

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Dálkově ovládané prvky v distribuční síti na hladině
22kV**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **František ČERVENÝ**
Osobní číslo: **E17B0005K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Téma práce: **Dálkově ovládané prvky v distribuční síti na hladině 22kV**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Zásady pro vypracování

1. Popište provoz distribuční sítě 22kV v oblasti Západ.
2. Popište vývoj, rozdělení a použití rozpínacích prvků v oblasti Západ.
3. Zhodnoťte osazení dálkově ovládaných úsekových odpínačů na hladině 22kV.
4. Porovnejte důsledky manipulací ručně a dálkově ovládaných úsekových odpínačů do ukazatelů SAI-DI/SAIFI v konkrétní lokalitě při řešení poruch.



Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

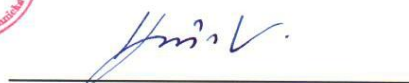
1. Mertlová, Noháčová: Elektrické stanice a vedení.
2. Mertlová, Hejtmánková: Teorie přenosu a rozvodu elektrické energie.
3. Rais, Malý, Pavlíček: Teoretická elektroenergetika I, II.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Konstantin Schejbal, CSc.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **4. října 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **11. června 2020**



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



Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 4. října 2019

Abstrakt

V mé bakalářské práci jsem se pokusil porovnat dopady manipulací ručně ovládanými úsekovými odpínači a dálkově ovládanými úsekovými odpínači na koncového odběratele. Vybral jsem stejný poruchový stav a dopad je zejména při poruchách s ručně ovládanými prvky, které ovládají provozní elektromontéři v místě umístění ovládacího prvku, a prvky s dálkovým ovládaním, se kterými dokážou manipulovat oblastní dispečeri ze vzdáleného dispečinku. Hodnocení je definováno z pohledu dopadu na koncové odběratele.

Klíčová slova

Odpínač, dispečer, distribuční soustava, odběratel, manipulace, SAIDI, SAIFI, porucha, napěťová pauza.

Abstract

In this bachelor's thesis I tried to evaluate the effects of manipulation, especially in case of failures, with manual controls, which are controlled by operational electricians at the location of the control, and elements with remote control, which can manipulate regional dispatchers from remote control. The evaluation is in terms of the impact on end customers.

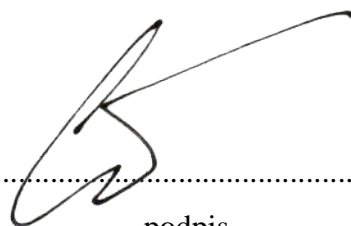
Key words

Switch-disconnector, dispatcher, distribution system, customer, manipulation, SAIDI, SAIFI, fault, voltage pause.

Prohlášení

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

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



.....
podpis

V Plzni dne 16.6.2020

František Červený

(Nepovinná část)

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Konstantinu Schejbalovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Vánišovi a Ing. Vladimírovi Kirchnerovi za trpělivost a cenné informace k tématu.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 PROVOZ DISTRIBUČNÍ SÍTĚ V OBLASTI ZÁPAD	11
1.1 PROVOZ SÍTĚ	14
1.2 KABELOVÉ VEDENÍ	15
1.2.1 Vedení paprskové.....	16
1.2.2 Smyčková (okružní) síť (jeden napáječ).....	16
1.2.3 Smyčková síť (více napáječů).....	17
1.2.4 Uzlová síť.....	17
1.3 VZDUŠNÉ VEDENÍ	18
1.3.1 vodiče vzdušného vedení.....	18
1.3.2 Podpěrné body.....	19
1.3.3 Konzoly vzdušného vedení.....	21
1.3.4 Konzoly pro IZV.....	23
1.3.5 Konzoly pro závěsné kabely.....	25
1.3.6 Podpěrné izolátory.....	25
1.3.7 Závěsné izolátory.....	26
1.3.8 Trafostanice.....	27
1.3.9 Uzemnění podpěrných bodů.....	28
1.3.10 Ochrana proti přepětí.....	28
2 VÝVOJ ROZPÍNACÍCH PRVKŮ V OBLASTI ZÁPAD	30
2.1 BEZKOMOROVÉ ÚSEKOVÉ ODPÍNAČE ROVINNÉ A SVISLÉ	31
2.2 ODPÍNAČE SE ZHÁŠECÍMI KOMORAMI.....	37
2.3 JEDNOPÓLOVÉ ODPÍNAČE	39
2.4 RECLOSER	40
3 OSAZENÍ DÁLKOVÝCH ÚSEKOVÝCH ODPÍNAČŮ NA HLADINĚ 22KV	42
3.1 RYCHLÁ MANIPULACE.....	44
3.1.1 Situace č.1, kde je DOÚO osazen na všech místech č. 1 až č. 4:.....	47
3.1.2 Situace č.2, kde je DOÚO osazen na č. 2:.....	48
3.1.3 Situace č.3, kde jsou osazeny všechny ROÚO:.....	49
3.2 DETEKCE PORUCH.....	51
3.3 OCHRANA ZAŘÍZENÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY	52
4 DŮSLEDKY MANIPULACÍ RUČNÍHO A DÁLKOVÉHO ÚSEKOVÉHO ODPÍNAČE	52
ZÁVĚR	62
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	64
PŘÍLOHA Č.1:	1
PŘÍLOHA Č.2:	1
PŘÍLOHA Č.3:	2
PŘÍLOHA Č.4:	3
PŘÍLOHA Č.4:	3

Seznam symbolů a zkratek

NN – nízké napětí

VN – vysoké napětí

VVN – velmi vysoké napětí

ZVN – zvlášť vysoké napětí

MVE – malá vodní elektrárna

FVE – fotovoltaická elektrárna

DTS – distribuční transformační stanice

PPN – práce pod napětím

IZV – izolované vodiče VN

JN – jednoduchý nosný závěsný izolátorový řetězec

JK – jednoduchý kotevní závěsný izolátorový řetězec

DN – dvojitý nosný závěsný izolátorový řetězec

DK – dvojitý kotevní závěsný izolátorový řetězec

ÚO – odpojovač, odpínač, spínač či vypínač na podpěrném bodu

TS – transformační stanice

ČSN – Česká státní norma

DS – distribuční soustava

ŘPÚ – řád preventivní údržby

RZ – rozvodné zařízení

OZ – opětovné zapnutí, beznapěťová pauza vypínače

ROÚO – ručně ovládaný úsekový odpínač

DOÚO – dálkově ovládaný úsekový odpínač

N_j – počet odběratelů s omezením dodávky

T_j – délka j. manipulačního kroku

PDS – provozovatel distribuční soustavy

PPDS – pravidla provozovatele distribuční soustavy

RO – regulačním období.

Úvod

V dnešní době je elektřina velmi důležitá a málokdo si dokáže život bez elektřiny představit. U velkých podniků a firem, které jsou spotřebiteli na hladinách distribuční soustavy 22kV a 110kV, se elektřina stala běžnou nedílnou samozřejmostí, protože každá nedodávka by měla velký finanční dopad. Ale tato samozřejmost se dostává i na nižší hladiny napětí jako je 0,4kV, kde jsou soukromí podnikatelé a školy, úřady, ale i běžné domácnosti. V neposlední řadě se jedná o možné ohrožení zdraví osob a zvířat. Proto se stává trendem čas na opětovné zprovoznění elektřiny stále zkracovat. Některá omezení jsou plánovaná, jedná se o různé opravy, rekonstrukce a odstávky z důvodu řádu preventivní údržba. S tímto druhem je počítáno v dostatečném časovém předstihu a veškeré manipulace se spínacími prvky jsou důkladně promyšlené a propočítané, tak aby odstávka měla co nejmenší dopad na koncového odběratele a zároveň byla odstávka co možná nejkratší. Při plánování těchto odstávek se musíme řídit pravidly ve smyslu energetického zákona § 25 odst. (3) písm. (c) bod 5, takto odběratel nesmí být omezen v průběhu 7 kalendářních dní v součtu více než na 20 hodin. V období od 1.4. do 31.10. odstávka nesmí trvat déle než 12 hodin a v období 1.11. až 31.3. nesmí překročit 8 hodin, v období od 15.12. do 1.1. se nesmí vypínat vůbec. Dalším omezením pro neuskutečnění odstávky je venkovní teplota, pokud klesne pod 15 °C, dispečer odstávku nepovolí. Ale jsou tu odstávky, které nelze naplánovat a mnohdy ani předvídat. Jedná se o poruchy na vzdušném nebo kabelovém vedení. Tyto neplánované odstávky jsou nejčastěji způsobeny povětrnostními podmínkami, atmosférickým přepětím atd. V první okamžicích této nedodávky je nejdůležitější správná a rychlá manipulace s ovládacími prvky, a tedy lokalizování poruchy. Až poté se může odstraňovat konkrétní porucha. V mnoha případech se dokáže vymezení porucha jen s nepatrným omezením, a někdy dokonce i bez omezení koncového spotřebitele.

1 Provoz distribuční sítě v oblasti Západ

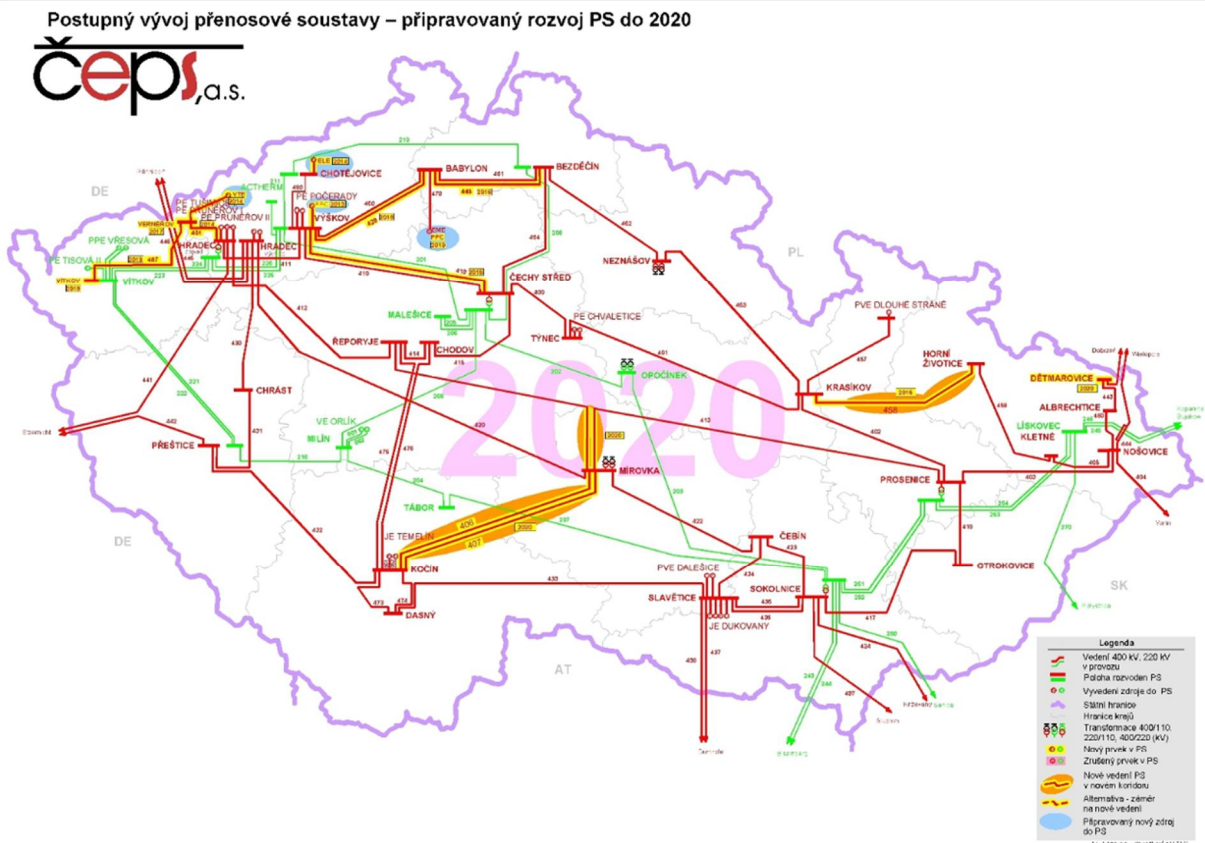
Elektrizační soustava se skládá z výroben (elektrárny, teplárny), přenos rozvodu (jednotlivé podpěrné body a vodiče) a spotřebičů elektrické energie (velkoodběry a maloodběry). Ke každé napěťové hladině je zapotřebí transformovat napětí, a to mají za úkol elektrické stanice. Aktivní elektrizační soustavou je tok elektrické energie od zdroje výroby až ke koncovému odběrateli. Pasivní část se nazývá část bez výroby. V tabulce č.1.1. jsou rozděleny jednotlivé napěťové hladiny.

Tab.1.1. Rozdělení hladin elektrizační soustavy

Nízké napětí (NN) [kV]	0,4/0,23	Distribuční soustava
Vysoké napětí (VN) [kV]	3,6,10,22,35	Distribuční soustava
Velmi vysoké napětí (VVN) [kV]	110	Distribuční soustava
Velmi vysoké napětí (VVN) [kV]	220	Přenosová soustava
Zvláště vysoké napětí (ZVN) [kV]	400	Přenosová soustava

- *Přenosová soustava*

Přenosovou soustavu na území České republiky provozuje společnost ČEPS a.s. V ČR jsou dvě napěťové hladiny 220kV a 440kV. Na územní ČR se nachází 3735 km vedení v napěťové hladině 400kV a 1909 km vedení v napěťové hladině 220kV, pro představu obr. č.1.1. Hladinou se přenáší elektrina mezi výrobou a distribucí. Touto soustavou jsou propojeny uzly a výroby velkých výkonů, jako jaderné, tepelné, vodní a větrné elektrárny. Díky dimenzování soustavy na velké vzdálenosti jsme touto soustavou propojeni se zahraničím. Přenosová soustava je označována také jako nadřazená. V současné době se opouští hladina 220kV a jakmile prochází linka rekonstrukcí, již se dimenzuje na hladinu 400 kV. [1], [3], [19]



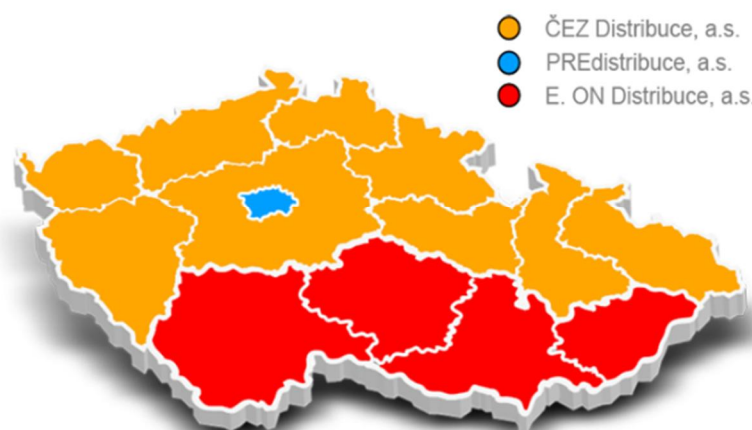
Obr. č.1.1.1. - Přehledová mapa přenosové soustavy k roku 2020

- *Distribuční soustava*

V naší republice distribuční soustavu provozují tři společnosti. Pro ilustraci se nechá provozování rozdělit podle územních krajů, viz obr. č.1.2.

- PRE a.s. provozuje kraj Hlavní město Praha.
- ČEZ Distribuce a.s. provozuje Středočeský, Plzeňský, Karlovarský, Ústecký, Liberecký, Královehradecký, Pardubický, Olomoucký, Moravskoslezský kraj.
- E.ON Distribuce a.s. provozuje Jihočeský, Vysočina, Jihomoravský a Zlínský kraj.

Distribuční soustava tvoří převážnou část elektrizační soustavy. Páteří této soustavy je napěťová hladina 110 kV (VVN), která převážně spojuje jednotlivé elektrické stanice a také velké spotřebitele. Tato napěťová hladina se dále transformuje v elektrických stanicích na 35kV, 22kV, tyto jsou poté rozvedena do měst a menších obcí. Slouží k připojení středně velkých spotřebitelů, menším výrobnám MVE, FVE a k další transformaci. Tato hladina je již transformována v menších trafostanicích na napěťovou hladinu 10kV, 6kV a 0,4kV. Napěťové hladiny 6kV a 10kV jsou ve městech považovány za neperspektivní a jsou určeny na dožití a k náhradě systémem 22kV nebo 35kV. Nejnižší napěťová hladina 0,4kV je pro běžné spotřebiče a domácnosti. [1], [3], [20], [24], [25]



Obr č.1.2 – Rozdělení ČR dle provozování distribuční soustavy

V oblasti západních Čech (dále jen oblast západ, vyznačeno na obr. č.1.3.) je provozovatelem společnost ČEZ Distribuce a.s. Tato společnost v celé České republice zásobuje oblast o rozloze 52001 km² a celkem 3 673 908 odběratelů na všech hladinách distribuční soustavy. Konkrétně se jedná o 110 velkoodběrů – VVN, 14 736 velkoodběrů VN, 437 262 maloodběrů podnikatelé NN a 3 221 800 maloodběrů domácnosti NN. Celkově provozované vedení je na hladině VVN 28 km kabelového a 9 973 km vzdušného vedení. Na hladině VN je to 10 839 km kabelového a 40 166 km vzdušného vedení. Nakonec hladina NN, kde je provozováno 58 547 km kabelového a 46 280 km vzdušného vedení. Pokud se zaměřím jen na oblast západ je to na hladině VVN 7 km kabelového a 1591 km vzdušného vedení. U hladiny 22 VN provozuje 1 170 km kabelového a 7 467 km vzdušného vedení. A jako poslední uvádím hladinu NN, kde je 7 081 km kabelového 6 336 vzdušného vedení. Všechny uváděné hodnoty jsou k roku 2019. Vše je zobrazeno v tab. č.1.1 a v Tab. č.1.2. V provozování oblasti Západ není distribuční hladina napětí 35kV, je zde pouze napěťová hladina 22kV. [9], [10]

Tabulka č.1.1 – Počty hladinových zákazníků a délky hladinových vedení v r.2019

Napěťová hladina	nn	vn	vvn
Počet zákazníků [-]	3 683 374	14 736	110
Celkové množství distribuované elektřiny [MWh]	14 551 465	14 823 562	6 487 638
Délka kabelových vedení [km]	58 547	10 839	28
Délka venkovních vedení [km]	46 280	40 166	9 973

Tabulka č.1.2 – Délky hladinových vedení pro oblast západ v r.2019

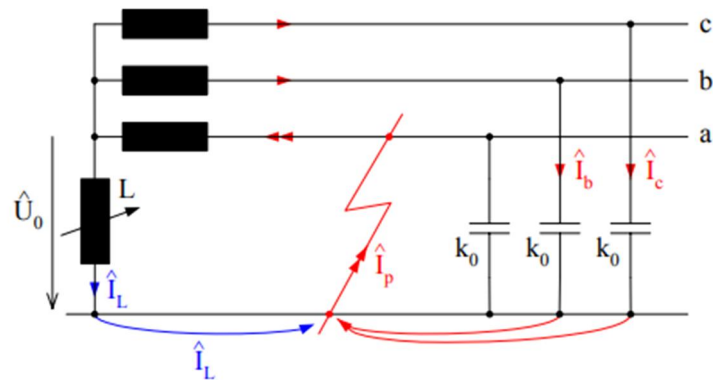
Napěťová hladina	nn	vn	vvn
Délka kabelových vedení [km]	7081	1170	7
Délka venkovních vedení [km]	6336	7467	1591



Obr. č.1.3. - Oblast západ provozovaná ČEZd

1.1 Provoz sítě

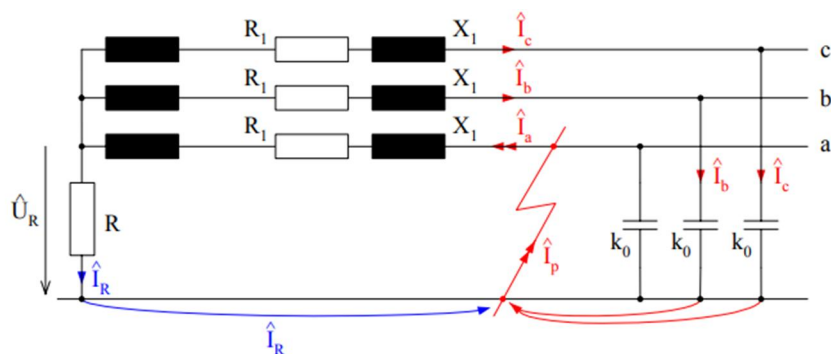
- S izolovaným uzlem VN přes zhášecí tlumivku (Petersenova tlumivka).
Toto zapojení se používá u vzdušného vedení. Tlumivka je zapojena mezi zem a transformátorový uzel, jak je zobrazeno na obr. č.1.4. Za bezporuchového chodu se neprojevuje kapacitní proud je $U_0 = 0$. V případě jednofázového zemního spojení, které nastává nejčastěji vlivem poruchy, vznikají kapacitní proudy. Tento kapacitní proud, dokáže zhášecí tlumivka vykompenzovat díky protifázovému impedančnímu proudu. Zhášecí tlumivka je plynule regulovaná z důvodu proměnné hodnoty zemního proudu, který je ovlivňován galvanickým spojením vedení sítě. Při ideálním vykompenzování $I_L = I_p$ místem poruchy neteče žádný proud. Další výhodou je pozitivní vliv na rychlejší zhášení poruchového oblouku. [1], [4], [26]



Obr. č.1.4. - Třífázové vedení s izolovaným uzlem přes zhášecí tlumivku

- S izolovaným uzlem přes rezistor.

U kabelového vedení je problematické naladění zhášecí tlumivkou, proto se provozuje síť s izolovaným uzlem, která je spojena se zemí přes rezistor. Síť je zobrazena na obr. č. 1.5. Při zemním spojení u kabelového vedení vzniká trvalá porucha, při které jsou namáhány zdravé fáze vedení. Vzniká zde nebezpečí více poruch. Nedá se potlačit oblouk jako u vzdušného vedení. Vzniklý poruchový proud klesá se vzdáleností od rozvodny. Tento poruchový proud omezím činným odporem rezistoru. [1], [2], [4], [26]



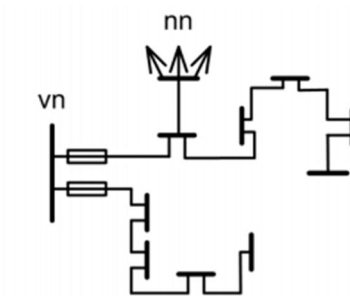
Obr. č.1.5. - Třífázové vedení s izolovaným uzlem přes činný odpor

1.2 Kabelové vedení

Kabelovou sítí vedení VN se rozumí rozvody provedené vysokonapětovými kabely uloženými v zemi, kabelových kanálech a na kabelových lávkách nebo roštích. O kabelovém vedení mluvíme, když přechází vzdušné vedení do kabelu a svodem do země, a naopak. Další možností jsou přímé vývody z rozvodny zařízení, které jdou přímo do kabelové trafostanice. Budování nových kabelových vedení VN se odráží ve zvyšování a nárůstu kapacitních proudů v dané oblasti. Následkem tohoto zvyšování je nutné provádět zjišťování velikosti hodnot kapacitních proudů a důsledně provádět kontroly uzemnění i u stávajících zařízení VN. [1], [15], [16], [17]

1.2.1 Vedení paprskové

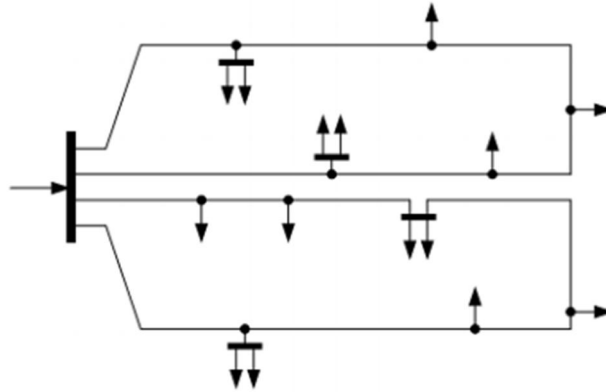
Kabelové vedení VN (paprsek) vychází z napájecího místa (rozvodna VN či spínací stanice, venkovní vedení VN, trafostanice) a zásobuje jednu nebo maximálně dvě trafostanice, můžeme vidět na obr. č.1.6. Takovéto kabelové vedení VN není vzájemně propojeno s jiným kabelovým vedením VN (paprskem). Používá se v oblastech s běžnými nároky na spolehlivost. V případě poruchy přívodního vedení VN nebo trafostanice dochází k přerušení dodávky elektrické energie minimálně po dobu nutnou k zajištění náhradního napájení, nebo odstranění poruchy [15], [16], [17].



