu od Úřadu pro civilní letectví pokuta až do výše 5 000 000 Kč.

V případě, kdy jsou v žádosti o povolení uvedeni všichni piloti, jež budou obstarávat provoz dronu, tak jsou správní poplatky stejné, jako kdyby žádal o povolení pouze jeden pilot. [9]

### **Pojištění z provozu bezpilotního letounu**

V případě užití dronu pro jeho komerční využití je třeba sjednat pojištění z provozu bezpilotního letounu. Roční částka za pojištění se pohybuje v rozmezí 8-10 tisíc Kč.

### **Povolení k létání**

Žádost o povolení k létání podává žadatel k Úřadu pro civilní letectví. Žádost musí obsahovat následující přílohy:

- barevné fotografie bezpilotního prostředku,
- blokové schéma zapojení palubní elektroinstalace s popisem jednotlivých částí,
- provozní příručku,
- kopii osvědčení o uzavření pojištění odpovědnosti z provozu bezpilotního letadla,
- postupy zajišťující bezpečnost bezpilotního systému,
- doklad o vlastnictví bezpilotního systému.

Správní poplatek činí 5 000 Kč a dle mého odhadu vypracování všech potřebných příloh vyjde přibližně na 3 000 Kč.

Po obdržení povolení získává pilot možnost létat s dronem pod dozorem. Následně musí zažádat o plnohodnotné povolení k létání. Správní poplatek činí 1 500 Kč a pilot musí úspěšně absolvovat praktické a teoretické zkoušky. Pro potřeby výpočtu budu počítat se situací, kdy všichni piloti složí zkoušky na první pokus. [9]

## **Povolení k leteckým pracím**

Pro získání povolení k leteckým pracím musí žadající subjekt dodat Úřadu pro civilní letectví následující podklady:

- doklad o existenci podnikatelského subjektu,
- doklady o odborné praxi pilota,
- doklad o dosaženém vzdělání pilotů,
- doklady a rozsah zmocnění pilotů,
- výpis z rejstříku trestů všech pilotů,
- údaje o rozsahu a četnosti zamýšlených druhů leteckých prací,
- prohlášení o finanční způsobilosti žadatele,
- provozní příručku,
- tabulkový výpis letadlového parku,
- tabulkový výpis dálkově řízených pilotů,
- formulář pro žádost o letecké práce.

Správní poplatek činí 10 000 Kč, náklad na vypracování podkladů odhaduji rovněž na 3 000 Kč. Získat výpis z rejstříku trestů pro jednoho pilota přijde na 100 Kč. [9]

### **5.1.4 Ostatní předpoklady pro výpočet**

V následující části uvedu další předpoklady potřebné pro zamýšlené porovnání kontroly stožárů pomocí dronů a bez jejich pomoci.

### **Mzdové náklady**

V rámci výpočtu budu počítat s měsíční hrubou mzdou 33 000 Kč na jednoho zaměstnance. Meziroční růst mezd stanovuji na 2 %. V případě varianty, kdy dochází ke kontrole bez využití dronu, budu připočítávat ke mzdě 3 000 Kč prémie za práci v rizikovém prostředí, neboť zaměstnanci pracují ve velkých výškách a hrozí zde riziko pádu.

## Počet týmů

Společnost E.ON zmínila, že v první fázi projektu by uvažovala o nasazení dvou dronů. Vzhledem k tomu, že dvoučlenný tým s dronem dokáže zkontrolovat 15 stožárů a dvoučlenný tým bez dronu pouze čtyři, tak budu počítat s následujícím rozložením týmů za účelem porovnání obou variant, aby byl počet kontrolovaných stožárů přibližně stejný.

- 7 týmů po dvou zaměstnancích pro případ kontroly stožárů bez dronu,
- 2 týmy po dvou zaměstnancích pro případ kontroly stožárů s dronem.

## Školení, vybavení a údržba

Pro případ kontroly stožárů za použití dronu budu počítat s nákladem v hodnotě 10 000 Kč na zaškolení zaměstnanců do ovládnání teoretických a praktických základů ovládnání dronu. Dále počítám s dobou životnosti baterií dva roky, resp. po dvou letech se budou tři baterie dokupovat. Žádné další vybavení se dokupovat nebude. Roční náklady na údržbu odhaduji na 5 000 Kč za každý tým.

U možnosti kontroly stožáru bez použití dronu nepočítám s žádným extra školením. Na začátku porovnávacího období budu počítat s nákupem lezeckého vybavení ve výši 4 000 Kč na každý tým. Nepočítám s žádným jiným dokupováním materiálu či školením. Cenu za roční údržbu materiálu pak odhaduji na 1 500 Kč na každý tým.

## Doba porovnání a diskontu

Obě varianty budu porovnávat v horizontu pěti let při zvoleném diskontu sedm procent.

## Nedodaná energie

V rámci výpočtu nebudu počítat s nedodanou energií způsobenou přerušáním distribuce z důvodu kontroly stožáru bez využití dronu.

