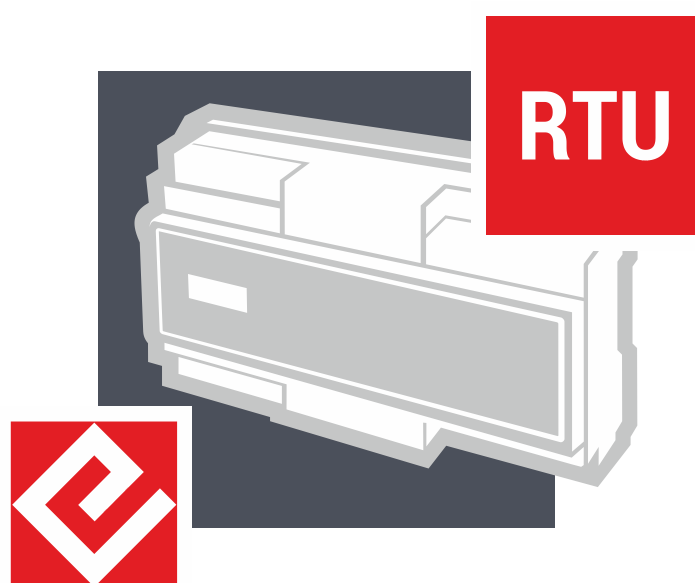




# Uživatelská příručka k SW systému Vdip2



T A  
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)

*Výzkum užitečný pro společnost.*

Číslo projektu: TK04020187

Název projektu: Vývoj systému pro lokalizaci poruch Vdip 2. generace



## OBSAH

1. Úvod .....	3
2. Lokalizace poruch systémem Vdip.....	3
2.1. Technický popis.....	3
3. Uživatelské rozhraní systému Vdip2 .....	4
3.1. Fault event list.....	5
3.2. Fault event browser .....	8
3.3. Seskupování poruchových událostí – Fault Group .....	11
3.3.1. Popis skupiny poruch - Fault Group basic information .....	12
3.3.2. Popis skupiny poruch - Fault Group detail information .....	13
3.4. Legenda mapového podkladu - Network map icon description .....	14
4. Uživatelské rozhraní modulu VQI .....	15
4.1. Hlavní karta modulu VQI.....	16
4.1.1. Setting .....	17
4.1.2. Detail Settings .....	18
4.2. Načtení dat VQI.....	20
4.2.1. Tabulky a grafy s výsledky VQI .....	20
4.2.2. Mapový podklad VQI .....	22



## 1. ÚVOD

Tato příručka popisuje uživatelské rozhraní SW balíku systému pro lokalizaci poruch Vdip2 a modulu pro prezentaci indexu kvality napětí VQI, které jsou určeny pro monitorování distribuční soustavy vysokého napětí. Tento systém a jeho SW nadstavba byla vyvinuta s finanční podporou projektu TAČR TK04020187 - Vývoj systému pro lokalizaci poruch Vdip 2. generace (Vdip2). SW balík Vdip2 v sobě integruje funkce pro lokalizaci poruchových stavů, které jsou chráněny evropským patentem EP2940483 a národním patentem 305209.

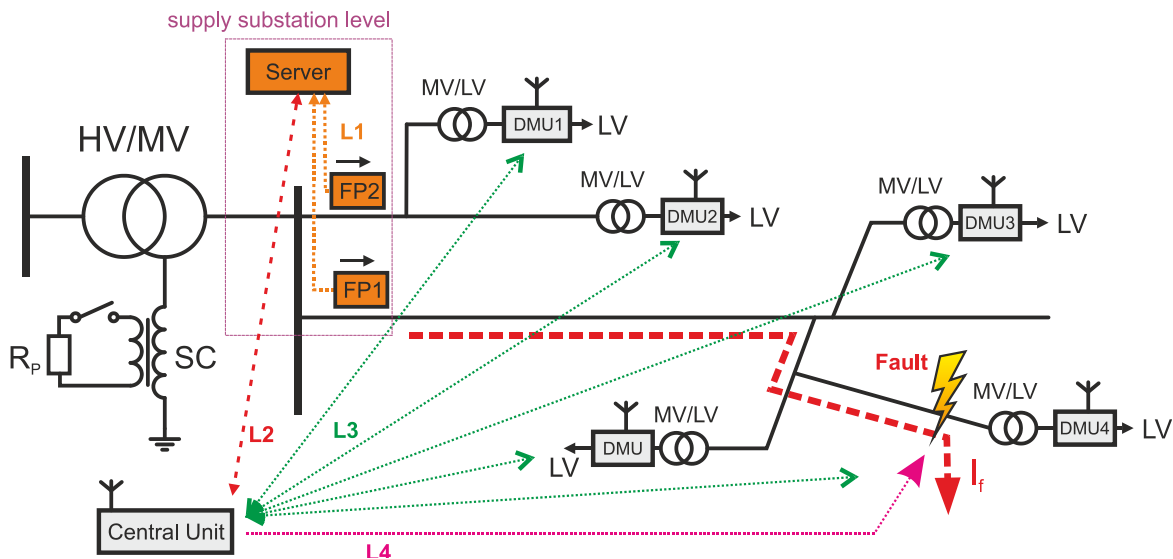
## 2. LOKALIZACE PORUCH SYSTÉMEM VDIP

Systém pro lokalizaci nesymetrických poruch Vdip (systém Vdip) představuje unikátní systém navržený pro autonomní lokalizaci poruch v soustavách vysokého napětí (VN). Právě v těchto soustavách, které jsou převážně provozovány jako kompenzované, je dohledání poruchy velmi problematické a časově náročné, přičemž díky absenci vhodných technických řešení vede v naprosté většině k několikanásobnému sepnutí postiženého vývodu do poruchy. Dlouhotrvající vyhledávání poruchy a její opětovné zápaly významně zvyšují riziko fatálního úrazu vlivem krokových a dotykových napětí, toto riziko dále navyšuje i blízkost VN soustavy k oblastem s vysokou penetrací obyvatel a vysoká rozlehlost/složitost VN soustav. Představený výsledek byl systematicky vyvíjen tak, aby umožnil automatickou lokalizaci těchto poruch bezprostředně po jejich vzniku, bez nutnosti opětovného spínání vedení do poruchy a prodlužování doby průchodu poruchového proudu, čímž významně přispívá ke snížení pravděpodobnosti úrazu elektrickým proudem osob, usmrcení zvířat a vzniku vysokých škod na majetku (požár) vlivem průchodu poruchového proudu.

### 2.1. TECHNICKÝ POPIS

Koncepce systému Vdip je zjednodušeně popsána na příkladu vývodu kompenzované distribuční soustavy na Obr. 1-1. Vlastní monitorovací systém je sestaven z vývodových ochran (FP), které přenášejí po komunikační trase L2 poruchový záznam z napájecí rozvodny do centrální jednotky (Central Unit) a distribuovaných monitorovacích jednotek napětí (DMU), které jsou umístěny na sekundárních stranách distribučních transformátorů (MV/LV). Tyto DMU na pokyn centrální jednotky (Central Unit) přenesou po komunikační trase L3 poruchové záznamy pro specifikovaný čas poruchy (dán vývodovou ochranou) do centrální jednotky, kde je spolu s poruchovými záznamy z vývodové ochrany provedena jejich analýza a výpočet potřebných změn zpětné složky proudu a napětí pro algoritmus Vdip. Na základě těchto změn je v síťovém modelu určeno jedno konkrétní místo poruchy. Jeden poruchový záznam vývodové ochrany může obsahovat i více změn dostatečných pro lokalizaci poruchy, v těchto případech se provede lokalizace dle počtu těchto událostí a jako výsledek je vybrán dle implementovaných pravidel ten nejdůvěryhodnější z nich. Výsledky lokalizace na síťovém modelu lze pak přenést do libovolného systému s využitím koordinátu GPS, nebo identifikace v síťovém modelu (postižené vedení, uzel vedení a vzdálenost poruchy na daném vedení od tohoto uzlu). Princip lokalizačního algoritmu Vdip je detailně popsán v [1][2].





