

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROENERGETIKY**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vyhodnocení výskytu krátkodobých přerušení a poklesů  
napětí s ohledem na stanovení směrných hodnot**

**Autor práce: Bc. Václav Jírů**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Miloslava Tesařová, Ph.D.**

**2022**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav JÍRŮ**  
Osobní číslo: **E20N0028P**  
Studijní program: **N0713A060013 Výkonové systémy a elektroenergetika**  
Specializace: **Elektroenergetika**  
Téma práce: **Vyhodnocení výskytu krátkodobých přerušení a poklesů napětí s ohledem na stanovení směrných hodnot**  
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky**

## Zásady pro vypracování

1. Popište aktuální stav regulace kvality elektrické energie v ČR, uveďte, zda jsou události na napětí její součástí. Uveďte, příklady zemí, kde její součástí jsou.
2. Diskutujte možné přístupy k vyhodnocování výskytu událostí na napětí respektující jejich závažnost, příp. dopad na koncového uživatele, např. volba vhodného ukazatele, uvažování křivek odolnosti zařízení či agregace shluků událostí.
3. Proveďte vyhodnocení dlouhodobého sledování událostí napětí na zadané napěťové hladině pro jednotlivé roky a místa měření.
4. Navrhněte možný způsob vyhodnocení výskytu krátkodobých přerušení a poklesů napětí s ohledem na stanovení směrných hodnot.




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

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN 50160: Charakteristiky napětí el. energie dodávané z veřejné distribuční sítě, 3.vydání 2012  
Vyhláška 540/2005 Sb., v platném znění, O kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice  
IEEE, 2014 IEEE Std 1564-2014 Guide for Voltage Sag Indices  
CIGRE TB 412: Voltage Dip Immunity of Equipment and Installations, CIGRE/CIRED/UIE working group  
JWG C4.110, April. 2010

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Miloslava Tesařová, Ph.D.**  
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání diplomové práce: **8. října 2021**  
Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2022**

  
  
  
**Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.**  
děkan  
**Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 8. října 2021

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá možnými přístupy k vyhodnocení výskytu poklesů a krátkodobých přerušení napětí v kontextu regulace kvality elektrické energie. Je zde tedy specifikována kvalita dodávek elektrické energie a její regulace v České republice a v zahraničí. Dále je uveden přehled možných způsobů vyhodnocení napěťových událostí. V další části je provedeno vyhodnocení poklesů napětí a krátkých přerušení. Vyhodnocení respektuje závažnost jevů a možný dopad na zařízení odběratele. Návrh možného vyhodnocení je proveden s ohledem na stanovení směrných hodnot.

## **Klíčová slova**

Distribuční soustava, dodávka elektrické energie, regulace kvality elektrické energie, krátkodobá přerušení napětí, poklesy napětí

## **Abstract**

This diploma thesis deals with possible approaches to evaluate the occurrence of voltage dips and short interruptions in the context of power quality regulation. Thus, the quality of electricity supply and its regulation in the Czech Republic is specified here, also regulation in foreign countries. The following is an overview of possible ways of evaluate voltage events. The next part is the evaluation of voltage dips and short interruptions. The evaluation respects the severity of the events and the possible impact on the customer's equipment. The proposal of a possible evaluation is made with regard to the determination of indicative values.

## **Keywords**

Distribution system, electricity supply, regulation of power quality, short interruptions, voltage dips

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval doc. Ing. Miloslavě Tesařové, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné náměty. Dále bych rád poděkoval svému bratrově Ing. Lukáši Jeřábkovi za pomoc při tvorbě webové aplikace a své rodině za podporu během let studia.

## Obsah

Úvod .....	1
<b>1 Napět'ové události jako součást kvality elektrické energie.....</b>	<b>2</b>
1.1 Přerušení napájecího napětí .....	3
1.1.1 Krátkodobá přerušení .....	3
1.1.2 Dlouhodobá přerušení .....	4
1.2 Poklesy napájecího napětí .....	4
1.3 Dočasná zvýšení napětí .....	7
1.4 Odolnost zařízení na napět'ové události .....	7
<b>2 Regulace kvality elektrické energie.....</b>	<b>12</b>
2.1 Regulace v distribuci elektrické energie.....	12
2.1.1 Motivační regulace kvality.....	13
2.2 Regulace kvality elektrické energie v jiných zemích Evropy .....	14
2.2.1 Přerušení napájecího napětí.....	15
2.2.2 Poklesy napájecího napětí .....	15
<b>3 Možnosti vyhodnocování krátkodobých přerušení a poklesů napětí .....</b>	<b>18</b>
3.1 Agregace událostí .....	18
3.1.1 Polyfázová agregace.....	18
3.1.2 Časová agregace .....	18
3.2 Zohlednění závažnosti události .....	20
3.3 Hodnotící ukazatele událostí .....	20
3.3.1 Třídící tabulky .....	21
3.3.2 Ukazatel SARFI .....	23
3.3.3 Ukazatele energie poklesu napětí.....	24
3.3.4 Ukazatele závažnosti poklesu napětí.....	24
3.3.5 Ukazatel MAIFI .....	25
<b>4 Tvorba webové aplikace.....</b>	<b>27</b>
4.1 Vyhodnocení poklesů napětí .....	27
4.1.1 Načítání vstupního souboru.....	28
4.1.2 Výběr poklesů napětí a úprava záznamu.....	28
4.1.3 Rozdělení do třídících tabulek.....	30
4.1.4 Výstupní soubor .....	30
4.1.5 Funkce souboru „masek“ .....	31
4.2 Agregace napět'ových událostí .....	33

4.2.1	Princip použitých agregačních pravidel .....	33
4.2.2	Načítání vstupního souboru.....	33
4.2.3	Výběr událostí a realizace agregace .....	34
4.2.4	Funkce souboru „masek“ .....	38
4.2.5	Výstupní soubor .....	39
<b>5</b>	<b>Vyhodnocení a ukázka webové aplikace .....</b>	<b>41</b>
5.1	Analýza poklesů napětí.....	41
5.1.1	Rozvodny 110 kV.....	41
5.1.2	Rozvodny 22 kV.....	46
5.2	Agregace napěťových událostí .....	48
5.2.1	Rozvodny 110 kV.....	49
5.2.2	Rozvodny 22 kV.....	53
5.2.3	Zhodnocení a návrh stanovení směrných hodnot.....	56
<b>Závěr</b> .....		<b>58</b>
<b>Seznam literatury a informačních zdrojů</b> .....		<b>59</b>
<b>Seznam obrázků</b> .....		<b>61</b>
<b>Seznam tabulek</b> .....		<b>62</b>
<b>Příloha A</b> .....		<b>I</b>
	Ruční provedení analýzy poklesů napětí.....	I
<b>Příloha B</b> .....		<b>VI</b>
	Ruční provedení agregace napěťových událostí.....	VI



## Úvod

V této diplomové práci navazuji na svou předchozí bakalářskou práci, kde jsem vyhodnocoval výskyt napěťových událostí v distribuční soustavě. Vyhodnoceny zde byly poklesy napětí s ohledem na jejich závažnost, dále pak seskupení napěťových událostí s různými přístupy časové agregace a agregačních pravidel.

Cíl této práce je tedy rozšířit pohled na problematiku vyhodnocování napěťových událostí – stochastických jevů, navrhnout možné způsoby vyhodnocování, a to s ohledem na stanovení směrných hodnot výskytů poklesů a krátkodobých přerušení napětí. Tyto směrné hodnoty by pak měly respektovat skutečný možný dopad událostí na zařízení odběratele. Jedná se tedy o využití jednotlivých přístupů vyhodnocení, ale i jejich vhodně nastavených kombinací. Například při návrhu vyhodnocení zohlednit závažnost události a zároveň použít agregaci zaznamenaných hodnot, kdy výskyt více událostí v relativně krátkém časovém rozmezí pravděpodobně nezpůsobí více než jednu škodu.

V České republice jsou do regulace kvality elektrické energie zahrnutá pouze dlouhodobá přerušení napětí. Vezmeme-li v úvahu, že poklesy napětí a krátkodobá přerušení často mohou mít stejný dopad na zákazníka jako dlouhodobá přerušení, je logické tyto události také do regulace zahrnout. Stanovení směrných hodnot a dále pak limitních hodnot je jedním z kroků k tomuto zahrnutí.

K vyhodnocení napěťových událostí a jejich agregace byla vytvořena veřejně dostupná webová aplikace, na jejíž tvorbě jsem se podílel. Aplikace se sestává ze dvou doplňujících se modulů. První modul analyzuje poklesy napětí ve zkoumaném záznamu a druhý modul pracuje s agregací událostí v záznamu. Pro záznamy událostí z vybraných rozvodů 110 kV a 22 kV jsem navrhl způsob vyhodnocení zakládající se právě na zohlednění závažnosti události a jejich vzájemné agregaci, s cílem stanovit směrné hodnoty výskytů, odrážejících skutečný možný dopad na odběratele.

# 1 Napěťové události jako součást kvality elektrické energie

Kvalita dodávek elektrické energie a služeb je definována vyhláškou 540/2005 Sb. [4]. Stanovuje požadovanou kvalitu dodávek a souvisejících služeb s regulovanými činnostmi v elektroenergetice, postupy pro vykazování dodržování kvality dodávek elektrické energie, výši náhrad za její nedodržení a lhůty pro uplatnění nároku na náhrady.

Kvalitu dodávky elektrické energie (Quality of Supply) můžeme rozdělit do tří hlavních skupin:

- nepřetržitost dodávky (Continuity of Supply)
- kvalita služeb (Quality of Service)
- kvalita elektrické energie, kvalita napětí (Power Quality, Voltage Quality)

Nepřetržitost dodávky, spolehlivost, se hodnotí počtem přerušení a jejich trváním. K vyhodnocení nepřetržitosti dodávky elektrické energie v přenosových a distribučních soustavách se používají ukazatele nepřetržitosti (nejčastěji SAIDI a SAIFI).

Kvalitou služeb je myšlen vztah mezi dodavatelem a zákazníkem (odběratelem) a zahrnuje více aspektů (reakce na stížnosti zákazníků, měření a fakturace, poskytování informací aj.). Některé z těchto aspektů lze kvantifikovat a regulovat.

Kvalita napětí je definována normou ČSN EN 50160 ed. 3 [3] a týká se odchylek napěťových charakteristik od stanovených hodnot. Udává, jaké meze a hodnoty parametrů napětí může kterýkoliv uživatel sítě očekávat. Parametry stanovující kvalitu napájecího napětí dělíme do dvou skupin. Jsou to průběžné jevy a napěťové události.

- Průběžné jevy
  - Kmitočet sítě
  - Odchyly napájecího napětí
  - Rychlé změny a kolísání napětí
  - Nesymetrie napájecího napětí
  - Harmonická napětí
  - Meziharmonická napětí
  - Úrovně napětí signálu v napájecím napětí
- Napěťové události
  - Přerušování napájecího napětí
  - Poklesy napájecího napětí
  - Dočasná zvýšení napětí

Průběžnými jevy jsou chápány odchylky od stanovených hodnot, které se vyskytují v průběhu času. Norma pro tyto jevy udává mezní hodnoty. Mohou být způsobeny například změnami zatížení nebo charakterem zátěže. Napěťovými událostmi především chápeme náhlé a závažné odchylky od požadovaného stavu. Typicky jsou stochastického charakteru, mohou být způsobeny poruchami nebo vnějšími vlivy a norma pro ně udává indikativní

hodnoty. V následující části se zabývám pouze napěťovými událostmi, jejichž vyhodnocování se věnuje tato práce.

## 1.1 Přerušení napájecího napětí

Přerušení napájecího napětí je stav, při němž je napětí menší než 5 % dohodnutého napětí. V případě vícefázových soustav je za přerušení považován pouze stav, při němž napětí klesne ve všech fázích pod těchto 5 % dohodnutého napětí.

Mimo náhodných přerušení napětí, způsobených poruchami například ve spojení s poruchami zařízení nebo s vnějšími vlivy, rozlišujeme i plánovaná přerušení napětí. Ty jsou obvykle spojena s prováděním prací v síti.

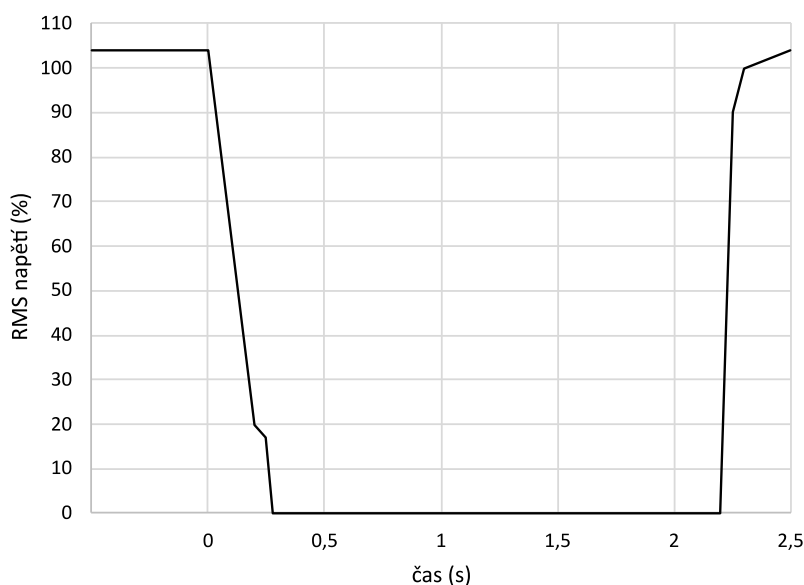
Přerušení dělíme podle doby trvání:

- dlouhodobá přerušení, doba trvání je delší než 3 minuty, spadající do oblasti nepřetržitosti dodávky,
- krátkodobá přerušení, doba trvání je kratší než 3 minuty (včetně), spadající do oblasti kvality napětí.

### 1.1.1 Krátkodobá přerušení

Původem krátkodobých přerušení napětí mohou být přechodné poruchy a následná funkce ochran, například působení automatiky opětného zapnutí, nebo vyhledávání poruchy a s tím spjaté manipulace v síti. Doby trvání většiny krátkých přerušení mohou tedy být do několika sekund [3].

Na následujícím obrázku je zobrazený průběh přerušení napětí na hladině 110 kV způsobený obloukovým zkratem a následnou funkcí ochran. Při vzniku poruchy kleslo napětí na zhruba 20 % jmenovité hodnoty, přičemž vzápětí zapůsobí automatika OZ a napětí klesne k nule. Tento stav trvá necelé 2 sekundy. Po tomto čase automatika OZ vyšle signál pro opětovné sepnutí kontaktů vypínače a následuje obnova původního napětí.



Obrázek 1.1 Průběh krátkodobého přerušení napětí (upraveno z [8])

### 1.1.2 Dlouhodobá přerušení

Dlouhodobá přerušení napětí mohou být podstatně delší než interval 3 minut. To je dáno například rozsahem poruchy (vliv klimatických podmínek a přednostní likvidace poruch na páteřních linkách), závažností, nebo jejím místem.

## 1.2 Poklesy napájecího napětí

Pokles napájecího napětí je stav, při kterém dojde k snížení efektivní hodnoty napětí pod prahovou hodnotu a následnému obnovení napětí. Prahová hodnota je 90 % dohodnutého napětí. Pro konec poklesu je navíc tato hodnota navýšena o hysterezi, typicky 2 %. Hystereze zamezuje kmitání naměřených hodnot, v případě že se měřená veličina pohybuje kolem prahové úrovně.

Pokles můžeme popsat například charakteristikami, které vyjadřují jeho závažnost nebo energii, případně jeho nesymetrii nebo skokový posun fáze. Základní charakteristika, podle níž pokles napětí popisuje i norma [3], je vyjádřena pomocí:

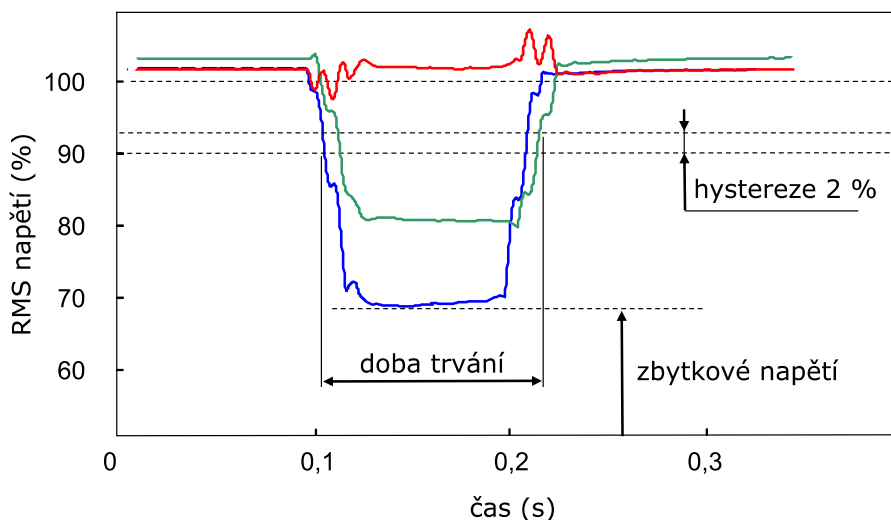
- zbytkového napětí
- doby trvání.

### Zbytkové napětí

Zbytkové napětí definuje minimální efektivní hodnotu napětí, která je při poklesu zaznamenána. Udává se jako procentuální nebo poměrná hodnota referenčního napětí.

### Doba trvání

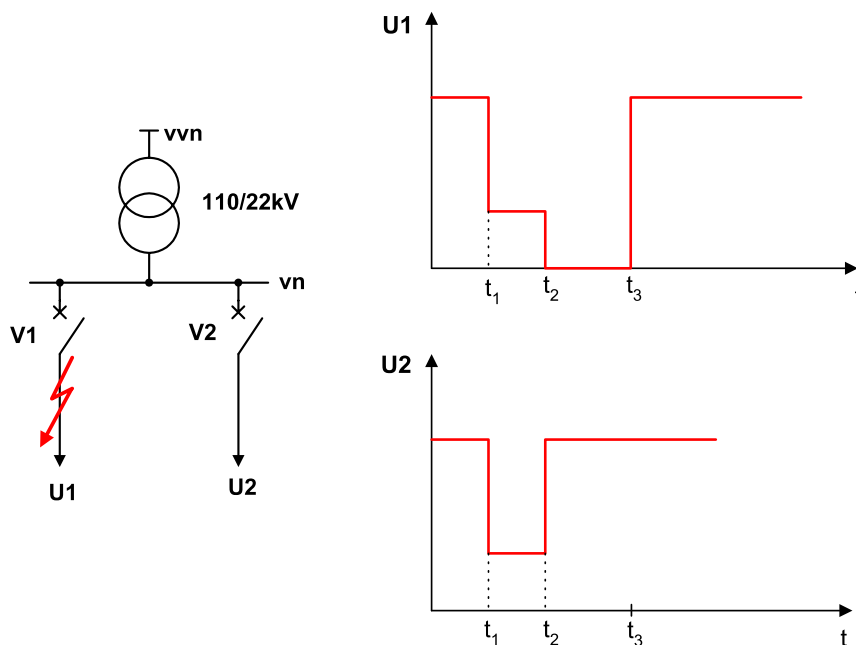
Tato doba označuje časový interval, ve kterém proběhne pokles napájecího napětí pod prahovou hodnotu a následné zvýšení napětí, nad prahovou hodnotu. Norma ČSN EN 50160 ed.3 [3] uvažuje dobu trvání poklesu napětí v rozmezí 10 ms až 1 minuta včetně.



Obrázek 1.2 Třířázový pokles napětí (upraveno z [1])

Obrázek 1.2 zobrazuje příklad možného poklesu napětí v třífázové soustavě. Je zde názorně vidět doba trvání a zbytkové napětí popisující pokles – v případě poklesu napětí v obecně vícefázové soustavě se pro popis události používá polyfázová agregace, ta charakterizuje pokles právě jednou nejdelší dosaženou dobou trvání a jedním zbytkovým napětím (nejnižší dosažená hodnota). V tomto případě se však ztrácí detailnější informace o poklesu napětí, například právě počet zasažených fází.

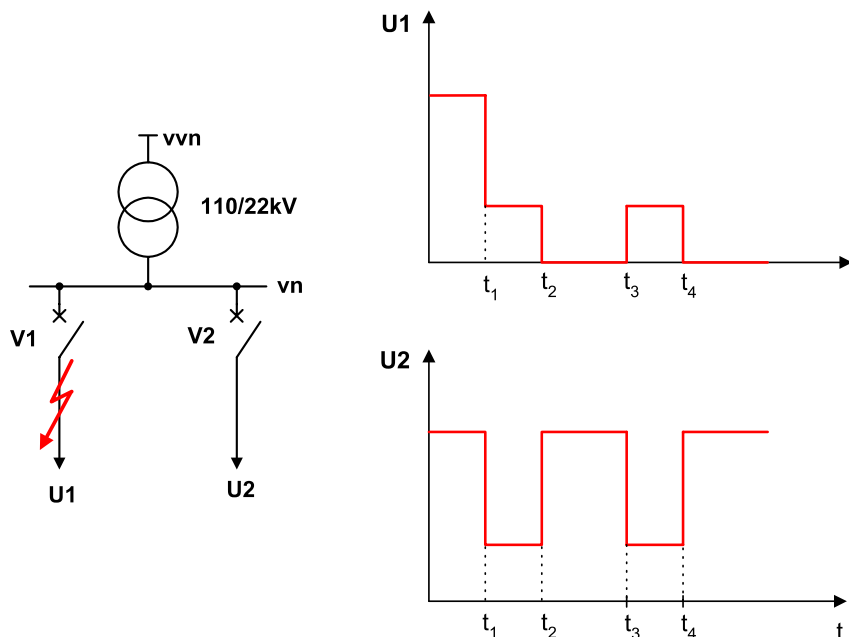
Poklesy mohou být způsobeny poruchovými stavy nebo změnou zatížení. V případě změny zatížení se jedná buď o připojení velké zátěže nebo o připojení zátěže v místě sítě s malým zkratovým výkonem, typicky to mohou být konce venkovních vedení NN. Tyto poklesy napětí jsou charakteristické vyšším zbytkovým napětím, například 80 % referenčního napětí. Nejčastěji se vyskytují poklesy se zbytkovým napětím nad 40 % a dobou trvání do 1 sekundy [3]. Příklad poklesu napájecího napětí v důsledku poruchy popisují následující obrázky.



Obrázek 1.3 Příklad vzniku zkratu a ilustrativní průběhy napětí na vývodech, úspěšné OZ  
 (upraveno z [2])

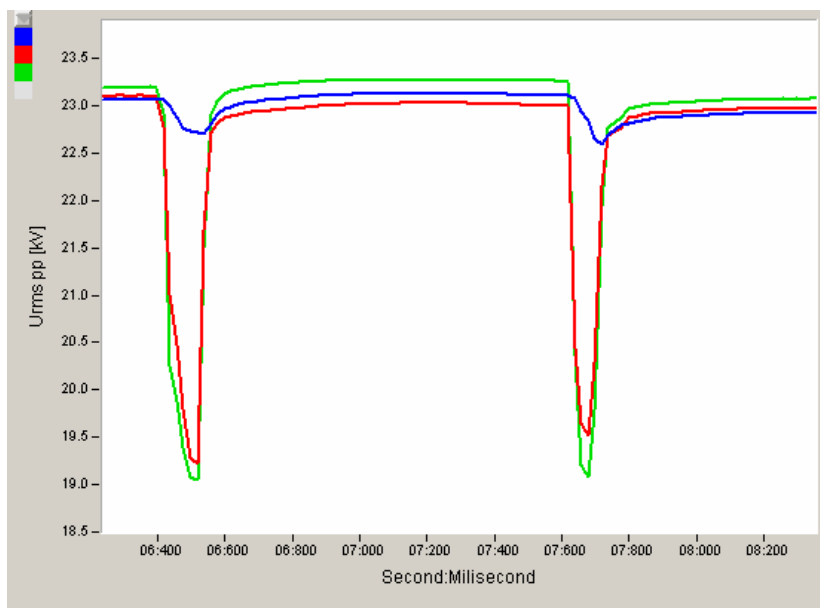
Na obrázku 1.3 je vidět vznik zkratu na vývodu 1 v okamžiku  $t_1$ . Z průběhů je vidět pokles napětí v obou vývodech. V okamžiku  $t_2$  je zkrat vypnut vypínačem V1. Napětí na postiženém vývodu je tedy rovno nule, napětí na zdravém vývodu je obnoveno. V čase  $t_3$  následuje zapnutí vypínače V1 automatikou opětného zapnutí. Porucha byla přechodného charakteru, cyklus OZ byl úspěšný a napájecí napětí je obnoveno.

Obrázek 1.4 reprezentuje stejný případ, avšak v čase  $t_3$  došlo k zapnutí vypínače V1 do zkratu. Porucha přetrvává a cyklus OZ je neúspěšný. V čase  $t_4$  tedy následuje vypnutí vypínače V1. Opět, napětí na postiženém vývodu je rovno nule, napětí na zdravém vývodu je obnoveno.



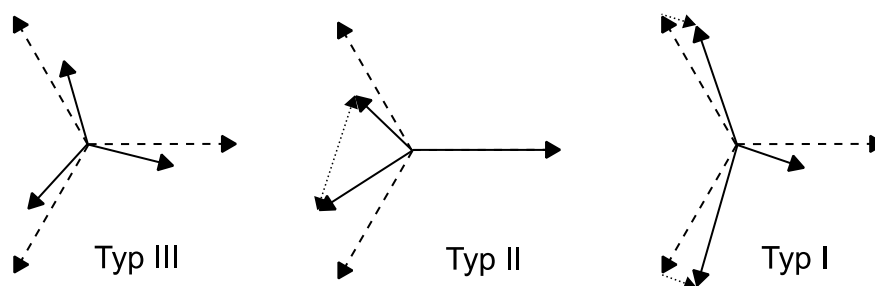
Obrázek 1.4 Příklad vzniku zkratu a ilustrativní průběhy napětí na vývodech, neúspěšné OZ (upraveno z [2])

Z těchto obrázků je patrné, že porucha na prvním vývodu se v ostatních vývodech projeví jako pokles, tedy výskyt poklesů musí být vyšší než výskyt krátkodobých přerušení. Uvážíme-li, že poklesy napětí mohou mít často stejné dopady na odběratele jako přerušení, jedná se o důležitý a sledovaný parametr kvality napětí. Dále je vidět, že v důsledku jedné poruchy může dojít k výskytu více po sobě jdoucích událostí na napětí. Na následujícím obrázku je vidět záznam napětí na vývodu VN, přičemž vznikl jednofázový zkrat na hladině VVN (OZ neúspěšné). Pokles napětí se přenesl přes transformátor YNy do hladiny VN. Jedno mezifázové napětí nebylo poklesem postiženo, zbylá dvě ano. Délka jednotlivých poklesů je 160 ms a pauza mezi poklesy zhruba 1 s. Zbytkové napětí pokleslo na zhruba 19 kV.



Obrázek 1.5 Záznam napětí na vývodu VN [2]

Poklesy napájecího napětí můžeme dělit z hlediska jejich symetričnosti do tří základních kategorií. Toto rozdělení zavedl nizozemský profesor Math H. J. Bollen. Typ III je způsoben třífázovými poruchami. Jedná se o symetrické poklesy napětí. Typ II a typ I pak reprezentuje dvoufázové a jednofázové poruchy způsobující nesymetrické poklesy napětí. Při šíření nesymetrických poklesů přes napěťové hladiny (transformátory) dochází také k ovlivnění jejich typu. Toto závisí na způsobu zapojení transformátoru a jeho hodinovém úhlu. Například u transformátorů Yd, Dy a Yz se z nesymetrického poklesu typu I na primární straně stává pokles typu II na sekundární straně a naopak. U transformátoru YNyn je událost na primární straně přenesena stejně i na sekundární stranu. V případě sudých hodinových úhlů dochází k fázovému natočení a pokles napětí v jedné fázi se přenesou na sekundární stranu jako pokles napětí v odlišné fázi. U lichých hodinových úhlů dochází pak k celkové změně typu události. Do typu poklesu však také promlouvá, zda vyhodnocujeme sdružené nebo fázové napětí. Je tedy třeba zohlednit i způsob měření (obvykle jsou měřena sdružená napětí).



Obrázek 1.6 Příklad základních rozdělení poklesů napětí v třífázové soustavě [1]

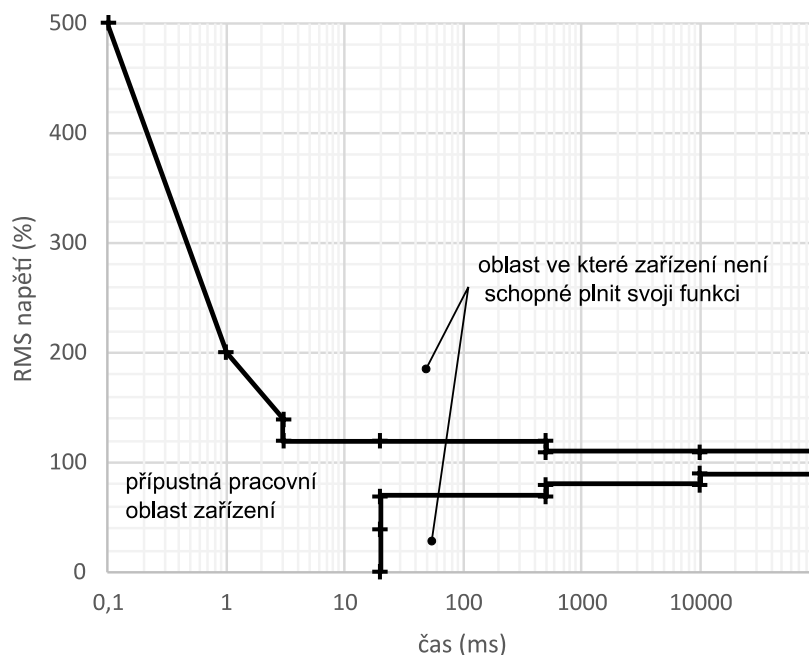
Z analýz historických dat vyplývá, že převládají nesymetrické poklesy napětí. V sítích NN jsou to dvoufázové poklesy napětí [1].

### 1.3 Dočasná zvýšení napětí

Za dočasné zvýšení napětí je považován stav, při němž se zvýší efektivní hodnota napájecího napětí nad prahovou hodnotu a následně se opět sníží, pod tuto hodnotu sníženou o případnou hysterezi. Prahová hodnota je 110 % dohodnutého napětí. U obecně vícefázové soustavy je zvýšení napětí charakterizováno nejvyšším dosaženým napětím a jednou dobou trvání, obdobně jako u poklesu napětí. Mimo tuto základní charakteristiku lze zvýšení napětí charakterizovat například jeho energií nebo závažností podle zvolené reference. Příčiny dočasných zvýšení napětí mohou být atmosférická přepětí nebo spínání v soustavě, vypínání velké zátěže.

### 1.4 Odolnost zařízení na napěťové události

Pro definování odolnosti zařízení vůči napěťovým událostem byla sestavena křivka ITIC (Information Technology Industry Council). Pro dané zaznamenané napětí a dobu trvání události, křivka vymezuje oblasti pro bezproblémový chod zařízení a oblasti v nichž zařízení pravděpodobně nebude schopné plnit svoji funkci.



Obrázek 1.7 Křivka ITIC (upraveno z [24])

Dále se tato část věnuje problematice zařízení a jejich citlivosti především na poklesy napájecího napětí. Poklesy mohou být pro zařízení nežádoucí a rušit jeho funkci a provozuschopnost, stejně tak ale proti nim může být zařízení odolné. Cílem kapitoly je tedy přiblížit možný dopad událostí na zařízení odběratele. Mezi zařízení citlivá na poklesy napětí můžeme například řadit elektronické přístroje, stykače, asynchronní motory a řízené pohony, výpočetní techniku, svítidla. Zařízení citlivá na napěťové poklesy můžeme dělit do následujících skupin:

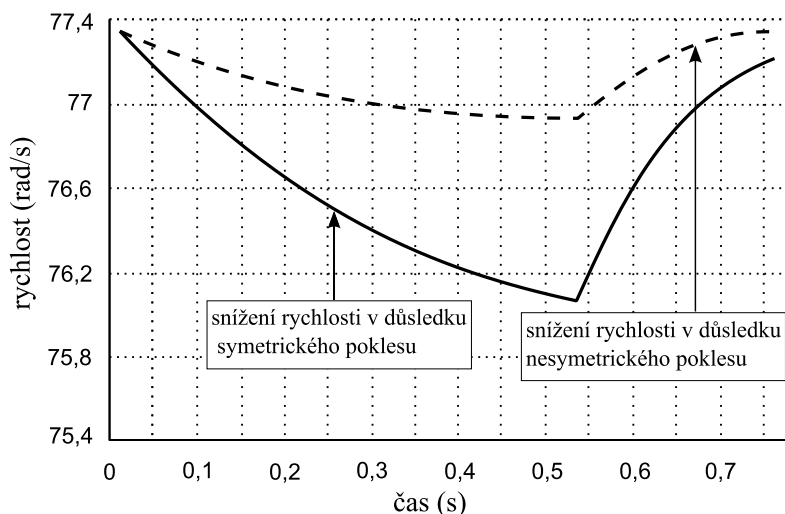
- zařízení citlivá na velikost zbytkového napětí
- zařízení citlivá na velikost zbytkového napětí a dobu trvání
- zařízení citlivá na jiný parametr.

Citlivost na velikost zbytkového napětí mohou mít obecně zařízení určená ke kontrole procesů a mnoho automatizovaných strojů, například polovodičová výrobní zařízení. Mezi zařízení citlivá i na dobu trvání poklesu zařazujeme vybavení obsahující elektronické napájecí zdroje. Jiným parametrem poklesu napětí může být nesymetrie, nebo například okamžik začátku napěťového poklesu vzhledem k průběhu napětí. Při poklesu také dochází k fázovému posuvu napětí, vlivem změny parametrů sítě. Citlivost zařízení na tyto další parametry se obtížněji zobecňuje. Níže jsou vypsány příklady některých zařízení a jejich reakce na poklesy napětí.

