

Aktivita č. 6: Experimentálny vývoj v oblasti nástrojov pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí / mikrogridov

Míľnik č. 2 – Vývoj prototypu riešenia

Míľnik č. 3 – Nasadenie a konfigurácia riešenia

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





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



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PodĎakovanie:

„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, kód ITMS: 313021W404, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“

OBSAH

1 ÚVOD	5
2 LABORATÓRIUM MIKROGRIDU	6
2.1 Účel a využitie zariadení v projekte CE2.....	6
2.1.1 Smart metering.....	6
2.2 Stručný opis zariadení	7
2.2.1 Tepelné čerpadlo vzduch – voda AC	8
2.2.2 Batériový akumulčný systém	8
2.2.3 Solárny koncentrátor s expanzným tlakovzdušným strojom Strirlingovho typu	9
2.2.4 Experimentálna bioplynová stanica so suchou fermentáciou	10
2.2.5 Kogeneračná jednotka 20 kWe na zemný plyn a bioplyn	11
2.2.6 Fotovoltická elektrárňa	12
2.2.7 Ostrovný solárno-veterný systém	13
3 ZBER NAMERANÝCH ÚDAJOV (CE2 PROTOTYP/ZC)	14
3.1 Evidencia odberných a odovzdávacích miest.....	15
3.1.1 Založenie nového meradla.....	15
3.2 Zber nameraných údajov.....	16
3.2.1 Montáž meradla	17
3.3 Generovanie náhradných hodnôt.....	18
3.4 Monitorovanie zberu	19
3.5 Hodnoty diagramov	22
3.5.1 Vytvorenie vybranej schémy	22
3.5.2 Vyfiltrovanie nameraných údajov vo vybraných meracích profiloch	23
3.5.3 Uloženie vybranej schémy pre neskoršie použitie	24
4 SPRÁVA DÁT (CE2 PROTOTYP/DB).....	25
4.1 Evidencia prvkov siete	26
4.1.1 Vytvorenie nového záznamu.....	27
4.1.1.1 Zaevidovanie nového prvku	27
4.1.1.2 Validácia vstupných hodnôt	29
4.1.1.3 Podpora číselníkových hodnôt.....	29
4.1.1.4 Možnosť importu údajov zo súboru.....	30
4.1.2 Formulárové zobrazenie	32
4.1.3 Hierarchické zobrazenie	34
4.1.4 Tabuľkové zobrazenie.....	35
4.1.5 Modifikácia existujúceho záznamu	37
4.1.6 Zrušenie záznamu.....	38
4.1.7 Správa číselníkov.....	39
4.1.8 Správa typov prvkov siete	40
4.1.9 Zobrazenie nameraných dát	43
4.2 Topológia siete	45
4.3 Správa technickej dokumentácie	46
4.3.1 Pridanie súboru	47

4.3.2	Otvorenie súboru.....	47
4.3.3	Aktualizácia súboru	48
4.3.4	Zrušenie súboru	48
4.4	Reportovanie	48
4.4.1	Vytváranie a konfigurácia výstupných zostáv	49
4.4.2	Generovanie výstupných zostáv a reportov	51
4.4.3	Zobrazenie výstupných zostáv a reportov	52
5	MODELOVANIE A VIZUALIZÁCIA (CE2 PROTOTYP/VS).....	54
5.1	Správa projektov	54
5.2	Knižnica grafických elementov.....	58
5.3	Modelovanie.....	60
5.4	Vizualizácia	62
6	SIMULÁCIE A ANALÝZY (CE2 PROTOTYP/AS).....	64
6.1	Dimenzovanie	64
6.2	Bilancovanie	65
6.3	Výsledky experimentálnej optimalizácie dimenzovania a bilancovania.....	66
7	ZÁVER	67
8	ZOZNAM OBRÁZKOV	69
9	ZOZNAM TABULIEK	72

1 ÚVOD

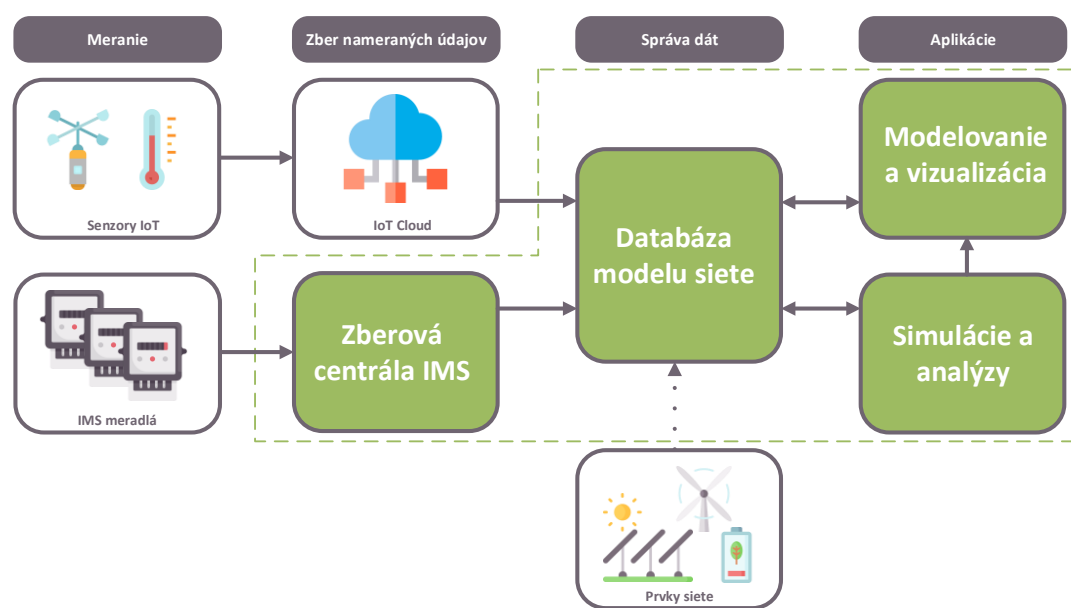
Dokument bol vytvorený, zavedený a udržiavaný v súlade s cieľom Aktivita č.6: „Experimentálny vývoj v oblasti nástrojov pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí/mikrogridov“ spoločne pre míľník č.2 „Vývoj prototypu riešenia“ a pre míľník č.3 „Nasadenie a konfigurácia riešenia“.

Dokument nadväzuje na výsledky míľníka č.1 Aktivita č.6, ktorý predstavuje etapu podrobnej analýzy a špecifikácie požiadaviek pre modelovanie a simulácie moderných digitálnych inteligentných sietí/mikrogridov a transformáciu týchto požiadaviek do komplexného a štruktúrovaného popisu pripravovaného nástroja na ich riešenie. Vychádzajúc zo špecifikácie požiadaviek bol vypracovaný architektonický návrh pripravovaného riešenia. Míľník č.1 podčiarkol, že pripravované riešenie bude vytvárané ako otvorený systém, ktoré prináša budovanie moderného databázového simulačného prostredia. Bude poskytovať otvorenú databázu prvkov inteligentnej siete/mikrogridu a prepájať model digitálnej siete s údajmi získanými z meraní nielen v minulosti, ale aj v reálnom čase.

Aktuálny dokument popisuje vývoj prototypu riešenia včítane programovej realizácie vybraných jeho modulov, konfiguráciu prototypu a jeho overenie v laboratórnych podmienkach.

Prototyp navrhovaného riešenia pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí/mikrogridu pozostáva z nasledovných častí:

- Zberová centrála IMS
- Databáza modelu siete
- Modelovanie a vizualizácia
- Simulácie a analýzy



Obrázok 1 Časti prototypu navrhovaného riešenia v rámci celkovej architektúry

V rámci jednotlivých častí prototypu riešenia je potrebné overiť navrhované funkčnosti a vyhodnotiť ich vhodnosť a dostatočnosť pre modelovanie a simulácie inteligentných sietí/mikrogridov. Jednotlivé oblasti riešenia sa v rámci prototypu overovali a vyhodnocovali samostatne na rovnakej laboratórnej vzorke dát. V tejto fáze riešenia sa nevyžaduje vzájomná integrácia jednotlivých častí.

Významným podkladom pre míľník č.2 a pre míľník č.3 Aktivita č.6 sú výsledky míľníka č.3 Aktivita č.5, ktoré sa zaoberajú návrhom dátových štruktúr databázy a entít potrebných pre modelovanie sústavy odvíjajúcich sa z predpokladaných analýz a simulácií predkladaného riešenia.

2 LABORATÓRIUM MIKROGRIDU

Prototyp samotného mikrogridu bude predstavovať Laboratórium vysokých napätí (LVN) v Trnávke v Bratislave. Vlastníkom je Slovenská Technická Univerzita v Bratislave (STU), prevádzkovateľom je Fakulta elektrotechniky a informatiky STU, prostredníctvom Ústavu elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky (ďalej len ÚEAE). Areál sa nachádza na Technickej ulici č.5 v Bratislave.

Svoju históriu začalo písať v roku 1968. Jeho realizátorom a po dobudovaní aj vedúcim bol prof. Gábriš. Následne oddelenie niekoľko rokov viedol doc. Ing. Pavol Šandrik, CSc. Technické vybavenie Laboratória vysokého napätia na Trnávke tvoria unikátne zariadenia, ako napríklad: transformátorová kaskáda, skúšobné transformátory, impulzný generátor, jednosmerný zdroj, tienená kabína, kapacitné a odporové deliče napätia, impulzný delič napätia, elektrostatické a rotačné voltmetre, guľové iskrišťa, digitálny osciloskop, merače častkových výbojov či Scheringove mostíky. Patria sem aj pomocné zariadenia, ako napríklad pokusné vedenie s modelom 110, 220 a 400 kV vedenia s dĺžkou rozpätia stožiarov 330 m a vibračná linka na skúšky súčastí vedení.

Laboratórium vysokých napätí je začlenené do Akreditovanej skúšobne FEI. Zariadenia a prístrojové vybavenie sa využívajú aj na praktickú diagnostiku vysokonapäťovej izolácie. V rokoch 2010 – 2021 prišlo k sérii modernizačných aktivít LVN, ktoré spočívali v kompletnej modernizácii a revitalizácii budovy, seminárnych miestností a posluchární, nákupu unikátnych meracích a experimentálnych zariadení ako aj zriadeniu Národného centra pre výskum a aplikáciu obnoviteľných zdrojov energie. Väčšina týchto aktivít bola financovaná zo štrukturálnych fondov EÚ. Výsledkom je väčšia prestíž laboratória, zvýšená zaangažovanosť LVN na riešení úloh z praxe, vyšší záujem študentov o praktickú energetiku a v neposlednom rade tým získala STU reprezentatívny priestor využívaný napríklad pre priemyselných partnerov a zahraničné návštevy.

2.1 Účel a využitie zariadení v projekte CE2

LVN disponuje unikátnou vhodne prepojenou sústavou energetických zdrojov a komponentov - fotovoltickou elektrárnou, tepelným čerpadlom, bioplynovou stanicou s kogeneračnou jednotkou a akumuláčnými systémami. Laboratórium je vybavené aj solárnym koncentrátorom, veternou turbínou a solárnym ostrovným systémom slúžiacim na pedagogické, reprezentačné a iné výskumné aktivity.

FEI STU má za úlohu v LVN v rámci projektu monitorovať efektivitu získavania a používania energie z OZE v období počas riešenia projektu v danej lokalite, poskytovať získané údaje pre tvorbu optimalizačných modelov pre ostatných riešiteľov projektu, verifikovať vytvorené modely v reálnej experimentálnej prevádzke laboratória, prípadne v experimentálnej prevádzke simulovať niektoré extrémne stavy, ktoré by mohli v reálnej prevádzke nastať. Súčasťou mikrogridu na Trnávke je aj laboratórium smart meteringu.

Účelom participácie ÚEAE na projekte je poskytnúť merané údaje zo smartmetrov jednotlivých technológií a inštalovaných OZE zdrojov pre účely simulácií a tvorby optimalizačných modelov pre širšie spektrum využitia aj v budúcnosti. Špecifikom údajov z elektromerov z LVN na Trnávke je, že tieto údaje ako aj ich štruktúra zodpovedá súčasným spôsobom získavaných dát z odberných miest pre účely fakturácie. Ide teda o elektromery, ktoré sú využívané distribučnými spoločnosťami a teda spĺňajú požiadavky na zber dát ako aj ich kvalitu/presnosť.

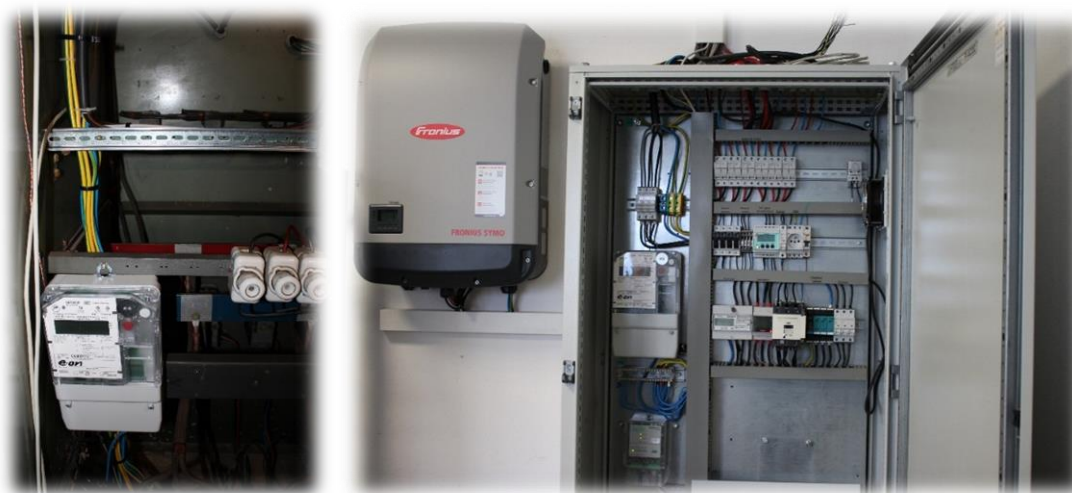
2.1.1 Smart metering

V prípade laboratória na Trnávke sú pre účely merania použité smart metre, ktoré sú v zmysle Zákona o energetike a o zmene a doplnení niektorých zákonov 251/2012 Z. z. a vyhlášky 358/2013 Z. ako elektromery so špeciálnou funkcionalitou. Ide o určené (fakturačné) meradlo v osobnom vlastníctve ústavu ÚEAE. Tieto elektromery poskytujú údaje v zmysle aktuálneho nastavenia v príslušnom

parametrizačnom softvéri. Údaje sa exportujú a ukladajú na príslušný server, odkiaľ sú poskytované partnerom projektu. Merané dáta majú aktuálnu štruktúru zbieraných dát nastavenú na 1 minútové priemerné hodnoty meraných veličín, kde v rámci jednotlivých možných registrov meraných veličín reprezentujú veličiny pre vyhodnocovanie kvality elektrickej energie. Ďalšie exportované údaje sú taktiež 1 minútové priemery činného a jalového výkonu. Meranie činného a jalového výkonu prebieha v štyroch kvadrantoch – teda meranie činného výkonu odberu a dodávky a meranie jalového výkonu v štyroch kvadrantoch (jalový výkon induktívneho/kapacitného charakteru v režime odberu/dodávky). Elektromery poskytujú taktiež aj meranie okamžitých hodnôt registrov energie, teda stav počítadla nameraného odberu/dodávky činnej a jalovej energie príslušného zariadenia, na ktoré je elektromer pripojený.



Obrázok 2 Skalár a elektromer inštalovaný v serverovni / merací bod situovaný v batériovom úložisku



Obrázok 3 Smart metering odberu tepelného čerpadla / Merací bod – fotovoltaická elektrárňa

2.2 Stručný opis zariadení

Vďaka projektu CE2 došlo v LVN na Trnávke k dovybaveniu laboratórií novými experimentálnymi zariadeniami (tepelné čerpadlo vzduch – voda), fotovoltaickou elektrárnou a systémom pre akumuláciu energie.

2.2.1 Tepelné čerpadlo vzduch – voda AC

Tabuľka 1 Parametre tepelného čerpadla

Parameter:	Popis:
Typ	Heating Convert AW 19 3P
Výkonový rozsah	4,0 - 20,0 kW
Topný faktor (COP) podľa EN 14511	4,60 -
Sezónny topný faktor (SCOP)	4,60 -
Napájanie	400-3-50 V-f-Hz
Požadovaný istič	B16/3 char. A/f
Max. prúd	12,5 A
Rozbehový prúd	5,0 A
Maximálny príkon	8,66 kW

- Jednoduché ovládanie
- Pomocou počítača, tabletu alebo mobilného telefónu
- Kúrenie resp. ohrev úžitkovej vody
- Ovládanie pomocou xcc
- Plynulo riadený výkon kompresora
- V lete možno využiť ako klimatizáciu



Využitie zariadenia a prepojenie s projektom CE: „obohatenie“ mikrogramu o ďalšie experimentálne zariadenie s cieľom komplexného mapovania energetických tokov a výkonových pomerov v lokálnej energetickej sústave s cieľom sledovania sezónnej závislosti energetických pomerov. Komplexné kontinuálne meranie a záznam všetkých zložiek výkonu (činný, jalový, zdanlivý), účinníka, THD, fázových napätí a prúdov. Dáta sprístupnené riešiteľom projektu.

Obrázok 4 Tepelné čerpadlo

2.2.2 Batériový akumulčný systém

Dve systémové riešenia pre akumuláciu elektrickej energie na báze (1. systém) bezúdržbových olovených akumulátorov a (2. systém) LiION akumulátorov. Každý systém má výkon minimálne 10 kW, každá akumulátorová batéria má kapacitu minimálne 10 kWh, je vybavená vlastným balancerom a ochranami. Každý akumulčný systém má vlastný nabíjač-striedač (battery management system) s možnosťou plynulej regulácie nabíjacieho a vybíjacieho prúdu s ich automatickým obmedzením v závislosti na teplote článkov do hodnoty max. prúdu udávaného výrobcom akumulátorov. Systémy umožňujú automatickú reguláciu maximálnej spotreby elektrickej energie odberného miesta a sú ovládateľné nadradeným riadiacim systémom (master-slave). Dodaný systém vie pracovať v spolupráci s trojfázovou distribučnou sústavou nízkeho napätia ako aj v ostrove a je ovládateľný cez lokálnu dátovú

sieť a obsahuje všetky potrebné komponenty, projektovú dokumentáciu, prevádzkový predpis, revízne správy a zaškolenie obsluhy.

Pre účely zobrazovania meraných dát na vstupe a výstupe zo systému sú určené PM5320 (Ethernet (Modbus TPC), Si-MODBUS-Configurator). Pre účely riadenia a monitoringu ESS: (pre ION aj olovo).

Hlavný prvok riadenia

- Modbus Map - Conext XW (striedač)
- nastavenie a konfigurácia
- registre

Podružné

- Modbus Map – Combox (komunikátor)
- Modbus Map – SCP (lokálna riadiaca jednotka)

Využitie zariadenia a prepojenie s projektom CE2: batériové úložisko spolu s ostatnými energetickými zdrojmi predstavuje komplexný lokálny mikrogrid, na ktorom sa realizujú výskumné aktivity projektu CE2. Dovybavenie systému o úložisko rozširuje funkcionality mikrogridu a poskytuje rozšírené výskumné možnosti (optimalizácia fungovania mikrogridu, efektívnosť uskladnenia, účinnosť premeny, dopytová akumulácia a pod.). Miesto je monitorované 4-kvadrantným smart meraním s kontinuálnym zberom a ukladaním dát, pričom dáta sú sprístupnené partnerom a riešiteľom projektu.



Obrázok 5 Batériový akumulčný systém

2.2.3 Solárny koncentrátor s expanzným tlakovzdušným strojom Strirlingovho typu

Popis a parametre:

- parabolický solárny koncentrátorový zdroj s výkonom 6 x 1 kW

- natáčací systém za slnkom

Využitie:

- didaktická pomôcka
- základný výskum



Obrázok 6 Parabolický solárny koncentrátorový zdroj

2.2.4 Experimentálna bioplynová stanica so suchou fermentáciou

Bioplynová stanica (BPS) so suchou fermentáciou je pilotným projektom malej stanice, ktorá poskytuje možnosti experimentálnej prevádzky zariadenia spracúvajúceho rôznu biomasu, pričom by mala slúžiť na nástrel receptúry a jej doladovania ešte pred realizáciou zákazníckej stanice, ktorá by sa mala navrhovať škálovaním a na konkrétne dostupné suroviny zákazníka. Táto stanica by mala slúžiť primárne na výskum, no určite bude slúžiť i pedagogickým účelom. Samotná stanica pre vyvíjanie bioplynu sa skladá z viacerých častí. Fermentor o celkovom objeme 60 m³, je predelený na dve komory o objeme po 30 m³. Fermentačné komory sú zateplené, vybavené podlahovým a stenovým teplovodným vykurovaním. Fermentor je plynotesný, s vnútorným povrchom z nerezových plechov. Sú v nich inštalované sprchové systémy pre očkovanie vsádzky perkolátom, ktorý je spätne cez filtráciu tuhých častíc regenerovaný a skladovaný v nádrži. Obe komory majú možnosť nezávislej regulácie teploty a dávkovania perkolátu. Perkolátu sa spoločne nastavuje pH pridávaním činidla dávkovacím čerpadlom.

Projekt „**Práce BPS na suchej fermentácii**“ financovaný z európskych prostriedkov projektu CE2 predstavuje komplexnú modernizáciu bioplynovej stanice. Medzi hlavné modernizačné aktivity patrí modernizácia fermentora, vykurovania, perkolátového kruhu, výmenníkov, systémov riadenia, rozvodov tepla, elektriny ako aj kogeneračnej jednotky.

Využitie zariadenia a prepojenie s projektom CE2: experimentálna činnosť s bioplynovou stanicou je dôležitou „skladačkou“ vo výskume funkcionality a vlastností lokálneho mikrogridu. Výskumné aktivity na BPS posunú poznanie nielen z hľadiska energetickej výťažnosti rôznych organických hmôt, ale v kombinácii s pridruženou kogeneračnou jednotkou bude dôležitou súčasťou mikrogridu. Existuje i ambícia skladovania vyrobeného plynu a jeho využitie v závislosti na požiadavkách siete.



Obrázok 7 Bioplynová stanica

2.2.5 Kogeneračná jednotka 20 kWe na zemný plyn a bioplyn

Kogeneračná jednotka KATJA 25 CEC je typickým zástupcom zdroja decentralizovanej kombinovanej výroby elektriny a tepla. Zariadenie pozostáva zo spaľovacieho motora vybaveného dvoma palivovými plynovými cestami – pre zemný plyn a pre bioplyn. Doplnková plynová cesta pre zemný plyn je vytvorená pre potreby výskumných aplikácií výroby bioplynu. Energia paliva sa v spaľovacom motore mení na mechanickú energiu odovzdávanú hriadeľom cez pevnú spojku synchronnému generátoru s nominálnym výkonom 20 kWe a tepelnú energiu odvádzanú chladiacou vodou cez výmenník do vody vykurovacieho systému objektu. Táto je následne dohrievaná spalínami z motora v spalinovom výmenníku, na projekčný systémový tepelný spád 90/70 °C. Za spalínovým výmenníkom nasleduje dvojica tlmičov hluku výfuku a spaliny sú vedené výfukom do exteriéru.

Prípadné prebytočné teplo je z jednotky možné odvieť do núdzového chladiča, ktorý je dimenzovaný pre plný tepelný výkon 44 kWt jednotky tak, aby v prípade potreby mohla slúžiť ako náhradný zdroj energie pri výpadku napájania zo siete aj v prípade, že vyrábané teplo nie je možné racionálne upotrebiť. Riadiace obvody ako i vyvedenie elektrického výkonu sú realizované v spoločnom rozvádzači. Jednotka je pripojená na intranet a jej chod je možné monitorovať a riadiť i cez integrované vizualizačné rozhranie.

Využitie zariadenia a prepojenie s projektom CE2: kogeneračná jednotka v spojení s BPS je dôležitou súčasťou mikrogridu. Je doplnkom k ostatným zdrojom (fotovoltaika) a poskytuje ďalšie výskumné možnosti a napĺňanie cieľov a míľnikov projektu CE2.



Obrázok 8 Kogeneračná jednotka

2.2.6 Fotovoltická elektrárň

Parametre:

Zosieťované zariadenie PV s elektrickými spotrebičmi

Klimatické údaje Bratislava, SVK (1991 - 2010)

Výkon generátora PV - 19,5 kWp

Rozloha generátora PV - 132,8 m²

Počet modulov PV - 78

Počet meničov - 1

Výrobca modulov: Fire EnergyFV, menič: FRONIUS Symo 20.0-3-M (v1)

Fotovoltický systém od M3soft s.r.o

Využitie zariadenia a prepojenie s projektom CE2: mapovanie výdatnosti fotovoltického zdroja v danej lokalite s analýzou vplyvu sezónnosti pri súčasnom pripojení do mikrogridu poskytne komplexnú informáciu o energetických pomeroch takto zostaveného mikrogridu. Energetický zdroj monitorovaný 4-kvadrantným smart meraním a záznamom dát (dostupných, aj partnerov a riešiteľov projektu) zároveň poskytuje možnosti ďalších analýz (efektivita premeny, straty, vplyv na sieť a pod.).