Pro daný parametr jsem nezískal odpovídající údaje, a proto jej z výpočtu vynechám, nicméně jej budu brát jako významný faktor pro rozhodnutí využít drony v případě potenciální rovnosti výsledků při porovnání, neboť se jedná o jeden z důležitých faktorů, proč se ke kontrole s drony přistupuje.

### 5.1.5 Porovnání variant

V následující části budu porovnávat za platnosti již zmíněných předpokladů variantu, kdy zaměstnanci distribuční společnosti kontrolují stožáry vedení bez použití dronů a s použitím dronů. Pro porovnání využiji ukazatel čisté současné hodnoty, neboli NPV.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{1+r} \quad (12)$$

kde,

- $n$  je doba porovnání,
- $t$  je konkrétní rok porovnání,
- $CF_t$  je hodnota peněžního toku v roce  $t$ ,
- $r$  je diskontní míra.

### Varianta č. 1: Kontrola stožárů bez použití dronů

Nejpodstatnějším faktorem pro hodnotu NPV jsou v tomto případě mzdové náklady. Potřeba zaměstnat čtrnáct lidí pro kontrolu vedení je velice nákladná. Naopak investiční náklady jsou takřka minimální. NPV varianty č.1 je - 2 065 032,28 Kč.

Rok	0	1	2	3	4	5
Mzdové náklady	0,00 Kč	-462 000,00 Kč	-471 240,00 Kč	-480 664,80 Kč	-490 278,10 Kč	-500 083,66 Kč
Prémie za rizikovou práci	0,00 Kč	-42 000,00 Kč	-42 000,00 Kč	-42 000,00 Kč	-42 000,00 Kč	-42 000,00 Kč
Nákup vybavení	-28 000,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Údržba vybavení	0,00 Kč	-10 500,00 Kč	-10 500,00 Kč	-10 500,00 Kč	-10 500,00 Kč	-10 500,00 Kč
CF	-28 000,00 Kč	-514 500,00 Kč	-523 740,00 Kč	-533 164,80 Kč	-542 778,10 Kč	-552 583,66 Kč
NPV	-2 065 032,28 Kč					

Obrázek 23: NPV varianty bez použití dronů

### Varianta č. 2: Kontrola stožárů bez použití dronů

Ve variantě dvě potřebujeme na kontrolu stožárů pouze čtyři zaměstnance. Oproti první variantě jsou však výrazně vyšší investiční náklady spojené s nákupem vybavení. Zároveň je zde potřeba získat licenci pro komerční využívání dronu. NPV projektu je - 1 000 401,61 Kč.

Rok	0	1	2	3	4	5
Mzdové náklady	0,00 Kč	-132 000,00 Kč	-134 640,00 Kč	-137 332,80 Kč	-140 079,46 Kč	-142 881,05 Kč
DJI S1000	-77 602,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
DJI Ronin-MX 3	-82 778,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Phantom 3	-10 764,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	-16 146,00 Kč	0,00 Kč	-16 146,00 Kč
Panasonic Lumix	-155 960,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Kingston 16 GB	-920,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Pojištění dronu	0,00 Kč	-20 000,00 Kč	-20 000,00 Kč	-20 000,00 Kč	-20 000,00 Kč	-20 000,00 Kč
Správní poplatky	-16 500,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Příprava podkladů	-6 000,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výpis trestů	-400,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Školení	-10 000,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Údržba	0,00 Kč	-10 000,00 Kč	-10 000,00 Kč	-10 000,00 Kč	-10 000,00 Kč	-10 000,00 Kč
CF	-360 924,00 Kč	-162 000,00 Kč	-164 640,00 Kč	-183 478,80 Kč	-170 079,46 Kč	-189 027,05 Kč
NPV	-1 000 401,61 Kč					

Obrázek 24: NPV varianty při použití dronů

## Vyhodnocení porovnání

Jak můžeme vidět, tak porovnání obou variant jednoznačně vyznívá ve prospěch varianty č. 2, tedy kontroly stožárů za použití dronů, přičemž tým s dronem navíc zvládne zkontrolovat za rok o pět set stožárů více. Rozdíl mezi NPV obou variant činí 1 064 631,67 Kč. Investice do kontroly stožárů pomocí dronů přináší nejen ekonomickou úsporu, ale rovněž zjednoduší a zefektivní práci zaměstnancům distribuční či případně přenosové soustavy. Navíc bude kontrola mnohem bezpečnější.

Ve prospěch varianty mluví i fakt, že součástí porovnání není ohodnocení množství nedodané elektrické energie, které by vzniklo přerušením distribuce z důvodu kontroly stožáru bez využití dronu. To se projeví nejenom ekonomicky, ale i na ukazatelích nepřetržitosti. Právě díky využití této technologie bychom se mohli přiblížit vyspělým evropským státům v oblasti ukazatelů nepřetržitosti pro plánovaná přerušení. Dalším benefitem, se kterým se do budoucna počítá, je využití dronu s termokamerou pro predikci hrozeb na vedení.