Obr. 1: Koncept systému Vdip

- [1] TOPOLÁNEK, D.; LEHTONEN, M.; TOMAN, P.; ORSÁGOVÁ, J.; DRÁPELA, J. An earth fault location method based on negative sequence voltage changes at low voltage side of distribution transformers. INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS, 2020, roč. 118, č. 118, s. 1-8. ISSN: 0142-0615.
- [2] TOPOLANEK, D.; DRAPELA, J.; TOMAN, P.; JURAK, V.; JURIK, M.; JIRICKA, J. Evaluation of the new method Vdip for an earth fault localtion. CIRED - Open Access Proceedings Journal. CIRED, Interna-tional Conference and Exhibition on Electricity Distribution. 2019. Madrid: AIM, 2019. s. 1-5. ISBN: 978-2-9602415-0-1. ISSN: 2032-9644.

### 3. UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ SYSTÉMU VDIP2

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

**Login to your account**

Welcome back, please enter your login.

Login

T A  
Č R

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

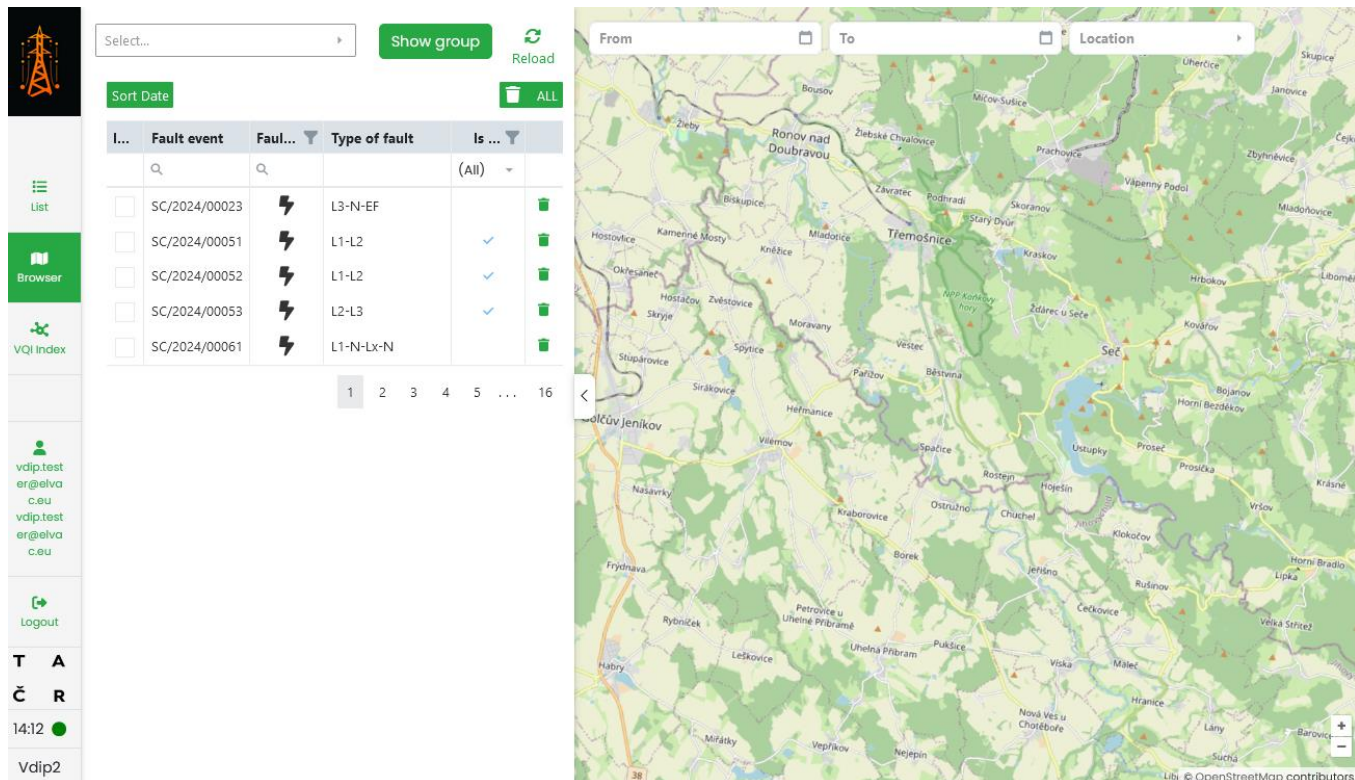
Po přihlášení do uživatelského rozhraní je hlavní navigační panel vlevo. Na tomto panelu lze přepínat mezi třemi základními záložkami:

- 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.



### 3.1. 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
<input checked="" type="checkbox"/>	SC/2024/00133	17.12.2024 09:38:52.973	17.12.2024 09:44:22.973	FG/2024/00113	ShortCircuit		FaultEventTimeOut		20241217093852973
<input checked="" type="checkbox"/>	SC/2024/00132	11.12.2024 05:04:15.468	11.12.2024 05:04:15.495	FG/2024/00113	ShortCircuit	L1-L2	SuccessfullyCalculated...		20241211050415468
<input checked="" type="checkbox"/>	SC/2024/00131	7.12.2024 10:29:50.355	7.12.2024 10:34:50.355	FG/2024/00110	ShortCircuit		FaultAnalysisTimeOut		20241207102950355
<input checked="" type="checkbox"/>	SC/2024/00130	7.12.2024 10:26:31.738	7.12.2024 10:31:31.738	FG/2024/00110	ShortCircuit		FaultAnalysisTimeOut		20241207102631738
<input checked="" type="checkbox"/>	SC/2024/00129	7.12.2024 10:26:00.771	7.12.2024 10:31:00.771	FG/2024/00110	ShortCircuit		FaultAnalysisTimeOut		20241207102600771
<input checked="" type="checkbox"/>	SC/2024/00128	7.12.2024 10:19:41.645	7.12.2024 10:19:41.673	FG/2024/00101	ShortCircuit	L2-L3	SuccessfullyCalculated...		20241207101941645

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 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**)
- 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 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**)
- 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 nesouměrná zemní spojení) na jednom VN vývodu
L1-N-Lx-N, L2-N-Lx-N, L3-N-Lx-N	Dvojitě zemní spojení (dvě nesouměrná 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 odvození 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 jejích parametrů.

- Delete


Možnost odstranit událost.

### 3.2. FAULT EVENT BROWSER



V horní části modulu je výklopní 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).





FG/2024/00087 Show group Reload

Sort Date ALL

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

1

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.

Popis poruchové události je proveden prostřednictvím základních údajů (položek) na úvodní stránce události.