Obrázok 9 Slnéčné panely

2.2.7 Ostrovný solárno-veterný systém

Laboratórium disponuje i malou (výkonovo) ostrovnou solárnou elektrárnou a veternou turbínkou s výkonom 400 W. Táto zostava slúži ako didaktická pomôcka a objekt pre riešenie bakalárskych, diplomových a tímových projektov.



Obrázok 10 Solárny panel a veterná turbína

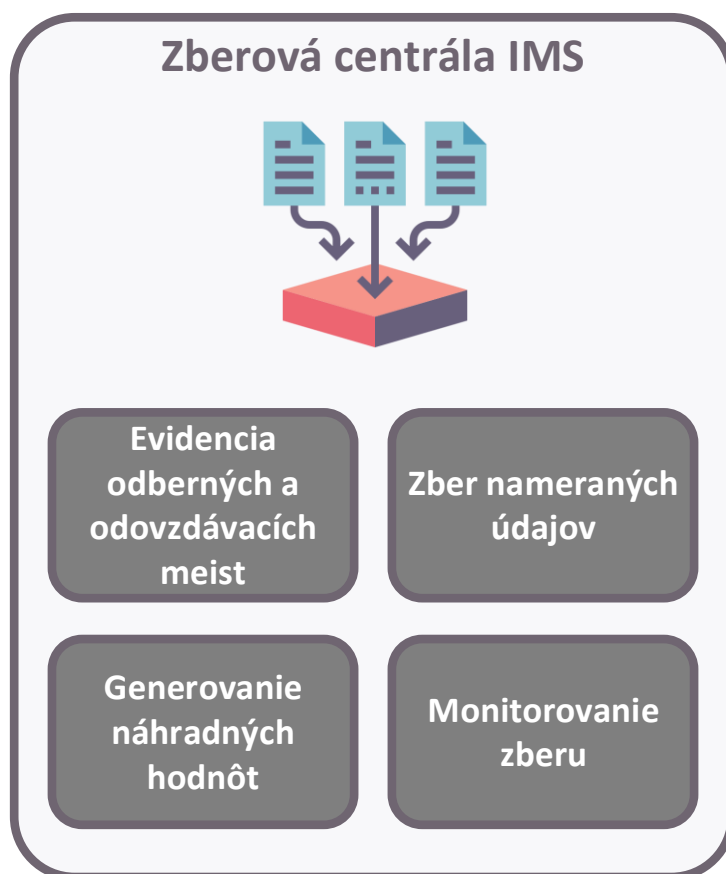
3 ZBER NAMERANÝCH ÚDAJOV (CE2 PROTOTYP/ZC)

Problematiku zberu nameraných údajov z IMS meradiel bude v rámci prototypu zabezpečovať **zberová centrála IMS**. V závislosti od možností laboratórneho mikrogridu bude zabezpečená buď priama komunikácia s IMS meradlom, alebo nepriama komunikácia s IMS koncentrátorom. V ideálnom prípade budú preverené oba spôsoby komunikácie.

Zberová centrála IMS zabezpečí validáciu nameraných údajov a zároveň bude zisťovať výskyt chybných alebo chýbajúcich hodnôt, čo môže iniciovať ich dozber, prípadne potrebu servisného zásahu v meracom zariadení alebo v komunikačnej časti (v závislosti od existencie obsluhy v rámci laboratórneho mikrogridu).

Súčasťou zberu nameraných údajov bude aj vygenerovanie náhradných hodnôt v časových radoch pre chýbajúce alebo chybové údaje. Mali by sa použiť také náhradné údaje, ktoré sa čo najviac približujú skutočnosti, ak by merací systém meral spotrebu alebo výrobu správne.

Zberová centrála IMS poskytne monitorovacie funkcie rýchleho prehľadu o úspešnosti zberu dát, ktoré tiež upozornia na príslušné problémy v meracom systéme.



Obrázok 11 Funkčné oblasti časti pre zberovú centrálu IMS

Prototyp zberovej centrály by mal overiť nasledovné funkčné oblasti:

- Evidencia meracích bodov
- Zber nameraných údajov
- Generovanie náhradných hodnôt
- Monitorovanie zberu

3.1 Evidencia odberných a odovzdávacích miest

Prototyp by mal umožniť evidovať odberné a odovzdávacie miesta, ku ktorým budú pridelené profily merania. Jednotlivé profily reprezentujú rôzne typy meraní získavaných z IMS meradiel (napríklad činná spotreba, jalová dodávka, účinník,...). Profil bude mať definovaný zoznam svojich meracích systémov, ktoré predstavujú spôsob, ako sú tieto dáta zbierané (napríklad 15 minútový stav registra, denná hodnota spotreby,...). Merací systém bude mať pridelený elektromer a zberovú schému, ktorá definuje, ako často prebieha dopytovanie o dáta a za aké obdobie. Elektromeru bude ešte priradený aj jeho typ, ktorý zároveň definuje zoznam elektromerom podporovaných dvojíc - typ profilu a merací systém (čo a ako často odpočítava samotný elektromer).

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Evidencia odberných a odovzdávacích miest
 - vytvorenie, modifikácia alebo zrušenie odberného alebo odovzdávacieho miesta
 - výber elektromera, ktorý zabezpečuje meranie na danom mieste
 - výber zbieraných nameraných údajov podľa zvoleného typu elektromera
 - výber zberovej schémy (prednastavená schéma podľa typu odberného alebo odovzdávacieho miesta)
- Evidencia typov elektromerov
 - vytvorenie, modifikácia alebo zrušenie typov elektromerov, ktoré podporuje zberová centrála
 - typ elektromera definuje podporované kombinácie typu profilu (čo meria) a meracieho systému (ako často meria)
- Evidencia typov profilov
 - vytvorenie, modifikácia a zrušenie typov profilov, ktoré definujú význam daného merania (napríklad činná spotreba, jalová dodávka, účinník,...)

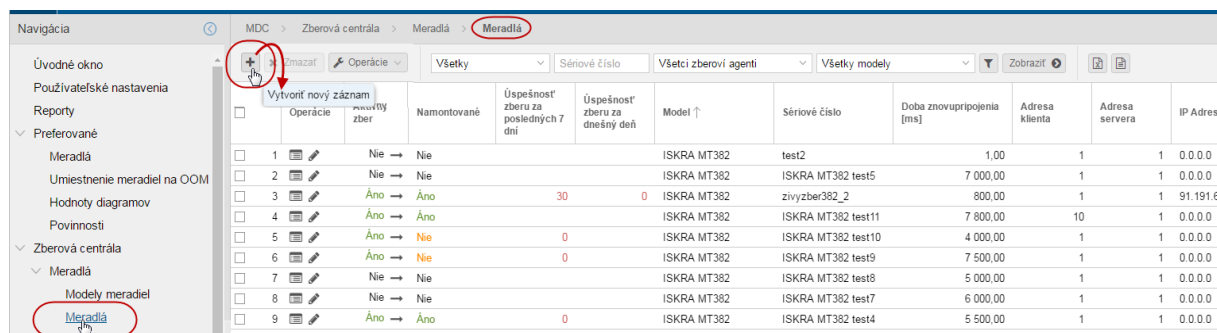
Práca s meradlami je rozdelená do dvoch modulov:

1. Modely meradiel – v tomto modeli je možné vytvoriť nový model meradla.
2. Meradlá – daný modul umožňuje:
 - a) založenie nového meradla,
 - b) zmenu údajov existujúceho meradla,
 - c) export zobrazovaných údajov do .xlsx súboru,
 - d) operácie:
 - ukončiť zber - systém ukončí zber na zvolenom meradle,
 - nastaviť zber - systém spustí zber zvolených (prednastavená je vybraná schéma preferovaných objektov) objektov (činná dodávka, odber, jalová dodávka ...) daného meradla (meradlo nemusí byť v systéme priradené k OOM, aby bolo možné spustiť zber),
 - dozber - systém vo zvolenom čase spustí dozber dát za zvolené obdobie.

3.1.1 Založenie nového meradla

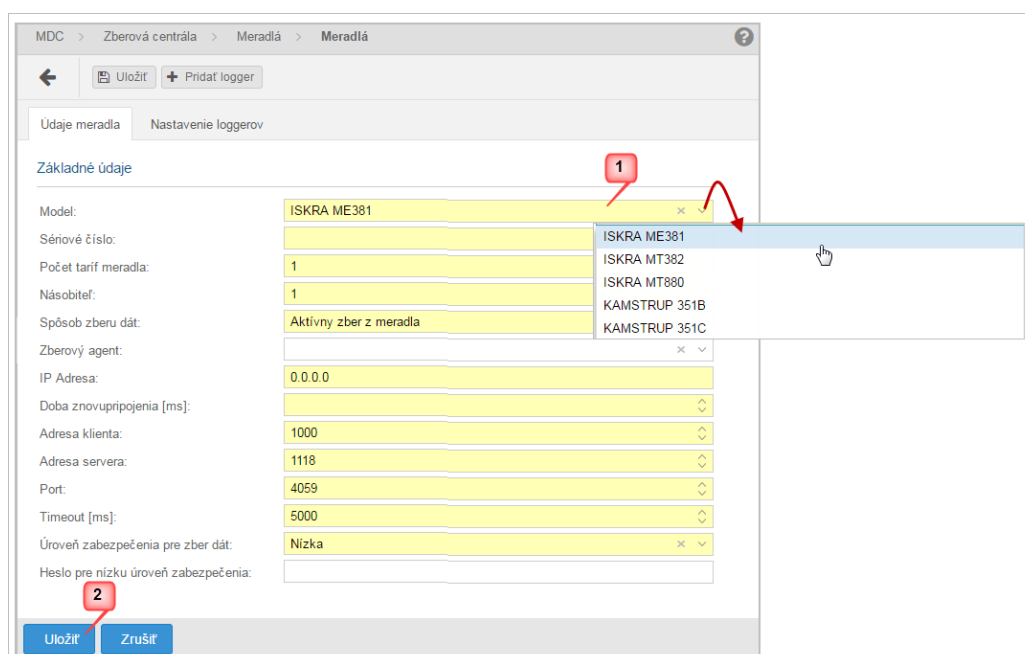
Používateľ vyvolá funkčnosť z navigačného menu *Zberová centrála* -> *Meradlá* -> podstránka

Meradlá -> systém sprístupní formulár **Meradlá** -> stlačením tlačidla *Vytvoriť nový záznam*  systém zobrazí formulár **Meradlá** v režime pridania nového meradla.



Obrázok 12 Postup pridania nového meradla

V sekcii **Základné údaje** sú niektoré údaje na stránke predvyplnené na základe toho, ako sú definované pre daný model meradla (tieto údaje je možné pri zakladaní meradla zmeniť v položke *Model*).



Obrázok 13 Nastavenie parametrov meradla

- (1) Vyberte konkrétny model meradla.
- (2) Zadeľované údaje potvrdíte tlačidlom **Uložiť**, súčasne na krátku dobu systém zobrazí potvrdzujúci oznam o úspešnej aktualizácii údajov.

3.2 Zber nameraných údajov

Prototyp by mal umožniť priame alebo nepriame prepojenie s elektromerom a automatické získavanie nameraných údajov v stanovených časových intervaloch s možnosťou opakovania (dozbery). Konkrétny spôsob výmeny dát s elektromerom bude určený v závislosti od možností, ktoré poskytne laboratórne prostredie mikrogriidu.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Spôsob zberu dát (aspoň jedna z možností):
 - priamy – komunikácia s elektromerom
 - nepriamy – komunikácia cez pomocné zariadenie, ktoré posiela dáta automaticky na server (skalár, koncentrátor)

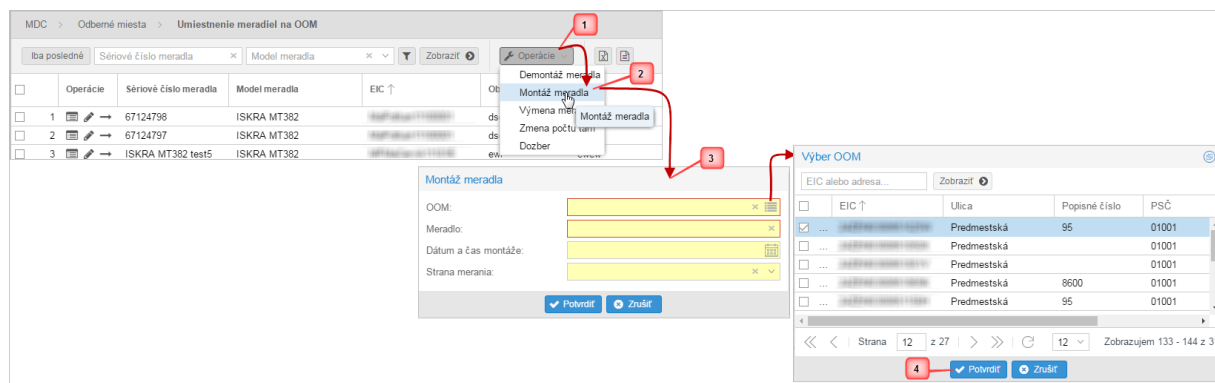
- Komunikačné kanály (aspoň jedna z možností):
 - mobilná linka
 - pevná linka
 - elektrická sieť (PLC- Power Line Communication)
- Komunikačné protokoly (aspoň jedna z možností):
 - TCP/IP
 - UDP
 - FTP
- Výmenné formáty
 - DLMS/COSEM
- Plánovanie zberu
 - zberová schéma
 - podpora dozberu (opakované pokusy)

Používateľ vyvolá funkčnosť z navigačného menu *Odborné miesta* -> podstránka *Umiestnenie meradiel na OOM* -> systém sprístupní formulár **Umiestnenie meradiel na OOM**.

	Operácie	Sériové číslo meradla	Model meradla	EIC ↑	Obec	Ulica	Popisné číslo	Orientačné číslo	Umiestnenie od (lokálny čas)
☐	1	67124798	ISKRA MT382	...	Bratislava	Staré Grunty	24		01. 11. 2016 00:00
☐	2	67124797	ISKRA MT382	...	Bratislava	Staré Grunty	24		01. 10. 2016 00:00
☐	3	ISKRA MT382 test5	ISKRA MT382	...	Bratislava	Staré Grunty	24		05. 06. 2017 00:00
☐	4	ISKRA MT382 test11	ISKRA MT382	...	Bratislava	Staré Grunty	24		01. 02. 2017 00:00
☐	5	ISKRA MT382 test5	ISKRA MT382	...	Bratislava	Staré Grunty	24		05. 06. 2017 00:00

Obrázok 14 Umiestnenie meradiel na OOM

3.2.1 Montáž meradla



Obrázok 15 Postup montáže meradla

- (1) Vo formulári **Umiestnenie meradiel na OOM** má používateľ možnosť volať dostupné *Operácie* umiestnené nad záznamami.
- (2) Zvoľte možnosť *Montáž meradla*.
- (3) Systém zobrazí dialógové okno **Montáž meradla**. V položke „OOM“ sa kliknutím na ikonku *Identifikátor (EIC, EAN, ...)* zobrazí dialógové okno **Výber OOM**.
- (4) Zo zoznamu vyberte „EIC“ a potvrdte tlačidlom **Potvrdiť**, potom pokračujte s vyplňaním ďalších údajov meradla.

Montáž meradla

OOM:

Meradlo:

Dátum a čas montáže:

Strana merania:

24ZENS100251241E Bratislava Uložiť záznam a vrátiť sa na zoznam 24

Nastaviť zber

Nastavenia

Objekt	Schéma	
Jalová dodávka (fakturačný) (Dodávka jalová) - 0-0:98.1.0*255/1-0:4.8.0*255	1x denne priebeh	✗
Jalový odber (fakturačný) (Odber jalový) - 0-0:98.1.0*255/1-0:3.8.0*255	1x denne priebeh	✗
Činná dodávka (priebehový) (Dodávka) - 1-0:99.1.0*255/1-0:2.5.0*255	1x denne priebeh	✗
Činný odber (priebehový) (Odber) - 1-0:99.1.0*255/1-0:1.5.0*255	1x denne priebeh	✗
Jalová dodávka (priebehový) (Dodávka jalová) - 1-0:99.1.0*255/1-0:4.5.0*255	1x denne priebeh	✗
Jalový odber (priebehový) (Odber jalový) - 1-0:99.1.0*255/1-0:3.5.0*255	1x denne priebeh	✗
Činná dodávka (fakturačný) (Dodávka) - 0-0:98.1.0*255/1-0:2.8.0*255	1x denne priebeh	✗
Činný odber (fakturačný) (Odber) - 0-0:98.1.0*255/1-0:1.8.0*255	1x denne priebeh	✗
Kumulatívny maximálny činný výkon odberu (fakturačný) (Maximálny výkon odb...	1x denne priebeh	✗

Dátum zmeny zberu:

Obrázok 16 Postup montáže meradla

- (5) Zadefinované údaje meradla uložte tlačidlom **Potvrdiť**. Následne systém zobrazí dialógové okno **Nastaviť zber**.
- (6) V dolnej časti okna vyplňte položku „Dátum zmeny zberu“.
- (7) Nový dátum zberu uložte tlačidlom **Potvrdiť**.

3.3 Generovanie náhradných hodnôt

Prototyp zabezpečí generovanie náhradných hodnôt v prípade výpadku spojenia s meradlom alebo v prípade jeho poruchy zabezpečí výpočet náhradných hodnôt. Po obnove spojenia je automaticky zabezpečený dodatočný zber a sprístupnenie skutočných nameraných hodnôt. Pre overenie funkčnosti stačí aplikovať základný algoritmus generovania náhradných hodnôt, ktorý doplní chýbajúce hodnoty daného dňa na základe priemeru historických meraní podobných predchádzajúcim X dňom (pracovný deň, víkend, sviatok). Ak sa nenájde ani jeden podobný deň, použije sa nula (typicky pri nových odberných alebo odovzdávacích miestach). Ako vzorový deň sa použije len deň, v ktorom boli zozbierané všetky dáta korektne. Ak je odberné alebo odovzdávacie miesto odpojené, ako náhradné hodnoty sa použijú nuly.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Automatizácia procesu
 - výpočet bude bežať automaticky na pozadí systému
 - proces bude koordinovaný so schémou dozberu
 - napríklad až po X pokusoch o dozber neúspešne zozbieraných hodnôt sa spustí výpočet generovania náhradných hodnôt
- Identifikácia chýbajúcich hodnôt
 - identifikuje chýbajúce hodnoty v časových radoch, ktoré je potrebné nahradiť optimálne odhadovanými hodnotami
- Tvorba náhradných hodnôt
 - algoritmus tvorby náhradných hodnôt
 - súlad s legislatívou v energetike pre namerané údaje

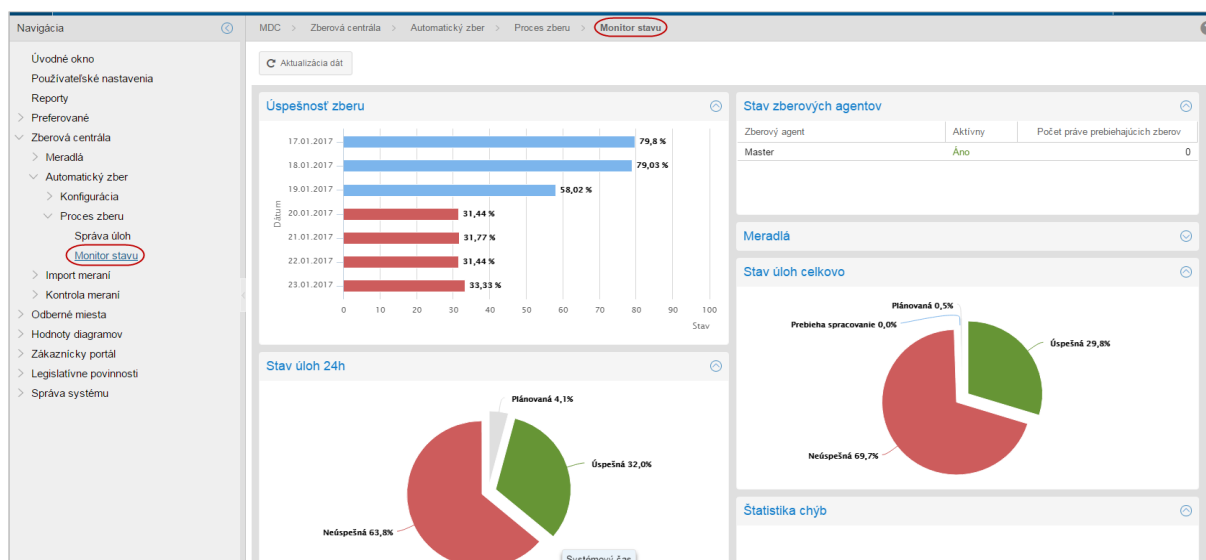
3.4 Monitorovanie zberu

Prototyp poskytne možnosti sledovania kľúčových ukazovateľov v reálnom čase vo vzťahu k zberu nameraných údajov z elektromerov. Prehľadnou formou bude sledovaná úspešnosť zberu dát, stav meradiel, úspešnosť procesov a úloh, počet nevybavených žiadostí o servisnú zákazku, stav povelov a objem prenesených dát.

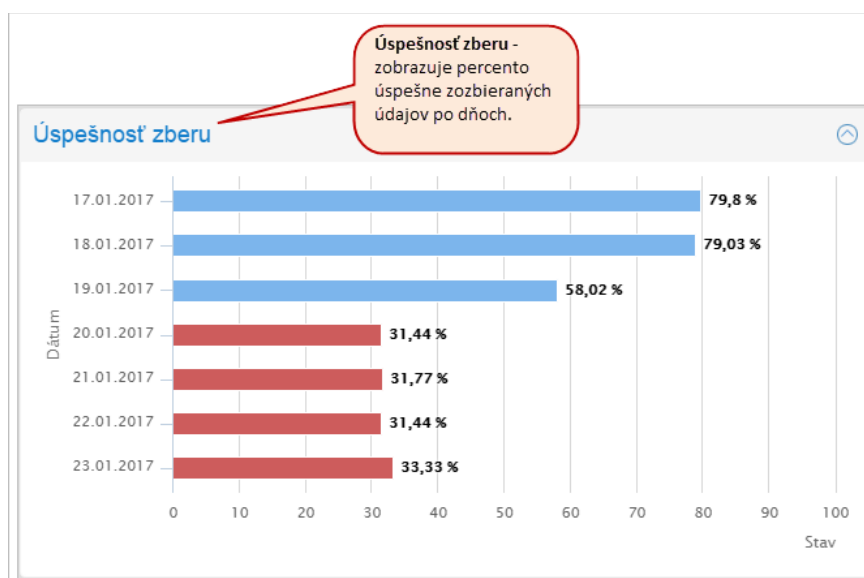
Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Dashboard
 - kľúčové parametre zberu dát na jednej obrazovke
 - využitie grafických prvkov pri vizualizácii parametrov (grafy)
- Úspešnosť zberu
 - sledovanie a vyhodnocovanie úspešnosti denného zberu dát
- Stav meradiel
 - celkový počet meradiel
 - počet namontovaných meradiel
 - počet aktívne zbieraných meradiel
- Stav zberových agentov
 - stavy zberových agentov – aktívny/neaktívny
 - aktuálny počet zberov po zberových agentoch
- Stav úloh
 - stavy realizácie úloh (plánovaná, úspešná, neúspešná, prebiehajúca)
- Objem prenesených dát
 - prijatý denný objem dát
 - odoslaný denný objem dát
- Chybovosť
 - štatistiky typov chýb v rámci zberu dát

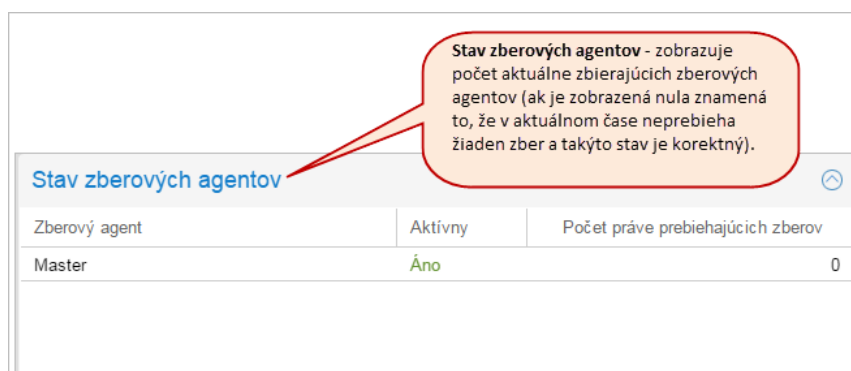
Stránka *Monitor stavu* slúži na zobrazenie aktuálneho priebehu a histórie zberu dát. Používateľ vyvolá funkčnosť z navigačného menu *Zberová centrála -> Automatický zber -> Proces zberu -> podstránka Monitor stavu -> systém sprístupní formulár Monitor stavu*.