Přímo připojené asynchronní motory se využívají v případech požadavku konstantních otáček. Poklesy napětí mají za následek kolísání proudu a momentu asynchronního motoru, pokles otáček s ohledem na zátěž. V případě obnovení napětí může být k znovuobnovení otáček odebrán vyšší proud a tím může dojít k dalšímu poklesu napětí. Doba obnovení otáček se proto zvyšuje, což může namáhat napájecí systém nebo spustit reakci ochranných



prvků. Nesymetrický pokles napětí má za následek oscilační točivý moment, snížení otáček je však méně výrazné. Toto dokumentuje následující obrázek.



Obrázek 1.8 Změna otáček přímo připojeného asynchronního motoru při symetrickém a nesymetrickém poklesu napětí (upraveno z [15])

Vlivy poklesů napětí na řízené pohony, používané k řízení momentu nebo otáček elektromotorů, závisí na charakteru poklesu a na vnitřní topologii a algoritmu řízení pohony. Například v případě měniče kmitočtu s napěťovým střídačem napájející motor dochází při poklesu napětí k rychlému vybíjení kondenzátoru ve stejnosměrném obvodu, neboť kondenzátor je jediným zdrojem energie pro napěťový střídač a připojený motor. Pakliže měnič neodpojí podpěťová ochrana, při následném obnovení napětí se kondenzátor začíná dobíjet. Dobíjecí proud je dán rozdílem napětí kondenzátoru a napájecí sítě. Může vzniknout proudová špička takové hodnoty, která by způsobila zničení vstupního usměrňovače, měnič tedy musí být ochranou odpojen. Kromě poklesu napětí ve stejnosměrném meziobvodu je častý důsledek poklesů napájecího napětí i zablokování řízení střídače. Při obnovení napájecího napětí musí nejprve zaniknout magnetické pole napájeného motoru, až poté lze měnič opět běžně spustit.

Výpočetní technika hraje roli v různých procesech, například v řízení a komunikaci v reálném čase. V závislosti na zbytkovém napětí a době trvání poklesu může dojít k problémům se zápisem a čtením informací, zablokování operačního systému nebo restartu zařízení. Toto může mít v souvislosti s další připojenou technologií dalekosáhlejší následky, například kvůli výpadku řídicí jednotky zastavení výroby celé výrobní linky.

Stykače, jako prvky napájení a ovládání zátěže, patří obecně mezi méně odolné. Kromě zbytkového napětí a doby trvání jsou také závislé na okamžiku, kdy k poklesu došlo.

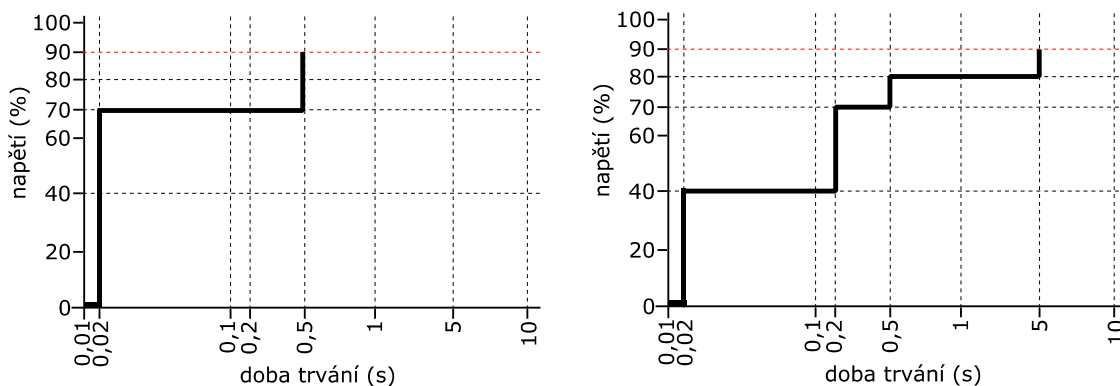
### Křivky odolnosti zařízení

V problematice dopadů poklesů na zařízení vystupují také křivky odolnosti zařízení proti poklesům napětí. Předpokládá se, že na poklesy nacházející se pod touto křivkou zařízení nějakým způsobem nepříznivě zareaguje. Tyto křivky jsou definované v normě týkající se elektromagnetické kompatibility, části zkušební a měřicí techniky, konkrétně

krátkodobých poklesů, přerušení a pomalých změn napětí (ČSN EN 61 000-4-11 a ČSN EN 61 000-4-34). Jsou zde definována zařízení třídy 2 a třídy 3.

Třída 2 se používá při připojení odběratele k veřejné síti nebo v průmyslové síti a jiných neveřejných sítích, přičemž úroveň kompatibility je shodná s úrovní ve veřejných sítích.

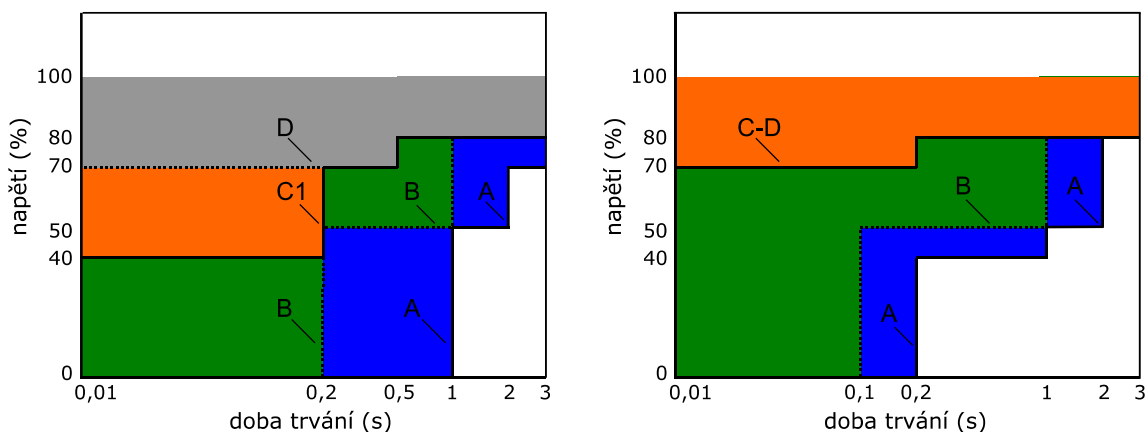
Třída 3 se používá pouze při připojení do průmyslové a neveřejné sítě, úroveň kompatibility je vyšší pro některé rušící jevy. Může se jednat o provozy s velkými a často se rozbíhajícími motory, svářecími stroji, ...



Obrázek 1.9 Křivky odolnosti pro zařízení třídy 2 vlevo a třídy 3 vpravo (upraveno z [1])

Další možné rozdělení zařízení proti poklesům napájecího napětí nabízejí třídy odolnosti navržené společnou pracovní skupinou CIGRE/CIRED/UIE C4.110. Tyto třídy také rozlišují odolnost pro nesymetrické poklesy (zasazena jedna nebo dvě fáze) a symetrické poklesy.

- třída A, nejvyšší stupeň odolnosti
- třída B, dobrá úroveň odolnosti
- třída C, přijatelná úroveň odolnosti
- třída D, základní stupeň odolnosti

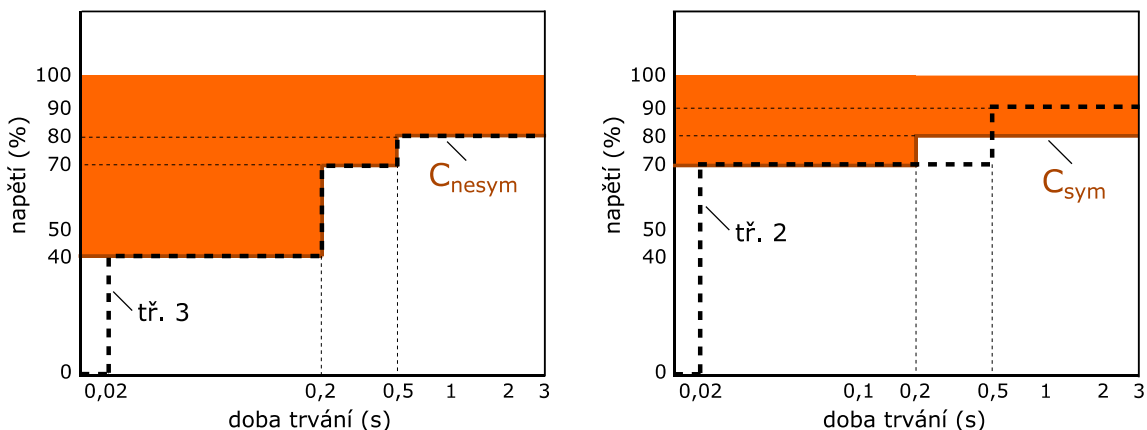


Obrázek 1.10 Náhled křivek odolnosti pro třídy A, B, C, D; vlevo pro nesymetrické poklesy, vpravo pro symetrické poklesy (upraveno z [15])

Barevné plochy příslušných křivek na obrázku vyznačují tolerovanou oblast. Třidu C můžeme u nesymetrických poklesů rozdělit na třídu C1 (na obrázku) a C2. Tyto třídy jsou

velmi podobné, rozdělení respektuje snazší návrh zařízení, které prošlo testem kompatibility v zemích s nižší hodnotou jmenovitého napětí [15].

Při porovnání přístupů lze vidět u křivky odolnosti třídy 2 určitou podobnost s křivkou odolnosti třídy C pro symetrické poklesy. Křivka třídy 3 je pak podobná křivce třídy C pro nesymetrické poklesy. Je tedy patrné, že pro nesymetrické poklesy je uvažována vyšší míra kompatibility zařízení. Křivky třídy 2 a 3 také uvažují odolnost zařízení pro velmi krátké a hluboké poklesy napětí (do 20 ms, zbytkové napětí k nule). Porovnání je vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 1.11 Porovnání křivek odolnosti zařízení třídy 3 a C (nesymetrický pokles napětí) vlevo, a třídy 2 a C (symetrický pokles napětí) vpravo

### Křivky odpovědnosti

Od křivek odolnosti, nejčastěji třídy 3 nebo třídy C, jsou odvozeny křivky odpovědnosti. Tyto křivky vymezují odpovědnost za možné následky událostí na zařízení odběratele, přičemž odpovědnost padá na:

- distributora elektrické energie
- odběratele
- výrobce zařízení

Křivky vymezují oblast tolerovaného chování sítě (oblast nad křivkou), přičemž v této oblasti by zařízení odběratele mělo napěťovým událostem odolat. V případě že zařízení odolná nejsou, jde odpovědnost za dopad událostí na majitele zařízení (odběratele) nebo na výrobce zařízení. Oblast pod křivkou odpovědnosti může vymezovat závažné poklesy napětí, přičemž pro tyto poklesy se předpokládá nepříznivá reakce zařízení. Například to může být zmíněný výpadek řídicí jednotky výrobní linky a následné zastavení výroby.

Je patrné, že poklesy napětí mohou mít stejný dopad na odběratele jako přerušení napětí. Dlouhodobá přerušení napětí jsou v České republice regulována, logickým krokem tedy je i postupné zahrnutí poklesů napětí do regulace.

## 2 Regulace kvality elektrické energie

Energetika jako taková má charakter přirozeného monopolu a pro dosažení určité kvality služeb a cen je nutná centrální regulace. Tuto regulaci v České republice provádí Energetický regulační úřad (ERÚ). V současné době se energetika nachází v V. regulačním období (od 1. ledna 2021 do 31. prosince 2025) a řídí se tedy zásadami cenové regulace pro toto období.

Zásady cenové regulace stanovují (mimo jiné) postupy regulace cen souvisejících služeb v elektroenergetice pro provozovatele přenosové a distribuční soustavy, v souladu se zákonem č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (tzv. energetický zákon) a zákonem č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie.

Pro cenovou regulaci se v České republice využívá mechanismus regulace metodou výnosových limitů. Vazba mezi vynaloženými investičními prostředky a přímým ovlivněním kvality dodávky elektrické energie je reprezentována komponentou kvality (Q komponenta) [9].

### 2.1 Regulace v distribuci elektrické energie

V Q komponentě jsou zahrnuté ukazatele nepřetržitosti SAIDI a SAIFI, které se týkají dlouhodobých přerušení napětí. Těchto ukazatelů se týká motivační regulace kvality. V novelizaci vyhlášky č 540/2005 Sb. [4], která měla vstoupit v platnost už v roce 2020, se objevil nově ukazatel MAIFI, týkající se krátkodobých přerušení napětí. Tento ukazatel však zatím nemá být zahrnut do Q komponenty.

#### Ukazatele nepřetržitosti SAIDI a SAIFI

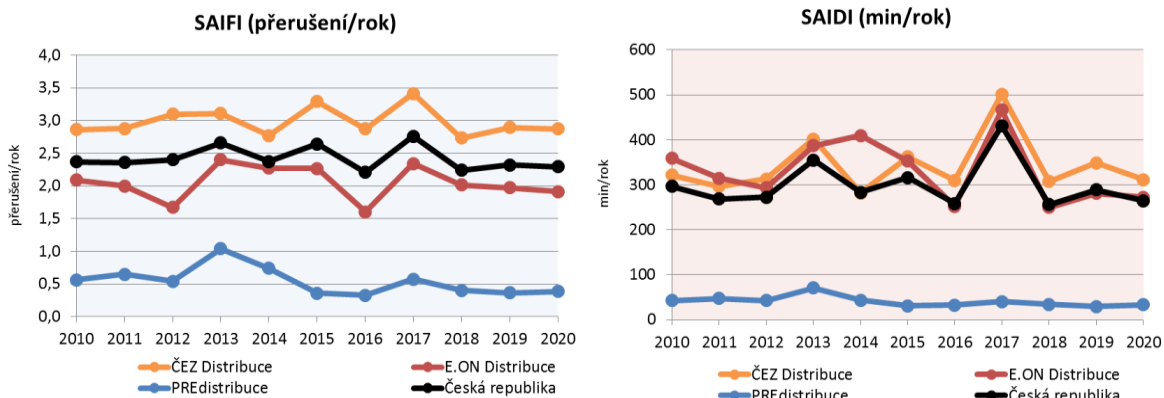
SAIDI (System average interruption duration index) – průměrná celková doba trvání přerušení dodávky elektrické energie u zákazníka v daném období,

SAIFI (System average interruption frequency index) – průměrný počet přerušení dodávky elektrické energie u zákazníka v daném období.

Provozovatelé distribučních soustav jsou povinni každoročně tyto ukazatele vykazovat, a to pro celou soustavu, pro jednotlivé napěťové hladiny, a pro definované kategorie přerušení. Do regulace kvality spadají ukazatele pro celou soustavu vyjma kategorií přerušení, která provozovatel nemůže ovlivnit. Kategorie přerušení a postupy výpočtu ukazatelů jsou uvedeny v PPDS, příloha 2 [20]. Hodnoty ukazatelů závisí nejen na spolehlivosti distribuční soustavy, ale také na spolehlivosti přenosové soustavy a výrobních zdrojů.

Na následujícím obrázku je vývoj ukazatelů nepřetržitosti pro tři hlavní provozovatele distribuční soustavy. Jedná se o hodnoty pro celou soustavu, pro všechny kategorie přerušení. Je důležité si uvědomit, že z důvodu rozdílnosti jednotlivých sítí provozovatelů není možné ukazatele přímo porovnávat mezi sebou. Rozdílnosti, a tedy vliv na ukazatele

nepřetržitosti, spočívají například v způsobu zapojení sítí, hustotě odběru, počtu zákazníků a podílu kabelových vedení [10].



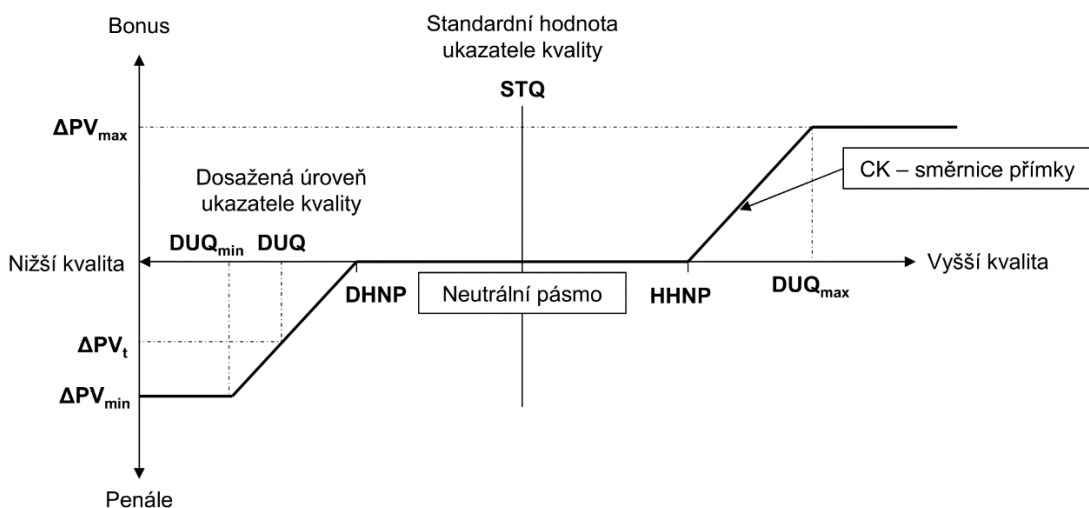
Obrázek 2.1 Vývoj ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI [10]

### 2.1.1 Motivační regulace kvality

Motivační regulace kvality představuje nastavení požadované úrovně kvality služeb ve vztahu k jejich ceně. Ukazatele nepřetržitosti SAIDI a SAIFI jsou celosystémové a nejsou zde zahrnuty kategorie přerušení na které nemá provozovatel soustavy vliv, tedy:

- poruchová přerušení způsobená poruchou původem v zařízení soustavy provozovatele nebo jejím provozu za nepříznivých povětrnostních podmínek
- poruchová přerušení způsobená zásahem nebo jednáním třetí osoby
- přerušení vynucená a mimořádná
- přerušení mající původ mimo soustavu daného provozovatele a u výrobce
- plánovaná přerušení z důvodu mimořádné investiční akce uznaná ERÚ

Schéma motivační regulace kvality výstižně popisuje následující obrázek.



Obrázek 2.2 Schéma motivační regulace kvality [13]

kde  $\Delta PV_t$  finanční vyjádření penále nebo bonusu za dosaženou kvalitu služeb  
 t pořadové číslo regulovaného roku

DUQ	hodnota dosažené úrovně ukazatele kvality pro hodnocení kvality služeb pro příslušný rok regulačního období
CK	jednotková cena kvality
$\Delta PV_{\max}$	maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb
$\Delta PV_{\min}$	maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb
DHNP	dolní hranice neutrálního pásma (vyjádřená procenty z STQ)
HHNP	horní hranice neutrálního pásma (vyjádřená procenty z STQ)
STQ	hodnota požadované úrovně ukazatele kvality (SAIFI, SAIDI)
$DUQ_{\max}$	hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb
$DUQ_{\min}$	hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb.

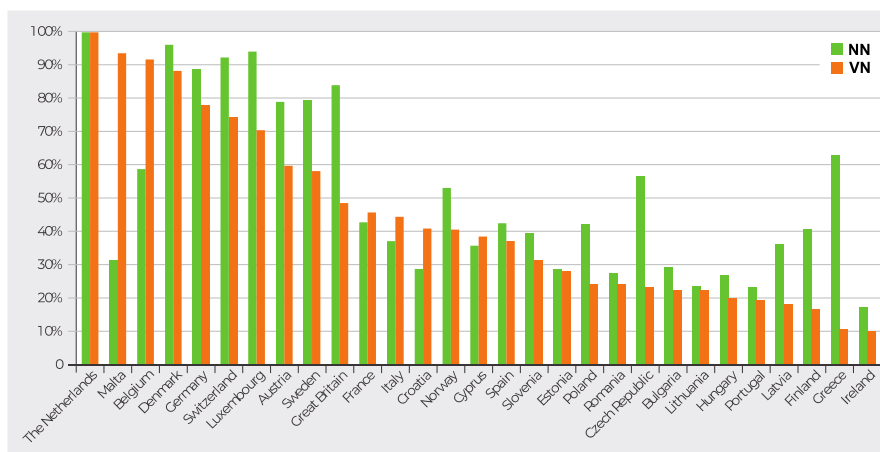
Pro jednotlivé provozovatele distribuční soustavy jsou Úřadem určeny individuální hodnoty ukazatelů nepřetržitosti, a to na celé regulační období. K těmto stanoveným hodnotám se vztahují uznané hodnoty ukazatelů (dosažené hodnoty) z čehož následně vychází výše bonusu nebo penále. Hodnoty ukazatelů jsou vypočtené na základě dvouletého klouzavého průměru.

Hodnota maxima bonusu a penále je pro V. regulační období stanovena na  $\pm 4\%$  ze zisku dané společnosti. Rozdělení této hodnoty je pak v poměru 50/50 na ukazatele nepřetržitosti SAIDI a SAIFI [9].

Cílem motivační regulace kvality je ovlivnění kvality v celém systému příslušného provozovatele distribuční soustavy. Jedná se především o omezení plánovaných přerušení napájení, která nejsou legislativně omezena a mohou být častým námětem na stížnosti zákazníků.

## 2.2 Regulace kvality elektrické energie v jiných zemích Evropy

Srovnání kvality dodávek elektrické energie, a tím i její regulace, mezi jednotlivými zeměmi je díky mnoha aspektům složitá a mnohdy může být zavádějící. Tyto aspekty mohou být charakter a způsob provozu sítě, například podíl kabelových vedení, obecně přírodní a geografické podmínky a také zkušenosti dané země se sledováním a vyhodnocováním kvality a její regulací.



Obrázek 2.3 Podíl kabelových vedení na úrovni NN a VN v jednotlivých zemích (upraveno z [12])

Sdružení CEER (Council of European Energy Regulators) vydává pravidelně srovnávací zprávy o kvalitě dodávek elektrické energie v jednotlivých členských zemích [12]. Doposud bylo publikováno 6 těchto srovnávacích zpráv.

V této části bude přiblížena regulace kvality elektrické energie v jiných zemích Evropy, se zaměřením právě na nepřetržitost dodávky distribuce, napěťové události (především poklesy napětí), jejich sledování a vyhodnocování.

### **2.2.1 Přerušování napájecího napětí**

Dlouhodobá přerušování napájení v distribuci jsou ve většině zemí vyhodnocována pomocí ukazatelů SAIDI a SAIFI. Dalším ukazatelem může být například ENS (nedodaná energie). Je důležité si ale uvědomit, že způsob výpočtu ukazatelů není jednotný, například v zahrnutí různých kategorií přerušování a jejich definic. Značný vliv na ukazatele má také například podíl kabelových vedení.

Krátkodobá přerušování napájení nejsou vyhodnocována zdaleka ve všech zemích a jejich zahrnutí do regulace kvality je raritní záležitost (například Itálie). Používaný ukazatel je převážně MAIFI (Momentary average interruption frequency index), který udává průměrný počet krátkodobých přerušování distribuce elektrické energie u zákazníka ve vyhodnocovacím období (nejčastěji rok). Tento ukazatel může být rozšířen o agregační pravidla (zohlednění výskytu více po sobě jdoucích událostí), jedná se o ukazatel MAIFI<sub>E</sub> (Momentary average interruption event frequency index). Tento ukazatel je monitorován například ve Švédsku a Slovinsku, není však zahrnut do regulace kvality [12].

### **2.2.2 Poklesy napájecího napětí**

Níže je uveden příklad několika zemí a jejich pohled na vyhodnocení a regulaci poklesů napájecího napětí. Regulace výskytu poklesů je ještě méně častá než regulace krátkodobých přerušování. Problematika způsobu a možností vykazování poklesů napětí bude podrobněji zpracována v kapitole 3.

#### Švédsko

Ve Švédsku jsou poklesy napětí zahrnuty do regulace kvality. Tato regulace je založená na křivkách odpovědnosti. Křivky odpovědnosti vycházejí z křivek odolnosti zařízení a obecně vymezují oblast tolerovaného chování sítě a oblast kde se předpokládá nepříznivá reakce zařízení připojeného do sítě. Křivky odpovědnosti se ve Švédsku liší pro napětí do 45 kV a pro napětí nad 45 kV.

napětí (%)	doba trvání t (ms)				
	10≤t≤200	200≤t≤500	500≤t≤1000	1000≤t≤5000	5000≤t≤60000
90>U≥80	A		B		
80>U≥70					
70>U≥40					
40>U≥50				C	
U<5					

Obrázek 2.4 Křivky odpovědnosti použité pro regulaci kvality napětí ve Švédsku pro napětí do 45 kV (upraveno z [17])

napětí (%)	doba trvání t (ms)				
	10≤t≤200	200≤t≤500	500≤t≤1000	1000≤t≤5000	5000≤t≤60000
90>U≥80	A		B		
80>U≥70					
70>U≥40					
40>U≥50				C	
U<5					

Obrázek 2.5 Křivky odpovědnosti použité pro regulaci kvality napětí ve Švédsku pro napětí nad 45 kV (upraveno z [17])

Regulace je nastavena následovně. Poklesy zasahující do oblasti C nejsou přípustné, a ukazují na vážné problémy v provozu sítě. Tyto poklesy představují nedostatečnou úroveň kvality elektrické energie a pro jejich výskyt jsou stanoveny limity. Poklesy v oblasti B nejsou limitovány, avšak jejich počet by neměl být vyšší, než je možné dosáhnout za přiměřených nákladů a za současných technologií. Provozovatel sítě je zodpovědný za snížení těchto poklesů, přiměřenou měrou k jejich možným následkům u odběratele. Poklesy v oblasti A nejsou limitovány, předpokládá se, že zařízení odběratele je vůči nim imunní. Mimo poklesů napětí je do regulace kvality ve Švédsku zahrnuté i zvýšení napětí, a to podobným principem, využitím definovaných oblastí A, B, C [1,17].

## Francie

Odpovědnost za dopad poklesů napětí, které trvají méně než 600 ms se zbytkovým napětím větším než 70 %  $U_n$ , jde ve Francii za odběrateli VN a VVN. Provozovatel sítě odpovídá za snížení výskytu poklesů delších než 600 ms se zbytkovým napětím pod 70 %  $U_n$ . Poklesů napětí by u odběratele VN nemělo být více než 5 za rok, je to však silně závislé na lokálních podmínkách. V případě odběratele VVN se počet zaznamenaných poklesů vyhodnocuje za období 4 let [1].

## Itálie

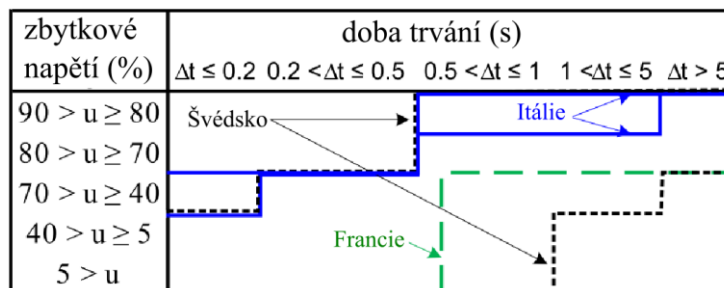
V Itálii podobně jako v Nizozemí nejsou poklesy napětí zahrnuty do regulace kvality, avšak je navrženo několik ukazatelů pro jejich hodnocení v místech měření.

Ukazatele N2a a N3b jsou založeny na počtu poklesů a vycházejí z křivek odolnosti zařízení třídy 2 a třídy 3. Je zaznamenán počet poklesů za rok, které se nacházejí pod



příslušnou křivkou. Regulovaný ukazatel výskytu poklesů je pak jejich průměr. Další ukazatele jsou založené na charakteristikách vyjadřujících závažnost poklesu [1].

Porovnání používaných křivek odpovědnosti pro Švédsko (do 45 kV), Itálii a Francii je na následujícím obrázku.



Obrázek 2.6 Porovnání křivek odpovědnosti (upraveno z [19])

### Nizozemí

V Nizozemí byl představen návrh pro regulaci poklesů napětí v sítích VN. Do vyhodnocení poklesů napětí je přidána časová agregace, přičemž interval agregace je 1 minuta. Poklesy zaznamenané v tomto časovém úseku jsou nahrazeny jedním poklesem, který dosahuje nejvyšší hodnoty indexu energie poklesu. Tyto poklesy jsou rozděleny do třídící tabulky, přičemž zvlášť se vyhodnocují symetrické a nesymetrické poklesy. Poklesy jsou dále rozdělené podle váhového faktoru do 3 skupin. Tento faktor vyjadřuje porovnání účinku daného poklesu s účinkem přerušení napětí o délce 1 minuty na složení takových odběratelů, kteří jsou na poklesy různě citliví (tzv. agregovaní odběratelé). Symetrické poklesy mají tedy nejvyšší hodnoty váhového faktoru. Jak již bylo řečeno, poklesy jsou rozděleny do 3 skupin, BIG, MEDIUM a SMALL. V kategorii BIG jsou poklesy způsobující větší než 50% pokles odběru oproti původnímu stavu, MEDIUM pak 50-30% pokles a SMALL menší než 30% pokles odběru. Dále je stanoven postup určení maximálního počtu poklesů napětí v příslušné kategorii [1,18].

## 3 Možnosti vyhodnocování krátkodobých přerušení a poklesů napětí

V této kapitole je uveden stručný přehled přístupů k vyhodnocení výskytu především krátkodobých přerušení a poklesů napětí. Mezi tyto přístupy patří například agregace událostí nebo zohlednění jejich závažnosti, případně volba ukazatele. Důležité je připomenout, že se jedná o události stochastické. Cílem vyhodnocení výskytu je ze zaznamenaných událostí vybrat ty podstatné, z hlediska dopadu na odběratele. Interpretovat výsledky, případně záznamy, je možné pomocí různých ukazatelů, nebo používaných třídících tabulek a grafů. Některé ukazatele jsou přiblíženy dále. V této kapitole jsem čerpal převážně ze zdroje [23].

### 3.1 Agregace událostí

#### 3.1.1 Polyfázová agregace

Polyfázová agregace se používá u obecně vícefázových soustav, jedná se o nahrazení události jednou dobou trvání a jednou hodnotou dosaženého napětí. Například u poklesů napětí se jedná o nejnižší dosažené napětí.

#### 3.1.2 Časová agregace

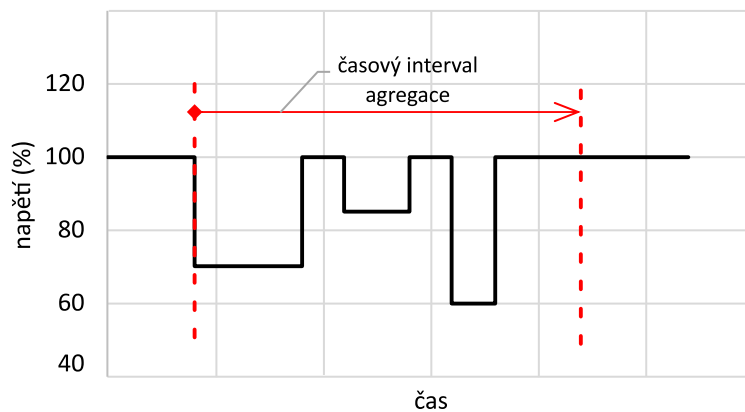
Časovou agregací je myšlena náhrada po sobě jdoucích událostí, ve zvoleném časovém intervalu, jednou událostí. Tento mechanismus vyhodnocení respektuje skutečný možný dopad na zařízení odběratele a také možnost, že po sobě jdoucí události mají stejnou příčinu (například cyklus OZ) a měly by tedy být posuzovány jako jedna událost. Z hlediska dopadu na odběratele je pak nepravděpodobné, že by v určitém časovém intervalu více po sobě jdoucích událostí na napětí způsobilo více než jednu škodu. Můžeme stanovit různá agregační pravidla. Například dlouhá přerušení napětí mohou být doprovázena krátkými přerušeními a poklesy. V tomto případě by se započítalo dlouhé přerušení, tedy nejvýznamnější událost.

Důležitým parametrem agregace je nastavení časového intervalu, případně stanovení začátku počítání tohoto intervalu. Při respektování událostí spojených s automatikou OZ by se časový interval pohyboval v řádu sekund či desítek sekund. Interval trvající desítky minut až hodiny by vyjadřovaly čas znovuobnovení výroby u odběratele. Zatím však neexistuje obecné pravidlo pro přesné nastavení tohoto intervalu.

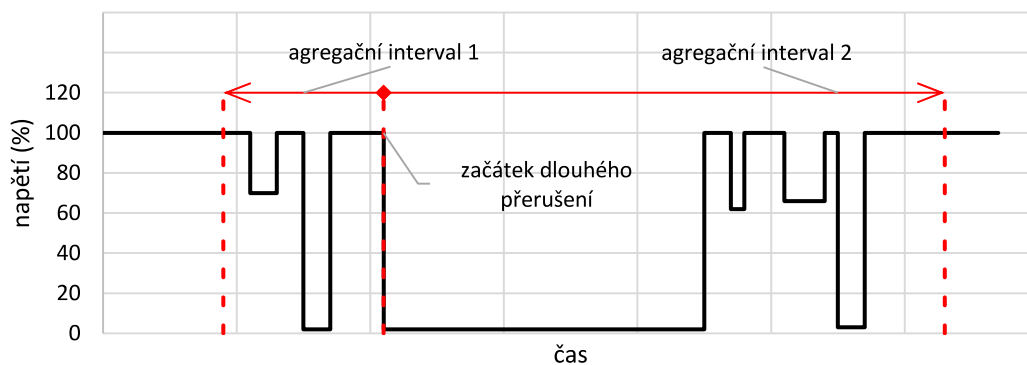
Na obrázku 3.1 je uveden ideový příklad agregace poklesů napětí, přičemž zde je časový interval nastaven od začátku události. Poklesy napětí v tomto intervalu by se počítaly jako jeden. V tomto případě také vyvstává otázka, jaké parametry, myšleno například zbytkové napětí a dobu trvání, by výsledný pokles měl. Mohlo by se jednat o parametry hned prvního poklesu napětí, který agregaci inicioval. Skupina poklesů by také mohla být nahrazena nejzávažnějším poklesem, přičemž závažnost se může odvíjet od různých kritérií.