EF/2024/00108 event

Type of fault	EarthFault L3-N-EF
Start time of fault	6.12.2024 05:46:50.822
Fault duration	4.256 s
Faulty Feeder	SLM:22:07:VN26
Distance from start node	0.38 km
Faulted element	1006354104
Fault location GPS	17.938848, 49.070
Reactance to the fault	1.82 Ω
Distance to the fault location	5.05 km
Date code	20241206054650822
State	SuccessfullyCalculate

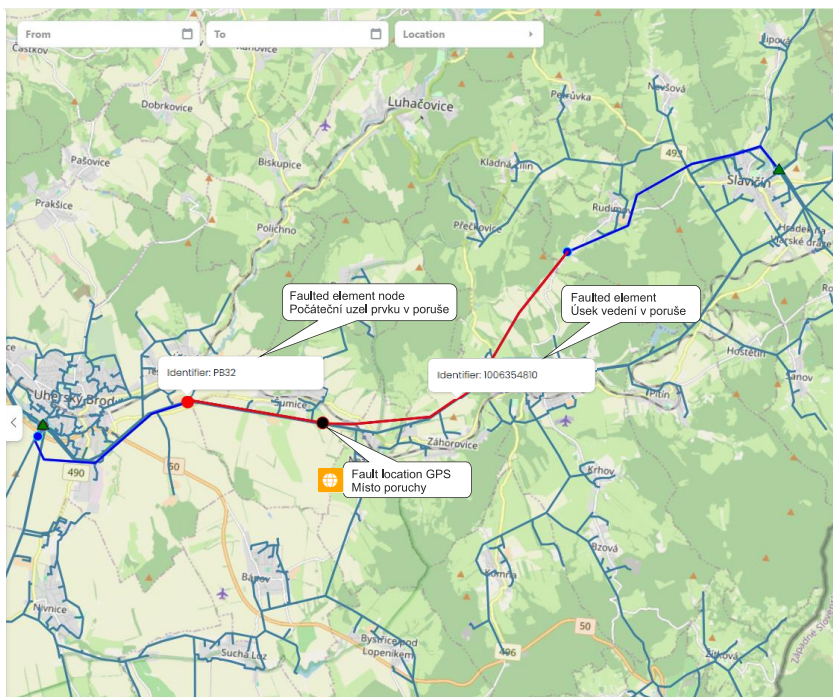
Význam informací v jednotlivých položkách je uveden v Tabulka 2.



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

Název informace		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
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		
Fault location GPS	Místo poruchy	geografické souřadnice místa poruchy v geopodkladu - podbarvení okna signalizuje úroveň věrohodnosti údaje ( <b>zelená</b> =důvěryhodný výsledek lokalizace, <b>červená</b> =nedůvěryhodný výsledek lokalizace), odpovídají černě zobrazenému bodu v úseku vedení v poruše v mapovém podkladu		
Distance from start node	Vzdálenost poruchy od počátečního uzlu	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 -
Faulted element	Úsek vedení v poruše	identifikátor úseku vedení, na kterém byla porucha lokalizována - odpovídá červeně zobrazenému úseku 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		
Date code	Časový kód	časový kód poruchy je čas začátku poruchy zapsaný bez oddělovacích znaků		
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.



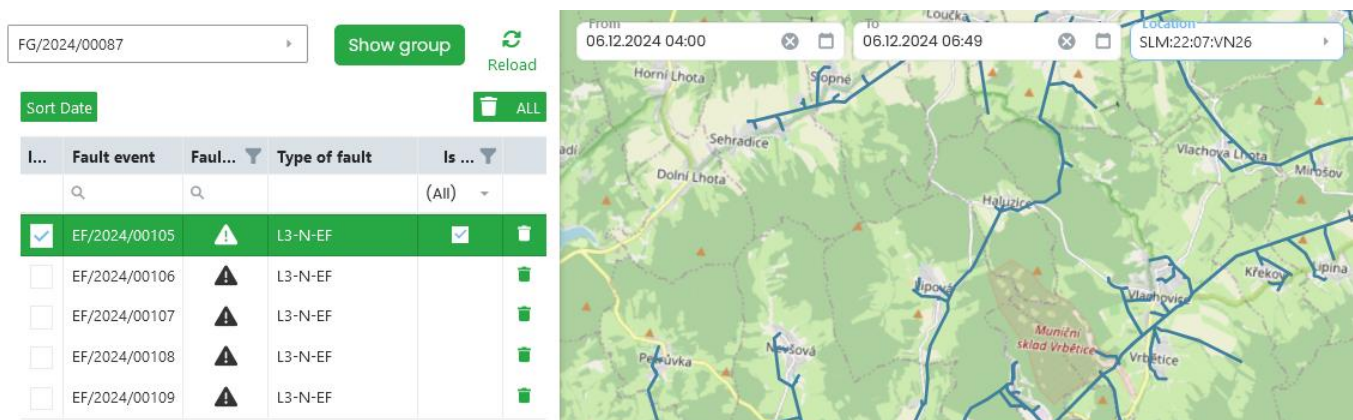
**Obrázek 1 Popis poruchy v mapovém podkladu**



### 3.3. SESKUPOVÁNÍ PORUCHOVÝCH UDÁLOSTÍ – FAULT GROUP

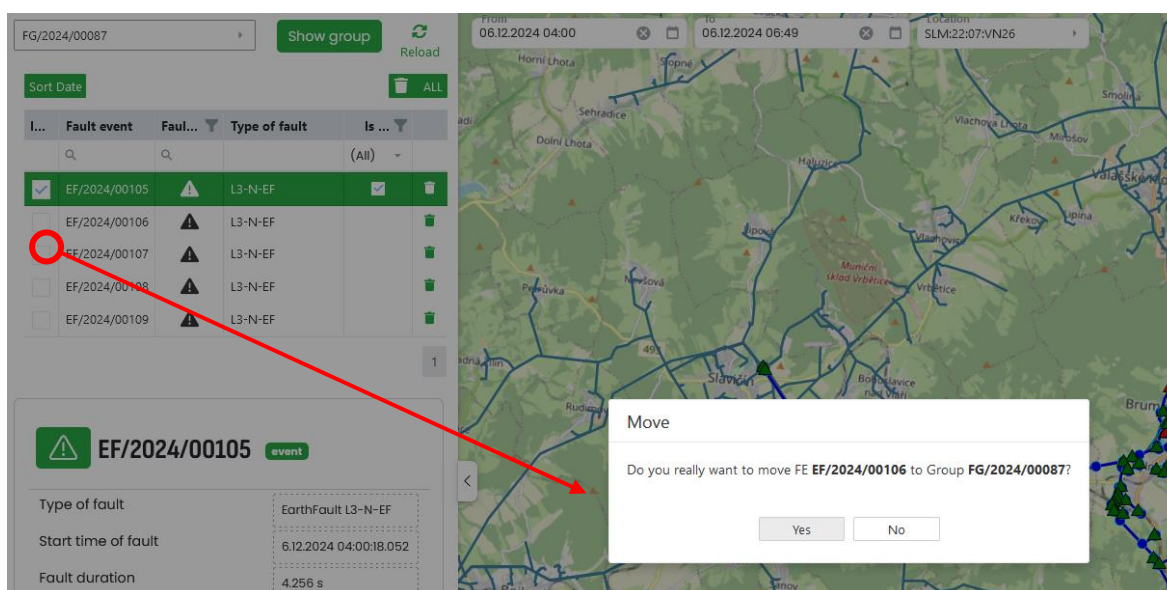
Každá poruchová událost má kromě jednoznačných identifikátorů také přiděleno označení poruchové skupiny FG (Fault Group). Pokud u vybraných poruch změním přidělené označení poruchové skupiny na jedno společné, můžeme sloučit poruchové události, které jsou místně a časově shodné a u kterých předpokládáme, 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	Faul...	Type of fault	Is ...
<input checked="" type="checkbox"/>	EF/2024/00105	⚠	L3-N-EF	<input checked="" 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 přidají 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 2, kde je k vybrané události EF/2024/00105 skupiny FG/2024/00087 přidána poruchová událost EF/2024/00106.



Move

Do you really want to move FE EF/2024/00106 to Group FG/2024/00087?

