

# Overenie naplnením databázy dátami z laboratórnej mikrosiete

*Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a  
bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov  
II. etapa*



Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: *Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov II. etapa*, ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



**SFÉRA, a.s.** • Karadžičova 2 • 811 08 Bratislava  
tel.: +421 2 502 13 142  
ISBN 978-80-89778-14-0  
© SFÉRA, a.s., 2023



EURÓPSKA ÚNIA  
Európsky fond regionálneho rozvoja  
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO  
DOPRAVY  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



MINISTERSTVO  
ŠKOLSTVA, VEDY,  
VÝSKUMU A ŠPORTU  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Táto publikácia je dielom kolektívu autorov:

Beňo Michal, Krbaťa Rastislav, Minárik Michal, Jančo Rastislav

Ostatní autori:

Moško Daniel, Novotný Jozef, Šmihula Martin, Karvašová Lívia, Molnár Marek, Weissensteiner Anton, Haluška Andrej, Kaňuk Martin

Konzultanti: Zeman Miroslav, Bauer Pavol, Burget Radim

## OBSAH

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>5</b>
<b>2 DATABÁZA DIGITÁLNEHO DVOJČAŤA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Architektúra riešenia .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Dátový model.....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Hlavné štruktúry vytvorenej relačnej databázy .....	7
<b>3 IMPORT DÁT Z LABORATÓRNEJ MIKROSIEŤE .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Import dát zo zariadení do Zberovej centrály.....</b>	<b>12</b>
3.1.1 Import údajov zo súboru do databázy.....	13
<b>3.2 Algoritmus pre validácie nameraných údajov z elektromerov .....</b>	<b>13</b>
3.2.1 Popis .....	14
3.2.2 Algoritmy .....	15
3.2.2.1 Porovnanie registrov a profilov .....	15
3.2.2.2 Kontrola celistvosti dát.....	15
3.2.2.3 Porovnanie tarifných spotrieb voči sumárnej spotrebe .....	16
3.2.2.4 Kontrola nulovej spotreby .....	16
3.2.2.5 Porovnanie spotreby s predchádzajúcou spotrebou .....	16
3.2.2.6 Kontrola kumulácie .....	16
3.2.2.7 Kontrola vierohodnosti predchádzajúceho odpočtu .....	16
3.2.2.8 Pretočenie meradla.....	16
3.2.2.9 Kontrola zápornej hodnoty.....	16
3.2.2.10 Kontrola používateľsky modifikovanej spotreby .....	16
3.2.2.11 Prekročenie povoleného počtu odhadov.....	16
3.2.2.12 Prekročenie povoleného počtu samoodpočtov .....	16
3.2.2.13 Prekročenie povoleného počtu samoodpočtov alebo odhadov.....	17
3.2.2.14 Súčiniteľ využitia voči MRK.....	17
3.2.2.15 Prekročenie rezervovanej kapacity profilov.....	17
3.2.2.16 Prekročenie rezervovanej kapacity registrov .....	17
3.2.2.17 Odchýlenie od očakávaného odpočtu .....	17
3.2.2.18 Kontrola dátumu manuálneho odpočtu .....	17
3.2.2.19 Kontrola montážneho odpočtu .....	17
3.2.2.20 Porovnanie spotreby so štandardizovanou spotrebou .....	17
<b>4 GRAFICKÉ ZOBRAZENIE ZARIADENÍ DIGITÁLNEHO DVOJČAŤA.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Grafické prostredie prototypu CE2/DB .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Technická schéma Laboratória Trnávka .....</b>	<b>20</b>
<b>5 PARAMETRE PRODUKČIE A NÁKLADOV .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1 Prieskumná analýza oblasti .....</b>	<b>22</b>
<b>5.2 Prognóza odberu elektrickej energie .....</b>	<b>23</b>
<b>5.3 Parametre produkcie a nákladov.....</b>	<b>24</b>
5.3.1 Odber .....	26
5.3.1.1 Maximálny štvrt hodinový odber v [kW] .....	26
5.3.1.2 Celkový odber [kWh/rok].....	27

5.3.2	Kogeneračná jednotka .....	27
5.3.2.1	Maximálna štvrt hodinová výroba [kW] .....	27
5.3.2.2	Ročná suma výroby kogeneračnej jednotky [kWh/rok] .....	28
5.3.3	Fotovoltaická elektrárňa .....	28
5.3.3.1	Maximálna štvrt hodinová výroba [kW] .....	28
5.3.3.2	Ročná suma výroby fotovoltaickej elektrárne [kWh/rok] .....	29
5.3.4	Veterná elektrárňa .....	29
5.3.4.1	Maximálna štvrt hodinová výroba [kW] .....	29
5.3.4.2	Ročná suma výroby veternej elektrárne [kWh/rok] .....	30
5.3.5	Bilancia mikrogridu .....	30
5.3.5.1	Maximálna štvrt hodinová výroba [kW] .....	30
5.3.5.2	Maximálna štvrt hodinová bilancia v mikrogride [kW] .....	31
5.3.5.3	Celková výroba zdrojov v mikrogride [kWh/rok] .....	31
<b>6</b>	<b>ZÁVER .....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>ZOZNAM TABULIEK .....</b>	<b>34</b>

# 1 ÚVOD

Dokument bol vytvorený, zavedený a udržiavaný v súlade s cieľom Aktivity č.5: „Priemyselný výskum v oblasti optimalizácie dátových štruktúr prvkov elektrizačnej sústavy pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí/mikrogridov“; konkrétne pre míľnik č.5 „Overenie naplnením databázy dátami z laboratórnej mikrosiete“.

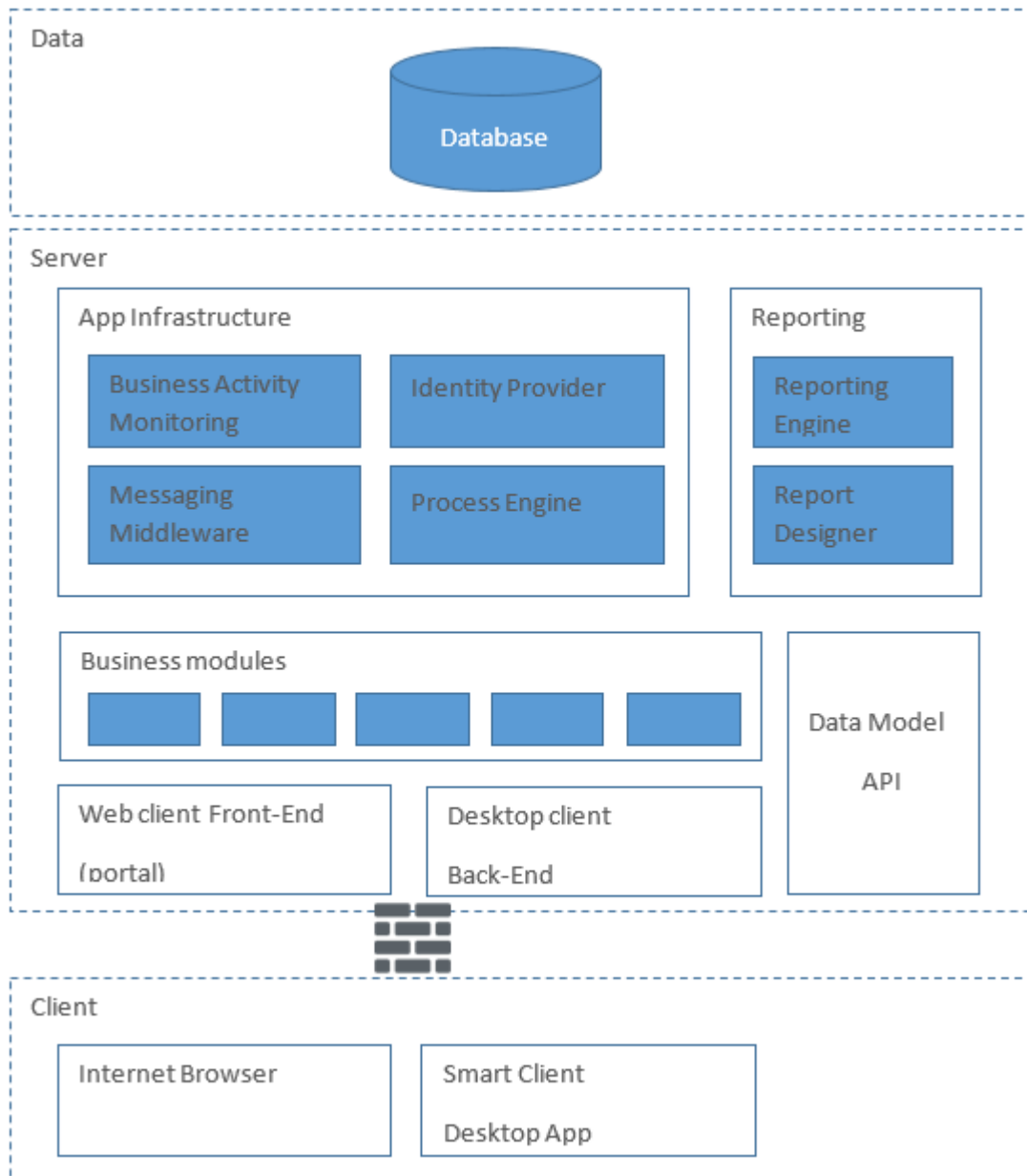
Obsah výstupu míľnika č.5 sa opiera o výsledky dosiahnuté v predchádzajúcich prácach Aktivity č.5 míľnikov č.1, č.2, č.3 a č.4, ktoré sú dôležitým východiskom pre návrh dátových štruktúr databázy a entít potrebných pre modelovanie elektrizačnej sústavy.

V rámci predchádzajúcich míľnikov Aktivity č.5 bol analyzovaný široký rozsah dát potrebných pre modelovanie ES a široký rozsah vonkajších vplyvov a vzájomných interakcií prvkov ES v ustálených a prechodových javoch na dátové štruktúry modelov, popísaná relačná databáza so všetkými uvažovanými entitami a ich parametrami pokrývajúcimi aspekty modelovania mikrogridu. V rámci 5. míľnika je popísaný stav vyvinutej databázy vrátane aktualizácií a vylepšení, ktoré sa v rámci obdobia míľnika č.5 vykonali.

Míľnik č.5 poskytne prehľad o toku dát medzi zariadeniami v laboratóriách a aplikáciami zberovej centrály a databázovej inštancie, ktoré evidujú a zobrazujú namerané dáta a potvrdí, že vyvinuté postupy a procesy sú funkčné.

## 2 DATABÁZA DIGITÁLNEHO DVOJČAĽA

### 2.1 Architektúra riešenia



**Obrázok 1** Architektúra riešenia

Architektúra riešenia je koncipovaná ako modulárna a škálovateľná.

Základom aplikačnej infraštruktúry sú:

- Business Activity Monitoring - unifikovaný framework pre monitoring aktivít biznis procesov a logovanie činnosti aplikačných modulov.
- Messaging Middleware - middleware pre vysoko spoľahlivé a distribuované spracovanie správ, reprezentujúce aplikačné úlohy či rôzne typy notifikácií medzi sub systémami.

- Identity Provider, služba a framework poskytujúca aplikáciám overenú identitu používateľa v systéme s možnosťou integrácie na AD.
- Process Engine - platforma na vykonanie dlho trvajúcich procesov (plánovaných či on demand).

Na týchto základoch sú vybudované jednotlivé moduly, spĺňajúce požadované nefunkčné požiadavky. Samotný systém je dostupný cez mobilnú aplikáciu, webový portal a cez desktop aplikáciu typu SmartClient, ktorá spája výhody hrubého klienta a tenkého klienta, je schopná sa sama zaktualizovať a od databázy je odčlenená cez webové služby, pričom poskytuje bohaté GUI.

Všetky klientske aplikácie prístupujú k backend službám prostredníctvom šifrovaného spojenia cez HTTPS protokol.

Formátované výstupy sú realizované cez Reporting Engine umiestnený nezávisle, aby neovplyvňoval beh ostatných častí systému. Reporty využívajú na prístup k dátam Data Model API, ktoré poskytuje možnosť sprístupniť všetky údaje v systéme.