Nevýhodou jejich využití může být následné vyhodnocování pořízených snímků, jehož časovou náročnost nelze přesně odhadnout. E.ON však ve spolupráci s vysokými školami investuje do vývoje softwaru, který by dokázal vyhodnocování automatizovat a zároveň využít dron k tvorbě 3D snímků ochranného pásma vedení, jenž by posuzovalo spektrum místní vegetace a její tempo růstu s ohledem na historické hodnoty počasí, čímž půjde vytvořit efektivnější plán údržby ochranného pásma. Problémem pro dron může být v porovnání s ruční kontrolou slabý déšť, ve kterém není schopný plnohodnotně fungovat. Zároveň použití dronu nenabízí manuální kontrolu stavu ocelové konstrukce.

Důkaz o přínosu dronů nabízí příklad Jižní Koreje, která patří k celosvětové špičce v oblasti kvality a spolehlivosti přenosu a distribuce elektrické energie. Drony jsou navíc již využívány ve společnosti E.ON v Německu a na Slovensku. S přihlédnutím k výsledným hodnotám NPV pro obě varianty, technologickému potenciálu využití dronů, zájmu o ochranu zaměstnanců, zvýšení efektivity kontroly stožárů a vedení bych se jednoznačně přiklonil k využívání dronů provozovateli českých přenosových a distribučních soustav. Nasazení dronů může navíc hrát pozitivní roli ve vnímání firmy jako pokrokové se zaměřením na nejnovější technologie. Velkou pozornost bych však věnoval správné komunikaci užití dronů, aby nedocházelo například k šíření poplašných zpráv o narušení soukromí lidí pomocí dronů.

## 5.2 Využití neproplacených náhrad za nedodržení standardů distribuce

Část týkající vyhodnocení komerční kvality jasně ukázala, že prostřednictvím standardů přenosu elektrické energie není vyvíjen žádný tlak na provozovatele distribučních soustav. Poškozené subjekty s největší pravděpodobností totiž ani neví o možnosti požádat si o náhradu za nedodržení standardu, a tak za poslední dva roky PDS nevyplatili žádnou částku v rámci jejich odškodnění. Jen v roce 2015 se jednalo o částku 8 571 000 Kč. [3][11][17]

Energetický regulační úřad by měl tuto skutečnost vyhodnotit jako neefektivní a v rámci snahy o motivaci provozovatelů DS najít nový systém, který by pomohl zlepšit zmíněné ukazatele. Dle mého názoru by měli PDS poškozeným subjektům automaticky snižovat vyúčtování o náhradu škody, která vznikla nedodržením standardů.

Druhá varianta by mohla počítat s částkou, o kterou se poškození nepřihlásí. Danou sumu by pak museli PDS prokazatelně věnovat na jednu z následujících aktivit:

- výzkum a vývoj nových technologií zlepšujících kvalitu dodávek elektrické energie,
- společensky odpovědné činnosti,
- podpora technického vzdělání u studentů základních a středních škol.

Především poslední bod je velice aktuální. Dle mého názoru základem pro zajištění kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie jsou potřební vysokoškolsky a odborně vzdělaní zaměstnanci. Dle vyjádření Českého svazu zaměstnavatelů v energetice z roku 2016 však Česká republika aktuálně postrádá zhruba 6 000 specialistů. Roční počet absolventů FEL ČVUT a FEKT VUT však dodává na trh pouze 1 500 absolventů, přičemž dané číslo meziročně klesá a část absolventů najde uplatnění mimo energetický sektor.

Český svaz zaměstnavatelů v energetice uvádí, že jednou z možností jak aktuální stav zlepšit, je zaměření se na studenty středních a především základních škol a jejich motivaci k technickému studiu. Zde bych viděl velkou příležitost pro využití nevyčerpaných náhrad za nedodržení standardů. [7]

V případě nevyplacení náhrad by mohli provozovatelé distribučních soustav věnovat poměrnou část náhrad stanovenou Energetickým regulačním úřadem na propagaci energetiky na ZŠ a SŠ.

Finance, které by směřovaly na podporu technického vzdělání v oblasti energetiky by mohly být využity například na:

- zajištění a pokrytí nákladů na exkurze studentů do energetických zařízení,
- udělování stipendií pro talentované či sociálně slabší studenty se zájmem o energetiku,
- pořádání energetických soutěží ve spolupráci s vysokými školami,
- publikování energetického časopisu distribuovaného zdarma na ZŠ a SŠ,
- pořádání přednášek o energetice v rámci výuky fyziky na školách,
- ostatní aktivity vedoucí k popularizaci energetiky mezi studenty.

Po vzoru Jižní Koreje by mohlo být zřízeno muzeum energetiky, ve kterém by se mohly pořádat exkurze spojené s přednáškami, jež by byly provázané s dalšími aktivitami, například soutěžemi. Další aktivitou, která je používána v Koreji především pro děti ze sociálně slabších rodin je mentoring, který se začíná stávat populární mezi zaměstnavateli v ČR.

Věřím, že výše zmíněné aktivity by mohly prospět popularizaci technického vzdělání, resp. energetiky a propojených oborů jako IT a komunikace, čímž by se podařilo zajistit do budoucna dostatek kvalifikovaných a zkušených zaměstnanců, kteří jsou základním kamenem pro zajištění kvality a spolehlivosti dodávek nejenom elektrické energie.