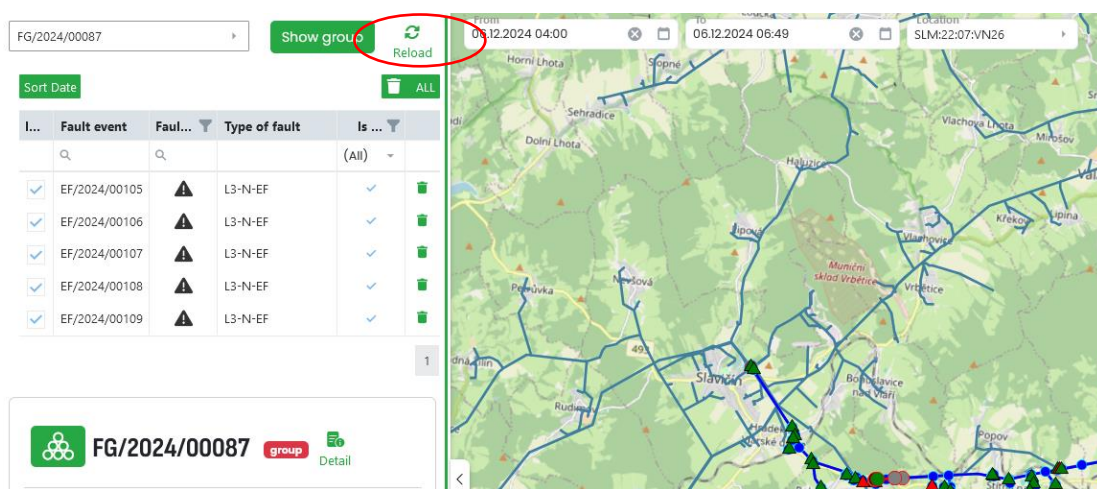
Yes No

Obrázek 2 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 3. 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 3 Zobrazení skupiny

### 3.3.1. 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 4. Výsledky lokalizace ve zbývajících poruchových událostech jsou v mapovém podkladu podbarveny šedou barvou a jejich souřadnice se v popisu skupiny neuvádí.

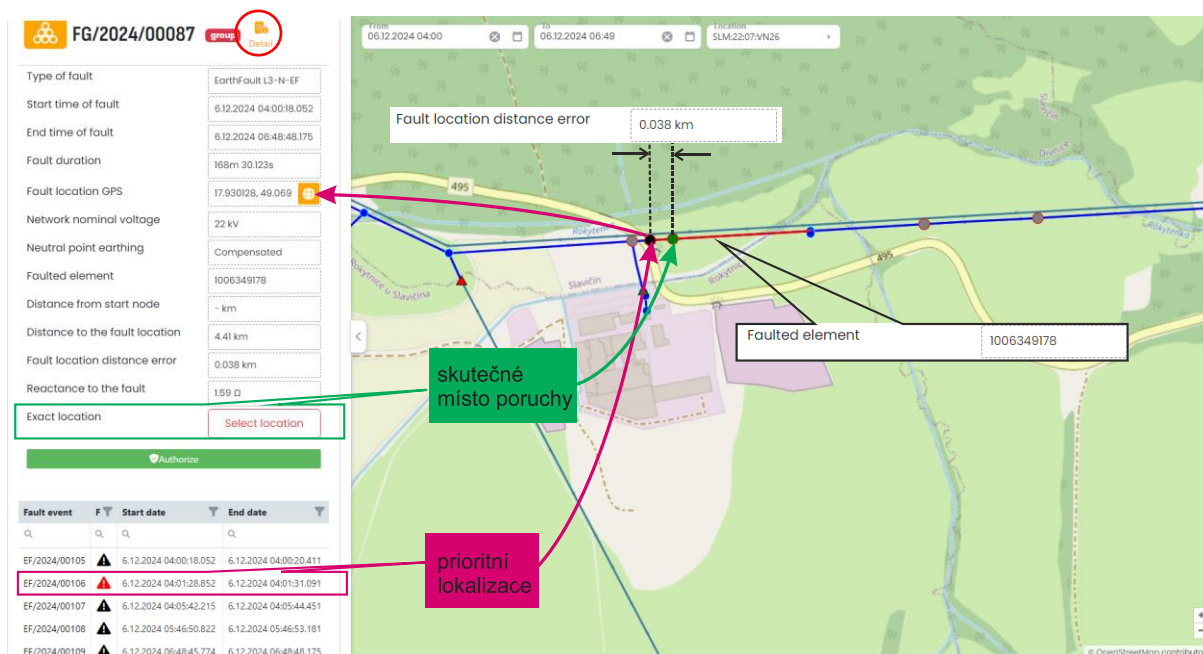


Pozn.: Jako prioritní lokalizace je označena poruchová událost dané skupiny, Parametry této prioritní události skupiny se propisují do detailních informací dané FG. Jako prioritní je označena událost (FE) s největší vzdáleností od napájecí rozvodny, která má validní lokalizaci (GPS pole je podbarveno 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 4.
6. Tlačítkem **Detail** umístěným v záhlaví panelu základních informací o skupině poruchových událostí (Obrázek 4) se dále zobrazí panel detailních informací, kde je možno doplnit další skutečnosti zjištěné ve skutečném místě poruchy – viz následující kapitola.



The screenshot shows the 'FG/2024/00087' interface. On the left, there is a 'Type of fault' section with details: EarthFault L3-N-EF, Start time of fault: 6.12.2024 04:00:18.052, End time of fault: 6.12.2024 06:48:48.175, Fault duration: 168m 30.123s, Fault location GPS: 17.930128, 49.069, Network nominal voltage: 22 kv, Neutral point earthing: Compensated, Faulted element: 1006349178, Distance from start node: - km, Distance to the fault location: 4.41 km, Fault location distance error: 0.038 km, Reactance to the fault: 1.59 Ω. Below this is the 'Exact location' section with a 'Select location' button. At the bottom, there is a 'Fault event' table with columns for event ID, status, start date, and end date. The table contains several entries, with the first one (EF/2024/00105) highlighted in red. On the right, a map shows the fault location with a distance error of 0.038 km and a faulted element 1006349178. A green box on the map is labeled 'skutečné místo poruchy' and a red box is labeled 'prioritní lokalizace'.


Obrázek 4 Zobrazení a základní popis skupiny poruch


### 3.3.2. 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.

Posledním krokem je pak její uložení (**Save**) a autorizace (**Save and Authorize**) pomocí tlačítek vpravo dole (viz Obrázek 5), 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.



FG/2024/00087 <span>Close</span>	
Type of fault	EarthFault L3-N-EF
Start time of fault	6.12.2024 04:00:18.052
End time of fault	6.12.2024 06:48:48.175
Fault duration	188m 30.123s
Fault location GPS	17.930128, 49.069921 
Faulted element	1006349178
Distance from start node	- km
Distance to the fault location	4.41 km
faultLocationImpedance	159 Ω
Network nominal voltage	22 kV
Neutral point earthing	Compensated
Fault location distance error	0.038 km
Weather info	