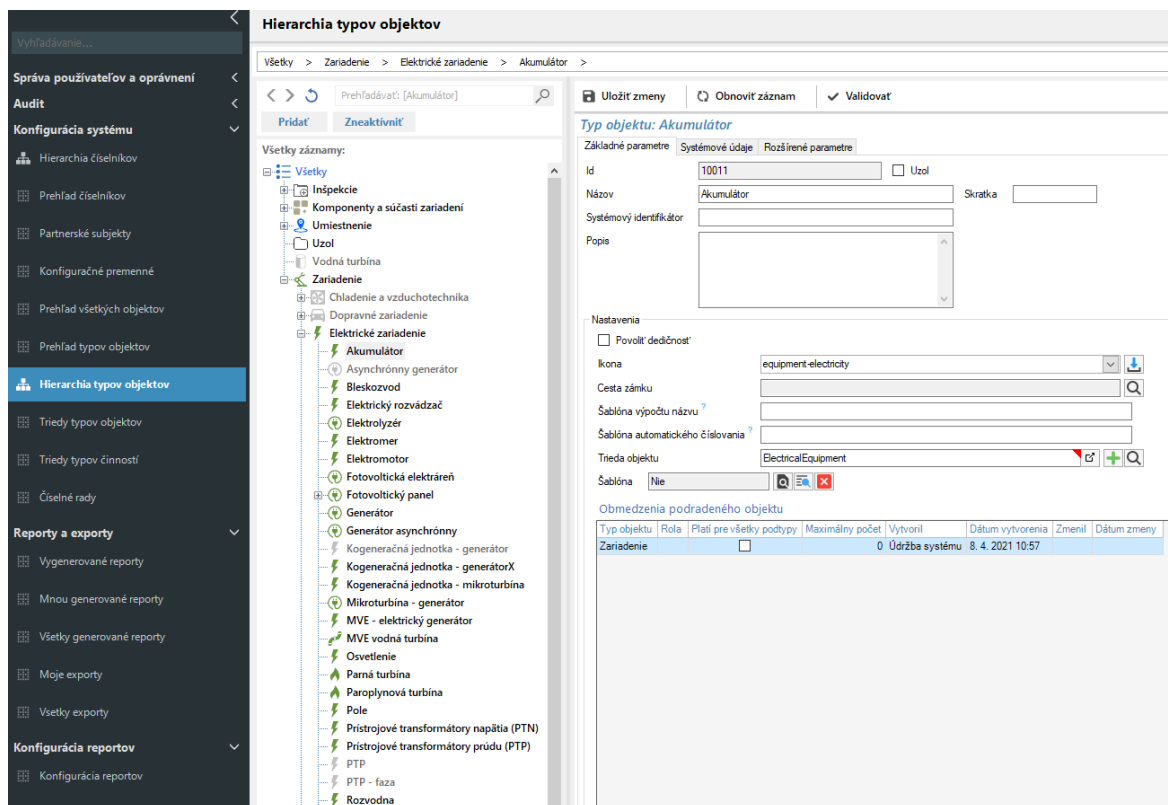
## 2.2 Dátový model

Dátový model, ktorý bol navrhnutý a vytvorený v rámci projektových míľnikov č.3 a 4, prešiel určitými zmenami funkčností, dizajnu a užívateľského rozhrania. Návrh dátového modelu, návrh objektového stromu, typy objektov a zoznam ich parametrov/ položiek bol podrobne popísaný vo výstupnom dokumente míľnika č. 3, v kapitolách 2.2, 2.3, 2.6 a 2.7 a v rámci výstupného dokumentu míľnika č.4 – kapitola 3.2.

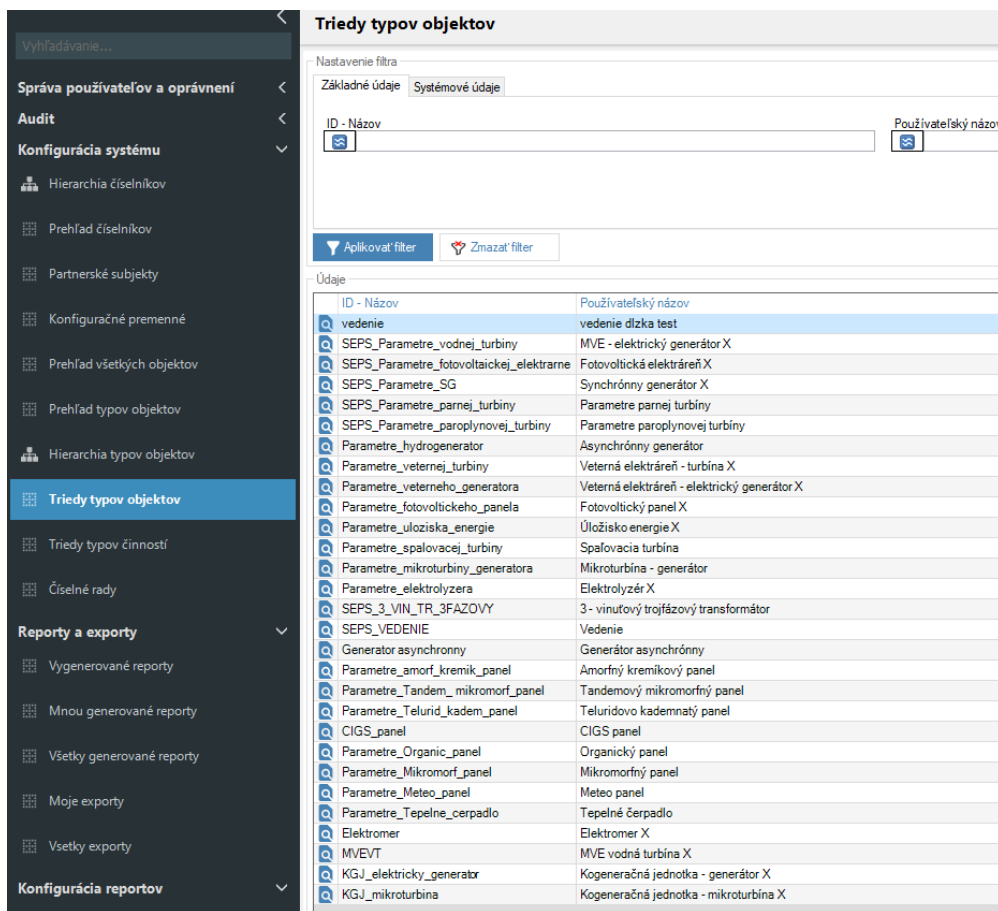
### 2.2.1 Hlavné štruktúry vytvorenej relačnej databázy

Pri vyplňovaní údajov Objektu sú dva údaje číselníkového charakteru a významne ovplyvňujú prácu s objektom. Ide o Typ objektu a Triedu typu objektu. V častiach venujúcich sa pridávaniu nových Objektov alebo Zariadení sa ako prvé vyplňajú práve tieto údaje.

Každý evidovaný objekt (v rámci toho aj zariadenia) musí byť nejakého typu. Každý typ objektu patrí do niektorej triedy. Trieda určuje, aké údaje, akých dátových typov a dokonca akých hodnôt sa evidujú pre objekty danej triedy. Typ objektu danej triedy ďalej spresňuje, čo a ako sa eviduje pre objekt daného typu a triedy. Napr. iné sa eviduje pre triedu elektrických zariadení, iné pre triedu tlakových zariadení, iné pre triedu budova a pod. V rámci triedy tlakových zariadení sa eviduje iné pre typ objektu kotol a iné pre typ objektu tlaková nádoba. Preto formulár rôznych Objektov môže obsahovať rozdielne záložky s údajmi a v niektorých rovnakých záložkách dokonca rozdielne údaje. Používateľské údaje môžete vytvoriť, definovať ich vlastnosti a dokonca aj určiť spôsob ich zobrazenia na pracovnej obrazovke.



Obrázok 2 Hierarchia typov objektov



Obrázok 3 Triedy typov objektov



Systém pre svoju činnosť využíva množstvo číselníkov. V evidencii číselníkov sa okrem množiny číselníkov evidujú a spravujú aj ich položky. Využitie číselníkov je veľmi rôznorodé od bežného číselníka množiny prípustných hodnôt pre konkrétny údaj až po číselníky determinujúce evidencie systému, údaje v nich evidované a správanie sa systému (napr. *Typy zariadenia*). Iné členenie číselníkov je z pohľadu fungovania systému, niektoré hodnoty sú systémom bežne používané a "nesmú" chýbať, prípadné pridanie novej hodnoty nemá vplyv na činnosť systému. Naopak, iné číselníky obsahujú len evidenčné hodnoty a sú plne v režii používateľa.

Obrázok 4 Hierarchia číselníkov

Systém obsahuje časť, ktorá umožní konzultantom dodávateľa a administrátorom systému upravovať a nastavovať údaje evidované v jednotlivých evidenciách. Táto časť systému nie je dostupná ani pokročilým používateľom systému. Obsahuje špecifické obrazovky a ovládanie, vyžaduje znalosti z oblasti tvorby softvéru, vnútornej architektúry systému a špecifické školenia zamerané na túto oblasť.

Administrátori majú k dispozícii možnosti nastavenia funkcionality pre jednotlivé oblasti používateľov podľa ich zamerania. Napríklad:

- zmeniť poradie stĺpcov v tabuľke,
- pridať/odstrániť stĺpce zobrazované v tabuľke,
- pridať/odstrániť údaje na filtrovanie v tabuľke,
- preorganizovať údaje vo formulári pre prezeranie a editáciu,

- pridať/odstrániť údaje vo formulári,
- vytvoriť úplne nový údaj,
- zmeniť typ údajja (krátky text na dlhý viacriadkový, celé číslo na desatinné a pod.).

Systém podporuje dva spôsoby rozširovania dátového modelu:

- Rozširovanie dátového modelu cez Triedy typov objektov a Triedy typov činností.
- Rozširovanie systémových tried cez Meta model.

## Rozširovanie systémových tried cez Meta model

Meta model umožňuje rozširovanie existujúcich systémových tried, prípadne následne ich zmenu.

- Tento spôsob neumožňuje vytváranie nových entít/tried ako je to pre Triedy objektov a činností.
- Rozšírenie je platné pre všetky záznamy danej entity bez ohľadu na typ alebo triedu záznamu, napr. Typy a triedy objektov alebo činností.
- Príklad: Rozšírenie entity Tepelné čerpadlo - rozšírenie tejto entity sa aplikuje na všetky záznamy čerpadiel bez ohľadu na typ čerpadla.
- Tento spôsob je vhodný na globálne platné atribúty ako sú identifikátory či kategorizačné premenné.
- Na tieto vlastnosti je možné aplikovať štandardné prostriedky autorizácie a validácie (rovnaké ako na systémové parametre).

Název triedy	Sledovať zmeny	Zobrazovaný názov triedy	Používateľský identifikátor	Název typu
CodeListParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.CodeListParameter*1[Sfera.XMatik.Objects.Busi
DateParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.DateParameter*1[Sfera.XMatik.Objects.Busines
IntegerParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.IntegerParameter*1[Sfera.XMatik.Objects.Busin
LongTextParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.LongTextParameter*1[Sfera.XMatik.Objects.Bus
NumericParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.NumericParameter*1[Sfera.XMatik.Objects.Busi
ShortTextParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.ShortTextParameter*1[Sfera.XMatik.Objects.Bus
CodeListParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.CodeListParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Maintenanc
DateParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.DateParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Maintenanc
IntegerParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.IntegerParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Maintena
LongTextParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.LongTextParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Mainte
NumericParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.NumericParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Mainter
ShortTextParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.ShortTextParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Mainte
ObjectClass	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.ObjectClass.Sfera.XMatik.Objects.Business
ParameterSetBase*1	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.ParameterSetBase*1[Sfera.XMatik.Objects.Busin
ParameterSetSettingsInfo	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.ParameterSetSettingsInfo.Sfera.XMatik.Objects.I
YesNoCodeListParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.YesNoCodeListParameter*1[Sfera.XMatik.Objec
ParameterSetSettings[Object]	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.ParameterSetSettings*1[Sfera.XMatik.Objects Bi
ObjectReferenceParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.ObjectReferenceParameter*1[Sfera.XMatik.Obje
RepresentationContent	<input type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.RepresentationContent.Sfera.XMatik.Objects.Business
RepresentationOwner	<input type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.RepresentationOwner.Sfera.XMatik.Objects.Business
Representation	<input type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.Representation.Sfera.XMatik.Objects.Business
DynamicBusinessBase*1	<input type="checkbox"/>			Sfera.BuF.Dynamic.DynamicBusinessBase*1[Sfera.XMatik.Objects.Business.Representation.S
CodeListParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.CodeListParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Mainten
DateParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.DateParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Maintenanc
IntegerParameter	<input checked="" type="checkbox"/>			Sfera.XMatik.Objects.Business.ParameterSets.IntegerParameter*1[Sfera.XMatik.FMM.Maintena

Obrázok 5 Meta model

Obsahom modulu je evidencia a správa dokumentácie, kde sa evidujú všetky prílohy, ktoré evidujeme v záložke Dokumenty na tom-ktorom zariadení. V rámci prehľadu je možné filtrovať záznamy podľa kritérií, robiť zoznamy, či sťahovať súbory na lokálne disky.

**Prehľad dokumentácie**

Nastavenie filtra

Základné údaje    **Systémové údaje**

Názov:     Pripína:     Kategória dokumentácie:

Názov typu entity:     Názov entity:     Cesta entity:  <Zadajte hľadajúci výraz>

Údaje

	Id	Názov	Pripína	Kategória dokumentácie	Veľkosť súboru [B]	Názov typu entity	Názov entity	Cesta entity
	81	data_sav_merania	xlsx		12636176	Objekt	<a href="#">Elektrolyzér</a>	Mikrogrid/Elektrolyzér
	82	Graficky_report_05.12.2020	pdf		4998500	Objekt	<a href="#">Elektrolyzér</a>	Mikrogrid/Elektrolyzér
	83	01_amorfný_kremikovy_panel	xlsx		2921877	Objekt	<a href="#">Elektrolyzér</a>	Mikrogrid/Elektrolyzér
	31	equipment-fan	ico		101760	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	27	equipment-electric-cord	ico		101636	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	28	equipment-electricity-2	ico		101586	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	33	equipment-gears	ico		101556			
	30	equipment-fan-2	ico		101509	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	26	equipment-crane	ico		101431	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	25	equipment-crane-hook	ico		101310	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	22	equipment-arm	ico		101305	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	34	equipment-lift-up-don	ico		101269	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	32	equipment-gas-fire	ico		101260	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	48	location-position-3	ico		101245	Typ	<a href="#">Umiestnenie</a>	Umiestnenie
	24	equipment-crane-2	ico		101233	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	37	equipment-pipe-gauge	ico		101195	Typ	<a href="#">Zariadenie</a>	Zariadenie
	40	equipment-pipe	ico		101193			
	55	location-warehouse-rack	ico		101189	Typ	<a href="#">Umiestnenie</a>	Umiestnenie
	23	equipment-car	ico		101154			

Obrázok 6 Modul Dokumentácia

## 3 IMPORT DÁT Z LABORATÓRNEJ MIKROSIETE

### 3.1 Import dát zo zariadení laboratória do Zberovej centrály

Inštancia prototypu ZC CE2 (Zberová centrála) zhromažďuje všetky namerané dáta, ktoré sú zasielané zo zariadení v laboratóriách. Dátový tok je dohodnutý nasledovne:

- Cez internú sieť STU/SAV sa zbierajú údaje z jednotlivých elektrometrov (niektoré cez skalár, niektoré priamym zberom cez LAN sieť).
- Zbierajú sa 1 min. odpočty všetkých veličín, ktoré elektromery poskytujú.
- 1x za 2 týždne miestny pracovník skopíruje všetky nové merania na server, kde má Sféra prístup a dáta si môže skopírovať.
- Potvrdenie zoznamu zariadení z týchto dvoch lokalít, pre ktoré nám partneri vedia zasielať namerané dáta.