Obr. č.1.6. - Schéma paprskové sítě

1.2.2 Smyčková (okružní) síť (jeden napáječ)

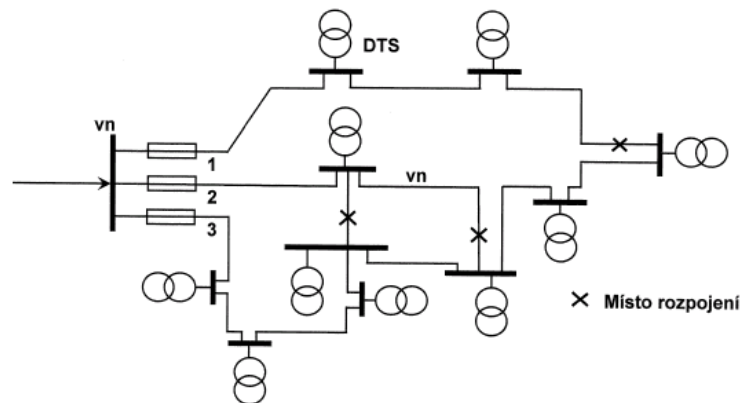
Je tvořena jedním rozvodným distribučním vedením, řešeným jako jedno okružní vedení, které může napájet max. 14 trafostanic. Vychází z jedné rozvodny VN a je zaústěno do jedné nebo dvou spínacích stanic nebo do výchozí, či druhé rozvodny VN. Vedení musí být dimenzováno na zatížení celé oblasti, kterou zásobuje. Síť se provozuje obvykle jako rozepnutá. Jednotlivé trafostanice jsou připojeny smyčkami na napájecí vedení. V případě poruchy distribučního vedení VN dochází k přerušení dodávky elektrické energie po dobu vymanipulování poruchy a zajištění náhradního napájení. Na obr. č.1.7. je přiblížený vzhled zapojení [15], [16], [17].



Obr. 1.7. - Schéma okružní sítě

1.2.3 Smyčková síť (více napáječů)

Tato síť je tvořena několika napájecími vedeními zaústěnými do několika spínacích stanic, trafostanic nebo rozvodů VN, jak je zřejmé z obr. č.1.8. Ty pak mohou být propojené s jinými stanicemi, tzv. záložními spoji, obvykle rozepnutými. Jednotlivé trafostanice jsou připojeny smyčkami na napájecí vedení. V případě poruchy distribučního vedení VN dochází k přerušení dodávky elektrické energie, také jako u předchozího případu, po dobu vymanipulování poruchy a zajištění náhradního napájení [10], [16], [17].

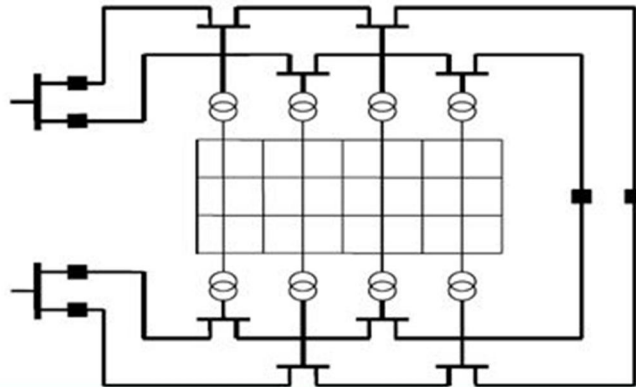


Obr. č.1.8. - Schéma smyčkové sítě napájená z více zdrojů.

1.2.4 Uzlová síť

V této síti je zabezpečena každá trafostanice z několika možných zdrojů. Z hlediska zabezpečení dodávky je tato síť nejspolehlivější, ale ochrana proti zkratům je obtížnější a nejsložitější. Zvláštním typem uzlové sítě je mřížová síť. V případě poruchy distribučního vedení VN dochází k přerušení dodávky elektrické energie, také jako u předchozího případu,

po dobu vymanipulování poruchy a zajištění náhradního napájení. Schéma je znázorněno na obr. č.1.9 [15], [16], [17].



Obr č. 1.9. - Schéma mřížové sítě

1.3 Vzdušné vedení

Venkovním vedením VN se rozumí holé vodiče, jednoduché izolované vodiče a slané závěsné kabely umístěné na podpěrných bodech. Výstavba vzdušného vedení je ekonomicky méně nákladná než výstavba kabelového vedení. Další výhodou je jeho snadnější a rychlejší oprava, včetně identifikace poruchy. Jeho velkou nevýhodou ale představuje náchylnost k poruchám a malá odolnost vůči povětrnostním podmínkám a atmosférickým přepětím, které jsou čím dál častějším jevem. Vzdušné vedení je provozované téměř stejně jako kabelové, jen s malou modifikací.

- Paprsky od kmenové linky. Tento model je nejčastější v méně zastavěných oblastech s odlehlými místy. Je velmi nespolehlivý a nejnáchylnější k výpadkům elektriny.
- Okružní s jedním nebo více zdroji, tento způsob provozování je již spolehlivější, díky více možnostem záložního napájení.
- Kmenové vedení je ve velkých aglomeracích, k důležitým odběratelům, v průmyslových zónách.

Nejdůležitější prvky vedení jsou podpěrné body včetně zemních částí, konzoly, izolátory, vodiče, svodiče (omezovače) přepětí, uzemnění. Důležitou součástí vzdušného vedení jsou ÚO. [6], [9], [10]

1.3.1 vodiče vzdušného vedení

- *holé vodiče*

Na oblastí západ se zpravidla používají hliníkové vodiče s ocelovým jádrem 42-AL1/7-ST1A, 66-AL1/11-ST1A, 100-AL1/25-ST1A, 110-AL1/22-ST1A, 143-AL1/25-ST1A.

- *Izolované vodiče*

Na oblasti západ se osazují izolované vodiče hliníkové s jednoduchou (základní) izolací. Z hlediska ochrany před nebezpečným dotykem živých částí mají vlastnosti shodné s holými vodiči. Vedení se navrhuje shodně jako vedení s vodiči holými, pouze s menší mezifázovou vzdáleností. Vyžadují zvýšenou ochranu proti přepětí. Používají se typy o průřezích 50 mm², 70 mm² a 120 mm². [8], [9]

- *Závěsné kabely VN*

Kabely jsou s plnou izolací a stíněním, složené ze tří jednožilových kabelů a ocelového nosného lana (univerzální třížilové samonosné). Vzhledem k vyšším pořizovacím nákladům se použijí pouze v lokalitách, kde je vyloučeno použití holých vodičů, IZV a zemní kabel. Vzhledem k jejich technickým a ekonomickým požadavkům, jsou nevhodné. [8], [9]

1.3.2 Podpěrné body

Jsou používány podpěrné body betonové, dřevěné, ocelové plechové a ocelové příhradové stožáry. Mezi podpěrné body jsou počítány trafostanice jednosloupové, dvousloupové, čtyřsloupové, příhradové a zděné objekty, včetně objektů se zaústěným vedením. [5], [7]

- *Betonové sloupy*

Patří mezi nejčastěji používané podpěrné body pro jednoduchá vedení, zřídka i pro dvojité a vícenásobná vedení, v provedení viz tabulka č.1.3. Barevné značení čela vrcholu sloupu podle síly viz tabulka č.1.4. [5], [7]

Tabulka č.1.3 - Přehled rozměrů používaných podpěrných bodů na oblasti Západ

Typ sloupu EPV	Celková délka [m]	Jmenovitá vrcholová síla [kN]	Jmenovitý moment v místě vetknutí [kN·m]	Hloubka založení [m]	Vnější průměry [mm]		Hmotnost [kg]
					vrchol	pata	
9/1,5	9,0	1,5	11,25	1,5	115	205	360
9/3	9,0	3,0	22,20	1,6	180	305	884
9/4,5	9,0	4,5	33,30	1,6	180	305	880
9/6	9,0	6,0	44,40	1,6	225	335	1194
9/10	9,0	10,0	72,00	1,8	225	335	1242
9/3-II	9,0	3,0	22,20	1,6	180	305	797
9/4,5-II	9,0	4,5	33,30	1,6	180	305	797
9/6-II	9,0	6,0	44,40	1,6	250	370	1213
9/10-II	9,0	10,0	72,00	1,8	250	370	1320
9/15-II	9,0	15,0	108,00	1,8	250	370	1386
9/20-II	9,0	20,0	140,00	2,0	250	370	1448
10,5/3	10,5	3,0	26,10	1,8	180	320	1097
10,5/4,5	10,5	4,5	39,10	1,8	180	320	1097
10,5/6	10,5	6,0	52,20	1,8	225	350	1455
10,5/10	10,5	10,0	85,00	2,0	225	350	1544
10,5/12	10,5	12,0	102,00	2,0	225	350	1550
10,5/15	10,5	15,0	127,50	2,0	245	360	1545
10,5/15	10,5	15,0	127,50	2,0	225	350	1545
10,5/20	10,5	20,0	170,00	2,0	245	380	2031
10,5/25	10,5	25,0	212,50	2,0	245	380	2160
12/3	12,0	3,0	30,00	2,0	180	335	1323
12/4,5	12,0	4,5	45,00	2,0	180	335	1325
12/6	12,0	6,0	60,00	2,0	225	365	1726
12/10	12,0	10,0	98,00	2,0	225	365	1872
12/12	12,0	12,0	120,00	2,0	225	365	1872
12/13	12,0	13,0	130,00	2,0	225	365	1872
12/15	12,0	15,0	150,00	2,0	225	365	1920
12/20	12,0	20,0	200,0	2,0	245	380	1980
13,5/6	13,5	6,0	69,00	2,0	225	380	1927
13,5/10	13,5	10,0	115,00	2,0	225	380	1955
13,5/12	13,5	12,0	138,00	2,0	225	380	2200

Tabulka č.1.4 – značení podpěrných bodů používaných na oblasti Západ

síla v kN	barva
1,5	bílo černá
3,0	černá
4,5	bílá
6,0	zelená
10,0	černá
12,0	žlutá
15,0	modrá
20,0	fialová
25,0	červeno-žlutá

- *Dřevěné sloupy*

Používají se pro jednoduché vedení, zřídka i pro dvojitá vedení. Nejvíce osazované v těžko dostupných místech pro mechanizaci, dále v lesních průsecích, z důvodu pružnosti a odolnosti při pádu stromu. Značení těchto podpěrných bodů je v tabulce č.1.5. [5], [7]

Tabulka č.1.5 značení a rozdělení dřevěných podpěrných bodů

Značení	pojmenování
J, Jp	jednoduchý do země, na patku;
D, Dp	složený dvojitý do země, na patky;
Š, Šp	složený dvojitý s rozkročením 1,0 m do země, na patky
A, Ap	složený dvojitý s rozkročením 2,5 m do země, na patky.

- *Ocelové příhradové stožáry*

Používají se zejména pro dvojitá, vícenásobná vedení a tam, kde nevyhovují výškově či silově betonové a dřevěné sloupy. Osazení těchto podpěrných bodů je nejdražší varianta. Rozdělení podle výšky a síly viz. tabulka č.1.6. [5], [7]

Tabulka č.1.6 rozdělení ocelových podpěrných bodů podle výšky a síly

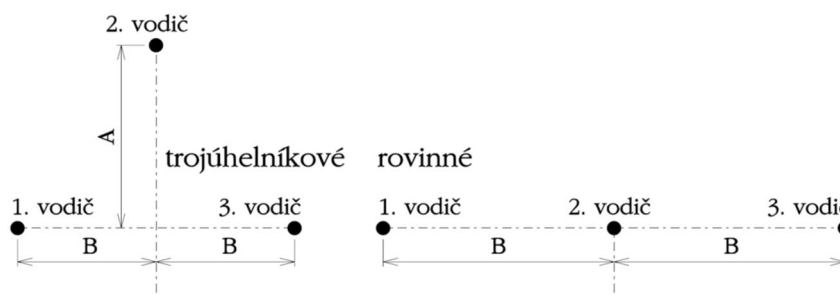
Typová síla [kN]	Typová délka příhradového stožáru [m]						
	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0
12,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0
20,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0
30,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0
40,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0
50,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0
60,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0
70,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0
80,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	21,0	24,0

1.3.3 Konzoly vzdušného vedení

Použití konzole je závislé na druhu vzdušného vodiče, síle podpěrného bodu, účelu použití a fázové vzdálenosti.

- *Jednoduchá vedení na betonových a dřevěných sloupech*

Použití konzole trojúhelníkového a rovinného tvaru níže uvedeno na obr. č.1.10.

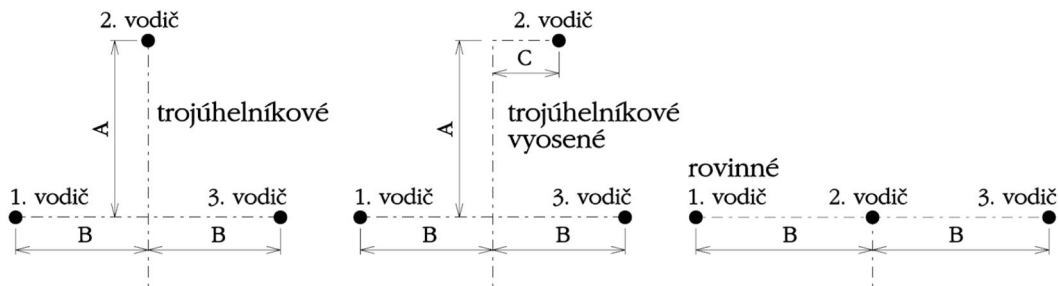


Obr. č.1.10. - Používané konzole pro jednoduchá vedení na betonové a dřevěné sloupy

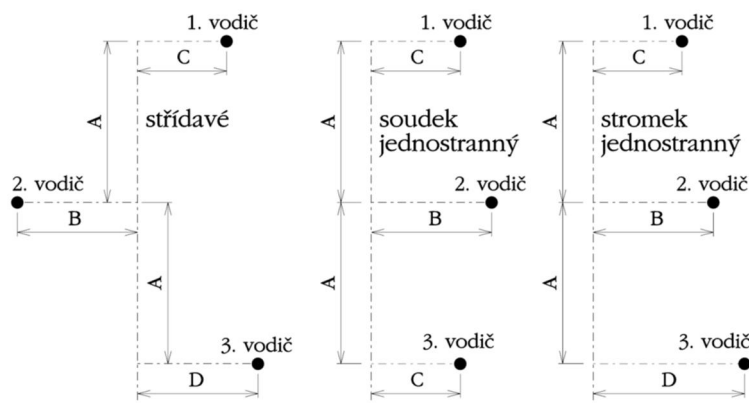
- *Jednoduché vedení na ocelových příhradových stožárech*

Stejně jako u předchozího případu, ale rozšířeno o vyosené trojúhelníkové provedení, uvedeno na obr. č.1.11. Z důvodu dodržení vzdáleností a jiné nutnosti výstavby je další

možností osazení rozšířeného uspořádání vodičů, viz obr. č.1.12. [5], [7], [8], [11]



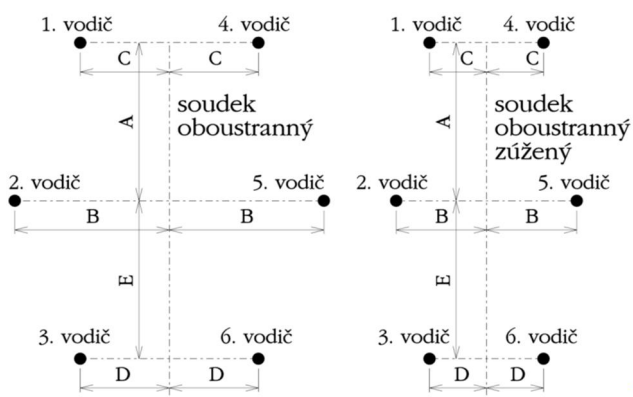
Obr. č.1.11. - Používané konzole pro jednoduchá vedení na ocelové příhradové stožáry



Obr. č.1.12. - Používané konzole pro jednoduchá vedení s větší vzdáleností jednotlivých vodičů na ocelové příhradové stožáry

- *Dvojitě vedení na betonových sloupech*

Pro hlavní linky se často používá zdvojené vedení nebo dvě vedení na jednom podpěrném bodě. Uspořádání na obr. č.1.13. [7], [8], [11]

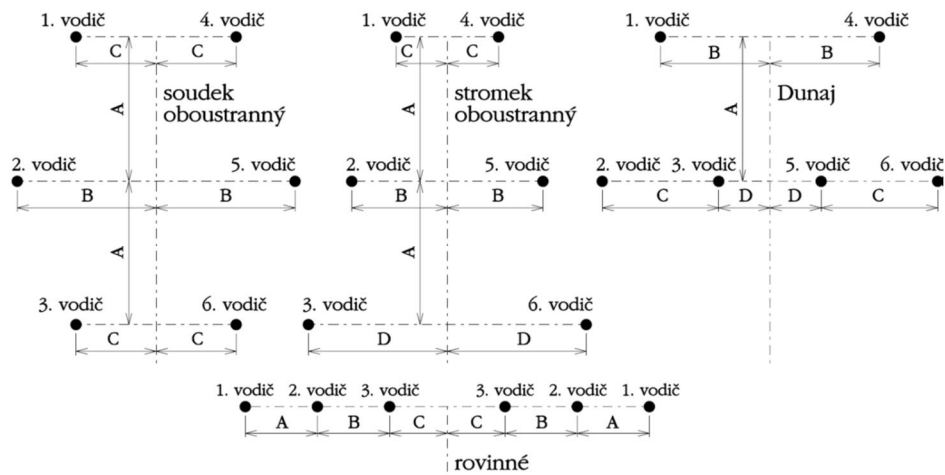


Obr. č.1.13. - Používané konzole pro dvojitá vedení na betonové sloupy

- *Dvojitě vedení na ocelových příhradových stožárech*

Pro ocelové stožáry se osazuje typ konzoly soudek oboustranný nebo Dunaj, jak je

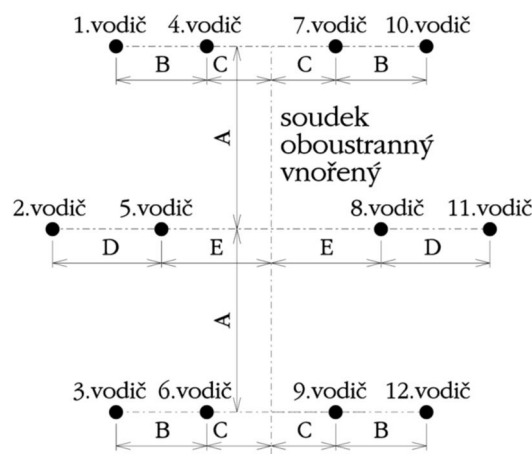
vidět na obr.č.1.14. [7], [8], [11]



Obr. č.1.14 Používané konzole pro dvojitá vedení na ocelové příhradové stožáry

- *Vícenásobné vedení na ocelových příhradových stožárech*

Pro vícenásobná vedení, viz obr. č. 1.15., se již možnosti osazení konzoly snížily pouze na jediný typ, a to je uspořádání vodičů jako soudek oboustranný vnořený.

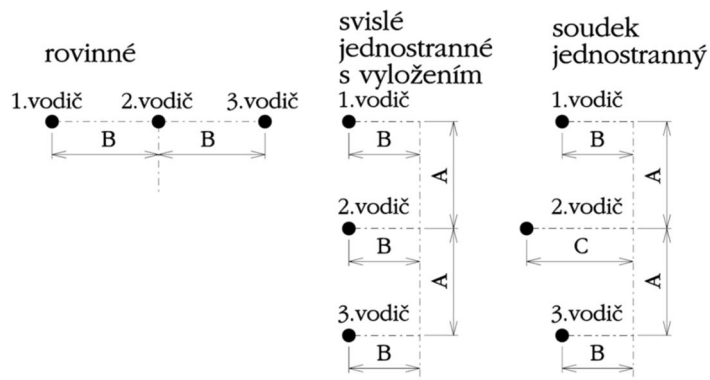


Obr. č.1.15 - Používané konzole pro vícenásobné vedení na ocelové příhradové stožáry

1.3.4 Konzoly pro IZV

- *Jednoduché vedení IZV na dřevěných, betonových sloupech a ocelových příhradových stožárech*

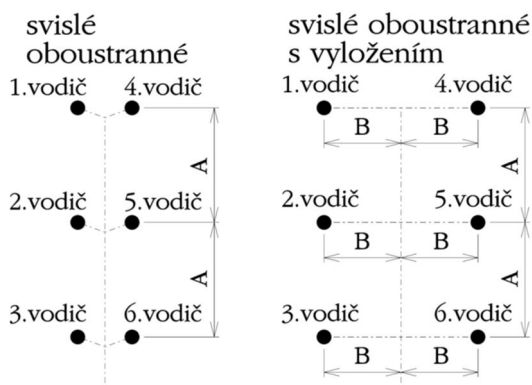
U izolovaného vedení se používají konzoly s rovinným uspořádáním nebo jednostranné, viz obr č.1.16. [7], [8], [11]



Obr. č.1.16. - Používané konzole pro jednoduchá vedení IZV na dřevěných, betonových sloupech a ocelové příhradové stožáry

- *Dvojité vedení IZV na dřevěných a betonových sloupech*

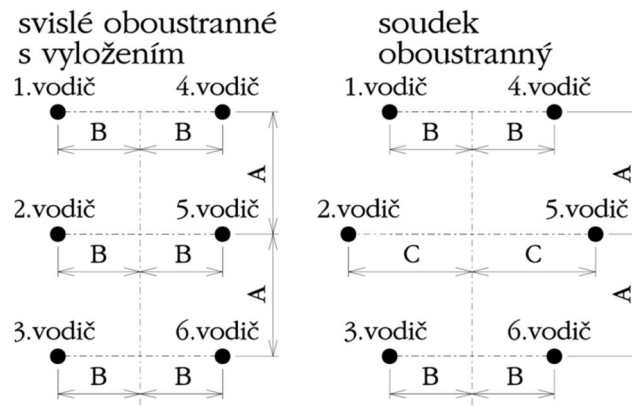
U dvojitého vedení pro IZV na dřevěných sloupech se používají dva druhy konzol, a to svislé oboustranné a svislé oboustranné s vyložením. Rozdělení vodičů a profil konzoly je vidět na obr. č.1.17. [7], [8], [11]



Obr. č.1.17 - Používané konzole pro dvojitá vedení IZV na dřevěné, betonové sloupech

- *Dvojité vedení IZV na ocelových příhradových stožárech*

U dvojitého vedení pro IZV na ocelových příhradových stožárech se používají dva druhy konzol, svislé oboustranné s vyložením a soudek oboustranný. Rozdělení vodičů a profil konzoly je vidět na obr. č.1.18. [7], [8], [11]



Obr. č.1.18. - Používané konzole pro jednoduchá vedení IZV na ocelové příhradové stožáry

1.3.5 Konzoly pro závěsné kabely

Slaněné kabely jsou uchyceny pomocí kotevních svorek upevněných na podpěrném bodě pomocí nosné nebo kotevní objímky. Tento způsob uchycení je shodný u všech typů podpěrných bodů i dvojitého a vícenásobného vedení. [7], [8], [11]

1.3.6 Podpěrné izolátory

Podpěrné izolátory jsou další důležitou částí vzdušného vedení VN. Jejich účelem je oddělit vodič od konstrukce podpěrného bodu, nebo také od jiného vodiče. S rostoucí napětovou hladinou rostou i rozměry izolátoru a počty sukének. Podpěrné izolátory jsou vyrobeny z různých materiálů, keramické, polymerové a u starých vedení je možno vidět skleněné, ale ty se již nepoužívají. [8], [10], [11]

- *Izolátor keramický bez výřezu*

Používá se pro holé vodiče k uchycení vodičů, k podpěře šablon a k vytvoření bezpečnostního závěsu. Pro uchycení vodičů se používají předformované boční omega vazy. Tyto izolátory nejsou vhodné pro práce PPN, vyobrazeno na obr. č.1.19.



