

Číslo projektu: TK04020230  
Název projektu: Vývoj systému pro autonomní analýzu  
poruchových záznamů v distribučních soustavách

Tento software systému FRA byl vytvořen se státní podporou  
Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA.



## UŽIVATELSKÁ DOKUMENTACE pro systém FRA



---

Připraveno pro	Technologickou agenturu České republiky
Číslo dokumentu	ES-OH-TACR_FRA_CS-20250128
Datum	28.1.2025
Verze	1.1
Počet stran	1/33

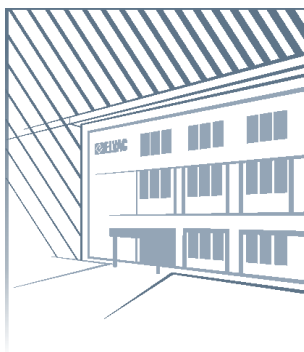
---

---

# UŽIVATELSKÁ DOKUMENTACE

## pro systém FRA

---



**ELVAC SOLUTIONS s.r.o.**  
Hasičská 53  
700 30 Ostrava-Hrabůvka  
[www.elvac.eu](http://www.elvac.eu)

Technická podpora:  
+420 597 407 507

---

Veškeré informace obsažené v tomto dokumentu zůstávají pouze a výlučně vlastnictvím společnosti ELVAC SOLUTIONS s.r.o. a nesmí být příjemcem zveřejněny třetí straně bez předchozího písemného souhlasu společnosti.

All information contained in this document remains the sole and exclusive property of ELVAC SOLUTIONS LTD. Company and shall not be disclosed by the recipient to third persons without the prior written consent of the Company.

**ZMĚNOVÝ LIST**

<b>Verze</b>	<b>Datum</b>	<b>Popis</b>	<b>Autor</b>
1.0	15.01.2025	První vydání	Ing. Hajdušek René, doc. Ing. David Topolánek Ph.D.
1.1	28.01.2025	Drobné úpravy před zveřejněním	Ing. Hajdušek René, doc. Ing. David Topolánek Ph.D.

**AUTORIZACE**

<b>Verze</b>	<b>Quality Manager / Datum</b>	<b>Project Manager / Datum</b>
V 1.1	Mgr. Roman Gryc / 28.1.2025	Ing. Hajdušek René / 28.1.2025

<b>Verze</b>	<b>Zákazník / Datum</b>
V 1.1	

# Obsah

Vymezení rozsahu systému FRA.....	5
Uživatelské rozhraní systému FRA .....	6
Fault event list .....	7
Fault event browser.....	10
Základní a detailní informace o poruchové události .....	11
Poruchový záznam a informace o působení vývodových ochran.....	14
Fault Event – Fault location .....	17
Seskupování poruchových událostí – Fault Group .....	18
Popis skupiny poruch - Fault Group basic information .....	19
Popis skupiny poruch - Fault Group detail information .....	20
Legenda mapového podkladu - Network map icon description .....	21
Fault event statistics .....	22
Fault frequency statistics.....	22
Fault event cumulative probability .....	23
Fault event time/earth fault classification .....	25
Fault event distribution in geomap .....	26
Voltage events evaluation .....	27
Auto-reclosing statistics .....	29
Circuit Breaker Statistics.....	30
Fault localization Error .....	30
Požadavky na parametrizaci poruchového záznamu IED.....	31

## Vymezení rozsahu systému FRA



Systém **FRA** slouží k monitorování, analýze a správě poruchových událostí v elektrických sítích. Umožňuje zobrazit seznam všech zaznamenaných poruch, které jsou přehledně uspořádány v tabulce s možností filtrování a řazení podle různých parametrů. Detailní informace o každé události zahrnují data potřebná k její lokalizaci a popisu, což usnadňuje identifikaci příčin a následků poruch. Systém tak poskytuje uživatelům nástroje pro efektivní analýzu a řešení problémů v síti.

Kromě správy jednotlivých událostí nabízí systém také statistické přehledy, které pomáhají identifikovat vzorce poruch a jejich geografické rozložení. Tyto statistiky zahrnují například četnost poruch, účinnost automatického opětovného zapínání a vizualizaci výskytu poruch na mapě. Díky těmto funkcím přispívá systém ke zlepšení spolehlivosti, optimalizaci údržby a zvýšení provozní odolnosti elektrických sítí.

### Kontakt:

ELVAC SOLUTIONS s.r.o.  
člen skupiny ELVAC  
Hasičská 53  
700 30 Ostrava – Hrabůvka  
ČESKÁ REPUBLIKA  
[solutions@elvac.eu](mailto:solutions@elvac.eu)  
[www.elvac.eu/solutions](http://www.elvac.eu/solutions)

# Uživatelské rozhraní systému FRA

Do aplikace se uživatel přihlašuje pomocí přiděleného loginu a hesla. Na základě přiděleného loginu jsou uživatelům přiřazena i oprávnění:

**Login to your account**

Welcome back, please enter your login.

Login

T  
Č  
A  
R

Tento software systému FRA & Vdip2 byl vytvořen se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA.

Po přihlášení do uživatelského rozhraní je hlavní navigační panel vlevo. Na tomto panelu lze přepínat mezi třemi základními záložkami:

- List (Fault event list) – seznam událostí s parametry
- Browser (Event Browser) – prohlížení událostí s lokalizací na mapě
- Statistics – statistické vyhodnocení poruch

Záložky umožňují proklikávat do jednotlivých modulů uživatelského rozhraní pro různé pohledy na zaznamenané a vyhodnocené poruchové události. Popis jednotlivých záložek a navigace v nich je představen v následujícím textu.

The screenshot displays the FRA system interface. On the left is a navigation sidebar with icons for 'List', 'Browser', and 'Statistics'. The main area is split into two panels. The left panel shows a table of fault events:

In...	Fault event	Fault...	Type of fault	Is ...
	EF/2021/00002	▲	L1-N-EF	✓

The right panel shows a map view of the region around Golčův Jeníkov, with various locations labeled. The interface includes search bars, filters, and a user profile section at the bottom left.

## Fault event list

Záložka *Fault event list (List)* umožňuje zobrazit seznam všech poruchových událostí s přiřazenými parametry. Jednotlivé události jsou zavedeny jako řádky tabulky, vybrané parametry pak představují sloupce tabulky. V tabulce lze jednotlivé události filtrovat a řadit dle zvoleného sloupce.

Is authorized	Name	Start date	End date	Fault group	Fault type	Type of fault	State	Description	Code
✓	SC/2024/00023	17.8.2024 13:54:59.113	17.8.2024 13:54:59.214	FG/2024/00021	ShortCircuit	L3-4I-EF	SuccessfullyCalculated		20240817135459113
✓	SC/2024/00051	9.9.2024 01:40:40.282	9.9.2024 01:40:40.322	FG/2024/00047	ShortCircuit	L1-L2	SuccessfullyCalculated		20240909014040282
✓	SC/2024/00052	9.9.2024 01:41:15.591	9.9.2024 01:41:15.560	FG/2024/00047	ShortCircuit	L1-L2	SuccessfullyCalculatedWithAlert		20240909014115501
✓	SC/2024/00053	9.9.2024 02:25:54.173	9.9.2024 02:25:54.231	FG/2024/00047	ShortCircuit	L2-L3	SuccessfullyCalculated		20240909022554173
✓	SC/2024/00061	16.9.2024 14:44:19.055	16.9.2024 14:44:19.094	FG/2024/00058	ShortCircuit	L1-4I-L3-N	SuccessfullyCalculatedWithAlert		20240916144419055
✓	SC/2024/00062	16.9.2024 14:44:19.057	16.9.2024 14:44:19.089	FG/2024/00058	ShortCircuit	L3-4I-L3-N	SuccessfullyCalculated		20240916144419057
✓	EF/2024/00063	24.9.2024 02:26:46.527	24.9.2024 02:32:16.527	FG/2024/00059	EarthFault		FaultEventTimeOut		20240902022646527
✓	SC/2024/00064	2.10.2024 10:27:13.199	2.10.2024 10:27:13.240	FG/2024/00060	ShortCircuit	L1-L3	SuccessfullyCalculatedWithAlert		20241002102713199
✓	SC/2024/00065	10.10.2024 16:46:45.132	10.10.2024 16:46:45.195	FG/2024/00061	ShortCircuit	L2-4I-L3-N	SuccessfullyCalculated		20241010164645132
✓	SC/2024/00067	18.10.2024 07:48:47.375	18.10.2024 07:48:47.241	FG/2024/00063	ShortCircuit	L1-4I-EF	SuccessfullyCalculatedWithAlert		20241018074847375
✓	SC/2024/00068	18.10.2024 09:48:20.638	18.10.2024 09:48:20.647	FG/2024/00064	ShortCircuit	L1-L2-L3-N	SuccessfullyCalculated		20241018094820638
✓	EF/2024/00069	18.10.2024 09:49:59.935	18.10.2024 09:49:59.987	FG/2024/00064	EarthFault	L3-4I-EF	SuccessfullyCalculated		20241018094959935

Zobrazovaná pole parametrů v tabulce jsou:

- Is authorized**

Identifikace stavu autorizace poruchové události *Is Authorized* – Fault Group do kterého spadá daný Fault Event byl autorizován pověřeným pracovníkem (takto uzavřené události/skupiny obsahují doplněné místo poruchy a již je nelze modifikovat)

- Name**

Název poruchy, název se skládá dle klíče

TP/yyyy/nnnnn,

kde *TP* je typ poruchy: EF = zemní spojení/ SC = zkrat  
*yyyy* je rok ve kterém porucha vznikla  
*nnnnn* je identifikační číslo události

- Start date**

Datum a čas vzniku události – odpovídá času začátku Data Segmentu (DS) v kterém se nachází daná porucha, data segment představuje semi-ustálený stav daného poruchového záznamu (viz Obrázek 4)

- End date**

Datum a čas skončení události – odpovídá času konce Data Segmentu (DS) v kterém se nachází daná porucha, data segment představuje semi-ustálený stav daného poruchového záznamu (viz Obrázek 4)

- Fault group**

Skupina událostí, do které byla událost přiřazena. Každá poruchová událost má přiřazen jeden defaultní Fault Group (FG). V případě, že v poruchovém záznamu je více poruchových událostí, tyto události se automaticky přiřadí do jedné FG. Skupina událostí podléhá značení:

FG/yyyy/nnnnn,

kde *yyyy* je rok ve kterém porucha vznikla  
*nnnnn* je identifikační číslo skupiny

- Fault type**

Typ poruchy, nabývá dvou hodnot:

*EarthFault* – zemní spojení  
*ShortCircuit* – zkrat

- Type of fault**

Typ poruchy vzhledem k postiženým fázím. Označení zachycuje, které fáze (L1, L2, L3) byly poruchou zasaženy, případně zda došlo i spojení se zemí (N). Přehled možností je uveden v tabulce:

**Tabulka 1: Možnosti typů poruch (Type of fault)**

Type of fault	Popis
L1-N-EF, L2-N-EF, L3-N-EF	Zemní spojení ve fázi L1, L2, L3
L2-N-L3-N, L1-N-L3-N, L1-N-L2-N	Dvojitě zemní spojení (dvě nesoumísná zemní spojení) na jednom VN vývodu
L1-N-Lx-N, L2-N-Lx-N, L3-N-Lx-N	Dvojitě zemní spojení (dvě nesoumísná zemní spojení) jedno zemní spojení se nachází na daném vývodu ve fázi L1, L2, L3 a druhé na jiném VN vývodu (Lx)
L1-N, L2-N, L3-N	Jednofázový zkrat ve fázi L1, L2, L3
L1-L2, L2-L3, L1-L3	Dvoufázový zkrat mezi fázemi L1-L2, L2-L3, L1-L3
L1-L2-N, L2-L3-N, L1-L3-N	Dvoufázový zemní zkrat mezi vodiči L1-L2-N, L2-L3-N, L1-L3-N
L1-L2-L3	Třífázový zkrat
L1-L2-L3-N	Třífázový zemní zkrat

- **State**

Status vyhodnocení události zpracování algoritmu FRA, možné statusy, které se mohou zobrazit v uživatelském rozhraní, jsou vypsány v následující tabulce:

State	Popis
SuccessfullyCalculated	Proběhlo úspěšné vyhodnocení události
SuccessfullyCalculatedWithAlert	Proběhlo úspěšné vyhodnocení události s výstrahou
SuccessfullyCalculatedEmpty	Proběhlo úspěšné vyhodnocení události, avšak lokalizace místa poruchy nebyla určena.
AnalysisFailed	Výpočet skončil chybou.
AnalysisTimeOut	Výpočet trval příliš dlouho.
FaultAnalysisInProgress	Probíhá analýza přijatého signálu o poruše
FaultEventTimeOut	Výpočet trval příliš dlouho, Comtrade nebyl doručen.
ComtradeGetFile	Požadavek na Comtrade soubor, vyčkávání na doručení.
AnalysisInProgressVDIPSmelc	Probíhá výpočet.