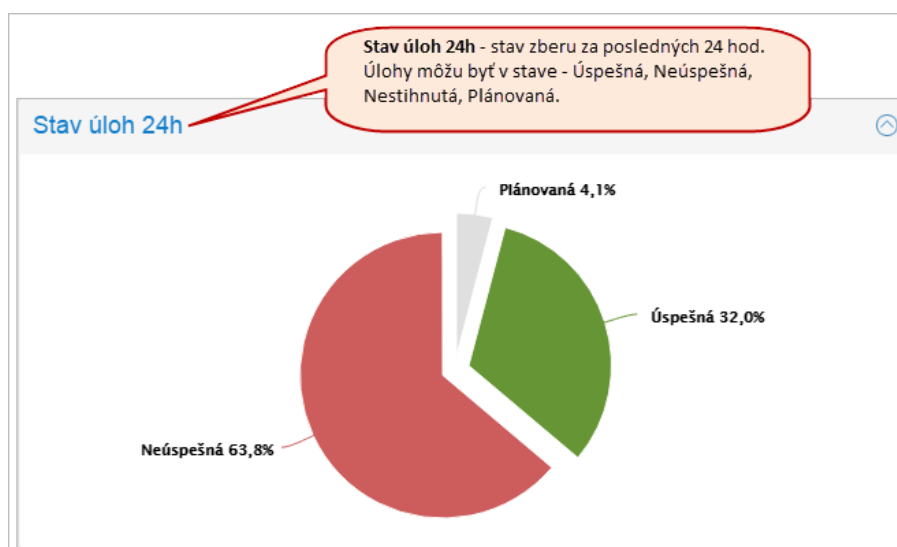
Obrázok 17 Formulár monitoru stavu



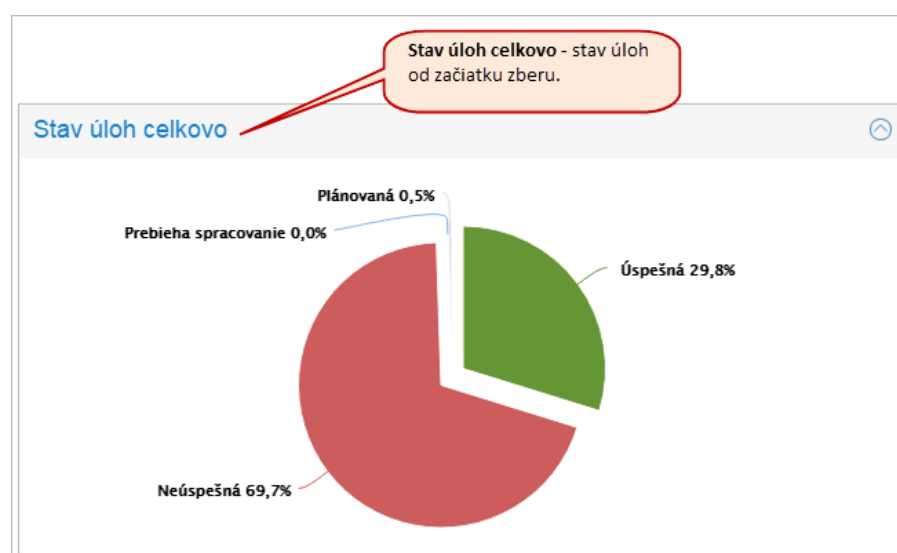
Obrázok 18 Úspešnosť zberu



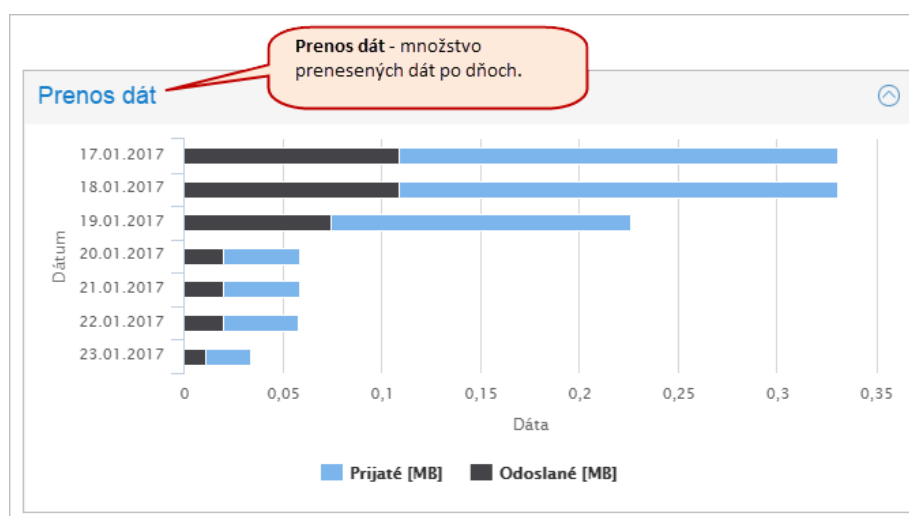
Obrázok 19 Stav zberových agentov



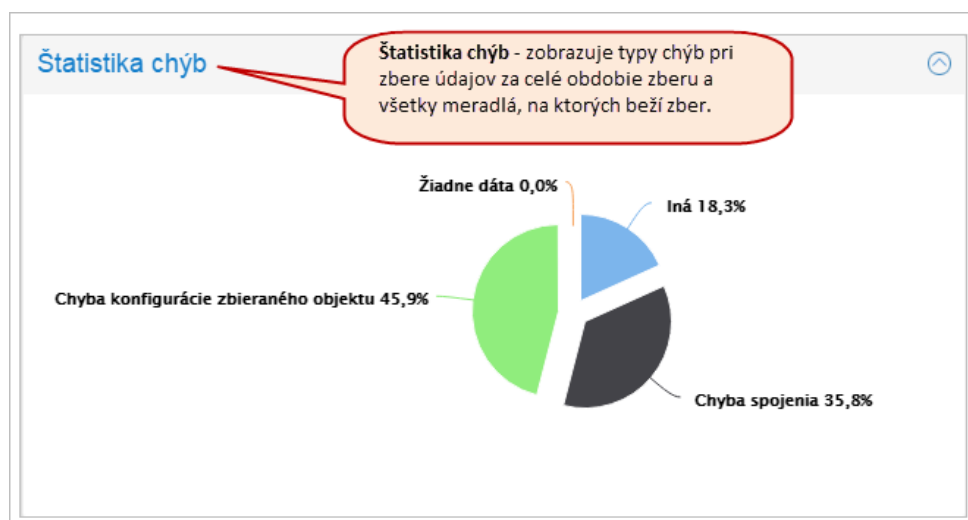
Obrázok 20 Stav úloh za 24h



Obrázok 21 Stav úloh celkovo



Obrázok 22 Prenos dát



Obrázok 23 Štatistika chýb

3.5 Hodnoty diagramov

3.5.1 Vytvorenie vybranej schémy

Používateľ vyvolá funkčnosť z navigačného menu *Hodnoty diagramov* -> podstránka *Hodnoty diagramov* -> systém sprístupní formulár **Hodnoty diagramov**.

Navigácia

- Úvodné okno
- Používateľské nastavenia
- Reporty
- Preferované
- Zberová centrála
- Odborné miesta
- Hodnoty diagramov
 - Hodnoty diagramov**
 - Záznamový portál
 - Legislatívne povinnosti
 - Správa systému

Hodnoty diagramov

Aktuálne | Dátum: 2.12.2016 | Čas: 0.00 | 23.12.2016 | 23:59 | Zobraziť | Načítať z ISZO | Export | Aktuálna schéma

Graf | Tabuľka

+ Pridať diagram

Subjekt: | Typ meracieho systému: | Profil: | + Pridať | Zrušiť

Aktuálna schéma

Farba	Operácie	Objekt	Profil	Typ meracieho systému	Jednotka	Minimum	Čas minima	Maximum	Čas maxima	Suma	Priemer	Platnosť k dátumu	Extrapolácia	Int
Neboli nájdené žiadne záznamy														

Obrázok 24 Formulár Hodnoty diagramov

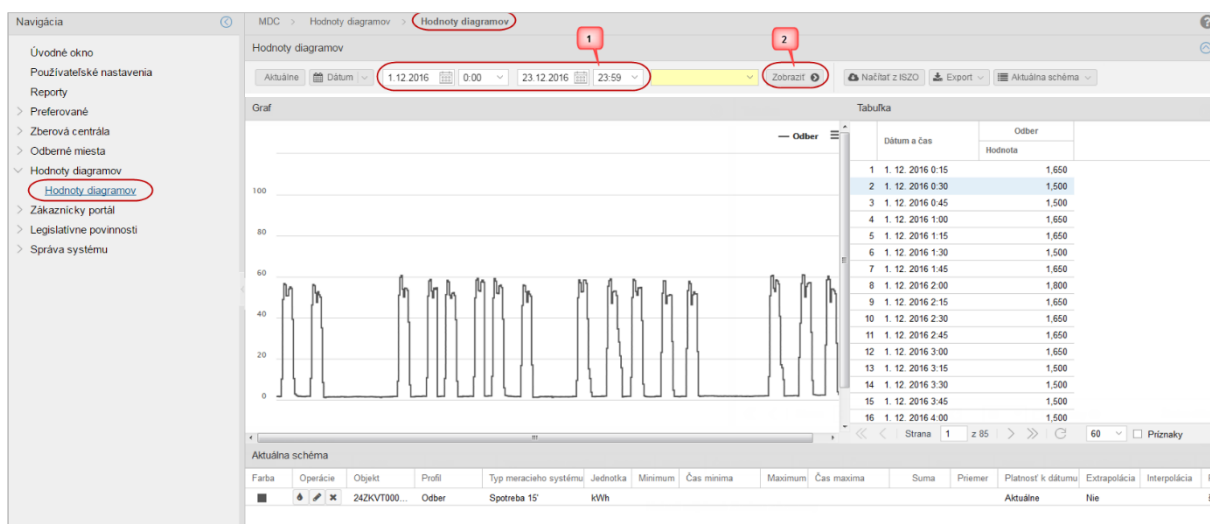
- (1) Kliknite na tlačidlo **Aktuálna schéma**. Zvoľte možnosť **Pridať diagram**.
- (2) Systém zobrazí dialógové okno **Pridať diagram**.

Obrázok 25 Postup vyplnenia parametrov

(3) Vo formulári zapíšte údaje a potvrdte tlačidlom **Pridať**.

3.5.2 Vyfiltrovanie nameraných údajov vo vybraných meracích profiloch

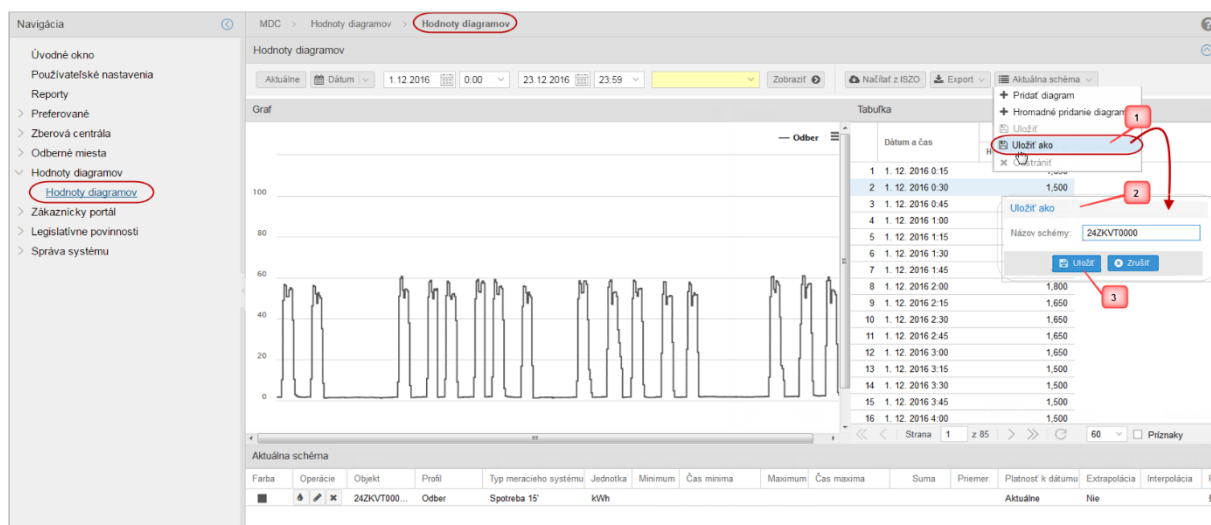
Vo formulári **Hodnoty diagramov** má používateľ možnosť volať dostupné operácie nad záznamami, ktoré sú reprezentované tlačidlami umiestnenými v hornej časti okna.



Obrázok 26 Filtrovanie nameraných údajov

- (1) Zadefinujte položky „Obchodný deň od“ a „Obchodný deň do“, dátumy sú štandardne prednastavené na aktuálny deň.
- (2) Voľbu zadanych filtrovacích kritérií potvrdte tlačidlom **Zobraziť** - Aplikovať filter.

3.5.3 Uloženie vybranej schémy pre neskoršie použitie



Obrázok 27 Uloženie schémy

- (1) Kliknite na tlačidlo **Aktuálna schéma**.
- (2) Zvoľte možnosť **Uložiť ako**, následne systém zobrazí dialógové okno **Uložiť ako**.
- (3) Zadefinujte „Názov schémy“ a potvrdte tlačidlom **Uložiť**.

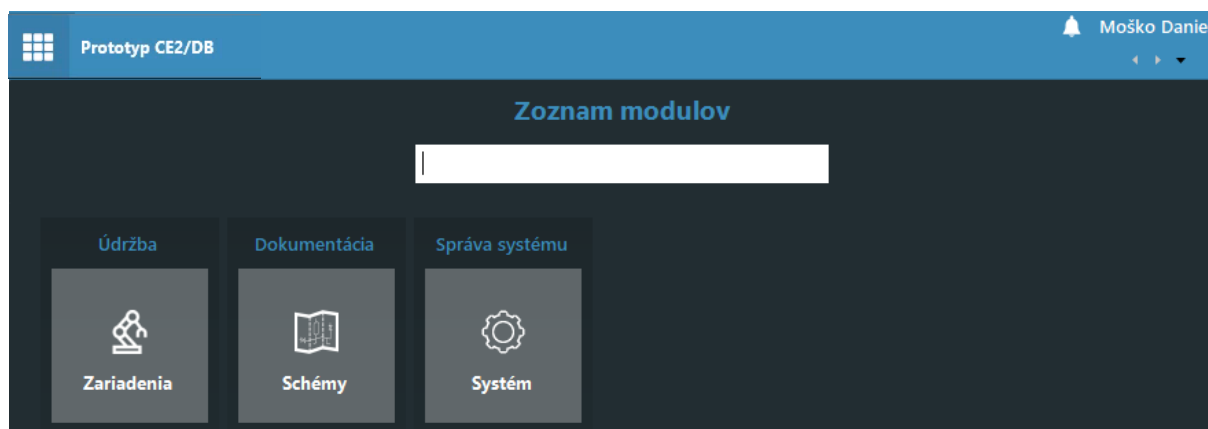
4 SPRÁVA DÁT (CE2 PROTOTYP/DB)

Súčasťou prototypu bude aj databáza modelu siete. Dáta budú uchovávané v jednotnej dátovej základni s flexibilnou možnosťou pridávania nových dátových prvkov, prípadne celých nových štruktúr. V databáze budú spravované jednotlivé prvky siete a ich parametre, topológia siete v podobe prepojení príslušných prvkov a súvisiacej technickej dokumentácie, ktoré poskytnú údajovú základňu potrebnú pre generovanie digitálneho modelu siete. Poskytne tiež nástroj na reportovanie a tvorbu výstupných zostáv na základe preddefinovaných šablón.

Základnými entitami v evidencii prototypu budú nasledovné prvky siete:

- odberné miesto
- elektromer
- fotovoltická elektrárňa
- generátor
- kogeneračná jednotka
- spaľovacia turbína
- zariadenie na uskladňovanie energie
- spotrebič
- malá veterná turbína
- tepelné čerpadlo
- vedenie formou kábla,
- transformátor
- palivový článok

Prototyp CE2/DB pozostáva z troch modulov, ktoré zobrazujú a riadia entity a ich dáta v systéme.



Obrázok 28 Úvodná obrazovka aplikácie

Evidované budú predefinované sady parametrov entity v závislosti od typu prvku siete a podporené bude definovanie hierarchických vzťahov medzi nimi. Databáza bude tiež uchovávať konfigurovateľné číselníky, ktoré bude možné používať ako hodnoty parametrov prvkov.

Prototyp správy dát by mal overiť nasledovné oblasti:

- Evidencia prvkov siete
- Topológia siete
- Správa technickej dokumentácie
- Reportovanie



Obrázok 29 Funkčné oblasti časti pre databázu modelu siete

4.1 Evidencia prvkov siete

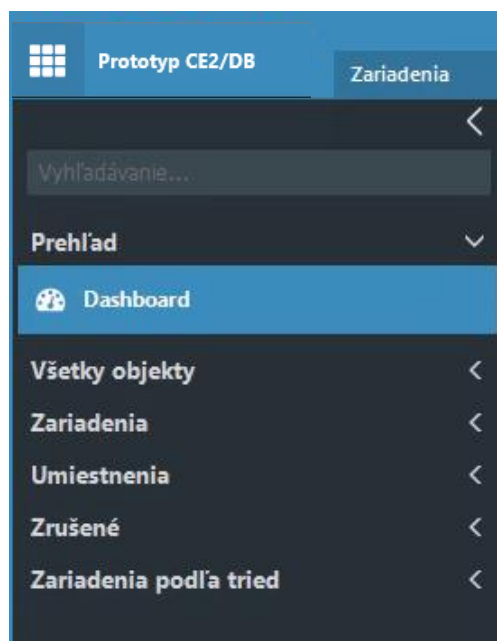
Prototyp zabezpečí správu všetkých relevantných zariadení a objektov. Medzi týmito entitami bude možné definovať hierarchické vzťahy. Evidované prvky siete budú obsahovať sadu parametrov, ktoré budú preddefinované vo vzťahu k príslušnému typu entity. Zároveň bude možné definovať číselníkové hodnoty, ktoré sa budú využívať pri evidencii prvkov.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Vytvorenie nového záznamu
 - zaevidovanie nového prvku siete prostredníctvom príslušného formulára
 - validácia vstupných hodnôt
 - podpora číselníkových hodnôt
 - možnosť importu údajov zo súboru
- Formulárové zobrazenie
 - zobrazovanie parametrov prvku siete
- Hierarchické zobrazenie
 - zobrazenie záznamov podľa definovanej hierarchie vzťahov
- Tabuľkové zobrazenie
 - tabuľkové zobrazenie vybranej sady záznamov
 - filtrovanie nad zoznamom záznamov
 - export dát do externého súboru
- Modifikácia existujúceho záznamu
 - modifikácia parametrov prvku siete
- Zrušenie záznamu
 - zneplatnenie záznamu v databáze
- Správa číselníkov

- definovanie číselníkov
- Správa typov prvkov siete
 - definovanie typov prvkov
 - definovanie parametrov pre typ prvky

Modul Zariadenia slúži na evidenciu zariadení a ich parametrov, na ich vytváranie, modifikáciu a zneplatňovanie. Taktiež slúži na evidenciu umiestnení zariadení (geolokoalizácia) a poskytuje špeciálne pohľady, ktoré zobrazujú jednotlivé typy zariadení (zariadenia podľa tried). Zneplatnené objekty je možné vyhľadať v pohľade Zrušené.



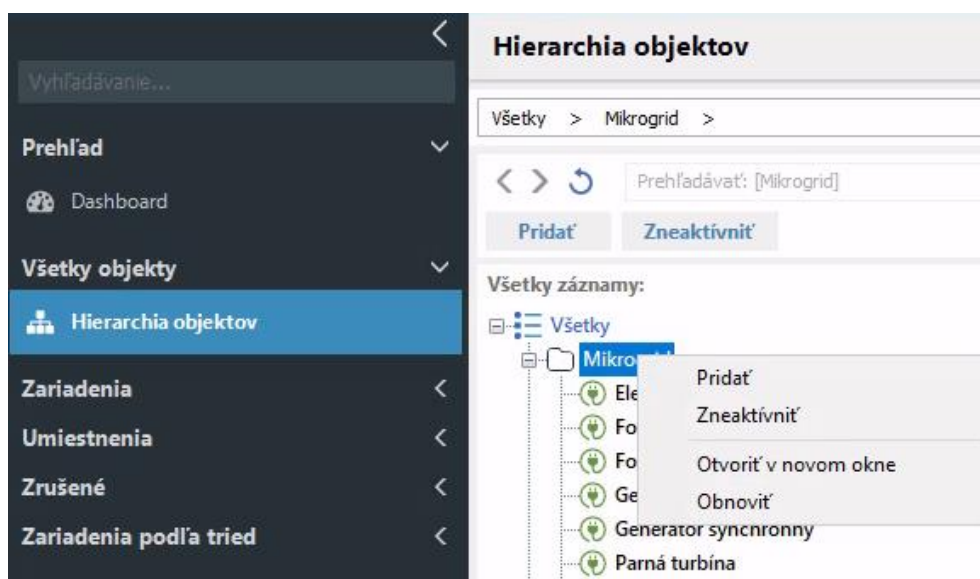
Obrázok 30 Hlavné pohľady aplikácie

Vyššie spomenuté funkčnosti popisujeme podrobnejšie v nasledujúcich podkapitolách.

4.1.1 Vytvorenie nového záznamu

4.1.1.1 Zaevidovanie nového prvku

Vytvorenie nového prvku/objektu/zariadenia je v systéme možné vyvolaním kontextového menu nad hlavným uzlom v hierarchickom objektovom strome, kedy pomocou voľby „pridať“ spustíme proces vytvárania novej entity.



Obrázok 31 Pridanie nového objektu

Sprievodca vytváraním entity prevedie používateľa ďalšími krokmi, kde si vyberá základné parametre budúceho zariadenia ako umiestnenie, príslušnosť k nadradenému objektu a samotný typ zariadenia.

Obrázok 32 Postup pridania objektu

Po dokončení procesu sa novovytvorený objekt zobrazí na príslušnom mieste v hierarchii objektového stromu.

4.1.1.2 Validácia vstupných hodnôt

Každé zariadenie má definované parametre, ktoré sú zobrazené v položkách na jednotlivých záložkách formulára. Systém umožňuje nastaviť premenné hodnoty pre každú z položiek, pričom je možné nastaviť hraničné hodnoty, ktoré majú zmysel pre daný parameter. Vpísanie hodnoty, ktorá presahuje zadané hraničné rozpätie hodnôt, vyvolá pri voľbe „validovať“ kontrolu nad hodnotami položiek daného formulára, pričom ak systém zistí prekročenie povolených hodnôt, vyvolá informačné okno, kde používateľa informuje o probléme nad tou ktorou položkou. Pokiaľ používateľ neupraví hodnotu parametra do správneho rozmedzia, systém nedovolí uložiť zmenený formulár.

The screenshot shows a web application interface for managing a 'Fotovoltická elektrárňa' (Photovoltaic power plant). At the top, there are three buttons: 'Uložiť zmeny' (Save changes), 'Obnoviť záznam' (Refresh record), and a highlighted 'Validovať' (Validate) button. Below the buttons, the title 'Zariadenie: Fotovoltická elektrárňa' is displayed. To the left is a thumbnail image of a solar panel. To the right are input fields for 'Názov' (Name), 'Popis' (Description), 'Umiestnenie' (Location), and 'Cesta s názvom' (Path with name). Below these is a tabbed interface with tabs for 'Údaje zariadenia' (Device data), 'Parametre' (Parameters), 'Skupiny zariadení' (Device groups), 'Systémové údaje' (System data), and 'Dokumentácia' (Documentation). The 'Údaje zariadenia' tab is active, showing a table of device data with fields: Id (11), Identifikátor nadradenej entity (2), Názov (Fotovoltická elektrárňa), a checked 'Aktívny' (Active) checkbox, Vytvoril (Created by: Moško Daniel), Dátum vytvorenia (Creation date: 21.09.2021 07:30:43), Zmenil (Modified by), and Dátum zmeny (Modification date).

Obrázok 33 Validácia hodnôt

4.1.1.3 Podpora číselníkových hodnôt

Systém umožňuje nastaviť tzv. číselníkové hodnoty pre každú z položiek. Položky môžu byť buď ručne zadávané (texty a čísla), dátumový typ položky, alebo je možné nastaviť výberové menu, z ktorého si do položky používateľ vyberie v systéme uložené hodnoty (napríklad „áno“, „nie“) pre daný typ položky (nastavuje sa v module Administrácia – číselníky). Vytvorenie oboru povolených hodnôt pre položku výrazne uľahčuje používateľovi modifikáciu položiek, nakoľko nie je nutné hodnoty vpisovať, resp. je z kontextového výberu zrejmé, aké hodnoty sú v systéme vôbec evidované.

Import objektov

Vloženie súborov

Sem vložte súbory, ktoré chcete importovať.

