

SYNCHRONNÍ MĚŘENÍ VŠECH NÍZKONAPĚŤOVÝCH VÝVODŮ V DISTRIBUČNÍCH TRAFOSTANICÍCH V REÁLNÉM ČASE – REALIZACE PROJEKTU V EWZ (ELEKTRIZAČNÍ ZÁVOD MĚSTA CURYCH, ŠVÝCARSKO)

Sascha Engel, Camille Bauer Metrawatt AG, Michal Šteflíček, GMC – měřicí technika, s.r.o.

Elektrizační závod města Curych (ewz) se rozhodl zajistit efektivnější, bezpečnější a výkonnější provoz distribuční sítě realizací chytré sítě, tzv. „smart grid“. Připojením distribučních trafostanic k vlastní optické síti společnosti ewz a instalací měřicích zařízení, jakož i použitím monitorovací a řídicí platformy je nyní možné podrobně sledovat a vyhodnocovat stav sítě středního a nízkého napětí v této oblasti. To má za cíl odhalit hrozící úzká místa v síti a předcházet jim. Měřicí zařízení v distribučních trafostanicích zajišťuje synchronní měření všech nízkonapěťových vývodů v distribučních trafostanicích v reálném čase. K měření a vyhodnocení se používá mnohakanálový analyzátor kvality elektrické energie (metrologicky certifikovaný PQI podle IEC 61000-4-30 Ed. 3 ve třídě A a proudové snímací moduly vybavené Rogovského cívkami, který umožňuje časově synchronní měření až 32 proudových kanálů (až 10 vývodů). V současné době je měření nasazeno se více než 900 trafostanicích.!

1. CESTA K CHYTRÉ SÍTI - MĚŘENÍ NN VÝVODŮ V DISTRIBUČNÍCH TRAFOSTANICÍCH – REALIZACE PROJEKTU

1.1. ÚVOD

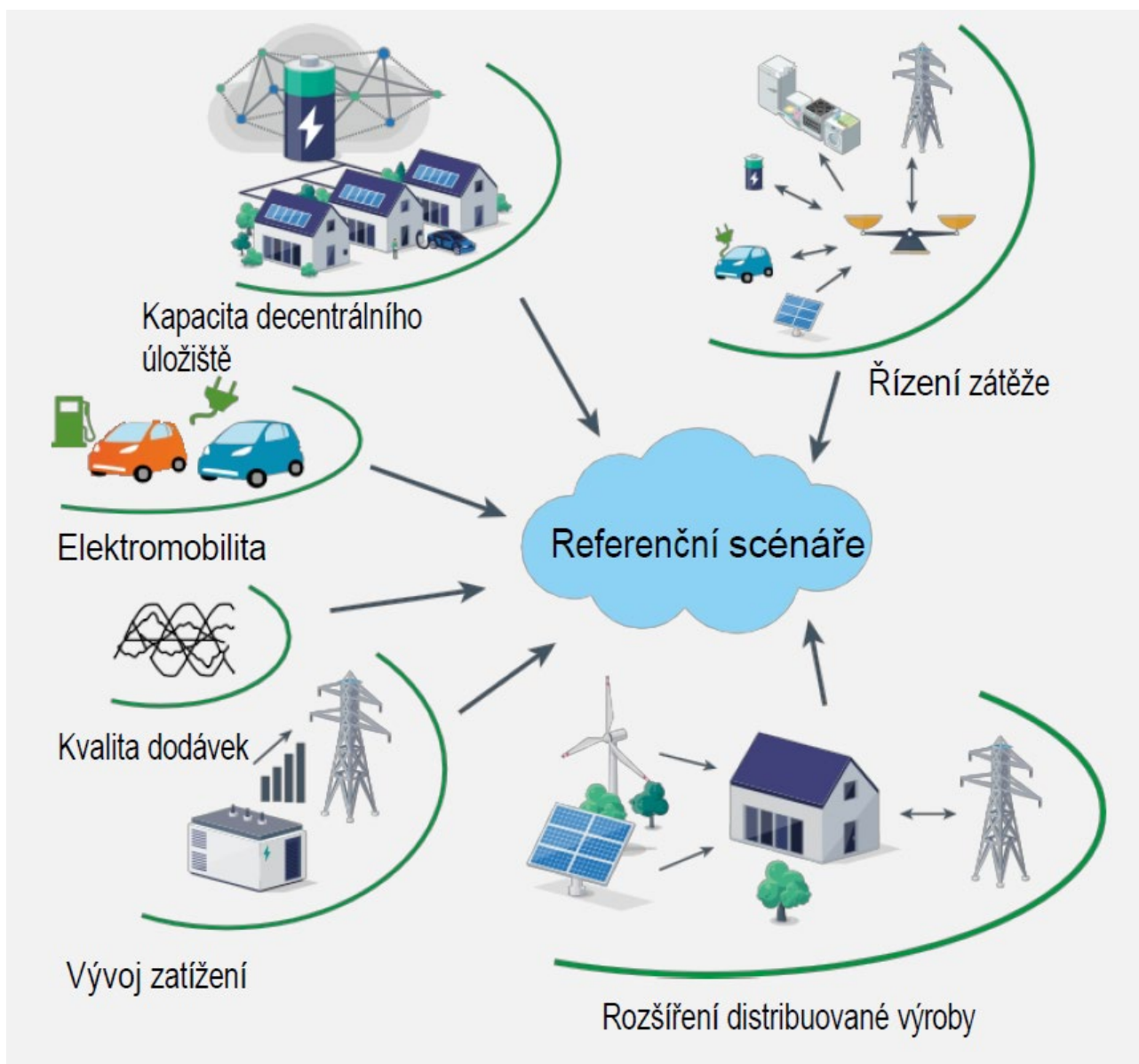
Vzhledem k rostoucím změnám v elektrických sítích nabývají na důležitosti informace o energetických tocích a zatížení. Pro provozovatele distribučních sítí to platí zejména v kombinaci s údaji o kvalitě elektrické energie (např. rychlé změny napětí, změna frekvence, flikry, možný vznik rezonance atd.). Pro mnoho provozovatelů distribučních sítí nejsou odpovídající informace na úrovni nízkého napětí a na úrovni transformace mezi středním a nízkým napětím buď vůbec k dispozici, nebo jsou pouze nedostatečné.