Na lokálnom serveri je vytvorený automat, ktorý okamžite ako príde súbor zo SAV/STU, tak ho prepošle na dohodnutý Sféra FTP server (CE2 v-13161-sr-19), do konkrétneho adresára. Každú hodinu pribudne spakovaný textový súbor so sekundovými meraniami za ukončenú hodinu (po 3600 záznamov).

Ukážky meraných dát, ktoré sa ukladajú pre jednotlivé typy elektromerov:

```
02022001_LP1_2305031030 - Notepad
File Edit Format View Help
[HEADER]
MAN1=EMH4\@01LZQJL0014A
SNR1=02022001
DATE=230503
TIME=103001

[PDATA] P.01(1230503103000)(00000000)(15)(6)(1.5)(kW)(2.5)(kW)
(5.5)(kvar)(6.5)(kvar)(7.5)(kvar)(8.5)(kvar)
(007.0)(000.0)(000.2)(000.0)(000.0)(000.8)
Lx
```

```
08207547_LP1_2212141200 - Notepad
File Edit Format View Help
[HEADER]
MAN1=EMH4\@01LZQJL001VE
SNR1=08207547
DATE=221214
TIME=120000

[PDATA] P.01(0221214114600)(00000000)(1)(6)(1.5)(kW)(2.5)(kW)(5.5)(kvar)(6.5)(kvar)(7.5)(kvar)(8.5)(kvar)
(01.74)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.72)
(01.75)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.72)
(01.74)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.72)
(01.72)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.72)
(01.71)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.71)
(01.85)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.61)
(01.83)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.62)
(01.82)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.61)
(01.82)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.61)
(01.82)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.62)
(01.83)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.62)
(01.80)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.57)
(01.68)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.65)
(01.66)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.65)
(01.66)(00.00)(00.00)(00.00)(00.00)(02.66)
Ld
```

Dodávka\_hybrid\_FVE\_2023-06-09-03 - Notepad

File Edit Format View Help

[2023-06-09 03:00:00.315]: 242.055 241.634 241.769 3.026 0.494593 0.376662 0.413306 0.0 37.029 17.688 18.052 72.63 0.32 0.197 0.176 0.24 818.627991 33833.074219

[2023-06-09 03:00:01.906]: 242.325 241.823 242.0 5.472 0.494271 0.378768 0.412536 0.0 36.598 17.619 18.091 72.717 0.321 0.201 0.188 0.239 818.627991 33833.074219

[2023-06-09 03:00:03.313]: 242.232 241.856 242.062 5.459 0.493949 0.377506 0.412921 0.0 36.889 17.987 17.86 72.638 0.326 0.197 0.185 0.248 818.628967 33833.074219

[2023-06-09 03:00:04.313]: 242.423 242.033 242.129 5.241 0.494914 0.377506 0.41215 0.0 36.893 17.886 17.7 72.148 0.322 0.197 0.18 0.24 818.628967 33833.074219

[2023-06-09 03:00:05.315]: 242.363 241.95 242.063 5.584 0.494914 0.377927 0.412921 0.0 36.916 17.939 17.365 72.29 0.321 0.198 0.186 0.24 818.628967 33833.074219

[2023-06-09 03:00:06.315]: 242.453 242.067 242.122 5.929 0.496519 0.378768 0.412536 0.0 37.528 17.518 17.808 73.677 0.322 0.204 0.183 0.245 818.628967 33833.074219

[2023-06-09 03:00:07.316]: 242.431 242.135 242.252 6.108 0.494593 0.377927 0.413306 0.0 36.99 18.144 17.808 73.193 0.323 0.199 0.192 0.242 818.628967 33833.074219


[2023-06-09 03:00:08.307]: 242.456 242.057 242.237 5.815 0.494271 0.378768 0.413691 0.0 36.774 17.667 18.204 72.698 0.323 0.194 0.194 0.244 818.628967 33833.074219


[2023-06-09 03:00:09.306]: 242.582 242.144 242.222 5.785 0.498118 0.379187 0.410603 0.0 37.643 17.872 18.295 72.858 0.316 0.194 0.179 0.241 818.628967 33833.074219

Tabuľka 1 Zoznam meraných elektromerov

Elektromer	SN	Popis	Umiestnenie
LZQJ + modem XC	02022001	Spotreba Centrálnych laboratórií Stavebnej fakulty STU v Bratislave	TS78
LZQJ + modem XC	06416324	Výroba FVE elektrárne Laboratória vysokých napätí FEI STU v Bratislave	LVN
LZQJ + modem XC	02022003	Spotreba objektov M3	TS78
LZQJ + modem XC	03046188	Výroba/Spotreba NN prípojky Laboratória vysokých napätí FEI STU v Bratislave	LVN
LZQJ + modem XC	08207547	Spotreba serverovne Laboratória vysokých napätí FEI STU v Bratislave	LVN
LZQJ + modem XC	05725306	Spotreba tepelného čerpadla Laboratória vysokých napätí FEI STU v Bratislave	LVN
LZQJ + modem XC	11583662	Spotreba stožiarov verejného osvetlenia a nabíjačiek elektromobilov Laboratória vysokých napätí FEI STU v Bratislave	TS78
LZQJ + modem XC	02022002	Spotreba Laboratória železobetónových konštrukcií Sťf STU v Bratislave	TS78

### 3.1.1 Import údajov zo súboru do databázy

V rámci riešenia aplikácie databázovej základne systém umožňuje v niektorých oknách s tabuľkou údajov importovať údaje zo súborov formátu xlsx. Tlačidlom  sa zobrazí formulár, kde sa vyberie importovaný súbor a realizuje sa import. Súbor však musí mať predpísanú formu/šablónu, ktorá ak nie je dodržaná, je potrebné súbor upraviť. Ak pri kontrole dát pre import dôjde k nezhode, systém na tento stav upozorní používateľa oznamom. Importované údaje je možné pred importom, priamo v systéme, ešte upraviť. V prípade úspešného importu sú záznamy pridané do tabuľky *Údaje* alebo ak záznam už je v tabuľke, tak sa aktualizuje. Pre účel rozpoznania, či záznam už je v tabuľke alebo nie je, sa určuje tzv. jednoznačný identifikátor.

Pre zobrazenie zmeneného obsahu tabuľky použite tlačidlo  *Obnoviť pohľad*. Import údajov sa často používa v kombinácii s funkciou *Export údajov*. Používateľ v exportovanom zozname môže pridať záznamy a zmeniť údaje v existujúcich záznamoch a následne ich importovať. Exportom sa dá získať správna šablóna pre import údajov.

## 3.2 Algoritmus pre validácie nameraných údajov z elektromerov

V rámci míľníka č.5 sme sa zaoberali aj merateľným ukazovateľom týkajúcom sa podania patentovej prihlášky. Popisovaný patent sa týka technologického postupu validácie nameraných údajov z elektromerov (kontrolu meraní), na základe ktorej sa dá určiť, či sú namerané hodnoty vierohodné alebo nevierohodné. Vynález sa týka najmä priemyselného spracovania diaľkové získavaných dát spotreby

elektrickej energie, môže sa tiež používať na validáciu iných diaľkovo nameraných dát, ako je napríklad rozvod vody a plynu alebo na vykurovanie v určitej oblasti.

### Doterajší stav techniky

Doteraz v oblasti diaľkového získavania a riadenia spotreby elektrickej energie bol navrhnutý určitý počet technických riešení, systémov alebo metód, zameraných na komunikáciu odpočtových centráľ (elektromery) s serverom distribučnej sústavy. Takéto systémy sú opísané napríklad vo WO-98/10299, WO-98/10394, EP-A2 0 723 358, WO-99/46564, WO 2003/055031. Prevažná väčšina týchto projektov je zameraná na systém prenosu dát, nie sú však cielene na kontrolu vierohodnosti nameraných a zdieľaných dát, čo je podstatne pre dosiahnutie kvalitatívneho priemyselného výsledku, najmä pre následnej fakturácie nameranej spotreby elektrickej energie.

Hlavná úloha predmetného vynálezu je preto navrhnuť flexibility konfigurovateľný algoritmus validácie dát, ktoré sú diaľkovo prenášané z elektromerov tak, aby uspokojil ako požiadavky prevádzkovateľov distribučných sústav ak potreby koncových spotrebiteľov elektriny.

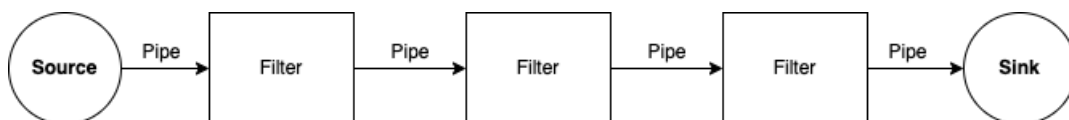
### Podstata vynálezu

Týmto vynálezom je prvýkrát využitý algoritmus kontroly dát, ktorý je implementovaný ako skupina menších algoritmov, pričom každý algoritmus skúma hodnoty na základe iných pravidiel. Táto skupina algoritmov vytrvávajú riešenie pre spoľahlivé určenie kvality nameraných údajov.

Vynález tak zabezpečuje kvantitatívnu dôveryhodnosť dát, ktoré sa diaľkovo získavajú, prenášajú a riadia sa prostredníctvom už existujúcich informačných systémov, ktoré sa používajú v prevádzke distribučných sústav.

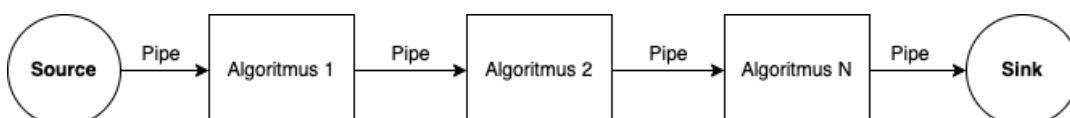
#### 3.2.1 Popis

Validácie nameraných údajov z elektromerov predstavujú kontrolu meraní, na základe ktorej sa dá určiť, či sú namerané hodnoty vierohodné alebo nevierohodné. Algoritmus pre validácie je implementovaný ako skupina menších algoritmov, pričom každý algoritmus skúma hodnoty na základe iných pravidiel. Táto skupina algoritmov vytrvávajú riešenie pre spoľahlivé určenie kvality nameraných údajov. Implementácia algoritmu validácie vychádza z návrhového vzoru „Pipes and Filters“.



Obrázok 7 Návrhový vzor „Pipes and filters“

Na obrázku 7 je vidieť schematické znázornenie návrhového vzoru „Pipes and Filters“. *Source* je dátový zdroj. *Pipe* predstavujú dátové toky. *Filter* predstavuje algoritmus spracovania dát. *Sink* je výstupný dátový tok – výsledok spracovania



Obrázok 8 Algoritmus validácie

Na obrázku 8 je vidieť schematické znázornenie algoritmu validácie. Každý filter predstavuje algoritmus validácie (Algoritmus 1..N), tieto validácie sú na seba nezávislé. *Source* je tomto prípade súbor nameraných hodnôt určených na validáciu. *Sink* je výstupný dátový tok, ktorý v tom prípade

obsahuje súbor nameraných hodnôt určených na validácie spolu s výsledkami jednotlivých validácií. Výber vzoru „Pipes and Filters“ umožňuje jednoduché rozšírenie validácie nameraných údajov o nové algoritmy. Konfigurácie algoritmov (nastavenie prahových alebo konfiguračných hodnôt) sú tiež na seba nezávislé. Unikátnosť tohto riešenia spočíva v kombinácii nasledovných faktov:

- výber vhodného návrhového vzoru pre implementáciu,
- definovanie množiny algoritmov pre validáciu nameraných údajov z elektromerov.

### 3.2.2 Algoritmy

Algoritmus validácie nameraných údajov z elektromerov sa skladá z menších čiastkových algoritmov, ktorých zoznam je v nasledujúcej tabuľke. Algoritmy pracujú zo získanými meraniami z elektromerov, ako sú profilové merania a registre. Profilové merania elektromera, znamenajú časový rad meraní spotreby (napr. každých 15 minút). Register elektromera znamená aktuálna kumulovaná spotreba elektromera – je to jedno číslo.

**Tabuľka 2** Zoznam algoritmov

Číslo	Názov
1	Porovnanie registrov a profilov
2	Kontrola celistvosti dát
3	Porovnanie tarifných spotrieb voči sumárnej spotrebe
4	Kontrola nulovej spotreby
5	Porovnanie spotreby s predchádzajúcou spotrebou
6	Kontrola kumulácie
7	Kontrola vierohodnosti predchádzajúceho odpočtu
8	Pretočenie meradla
9	Kontrola zápornej hodnoty
10	Kontrola používateľsky modifikovanej spotreby
11	Prekročenie povoleného počtu odhadov
12	Prekročenie povoleného počtu samoodpočtov
13	Prekročenie povoleného počtu samoodpočtov alebo odhadov
14	Súčiniteľ využitia voči MRK
15	Prekročenie rezervovanej kapacity profilov
16	Prekročenie rezervovanej kapacity registrov
17	Odchýlenie od očakávaného odpočtu
18	Kontrola dátumu manuálneho odpočtu
19	Kontrola montážneho odpočtu
20	Porovnanie spotreby so štandardizovanou spotrebou

#### 3.2.2.1 Porovnanie registrov a profilov

Algoritmus porovnáva hodnoty v registroch s meraniami profilov, získaných z elektromerov. Úlohou algoritmu je porovnanie profilových a registrových meraní a odhaliť odchýlky.