- **Description** – doplňující informace z průběhu výpočtu
- **Start date** – numerický identifikátor odvozený od počátečního času události
- **... (další možnosti)**
  - **Show event detail**  
Prokliknutí do detailu dané události (bližší popis dále v textu *Fault event detail info*)
  - **Show group (map)**  
Prokliknutí do záložky Browser s předvybranou danou skupinou událostí – zobrazení skupiny v mapě a jejich parametrů.
  - **Show event (map)**



Prokliknutí do záložky Browser s předvybranou událostí – zobrazení události v mapě a jejich parametrů.

- **Delete**

Možnost odstranit událost.


## Fault event browser

V horní části modulu je výklopná nabídka s volbou skupiny událostí, kterou si chce uživatel procházet a zobrazit v mapě. Po výběru a stisknutí tlačítka *Show group* se v mapě zobrazí určené místo poruchy – skupiny událostí a zároveň se zobrazí tabulka skupiny zahrnující uvedené události.



Tlačítko *Reload* aktualizuje seznam událostí











Tlačítko *Sort date* seřadí události dle data a času vzniku

Tlačítko *Delete all* umožňuje smazat všechny události ze seznamu načteného do uživatelského rozhraní



Ikona  umožňuje odstranit jeden poruchový záznam ze seznamu událostí.

Vygenerovaná tabulka událostí přiřazených skupině umožňuje prohlížet si detaily jednotlivých událostí, odstraňovat události ze skupiny (odstraňovat záznamy událostí). Tabulka umožňuje filtraci či řazení dle jednotlivých parametrů. Parametry událostí v jednotlivých sloupcích jsou:

- **Included**  
Označení, zda událost patří do vybrané skupiny
- **Fault event**  
Identifikátor události
- **Fault type**  
Typ poruchy zemní spojení/zkrat – odlišeno ikonou
  -  zemní spojení
  -  zkrat
- **Type of fault**  
Typ události vzhledem k postiženým fázím (viz Tabulka 1)
- **Is authorized**  
Identifikace stavu autorizace poruchové události *Is Authorized* – Fault Group do kterého spadá daný Fault Event byl autorizován pověřeným pracovníkem (takto uzavřené události/skupiny obsahují doplněné místo poruchy a již je nelze modifikovat).

In...	Fault event	Fault...	Type of fault	Is ...	
	FG/2020/00001				
					Show group Reload
	Sort Date				ALL
	Q	Q		(All)	
<input checked="" type="checkbox"/>	EF/2020/00005		L2-N-EF	<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	SC/2020/00004			<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	EF/2021/00001		L1-N-EF	<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	SC/2020/00002		L1-N-L2-N	<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	EF/2020/00001		L2-N-EF	<input checked="" type="checkbox"/>	
					1

## Základní a detailní informace o poruchové události

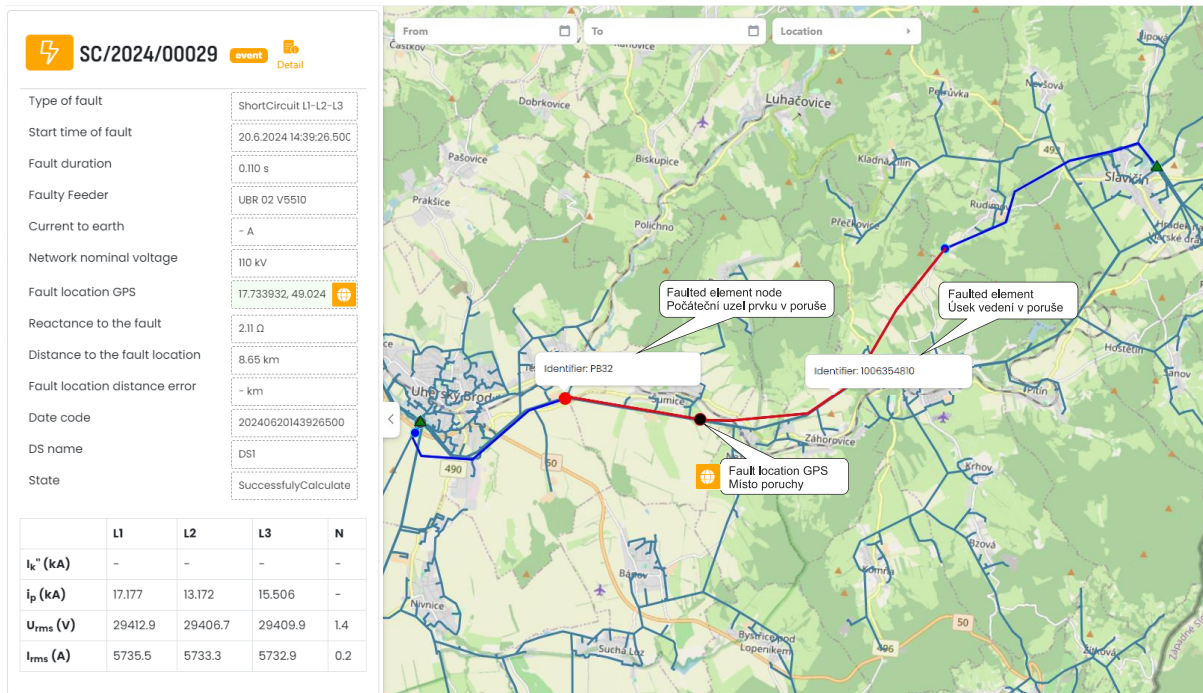
Zvolením poruchové události v záložce **Browser** se zobrazí panel s jejím popisem. V záhlaví panelu je uveden její číselný kód a příznak typu události – zkrat SC  nebo zemní spojení EF . Číselný kód poruchové události vyjadřuje rok, ve kterém byla událost zaznamenána a za lomítkem pořadí události v daném roce. Dále je v záhlaví umístěno tlačítko **Detail** pro zobrazení podrobných informací ke každé události.

Popis poruchové události je proveden prostřednictvím základních údajů (položek) na úvodní stránce události a podrobněji pak v **Detailu** poruchy. Význam informací v jednotlivých položkách je uveden v Tabulka 2.

**Tabulka 2 Základní a detailní informace o poruchové události**

Název položky		Popis - význam informace		Pozn.
anglicky	česky	pro události typu zkrat (SC)	pro události typu zemní spojení (EF)	
Type of fault	Typ poruchy	udává typ zkratu - jednofázový (L1-N, L2-N, L3-N), dvoufázový (L1-L2, L2-L3, L1-L3), dvoufázový zemní (L1-L2-N, L2-L3-N, L1-L3-N), třífázový (L1-L2-L3), nebo třífázový zemní (L1-L2-L3-N), dvojité ZS na stejném vývodu (L2-N-L3-N, L1-N-L3-N, L1-N-L2-N), dvojité ZS na různých vývodech (L1-N-Lx-N, L2-N-Lx-N, L3-N-Lx-N)	udává typ jednochuhého zemního spojení (ZS) - L1-N-EF, L2-N-EF, L3-N-EF	
Start time of fault	Začátek poruchy	odpovídá času začátku Data Segmentu (DS), ve kterém se nachází daná porucha		viz položka DS name
End time of fault	Konec poruchy	odpovídá času konce Data Segmentu (DS) v kterém se nachází daná porucha - zpravidla odpovídá i době přerušení zkratového proudu (vypnutí)	odpovídá času konce Data Segmentu (DS) v kterém se nachází daná porucha - zpravidla odpovídá času konce poruchového záznamu, nemusí tedy odpovídat době vypnutí zemního spojení	
Fault duration	Doba trvání poruchy	celková doba trvání zkratu určená jako časový interval mezi počátkem (Start time of fault) a koncem poruchy (End time of fault)		
Faulty Feeder	Postižený vývod	identifikace vývodu, ve kterém byla porucha detekována vývodovou ochranou		
Current to earth	Proud zemí	efektivní hodnota proudu tekoucího místem poruchy do země - hodnota se zobrazuje jen u zemních poruch - jednofázový, dvoufázový zemní, a třífázový zemní zkrat, nebo dvojité zemní spojení	efektivní hodnota proudu tekoucího místem poruchy do země	
Maximal earth fault current	Maximální proud zemí	tato položka se u poruch typu zkrat nezobrazuje	efektivní hodnota proudu tekoucího místem poruchy do země za předpokladu kovového zemního spojení	
Network nominal voltage	Nominální napětí sítě	nominální napětí sítě, ve které porucha nastala, uvedené v kV		
Neutral point earthing	Způsob uzemnění uzlu	způsob uzemnění uzlu napájecího transformátoru - účinně uzemněný (Solidly Earthed), kompenzovaný (Compensated), izolovaný (Isolated), uzemněný přes resistor (Resistor Earthed), kombinovaný (Combinated), nespecifikováno (Unspecified)		
Weather info	Informace o počasí	uvádí oblačnost, teplotu, vlhkost, tlak, rychlosti větru v místě a době poruchy		
Fault location GPS	Místo poruchy	geografické souřadnice místa poruchy v geopodkladu - podbarvení okna signalizuje úroveň věrohodnosti údaje (zelená=důvěryhodný výsledek lokalizace, červená= nedůvěryhodný výsledek lokalizace), odpovídají černě zobrazenému bodu v úseku vedení v poruše v mapovém podkladu		
Distance from start node	Vzdálenost poruchy od	délka vedení mezi počátečním uzlem úseku vedení v poruše a místem poruchy		Tyto položky jsou pouze v detailním popisu poruchové události, v úvodním panelu jsou dostupné přímo z mapového podkladu - viz Obrázek 1
Faulted element	Úsek vedení v poruše	identifikátor úseku vedení, na kterém byla porucha lokalizována - odpovídá červeně zobrazenému úseku v mapovém podkladu		
Faulted element node	Počáteční uzel prvku v poruše	identifikátor počátečního uzlu (podpěrného bodu) úseku vedení, na kterém byla porucha lokalizována - odpovídá červeně zobrazenému bodu v mapovém podkladu		
Reactance to the fault	Reaktance do poruchy	podélná reaktance vedení mezi napájecí rozvodnou a místem poruchy v ohmech		
Distance to the fault location	Vzdálenost do poruchy	délka vedení mezi napájecí rozvodnou a místem poruchy		
Fault location distance error	Chyba lokalizace	zobrazení hodnoty vyžaduje autorizaci poruchové události a zadání souřadnic skutečného místa poruchy (předpokladem je tedy dohledání poruchy)		
Date code	Časový kód	časový kód poruchy je čas začátku poruchy zapsaný bez oddělovacích znaků		
DS name	Označení datasegmentu	uvádí datasegment (část poruchového záznamu), ve kterém se nachází porucha a který byl podkladem pro její lokalizaci		
State	Stav	uvádí výsledek výpočetního algoritmu pro lokalizaci - SuccessfullyCalculated (úspěšně vypočteno), SuccessfullyCalculatedWithAlert (úspěšně vypočteno s výstrahou), AnalysisFailed (analýza selhala)		

Informace o poruchové události jsou na úvodní stránce dále doplněny jejím zobrazením v interaktivním mapovém podkladu, kde je možné identifikovat jednotlivé prvky distribuční sítě v okolí poruchy – viz Obrázek 1.