Vzhledem k tomu, že mnoho spotřebitelů se stále častěji stává také výrobcí, tj. tzv. prosumery, neboli s svého odběratele se stává uživatel, jsou stále více žádána nová řešení, která poskytují potřebnou transparentnost údajů o tom, co se děje v každém důležitém bodě sítě v reálném čase (např. zátěžové špičky, trvalé přetížení, nadprodukce fotovoltaických systémů, kvalita sítě, asymetrie, výkyvy (např. při vzniku mraků během výroby fotovoltaiky), volné kapacity využití atd.). Samotné inteligentní měřicí systémy (inteligentní měřiče, „*smart metery*“) zde nepomohou, protože jsou pro řízení sítě vhodné jen v omezené míře, mimo jiné kvůli pravidlům ochrany dat a také jejich nedostatečnému funkčnímu výkonu pro tento záměr.

1.2. VÝZVA

Dříve centralizovaný svět elektrické energie se vyvinul ve vysoce dynamický a velmi komplexní decentralizovaný systém. Novou výzvu nyní představuje, jak tento systém řídit a regulovat, a přitom systémově a cíleně zpracovávat nové, avšak relevantní informace. To je doprovázeno obrovským nárůstem poptávky po energii (díky e-mobilitě, tepelným čerpadlům atd.) na straně jedné versus nedostatek energetických zdrojů na straně druhé (např. útlum využití zemní plynu/ropy, hnědého uhlí, možná i jaderných zdrojů) v důsledku geopolitických i ekologických politických opatření.

Novinkou pro mnoho provozovatelů distribučních sítí je nyní také přebytečný výkon, který fotovoltaické systémy nekontrolovaně dodávají do dosud nevhodných sítí (např. změny napětí, nadměrný jalový výkon atd.). Dramaticky narůstá také rostoucí asymetrie (např. jednofázové nabíjení střídavým proudem apod.), která nadprůměrně zatěžuje vedení i transformátory.