Obr. č. 1.19. - Podpěrný keramický izolátor bez výřezu VPA

- *Izolátor keramický s výřezem*

Používá se pro holé vodiče a IZV, k jejich uchycení, k podpěře šablon a vytvoření

bezpečnostního závěsu. Pro uchycení vodičů se používají předformované středové vazy. Tyto izolátory jsou vhodné pro práce PPN, vyobrazeno na obr. č. 1.20.



Obr. č. 1.20 - Podpěrný keramický izolátor s výřezem LWP

- *Podpěrné izolátory polymerové*

s hlavovou svorkou se šroubem, které se používají k uchycení holých vodičů a IZV pomocí hlavové svorky, přednostně pro PPN a v místech nepřístupných mechanizaci. Nebo s hlavovou svorkou s okem včetně pohyblivé bezpečnostní záklopky, které se používají k uchycení holých vodičů a IZV pomocí hlavové svorky pouze pro PPN na vzdálenost, vyobrazeno na obr. č. 1.21. [8], [10], [11]



Obr. č. 1.21 - Podpěrné izolátory polymerové

1.3.7 Závěsné izolátory

Jsou součástí JN, JK DN, DK pro holé vodiče i IZV

- *Závěsné izolátory keramické*

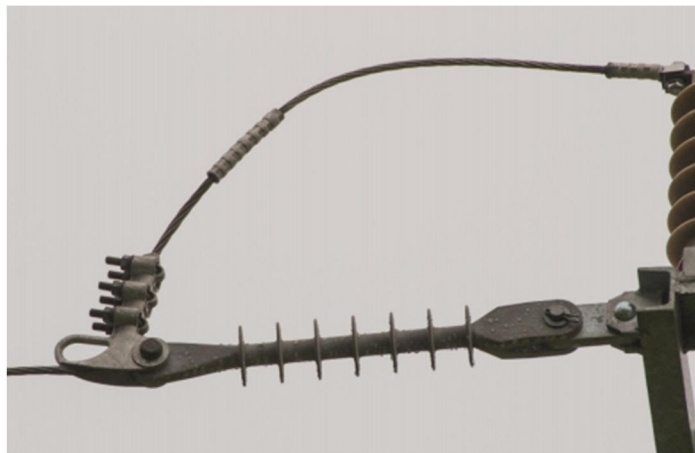
Jsou ukončeny armaturami z temperované litiny s pánvičkami pro napojení paliček. Přednostně se využívají při opravách stávajícího zařízení. U nových vedení jsou pro svoji hmotnost vhodné pro JN (DN), obr. č. 1.22. [8], [10], [11]



Obr. č. 1.22 - Závěsný izolátor keramický

- *Závěsné izolátory polymerové*

Jádro izolátoru je složeno ze skelných vláken a kovových pouzder. Skelná vlákna jsou tažena do smyčky tvaru „∞“. Z jedné strany jsou ukončeny okem s otvorem a z druhé strany vidlicí s otvory pro čep, obr. č. 1.23. [8], [10], [11]



Obr. č. 1.23 - Závěsný izolátor polymerový, včetně kotevní svorky.

1.3.8 Trafostanice

Trafostanice VN/NN slouží především k transformaci jmenovitého napětí z 22kV na 0,4 kV. Trafostanice je vybavena VN částí, kde jsou svodiče přepětí VN, pojistky VN a vše je svedeno na průchodky primární části transformátoru. Z průchodek sekundární části transformátoru je vedení vyvedeno do NN rozvaděče a po odjištění rozvedeno k odběratelům. Trafostanice rozdělím podle použití:

- Pro kabelové vedení VN
Jsou zřizovány blokové (kompaktní) transformační, ve kterých smyčkuje nebo končí, kabel VN nebo mají vývod na vzdušné vedení. [10], [14]

- Pro vzdušné vedení
Mají převážně jeden vzdušný přívod.
 - Jednosloupová
 - Dvousloupová
 - Čtyřsloupová
 - Příhradová
 - Zděná (komínová)

1.3.9 Uzemnění podpěrných bodů

Pro uzemnění, uzemňovací přívod a hlavní ochranný vodič na trafostanicích se používá pásek FeZn opatřený značením umístěným pod místem připojení v délce minimálně 4 cm zelenými a žlutými pruhy nátěrem barvou nebo smrštitelnou trubici. Hlavní ochranný vodič je u betonových a dřevěných sloupů veden po povrchu dřívku, kde je ve výšce cca 1,5 metru nad terénem napojen pomocí zkušební svorky na uzemňovací přívod. Pásek FeZn je uchycen ke dřívku pomocí nerezových pásků. U podpěrných bodů s ocelovými dřívky (příhradové stožáry a plechové sloupy) je zkušební svorka nahrazena přivařenými ocelovými plechy. Uzemňovací přívod je veden po povrchu betonového základu a připojuje se na určené části. Uzemnění ÚO a stožárových či sloupových trafostanic je prováděno minimálně dvěma ekvipotenciálními kruhy. [10], [11]

1.3.10 Ochrana proti přepětí

Vedení je vystaveno nepříznivým účinkům atmosférického přepětí, které vzniká buď přímým úderem do vedení, nebo indukcí při nepřímých úderech. Projevuje se výpadky dodávky, zhoršením kvality dodávané energie, zničením zařízení sítě VN nebo zkrácením její životnosti. Ochrana před přepětím se provádí umístěním ochranných prvků do vedení, jedná se o hrotová jiskřiště, omezovače přepětí, omezovače přepětí s jiskřišti a podpůrnými ochrannými opatřeními, výběhová lana, uzemnění podpěrných bodů. [8], [10], [12]

- *U vedení s holými vodiči*
Vzhledem k vysokým nákladům v poměru k účinnosti ochrany se nechrání umístěním zvláštních ochranných prvků. Při přímém úderu blesku do vodičů nebo do

uzemněných konstrukcí se přepětí sníží přeskokem k zemi, a tím se omezí rozsah šíření přepětí vlny po vedení. Svým umístěním chrání tyto ochranné prvky i venkovní síť VN. Z hlediska svodu impulsních bleskových proudů se ocelové a betonové podpěrné body považují za vodivé. U vedení na dřevěných sloupech je nutné uzemnit konzoly na sloupech minimálně 1x na každý 1 km vedení a na všech odbočeních vedení. Za uzemnění konzol pro tento účel se považuje i uzemnění ÚO.

- *U vedení s IZV*

U IZV se vybitím přepětí přeskokem k zemi poškodí izolace a toto místo se nadále stává zdrojem poruch. Je nutné nasazovat ochranné prvky ve zvýšené míře, především v případech jako jsou začátky a konce vedení s IZV, místa, kde se vyžaduje zvýšená bezpečnost a se zvýšenou možností výskytu atmosférických přepětí. Pro ochranu IZV se přednostně použijí hrotová jiskřiště, která se montují u podpěrných izolátorů. Jeden hrot je umístěn na propichovací svorce na vodiči a druhý na samostatné konstrukci, uchycené na konzole, v dostatečné vzdálenosti od podpěrného izolátoru. Vzdálenost mezi hroty je u 22 kV – 12 cm, u 35 kV – 15 cm. Použití nosné konstrukce (konzoly) jako jiskřiště není dovoleno. Jiskřiště je možné rovněž vytvořit na JN a JK [8], [10], [12]

- *U TS stožárové, sloupové a věžové*

Chrání se omezovači přepětí, umístěnými v kombinovaných pojistkových spodcích, montovaných na konstrukce TS. U atypických případů lze umístit svodiče přepětí přímo na vodiče. [12]

- *U přechodu vzdušného vedení do kabelu*

Kabel se na přechodu z vedení vždy na obou koncích chrání omezovači přepětí se jmenovitým výbojovým proudem 10 kA, na které musí být přímo připojeny koncovky VN daného kabelu, uzemněné na jednom uzemňovacím bodě a galvanické propojení musí být co nejkratší. [8], [10], [12]

2 Vývoj rozpínacích prvků v oblasti západ

Osazení rozpínacích prvků se provádí na vhodné podpěrné body zpravidla na přístupných místech. Účelem spínání a odpojování je vytvoření nebo přerušení přenosové cesty při zatíženém nebo nezatíženém, případně poruchovém stavu vzdušného vedení VN. Pokud je úsečník použitý na kabelové vedení, jedná se vždy o přechod kabel – vzduch. Jelikož jsou to, dle mého názoru, nejdůležitější prvky distribuční soustavy, podléhají pravidelným kontrolám, v rámci ŘPÚ, a to podle typu a stáří jednotlivého prvku se určuje vhodný časový interval. U starších typů úsekových odpínačů (US22, UO 22, USV 25) je interval čtyři roky. Ostatní typy se považují za nové a zde je interval osmiletý. Oba dva revizní intervaly jsou určeny vnitrofiremními předpisy. Rozdělení dle typu a počet osazených kusů je zobrazen v tabulce č. 2.1. U rozpínacích prvků umístěných v hlavních linkách nebo u velkých přípojek, se tyto revize provádějí četou PPN VN bez přerušení dodávky elektrické energie. Díky četě PPN VN nemá revize dopad na koncové odběratele. [18], [21]

Manipulační prvky rozdělím podle:

- počtu pólů na jednopólové a třípólové.
- umístění na rovinné, svislé, podkošové nebo do vodičů.
- jmenovitého proudu a zapínání do zkratu. Jsou to vypínače schopné spínat zkratové proudy (reclosery), odpínače komorové schopné spínat jmenovité proudy, pro časté spínání na odpínače bezkomorové pro spínání omezených proudových hodnot a odpojovače schopné spínat pouze proud naprázdno transformátoru o maximálním výkonu 630 kVA.
- způsobu manipulace na ručně ovládané a dálkově ovládané přes GSM z vzdáleného dispečinku.

Tabulka č.2.1. rozdělení podle typu a počet osazených kusů na oblasti západ

Typ odpínače	počet osazených kusů na oblasti západ
FLA 15/60 všechny modifikace	1836
FLA 15/60 25 JEDNOPOL	40
FLA 15/6400 25	704
FLB 15/60	1135
FLB 6400	1
FLC GB 25 všechny modifikace	573
FLE 25/400	81
FLRM-V 25	23
GVR 27	2
KBE 3D 25	49
LEV 25	4
OSM 25	10
OTE 25/400	763
R 6400 25	72
UE6 25	4723
UO 22	446
US 22	168
USV 25	59
UVE 25	396
VLK 25	1

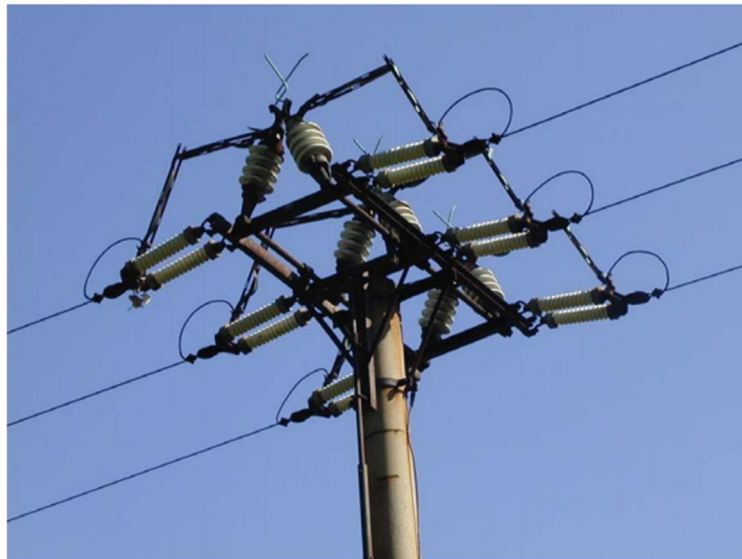
2.1 Bezkomorové úsekové odpínače rovinné a svislé

U bezkomorových úsekových odpínačů dochází ke zhášení elektrického oblouku pomocí kontaktních růžků. Ty jsou umístěny na koncích silového kontaktu každé fáze. Při vypínání přejde oblouk ze silových kontaktů na slabé kontaktní růžky. Při dokončení vypnutí jsou růžky dostatečně vzdálené, aby oblouk bezpečně uhasl, tím zabráníme opalu silového kontaktu. Tato vypínací schopnost bezkomorových úsekových odpínačů funguje pouze do cca 25 A. Proto se tyto odpínače umísťují před trafostanice nebo pro přípojky s omezeným proudovým zatížením. Jedná se o ručně spínané odpínače. Od spínacích kontaktů přes mechanismus je svedeno táhlo, většinou přes dva klouby, až k patě podpěrného bodu, ve výšce cca 1 m od země, odkud se již nechá bezpečně ovládat na pokyn dispečera z dispečinku, pověřeným elektromontérem. I přes relativně bezpečné ovládání musí montér dodržovat zásadní bezpečnostní pokyny. Patří do nich nasazená přilba a gumové rukavice s odolností do 35kV. Na oblasti je umístěno celkem cca 9512 ks bezkomorových úsekových odpínačů několika typů. Záměrně vyzdvihnu nejobsazenější typy, protože některé typy

odpínačů jsou zastoupeny jen jednotkami kusů a jsou spíše výjimkou, jako je například VLK 25, LEV 25, CUB 25, FLB 6400, znázorněno v tab. 3.1., z tohoto důvodu je vynechám.

- *US 22*

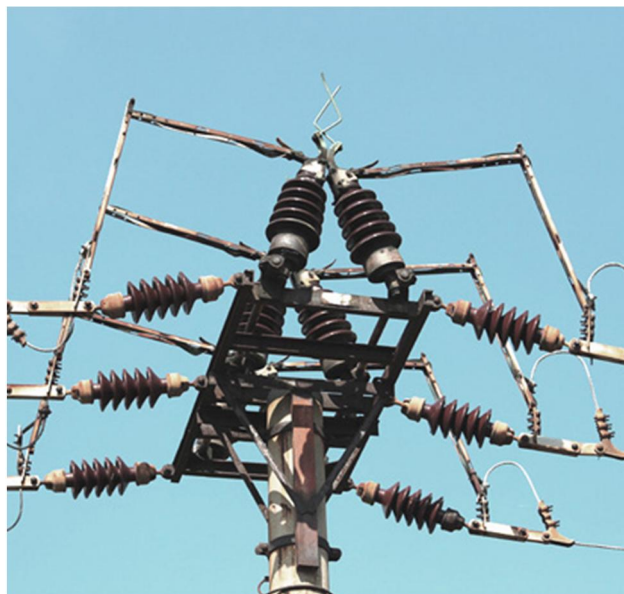
Tento typ bezkomorového úsekového odpínače vyráběla firma SEZ Krompachy v letech 1948–1974. Na oblasti západ je jejich osazeno několik desítek kusů. Jak je zřejmé z obr. č.2.1., spínací část je tvořena párovými pohyblivými kontakty. Kontakt je tlakový z masivního bronzu, tři kontakty jsou pevné a tři odpružené. Izolátory kontaktů jsou připevněny přes pružnou vložku k držákům hybné hřídele. Celý mechanismus je umístěn na rámu, který je svařený z profilů různých tvarů. Přeskokové napětí mezi kontakty je za sucha 110 kV a za deště 84 kV. Spínání a rozpínání úsečníku se uskuteční pomocí kliky umístěné u paty podpěrného bodu ve výšce cca 1 m od země přes táhlo tvořené ocelovými trubkami. Na táhle je umístěn závit pro přesné doladění tlaku kontaktů a tahový izolátor. Vodiče jsou uchyceny přes kotevní svorky „pistole“ a kotevní izolátory. Kontakty jsou spojeny přes měděné pásky s vodiči VN. [21]



Obr. č. 2.1 - Bezkomorový úsekový odpínač US22

- *UO 22*

Tento typ odpínače je podobný jako US 22. Jedná se o modernějšího nástupce firmy SEZ Krompach, který vyráběla od poloviny 70. let až do poloviny 90. let 20. století. Rozdíly oproti staršímu typu jsou zřejmé na obr. č. 2.2. Zde je již uchycení izolátoru pomocí šroubu ke kyvné části odpínače a jiný typ izolátorů. Mechanismus spínání je velmi podobný. Největší bolestí těchto odpínačů je praskání kontaktních izolátorů. [21]



Obr. č. 2.2 - Bezkomorový úsekový odpínač UO22

- *USV 25*

Dalším typem odpínače je USV 25, opět od firmy SEZ Krompachy. Na tomto modelu je nejvýraznější změna v konstrukci rámu, viz obr. č. 2.3. I na tomto modelu také často praskají kontaktní izolátory. [21]

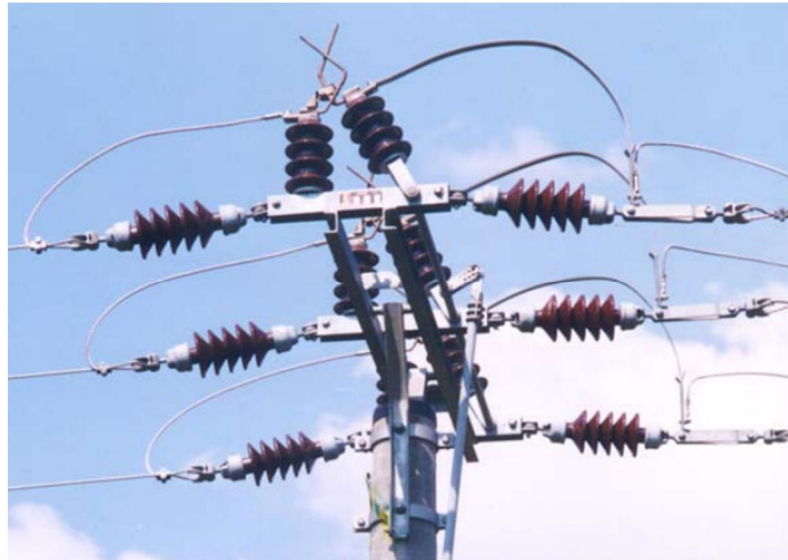


Obr. č.2.3 - Bezkomorový úsekový odpínač USV25

- *FLB 15/60*

Prvním zástupcem firmy Dribo je Flb 15/60, je pro vypínání vybaven zhášecími růžky, viz obr. č.2.4. Jelikož je zde pouze jedna hybná část, druhá je pevná, mechanismus vypínání se velmi zjednodušil. Táhlo je ovládané přes klouby. Jsou zde použity keramické izolátory. Tyto izolátory velmi často praskají, proto se v současné

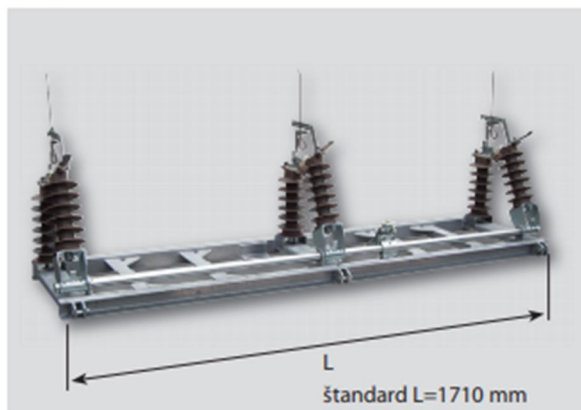
době všechny odpínače přezbrojují a izolátory se mění za kompozitní izolátory. [22], [27]



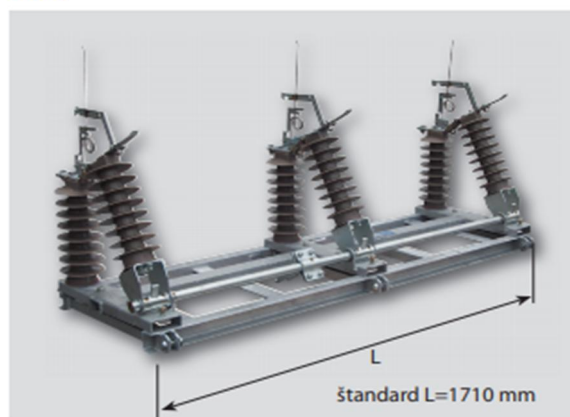
Obr. č. 2.4 - Bezkomorový úsekový odpínač Flb 15/60

- *UVE 25 a UE 6 25*

Typy UVE 25 a UE 6 25 jsou z dílny SEZ Krompachy a jedná se o nejnovější zástupce bezkomorových odpínačů. Jsou si velmi podobné, jak je zřejmé z obr. č.2.5. s č. 2.6. Nepatrným rozdílem jsou kontaktní kompozitní izolátory. Na UVE jsou izolátory o něco vyšší a mají o dvě sukénky více. Provedení je dvouřadé, každý pól kontaktu odpínače je tvořen pohyblivou a pevnou částí s kompozitním izolátorem. Kontaktní ústrojí je z mědi se stříbrnou povrchovou úpravou. Kontakt se dělí na hlavní kontakt a pomocný kontakt. Pomocný kontakt je ve tvaru pružiny. Při vypínání se nejprve rozeprve hlavní kontakt a pomocný stále drží, v momentě, kdy je hlavní kontakt v dostatečné vzdálenosti, aby nemohlo dojít k přeskoku, vypne se i pomocný. Díky pružině dojde velmi rychle k uhašení oblouku. Ovládání odpínače je ruční přes táhlo a převodní klouby. [21], [23], [28], [29]