Příklad agregačního pravidla týkajícího se dlouhodobého přerušení napětí je naznačen na obrázku 3.2. Intervaly agregace jsou nastaveny tak, že události zaznamenané před

dlouhým přerušením nejsou započítány zrovna tak jako události nacházející se v určitém čase po přerušení. Je počítáno pouze dlouhé přerušení. Nastavení délky intervalů může být různé. Může se také lišit začátek počítání intervalu po přerušení, kdy jednou z možností je agregační interval zahrnout až od konce dlouhého přerušení. Obrázek 3.2 ukazuje druhou možnost, kdy je okamžik počítání pro oba intervaly stejný (začátek dlouhodobého přerušení).

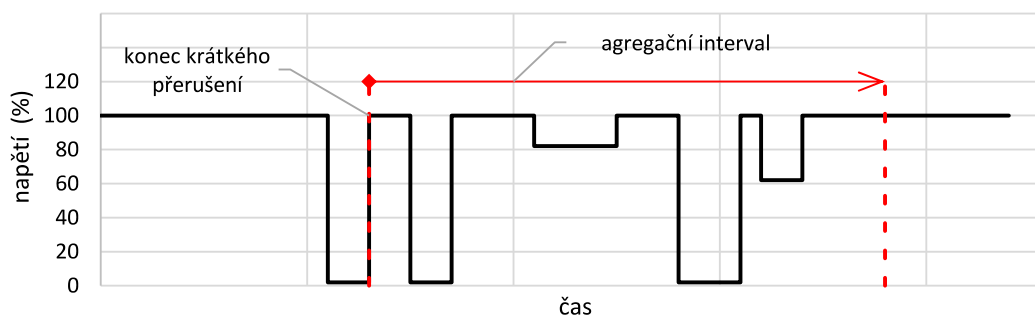


Obrázek 3.1 Princip časové agregace [21]



Obrázek 3.2 Příklad agregačního pravidla s dlouhým přerušením [21]

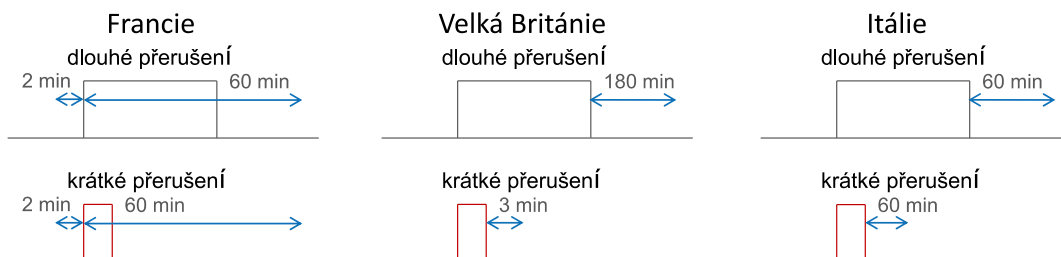
Jiný příklad agregačního pravidla se může týkat krátkého přerušení doprovázeného seskupením dalších událostí. Opět lze nastavit začátek počítání agregačního intervalu a jeho délku. Další krátká přerušení, poklesy a dočasná zvýšení nacházející se v tomto intervalu nejsou započítána. Započítáno je pouze první krátké přerušení. Z hlediska závažnosti je krátkodobé přerušení nejzávažnější.



Obrázek 3.3 Příklad agregačního pravidla s krátkým přerušením [21]

Agregační metody založené na podobných agregačních pravidlech jsem již vyhodnocoval v bakalářské práci [21]. Zde se jednalo o distribuční trafostanici Chvalkovice (společnost EG.D, a.s.), kde byl v určitých letech zaznamenán vysoký počet událostí. Právě na tyto roky jsem metody aplikoval. Vyhodnocoval jsem i časovou agregaci událostí stejného druhu, pro distribuční trafostanici Březolupy (společnost EG.D, a.s.), kde byl opět zaznamenán vysoký počet událostí v jednom roce. V otázce agregace a vykazování počtu událostí by bylo výhodné oba tyto přístupy sloučit.

Na obrázku 3.4 je uveden příklad zemí a jejich přístupu k agregaci napěťových událostí, nastavení časových intervalů.



Obrázek 3.4 Příklad nastavení agregačních intervalů v jiných zemích (upraveno z [25])

### 3.2 Zohlednění závažnosti události

Závažnost události se odvíjí od odolnosti připojeného zařízení. V případě, že je zařízení na událost citlivé, nepříznivě reaguje, jedná se z tohoto hlediska o závažnou událost. Dopady událostí, především poklesů napětí, na zařízení a jejich odolnost byly více rozebrány v kapitole 1.

Při vykazování počtu relevantních událostí by se jevílo výhodné zkombinovat agregaci událostí se zahrnutím jejich závažnosti. Například poklesy napětí, klasifikované jako nezávažné (vzhledem k vybrané křivce odolnosti zařízení, nejčastěji třídy 3) by vůbec do vyhodnocení nevstupovaly. Tento přístup odráží skutečný možný dopad událostí na zařízení. V případě poklesů napětí by bylo také možné zohlednit jejich symetričnost.

V bakalářské práci [21] jsem vyhodnocoval výskyt závažných poklesů napětí, pro rozvodny 110 kV a 22 kV společnosti EG.D, a.s., za vybrané roky. Jednalo se o přehled procentuálního zastoupení těchto poklesů vzhledem k zaznamenaným, přičemž závažnost se odvíjela od křivky odolnosti zařízení třídy 3. Zde je nutné poznamenat, že záznamy poklesů byly již po polyfázové agregaci čili pokles vyjádřený jednou dobou trvání a jedním, nejnižším, zbytkovým napětím. I nesymetrické poklesy se tedy jevíly jako symetrické. Při tomto kroku tedy dochází k určitému nadhodnocení zaznamenaného poklesu.

### 3.3 Hodnotící ukazatele událostí

Hodnotící ukazatele napěťových událostí můžeme rozdělit do 3 skupin:

- ukazatele popisující událost (Single-event indices)
- ukazatele pro měřící místo (Site indices)
- systémové ukazatele (System indices)

První skupinou jsou ukazatele vyjadřující jednotlivou událost pomocí naměřeného průběhu napětí. V případě poklesu napětí se může jednat o zbytkové napětí a dobu trvání, nebo například „ztracenou“ energii během poklesu. Druhou skupinou jsou ukazatele pro místo měření, například počet záznamů dané události za stanovené období pro dané místo měření. Třetí skupinou jsou systémové ukazatele, popisující výskyt události v celé síti obvykle pro jednu hladinu napětí. Může se jednat o průměrný počet událostí za stanovené období pro jedno měřicí místo.

### 3.3.1 Třídící tabulky

Jednou z možností je poklesy, přerušení a dočasná zvýšení napájecího napětí vyhodnocovat podle normy týkající se elektromagnetické kompatibility, ČSN EN 61000 - 4 - 30, konkrétně metod měření a vyhodnocení parametrů kvality elektrické energie ve střídavých napájecích sítích, pomocí třídících tabulek. Tyto tabulky jsou používány i v PPDS, příloha 3 [5]. Oproti normě ČSN EN 50160 ed. 3 [3], kde je doba trvání pro poklesy a zvýšení napětí uvažována do 1 minuty včetně, zde se vyhodnocují události až do doby 3 minut. Je také navýšen počet kategorií zbytkového napětí, resp. zvýšení napětí.

Jak již bylo řečeno, pro přerušení napájecího napětí je uvažována mez 5 % zbytkového napětí, ve všech fázích. Poklesy napětí se třídí podle tabulky 3.1, s využitím zbytkového napětí a doby trvání. Dočasná zvýšení napětí se třídí podle tabulky 3.2.

Tabulka 3.1 Vyhodnocení krátkodobých poklesů napětí [5]

Zbytkové napětí $u$ (%)	Doba trvání $t$ (ms)							
	$10 \leq t < 100$	$100 \leq t < 200$	$200 \leq t < 500$	$500 \leq t < 1\,000$	$1\,000 \leq t < 3\,000$	$3\,000 \leq t < 5\,000$	$5\,000 \leq t < 60\,000$	$60\,000 \leq t < 180\,000$
$90 > u \geq 85$	N <sub>11</sub>	N <sub>21</sub>	N <sub>31</sub>	N <sub>41</sub>	N <sub>51</sub>	N <sub>61</sub>	N <sub>71</sub>	N <sub>81</sub>
$85 > u \geq 80$	N <sub>12</sub>	N <sub>22</sub>	N <sub>32</sub>	N <sub>42</sub>	N <sub>52</sub>	N <sub>62</sub>	N <sub>72</sub>	N <sub>82</sub>
$80 > u \geq 70$	N <sub>13</sub>	N <sub>23</sub>	N <sub>33</sub>	N <sub>43</sub>	N <sub>53</sub>	N <sub>63</sub>	N <sub>73</sub>	N <sub>83</sub>
$70 > u \geq 40$	N <sub>14</sub>	N <sub>24</sub>	N <sub>34</sub>	N <sub>44</sub>	N <sub>54</sub>	N <sub>64</sub>	N <sub>74</sub>	N <sub>84</sub>
$40 > u \geq 5$	N <sub>15</sub>	N <sub>25</sub>	N <sub>35</sub>	N <sub>45</sub>	N <sub>55</sub>	N <sub>65</sub>	N <sub>75</sub>	N <sub>85</sub>
$5 > u$	N <sub>16</sub>	N <sub>26</sub>	N <sub>36</sub>	N <sub>46</sub>	N <sub>56</sub>	N <sub>66</sub>	N <sub>76</sub>	N <sub>86</sub>

Tabulka 3.2 Vyhodnocení krátkodobých zvýšení napětí [5]

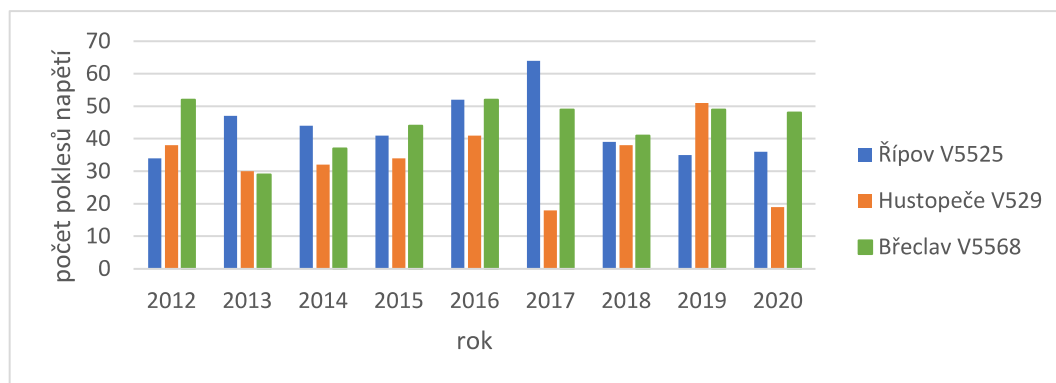
Zvýšení napětí u (%)	Doba trvání t (ms)							
	$10 \leq t < 100$	$100 \leq t < 200$	$200 \leq t < 500$	$500 \leq t < 1\,000$	$1\,000 \leq t < 3\,000$	$3\,000 \leq t < 5\,000$	$5\,000 \leq t < 60\,000$	$60\,000 \leq t < 180\,000$
$110 < u \leq 115$	N <sub>11</sub>	N <sub>21</sub>	N <sub>31</sub>	N <sub>41</sub>	N <sub>51</sub>	N <sub>61</sub>	N <sub>71</sub>	N <sub>81</sub>
$115 < u \leq 120$	N <sub>12</sub>	N <sub>22</sub>	N <sub>32</sub>	N <sub>42</sub>	N <sub>52</sub>	N <sub>62</sub>	N <sub>72</sub>	N <sub>82</sub>
$120 < u$	N <sub>13</sub>	N <sub>23</sub>	N <sub>33</sub>	N <sub>43</sub>	N <sub>53</sub>	N <sub>63</sub>	N <sub>73</sub>	N <sub>83</sub>

Zaznamenaná četnost výskytu poklesů, resp. zvýšení napětí je označena N<sub>ij</sub>. Řádek tabulky 3.1, kde je zbytkové napětí menší než 5 %, je určen pro poklesy, při kterých napětí pokleslo v jedné nebo dvou fázích pod 5 % a není tedy splněna podmínka pro klasifikaci události jako přerušení napájecího napětí. S přihlédnutím k výsledkům sledování může být navýšen počet tříd tabulky.

Třídící tabulky jsou běžným způsobem vykazování událostí pro místo měření. Každá buňka tabulky může být použita jako ukazatel. V případě hodnocení celého systému (více míst měření v dané oblasti, měření sítí dané napěťové hladiny, ...) pak lze pro každou buňku spočítat vážený nebo nevážený průměr, případně percentil. Váhový faktor váženého průměru se může lišit pro jednotlivá místa měření (např. počet odběratelů), ale také pro jednotlivé buňky tabulky (např. zohlednění závažnosti poklesu).

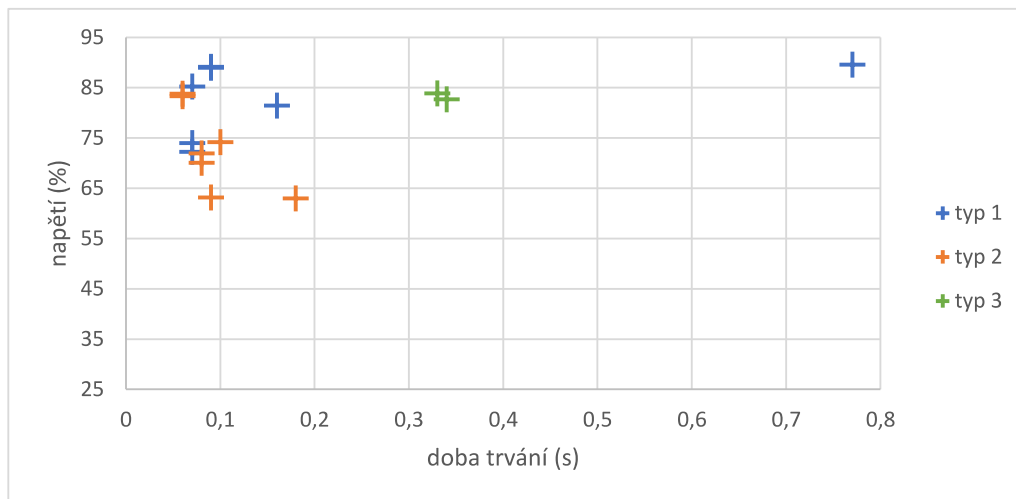
### Grafická interpretace

Výskyt napěťových událostí lze pochopitelně zobrazit i graficky, například sloupcovým grafem, přičemž délka sloupce odpovídá četnosti výskytu. Takto mohou být porovnána jednotlivá místa měření, případně jednotlivé roky měření. Lze takto vyjádřit i výskyt pro vybrané místo a období, například sloupce s počtem poklesů napětí o dané době trvání a daném zbytkovém napětí, nebo 3D graf mající v rovině XY dobu trvání a zbytkové napětí.



Obrázek 3.5 Příklad sloupcového grafu, počet poklesů napětí z vybraných rozvodů 110 kV, roky 2012–2020

Výskyt událostí lze interpretovat i bodovým grafem, naměřené napětí v závislosti na době trvání události. Takto zobrazená data, například poklesy napětí, obsahují více informací než třídící tabulky, neboť je zde zanesená přesná doba trvání a přesné zbytkové napětí (poklesy nezapadají do definovaných mezí tabulky). Pro znázornění, jaké poklesy se vyskytují, je to další možnost.



Obrázek 3.6 Příklad bodového grafu, poklesy napětí zaznamenané v rozvodně 110 kV Žďár, rok 2015

### 3.3.2 Ukazatel SARFI

Ukazatel SARFI (System Average RMS Variation Frequency Index) je index kvality napájení a může být použit pro poklesy napětí, zvýšení, nebo přerušení napětí. Lze jej definovat pro místo měření ale i celý systém. Existují dva typy tohoto ukazatele: SARFI-X a SARFI-Curve.

SARFI-X odpovídá počtu poklesů, přerušení nebo zvýšení napětí, které se nacházejí pod, resp. nad prahovou hodnotou napětí X. Například SARFI-90 bere v úvahu poklesy napětí se zbytkovým napětím nižším než 90 % referenčního napětí, tedy všechny zaznamenané poklesy. SARFI-Curve odpovídá počtu poklesů napětí, které se nacházejí se svým zbytkovým napětím a dobou trvání pod referenční křivkou vycházející z křivek odolnosti zařízení.

Systémový ukazatel může být získán jako průměr ukazatelů z jednotlivých míst měření, přičemž lze uvažovat váhový faktor, tedy stanovení váženého průměru. Pro stanovení systémového ukazatele může být použit i percentil ukazatelů z jednotlivých míst měření.

$$SARFI_X = \frac{\sum_{k=1}^n w_k \cdot SARFI_{X_k}}{\sum_{k=1}^n w_k} \quad (3.1)$$

k měřící místo

w váhový faktor, například počet odběratelů.

### 3.3.3 Ukazatele energie poklesu napětí

Energie poklesu napětí  $E_{VS}$  vyjadřuje energii, která během poklesu chybí. Při obdélníkovém průběhu poklesu je pro energii stanoven následující vzorec. Jedná se o určité zjednodušení, neboť přesný průběh napětí při poklesu není většinou známý.

$$E_{VS} = \left(1 - \left(\frac{V_p}{V_n}\right)^2\right) \cdot T \quad (3.2)$$

kde  $V_p$  nejnižší zaznamenaná hodnota napětí při poklesu  
 $V_n$  jmenovitá hodnota napětí  
 $T$  doba trvání poklesu

Ukazatel SEI (Sag Energy Index) je stanoven jako součet energií poklesů napětí zaznamenaných na daném měřicím místě za stanovené období (obvykle rok).

$$SEI = \sum_{i=1}^n E_{VS,i} \quad (3.3)$$

kde  $i$  daný pokles napětí  
 $n$  počet poklesů zaznamenaných v místě měření pro stanovené období  
 $E_{VS}$  energie poklesu napětí (chybějící energie během poklesu), počítaná z časového průběhu napětí.

Následný průměr energií poklesů napětí zaznamenaných v místě měření během sledovaného období je pak označen ukazatelem ASEI (Average Sag Energy Index).

$$ASEI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{VS,i} \quad (3.4)$$

Systémové ukazatele SEI a ASEI mohou být stanovené stejným způsobem jako ukazatel SARFI.

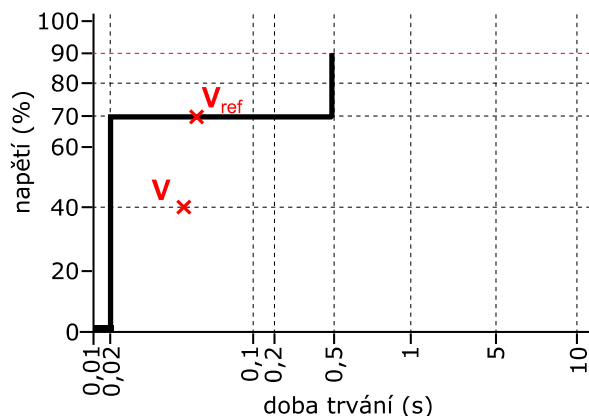
### 3.3.4 Ukazatele závažnosti poklesu napětí

Tyto ukazatele vychází ze závažnosti poklesu (Voltage Sag Severity), která opět vychází z odolnosti zařízení. Velikost indexu  $S_e$  ukazující závažnost vyjadřuje, v jaké pozici je pokles napětí vůči referenční křivce (křivka odolnosti zařízení). Čím vyšší hodnota indexu, tím závažnější pokles, z hlediska dané referenční křivky. Závažnost poklesu se spočte dle následujícího vztahu. Výpočet doplňuje zobrazení příkladu poklesu na obrázku 3.7.

$$S_e = \frac{1 - V}{1 - V_{ref}(d)} \quad (3.5)$$

kde  $V$  velikost napětí při poklesu  
 $V_{ref}(d)$  velikost napětí při poklesu odpovídající hodnotě na referenční křivce, pro dobu trvání  $d$ .





Obrázek 3.7 Závažnost poklesu napětí vzhledem ke křivce odolnosti zařízení třídy 2  
 (upraveno z [1])

Můžeme zavést ukazatel vyjadřující celkovou závažnost poklesů napětí pro místo měření ( $S_{site}$ , Total Voltage Sag Severity) a průměrnou závažnost poklesu napětí pro dané místo měření ( $S_{average}$ , Average Voltage Sag Severity).

$$S_{site} = \sum_{i=1}^n S_{e_i} \quad (3.6)$$

kde  $i$  daný pokles napětí  
 $n$  počet poklesů zaznamenaných v místě měření  
 $S_e$  závažnost poklesu napětí.

$$S_{average} = \frac{S_{site}}{n} \quad (3.7)$$

Systémové ukazatele mohou být opět stanoveny stejným způsobem jako pro předchozí případy.

### 3.3.5 Ukazatel MAIFI

Ukazatel MAIFI (Momentary Average Interruption Frequency Index) vyjadřuje průměrný počet krátkodobých přerušení napájecího napětí u zákazníka ve vyhodnocovacím období, které je obvykle jeden rok. Výpočet udává následující vztah [11].

$$MAIFI = \frac{\sum NM_i}{N_T} \quad (\text{přerušení / zákazník}) \quad (3.8)$$

kde  $NM_i$  celkový počet krátkodobých přerušení u zákazníků  
 $N_T$  celkový počet zákazníků.

V případě, že se uplatňuje agregace zaznamenaných krátkodobých přerušení jdoucích po sobě, nebo souvisejících s dlouhodobým přerušením, určuje se ukazatel  $MAIFI_E$ . Způsob, jakým se agregace po sobě jdoucích přerušení uplatňuje značně ovlivňuje hodnoty tohoto ukazatele.

$$MAIFI_E = \frac{\sum NME_i}{N_T} \quad (\text{přerušení / zákazník}) \quad (3.9)$$

kde  $NME_i$  celkový počet událostí, které se týkají krátkodobých přerušení u zákazníků,  
nikoliv počet všech krátkodobých přerušení  
 $N_T$  celkový počet zákazníků.

## 4 Tvorba webové aplikace

Při vyhodnocení a analýze přerušení a poklesů napětí jsem zvolil dva doplňující se přístupy. Oba tyto přístupy jsem v úzké spolupráci se svým bratrem, Ing. Lukášem Jeřábekem, sestrojil v programovacím jazyku PHP jako webovou aplikaci.

PHP je skriptovací programovací jazyk, který se hojně používá k tvorbě webových aplikací (obecně webová stránka, která umožňuje interakci s uživatelem). Pro zjednodušení práce s programovacím jazykem a zaměřením se především na logiku samotných výpočtů jsme použili framework Yii. Tento framework obsahuje objekty a funkce, které zjednodušují práci s načítáním vstupních záznamů a následným zápisem výstupů do formátu XLSX.

V prvním přístupu je vyhodnocení poklesů napětí samostatně, rozděleny jsou dle zbytkového napětí a doby trvání do třídící tabulky, pro každý typ poklesu zvlášť. Druhý přístup pracuje s agregačními metodami, skládajícími se z agregačních pravidel pro dlouhé a krátké přerušení napětí a pro pokles napětí. Principiální popis fungování těchto vyhodnocovacích nástrojů je popsán dále. Hypertextové odkazy na jednotlivé části aplikace (moduly) starající se o samotné výpočty a logiku:

- Vyhodnocení (analýza) poklesů napětí:  
[https://www.weblogico.cz/\\_napetove-udalosti/vyhodnoceni-poklesu-napeti](https://www.weblogico.cz/_napetove-udalosti/vyhodnoceni-poklesu-napeti)
- Agregace napěťových událostí:  
[https://www.weblogico.cz/\\_napetove-udalosti/agregace-napetovych-udalosti](https://www.weblogico.cz/_napetove-udalosti/agregace-napetovych-udalosti)

### 4.1 Vyhodnocení poklesů napětí

Tato část se zabývá popisem a sledem úkonů modulu aplikace, jež ze vstupních dat vytvoří požadovaný výstup v podobě analýzy poklesů napětí. Jedná se i o návod, jak s tímto modulem pracovat. Vyhodnocení poklesů napětí (analýza) probíhá následovně. Uživatel do formuláře na webové stránce nahraje vstupní soubor, který obsahuje záznamy napěťových událostí. Tento soubor musí být ve formátu XLS nebo XLSX. Ilustrativní příklad takového záznamu je na obrázku 4.1. Poté stačí ve formuláři kliknout na tlačítko „Vyhodnotit“.

	A	B	C	D	E	F
1	Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
2	čt 19.01.2012 10:13:22,910	čt 19.01.2012 10:13:23,000	0,09 sec v	89	79,3	58,4
3	pá 20.01.2012 12:23:44,610	pá 20.01.2012 12:23:44,690	0,08 sec v			89,7
4	čt 09.02.2012 08:22:47,000	čt 09.02.2012 08:22:49,000	2,00 sec 0	0	0	0
5	čt 09.02.2012 08:23:48,980	čt 09.02.2012 08:23:51,000	2,02 sec 0	0	0	0
6	st 15.02.2012 22:58:02,300	st 15.02.2012 22:58:02,410	0,11 sec v	89,2	88,4	89,2
7	čt 16.02.2012 00:08:48,020	čt 16.02.2012 00:08:48,050	0,03 sec v		89,7	
8	po 20.02.2012 23:42:24,750	po 20.02.2012 23:42:24,820	0,07 sec v		53,2	80,3
9	po 20.02.2012 23:42:25,440	po 20.02.2012 23:42:25,500	0,06 sec v		52,7	81,1
10	út 21.02.2012 04:08:44,470	út 21.02.2012 04:08:44,540	0,07 sec v		51,7	78,8
11	út 21.02.2012 04:08:46,090	út 21.02.2012 04:08:46,170	0,08 sec v		51,7	63,7
12	čt 01.03.2012 07:03:45,190	čt 01.03.2012 07:03:45,290	0,10 sec v	88,4	74,1	
13	ne 25.03.2012 14:45:21,050	ne 25.03.2012 14:45:21,180	0,13 sec v			78,3
14	ne 25.03.2012 14:45:23,830	ne 25.03.2012 14:45:24,910	1,08 sec v			77,7
15	ne 25.03.2012 15:01:53,010	ne 25.03.2012 15:01:53,130	0,12 sec v			78,8

Obrázek 4.1 Úryvek záznamu napěťových událostí v podporovaném tvaru, formát XLS (DTS Chvalkovice, rok 2012)

Nahrání vstupních souborů

Vstupní soubor se záznamem událostí / (formát xls,.xlsx):	Vstupní soubor masky (závažné poklesy napětí) / (nepovinné, formát xls,.xlsx):
<input type="button" value="Vybrat soubor"/> Soubor nevybrán	<input type="button" value="Vybrat soubor"/> Soubor nevybrán
<input type="button" value="Vyhodnotit"/>	

Obrázek 4.2 Náhled vstupního formuláře modulu webové aplikace na vyhodnocení poklesů napětí

### 4.1.1 Načítání vstupního souboru

Funkce modulu načítá jednotlivé listy souboru, přičemž klíčové je slovo „Začátek“. Jakmile je toto slovo na příslušném listu detekováno, je načítán záznam událostí pod tímto slovem. Slovo „Začátek“ se může vyskytovat až na 20. řádku a 5. sloupci. Záznam událostí tedy může být umístěn na listu libovolně v tomto rozpětí. V případě že klíčové slovo není nalezeno, list neobsahuje záznam událostí k vyhodnocení nebo je záznam mimo zmíněnou oblast a funkce pokračuje na další list souboru. I přes značnou míru volnosti v zadání vstupních dat doporučuji pro docílení bezchybné práce modulu větší soubory s daty rozdělit na menší části a zachovat pouze chtěné záznamy k vyhodnocení, případně chtěné záznamy zkopírovat do nového souboru.

### 4.1.2 Výběr poklesů napětí a úprava záznamu

Pro další činnost je nutné záznam událostí převést do vhodnějšího tvaru pro zpracování. Začátek a konec události, ve formátu textového řetězce, je převeden na číslo. Sloupec s délkou (dobou trvání události), rovněž ve formátu textového řetězce, není zapotřebí (doba trvání se pro pozdější potřeby počítá z převedeného začátku a konce události). Procentuální stav jednotlivých napětí je zachován, již ve vstupním souboru by se mělo jednat o formát čísla.

V modulu následuje funkce, která vybere poklesy napětí. Podmínka je nastavena tak, že hodnota napětí v jednom nebo dvou nebo třech měřících kanálech je větší nebo rovna 5 (%) a současně menší než 90 (%). Podmínka je rozšířená pro poklesy, které mají napětí v jednom nebo dvou měřících kanálech napětí pod 5 (%) a třetí kanál je prázdný, resp. druhý a třetí kanál není obsazen. V neobsazených měřících kanálech je napětí v pořádku – 100 (%), a tedy tyto události jsou klasifikovány jako poklesy napětí. Záznam takových poklesů dokumentuje obrázek 4.3.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
po 23.02.2015 07:06:49,729	po 23.02.2015 07:06:49,759	0,03 sec v			<b>2,485</b>
po 23.02.2015 07:06:49,769	po 23.02.2015 07:06:49,809	0,04 sec v	<b>2,772</b>	<b>3,825</b>	
po 23.02.2015 07:06:49,809	po 23.02.2015 07:06:49,839	0,03 sec v			<b>2,92</b>
po 23.02.2015 07:06:49,889	po 23.02.2015 07:06:49,929	0,04 sec v		<b>2,703</b>	<b>2,345</b>
po 23.02.2015 07:06:49,959	po 23.02.2015 07:06:50,009	0,05 sec v		<b>2,202</b>	<b>2,25</b>

Obrázek 4.3 Ukázka poklesů napětí z rozvody 110 kV Boskovice, rok 2015

Funkce také rozhodne, o jaký typ poklesu se jedná. V případě, že jsou obsazeny všechny tři měřící kanály hodnotou, jedná se o typ 3 (symetrický pokles). V případě obsazení jednoho měřícího kanálu je přiřazen typ 1 a u obsazení dvou měřících kanálů pak typ 2.

Další funkce zpracovává třídící tabulku pro jednotlivé typy poklesu. Třídící tabulka je pro potřeby diplomové práce rozšířená.

Tabulka 4.1 Použitá třídící tabulka

Zbytkové napětí (%)	Doba trvání (s)								
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180
85<=U<90									
80<=U<85									
70<=U<80									
50<=U<70									
40<=U<50									
5<=U<40									
0<=U<5									

Nejprve je nalezeno minimální naměřené napětí, pro potřeby funkce jsou měřící kanály, které neobsahují žádnou změřenou hodnotu (napětí je zde v pořádku) nahrazeny 100 (%). V opačném případě by se „prázdné místo“ propadlo do vyhodnocení jako 0 (%) a minimální hodnota by nebyla určena správně. Pokles napětí je tedy teď charakterizován jednou dobou trvání (od konce události odečten začátek události), jednou nejnižší dosaženou hodnotou napětí a typem. Jedná se vlastně o provedení polyfázové agregace.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
pá 20.01.2012 12:23:44,610	pá 20.01.2012 12:23:44,690	0,08 sec v	114,3	112,4	112,7
čt 09.02.2012 08:22:47,000	čt 09.02.2012 08:22:49,000	2,00 sec 0	0	0	0
st 15.02.2012 22:58:02,300	st 15.02.2012 22:58:02,410	0,11 sec v	89,2	88,4	89,2
čt 16.02.2012 00:08:48,020	čt 16.02.2012 00:08:48,050	0,03 sec v		89,7	
po 20.02.2012 23:42:24,750	po 20.02.2012 23:42:24,820	0,07 sec v		53,2	80,3

} detekován pokles napětí  
} typ 3; min 88,4  
} typ 1; min 89,7  
} typ 2; min 53,2  
} "prázdná místa" - napětí 100 (%)  
} nepotřebná informace  
} převedení na formát čísla, výpočet doby trvání

Obrázek 4.4 Znárodnění popsáných kroků práce se záznamem

V záznamu událostí se mohou vyskytovat poklesy napětí se skutečnou dobou trvání kratší než 0,01 sekundy, ačkoliv napsaná doba trvání je 0,01 sekundy. Příklad uvádí obrázek 4.5.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
pá 27.02.2015 10:50:27,622	pá 27.02.2015 10:50:27,630	0,01 sec v		89,114	
pá 27.02.2015 10:50:27,638	pá 27.02.2015 10:50:27,645	0,01 sec v	82,361		
pá 27.02.2015 10:50:27,645	pá 27.02.2015 10:50:27,653	0,01 sec v		87,409	

Obrázek 4.5 Ukázka velmi krátkých poklesů napětí z rozvodny 110 kV Bystřice, rok 2015

Pro potřeby třídící tabulky je u poklesů s dobou trvání pod 0,01 sekundy tato doba nahrazena hodnotou právě 0,01 sekundy.