Použiť špeciálnu šablónu importu ? [Export šablóny](#)

Súbory + Vložiť prílohu ✕ Odstrániť ⋮ Akcie

Názov súboru	Operácie
WO_EP2.xlsx	  

< Naspäť Ďalej > Zrušiť

Import objektov

Mapovanie vlastností

Názov stĺpca v súbore	Cieľová vlastnosť	Je identifikátor	Prepísať prázdnu hodnotou
Číslo zariadenia	Číslo zariadenia	☒	☐
Názov	Názov	☐	☐
Typ objektu	Typ objektu	☐	☐
Prevádzkový stav	Prevádzkový stav	☐	☐
Umiestnenie	Umiestnenie	☐	☐
Výrobca	Výrobca	☐	☐
Typové označenie	Typové označenie	☐	☐
Výrobné číslo	Výrobné číslo	☐	☐
Aktívny	Aktívny	☐	☐
Cesta	Cesta	☐	☐

< Naspäť Ďalej > Zrušiť

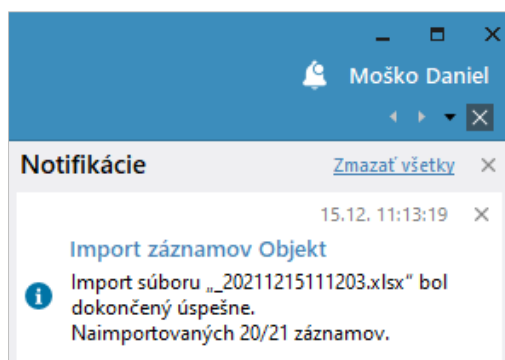
Import objektov

Výsledok importu

Import bol odoslaný na spracovanie, o jeho dokončení budete informovaný notifikáciou.

< Naspäť Dokončiť Zrušiť

Obrázok 36 Postup pri importe



Obrázok 37 Notifikácia o skončenom importe

Po skončení importu používateľ kontrolou zobrazenia modifikovaného zariadenia zistí, či sa hodnoty korektne zapísali, resp. v objektovom hierarchickom strome nájde novo vytvorený objekt.

4.1.2 Formulárové zobrazenie

Systém umožňuje zobraziť parametre prvkov na formulároch zariadení. Formuláre majú viacero záložiek, na ktorých tematicky zoskupujú príbuzné údaje.

V hornej časti formulárového okna, sú riadiace ikony (uloženie, obnova a validácia), pod nimi je niekoľko riadiacich položiek, ktoré zobrazujú názov zariadenia, jeho typ, prevádzkový stav, aktivnosť a podobne.

Obrázok 38 Hlavné menu formulára objektu

Každý formulár má ako prvú zobrazenú záložku Údaje zariadenia, kde sú zobrazené všeobecné parametre daného objektu.

Údaje zariadenia	Parametre	Skupiny zariadení	Systémové údaje	Dokumentácia
Názov	Fotovoltaická elektrárňa			☐ Povolenie výpočtu názvu
Cesta				
Umiestnenie				Zaznamenať zmenu umiestnenia
Je súčasťou zariadenia				
Nákladové stredisko				
Zóna prostredia				
Kategória dôležitosti				
Výrobca				
Typové označenie				
Výrobné číslo				
Dátum výroby				
Dátum uvedenia do prevádzky				

Obrázok 39 Záložky formulára objektu

Špecifické parametre sú evidované na záložke Parametre, kde sú pre každý typ zariadenia zobrazené položky, ktoré sa týkajú iba daného typu.

Údaje zariadenia	Parametre	Skupiny zariadení	Systémové údaje	Dokumentácia
Body napätia pre logiku riadenia činného výkonu lvpnt0			Maximálna mesačná výroba [Wh] ?	
Body napätia pre logiku riadenia činného výkonu lvpnt1			Maximálna týždenná výroba [Wh] ?	
Časová konštanta oneskorenia striedača			Maximálny minútový výkon [W] ?	
Časová konštanta snímača frekvencie			Maximálny štvrt hodinový výkon [W] ?	
Dolné obmedzenie necitlivosti napätovej charakteristiky			Minimálna denná výroba [Wh] ?	
Dolné obmedzenie želané hodnoty jalového výkonu			Minimálna mesačná výroba [Wh] ?	
Homé obmedzenie necitlivosti napätovej charakteristiky			Minimálna týždenná výroba [Wh] ?	
Homé obmedzenie želané hodnoty jalového výkonu			Napätová charakteristika	
Homé vymedzenie napätia pre regulátor jalového výkonu			Napätová úroveň [V] ?	
Kompenzačná reaktancia [?]			Nastavenie ochrany od frekvencie	
Krivka pre odpínanie podľa frekvencie bod 0			Nastavenie ochrany od napätia	
Krivka pre odpínanie podľa frekvencie bod 1			Necitlivosť regulátora pre nadfrekvenciu	
Krivka pre odpínanie podľa frekvencie bod 2			Obmedzenie pre logiku riadenia jalového výkonu	
Krivka pre odpínanie podľa frekvencie bod 3			Obmedzenie prúdu	
Krivka pre odpínanie podľa napätia bod 0			Počet panelov [ks] ?	
Krivka pre odpínanie podľa napätia bod 1			Priorita pre jalový výkon 0 alebo činný výkon	
Krivka pre odpínanie podľa napätia bod 2			Ročná výroba [Wh] ?	
Krivka pre odpínanie podľa napätia bod 3			Výkon [Wp] ?	
Maximálna denná výroba [Wh] ?			Zosilnenie regulátora výkonu, väzba od frekvencie	
Maximálna medziminútová diferencia výkonu [W] ?				
Maximálna medzištvrt hodinová diferencia výkonu [W] ?				

Obrázok 40 Záložka Parametre

Systémové údaje sú zobrazené na rovnomennej záložke. Zobrazujú základné databázové informácie o objekte.

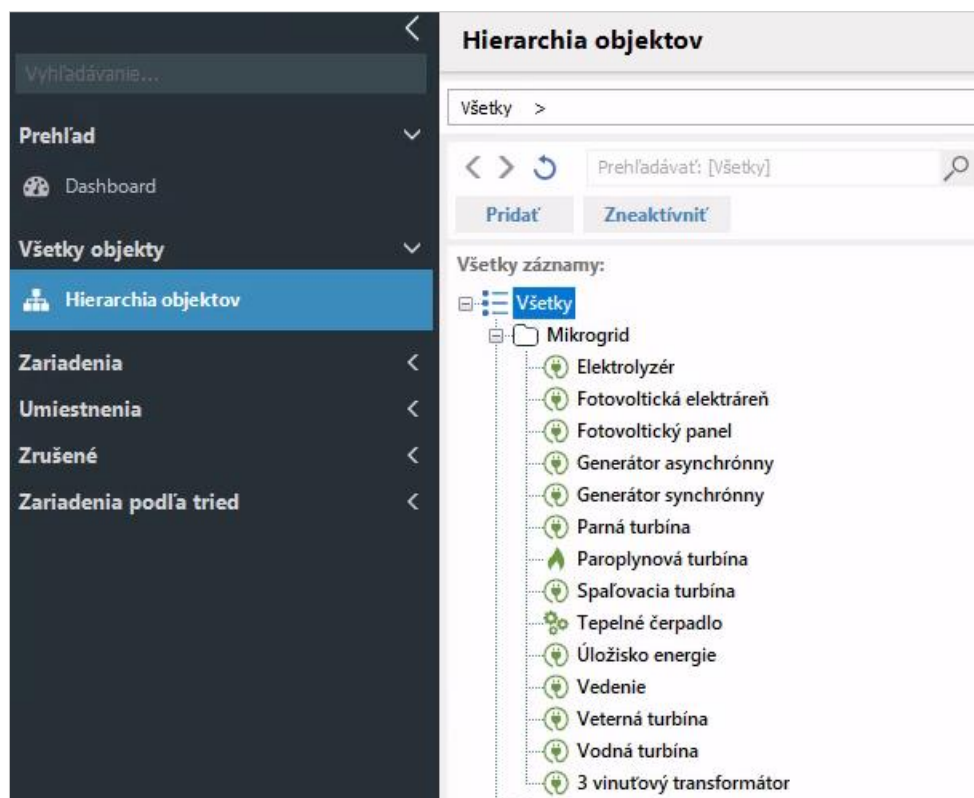
Obrázok 41 Záložka Systémové údaje

Poslednou záložkou formulára zariadenia je Dokumentácia, ktorá slúži na evidovanie príloh rôzneho typu a formátu, ktoré patria k danému objektu. Viac o práci s dokumentáciou nájdete v podkapitole 4.3.

Obrázok 42 Záložka Dokumentácia

4.1.3 Hierarchické zobrazenie

Medzi nosné prvky aplikácie Prototypu CE2/DB patrí objektový strom, ktorý hierarchicky zoraduje vytvorené objekty zariadení. Je možné vytvoriť hlavný uzol, resp. objekt umiestnenia (geolokalizovaný), pod ktorým viete štruktúry podobjektov budovať hierarchicky. Vytvorené objekty sa dajú premiestňovať, resp. zneplatňovať, pokiaľ je potrebné vykonať ich náhradu.

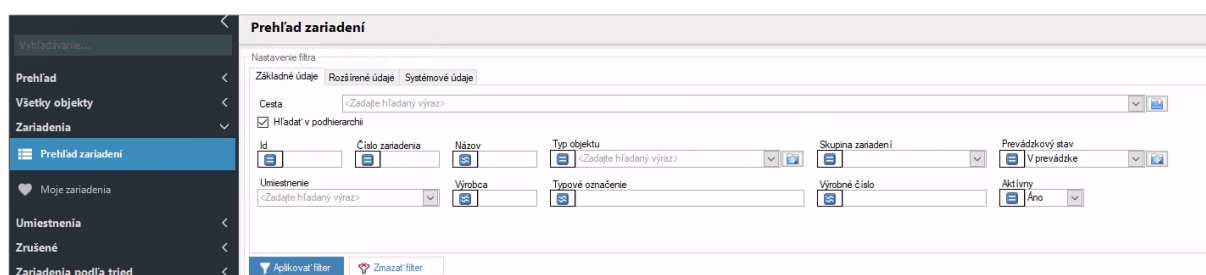


Obrázok 43 Zobrazenie hierarchického objektového stromu

4.1.4 Tabuľkové zobrazenie

Aplikácia umožňuje zobraziť všetky zariadenia, ktoré sú evidované v systéme, vo forme tabuľkového pohľadu, pričom je možné pomocou filtrov úzko špecifikovať a zobraziť hľadaný typ objektu. Takisto je možné exportovať zobrazené dáta z tabuľky do rôznych výstupných formátov.

V pohľade „Prehľad zariadení“ je možné v hornej časti pracovného okna filtrovať/zadávať podmienky, ktoré ovplyvnia výsledný zoznam údajov v tabuľke pod nimi.



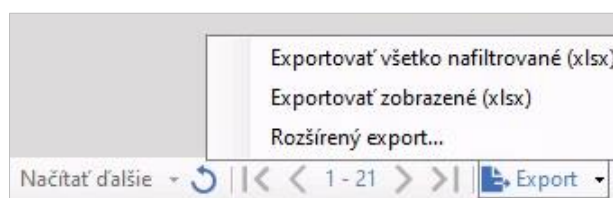
Obrázok 44 Filtrovacie položky v pohľade Prehľad zariadení

Vo výsledku filtrovania zobrazí tabuľka štandardne prvých 50 nájdených záznamov. Posuvníkom v dolnej lište je možné stránkovať riadky po 50tke záznamov. Ak systém deteguje, že nafiltrovaných záznamov je viac ako 1 000, upovedomí používateľa oknom – hláškou, koľko je v skutočnosti nájdených riadkov, avšak zobrazí v tabuľke najviac 1 000 záznamov.

Číslo zariadenia	Názov	Typ objektu	Prevádzkový stav	Umiestnenie	Výrobca	Typové označenie	Výrobné číslo	Aktívny	Cesta
	Tepelné čerpadlo	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Tepelné čerpadlo	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Vedenie	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Vedenie	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Teluridovo kadmenný panel	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltický panel/Teluridovo kadmenný panel	V prevádzke	SAV				☒	SR.SAV
	Tandemový mikromotný panel	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltický panel/Tandemový mikromotný panel	V prevádzke	SAV				☒	SR.SAV
	Organický panel	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltický panel/Organický panel	V prevádzke	SAV				☒	SR.SAV
	Mikromotný panel	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltický panel/Mikromotný panel	V prevádzke	SAV				☒	SR.SAV
	Meteo panel	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltický panel/Meteo panel	V prevádzke	SAV				☒	SR.SAV
	CIGS panel	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltický panel/CIGS panel	V prevádzke	SAV				☒	SR.SAV
	Amorfny kremikový panel	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltický panel/Amorfny kremikový panel	V prevádzke	SAV				☒	SR.SAV
	Generátor asynchronný	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Generátor asynchronný	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Elektrolyzér	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Uložisko energie	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Paroplynová turbína	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Paroplynová turbína	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Parná turbína	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Parná turbína	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Spaľovacia turbína	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Spaľovacia turbína	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Uložisko energie	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Uložisko energie	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Fotovoltická elektrárňa	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltická elektrárňa	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Fotovoltický panel	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Fotovoltický panel	V prevádzke					☒	Mikrogríd
1002023	3 vinutový transformátor	Zariadenie/Elektrické zariadenie/TR trojfázový (3 vin)	V prevádzke		ELIN UNION - Rakúsko	TAQ-205R44D9K-99	1679355	☒	Mikrogríd
	Veterná turbína	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Veterná turbína	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Vodná turbína	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Vodná turbína	V prevádzke					☒	Mikrogríd
	Generátor synchronný	Zariadenie/Elektrické zariadenie/Generátor	V prevádzke					☒	Mikrogríd

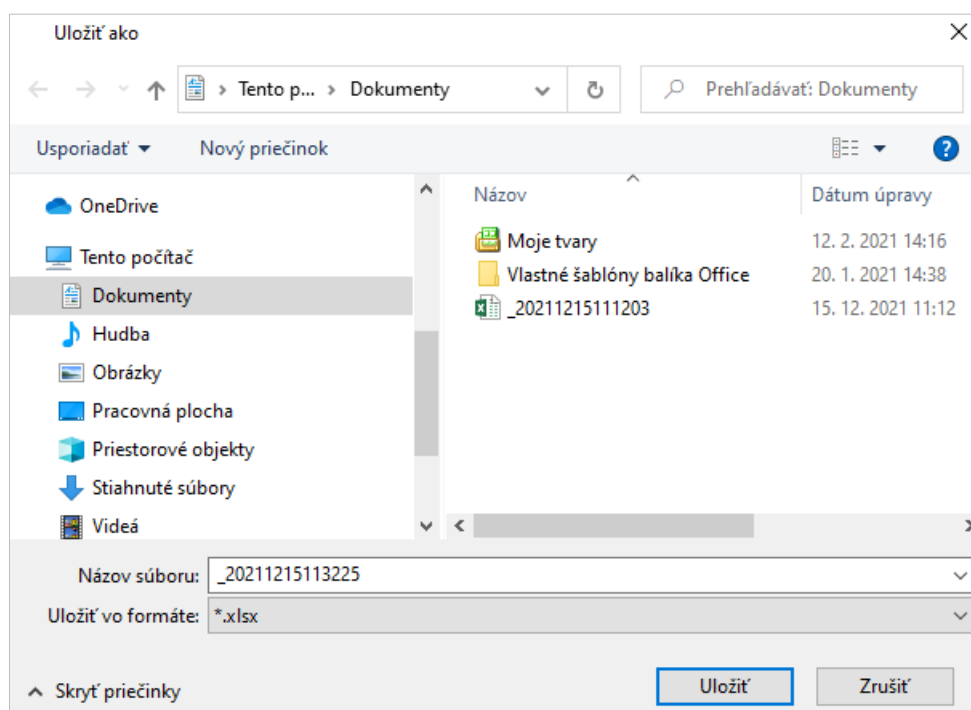
Obrázok 45 Tabuľka s nafiltrovanými zariadeniami

Export výsledkov zobrazených v tabuľke sa vykonáva viacerými spôsobmi. Voľba Exportovať všetko nafiltrované – vyexportuje do formátu XLSX všetky záznamy, ktoré systém našiel (tisíce...). Voľba Exportovať zobrazené – vyexportuje do rovnakého formátu prvých 50 nájdených záznamov.



Obrázok 46 Možnosti exportu tabuľky

Systém ponúkne okno operačného systému Windows, kde si používateľ zvolí miesto uloženia výstupu na disku.

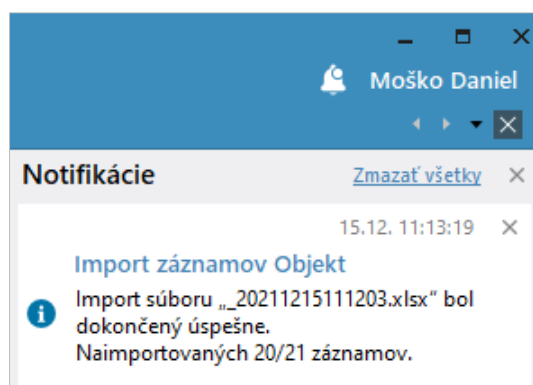


Obrázok 47 Uloženie výstupného súboru

Ďalšou možnosťou je Rozšírený export. Ten ponúkne možnosť uložiť výstup aj do iných formátov – napríklad CSV a PDF.

Obrázok 48 Rozšírený export

Po vykonaní exportu, ktorý prebieha na pozadí aplikácie, systém v pravej hornej lište aplikácie zobrazí notifikáciu (pri mene používateľa). Vytvorený výstup sa zároveň otvorí /spustí na obrazovke používateľa.



Obrázok 49 Notifikácia o skončenom importe

4.1.5 Modifikácia existujúceho záznamu

Modifikácia existujúceho záznamu sa vykonáva pomocou zobrazenia formulára/záložky daného zariadenia. V systéme sú dva druhy položiek z pohľadu editovateľnosti – systémové (šedé) needitovateľné položky, ktorých hodnoty sú doplnené systémom, alebo sú prevzaté z iných nadradených objektov a nie je možné ich zmeniť na zariadení. Druhým typom sú editovateľné (biele) položky, ktoré je možné prepisovať a ukladať zmeny.

Zariadenie: Organický panel

Názov	Organický panel
Popis	Organický panel
Umiestnenie	SAV
Cesta s názvom	SR\SAV\

Údaje zariadenia Parametre Skupiny zariadení Systémové údaje Dokumentácia

Časová pečiatka merania [s] ? 20.11.2021 11:15

Napätie [V] ?

Prúd [A] ?

Výkon [W] ?

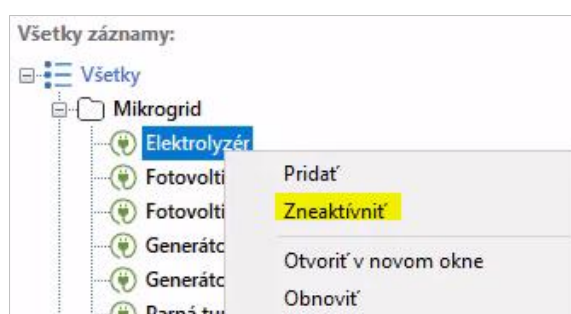
Teplota panela [°C] ?

Obrázok 50 Modifikácia položky formulára

4.1.6 Zrušenie záznamu

Zneplatnenie záznamu/ objektu v systéme sa nevykonáva fyzickým zmazaním entity z databázy, ale jeho zneplatnením, čo je možné vykonať dvoma spôsobmi.

- a) Nastavením sa nad daným objektom v hierarchickom strome a vyvolaním kontextovej ponuky a voľbou „zneaktívniť“.



Obrázok 51 Zneplatnenie objektu - možnosť a)

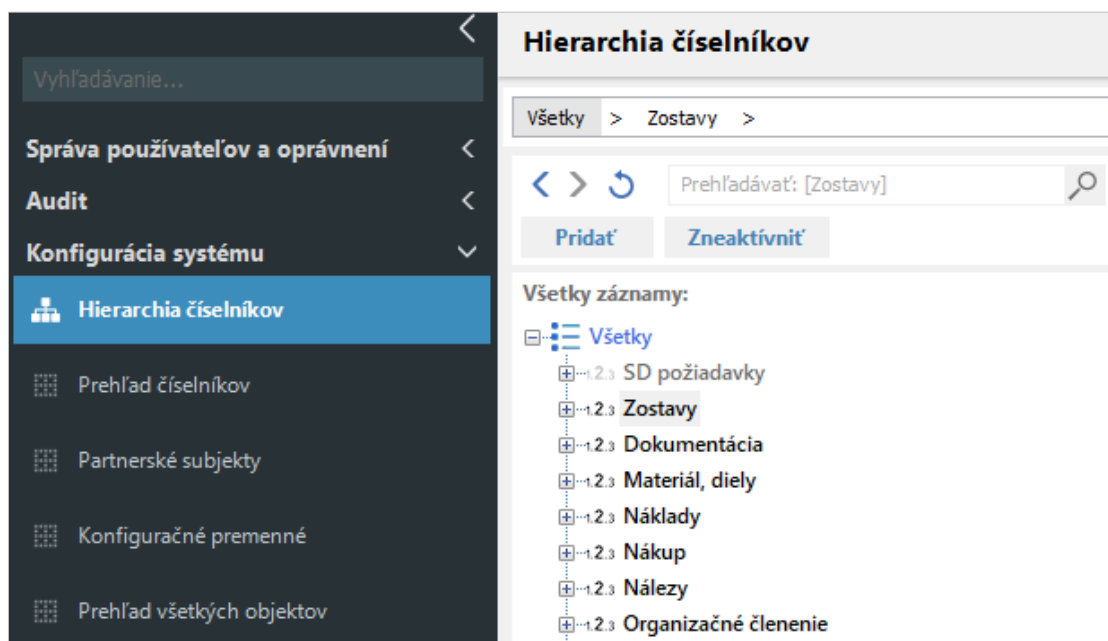
- b) Odznačením kvačky v poli „aktívny“ na záložke Systémové údaje daného zariadenia a uložením tejto zmeny.

Obrázok 52 Zneplatnenie objektu - možnosť b)

4.1.7 Správa číselníkov

Ako sme konštatovali v kapitolách vyššie, číselníková položka je zvláštny typ položky, ktorej parametre a varianty je potrebné v systéme vopred nastaviť a následne sa dajú hodnoty navoliť v položkách formulára zariadenia.

Samotné vytvorenie číselníka sa deje v module Administrácia v pohľade Hierarchia číselníkov, kde používateľ vytvára logický strom číselníkových hodnôt zoradených v súvisiacej štruktúre. Rovnako ako pri tvorbe zariadenia aj číselník má vlastný formulár, v ktorom je potrebné nastaviť konkrétne hodnoty a prepojenia.



Obrázok 53 Pohľad Hierarchia číselníkov

Samotné zobrazenie všetkých existujúcich číselníkov, ich filtrovanie a vyhľadávanie (export) zabezpečuje ďalší pohľad – Prehľad číselníkov.

Vyhľadavanie...

Správa používateľov a oprávnení

Audit

Konfigurácia systému

Hierarchia číselníkov

Prehľad číselníkov

Partnerské subjekty

Konfiguračné premenné

Prehľad všetkých objektov

Prehľad typov objektov

Hierarchia typov objektov

Triedy typov objektov

Triedy typov činností

Číselné rady

Prehľad číselníkov

Nastavenie filtra

Základné údaje
Systémové údaje

Id

Názov

Id. nadrad. uzla

Nadradený uzol

Aktívny

Údaje

Názov	Aktívny	Id. nadrad. uzla	Aplikačný identifikátor	Jedinečný identifikátor
Áno	☒	50068	1	Vseobecne.ÁnoNie.Áno
Čaká na spracovanie	☒	1750633008	1	IO.Message.Status.Pending
Default	☒	24303	1	Scheduler.Category.Default
deň	☒	50018	1	Skupiny.Jednotiek.CasovaJednotka.Den
General	☒	603700	1	MonitorovaciModul.Kategorie.General
Identifikovaný	☒	606111	1	Nalezy.StavRiesenia.Identifikovany
IOPoints	☒	1750566747	1	IO.IOPointTypes
Kategórie monitora	☒	603699	1	MonitorovaciModul.Kategorie
Kritické	☒	603701	1	MonitorovaciModul.TypUdalosti.Kriticke
MsgStatus	☒	1750632999	1	IO.Message.Status
Neúspech	☒	24370	1	Scheduler.ResultCodes.Unsuccess
Plánovaná	☒	50009	1	Udrzba.Cinnosti.Stavy.Planovana
Podpisovanie / overovanie	☒	1750690688	1	IO.Certificate.Purpose.Sign
Prichádzajúca	☒	1750633020	1	IO.Message.Direction.Incoming

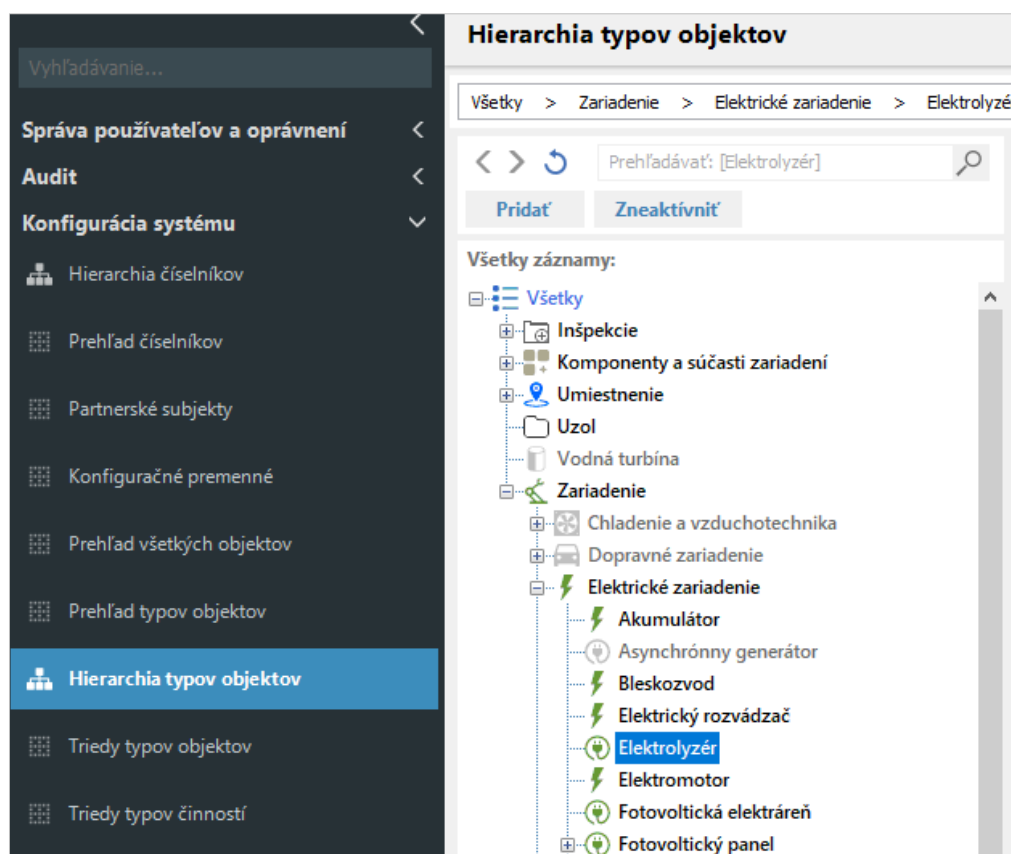
Obrázok 54 Pohľad Prehľad číselníkov

4.1.8 Správa typov prvkov siete

V module Administrácia - hierarchia typov objektov - je možné vytvárať potrebné typy k zariadeniam, s ktorými v systéme budeme pracovať. Vytvorenie typu objektu je viackrokový proces, ktorým vytvárame daný typ objektu. Objekty vieme v hierarchickom strome logicky zaraďovať pod nadradené uzly, presúvať, zneplatňovať.