UE 6

Obr. č. 2.5. - Bezkomorový úsekový odpínač UE 6 25

UVE

Obr. č. 2.6. - Bezkomorový úsekový odpínač Flc GB

- *Flc 25*

Je velmi podobný předchozím odpínačům, co se týče kontaktního ústrojí i celkového vzhledu. Kontaktní izolátory jsou také kompozitní, vyrábí je firma Dribo. Tento typ odpínače má mnoho modifikací. Na obr. č. 2.7 je vidět základní provedení odpojovače Flc. Dalším typem je Flc GB (R, K, P, N, S) jedná se o podkošové nebo svislé odpínače, Prostřední pár kontaktů je vyosený od středu, proto ho dokáže osadit četa PPN VN pod klasickou konzoly nebo poškozený odpínač, viz obr. č.2.8. [21], [22], [27]



Obr. č. 2.7 - Bezkomorový úsekový odpínač Flc – základní provedení



Obr. č. 2.8 - Bezkomorový úsekový odpínač Fle GB – podkošové provedení osazené četou PPN VN

- *R6400 25*

Prvním typem svislého odpínače je R6400/25 s keramickými izolátory, v současné době nahrazen typem FTTr od firmy Dribo, který má již izolátory s cykloalifatické pryskyřice. Kontaktní ústrojí je tvořeno silovými růžky, jak je vidět na obr. č. 2.9. [21], [22], [27]



Obr. č. 2.9 - Dvojice svislých bezkomorových úsekových odpínačů R6400 25

- *KBE D3 25*

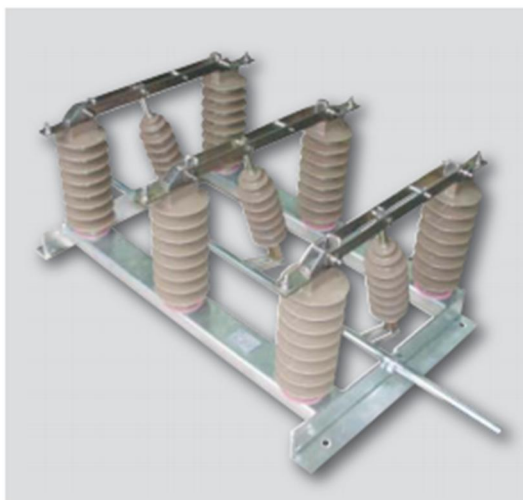
Jedná se o svislý odpínač firmy IVEP, s devíti keramickými izolátory, vyobrazen na obr. č.2.10. Kontaktní ústrojí je tvořeno hlavním kontaktem a pomocným kontaktem na pružině. [21], [30]



Obr. č. 2.10 - Bezkomorových úsekových odpínačů KBE D3 25

- *OTE 25/400*

Jedná se o současný typ svislého odpínače od firmy SEZ Krompachy s devíti kompozitními izolátory, viz obr. č.2.11. V každé fázi jsou dva krajní pevné a prostřední pohyblivý. Existují další podružné typy, například odpínač s pojistkami, který se používá přímo pro trafostanice. [22], [29]



Obr. č. 2.11 - Bezkomorový svislý úsekový odpínač OTE 25/400

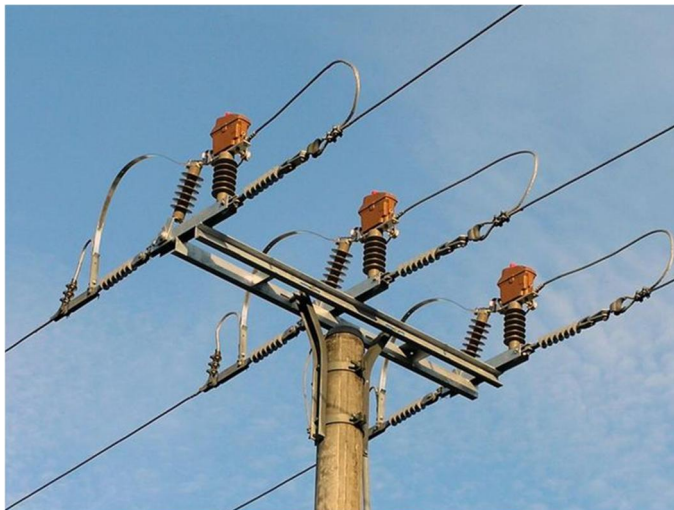
2.2 Odpínače se zhášecími komorami

Tento druh odpínačů se osazuje do hlavních linek venkovního vedení nebo do přípojek s větším počtem trafostanic. Díky zhášecím komorám jsou schopné vypnout větší provozní proudy než bezkomorové. Zhášecí komory jsou naplněny olejem, kde uhasíná vypínací oblouk. V případě kompozitních podpěrných izolátorů jsou osazovány s dálkovým ovládním.

- *FLA 15/60*

Odpínač vyráběný firmou Dribo, se zhášecími komorami. U starších typů odpínačů

byly osazovány silové kontakty s keramickými izolátory. Nově osazované typy jsou již s izolátory kompozitními a staré typy se přezbrojují. Tento typ odpínače je nejčastěji používaným typem se zhášecími komorami na oblasti Západ. Kontaktní ústrojí se skládá z hlavního kontaktu a z pomocného kontaktu, který je přes vidličku spojen se zhášecí komorou, viz obr. č. 2.12. Zhášecí komora je naplněna cca 0,5 litru oleje. U nejnovějších typů je střední kontakt vyosený, takže je možné odpínač použít jako podkošový, který dokáže osadit četa PPN VN. [27]



Obr. č. 2.12 – Odpínač se zhášecími komorami FLA 15/60

- *FLA 15/6400*

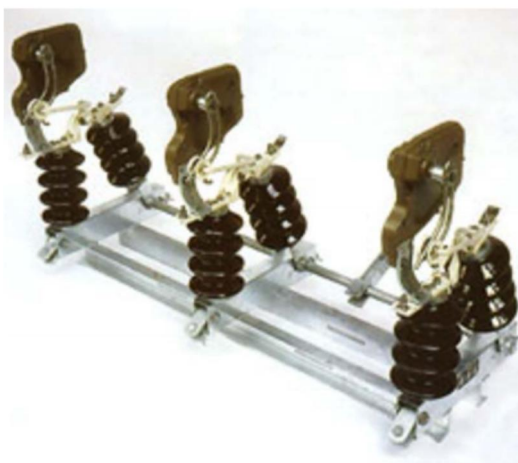
Odpínač je tvořen devíti kontaktními keramickými izolátory, nově již kompozitními, a je montován na podpěrné body jako svislý, zobrazen na obr. č. 2.13. [21], [27]



Obr. č. 2.13 – Svislý odpínač se zhášecími komorami FLA 15/6400

- *FLE 25/400*

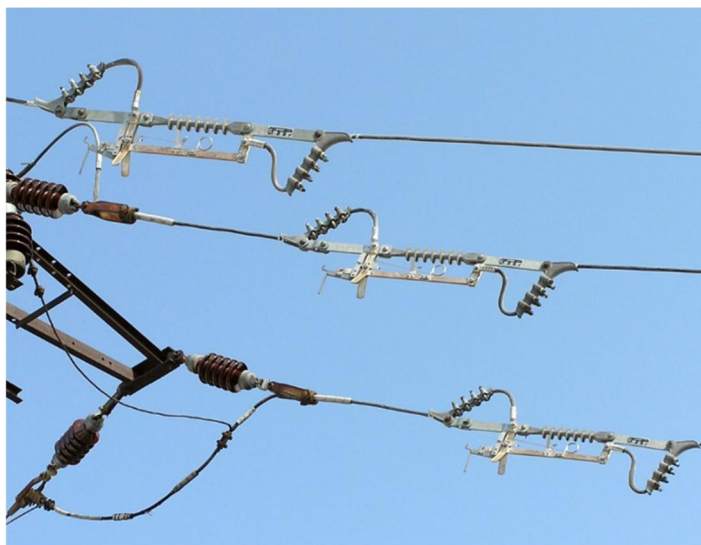
Tento typ odpínače vyrábí firma IVEP a je dalším typem se zhášecími komorami. Na obr. č. 2.14 je ještě s keramickými kontaktními izolátory, ale nové typy jsou již osazovány silikonovými izolátory. [22], [27]



Obr. č. 2.14 – Odpínač se zhášecími komorami Fle 25/400

2.3 Jednopolové odpínače

Tento typ odpínače se používá k odpojení bez zátěže. Četa PPN VN jednopolové odpínače dokáže jak namontovat, tak i demontovat bez přerušení elektřiny. Velké využití mají při rekonstrukcích vzdušného vedení. Velkým trendem se dnes stávají i při ŘPÚ nebo opravách, jelikož díky použití těchto odpínačů dokážou snížit dopady odstávky na koncového odběratele. Nechají se osadit téměř kamkoli. Omezením pro četu PPN VN je pouze přístupnost konkrétního podpěrného bodu. Oba dva druhy, které se používají na oblasti západ, jsou od firmy Dribo. Jedná se o Flrm – k, který se používá na kotevní izolátor a Flrm – v, zobrazen na obr. č. 2.15, který se používá přímo na vodiče. [32]



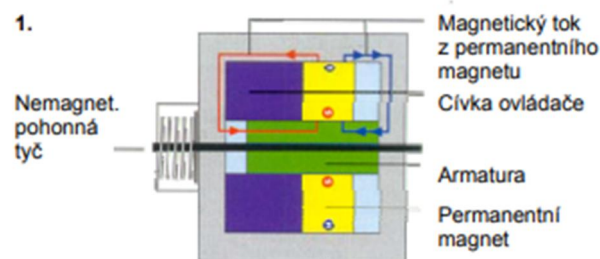
Obr. č. 2.15 – Jednopolový odpínač Flrm-v zavěšený v lanech

2.4 Recloser

Na rozdíl od úsekového odpínače dokáže recloser vypínat zkratové proudy. Celá vypínací část je uvnitř recloseru, takže jedinou vizuální kontrolou o vypnutí nebo zapnutí je terčík. Proto se před a za recloser vřazují do vedení jednopólové odpínače.

- *GVR 27*

Na oblasti západ je tento typ od firmy Dribo osazen pouze ve dvou případech. Automatické vypínání nebo zapínání je zajištěno jednocívkovým magnetickým pohonem, zobrazeno na obr. č. 2.16, který je společný pro všechny fáze, proto je zajištěno symetrické vypínání nebo zapínání. Cívka je buzena ve dvou protichůdných směrech, pro zapnutí a vypnutí. Reclosery jsou opatřeny kombinací vakuové zhášecí komory a kompaktní jednotky s dielektrickým plynem FS₆, který je použitý jen jako izolace. Stav recloseru je možné sledovat vizuálním okénkem, a navíc je stav monitorován na dispečinku. Reclosery jsou osazovány na dlouhé problematické přípojky, přímo na podpěrné body, viz obr. č. 2.17. Recloser má funkci vypínače, tedy dokáže vypnout zkratový proud. Proto pokud identifikuje zkratový proud nebo napětí, provede beznapěťovou pauzu (OZ), kterou opakuje dvakrát a potřetí vypne natrvalo (takto je to nastaveno na oblasti západ). Tuto činnost odešle na příslušný dispečink a vše je zaznamenáno. [31]



Obr. č. 2.16 – detail jednocívkového magnetického pohonu v GVR 27



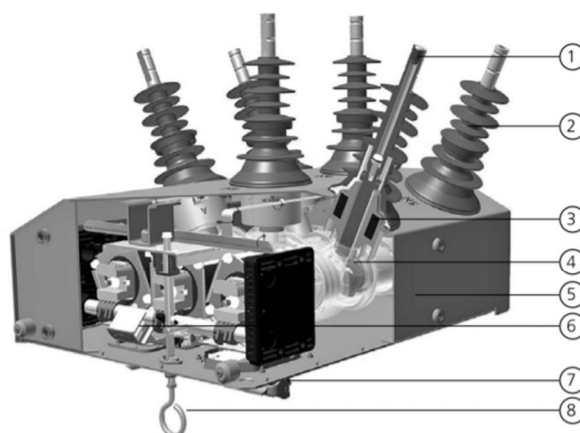
Obr. č. 2.17 – Recloser GVR 27

- *OSM 25*

Novějším typem z dílny firmy Tavrida je OSM 25, který je osazen na deseti místech na oblasti západ. Jedná se o novinku mezi reclosery, obr. č.2.18. Má stejné přednosti jako GVR 27, ale ještě více výhod. Používá pevný izolovaný modul spínače ve vakuu uzavřený v hliníkové vaně. Izolaci tvoří bariéry, které mají za úkol zpomalit šíření hlavního výboje. Jednotlivé části jsou popsány na obr. č.2.19. Veškeré zhášení se děje bez použití plynu FS6, takže nehrozí ekologický únik jako u předchozího modelu GVR 27. Součástí vypínače jsou proudové a napěťové snímače, které detekují poruchové hodnoty. Další výhodou je jeho nízká váha, která se pohybuje okolo 70 kg, což z tohoto modelu dělá nejkompaktnější model na trhu. [34]



Obr. č. 2.18 - Recloser OSM 25



- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 – Připojení VN | 5 – Ochranná vana |
| 2 – Průchodky VN | 6 – Mechanický ukazatel polohy |
| 3 – Proudové a napěťové snímače v průchodkách | 7 – Připojovací konektor |
| 4 – Modul vakuového vypínače | 8 – Ruční nouzové vypnutí |

Obr.č. 2.19 - Recloser OSM 25 popis jednotlivých částí

3 Osazení dálkových úsekových odpínačů na hladině 22kV

Dálkově ovládané úsekové odpínače (dále jen DOÚO) se osazují nebo vyměňují za stávající ručně ovládané. Pokud v místě plánované výměny DOÚO není signál mobilního operátora, výměna nemůže proběhnout. Toto je velká nevýhoda u problematických míst, převážně v oblastech hranic se sousedními státy. Osazení DOÚO jsou rozděleny podle rozsahu

výměny a finanční náročnosti, jak je uvedeno v tabulce č. 3.1. Celkový počet osazených úsekových odpínačů je 11 090 ks, z toho je již dálkových 661 DOÚO a 12 recloserů. Pro zjednodušení budu uvažovat, že je již 661 kusů DOÚO vybaveno moderní komunikací a snímači napětí a proudu. Jelikož neexistuje evidence, který odpínač je linkový a který pouze před distribuční trafostanicí, budu uvažovat, že před každou trafostanicí musí být odpínač. Od celkového počtu trafostanic 8 955 ks odečtu trafostanice kobkové, smyčkové a kompaktní, kterých je 2 525 ks. Zbyde mi 6 430 ks trafostanic, kde předpokládám, že je umístěn odpínač, a tedy není zapotřebí, aby byl dálkový. Nyní mi zbývá 3 987 odpínačů, u kterých budu předpokládat, že se jedná o linkové odpínače, nebo odpínače umístěné na paprskových přípojkách. V tabulce č.3.2. jsou rozdělené jednotlivé DOÚO podle typu odpínače, včetně recloserů. Za předpokladu, že všechny odpínače typu FLA 15/... se zhášecími komorami nejsou před trafostanicemi, osadil bych dálkovým ovládním a dovybavil bych je snímači napětí a proudu, dostanu se na počet 1 951 ks. Zbývajících počet 2 036 ks odpínače jsou bez zhášecích komor. U těchto odpínačů bych musel vyměnit spínací část, podpěrný bod a v některém případě i uzemnění. V tab. č.3.1. je rozdělení jednotlivé varianty výměn odpínačů. Do celkové ceny je zahrnutý potřebný materiál a práce na výměnu, včetně mechanizace. Dalšími započtenými náklady jsou manipulace elektromontérů a nasazení čtyř PPN VN. Četa PPN VN na vhodném místě rozpojuje vedení nebo montuje jednopólové odpínače před samotnou výměnou odpínače, aby byl dopad výměny na koncového odběratele co nejmenší.

Jednotlivé varianty výměny úsekového odpínače.

- *DOPLDOVARI 22kV*

Pokud se mění ručně ovládaný úsekový odpínač starého typu a bez zhášecích komor, nebo se vkládá nový do vzdušného vedení, jedná se o výměnu kompletní, což znamená výměnu podpěrného bodu, spínací části, dálkového ovládní a uzemnění. Do celkové ceny je zahrnuta práce na výměnu, včetně mechanizace, náklady na manipulace a četu PPN VN, která rozpojuje vedení nebo montuje jednopólové odpínače.

- *DOPLDOVAR 2 22kV*

Další možností osazení DOÚO je doplnění dálkového ovládní na již instalovaný odpínač nového typu se zhášecími komorami (není pravidlo), na oblastí západ se jedná o FLA 15/60. Doplnění, DO, na již stávající odpínače se může uskutečnit pouze pro typy s osazenými epoxidovými nebo silikonovými izolátory. Další podmínkou

je nepoškozený podpěrný bod, s minimální výškou 10,5 m. Pokud nejsou splněny tyto nezbytné podmínky, spadá do výměny DOPLDOVAR 1 22kV.

- **DOPLDOVAR 3 22kV**

Jedná se pouze o dovybavení již instalovaného DOÚO, na který se osadí snímače napětí a proudu, pro indikaci poruchových stavů a modernizace stávajícího vysílače a přijímače.

- **DOPLDOVAR4 22kV**

U této varianty se jedná o osazení reclosery. Musí být splněny podmínky na podpěrný bod jako u DOPLDOVAR2 22kV a osazené uzemnění podpěrného bodu. Pro jednodušší představu jsou tyto podmínky splněny.

Tabulka č.3.1. Finanční zátěž jednotlivých variant

druh výměny	fin. nákl. [tis. Kč]
DOPLDOVAR1 22kV	550
DOPLDOVAR2 22kV	450
DOPLDOVAR3 22kV	350
DOPLDOVAR4 22kV	750

Tabulka č.3.2. Rozdělení Dálkově ovládaných úsekových odpínačů

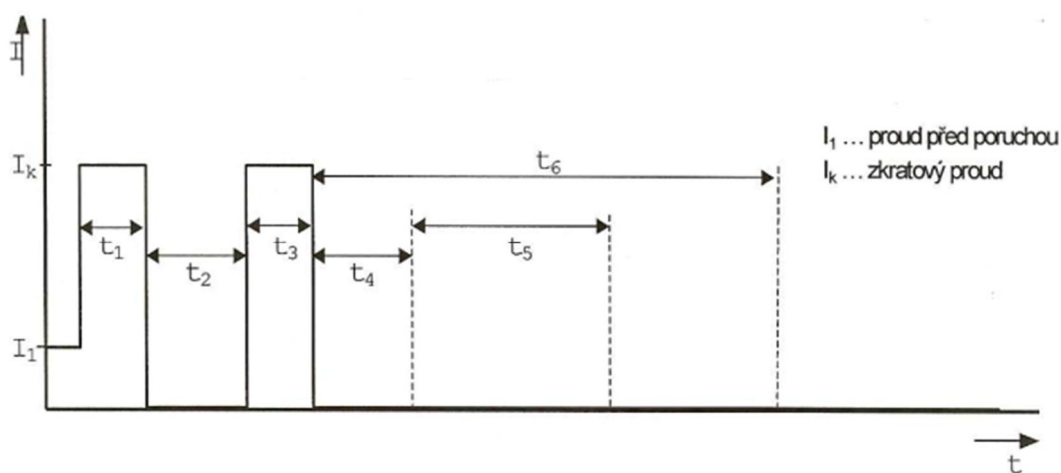
Typ odpínače	počet osazených kusů na oblasti západ
FLA 15/60	441
FLA 15/60 25 JEDNOPOL	7
FLA 15/6400 25	161
FLB 15/60	15
FLC GB 25	24
FLE 25/400	3
GVR 27	2
OSM 25	10
UE6 25	1

3.1 Rychlá manipulace

Dálkovému ovládaní umožňuje komunikaci dispečera s úsekovým odpínačem. Dříve se pro tuto komunikaci používalo rádio, dnes je to GPS-GPRS. To znamená, že při poruchovém stavu dokáže zmenšit oblast, kde by se mohla porucha vyskytovat. Pokud nastane porucha z

příčiny mezifázového zkratu, tuto poruchu zaznamená vypínač patřičného vývodu VN na rozvodném zařízení VVN/VN (dále jen RZ) a vypínač vybaví beznapěťovou pauzu (dále jen OZ). Pokud porucha nezmizí, vypínač vybaví OZ podruhé. V případě trvajících poruch i po druhém OZ vypínač vypne natrvalo (časy jednotlivých OZ jsou vidět na obr. č.3.1.). Při těchto OZ dostává informaci oblastní dispečer. Pokud trvá poruchový stav, dispečer si vyžádá poruchovou četou, která vyrazí lokalizovat poruchu v terénu a za pomoci dálkových úsekových odpínačů začíná vymezovat poruchu.

Pokud nastane porucha v důsledku zemního spojení, patřičná rozvodna zaznamená tzv. „zem“ a na dispečerovi je, aby určil, na jakém vývodu VN se zem nachází. Díky provozu sítě IT dokáže jet vývod se zemním spojením, aniž by koncový odběratel nějakou poruchu poznal, jak je popsáno v kapitole 2.1. Pohotovostní četa má za úkol provádět první manipulaci u ručně ovládaného odpínače do 1 hodiny. Pohotovostní četa v době pohotovostního času, což je ve všedních dnech po 15:00 do 7:00 druhého dne a o víkendech a svátcích, se skládá z jednočlenné posádky. Tato četa vyčkává v místě svého bydliště na případnou výzvu od dispečera. V této hodině je započtena příprava osádky (při zvýšené poruchovosti a kalamitách odjíždí i na několik hodin), dojezd na místo manipulace. Pohotovostní čety jsou rozmístěny po celé oblasti tak, aby průměrný dojezd nebyl delší než 30 km. V horských oblastech je tato vzdálenost hraniční. Pokud se předpokládá více manipulací, dispečer povolá rovnou dvě pohotovostní osádky. Při normálním stavu se porucha lokalizuje první posádkou a druhá posádka přijíždí už s potřebným materiálem na její odstranění. Popřípadě nastoupí k pěší pochůzce pro nalezení zdroje poruchy, kdy prochází několikakilometrové úseky mezi jednotlivými odpínači, ručně nebo dálkově ovládanými.