### 4.1.3 Rozdělení do třídících tabulek

Rozřazení do třídící tabulky probíhá nejprve do sloupců (čas) a poté do řádek (napětí) a to následujícím způsobem. Doba trvání je dělená postupně spodními hraničními hodnotami jednotlivých časových intervalů třídící tabulky, přičemž výsledek dělení je zaznamenán jako celočíselný. Když je výsledek roven nule, hodnota se zařadí do předchozího sloupce. Zde je provedeno i „oříznutí“ poklesů napětí trvajících déle než 3 minuty včetně. Pakliže by se mělo zapisovat do posledního sloupce (při dělení se nevyskytuje pro žádný sloupec nula, funkce dojde až do posledního sloupce) nic se nestane, rozřazovací funkce postoupí k dalšímu zaznamenanému poklesu. Poslední sloupec je definovaný tak, že číslo tohoto sloupce je vyšší (rovno) než počet sloupců snížený o 1 (čísla sloupců jsou počítána od nuly). Příklad výpočtu a zařazení poklesu do správného sloupce je znázorněno dále. Je zde i příklad pro dobu trvání nad 3 minuty.

intervaly třídící tabulky (s)	0,01<=t<0,1	0,1<=t<0,2	0,2<=t<0,5	0,5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	180<=t
spodní hraniční hodnota (s)	0,01	0,1	0,2	0,5	1	2	3	5	60	180

Příklad: zvolená doba trvání  $t = 0,45$  s; operace:  $t / \text{spodní hraniční hodnota}$

celočíselný výsledek	45	4	2	0	0	0	0	0	0	0
			spadá do sloupce							

Příklad: zvolená doba trvání  $t = 200$  s; operace:  $t / \text{spodní hraniční hodnota}$

celočíselný výsledek	20000	2000	1000	400	200	100	66	40	3	1
Zápis by byl zde, ale číslo sloupce = 9 a počet sloupců snížený o 1 = 10 - 1 = 9; => mimo rozsah třídící tabulky										spadá do sloupce

Obrázek 4.6 Princip rozdělení poklesů napětí do tabulky

Stejně rozřazení je i pro řádky, tedy napětí. Pakliže je známý sloupec a řádek, na příslušné souřadnice tabulky se přičte jeden pokles napětí. Takto jsou postupně naplněny třídící tabulky pro jednotlivé typy poklesů, pro aktuálně zpracovávaný záznam poklesů napětí z určitého listu vstupního souboru.

### 4.1.4 Výstupní soubor

Tabulky se zapisují do výsledného XLSX souboru, který se uživateli automaticky uloží do PC, a jsou doplněny záhlavím a součtem v jednotlivých řádcích a sloupcích. Výsledný soubor obsahuje i tabulku s celkovými součty poklesů. Název výstupního souboru je „Výstup-název vstupního souboru“. Jednotlivé listy mají název „Výstup-název listu vstupního souboru“. Zjednodušeně řečeno před původní názvy se přidá slovo „Výstup“.

	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
Typ 1										
85<=U<90	10	3	2	0	4	0	0	3	2	24
80<=U<85	0	3	0	0	3	0	0	0	0	6
70<=U<80	0	3	0	0	5	0	0	0	0	8
50<=U<70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem	10	9	2		12			3	2	38
Typ 2										
85<=U<90	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
80<=U<85	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
70<=U<80	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
50<=U<70	6	5	2	1	0	0	0	0	0	14
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obrázek 4.7 Příklad výstupního XLSX souboru s třídícími tabulkami pro jednotlivé typy poklesu

#### 4.1.5 Funkce souboru „masek“

Vstupní formulář také obsahuje nepovinné pole pro nahrání „masky“, souboru, jehož funkce je zde sečíst oblast třídící tabulky, například pro vyčíslení závažných poklesů napětí. Tento soubor musí být opět ve formátu XLS nebo XLSX a jeho struktura je pevně daná a pro správný chod vyhodnocení nezbytná.

Maska je tabulka, mající v buňkách hodnoty 1 a 0. Tabulka je rozměrově totožná s třídící tabulkou. Buňky obsahující hodnotu 1 jsou zahrnuty do součtu. Takto lze sečíst jakoukoliv oblast tabulky, například oblast závažných poklesů napětí podle zvolené reference. Soubor s maskami může obsahovat libovolný počet masek, přičemž každá je na svém listu, který má přesně danou strukturu. Buňka A1 obsahuje typ poklesu, pro něhož je maska určena. Může se zde tedy vyskytovat „typ1“ nebo „typ2“ nebo „typ3“. Buňka A2 obsahuje popis, který se ve výsledném XLSX souboru napíše pod třídící tabulky, tak aby bylo jasně identifikovatelné číslo součtu. Na buňce A3 pak začíná tabulka s maskou.

V případě, že soubor s maskou obsahuje na pozici A1 jiné slovo, do výstupního souboru se do prostoru pod tabulkami napíše „Nenalezeno: text na A1“. Příklad ukazuje, že na A1 bylo slovo „jinyNazev“. Nesprávný formát masek nemá vliv na rozdělení poklesů do třídících tabulek (primární funkci modulu).

34										
35	Nenalezeno: jinyNazev									
36										

Obrázek 4.8 Výstup v případě nesprávného formátu masky

Vzorová ukázka listu souboru s maskou je na obrázku 4.9. Dále je i ukázka výsledného XLSX souboru (listu) při použití masek (obrázek 4.10).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	typ 1									
2	Součet závažných poklesů podle reference křivka C typ 1									
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10										
11										
12										
13										

Obrázek 4.9 Formát masky pro sečtení oblasti příslušné třídící tabulky (oblast vyznačená zeleně pouze pro přehlednost)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	Typ 1										
3		0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
4	85<=U<90	10	3	2	0	4	0	0	3	2	24
5	80<=U<85	0	3	0	0	3	0	0	0	0	6
6	70<=U<80	0	3	0	0	5	0	0	0	0	8
7	50<=U<70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Celkem	10	9	2		12			3	2	38
12											
35	Součet závažných poklesů podle reference křivka C typ 1										
36	5										
37											
38	Součet závažných poklesů podle reference křivka C typ 2										
39	3										
40											
41	Součet závažných poklesů podle reference křivka C, D typ 3										
42	5										

Obrázek 4.10 Příklad výstupního XLSX souboru s třídícími tabulkami (tabulka typ 2, typ 3 a celková skryta) s použitím masek



## 4.2 Agregace napětových událostí

V této části je popsán druhý modul webové aplikace, pracující s dlouhými a krátkými přerušeními a poklesy napětí a jejich agregací. Jako v předchozím případě, i zde je návod, jak s modulem pracovat a popis jeho fungování. Vyhodnocení se zakládá na zadání agregační metody složené z agregačních pravidel pro dlouhé a krátké přerušení a pro pokles napětí. Zvýšení napětí zde nejsou uvažována. Metoda je reprezentována agregačními časy, intervaly agregace, které uživatel zadává do vstupního formuláře. Při nastavení agregační metody jsem již vycházel ze závěrů své bakalářské práce [21], která například ukázala určité podobnosti mezi nastavováním začátků počítání těchto intervalů. Zároveň metoda sjednocuje i ostatní dílčí vyhodnocení, která jsem již prováděl (například časová agregace událostí stejného druhu a zohlednění závažnosti poklesů napětí).

### 4.2.1 Princip použitých agregačních pravidel

Agregační pravidlo s dlouhým přerušením napětí se skládá ze dvou agregačních časů a princip je následující. Všechna krátká přerušení a poklesy spadající celá nebo z části do intervalu před dlouhým přerušením (počítáno od začátku) nejsou započítána a všechna krátká přerušení a poklesy spadající celá nebo z části do intervalu po dlouhém přerušení (počítáno od konce) také nejsou započítána. Započítáno je pouze dlouhé přerušení, jakožto nejvýznamnější událost (obrázek 4.11). Takovéto nastavení intervalů umožňuje zadávat i kratší agregační časy.

Agregační pravidlo s krátkým přerušením je nastaveno tak, že další krátká přerušení nebo poklesy napětí nacházející se celá nebo z části v intervalu po krátkém přerušení (počítáno od konce) nejsou započítána. Započítáno je opět jen krátké přerušení napětí. Je zde tedy jistá analogie s předchozím pravidlem a možnost budoucího doplnění intervalu „před“.

U posledního agregačního pravidla s poklesem napětí v intervalu, počítaném od začátku poklesu, nejsou započítány případné následující poklesy napětí (opět stačí že v intervalu začínají, nemusí už v něm skončit). Započítán je tedy opět jen jeden pokles napětí. Začátek počítání intervalu jsem zde zvolil s ohledem na podobnost výsledků s druhou možností (počítání od konce).

### 4.2.2 Načítání vstupního souboru

Nejprve uživatel do formuláře nahraje vstupní XLS nebo XLSX soubor se záznamem, stejným jako v předchozím případě. Dále je zde nepovinné pole pro nahrání masek (účel masek je jiný než v případě prvního modulu a je rozebrán dále) a zadání požadovaných intervalů agregace. Intervaly je třeba zadat v sekundách, přičemž interval může být i nulový. Formulář obsahuje i ilustrativní zobrazení agregačních pravidel a zadávaných intervalů, pro snadnou orientaci.

Funkce modulu načítá jednotlivé listy vstupního souboru, opět je zde hledáno slovo „Začátek“. Princip je stejný jako v předchozím modulu, a i zde následuje převedení záznamu do formátu čísel pro možnost dalšího vyhodnocení.

Nahrání vstupních souborů

Vstupní soubor se záznamem událostí / (formát xls, xlsx):

Soubor nevybrán

Vstupní soubor masky (filtrace vstupních poklesů napětí) / (nepovinné, formát xls, xlsx):

Soubor nevybrán

Agregační intervaly / (zadávat v sec):

T1:

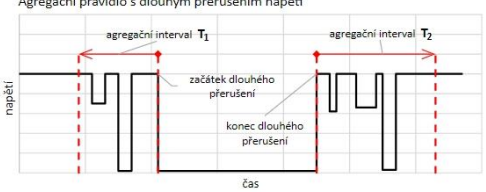
T2:

T3:

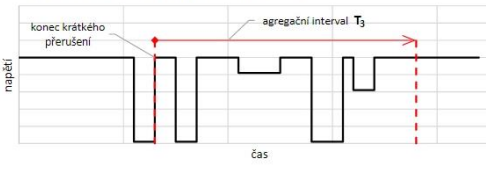
T4:

**Znázornění zadávaných agregačních intervalů**

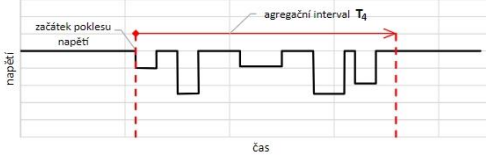
**Agregační pravidlo s dlouhým přerušením napětí**



**Agregační pravidlo s krátkým přerušením napětí**



**Agregační pravidlo s poklesem napětí**



Obrázek 4.11 Náhled vstupního formuláře modulu webové aplikace na agregaci napěťových událostí

### 4.2.3 Výběr událostí a realizace agregace

Následuje testování událostí, zda se jedná o zvýšení napětí a nebo pokles napětí nad 3 minuty včetně. Tyto události dále do vyhodnocení nevstupují. Zvýšení napětí je definováno tak, že napětí v jednom měřicím kanálu nebo ve dvou nebo ve třech musí být větší nebo rovno 110 (%). Pokles napětí je definován stejně jako v předchozím modulu a je přidána podmínka doby trvání delší než 3 minuty včetně. Je zde i načítání celkového počtu dlouhých přerušení (podmínka napětí ve všech třech měřicích kanálech pod 5 (%) a současně doba trvání delší než 3 minuty), krátkých přerušení (napětí ve všech třech měřicích kanálech pod 5 (%) a současně doba trvání menší nebo rovna 3 minut) a poklesů napětí.

Dále následují samotné funkce uskutečňující agregační pravidla. Aby bylo docíleno respektování důležitosti jednotlivých pravidel a tím pádem událostí (dlouhé přerušení nejvýznamnější událost, poté krátké přerušení, a nakonec pokles napětí) je záznam událostí podroben celkem čtyřem postupným průchodům, v nichž se realizují jednotlivé intervaly agregace příslušící k agregačním pravidlům. S každým průchodem se zmenšuje záznam událostí vstupující do nadcházejícího průchodu, resp. k aplikování dalšího agregačního pravidla o nižší důležitosti. Tato logika je popsána a znázorněna dále. Ukázka je provedena na následujícím příkladu záznamu událostí (obrázek 4.12). Jsou zde vidět různé shluky událostí.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
út 21.02.2012 04:08:44,470	út 21.02.2012 04:08:44,540	0,07 sec ^	114,3	112,4	112,7
ne 25.03.2012 14:15:41,500	ne 25.03.2012 14:15:41,620	0,12 sec v			81,4
ne 25.03.2012 14:15:42,250	ne 25.03.2012 14:15:43,300	1,05 sec v			80,9
ne 25.03.2012 14:16:29,660	ne 25.03.2012 14:16:30,730	1,07 sec v			77,7
ne 25.03.2012 14:18:10,880	ne 25.03.2012 14:18:11,940	1,06 sec v			75,2
ne 25.03.2012 14:45:21,050	ne 25.03.2012 14:45:21,180	0,13 sec v			78,3
ne 25.03.2012 14:45:23,830	ne 25.03.2012 14:45:24,910	1,08 sec v			77,7
po 30.04.2012 11:41:05,000	po 30.04.2012 11:41:07,000	2,00 sec 0	0	0	0
po 30.04.2012 11:43:31,000	po 30.04.2012 12:09:47,000	26 min 16,00 sec 0	0	0	0
po 30.04.2012 13:39:48,000	po 30.04.2012 13:39:50,000	2,00 sec v	88,7	89	
po 02.07.2012 10:57:22,490	po 02.07.2012 10:57:42,490	20,00 sec 0	0	0	0
po 02.07.2012 10:57:42,530	po 02.07.2012 10:57:44,090	1,56 sec v	89,7		
po 02.07.2012 10:57:51,180	po 02.07.2012 10:57:58,800	7,62 sec v			88,7
po 02.07.2012 10:58:20,980	po 02.07.2012 10:58:22,310	1,33 sec v	89,2		
po 02.07.2012 10:58:30,520	po 02.07.2012 10:58:41,660	11,14 sec v			89,7
po 02.07.2012 10:58:42,240	po 02.07.2012 10:58:43,330	1,09 sec v	89,7		
pá 06.07.2012 17:55:12,370	pá 06.07.2012 17:55:12,390	0,02 sec v		89,7	
pá 06.07.2012 19:48:44,000	pá 06.07.2012 19:50:37,000	1 min 53,00 sec 0	0	0	0

Obrázek 4.12 Záznam napěťových událostí (modře zvýšení napětí, zeleně poklesy napětí, oranžově krátká přerušení, červeně dlouhá přerušení)

Na obrázku 4.13 je vidět první průchod záznamu, agregační interval je znázorněn zelenou šipkou. Je detekováno dlouhé přerušení napětí. Ke konci přerušení se přičte agregační interval, v případě že začátek další události je větší než tento součet, událost se propíše k dalšímu vyhodnocení, v opačném případě spadá do agregace a není započítána.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
út 21.02.2012 04:08:44,470	út 21.02.2012 04:08:44,540	0,07 sec ^	114,3	112,4	112,7
ne 25.03.2012 14:15:41,500	ne 25.03.2012 14:15:41,620	0,12 sec v			81,4
ne 25.03.2012 14:15:42,250	ne 25.03.2012 14:15:43,300	1,05 sec v			80,9
ne 25.03.2012 14:16:29,660	ne 25.03.2012 14:16:30,730	1,07 sec v			77,7
ne 25.03.2012 14:18:10,880	ne 25.03.2012 14:18:11,940	1,06 sec v			75,2
ne 25.03.2012 14:45:21,050	ne 25.03.2012 14:45:21,180	0,13 sec v			78,3
ne 25.03.2012 14:45:23,830	ne 25.03.2012 14:45:24,910	1,08 sec v			77,7
po 30.04.2012 11:41:05,000	po 30.04.2012 11:41:07,000	2,00 sec 0	0	0	0
<b>po 30.04.2012 11:43:31,000</b>	<b>po 30.04.2012 12:09:47,000</b>	<b>26 min 16,00 sec 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
po 30.04.2012 13:39:48,000	po 30.04.2012 13:39:50,000	2,00 sec v	88,7	89	
po 02.07.2012 10:57:22,490	po 02.07.2012 10:57:42,490	20,00 sec 0	0	0	0
po 02.07.2012 10:57:42,530	po 02.07.2012 10:57:44,090	1,56 sec v	89,7		
po 02.07.2012 10:57:51,180	po 02.07.2012 10:57:58,800	7,62 sec v			88,7
po 02.07.2012 10:58:20,980	po 02.07.2012 10:58:22,310	1,33 sec v	89,2		
po 02.07.2012 10:58:30,520	po 02.07.2012 10:58:41,660	11,14 sec v			89,7
po 02.07.2012 10:58:42,240	po 02.07.2012 10:58:43,330	1,09 sec v	89,7		
pá 06.07.2012 17:55:12,370	pá 06.07.2012 17:55:12,390	0,02 sec v		89,7	
pá 06.07.2012 19:48:44,000	pá 06.07.2012 19:50:37,000	1 min 53,00 sec 0	0	0	0

Obrázek 4.13 První průchod záznamu událostí funkcí realizující agregaci

Aby bylo možné realizovat druhý průchod, a tedy agregační interval před dlouhým přerušením, záznam událostí je procházen v opačném pořadí – od konce do začátku záznamu. Podmínka je nastavena tak, že od začátku dlouhého přerušení je odečten agregační interval, pakliže je tento výsledek větší než konec další události (konec události je menší, v časové ose nastane dříve), tato událost se propíše k dalšímu vyhodnocení, v opačném případě spadá do agregace a není započítána.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]	
út 21.02.2012 04:08:44,470	út 21.02.2012 04:08:44,540	0,07 sec ^	114,3	112,4	112,7	
ne 25.03.2012 14:15:41,500	ne 25.03.2012 14:15:41,620	0,12 sec v			81,4	
ne 25.03.2012 14:15:42,250	ne 25.03.2012 14:15:43,300	1,05 sec v			80,9	
ne 25.03.2012 14:16:29,660	ne 25.03.2012 14:16:30,730	1,07 sec v			77,7	
ne 25.03.2012 14:18:10,880	ne 25.03.2012 14:18:11,940	1,06 sec v			75,2	
ne 25.03.2012 14:45:21,050	ne 25.03.2012 14:45:21,180	0,13 sec v			78,3	
ne 25.03.2012 14:45:23,830	ne 25.03.2012 14:45:24,910	1,08 sec v			77,7	
<b>po 30.04.2012 11:41:05,000</b>	<b>po 30.04.2012 11:41:07,000</b>	<b>2,00 sec 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	↕
<b>po 30.04.2012 11:43:31,000</b>	<b>po 30.04.2012 12:09:47,000</b>	<b>26 min 16,00 sec 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	↕
po 30.04.2012 13:39:48,000	po 30.04.2012 13:39:50,000	2,00 sec v	88,7	89		
po 02.07.2012 10:57:22,490	po 02.07.2012 10:57:42,490	20,00 sec 0	0	0	0	
po 02.07.2012 10:57:42,530	po 02.07.2012 10:57:44,090	1,56 sec v	89,7			
po 02.07.2012 10:57:51,180	po 02.07.2012 10:57:58,800	7,62 sec v			88,7	
po 02.07.2012 10:58:20,980	po 02.07.2012 10:58:22,310	1,33 sec v	89,2			
po 02.07.2012 10:58:30,520	po 02.07.2012 10:58:41,660	11,14 sec v			89,7	
po 02.07.2012 10:58:42,240	po 02.07.2012 10:58:43,330	1,09 sec v	89,7			
pá 06.07.2012 17:55:12,370	pá 06.07.2012 17:55:12,390	0,02 sec v		89,7		
pá 06.07.2012 19:48:44,000	pá 06.07.2012 19:50:37,000	1 min 53,00 sec 0	0	0	0	

Obrázek 4.14 Druhý průchod již zmenšeného záznamu událostí

Třetí průchod je opět ve směru od začátku do konce záznamu. Zde je detekováno krátké přerušení napětí, k jehož konci se přičte agregační interval. Podmínka je obdobná jako v předchozích průchodech, pakliže je tento výsledek menší než začátek další události, tato událost se propíše k dalšímu vyhodnocení (do posledního průchodu). V tomto průchodu se také zapisuje počet krátkých přerušení po agregaci.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]	
út 21.02.2012 04:08:44,470	út 21.02.2012 04:08:44,540	0,07 sec ^	114,3	112,4	112,7	
ne 25.03.2012 14:15:41,500	ne 25.03.2012 14:15:41,620	0,12 sec v			81,4	
ne 25.03.2012 14:15:42,250	ne 25.03.2012 14:15:43,300	1,05 sec v			80,9	
ne 25.03.2012 14:16:29,660	ne 25.03.2012 14:16:30,730	1,07 sec v			77,7	
ne 25.03.2012 14:18:10,880	ne 25.03.2012 14:18:11,940	1,06 sec v			75,2	
ne 25.03.2012 14:45:21,050	ne 25.03.2012 14:45:21,180	0,13 sec v			78,3	
ne 25.03.2012 14:45:23,830	ne 25.03.2012 14:45:24,910	1,08 sec v			77,7	
po 30.04.2012 11:41:05,000	po 30.04.2012 11:41:07,000	2,00 sec 0	0	0	0	
po 30.04.2012 11:43:31,000	po 30.04.2012 12:09:47,000	26 min 16,00 sec 0	0	0	0	
po 30.04.2012 13:39:48,000	po 30.04.2012 13:39:50,000	2,00 sec v	88,7	89		
<b>po 02.07.2012 10:57:22,490</b>	<b>po 02.07.2012 10:57:42,490</b>	<b>20,00 sec 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	↕
po 02.07.2012 10:57:42,530	po 02.07.2012 10:57:44,090	1,56 sec v	89,7			
po 02.07.2012 10:57:51,180	po 02.07.2012 10:57:58,800	7,62 sec v			88,7	
po 02.07.2012 10:58:20,980	po 02.07.2012 10:58:22,310	1,33 sec v	89,2			
po 02.07.2012 10:58:30,520	po 02.07.2012 10:58:41,660	11,14 sec v			89,7	
po 02.07.2012 10:58:42,240	po 02.07.2012 10:58:43,330	1,09 sec v	89,7			
pá 06.07.2012 17:55:12,370	pá 06.07.2012 17:55:12,390	0,02 sec v		89,7		
<b>pá 06.07.2012 19:48:44,000</b>	<b>pá 06.07.2012 19:50:37,000</b>	<b>1 min 53,00 sec 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	◆

Obrázek 4.15 Třetí průchod záznamu událostí

Do čtvrtého průchodu se díky postupnému vyřazování událostí propíše pouze pokles napětí (zbylé, které nebyly součástí předchozích agregačních intervalů). Je detekován pokles napětí, k jehož začátku se přičítá agregační interval. Pakliže začátek následujícího poklesu napětí, nastane déle, začíná další agregační interval. Jedním z výstupů tohoto kroku je tedy počet poklesů po agregaci.

	Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]	
	út 21.02.2012 04:08:44,470	út 21.02.2012 04:08:44,540	0,07 sec ^	114,3	112,4	112,7	
	ne 25.03.2012 14:15:41,500	ne 25.03.2012 14:15:41,620	0,12 sec v			81,4	↑
	ne 25.03.2012 14:15:42,250	ne 25.03.2012 14:15:43,300	1,05 sec v			80,9	
	ne 25.03.2012 14:16:29,660	ne 25.03.2012 14:16:30,730	1,07 sec v			77,7	↓
	ne 25.03.2012 14:18:10,880	ne 25.03.2012 14:18:11,940	1,06 sec v			75,2	↓
	ne 25.03.2012 14:45:21,050	ne 25.03.2012 14:45:21,180	0,13 sec v			78,3	↑
	ne 25.03.2012 14:45:23,830	ne 25.03.2012 14:45:24,910	1,08 sec v			77,7	↓
	po 30.04.2012 11:41:05,000	po 30.04.2012 11:41:07,000	2,00 sec 0	0	0	0	
	po 30.04.2012 11:43:31,000	po 30.04.2012 11:43:33,000	26 min 16,00 sec 0	0	0	0	
	po 30.04.2012 13:39:48,000	po 30.04.2012 13:39:50,000	2,00 sec v	88,7	89		
	po 02.07.2012 10:57:51,180	po 02.07.2012 10:57:58,800	7,62 sec v			88,7	
	po 02.07.2012 10:58:20,980	po 02.07.2012 10:58:22,310	1,33 sec v	89,2			
	po 02.07.2012 10:58:30,520	po 02.07.2012 10:58:41,660	11,14 sec v			89,7	
	po 02.07.2012 10:58:42,240	po 02.07.2012 10:58:43,330	1,09 sec v	89,7			
	pá 06.07.2012 17:55:12,370	pá 06.07.2012 17:55:12,390	0,02 sec v		89,7		◆
	pá 06.07.2012 19:48:44,000	pá 06.07.2012 19:50:37,000	1 min 53,00 sec 0	0	0	0	

Obrázek 4.16 Čtvrtý (závěrečný) průchod záznamu událostí

Tabulka 4.2 Výsledky agregace příkladového záznamu událostí, intervaly agregace  $T_1 = 3 \text{ min}$ ,  $T_2 = 2 \text{ hod}$ ,  $T_3 = 3 \text{ min}$ ,  $T_4 = 3 \text{ min}$

	Celkový počet	Agregace
Dlouhá přerušení	1	
Krátká přerušení	3	2
Poklesy	13	3

### Agregovaná skupina poklesů

Skupiny poklesů napětí ve stejném agregačním intervalu ze čtvrtého průchodu jsou dále zpracovávány. Každý z poklesů v příslušné skupině je podroben výpočtu energie poklesu. Výpočet je proveden podle níže uvedeného vzorce. Jedná se o alternativní charakteristiku, jak vyjádřit vážnost poklesu a k výpočtu (stanovení) hodnoty jsou zapotřebí pouze změřené hodnoty, není třeba reference závažnosti. Pro výběr „nejhoršího“ poklesu je tedy tato charakteristika dobrou možností. Následně je tedy vybrán pokles s největší energií a jeho parametry (doba trvání, jedno nejnižší dosažené napětí, typ) se запиší do třídící tabulky stejným principem jako v předchozím modulu (tabulka je součástí výsledného XLSX souboru). Vybraný pokles tedy reprezentuje agregovanou skupinu poklesů.

$$E_{VS} = \left(1 - \left(\frac{V_{p1}}{V_n}\right)^2\right) \cdot T + \left(1 - \left(\frac{V_{p2}}{V_n}\right)^2\right) \cdot T + \left(1 - \left(\frac{V_{p3}}{V_n}\right)^2\right) \cdot T \quad (4.1)$$

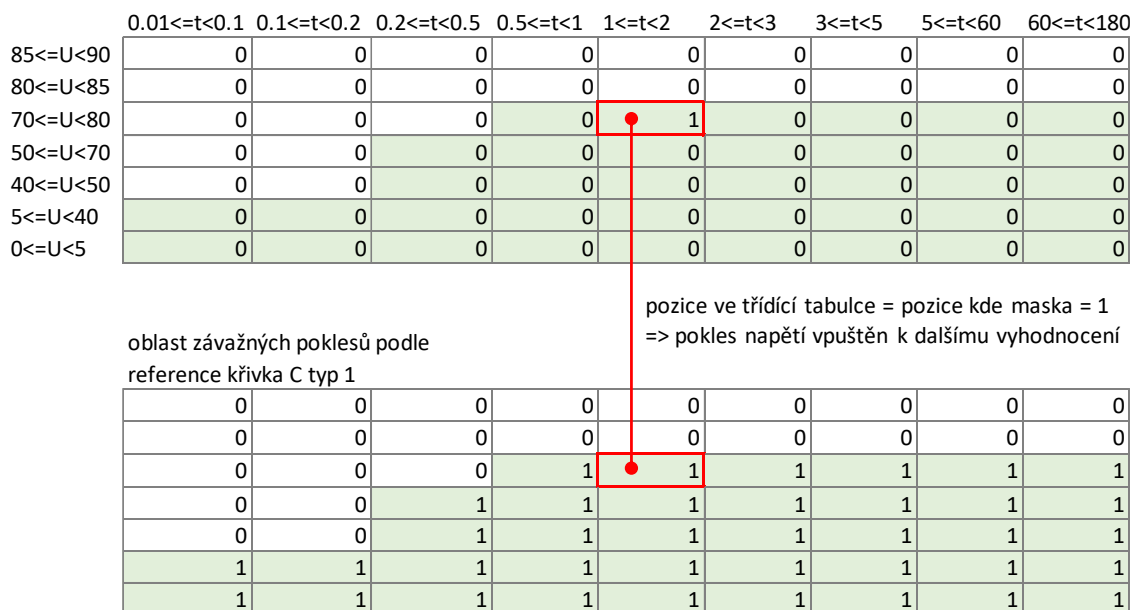
kde  $V_{p1}$  hodnota napětí v prvním měřicím kanálu  
 $V_{p2}$  hodnota napětí ve druhém měřicím kanálu  
 $V_{p3}$  hodnota napětí ve třetím měřicím kanálu  
 $V_n$  jmenovitá hodnota napětí 100 (%)  
 $T$  doba trvání poklesu

V případě, že v měřicím kanálu není zaznamenána hodnota, napětí je v pořádku, do vzorce se dosadí 100 (%) a výsledek závorky bude nulový.

#### 4.2.4 Funkce souboru „masek“

Ve vstupním formuláři je také možnost vložit soubor s maskami. Masky zde mají účel filtrace poklesů napětí ze vstupního záznamu. Lze tedy ovlivnit jaké poklesy (o jakých parametrech) budou vstupovat do dalšího vyhodnocení, účastnit se agregace. Například možnost vpuštění pouze závažných poklesů napětí do vyhodnocení. Tento výběr je proveden, v případě zadání masek, hned na začátku po úpravě formátu záznamu. Soubor s maskami musí mít stejný formát jako v předchozím případě (modulu). Zachování struktury je nezbytné pro správný chod vyhodnocení. V souboru může být opět více listů s maskami, opět i pro stejný typ poklesu, nicméně v tomto použití má každý typ vybranou pouze jednu masku (v souboru první v pořadí). Lze také filtrovat pouze jeden typ poklesu, není třeba zadat masku pro všechny tři typy. Soubor s maskou pak může obsahovat pouze jeden list s maskou pro příslušný typ.

Filtrace je provedena následujícím způsobem. Vstupující poklesy napětí se po jednom třídí do tabulky, přičemž se porovnává hodnota v tabulce a hodnota v masce na příslušné pozici. Pakliže má buňka masky hodnotu „1“ a pokles napětí v třídící tabulce je ve stejné buňce, je vpuštěn do dalšího vyhodnocení. V opačném případě nevstupuje k dalšímu vyhodnocení. Princip popisuje obrázek 4.17.



Obrázek 4.17 Princip filtrace vstupujících poklesů napětí pomocí masky

Na obrázku 4.18 je vidět vstupní záznam po použití filtru masek. V tomto případě pouze 3 poklesy z celkových 13 byly klasifikovány jako závažné podle zvolené reference a vstupují do dalšího vyhodnocení.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
út 21.02.2012 04:08:44,470	út 21.02.2012 04:08:44,540	0,07 sec $\Delta$	114,3	112,4	112,7
ne 25.03.2012 14:15:41,500	ne 25.03.2012 14:15:41,620	0,12 sec v			81,4
ne 25.03.2012 14:15:42,250	ne 25.03.2012 14:15:43,300	1,05 sec v			80,9
ne 25.03.2012 14:16:29,660	ne 25.03.2012 14:16:30,730	1,07 sec v			77,7
ne 25.03.2012 14:18:10,880	ne 25.03.2012 14:18:11,940	1,06 sec v			75,2
ne 25.03.2012 14:45:21,050	ne 25.03.2012 14:45:21,180	0,13 sec v			78,3
ne 25.03.2012 14:45:23,830	ne 25.03.2012 14:45:24,910	1,08 sec v			77,7
po 30.04.2012 11:41:05,000	po 30.04.2012 11:41:07,000	2,00 sec 0	0	0	0
po 30.04.2012 11:43:31,000	po 30.04.2012 12:09:47,000	26 min 16,00 sec 0	0	0	0
po 30.04.2012 13:39:48,000	po 30.04.2012 13:39:50,000	2,00 sec v	88,7	89	
po 02.07.2012 10:57:22,490	po 02.07.2012 10:57:42,490	20,00 sec 0	0	0	0
po 02.07.2012 10:57:42,530	po 02.07.2012 10:57:44,090	1,56 sec v	89,7		
po 02.07.2012 10:57:51,180	po 02.07.2012 10:57:58,800	7,62 sec v			88,7
po 02.07.2012 10:58:20,980	po 02.07.2012 10:58:22,310	1,33 sec v	89,2		
po 02.07.2012 10:58:30,520	po 02.07.2012 10:58:41,660	11,14 sec v			89,7
po 02.07.2012 10:58:42,240	po 02.07.2012 10:58:43,330	1,09 sec v	89,7		
pá 06.07.2012 17:55:12,370	pá 06.07.2012 17:55:12,390	0,02 sec v		89,7	
pá 06.07.2012 19:48:44,000	pá 06.07.2012 19:50:37,000	1 min 53,00 sec 0	0	0	0

Obrázek 4.18 Příklad vstupního záznamu po použití filtru masek – červeně vyfiltrované nezávažné poklesy (maska pro závažné poklesy, reference křivka odolnosti zařízení třídy C), celkem 3 poklesy projdou k dalšímu vyhodnocení

#### 4.2.5 Výstupní soubor

Příklad výstupního XLSX souboru pro zadané intervaly agregace před dlouhým přerušením 3 minuty, po 2 hodiny, po krátkém přerušení 3 minuty a po poklesu napětí 3 minuty je na obrázku 4.20 a 4.21 (intervaly jsou zvoleny pouze pro demonstraci principu fungování). Listy výstupního souboru mají název „Výstup agregace-název listu vstupního souboru“. Výstupní soubor obsahuje použité intervaly agregace, tabulku celkových počtů událostí, počtů poklesů napětí po použití masky a počtů po agregaci (krátká přerušení a poklesy napětí). Následují tři třídící tabulky pro jednotlivé typy poklesů a pak tabulka se sečtením poklesů. Jak již bylo řečeno, tyto tabulky reprezentují agregované skupiny poklesů v posledním průchodu funkce realizující agregaci.