Zároveň si dovoluji tvrdit, že takovéto využití peněz z nevyčerpaných náhrad by mohlo být pro distribuční společnosti investicí do budoucna, neboť by pak mohly v konkurenčním prostředí získávat snazší cestou kvalifikované zaměstnance, kteří by měli od svých studijních let s danou firmou pozitivní zkušenost, měli by univerzitní vzdělání a společnost by nemusela vkládat velké výdaje do jejich zaškolování či případné rekvalifikace.



## 6 Závěr

Hlavním tématem diplomové práce je oblast kvality a spolehlivosti dodávek elektrické práce s analýzou možných přístupů pro její zlepšení. Na danou problematiku můžeme nahlížet z několika hledisek. Především prostřednictvím kontinuity dodávek elektrické energie, kvality napětí a kvality komerční. Ve své diplomové práci jsem se vzhledem k obsáhlosti celého tématu zaměřil detailněji na kontinuitu dodávek elektrické energie a částečně jsem se věnoval i komerční kvalitě.

V úvodní části diplomové práce jsem vydefinoval veškeré důležité pojmy, standardy přenosu a distribuce elektrické energie, standardy dodávek elektrické energie či vztahy pro výpočet ukazatelů nepřetržitosti, s kterými jsem následně pracoval při vyhodnocování dosahované úrovně kvality přenosu a distribuce elektrické energie v ČR a zahraničí. Při definování jsem vycházel především z vyhlášky č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice. Součástí byla i definice kategorií přerušení, které hrají důležitou roli při analýze získaných dat či způsob uplatnění náhrad za nedodržení uvedených standardů.

Dalším bodem úvodní části byla definice komerční kvality, která přímo nesouvisí s fyzickým provozováním přenosové a distribuční soustavy. Jako součást komerční kvality jsem zmínil i CSR aktivity. Vzhledem k vlivu energetických společností na úroveň kvality života a životního prostředí je vnímám jako důležitý faktor při naplňování podstaty společensky odpovědné firmy a tím i související komerční kvality dodávek elektrické energie. CSR aktivity můžeme zároveň vnímat i jako nástroj pro získání konkurenčních výhod, pozitivnějšího PR či jako prostředek pro snazší získání či udržení zaměstnanců.

Na úvodní kapitolu jsem navázal částí popisující účastníky energetického trhu z pohledu kvality dodávek elektrické energie. Zde jsem se detailněji zaměřil na konkrétní provozovatele přenosové soustavy a regionálních distribučních soustav, kteří hrají v problematice klíčovou roli. Jejich přístup ke kvalitě a spolehlivosti dodávek elektrické energie jsem měřil především prostřednictvím již vydefinovaných ukazatelů nepřetržitosti. Při analýze jsem pracoval s daty získanými ze zprávy o dosažené úrovni nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny, jež je vydávána každoročně Energetickým regulačním úřadem. Další data jsem čerpal ze souhrnných zpráv o dosažené úrovni kvality přenosu, resp. distribuce elektřiny, jež jsou dle vyhlášky č. 540/2005 Sb., povinně vydávány provozovateli přenosových a distribučních soustav.

Při vyhodnocování ukazatelů nepřetržitosti přenosu elektřiny jsem dospěl k závěru, že je velice složité určit trend vývoje hodnot ukazatelů, neboť ty se v jednotlivých letech výrazně liší v závislosti na událostech v přenosové soustavě i mimo ni, což nejlépe demonstruje rok 2012. V něm došlo k celkem pěti přerušením přenosu elektřiny, z nichž čtyři měla původ v distribuční soustavě. Je tedy velice nutné, aby provozovatelé jednotlivých soustav mezi sebou spolupracovali pro zajištění kvality a spolehlivosti dodávek elektřiny.

Obdobným způsobem jsem vyhodnotil ukazatele nepřetržitosti distribuce elektrické energie. Jednotlivé provozovatele regionálních distribučních soustav jsem mezi sebou neporovnával, jelikož by porovnání bylo vzhledem k rozdílům jednotlivých soustav, např. v oblasti podílu kabelového vedení či počtu zákazníků, velice neobjektivní. Zaměřil jsem se tedy na analýzu vývoje hodnot jednotlivých ukazatelů a podíl kategorií přerušení na hladině nn.

U jednotlivých provozovatelů regionálních soustav nejčastěji docházelo k neplánovaným přerušením za obvyklých povětrnostních podmínek. Zde bych doporučil se zaměřit především na hledání vhodných metod predikce poruch a efektivnější údržbu zařízení, jež by mohla předcházet neplánovaným přerušením. Z hlediska průměrné délky přerušení hrála dominantní roli v roce 2015 plánovaná přerušení. V jejich případě by mohlo dojít k zlepšení ukazatelů pomocí většího podílu práce pod napětím, efektivnějším plánováním přerušení či například využitím nejmodernějších technologií. Svou roli by zde mohl sehrát i Energetický regulační úřad, neboť právě plánovaná přerušení nejsou nijak regulována a případná regulace by nutila provozovatele distribučních soustav k jejich efektivnějšímu vykonávání.