#### 3.2.2.2 Kontrola celistvosti dát

Algoritmus kontroluje celistvosť meraných profilov na intervale medzi dvomi odpočtami registra elektromera. Úlohou algoritmu je nájsť chýbajúce meranie v profilových dátach.

### **3.2.2.3 Porovnanie tarifných spotrieb voči sumárnej spotrebe**

Algoritmus porovnáva spotrebu v sumárnom registri so súčtom spotrieb v príslušných tarifných registroch.

### **3.2.2.4 Kontrola nulovej spotreby**

Algoritmus identifikuje nulovú spotrebu na odbernom mieste za podmienok, za ktorých sa nulová spotreba neočakáva.

### **3.2.2.5 Porovnanie spotreby s predchádzajúcou spotrebou**

Algoritmus porovnáva nameranú spotrebu so spotrebou predchádzajúceho odpočtu a identifikuje neočakávaný nárast alebo pokles. Spotreby sú porovnané relatívne k obdobiu, za ktoré boli namerané.

### **3.2.2.6 Kontrola kumulácie**

Algoritmus kontroluje inkrementálny nárast v registri kumulácie za podmienok, kedy by k nárastu malo dôjsť.

### **3.2.2.7 Kontrola vierohodnosti predchádzajúceho odpočtu**

Algoritmus podmieňuje vierohodnosť registra tým, či je daný register vierohodný v rámci predchádzajúceho odpočtu.

### **3.2.2.8 Pretočenie meradla**

Algoritmus kontroluje či hodnota v registri nie je menšia ako pri predchádzajúcom odpočte. Takýmto spôsobom dokáže odhaliť pretočenie metronomických elektromerov alebo odhaliť výraznú anomáliu, ktorá sa javí ako pretočenie elektromeru.

### **3.2.2.9 Kontrola zápornej hodnoty**

Algoritmus hľadá výskyt záporných hodnôt v odpočtoch, ktoré signalizujú výraznú anomáliu v meraniach.

### **3.2.2.10 Kontrola používateľsky modifikovanej spotreby**

Algoritmus identifikuje spotreby modifikované používateľom a vyžiada ich dodatočnú zvierohodnenie.

### **3.2.2.11 Prekročenie povoleného počtu odhadov**

Algoritmus kontroluje počet po sebe nasledujúcich odpočtov s príznakom „odhadnutá“. Odhady sú generované systémom a slúžia ako plnohodnotná náhrada reálnych odpočtov. Ich konsekutívny počet však nesmie prekročiť stanovanú hranicu.

### **3.2.2.12 Prekročenie povoleného počtu samoodpočtov**

Algoritmus kontroluje počet po sebe nasledujúcich odpočtov vykonaných zákazníkom. Zákazníci dokážu vykonať odpočet pomocou mobilnej aplikácie avšak ich konsekutívny počet nesmie prekročiť stanovanú hranicu.



### **3.2.2.13 Prekročenie povoleného počtu samoodpočtov alebo odhadov**

Algoritmus kontroluje počet po sebe nasledujúcich samoodpočtov alebo systémových. Oba typy odpočtov sú plnohodnotnými náhradami reálnych meraní avšak ich konsekutívny počet nesmie prekročiť stanovanú hranicu.

### **3.2.2.14 Súčiniteľ využitia voči MRK**

Algoritmus porovnáva spotrebu za dané obdobie s maximálnou dovolenou spotrebou odvodenou z **Maximálnej rezervovanej kapacity**. Maximálna rezervovaná kapacita určuje maximálny okamžitý odber a je súčasťou zmluvy zákazníka s dodávateľom. Algoritmus stanovuje minimálnu aj maximálnu mieru spotreby voči MRK.

### **3.2.2.15 Prekročenie rezervovanej kapacity profilov**

Algoritmus porovnáva maximálny okamžitý odber zaznamenaný v profilových meraniach s hodnotou **Rezervovaná kapacita**. Rezervovaná kapacita určuje maximálny okamžitý odber a je súčasťou zmluvy zákazníka s dodávateľom.

### **3.2.2.16 Prekročenie rezervovanej kapacity registrov**

Algoritmus porovnáva maximálny okamžitý odber zaznamenaný v odpočte registra s hodnotou **Rezervovaná kapacita**. Rezervovaná kapacita určuje maximálny okamžitý odber a je súčasťou zmluvy zákazníka s dodávateľom.

### **3.2.2.17 Odchýlenie od očakávaného odpočtu**

Algoritmus kontroluje, či odpočet je v rozmedzí očakávaného stavu, ktorý je odvodený z predikcii dodávateľa.

### **3.2.2.18 Kontrola dátumu manuálneho odpočtu**

Algoritmus identifikuje chybné zaznamenaný dátum odpočtu zariadením na manuálne odčítanie elektromeru.

### **3.2.2.19 Kontrola montážneho odpočtu**

Algoritmus kontroluje, či má montážny odpočet nulovú spotrebu.

### **3.2.2.20 Porovnanie spotreby so štandardizovanou spotrebou**

Algoritmus porovnáva spotrebu voči štandardizovanej spotrebe definovanej vlastníkom elektromeru.

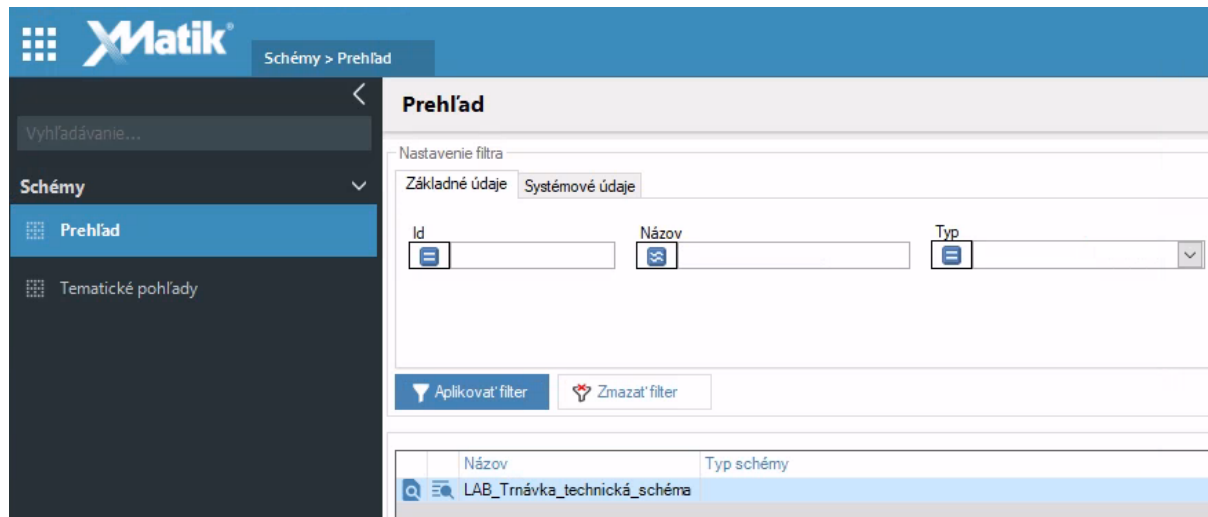
## 4 GRAFICKÉ ZOBRAZENIE ZARIADENÍ DIGITÁLNEHO DVOJČAŤA

### 4.1 Grafické prostredie prototypu CE2/DB

Inštancia prototypu aplikácie CE2/DB má vlastné grafické prostredie, v ktorom je možné zobrazovať mapové podklady – technické, zemepisné, konštrukčné schémy. Ako podklad slúži schéma formátu DGN od spoločnosti Bentley. Tento formát poskytuje veľké možnosti ohľadom kreslenia schém a vlastností prvkov.


Nadstavbou, ktorej tvorbe sme sa venovali v predošlom mĺfniku, je možnosť prepojenia – prelinkovania objektov v grafickej schéme s objektami v hierarchickej štruktúre hlavného panelu inštancie prototypu CE2/DB. Každý objekt, ktorý je v schéme označený názvom, a názov tohto objektu sa nachádza v databáze, následne zobrazí všetky parametre s hodnotami ktoré sú zadané na formulári zariadenia. V rámci mĺfnika č.5 sme toto riešenie vylepšili o niektoré používateľské prvky a rýchlosť odozvy zmien v databáze voči schémam a naopak.

V inštancii CE2/DB je modul Schémy, ktorý slúži na zobrazenie grafických schém v databáze. Systém umožňuje prácu s grafickými schémami. Zvyčajne sa používajú na zobrazenie zariadení a technologických celkov alebo ich častí. Schémy sú zdrojom informácií o umiestnení objektov v priestore, o ich technologickom zapojení, prípadne logickom prepojení a podobne. Schémy obsahujú grafické prvky, ktoré sú naviazané na objekty evidované v systéme a zároveň dokážu zobraziť údaje objektu evidované v systéme. A naopak, objekty evidované v systéme (napr. v Prehľade zariadení) je možné si zobraziť v schémach, na ktorých sa nachádzajú.



Obrázok 9 Modul schémy

Na formulári každého objektu/zariadenia je ikona „nájsť v mape/schéme“, ktorá používateľa premiestni do otvorenej grafickej schémy.

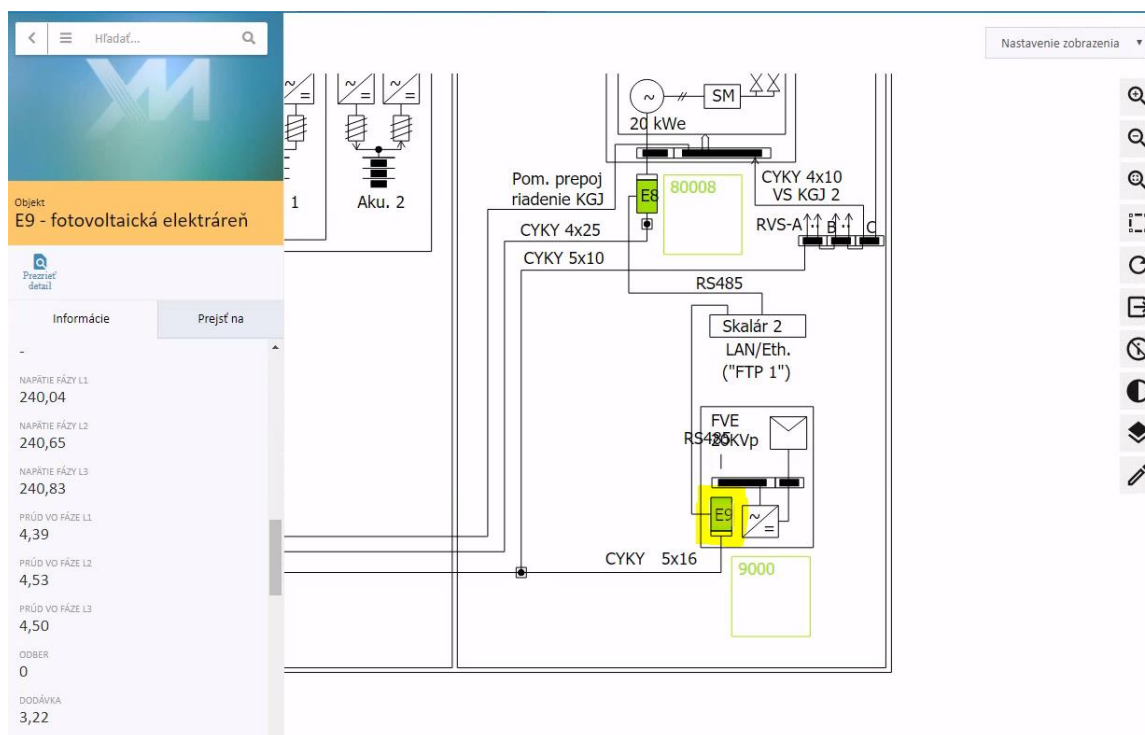
 **Nájsť na mape/schéme**

Následne je možné v grafickej schéme prezerat', označovať objekty, tlačiť schému do výstupného súboru. Zobrazenie grafickej schémy si môžete prispôbiť tak, aby sa zobrazovala tá časť schémy, ktorú práve potrebujete vidieť. Na tieto úkony slúžia malé tlačidlá v paneli nástrojov v pravej časti každého okna s grafickou schémou. Ich význam je nasledujúci:

Tabuľka 3 Riadiace tlačidlá pre ovládanie prvkov v schéme

Ikona	Názov operácie	Popis
	Priblížiť	Priblížiť pohľad
	Oddialiť	Oddialiť pohľad
	Vycentrovať	Vycentrovanie pohľadu na veľkosť otvoreného okna (priblížiť alebo oddialiť)
	Výrez pohľadu	Zobrazit' zvolený výrez
	Obnoviť	Obnoviť pohľad
	Export	Exportovať pohľad
	Deaktivácia bubliny	Bez informácie v tooltipi
	Čiernobiely pohľad	Zobrazenie čiernobieleho pohľadu
	Zoznam vrstiev	Zobrazenie zoznamu vrstiev vo výkrese, vrstvy možno zapínať/vypínať.
	Redline	Otvorenie ľavého panela s funkcionalitou nástroja na modifikáciu schémy

Pri otváraní akejkoľvek schémy najprv prebieha krátke načítanie a aktualizácia, kde sa kontroluje, či sa nezmenili hodnoty parametrov na objektoch, ktoré sú inteligentné v schéme. Zároveň sa kontroluje neaktívnosť. Počas tých pár sekúnd používateľ nemôže pracovať so schémou. V ľavom dolnom okraji schémy sa zobrazí ikona načítavania a po skončení sa výkres priblíži.