Obr. 1 Referenční scénáře

1.3. VÝHODY ČASOVĚ SYNCHRONIZOVANÉHO MĚŘENÍ V REÁLNÉM ČASE

Provozovatelé distribučních sítí, kteří se chtějí na budoucnost dobře připravit, např. vybudováním inteligentní sítě, by si měli uvědomit, že dynamiku sítě nelze určit pouze pomocí algoritmů nebo dokonce umělé inteligence. Alespoň ne podle současných znalostí. Z tohoto důvodu je vhodné jako první krok získat úplný obraz o současném stavu distribuční sítě, a to i z hlediska její dynamiky. Jinými slovy, vytvořit průběžnou transparentnost pro inteligentní síť připravenou na budoucnost.

Vzhledem k dynamice je vhodné získávat data v reálném nebo kvazireálném čase a následně je vyhodnocovat a vizualizovat pomocí vhodných softwarových nástrojů, a tím spouštět akce různého druhu. Postupným nebo škálovatelným vývojem takového systému je možné v dalších krocích například řídit fotovoltaické přírůdky řízené provozovatelem distribuční sítě, provádět odlehčování zátěže, zavést automatizovanou správu majetkových aktiv i jejich prediktivní údržbu, zavést automatický systém včasného varování před poruchami, užitečně využívat rezervy kvality sítě, vytvářet trendy a prognózy, rozvíjet nové obchodní modely, využívat méně zdrojů (např. mědi), čelit nedostatku kvalifikovaných pracovníků atd. Stručně řečeno, jde o zajištění bezpečnosti dodávek do budoucna a o hodnotné využití digitalizace jako ekologického prostředku ke zvýšení efektivity (čas, peníze, zdroje).

1.4. CHYTRÁ SÍŤ SMART GRID ZAJIŠŤUJE STABILITU SÍŤE

Pod pojmem „*Smart Grid*“, tedy chytrá síť, rozumíme elektrický systém, který pomocí měřicích a moderních informačních a komunikačních technologií inteligentně koordinuje dodávku a spotřebu elektřiny. Cílem je zajistit efektivnější, bezpečnější a výkonnější provoz distribuční sítě.

Elektrorozvodný závod města Curych, Švýcarsko (**ewz**) se rozhodl vybudovat právě takovou inteligentní a na budoucnost orientovanou elektrickou rozvodnou síť.

1.5. CO VEDLO K PILOTNÍMU PROJEKTU

Počet elektromobilů ve městě Curych se v posledních letech výrazně zvýšil a podobně se rozšířila dobíjecí infrastruktura. To představovalo pro distribuční síť provozovanou **ewz** velkou výzvu. Řešením byla chytrá síť, tzv. *smart grid*. V nové městské čtvrti Greencity, která vzniká revitalizací areálu někdejších papíren jako příklad udržitelného rozvoje, se nyní poprvé podařilo úspěšně simulovat aktivní a automatické řízení pro dočasné snížení výkonu nabíjecí infrastruktury. To má v budoucnu zabránit možnému přetížení sítě.

V době počátku projektu, tedy zhruba před 3 lety, byl ve Švýcarsku meziroční nárůst nově registrovaných čistých elektromobilů +144 %. Již v roce 2020 bylo v samotném Curychu instalováno 700 nabíjecích infrastruktur s 1800 nabíjecími stanicemi a instalovaným výkonem 14 MW. Tento trend samozřejmě pokračuje. K tomu se přidává další rozšiřování obnovitelných zdrojů energie, například připojené fotovoltaické elektrárny, nebo rostoucí využívání tepelných čerpadel s decentralizovanými strukturami. Na základě chování uživatelů lze předpokládat, že bude docházet k vysokému počtu současných nabíjení elektromobilů s podobnou dobou nabíjení v rámci jedné každé čtvrtě. V kombinaci s relativně vysokými nabíjecími výkony během několika hodin to může vést k přetížení, zejména v nízkonapěťové síti.