Obrázek 1 Popis poruchy v mapovém podkladu

Dále je každá poruchová událost popsána charakteristickými hodnotami proudů a napětí z datasegmentu (DS), který byl použit pro lokalizaci poruchy a je uveden v popisu. Tabulka hodnot je umístěna dole na úvodním panelu viz obr výše (levý dolní roh):

- Efektivní hodnotu střídavé složky zkratového proudu – počáteční souměrný rázový zkratový proud –  $I_k''$  (kA) – jen pro poruchu typu zkrat (SC)
- Maximální okamžitou hodnotu zkratového proudu – nárazový zkratový proud –  $i_p$  (kA) – jen pro poruchu typu zkrat (SC)
- Efektivní hodnotu základní harmonické napětí poruchy –  $U_{rms}$  (V)
- Efektivní hodnotu základní harmonické proudu poruchou –  $I_{rms}$  (V)

V **Detailu** poruchové události jsou pak podrobně uvedeny další charakteristické hodnoty včetně zobrazení průběhu okamžité hodnoty poruchového proudu z odpovídajícího datasegmentu. Také v záložce Detail jsou hodnoty identické pro oba typy poruchy – zkrat (SC) i zemní spojení (EF)

V tabulce **Zero Sequence Harmonic** jsou uvedeny výsledky harmonické analýzy netočivé složky proudu a napětí:

**Zero Sequence Harmonic**

	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th
$I_{fault FFT}$ (A)	-	-	-	-	-	-	-
$I_{E\_FFT}$ (A)	16.3	15.9	13.4	6.8	15.9	1.7	3.5
$U^{(0)}$ (V)	776.8	15.7	65.9	4.1	289.9	7.3	15.2

- Efektivní hodnota proudu poruchou  $I_{fault FFT}$  (A) 1. až 7. harmonické – validní hodnota se zobrazuje pouze u poruchy typu zemní spojení (EF)
- Efektivní hodnota zemního proudu (trojnásobku netočivé složky proudu)  $I_{E\_FFT}$  (A) 1. až 7. harmonické – validní hodnota se zobrazuje u poruchy typu zkrat (SC) i zemní spojení (EF)
- Efektivní hodnota netočivé složky napětí  $U^{(0)}$  (A) 1. až 7. harmonické – validní hodnota se zobrazuje u poruchy typu zkrat (SC) i zemní spojení (EF)

V tabulce **Short-circuit current levels** jsou uvedeny charakteristické hodnoty zkratového proudu v jednotlivých fázích a proudu zemí (N) a validní hodnoty se zobrazují pouze pro poruchy typu zkrat (SC) ve sloupcích, které korespondují s typem zkratu:

#### Short-circuit current levels

	L1	L2	L3	N
$I_k''$ (kA)	2.327	2.115	2.218	-
$i_p$ (kA)	3.437	3.036	3.302	-
$I_k$ (kA)	2.195	2.029	2.022	-
$I_b$ (kA)	2.195	2.029	2.022	-
$I_{th}$ (kA)	2.135	1.989	1.900	-

- Efektivní hodnota střídavé složky zkratového proudu – počáteční souměrný rázový zkratový proud –  $I_k''$  (kA)
- Maximální okamžitá hodnota zkratového proudu – nárazový zkratový proud –  $i_p$  (kA)
- Efektivní hodnota zkratového po odeznění stejnosměrné složky – ustálený zkratový proud –  $I_k$  (kA)
- Efektivní hodnota zkratového proudu v čase vypnutí – vypínací zkratový proud –  $I_b$  (kA)
- Efektivní hodnota zkratového proudu za dobu trvání poruchy – ekvivalentní oteplovací proud –  $I_{th}$  (kA)

V tabulce **U/I conditions of masted feeder protection** jsou uvedeny:

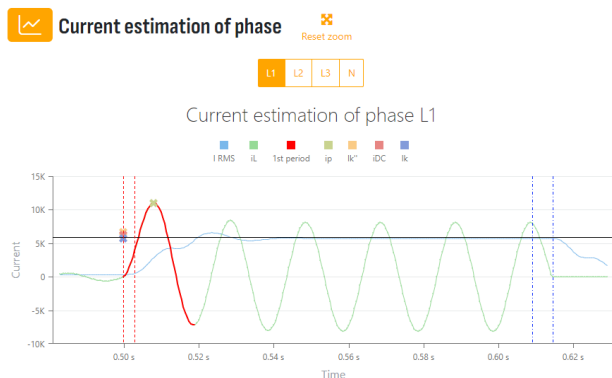
#### U/I conditions of master feeder protection

	L1	L2	L3
$U_{rms}$ (V)	9459.2	10136.3	9680.8
$I_{rms}$ (A)	2194.5	2029.2	2022.4
$U_{ph}$ (°)	-152.9	90.9	-29.6
$I_{ph}$ (°)	158.1	34.9	-79.7
	(1)	(2)	(0)
$U_{rms}$ (V)	9754.6	194.3	349.7
$I_{rms}$ (A)	2080.5	112.9	5.1
$U_{ph}$ (°)	-150.5	49.5	99.3
$I_{ph}$ (°)	157.8	162.1	-127.9

- efektivní hodnoty základní harmonické fázových proudů  $I_{rms}$  a napětí  $U_{rms}$  (L1, L2, L3) a symetrických složek - (1) sousledné, (2) zpětné a (0) netočivé odečtené pro daný DataSegment poruchové události vývodové ochrany Master,

- úhly základní harmonické fázových proudů  $I_{ph}$  a napětí  $U_{ph}$  (L1, L2, L3) a symetrických složek - (1) sousledné, (2) zpětné a (0) netočivé odečtené pro daný DataSegment poruchové události vývodové ochrany Master.

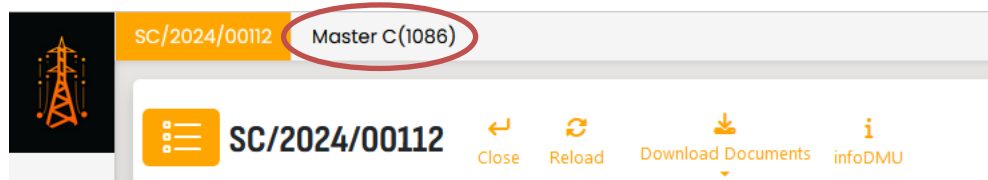
Pro grafické zobrazení průběhu poruchových proudů v jednotlivých fázích je v **Detailu** poruchové události určen panel **Current estimation of phase**. Volbou tlačítek **L1, L2, L3, N** lze zobrazovat průběh jednotlivých zkratových proudů z datasegmentu uvedeného v položce **DS name**. V Obrázek 2 lze vidět příklad zobrazeného průběhu poruchového proudu ve fázi L1 a legendu, podle které jsou v něm zaznačeny vybrané hodnoty z tabulek **Short-circuit current levels** a **U/I conditions of master feeder protection**.



Obrázek 2 Zobrazení průběhu poruchového proudu v Detailu poruchové události

## Poruchový záznam a informace o působení vývodových ochran

Všechna data a informace, na základě kterých je poruchová událost lokalizována a popsána, jsou dostupná v **Detailu** události v záložce **Master**. Tímto označením je určena vývodová ochrana, která poruchu detekovala jako první a zaznamenala ve svém poruchovém zapisovači. Každý takový poruchový záznam má své unikátní ID, které se na záložce také zobrazuje - např. Master C(1086) – viz Obrázek 3. Položky Download Documents a InfoDMU umožňují stažení souborů pro detailnější analýzu poruchové události a implementovaných funkcí.



Obrázek 3 Záložka Master v Detailu poruchové události

Panel **Master** poskytuje jednak detailní informace k poruchovému záznamu (včetně možnosti jeho stažení) a jednak identifikaci vývodové ochrany a informace o jejím působení.

Základními informacemi o vývodové ochraně jsou:

- Fault record ID – identifikace poruchového záznamu
- Feeder protection ID – identifikace vývodové ochrany
- Feeder name – označení vývodu s ochranou
- Start date – počáteční čas poruchového záznamu
- Result of 1st AR cycle – výsledek 1. OZ (Successful – úspěšný, Unsuccessful – neúspěšný)
- Duration of 1st AR cycle – doba trvání 1. OZ
- Result of 2nd AR cycle – výsledek 2. OZ (Successful – úspěšný, Unsuccessful – neúspěšný)
- Duration of 2nd AR cycle – doba trvání 1. OZ
- Record sampling frequency – vzorkovací frekvence poruchového záznamu
- Actual system frequency – aktuální systémové frekvence
- Pick-up of overcurrent protection – popud nadproudové ochrany
- Start of overcurrent protection – působení nadproudové ochrany
- Pick-up of earth fault protection – popud ochrany při zemním spojení
- Start of earth fault protection – působení ochrany při zemním spojení

Zbývající část panelu **Master** (viz Obrázek 4) slouží pro zobrazení a popisu poruchového záznamu a to jednak formou grafickou v položkách **Current oscilogram** a **Voltage oscilogram**, ve kterých je patrné rozdělení celého záznamu do jednotlivých datasegmentů (DS), a jednak tabulkou hodnot **Data segments**, kde jsou jednotlivé datasegmenty popsány následujícími hodnotami:

- Type of event – typ datasegmentu udává jakou část poruchového záznamu daný datasegment zobrazuje, jsou definovány tyto typy:

*Fault* – jedná se o DS obsahující poruchovou událost (zemní spojení, zkrat)