 authorized

Obrázek 5 Část panelu detailních informací o skupině poruch

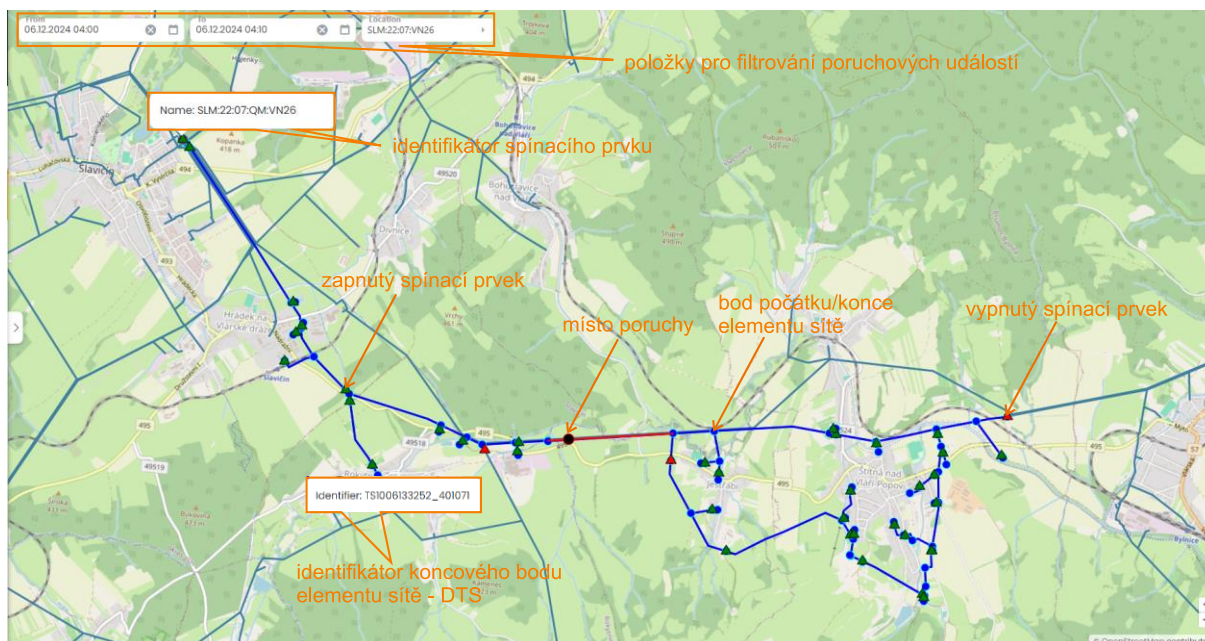
### 3.4. LEGENDA MAPOVÉHO PODKLADU - NETWORK MAP ICON DESCRIPTION

Mapový podklad pro zobrazení poruchových událostí je vybaven filtrem pro filtrování, umístěným v horním levém rohu - Obrázek 6. 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 6. Poruchová událost je zobrazena ve stavu (konfiguraci) vývodu s poruchou, který odpovídá době jejího vzniku a je dán stavem jednotlivých spínacích prvků (rozpádových míst) ve vývodu na počátku poruchové události (separát vývodu je sytě modře podbarven). Spínací prvky jsou v mapě reprezentovány trojúhelníkovými značkami a jejich aktuální stav je dán jejím podbarvením – zelená = zapnuto, červená = vypnuto. Najetím kurzorem na značku se zobrazí identifikátor konkrétního spínacího prvku. Příkladem identifikátoru spínacího prvku v Obrázek 6 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 6 ukazuje identifikátor koncového bodu elementu sítě s označením TS, který odpovídá distribuční trafostanici (DTS).





Obrázek 6 – Legenda mapového podkladu

#### 4. UŽIVATELSKÉ ROZHŘANÍ MODULU VQI

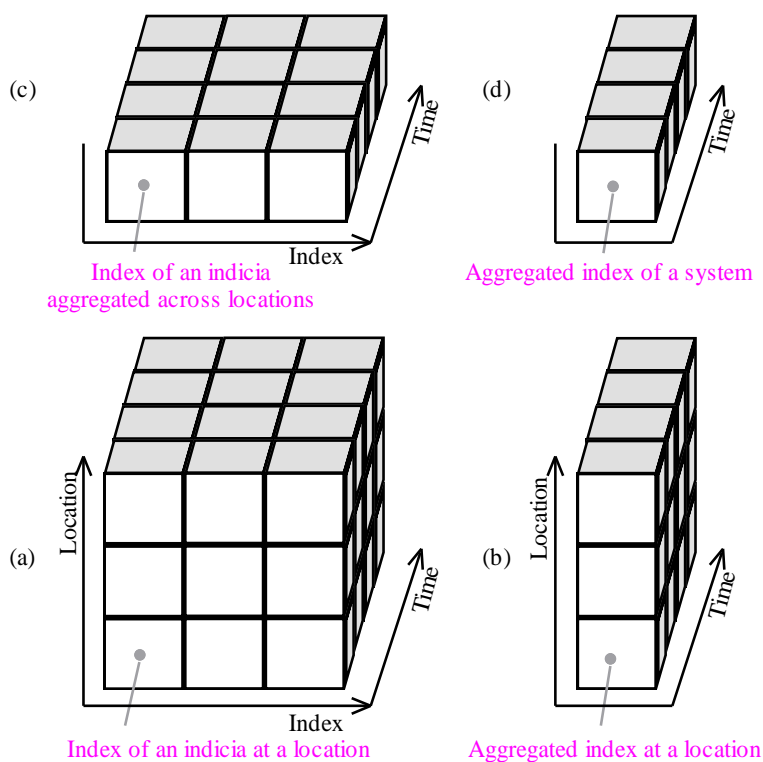
V současné době se kvalita napětí (VQ) hodnotí jako binární hodnota. Buď plně vyhovuje, nebo nevyhovuje normě ČSN EN 50160 a dalším příslušným normám pro daný okamžik a místo měření. Zavedení spojitě funkce pro vyhodnocení, jak blízko je každý parametr (napětí, frekvence, nesymetrie atd.) od přijatelných mezí kompatibility, v kombinaci s některými technikami agregace pro každý bod měření může poskytnout provozovateli distribuční soustavy bohatý a smysluplný index reprezentující kvalitu napětí (voltage quality index - VQI). Tento individuální index pro bod měření lze pak opět agregovat a vytvořit tak globální index pro určitou zájmovou oblast a vývoj VQ v čase lze využít pro dispečerské řízení, plánování nebo využít pro rozvoj sítě.

Cílem tohoto modulu je interpretovat charakteristické parametry napětí pomocí indexu kvality napětí (VQI) nabývajících hodnot 1 až -1, které umožní detailněji posoudit stav kvality napětí v monitorované oblasti, přičemž:

- a)  $VQI = 1$  indikuje ideální parametry kvality napětí v daném agregačním intervalu
- b)  $1 > VQI > 0$  indikuje zhoršené parametry kvality napětí v daném agregačním intervalu
- c)  $VQI = 0$  indikuje parametry kvality napětí na mezi jejich limitů pro daný agregační interval
- c)  $0 < VQI < -1$  indikuje parametry kvality napětí pod úrovní jejich definovaných limitů

Zdrojová data poskytována analyzátor kvality elektrické energie tvoří matici a) na obrázku níže. Tato trojrozměrná matice obsahuje naměřená data jednotlivých charakteristických parametrů viz osa „Index“ (značeno indexem i), pro jednotlivé uzly viz osa „Location“ (značeno indexem l) s intervalem odečtu (defaultně 10 minut – viz zdrojová data) osa „Time“ (značeno indexem t).





Obr. 2: Agregace dat poskytovaných analyzátory kvality elektrické energie

Agregace VQI v rámci modulu je prováděna ve třech úrovních:

- časové (agregace do zvolených intervalů 10min, 1h, 24h apod)
- posuzované oblasti (monitorovaná oblast je agregována do jednoho globálního VQI např. agregace na vývod VN, ta je provedena na základě dat ze všech monitorů dostupných na tomto vývodu)
- napříč parametry kvality/indexy (agregace všech parametrů do jednoho globálního VQIall)