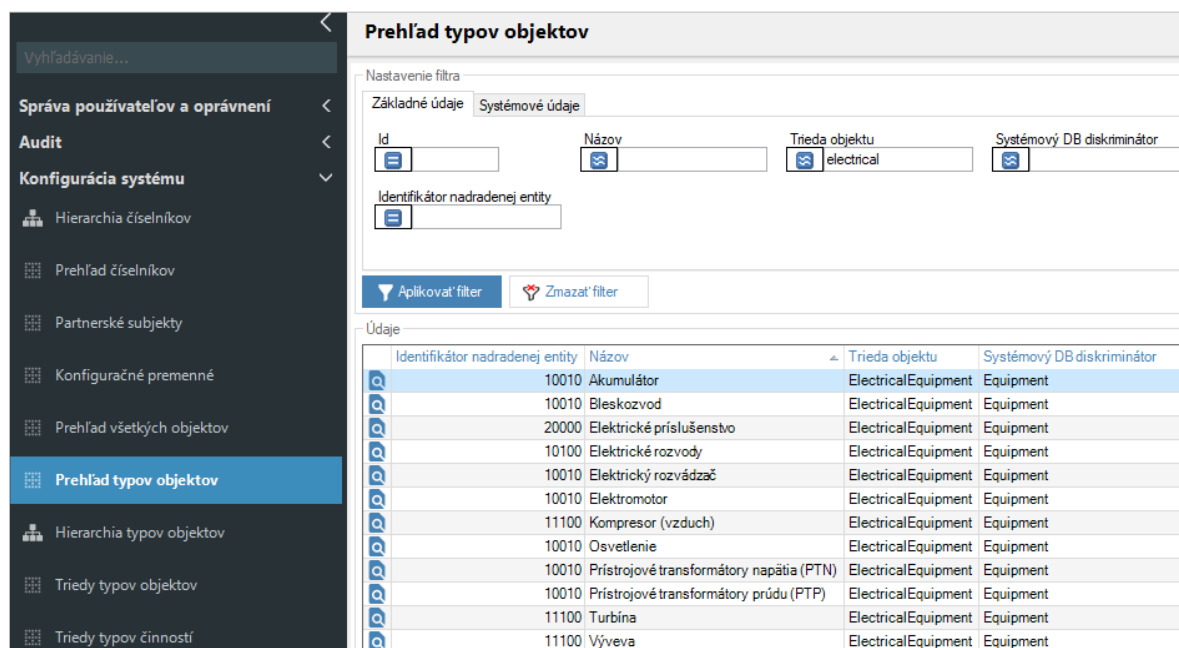

sféra
 Grafické informačné systémy

40



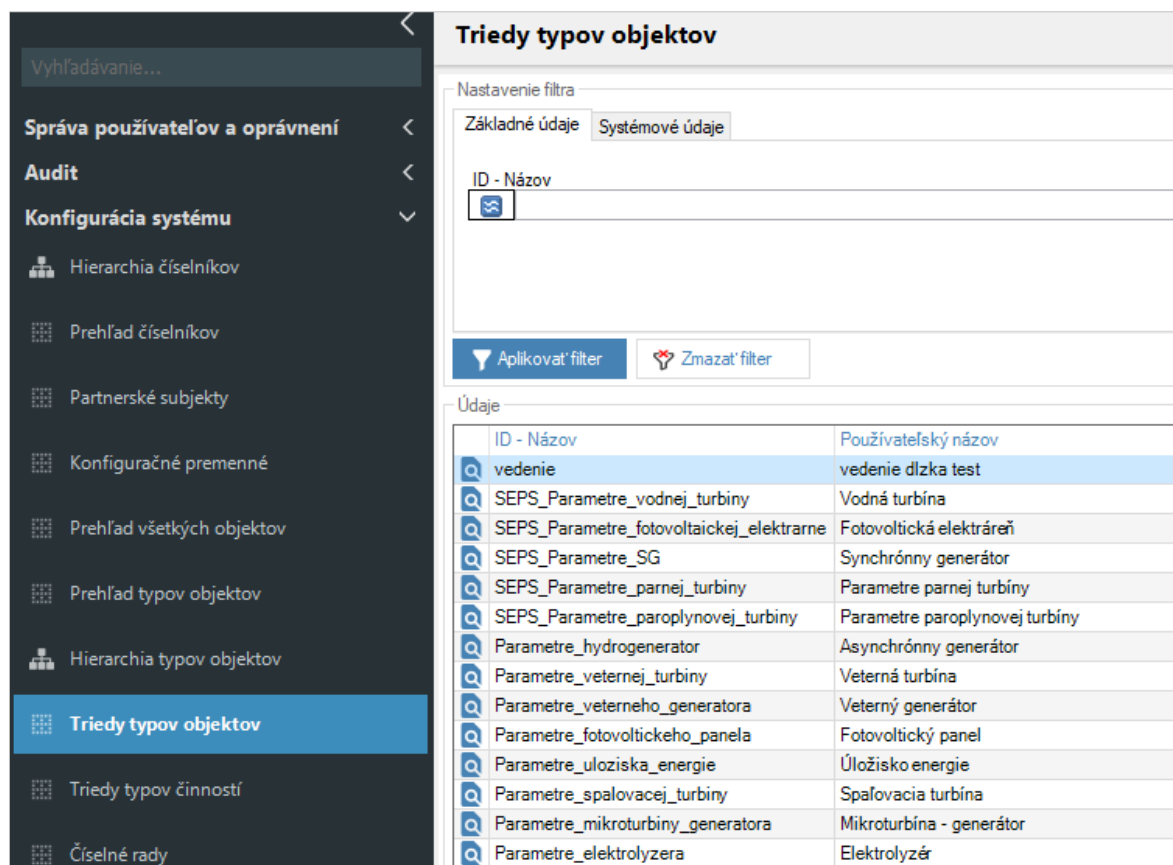
Obrázok 55 Pohľad Hierarchia typov objektov

Ďalším pohľadom, ktorý zobrazuje v tabuľkovej forme všetky typy objektov, je pohľad „Prehľad typov objektov“. Je to klasický grid, nad ktorým je možné filtrovať, či exportovať záznamy.



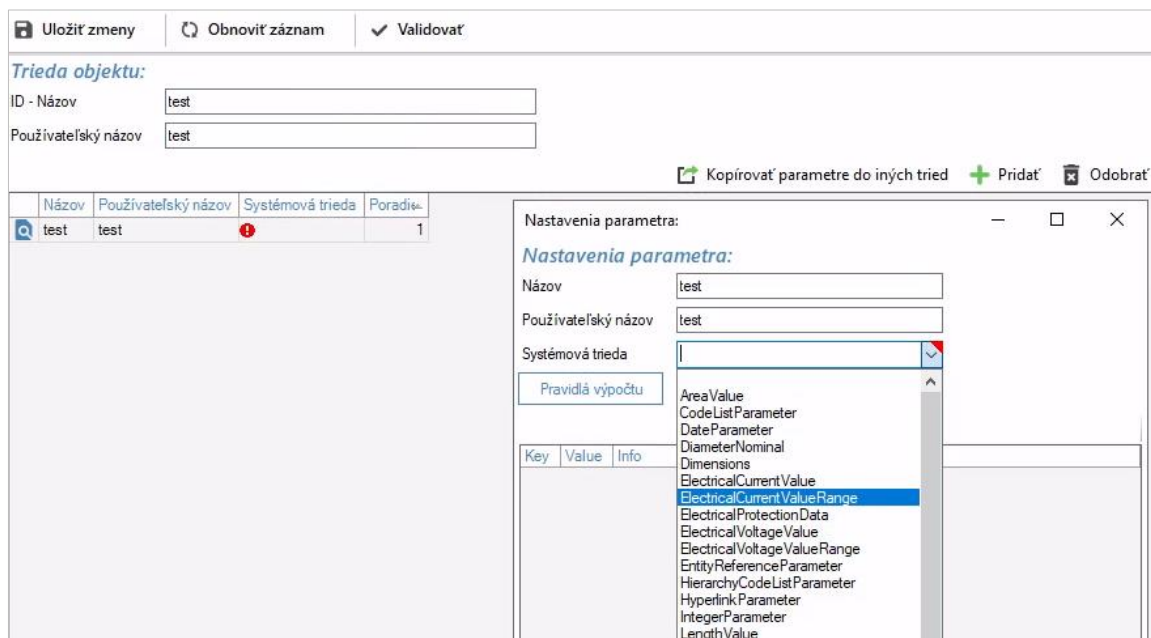
Obrázok 56 Prehľad typov objektov

Samotné vlastnosti typu objektu sa zadávajú v rámci pohľadu „Triedy typov objektov“, kde v rámci formulárového okna vytváraného typu je potrebné zadať parametre, ktoré definujú danú triedu objektu.



Obrázok 57 Pohľad Triedy typov objektov

Systém umožňuje aj prevzatie parametrov z inej existujúcej triedy objektu do práve vytváranej, ak sú tieto triedy podobné a odlišujú sa iba v maličkostiach.



Obrázok 58 Nastavenie typu Triedy objektu

Po parametrizácii formulára triedy objektu používateľ zmeny uloží a daný typ triedy následne priradí k typu objektu, ktorý sme popisovali vyššie. Až po priradení triedy k typu sa následne novovytváraný objekt chová podľa týchto kritérií – je určitého typu, má určité položky a premenné.

Uložiť zmeny Obnoviť záznam Validovať

Trieda objektu:

ID - Názov: test

Používateľský názov: test

Kopírovať parametre do iných tried Pridať Odobrať

Názov	Používateľský názov	Systémová trieda	Poradie
test	test	NumericParameter	1

Nastavenia parametra:

Nastavenia parametra:

Názov: test

Používateľský názov: test

Systémová trieda: NumericParameter

Pravidlá výpočtu

Key	Value	Info
Required		Povinný/Nepovinný parameter (1/0)
MaxValue		Maximálna hodnota
MaxOrEqual		Maximálna hodnota -či sa môže rovnat: 1 (alebo musí byť me
MinValue		Minimálna povolená hodnota
MinOrEqual		Minimálna hodnota -či sa môže rovnat: 1 (alebo musí byť väč
Unit		Merná jednotka
HelpText		Pomocný text s vysvetlením (tooltip)
Prefix		Prefix
Suffix		Suffix
DecimalPoints		Počet desatinných miest
DecimalSeparator		Oddelovač desatinného čísla
ThousandSeparator		Oddelovač tisícok.

OK Zrušiť

Obrázok 59 Nastavenie parametrov Triedy objektu

4.1.9 Zobrazenie nameraných dát

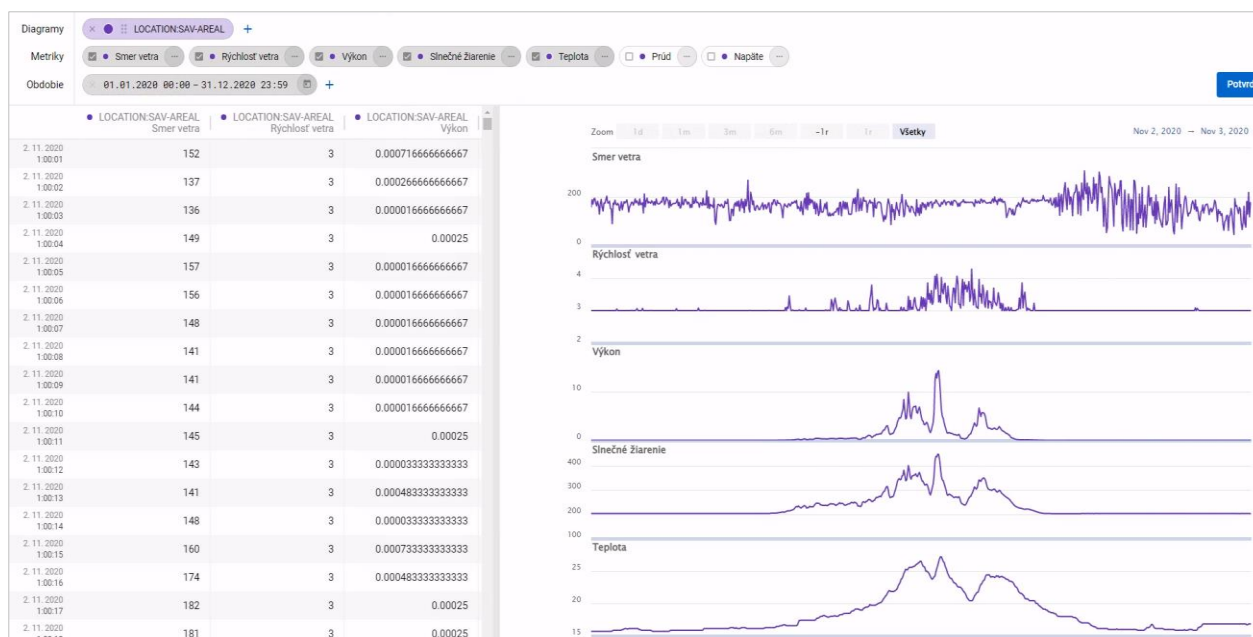
Systém bude umožňovať zobrazenie nameraných dát, ktoré budú importované do databázy, pre konkrétne zariadenia. Používateľ prechodom z formulára zariadenia bude vedieť zobrazíť časové rady v podobe tabuľky a grafu s priebehom meraní za zvolené časové obdobie. Zobrazenie všetkých/niektorých meraných parametrov bude užívateľsky modifikovateľné.

Diagramy LOCATION:SAV-AREAL

Metriky Smer vetra Rýchlosť vetra Výkon Slnéčné žiarenie Teplota Prúd Napäťe

Obdobie 01.01.2020 00:00 - 31.12.2020 23:59

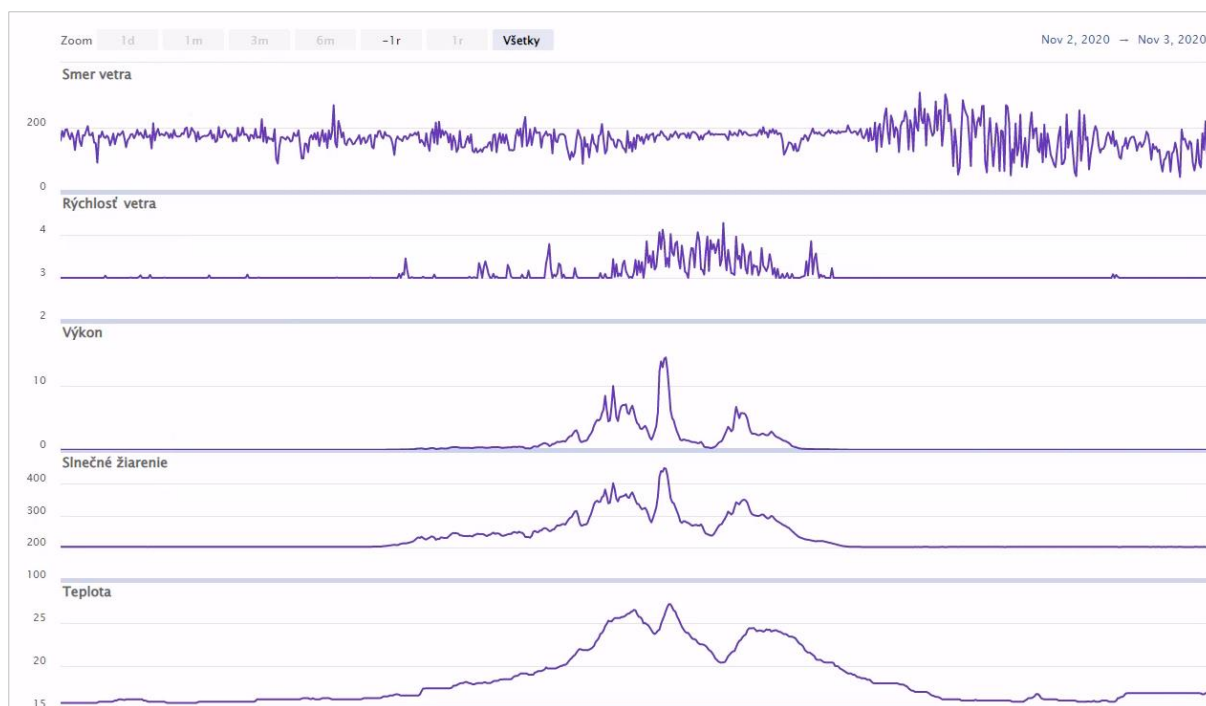
Obrázok 60 Výrez hlavičky ovládacieho menu



Obrázok 61 Celkový pohľad na filter, tabuľkové a grafické zobrazenie dát

	LOCATION: SAV-AREAL Smer vetra	LOCATION: SAV-AREAL Rychlost vetra	LOCATION: SAV-AREAL Výkon	LOCATION: SAV-AREAL Sinečné žiarenie	LOCATION: SAV-AREAL Teplota
2.11.2020 1:00:01	152	3	0.000716666666667	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:02	137	3	0.000266666666667	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:03	136	3	0.000016666666667	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:04	149	3	0.00025	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:05	157	3	0.000016666666667	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:06	156	3	0.000016666666667	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:07	148	3	0.000016666666667	202	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:08	141	3	0.000016666666667	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:09	141	3	0.000016666666667	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:10	144	3	0.000016666666667	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:11	145	3	0.00025	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:12	143	3	0.000033333333333	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:13	141	3	0.000483333333333	202	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:14	148	3	0.000033333333333	203	15.714285714285714
2.11.2020 1:00:15	160	3	0.000733333333333	203	15.714285714285714

Obrázok 62 Pohľad na tabuľkové zobrazenie



Obrázok 63 Pohľad na grafické zobrazenie priebehov meraní

4.2 Topológia siete

Prototyp umožní vytvárať prepojenia medzi jednotlivými prvkami siete a tak definovať samotnú elektrizačnú sieť mikrogridu. Prepojenia, podobne ako prvky siete, môžu mať tiež definované svoje typy a vlastné atribúty predstavujúce technické parametre prepojenia. Prvky siete spolu s topológiou tak vytvárajú ucelený digitálny model elektrizačnej siete a poskytujú vstupné informácie pre modelovanie a simulácie.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Vytvorenie nového prepojenia
 - zaevidovanie nového prepojenia
 - validácia vstupných hodnôt
 - podpora číselníkových hodnôt
 - možnosť importu údajov zo súboru
- Formulárové zobrazenie
 - zobrazovanie parametrov prepojenia siete
- Tabuľkové zobrazenie
 - tabuľkové zobrazenie vybranej sady záznamov
 - filtrovanie nad zoznamom záznamov
 - export dát do externého súboru
- Modifikácia existujúceho záznamu
 - modifikácia parametrov prepojenia siete
- Zrušenie záznamu
 - zneplatnenie záznamu v databáze
- Správa typov prepojení siete
 - definovanie typov prepojení

- o definovanie parametrov pre typ prepojenia

4.3 Správa technickej dokumentácie

Prototyp umožní k prvkom siete evidovať aj rôznorodú dokumentáciu súvisiacu so záznamom, ako napríklad technické špecifikácie zariadení, technické schémy, projektová dokumentácia alebo fotodokumentácia. K jednotlivým prvkom tak bude možné pridať ľubovoľné súbory.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Pridanie súboru
 - o pridanie súboru do databázy a jeho priradenie prvku siete
- Otvorenie súboru
 - o otvorenie súboru prostredníctvom príslušnej externej aplikácie
- Aktualizácia súboru
 - o aktualizácia predtým priradeného súboru k prvku siete
- Zrušenie súboru
 - o zneplatnenie súboru v databáze

Na správu dokumentov môžeme použiť dva spôsoby. Jedným je zobrazenie samotného modulu Dokumentácia, kde v pohľade „Prehľad dokumentácie“ je v tabuľkovej forme zobrazená kompletná dokumentácia, ktorá sa nachádza pri objektoch v systéme.

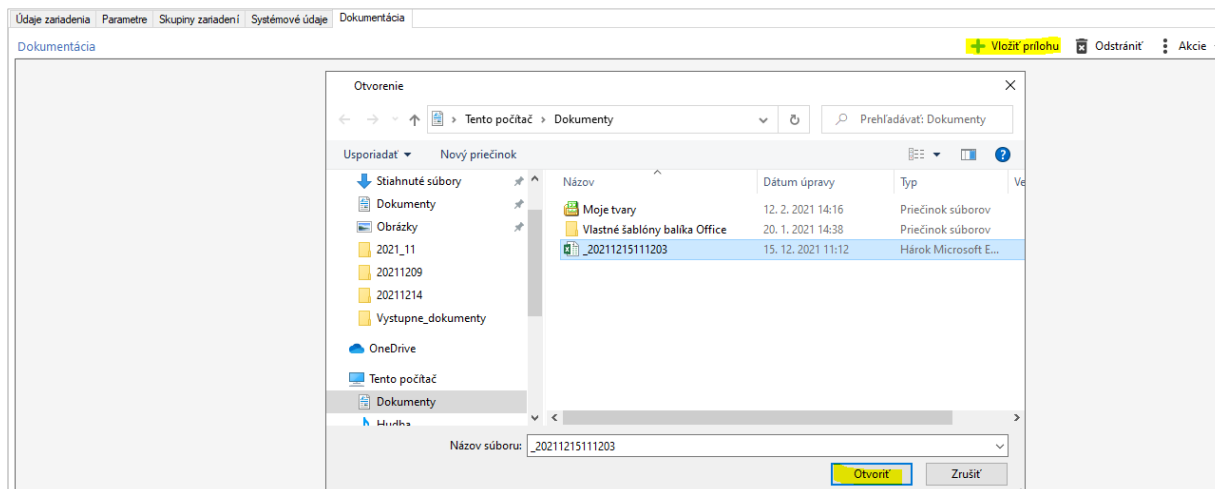
Id	Názov	Pripísa	Kategória dokumentácie	Veľkosť súboru [B]	Názov typu entity	Názov entity	Cesta entity
1	default_template	json		859			
21	equipment-abstract	ico		101122	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
22	equipment-arm	ico		101305	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
23	equipment-car	ico		101154			
24	equipment-crane-2	ico		101233	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
25	equipment-crane-hook	ico		101310	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
26	equipment-crane	ico		101431	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
27	equipment-electric-cord	ico		101636	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
28	equipment-electricity-2	ico		101586	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
29	equipment-electricity	ico		101081	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
30	equipment-fan-2	ico		101509	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
31	equipment-fan	ico		101760	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
32	equipment-gas-fire	ico		101260	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
33	equipment-gears	ico		101556			
34	equipment-lift-up-down	ico		101269	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
35	equipment-pipe-2	ico		100963	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
36	equipment-pipe-3	ico		101103			
37	equipment-pipe-gauge	ico		101195	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
38	equipment-pipe-vent-2	ico		101045			
39	equipment-pipe-vent	ico		100797	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
40	equipment-pipe	ico		101193			
41	equipment-pressurized-vessel	ico		100970	Typ	Zariadenie	<TPY>Zariadenie
42	folder-2	ico		100544	Typ	Uzol	<TPY>Uzol
43	folder	ico		100834	Typ	Uzol	<TPY>Uzol
44	inspector-node	ico		1150	Typ	Merací uzol	<TPY>Inspekcie/Merací uzol
45	inspector-position	ico		1150	Typ	Meracie miesto	<TPY>Inspekcie/Meracie miesto
46	location-house	ico		101106	Typ	Imiastenie	<TPY>Imiastenie

Obrázok 64 Pohľad Prehľad dokumentácie

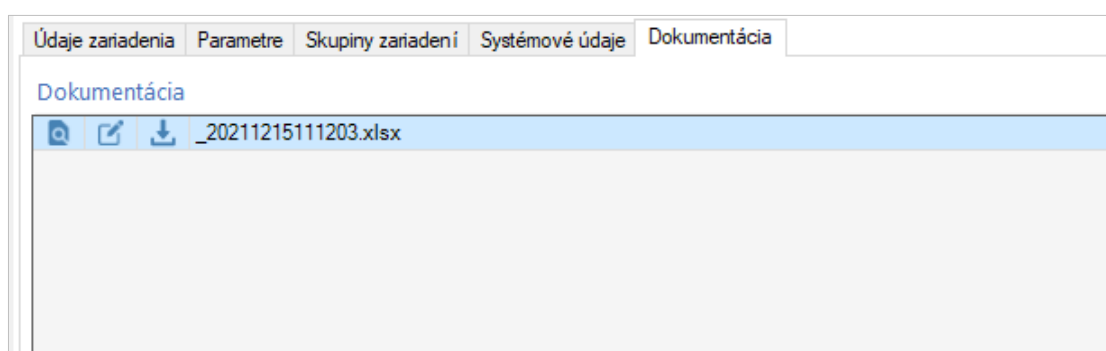
Rovnako, ako inde v systéme, aj tu je možné hľadať medzi dokumentami pomocou filtra na základe zadaných parametrov. Takisto je možný export zoznamu tabuľky, resp. stiahnutie/uloženie záznamu na disk používateľa, zobrazenie samotného súboru, respektíve zobrazenie formulára daného súboru.