1.6. ÚSPĚŠNÝ TEST ŘÍZENÍ NABÍJECÍCH STANIC PRO E-MOBILITU

V rámci projektu chytré sítě společnosti **ewz** v Greencity u Curychu se testovaly různé průkopnické přístupy k chytrým sítím. Připojením trafostanic k vlastní optické síti společnosti **ewz** a instalací měřicích zařízení, jakož i použitím monitorovací a řídicí platformy je nyní možné podrobně sledovat a vyhodnocovat stav sítě středního a nízkého napětí v této oblasti. To má za cíl odhalit hrozící úzká místa v síti a předcházet jim. Konceptce předpokládala, že na základě vyhodnocení stavu sítě budou definovány a vysílány řídicí signály, například pro snížení nabíjecího výkonu nabíjecích stanic.

Na podzim roku 2020 byl tento koncept testován pomocí simulace úzkého místa v síti s využitím dat pocházejících z měření v trafostanicích. Vyhodnocení probíhalo v monitorovací a řídicí platformě a příslušné řídicí signály se následně automaticky přenášely do nabíjecí infrastruktury v podzemním parkovišti Greencity, což vedlo k požadovanému snížení nabíjecího výkonu. Výsledky tohoto úspěšného testu byly zahrnuty do další práce k tématu chytré sítě.

Díky atraktivním tarifům za využívání sítě společnost **ewz** již dnes motivuje zákazníky, aby přizpůsobili své chování. Existují dohody o dočasném odstavení tepelných čerpadel a dalších regulovatelných zákaznických systémů (např. chladicích skladů) v období špičkového zatížení, aniž by došlo ke snížení komfortu. Obojí přispívá k zamezení velkého zatížení elektrické sítě.

1.7. REALIZACE CHYTRÉ SÍŤE

Jak již bylo řečeno, *smart grid* je systém, který inteligentně koordinuje dodávku a spotřebu elektrické energie s využitím měřicích, zpravidla digitálních, a moderních informačních a komunikačních technologií. Cílem je zajistit efektivnější, bezpečnější a výkonnější provoz distribuční sítě.

Společnost **ewz** od roku 2021 postupně připojila dalších přibližně 900 trafostanic ve svých čtvrtích ke své optické síti. Trafostanice jsou integrovány do monitorovací a řídicí platformy (Venios Energy). Společnost **ewz** tak vybuodovala inteligentní a na budoucnost orientovanou elektrickou síť

Základem realizace chytré sítě je monitorování na úrovni nízkého napětí.

1. Údaje z měření

- Budovy, odběrná místa (inteligentní měřiče)
- Distribuční trafostanice (tok zátěží, kvalita elektrické energie v reálném čase)