*Prefault* – předporuchový běžný provozní stav

*Disconnected* – odpojený vývod

*Disconnected\_ReverseVoltage* – odpojený vývod se zpětným napětím

*FaultFreeState* – obnovení běžného provozního stavu po poruše

*OZ1L1, OZ1L2, OZ1L3* – jednofázový OZ první cyklus

*OZ1L123* – třífázový OZ první cyklus

*OZ1L1\_ReverseVoltage* – jednofázový OZ s protinapětím, první cyklus

*OZ1L3OZ1L3\_ReverseVoltage* – třífázový OZ s protinapětím, první cyklus

*OZ2L1, OZ2L2, OZ2L3* – jednofázový OZ druhý cyklus

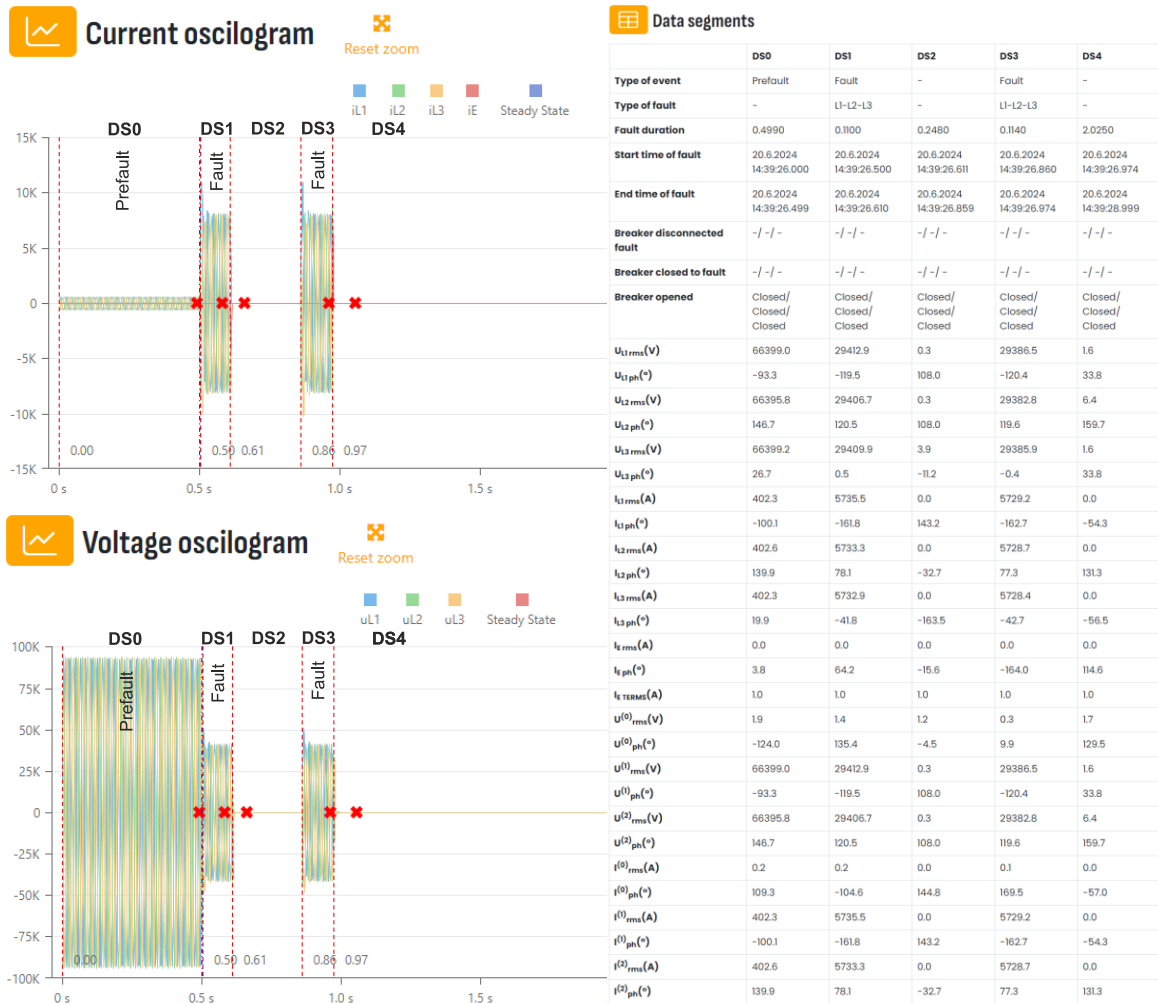
*OZ2L123* – třífázový OZ druhý cyklus

*OZ2L1\_ReverseVoltage* – jednofázový OZ s protinapětím, druhý cyklus

*OZ1L123\_ReverseVoltage* – třífázový OZ s protinapětím, druhý cyklus

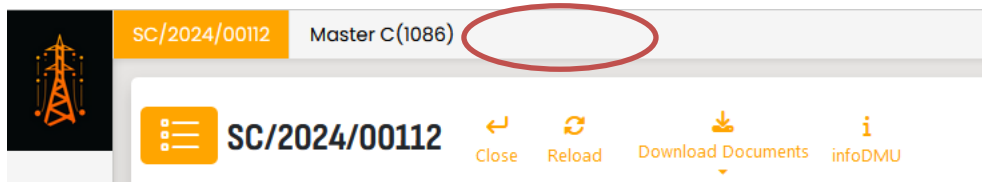
- Type of fault – typ poruchy dle klasifikace v Tabulka 1, zobrazuje se jen u datasegmentů typu Fault
- Fault duration – délka trvání datasegmentu je dána rozdílem mezi začátkem datasegmentu (Start time of fault) a jeho koncem (End time of fault)
- Start time of fault – čas začátku datasegmentu
- End time of fault – čas konce datasegmentu
- Breaker disconnected fault – vypínač přerušil průchod zkratového proudu ve fázích indikovaných jako L1/L2/L3 (jen u datasegmentů obsahující zkrat – typ Fault, SC)
- Breaker closed to fault – vypínač sepnul vývod do zkratu ve fázích indikovaných jako L1/L2/L3 (jen u datasegmentů obsahující zkrat – typ Fault, SC)
- Breaker opened – stav vypínače ve fázích indikovaných jako L1/L2/L3 (1 – rozepnutý, 0 - sepnutý)
- $U_{L1\ rms}, U_{L2\ rms}, U_{L3\ rms}$  – průměrná efektivní hodnota fázových napětí v datasegmentu ve V
- $U_{L1\ ph}, U_{L2\ ph}, U_{L3\ ph}$  – průměrná hodnota úhlu fázových napětí v datasegmentu ve °
- $I_{L1\ rms}, I_{L2\ rms}, I_{L3\ rms}$  – průměrná efektivní hodnota fázových proudů v datasegmentu v A
- $I_{L1\ ph}, I_{L2\ ph}, I_{L3\ ph}$  – průměrná hodnota úhlu fázových proudů v datasegmentu ve °
- $I_{E\ rms}$  – průměrná efektivní hodnota proudu zemí v datasegmentu v A
- $I_{E\ ph}$  – průměrná hodnota úhlu proudu zemí v datasegmentu ve °
- $I_{E\ TERMS}$  – skutečná efektivní hodnota zemního proudu (3 x netočivá složka proudu na vývodu) – obsahuje i harmonické zkreslení proudu  $I_E$
- $U^{(0)}_{rms}, U^{(1)}_{rms}, U^{(2)}_{rms}$  – průměrná efektivní hodnota souměrných složek napětí v datasegmentu ve V
- $U^{(0)}_{ph}, U^{(1)}_{ph}, U^{(2)}_{ph}$  – průměrná hodnota úhlu souměrných složek napětí v datasegmentu ve °
- $I^{(0)}_{rms}, I^{(1)}_{rms}, I^{(2)}_{rms}$  – průměrná efektivní hodnota souměrných složek proudu v datasegmentu v A
- $I^{(0)}_{ph}, I^{(1)}_{ph}, I^{(2)}_{ph}$  – průměrná hodnota úhlu souměrných složek proudu v datasegmentu ve °





Obrázek 4 Popis poruchového záznamu

Pokud je v **Detailu** poruchy kromě záložky **Master** ještě další záložka s odlišným označením, jedná se o poruchu, která byla oboustranně napájena, a kromě vývodové ochrany s označením **Master** ji zaznamenala i další vývodová ochrana „Slave“ v opačném směru napájení. Protože je pro lokalizaci použit i poruchový záznam vývodové ochrany Slave, je tento stejným způsobem zpracován a uložen. Na této záložce je pak naprosto identickým způsobem popsán i poruchový záznam této „Slave“ vývodové ochrany.





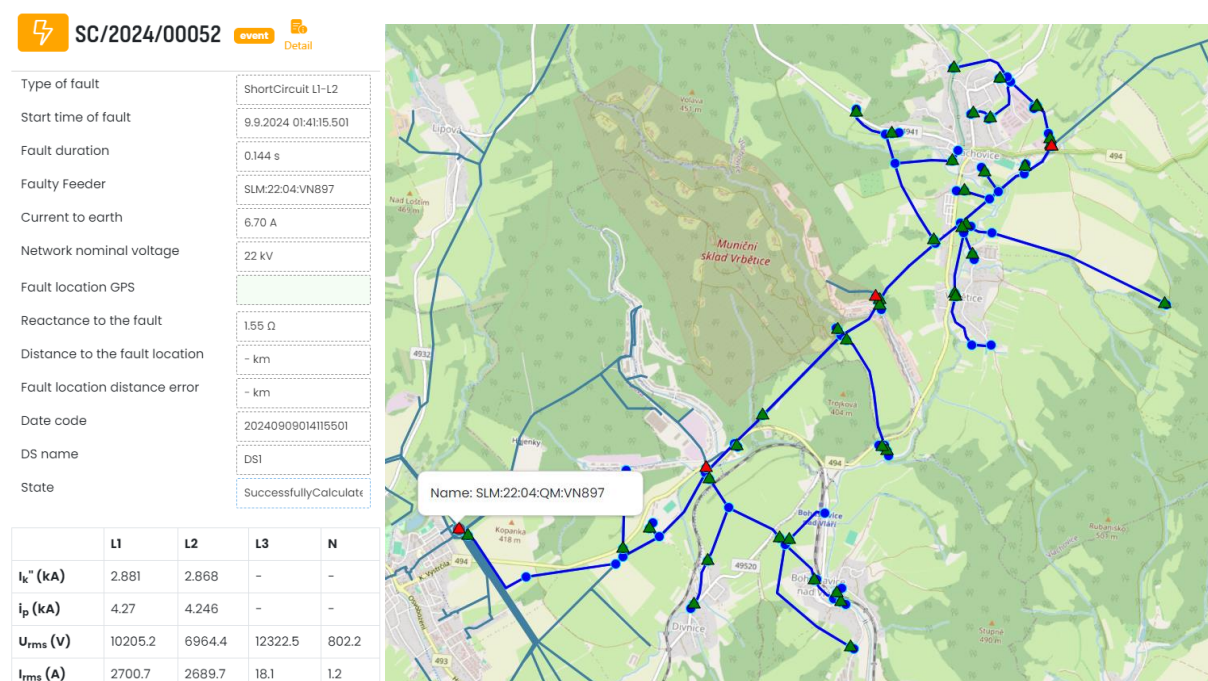
## Fault Event – Fault location

Lokalizaci poruch typu zkrat (SC) systémem FRA lze rozdělit na dvě specifické úlohy, které se liší způsobem výpočtu reaktance poruchové smyčky a následným stanovením místa poruchy na základě této hodnoty:

### a) Jednostranně napájené vedení

V případě řešení poruchové události, která nastala v radiální síti a byla identifikována a zaznamenána jednou vývodovou ochranou je porucha napájena jediným zdrojem poruchového proudu a reaktanci poruchy tak lze určit z proudů a napětí zaznamenaných touto vývodovou ochranou. Radiální uspořádání postiženého vývodu však komplikuje jednoznačné přiřazení místa poruchy k vypočtené hodnotě reaktance a lokalizace je úspěšná jen v případě, kdy hodnotě vypočtené reaktance odpovídá jediné místo na postiženém vývodu.

Pokud vypočtené hodnotě reaktance odpovídá více míst na postiženém vývodu, nelze poruchu považovat za lokalizovatelnou – v jejím popisu se nezobrazí GPS souřadnice v položce Fault location GPS, ani další koordináty určující její polohu v **Detailu** poruchy nebo mapovém podkladu (*Distance from start node, Faulted element, Faulted element node*). Stav poruchové události je označen jako *SuccessfullyCalculatedWithAlert* a výstraha je dále upřesněna poznámkou: *Nelze určit místo polohy*. Příklad takové neúspěšné lokalizace je uveden na Obrázek 5.



Obrázek 5 Příklad neúspěšné lokalizace jednostranně napájené poruchy

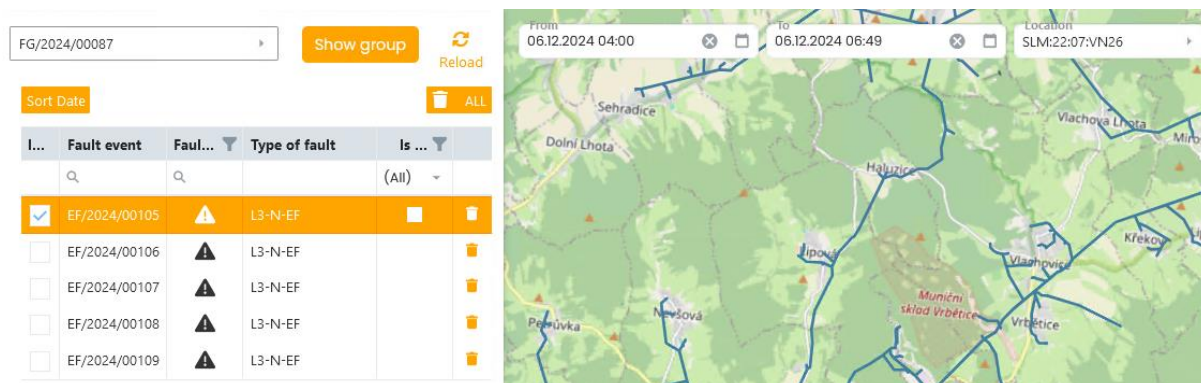
### b) Oboustranně napájené vedení

V případě řešení poruchové události, která nastala v okružní nebo průběžné síti a byla identifikována a zaznamenána vývodovými ochranami na obou koncích postiženého vedení, jde o poruchu napájenou ze dvou zdrojů poruchového proudu. Pro určení reaktance poruchy jsou použity proudy a napětí zaznamenané oběma vývodovými ochranami a použitý princip výpočtu vycházející z řešení dvou poruchových smyček umožňuje eliminovat chybu lokalizace, kterou při oboustranném napájení způsobuje odpor poruchy. Takto je porucha lokalizována zcela jednoznačně a výsledku lokalizace odpovídá jediná bod v mapovém podkladu.

## Seskupování poruchových událostí – Fault Group

Každá poruchová událost má kromě jednoznačných identifikátorů také přiděleno označení poruchové skupiny FG (Fault Group). Pokud u vybraných poruch změním přidělené označení poruchové skupiny na jedno společné, můžeme sloučit poruchové události, které jsou místně a časově shodné a u kterých předpokládáme, že vznikly ze stejné příčiny – poruchy na stejném prvku soustavy. Vyhodnocením skupiny poruch lze zvýšit přesnost lokalizace a přiblížit se skutečné příčině poruchy. Rovněž seskupení poruch může být použito pro detailní popis daných poruchových událostí a detailní analýzu jejich příčiny a projevu.

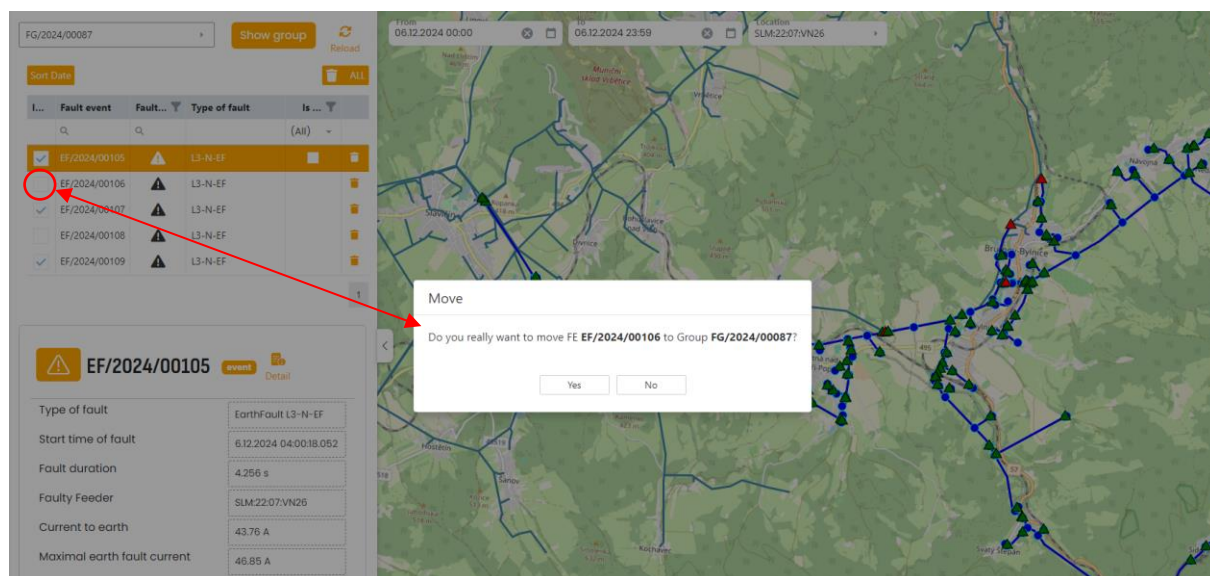
Pro vyhledávání poruchových událostí vhodných k seskupení lze použít filtry mapového podkladu se zobrazením poruchových událostí a vyfiltrovat poruchy ve vybraném vývodu (Location) a časovém intervalu (From – To).