4.3.1 Pridanie súboru

Samotné pridanie súboru do databázy sa vykonáva pomocou záložky Dokumentácia na ľubovoľnom formulári zariadenia. Voľbou „vložiť prílohu“ aktivujete zobrazenie okna OS, kde si vyhladáte potrebný súbor a vložíte ho k zariadeniu.



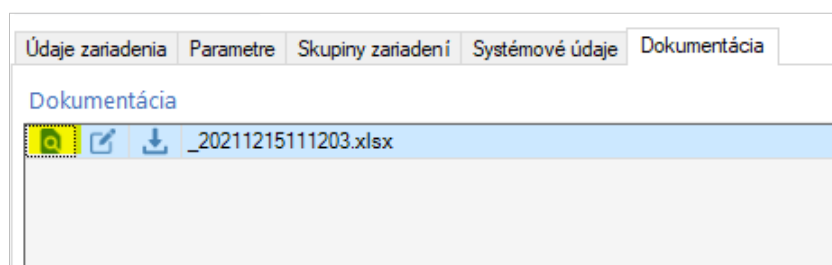
Obrázok 65 Pridanie prílohy



Obrázok 66 Pridaná príloha

4.3.2 Otvorenie súboru

Otvorenie súboru prostredníctvom príslušnej externej aplikácie sa vykonáva pomocou ikony „lupy“ na začiatku riadku záznamu v tabuľke.

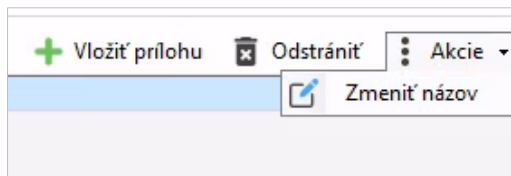


Obrázok 67 Prezeranie prílohy

4.3.3 Aktualizácia súboru

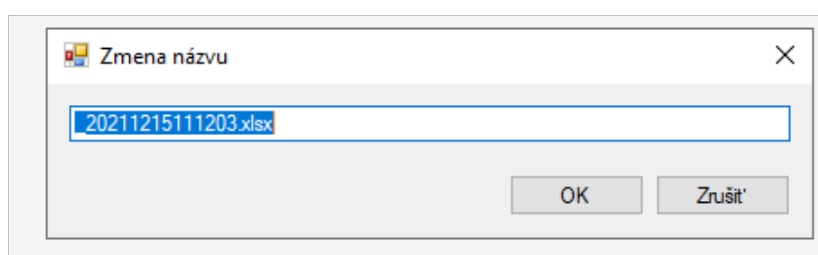
Aktualizáciu existujúcej prílohy je možné vykonať otvorením daného výstupu v externej aplikácii (ak je typ súboru editovateľný) a uložením zmien.

Taktiež je možné súbor premenovať voľbou tlačidla Akcie – Zmeniť názov.



Obrázok 68 Zmena názvu

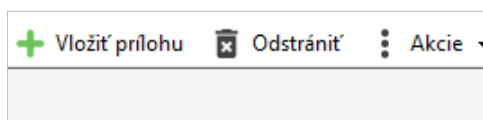
Používateľ vykoná a potvrdí zmenu.



Obrázok 69 Zmena názvu

4.3.4 Zrušenie súboru

Systém ponúka aj možnosť zrušenia/zmazania prílohy k objektu - vykonáva sa použitím tlačidla Odstrániť.



Obrázok 70 Odstránenie prílohy

Príloha sa po uložení formulára vymaže z tabuľky záložky, rovnako sa zmaže aj z databázy, t.j. súbor sa už nedá nájsť ani v pohľade modulu Dokumentácia.

4.4 Reportovanie

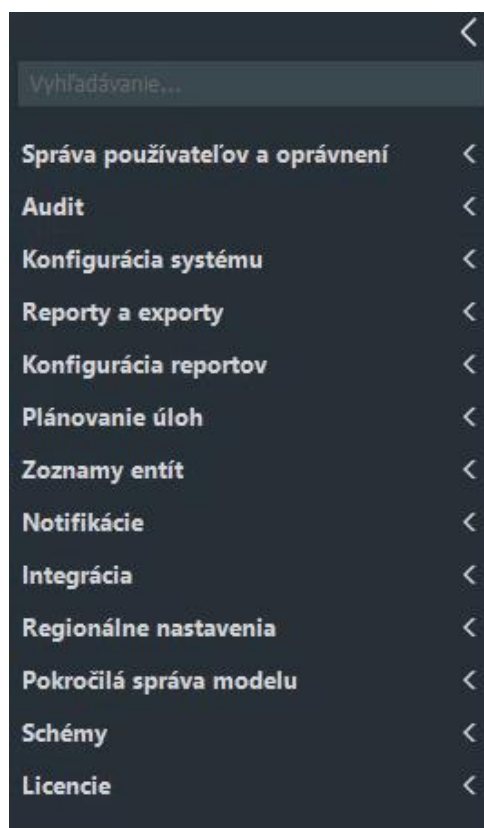
Prototyp poskytne nástroj pre vytváranie a spúšťanie reportov a výstupných prehľadov nad dátami evidovanými v databáze modelu siete. Výstupné zostavy poskytnú dostatočný pohľad na dáta spravované v databáze.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Vytváranie a konfigurácia výstupných zostáv
 - definovanie vzhľadu a štruktúry výstupných zostáv
- Generovanie výstupných zostáv a reportov
 - automatické spustenie výstupnej zostavy alebo reportu
 - manuálne spustenie výstupnej zostavy alebo reportu
- Zobrazenie výstupných zostáv a reportov

- o zobrazenie vygenerovanej výstupnej zostavy alebo reportu

Problematika reportingu je spravovaná v module Administrácia, kde sa výstupy vedia vytvárať a konfigurovať v pohľadoch Reporty a exporty, respektíve Konfigurácia reportov.

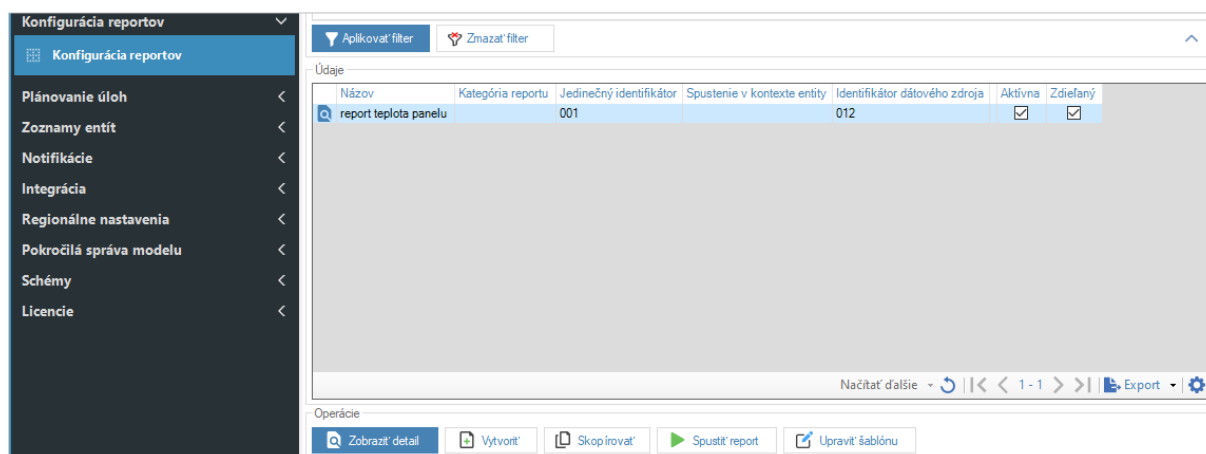


Obrázok 71 Pohľady modulu Administrácia

Vyššie spomenuté funkčnosti popisujeme podrobnejšie v nasledujúcich podkapitolách.

4.4.1 Vytváranie a konfigurácia výstupných zostáv

Definovanie vzhľadu a štruktúry výstupných zostáv systém umožňuje v pohľade Konfigurácia reportov, kde používateľ vie vytvoriť potrebný report a následne nakonfigurovať jeho vlastnosti.



Obrázok 72 Detail konfiguračného formulára reportu

Uložiť zmeny Obnoviť záznam Validovať Spustiť report

Report:

Základné údaje Systémové údaje Súvisiace entity Dokumentácia

Názov: report teplota panelu Id: 1

Typ: Export do Xlsx Upraviť šablónu

Kategória reportu: Aktivný

Jedinečný identifikátor: 001

Spustenie v kontexte entity: Povolit' vykonať nad zoznamom

Identifikátor dátového zdroja: 012 Nastaviť query

Pravidlo pre generovanie názvu reportu:

Zámok: \Univerzálny kľúč horizontálny

Parametre reportu Plán spúšťania Zdieľanie

Parametre reportu

Názov	Typ parametra	Skrytý parameter	Mapovaný parameter dátového zdroja	Hodnota	Poradie
test	Číslo	☐			

Obrázok 73 Detail naplánovania spúšťania reportu a ďalších vlastností

Vytvorenie úlohy

Vytvorenie úlohy

Naplánovaná úloha *Naplánované vykonanie reportu:report teplota panelu*

Názov: Naplánované vykonanie reportu:report teplota panelu

Kategória: Default

Typ úlohy: Generovanie reportu

Typ plánovača: Základný

Typ kalendára:

Interval opakovania: 0 Jednotka intervalu opakovania:

Pri nemožnosti vykonať v plánovanom čase: Spustiť čo najskôr len raz

Platnosť od: 15. 12. 2021 13:00:00

Platnosť do: 2. 1. 2022 0:00:00

Parametre

reportId: report teplota panelu

templateId: 0

reportParameters:

☐ DeleteAutomatically

☐ SharedReport

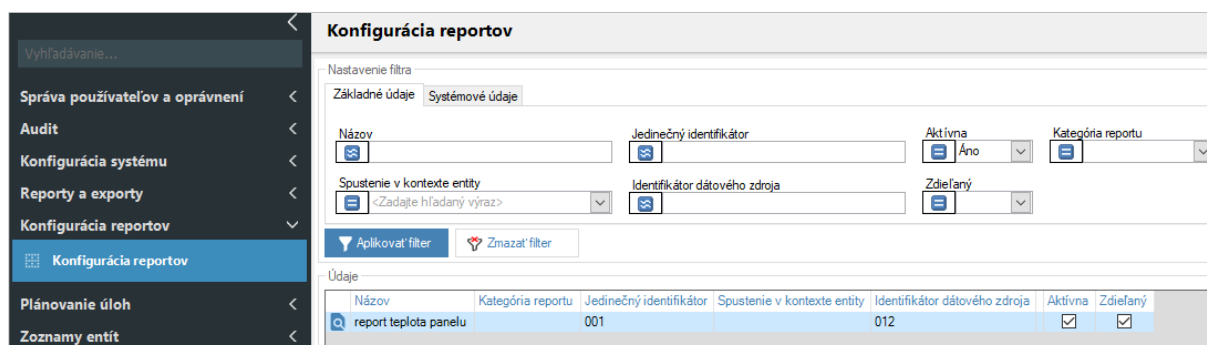
Zobraziť skryté parametre

< >

< Naspäť Dokončiť Zrušiť

Obrázok 74 Detail vytvorenej úlohy

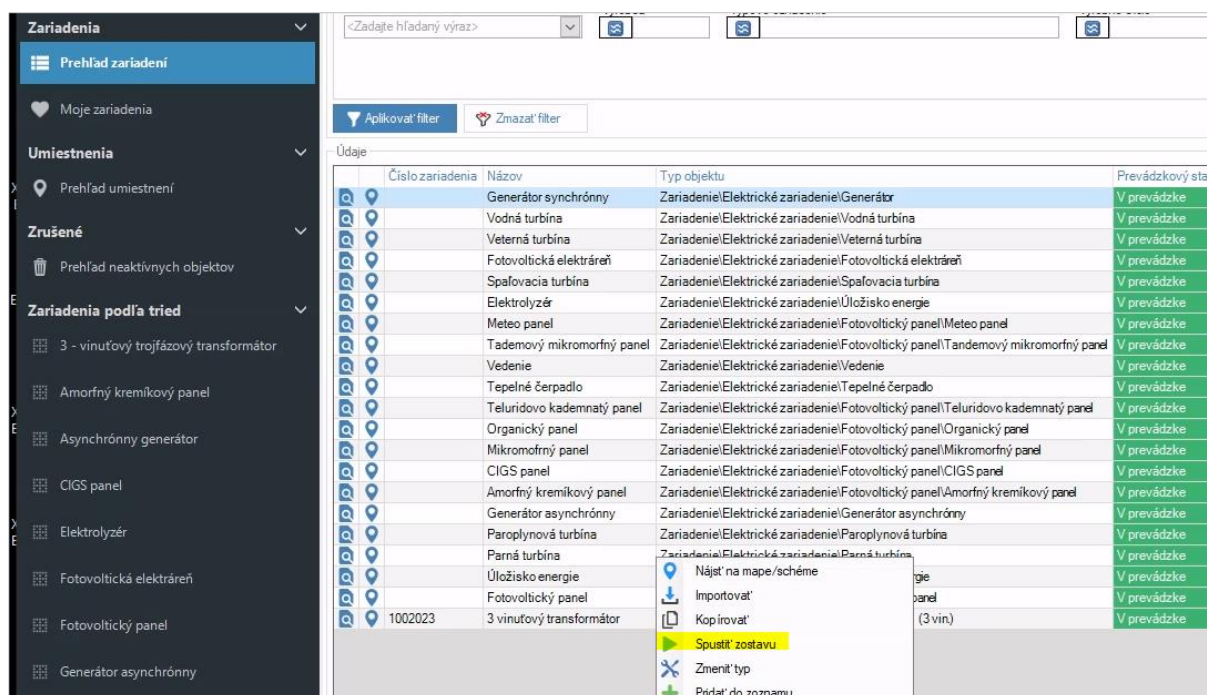
Tak, ako v iných pohľadoch, aj zoznam reportov je možné filtrovať, hľadať konkrétny report, exportovať zoznam reportov do externej aplikácie.



Obrázok 75 Filtrovanie nad pohľadom Konfigurácia reportov

4.4.2 Generovanie výstupných zostáv a reportov

Manuálne spustenie výstupnej zostavy alebo reportu je možné vykonať v pohľade Prehľad zariadení, kde v spodnej lište nástrojov je menu, medzi ktorého možnosťami je aj práve Spustenie zostavy (reportu).



Obrázok 76 Spustenie zostavy

Používateľ následne vyberie niektorý zo zoznamu reportov a spustí ho. Po dobehnutí procesu systém zobrazí report na obrazovke používateľa.

Generovanie reportu

Výber reportu

Nastavenie filtra

Kategória reportu

Názov

Id

Údaje

Id	Názov	Kategória reportu
1	report teplota panelu	

Načítať ďalšie Export

Generovanie reportu

Parametre reportu

Typ reportu

Názov súboru

☒ Názov automaticky

☒ Zdieľať report

test

Obrázok 77 Postup generovania reportu

Druhou možnosťou je automatické spustenie výstupnej zostavy alebo reportu. To sa definuje v samotných parametroch reportu, ako sme videli v sekcii vyššie. Používateľ napríklad nastaví spustenie a generovanie reportu v určitý deň mesiaca, pričom je možné nastaviť aj notifikáciu (mailovú) na vybrané adresy.

4.4.3 Zobrazenie výstupných zostáv a reportov

Samotný výstup reportu alebo zostavy sa zobrazí používateľovi vzápätí po vygenerovaní. V module Dokumentácia v pohľade Reporty a exporty sú viaceré pohľady, ktoré v tabuľkách zobrazujú zoznamy vygenerovaných reportov/ exportov.

Vyhľadavanie...

Správa používateľov a oprávnení
Audit
Konfigurácia systému
Reporty a exporty

Vygenerované reporty
Mnou generované reporty
Všetky generované reporty
Moje exporty
Všetky exporty
Konfigurácia reportov

Všetky exporty

Nastavenie filtra

Názov

Aplikovať filter
Zmazať filter

Údaje

Názov	Stav exportu	Dátum generovania
_20211215113225.xlsx	Pripravené	15. 12. 2021 11:32
_20211215111203.xlsx	Pripravené	15. 12. 2021 11:12
_202111111080252.xlsx	Pripravené	11. 11. 2021 8:02
_202111111080124.xlsx	Pripravené	11. 11. 2021 8:01
_202111111075831.xlsx	Pripravené	11. 11. 2021 7:58
_202111111075312.xlsx	Pripravené	11. 11. 2021 7:53
_20211021095434.xlsx	Pripravené	21. 10. 2021 9:54
_20211021095342.xlsx	Pripravené	21. 10. 2021 9:53
_20211021095109.xlsx	Pripravené	21. 10. 2021 9:51
_20211021082906.xlsx	Pripravené	21. 10. 2021 8:29
_20211021074548.xlsx	Pripravené	21. 10. 2021 7:45

Obrázok 78 Zoznam reportov v pohľade Všetky reporty

5 MODELOVANIE A VIZUALIZÁCIA (CE2 PROTOTYP/VS)

Prototyp poskytne používateľsky prívetivý nástroj pre vytváranie a modifikáciu grafických modelov. Modelovanie bude realizované na základe vkladania grafických prvkov z predpripravenej knižnice priamo do schémy alebo mapy. Podporené budú základné funkčnosti pre tvorbu a modifikáciu grafických prvkov. Súčasťou je aj vytváranie prepojení medzi jednotlivými prvkami. Grafické modely mikrogramu bude možné vytvárať schematicky (topologické zobrazenie), alebo v prostredí mapového podkladu (topografické zobrazenie). Nástroj podporí aj uchovávanie a správu projektov týchto modelov pre ich budúce použitie a modifikáciu. Nástroj zároveň umožní v kontexte grafickej reprezentácie modelu mikrogramu zobrazovať aj ďalšie informácie o jednotlivých zariadeniach, stave v sieti, alebo výsledky simulácií a analýz.

Prototyp modelovania a vizualizácie by mal overiť nasledovné oblasti:

- Správa projektov
- Knižnica grafických elementov
- Modelovanie
- Vizualizácia



Obrázok 79 Funkčné oblasti časti pre modelovanie a vizualizáciu

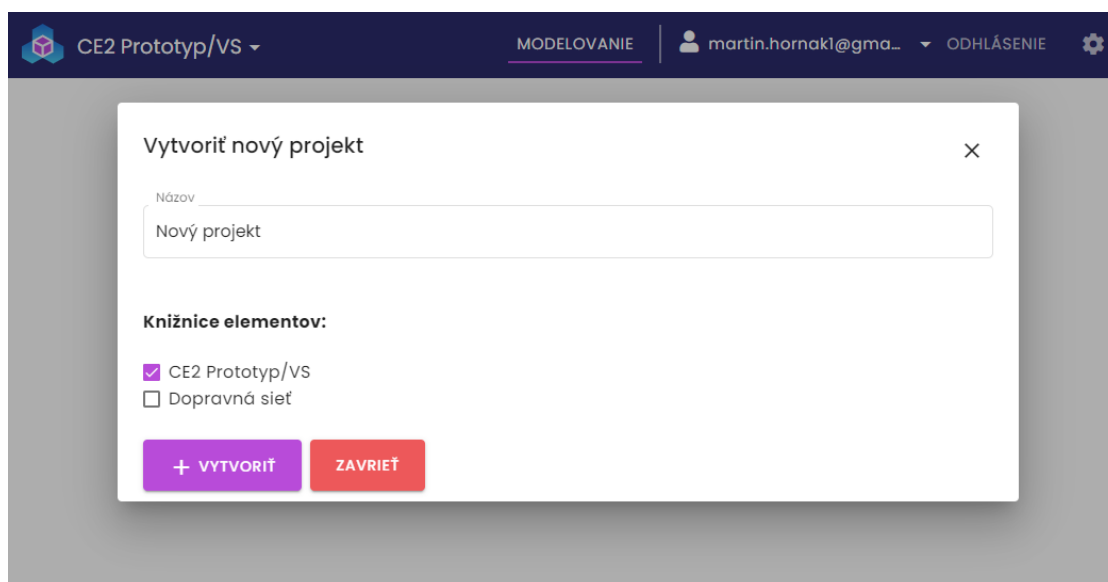
5.1 Správa projektov

Prototyp zabezpečí uchovávanie jednotlivých modelov siete pre ich budúce použitie vo forme projektov. Základné atribúty projektu budú názov a dátumy, kedy bol vytvorený a aktualizovaný. Samotný projekt obsahuje zoznamy prvkov, prepojení a skupín grafu. Prvok predstavuje objekt vyrábajúci alebo odoberajúci elektrinu a uchováva si údaje o svojej pozícii v modeli. Prepojenie spája dva prvky a jeho atribútmi sú miesto začiatočného a koncového prvku, ktoré spája. Každý prvok ďalej môže obsahovať ďalšie atribúty.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Vytvoriť nový projekt
 - vytvorí nový prázdny projekt, v rámci ktorého je možné vytvoriť nový model mikrogridu

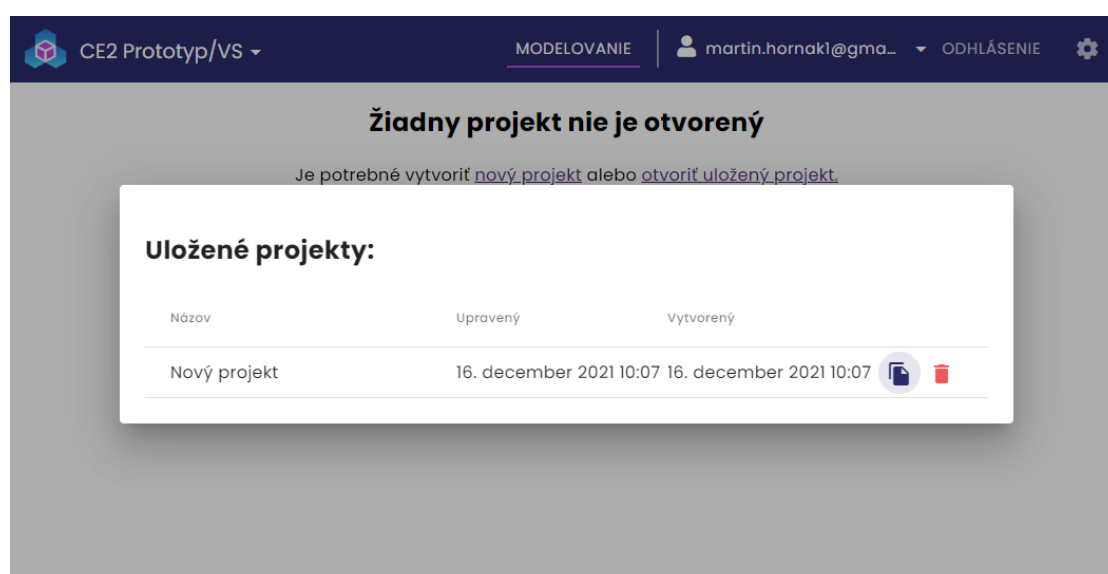
Novozaložený projekt umožňuje v rámci vytvorenia aj konfiguráciu mapovania knižníc prvkov, s ktorými je možné neskôr ďalej pracovať pri modelovaní.