2. Komunikace

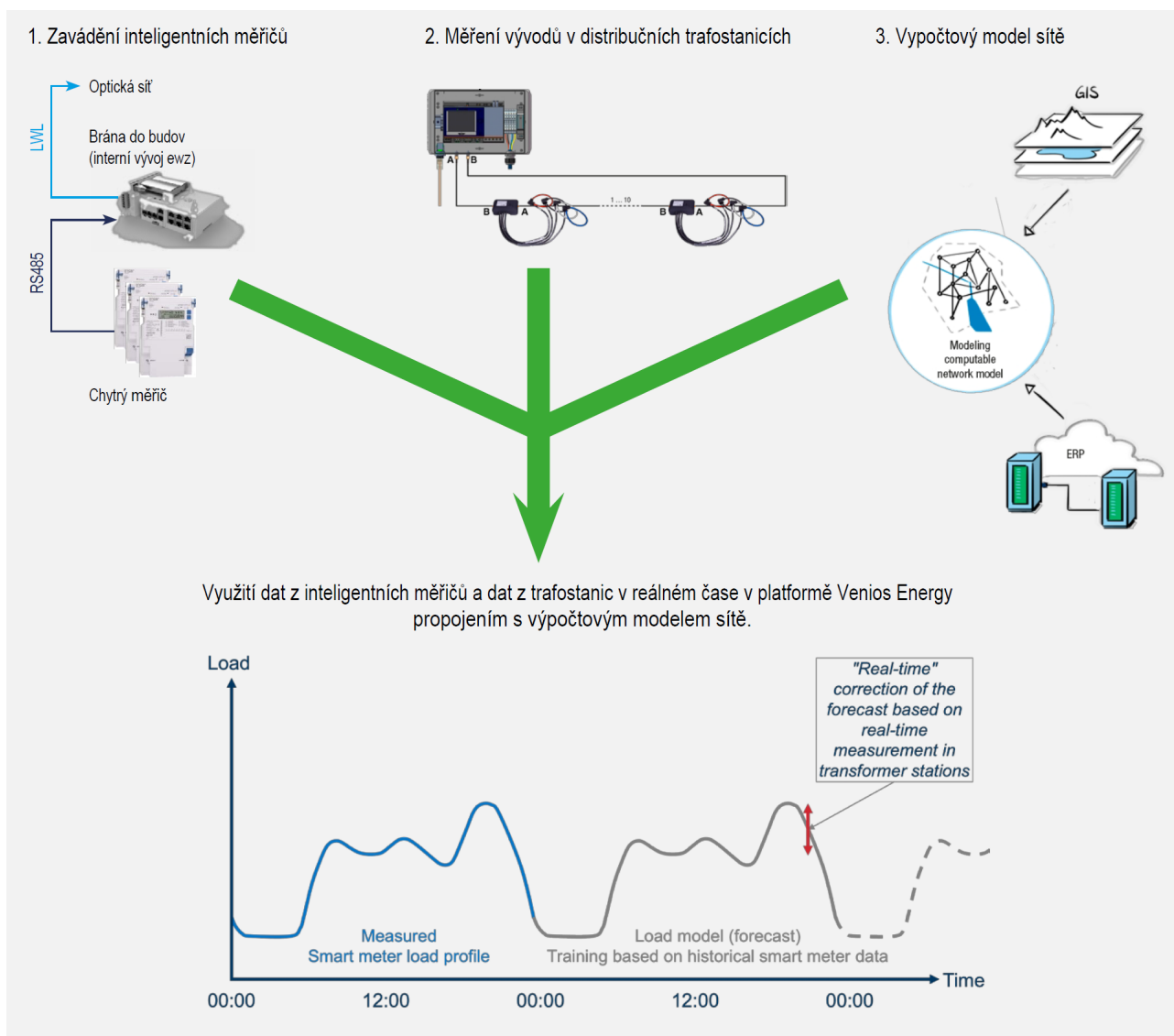
- Celoměstská optická síť, všechna odběrná místa a všechny trafostanice jsou připojeny
- Brána do budov, rozhraní optické sítě < -- > inteligentní měřič (vlastní vývoj **ewz**)