I...	Fault event	Fault...	Type of fault	Is ...
<input checked="" type="checkbox"/>	EF/2024/00105	⚠	L3-N-EF	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	EF/2024/00106	⚠	L3-N-EF	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	EF/2024/00107	⚠	L3-N-EF	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	EF/2024/00108	⚠	L3-N-EF	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	EF/2024/00109	⚠	L3-N-EF	<input type="checkbox"/>

Tímto krokem se provede výběr poruchových událostí které nastaly na vybraném vývodu v rozmezí definovaných časů – mohou mít stejnou příčinu a lze provést jejich analýzu s případným seskupením.

Pokud uvedené události mají stejnou příčinu, lze k vybrané (podbarvena žlutě viz obr. výše) poruchové události přidat postupně ty, které jsou místně a časově podobné tak, že se u nich označí políčko Included v prvním sloupci tabulky. Postup je ilustrován na Obrázek 6, kde je k vybrané události EF/2024/00105 skupiny FG/2024/00087 přidána poruchová událost EF/2024/00106.

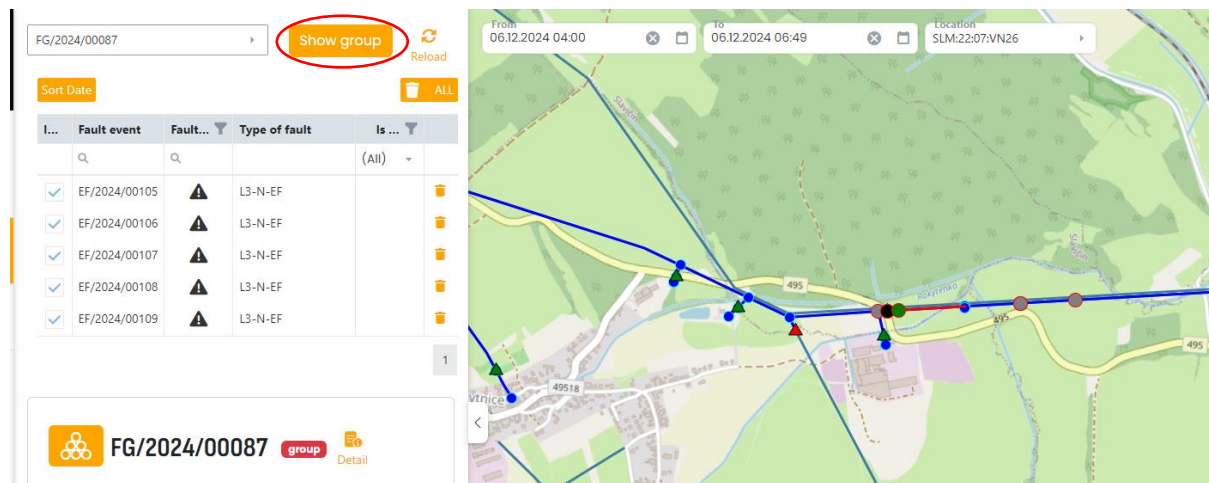


Obrázek 6 Přidání poruchové události do skupiny

Vytvořenou skupinu poruchových událostí teď můžeme zobrazit pomocí tlačítka Show group (zobrazí detail vybrané skupiny) v mapovém podkladu a se základními informacemi v jejím popisu – viz Obrázek 7. V mapovém podkladu se zobrazí všechny lokalizované poruchové události zahrnuté do skupiny a uvedené v seznamu poruchových událostí. Aplikací tlačítka Show group se provede automatické nastavení filtrů tak, aby obsahovala tabulka všechny události v dané skupině. Filtry mapového podkladu odpovídají místu (postiženému vývodu) a

časovému rozmezí od počátku první poruchové události ve skupině až po konec té poslední ve skupině. Rozšířením času takto automaticky nastaveného filtru je možné tabulku událostí doplnit o další možné relevantní poruchy (např. v situaci kdy dohledávání poruchy nebylo ještě ukončeno).

*Pozn.: Vzhledem k tomu, že má každá poruchová událost přednastaveno unikátní číslo poruchové skupiny (FG), může skupinu tvořit i jedna jediná poruchová událost. S tou lze pak pracovat stejně jako se skupinou více poruchových událostí!*



Obrázek 7 Zobrazení skupiny

## Popis skupiny poruch - Fault Group basic information

Popis skupiny poruchových událostí vychází ze stejných položek (Tabulka 2), jako popis jedné poruchové události a také její zobrazení v mapovém podkladu odpovídá zobrazením jednotlivých poruchových událostí. Při popisu a zobrazení skupiny se však mění význam některých položek nebo barevné značení indikátorů polohy v mapovém podkladu:

1. Typ poruchy (Type of fault) – je stanoven, jako průnik typů poruch ve skupině, na základě toho jakými typy poruch jsou jednotlivé poruchové události. Pokud je shoda typu poruchy u všech událostí, vyplní se zde daný typ. Pokud je shoda na alespoň na charakteru poruchy Zemní spojení/Zkrat vyplní se zde EarthFault/ShortCircuit. Pokud jsou poruchové události různého typu je výsledkem popis CombinedFault.
2. Počátek poruchy (Start time of fault) je počátkem první poruchy ve skupině
3. Konec poruchy (End time of fault) je koncem poslední poruchy ve skupině
4. Místo poruchy (Fault location GPS) je místem tzv. prioritní lokalizace, tedy výsledku lokalizace té poruchové události ve skupině, která byla vyhodnocena jako důvěryhodná (jednoznačná) – tato poruchová událost je v seznamu poruchových událostí zařazených do skupiny označena červeným symbolem typu poruchy – viz Obrázek 8. Výsledky lokalizace ve zbývajících poruchových událostech jsou v mapovém podkladu podbarveny šedou barvou a jejich souřadnice se v popisu skupiny neuvádí.

*Pozn.: Jako prioritní lokalizace je označena poruchová událost dané skupiny, Parametry této prioritní události skupiny se propisují do detailních informací dané FG. Jako prioritní je označena událost (FE) s největší vzdáleností od napájecí rozvodny, která má validní lokalizaci (GPS pole je podbarveno zeleně), pokud nemá ani jedna událost validní lokalizaci, pak je prioritní bílé podbarvení (nelze rozhodnout o věrohodnosti) a naposledy červené podbarvení (nedůvěryhodná lokalizace) – informace o věrohodnosti lokalizace se rovněž propisuje do pole FG:*

Fault location GPS

17.730210, 49.036



5. Základní popis skupiny obsahuje položku Přesná lokalizace (Exact Location), ve které je tlačítko pro doplnění skutečného místa poruchy do mapového podkladu **Select Location**. Tímto tlačítkem je do mapy vložen pohyblivý bod, který lze umístit podle známé polohy skutečné poruchy. Po jeho umístění je



zbarven zeleně a jeho poloha určuje hodnotu v položce Chyba lokalizace (Fault location distance error) – viz Obrázek 8.

6. Tlačítkem **Detail** umístěným v záhlaví panelu základních informací o skupině poruchových událostí (Obrázek 8) se dále zobrazí panel detailních informací, kde je možno doplnit další skutečnosti zjištěné ve skutečném místě poruchy – viz následující kapitola.

The screenshot displays the 'Fault Group Detail' interface. On the left, a sidebar lists fault details for group 'FG/2024/00087'. The main area shows a map with a fault location marked by a red dot and a distance error of 0.038 km. A table below the map lists fault events, with the event 'EF/2024/00106' highlighted in pink. Annotations include a green box pointing to the 'Exact location' field and a pink box pointing to the highlighted event in the table.

Obrázek 8 Zobrazení a základní popis skupiny poruch

## Popis skupiny poruch - Fault Group detail information

Panel detailních informací FG je rozdělen do dvou částí. V té první je detailní popis skupiny poruch prostřednictvím položek, které jsou identické s detailním popisem poruchové události a jejich význam je uveden v Tabulka 2 s výjimkami, které jsou uvedeny v předchozí kapitole.

Druhá část panelu je určena k popisu skutečné poruchy na základě informací zjištěných poruchovou četou v místě, kde byla nalezena. Tento panel tvoří sadu editovatelných oken, do kterých je možno zadávat detaily skutečné poruchy formou popisu (Enter text), nebo volbou položky z nabídky zobrazené kliknutím do okna (Select). Význam jednotlivých položek je na Obrázek 9 a zadáním uvedených informací o poruše je vytvořena poruchová hlášenka.

Posledním krokem je pak její uložení (**Save**) a autorizace (**Save and Authorize**) pomocí tlačítek vpravo dole (viz Obrázek 9), kdy autorizací poruchy je takto vytvořená poruchová hlášenka uzamčena pro další editaci, stejně jako celá skupina poruchových událostí. Po autorizaci se veškeré informace o poruše a skupině poruch berou jako ověřené, např. pro potřeby statistiky v dalších modulech systému FRA.

Select fault to earthing system relation	Vyberte vztah poruchy k zemnicí soustavě	<input type="text" value="Select..."/>
Describe fault to earthing system relation	Popište vztah poruchy k zemnicí soustavě	<input type="text" value="Enter text..."/>
Describe cause of the fault	Popište příčinu poruchy	<input type="text" value="Enter text..."/>
Select reason of the fault	Vyberte příčinu poruchy	<input type="text" value="Select..."/>
Select faulty device category	Vyberte kategorii zařízení v poruše	<input type="text" value="Select..."/>
Select faulty device type	Vyberte typ zařízení v poruše	<input type="text" value="Select..."/>
Select fault consequence	Vyberte důsledek poruchy	<input type="text" value="Select..."/>
Select danger category of the fault	Vyberte kategorii nebezpečnosti poruchy	<input type="text" value="Select..."/>
Assign faulted earthing system	Zadejte uzemňovací soustavu s poruchou	<input type="text" value="Select..."/>

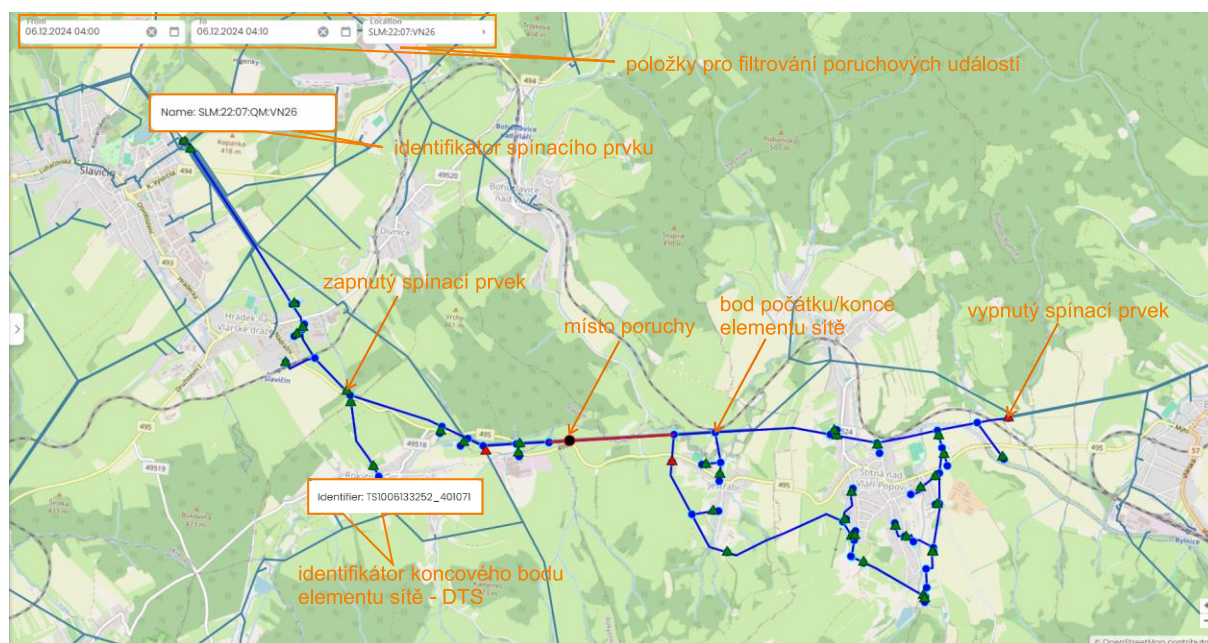
Obrázek 9 Část panelu detailních informací o skupině poruch – poruchová hlášenka

## Legenda mapového podkladu - Network map icon description

Mapový podklad pro zobrazení poruchových událostí je vybaven filtrem pro filtrování, umístěným v horním levém rohu - Obrázek 10. Poruchové události lze pomocí toho filtru vybírat podle místa (Location) – zvolením vývodu vedení v napájecí rozvodně - nebo časovým intervalem (From –To) ve kterém byla poruchová událost zaznamenána. Psaním textu do pole Location umožníte vyhledání potřebného názvu.