I v případě nulových agregačních intervalů se může stát, že počty krátkých přerušení a poklesů napětí po agregaci jsou menší než celkové počty. Toto je dáno záznamem událostí, příklad uvádí obrázek 4.19.

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
pá 27.02.2015 10:49:55,555	pá 27.02.2015 10:50:27,622	32,07 sec 0	0,652	0,652	0,892
pá 27.02.2015 10:50:27,622	pá 27.02.2015 10:50:27,630	0,01 sec v		89,114	

Obrázek 4.19 Ukázka záznamu z rozvody 110 kV Bystřice, rok 2015

Začátek druhé události (poklesu napětí) je přesně v okamžiku konce předcházející události (krátkého přerušení). Pro agregační pravidlo s krátkým přerušením tedy platí, že tento pokles nebude započítán i při nulovém intervalu agregace. V případě agregačního pravidla s dlouhým přerušením by situace dopadla stejně. Rozdíl nastává u agregačního pravidla pro pokles napětí, kde se interval počítá od začátku poklesu.



Výstup-testAgregace - Excel											
Václav Jirů											
Soubor Domů Vložení Kreslení Rozložení stránky Vzorce Data Revize Zobrazení Nápověda Řekněte r Sdílet											
N17											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1 Metoda agregace - t1: 180, t2: 7200, t3: 180, t4: 180											
2											
	Celkový počet	Po aplikaci masky	Agregace								
4	Dlouhá přerušení	1									
5	Krátká přerušení	3	2								
6	Poklesy	13	13	3							
10 Výsledky agregace poklesů											
11											
12 Typ 1											
13		0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
14	85<=U<90	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	70<=U<80	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
17	50<=U<70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	Celkem	1				2					3
22											

Obrázek 4.20 Výstupní XLSX soubor bez použití masek

Výstup-testAgregace - Excel											
Václav Jirů											
Soubor Domů Vložení Kreslení Rozložení stránky Vzorce Data Revize Zobrazení Nápověda Řekněte r Sdílet											
K31											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1 Metoda agregace - t1: 180, t2: 7200, t3: 180, t4: 180											
2											
	Celkový počet	Po aplikaci masky	Agregace								
4	Dlouhá přerušení	1									
5	Krátká přerušení	3	2								
6	Poklesy	13	3	2							
10 Výsledky agregace poklesů											
11											
12 Typ 1											
13		0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
14	85<=U<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	70<=U<80	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
17	50<=U<70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	Celkem					2					2
22											

Obrázek 4.21 Výstupní XLSX soubor s použitím masek



## 5 Vyhodnocení a ukázka webové aplikace

V následujících kapitolách jsem za použití sestrojené webové aplikace vyhodnotil záznamy napěťových událostí z vybraných rozvodů 110 kV za roky 2014 a 2015, a rozvodů 22 kV za rok 2020, společnosti EG.D, a.s.

V případě rozvodů 110 kV se jednalo o 13 měřících míst, konkrétně: Boskovice (V525), Bystřice (V5538), Žďár (V5536), Říčov (V5525), Hustopeče (V529), Břeclav (V5568), Kunovice (V5540), Prostějov (V5577), Brno Líšeň (V5559), Uherský brod (V543), Počátky (V1393), Škoda Sběrna A, Škoda Sběrna B.

Rozvodů 22 kV bylo 12, konkrétně: Bechyně T101, Domoralice T101, Planá T103 a T104, Pelhřimov T102, Strakonice T101 a T102, Větrní T101 a T102, J. Hradec T101, Lipnice T101, Tábor T102. Sledovány byly poklesy napětí na výstupní straně jednotlivých transformátorů.

### 5.1 Analýza poklesů napětí

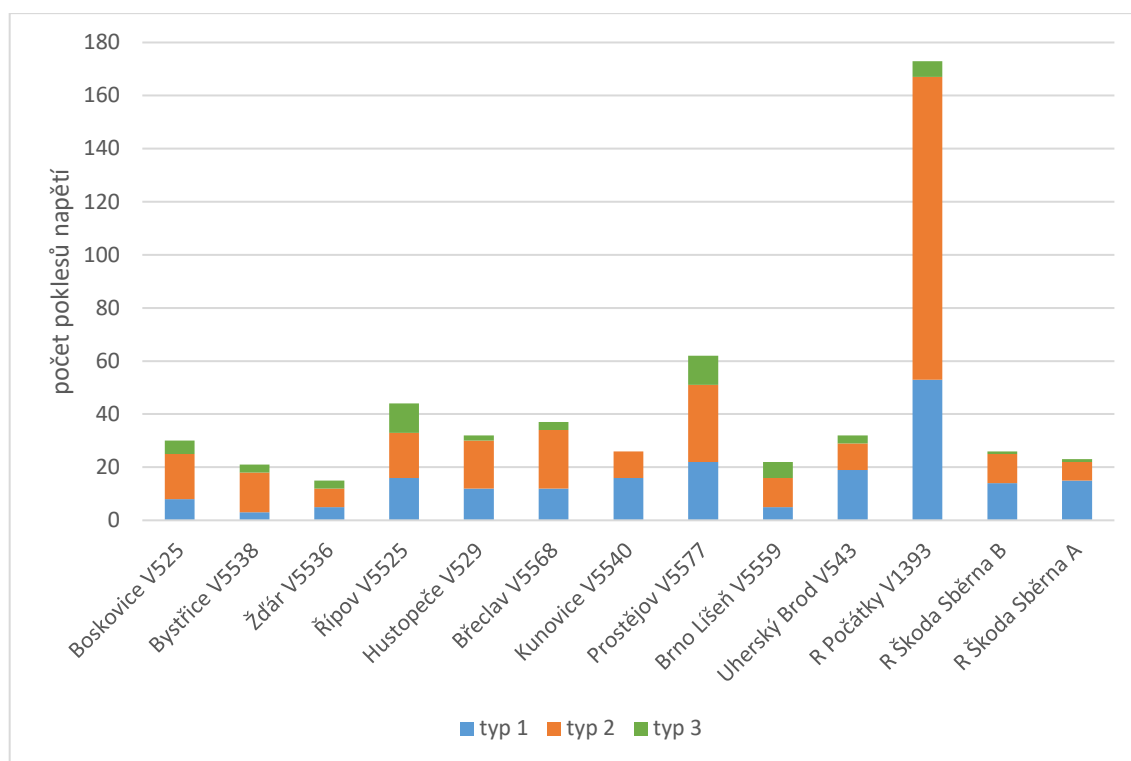
Cílem této analýzy je zjistit zastoupení nesymetrických a symetrických poklesů napětí ve zkoumaných záznamech, jejich počet a jejich rozložení v třídící tabulce. Pro tuto analýzu jsem využil první modul webové aplikace. Vybral jsem také záznam z rozvodny 22 kV (Strakonice T101, rok 2020) a provedl ruční analýzu poklesů tak, aby byla zaručena správnost výstupu modulu. Ruční analýza a porovnání s výstupem aplikace je v příloze A.

#### 5.1.1 Rozvodny 110 kV

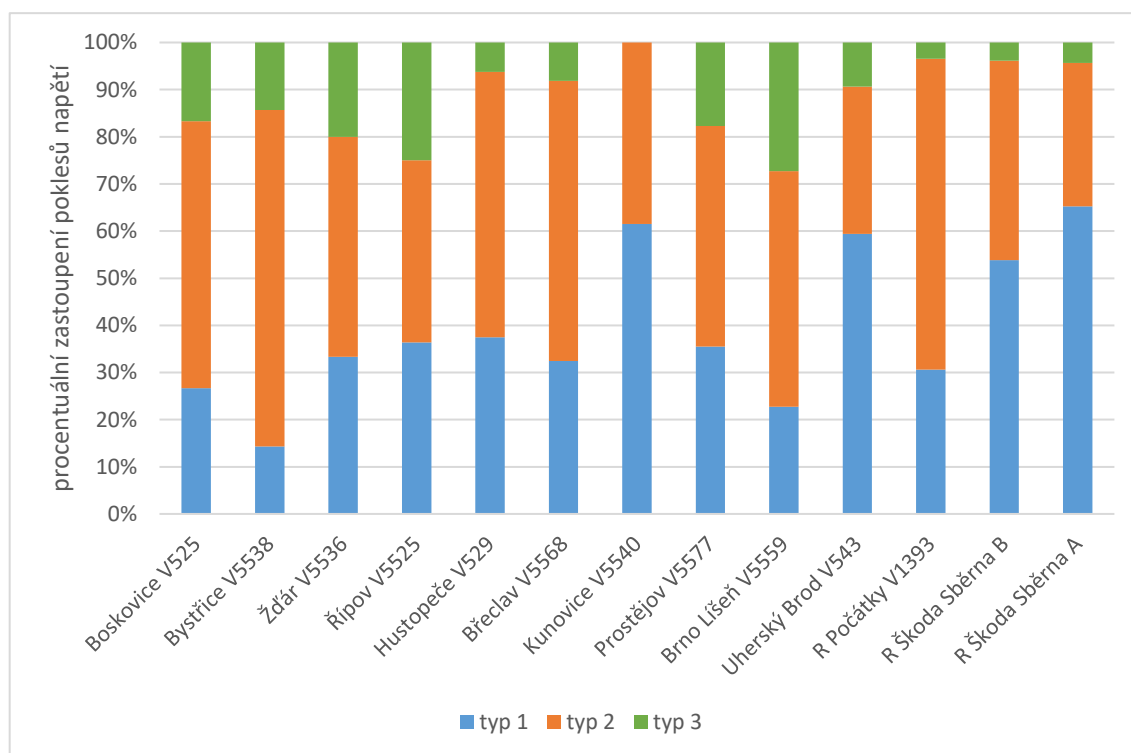
V tabulce 5.1 je vidět počet a rozdělení poklesů napětí z hlediska symetričnosti pro vybrané rozvodny 110 kV. Tyto údaje reprezentují i grafy na obrázcích 5.1, 5.2, 5.3 a 5.4.

Tabulka 5.1 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, roky 2014 a 2015

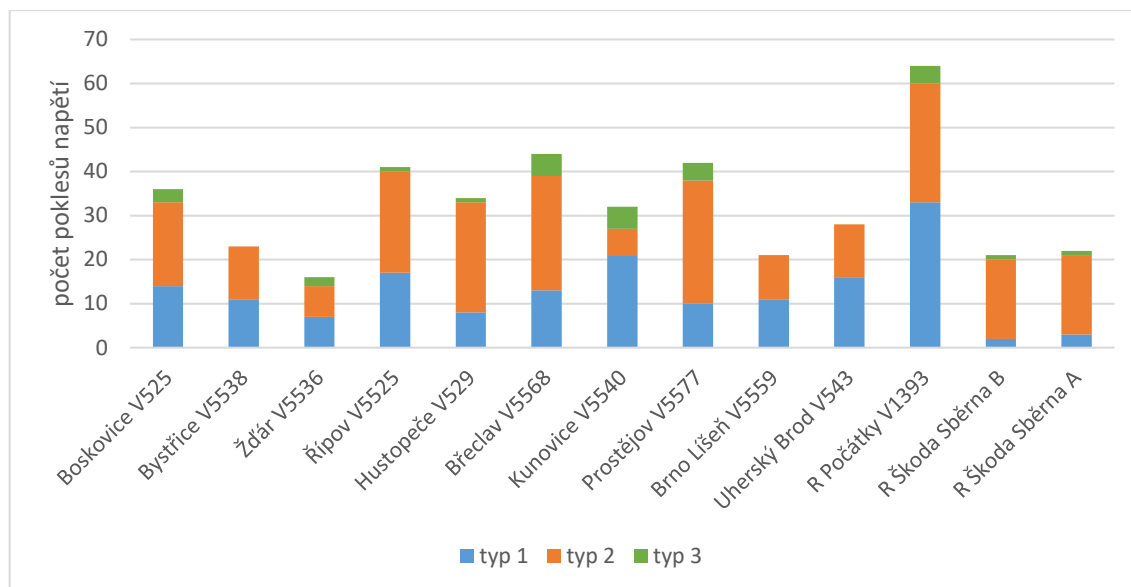
Rozvodna	Poklesy napětí							
	rok 2014				rok 2015			
	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem
Boskovice V525	8	17	5	30	14	19	3	36
Bystřice V5538	3	15	3	21	11	12	0	23
Žďár V5536	5	7	3	15	7	7	2	16
Říčov V5525	16	17	11	44	17	23	1	41
Hustopeče V529	12	18	2	32	8	25	1	34
Břeclav V5568	12	22	3	37	13	26	5	44
Kunovice V5540	16	10	0	26	21	6	5	32
Prostějov V5577	22	29	11	62	10	28	4	42
Brno Líšeň V5559	5	11	6	22	11	10	0	21
Uherský Brod V543	19	10	3	32	16	12	0	28
R Počátky V1393	53	114	6	173	33	27	4	64
R Škoda Sběrna B	14	11	1	26	2	18	1	21
R Škoda Sběrna A	15	7	1	23	3	18	1	22
Průměr na jedno měřící místo	15,4	22,2	4,2	41,8	12,8	17,8	2,1	32,6
Směrodatná odchylka	12,2	27,2	3,4	39,6	7,8	7,4	1,8	12,6
95% percentil	34,4	63	11	106,4	25,8	27,4	5,0	52,0



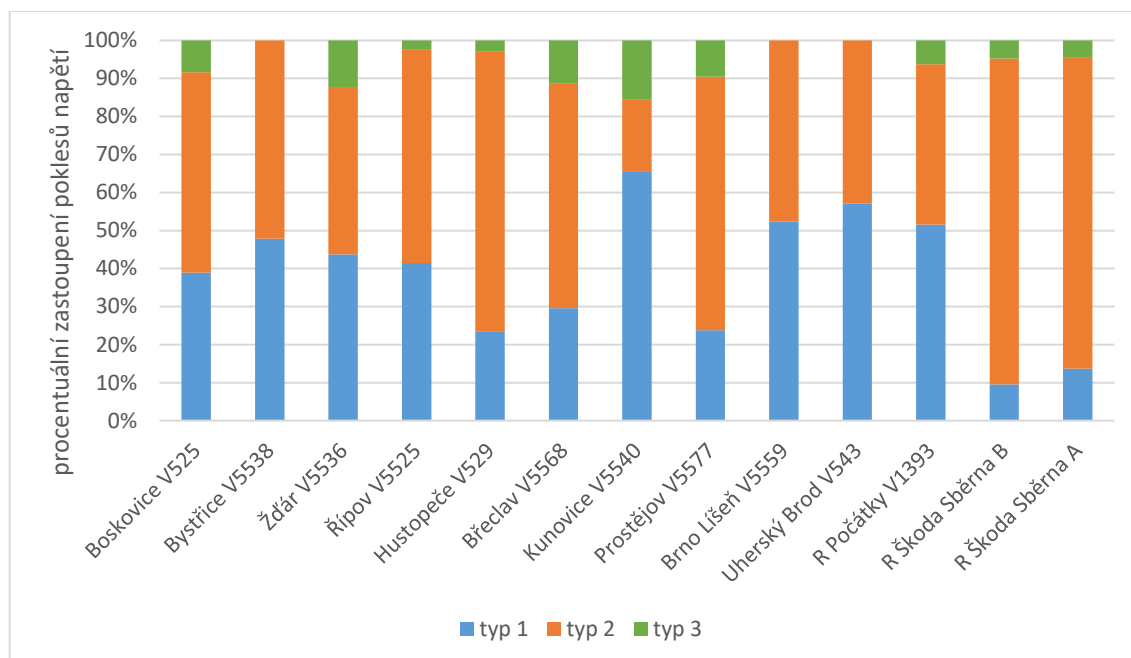
Obrázek 5.1 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014



Obrázek 5.2 Procentuální zastoupení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014



Obrázek 5.3 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2015



Obrázek 5.4 Procentuální zastoupení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2015

Na první pohled je vidět převládající výskyt nesymetrických poklesů napětí (typ 1 a typ 2). Z nesymetrických poklesů se častěji vyskytuje typ 2. Příčinou nesymetrických poklesů je především výskyt nesymetrických poruch, nejčastěji 1 fázových zkratů, případně spínací operace.

Nejvyšší výskyt poklesů byl zaznamenán v rozvodně Počátky, pro oba sledované roky. Nejnižší výskyt pak v rozvodně Žďár, opět pro oba roky.

Průměrné procentní zastoupení poklesů typu 2 je pro oba roky nad 50 %, typ 1 je pak pro oba roky zastoupen méně než 40 %. Symetrické poklesy napětí zabírají nejvýše 10 % ze zaznamenaných poklesů. Detailní procentuální rozložení poklesů napětí ukazují následující třídící tabulky. Jsou zde patrné zcela převažující poklesy s dobou trvání do 0,2 sekundy.

Tabulka 5.2 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2014, typ 1

Typ 1	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	20,99	2,21	0	0,18	0	0	0	0	0	23,39
80<=U<85	2,95	1,66	1,10	0	0	0	0	0	0	5,71
70<=U<80	1,66	0,37	0	0,18	0	0	0	0	0	2,21
50<=U<70	2,39	0	0	0	0	0	0	0	0	2,39
40<=U<50	0,55	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0,74
5<=U<40	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
0<=U<5	2,21	0	0	0	0	0	0	0	0	2,21
<b>Celkem</b>	<b>30,94</b>	<b>4,42</b>	<b>1,10</b>	<b>0,37</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36,83</b>

Tabulka 5.3 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2014, typ 2

Typ 2	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	3,31	0,18	0	0,37	0	0	0	0	0	3,87
80<=U<85	6,08	0,92	0	0	0	0	0	0	0	7,00
70<=U<80	13,08	0,92	0	0	0	0	0	0	0	14,00
50<=U<70	9,94	3,31	1,84	1,10	0	0,18	0,18	0	0	16,57
40<=U<50	0,37	0	0	0,55	0	0	0	0	0	0,92
5<=U<40	1,10	0,74	0,18	0,55	0	0	0	0	0	2,58
0<=U<5	4,24	0,92	1,84	0,37	0,18	0,37	0	0	0,18	8,10
<b>Celkem</b>	<b>38,12</b>	<b>7,00</b>	<b>3,87</b>	<b>2,95</b>	<b>0,18</b>	<b>0,55</b>	<b>0,18</b>	<b>0</b>	<b>0,18</b>	<b>53,04</b>

Tabulka 5.4 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2014, typ 3

Typ 3	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	0,55	0,55	0	1,29	0	0	0	0	0	2,39
80<=U<85	0,74	0,74	0,18	0	0,37	0	0	0	0	2,03
70<=U<80	1,29	0,74	0	0,18	0	0,18	0	0	0	2,39
50<=U<70	0,92	0	0	0,18	0	0	0	0	0	1,10
40<=U<50	0,18	0,37	0	0	0	0	0	0	0	0,55
5<=U<40	1,10	0,37	0	0	0	0	0	0	0	1,47
0<=U<5	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
<b>Celkem</b>	<b>4,97</b>	<b>2,76</b>	<b>0,18</b>	<b>1,66</b>	<b>0,37</b>	<b>0,18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10,13</b>

Tabulka 5.5 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2014, poklesy celkově

Celkový součet	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	24,86	2,95	0	1,84	0	0	0	0	0	29,65
80<=U<85	9,76	3,31	1,29	0	0,37	0	0	0	0	14,73
70<=U<80	16,02	2,03	0	0,37	0	0,18	0	0	0	18,60
50<=U<70	13,26	3,31	1,84	1,29	0	0,18	0,18	0	0	20,07
40<=U<50	1,10	0,55	0	0,55	0	0	0	0	0	2,21
5<=U<40	2,39	1,10	0,18	0,55	0	0	0	0	0	4,24
0<=U<5	6,63	0,92	1,84	0,37	0,18	0,37	0	0	0,18	10,50
<b>Celkem</b>	<b>74,03</b>	<b>14,18</b>	<b>5,16</b>	<b>4,97</b>	<b>0,55</b>	<b>0,74</b>	<b>0,18</b>	<b>0</b>	<b>0,18</b>	<b>100</b>

Tabulka 5.6 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2015, typ 1

Typ 1	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	15,57	3,54	0,71	0,24	0	0	0	0	0	20,05
80<=U<85	2,12	2,59	0	0	0	0	0	0	0	4,72
70<=U<80	3,30	0	0	0	0	0	0	0	0	3,30
50<=U<70	0,24	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0,47
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5<=U<40	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24
0<=U<5	9,43	0,94	0	0	0	0	0	0	0	10,38
<b>Celkem</b>	<b>30,90</b>	<b>7,31</b>	<b>0,71</b>	<b>0,24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>39,15</b>

Tabulka 5.7 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2015, typ 2

Typ 2	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	7,31	0,24	0	0	0	0	0	0	0	7,55
80<=U<85	9,91	0,94	0	0	0	0	0	0	0	10,85
70<=U<80	14,86	2,36	0	0	0	0	0	0	0	17,22
50<=U<70	8,73	1,89	0	3,07	0	0	0	0	0	13,68
40<=U<50	0	0	0	0,47	0	0	0	0	0	0,47
5<=U<40	0,24	0,47	0	0	0	0	0	0	0	0,71
0<=U<5	3,54	0,47	0	0	0	0	0	0	0	4,01
<b>Celkem</b>	<b>44,58</b>	<b>6,37</b>	<b>0</b>	<b>3,54</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54,48</b>

Tabulka 5.8 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2015, typ 3

Typ 3	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	0,24	0,71	0	0	0	0	0	0	0	0,94
80<=U<85	0,71	0,94	0,47	0	0	0	0	0	0	2,12
70<=U<80	0,71	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0,94
50<=U<70	0,24	0,47	0	0,24	0	0	0	0	0	0,94
40<=U<50	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24
5<=U<40	0,24	0,47	0,24	0	0	0	0	0	0	0,94
0<=U<5	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0,24
<b>Celkem</b>	<b>2,36</b>	<b>3,07</b>	<b>0,71</b>	<b>0,24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6,37</b>

Tabulka 5.9 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2015, poklesy celkově

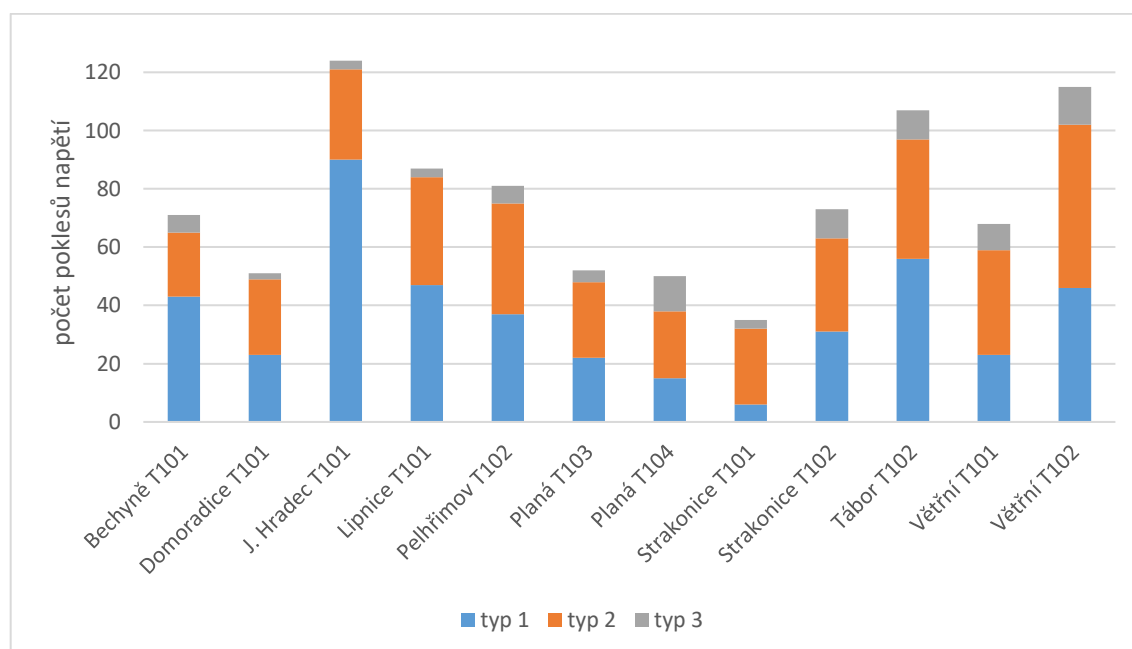
<b>Celkový součet</b>	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	23,11	4,48	0,71	0,24	0	0	0	0	0	28,54
80<=U<85	12,74	4,48	0,47	0	0	0	0	0	0	17,69
70<=U<80	18,87	2,59	0	0	0	0	0	0	0	21,46
50<=U<70	9,20	2,59	0	3,30	0	0	0	0	0	15,09
40<=U<50	0,24	0	0	0,47	0	0	0	0	0	0,71
5<=U<40	0,71	0,94	0,24	0	0	0	0	0	0	1,89
0<=U<5	12,97	1,65	0	0	0	0	0	0	0	14,62
<b>Celkem</b>	<b>77,83</b>	<b>16,75</b>	<b>1,42</b>	<b>4,01</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

### 5.1.2 Rozvodny 22 kV

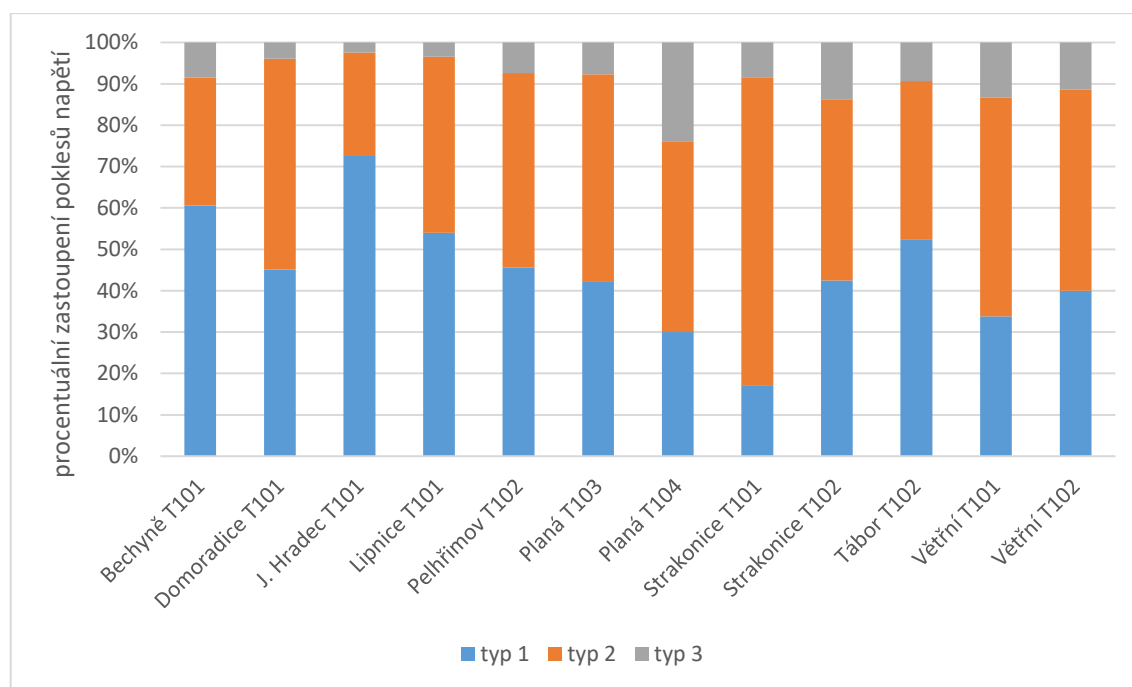
V tabulce 5.10 jsou počty a rozdělení poklesů napětí, opět z hlediska symetričnosti pro vybrané rozvodny 22 kV. Tyto údaje jsou rovněž i v grafu na obrázku 5.5 a 5.6.

Tabulka 5.10 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020

Rozvodna	Poklesy napětí			
	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem
Bechyně T101	43	22	6	71
Domoradice T101	23	26	2	51
J. Hradec T101	90	31	3	<b>124</b>
Lipnice T101	47	37	3	87
Pelhřimov T102	37	38	6	81
Planá T103	22	26	4	52
Planá T104	15	23	12	50
Strakonice T101	6	26	3	<b>35</b>
Strakonice T102	31	32	10	73
Tábor T102	56	41	10	107
Větrní T101	23	36	9	68
Větrní T102	46	56	13	115
Průměr na jedno měřící místo	36,6	32,8	6,8	76,2
Směrodatná odchylka	21,4	9,2	3,7	26,8
95% percentil	71,3	47,8	12,5	119,1



Obrázek 5.5 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020



Obrázek 5.6 Procentuální zastoupení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020

I zde je na první pohled vidět převažující výskyt nesymetrických poklesů napětí. Tyto poklesy jsou například důsledkem poklesů přenesených z vyšší napěťové hladiny. Ve sledovaných rozvodnách jsou v průměru poklesy typu 1 a poklesy typu 2 s podobným výskytem. Poklesy napětí jsou opět převážně krátko trvající, do 0,1 sekundy, viz následující třídící tabulky.

Tabulka 5.11 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 22 kV, rok 2020, typ 1

Typ 1	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	15,21	2,30	2,41	0,77	0	0	0	0	0	20,68
80<=U<85	7,88	3,50	1,97	0,33	0	0	0	0	0	13,68
70<=U<80	9,19	0,77	1,09	0,22	0	0	0	0	0	11,27
50<=U<70	2,08	0,11	0	0	0	0	0	0	0	2,19
40<=U<50	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Celkem</b>	<b>34,57</b>	<b>6,67</b>	<b>5,47</b>	<b>1,31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>48,03</b>

Tabulka 5.12 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 22 kV, rok 2020, typ 2

Typ 2	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	6,89	0,22	0,11	0	0	0	0	0	0	7,22
80<=U<85	5,80	0,11	0,44	0	0	0	0	0	0	6,35
70<=U<80	9,52	2,95	0,22	0,22	0	0	0	0	0	12,91
50<=U<70	8,75	4,49	0	0	0	0	0	0	0	13,24
40<=U<50	0,44	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0,66
5<=U<40	2,30	0,22	0,11	0	0	0	0	0	0	2,63
0<=U<5	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0,11
<b>Celkem</b>	<b>33,70</b>	<b>8,32</b>	<b>0,88</b>	<b>0,22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>43,11</b>

Tabulka 5.13 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 22 kV, rok 2020, typ 3

Typ 3	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	1,31	0,11	0	0	0	0	0	0	0	1,42
80<=U<85	0,66	0,66	0,22	0,11	0	0	0	0	0	1,64
70<=U<80	1,20	0,33	0	0	0	0	0	0	0	1,53
50<=U<70	1,75	0,44	0	0	0	0	0	0	0	2,19
40<=U<50	0,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44
5<=U<40	1,42	0	0	0	0	0	0	0	0	1,42
0<=U<5	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22
Celkem	7,00	1,53	0,22	0,11	0	0	0	0	0	<b>8,86</b>

Tabulka 5.14 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 22 kV, rok 2020, poklesy celkově

Celkový součet	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	23,41	2,63	2,52	0,77	0	0	0	0	0	29,32
80<=U<85	14,33	4,27	2,63	0,44	0	0	0	0	0	21,66
70<=U<80	19,91	4,05	1,31	0,44	0	0	0	0	0	25,71
50<=U<70	12,58	5,03	0	0	0	0	0	0	0	17,61
40<=U<50	1,09	0,22	0	0	0	0	0	0	0	1,31
5<=U<40	3,72	0,22	0,11	0	0	0	0	0	0	4,05
0<=U<5	0,22	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0,33
Celkem	75,274	16,521	6,565	1,641	0	0	0	0	0	100

## 5.2 Agregace napěťových událostí

Cílem této kapitoly je vyhodnotit sledované záznamy událostí a interpretovat výsledky (četnosti výskytů) s ohledem na skutečný možný dopad těchto událostí na zařízení zákazníka. Pro tuto analýzu jsem tedy využil druhý modul sestavené webové aplikace. Jak jsem již uvedl, modul pracuje se třemi agregačními pravidly a je zde možnost filtrovat poklesy napětí vstupující do vyhodnocení (lze použít různá kritéria pro symetrické a nesymetrické poklesy napětí) – dohromady tyto mechanismy tvoří agregační metodu.

Pro připomenutí uvedu, že agregační pravidlo s dlouhým přerušením napětí se skládá ze dvou intervalů „před“ a „po“ (časy  $T_1$  a  $T_2$ ), pravidlo s krátkým přerušením napětí má jeden interval „po“ ( $T_3$ ) a pravidlo s poklesem napětí taktéž jeden interval „po“ ( $T_4$ ). Princip pravidel a odůvodnění nastavení začátků počítání agregačních intervalů viz kapitola 4.2 a 4.2.1.

Na sledovaná data jsem aplikoval dvě agregační metody, přičemž odlišnost spočívala v délce nastavených agregačních intervalů (viz tabulka 5.15). Kratší interval (3 minuty) respektuje například automatiku OZ a změnu zatížení. Delší interval (60 minut) pak znovuobnovení výroby u odběratele. Druhá metoda uvažuje všechny intervaly „po“ jednotně 60 minut a je zde pro porovnání výsledků.

U obou metod jsem provedl filtraci vstupujících poklesů napětí tak, aby se k vyhodnocení propsaly pouze závažné poklesy napětí (aplikace masky). Dle mého názoru není třeba uvažovat všechny zaznamenané poklesy napětí, ale pouze ty, které mohou mít negativní dopad na odběratele. Jako referenci jsem zvolil křivku odolnosti zařízení třídy C



(přijatelná úroveň odolnosti). Tato třída je společně s třídou 3 nejčastěji používaná. Třída C má však tu přednost, že odlišně hodnotí symetrické a nesymetrické poklesy napětí.