Obrázok 10 Označenie prepojeného zariadenia v schéme

Po označení objektu zariadenia, ktorý má svoj obraz v databáze (prelinkovanie) sa zobrazí v schéme ľavý panel s údajmi o danom zariadení, pričom v paneli sú zobrazené všetky položky (parametre) s ich hodnotami, ktoré sú prevzaté z formulára daného objektu v databáze.

## 4.2 Technická schéma laboratória Trnávka

Samotná technická schéma vo formáte \*DGN je uložená v systéme ako príloha – v záložke Dokumentácia – na formulári prepojeného zariadenia.

Uložiť zmeny    Obnoviť záznam    Validovať    Nájst' na mape/schéme    Viac

**Zariadenie: E3 - tepelné čerpadlo**

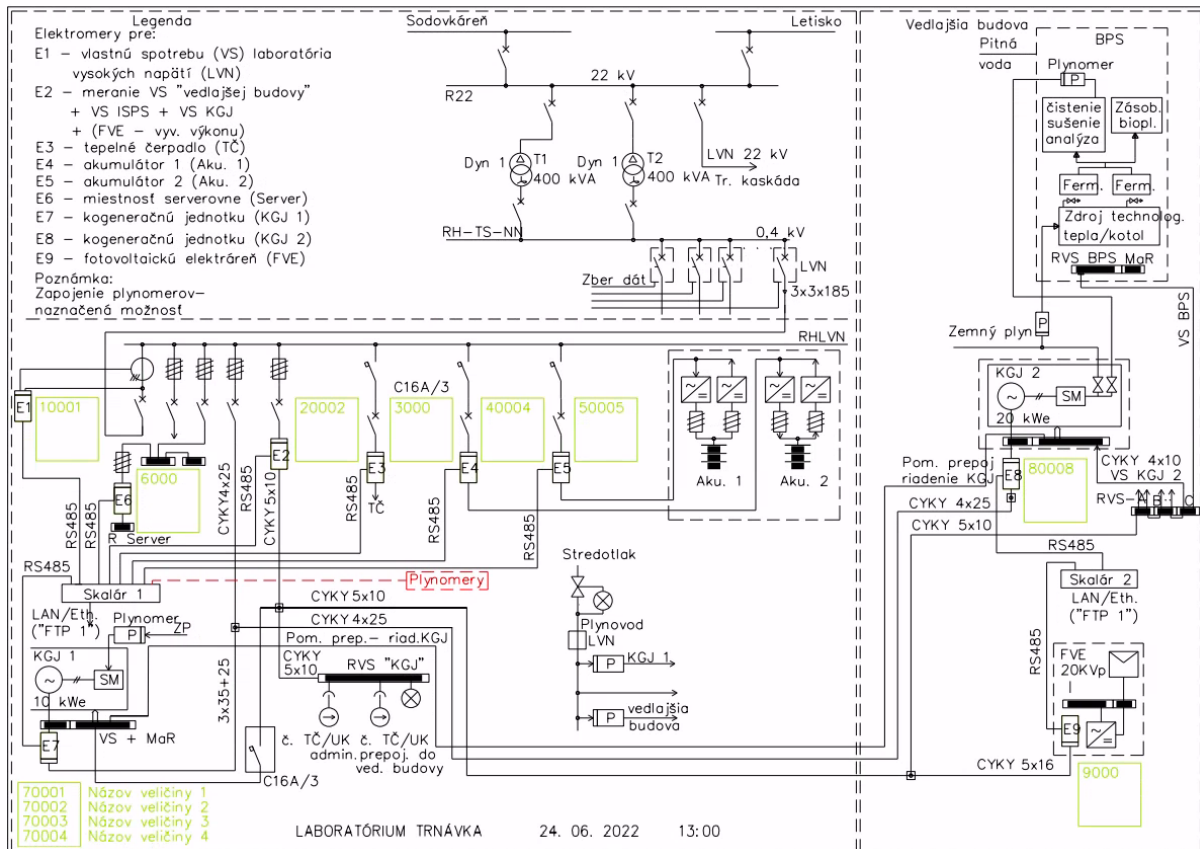
Názov	E3 - tepelné čerpadlo	Číslo zariadenia	
Popis		Typ objektu	Elektromer
Umiestnenie	Tmávka STU	Prevádzkový stav	
Cesta s názvom	SR\Tmávka STU\	<input checked="" type="checkbox"/> Aktívny	

Údaje zariadenia    Parametre    Systémové údaje    Poznámky    **Dokumentácia**

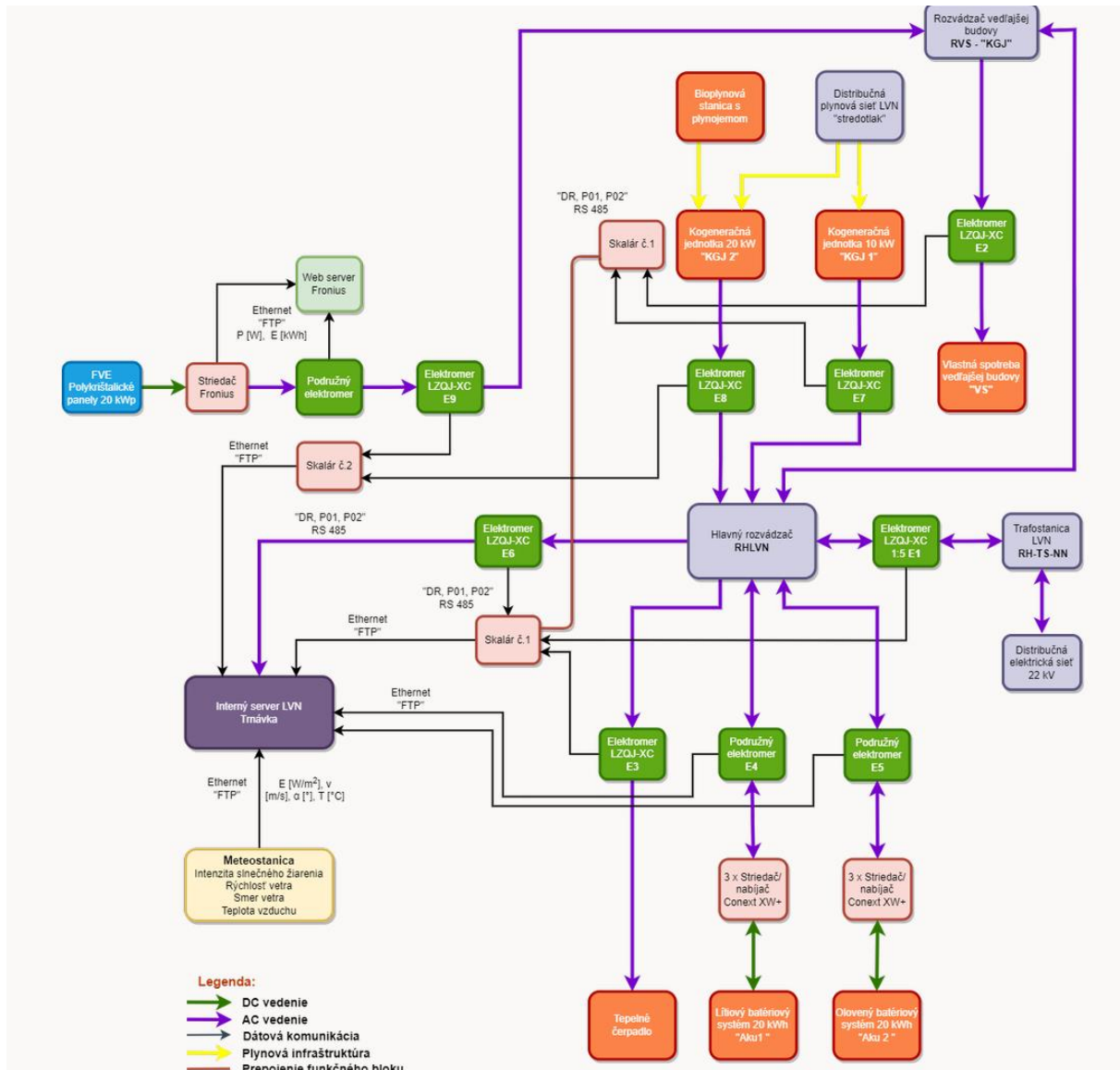
Dokumentácia    + Vložiť prílohu    x Odstrániť    Akcie

LAB\_Trnávka\_techická\_schéma (1).dgn

Obrázok 11 Záložka dokumentácia na formulári prepojeného zariadenia



Obrázok 12 Technická schéma laboratória



Obrázok 13 Plánovaný stav zapojenia zariadení v LVN STU

## 5 PARAMETRE PRODUKCIE A NÁKLADOV

### 5.1 Prieskumná analýza oblasti

Výroba elektriny z obnoviteľných zdrojov energie (OZE), konkrétne z vetra a slnečnej energie, zažíva v posledných rokoch významný nárast. Tento trend je spôsobený viacerými faktormi, vrátane pokroku vo vývoji technológií, zlepšenia efektívnosti solárnych panelov a veterných turbín, ako aj rastúceho povedomia o environmentálnych výhodách obnoviteľnej energie.

Náklady na výrobu elektriny z vetra a slnečnej energie sa postupne vyrovnávajú nákladom na elektrinu generovanú spaľovaním fosílnych palív. Tento vývoj je dôsledkom technologického pokroku, masovej produkcie solárnych panelov a veterných turbín, ako aj investícií do výskumu a vývoja v oblasti obnoviteľnej energie.

Pri využívaní OZE je však stále potrebné zohľadniť niektoré výzvy. Jednou z významných prekážok je vysoká počítačová investícia potrebná na zriadenie energetického zariadenia. V porovnaní s tradičnými metódami výroby elektriny sú základné náklady na solárne alebo veterné systémy stále relatívne vysoké. Tieto náklady však klesajú vďaka technologickému pokroku a zvýšenej konkurencii na trhu.

Ďalšou výzvou je energetická efektívnosť samotných obnoviteľných zdrojov energie. Slnečná a veterná energia sú variabilné zdroje, čo znamená, že ich dostupnosť sa mení v závislosti od poveternostných podmienok. Táto variabilita môže ovplyvniť energetickú efektívnosť a spoľahlivosť týchto systémov.

Okrem toho je aj cena zariadenia s požadovaným výkonom vysoká, čo môže byť pre niektoré projekty finančne náročné. Avšak, s pokračujúcim vývojom technológií a zvýšením ich rozsahu by sa malo očakávať zníženie nákladov a zlepšenie energetických parametrov obnoviteľných zdrojov energie. Celkovo je výroba elektriny z obnoviteľných zdrojov energie perspektívna a dôležitá s ohľadom na environmentálne výhody a potrebu

V situáciách vysokého dopytu po energii sa klasické zdroje energie stávajú dominantnými. Jednou z možností optimalizácie výroby a spotreby energie je implementácia zásobníkov energie. Táto možnosť však prináša vyššie náklady na zariadenie a náročnosť riadenia celého energetického systému. Všetky tieto problémy súvisiace s implementáciou obnoviteľných zdrojov energie (OZE) možno účinne riešiť ešte pred samotným návrhom a výberom technológie pomocou uplatnenia niektorých princípov riadenia v rámci celého životného cyklu energetického zariadenia.

Týmto procesom je analýza energetickej spotreby jednotlivých druhov energie, stanovenie hlavného cieľa zníženia energetickej náročnosti, výber vhodného energetického zariadenia a výpočet jeho ekonomickej efektívnosti na základe nákupnej ceny a prevádzkových nákladov. Taktiež sa berú do úvahy aj náklady na likvidáciu a ochranu životného prostredia. Tieto kroky zabezpečujú kvalitnú analýzu a plánovanie využitia OZE s cieľom dosiahnuť energetickú efektívnosť, hospodárnosť a environmentálnu udržateľnosť.

Predpokladaný nedostatok dostupných energetických zdrojov za prijateľné ceny je spolu s problémom globálneho otepľovania hlavnou výzvou, ktorá ovplyvňuje smerovanie ďalšieho vývoja ľudstva. V tomto kontexte je zlepšenie využívania energie a zvýšenie energetickej efektívnosti najlacnejším spôsobom, ako riešiť nedostatok energie.

Zameranie na zvýšenie energetickej efektívnosti umožňuje optimalizovať využívanie dostupných zdrojov energie a znižovať stratu energie v rôznych procesoch a systémoch. Tento prístup má mnoho výhod, pretože nielenže pomáha vyrovnávať sa s nedostatkom energie, ale zároveň prispieva aj k zníženiu emisií skleníkových plynov a ochrane životného prostredia.

Zlepšovanie energetickej efektívnosti je komplexným procesom, ktorý zahŕňa implementáciu technických a technologických inovácií, využívanie efektívnejších systémov riadenia a monitorovania, a optimalizáciu energetických procesov. Výsledkom je minimalizácia straty energie, maximalizácia výkonu

a znižovanie nákladov na energiu. Týmto spôsobom je možné dosiahnuť trvalo udržateľné využívanie zdrojov energie a prispieť k ochrane klímy a životného prostredia pre budúce generácie.

## 5.2 Prognóza odberu elektrickej energie

Prognóza (predikcia) spotreby elektrickej energie zohráva kľúčovú úlohu v ekonomike prevádzky inteligentných sietí. Presné predpovedanie spotreby elektrickej energie je nevyhnutné pre efektívne plánovanie výroby elektrickej energie a dosiahnutie celkovej bilancie v rámci inteligentnej siete. Avšak, vysoká variabilita dát a premenných v čase predstavuje výzvu pri dosahovaní uspokojivej presnosti predikcie.

Existuje mnoho faktorov, ktoré ovplyvňujú spotrebu elektrickej energie a prispievajú k jej variabilite. Medzi tieto faktory patria sezónne zmeny, teplotné podmienky, pracovné dni a víkendy, špeciálne udalosti alebo sviatky, demografické charakteristiky a vzorce spotreby. Tieto premenné sa často menia v priebehu dňa, týždňa, mesiaca alebo roka, čo komplikuje presnú predikciu spotreby elektrickej energie.