Zobrazením poruchové události je místo označené černým bodem, kde byla porucha lokalizována a červeným zbarvením elementu sítě, ve kterém se porucha nalézá – viz Obrázek 10. Poruchová událost je zobrazena ve stavu (konfiguraci) vývodu s poruchou, který odpovídá době jejího vzniku a je dán stavem jednotlivých spínacích prvků (rozpadových míst) ve vývodu na počátku poruchové události (separát vývodu je sytější modře podbarven). Spínací prvky jsou v mapě reprezentovány trojúhelníkovými značkami a jejich aktuální stav je dán jejich podbarvením – zelená = zapnuto, červená = vypnuto. Najetím kurzorem na značku se zobrazí identifikátor konkrétního spínacího prvku. Příkladem identifikátoru spínacího prvku v Obrázek 10 je identifikátor výkonového vypínače ve vývodu napájecí rozvodny VN26.

Celý vývod v aktuálním zapojení je v mapě sítě (dostupném modelu soustavy) zvýrazněn sytou modrou barvou a je rozdělen do jednotlivých úseků vymezených modrými body stejné barvy. Také tyto body mají svá identifikační označení, která se zobrazují umístěním kurzoru. Příklad v Obrázek 10 ukazuje identifikátor koncového bodu elementu sítě s označením TS, který odpovídá distribuční trafostanici (DTS).



Obrázek 10 – Legenda mapového podkladu

## Fault event statistics

Záložka *Statistics* poskytuje uživateli přehled různých ukazatelů vyhodnocených z analyzovaných záznamů. Mezi klíčové metriky patří *Fault frequency statistics* (statistika četnosti poruch) pro identifikaci vzorců poruch, *Auto-reclosing statistics* (statistika automatického opětovného zapínání) pro analýzu účinnosti automatického opětovného zapínání a *Fault event distribution in geomap* (rozložení poruchových událostí v geomapě) pro geografickou vizualizaci výskytů poruch v mapě. Analýza těchto ukazatelů a poznatků přispívá ke zlepšení spolehlivosti, strategií údržby a provozní odolnosti elektrických sítí.

The screenshot shows a dashboard titled 'Statistics' with a sidebar on the left containing navigation options like 'List', 'Browser', 'Statistics', 'Logout', and user information. The main content area contains 8 modules, each with a title, a brief description, and a 'Go to Statistics' button:

- Fault frequency statistics**: Analyzes the occurrence frequency of faults in electrical or energy systems to identify patterns and optimize maintenance.
- Fault event cumulative probability**: Quantifies the likelihood of fault occurrences over a specified period to assess system reliability and risk.
- Fault Event t/IE Classification**: Categorizes fault events based on type and impact for structured analysis and targeted interventions.
- Fault event distribution in geomap**: Visually represents the geographical occurrence of fault events to identify hotspots and prioritize maintenance.
- Voltage events evaluation**: Involves analyzing fluctuations and disturbances in voltage levels to assess their impact on equipment performance and reliability.
- Auto-reclosing statistics**: Analyzes the effectiveness and frequency of automatic reclosing mechanisms to improve system reliability and reduce outage durations.
- Circuit Breaker Statistics**: Provides insights into the performance and reliability of circuit breakers, including metrics like operation frequency and fault clearing effectiveness.
- Fault localization Error**: Refers to the discrepancy between the estimated location of a fault and its actual position, used to improve response strategies and reduce resolution time.

Celkem je v záložce statistiky 8 modulů, umožňující detailní pohled na vybraný ukazatel s využitím různých variant grafů a histogramů. Do detailu každého statistického modulu lze přejít kliknutím na tlačítko *Go to Statistics*. Jednotlivé moduly umožňují filtraci zobrazovaných dat – dle místa a data výskytu, nebo dle typů jednotlivých událostí. Jednotlivé moduly jsou detailněji popsány níže:

### Fault frequency statistics

*Fault frequency statistics* je analýza četnosti výskytu poruch ve zvoleném období na zvoleném území distribuční soustavy. Tato statistika pomáhá identifikovat vzorce vzniku poruch, umožňuje předvídat budoucí problémy a optimalizovat údržbu infrastruktury pro zajištění spolehlivějšího provozu.

V modulu je zobrazen graf četnosti výskytu poruch v jednotlivých letech, kde jsou barevně odlišeny typy zahrnutých poruch. Data je možné filtrovat na základě:

- typu poruchy (*Type of fault*) (viz Tabulka 1),
- časového rozmezí let od-do (*From-To*),
- vývodu z VN rozvodny, respektive vývodové ochrany, která signalizovala vznik poruchy (*Location*),
- označení, zda je porucha autorizována (*Is authorized*).

## Fault frequency statistics [Back](#)

### General

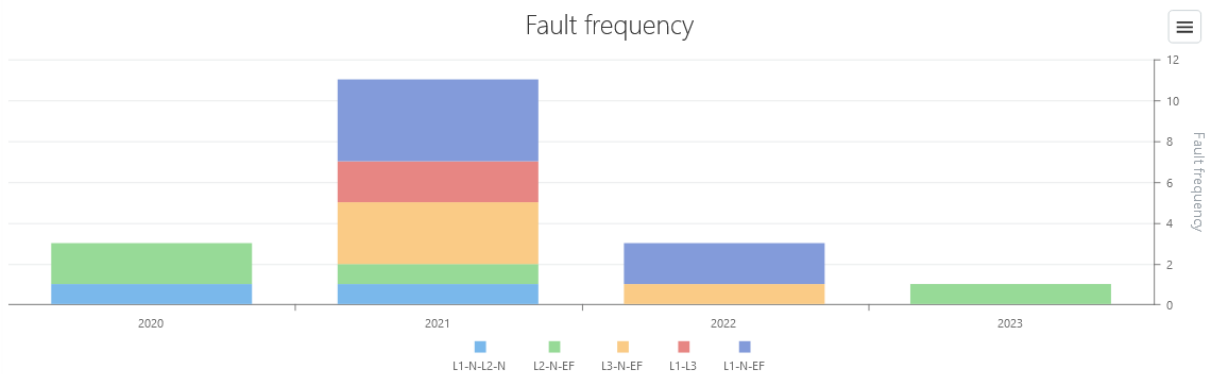
Total fault frequen ...  Records Fault Group

### Filters [Reset](#)

Type of fault

L1-N-EF  L2-N-EF  L3-N-EF  L1-N  L2-N  L3-N  L1-L2  L2-L3  L1-L3  L1-L2-N  L2-L3-N  L1-L3-N  L1-L2-L3  L1-L2-L3-N  L2-N-L3-N  L1-N-L3-N  L1-N-L2-N  L1-N-Lx-N  L2-N-Lx-N  L3-N-Lx-N

From  To  Location AJA31 7SJ85 Kubov...  Is authorized



## Fault event cumulative probability

*Fault event cumulative probability* kvantifikuje pravděpodobnost výskytu poruchových událostí za určité období a poskytuje komplexní pohled na spolehlivost systému. Analýzou kumulativních pravděpodobností lze lépe vyhodnocovat rizika, stanovit priority údržby a zvýšit provozní odolnost.

V sekci General se ve výklopní nabídce vybírá mezi charakteristickými hodnotami proudů v analyzovaných událostech. Charakteristické hodnoty zkratového proudu jsou popsány v tabulce níže. Některé hodnoty jsou zahrnují pouze určité typy poruch zkrat/zemní spojení. Charakteristické hodnoty zkratového proudu jsou v souladu s normou ČSN EN 60909-0. Hodnoty týkající se zemního proudu (*Current to earth, Maximal earth fault current*) jsou popsány již v Tabulka 2. U zkratových proudů lze navíc rozlišovat hodnoty podle jednotlivých fází (L1), (L2), (L3) nebo zahrnout všechny fáze dohromady (L123), zemní proud (trojnásobek netočivé složky proudu) je značen (N).

**Tabulka 3: Charakteristické hodnoty zkratového proudu**

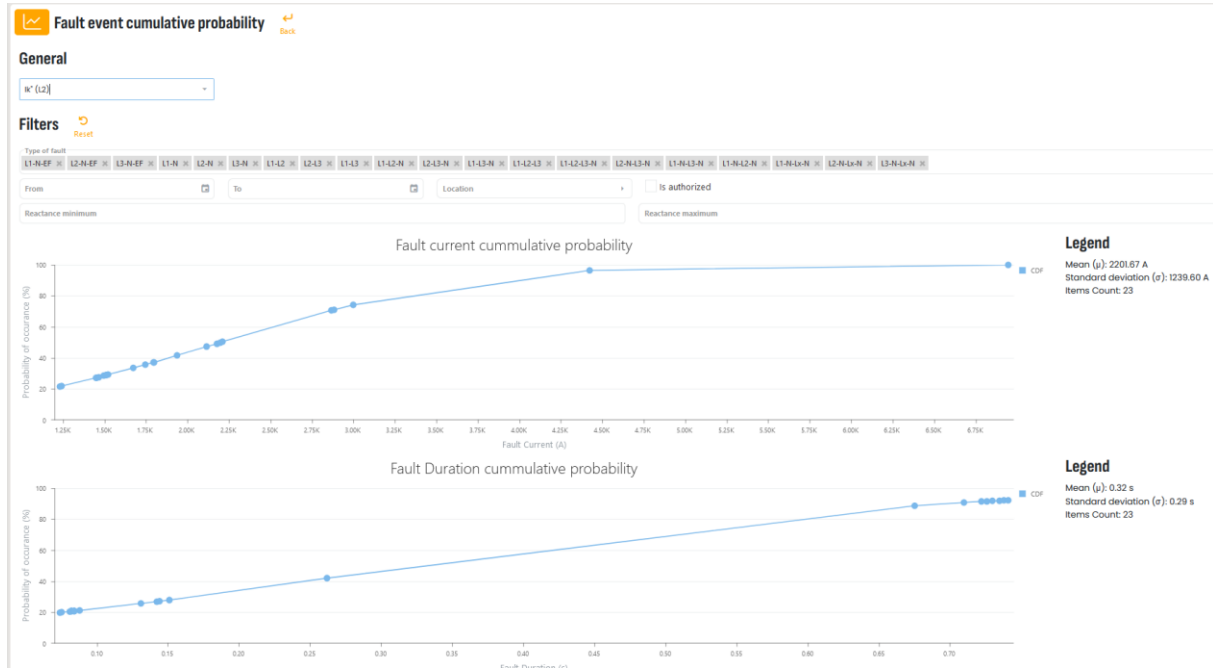
Pouze pro zkraty	Ik''	Počáteční souměrný rázový zkratový proud
	ip	Nárazový zkratový proud
	Ib	Vypínací zkratový proud
	Ik	Ustálený zkratový proud
	Ith	Ekvivalentní oteplovací zkratový proud
	Idc	Stejnoseměrná složka zkratového proudu
Pro zkraty a zemní spojení	Current to earth	Poruchový proud uzavírající se zemí (bližší popis v Tabulka 2)
Pouze pro zemní spojení	Maximal earth fault current	Maximální poruchový proud uzavírající se zemí (bližší popis v Tabulka 2) – je dopočítán pouze u zemního spojení, kde odpovídá kovovému zemnímu spojení

Kumulovaná pravděpodobnost je vykreslena v grafech pomocí křivky distribuční funkce. Horní graf ukazuje rozdělení velikosti zvoleného poruchového proudu, dolní graf ukazuje rozdělení doby trvání poruchy. Legenda na pravé straně doplňuje informace o zobrazovaném statistickém souboru – aritmetický průměr (*Mean*), standardní odchylku (*Standard deviation*) a počet zahrnutých vzorků – událostí (*Items Count*).

Zobrazovaný statistický soubor lze filtrovat dle několika parametrů:

- typu poruchy (*Type of fault*) (viz Tabulka 1),
- časového rozmezí let od-do (*From-To*),
- vývodu z VN rozvodny, respektive vývodové ochrany, která signalizovala vznik poruchy (*Location*),
- označení, zda je porucha autorizována (*Is authorized*),
- rozmezí zkratové reaktance (vedení mezi napájecí rozvodnou a místem poruchy) (*Reactance minimum – Reactance maximum*),
- rozmezí velikosti poruchového proudu (*ikMinimum-ikMaximum*).






## Fault event time/earth fault classification

Tento modul – Klasifikace poruchových událostí dle času a zemního proudu – kategorizuje poruchové události na základě jejich typu a dopadu, což umožňuje strukturovanou analýzu poruch systému. Tato klasifikace pomáhá identifikovat kritické způsoby poruch, provádět cílené zásahy a zlepšovat celkovou spolehlivost a bezpečnost systému.

Modul zobrazuje dva histogramy – rozdělení událostí dle doby trvání a rozdělení dle velikosti zemního proudu.