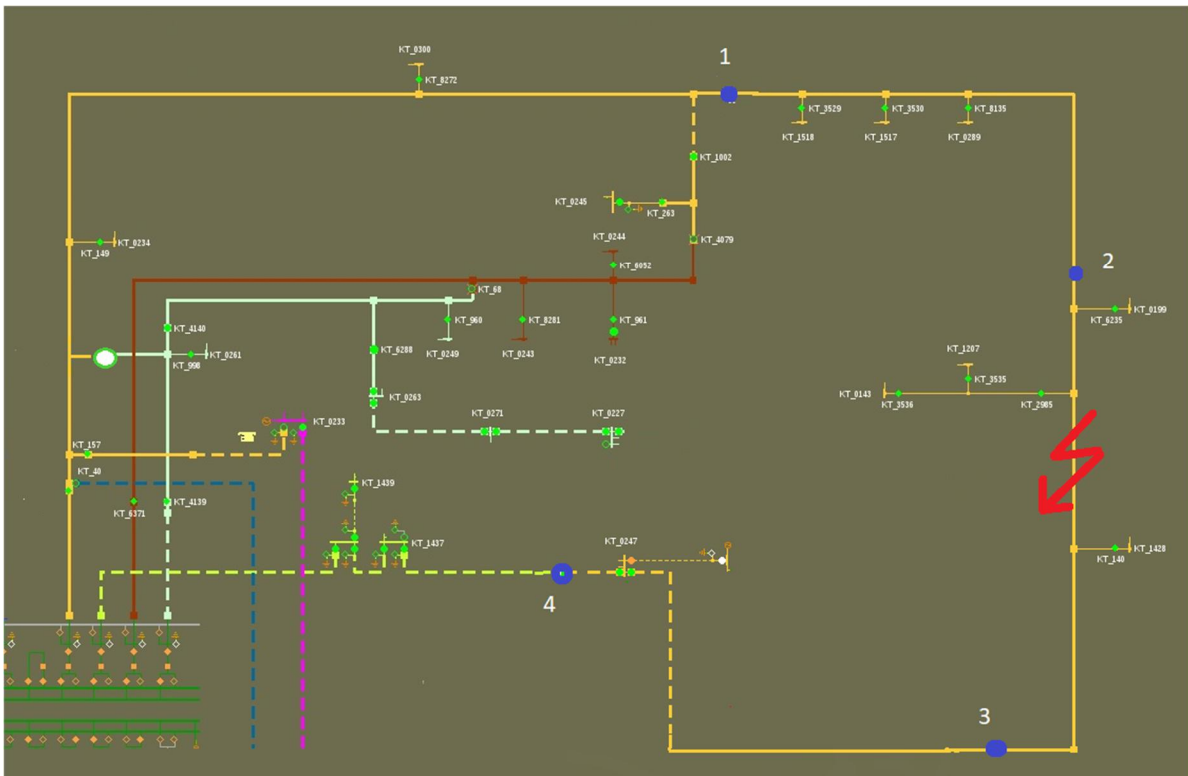
Obr. č.3.1.- zobrazení časové osy OZ

Hodnoty jednotlivých časů vývodového vypínače v RZ:

- $t_1 = 40\text{--}150$ ms – první OZ
- $t_2 = 0,3 - 3$ s – beznapěťová pauza do prvního OZ
- $t_3 = 40\text{--}150$ ms – druhý zkratový impuls – neúspěšný první OZ
- $t_4 = 0,9 - 1,5$ s – pauza do vysílání povelu k vypnutí
- $t_5 = 2\text{--}6$ s – vlastní vypínací doba přístroje
- $t_6 = 20$ s–3 min – beznapěťová pauza do druhého OZ
- $t_7 =$ čas obnovení dodávky el. Energie v části vedení bez poruchy

V následujících případech budu porovnávat časy jednotlivých manipulací. Zvolil jsem tři základní situace, aplikované na obr. č.3.2., na kterém jsou očíslované jednotlivé úsekové odpínače, buď jako ručně, nebo dálkově ovládané a červeným bleskem porucha. V prvním případě budou osazeny všechny linkové úsekové odpínače jako dálkové. V druhém případě bude osazen jen jeden úsekový odpínač jako dálkový. V posledním případě budou všechny linkové úsekové odpínače ručně ovládané. Délku odstranění poruchy nebudu řešit, protože je u všech případů stejná. Vzdálenost mezi úsekovými odpínači je průměrně 15 km, proto počítám s dobou přejezdu cca 15 minut.

- V úseku mezi rozvodným zařízením (dále jen RZ) a 1. úsekovým odpínačem je 420 odběrných míst.
- V úseku mezi 1. a 2. úsekovým odpínačem je 550 odběrných míst.
- V úseku mezi 2. a 3. úsekovým odpínačem je 450 odběrných míst.
- V úseku mezi 3. a 4. úsekovým odpínačem je 400 odběrných míst.
- V úseku mezi RZ a 4. úsekovým odpínačem je 400 odběrných míst.



Obr. č.3.2. – Simulace poruchového stavu

3.1.1 Situace č.1, kde je DOÚO osazen na všech místech č. 1 až č. 4:

- Po druhém výpadku OZ začne dispečer manipulovat a vyzve pohotovostní četou (dále jen PČ), která musí do jedné hodiny manipulovat, nebo nastoupit na odstranění poruchy (od tohoto okamžiku se začíná počítat čas na odstranění poruchy).

DOÚO č.1 a č.2 zaznamenaly zkratový proud (Předpoklad je, že DOÚO jsou tímto snímačem vybaveny a vše funguje správně).

V druhé beznapěťové pauze se automaticky vypne DOÚO č.2.

Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod (dále jen vývod SEVER), vyznačen oranžovou barvou. V našem případě vývod SEVER drží. Čas omezení cca 1 minuty (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.

- Dispečer vypne DOÚO č.3

Dále dispečer vypne vypínač v RZ pro vývod JIH (vyznačený žlutou barvou).

Zapne DOÚO č. 4, na kterém se dělí dva vývody z RZ SEVER a JIH.

Zapne vypínač v RZ pro vývod JIH a v našem případě vývod drží (čas omezení odběratelů cca 1 minuty (jedná se o odběratele mezi RZ vývod JIH a č.2) pro 1250 odběratelů).

3. V této situaci budu počítat k času omezení cca 57 minut (tento čas je doba příjezdu PČ na vymezené místo, maximálně 60 minut a odečtený čas manipulací 3 minut) pro 450 odběratelů (úsek mezi č.2 a č.3).
4. Tento bod je již stejný pro všechny ostatní varianty. Dispečer upřesní PČ, jak vymanipuloval místo poruchy. Nyní je omezeno 450 odběratelů (úsek mezi č.2 a č.3) do doby, než se podaří PČ odstranit poruchu.
PČ jede vyhledávat místo poruchy v oblasti mezi dálkový úsekový odpínač č. 2 a č.3. Nyní mají možnost již rovnou hledat místo poruchy nebo využít úsekový odpínač na přípojce pro dvě trafostanice, a tím zkrátit poruchovou pochůzku. Otázkou zůstává, jak dlouhý a náročný na vizuální kontrolu a přístupnost tento úsek je, zda nebude rychlejší přípojku projít a vizuálně zkontrolovat. (V mém případě tento problém řešit nebudu, protože od tohoto okamžiku je pro všechny případy stejná situace).
Po nalezení zdroje poruchy na vedení se z místa poruchy montéři PČ ohlásí, popíše závadu a sdělí dispečerovi postup odstranění.
Po odstranění zdroje poruchy vše dispečer zmanipuluje zpět, již bez omezení odběratelů.

3.1.2 Situace č.2, kde je DOÚO osazen na č. 2:

1. Po druhém neúspěšném OZ začne dispečer manipulovat a vyzve PČ, která musí do jedné hodiny manipulovat, nebo nastoupit na odstranění poruchy (od tohoto okamžiku se začíná počítat).
DOÚO č.2, zaznamenal zkratový proud a vypnul se v druhé beznapěťové pauze.
Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER. V našem případě vývod SEVER drží. Čas omezení cca 1 minuty (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.
2. Dispečer posílá PČ na manipulaci ručně ovládaného úsekového odpínače (dále jen ROÚO) č.3. Čas omezení cca 60 minut (jedná se o odběratele mezi č.2 a č.4) pro 850 odběratelů.
3. Dispečer vypne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER a zapne DOÚO č.2, PČ vypne ROÚO č.3.
Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER, v našem případě vypínač vývodu SEVER vypadne.
Dispečer vypne DOÚO č. 2
PČ vypne ROÚO č.3.

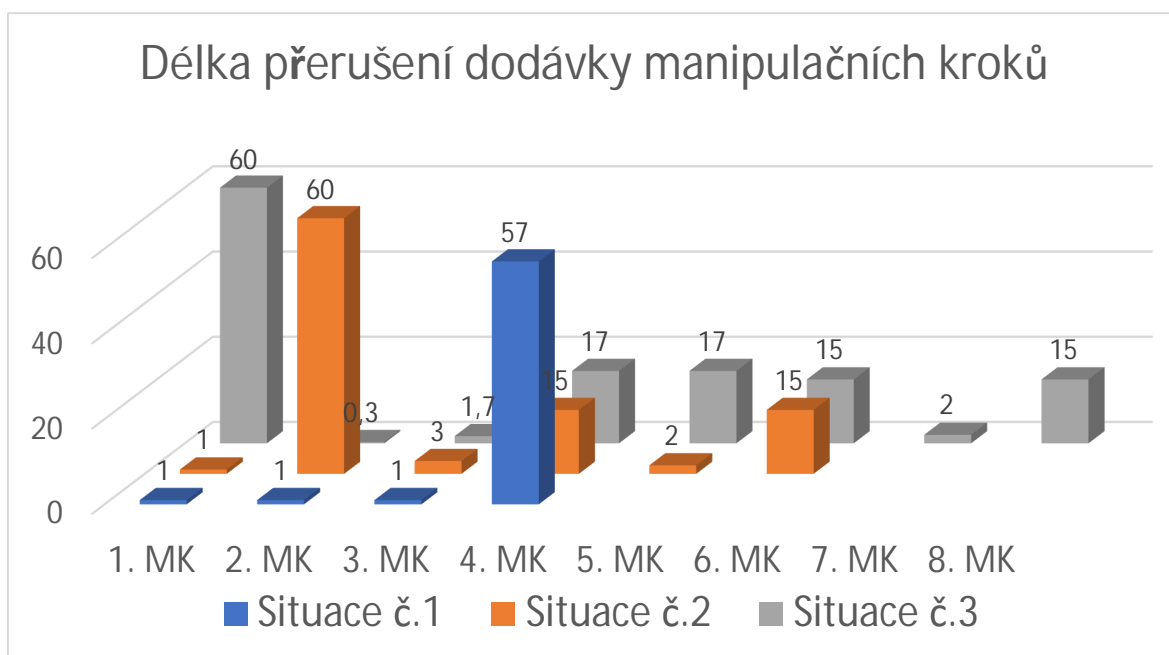
- Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER, v našem případě vypínač vývodu SEVER drží. Čas omezení cca 2 minuty (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.
4. Dispečer posílá PČ na manipulaci ROÚO č.4. Čas omezení cca 15 minut (jedná se o odběratele mezi č.2 a č.4) pro 850 odběratelů.
 5. Dispečer vypne vypínač v RZ pro konkrétní vývod JIH
PČ zapnou ROÚO č.4
Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod JIH, v našem případě vývod JIH drží. Čas omezení cca 2 minuty (jedná se o odběratele RZ vývod JIH a č.2) pro 1250 odběratelů.
 6. PČ vyjíždí k hledání poruchy mezi ROÚO č.3 a DOÚO č.2. Čas omezení cca 15 minut (jedná se o odběratele mezi č.3 a č.2) pro 450 odběratelů.
 7. Další postup řešení poruchy je stejný jako v předchozím bodě a není součástí dalšího popisu.

3.1.3 Situace č.3, kde jsou osazeny všechny ROÚO:

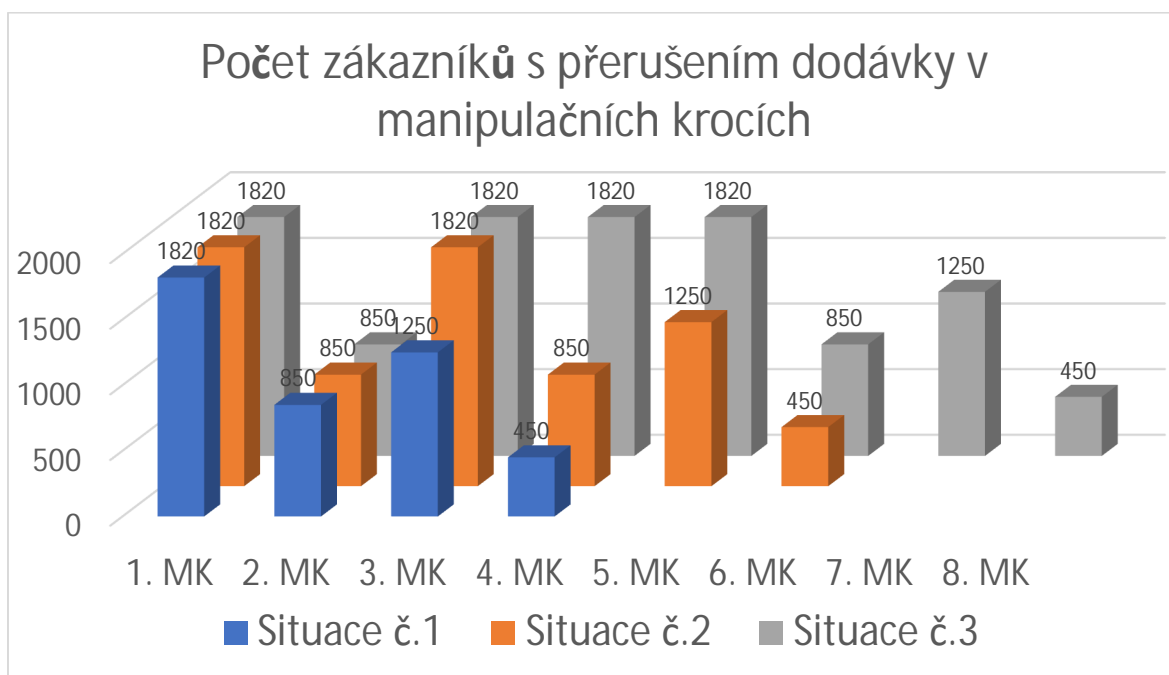
1. Po druhém výpadku OZ vyzve PČ k manipulaci ROÚO č.2, která musí do jedné hodiny manipulovat, nebo nastoupit na odstranění poruchy (od tohoto okamžiku se začíná počítat).
PČ vypne ROÚO č.2
Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER, v našem případě vývod SEVER drží. Čas omezení cca 60 minut (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.
2. Dispečer vypne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER
PČ zapne ROÚO č.2
Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER, v našem případě vypínač vývodu SEVER vypadne. Čas omezení cca 2 minuty (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.
3. Dispečer posílá PČ k ROÚO č.3. Čas omezení cca 15 minut (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.
4. PČ vypne ROÚO č.3

- Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER, v našem případě vypínač vývodu SEVER vypadne. Čas omezení cca 2 minuty (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.
5. Dispečer pošle PČ k ROÚO č.2. Čas omezení cca 15 minut (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.
 6. PČ vypnou ROÚO č.2
Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod SEVER, v našem případě vývod SEVER drží. Čas omezení cca 2 minuty (jedná se o všechny odběratele na vývodu SEVER) pro 1820 odběratelů.
 7. Dispečer posílá PČ k ROÚO č.4. Čas omezení cca 15 minut (jedná se o odběratele mezi č.2 a č.4) pro 850 odběratelů.
 8. Dispečer vypne vypínač v RZ pro konkrétní vývod JIH
PČ zapne ROÚO č.4
Dispečer zapne vypínač v RZ pro konkrétní vývod JIH, v našem případě vývod JIH drží. Čas omezení cca 2 minuty (jedná se o odběratele RZ vývod JIH a č.2) pro 1250 odběratelů.
 9. PČ vyjíždí k hledání poruchy mezi ROÚO č.3 a DOÚO č.2. Čas omezení cca 15 minut (jedná se o odběratele mezi č.3 a č.4) pro 450 odběratelů.
 10. Další postup řešení poruchy je stejný jako v předchozím bodě a není součástí dalšího popisu.

Všechny situace jsou zobrazeny v obr. č.3.3., kde je dobře vidět časová zátěž jednotlivých manipulačních kroků. Na obr. č.3.4. jsou rozdělené jednotlivé manipulační kroky na omezené odběratele v každé situaci zvlášť.



Obr. č.3.3 – Délka jednotlivých manipulací.



Obr. č.3.4. – Omezení odběratelů při jednotlivých manipulacích

3.2 Detekce poruch

Reclosery ale i DOÚO se v posledních čtyřech letech, vybavují proudovými nebo napěťovými snímači. Pokud při poruše přes recloser nebo DOÚO proteče zkratový proud nebo se změní fázové napětí, dokáže odeslat informaci na příslušný dispečink. Pokud je osazen recloser, dokáže nejen zkratový proud zaznamenat, ale i vypnout. Tato skutečnost velmi usnadňuje lokalizaci poruchy. Oblastní dispečer pak snadněji určí oblast poruchy,

protože dokáže určit, které prvky poruchový stav zaznamenaly a které již ne. Reclosery se osazují do hlavních linek problematických úseků nebo do přípojek v lesních průsecích, kde je zvýšený výskyt poruch. Při zkratu v přípojce recloser vypne a dispečer PČ vysílá rovnou na lokalizace poruchy do inkriminované přípojky. V případě simulace na obr. č. 3.2 by poruchový stav zaznamenal DOÚO (nebo recloser) č.1 a č.2. Dispečer by mohl PČ vyslat rovnou do oblasti mezi DOÚO (nebo recloser) č.2 a č.3, jak vyplývá ze situace 3.1.1., (č. 1).

3.3 Ochrana zařízení distribuční soustavy

Oba dva předchozí body souvisí s ochranou majetku distribuční soustavy. Při rychlém vymanipulování poruchy nebo rychlé detekci poruchy nedochází k takovému namáhání jednotlivých komponentů distribuční sítě.

4 Důsledky manipulací ručního a dálkového úsekového odpínače

Nejdůležitějším parametrem pro zhodnocení ekonomické a časové efektivity dopadu odstávek na koncové odběratele jsou ukazatele plynulosti dodávané elektrické energie SAIDI, SAIFI a CAIDI. Základní dělení odstávek je na plánované (2.) a neplánované (1.).

Neplánované odstávky se dále rozdělují na poruchové (1.1.), vynucené (1.2.), mimořádné (1.3.) a v důsledku událostí mimo soustavu a u výrobce (1.4.).

Poruchové se dále dělí na způsobené poruchou v zařízení distribuce nebo přenosu soustavy provozovatele nebo jejím provozem (1.1.1.) a způsobené v důsledku zásahu nebo jednání třetí osoby (1.1.2.).

Posledním parametrem dělení jsou odstávky způsobené poruchou, kde je ještě rozděleno za obvyklých povětrnostních podmínek (1.1.1.1.) a za nepříznivých povětrnostních podmínek neboli za kalamity (1.1.1.2.). Toto rozdělení je na obr. č. 4.1.

Do ukazatelů spadají plánovaná i neplánovaná přerušení dodávané elektrické energie. U neplánovaných odstávek se do ukazatelů počítá pouze za obvyklých povětrnostních podmínek (1.1.1.1.). Odstávka, která je kratší než tři minuty, se také do ukazatelů nepočítá.

[36]

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

Obr. č. 4.1 – Rozdělení přerušení dodávek elektrické energie [36]

- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

Tento ukazatel vyjadřuje průměrnou intenzitu poruch, nebo také jinými slovy průměrnou četnost dlouhodobých přerušení na jedno odběrné místo (= odběratel) za definované časové období (nejčastěji rok).

$$SAIFI_h = \frac{\sum_j N_{jh}}{N_{sh}} \text{ (přerušení /rok)}$$

h – označení napěťové hladiny (NN, VN, VVN)

j – pořadové číslo události v daném období

N_{jh} – počet omezených odběratelů na napěťové hladině h v důsledku j -události

N_{sh} – celkový počet odběratelů na napěťové hladině h v kalendářním roce za hodnocené období

- SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Ukazatel SAIDI vyjadřuje průměrnou celkovou dobu trvání dlouhodobých přerušení na jednoho zákazníka za definovanou dobu.

$$SAIDI_h = \frac{\sum_i t_{sj}}{N_{sh}} = \frac{\sum_j t_{ji} \cdot n_{jhi}}{N_{sh}} \text{ (min/rok)}$$

T_{sj} – je součet všech dob trvání přerušení všech přerušení v důsledku j -té události u jednoho zákazníka na napěťové hladině h

i – pořadové číslo manipulačních kroků v rámci j -té události

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

n_{jhi} – počet zákazníků napájených přímo z nap. hladiny h , jimž bylo způsobeno přerušení dané kategorie v i -tém manipulačním kroku j -té události.

- CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

Ukazatel udává průměrnou dobu trvání jednoho dlouhodobého přerušení na jednoho zákazníka za definovanou dobu [36].

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

Energetický Regulační Úřad (dále jen ERÚ) udává jednotlivá regulační období (dále jen RO) v intervalu čtyř let. Nyní se nacházíme v IV. regulačním období. Pro konkrétní RO se stanoví určité podmínky a vždy v následujícím období se tyto podmínky více či méně mění. V rámci II. RO byla již určena minimální úroveň kvality pro jednotlivé odběratele. Ve III. RO byl zaveden tzv. Mechanismus regulační kvality, kterým chce ERÚ motivovat provozovatele distribuční soustavy (dále jen PDS) k lepším dodávkám elektrické energie. I pro IV. regulační období ERÚ je ponechán motivační program PDS v oblasti nepřetržitosti dodávek elektrické energie, jen byl obohacen o pásmo bonusů a penále. Celý mechanismus regulační kvality je zobrazen na obr. 4.3.

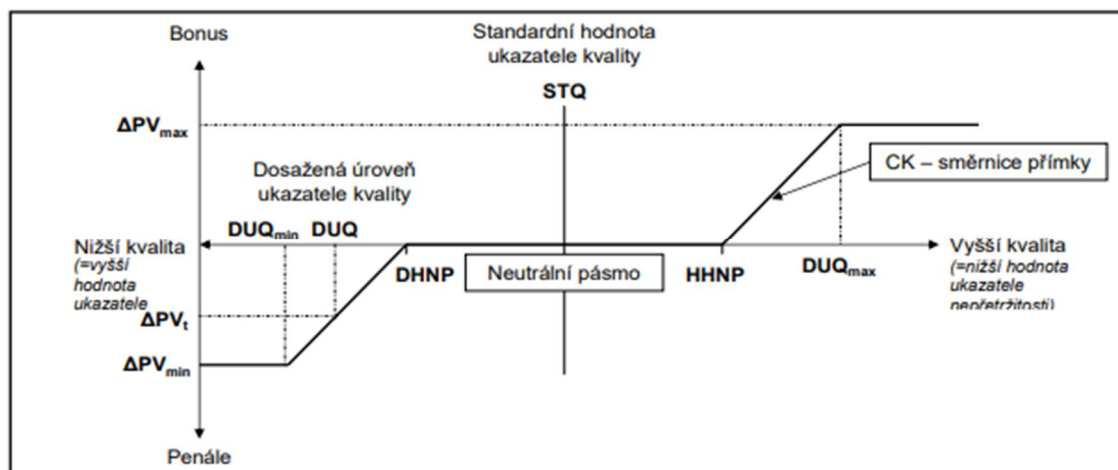
ERÚ určuje referenční hodnotu ukazatele plynulosti SAIFI a SAIDI, která je tolerována do ± 5 %. Tato oblast se nazývá neutrální pásmo nebo také pásmo necitlivosti. Po překročení pásma jsou vymáhána penále, která se odrážejí od hloubky propadu. Neutrálním pásmem jsou zohledněné meziroční výkyvy. Pokud se pohybují v neutrálním pásmu, nejsou uplatňovány ani bonusy a ani penále. Referenční hodnota se každý rok snižuje. Pro jednotlivé PDS není stejná ani referenční hodnota a ani procentuální snížení, jak je patrné na obr. č.4.2. Konkrétní referenční hodnota jednotlivých ukazatelů plynulosti se u distributora ČEZ Distribuce snižuje, u SAIDI každoroční snížení činí 2,5 %, u SAIFI se jedná o snížení o 1,25 %. Toto neutrální pásmo bylo již ve III. RO.