V snahe dosiahnuť uspokojivú presnosť predikcie spotreby elektrickej energie sa využívajú rôzne metódy a modely. Medzi najpoužívanejšie patria štatistické metódy, strojové učenie, modely časových radov a kombinácie týchto prístupov. Tieto metódy sa snažia identifikovať vzory a trendy v historických dátach spotreby, aby bolo možné vytvoriť predpovede do budúcnosti.

Avšak, vysoká variabilita a nelineárnosť spotreby elektrickej energie predstavujú výzvy pre presnosť predikcie. Existujúce modely sa neustále zdokonaľujú, aby sa zohľadnili tieto faktory a zlepšila presnosť predpovedí. Ďalším dôležitým aspektom je zhromažďovanie a spracovanie čo najviac relevantných dát, aby sa zvýšila presnosť predikcie.

Presná predikcia spotreby elektrickej energie je kľúčovým nástrojom pre správu a plánovanie v inteligentných sieťach. Pomáha optimalizovať výrobu a distribúciu elektrickej energie, zlepšuje efektívnosť a minimalizuje náklady. S postupujúcim vývojom technológií a metód predikcie je predpoklad dosahovania stálej vyššej presnosti a efektivity predikcie spotreby elektrickej energie

Dáta o spotrebe elektrickej energie poskytujú namerané časové rady, ktoré zaznamenávajú množstvo odobratej elektrickej energie v rovnakých časových intervaloch. Vďaka inteligentným meracím systémom je možné tieto hodnoty zbierať v intervaloch hodiny, polhodiny alebo štvrt hodiny. V týchto dátach je zreteľný vplyv sezónnosti na spotrebu energie v rámci denných, týždenných a ročných cyklov.

V priebehu jedného dňa je spotreba elektrickej energie výraznejšia počas denných hodín v porovnaní s nočnými hodinami. Tento trend môže byť spôsobený aktivitou ľudí v rámci bežných denných činností, ako je práca, škola a domáce povinnosti. Spotreba energie sa taktiež líši v rámci jednotlivých dní v týždni. Pracovné dni a dni voľna majú často odlišný priebeh spotreby, pričom začiatok a koniec pracovného týždňa môžu mať iný vzor spotreby oproti dňom uprostred pracovného týždňa.

Okrem denných a týždenných vzorov je možné pozorovať aj sezónne vplyvy na spotrebu elektrickej energie v priebehu roka. Zmeny v spotrebe môžu nastať počas sviatkov a prázdnin, keď sa bežné aktivity a spotreba menia. Rovnako je zrejмый vplyv ročných období na spotrebu elektrickej energie. Napríklad počas letných mesiacov môže dochádzať k vyššej spotrebe kvôli klimatizácii a chladeniu, zatiaľ čo v zimných mesiacoch môže byť spotreba zvýšená kvôli vykurovaniu.

Tieto sezónne a časové vplyvy na spotrebu elektrickej energie sú dôležité pri predikcii a plánovaní výroby a distribúcie energie. Analýza týchto dát umožňuje lepšie porozumenie spotrebiteľských vzorov a pomáha pri optimalizácii energetickej infraštruktúry. Predikcia spotreby elektrickej energie je kľúčovým nástrojom pre efektívne riadenie a optimalizáciu inteligentných sietí.

Analýza dát o spotrebe elektrickej energie z inteligentných meracích systémov je komplexným procesom, ktorý zahŕňa rôznorodé úlohy spracovania týchto dát. Hlavnou úlohou je predikovanie

budúcich odberov elektrickej energie, čo je nevyhnutné pre efektívne plánovanie výroby a distribúcie energie v inteligentných sieťach. Táto úloha je významná pre zabezpečenie celkovej bilancie a optimalizáciu prevádzky siete.

Okrem predikcie odberov sa v analýze dát o spotrebe elektrickej energie zohľadňujú aj ďalšie zaujímavé výzvy. Jednou z nich je identifikácia a odstránenie zlých dát, ktoré môžu vzniknúť napríklad v dôsledku technických problémov alebo chybného merania. Taktiež sa skúma vytváranie typických profilov odberov, čo pomáha identifikovať a kategorizovať rôzne skupiny zákazníkov na základe ich spotreby elektrickej energie. Tieto typické profily poskytujú užitočné informácie pre riadenie a plánovanie energetických zdrojov.

Analýza dát o spotrebe elektrickej energie z inteligentných meracích systémov je teda komplexný proces, ktorý prináša cenné poznatky pre optimalizáciu energetických sietí a lepšie porozumenie spotrebiteľskému správaniu.

Pri predikcii odberov elektrickej energie je dôležité zohľadniť rôzne časové horizonty. Na základe stanovených cieľov je vhodné predikovať odbery pre rôzne dlhé časové úseky dopredu. Zvyčajne sa predikcie rozdeľujú na krátkodobé predikcie, ktoré sa týkajú horizontu od sekúnd až po týždne dopredu, a dlhodobé predikcie, ktoré sa zameriavajú na horizonty vo viacerých týždňoch, mesiacoch a dokonca rokoch.

Ďalším dôležitým rozdelením metód predikcie odberov je rozdiel medzi statickými a dynamickými metódami. Statické metódy vyžadujú opätovné naučenie modelu po pridanií nových dát. Na druhej strane, dynamické metódy umožňujú adaptáciu a aktualizáciu modelu s novými dátami buď on-line (po každom novom meraní) alebo inkrementálne (v dávkach). Väčšina techník, ktoré sa nachádzajú v literatúre, sú prevažne statické metódy, ktoré produkujú bodové predikcie. Pravdepodobnostné a dynamické metódy často vychádzajú z týchto statických metód a rozširujú ich o pravdepodobnostné modely alebo aktualizáciu na základe nových dát.

Výber správnej metódy predikcie odberov elektrickej energie závisí na konkrétnych potrebách a požiadavkách danej aplikácie. Je dôležité zvážiť časový horizont predikcie, potrebu aktualizácie modelu, dostupnosť dát a ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú správnosť a presnosť predikcie odberov elektrickej energie.

V rámci riešenia problematiky mikrogridov budú inteligentné meracie systémy (IMS) slúžiť ako primárny zdroj dát. Tieto systémy budú zbierať údaje o odberoch a výrobách elektrickej energie prostredníctvom meradiel, pričom zber a spracovanie týchto údajov bude zabezpečovať zberová centrála IMS. Avšak pri riešení mikrogridov môžu byť pre simulácie dôležité aj ďalšie merané veličiny, ktoré IMS nemerajú.

Pre účely predikcie spotreby a výroby z obnoviteľných zdrojov je nevyhnutné získať aj meteorologické údaje, pretože tieto údaje významným spôsobom ovplyvňujú predikciu ďalšieho vývoja tokov energií v sieti. Meteorologické údaje, ako napríklad slnečné žiarenie, teplota, vietor a zrážky, poskytujú dôležité informácie o podmienkach prostredia, ktoré ovplyvňujú produkciu energie z fotovoltaických alebo veterných zdrojov. Tieto údaje je možné získať pomocou Internetu vecí (IoT) zariadení, ktoré sú umiestnené na vhodných miestach vo vzťahu k príslušným výrobným zariadeniam alebo spotrebičom.

Integrácia meteorologických údajov s údajmi z IMS umožňuje vytvoriť komplexnejšie modely predikcie spotreby a výroby elektrickej energie v mikrogridoch. Týmto spôsobom je možné zlepšiť presnosť predikcie a umožniť lepšie riadenie tokov energií v mikrogridoch, čo prispieva k ich efektívnejšiemu a udržateľnejšiemu fungovaniu.

### 5.3 Parametre produkcie a nákladov

Dátová entita s názvom "Parametre produkcie a nákladov" sa zameriava na rôzne parametre súvisiace so spotrebou a výrobou elektrickej energie, ako aj súvisiacich nákladov. Tieto parametre majú



kľúčový význam pre optimalizačný proces, pretože ovplyvňujú jeho priebeh a majú priamy dopad na výsledok účelovej funkcie.

Medzi parametre spotreby patrí napríklad časový rozvrh spotreby elektrickej energie, teda informácia o tom, ako sa spotreba mení v priebehu času. Ďalším parametrom môže byť predpoveď budúcej spotreby, ktorá poskytuje odhad o očakávanom množstve elektrickej energie, ktoré bude potrebné spotrebovať v budúcnosti. Okrem toho môže byť dôležitým parametrom aj informácia o preferenciách spotrebiteľov, napríklad ich preferovaný čas alebo miera flexibilnej spotreby.

V prípade parametrov výroby elektrickej energie ide napríklad o dostupnosť a kapacitu rôznych výrobných zdrojov, ako sú solárne panely, veterné turbíny alebo konvenčné elektrárne. Ďalším dôležitým parametrom je predpoveď výroby, ktorá poskytuje odhad o očakávanej produkčnej kapacite týchto zdrojov v budúcnosti. Taktiež môžu byť relevantné informácie o technických obmedzeniach a prevádzkových charakteristikách jednotlivých zdrojov.

Nákladové parametre zahŕňajú informácie o nákladoch na výrobu elektrickej energie zo zvolených zdrojov, ako aj náklady na prenos a distribúciu energie. Medzi tieto parametre patria napríklad náklady na palivo, údržbu a prevádzku výrobných zariadení, náklady na sieťové pripojenie a náklady na nákup elektrickej energie z externých zdrojov v prípade nedostatku vlastnej produkcie

Parametre majú dôležitú úlohu pri ohraničovaní a špecifikovaní požadovanej množiny riešení pre veľkosť inštalovaných výkonov zdrojov v mikrogride. Ich účelom je zabezpečiť, aby výsledky optimalizačného procesu spĺňali odborné predpoklady a požiadavky stanovené zadávateľom. Keďže parameter je obmedzujúci faktor, nesprávne definované alebo nevhodne použité parametre môžu viesť k nevhodným výsledkom optimalizácie.

V prípade nedostatočnej definície parametrov môžu optimalizačné algoritmy nájsť veľkosti inštalovaných výkonov, ktoré sú v rozpore s odbornými predpokladmi alebo zadaním. To môže viesť k zjavne nesprávnym alebo nevyhovujúcim riešeniam, ktoré nie sú udržateľné alebo neefektívne. Napríklad, ak je nevhodne definovaný maximálny alebo minimálny inštalovaný výkon pre určitý zdroj, optimalizačný algoritmus môže navrhnúť neprimerane veľký alebo malý výkon, čo môže mať negatívny vplyv na prevádzku a výkon mikrogridu.

Okrem toho, nekorektné použitie parametrov môže spôsobiť problémy pri hľadaní riešení pomocou optimalizačných algoritmov. Niektoré algoritmy môžu byť citlivé na rozsah parametrov a ich nevhodné použitie môže viesť k neúspešnému hľadaniu riešenia. V niektorých prípadoch môže byť potrebné použiť viacero optimalizačných algoritmov súčasne alebo vykonať viacero testov s rôznymi parametrickými nastaveniami, čo môže spôsobiť zvýšenie výpočtového času potrebného na optimalizáciu.

Správna definícia a použitie parametrov je kľúčová pre dosiahnutie efektívnych a kvalitných riešení pri optimalizácii mikrogridu. Je dôležité starostlivo analyzovať a špecifikovať parametre tak, aby boli v súlade s technickými a odbornými požiadavkami a aby zabezpečili vytvorenie udržateľného a spoľahlivého mikrogridového systému.

Parametre v optimalizácii mikrogridu majú formu štatistických údajov, ktoré sa extrahujú z časových radov a slúžia ako vstupné informácie pre optimalizačné procesy. Tieto štatistické údaje môžu mať rôzne formy a zahrňovať rôzne charakteristiky spotreby a výroby elektrickej energie. Napríklad maximálna štvrťhodinová hodnota spotreby za rok je jedným z parametrov, ktorý sa často využíva v optimalizácii. Tieto parametre poskytujú dôležité informácie o chovaní siete a sú kľúčové pre ladenie a optimalizáciu procesov v mikrosieti.

Využitie širokého spektra štatistických údajov umožňuje detailné nastavenie optimalizačných procesov. Napríklad, môže sa zadať podmienka, aby inštalovaný výkon fotovoltických panelov bol dostatočný na pokrytie aspoň 10 % ročnej spotreby odberného miesta. Táto optimalizačná podmienka zabezpečuje, že fotovoltická elektrárň bude mať dostatočne veľký výkon na pokrytie časti spotreby a prispievanie k celkovej bilancii mikrosiete. V opačnom prípade by mohlo dôjsť k situácii, kedy by optimalizované hodnoty fotovoltických panelov s nízkym ročným koeficientom využitia mohli byť príliš nízke. To je spôsobené tým, že optimalizačné algoritmy zohľadňujú váhy jednotlivých výrobných zdrojov a dávajú vyššiu prioritu zdrojom s vyššou váhou, ako napríklad kogeneračným zdrojom.

Aby sa tento nedostatok vykompenzoval, je dôležité správne definovať optimalizačné podmienky pre zdroje s nízkym koeficientom využitia inštalovaného výkonu. Týmto spôsobom je možné zabezpečiť, že aj zdroje s nízkym využitím budú mať primeraný výkon a budú prispievať k celkovej funkcionalite a efektívnosti mikrosiete. Tieto optimalizačné podmienky umožňujú zohľadniť špecifické vlastnosti jednotlivých zdrojov a ich vplyv na celkový systém.

Bilančné optimalizácie v mikrosieti majú dôležitú vlastnosť, a to ich štvrťhodinový a celoročný rozmer, čo znamená, že umožňujú definovať technické a ekonomické parametre v rôznych časových rozlíšeniach. Tieto parametre sú kľúčové pre realistickú optimalizáciu v štandardnej časovej doméne, čím sa zohľadňuje dynamika spotreby a výroby elektrickej energie v priebehu jedného roka.