Jednotlivé typy zobrazovaných poruch jsou barevně odlišeny. Kliknutí na tlačítko  nabízí možnost exportu grafu do formátů PNG, JPEG, PDF a SVG. Zobrazovaný statistický soubor v grafech lze filtrovat dle několika parametrů:

- typu poruchy (*Type of fault*) (viz Tabulka 1),
- časového rozmezí s rozlišením na měsíce od-do (*From-To*),
- vývodu z VN rozvodny, respektive vývodové ochrany, která signalizovala vznik poruchy (*Location*),
- označení, zda je porucha autorizována (*Is authorized*),
- rozmezí zkratové reaktance (vedení mezi napájecí rozvodnou a místem poruchy) (*Reactance minimum – Reactance maximum*).

## Fault Event t/IE Classification ↶ Back

### Filters ↻ Reset

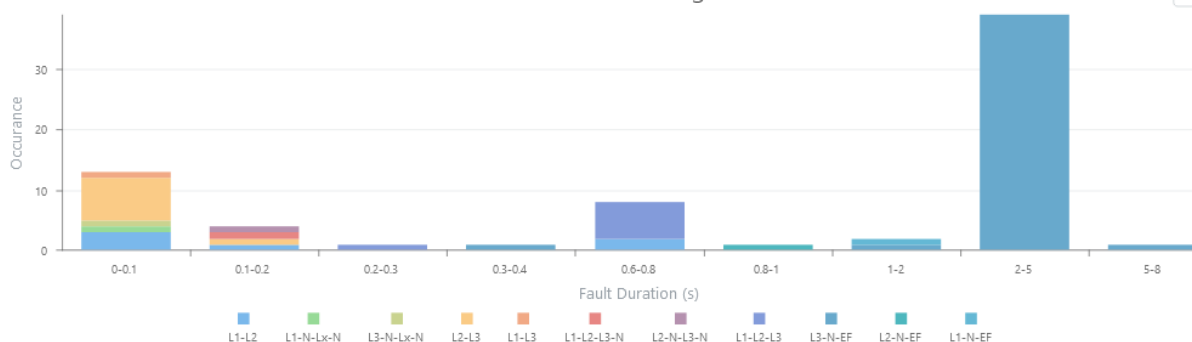
Type of fault

L1-N-EF × L2-N-EF × L3-N-EF × L1-N × L2-N × L3-N × L1-L2 × L2-L3 × L1-L3 × L1-L2-N × L2-L3-N × L1-L3-N × L1-L2-L3 × L1-L2-L3-N × L2-N-L3-N × L1-N-L3-N × L1-N-L2-N × L1-N-Lx-N × L2-N-Lx-N × L3-N-Lx-N ×

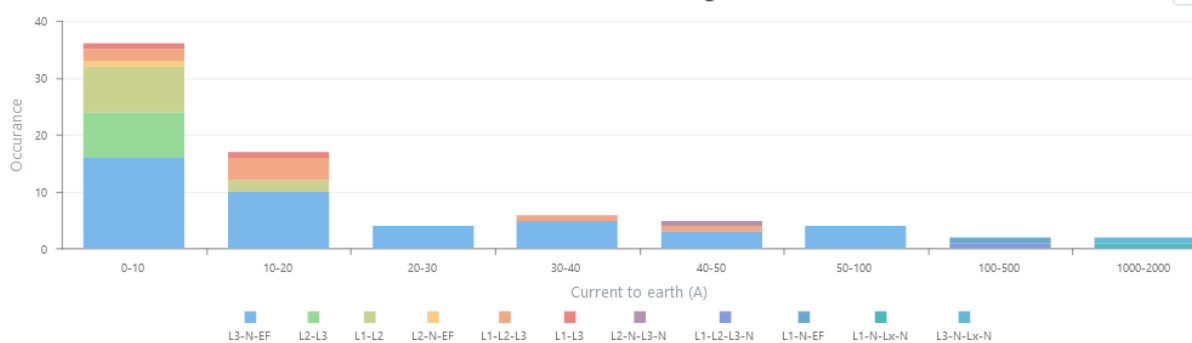
From 📅 To 📅 March 2025 🗑️ 📅 Location Select...  Is authorized

Reactance minimum  Reactance maximum

### Time duration histogram



### Current to earth histogram



## Fault event distribution in geomap

Statistický modul *Fault event distribution in geomap* – Rozložení poruchových událostí v mapě – vizuálně znázorňuje geografický výskyt poruchových událostí v elektrické síti. Toto mapování umožňuje identifikovat problematické lokality a odhalovat vzorce vzniku poruch.

Mapové zobrazení vykresluje topologii distribuční sítě se zvýrazněním úseků vedení, na kterých byla porucha lokalizována. Kritérium pro rozlišení událostí se volí ve výklopní nabídce v sekci *General* v položce *Fault Event Distribution*. Kategorie, dle kterých lze události hodnotit jsou:

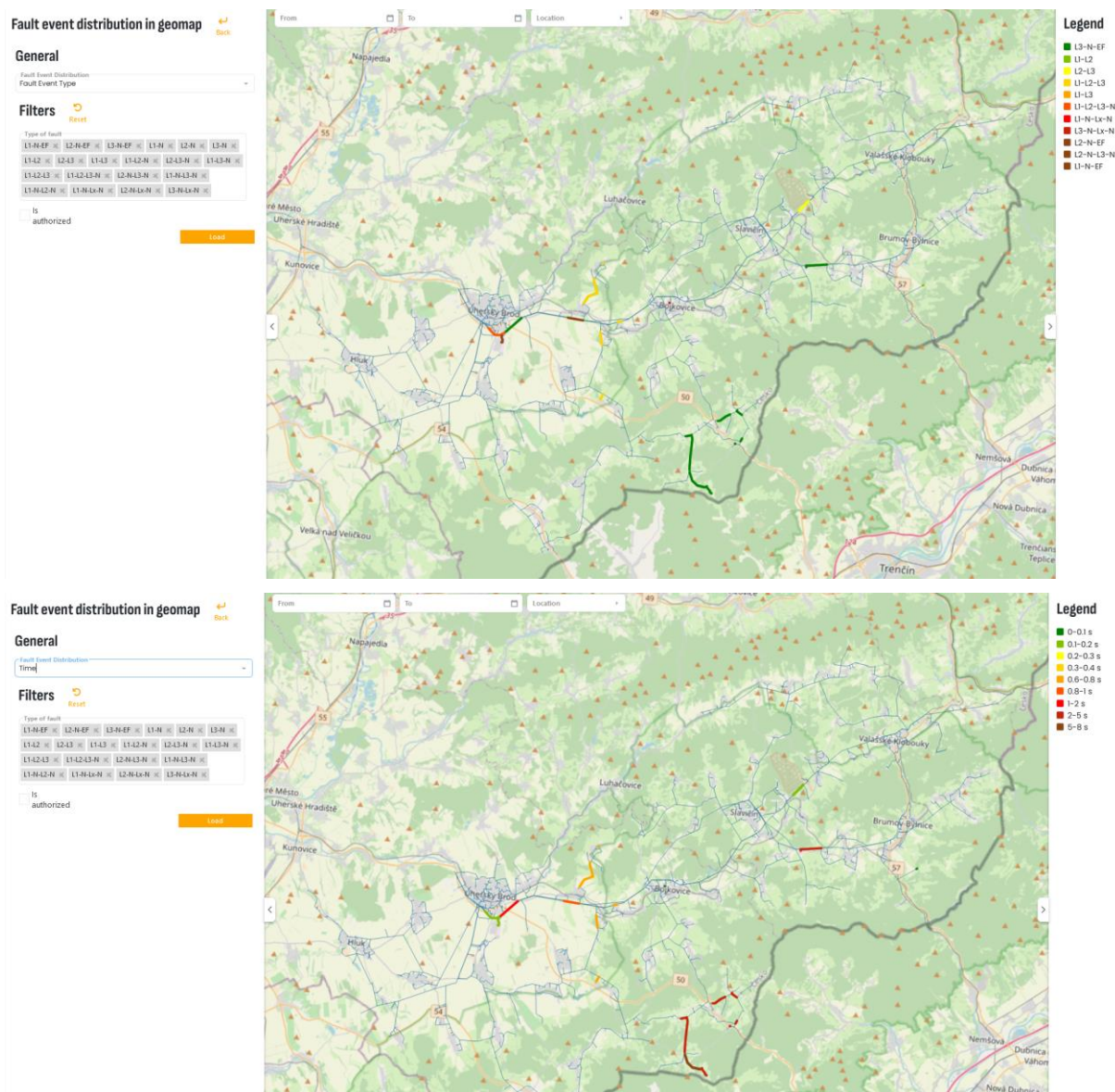
- typu poruchy (*Fault Event Type*),
- doby trvání události (*Time*),
- velikosti zemního proudu (*Current to Earth*),
- chyba lokalizace poruchy (*Fault Location Distance Error*).

V části *Filters* lze pak omezit statický soubor dle

- typu poruchy (*Type of fault*) (viz Tabulka 1),

- označení, zda je porucha autorizována (*Is authorized*).

V pravé části obrazovky je legenda (*Legend*), kde jsou v barevné škále rozlišeny zobrazované události.



## Voltage events evaluation

Modul vyhodnocení napěťových událostí (*Voltage events evaluation*) zahrnuje analýzu poklesů, navýšení a přerušení napětí, tedy průběžných napěťových událostí.

V modulu jsou k zobrazení dvě sady grafů – první typ vykresluje distribuční funkci, druhý typ pak rozložení událostí podle zbytkového napětí a doby trvání dle příslušné normy ČSN EN 50160.

Statistický soubor zobrazovaných událostí lze standardně filtrovat dle

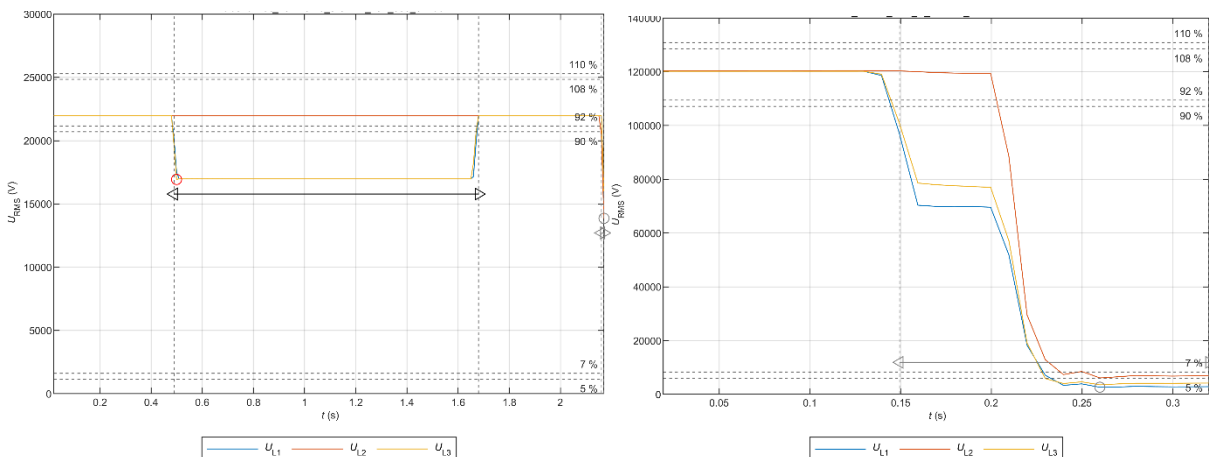
- typu poruchy (*Type of fault*) (viz Tabulka 1),
- časového rozmezí let od-do (*From-To*),
- vývodu z VN rozvodny, respektive vývodové ochrany, která signalizovala vznik poruchy (*Location*),

- označení, zda je porucha autorizována (*Is authorized*),

Dále jsou doplněny filtry:

- označení, da mají být zahrnuty jen ty události, které skončily v rámci analyzovaného COMTRADE záznamu (*Only completed voltage events*).

Na obrázku je příklad řádně skončené události v rámci záznamu (vlevo) a události neskončené v rámci záznamu (vpravo).

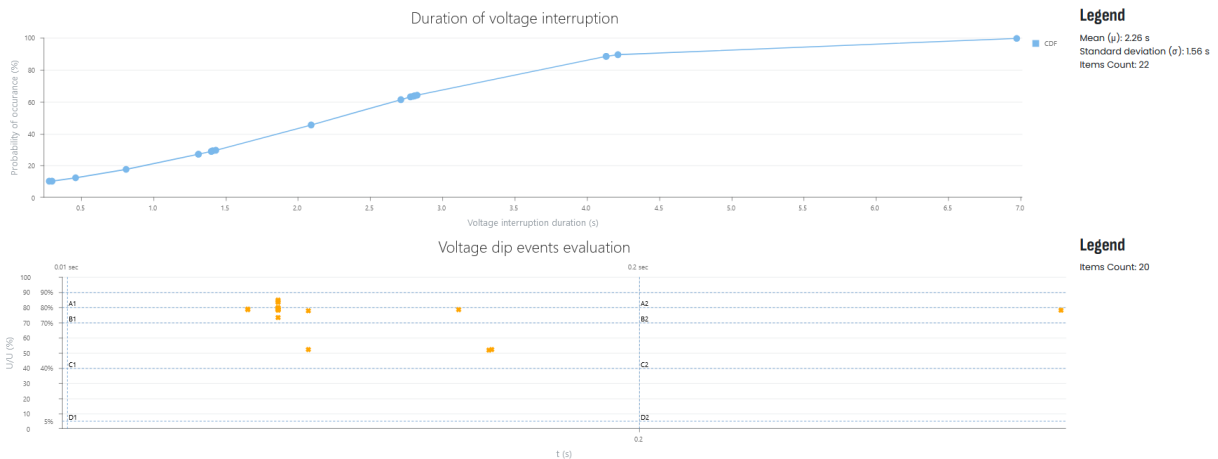


- zahrnutí pouze událostí, k nimž došlo v definovaných fázích (*Only voltage events in phase*). S využitím přechozího obrázku lze toto zvýšení napětí (a vyfiltrovat) fází L2.