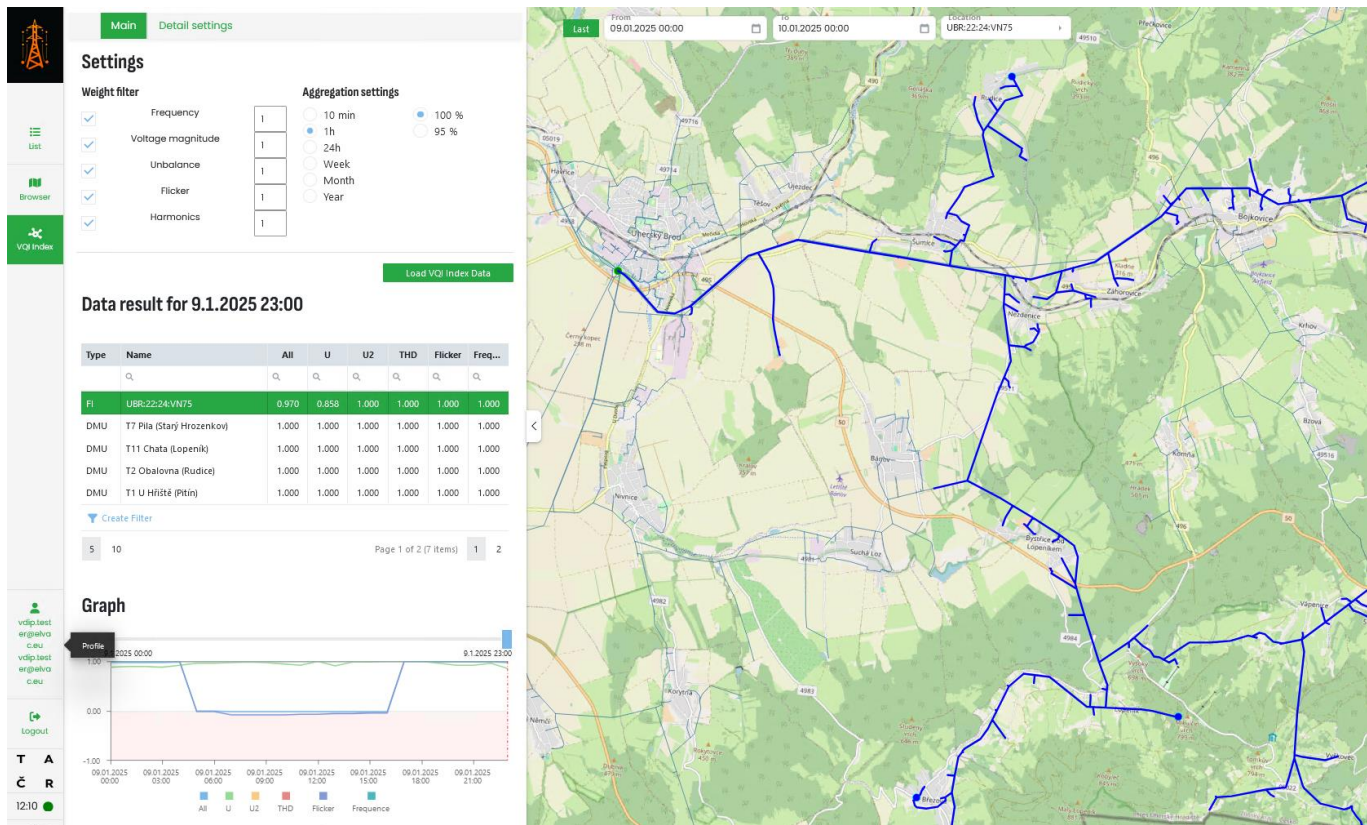
#### 4.1. HLAVNÍ KARTA MODULU VQI

Karta modulu VQI se sestavuje ze tří základních částí:

- Settings (umožňuje nastavení a načtení indexu VQI)
- Mapový podklad (vizualizuje filtrovanou oblast a místa měření zdrojových dat VQI v této oblasti)
- Tabulky a grafy pro vizualizaci výsledků VQI







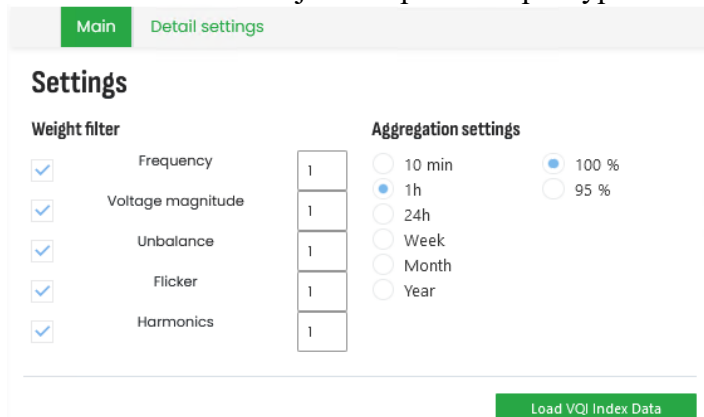
Obr. 3: Uživatelské rozhraní modulu VQI

#### 4.1.1. SETTING

Karta umožňuje nastavení agregačních pravidel pro výpočet VQI indexu (VQI All) přes všechny žádané parametry kvality napětí frekvence, úroveň napětí, nesymetrie, flickr a harmonické zkreslení. Načtení a výpočet indexu VQI se provádí pouze na základě parametrů, které jsou na této kartě zaškrtnuty (zaškrťovací pole v kartě u každého parametru frekvence, úroveň napětí, nesymetrie, flickr a harmonické zkreslení).

Nastavení váhy jednotlivých parametrů napětí pro výpočet VQI:

Na základě váhy jednotlivých parametrů, která je v základním nastavením rovna 1, lze upravovat vliv (důležitost) jednotlivých parametrů na výsledný index VQI All. Tyto váhy mohou být u každého parametru nastaveny v rozmezí 1 až 0, přičemž jsou jí násobeny dílčí indexy VQI (nastavení váhy na hodnotu 0 diskvalifikuje tento parametr při výpočtu VQI).



Nastavení velikosti agregačního okna:

Zdrojová data poskytovaná analyzátory kvality mají granularitu 10min (jsou odesílána v 10ti minutových intervalech). V rámci nastavení agregačních pravidel (*Aggregation setting*) je možné zvolit větší agregační interval: 1h, 24h, týden, měsíc. V rámci načtení vstupních dat a výpočtu VQI indexu se provede agregace do takto zvoleného intervalu, tím se sníží rozlišení jednotlivých VQI indexů v čase.

Filtrování extrémů v agregačních intervalech:

V případě, že je zvolen větší agregační interval než základní 10minut, je možné zvolit 100% nebo 95% zastoupení hodnot pro agregaci, kdy v případě 95% nastavení se 5% největších hodnot uvnitř daného agregantu vyloučí z výpočtu VQI indexu.

#### 4.1.2. DETAIL SETTINGS

Zde je možné nakonfigurovat váhovací funkci Ksi pro výsledný výpočet VQI indexu. K tomuto je potřeba nastavit jmenovité hodnoty a limity charakteristických parametrů napětí:

a) Jmenovitou hodnotu frekvence a NN fázového napětí (zbylé parametry nemají předepsanou jmenovitou hodnotu).

b) Limity charakteristických parametrů frekvence (Power frequency), úrovně napětí (Voltage magnitude), nesymetrie napětí (Voltage unbalance), harmonického zkreslení napětí (THD), flikru napětí (Flicker), vyplývající s národních či mezinárodních standardů kvality napětí pro danou oblast.

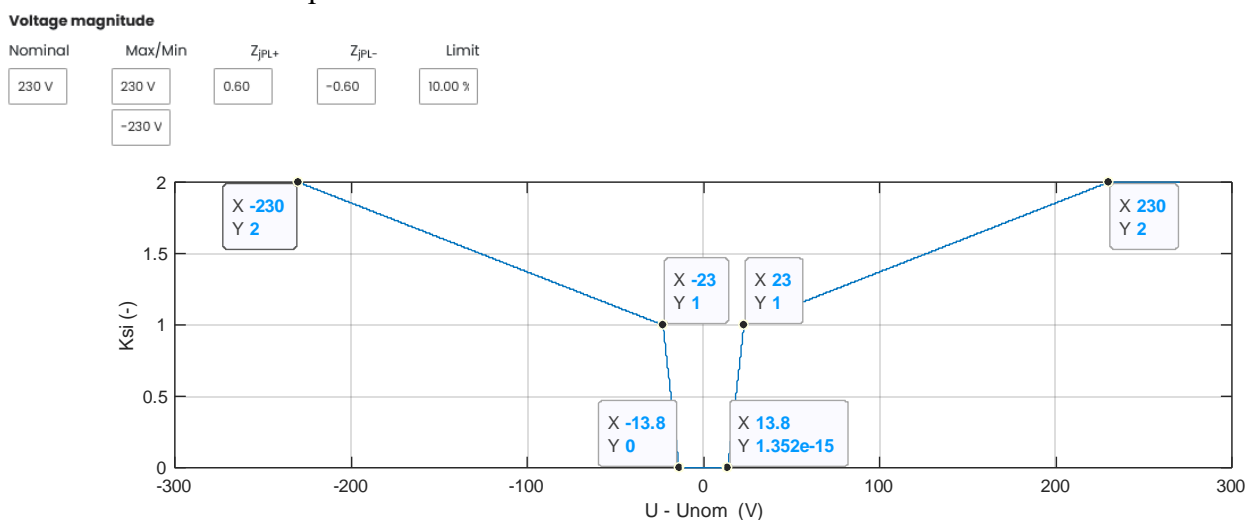
*Load default values* – umožní načtení základního nastavení všech parametrů v záložce.