3. Výpočtový model

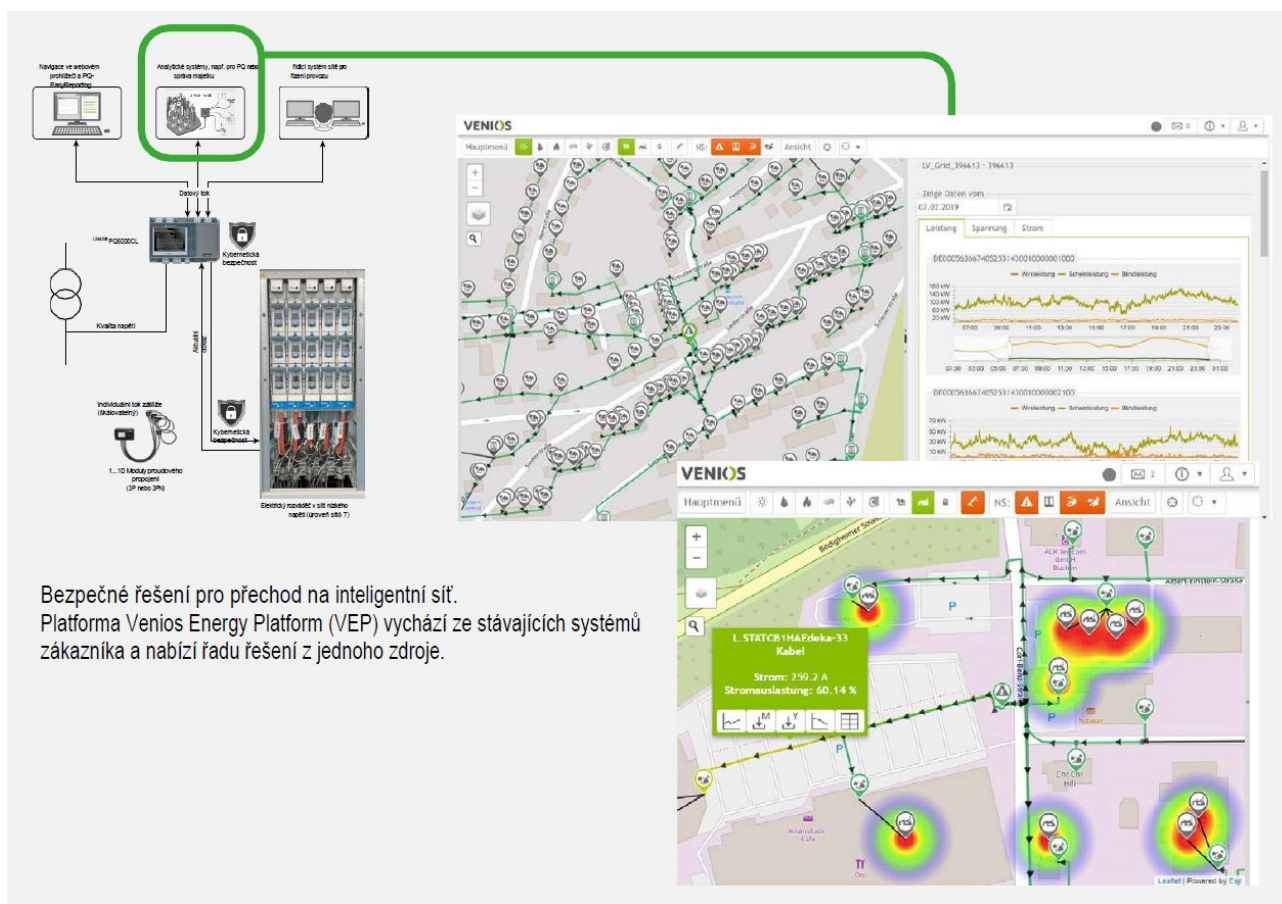
- Propojení informací GIS a SAP
- Denní a automatizovaná aktualizace digitálního dvojčete energetické sítě

4. Monitorovací a řídicí platforma na úrovni NN

- Využití platformy Venios Energy k propojení měřených dat
- Výpočet toků zátěží pro simulaci a zobrazení podmínek v síti NN



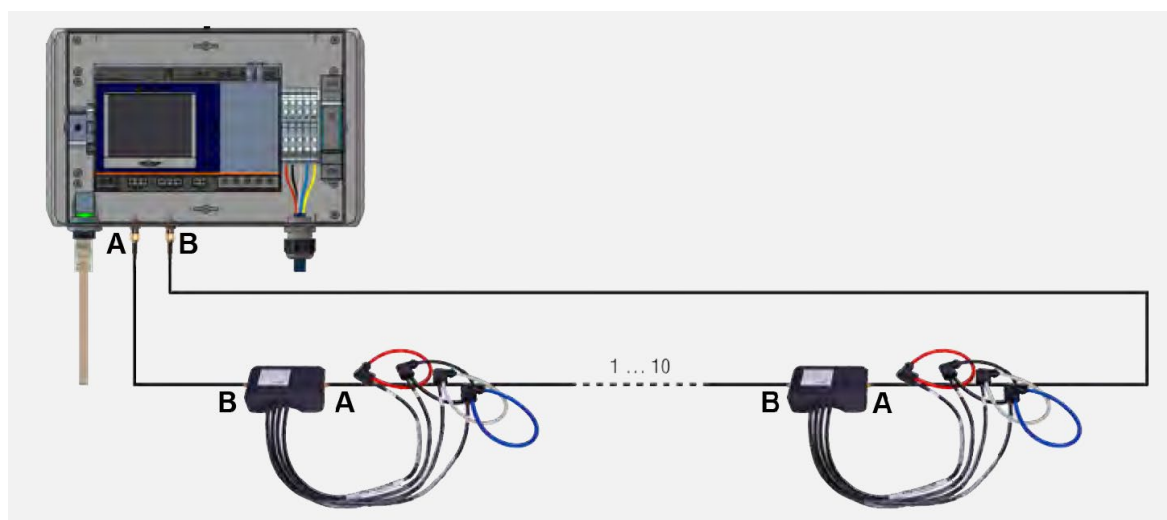
Obr. 2 Realizace monitorování na úrovni sítě NN