První dva grafy ukazují rozložení extrémů charakteristických hodnot poklesů, respektive zvýšení napětí. U poklesů (*dip*) se jedná o zbytkové napětí  $U_{res}$  vyjádřené v poměrné hodnotě vůči jmenovitému napětí. Toto napětí je definováno jako nejnižší změřené napětí při poklesu na kterémkoliv kanálu. U zvýšení (*swell*) napětí se jedná o maximální napětí při zvýšení, které je definováno jako nejvyšší změřené napětí při zvýšení na kterémkoliv kanálu. Osa x odpovídá těmto hodnotám napětí, osa y kumulované pravděpodobnosti, legenda na pravé straně doplňuje informace o zobrazovaném statistickém souboru – aritmetický průměr (*Mean*), standardní odchylku (*Standard deviation*) a počet zahrnutých vzorků – událostí (*Items Count*).


Obdobně je pomocí distribuční funkce vykreslena i kumulovaná pravděpodobnost pro přerušení napětí (*interruption*). Na ose y je však vynesena doba trvání přerušení ve vteřinách.





Druhá část se týká vyhodnocení napěťových událostí – zařazení do kategorií popsaných v ČSN EN 50160. Tyto kategorie jsou rozděleny dle délky trvání události a velikosti relativního zbytkového napětí  $u$ , respektive maximálního napětí při zvýšení. V grafu jsou jednotlivé události reprezentovány body v rovině s naznačenými a vymezenými kategoriemi A1 až D5. V tabulce jsou pak uvedeny počty událostí v jednotlivých kategoriích. Stejný přehled je proveden pro zvýšení napětí.

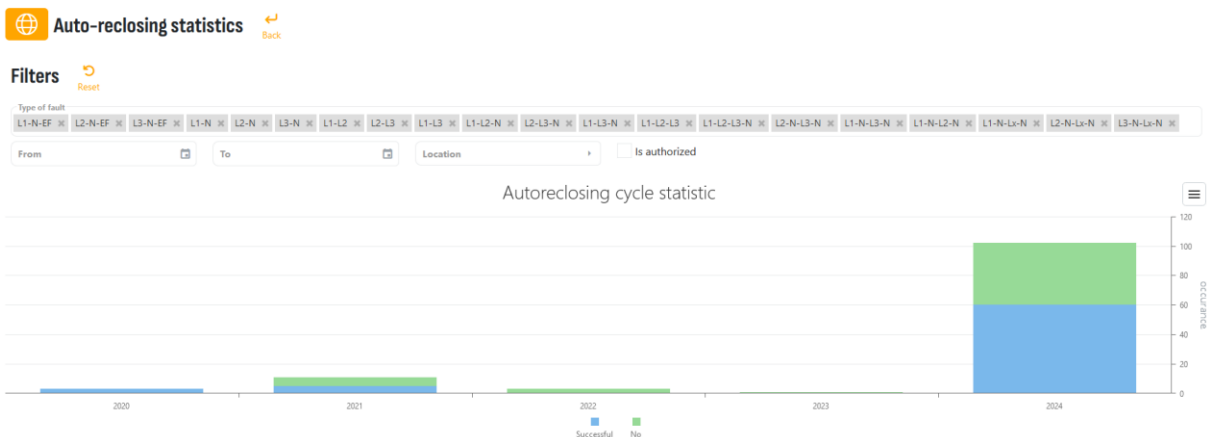
## Auto-reclosing statistics

Modul statistiky automatického opětovného zapínání (*Auto-reclosing statistics*) analyzuje účinnost a četnost automatických mechanismů opětovného zapínání v distribuční síti po výskytu poruchy. Kliknutí na tlačítko  nabízí možnost exportu grafu do formátů PNG, JPEG, PDF a SVG.

V modulu jsou k zobrazení dva grafy – první typ je sloupcový graf s vyobrazením počtu cyklů OZ s rozlišením, zda je úspěšný (*Successful*), či nikoliv (*No*).

Statistický soubor zobrazovaných událostí lze standardně filtrovat dle

- typu poruchy (*Type of fault*) (viz Tabulka 1),
- časového rozmezí let od-do (*From-To*),
- vývodu z VN rozvodny, respektive vývodové ochrany, která signalizovala vznik poruchy (*Location*),
- označení, zda je porucha autorizována (*Is authorized*).



## Circuit Breaker Statistics

Modul *Circuit Breaker Statistics* poskytuje přehled o schopnosti a spolehlivosti jističů v distribuční soustavě, zahrnující ukazatele jako je spínací frekvence, čas vypnutí a účinnost odepínání poruch.

Zobrazované události lze standardně filtrovat dle

- typu poruchy (*Type of fault*) (viz Tabulka 1),
- časového rozmezí let od-do (*From-To*),
- vývodu z VN rozvodny, respektive vývodové ochrany, která signalizovala vznik poruchy (*Location*),
- označení, zda je porucha autorizována (*Is authorized*).

Kliknutí na tlačítko  nabízí možnost exportu grafu do formátů PNG, JPEG, PDF a SVG.

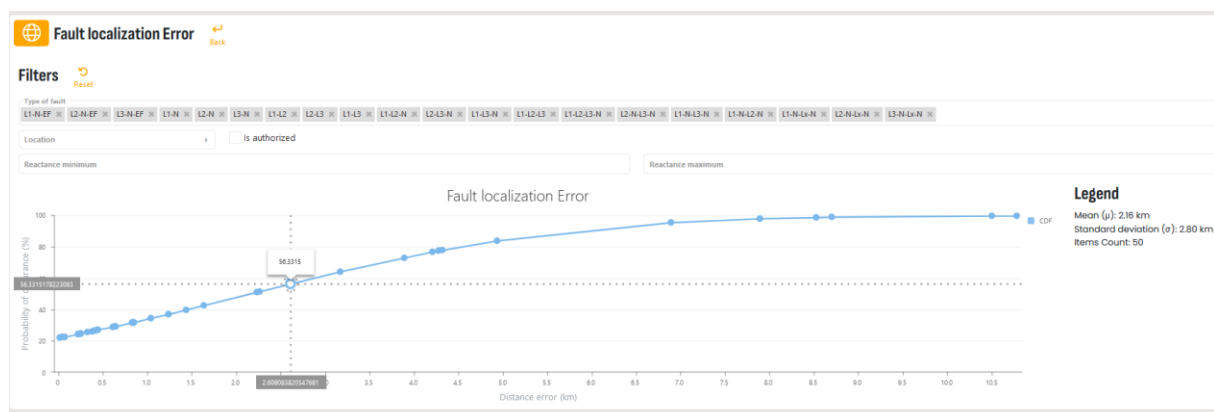


## Fault localization Error

Modul *Fault localization Error* – Odchylka lokalizace poruchy – vyhodnocuje rozdíl mezi estimovaným místem poruchy (určenou algoritmem pro výpočet místa poruchy na základě poruchových záznamů) a její skutečnou lokalitou (zadanou pracovníkem provozovatele DS).

Data chyb lokalizace jsou vykreslena pomocí distribuční funkce, kdy na ose x je odchylka lokalizace v kilometrech; na ose y je pak kumulovaná pravděpodobnost. Legenda na pravé straně doplňuje informace o zobrazovaném statistickém souboru – aritmetický průměr (*Mean*), standardní odchylku (*Standard deviation*) a počet zahrnutých vzorků – událostí (*Items Count*).

- typu poruchy (*Type of fault*) (viz Tabulka 1),
- časového rozmezí s rozlišením na měsíce od-do (*From-To*),
- vývodu z VN rozvodny, respektive vývodové ochrany, která signalizovala vznik poruchy (*Location*),
- označení, zda je porucha autorizována (*Is authorized*),
- rozmezí zkratové reaktance (vedení mezi napájecí rozvodnou a místem poruchy) *Reactance minimum* – *Reactance maximum*.



## Požadavky na parametrizaci poruchového záznamu IED

Pro zajištění kompatibility poruchových záznamů a systému FRA je níže uvedeno doporučení pro nastavení poruchových zapisovačů vývodových ochran (IED).

### Analogové signály:

Poruchový záznam musí obsahovat informaci o tří fázových proudech na monitorovaném vývodu a tří fázových napětí, které mohou být doplněny o zemní proud IE a netočivou složku napětí  $3xU_0$ . Alternativně lze využít tři sdružená napětí a netočivou složku napětí či  $3xU_0$  (preferovány jsou fázové napětí).

### Digitální signály:

V poruchovém záznamu musí být ukládána alespoň informace o stavu vývodového vypínače (VYP) – třípólového (VN) nebo jednotlivých pólů jednopólového vypínače (VVN).

	Název kanálu = ID kanálu	CCBM	Typ kanálu	Název na vstupu do FRA modulu
Proud L1	'iL1','Ia','MMI3f1:I L1'	1	Analogový	iL1
Proud L2	'iL2','Ib','MMI3f1:I L2'	2	Analogový	iL2
Proud L3	'iL3','Ic','MMI3f1:I L3'	3	Analogový	iL3
Proud E	'IE','I','MMI3f1:IN'	4	Analogový	In
Fázové napětí L1	'uL1','Va-g','MMU3f1:U L1'	5	Analogový	uL1
Fázové napětí L2	'uL2','Vb-g','MMU3f1:U L2'	6	Analogový	uL2
Fázové napětí L3	'uL3','Vc-g','MMU3f1:U L3'	7	Analogový	uL3
Napětí sousledná složka	'uN','I','I'	8	Analogový	<i>Nevyužito</i>
Stav vypínače (Vyp=1) L123	'1pole open L1', 'QM OFF'	591	Digitální	L1open, L2open, L3open
Stav vypínače (Vyp=1) L1	'1pole open L1', 'CB1', 'L1open'	591	Digitální	L1open
Stav vypínače (Vyp=1) L2	'1pole open L2', 'CB2', 'L2open'	592	Digitální	L2open
Stav vypínače (Vyp=1) L3	'1pole open L3', 'CB3', 'L3open'	593	Digitální	L3open

Pozn.:

*Povely vypínače lze použít, když není znám/uložen kanál Stav vypínače ke zpětnému dopočtu stavu vypínače (přibližně). Pokud v průběhu celého comtrade nebyl žádný povel na vypínač (tj. oba povely jsou po celou dobu 0), pak nelze stav vypínače rekonstruovat – defaultně se bere, že byl zapnutý, tedy nastaví se stav vypínače po celou dobu comtrade = 0.*

*Pokud v Comtrade není kanál Proud E, lze tento dopočítat prostým sečtením všech tří kanálů proudu (viz funkce fce\_Vdip2\_ReconstructIefromPh). Z comtrade se ještě bere jeho vzorkovací frekvence, která je označena jako VZcomCFG (ve struktuře Vdip) a VZcom (jako vstupní proměnná do FRAsmelcovacSequence)*

### **Doporučené nastavení poruchového zapisovače pro ochrany SIprotect:**

Sip 4 – 800 Hz, 5s záznam Save with Trip, prior/after time 0.2s

Sip 5 – 4 kHz, 5s záznam Save with Trip, prior/after time 0.2s



**Pozn.:**

*Ochrana Siprotec 4 7SI63 má samplovací frekvenci 800Hz, max. délka záznamu 5s, trip log eviduje max. 8 záznamů (délka záznamu je vždy podle doby trvání poruchy - v případě delších poruch je zaznamenáno max. 5s - + prior/after time 0.2s). Nové záznamy přepisují ty staré => max. může být celkem uloženo 5s záznamů. Možnost max. délky jednoho záznamu 5s má své pro i proti viz. pokusné záznamy. Na konečné max. délce se musíme ještě domluvit.*

*Typ záznamu je Power System Fault (jednotlivé Fault eventy spolu související jsou v jednom záznamu).*





ELVAC SOLUTIONS s.r.o.  
Hasičská 53  
700 30 Ostrava-Hrabůvka

Tel: +420 597 407 500  
E-mail: [solutions@elvac.eu](mailto:solutions@elvac.eu)  
[www.elvac.eu](http://www.elvac.eu)