Ve IV.RO přibylo v mechanismu regulační kvality pásmo bonusů a penále. Jedná se o další pásmo, které je rozšířeno o ± 15 % k referenční hodnotě. Limitní hodnoty tohoto pásma jsou maximální hodnotou bonusu a maximální hodnotou penále, ve výši ± 4 % ze zisku daného provozovatele distribuční soustavy. [33], [35]

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

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

Obr. č.4.2 – Historický vývoj ukazatelů plynulosti pro jednotlivé distributory [35]



Obr.4.3 – Schéma motivační regulace kvality

Popis jednotlivých parametrů na obr. 4.3:

- ΔPV_t – finanční vyjádření bonusu nebo penále za dosaženou kvalitu
- DUQ – hodnota dosažené úrovně ukazatele plynulosti v období rozhodném pro hodnocení kvality služeb pro příslušný rok regulačního období
- CK – jednotková cena kvality
- ΔPV_{max} – maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb
- ΔPV_{min} – maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb
- $DHNP$ – dolní hranice neutrálního pásma
- $HHNP$ – horní hranice neutrálního pásma
- STQ – hodnota požadované úrovně ukazatele plynulosti (parametry SAIFI₀,

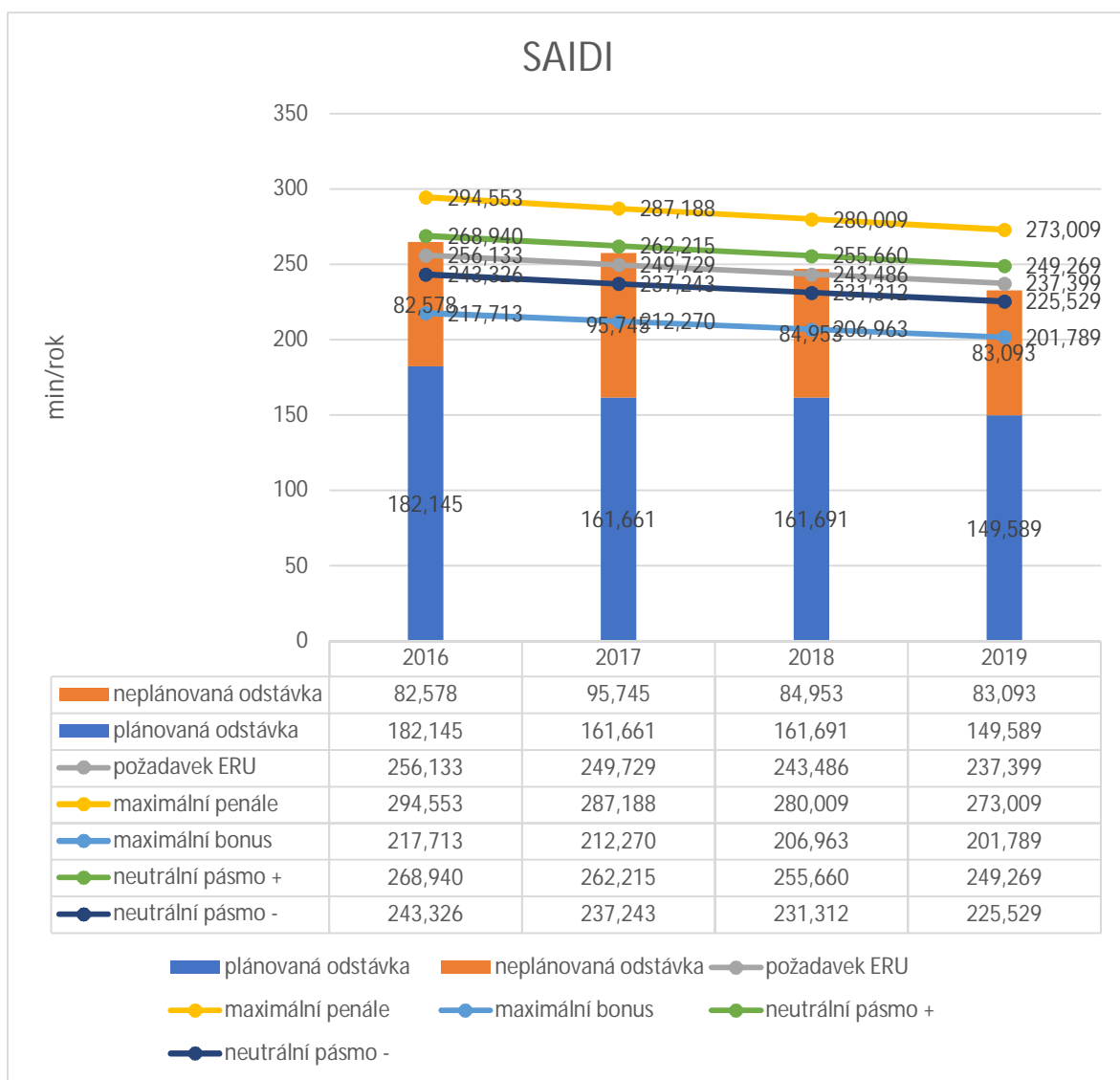
SAIDI_Q)

- **DUQ_{max}** – limitní hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb
- **DUQ_{min}** – limitní hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb.

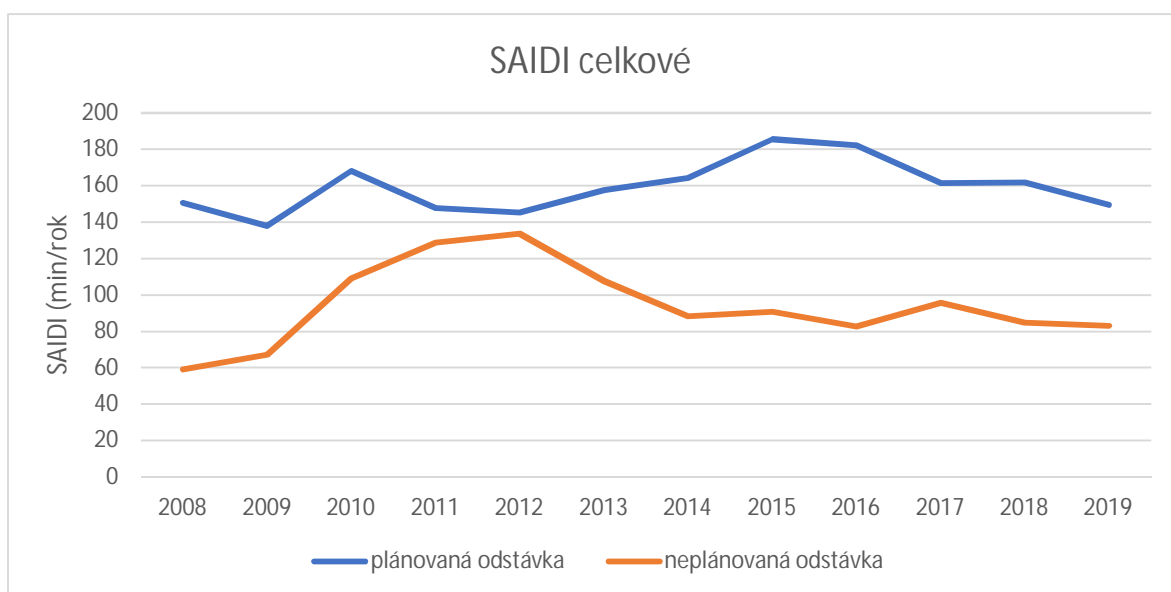
Mechanismem motivační regulace kvality jsou provozovatelé motivováni ke stálému investování do automatizace distribuční soustavy. Automatizace vnáší do DS komunikační a částečně i mechanickou spolehlivost, díky které se dokáže pružněji reagovat na neplánované odstávky. Na začátku automatizace distribuční soustavy bylo znát každé nové osazení dálkově ovládaného prvku do problematické části distribuční soustavy. Bylo snazší problematické lokality vytipovávat a vždy to mělo velký pozitivní příspěvek na ukazatele plynulosti dodávky. Čím více se distribuční soustava automatizuje, tím je návratnost investice delší a v realitě se to nedá dost dobře spočítat. Přípravné manipulace pro plánovanou odstávku nemají dopad na ukazatele plynulosti dodávky elektrické energie, proto se z tohoto hlediska nepozná výhoda automatizace. Automatizaci poznají především elektromontéři, kteří dělají přípravné manipulace, protože spoustu přípravných manipulací může udělat dispečer.

Optimální porovnání je proto na modelových situacích, které mám uvedené v kapitolách 3.1.1 – situace č.1, 3.1.2– situace č.2, 3.1.3– situace č.3.

Jak je možné vidět na obr. 4.4 a obr. 4.6., vývoj ukazatelů SAIDI a SAIFI v letech 2016 až 2019, dochází ke zlepšování. U plánovaných prací mezi rokem 2016 a 2019 je z pohledu ukazatele plynulosti SAIDI rozdíl 32,556 minu/rok (zlepšení o 17,87 %) a z pohledu SAIFI rozdíl 0,094 1/rok (zlepšení o 11,44 %).

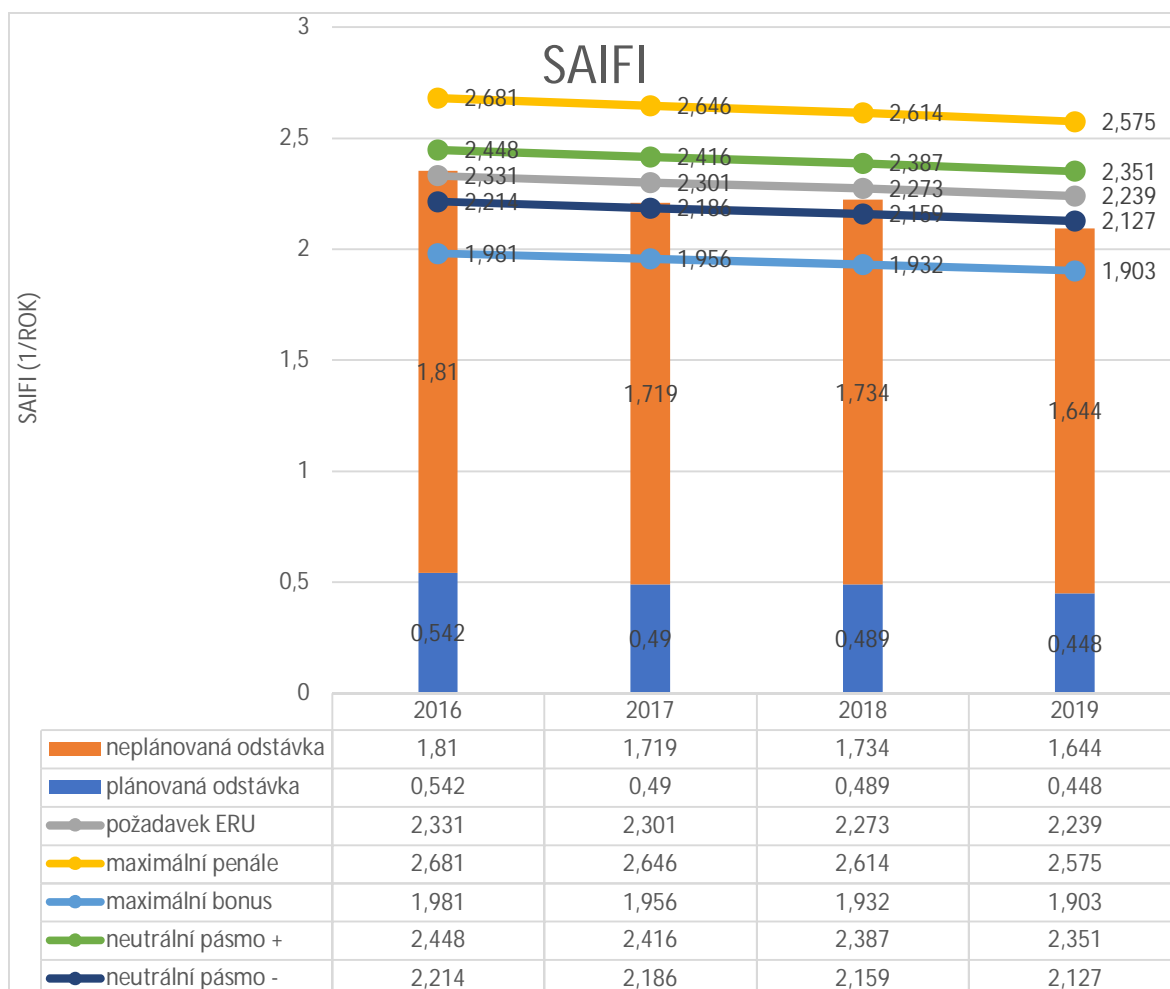


Obr. 4.4 – Vývoj ukazatele SAIDI pro rok 2016-2019 pro všechny napěťové hladiny, včetně neutrální zóny a max. bonusů/penále

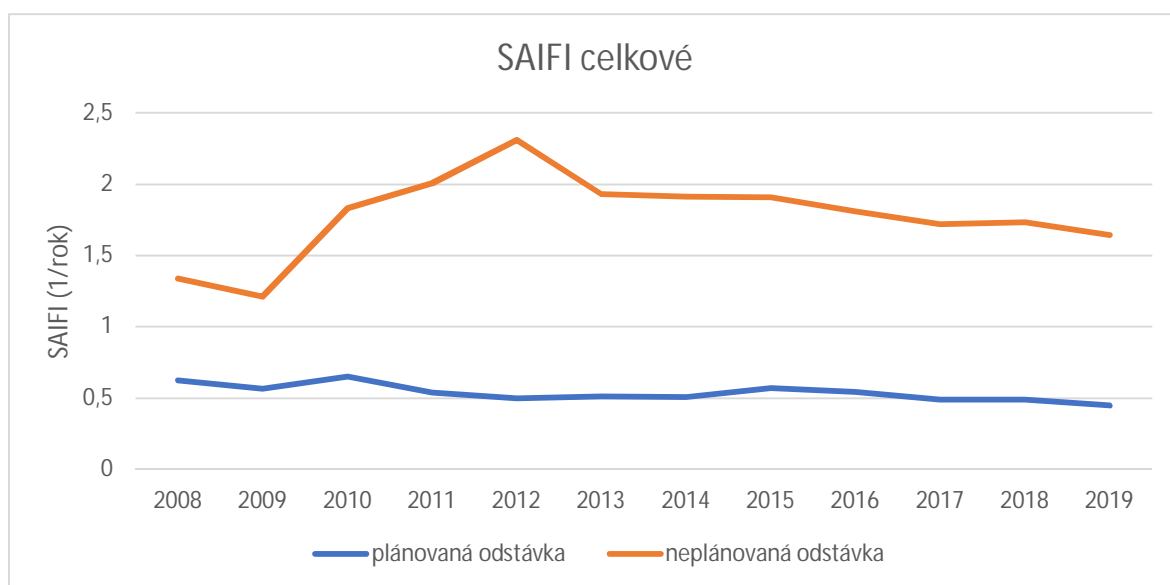


Obr. 4.5 – Vývoj ukazatele SAIDI pro rok 2008-2019 pro všechny napěťové hladiny

V žádném roce se nepodařilo dosáhnout bonusu, ale co je z mého hlediska podstatné, že nebylo nutno platit penále. Dlouhodobější hledisko je zobrazeno na obr. č.4.5 a obr. č.4.7. [35], [37]



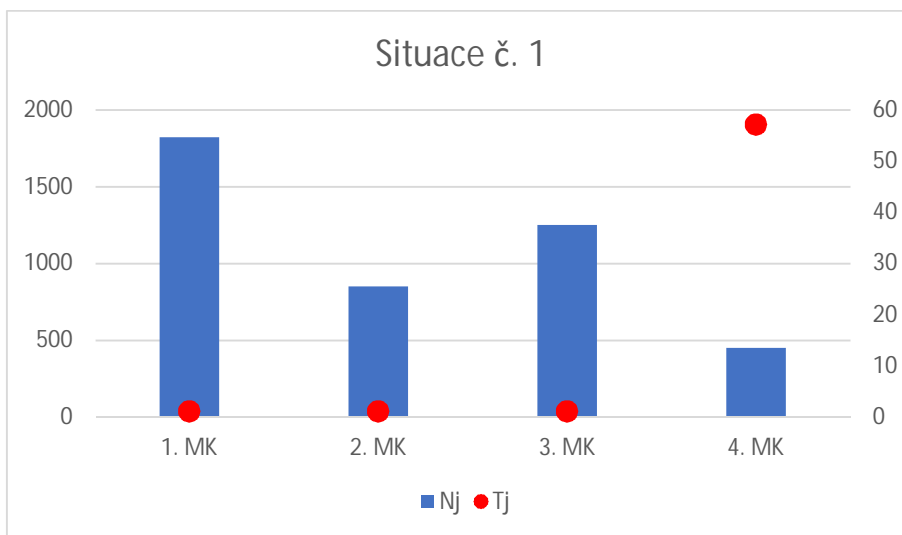
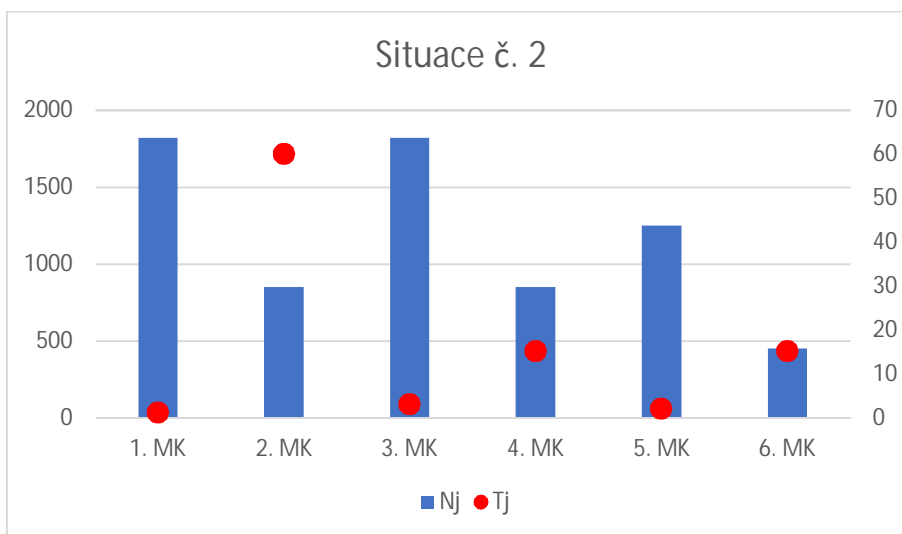
Obr. 4.6 – Vývoj ukazatele SAIFI pro rok 2016-2019 pro všechny napěťové hladiny, včetně neutrální zóny a max. bonusů/penále

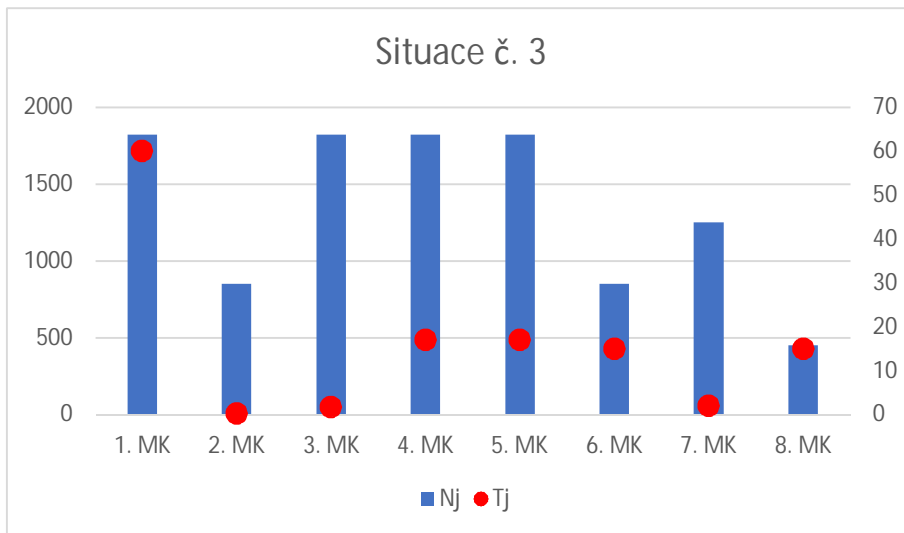


Obr. 4.7 – Vývoj ukazatele SAIFI pro rok 2008-2019 pro všechny napěťové hladiny

V modelových situacích 3.1.1., 3.1.2. a 3.1.3. na obr. 4.8, jsem dokázal docílit velkého rozdílu mezi situací č.1, kde jsou osazeny všechny spínací prvky jako DOÚO, a situací č. 3, kde jsou všechny spínací prvky ROÚO. Hned při první manipulaci, kdy dispečer čeká na PČ, až se s ním spojí z místa ROÚO č.2 a celkově situace č.3 převyšuje ostatní, ale začátek manipulací je nejmarkantnější. Celková doba a četnost manipulací č.3 je také nesrovnatelná. Na obr. č. 4.13 je uveden celkový příspěvek do ukazatele SAIDI i s manipulacemi kratšími než 5 minut. Toto vyhodnocení jsem uvedl pro optimální pohled. Zajímavé je, že pokud osadím, byť jeden DOÚO ukazatelé se velmi zlepší a konečný dopad není tak velký.

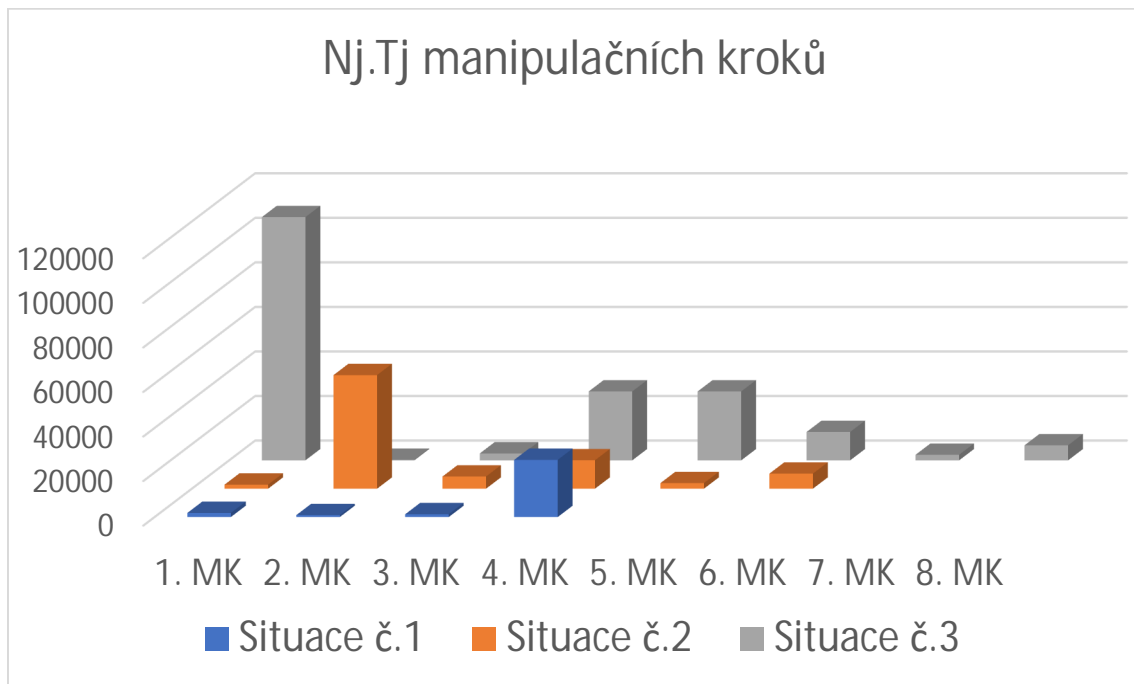
V modelových situacích jsem dobře zviditelnil dopady na jednotlivé, ukazatele plynulosti, s využitím DOÚO a bez DOÚO. Na obr. č.4.8, obr. č.4.9. a obr. č. 4.10 jsem důkladně rozebral N_j (počet zákazníků) a T_j (délka manipulací) k jednotlivým situacím.