Další část práce jsem věnoval vyhodnocování plnění komerčních standardů distribuce elektřiny v roce 2015. Standardy distribuce elektřiny byly dodržovány ve větší části velice dobře, nicméně se zde našly dva, kde došlo k jejich 10% nedodržení. Celková výše náhrad za nenaplnění vyhláškou stanovených standardů činila 8 571 000 Kč. O finanční náhradu se však nikdo z poškozených odběratelů nepřihlásil. Stejná situace nastala i v roce 2014, kdy navíc společnost ČEZ nedodržela standard předání údajů o měření v 58 760 případech, čímž vznikla teoretická výše jenom za tento standard v hodnotě 152 824 200 Kč. S přihlédnutím k těmto zjištěním jsem usoudil, že na distribuční spolehlivost není z hlediska dodržení standardů komerční kvality vyvíjen žádný tlak, který by je nutil k jejich maximálnímu plnění.

Důvodem pro nečerpání náhrad je dle mého názoru nevědomost odběratelů o této možnosti, resp. nutnosti podat žádost o náhradu do 60 kalendářních dní. Energetický regulační úřad by měl v této oblasti vyvinout větší úsilí a buď lépe informovat odběratele či stanovit automatické vyplacení náhrad například ve formě odečtu náhrady z vyúčtování za elektřinu, jak je to běžné v některých ostatních evropských zemích.

V rámci CSR aktivit vedoucích k zlepšení komerčních kvality jsem uvedl jako příklad vhodný následování mobilní aplikaci EPP: Pomáhej pohybem od společnosti ČEZ. Jejím prostřednictvím dokázala oslovit přes čtvrt milionu obyvatel a podpořit velké množství neziskových projektů. Díky aplikaci a skvělému PR společnost vykonává nejenom veřejně prospěšnou aktivitu, ale rovněž působí pozitivně na své současné a potencionální klienty. Daná aktivita je považována za vzor i pro společnosti mimo energetiku, což potvrzuje umístění na prvním místě v prestižní kategorii Firemní integrovaná kampaň Cen Fóra dárců 2016.

V následující části jsem porovnával Českou republiku v rámci kontinuity dodávek elektrické energie se zahraničím. K porovnání jsem využil šestého benchmarkingového reportu organizace CEER z roku 2016 a zkušeností ze studijního pobytu v Jižní Koreji.

Dle zjištěných dat dosahuje Česká republika nejlepších výsledků z hlediska průměrného počtu přerušení přenosu elektřiny v rámci evropských zemí. Naopak v ukazateli průměrné délky přerušení přenosu elektrické energie si vedeme v porovnání s vybranými evropskými zeměmi hůře. Z toho může vyplývat, že provozovatel české přenosové soustavy nedokáže stejně úspěšně předcházet závažnějším problémům na zařízeních soustavy jako zahraniční provozovatelé. Rovněž zde může být oproti zahraničí velký prostor pro zefektivnění údržby, využití nejmodernějších technologií, rychlejší diagnostiku vzniklého problému a jeho následného odstranění.

Nicméně získané údaje je třeba brát s rezervou, neboť metodiky pro vyhodnocování ukazatelů nepřetržitosti přenosu a distribuce elektrické energie se mohou v každé zemi výrazně lišit. Zároveň je třeba brát v úvahu velikost a kabelizaci jednotlivých soustav. Zmíněné faktory jsou umocněny především u porovnávání distribučních soustav. Svou roli hraje navíc především rozdílná definice délky dlouhodobého přerušení, nevyhodnocování přerušení například na hladině nízkého napětí a rozdílné rozsahy napěťových hladin nn, vn, vnn dané historickým vývojem soustav v konkrétních zemích.

Proto bych výrazně doporučoval organizaci CEER standardizovat přístup k vyhodnocování ukazatelů nepřetržitosti napříč všemi zeměmi spadajícími pod organizaci a navíc reflektování rozdílu v rozloze jednotlivých soustav, míře kabelizace a ve vztahu k povětrnostním či geografickým podmínkám. Jedině při respektování těchto faktorů získáme objektivní možnost porovnávat jednotlivé země mezi sebou.

I přes výše zmíněné nedostatky při porovnání jednotlivých evropských zemí jsem dospěl k následujícím závěrům. Jednoznačně nejlepších ukazatelů nepřetržitosti distribuce zcela očekávaně dosahují země s největším podílem kabelového vedení, tedy Nizozemsko, Dánsko, Švýcarsko a Lucembursko.

Rovněž se i zde objevil potenciál pro snížení ukazatelů nepřetržitosti při plánovaných přerušeních, kde máme v porovnání s Evropou poměrně velkou rezervu. Inspirací nám může být Jižní Korea, která dosahuje světově nejlepších hodnot nepřetržitosti dodávek elektrické energie. I zde je však třeba brát výsledky s jistou rezervou, neboť se mi nepodařilo zjistit, jakým způsobem a z jakých dat dané ukazatele vypočítávají. Jak v práci uvádím, tak Jižní Korea investuje velké prostředky do rozvoje technologií za účelem dosažení světově nejlepší úrovně kontinuity dodávek elektřiny. Snaží se nejenom motivovat lidi k efektivnější spotřebě elektrické energie, ale rovněž stále více propojuje energetiku s IT a komunikačními systémy. Rovněž klade velký důraz na veřejně prospěšné aktivity, což je jedním z důvodů, proč se Jižní Korea umístila na prvním místě v kategorii Doing Business pro oblast energetiky v roce 2014 vyhlášené Světovou bankou.