The screenshot shows a web interface for configuring voltage quality parameters. It has a 'Main' tab and a 'Detail settings' tab. The main heading is 'Voltage quality parameter' with a 'Load default values' link. There are five sections, each with a title and five input fields: 'Nominal', 'Max/Min', 'Z<sub>jpl+</sub>', 'Z<sub>jpl-</sub>', and 'Limit'.  
1. **Power frequency**: Nominal (50 Hz), Max/Min (2 Hz, -3 Hz), Z<sub>jpl+</sub> (0.70), Z<sub>jpl-</sub> (-0.70), Limit (1.00 %).  
2. **Voltage magnitude**: Nominal (230 V), Max/Min (230 V, -230 V), Z<sub>jpl+</sub> (0.60), Z<sub>jpl-</sub> (-0.60), Limit (10.00 %).  
3. **Voltage unbalance**: Nominal (0), Max/Min (10 %), Z<sub>jpl+</sub> (0.70), Z<sub>jpl-</sub> (-), Limit (2 %).  
4. **THD**: Nominal (0), Max/Min (30 %), Z<sub>jpl+</sub> (0.70), Z<sub>jpl-</sub> (0), Limit (8 %).  
5. **Flicker**: Nominal (0), Max/Min (10), Z<sub>jpl+</sub> (0.70), Z<sub>jpl-</sub> (0), Limit (1 %).

Dále je zde možné nastavit extrémy (maxima a minima) jednotlivých parametrů (Max/Min), tyto úrovně definují hodnotu VQI = -1 a oblast pro posouzení ideálního stavu sledovaných parametrů kvality, kdy VQI = 1, nastavitelnou za pomoci parametrů Z<sub>jpl+</sub> a Z<sub>jpl-</sub>.



Příklad vlivu uvedeného nastavení pro úroveň napětí na odpovídající oceňující funkci  $\xi_i$  ( $K_{\xi}$ ) je uveden na obrázku níže pro nastavení:



Obr. 4: Oceňující funkce  $K_{\xi}$  pro odchylku napětí

Oblast  $K_{\xi} = 0$  je dána limitem  $\pm 10\%U_{nom}$  a hodnotami  $Z_{jP+}$  a  $Z_{jP-}$ , tj. záporná mez je dána jako  $230V \cdot 0,1 \cdot -0,6 = -13,8V$  a  $13,8V$  kladná.

Hodnota  $K_{\xi} = 1$  je dána mezí  $\pm 10\%U_{nom}$ , tj.  $\pm 23V$ .

Hodnota  $K_{\xi} = 2$  je dána zvolanou Max (230V) a Min (-230V) mezí.

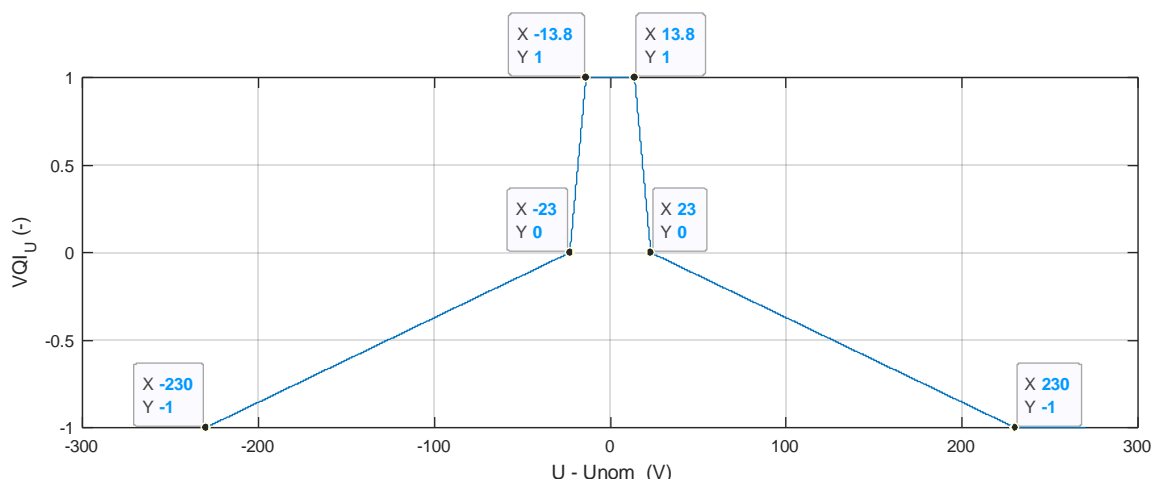
#### Výpočet indexu VQI

Spočte se pro každý vzorek časového inkrementu  $t$ , charakteristických parametrů  $i$ , pro každou fázi  $p$ , pro každé místo (DMU)  $l$ , Obdrží se pro třífázových parametrů  $\xi$  ponásobením vahami jednotlivých parametrů, filtrováno dle indexu  $s$ .

$$VQI_i^{(t,l,i,s,p)} = 1 - (\mu_i \cdot \xi_i^{(t,l,i,s,p)}), \quad (4.1.2.1)$$

kde:

- $\mu_i$  – zvolená váha parametru
- $\xi_i^{(t,l,i,s)}$  = oceňující funkce, která může nabývat hodnot 0 až 2; pakliže je větší než jedna, tak vyjadřuje míru překročení maximální přípustné hodnoty odchylky.



Obr. 5: Hodnota VQI pro odchylku napětí (pro váhu parametru = 1)



## 4.2. NAČTENÍ DAT VQI

Pro provedené nastavení agregačních pravidel v sekci Settings je možné přistoupit k načtení dat pro výpočet indexů VQI a to na základě na obrázku níže žlutě podbarvených polí:

- From / To* – počáteční/koncové datum zdrojových dat pro výpočet indexu VQI
- Location* – definování relevantního VN vývodu pro výpočet VQI – budou analyzovány pouze zdrojová data z monitorů umístěných na tomto vývodu (uvažováno normálové zapojení vývodu)
- Load VQI Index Data* – po provedení filtrace zdrojových dat lze pomocí tohoto tlačítka spustit výpočet VQI indexů.

**Settings**

**Weight filter**

- Frequency
- Voltage magnitude
- Unbalance
- Flicker
- Harmonics

**Aggregation settings**

- 10 min
- 1h
- 24h
- Week
- Month
- Year
- 100 %
- 95 %

**Data result for 11.1.2025 23:00**

Type	Name	All	U	U2	THD	Flicker	Freq...
FI	UBR:22:24:VN75	0.989	0.946	1.000	1.000	1.000	1.000
DMU	T3 POLICIE (Březová)	0.972	0.869	1.000	1.000	1.000	1.000
DMU	T7 Pila (Starý Hrozenkov)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
DMU	T11 Chata (Lopeník)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
DMU	T2 Obalovna (Rudice)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Map showing VQI data points (blue lines) on a geographical map of the area around Uherský Brod.

### 4.2.1. TABULKY A GRAFY S VÝSLEDKY VQI

Po filtraci a načtení vstupních dat se v tabulce níže zobrazí seznam všech míst, pro který je znám index VQI. Členění je provedeno dle typu uzlu: *DMU* – VQI v místě monitoru napětí (NN monitor napětí umístěný na sekundární straně transformátoru VN/NN), *FI* – VQI odpovídající místu vývodové ochrany (tento index je spočten na základě agregace dat ze všech DMU nacházejících se na tomto vývodu pro normálové zobrazení) – pokud je filtrován jen jeden vývod je toto normálové zobrazení vykresleno v mapovém podkladu.