Obr. č.4.8 – vyhodnocení T_j a N_j u modelové situací z kapitol 3.1.1Obr. č.4.9 – vyhodnocení T_j a N_j u modelové situací z kapitol 3.1.2

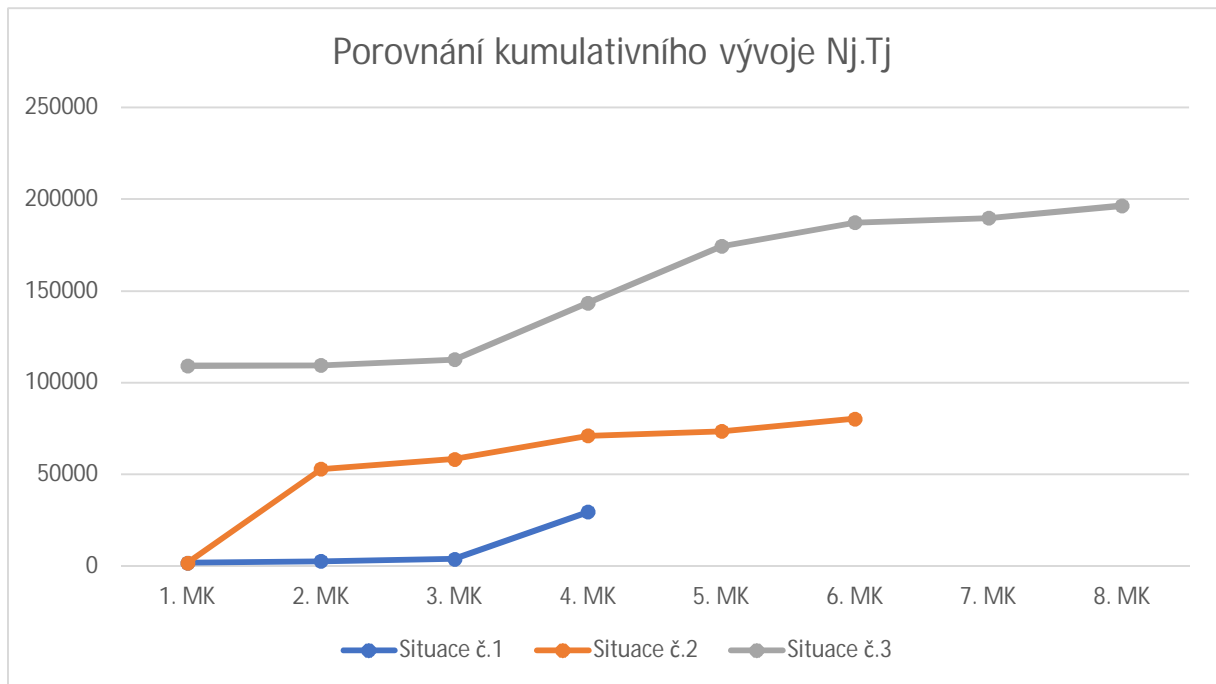


Obr. č.4.10 – vyhodnocení Tj a Nj u modelové situací z kapitol 3.1.3

Na obr. č.4.11. jsem vynásobil Nj (počet zákazníků) a Tj (délka manipulací) a porovnal společně jednotlivé situace. Názornější porovnání jednotlivých situací je na kumulativním vývoji, obr. č.4.12.

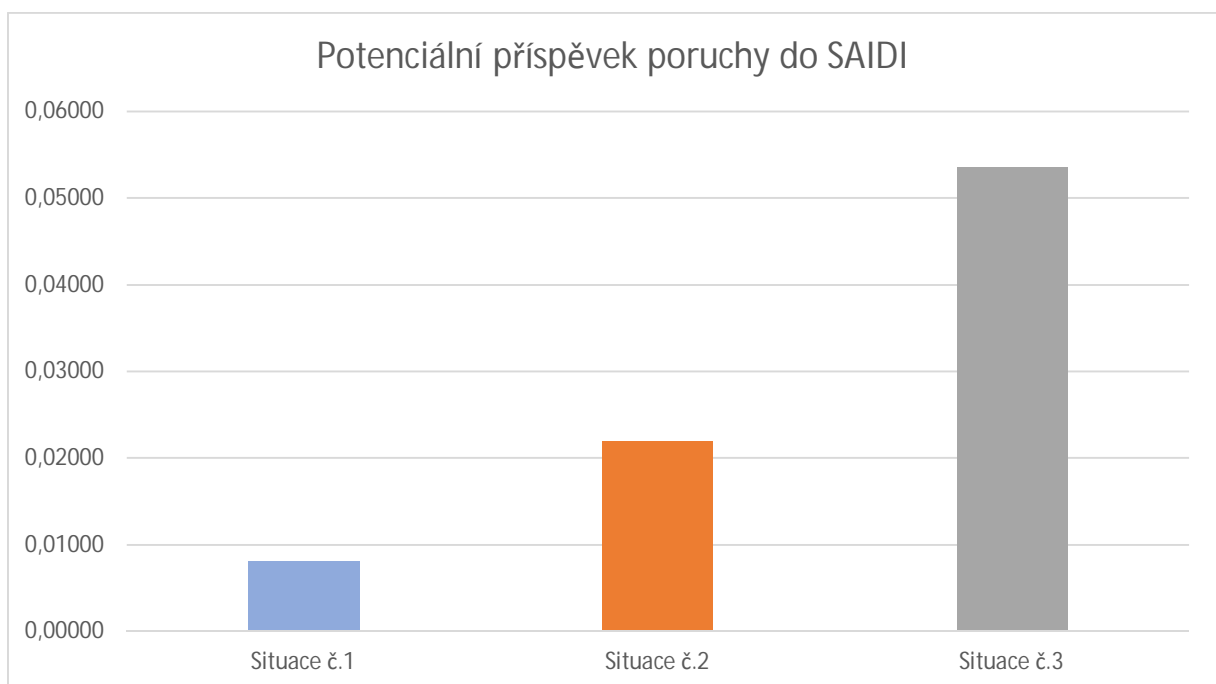


Obr. č.4.11 – vyhodnocení Tj a Nj u jednotlivých modelových situací z kapitol 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3

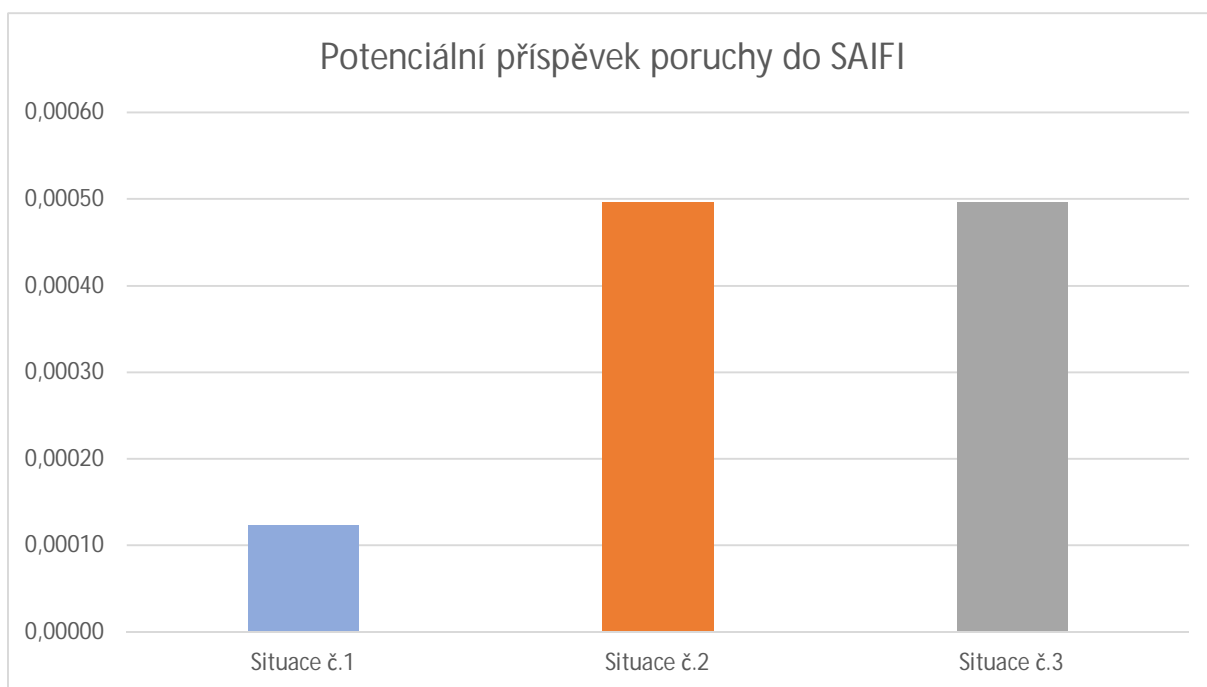


Obr. č.4.12 – kumulativní vyhodnocení jednotlivých modelových situací z kapitol 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3

Jednotlivé situace z pohledu dopadů na ukazatele plynulosti SAIDI a SAIFI jsou na obr. 4.13. a na obr. 4.14. Celkový čas manipulací je uveden v tab. č.4.1., kdy bylo nejrychleji zmanipulováno a nastoupeno PČ na odstranění poruchy v situaci č.1. A dle očekávání nejpomalejší s největším negativním přínosem do ukazatelů plynulosti je situace č.3. Pro určení ukazatelů plynulosti SAIDI a SAIFI jsem dosadil hodnotu N_{sh} 3670798 odběratelů. Tento údaj je platný pro výpočet v roce 2019.



Obr. č.4.13 – porovnání dopadu všech manipulací jednotlivých modelových situací na ukazatel plynulosti SAIDI



Obr. č.4.14 – porovnání dopadu manipulací, jednotlivých modelových situací na plynulosti SAIFI

Tabulka č.4.1 – celkový souhrn ukazatelů a délky trvání manipulací pro jednotlivé modelové situace

scénář	SAIDI	SAIFI	doba řešení poruchy
Situace č.1	0,00806	0,00012	60
Situace č.2	0,02187	0,00050	96
Situace č.3	0,05351	0,00050	128

Závěr

V mé práci se mi podařilo názorně předvést výhody a nevýhody osazování dálkově ovládaných úsekových odpínačů. Existují různé úhly pohledu. To že automatizace DS je přínosem pro ukazatele plynulosti dodávky elektrické energie jsem dokázal jak na modelových situacích, tak na skutečném zmapování PDS ČEZ Distribuce. Tento fakt jsem dokázal a je nepopíratelný. Při porovnání modelových situací jsem předpokládal, že modelová situace č.1 (se čtyřmi DOÚO) bude nejrychlejší s nejmenším dopadem na koncové odběratele. A dále jsem také předpokládal, že situace č.3 (bez DOÚO, jen ROÚO) vyjde ve všech parametrech nejhůře. Otázka zůstává, jak dopadla situace č.2, kde je osazen jen jeden DOÚO a jak velké rozdíly jsou mezi jednotlivými situacemi.

Při srovnání manipulačních časů, mezi situací č.1 a č.3 je zlepšení o 68 minut. Ale pokud porovnáme situaci č.2 a situaci č.1, zlepšení je už jen o 36 minut a mezi situací č.2 a č.3 rozdíl dělá 32 minut. Toto je velmi překvapivé zjištění. I když jsem ve stejné situaci osadil jen jeden DOÚO, čas na vymezení poruchy se zkrátil o úctyhodných 32 minut.

Nyní bych porovnal ukazatele plynulosti. Začnu ukazatelem SAIDI. Rozdíl mezi situací č.1 a č.3 je 0,04545 min/rok, což je cca 85 %. Ale rozdíl mezi situací č.1 a č.2 je 0,01381 min/rok, což je 63 %. A když porovnáme situaci č.2 a č.3, vyjde nám rozdíl 0,03164 min/rok, což je 59 %.

Dalším parametrem je SAIFI. Rozdílem mezi situací č.1 a č.3 je 0,00038 odběratel/rok, což je 76 %. U ukazatele SAIFI mají situace č.2 a č.3 shodné hodnoty, tedy při modelové situaci č.2 (s osazeným jedním DOÚO) nedošlo k žádnému zlepšení.

Pro názornost jsem započítával všechny manipulace a všechna přerušení, i když podle ERÚ do ukazatelů plynulosti se manipulace do 3 minut nepočítají. Chtěl jsem, aby tyto výpočty byly objektivní a nezkreslené, vzhledem k posuzování jen jedné modelové situace.

Další úhel pohledu je ekonomický. Finanční přínos jako takový by byl možný v případě dosažení bonusů. Myslím si, že tato meta není nedosažitelná, ale je za tím hodně práce a určité množství investic. Ne všechny ukazatele se mi jen jedním DOÚO podařilo vylepšit, ale myslím si, že při promyšleném osazování DOÚO (nebo recloserů) by se ukazatele vylepšit nechaly. Jelikož se referenční hodnota jednotlivých ukazatelů každoročně snižuje, je možné za finanční přínos považovat nepřekročení neutrálního pásma, potažmo neplacení penále.

V dnešní době začínající elektromobility, celkové nenahraditelnosti a nezbytnosti elektrické energie je automatizace DS nutností. DS musí být pružná, abychom při jakékoli nečekané nedodávce byli schopni co nejrychleji zareagovat – poruchu vymezit v co nejkratším čase a odstranění poruchy zajistit bez omezení nebo s minimálním omezením odběratelů.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] MERTLOVÁ Jiřina NOHÁČOVÁ Lucie Elektrické stanice a vedení. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2008. ISBN 978-80-7043-724-7
- [2] REISS, Ladislav, MALÝ, Karel a PAVLÍČEK, Zdeněk. *Teoretická elektroenergetika II*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1971. 436 s.
- [3] REISS, Ladislav et al. *Teoretická elektroenergetika I*. 2. vyd. Bratislava: Alfa, 1977. 412 s.
- [4] MERTLOVÁ, Jiřina, HEJTMÁNKOVÁ, Pavla a TAJTL, Tomáš. *Teorie přenosu a rozvodu elektrické energie*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2004. 189 s. ISBN 80-7043-307-8.
- [5] PNE 34 8240 Příhradové stožáry pro elektrická vedení do 45 kV
- [6] PNE 33 3301 Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1kV AC do 45 kV včetně
- [7] PNE 34 8220 Odstředžované betonové sloupy pro elektrická venkovní vedení do 45 kV
- [8] ČSN EN 50423-1 Elektrická vedení s napětím nad AC 1kV do AC 45kV včetně. - Část 1: Všeobecné požadavky – Společné specifikace.
- [9] PNE 34 8601 Součásti venkovních vedení veřejného distribučního rozvodu VN do 35kV
- [10] PNE 33 0000–1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě
- [11] ČSN 33 3301 Stavba elektrických venkovních vedení s jmenovitým napětím do 52 kV.
- [12] PNE 33 0000-8 Navrhování a umístování svodičů přepětí v distribučních sítích nad 1 kV do 45 kV
- [13] PNE 33 0000-3 Revize a kontroly elektrických zařízení přenosové a distribuční soustavy
- [14] PNE 33 3302 Elektrická venkovní vedení s napětím do 1 kV AC
- [15] PNE 34 7625 VN kabely se zesítnou PE izolací pro distribuční sítě do 34 kV
- [16] PNE 34 1050 Kladení kabelů NN, VN a 110kV v distribučních sítích energetiky
- [17] PNE 34 7626 Provozní zkoušky vn kabelových vedení v distribuční síti do 35 kV
- [18] PNE 354212 Úsekové odpínače pro venkovní vedení do 45 KV, včetně
- [19] ČEPS o společnosti [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/o-spolecnosti>
- [20] ČEZ Distribuce distribuční soustava [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z:

<https://www.cezdistribuce.cz/cs/distribucni-soustava/technicka-data.html>

[21] *Odpínačů pro vzdušná vedení* [online]. [cit. 2020-02-20]. Dostupné z:

<http://www.vybojky-zarovky.cz/odpinace.html>

[22] *Venkovní přístroje Dribo, spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z:

<http://www.dribo.cz/vyrobn-program/s1-venkovni-pristroje/>

[23] *VN program SEZ Krompachy* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: [http://www.sez-](http://www.sez-krompachy.sk/-vn-program)

[krompachy.sk/-vn-program](http://www.sez-krompachy.sk/-vn-program)

[24] *E.ON Distribuce a.s.* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: [https://www.eon.cz/o-](https://www.eon.cz/o-nas/o-skupine-eon/eon-v-ceske-republice/eon-distribuce-a-s)

[nas/o-skupine-eon/eon-v-ceske-republice/eon-distribuce-a-s](https://www.eon.cz/o-nas/o-skupine-eon/eon-v-ceske-republice/eon-distribuce-a-s)

[25] *Rozvoj distribuční sítě PREDistribuce* [online]. [cit. 2020-03-15]. Dostupné z:

<https://www.predistribuce.cz/cs/distribucni-sit/rozvoj-distribucni-site/>

[26] *Microsoft Word – Zemní spojení- text.doc* [online]. [cit. 2020-03-16]. Dostupné z:

<https://www.powerwiki.cz/attach/ES/ZemniSpojeni.pdf>

[27] *Venkovní odpínače Fla 15/60, DRIBO Flb a DRIBO Flc* [online] [cit. 2020-03-16].

Dostupné z: http://www.dribo.cz/pdf/CZ_Fla_Flb_Flc.pdf

[28] *S.R.O, Ušetřeno cz. Distributor, nebo dodavatel? Kdo je kdo?* [online]. [cit. 2020-03-

30]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/distribuce-elektriny>

[29] *SEZ Úsečníky typu UE6, UVE* [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z:

[//http://www.sez-cz.cz/soubory/163-katalogpdf.pdf](http://www.sez-cz.cz/soubory/163-katalogpdf.pdf)

[30] *IVEP* [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <https://www.ivep.cz/cz>

[31] ŠOUSTAL, Petr. *ochrany venkovních vedení VN a jejich koordinace s*

automatizovanými úsečníky [online]. 2009 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z:

https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=15147

[32] *Dribo Flrm – odpojovače pro montáž do vedení DRIBO, spol. s.r.o.* [online]. [cit.

2018-04-10]. Dostupné z: [http://www.dribo.cz/vyrobn-program/a21-dribo-flrm-](http://www.dribo.cz/vyrobn-program/a21-dribo-flrm-odpojovace-pro-montaz-do-vedeni/)

[odpojovace-pro-montaz-do-vedeni/](http://www.dribo.cz/vyrobn-program/a21-dribo-flrm-odpojovace-pro-montaz-do-vedeni/)

[33] *Pravidla provozování distribuční soustavy, ppds – 2018_priloha-4.pdf* [online]. [cit.

2020-04-15]. Dostupné z: [https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-](https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/ppds-2018_priloha-4.pdf)

[other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/ppds-2018_priloha-4.pdf](https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/ppds-2018_priloha-4.pdf)

[34] *Návod k montáži, obsluze a údržbě venkovních vakuových vypínačů OSM Tavria*

Electric, CZM_Tavrida_OSM.pdf [online]. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z:

http://www.dribo.cz/pdf/CZM_Tavrida_OSM.pdf

[35] *Zásady cenové regulace pro období 2016–2018 pro odvětví elektroenergetiky, ERÚ* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z:

<http://www.ero.cz/documents/10540/3550177/Zasady-cenove-regulace-IV-RO-prodlouzene-do-2020.pdf/6788c6c3-4711-4042-b5c1-1985ed59bceb>

[36] *Zákony pro lidi 540/2005 Sb Vyhláška o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-540>

[37] *ČEZ Distribuce, Dosahovaná úroveň kvality distribuce elektřiny* [online]. [cit. 2020-05-21]. Dostupné z <https://www.cezdistribuce.cz/cs/distribucni-soustava/uroven-kvality-distribuce-elekriny.html>

Příloha č.1:

SOUHRNNÁ ZPRÁVA O DOSAŽENÉ ÚROVNI KVALITY DISTRIBUCE ELEKTŘINY A SOUVISEJÍCÍCH SLUŽEB ZA ROK 2009

		nn			vn			vvn		
Počet zákazníků		3 481 661	3 523 597	3 520 259	13 349	13 622	13 784	93	85	89
Počet elektroměrů		3 476 270	3 499 924		14 288	14 386		370		454

Zahnutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [1/rok]									Průměrný počet přerušení distr. el. v soustavě [1/rok]		
	nn			vn			vvn			SAIFI _{sys}		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
plánovaná		0,624	0,568		0,561	0,616		0,000	0,000		0,623	0,568
neplánovaná	0,000	2,856	2,482	0,000	2,265	2,869	0,000	0,059	0,086		2,854	2,483
poruchová	0,000	2,700	2,397	0,000	2,189	2,777	0,000	0,059	0,037		2,697	2,399
způsobená poruchou vlastního zařízení	0,000	1,858	1,637	0,000	1,451	1,918	0,000	0,040	0,026		1,856	1,638
za obvyklých povětrnostních podmínek		1,341	1,212		1,176	1,370		0,032	0,018		1,340	1,212
za nepříznivých povětrnostních podmínek		0,517	0,425		0,275	0,547		0,008	0,009		0,516	0,426
způsobená třetí osobou		0,841	0,760		0,738	0,860		0,020	0,011		0,841	0,761
vynucená mimořádná		0,004	0,003		0,003	0,003		0,000	0,000		0,004	0,003
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce		0,091	0,000		0,011	0,000		0,000	0,000		0,091	0,000
ostatní neplánovaná		0,062	0,082		0,062	0,089		0,000	0,048		0,062	0,082
		0,000	0,674	0,570								

Zahnutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrná souhrnná doba trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [min/rok]									Průměrná souhr. doba trvání přerušení distr. el. v soustavě		
	nn			vn			vvn			SAIDI _{sys}		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
plánovaná		150,491	137,849		149,269	170,049		0,000	0,000		150,470	137,963
neplánovaná	0,000	246,085	282,839	0,000	165,567	285,203	0,000	51,984	0,919		245,735	282,812
poruchová	0,000	237,536	281,819	0,000	163,538	283,968	0,000	51,984	0,676		237,214	281,791
způsobená poruchou vlastního zařízení	0,000	187,846	225,271	0,000	109,068	218,018	0,000	51,812	0,506		187,509	225,212
za obvyklých povětrnostních podmínek		59,089	67,244		64,773	78,424		0,204	0,202		59,106	67,261
za nepříznivých povětrnostních podmínek		128,756	158,027		44,295	139,595		51,608	0,304		128,402	157,931
způsobená třetí osobou		49,691	56,548		54,470	65,950		0,172	0,170		49,705	56,579
vynucená mimořádná		0,325	0,199		0,164	0,371		0,000	0,000		0,324	0,200
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce		7,414	0,000		1,038	0,000		0,000	0,000		7,387	0,000
ostatní neplánovaná		0,809	0,821		0,827	0,864		0,000	0,242		0,809	0,821
		0,000	137,305	159,047								

Zahnutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrná doba trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [min]									Prum. doba trvání jedn. prer. distr. el. v soustavě [min]		
	nn			vn			vvn			CAIDI _{sys}		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
plánovaná		241,360	242,803		268,195	275,860		0,000	0,000		241,452	242,950
neplánovaná	86,157	113,973		73,096	99,410		874,271	10,692			86,116	113,904
poruchová	87,992	117,549		74,705	102,249		874,271	18,059			87,950	117,476
způsobená poruchou vlastního zařízení	101,087	137,592		75,163	113,690		1 306,292	19,168			101,007	137,477
za obvyklých povětrnostních podmínek	44,064	55,490		55,057	57,236		6,465	11,492			44,104	55,498
za nepříznivých povětrnostních podmínek	248,911	371,454		161,295	254,978		6 365,000	34,500			248,730	370,841
způsobená třetí osobou	59,068	74,384		73,804	76,725		8,666	15,404			59,121	74,395
vynucená mimořádná	81,567	75,636		54,577	118,576		0,000	0,000			81,484	75,844
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	13,133	10,068		13,283	9,751		0,000	5,000			13,133	10,068

Příloha č.2:

SOUHRNNÁ ZPRÁVA O DOSAŽENÉ ÚROVNI KVALITY DISTRIBUCE ELEKTŘINY A SOUVISEJÍCÍCH SLUŽEB ZA ROK 2012

		nn			vn			vvn		
Počet zákazníků		3 520 259	3 530 338	3 542 032	13 784	14 165	14 379	89	102	103
Počet elektroměrů		3 515 153	3 519 281	3 536 946	14 735	14 393	14 901	557	296	285

Zahmutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [1/rok]									Průměrný počet přerušení distr. el. v soustavě [1/rok]		
	nn			vn			vvn			SAIFI _{sys}		
	SAIFI _{nn}	SAIFI _{vn}	SAIFI _{vvn}	SAIFI _{nn}	SAIFI _{vn}	SAIFI _{vvn}	SAIFI _{nn}	SAIFI _{vn}	SAIFI _{vvn}	SAIFI _{nn}	SAIFI _{vn}	SAIFI _{vvn}
plánovaná	0,651	0,541	0,499	0,688	0,512	0,451	0,004	0,000	0,000	0,651	0,541	0,499
neplánovaná	2,222	2,333	2,598	2,620	2,817	2,694	0,059	0,139	0,168	2,223	2,335	2,598
poruchová	2,215	2,202	2,567	2,614	2,668	2,658	0,059	0,098	0,168	2,216	2,204	2,567
způsobená poruchou vlastního zařízení	2,000	2,022	2,403	2,340	2,392	2,498	0,052	0,081	0,161	2,001	2,024	2,404
za obvyklých povětrnostních podmínek	1,830	2,008	2,311	2,098	2,376	2,390	0,038	0,081	0,161	1,831	2,009	2,312
za nepříznivých povětrnostních podmínek	0,170	0,015	0,092	0,243	0,017	0,109	0,016	0,000	0,000	0,171	0,015	0,092
způsobená třetí osobou	0,215	0,180	0,163	0,274	0,275	0,160	0,007	0,017	0,007	0,215	0,180	0,163
vynucená	0,007	0,002	0,009	0,005	0,005	0,009	0,000	0,000	0,000	0,007	0,002	0,009
mimořádná	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	0,001	0,129	0,022	0,001	0,144	0,027	0,000	0,041	0,000	0,001	0,129	0,022
ostatní neplánovaná	0,178	0,146	0,123									

Zahmutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrná souhrnná doba trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [min/rok]									Průměrná souhr. doba trvání přerušení distr. el. v soustavě		
	nn			vn			vvn			SAIDI _{sys}		
	SAIDI _{nn}	SAIDI _{vn}	SAIDI _{vvn}	SAIDI _{nn}	SAIDI _{vn}	SAIDI _{vvn}	SAIDI _{nn}	SAIDI _{vn}	SAIDI _{vvn}	SAIDI _{nn}	SAIDI _{vn}	SAIDI _{vvn}
plánovaná	168 127	147 914	145 367	202 937	150 524	140 460	1 966	0,000	0,000	168 246	147 913	145 333
neplánovaná	155 571	148 747	167 701	179 754	160 499	161 645	1 424	14 167	2 596	155 647	148 794	167 662
poruchová	154 039	144 965	166 968	179 398	157 191	160 918	1 424	12 992	2 596	154 121	145 004	166 929
způsobená poruchou vlastního zařízení	140 513	132 444	156 023	163 260	139 661	150 091	1 366	7 738	2 575	140 586	132 462	155 086
za obvyklých povětrnostních podmínek	109 122	128 811	133 738	121 329	137 323	124 540	0 591	6 963	2 575	109 155	128 836	133 689
za nepříznivých povětrnostních podmínek	31 392	3 632	22 296	41 931	2 338	25 550	0 776	0 000	0 000	31 431	3 627	22 297
způsobená třetí osobou	13 526	12 522	10 945	16 138	17 530	10 827	0 057	5 054	0 021	13 535	12 541	10 943
vynucená	1 482	0 373	0 399	0 319	0 167	0 322	0 000	0 000	0 000	1 477	0 372	0 399
mimořádná	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	0 049	3 409	0 334	0 043	3 141	0 406	0 000	1 375	0 000	0 049	3 407	0 334
ostatní neplánovaná	32 923	7 414	23 018									

Zahmutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrná doba trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [min]									Prum. doba trvání jedn. prer. distr. el. v soustavě [min]		
	nn			vn			vvn			CAIDI _{sys}		
	CAIDI _{nn}	CAIDI _{vn}	CAIDI _{vvn}	CAIDI _{nn}	CAIDI _{vn}	CAIDI _{vvn}	CAIDI _{nn}	CAIDI _{vn}	CAIDI _{vvn}	CAIDI _{nn}	CAIDI _{vn}	CAIDI _{vvn}
plánovaná	258 168	273 230	291 157	294 754	234 241	311 365	547 500	0 000	0 000	258 327	273 311	291 234
neplánovaná	70 010	63 749	64 558	68 804	56 980	60 002	24 030	102 282	15 415	70 003	63 718	64 538
poruchová	69 553	65 821	65 050	68 618	58 920	60 538	24 030	130 571	15 415	69 549	65 787	65 030
způsobená poruchou vlastního zařízení	70 251	65 485	64 917	69 757	58 375	60 076	26 241	95 441	15 955	70 248	65 451	64 896
za obvyklých povětrnostních podmínek	59 633	64 164	57 860	57 844	57 804	52 115	16 450	85 875	15 955	59 625	64 133	57 835
za nepříznivých povětrnostních podmínek	184 338	242 822	242 210	172 634	139 058	235 160	48 000	0 000	0 000	184 266	242 347	242 175
způsobená třetí osobou	63 051	69 593	67 001	58 889	63 649	67 761	7 995	299 200	3 000	63 029	69 557	67 004
vynucená	227 188	162 390	45 762	63 260	34 300	36 021	0 000	0 000	0 000	226 668	161 292	45 721
mimořádná	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	53 890	26 507	15 045	57 455	21 809	15 075	0 000	33 917	0 000	53 902	26 486	15 048

Příloha č.3:

SOUHRNNÁ ZPRÁVA O DOSAŽENÉ ÚROVNI KVALITY DISTRIBUCE ELEKTŘINY A SOUVISEJÍCÍCH SLUŽEB ZA ROK 2015

		nn			vn			vvn		
Počet zákazníků		3 574 333	3 593 495	3 611 116	14 612	14 735	14 761	94	94	99
Počet elektroměrů		3 569 345	3 587 985	3 608 281	14 722	14 714	14 586	262	236	237

Interní

Zahmutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [1/rok]									Průměrný počet přerušení distr. el. v soustavě [1/rok]		
	nn			vn			vvn			SAIFI _{sys}		
	SAIFI _{nn}	SAIFI _{vn}	SAIFI _{vvn}	SAIFI _{nn}	SAIFI _{vn}	SAIFI _{vvn}	SAIFI _{nn}	SAIFI _{vn}	SAIFI _{vvn}	SAIFI _{nn}	SAIFI _{vn}	SAIFI _{vvn}
plánovaná	0,571	0,542	0,491	0,530	0,496	0,459	0,042	0,051	0,051	0,571	0,542	0,490
neplánovaná	2,721	2,329	2,923	2,756	2,338	2,016	0,221	0,458	0,401	2,721	2,329	2,924
poruchová	2,693	2,186	2,885	2,719	2,150	2,978	0,176	0,271	0,342	2,693	2,186	2,885
způsobená poruchou vlastního zařízení	1,906	1,810	1,719	1,887	1,811	1,692	0,149	0,242	0,300	1,908	1,810	1,719
za obvyklých povětrnostních podmínek	0,600	0,244	0,026	0,652	0,195	1,134	0,015	0,030	0,042	0,600	0,244	0,027
za nepříznivých povětrnostních podmínek	0,185	0,132	0,140	0,180	0,144	0,153	0,011	0,000	0,000	0,185	0,132	0,140
způsobená třetí osobou	0,003	0,001	0,017	0,003	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,017
vynucená	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
mimořádná	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	0,025	0,142	0,021	0,035	0,187	0,016	0,046	0,186	0,059	0,025	0,142	0,021
ostatní neplánovaná	0,628	0,387	1,064									

Zahmutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrná souhrnná doba trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [min/rok]									Průměrná souhr. doba trvání přerušení distr. el. v soustavě		
	nn			vn			vvn			SAIDI _{sys}		
	SAIDI _{nn}	SAIDI _{vn}	SAIDI _{vvn}	SAIDI _{nn}	SAIDI _{vn}	SAIDI _{vvn}	SAIDI _{nn}	SAIDI _{vn}	SAIDI _{vvn}	SAIDI _{nn}	SAIDI _{vn}	SAIDI _{vvn}
plánovaná	185 598	182 168	161 655	188 571	177 195	160 351	19 393	131 883	340 760	185 598	182 145	161 661
neplánovaná	176 158	127 561	339 862	170 966	114 171	332 888	3 149	2 910	6 955	176 124	127 498	339 812
poruchová	175 704	126 574	339 387	170 423	113 023	332 438	2 576	2 112	6 580	175 670	126 510	339 337
způsobená poruchou vlastního zařízení	165 751	119 929	339 485	160 963	105 483	332 818	2 450	2 112	6 580	165 719	119 863	339 433
za obvyklých povětrnostních podmínek	90 884	82 003	95 778	81 685	77 559	86 367	2 371	2 044	5 440	90 839	82 078	95 743
za nepříznivých povětrnostních podmínek	74 867	37 325	234 707	79 298	27 902	233 851	0 078	0 068	1 100	74 880	37 284	234 688
způsobená třetí osobou	9 954	6 645	8 902	9 460	7 561	9 620	0 126	0 000	0 000	9 951	6 648	8 904
vynucená	0 138	0 091	0 280	0 083	0 023	0 301	0 000	0 000	0 000	0 138	0 091	0 280
mimořádná	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	0 316	0 896	0 195	0 460	1 125	0 150	0 573	0 798	0 375	0 316	0 897	0 195
ostatní neplánovaná	75 327	38 312	235 182									

Zahmutá přerušení distribuce elektřiny	Průměrná doba trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníka na napětové hladině [min]									Prum. doba trvání jedn. prer. distr. el. v soustavě [min]		
	nn			vn			vvn			CAIDI _{sys}		
	CAIDI _{nn}	CAIDI _{vn}	CAIDI _{vvn}	CAIDI _{nn}	CAIDI _{vn}	CAIDI _{vvn}	CAIDI _{nn}	CAIDI _{vn}	CAIDI _{vvn}	CAIDI _{nn}	CAIDI _{vn}	CAIDI _{vvn}
plánovaná	324 935	336 153	329 517	356 961	357 353	348 982	461 903	2 593 693	6 730 015	325 054	336 246	329 634
neplánovaná	64 746	54 765	116 252	62 025	48 835	110 357	14 226	6 359	17 350	64 734	54 740	116 224
poruchová	65 238	57 899	117 627	62 669	52 569	111 624	14 673	7 788	19 252	65 227	57 878	117 601
způsobená poruchou vlastního zařízení	66 082	58 390	120 382	63 388	52 563	114 259	14 926	7 788	19 252	66 071	58 367	120 355
za obvyklých povětrnostních podmínek	47 630	45 638	55 716	43 275	42 817	52 590	15 930	8 462	18 292	47 612	45 626	55 703
za nepříznivých povětrnostních podmínek	124 749	153 00										

Příloha č.4:

SOUHRNNÁ ZPRÁVA O DOSAŽENÉ ÚROVNI KVALITY DISTRIBUCE ELEKTŘINY A SOUVISEJÍCÍCH SLUŽEB ZA ROK 2017

	nn			vn			vvn		
Počet zákazníků	3 574 333	3 593 495	3 611 116	14 612	14 735	14 761	94	94	99
Počet elektroměrů	3 569 345	3 587 985	3 608 281	14 722	14 714	14 586	262	236	237

Interní

Zahnutá přerušeni distribuce elektřiny	Průměrný počet přerušeni distribuce elektřiny u zákazníka na napěťové hladině [1/rok]									Průměrný počet přerušeni distr. el. v soustavě [1/rok]		
	nn			vn			vvn			SAIFI _{se}		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
plánovaná	0,571	0,542	0,491	0,530	0,496	0,459	0,042	0,051	0,051	0,571	0,542	0,490
neplánovaná	2,721	2,329	2,923	2,756	2,338	3,016	0,221	0,458	0,401	2,721	2,329	2,924
poruchová	2,693	2,186	2,885	2,719	2,150	2,978	0,176	0,271	0,342	2,693	2,186	2,885
způsobená poruchou vlastního zařízení	2,508	2,054	2,745	2,539	2,006	2,825	0,164	0,271	0,342	2,508	2,054	2,745
za obvyklých povětrnostních podmínek	1,908	1,810	1,719	1,887	1,811	1,692	0,149	0,242	0,300	1,908	1,810	1,719
způsobená třetí osobou	0,600	0,244	1,026	0,652	0,195	1,134	0,015	0,030	0,042	0,600	0,244	1,027
vynucená	0,185	0,132	0,140	0,180	0,144	0,153	0,011	0,000	0,000	0,185	0,132	0,140
mimořádná	0,003	0,001	0,017	0,003	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,017
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	0,025	0,142	0,021	0,035	0,187	0,016	0,046	0,186	0,059	0,025	0,142	0,021
ostatní neplánovaná	0,628	0,387	1,064									

Zahnutá přerušeni distribuce elektřiny	Průměrná souhrnná doba trvání přerušeni distribuce elektřiny u zákazníka na napěťové hladině [min/rok]									Průměrná souhr. doba trvání přerušeni distr. el. v soustavě		
	nn			vn			vvn			SAIDI _{se}		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
plánovaná	185,598	182,168	161,655	188,571	177,195	160,351	19,393	131,893	340,760	185,598	182,145	161,661
neplánovaná	176,158	127,561	339,862	170,966	114,171	332,888	3,149	2,910	6,955	176,124	127,498	339,812
poruchová	175,704	126,574	339,387	170,423	113,023	332,438	2,576	2,112	6,580	175,670	126,510	339,337
způsobená poruchou vlastního zařízení	165,751	119,929	330,485	160,963	105,462	322,818	2,450	2,112	6,580	165,719	119,862	330,433
za obvyklých povětrnostních podmínek	90,684	62,603	95,778	81,665	77,559	88,967	2,371	2,044	5,480	90,639	62,578	95,745
způsobená třetí osobou	74,867	37,325	234,707	78,298	27,902	233,851	0,078	0,068	1,100	74,880	37,284	234,688
vynucená	9,954	6,645	8,902	9,460	7,561	9,620	0,126	0,000	0,000	9,951	6,648	8,904
mimořádná	0,138	0,091	0,280	0,063	0,023	0,301	0,000	0,000	0,000	0,138	0,091	0,280
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	0,316	0,896	0,195	0,460	1,125	0,150	0,573	0,798	0,375	0,316	0,897	0,195
ostatní neplánovaná	75,321	38,312	235,182									

Zahnutá přerušeni distribuce elektřiny	Průměrná doba trvání jednoho přerušeni distribuce elektřiny u zákazníka na napěťové hladině [min]									Prum. doba trvání jedn. prer. distr. el. v soustavě [min]		
	nn			vn			vvn			CAIDI _{se}		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
plánovaná	324,935	336,153	329,517	355,961	357,353	348,982	461,903	2 593,693	6 730,015	325,054	336,246	329,634
neplánovaná	64,746	54,765	116,252	62,025	48,835	110,357	14,226	6,359	17,350	64,734	54,740	116,227
poruchová	65,238	57,899	117,627	62,669	52,569	111,624	14,673	7,788	19,252	65,227	57,878	117,601
způsobená poruchou vlastního zařízení	66,082	58,390	120,382	63,388	52,563	114,259	14,926	7,788	19,252	66,071	58,367	120,355
za obvyklých povětrnostních podmínek	47,630	45,638	55,716	43,275	42,817	52,590	15,930	8,462	18,292	47,612	45,626	55,703
způsobená třetí osobou	124,749	153,005	228,701	121,581	143,100	206,287	5,138	2,305	26,070	124,735	152,971	228,601
vynucená	53,794	50,270	63,599	52,536	52,654	62,922	11,033	0,000	0,000	53,789	50,280	63,596
mimořádná	49,506	87,546	16,030	32,907	48,186	13,786	0,000	0,000	0,000	49,445	87,472	16,019
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	12,788	6,305	9,418	13,326	8,004	9,122	12,517	4,280	6,346	12,791	6,303	9,416

Příloha č.4:

SOUHRNNÁ ZPRÁVA O DOSAŽENÉ ÚROVNI KVALITY DISTRIBUCE ELEKTŘINY A SOUVISEJÍCÍCH SLUŽEB ZA ROK 2019

	nn			vn			vvn		
Počet zákazníků	3 611 116	3 659 047	3 683 374	14 761	14 754	14 736	99	107	110
Počet elektroměrů	3 608 281	3 631 252	3 656 040	14 585	14 582	14 530	237	234	228

Zahmutá přerušeni distribuce elektřiny	Průměrný počet přerušeni distribuce elektřiny u zákazníka na napěťové hladině [1/rok]									Průměrný počet přerušeni distr. el. v soustavě [1/rok]		
	nn			vn			vvn			SAIFI _{so}		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
plánovaná	0,491	0,490	0,449	0,459	0,464	0,424	0,051	0,043	0,039	0,490	0,489	0,448
neplánovaná	2,923	2,246	2,447	3,016	2,319	2,547	0,401	0,496	0,288	2,924	2,246	2,448
poruchová	2,895	2,239	2,433	2,978	2,314	2,530	0,342	0,483	0,281	2,885	2,239	2,434
způsobená poruchou vlastního zařízení	2,745	2,139	2,313	2,825	2,199	2,336	0,342	0,483	0,278	2,745	2,140	2,314
za obvyklých povětrnostních podmínek	1,719	1,734	1,644	1,692	1,743	1,647	0,300	0,470	0,272	1,719	1,734	1,644
za nepříznivých povětrnostních podmínek	1,026	0,405	0,670	1,134	0,457	0,749	0,042	0,013	0,004	1,027	0,406	0,670
způsobená třetí osobou	0,140	0,099	0,120	0,153	0,115	0,135	0,000	0,000	0,004	0,140	0,099	0,123
vyřucená	0,017	0,004	0,002	0,022	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,017	0,004	0,002
mimořádná	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	0,021	0,004	0,012	0,018	0,002	0,015	0,059	0,013	0,003	0,021	0,004	0,012
ostatní neplánovaná	1,064	0,415	0,682									

Zahmutá přerušeni distribuce elektřiny	Průměrná souhrnná doba trvání přerušeni distribuce elektřiny u zákazníka na napěťové hladině									Průměrná souhr. doba trvání přerušeni distr. el. v soustavě		
	nn			vn			vvn			SAIDI _{so}		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
plánovaná	161,655	161,691	149,580	160,351	163,862	153,896	340,760	19,263	20,261	161,661	161,691	149,589
neplánovaná	339,862	145,395	198,896	332,888	149,397	211,286	6,955	7,297	2,204	339,812	145,402	198,933
poruchová	339,387	144,992	198,516	332,438	149,225	210,918	6,580	7,043	2,167	339,337	145,000	198,553
způsobená poruchou vlastního zařízení	330,485	138,310	190,938	322,818	141,436	201,449	6,580	7,043	2,056	330,433	138,315	190,968
za obvyklých povětrnostních podmínek	95,778	84,962	83,111	88,967	83,952	79,800	5,480	4,856	2,038	95,745	84,953	83,093
za nepříznivých povětrnostních podmínek	234,707	53,348	107,827	233,851	57,484	121,648	1,100	2,187	0,018	234,688	53,362	107,873
způsobená třetí osobou	8,902	6,682	7,579	9,620	7,789	9,469	0,000	0,000	0,111	8,904	6,686	7,582
vyřucená	0,280	0,314	0,174	0,301	0,088	0,075	0,000	0,000	0,000	0,280	0,313	0,173
mimořádná	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	0,195	0,089	0,230	0,150	0,085	0,232	0,375	0,254	0,037	0,195	0,089	0,233
ostatní neplánovaná	235,182	53,751	108,207									

Zahmutá přerušeni distribuce elektřiny	Průměrná doba trvání jednoho přerušeni distribuce elektřiny u zákazníka na napěťové hladině [min]									Prům. doba trvání jedn. přer. distr. el. v soustavě [min]		
	nn			vn			vvn			CAIDI _{so}		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
plánovaná	329,517	330,266	333,427	348,982	363,100	363,004	6 730,015	450,765	513,270	329,634	330,353	333,539
neplánovaná	116,252	64,739	81,273	110,357	64,420	82,948	17,350	14,720	7,615	116,227	64,734	81,273
poruchová	117,627	64,764	81,594	111,624	64,476	83,351	19,252	14,585	7,721	117,601	64,762	81,590
způsobená poruchou vlastního zařízení	120,382	64,646	82,535	114,259	64,312	84,089	19,252	14,585	7,441	120,355	64,644	82,541
za obvyklých povětrnostních podmínek	55,716	48,996	50,553	52,590	48,175	48,464	18,292	10,330	7,493	55,703	48,992	50,554
za nepříznivých povětrnostních podmínek	228,701	131,586	161,008	206,287	125,898	162,399	26,070	17,053	4,200	228,601	131,560	161,014
způsobená třetí osobou	63,599	67,299	63,218	62,922	67,606	70,235	0,000	0,000	25,383	63,596	67,301	63,249
vyřucená	16,030	84,894	110,824	13,786	31,244	36,461	0,000	0,000	0,000	16,019	84,730	110,437
mimořádná	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
v důsledku události mimo soustavu a u výrobce	9,418	25,406	16,604	9,122	45,662	19,917	6,346	19,833	4,233	9,416	25,448	16,618