Jižní Korea mi byla rovněž velkou inspirací pro praktickou část diplomové práce především díky použití dronů, kterými kontrolují stožáry přenosové a distribuční soustavy. Díky jejich využití může kontrola probíhat pod napětím, což pomáhá snižovat množství plánovaných přerušení. Použití dronů navíc zvyšuje bezpečnost práce zaměstnanců, kteří nemusí lézt na stožáry vedení a rovněž i jejich efektivitu, neboť dokáží zkontrolovat za daný časový úsek 3,75x více stožárů.

Obě varianty kontroly jsem porovnal prostřednictvím ukazatele NPV. Především při stanovování investičních nákladů jsem vycházel ze zápisu konference ČK CIREN 2016, kde se problematice užití dronů věnovali v souvislosti s jejich plánovaným nasazením v rámci distribuční soustavy E.ON.

Při stanoveném horizontu 5 let a diskontu sedmi procent vyšel ukazatel čisté současné hodnoty výrazně lépe ve prospěch užití dronů. V rámci výpočtu jsem navíc nepočítal s nedodanou energií, ke které dojde z důvodu přerušení přenosu, resp. distribuce elektřiny během kontroly a je jedním z hlavních důvodů pro použití této technologie. Zmíněná skutečnost vede, vedle zvýšené bezpečnosti zaměstnanců, budoucí možnosti využít navíc termovizi či snímání úrovně vegetace v ochranném pásmu, k mému utvrzení v podobě závěru, že užití dronů by bylo velice prospěšné pro zlepšení kontinuity dodávek elektrické energie.

Nevýhodou zůstává nutnost pořízené snímky dodatečně kontrolovat, čemuž by se mělo předejít vývojem automatizovaného softwaru pro kontrolu a archivaci snímků. Dále užití dronů nenabízí možnost mechanicky zkontrolovat například stav ocelové konstrukce. I přesto může kombinovaný přístup mechanické kontroly a užití dronů přinést efektivnější a rychlejší kontrolu.

V závěru práce jsem se krátce zaměřil i na fenomén nedostatku pracovníků v energetice a nezájmu studentů základních a středních škol o technické obory. Uvedenou skutečnost vnímám jako hrozbu pro budoucnost energetiky, jež může eskalovat v problémy s dodržením kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie. Jako možné řešení nabízím možnost využití nevyzvednutých náhrad vzniklých z nedodržení standardů kvality přenosu a distribuce elektrické energie. Energetický regulační úřad by mohl dle mého názoru přimět distribuční společnosti k investování těchto peněz do popularizace energetiky na základních a středních školách, poskytování stipendií studentům se zájmem o energetiku a zároveň financovat mentoring, který například provozují zaměstnanci korejské energetické společnosti KEPCO. Výše uvedené náklady by se poté společností mohly vrátit v zajištění dostatku zaměstnanců, jejich loajalitě a pozitivním vnímání firmy.

Cílem práce bylo zhodnotit především kontinuitu dodávek elektrické energie a nalézt možnosti pro zlepšení ukazatelů nepřetržitosti. Myslím, že stanovené požadavky jsem naplnil a analýzou možnosti nasazení dronů pro kontrolu stožárů vedení soustav jsem našel vhodný způsob, jakým snížit hodnoty ukazatelů nepřetržitosti pro plánované přerušení, kde má Česká republika v porovnání se světem jistou rezervu. Pozitivně hodnotím i přínos práce pro mě samotného, neboť jsem získal cenné zkušenosti v této důležité části elektroenergetiky. Věřím, že práce navíc nabídne čtenáři komplexní pohled na dodržování kontinuity dodávek elektrické energie.

## 7 Zdroje

- [1] CEER 6th Benchmarking Report on the Quality of Electricity and Gas Supply. CEER [online]. 2016 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: [http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Cross-Sectoral](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Cross-Sectoral)
- [2] ČSN EN 50 160: Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě, 2014 [cit. 2017-01-08].
- [3] Dosahovaná úroveň kvality distribuce elektřiny: Základní informace o dosažené úrovni kvality distribuce elektřiny a souvisejících služeb. ČEZ Distribuce [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/distribucni-soustava/uroven-kvality-distribuce-elektřiny.html>
- [4] HONSA, Petr, Petr LANG a Miloslav FIALKA. Bezpilotní letouny a jejich možná integrace do aktivit v oblasti údržby distribuční sítě: Konference ČK CIRED 2016 [online]. 2016 [cit. 2017-01-08].
- [5] CHEMIŠINEC, Igor. Obchod s elektřinou. Praha: Conte, c2010. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [6] KEPCO Annual Report. KEPCO [online]. 2016 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://home.kepco.co.kr/kepco/EN/C/htmlView/ENCBHP003.do?menuCd=EN030204>
- [7] Nedostatek odborníků ohrožuje energetickou konkurenceschopnost ČR [online]. 2016 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/nedostatek-odborniku-ohrozuje-energetickou-konkurenceschopnost-cr/>
- [8] Pomáhej pohybem [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <http://www.pomahejpohybem.cz/>