Tabulka 5.15 Nastavení použitých agregačních metod

	Filtrace vstupních poklesů napětí	Agregační intervaly			
		T <sub>1</sub> - před dlouhým přerušením	T <sub>2</sub> - po dlouhém přerušení	T <sub>3</sub> - po krátkém přerušení	T <sub>4</sub> - po poklesu napětí
1. agregační metoda	Ano, jednotná	3 min	60 min	3 min	3 min
2. agregační metoda	reference	3 min	60 min	60 min	60 min

Pro vybraný záznam (rozvodna 110 kV Uherský brod, rok 2015) jsem provedl realizaci 1. agregační metody ručně, aby byla zaručena správnost výstupu modulu. Provedení agregace a porovnání s výstupem aplikace je v příloze B.

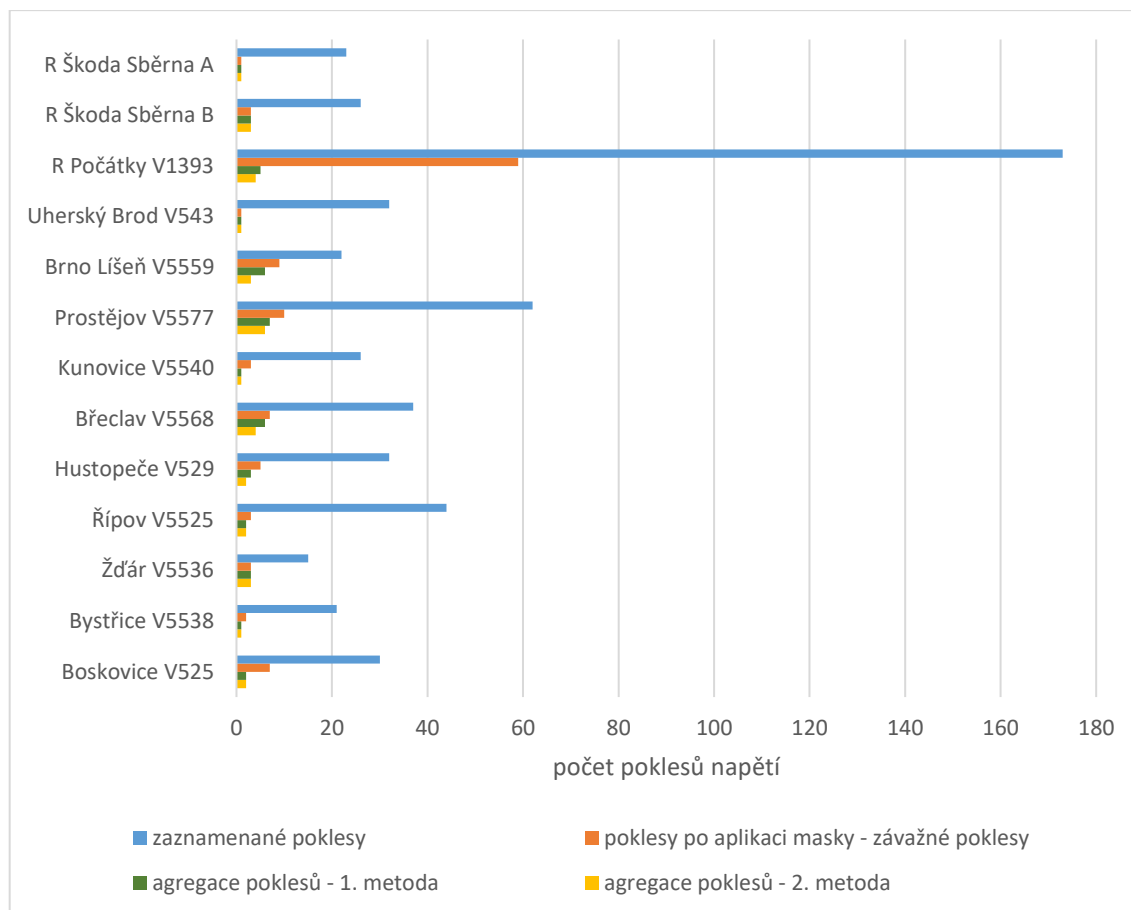
## 5.2.1 Rozvodny 110 kV

### Rok 2014

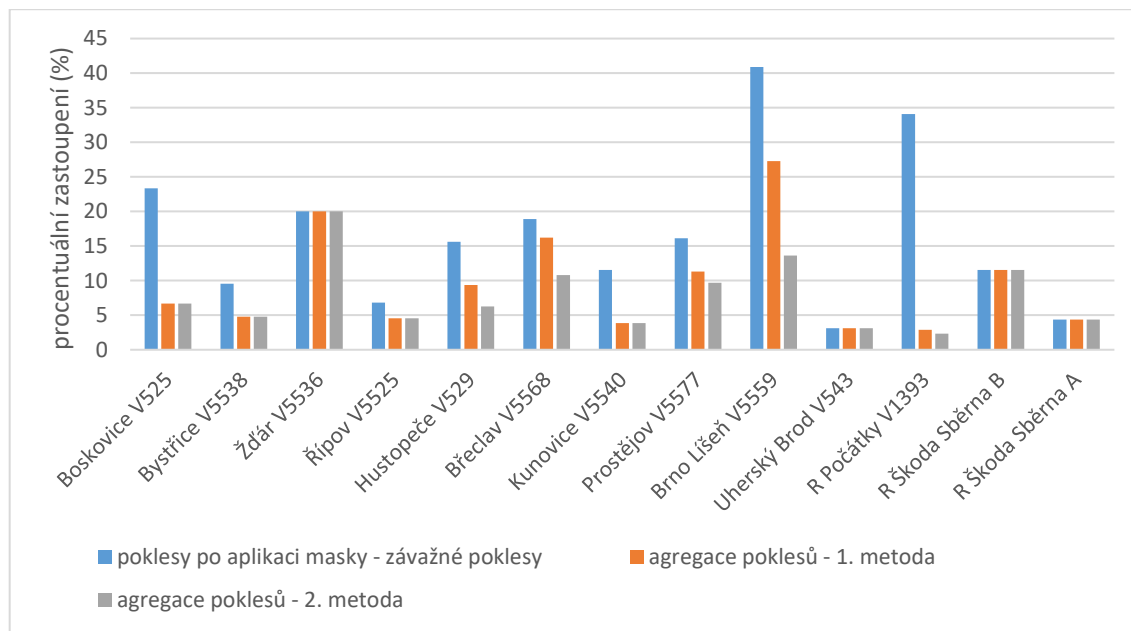
Výsledky agregace pro vybrané rozvodny 110 kV ukazuje tabulka 5.16, pro poklesy napětí jsou údaje reprezentované i grafem na obrázku 5.7 a 5.8. Za povšimnutí stojí velmi malý výskyt krátkých přerušení napětí (většinou žádný záznam) a rozvodna Počátky, kde byl výskyt poklesů napětí zdaleka nejvyšší.

Tabulka 5.16 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodných 110 kV, rok 2014

Rozvodna	Celkový počet			Aplikace masky	1. agregační metoda		2. agregační metoda	
	Dlouhá přerušení	Krátká přerušení	Poklesy	Poklesy	Krátká přerušení	Poklesy	Krátká přerušení	Poklesy
Boskovice V525	3	0	30	7	0	2	0	2
Bystřice V5538	2	0	21	2	0	1	0	1
Žďár V5536	4	1	15	3	0	3	0	3
Řípov V5525	5	0	44	3	0	2	0	2
Hustopeče V529	5	1	32	5	1	3	1	2
Břeclav V5568	7	0	37	7	0	6	0	4
Kunovice V5540	1	0	26	3	0	1	0	1
Prostějov V5577	5	1	62	10	1	7	1	6
Brno Líšeň V5559	2	0	22	9	0	6	0	3
Uherský Brod V543	3	0	32	1	0	1	0	1
R Počátky V1393	6	0	173	59	0	5	0	4
R Škoda Sběrna B	0	0	26	3	0	3	0	3
R Škoda Sběrna A	2	0	23	1	0	1	0	1
Průměr na jedno měřící místo	3,5	0,2	41,8	8,7	0,2	3,2	0,2	2,5
Směrodatná odchylka	2,0	0,4	39,6	14,8	0,4	2,1	0,4	1,4
95% percentil	6,4	1,0	106,4	29,6	1,0	6,4	1,0	4,8



Obrázek 5.7 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014 – poklesy napětí



Obrázek 5.8 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014 – poklesy napětí v procentuální hodnotě

V tabulce 5.16 je vidět razantní snížení počtu poklesů napětí po aplikaci masky – vpuštění pouze závažných poklesů napětí k dalšímu vyhodnocení. V průměru se jedná o 20 % ze zaznamenaných poklesů, zde je nutno doplnit, že průměrné hodnoty razantně

zvýšuje záznam z rozvodny Počátky. Následná aplikace agregačních metod počet poklesů napětí v průměru ještě snížila, avšak v některých případech počet zůstal stejný (například rozvodna Žďár). Po aplikaci 1. agregační metody zůstalo započítáno zhruba 8 % ze zaznamenaných poklesů a v případě 2. agregační metody zhruba 6 %. I závažné poklesy jsou tedy ve shluku, případně se vyskytují okolo přerušení a mohou být agregována. Rozdíl mezi 1. a 2. agregační metodou není velký, tedy poklesy napětí v jedné skupině ve shluku jsou časově blízko sebe. Rozdělení poklesů napětí (z hlediska symetričnosti) započítaných po aplikaci agregačních metod ukazuje tabulka 5.17. Převažuje zde typ poklesu 2 a 3.

Tabulka 5.17 Rozdělení poklesů napětí (započítaných po agregaci) dle symetričnosti

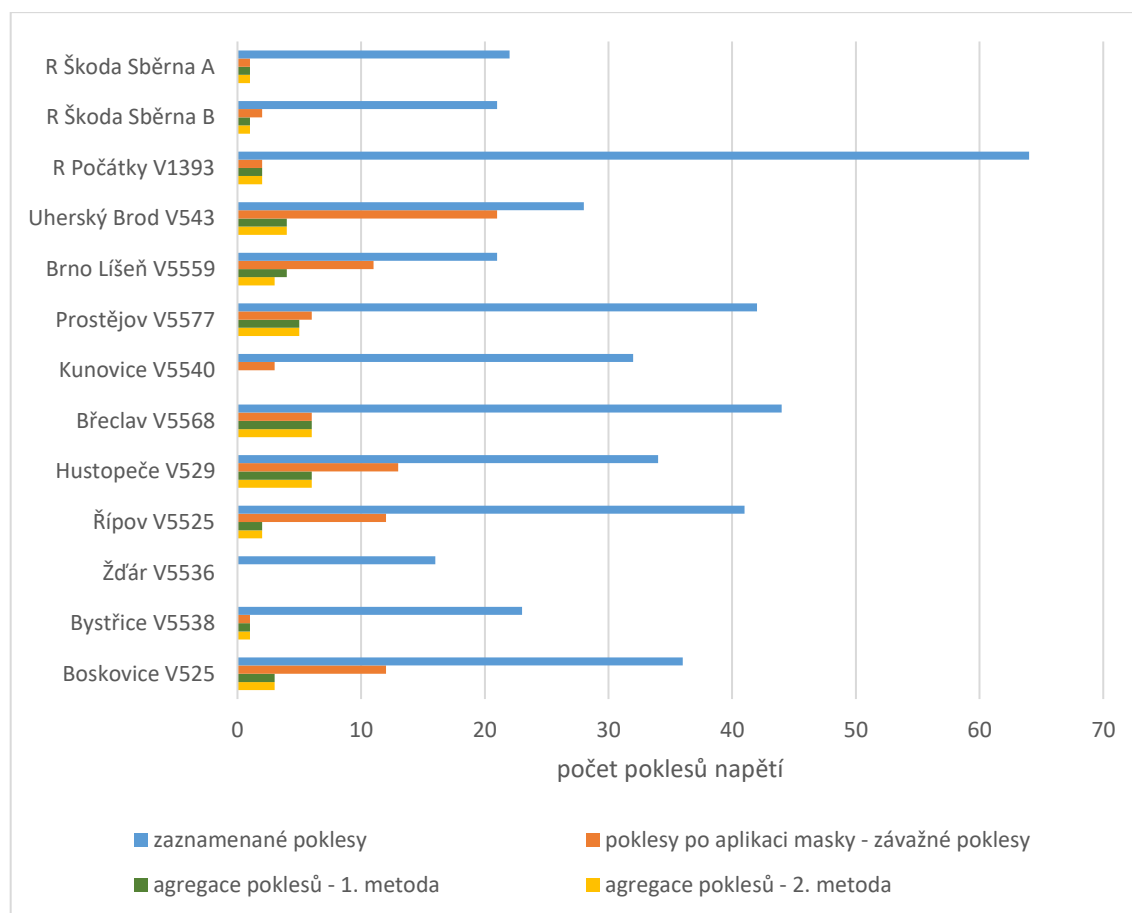
Rozvodna	1. agregační metoda				2. agregační metoda			
	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem
Boskovice V525	0	1	1	2	0	1	1	2
Bystřice V5538	0	1	0	1	0	1	0	1
Žďár V5536	0	0	3	3	0	0	3	3
Řípov V5525	0	1	1	2	0	1	1	2
Hustopeče V529	1	2	0	3	1	1	0	2
Břeclav V5568	0	6	0	6	0	4	0	4
Kunovice V5540	0	1	0	1	0	1	0	1
Prostějov V5577	1	4	2	7	0	4	2	6
Brno Líšeň V5559	1	3	2	6	0	1	2	3
Uherský Brod V543	0	1	0	1	0	1	0	1
R Počátky V1393	0	2	3	5	0	1	3	4
R Škoda Sběrna B	1	1	1	3	1	1	1	3
R Škoda Sběrna A	0	0	1	1	0	0	1	1
Průměr na jedno měřicí místo	0,3	1,8	1,1	3,2	0,2	1,3	1,1	2,5
Směrodatná odchylka	0,5	1,6	1,1	2,1	0,4	1,2	1,1	1,4
95% percentil	1,0	4,8	3,0	6,4	1,0	4,0	3,0	4,8

## Rok 2015

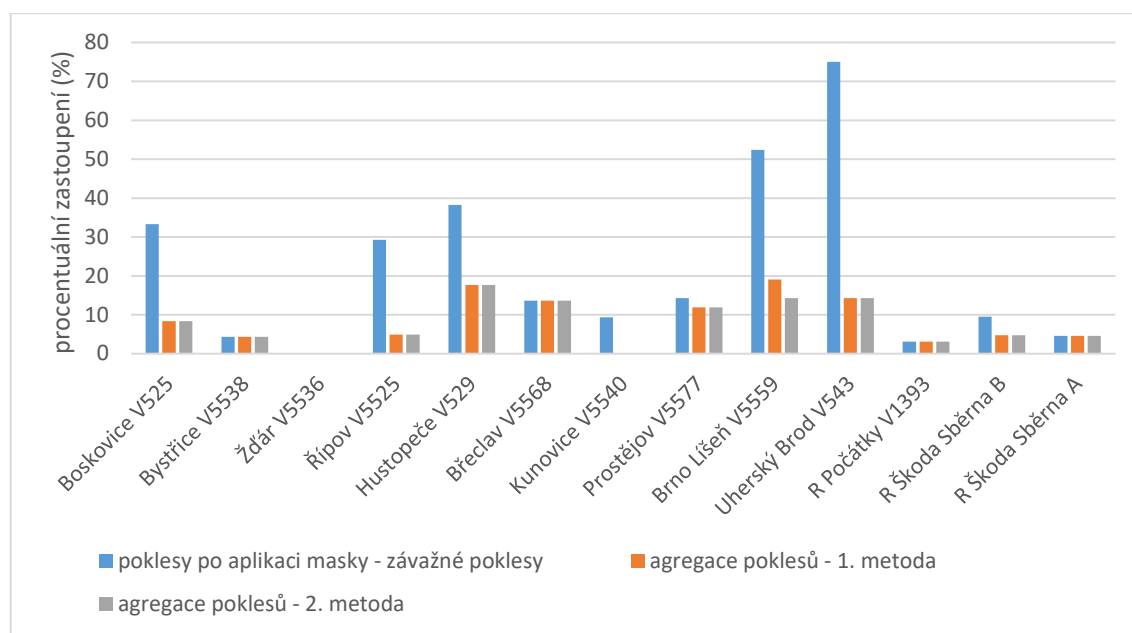
Zde výsledky agregace ukazuje tabulka 5.18, opět pro poklesy napětí jsou údaje reprezentované i grafem na obrázku 5.9 a 5.10. I v tomto roce se až na výjimky (rozvodna Bystřice, Řípov a Brno Líšeň) nevyskytovala krátká přerušení napětí. Průměrná hodnota závažných poklesů napětí vychází velmi podobně jako pro předchozí rok, zhruba 21 %. Rozdíl mezi 1. a 2. agregační metodou zde není prakticky žádný, obě metody započítají zhruba 8 % ze zaznamenaných poklesů. Za povšimnutí stojí rozvodna Kunovice, kde se vpuštěné poklesy napětí vyskytovaly pouze v okolí dlouhých přerušení napětí, a tedy spadly do jejich agregačních intervalů – výstupem je 0 započítaných poklesů. V rozvodně Žďár pak ze zaznamenaných poklesů žádný nebyl závažný. Rozdělení poklesů napětí (z hlediska symetričnosti) započítaných po aplikaci agregačních metod ukazuje tabulka 5.19. Zcela převažující je zde typ 2, nesymetrický pokles napětí.

Tabulka 5.18 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodných 110 kV, rok 2015

Rozvodna	Celkový počet			Aplikace masky	1. agregační metoda		2. agregační metoda	
	Dlouhá přerušení	Krátká přerušení	Poklesy	Poklesy	Krátká přerušení	Poklesy	Krátká přerušení	Poklesy
Boskovice V525	7	0	36	12	0	3	0	3
Bystřice V5538	6	2	23	1	1	1	1	1
Žďár V5536	1	0	16	0	0	0	0	0
Říčov V5525	7	1	41	12	1	2	1	2
Hustopeče V529	8	0	34	13	0	6	0	6
Břeclav V5568	4	0	44	6	0	6	0	6
Kunovice V5540	5	0	32	3	0	0	0	0
Prostějov V5577	2	0	42	6	0	5	0	5
Brno Líšeň V5559	4	1	21	11	1	4	1	3
Uherský Brod V543	9	0	28	21	0	4	0	4
R Počátky V1393	2	0	64	2	0	2	0	2
R Škoda Sběrna B	1	0	21	2	0	1	0	1
R Škoda Sběrna A	0	0	22	1	0	1	0	1
Průměr na jedno měřicí místo	4,3	0,3	32,6	6,9	0,2	2,7	0,2	2,6
Směrodatná odchylka	2,8	0,6	12,6	6,1	0,4	2,1	0,4	2,0
95% percentil	8,4	1,4	52,0	16,2	1,0	6,0	1,0	6,0



Obrázek 5.9 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodných 110 kV, rok 2015 – poklesy napětí



Obrázek 5.10 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2015 – poklesy napětí v procentuální hodnotě

Tabulka 5.19 Rozdělení poklesů napětí (započítaných po agregaci) dle symetričnosti

Rozvodna	1. agregační metoda				2. agregační metoda			
	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem
Boskovice V525	0	3	0	3	0	3	0	3
Bystřice V5538	0	1	0	1	0	1	0	1
Žďár V5536	0	0	0	0	0	0	0	0
Řípov V5525	1	1	0	2	1	1	0	2
Hustopeče V529	0	6	0	6	0	6	0	6
Břeclav V5568	0	6	0	6	0	6	0	6
Kunovice V5540	0	0	0	0	0	0	0	0
Prostějov V5577	1	3	1	5	1	3	1	5
Brno Líšeň V5559	3	1	0	4	2	1	0	3
Uherský Brod V543	0	4	0	4	0	4	0	4
R Počátky V1393	0	0	2	2	0	0	2	2
R Škoda Sběrna B	0	0	1	1	0	0	1	1
R Škoda Sběrna A	0	0	1	1	0	0	1	1
Průměr na jedno měřící místo	0,4	1,9	0,4	2,7	0,3	1,9	0,4	2,6
Směrodatná odchylka	0,8	2,2	0,6	2,1	0,6	2,2	0,6	2,0
95% percentil	1,8	6,0	1,4	6,0	1,4	6,0	1,4	6,0

## 5.2.2 Rozvodny 22 kV

Výsledky agregace pro vybrané rozvodny 22 kV za rok 2020 ukazuje tabulka 5.20, pro poklesy napětí jsou údaje reprezentované taktéž grafem na obrázku 5.11 a 5.12.

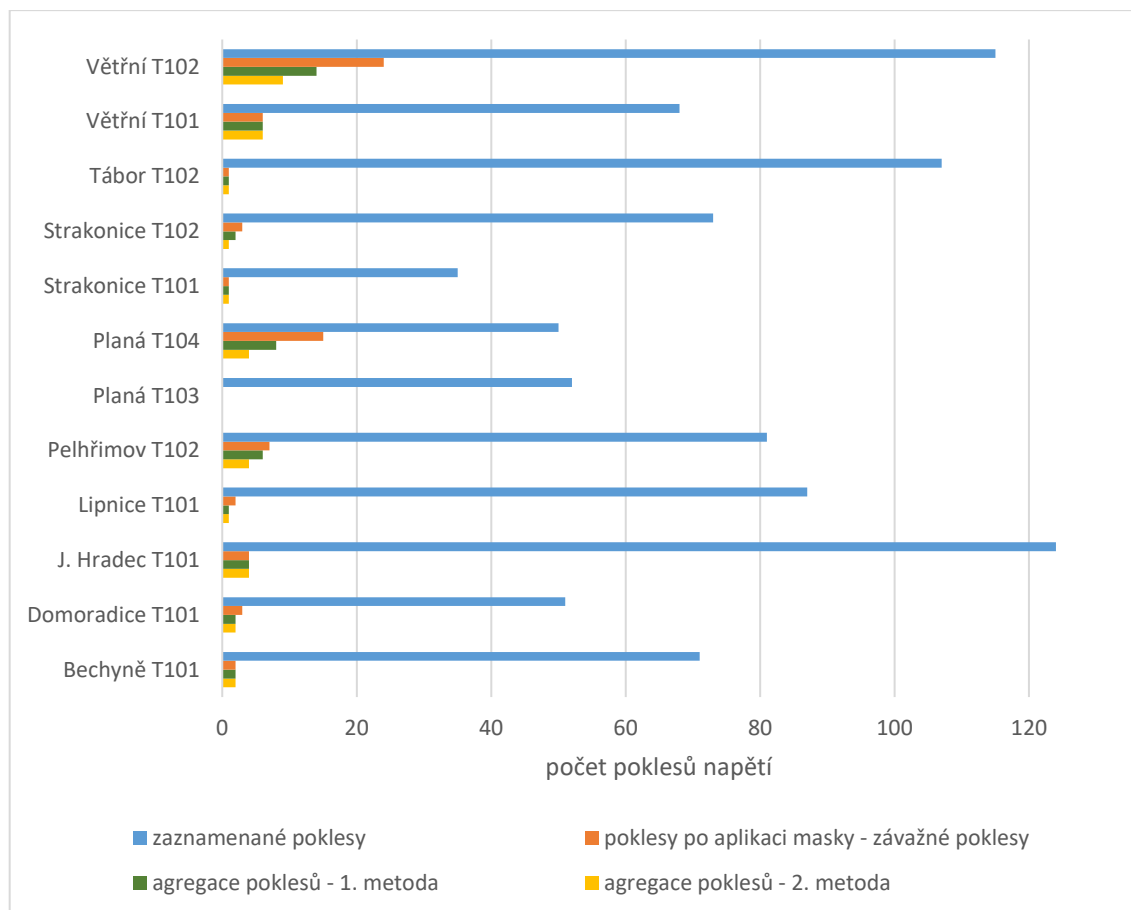
Tabulka 5.20 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodných 22 kV, rok 2020

Rozvodna	Celkový počet			Aplikace masky	1. agregační metoda		2. agregační metoda	
	Dlouhá přerušení	Krátká přerušení	Poklesy	Poklesy	Krátká přerušení	Poklesy	Krátká přerušení	Poklesy
Bechyně T101	4	0	71	2	0	2	0	2
Domoradice T101	5	0	51	3	0	2	0	2
J. Hradec T101	3	0	124	4	0	4	0	4
Lipnice T101	1	0	87	2	0	1	0	1
Pelhřimov T102	9	0	81	7	0	6	0	4
Planá T103	4	0	52	0	0	0	0	0
Planá T104	5	0	50	15	0	8	0	4
Strakonice T101	1	0	35	1	0	1	0	1
Strakonice T102	3	0	73	3	0	2	0	1
Tábor T102	5	0	107	1	0	1	0	1
Větrní T101	1	0	68	6	0	6	0	6
Větrní T102	5	1	115	24	1	14	1	9
Průměr na jedno měřící místo	3,8	0,1	76,2	5,7	0,1	3,9	0,1	2,9
Směrodatná odchylka	2,2	0,3	26,8	6,7	0,3	3,9	0,3	2,5
95% percentil	6,8	0,4	119,1	19,1	0,4	10,7	0,4	7,4

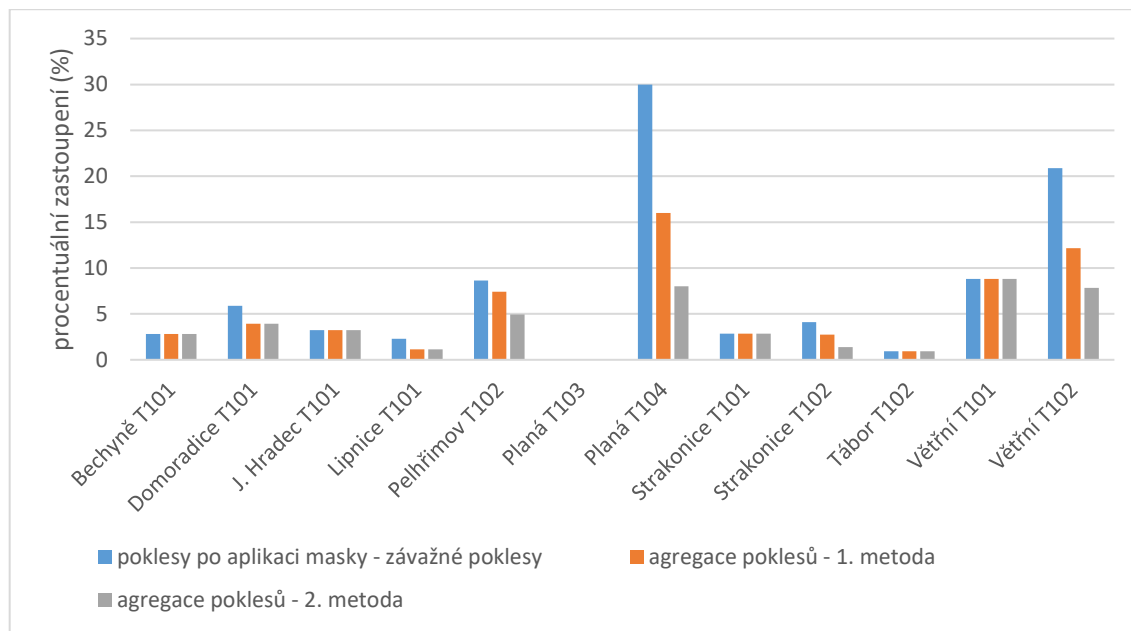
V případě krátkých přerušení bylo zaznamenáno ve všech sledovaných rozvodných pouze jedno, a to ve Větrní (T102). Průměrný počet poklesů napětí je zhruba dvojnásobný oproti záznamům 110 kV. Po aplikaci masky zbylo zhruba 7,5 % zaznamenaných poklesů, což znamená že značnou část tvoří poklesy nezávažné a z pohledu dopadu na odběratele tedy nepodstatné (dle zvolené reference).

1. agregační metoda započítala přibližně 5 % z celkového počtu zaznamenaných poklesů napětí. I zde tedy platí, že závažné poklesy jsou ve skupině nebo se vyskytují u přerušení a je možné je agregovat. Jsou samozřejmě i případy kdy tomu tak nebylo a poklesy jsou zcela osamocené. Tento případ naspal v rozvodně Bechyně (T101), Jindřichův Hradec (T101), Strakonice (T101), Tábor (T102) a Větrní (T101). V rozvodně Planá (T103) pak žádný z poklesů nebyl závažný. 2. agregační metoda započítala zhruba 4 % z celkového počtu zaznamenaných poklesů napětí. Výsledky se tedy příliš neliší.

Rozdělení poklesů napětí (z hlediska symetričnosti) započítaných po aplikaci agregačních metod ukazuje tabulka 5.21. Převažují zde symetrické poklesy napětí (typ 3).



Obrázek 5.11 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020 – poklesy napětí



Obrázek 5.12 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020 – poklesy napětí v procentuální hodnotě

Tabulka 5.21 Rozdělení poklesů napětí (započítaných po agregaci) dle symetričnosti

Rozvodna	1. agregační metoda				2. agregační metoda			
	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem	Typ 1	Typ 2	Typ3	Celkem
Bechyně T101	0	1	1	2	0	1	1	2
Domoradice T101	0	1	1	2	0	1	1	2
J. Hradec T101	0	1	3	4	0	1	3	4
Lipnice T101	0	0	1	1	0	0	1	1
Pelhřimov T102	0	1	5	6	0	1	3	4
Planá T103	0	0	0	0	0	0	0	0
Planá T104	0	4	4	8	0	0	4	4
Strakonice T101	0	0	1	1	0	0	1	1
Strakonice T102	0	0	2	2	0	0	1	1
Tábor T102	0	0	1	1	0	0	1	1
Větrní T101	2	1	3	6	2	1	3	6
Větrní T102	0	7	7	14	0	4	5	9
Průměr na jedno měřící místo	0,2	1,3	2,4	3,9	0,2	0,8	2,0	2,9
Směrodatná odchylka	0,6	2,0	2,0	3,9	0,6	1,1	1,5	2,5
95% percentil	0,9	5,4	5,9	10,7	0,9	2,4	4,5	7,4

### 5.2.3 Zhodnocení a návrh stanovení směrných hodnot

Ve vyhodnocovaných datech se téměř nevyskytovala krátká přerušení napětí. Protože objem vyhodnocovaných záznamů nebyl velký, nelze přesně říci, zda je to běžný stav či nikoliv. Nejen z tohoto důvodu by bylo dobré analyzovat záznamy z více rozveden za delší časové období a zjistit tak přesnou míru zastoupení. Dále se tedy budu věnovat poklesům napětí.

Zdále největší vliv na počet poklesů měla vstupní filtrace, tedy uvažování pouze závažných poklesů. Tuto hodnotu dále snižovala agregace událostí, přičemž byly i případy kdy již agregace neměla žádný vliv. Z tohoto důvodu není dle mého názoru potřeba věnovat nastavování délky agregačních intervalů a začátků jejich počítání přílišnou pozornost – výsledky se příliš nezmění. Agregace událostí má však smysl. Délka agregačních intervalů by se více projevila v případech záznamu extrémního množství událostí, nebo v případě vypuštění vstupní filtrace poklesů.

Z výše uvedených informací a s respektováním možného dopadu poklesů napětí a krátkých přerušení na odběratele navrhuji tyto události vyhodnocovat (započítávat) následovně. Vstupující poklesy napětí podrobit filtraci, jako referenci uvažovat křivku odolnosti zařízení třídy C (přijatelná úroveň odolnosti), zvláště tedy hodnotit symetrické a nesymetrické poklesy napětí. Po tomto zúžení záznamu událostí aplikovat časovou agregaci a uvažovat agregační pravidla pro dlouhé a krátké přerušení napětí a rovněž pro pokles napětí, shluky poklesů se totiž nemusí vyskytovat v blízkosti přerušení a z hlediska dopadu na odběratele je nepravděpodobné, že by shluk v určitém časovém rozmezí způsobil více než jednu škodu. Délka agregačních intervalů je velmi variabilní, navrhuji však uvažovat intervaly 1. agregační metody, kterou jsem zde aplikoval. Přehled metody je



souhrnně v tabulce 5.22. Takto nastavené časy respektují znovuobnovení výroby u odběratele pro dlouhá přerušení a také vliv přechodných poruch a automatiky OZ.

Tabulka 5.22 Návrh konkrétního způsobu vyhodnocení s ohledem na stanovení směrných hodnot

	Filtrace vstupních poklesů napětí	Agregační intervaly			
		T <sub>1</sub> - před dlouhým přerušením	T <sub>2</sub> - po dlouhém přerušení	T <sub>3</sub> - po krátkém přerušení	T <sub>4</sub> - po poklesu napětí
1. agregační metoda	Křivka odolnosti zařízení třídy C	3 min	60 min	3 min	3 min

Z takto nastaveného vyhodnocení a analyzovaných dat se jeví jako relevantní počet poklesů 5 poklesů na měřicí místo za rok (průměrná hodnota + směrodatná odchylka) pro rozvodny 110 kV. Pro měřicí místa 22 kV je to pak 8 poklesů na místo za rok. V obou případech se tedy jedná o jednotky poklesů. Pro přesnější výsledky by tak jako v případě krátkých přerušení bylo dobré analyzovat záznamy z většího množství rozvodů za více let měření.

## Závěr

Mým cílem v této diplomové práci bylo navázat na práci bakalářskou, představit a spojit možnosti vyhodnocení napěťových událostí – stochastických jevů, ve vztahu ke stanovení jejich směrných hodnot, možné regulaci. Toto vyhodnocení má jasný cíl, kterým je zohlednění možného dopadu na odběratele, jeho zařízení.