Obrázok 80 Vytvorenie nového projektu

- Otvoriť projekt
 - otvorí existujúci model mikrogridu v rámci uloženého projektu

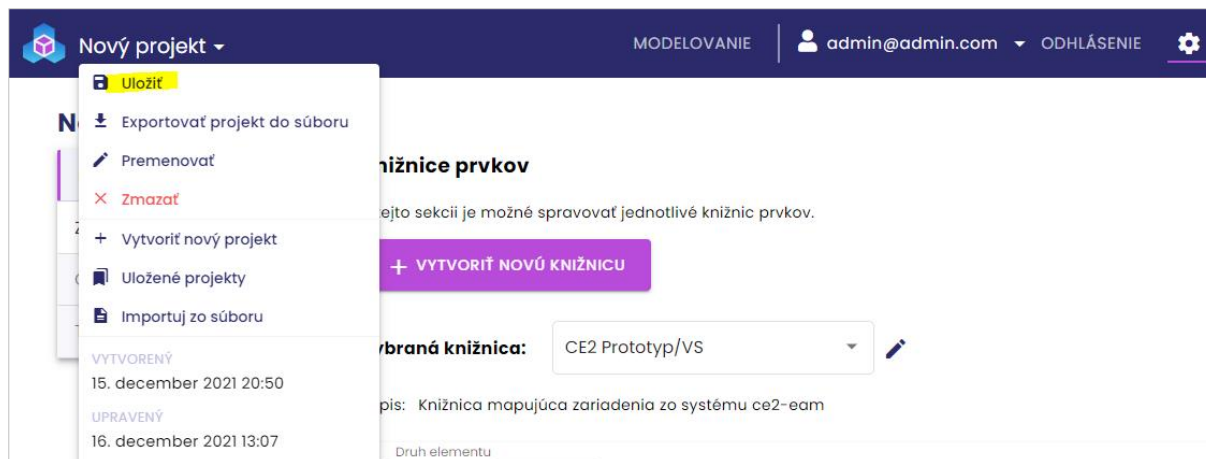
Ide o základnú funkciu po prihlásení sa do systému, aby bolo možné ďalej pracovať, pokiaľ sa nejde cestou vytvorenia nového projektu.



Obrázok 81 Otvorenie uloženého projektu

- Uložiť projekt
 - uloží aktuálny model mikrogridu

Táto operácia znamená kompletné uloženie projektu spolu s modelom siete a parametrami prvkov do databázy.



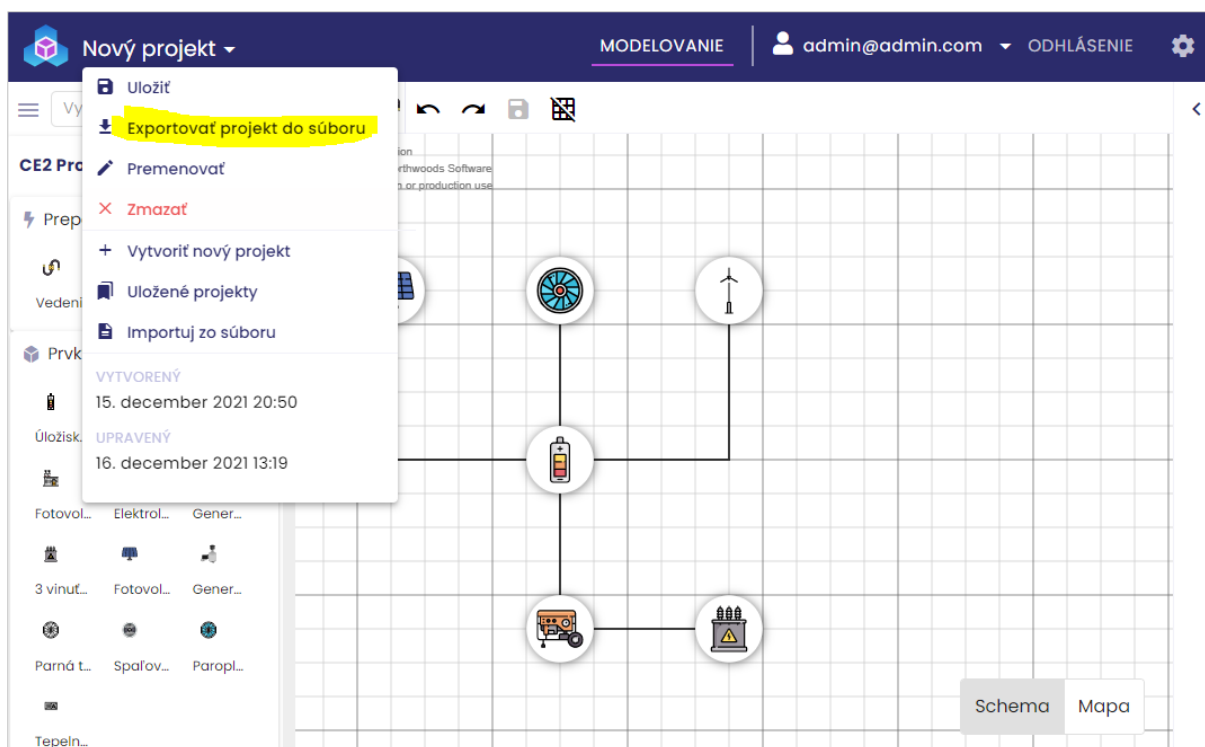
Obrázok 82 Uloženie projektu do DB

- Ulož ako nový projekt
 - uloží aktuálny model mikrogridu ako nový projekt

Jedná sa o funkciu na zduplikovanie vybraného projektu, ktorá ešte nie je zapracovaná v tejto verzii prototypu. Funkčnosť má význam pri experimentálnych operáciách nad modelom, pričom nemusí byť zasahované do pôvodného projektu.

- Export do súboru
 - vyexportuje aktuálny model mikrogridu do externého súboru

Vyrobený súbor obsahuje kompletné informácie o aktuálnom projekte vrátane topológie namodelovanej siete. Takýto súbor je možné poslať ďalej na spracovanie, napríklad službe na vytvorenie simulácie.



Obrázok 83 Export projektu do súboru

```
{
  "id": 108,
  "name": "Nový projekt",
  "createdAt": "2021-12-15T19:50:27.296Z",
  "updatedAt": "2021-12-15T20:02:24.793Z",
  "userId": 51,
  "user": null,
  "graph": {
    "id": 95,
    "projectId": 108,
    "groups": [],
    "links": [
      {
        "id": 844,
        "fromLink": -5,
        "toLink": -2,
        "connect": "-5_-2",
        "graphId": 95
      },
      {
        "id": 845,
        "fromLink": -2,
        "toLink": -1,
        "connect": "-2_-1",
        "graphId": 95
      },
      {
        "id": 846,
        "fromLink": -4,
        "toLink": -1,
        "connect": "-4_-1",
        "graphId": 95
      }
    ]
  }
}
```

Obrázok 84 DB zápis parametrov projektu

- Import zo súboru
 - naimportuje uložený model mikrogridu z externého súboru

Operácia importu načíta vybraný projekt používateľa zo súboru. Ide o alternatívne načítanie modelu, ktorým je nahratie z databázy.

- Premenovať projekt
 - premenuje názov projektu.

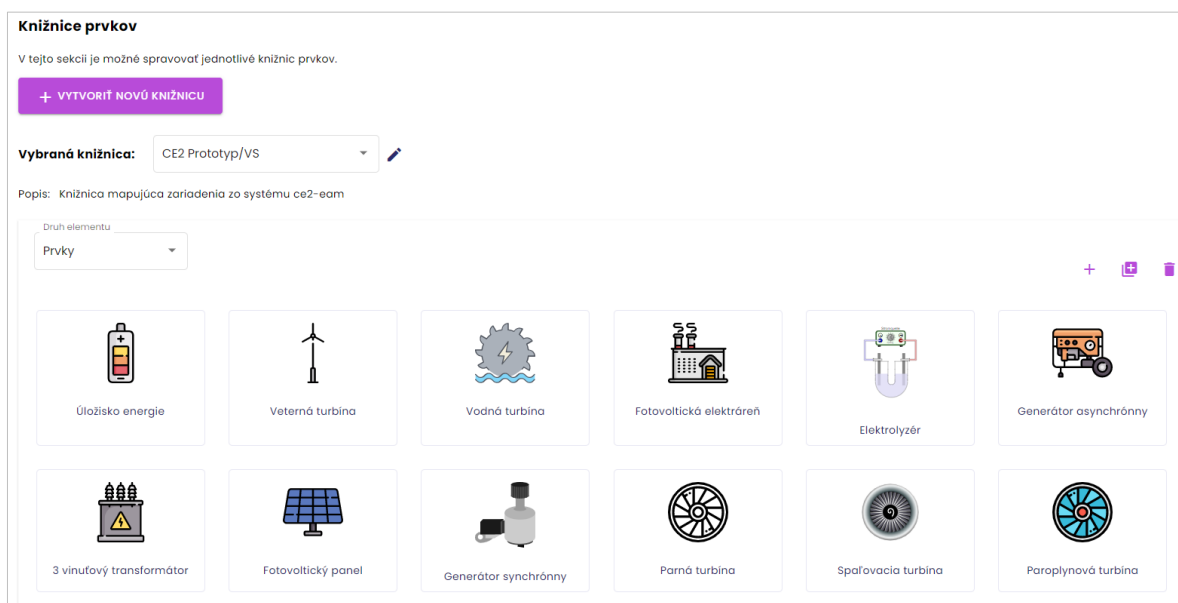
Operácia, ktorá nijako neovplyvní funkčnosť modelu. Ide o zobrazovací názov modelu.

5.2 Knižnica grafických elementov

Prototyp poskytne knižnicu grafických elementov, teda sadu prvkov a prepojení, z ktorých je možné vytvárať model siete. Jeden projekt bude môcť použiť aj viaceré knižnice grafických prvkov. Každému prvku bude možné priradiť grafickú reprezentáciu, ktorá určí výzor daného prvku v rámci modelu. Každý prvok bude môcť mať pridelené atribúty, ktoré ho bližšie špecifikujú.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

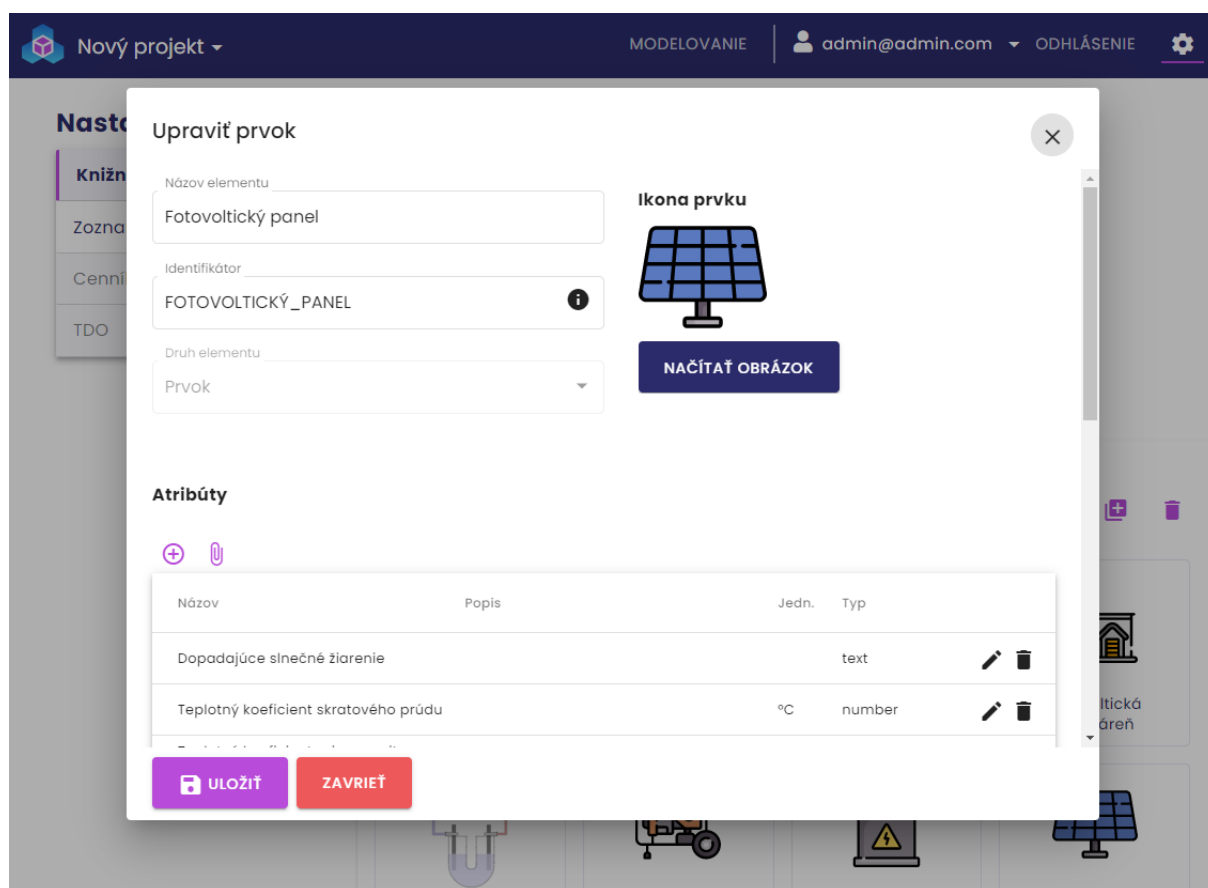
- Knižnica prvkov
 - vytvorí väzbu na vybrané prvky v databáze modelu siete
 - vytvorí väzbu na vybrané atribúty prvku v databáze modelu siete
 - priradí grafickú reprezentáciu prvku
 - pomenuje prvok v knižnici



Obrázok 85 Knižnica prvkov

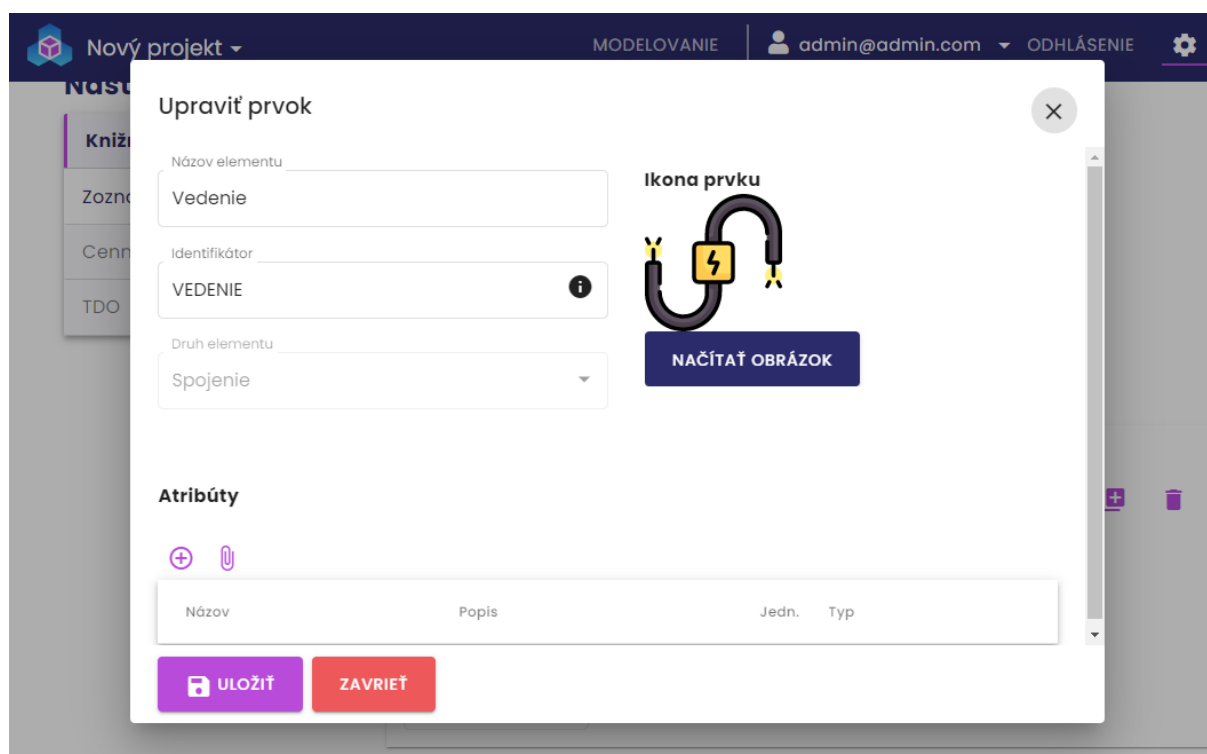
V tejto časti v nasledujúcom míľníku (riešenom v roku 2022) bude pre používateľsky komfortnejšiu prácu potrebné viac podporiť administráciu prvkov a ich atribútov. Momentálne sú v aplikácii podporené iba operácie vytvorenia a modifikácie, operácia mazania ostala kvôli bezpečnosti a integrite dát nepublikovaná pre akéhokoľvek používateľa. Dátová služba je však predpripravená a prípadné vymazanie záznamu, ktorý by mohol spôsobiť problém, je chránený aj obmedzeniami na strane databázy.

Funkčnosť na základe oprávnení aktuálneho používateľa bude dopracovaná v ďalšom období. Používateľ bude mať priradené práva na konkrétne úkony. Aktuálne je táto správa odčlenená aspoň na základe rolí, pričom administrátor môže vopred nadefinovať knižnicu na tvorbu modelu siete a bežný používateľ definovať svoj model vo vytvorenom projekte.



Obrázok 86 Úprava vlastností existujúceho prvku

- Knižnica prepojení
 - vytvorí väzbu na vybrané prepojenia v databáze modelu siete
 - vytvorí väzbu na vybrané atribúty prepojenia v databáze modelu siete
 - priradí grafickú reprezentáciu prepojenia



Obrázok 87 Priradenie ikony k zariadeniu

Grafický vzhľad entity (modelovaného prvku) určuje ľubovoľná ikona vo formáte SVG, ktorú je možné prvku priradiť priamo pri jeho editácii. Tento štandard bol určený kvôli škálovateľnosti a krajšej vizualizácii, než by bolo pri použití klasickej rastrovej ikony.

- o pomenuje prepojenie v knižnici

Ako každý modelovaný prvok, aj prepojenie môže mať svoj názov a tým pádom je možné vytvárať viacero typov prepojení.

- Vyhľadanie
 - o vyhledá prvok alebo prepojenie podľa názvu v knižnici

Priamo v paneli na výber prvkov z knižníc je podporené jednoduché textové vyhľadávanie.

5.3 Modelovanie

Prototyp poskytne funkcie pre vytváranie a modifikáciu digitálneho modelu siete. Budú podporené dva režimy modelovania. Vo forme schémy, kde sa jednotlivé prvky ukladajú a prepájajú v prostredí modelovacej mriežky (gridu), alebo podkladom pre modelovanie bude mapa a prvky sa budú ukladať podľa ich skutočnej geografickej pozície. Oba režimy modelovania bude možné kedykoľvek prepínať. Prvky a prepojenia, ktoré budú používať pri modelovaní, sa budú vyberať z knižnice grafických elementov.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Režimy modelovania
 - o nastaví režim modelovania vo forme schémy
 - o nastaví režim modelovania vo forme geografickej mapy

Umožnené je rýchle prepnutie formy zobrazenia priamo v modelovacom diagrame, pričom nie je potrebné aktuálnu prácu opúšťať ani uložiť. V sieti sú následne ukladané údaje o pozícii vo forme schémy, ako aj geopriestorové dáta.

- Vloženie prvku
 - vloží prvok z knižnice grafických elementov do modelu siete

Systém umožňuje vkladať a modelovať prvky aj z viacerých knižníc naraz, pričom musia byť v danom projekte všetky knižnice pripojené. Prvok je možné vkladať do siete dvomi spôsobmi a to bežne používaným drag&drop prístupom, prípadne len výberom elementu a následným jednoduchým kliknutím myšou na požadované miesto.

- Prepojenie prvkov
 - vloží prepojenie z knižnice grafických elementov do modelu siete
 - vytvorí logické prepojenie dvoch prvkov

Prepojenia sú dôležité pre vytvorenie samotného grafu a pre definovanie jednotlivých hrán medzi prvkami siete. Prepojiť je možné ľubovoľný prvok s iným, pričom nie je povolené cyklické prepojenie, ktoré by v mnohých prípadoch nemalo zmysel. Týmto prístupom je zabezpečené aj budúce možné hierarchické usporiadanie prvkov v sieti.

- Vymazanie prvku
 - vymaže prvok alebo prepojenie z modelu siete

Vymazanie prvku je možné vykonať pre konkrétne vybraný element, prípadne aj pre množinu viacerých vybraných prvkov a stlačením tlačidla „Del“ na klávesnici. Vymazanie rieši aj odstránenie závislých hrán, ktoré korešpondovali s daným elementom.

- Modifikácia hodnôt atribútov
 - upraví hodnoty atribútov prvkov a prepojení

Pri rozkliknutí prvku priamo z modelovacej časti sa vysunie panel so všetkými dostupnými parametrami. V danom formulári je možné hodnoty meniť priamo používateľom systému. Na tomto mieste nemusia byť nutne zobrazené všetky atribúty objektu, ale len hlavné parametre, ktoré boli určené pri administrácii entity používateľom s vyššími oprávneniami. Táto myšlienka však nebola dotiahnutá a preto sa v aktuálnej verzii zobrazujú všetky atribúty.

- Zobrazovanie
 - zväčší zobrazenie modelu (zoom in)

Kombináciou klávesov „Ctrl“ a „+“, prípadne v spolupráci „Ctrl“ a „koliesko myši“.

- zmenší zobrazenie modelu (zoom out)

Kombináciou klávesov „Ctrl“ a „-“, prípadne v spolupráci „Ctrl“ a „koliesko myši“

- presunie zobrazenie modelu ľubovoľným smerom (pan)

Štandardne uchopením myšou a ťahaním.

V oboch prípadoch zobrazovania bude v ďalšom míľníku vhodné doplniť aj grafický ovládač pre posúvanie a škálovanie mapového (schematického) podkladu, ktorý by nahradil potrebu klávesnice alebo myši (napríklad pri použití v smart zariadeniach s dotykovým ovládaním).

5.4 Vizualizácia

Prototyp zabezpečí zobrazenie digitálneho modelu siete. Zobrazenie modelu siete bude možné v režime schémy, geografickej mapy a hierarchického usporiadania.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

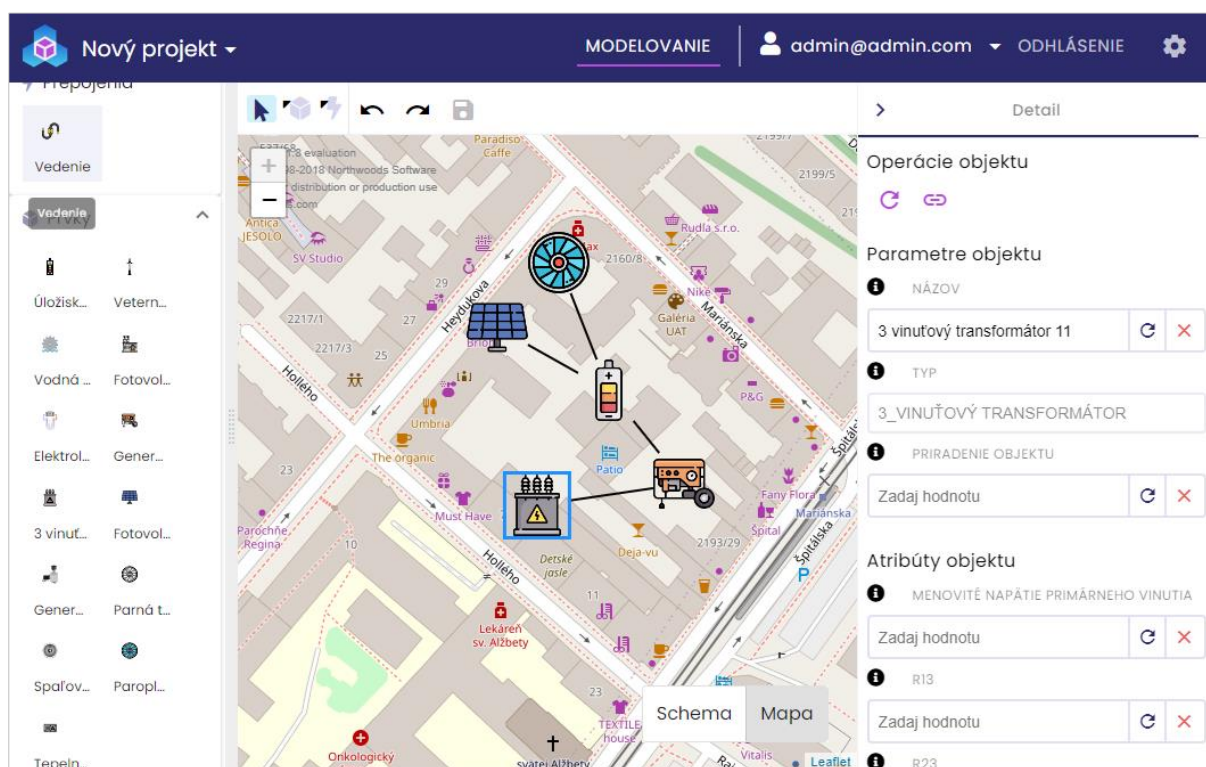
- Režimy zobrazenia modelu
 - nastaví režim zobrazenia modelu vo forme schémy

Pre schematické zobrazenie bol vyskúšaný licencovaný komponent GoJS, ktorý umožňuje modelovanie požadovanej siete a manipuláciu s jej prvkami. Použitie bolo možné len v testovacom režime a pri prípadnom budúcom použití musí byť tento aspekt zohľadnený.