[9] Povolení k létání a leteckým pracím [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.andruvision.cz/povoleni-k-letani-letecke-prace/>

[10] Proč být odpovědnou firmou? Business Leaders Forum [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <http://www.csr-online.cz/proc-byt-odpovednou-firmou/>

[11] Souhrnná zpráva o kvalitě distribuce elektřiny. PREDistribuce [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.predistribuce.cz/cs/distribucni-sit/legislativni-predpisy/>

[12] ŠEFRÁNEK, Jan. Spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny a možnosti jejich ovlivňování [online]. Praha, 2014 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: [https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/60902/Disertace\\_Sefranek\\_2014.pdf?sequence=1](https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/60902/Disertace_Sefranek_2014.pdf?sequence=1)

[13] TŮMA, Jiří. Spolehlivost v elektroenergetice. Praha: Conte, 2006. ISBN 80-239-6483-6.

[14] Vyhláška č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice, ve znění vyhlášky č. 41/2010 Sb. Energetický regulační úřad [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/-/vyhlaska-c-540-2005-sb->

[15] World Bank Open Data. World Bank [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <http://data.worldbank.org/>

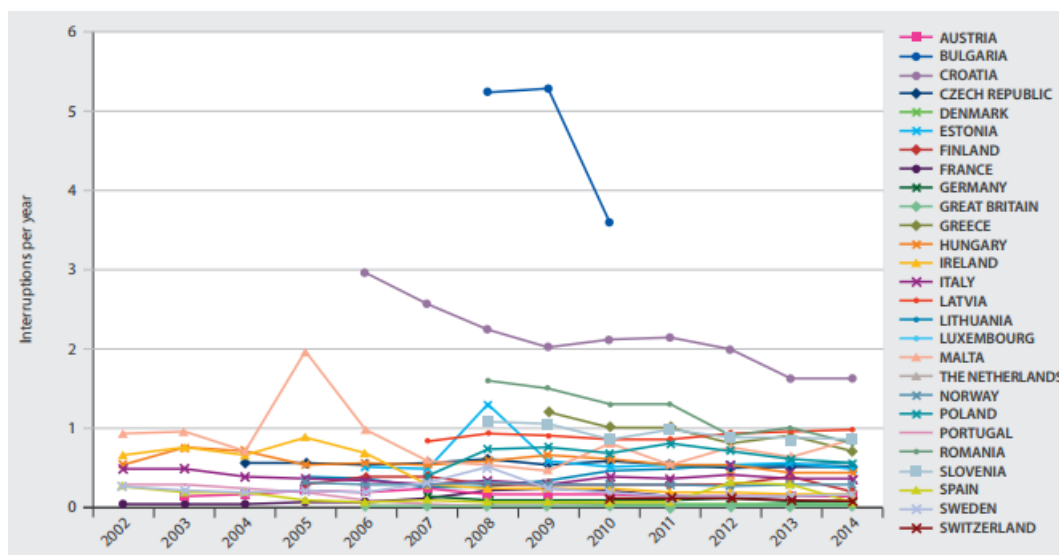
[16] Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 104/2015 Sb. Energetický regulační úřad [online]. www.eru.cz, 2015 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/-/zakon-c-458-2000-sb-o-podminkach-podnikani-a-o-vykonu-statni-spravy-v-energetickych-odvetvich-a-o-zmene-nekterych-zakonu-ve-zneni-zakona-c-104-2015-sb>

[17] Zpráva o dosažené úrovni kvality distribuce. E.ON Distribuce [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.eon-distribuce.cz/o-nas/distribucni-soustava/technicke-informace/elektrina>

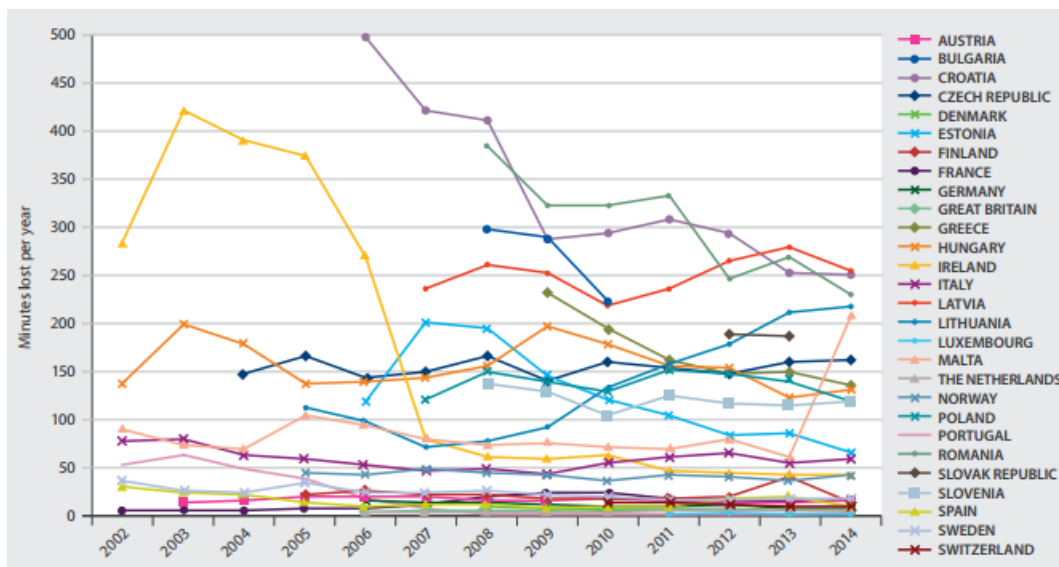
[18] Zprávy o kvalitě. Energetický regulační úřad [online]. 2016 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/elektrina/statistika-a-sledovani-kvality/zpravy-o-kvalite>