K tomuto účelu byla vytvořena veřejně dostupná webová aplikace, která vyhodnocuje záznamy událostí (dlouhých a krátkých přerušení napětí a poklesů napětí), pracuje s jejich agregací, zohledněním závažnosti. Vyhodnocovací kritéria jsou nastavitelná, avšak v souladu se zadáním diplomové práce jsem navrhl konkrétní způsob vyhodnocení, z části odrážející zkušenosti již nabitě při tvorbě bakalářské práce. Jedná se o kombinaci nastavení intervalů agregace a zohlednění závažnosti poklesů napětí. Vstupující zaznamenané četnosti krátkých přerušení a poklesů napětí se sníží na relevantní počet ve vztahu k jejich možným dopadům na odběratele.

Z analýzy poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách bylo vidět převládající zastoupení krátko trvajících poklesů do 0,1 sekundy. Většina poklesů napětí byla také nesymetrická. Jeví se tedy smysluplné hodnotit poklesy podle jejich typu, zohlednit různou citlivost zařízení na symetrické a nesymetrické poklesy napětí. V opačném případě může docházet k nadhodnocení možných vlivů těchto poklesů.

Pro hlavní analýzu záznamů (zohlednění závažnosti a agregace krátkých přerušení a poklesů napětí) jsem navrhl konkrétní způsob vyhodnocení za účelem stanovení směrných hodnot výskytu. Poklesy napětí vstupující do vyhodnocení jsou klasifikovány jako závažné, a to podle reference křivky odolnosti zařízení třídy C (přijatelná úroveň odolnosti). Tato třída odlišně posuzuje symetrické a nesymetrické poklesy napětí a nedochází tak k nadhodnocení jejich vlivu na zařízení. Nezávažné poklesy se dalšího vyhodnocení neúčastní. Následuje aplikace agregačních pravidel, a to jak pro dlouhé a krátké přerušení napětí tak i pro pokles napětí. Shluky poklesů napětí se totiž v záznamech vyskytují i mimo přerušení. Při zohlednění dopadu na odběratele není pravděpodobné, že by shluk poklesů v jistém časovém úseku způsobil u odběratele více než jednu škodu, započítá se tedy jen jeden pokles napětí. Zvolené agregační časy respektují znovuoobnovení výroby u odběratele po dlouhém přerušení napětí (interval 60 minut) a také vliv přechodných poruch a automatiky OZ (interval 3 minut u krátkého přerušení a poklesu napětí). Interval 3 minut je aplikován i před dlouhým přerušením, před kterým se mohou nacházet další události na napětí (vysledováno ze záznamů). Z hlediska zohlednění dopadu na odběratele se započítává pouze dlouhé přerušení jakožto nejzávažnější událost.

Takto nastavené vyhodnocení ukázalo, že v průměru relevantní (s ohledem na dopad na odběratele) jsou jednotky poklesů za rok na měřicí místo. Krátká přerušení se v záznamech prakticky nevyskytovala. V obou případech by bylo dobré vyhodnotit záznamy z více rozveden a z více let měření, pro jasnější představu o historickém průběhu.

Krátká přerušení a poklesy napětí nejsou v České republice zahrnuta do regulace kvality elektrické energie. Tomuto zahrnutí, a tím možnému navýšení úrovně kvality, předchází sledování těchto událostí a jejich statistické vyhodnocování. Stanovení směrných hodnot je společně s dalšími aspekty (prokázání odpovědnosti za vznik, posouzení ekonomické efektivnosti, ...) v této věci klíčové.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] TESAŘOVÁ, M., KAŠPÍREK, M. Posouzení výskytu poklesů napětí v distribuční soustavě s ohledem na stanovení směrných hodnot, konference ČK CIRED. Tábor 2018.
- [2] KAŠPÍREK, M. Kvalita elektrické energie z pohledu distributora, konference EGÚ. Poděbrady 2010.
- [3] ČSN EN 50160 ed. 3. Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí. Praha: ÚNMZ, 2011.
- [4] Vyhláška 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice.
- [5] Provozovatelé distribučních soustav. Pravidla provozování distribučních soustav. Příloha 3. Kvalita napětí v distribuční soustavě, způsoby jejího zjišťování a hodnocení. 2011.
- [6] KŮS, V., SKÁLA, J., HAMMERBAUER, J. Elektromagnetická kompatibilita výkonových elektronických systémů. Praha: BEN – technická literatura, 2013. 374 s. ISBN 978-80-7300-476-7.
- [7] HEBR, M. Vytýčení oblasti ohrožení odběratelů citlivých na velikost napájecího napětí. Plzeň, 2013. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta elektrotechnická.
- [8] SZATHMÁRY, P. Kvalita elektrickej energie.
- [9] Energetický regulační úřad. Zásady cenové regulace pro regulační období 2021-2025 pro odvětví elektroenergetiky, plynárenství, pro činnosti operátora trhu v elektroenergetice a plynárenství a pro povinně vykupující. [online]. [cit. 25.10.2021]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/zasady-cenove-regulace-pro-regulacni-obdobi-2021-2025-pro-odvetvi-elektroenergetiky-plynarenstvi>
- [10] Energetický regulační úřad. Zpráva o dosažené úrovni nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny za rok 2020. [online]. [cit. 25.10.2021]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/zprava-o-dosazene-urovni-nepretrzitosti-prenosu-nebo-distribuce-elekriny-za-rok-2020>
- [11] TESAŘOVÁ, M., KAŠPÍREK, M. Vliv použitých agregačních pravidel na počet vykazovaných událostí na napětí, konference ČK CIRED. Tábor 2019.
- [12] Council of European Energy Regulators. 6th CEER Benchmarking report on the quality of electricity and gas supply 2016. [online]. [cit. 25.10.2021]. Dostupné z: <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/d064733a-9614-e320-a068-2086ed27be7f>
- [13] MENGR, M. Analýza opatření pro zlepšení ukazatelů kvality dodávky elektrické energie. Praha, 2017. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická.

- [14] ŠEFRÁNEK, J. Spolehlivost a kvalita dodávek elektřiny a možnosti jejich ovlivňování. Praha, 2014. Disertační práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická.
- [15] CIGRE/CIREN/UIE Joint Working Group C4.110. Voltage dip immunity of equipment and installation. 2010. 249 s. ISBN 978-2-85873-099-5.
- [16] ŠEFRÁNEK, J. Regulace kvality dodávek elektřiny v ČR, konference EGÚ. Poděbrady 2018.
- [17] STRÖM, L., BOLLEN, M. H. J., KOLESSAR, R. Voltage quality regulation in Sweden, conference CIREN. Frankfurt 2011.
- [18] WELDEMARIAM, L. E., CUK, V., COBBEN, J. F. G. A proposal on voltage dip regulation for the Dutch MV distribution networks. 2018.
- [19] WELDEMARIAM, L. E., CUK, V., COBBEN, J. F. G., WAES, J. Regulation and classification of voltage dips, conference CIREN. Glasgow 2017.
- [20] Provozovatelé distribučních soustav. Pravidla provozování distribučních soustav. Příloha 2. Metodika určování nepřetržitosti distribuce elektřiny a spolehlivosti prvků distribučních sítí. 2016.
- [21] JÍRŮ, V. Vyhodnocení výskytu přerušení a událostí na napětí. Plzeň, 2020. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta elektrotechnická.
- [22] NOCE, CH., VARILONE, P., VERDE, P. Voltage dip monitoring and analysis in Enel distribuzione network, conference CIREN. Lyon 2015.
- [23] IEEE Std 1564-2014. Guide for Voltage Sag Indices. New York: IEEE, 2014.
- [24] SHOUP, D. J., PASERBA, J. J., TAYLOR, C. W. A survey of current practices for transient voltage dip/sag criteria related to power system stability, IEEE PES Power Systems Conference and Exposition. 2004.
- [25] Energetický ústav Brno. Výpočet ukazatele MAIFI. 2018

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1 Průběh krátkodobého přerušení napětí (upraveno z [8]) .....	3
Obrázek 1.2 Třířákový pokles napětí (upraveno z [1]) .....	4
Obrázek 1.3 Příklad vzniku zkratu a ilustrativní průběhy napětí na vývodech, úspěšné OZ (upraveno z [2]) .....	5
Obrázek 1.4 Příklad vzniku zkratu a ilustrativní průběhy napětí na vývodech, neúspěšné OZ (upraveno z [2]) .....	6
Obrázek 1.5 Záznam napětí na vývodu VN [2] .....	6
Obrázek 1.6 Příklad základních rozdělení poklesů napětí v třířákové soustavě [1] .....	7
Obrázek 1.7 Křivka ITIC (upraveno z [24]) .....	8
Obrázek 1.8 Změna otáček přímo připojeného asynchronního motoru při symetrickém a nesymetrickém poklesu napětí (upraveno z [15]) .....	9
Obrázek 1.9 Křivky odolnosti pro zařízení třídy 2 vlevo a třídy 3 vpravo (upraveno z [1]) .....	10
Obrázek 1.10 Náhled křivek odolnosti pro třídy A, B, C, D; vlevo pro nesymetrické poklesy, vpravo pro symetrické poklesy (upraveno z [15]) .....	10
Obrázek 1.11 Porovnání křivek odolnosti zařízení třídy 3 a C (nesymetrický pokles napětí) vlevo, a třídy 2 a C (symetrický pokles napětí) vpravo .....	11
Obrázek 2.1 Vývoj ukazatelů nepřetržitosti SAIFI a SAIDI [10] .....	13
Obrázek 2.2 Schéma motivační regulace kvality [13] .....	13
Obrázek 2.3 Podíl kabelových vedení na úrovni NN a VN v jednotlivých zemích (upraveno z [12]) .....	14
Obrázek 2.4 Křivky odpovědnosti použité pro regulaci kvality napětí ve Švédsku pro napětí do 45 kV (upraveno z [17]) .....	16
Obrázek 2.5 Křivky odpovědnosti použité pro regulaci kvality napětí ve Švédsku pro napětí nad 45 kV (upraveno z [17]) .....	16
Obrázek 2.6 Porovnání křivek odpovědnosti (upraveno z [19]) .....	17
Obrázek 3.1 Princip časové agregace [21] .....	19
Obrázek 3.2 Příklad agregačního pravidla s dlouhým přerušením [21] .....	19
Obrázek 3.3 Příklad agregačního pravidla s krátkým přerušením [21] .....	19
Obrázek 3.4 Příklad nastavení agregačních intervalů v jiných zemích (upraveno z [25]) .....	20
Obrázek 3.5 Příklad sloupcového grafu, počet poklesů napětí z vybraných rozvodů 110 kV, roky 2012–2020 .....	22
Obrázek 3.6 Příklad bodového grafu, poklesy napětí zaznamenané v rozvodně 110 kV Žďár, rok 2015 .....	23
Obrázek 3.7 Závažnost poklesu napětí vzhledem ke křivce odolnosti zařízení třídy 2 (upraveno z [1]) .....	25
Obrázek 4.1 Úryvek záznamu napětíových událostí v podporovaném tvaru, formát XLS (DTS Chvalkovice, rok 2012) .....	27
Obrázek 4.2 Náhled vstupního formuláře modulu webové aplikace na vyhodnocení poklesů napětí .....	28
Obrázek 4.3 Ukázka poklesů napětí z rozvodu 110 kV Boskovice, rok 2015 .....	28
Obrázek 4.4 Znárodnění popsání kroků práce se záznamem .....	29
Obrázek 4.5 Ukázka velmi krátkých poklesů napětí z rozvodny 110 kV Bystřice, rok 2015 .....	29
Obrázek 4.6 Princip rozdělení poklesů napětí do tabulky .....	30
Obrázek 4.7 Příklad výstupního XLSX souboru s třídícími tabulkami pro jednotlivé typy poklesu .....	31
Obrázek 4.8 Výstup v případě nesprávného formátu masky .....	31
Obrázek 4.9 Formát masky pro sečení oblasti příslušné třídící tabulky (oblast vyznačená zeleně pouze pro přehlednost) .....	32
Obrázek 4.10 Příklad výstupního XLSX souboru s třídícími tabulkami (tabulka typ 2, typ 3 a celková skryta) s použitím masek .....	32
Obrázek 4.11 Náhled vstupního formuláře modulu webové aplikace na agregaci napětíových událostí .....	34
Obrázek 4.12 Záznam napětíových událostí (modře zvýšení napětí, zeleně poklesy napětí, oranžově krátká přerušení, červeně dlouhá přerušení) .....	35
Obrázek 4.13 První průchod záznamu událostí funkcí realizující agregaci .....	35
Obrázek 4.14 Druhý průchod již zmenšeného záznamu událostí .....	36
Obrázek 4.15 Třetí průchod záznamu událostí .....	36
Obrázek 4.16 Čtvrtý (závěrečný) průchod záznamu událostí .....	37
Obrázek 4.17 Princip filtrace vstupujících poklesů napětí pomocí masky .....	38
Obrázek 4.18 Příklad vstupního záznamu po použití filtru masek – červeně vyfiltrované nezávažné poklesy (maska pro závažné poklesy, reference křivka odolnosti zařízení třídy C), celkem 3 poklesy projdou k dalšímu vyhodnocení .....	39
Obrázek 4.19 Ukázka záznamu z rozvodu 110 kV Bystřice, rok 2015 .....	39
Obrázek 4.20 Výstupní XLSX soubor bez použití masek .....	40
Obrázek 4.21 Výstupní XLSX soubor s použitím masek .....	40
Obrázek 5.1 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014 .....	42
Obrázek 5.2 Procentuální zastoupení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014 .....	42
Obrázek 5.3 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2015 .....	43
Obrázek 5.4 Procentuální zastoupení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2015 .....	43
Obrázek 5.5 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020 .....	46
Obrázek 5.6 Procentuální zastoupení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020 .....	47
Obrázek 5.7 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014 – poklesy napětí .....	50
Obrázek 5.8 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014 – poklesy napětí v procentuální hodnotě .....	50
Obrázek 5.9 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2015 – poklesy napětí .....	52
Obrázek 5.10 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2015 – poklesy napětí v procentuální hodnotě .....	53

Obrázek 5.11 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020 – poklesy napětí.....	55
Obrázek 5.12 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020 – poklesy napětí v procentuální hodnotě.....	55
Obrázek A 1 Vyhodnocovaný záznam – rozvodna 22 kV Strakonice T101, rok 2020.....	I
Obrázek A 2 Výběr poklesů napětí, nalezení minimální hodnoty zbytkového napětí, barevně odlišeno pro následné zařazení do třídicích tabulek .....	II
Obrázek A 3 Kontrola celkových počtů poklesů napětí .....	IV
Obrázek A 4 Výstup z modulu webové aplikace pro analýzu poklesů napětí .....	V
Obrázek B 1 Vyhodnocovaný záznam – rozvodna 110 kV Uherský Brod, rok 2015.....	VI
Obrázek B 2 Vyznačení událostí dále nevstupujících do vyhodnocení – zvýšení napětí a poklesy napětí nad 3 minuty.....	VII
Obrázek B 3 Odstranění nežádoucích událostí a vyznačení dlouhých přerušení napětí.....	VIII
Obrázek B 4 Vyřazení poklesů nezávažných z hlediska reference křivky odolnosti zařízení třídy C (červeně škrtnuté), sumarizace poklesů napětí a dlouhých přerušení .....	IX
Obrázek B 5 Provedení agregace, poklesy napětí jsou mimo dlouhá přerušení a uplatní se pouze agregační interval po poklesu napětí, zvoleno 3 minuty (180 sekund).....	X
Obrázek B 6 Ilustrativní zobrazení použitých masek pro filtraci vstupních poklesů napětí (zeleně vyznačena oblast závažných poklesů vpuštěných k dalšímu vyhodnocení) – odpovídá křivkám odolnosti zařízení třídy C.....	XI
Obrázek B 7 Výstup z modulu webové aplikace pro agregaci napětíových událostí .....	XII

## Seznam tabulek

Tabulka 3.1 Vyhodnocení krátkodobých poklesů napětí [5] .....	21
Tabulka 3.2 Vyhodnocení krátkodobých zvýšení napětí [5] .....	22
Tabulka 4.1 Použitá třídicí tabulka .....	29
Tabulka 4.2 Výsledky agregace příkladového záznamu událostí, intervaly agregace $T_1 = 3 \text{ min}$ , $T_2 = 2 \text{ hod}$ , $T_3 = 3 \text{ min}$ , $T_4 = 3 \text{ min}$ .....	37
Tabulka 5.1 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 110 kV, roky 2014 a 2015 .....	41
Tabulka 5.2 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2014, typ 1 .....	44
Tabulka 5.3 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2014, typ 2 .....	44
Tabulka 5.4 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2014, typ 3 .....	44
Tabulka 5.5 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2014, poklesy celkově .....	44
Tabulka 5.6 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2015, typ 1 .....	45
Tabulka 5.7 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2015, typ 2 .....	45
Tabulka 5.8 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2015, typ 3 .....	45
Tabulka 5.9 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 110 kV, rok 2015, poklesy celkově .....	45
Tabulka 5.10 Rozdělení poklesů napětí ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020 .....	46
Tabulka 5.11 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 22 kV, rok 2020, typ 1 .....	47
Tabulka 5.12 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 22 kV, rok 2020, typ 2 .....	47
Tabulka 5.13 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 22 kV, rok 2020, typ 3 .....	48
Tabulka 5.14 Procentní rozložení poklesů napětí ve vybraných rozvodnách 22 kV, rok 2020, poklesy celkově .....	48
Tabulka 5.15 Nastavení použitých agregačních metod .....	49
Tabulka 5.16 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2014.....	49
Tabulka 5.17 Rozdělení poklesů napětí (započítaných po agregaci) dle symetričnosti .....	51
Tabulka 5.18 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 110 kV, rok 2015.....	52
Tabulka 5.19 Rozdělení poklesů napětí (započítaných po agregaci) dle symetričnosti .....	53
Tabulka 5.20 Výsledky agregace ve sledovaných rozvodnách 22 kV, rok 2020.....	54
Tabulka 5.21 Rozdělení poklesů napětí (započítaných po agregaci) dle symetričnosti .....	56
Tabulka 5.22 Návrh konkrétního způsobu vyhodnocení s ohledem na stanovení směrných hodnot .....	57
Tabulka A 1 Rozdělení poklesů napětí (zbytkové napětí a doba trvání), barvy řádků a sloupců odpovídají barvám v záznamu.....	III
Tabulka B 1 Počet a parametry poklesů napětí (zbytkové napětí a doba trvání) po agregaci .....	X

## Příloha A

### Ruční provedení analýzy poklesů napětí

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
so 04.01.2020 08:43:12,095	so 04.01.2020 08:43:12,165	0,07 sec v		85,7	84,9
st 05.02.2020 05:22:02,261	st 05.02.2020 05:22:02,271	0,01 sec v		89,8	
po 10.02.2020 09:48:27,419	po 10.02.2020 09:48:27,469	0,05 sec v	87,1	86,9	
po 10.02.2020 09:50:16,305	po 10.02.2020 09:50:16,355	0,05 sec v	89,2	89,5	
po 10.02.2020 09:50:19,624	po 10.02.2020 09:50:19,674	0,05 sec v	89,7	89,4	
st 12.02.2020 00:08:51,901	st 12.02.2020 00:08:51,992	0,09 sec v	63,9		
čt 26.03.2020 06:51:26,678	čt 26.03.2020 06:51:26,718	0,04 sec v		88,7	87,9
st 01.04.2020 07:36:10,017	st 01.04.2020 07:36:10,057	0,04 sec v		83,5	82,6
pá 24.04.2020 09:36:52,579	pá 24.04.2020 15:02:46,843	5 hod 25 min 54,27 sec 0	0	0	0
pá 24.04.2020 15:02:46,863	pá 24.04.2020 15:02:47,023	0,16 sec v	86,2		
po 11.05.2020 18:37:35,401	po 11.05.2020 18:37:35,481	0,08 sec v	52,9	48,5	54,7
po 11.05.2020 18:41:53,864	po 11.05.2020 18:41:53,924	0,08 sec v	88,2	88,3	88,1
po 11.05.2020 18:43:47,460	po 11.05.2020 18:43:47,500	0,08 sec v	89,1	89,3	89,3
ne 17.05.2020 00:56:29,064	ne 17.05.2020 00:56:29,103	0,08 sec v	85,6		83,7
ne 17.05.2020 04:04:10,526	ne 17.05.2020 04:04:10,566	0,08 sec v	85,6		83,6
so 23.05.2020 18:52:28,523	so 23.05.2020 18:52:28,583	0,08 sec v	79,8	79,9	
so 23.05.2020 18:52:29,612	so 23.05.2020 18:52:29,682	0,08 sec v	83,1	82,3	
so 30.05.2020 06:42:52,908	so 30.05.2020 06:42:52,988	0,08 sec v		72,8	72,6
so 06.06.2020 06:40:52,440	so 06.06.2020 06:40:52,500	0,08 sec v	73,6	75,1	
ne 14.06.2020 05:01:41,110	ne 14.06.2020 05:01:41,180	0,08 sec v		76,8	77,7
ne 14.06.2020 18:33:42,593	ne 14.06.2020 18:33:42,653	0,08 sec v		86,7	86,1
čt 18.06.2020 05:23:15,594	čt 18.06.2020 05:23:15,674	0,08 sec v		82,1	84
ne 21.06.2020 02:59:40,917	ne 21.06.2020 02:59:40,987	0,08 sec v	83	83,2	
čt 02.07.2020 16:59:14,180	čt 02.07.2020 16:59:14,220	0,08 sec v	83,6		84,7
so 11.07.2020 07:45:00,780	so 11.07.2020 07:45:00,840	0,08 sec v	74,8	77,2	
út 14.07.2020 07:04:25,081	út 14.07.2020 07:04:25,121	0,08 sec v		86,8	86,6
út 21.07.2020 06:18:43,668	út 21.07.2020 06:18:43,728	0,08 sec v		75,2	77,9
út 21.07.2020 13:33:11,599	út 21.07.2020 13:33:11,659	0,08 sec v		86,5	87,4
čt 30.07.2020 07:16:30,061	čt 30.07.2020 07:16:30,101	0,08 sec v	76,7	79,2	
čt 30.07.2020 18:32:39,687	čt 30.07.2020 18:32:39,757	0,08 sec v	87,8		88,4
út 11.08.2020 02:55:15,739	út 11.08.2020 02:55:15,799	0,08 sec v		86,9	
út 18.08.2020 03:14:48,424	út 18.08.2020 03:14:48,494	0,08 sec v	64,4	64,5	
út 18.08.2020 03:14:48,594	út 18.08.2020 03:14:49,714	0,08 sec v	110,4		
čt 03.09.2020 03:16:26,409	čt 03.09.2020 03:16:26,469	0,08 sec v		85,7	87,8
út 22.09.2020 08:44:06,175	út 22.09.2020 08:44:06,205	0,08 sec v			88,8
ne 04.10.2020 09:12:22,206	ne 04.10.2020 09:12:22,266	0,08 sec v		84	85,1
ne 08.11.2020 07:34:22,108	ne 08.11.2020 07:34:22,138	0,08 sec v	89,7		

Obrázek A 1 Vyhodnocovaný záznam – rozvodna 22 kV Strakonice T101, rok 2020

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
so 04.01.2020 08:43:12,095	so 04.01.2020 08:43:12,165	0,07 sec v		85,7	84,9
st 05.02.2020 05:22:02,261	st 05.02.2020 05:22:02,271	0,01 sec v		89,8	
po 10.02.2020 09:48:27,419	po 10.02.2020 09:48:27,469	0,05 sec v	87,1	86,9	
po 10.02.2020 09:50:16,305	po 10.02.2020 09:50:16,355	0,05 sec v	89,2	89,5	
po 10.02.2020 09:50:19,624	po 10.02.2020 09:50:19,674	0,05 sec v	89,7	89,4	
st 12.02.2020 00:08:51,901	st 12.02.2020 00:08:51,992	0,09 sec v	63,9		
čt 26.03.2020 06:51:26,678	čt 26.03.2020 06:51:26,718	0,04 sec v		88,7	87,9
st 01.04.2020 07:36:10,017	st 01.04.2020 07:36:10,057	0,04 sec v		83,5	82,6
<b>pá 24.04.2020 09:36:52,579</b>	<b>pá 24.04.2020 15:02:46,843</b>	<b>5 hod 25 min 54,27 sec 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
pá 24.04.2020 15:02:46,863	pá 24.04.2020 15:02:47,023	0,16 sec v	86,2		
po 11.05.2020 18:37:35,401	po 11.05.2020 18:37:35,481	0,08 sec v	52,9	48,5	54,7
po 11.05.2020 18:41:53,864	po 11.05.2020 18:41:53,924	0,08 sec v	88,2	88,3	88,1
po 11.05.2020 18:43:47,460	po 11.05.2020 18:43:47,500	0,08 sec v	89,1	89,3	89,3
ne 17.05.2020 00:56:29,064	ne 17.05.2020 00:56:29,103	0,08 sec v	85,6		83,7
ne 17.05.2020 04:04:10,526	ne 17.05.2020 04:04:10,566	0,08 sec v	85,6		83,6
so 23.05.2020 18:52:28,523	so 23.05.2020 18:52:28,583	0,08 sec v	79,8	79,9	
so 23.05.2020 18:52:29,612	so 23.05.2020 18:52:29,682	0,08 sec v	83,1	82,3	
so 30.05.2020 06:42:52,908	so 30.05.2020 06:42:52,988	0,08 sec v		72,8	72,6
so 06.06.2020 06:40:52,440	so 06.06.2020 06:40:52,500	0,08 sec v	73,6	75,1	
ne 14.06.2020 05:01:41,110	ne 14.06.2020 05:01:41,180	0,08 sec v		76,8	77,7
ne 14.06.2020 18:33:42,593	ne 14.06.2020 18:33:42,653	0,08 sec v		86,7	86,1
čt 18.06.2020 05:23:15,594	čt 18.06.2020 05:23:15,674	0,08 sec v		82,1	84
ne 21.06.2020 02:59:40,917	ne 21.06.2020 02:59:40,987	0,08 sec v	83	83,2	
čt 02.07.2020 16:59:14,180	čt 02.07.2020 16:59:14,220	0,08 sec v	83,6		84,7
so 11.07.2020 07:45:00,780	so 11.07.2020 07:45:00,840	0,08 sec v	74,8	77,2	
út 14.07.2020 07:04:25,081	út 14.07.2020 07:04:25,121	0,08 sec v		86,8	86,6
út 21.07.2020 06:18:43,668	út 21.07.2020 06:18:43,728	0,08 sec v		75,2	77,9
út 21.07.2020 13:33:11,599	út 21.07.2020 13:33:11,659	0,08 sec v		86,5	87,4
čt 30.07.2020 07:16:30,061	čt 30.07.2020 07:16:30,101	0,08 sec v	76,7	79,2	
čt 30.07.2020 18:32:39,687	čt 30.07.2020 18:32:39,757	0,08 sec v	87,8		88,4
út 11.08.2020 02:55:15,739	út 11.08.2020 02:55:15,799	0,08 sec v		86,9	
út 18.08.2020 03:14:48,424	út 18.08.2020 03:14:48,494	0,08 sec v	64,4	64,5	
<b>út 18.08.2020 03:14:48,594</b>	<b>út 18.08.2020 03:14:49,714</b>	<b>0,08 sec v</b>	<b>110,4</b>		
čt 03.09.2020 03:16:26,409	čt 03.09.2020 03:16:26,469	0,08 sec v		85,7	87,8
út 22.09.2020 08:44:06,175	út 22.09.2020 08:44:06,205	0,08 sec v			88,8
ne 04.10.2020 09:12:22,206	ne 04.10.2020 09:12:22,266	0,08 sec v		84	85,1
ne 08.11.2020 07:34:22,108	ne 08.11.2020 07:34:22,138	0,08 sec v	89,7		

Obrázek A 2 Výběr poklesů napětí, nalezení minimální hodnoty zbytkového napětí, barevně odlišeno pro následné zařazení do třídících tabulek



Tabulka A 1 Rozdělení poklesů napětí (zbytkové napětí a doba trvání), barvy řádků a sloupců odpovídají barvám v záznamu

Typ 1	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	Celkem
85<=U<90	4	1	5
80<=U<85	0	0	
70<=U<80	0	0	
50<=U<70	1	0	1
40<=U<50	0	0	
Celkem	5	1	6

Typ 2	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	Celkem
85<=U<90	9	0	9
80<=U<85	9	0	9
70<=U<80	7	0	7
50<=U<70	1	0	1
40<=U<50	0	0	
Celkem	26		26

Typ 3	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	Celkem
85<=U<90	2	0	2
80<=U<85	0	0	
70<=U<80	0	0	
50<=U<70	0	0	
40<=U<50	1	0	1
Celkem	3		3

Celkově	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	Celkem
85<=U<90	15	1	16
80<=U<85	9	0	9
70<=U<80	7	0	7
50<=U<70	2	0	2
40<=U<50	1	0	1
Celkem	34	1	35



Typ 1										
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
70<=U<80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50<=U<70	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Celkem	5	1								6
Typ 2										
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
80<=U<85	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
70<=U<80	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
50<=U<70	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Celkem	26									26
Typ 3										
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
70<=U<80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50<=U<70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40<=U<50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Celkem	3									3
Celkový součet										
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	15	1	0	0	0	0	0	0	0	16
80<=U<85	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
70<=U<80	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
50<=U<70	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
40<=U<50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem	34	1	0	0	0	0	0	0	0	35

Obrázek A 4 Výstup z modulu webové aplikace pro analýzu poklesů napětí

## Příloha B

### Ruční provedení agregace napěťových událostí

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]						
ne 25.01.2015 15:26:31,742	ne 25.01.2015 15:26:31,742	0,00 sec ?				119,517					
ne 25.01.2015 15:26:31,752	ne 25.01.2015 19:42:00,119	4 hod 15 min 28,37 sec 0	0,026	0,015	0,017						
ne 25.01.2015 19:42:00,131	ne 25.01.2015 19:42:00,143	0,01 sec ?	110,249								
ne 25.01.2015 19:42:00,143	ne 25.01.2015 19:42:00,166	0,02 sec ^		112,174	111,174						
ne 25.01.2015 19:42:00,190	ne 25.01.2015 19:42:00,226	0,04 sec ^	110,83	111,374	110,951						
ne 25.01.2015 19:42:00,250	ne 25.01.2015 19:42:00,285	0,04 sec ^	110,205	112,08	110,31						
ne 25.01.2015 19:42:00,321	ne 25.01.2015 19:42:00,332	0,01 sec ?	110,797								
po 23.03.2015 12:22:24,628	po 23.03.2015 12:22:24,719	0,09 sec v	59,648	58,803							
pá 22.05.2015 13:15:32,535	pá 22.05.2015 13:15:32,645	0,11 sec v				85,08					
pá 22.05.2015 13:15:33,315	pá 22.05.2015 13:15:33,425	0,11 sec v				85,146					
pá 22.05.2015 13:16:18,534	pá 22.05.2015 13:16:18,644	0,11 sec v				85,934					
pá 22.05.2015 13:16:53,840	pá 22.05.2015 13:16:53,950	0,11 sec v				86,031					
ne 07.06.2015 23:50:55,021	ne 07.06.2015 23:51:18,814	23,79 sec ^		110,367							
pá 31.07.2015 15:30:44,594	pá 31.07.2015 15:30:44,594	0,00 sec ?	111,857								
pá 31.07.2015 15:30:44,955	pá 31.07.2015 15:30:44,979	0,02 sec v	4,658								
pá 31.07.2015 15:30:45,027	pá 31.07.2015 15:30:45,051	0,02 sec v	3,155								
pá 31.07.2015 15:30:45,134	pá 31.07.2015 15:30:45,158	0,02 sec v				4,41					
pá 31.07.2015 15:30:45,205	pá 31.07.2015 15:30:45,241	0,04 sec v		4,005	3,246						
pá 31.07.2015 15:30:45,277	pá 31.07.2015 15:30:45,301	0,02 sec v	3,284		2,751						
pá 31.07.2015 15:30:45,348	pá 31.07.2015 15:30:45,384	0,04 sec v		2,89							
pá 31.07.2015 15:30:45,408	čt 06.08.2015 14:36:13,881	143 hod 5 min 28,65 sec v		0,016							
čt 06.08.2015 14:36:13,905	čt 06.08.2015 14:36:13,916	0,01 sec ^	112,439								
čt 06.08.2015 14:36:13,916	čt 06.08.2015 14:36:13,940	0,02 sec ^				114,014					
čt 06.08.2015 14:36:13,940	čt 06.08.2015 14:36:13,976	0,04 sec ^	113,152	113,715							
čt 06.08.2015 14:36:13,988	čt 06.08.2015 14:36:14,000	0,01 sec ?				113,557					
čt 06.08.2015 14:36:14,035	čt 06.08.2015 14:36:14,071	0,04 sec ^	113,032	114,171	113,566						
čt 06.08.2015 14:36:14,095	čt 06.08.2015 14:36:14,131	0,04 sec ^	112,316	113,466	112,853						
čt 06.08.2015 14:36:14,154	čt 06.08.2015 14:36:14,190	0,04 sec ^	113,192	114,115	113,097						
čt 06.08.2015 14:36:14,214	čt 06.08.2015 14:36:14,236	0,02 sec ^		114,528	113,459						
čt 13.08.2015 04:33:03,668	čt 13.08.2015 04:33:04,388	0,72 sec v	51,125			61,525					
čt 13.08.2015 06:14:37,636	čt 13.08.2015 06:14:37,706	0,07 sec v	76,406		82,825						
po 24.08.2015 10:07:36,808	po 24.08.2015 10:07:36,868	0,06 sec v	88,11		86,677						
ne 30.08.2015 14:01:02,821	ne 30.08.2015 14:01:02,821	0,00 sec ?		113,862							
ne 30.08.2015 14:01:02,821	ne 30.08.2015 20:41:11,349	6 hod 40 min 8,54 sec 0	0,038	0,024	0,066						
ne 30.08.2015 20:41:11,349	ne 30.08.2015 20:41:11,373	0,02 sec ^	113,525								
ne 30.08.2015 20:41:11,409	ne 30.08.2015 20:41:11,445	0,04 sec ^	113,886	114,8	113,994						
ne 30.08.2015 20:41:11,468	ne 30.08.2015 20:41:11,504	0,04 sec ^	113,665	114,255	113,127						
ne 30.08.2015 20:41:11,528	ne 30.08.2015 20:41:11,576	0,05 sec ^	113,469	115,279	114,033						
ne 30.08.2015 20:41:11,587	ne 30.08.2015 20:41:11,619	0,03 sec ^	113,965	110,93	114,331						
po 31.08.2015 14:01:58,723	po 31.08.2015 14:01:58,723	0,00 sec ?				115,206					
po 31.08.2015 14:01:58,723	po 31.08.2015 20:44:36,287	6 hod 42 min 37,57 sec 0	0,034	0,022	0,071						
út 01.09.2015 14:40:44,331	út 01.09.2015 14:40:44,331	0,00 sec ?				113,055					
út 01.09.2015 14:40:44,341	út 01.09.2015 19:47:31,893	5 hod 6 min 47,56 sec 0	0,048	0,024	0,077						
út 01.09.2015 19:47:31,893	út 01.09.2015 19:47:31,965	0,07 sec ^	110,836	112,937	113,258						
út 01.09.2015 19:47:31,965	út 01.09.2015 19:47:32,000	0,03 sec ^	111,75		112,65						
út 01.09.2015 19:47:32,012	út 01.09.2015 19:47:32,024	0,01 sec ?	111,503								
út 01.09.2015 19:47:32,060	út 01.09.2015 19:47:32,096	0,04 sec ^	111,692	112,888	111,901						
út 01.09.2015 19:47:32,119	út 01.09.2015 19:47:32,155	0,04 sec ^	111,016	112,351	111,25						
út 01.09.2015 19:47:32,179	út 01.09.2015 19:47:32,215	0,04 sec ^	111,258	111,918	111,95						
út 01.09.2015 19:47:32,250	út 01.09.2015 19:47:32,260	0,01 sec ?	111,699	112,462							
pá 04.09.2015 14:24:11,826	pá 04.09.2015 14:24:11,826	0,00 sec ?				115,625					
pá 04.09.2015 14:24:12,144	pá 04.09.2015 14:24:12,168	0,02 sec v				4,738					
pá 04.09.2015 14:24:12,204	pá 04.09.2015 14:24:12,228	0,02 sec v				3,941					
pá 04.09.2015 14:24:12,275	pá 04.09.2015 14:24:12,311	0,04 sec v				2,852					
pá 04.09.2015 14:24:12,323	pá 04.09.2015 14:24:12,347	0,02 sec v		4,693							
pá 04.09.2015 14:24:12,406	pá 04.09.2015 14:24:12,430	0,02 sec v		3,471							
pá 04.09.2015 14:24:12,478	pá 04.09.2015 14:24:12,513	0,04 sec v	4,183	2,866							
pá 04.09.2015 14:24:12,537	pá 04.09.2015 14:24:12,585	0,05 sec v	3,492	2,383							