Pre robustnosť takejto knižnice a rovnako aj finančnú náročnosť však preto zvažujeme úplnú výmenu takejto komponenty za vhodnú alternatívu, respektíve pripadá v úvahu aj vytvorenie vlastnej komponenty prostriedkami spoločnosti.

- nastaví režim zobrazenia modelu vo forme geografickej mapy

Mapový podklad sme zvolili na báze voľne dostupného riešenia na základe vopred dostupných mapových zdrojov. Aktuálne je pokusne vložená JS knižnica na manipuláciu s mapou, pričom môže dôjsť k prehodnoteniu a použitiu inej alternatívy za účelom zabezpečenia lepšej funkcionality neskôr.



Obrázok 88 Zobrazenie mapovej verzie podkladu pod zariadeniami

- nastaví režim zobrazenia modelu do hierarchického usporiadania

Toto zobrazenie nebolo zatiaľ podporené, funkčnosť bude dopracovaná v ďalšom míľníku.

- Zobrazenie atribútov prvkov a prepojení
 - zobrazí hodnoty atribútov vybraného prvku

Po rozkliknutí prvku na modelovacom plátne sa otvorí panel vpravo s jeho dostupnými parametrami.

Operácie objektu

Parametre objektu

NÁZOV

Fotovoltický panel 10

TYP

FOTOVOLTICKÝ_PANEL

PRIRADENIE OBJEKTU

Zadaj hodnotu

Atribúty objektu

DOPADAJÚCE SLNEČNÉ ŽIARENIE

Zadaj hodnotu

TEPLTNÝ KOEFICIENT SKRATOVÉHO PRÚDU

Zadaj hodnotu

TEPLTNÝ KOEFICIENT PRI MENOVI TOM

VÝKONE

Zadaj hodnotu

TEPLTNÝ KOEFICIENT NAPÄTIE

Obrázok 89 Panel s parametrami zariadenia

- o zobrazí hodnoty atribútov vybraného prepojenia

Rovnako ako atribúty prvkov je možné definovať aj parametre konkrétnych prepojení (napríklad vedenie) a to rovnakým spôsobom.

- Zobrazenie nameraných údajov
 - o zobrazí namerané údaje vybraného prvku

Táto funkčnosť ostala zatiaľ neimplementovaná. Chýba služba, ktorá by vedela získavať a poskytovať namerané údaje vybraného prvku vrátane histórie.

- Zobrazenie výsledkov simulácií a analýz
 - o zobrazí výsledky simulácií nad modelom siete
 - o zobrazí výsledky analýz nad modelom siete

Analýza bola vyskúšaná len interne a to len na oklieštenom modeli a zopár podporených prvkoch. Bude potrebné vytvoriť službu, ktorá bude vedieť spracovať a vyhodnotiť kompletnú modelovanú sieť s úplnou podporou prvkov v obsiahnutej knižnici. Simulačná časť nadväzuje práve na vopred vykonanú analýzu, avšak tú bude ešte treba dopracovať. Tiež je potrebné dodefinovať požiadavky, čo presne má táto operácia vykonať a podporiť.

6 SIMULÁCIE A ANALÝZY (CE2 PROTOTYP/AS)

V rámci prototypu budú preverené vybrané simulácie a analýzy zamerané najmä na optimalizačné bilančné úlohy v rámci mikrogridu. Prototyp pomôže v rámci dimenzovania mikrogridu dopĺňať do digitálneho modelu nové výrobné zariadenia, zariadenia pre akumuláciu a spotrebiče a zhodnotiť dopady na mikrogrid ako celok, ale aj na dotknuté odberné a odovzdávacie miesta. Dimenzovanie vyhodnotí energeticú sebestačnosť a návratnosť investícií. Dôležitou úlohou pri prevádzkovaní distribučných sústav je aj jej bilancovanie. Vyhodnotené budú agregáty spotrieb, výroby, vyhodnotené budú bilančné straty a odchýlka sústavy. Sledovaná bude aj miera energetickej sebestačnosti mikrogridu, vyhodnocované budú tiež pretoky z/do nadradenej distribučnej/prenosovej sústavy.

Prototyp simulácií a analýz by mal overiť nasledovné oblasti:

- Dimenzovanie
- Bilancovanie

Oblasti predikcií a virtuálnej batérie budú prípadne implementované až v ďalších fázach projektu a nebudú súčasťou prototypu.



Obrázok 90 Funkčné oblasti časti pre simulácie a analýzy

6.1 Dimenzovanie

Prototyp umožní do digitálneho modelu skutočného mikrogridu dopĺňať virtuálne zariadenia na výrobu elektriny, virtuálne zariadenia pre akumuláciu, alebo odberné miesta, ktoré môžu predstavovať nových odberateľov (napríklad plánovaná obytná výstavba), spotrebiče (napríklad verejné osvetlenie), prípadne nabíjacie stanice pre elektromobilitu. Riešenie vyhodnotí, či modelová situácia odberov

a dodávok do siete dokáže zabezpečiť energetickú sebestačnosť mikrogridu a odhadovanú dobu návratnosti príslušných investícií.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Vkládanie virtuálnych výrobných zariadení
 - vloží do digitálneho modelu mikrogridu výrobné zariadenie, ktoré v reálnom svete zatiaľ nie je vybudované alebo do mikrogridu pripojené (virtuálne výrobné zariadenie)
- Vkládanie virtuálnych zariadení pre akumuláciu
 - vloží do digitálneho modelu mikrogridu zariadenie pre akumuláciu, ktoré v reálnom svete zatiaľ nie je vybudované alebo do mikrogridu pripojené (virtuálne zariadenie pre akumuláciu)
- Vkládanie virtuálnych odberných miest
 - vloží do digitálneho modelu mikrogridu odberné miesto (spotrebič), ktoré v reálnom svete do mikrogridu zatiaľ nie je vybudované alebo do mikrogridu pripojené (virtuálne odberné miesto); takýmto odberným miestom môže byť aj nabíjacia stanica pre elektromobilitu
- Nastavovanie parametrov virtuálnym zariadeniam
 - umožní nastavovať parametre virtuálnych výrobných zariadení, virtuálnych zariadení pre akumuláciu, virtuálnych odberných miest, ktoré môžu mať dopad na dimenzovanie
- Vyhodnotenie miery energetickej sebestačnosti
 - vyhodnotí mieru energetickej sebestačnosti pre digitálny model mikrogridu doplnený o virtuálne zariadenia a odberné miesta
- Vyhodnotenie návratnosti investícií
 - vyhodnotí návratnosť investícií do vybudovania výrobných zariadení a zariadení na akumuláciu vo vzťahu k úsporám na elektrine, ktorá by bola obstarávaná externe.

6.2 Bilancovanie

Prototyp vyhodnotí na základe skutočne nameraných údajov základné bilancie v rámci distribučnej sústavy mikrogridu. Vyhodnocovaná bude bilancia spotreby, bilancia výroby, bilančné straty v sústave, odchýlka v sústave. Vyhodnotené budú aj pretoky medzi pripojenými sústavami (nadradená distribučná/prenosová, susedná/podradená distribučná) s cieľom sledovať mieru energetickej sebestačnosti mikrogridu. Vyššia miera energetickej nesebestačnosti môže indikovať potrebu doplniť výrobné zariadenie alebo zariadenie pre akumuláciu a využiť tak funkčnú oblasť pre dimenzovanie.

Prototypom bude preverená nasledovná funkčnosť:

- Bilancie spotreby
 - vyhodnotí celkovú spotrebu všetkých odberných miest v rámci mikrogridu
- Bilancie výroby
 - vyhodnotí celkovú výrobu všetkých výrobných zariadení v rámci mikrogridu
- Vyhodnotenie pretokov medzi sústavami
 - na základe meraní na prahu sústavy mikrogridu vyhodnotí pretoky vo vzťahu k prepojeným nadradeným/susedným/podradeným sústavám
- Bilančné straty
 - vyhodnotí rozdiel medzi celkovou výrobou a celkovou spotrebou v rámci mikrogridu, pričom zohľadní aj pretoky z/do nadradených/susedných/podradených sústav
- Celková bilancia
 - vyhodnotí celkovú bilanciu distribučnej sústavy mikrogridu a vyhodnotí mieru energetickej sebestačnosti.

6.3 Výsledky experimentálnej optimalizácie dimenzovania a bilancovania

Oblasti dimenzovania a bilancovania boli v základnej rovine experimentálne preskúvané v softvérovom prostredí Microsoft Excel.

Základná pointa experimentálnej optimalizácie spočíva vo zvyšovaní alebo znižovaní veľkosti energetického obsahu normalizovaných časových radov výroby elektrickej energie tak, aby výsledná odchýlka voči spotrebe v nejakom časovom okamihu mala najnižšiu možnú hodnotu. Reálne namerané hodnoty z jednotlivých zdrojov energie zabezpečujú, že optimalizácia pracuje s reálnou variabilitou výroby elektrickej energie. Princiálne ide o jednoduchý algoritmus so zámerom využitia veľkého množstva nameraných dát.

Cieľom je nájsť takú kombináciu hodnôt inštalovaného výkonu výrobných zdrojov, aby bola pokrytá zadaná spotreba v najvyššej možnej miere a súčasne boli udržané hľadané hodnoty v reálnych medziach a nedochádzalo k získavaniu asymetrických výsledkov hodnôt inštalovaných výkonov. Na elementárnej úrovni je teda podstatou účelovej funkcie minimalizovať hodnotu odchýlky výroby a spotreby v konkrétnej štvrthodine a s ohľadom na celý rok. Obsah účelovej funkcie sa môže meniť a môže byť zameraný napríklad na minimalizáciu odchýlky ročnej bilancie medzi spotrebou a výrobou. Rovnakým spôsobom je možné nielen minimalizovať, ale aj maximalizovať množstvo elektriny dodanej mikrogridom na trh s elektrinou alebo na trh s podpornými službami.

Bolo zistené, že signifikantnou výzvou pri optimalizácii, ktorá si bude vyžadovať aplikáciu praktických skúseností, je nastavenie obmedzení, v rámci ktorých sa hľadané riešenie musí vyskytovať. Obmedzenia sú zadané sústavou rovníc, ktorá predstavuje množinu prípustných riešení. Hranice tejto množiny musia rešpektovať jednak samotné algoritmy použité pri optimalizácii a expertný odhad hraníc. Ak by boli hranice množiny obmedzení určené príliš voľne, vychádzali by asymetrické hodnoty inštalovaných výkonov jednotlivých zdrojov energie. Táto vlastnosť je daná rozdielnymi koeficientami ročného využitia inštalovaného výkonu, kedy optimalizačné algoritmy budú výrazne navyšovať inštalovaný výkon zdrojov energie s vysokým koeficientom napríklad kogeneračných jednotiek a naopak, redukovať veľkosť výkonu s nízkym koeficientom napríklad fotovoltaickej elektrárne. Riešením takejto situácie môže byť zadefinovanie obmedzenia, ktoré bude hľadať takú veľkosť inštalovaného výkonu fotovoltaiky, aby bolo pokrytých aspoň 10 % ročnej spotreby práve z tohto zdroja.

Z experimentálneho testovania vyplýva, že skonštruovanie množiny prípustných riešení bude zohrávať významnú rolu aj v prípade použitých metód riešenia, ku ktorým patrí v prostredí Microsoft Excel nelineárny algoritmus GRG, lineárne programovanie (simplexný algoritmus) a evolučný algoritmus. Jednotlivé metódy môžu nájsť riešenie pre danú množinu prípustných riešení. Z toho vyplýva predpoklad nasadenia viacerých metód riešenia pre jednu množinu prípustných riešení. Vzhľadom na predpokladanú budúcu komplexnosť optimalizácie a jej nadstavby bude potrebné overovať a porovnávať metódy riešenia a ich kombinácie. Tiež je predpoklad využívania najmä nelineárnych metód riešenia ako je nelineárny algoritmus GRG a evolučné algoritmy.

Experimentálna optimalizácia v Exceli preukázala uskutočniteľnosť ideového riešenia optimalizácie mikrogridu pomocou nameraných dát bez nutnosti tvorby zložitých optimalizačných modelov alebo nutnosti využitia pokročilých expertných postupov. Experimentálne overený prístup preukázal uskutočniteľnosť riešenia a jeho presun do pokročilejšieho softvérového prostredia napríklad Python. Súčasne bola preukázaná schopnosť pracovať s dátami jednak v dostatočnej granularite a zároveň zohľadniť sezónnosť časových radov v priebehu jedného roka.

7 ZÁVER

Mikrogridy predstavujú zložité útvary s mnohými prvkami. Zlučujú ťažšie predikovateľné OZE, KGJ, systémy distribúcie energie, regulovateľné záťaže, úložiská energie atď. Riešiť takýto systém pri uvažovaní všetkých parametrov by bola úloha veľmi náročná. Okrem toho je každá lokalita mikrogridu rôznorodá z hľadiska geografie a regulácie. Rovnako dôležitú úlohu zohráva ekonomika. Jedinou možnosťou, ako aproximovať správanie týchto zložitých systémov, je použitie ich zjednodušených modelov s následnou simuláciou, čomu zodpovedá aj navrhované riešenie danej problematiky.

Ako prototyp mikrogridu pre overenie funkčnosti jednotlivých častí navrhovaného riešenia bolo vybrané laboratórium, ktoré je podrobne opísané v kapitole 2 tohto dokumentu. Dáta, ktoré boli získané z daného laboratória, predstavujú spoločnú údajovú základňu pre overovanie jednotlivých funkčných oblastí navrhovaného riešenia a pre vyhodnotenie ich vhodnosti a dostatočnosti pre modelovanie a simulácie inteligentných sietí/mikrogridov.

Prototyp navrhovaného riešenia je zložený zo štyroch hlavných komponentov, ktorými sú:

- Zberová centrála IMS
- Databáza modelu siete
- Modelovanie a vizualizácia
- Simulácie a analýzy

Všetky tieto hlavné komponenty boli vo fáze vývoja prototypu riešenia vytvorené autonómne. Pokrývajú meranie, zber nameraných údajov, správu dát uložených v jednotnej databáze a aplikácie využívajúce spoločnú databázu.

V jednotlivých kapitolách predkladaného dokumentu je prezentovaná navrhovaná funkčnosť jednotlivých hlavných oblastí, ich realizácia z pohľadu vývoja prototypu riešenia, ich overenie na spoločnej údajovej základni získanej z prototypu mikrogridu a vyhodnotenie ich vhodnosti a dostatočnosti pre modelovanie a simulácie inteligentných sietí/mikrogridov.

Zberová centrála IMS v rámci vývoja prototypu bola vybudovaná na špecializovaných softvérových nástrojoch. Je schopná zabezpečiť priamu komunikáciu s IMS meradlom, prípadne na nepriamu komunikáciu s IMS koncentrátorom v závislosti od architektúry meracieho systému implementovanom v príslušnom mikrogride. V rámci možnosti, ktoré poskytoval prototyp mikrogridu – laboratórium, bola overená len druhá možnosť, to znamená nepriama komunikácia s IMS. Prototyp riešenia umožnil evidovať viaceré odberné a odovzdávacie miesta, ku ktorým boli pridelené príslušné profily merania.

V rámci spracovania nameraných údajov boli overené ďalšie funkčnosti zberovej centrály IMS a to validácia nameraných údajov a sledovanie úspešnosti zberu dát, tzn. zisťovanie výskytu chybných alebo chýbajúcich hodnôt. Ďalej bol overený dozber, ktorý prichádza do úvahy v prípade technických problémov v prenosových kanáloch. Bola overená oblasť vygenerovania náhradných hodnôt v časových radoch pre chýbajúce alebo chybové údaje. Autonómne overenie funkčnosti zberovej centrály IMS potvrdilo jej vhodnosť pre modelovanie a simulácie inteligentných sietí/mikrogridov.

Databáza modelu siete v rámci tejto fázy vývoja prototypu navrhovaného riešenia bola taktiež vybudovaná autonómne na špecializovaných softvérových nástrojoch. Prístup k dátovému modelu riešenia vychádza z overeného spôsobu ukladania objektov v hierarchickej štruktúre vychádzajúcej z kombinácie fyzického umiestnenia objektov a ich logického usporiadania. Boli overené všetky funkčnosti komponentu pre správu dát, napríklad spravovanie jednotlivých prvkov siete a ich parametrov, flexibilná možnosť pridávania nových dátových prvkov a pod. Podrobný popis je v kapitole č.4 tohto dokumentu. Prototyp riešenia umožnil overiť vytvorenie prepojenia medzi vybranými prvkami elektrickej siete a tak definovať aj samotnú topológiu inteligentnej siete/mikrogridu. Súčasťou databázy prototypu riešenia je aj vzorka dát z prototypu mikrogridu - laboratórium.

Ďalším dôležitým komponentom navrhovaného riešenia je Modelovanie a vizualizácia, ktorý zabezpečuje používateľsky prívetivý nástroj pre vytváranie a modifikáciu grafických modelov. V rámci vývoja prototypu bol tento nástroj vybudovaný na špecializovaných softvérových nástrojoch a bola overená navrhovaná funkčnosť celého podsystému pre modelovanie a vizualizáciu. Podrobný popis a výsledky z overovania sú uvedené v kapitole č.5 tohto dokumentu. Prototyp tejto časti riešenia potvrdil vhodnosť pripravovaných prostriedkov pre modelovanie inteligentných sietí/mikrogridov.

Ako sa konštatuje v úvode tohto dokumentu, mikrogridy sú svojou povahou zložité systémy. Zohľadnenie technickej rôznorodosti zdrojovej a spotrebiteľskej štruktúry pri ich navrhovaní a riadení s pridaním nových obchodných modelov a s ohľadom na očakávané legislatívne požiadavky si vyžaduje nové prístupy pri výpočtoch a simuláciách týchto inteligentných mikrosietí. Veľmi dôležitú úlohu v tomto prípade zohrávajú komplexné matematické optimalizačné nástroje na rozhodovanie.

V tejto fáze vývoja prototypu navrhovaného riešenia boli v rámci podsystému pre simulácie a analýzy preverené vybrané funkčné oblasti, ktoré boli zamerané predovšetkým na optimalizačné bilančné úlohy. Vybrané algoritmy pre simulácie a analýzy boli realizované a overované v prostredí tabuľkového procesoru Excel, pracovali so vzorkou nasnímaných dát získaných z prototypu mikrogridu – laboratórium a sú podrobne popísané v kapitole č.6 tohto dokumentu. Overovanie funkčnosti daného podsystému potvrdilo správnosť výberu postupnosti krokov pri vypracovaní algoritmov prototypu riešenia pre simulácie, ktoré smerujú k riešeniu problému mikrogridu ako jednotného celku.

Vzájomné prepojenie hlavných komponentov navrhovaného riešenia bude realizované v neskorších fázach projektu.

8 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Časti prototypu navrhovaného riešenia v rámci celkovej architektúry.....	5
Obrázok 2 Skalár a elektromer inštalovaný v serverovni / merací bod situovaný v batériovom úložisku.....	7
Obrázok 3 Smart metering odberu tepelného čerpadla / Merací bod – fotovoltická elektrárňa.....	7
Obrázok 4 Tepelné čerpadlo	8
Obrázok 5 Batériový akumulačný systém	9
Obrázok 6 Parabolický solárny koncentrátorový zdroj	10
Obrázok 7 Bioplynová stanica	11
Obrázok 8 Kogeneračná jednotka	12
Obrázok 9 Slnéčné panely	12
Obrázok 10 Solárny panel a veterná turbína.....	13
Obrázok 11 Funkčné oblasti časti pre zberovú centrálu IMS	14
Obrázok 12 Postup pridania nového meradla	16
Obrázok 13 Nastavenie parametrov meradla.....	16
Obrázok 14 Umiestnenie meradiel na OOM	17
Obrázok 15 Postup montáže meradla	17
Obrázok 16 Postup montáže meradla	18
Obrázok 17 Formulár monitoru stavu	20
Obrázok 18 Úspešnosť zberu	20
Obrázok 19 Stav zberových agentov	20
Obrázok 20 Stav úloh za 24h	21
Obrázok 21 Stav úloh celkovo	21
Obrázok 22 Prenos dát.....	21
Obrázok 23 Štatistika chýb	22
Obrázok 24 Formulár Hodnoty diagramov	22
Obrázok 25 Postup vyplnenia parametrov	23
Obrázok 26 Filtrovanie nameraných údajov	23
Obrázok 27 Uloženie schémy.....	24
Obrázok 28 Úvodná obrazovka aplikácie	25
Obrázok 29 Funkčné oblasti časti pre databázu modelu siete.....	26
Obrázok 30 Hlavné pohľady aplikácie	27
Obrázok 31 Pridanie nového objektu	28
Obrázok 32 Postup pridania objektu	28
Obrázok 33 Validácia hodnôt	29
Obrázok 34 Výber číselníka v položke	30
Obrázok 35 Import údajov	30
Obrázok 36 Postup pri importe.....	31
Obrázok 37 Notifikácia o skončenom importe.....	32
Obrázok 38 Hlavné menu formulára objektu.....	32

Obrázok 39 Záložky formulára objektu.....	33
Obrázok 40 Záložka Parametre	33
Obrázok 41 Záložka Systémové údaje.....	34
Obrázok 42 Záložka Dokumentácia	34
Obrázok 43 Zobrazenie hierarchického objektového stromu.....	35
Obrázok 44 Filtrovacie položky v pohľade Prehľad zariadení.....	35
Obrázok 45 Tabuľka s nafiltrovanými zariadeniami	36
Obrázok 46 Možnosti exportu tabuľky.....	36
Obrázok 47 Uloženie výstupného súboru	36
Obrázok 48 Rozšírený export.....	37
Obrázok 49 Notifikácia o skončenom importe.....	37
Obrázok 50 Modifikácia položky formulára	38
Obrázok 51 Zneplatnenie objektu - možnosť a).....	38
Obrázok 52 Zneplatnenie objektu - možnosť b).....	39
Obrázok 53 Pohľad Hierarchia číselníkov	39
Obrázok 54 Pohľad Prehľad číselníkov.....	40
Obrázok 55 Pohľad Hierarchia typov objektov	41
Obrázok 56 Prehľad typov objektov	41
Obrázok 57 Pohľad Triedy typov objektov	42
Obrázok 58 Nastavenie typu Triedy objektu	42
Obrázok 59 Nastavenie parametrov Triedy objektu.....	43
Obrázok 60 Výrez hlavičky ovládacieho menu.....	43
Obrázok 61 Celkový pohľad na filter, tabuľkové a grafické zobrazenie dát.....	44
Obrázok 62 Pohľad na tabuľkové zobrazenie	44
Obrázok 63 Pohľad na grafické zobrazenie priebehov meraní	45
Obrázok 64 Pohľad Prehľad dokumentácie	46
Obrázok 65 Pridanie prílohy	47
Obrázok 66 Pridaná príloha.....	47
Obrázok 67 Prezeranie prílohy.....	47
Obrázok 68 Zmena názvu	48
Obrázok 69 Zmena názvu	48
Obrázok 70 Odstránenie prílohy	48
Obrázok 71 Pohľady modulu Administrácia	49
Obrázok 72 Detail konfiguračného formulára reportu	49
Obrázok 73 Detail naplánovania spúšťania reportu a ďalších vlastností.....	50
Obrázok 74 Detail vytvorenej úlohy.....	50
Obrázok 75 Filtrovanie nad pohľadom Konfigurácia reportov.....	51
Obrázok 76 Spustenie zostavy.....	51
Obrázok 77 Postup generovania reportu	52
Obrázok 78 Zoznam reportov v pohľade Všetky reporty.....	53

Obrázok 79 Funkčné oblasti časti pre modelovanie a vizualizáciu	54
Obrázok 80 Vytvorenie nového projektu	55
Obrázok 81 Otvorenie uloženého projektu	55
Obrázok 82 Uloženie projektu do DB	56
Obrázok 83 Export projektu do súboru	57
Obrázok 84 DB zápis parametrov projektu	57
Obrázok 85 Knižnica prvkov	58
Obrázok 86 Úprava vlastností existujúceho prvku	59
Obrázok 87 Priradenie ikony k zariadeniu	60
Obrázok 88 Zobrazenie mapovej verzie podkladu pod zariadeniami	62
Obrázok 89 Panel s parametrami zariadenia	63
Obrázok 90 Funkčné oblasti časti pre simulácie a analýzy	64

9 ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Parametre tepelného čerpadla	8
--	---