V rámci bilančných optimalizácií sa výsledné hodnoty optimalizovaných inštalovaných výkonov premietajú do priebehov energetického obsahu jednotlivých prvkov v mikrosieti. Tieto priebehy predstavujú závislosť výkonu a energetickej bilancie v priebehu času. Vďaka tomu je možné tieto priebehy následne vykresliť a vizualizovať, čo poskytuje lepšiu predstavu o výsledkoch optimalizácie a umožňuje ich ďalšiu analýzu a vyhodnotenie.

Takýto štvrťhodinový a celoročný rozmer bilančných optimalizácií poskytuje detailné informácie o energetickom toku a správaní sa mikrogridu v rôznych časových obdobiach. To umožňuje presné ladenie a nastavenie parametrov v závislosti od potrieb a požiadaviek siete. Výsledkom je efektívnejšie riadenie spotreby a výroby elektrickej energie v mikrosieti a zlepšenie jej celkovej výkonnosti a ekonomickej efektívnosti.

Optimalizačné algoritmy v rámci mikrogridových systémov pracujú s reálnymi nameranými hodnotami spotreby a výroby elektrickej energie. Táto vlastnosť je kľúčová, pretože umožňuje optimalizovať prevádzku mikrosiete na základe skutočných parametrov produkcie a nákladov získaných zo skutočnej prevádzky.

Tým, že optimalizačné algoritmy rešpektujú reálne namerané hodnoty, sú schopné presnejšie zohľadniť variabilitu výroby elektriny z obnoviteľných zdrojov energie. V praxi sa výroba z obnoviteľných zdrojov mení v závislosti na podmienkach, ako sú slnečné žiarenie alebo rýchlosť vetra, a optimalizačné algoritmy dokážu tieto fluktuácie zohľadniť a prispôbiť prevádzku mikrogridu na základe skutočných údajov.

Okrem toho sú do optimalizácie zahrnuté aj výpadky výrobných zdrojov, napríklad kogeneračných jednotiek. V praxi sa môže stať, že tieto zdroje sú mimo prevádzky na niekoľko hodín alebo dokonca dní z rôznych dôvodov, ako je údržba alebo poruchy. Optimalizačné algoritmy berú do úvahy aj tieto výpadky a snažia sa nájsť najlepšie riešenia, ako vyvážiť výrobu a spotrebu energie v prítomnosti takýchto výpadkov.

Vďaka tejto schopnosti pracovať s reálnymi nameranými hodnotami a zohľadňovať variabilitu a výpadky výroby energie je softvérové riešenie schopné vytvoriť robustné a spoľahlivé optimalizačné stratégie pre mikrogridové systémy. To prispieva k zvýšeniu energetickej efektívnosti a hospodárnosti mikrosiete a umožňuje jej lepšiu adaptáciu na meniace sa podmienky prevádzky.

### 5.3.1 Odber

#### 5.3.1.1 Maximálny štvrťhodinový odber v [kW]

Maximálna hodnota odberu elektrickej energie v rámci celého roka je dôležitým parametrom, ktorý má významný vplyv na návrh zdrojovej základne mikrogridu. Tento parameter predstavuje maximálnu mieru spotreby elektrickej energie, ktorá sa vyskytla počas celého ročného obdobia. Je to najvyššia hodnota odberu, ktorú mikrogrid musí byť schopný uspokojiť.

Pri návrhu zdrojovej základne mikrogridu je potrebné zohľadniť túto maximálnu hodnotu odberu a prispôbiť zdroje energie tak, aby boli schopné pokryť tento maximálny dopyt. Na základe tejto hodnoty sa určuje kapacita a veľkosť jednotlivých zdrojov energie v mikrogride, ako sú napríklad fotovoltaické panely, veterné turbíny, kogeneračné jednotky a ďalšie.

Cieľom je zabezpečiť, aby celkový výkon zdrojov v mikrogride bol dostatočne dimenzovaný a schopný pokryť maximálny odber v priebehu celého roka. Tým sa zabezpečuje dostatočná dodávka elektrickej energie pre všetky spotrebné miesta v mikrogride aj v prípade, keď je dopyt najvyšší.

Optimalizácia zdrojovej základne mikrogridu na základe maximálnej hodnoty odberu umožňuje dosiahnuť efektívne využitie dostupných zdrojov energie a minimalizovať potrebu externého prívodu elektrickej energie zo siete. Zároveň to pomáha optimalizovať náklady a zabezpečiť ekonomickú a spoľahlivú prevádzku mikrogride v priebehu celého roka.

### **5.3.1.2 Celkový odber [kWh/rok]**

Celkový odber elektrickej energie za kalendárny rok je mierou celkovej spotreby elektrickej energie odberateľmi v danom období. Tento parameter je významný z viacerých perspektív. Po prvé, z technického hľadiska, predstavuje kľúčový ukazovateľ, ktorý poskytuje informácie o celkovej spotrebe elektrickej energie v danom mikrogridovom systéme počas jedného roka. Táto hodnota je dôležitá pre návrh a dimenzovanie zdrojového systému mikrogridu, pretože od nej závisí potrebná kapacita zdrojov na uspokojenie tejto spotreby.

Okrem toho, celkový odber elektrickej energie má aj ekonomický význam. Z pohľadu hospodárenia s energiou je tento parameter dôležitý pre stanovenie výrobných kapacít a plánovanie zdrojového mixu v mikrogride. Na základe celkového odberu je možné identifikovať špičkové a menej vyťažené obdobia, čo umožňuje optimalizovať prevádzku zdrojov a minimalizovať náklady na elektrickú energiu. Vyšší celkový odber môže vyžadovať väčšie výrobné kapacity alebo iné zdroje s dostatočnou výkonnosťou, zatiaľ čo nižší celkový odber môže umožniť využitie menších a ekonomickejšie prevádzkovateľných zdrojov.

Preto je dôležité správne určiť a monitorovať celkový odber elektrickej energie v mikrogride, aby sa zabezpečila dostatočná kapacita zdrojov a optimálna prevádzka systému z hľadiska technických a ekonomických aspektov.

## **5.3.2 Kogeneračná jednotka**

### **5.3.2.1 Maximálna štvrt' hodinová výroba [kW]**

Maximálna hodnota výroby elektrickej energie v rámci celého roka je najvyššou dosiahnutou výrobnou kapacitou zdrojového systému mikrogridu počas daného kalendárneho obdobia. Tento parameter slúži na určenie najvyššej hodnoty výroby elektriny, ktorú je možné očakávať v priebehu jedného roka.

Väčšinou sa očakáva, že táto maximálna hodnota výroby nebude presahovať maximálny menovitý výkon zdroja, čo je najvyšší dosiahnuteľný výkon, na ktorý je daný zdroj dimenzovaný. Je to výsledok obmedzení a technických parametrov samotných zdrojov. Napríklad, fotovoltaické panely majú obmedzenú produkciu elektrickej energie v závislosti na slnečnom žiarení a meteorologických podmienkach, zatiaľ čo veterné turbíny závisia od rýchlosti vetra.

Existuje viacero faktorov, ktoré môžu ovplyvniť maximálnu hodnotu výroby v rámci celého roka. Patria sem sezónne zmeny v slnečnej aktivite a intenzite vetra, klimatické podmienky, ako aj technické obmedzenia a charakteristiky jednotlivých zdrojov.

Dôležitým aspektom sledovania tejto hodnoty je zabezpečenie, aby maximálna výroba nepresahovala menovitý výkon zdroja, pretože by to mohlo mať negatívny vplyv na jeho životnosť a spoľahlivosť. Správne dimenzovanie zdrojových systémov a monitorovanie maximálnej hodnoty výroby v rámci celého roka pomáhajú zabezpečiť ich optimálnu prevádzku a minimalizovať riziko výpadkov alebo preťažení.

Celkovo je dôležité poznať maximálnu hodnotu výroby v rámci celého roka, aby sa zabezpečila správna dimenzovanie a optimalizácia zdrojového systému mikrogridu s ohľadom na jeho technické možnosti a prevádzkové obmedzenia.

### **5.3.2.2 Ročná suma výroby kogeneračnej jednotky [kWh/rok]**

Ročná suma výroby kogeneračnej jednotky vyjadruje celkovú vyprodukovanú elektrickú energiu počas jedného kalendárneho roka. Tento parameter je dôležitým ukazovateľom výkonnosti kogeneračnej jednotky a poskytuje prehľad o efektívnosti jej prevádzky.

V prípade kogeneračných jednotiek je zásadným cieľom dosiahnuť vysoký ročný koeficient využitia inštalovaného výkonu. Koeficient využitia udáva pomer medzi skutočnou výrobou elektrickej energie a maximálnou možnou výrobou na základe inštalovaného výkonu. V ideálnom prípade, ak by sa kogeneračná jednotka prevádzkovala neustále pri maximálnom výkone počas celého roka, koeficient využitia by dosiahol 100 %. V praxi je však očakávaný ročný koeficient využitia nad 80 % považovaný za veľmi dobrý výsledok.

Vysoká ročná suma výroby kogeneračnej jednotky je výsledkom efektívneho využitia primárneho paliva (často ide o plyn alebo ropu) pre výrobu elektrickej energie a tepelnej energie súčasne. Kogenerácia umožňuje využitie odpadného tepla z výroby elektrickej energie na vykurovanie alebo iné tepelno-technické účely, čím sa zvyšuje celková energetická účinnosť systému.

Monitorovanie a zhodnotenie ročnej sumy výroby kogeneračnej jednotky umožňuje identifikovať jej výkonnosť a zisťovať, či je dosahovaný očakávaný koeficient využitia. Pravidelná analýza tohto parametra poskytuje informácie o efektívnosti prevádzky kogeneračnej jednotky a prípadných odchýlkach od predpokladaných výsledkov. Na základe týchto informácií je možné vyhodnotiť účinnosť a ekonomickú efektívnosť kogeneračného systému a prípadne vykonať potrebné úpravy alebo optimalizácie.

Celkovo je ročná suma výroby kogeneračnej jednotky dôležitým ukazovateľom jej výkonnosti a prispieva k hodnoteniu energetickej efektívnosti a hospodárnosti prevádzky. Sledovanie tohto parametra

### **5.3.3 Fotovoltická elektrárň**

#### **5.3.3.1 Maximálna štvrt' hodinová výroba [kW]**

Maximálna štvrt' hodinová výroba je ukazovateľom maximálnej výroby elektrickej energie, ktorá je dosiahnutá v priebehu jednej štvrt' hodiny. Tento parameter je dôležitým faktorom pri plánovaní a návrhu zdrojovej základne elektrického systému, pretože predstavuje maximálnu záťaž, ktorú daný zdroj môže poskytnúť.

Pri hodnotení maximálnej štvrt' hodinovej výroby je bežnou praxou porovnávať ju s menovitým výkonom zdroja. Menovitý výkon je definovaný ako maximálny výkon, ktorý daný zdroj môže trvale poskytovať. Obvykle očakávame, že maximálna štvrt' hodinová výroba nebude prekračovať tento menovitý výkon. Avšak v prípade fotovoltických elektrární je možné, že maximálna štvrt' hodinová výroba dosiahne až 90 % z inštalovaného výkonu. To je spôsobené fluktuáciou slnečného žiarenia a závislosťou výroby na intenzite slnečného svetla. Fotovoltické elektrárne majú teda možnosť dosiahnuť relatívne vysoké percento využitia inštalovaného výkonu v rámci krátkodobého obdobia.

Maximálna štvrt' hodinová výroba je dôležitá z hľadiska dimenzovania a optimalizácie energetických systémov. Poskytuje informácie o momentálnych výkonných limitoch zdrojov a umožňuje plánovanie kapacitného dimenzovania zdrojovej základne. Tieto informácie sú nevyhnutné pre zabezpečenie stabilnej prevádzky elektrického systému a minimalizáciu rizika výpadku dodávky energie.

Monitorovanie maximálnej štvrťhodinovej výroby umožňuje identifikovať výkonnostné obmedzenia zdrojov a prípadné prekročenia kapacít. To umožňuje optimalizovať prevádzku zdrojovej základne a prispôbiť ju aktuálnym potrebám odberateľov. Pri plánovaní investícií do nových zdrojov alebo rozširovaní existujúcej kapacity je dôležité zohľadniť maximálnu štvrťhodinovú výrobu, aby bola zabezpečená dostatočná výkonnosť.

### **5.3.3.2 Ročná suma výroby fotovoltaickej elektrárne [kWh/rok]**

Ročná suma výroby fotovoltaickej elektrárne vyjadruje celkové množstvo vyprodukovanej elektrickej energie v priebehu jedného kalendárneho roka. Tento parameter je kľúčovým ukazovateľom výkonnosti a efektívnosti fotovoltaického systému, pretože poskytuje prehľad o tom, koľko energie bolo skutočne vyrobené v porovnaní s inštalovaným výkonom elektrárne.

Ročná suma výroby je neoddeliteľne spojená s koeficientom využitia inštalovaného výkonu fotovoltaickej elektrárne. Koeficient využitia udáva pomer medzi skutočnou ročnou výrobou elektrickej energie a maximálnou možnou výrobou na základe inštalovaného výkonu elektrárne. V prípade fotovoltaických systémov je očakávaný ročný koeficient využitia obvykle v rozmedzí do 20 %. Tento pomer odráža, že fotovoltaické elektrárne získavajú energiu zo slnečného žiarenia a ich výroba je závislá od dostupnosti slnečného svetla.

Monitorovanie a analýza ročnej sumy výroby fotovoltaických elektrární je dôležitá pre hodnotenie ich efektívnosti a zhodnotenie, či dosahujú očakávané výsledky. Vysoká ročná suma výroby naznačuje, že elektrárne využíva slnečné zdroje energie efektívne a dokáže produkovať požadované množstvo elektrickej energie. Naopak, nízka ročná suma výroby môže byť výsledkom rôznych faktorov, ako sú nepriaznivé poveternostné podmienky, znečistenie solárnych panelov, poruchy alebo nedostatočná dimenzovanie systému.