Pro příklad je níže uvedena tabulka se seznamem všech dostupných míst VQI pro časový řez zobrazený v hlavičce tabulky (po načtení je defaultně uveden čas posledního dostupného agregantu - *Last*) a jednotlivými jeho hodnotami pro:



- a) *Name* – jméno uzlu pro který byl spočten index VQI (tj. název distribuční trafostanice nebo vývodové ochrany/vývodu VN)
- b) *All* – VQI agregující indexy všech charakteristických parametrů, tj. frekvence (Power frequency), úrovně napětí (Voltage magnitude), nesymetrie napětí (Voltage unbalance), harmonického zkreslení napětí (THD), flikru napětí (Flicker)
- c) *U* – VQI prezentující pouze úroveň napětí (Voltage magnitude)
- d) *U2* – VQI prezentující pouze nesymetrii napětí (Voltage unbalance)
- e) *THD* – VQI prezentující pouze celkové harmonické zkreslení napětí (THD)
- f) *Flicker* – VQI prezentující pouze flikr (flicker)
- g) *Frequency* - VQI prezentující pouze frekvenci (Power frequency)

V tabulce jsou záporné VQI (charakteristické parametry přesahují definované limity) podbarveny červeně.

### Data result for 11.1.2025 23:00

Type	Name	All	U	U2	THD	Flicker	Freq...
FI	UBR:22:24:VN75	0.989	0.946	1.000	1.000	1.000	1.000
DMU	T3 POLICIE (Březová)	0.972	0.869	1.000	1.000	1.000	1.000
DMU	T7 Pila (Starý Hrozenkov)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
DMU	T11 Chata (Lopeník)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
DMU	T2 Obalovna (Rudice)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

[Create Filter](#)

5 10

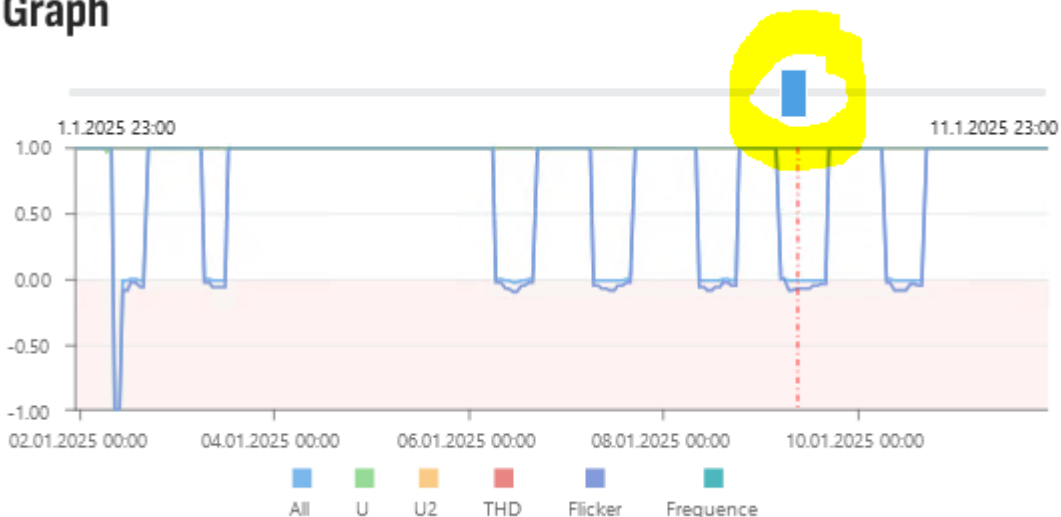
Page 1 of 2 (7 items) 1 2

Pozn.: V rámci tabulky je možné používat seřazení či filtraci na základě libovolného parametru hlavičky.

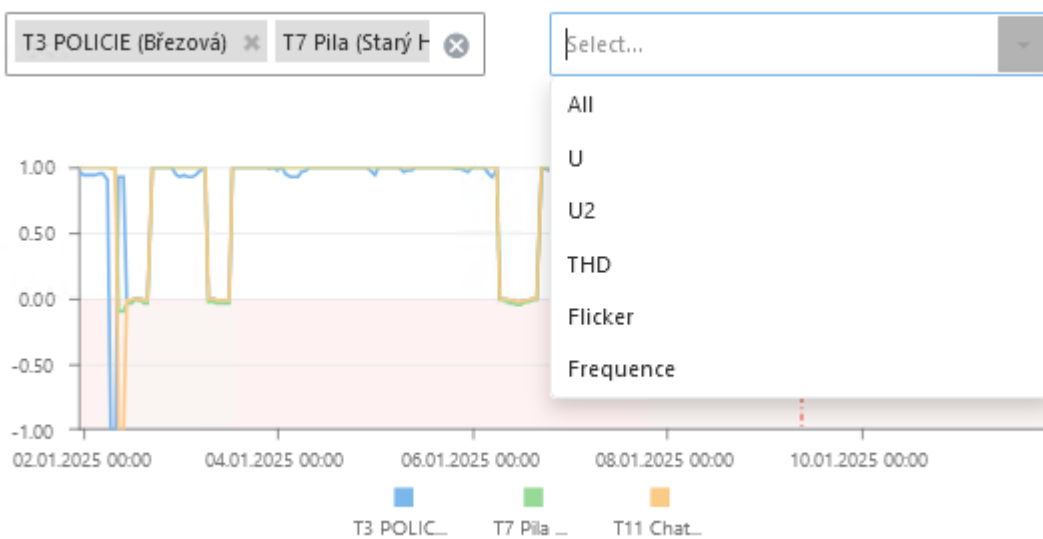
Pod tabulkou je zobrazen graf zobrazující časové průběhy VQI indexu pro v tabulce vybrané místo (FI nebo DMU) – podbarveno zeleně (v daném případě UBR:22:24:VN75). Pomocí posuvníku je možné zvolit referenční čas, pro který budou aktualizovány hodnoty v tabulce (viz obrázek níže). Na tomto obrázku lze pak aktivovat či deaktivovat jednotlivé VQI (barevné ikony jednotlivých parametrů ve spodní části grafu).



## Graph



Poslední graf v levé části panelu je určen pro detailnější analýzu a vzájemné porovnávání jednotlivých míst (oblastí) na základě zvoleného parametru (*All*, *U*, *U2*, *THD*, *Flicker*, *Frequence*). Do tohoto grafu lze v prvním menu vybrat místa (DTS či vývody), které budou vloženy do grafu, na základě ikon ve spodní části pak lze skrýt vybrané průběhy VQI indexů.



### 4.2.2. MAPOVÝ PODKLAD VQI

Po filtraci a načtení vstupních dat se v mapovém podkladu zobrazí příslušná oblast vedení VN (sytě modře) a zobrazí se jednotlivé vyhodnocované body tj. místa měření (DTS a začátky VN vývodů). V tomto mapovém podkladu je vykreslován aktuální časový řez VQI (čas tohoto řezu je umístěn nad tabulkou), kde v mapovém podkladu jsou podbarveny místa VQI zeleně či červeně podle úrovně VQI (červeně jsou zobrazena místa kde  $VQI < 0$ ).

Pozn.: Ukázáním kurzoru na příslušné místo měření se zobrazí detailnější informace o tomto místě s aktuální hodnotou VQI All.



Load VQI Index Data

### Data result for 9.1.2025 09:00

Ty...	Name	All	U	U2	THD	Flicker	Freq...
FI	UBR:22:24-VN75	-0.015	0.967	1.000	1.000	-0.075	1.000
DMU	T3 POLICIE (Březová)	-0.015	0.925	1.000	1.000	-0.073	1.000
DMU	T7 Pila (Starý Hrozenkov)	-0.036	1.000	1.000	1.000	-0.168	1.000
DMU	T11 Chata (Lopeník)	-0.015	1.000	1.000	1.000	-0.075	1.000
DMU	T2 Obalovna (Rudice)	0.933	1.000	1.000	1.000	0.706	1.000

Create Filter

5 10

Page 1 of 2 (7 items) 1 2