Obrázek B 1 Vyhodnocovaný záznam – rozvodna 110 kV Uherský Brod, rok 2015

Vyhodnocení výskytu krátkodobých přerušení a poklesů napětí s ohledem na stanovení směrných hodnot  
Václav Jirů 2022

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
ne 25.01.2015 15:26:31,742	ne 25.01.2015 15:26:31,742	0,00 sec ?			119,517
ne 25.01.2015 15:26:31,752	ne 25.01.2015 19:42:00,119	4 hod 15 min 28,37 sec 0	0,026	0,015	0,017
ne 25.01.2015 19:42:00,131	ne 25.01.2015 19:42:00,143	0,01 sec ?	110,249		
ne 25.01.2015 19:42:00,143	ne 25.01.2015 19:42:00,166	0,02 sec ^	112,174	111,174	
ne 25.01.2015 19:42:00,190	ne 25.01.2015 19:42:00,226	0,04 sec ^	110,83	111,374	110,951
ne 25.01.2015 19:42:00,250	ne 25.01.2015 19:42:00,285	0,04 sec ^	110,205	112,08	110,31
ne 25.01.2015 19:42:00,321	ne 25.01.2015 19:42:00,332	0,01 sec ?	110,797		
po 23.03.2015 12:22:24,628	po 23.03.2015 12:22:24,719	0,09 sec v	59,648	58,803	
pá 22.05.2015 13:15:32,535	pá 22.05.2015 13:15:32,645	0,11 sec v			85,08
pá 22.05.2015 13:15:33,315	pá 22.05.2015 13:15:33,425	0,11 sec v			85,146
pá 22.05.2015 13:16:18,534	pá 22.05.2015 13:16:18,644	0,11 sec v			85,934
pá 22.05.2015 13:16:53,840	pá 22.05.2015 13:16:53,950	0,11 sec v			86,031
ne 07.06.2015 23:50:55,021	ne 07.06.2015 23:51:18,814	23,79 sec ^	110,367		
pá 31.07.2015 15:30:44,594	pá 31.07.2015 15:30:44,594	0,00 sec ?	111,857		
pá 31.07.2015 15:30:44,955	pá 31.07.2015 15:30:44,979	0,02 sec v	4,658		
pá 31.07.2015 15:30:45,027	pá 31.07.2015 15:30:45,051	0,02 sec v	3,155		
pá 31.07.2015 15:30:45,134	pá 31.07.2015 15:30:45,158	0,02 sec v			4,41
pá 31.07.2015 15:30:45,205	pá 31.07.2015 15:30:45,241	0,04 sec v		4,005	3,246
pá 31.07.2015 15:30:45,277	pá 31.07.2015 15:30:45,301	0,02 sec v		3,284	2,751
pá 31.07.2015 15:30:45,348	pá 31.07.2015 15:30:45,384	0,04 sec v		2,89	
pá 31.07.2015 15:30:45,408	čt 06.08.2015 14:36:13,881	143 hod 5 min 28,65 sec v		0,016	
čt 06.08.2015 14:36:13,905	čt 06.08.2015 14:36:13,916	0,01 sec ?	112,439		
čt 06.08.2015 14:36:13,916	čt 06.08.2015 14:36:13,940	0,02 sec ^			114,014
čt 06.08.2015 14:36:13,940	čt 06.08.2015 14:36:13,976	0,04 sec ^	113,152	113,715	
čt 06.08.2015 14:36:13,988	čt 06.08.2015 14:36:14,000	0,01 sec ?			113,557
čt 06.08.2015 14:36:14,035	čt 06.08.2015 14:36:14,071	0,04 sec ^	113,032	114,171	113,566
čt 06.08.2015 14:36:14,095	čt 06.08.2015 14:36:14,131	0,04 sec ^	112,316	113,466	112,853
čt 06.08.2015 14:36:14,154	čt 06.08.2015 14:36:14,190	0,04 sec ^	113,192	114,115	113,097
čt 06.08.2015 14:36:14,214	čt 06.08.2015 14:36:14,236	0,02 sec ^		114,528	113,459
čt 13.08.2015 04:33:03,668	čt 13.08.2015 04:33:04,388	0,72 sec v	51,125		61,525
čt 13.08.2015 06:14:37,636	čt 13.08.2015 06:14:37,706	0,07 sec v	76,406		82,825
po 24.08.2015 10:07:36,808	po 24.08.2015 10:07:36,868	0,06 sec v	88,11		86,677
ne 30.08.2015 14:01:02,821	ne 30.08.2015 14:01:02,821	0,00 sec ?			113,862
ne 30.08.2015 14:01:02,821	ne 30.08.2015 20:41:11,349	6 hod 40 min 8,54 sec 0	0,038	0,024	0,066
ne 30.08.2015 20:41:11,349	ne 30.08.2015 20:41:11,373	0,02 sec ^	113,525		
ne 30.08.2015 20:41:11,409	ne 30.08.2015 20:41:11,445	0,04 sec ^	113,886	114,8	113,994
ne 30.08.2015 20:41:11,468	ne 30.08.2015 20:41:11,504	0,04 sec ^	113,665	114,255	113,127
ne 30.08.2015 20:41:11,528	ne 30.08.2015 20:41:11,576	0,05 sec ^	113,469	115,279	114,033
ne 30.08.2015 20:41:11,587	ne 30.08.2015 20:41:11,619	0,03 sec ^	113,965	110,93	114,331
po 31.08.2015 14:01:58,723	po 31.08.2015 14:01:58,723	0,00 sec ?			115,206
po 31.08.2015 14:01:58,723	po 31.08.2015 20:44:36,287	6 hod 42 min 37,57 sec 0	0,034	0,022	0,071
út 01.09.2015 14:40:44,331	út 01.09.2015 14:40:44,331	0,00 sec ?			113,055
út 01.09.2015 14:40:44,341	út 01.09.2015 19:47:31,893	5 hod 6 min 47,56 sec 0	0,048	0,024	0,077
út 01.09.2015 19:47:31,893	út 01.09.2015 19:47:31,965	0,07 sec ^	110,836	112,937	113,258
út 01.09.2015 19:47:31,965	út 01.09.2015 19:47:32,000	0,03 sec ^		111,75	112,65
út 01.09.2015 19:47:32,012	út 01.09.2015 19:47:32,024	0,01 sec ?	111,503		
út 01.09.2015 19:47:32,060	út 01.09.2015 19:47:32,096	0,04 sec ^	111,692	112,888	111,901
út 01.09.2015 19:47:32,119	út 01.09.2015 19:47:32,155	0,04 sec ^	111,016	112,351	111,25
út 01.09.2015 19:47:32,179	út 01.09.2015 19:47:32,215	0,04 sec ^	111,258	111,918	111,95
út 01.09.2015 19:47:32,250	út 01.09.2015 19:47:32,260	0,01 sec ?	111,699	112,462	
pá 04.09.2015 14:24:11,826	pá 04.09.2015 14:24:11,826	0,00 sec ?			115,625
pá 04.09.2015 14:24:12,144	pá 04.09.2015 14:24:12,168	0,02 sec v			4,738
pá 04.09.2015 14:24:12,204	pá 04.09.2015 14:24:12,228	0,02 sec v			3,941
pá 04.09.2015 14:24:12,275	pá 04.09.2015 14:24:12,311	0,04 sec v			2,852
pá 04.09.2015 14:24:12,323	pá 04.09.2015 14:24:12,347	0,02 sec v		4,693	
pá 04.09.2015 14:24:12,406	pá 04.09.2015 14:24:12,430	0,02 sec v		3,471	
pá 04.09.2015 14:24:12,478	pá 04.09.2015 14:24:12,513	0,04 sec v	4,183	2,866	
pá 04.09.2015 14:24:12,537	pá 04.09.2015 14:24:12,585	0,05 sec v	3,492	2,383	
pá 04.09.2015 14:24:12,621	pá 04.09.2015 21:59:28,113	7 hod 35 min 15,50 sec v		0,035	0,019
pá 04.09.2015 21:59:28,149	pá 04.09.2015 21:59:28,173	0,02 sec ^			110,44
pá 04.09.2015 21:59:28,196	pá 04.09.2015 21:59:28,208	0,01 sec ?			110,416
pá 04.09.2015 21:59:28,208	pá 04.09.2015 21:59:28,232	0,02 sec ^			111,914
pá 04.09.2015 21:59:28,256	pá 04.09.2015 21:59:28,304	0,05 sec ^			110,345
pá 04.09.2015 21:59:28,363	pá 04.09.2015 21:59:28,399	0,04 sec ^			110,743
pá 04.09.2015 21:59:28,422	pá 04.09.2015 21:59:28,458	0,04 sec ^			110,009
pá 04.09.2015 21:59:28,494	pá 04.09.2015 21:59:28,506	0,01 sec ?			110,636
pá 04.09.2015 21:59:28,506	pá 04.09.2015 21:59:28,518	0,01 sec ?			111,517
pá 04.09.2015 21:59:28,553	pá 04.09.2015 21:59:28,563	0,01 sec ?			110,926
ne 06.09.2015 13:59:20,730	ne 06.09.2015 13:59:20,730	0,00 sec ?			113,028
ne 06.09.2015 13:59:20,730	ne 06.09.2015 20:26:31,784	6 hod 27 min 15,06 sec 0		0,043	0,024
po 07.09.2015 13:56:00,330	po 07.09.2015 13:56:00,330	0,00 sec ?			117,638
po 07.09.2015 13:56:00,340	po 07.09.2015 20:04:34,575	6 hod 8 min 34,24 sec 0		0,016	0,018
út 08.09.2015 14:26:09,250	út 08.09.2015 14:26:09,250	0,00 sec ?			115,714
út 08.09.2015 14:26:09,260	út 08.09.2015 20:01:03,121	5 hod 34 min 53,87 sec 0		0,041	0,025
pá 11.09.2015 14:00:20,407	pá 11.09.2015 14:00:20,407	0,00 sec ?			113,072
pá 11.09.2015 14:00:20,538	pá 11.09.2015 14:00:20,559	0,02 sec v		2,765	
pá 11.09.2015 14:00:20,600	pá 11.09.2015 14:00:20,621	0,02 sec v		3,25	
pá 11.09.2015 14:00:20,662	pá 11.09.2015 14:00:20,693	0,03 sec v		2,789	
pá 11.09.2015 14:00:20,889	pá 11.09.2015 14:00:20,910	0,02 sec v			4,907
pá 11.09.2015 14:00:20,962	pá 11.09.2015 14:00:20,982	0,02 sec v			3,942
pá 11.09.2015 14:00:21,034	pá 11.09.2015 14:00:21,065	0,03 sec v			2,953
pá 11.09.2015 14:00:21,096	pá 11.09.2015 14:00:21,209	0,11 sec v			1,955
pá 11.09.2015 14:00:21,240	pá 11.09.2015 20:20:15,905	6 hod 19 min 54,67 sec v			0,024
so 12.09.2015 14:33:49,019	so 12.09.2015 14:33:49,019	0,00 sec ?			115,454
so 12.09.2015 14:33:49,019	so 12.09.2015 20:40:05,765	6 hod 6 min 16,75 sec 0		0,038	0,025
so 12.09.2015 20:40:05,765	so 12.09.2015 20:40:05,803	0,04 sec ^			116,136
so 12.09.2015 20:40:05,819	so 12.09.2015 20:40:05,834	0,02 sec ^			117,786
so 12.09.2015 20:40:05,849	so 12.09.2015 20:40:05,872	0,02 sec ^			117,551
so 12.09.2015 20:40:05,880	so 12.09.2015 20:40:05,903	0,02 sec ^			115,628
so 12.09.2015 20:40:05,919	so 12.09.2015 20:43:57,829	3 min 51,91 sec ^			117,902
ne 13.09.2015 14:18:07,816	ne 13.09.2015 14:18:07,816	0,00 sec ?			115,051
ne 13.09.2015 14:18:07,826	ne 13.09.2015 20:41:41,055	6 hod 23 min 33,24 sec 0		0,042	0,025
ne 13.09.2015 20:41:41,079	ne 13.09.2015 20:41:41,103	0,02 sec ^			112,194
ne 13.09.2015 20:41:41,138	ne 13.09.2015 20:41:41,162	0,02 sec ^			113,489
ne 13.09.2015 20:41:41,198	ne 13.09.2015 20:41:41,222	0,02 sec ^			112,956
ne 13.09.2015 20:41:41,257	ne 13.09.2015 20:41:41,278	0,02 sec ^			111,826

Obrázek B 2 Vyznačení událostí dále nevstupujících do vyhodnocení – zvýšení napětí a poklesy napětí nad 3 minuty

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]
ne 25.01.2015 15:26:31,752	ne 25.01.2015 19:42:00,119	4 hod 15 min 28,37 sec 0	0,026	0,015	0,017
po 23.03.2015 12:22:24,628	po 23.03.2015 12:22:24,719	0,09 sec v	59,648	58,803	
pá 22.05.2015 13:15:32,535	pá 22.05.2015 13:15:32,645	0,11 sec v			85,08
pá 22.05.2015 13:15:33,315	pá 22.05.2015 13:15:33,425	0,11 sec v			85,146
pá 22.05.2015 13:16:18,534	pá 22.05.2015 13:16:18,644	0,11 sec v			85,934
pá 22.05.2015 13:16:53,840	pá 22.05.2015 13:16:53,950	0,11 sec v			86,031
pá 31.07.2015 15:30:44,955	pá 31.07.2015 15:30:44,979	0,02 sec v	4,658		
pá 31.07.2015 15:30:45,027	pá 31.07.2015 15:30:45,051	0,02 sec v	3,155		
pá 31.07.2015 15:30:45,134	pá 31.07.2015 15:30:45,158	0,02 sec v			4,41
pá 31.07.2015 15:30:45,205	pá 31.07.2015 15:30:45,241	0,04 sec v		4,005	3,246
pá 31.07.2015 15:30:45,277	pá 31.07.2015 15:30:45,301	0,02 sec v		3,284	2,751
pá 31.07.2015 15:30:45,348	pá 31.07.2015 15:30:45,384	0,04 sec v		2,89	
čt 13.08.2015 04:33:03,668	čt 13.08.2015 04:33:04,388	0,72 sec v	51,125		61,525
čt 13.08.2015 06:14:37,636	čt 13.08.2015 06:14:37,706	0,07 sec v	76,406		82,825
po 24.08.2015 10:07:36,808	po 24.08.2015 10:07:36,868	0,06 sec v	88,11		86,677
ne 30.08.2015 14:01:02,821	ne 30.08.2015 20:41:11,349	6 hod 40 min 8,54 sec 0	0,038	0,024	0,066
po 31.08.2015 14:01:58,723	po 31.08.2015 20:44:36,287	6 hod 42 min 37,57 sec 0	0,034	0,022	0,071
út 01.09.2015 14:40:44,341	út 01.09.2015 19:47:31,893	5 hod 6 min 47,56 sec 0	0,048	0,024	0,077
pá 04.09.2015 14:24:12,144	pá 04.09.2015 14:24:12,168	0,02 sec v			4,738
pá 04.09.2015 14:24:12,204	pá 04.09.2015 14:24:12,228	0,02 sec v			3,941
pá 04.09.2015 14:24:12,275	pá 04.09.2015 14:24:12,311	0,04 sec v			2,852
pá 04.09.2015 14:24:12,323	pá 04.09.2015 14:24:12,347	0,02 sec v		4,693	
pá 04.09.2015 14:24:12,406	pá 04.09.2015 14:24:12,430	0,02 sec v		3,471	
pá 04.09.2015 14:24:12,478	pá 04.09.2015 14:24:12,513	0,04 sec v	4,183	2,866	
pá 04.09.2015 14:24:12,537	pá 04.09.2015 14:24:12,585	0,05 sec v	3,492	2,383	
ne 06.09.2015 13:59:20,730	ne 06.09.2015 20:26:31,784	6 hod 27 min 11,06 sec 0	0,043	0,024	0,076
po 07.09.2015 13:56:00,340	po 07.09.2015 20:04:34,575	6 hod 8 min 34,24 sec 0	0,016	0,018	0,013
út 08.09.2015 14:26:09,260	út 08.09.2015 20:01:03,121	5 hod 34 min 53,87 sec 0	0,041	0,025	0,07
pá 11.09.2015 14:00:20,538	pá 11.09.2015 14:00:20,559	0,02 sec v	2,765		
pá 11.09.2015 14:00:20,600	pá 11.09.2015 14:00:20,621	0,02 sec v	3,25		
pá 11.09.2015 14:00:20,662	pá 11.09.2015 14:00:20,693	0,03 sec v	2,789		
pá 11.09.2015 14:00:20,889	pá 11.09.2015 14:00:20,910	0,02 sec v		4,907	4,246
pá 11.09.2015 14:00:20,962	pá 11.09.2015 14:00:20,982	0,02 sec v		3,942	3,364
pá 11.09.2015 14:00:21,034	pá 11.09.2015 14:00:21,065	0,03 sec v		2,953	2,634
pá 11.09.2015 14:00:21,096	pá 11.09.2015 14:00:21,209	0,11 sec v		1,955	1,957
so 12.09.2015 14:33:49,019	so 12.09.2015 20:40:05,765	6 hod 6 min 16,75 sec 0	0,038	0,025	0,059
ne 13.09.2015 14:18:07,826	ne 13.09.2015 20:41:41,055	6 hod 23 min 33,24 sec 0	0,042	0,025	0,073

Obrázek B 3 Odstranění nežádoucích událostí a vyznačení dlouhých přerušení napětí

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]	Poklesy napětí		Dlouhá přerušení
						Celkem 28	Po masce 21	
ne 25.01.2015 15:26:31,752	ne 25.01.2015 19:42:00,119	4 hod 15 min 28,37 sec 0	0,026	0,015	0,017			1
<del>po 23.03.2015 12:22:24,628</del>	<del>po 23.03.2015 12:22:24,719</del>	<del>0,09 sec v</del>	<del>59,648</del>	<del>58,803</del>		1		
<del>pá 22.05.2015 13:15:32,535</del>	<del>pá 22.05.2015 13:15:32,645</del>	<del>0,11 sec v</del>			85,08	1		
<del>pá 22.05.2015 13:15:33,315</del>	<del>pá 22.05.2015 13:15:33,425</del>	<del>0,11 sec v</del>			85,146	1		
<del>pá 22.05.2015 13:16:18,534</del>	<del>pá 22.05.2015 13:16:18,644</del>	<del>0,11 sec v</del>			85,934	1		
<del>pá 22.05.2015 13:16:53,840</del>	<del>pá 22.05.2015 13:16:53,950</del>	<del>0,11 sec v</del>			86,031	1		
pá 31.07.2015 15:30:44,955	pá 31.07.2015 15:30:44,979	0,02 sec v	4,658			1	1	
pá 31.07.2015 15:30:45,027	pá 31.07.2015 15:30:45,051	0,02 sec v	3,155			1	1	
pá 31.07.2015 15:30:45,134	pá 31.07.2015 15:30:45,158	0,02 sec v			4,41	1	1	
pá 31.07.2015 15:30:45,205	pá 31.07.2015 15:30:45,241	0,04 sec v		4,005	3,246	1	1	
pá 31.07.2015 15:30:45,277	pá 31.07.2015 15:30:45,301	0,02 sec v		3,284	2,751	1	1	
pá 31.07.2015 15:30:45,348	pá 31.07.2015 15:30:45,384	0,04 sec v		2,89		1	1	
čt 13.08.2015 04:33:03,668	čt 13.08.2015 04:33:04,388	0,72 sec v	51,125		61,525	1	1	
<del>čt 13.08.2015 06:14:37,636</del>	<del>čt 13.08.2015 06:14:37,706</del>	<del>0,07 sec v</del>	<del>76,406</del>		<del>82,825</del>	1		
<del>po 24.08.2015 10:07:36,808</del>	<del>po 24.08.2015 10:07:36,868</del>	<del>0,06 sec v</del>	<del>88,11</del>		<del>86,677</del>	1		
ne 30.08.2015 14:01:02,821	ne 30.08.2015 20:41:11,349	6 hod 40 min 8,54 sec 0	0,038	0,024	0,066			1
po 31.08.2015 14:01:58,723	po 31.08.2015 20:44:36,287	6 hod 42 min 37,57 sec 0	0,034	0,022	0,071			1
út 01.09.2015 14:40:44,341	út 01.09.2015 19:47:31,893	5 hod 6 min 47,56 sec 0	0,048	0,024	0,077			1
pá 04.09.2015 14:24:12,144	pá 04.09.2015 14:24:12,168	0,02 sec v			4,738	1	1	
pá 04.09.2015 14:24:12,204	pá 04.09.2015 14:24:12,228	0,02 sec v			3,941	1	1	
pá 04.09.2015 14:24:12,275	pá 04.09.2015 14:24:12,311	0,04 sec v			2,852	1	1	
pá 04.09.2015 14:24:12,323	pá 04.09.2015 14:24:12,347	0,02 sec v		4,693		1	1	
pá 04.09.2015 14:24:12,406	pá 04.09.2015 14:24:12,430	0,02 sec v			3,471	1	1	
pá 04.09.2015 14:24:12,478	pá 04.09.2015 14:24:12,513	0,04 sec v	4,183		2,866	1	1	
pá 04.09.2015 14:24:12,537	pá 04.09.2015 14:24:12,585	0,05 sec v	3,492		2,383	1	1	
ne 06.09.2015 13:59:20,730	ne 06.09.2015 20:26:31,784	6 hod 27 min 11,06 sec 0	0,043	0,024	0,076			1
po 07.09.2015 13:56:00,340	po 07.09.2015 20:04:34,575	6 hod 8 min 34,24 sec 0	0,016	0,018	0,013			1
út 08.09.2015 14:26:09,260	út 08.09.2015 20:01:03,121	5 hod 34 min 53,87 sec 0	0,041	0,025	0,07			1
pá 11.09.2015 14:00:20,538	pá 11.09.2015 14:00:20,559	0,02 sec v	2,765			1	1	
pá 11.09.2015 14:00:20,600	pá 11.09.2015 14:00:20,621	0,02 sec v	3,25			1	1	
pá 11.09.2015 14:00:20,662	pá 11.09.2015 14:00:20,693	0,03 sec v	2,789			1	1	
pá 11.09.2015 14:00:20,889	pá 11.09.2015 14:00:20,910	0,02 sec v		4,907	4,246	1	1	
pá 11.09.2015 14:00:20,962	pá 11.09.2015 14:00:20,982	0,02 sec v		3,942	3,364	1	1	
pá 11.09.2015 14:00:21,034	pá 11.09.2015 14:00:21,065	0,03 sec v		2,953	2,634	1	1	
pá 11.09.2015 14:00:21,096	pá 11.09.2015 14:00:21,209	0,11 sec v		1,955	1,957	1	1	
so 12.09.2015 14:33:49,019	so 12.09.2015 20:40:05,765	6 hod 6 min 16,75 sec 0	0,038	0,025	0,059			1
ne 13.09.2015 14:18:07,826	ne 13.09.2015 20:41:41,055	6 hod 23 min 33,24 sec 0	0,042	0,025	0,073			1

Obrázek B 4 Vyřazení poklesů nezávažných z hlediska referenční křivky odolnosti zařízení třídy C (červeně škrtnuté), sumarizace poklesů napětí a dlouhých přerušení

Začátek	Konec	Délka	L1 [%]	L2 [%]	L3 [%]	Poklesy agregace	Výpočet energie, nalezení maxima ve skupině
ne 25.01.2015 15:26:31,752	ne 25.01.2015 19:42:00,119	4 hod 15 min 28,37 sec 0	0,026	0,015	0,017	4	
po 23.03.2015 12:22:24,628	po 23.03.2015 12:22:24,719	0,09 sec v	59,648	58,803			
pá 22.05.2015 13:15:32,535	pá 22.05.2015 13:15:32,645	0,11 sec v			85,08		
pá 22.05.2015 13:15:33,315	pá 22.05.2015 13:15:33,425	0,11 sec v			85,146		
pá 22.05.2015 13:16:18,534	pá 22.05.2015 13:16:18,644	0,11 sec v			85,934		
pá 22.05.2015 13:16:53,840	pá 22.05.2015 13:16:53,950	0,11 sec v			86,031		
pá 31.07.2015 15:30:44,955	pá 31.07.2015 15:30:44,979	0,02 sec v	4,658			1	0,0199566
pá 31.07.2015 15:30:45,027	pá 31.07.2015 15:30:45,051	0,02 sec v	3,155				0,0199801
pá 31.07.2015 15:30:45,134	pá 31.07.2015 15:30:45,158	0,02 sec v			4,41		0,0199611
pá 31.07.2015 15:30:45,205	pá 31.07.2015 15:30:45,241	0,04 sec v		4,005	3,246		0,0798937
pá 31.07.2015 15:30:45,277	pá 31.07.2015 15:30:45,301	0,02 sec v		3,284	2,751		0,0399633
pá 31.07.2015 15:30:45,348	pá 31.07.2015 15:30:45,384	0,04 sec v		2,89			0,0399666
čt 13.08.2015 04:33:03,668	čt 13.08.2015 04:33:04,388	0,72 sec v	51,125		61,525	1	0,9792654
čt 13.08.2015 06:14:37,636	čt 13.08.2015 06:14:37,706	0,07 sec v	76,406		82,825		
po 24.08.2015 10:07:36,808	po 24.08.2015 10:07:36,868	0,06 sec v	88,11		86,677		
ne 30.08.2015 14:01:02,821	ne 30.08.2015 20:41:11,349	6 hod 40 min 8,54 sec 0	0,038	0,024	0,066		
po 31.08.2015 14:01:58,723	po 31.08.2015 20:44:36,287	6 hod 42 min 37,57 sec 0	0,034	0,022	0,071		
út 01.09.2015 14:40:44,341	út 01.09.2015 19:47:31,893	5 hod 6 min 47,56 sec 0	0,048	0,024	0,077		
pá 04.09.2015 14:24:12,144	pá 04.09.2015 14:24:12,168	0,02 sec v			4,738	1	0,0199551
pá 04.09.2015 14:24:12,204	pá 04.09.2015 14:24:12,228	0,02 sec v			3,941		0,0199689
pá 04.09.2015 14:24:12,275	pá 04.09.2015 14:24:12,311	0,04 sec v			2,852		0,0399675
pá 04.09.2015 14:24:12,323	pá 04.09.2015 14:24:12,347	0,02 sec v		4,693			0,0199560
pá 04.09.2015 14:24:12,406	pá 04.09.2015 14:24:12,430	0,02 sec v		3,471			0,0199759
pá 04.09.2015 14:24:12,478	pá 04.09.2015 14:24:12,513	0,04 sec v	4,183	2,866			0,0798972
pá 04.09.2015 14:24:12,537	pá 04.09.2015 14:24:12,585	0,05 sec v	3,492	2,383			0,0999106
ne 06.09.2015 13:59:20,730	ne 06.09.2015 20:26:31,784	6 hod 27 min 11,06 sec 0	0,043	0,024	0,076		
po 07.09.2015 13:56:00,340	po 07.09.2015 20:04:34,575	6 hod 8 min 34,24 sec 0	0,016	0,018	0,013		
út 08.09.2015 14:26:09,260	út 08.09.2015 20:01:03,121	5 hod 34 min 53,87 sec 0	0,041	0,025	0,07		
pá 11.09.2015 14:00:20,538	pá 11.09.2015 14:00:20,559	0,02 sec v	2,765			1	0,0199847
pá 11.09.2015 14:00:20,600	pá 11.09.2015 14:00:20,621	0,02 sec v	3,25				0,0199789
pá 11.09.2015 14:00:20,662	pá 11.09.2015 14:00:20,693	0,03 sec v	2,789				0,0299767
pá 11.09.2015 14:00:20,889	pá 11.09.2015 14:00:20,910	0,02 sec v		4,907	4,246		0,0399158
pá 11.09.2015 14:00:20,962	pá 11.09.2015 14:00:20,982	0,02 sec v		3,942	3,364		0,0399463
pá 11.09.2015 14:00:21,034	pá 11.09.2015 14:00:21,065	0,03 sec v		2,953	2,634		0,0599530
pá 11.09.2015 14:00:21,096	pá 11.09.2015 14:00:21,209	0,11 sec v		1,955	1,957		0,2199158
so 12.09.2015 14:33:49,019	so 12.09.2015 20:40:05,765	6 hod 6 min 16,75 sec 0	0,038	0,025	0,059		
ne 13.09.2015 14:18:07,826	ne 13.09.2015 20:41:41,055	6 hod 23 min 33,24 sec 0	0,042	0,025	0,073		

Obrázek B 5 Provedení agregace, poklesy napětí jsou mimo dlouhá přerušení a uplatní se pouze agregační interval po poklesu napětí, zvoleno 3 minuty (180 sekund)

Pro každou skupinu poklesů je následně vybrán jeden, podle kritéria nejvyšší hodnoty energie poklesu, jeho parametry reprezentují agregovanou skupinu poklesů a jsou přepsány do tabulky.

Tabulka B 1 Počet a parametry poklesů napětí (zbytkové napětí a doba trvání) po agregaci

Typ 2	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	Celkem
85<=U<90	0	0	0	0	
80<=U<85	0	0	0	0	
70<=U<80	0	0	0	0	
50<=U<70	0	0	0	1	1
40<=U<50	0	0	0	0	
5<=U<40	0	0	0	0	
0<=U<5	2	1	0	0	3
Celkem	2	1		1	4



Typ 1

	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180
85<=U<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70<=U<80	0	0	0	1	1	1	1	1	1
50<=U<70	0	0	1	1	1	1	1	1	1
40<=U<50	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5<=U<40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0<=U<5	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Typ 2

	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180
85<=U<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70<=U<80	0	0	0	1	1	1	1	1	1
50<=U<70	0	0	1	1	1	1	1	1	1
40<=U<50	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5<=U<40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0<=U<5	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Typ 3

	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180
85<=U<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70<=U<80	0	0	1	1	1	1	1	1	1
50<=U<70	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40<=U<50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5<=U<40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0<=U<5	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Obrázek B 6 Ilustrativní zobrazení použitých masek pro filtraci vstupních poklesů napětí (zeleně vyznačena oblast závažných poklesů vpuštěných k dalšímu vyhodnocení) – odpovídá křivkám odolnosti zařízení třídy C

Metoda agregace - t1: 180, t2: 3600, t3: 180, t4: 180										
	Celkový počet	Po aplikaci masky	Agregace							
Dlouhá přerušení	9									
Krátká přerušení	0		0							
Poklesy	28	21	4							
Výsledky agregace poklesů										
Typ 1										
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70<=U<80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50<=U<70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem										
Typ 2										
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70<=U<80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50<=U<70	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0<=U<5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Celkem	2	1		1						4
Typ 3										
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70<=U<80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50<=U<70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0<=U<5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem										
Celkový součet										
	0.01<=t<0.1	0.1<=t<0.2	0.2<=t<0.5	0.5<=t<1	1<=t<2	2<=t<3	3<=t<5	5<=t<60	60<=t<180	Celkem
85<=U<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80<=U<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70<=U<80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50<=U<70	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
40<=U<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5<=U<40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0<=U<5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Celkem	2	1	0	1	0	0	0	0	0	4

Obrázek B 7 Výstup z modulu webové aplikace pro agregaci napěťových událostí