Hodnotenie ročnej sumy výroby fotovoltaických elektrární je tiež dôležité z ekonomického hľadiska. Zohľadňuje sa pri stanovení návratnosti investície do fotovoltaického systému a výpočte finančného výnosu. Vyššia ročná suma výroby môže naznačovať lepšie využitie zdrojov a vyššie úspory na nákladoch za elektrickú energiu.

### **5.3.4 Veterná elektrárň**

#### **5.3.4.1 Maximálna štvrťhodinová výroba [kW]**

Maximálna štvrťhodinová výroba je hodnota, ktorá vyjadruje najvyššiu dosiahnutú úroveň výroby elektrickej energie za štvrťhodinové obdobie. Tento parameter je často sledovaný pri energetických zdrojoch, ako napríklad veterných elektrárňach.

Pri veterných elektrárňach sa maximálna štvrťhodinová výroba zvyčajne uvádza ako percento z inštalovaného výkonu veterného zdroja. Obvykle nepresahuje 100 % tohto menovitého výkonu. Tento obmedzený rozsah je spôsobený viacerými faktormi, vrátane technických obmedzení, ako aj prevádzkových a bezpečnostných obmedzení.

Veterné elektrárne majú určité limity, ktoré ovplyvňujú ich maximálnu štvrťhodinovú výrobu. Napríklad môže existovať maximálna rýchlosť vetra, pri ktorej sa turbíny vypnú, aby sa predišlo poškodeniu zariadenia. Ďalším faktorom môže byť technická obmedzenosť výkonu turbín, ktorá zabraňuje prevyšovaniu určitej hranice.

Pri stanovení maximálnej štvrťhodinovej výroby sa často berie do úvahy aj prevádzková spoľahlivosť a dlhodobá udržateľnosť zdroja. Zabezpečuje sa tak, aby výroba energie bola stabilná a predvídateľná. To znamená, že výkon veterných elektrární sa riadi tak, aby sa minimalizovali výkyvy a kolísanie výroby, čo môže ovplyvniť celkovú stabilitu elektrickej siete.

Maximálna štvrťhodinová výroba je dôležitým parametrom pri plánovaní a optimalizácii využitia veterných elektrární. Pomáha identifikovať a analyzovať výkonné schopnosti týchto zdrojov energie a zabezpečuje, že ich prevádzka je v súlade s technickými špecifikáciami a bezpečnostnými normami.

### 5.3.4.2 Ročná suma výroby veternej elektrárne [kWh/rok]

Ročná suma výroby veternej elektrárne vyjadruje celkovú produkciu elektrickej energie v priebehu jedného kalendárneho roka. Tento parameter je dôležitý, pretože poskytuje prehľad o efektívnosti a využití inštalovaného výkonu veterného zdroja. Jeho hodnota sa bežne vyjadruje v kilowatthodinách (kWh) za rok.

Ročná suma výroby je kritickým ukazovateľom, ktorý určuje, aké množstvo elektrickej energie môže byť vyrobené a dodané z veterných elektrární za celý rok. V prípade veterných elektrární sa tento parameter zvyčajne vyjadruje ako percento z inštalovaného výkonu veterného zdroja a označuje sa ako ročný koeficient využitia.

Pri veterných elektrárňach sa očakáva, že ročná suma výroby bude pohybovať v rozmedzí od 20 do 30 % inštalovaného výkonu. Tento rozsah je ovplyvnený rôznymi faktormi, vrátane miestnych podmienok vetra, technických obmedzení zariadenia a prevádzkových parametrov.

Hodnota 20-30 % ročného koeficientu využitia naznačuje, že veteráky sú schopné využiť iba určitú časť dostupnej vetrovej energie na produkciu elektriny. Existujú obmedzenia, ako napríklad minimálna a maximálna rýchlosť vetra, pri ktorých veterné turbíny dosahujú optimálnu účinnosť. Okrem toho, aj faktory ako údržba, opravy a výpadky môžu ovplyvniť celkovú ročnú produkciu veternej elektrárne.

Meranie a monitorovanie ročnej sumy výroby je dôležité pre sledovanie a zhodnotenie výkonu veterných elektrární. Poskytuje informácie o tom, ako dobre daná elektráreň využíva veterný potenciál v priebehu celého roka a pomáha pri rozhodnutiach týkajúcich sa budúcich investícií do veterných energetických projektov.

### 5.3.5 Bilancia mikrogridu

#### 5.3.5.1 Maximálna štvrt' hodinová výroba [kW]

Maximálna štvrt' hodinová výroba v mikrogride predstavuje najväčšiu sumárnu hodnotu výroby elektrickej energie v rámci celého kalendárneho roka. Tento parameter je dôležitý pri optimalizáciách a simuláciách mikrogridov, pretože sa skúma, či je schopný pokryť maximálnu spotrebu v mikrogride a či je možný prípadný presah.

Pri mikrogridoch, najmä v prípade ostrovnej prevádzky, je maximálna štvrt' hodinová výroba kritickým faktorom. Mikrogridy sú často navrhované tak, aby boli samostatne fungujúcimi systémami, ktoré môžu byť odpojené od hlavnej distribučnej siete. V takýchto prípadoch je dôležité, aby mikrogrid bol schopný vyrobiť dostatočné množstvo elektrickej energie na pokrytie maximálnej spotreby v určitom časovom úseku, napríklad štvrt' hodiny.

Maximálna štvrt' hodinová výroba sa zisťuje a analyzuje v rámci optimalizačných procesov a simulácií mikrogridov. Jej hodnota je dôležitá pre posúdenie výkonnosti mikrogridu a schopnosti uspokojiť nároky na elektrickú energiu v časových intervaloch s najväčšou spotrebou. Pri presahu maximálnej štvrt' hodinovej výroby nad maximálnu spotrebu môže dôjsť k problémom, ako je preťaženie zdrojov alebo nedostatok energie.

Presné určenie maximálnej štvrt' hodinovej výroby je dôležité pre správne dimenzovanie a optimalizáciu mikrogridových systémov. To zabezpečuje, že výrobné zdroje v mikrogride sú dostatočne veľké na uspokojenie maximálnej spotreby a zároveň minimalizujú možnosť prekročenia kapacít mikrogridu. Tento parameter je teda kľúčový pre zabezpečenie spoľahlivého a efektívneho fungovania mikrogridov, najmä v situáciách, keď je mikrogrid odpojený od hlavného distribučného systému a musí samostatne zabezpečovať svoju výrobu elektrickej energie.

### 5.3.5.2 Maximálna štvrťhodinová bilancia v mikrogride [kW]

Maximálna štvrťhodinová bilancia v mikrogride predstavuje maximálnu absolútnu hodnotu rozdielu medzi výrobou a spotrebou elektrickej energie v priebehu jedného roka. Tento parameter je dôležitý pri optimalizáciách a simuláciách mikrogridov, pretože sa skúma, aká veľká je táto bilancia a aké sú extrémne hodnoty rozdielu medzi výrobou a spotrebou v mikrogride.

Pri mikrogridoch, najmä v prípade ostrovnej prevádzky, je maximálna štvrťhodinová bilancia kritickým faktorom. Mikrogridy často musia byť schopné vyrovnávať sa s fluktuáciami medzi výrobou a spotrebou elektrickej energie, keďže nemajú trvalý prístup k hlavnému distribučnému systému. V takýchto prípadoch je dôležité, aby mikrogrid bol schopný udržať bilanciu medzi výrobou a spotrebou v určitom rozsahu, aby sa minimalizovali prebytky alebo nedostatky energie v mikrogride.

Maximálna štvrťhodinová bilancia sa zisťuje a analyzuje v rámci optimalizačných procesov a simulácií mikrogridov. Jej hodnota je dôležitá pre určenie veľkosti a dimenzovania ďalších zariadení v mikrogride, ako napríklad akumulátorov elektrickej energie. Ak je maximálna štvrťhodinová bilancia vysoká, môže to naznačovať potrebu väčšej kapacity akumulátorov pre vyrovnávanie rozdielov medzi výrobou a spotrebou.

Presné určenie maximálnej štvrťhodinovej bilancie je dôležité pre správne dimenzovanie a optimalizáciu mikrogridových systémov. Tento parameter poskytuje informácie o rozsahu fluktuácií medzi výrobou a spotrebou v mikrogride a umožňuje navrhovať vhodné opatrenia na dosiahnutie vyváženej bilancie. Zabezpečenie správnej bilancie v mikrogride je kľúčové pre udržanie spoľahlivého a stabilného fungovania systému a minimalizáciu možných prebytkov alebo nedostatkov energie.

### 5.3.5.3 Celková výroba zdrojov v mikrogride [kWh/rok]

Celková výroba zdrojov v mikrogride predstavuje celkovú sumárnu výrobu elektrickej energie zo všetkých zdrojov v priebehu jedného kalendárneho roka. Tento parameter je dôležitý, pretože umožňuje analyzovať ročný pomer medzi výrobou a spotrebou elektrickej energie v mikrogride a poskytuje údaje o celkovom množstve vyrobeného elektrického prúdu.

Celková výroba zdrojov je kľúčovým ukazovateľom, ktorý poskytuje dôležité informácie o energetickom profile mikrogridu. Pomocou tohto parametra je možné kvantifikovať mieru sebestačnosti mikrogridu, teda do akého rozsahu dokáže mikrogrid uspokojiť svoju vlastnú spotrebu elektrickej energie v priebehu jedného roka.

Analýzovaním celkovej výroby zdrojov v mikrogride je možné posúdiť účinnosť a výkonnosť rôznych výrobných zdrojov, ako napríklad solárnych panelov, veterných turbín, kogeneračných jednotiek atď. Zároveň umožňuje vyhodnotiť, ako dobre sa výrobné zdroje dokážu prispôbiť variabilite spotreby elektrickej energie v mikrogride a či sú schopné pokryť všetky potreby spotrebiteľov.

Význam celkovej výroby zdrojov spočíva aj v identifikácii prípadných nerovnováh medzi výrobou a spotrebou elektrickej energie v mikrogride. Ak je celková výroba väčšia ako spotreba, môže to naznačovať prebytok energie, ktorý by mohol byť vhodne využitý, napríklad skladovaním do akumulátorov alebo distribúciou do susedných sietí. Naopak, ak je celková výroba menšia ako spotreba, môže to indikovať potrebu doplnkovej energie z externých zdrojov alebo riadenie spotreby.

Celková výroba zdrojov v mikrogride je teda kritickým parametrom, ktorý umožňuje zhodnotiť výkonnosť a sebestačnosť mikrogridových systémov, poskytuje údaje o pomere výroby a spotreby elektrickej energie v priebehu jedného roka a pomáha identifikovať možnosti optimalizácie využitia výrobných zdrojov a riadenia spotreby v mikrogride.

## 6 ZÁVER

V predkladanom dokumente projektového mílnika č. 5, aktivity č. 5 v úvodnej časti popisujeme implementovanú architektúru riešenia a popis dátového modelu, od ktorého závisí správanie sa celého databázového systému. Popisujeme hlavné/dôležité časti vytvorenej relačnej databázy.

Dôležitou súčasťou riešenia je aj existencia Zberovej centrály, ktorá zabezpečuje cez servere tok nameraných dát zo samotných zariadení v laboratóriách do inštancie CE2/ZC. V tejto časti popisujeme zoznam zariadení, ktorých namerané dáta spracúvame. Ďalšou témou je vyvinutý algoritmus pre validácie nameraných údajov z elektromerov, ktorého riešenie vzniklo na margo potreby splnenia merateľného ukazovateľa projektu ohľadom podania patentovej prihlášky.

V grafickom prostredí prototypu CE2/DB bola vytvorená schéma laboratória STU, ktorej grafické objekty sú prepojené s objektovými štruktúrami v relačnej databáze a zobrazujú vybrané parametre týchto zariadení. V kapitole popisujeme vlastnosti modulu Schémy ako aj prácu v samotnej grafickej schéme.

V poslednej časti sa zaoberáme problematikou Parametrov produkcie a nákladov, analyzujeme samotnú tému, venujeme sa prognóze odberu elektrickej energie na slovensku. V rámci témy podrobne analyzujeme na príkladoch kogeneračnej jednotky, fotovoltickej elektrárne, veternej elektrárne a celkovej bilancii mikrogridu maximálne štvrťhodinové výroby, ročné sumy výroby v zariadeniach či celkovú výrobu zdrojov v mikrogride.

Výstupný dokument mílnika č. 5 aktivity č. 5 súvisí s výstupným dokumentom aktivity č. 6 (s mílnikmi 5 a 6), v ktorom popisujeme samotné prototypy finálneho nástroja, jeho testovanie a overenie.



## 7 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Architektúra riešenia .....	6
Obrázok 2 Hierarchia typov objektov .....	8
Obrázok 3 Triedy typov objektov .....	8
Obrázok 4 Hierarchia číselníkov .....	9
Obrázok 5 Meta model .....	10
Obrázok 6 Modul Dokumentácia .....	11
Obrázok 7 Návrhový vzor „Pipes and filters“ .....	14
Obrázok 8 Algoritmus validácie .....	14
Obrázok 9 Modul schémy .....	18
Obrázok 10 Označenie prepojeného zariadenia v schéme .....	19
Obrázok 11 Záložka dokumentácia na formulári prepojeného zariadenia .....	20
Obrázok 12 Technická schéma laboratória .....	20
Obrázok 13 Plánovaný stav zapojenia zariadení v LVN STU .....	21

## 8 ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Zoznam meraných elektromerov.....	13
Tabuľka 2 Zoznam algoritmov.....	15
Tabuľka 3 Riadiace tlačidlá pre ovládanie prvkov v schéme .....	19