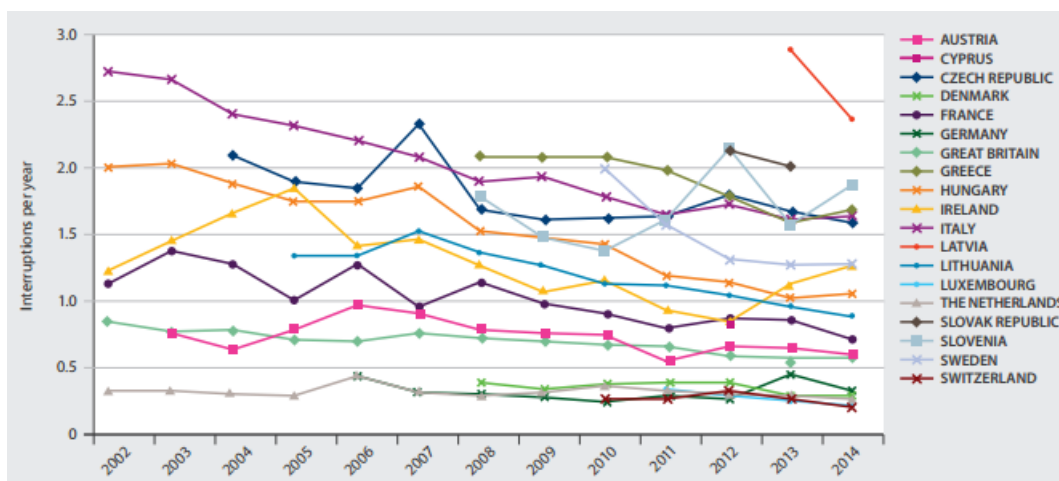
## 8 Přílohy



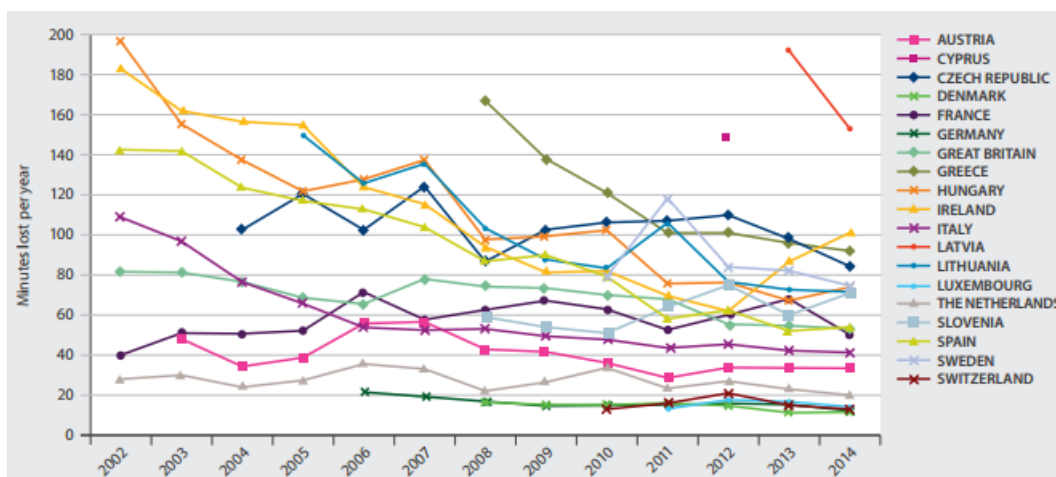
Obrázek 25: Vývoj ukazatele SAIFI pro plánovaná přerušení



Obrázek 26: Vývoj ukazatele SAIDI pro plánovaná přerušení



Obrázek 27: Vývoj ukazatele SAIFI pro neplánovaná přerušení bez výjimečných případů



Obrázek 28: Vývoj ukazatele SAIDI pro neplánovaná přerušení bez výjimečných případů



Povolená matice



Probití izolátoru



Povolená svorka

Obrázek 29: Ukázka fotografií z kontroly stožárů vedení pomocí dronů