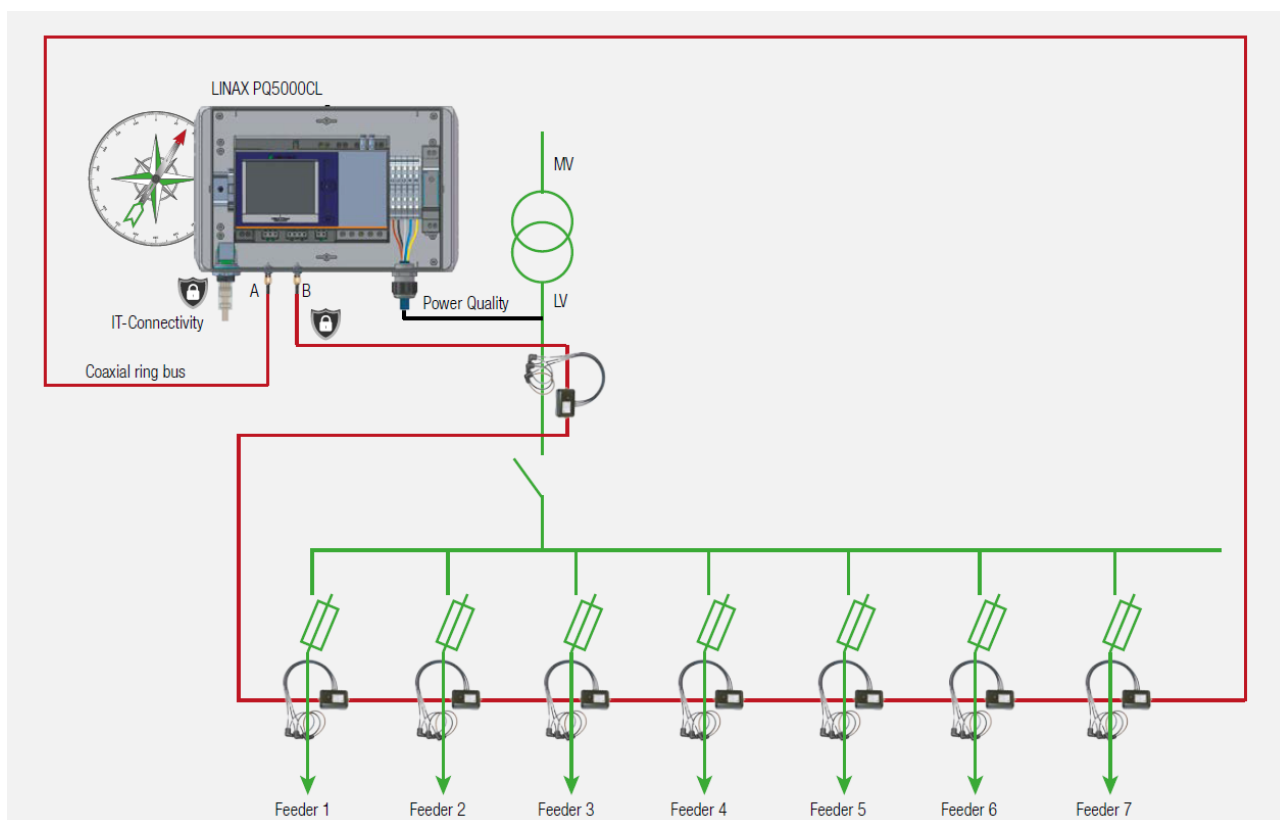
Obr. 3 Implementace výkonné IT platformy

1.8. MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ POUŽITÉ K REALIZACI CHYTRÉ SÍTĚ

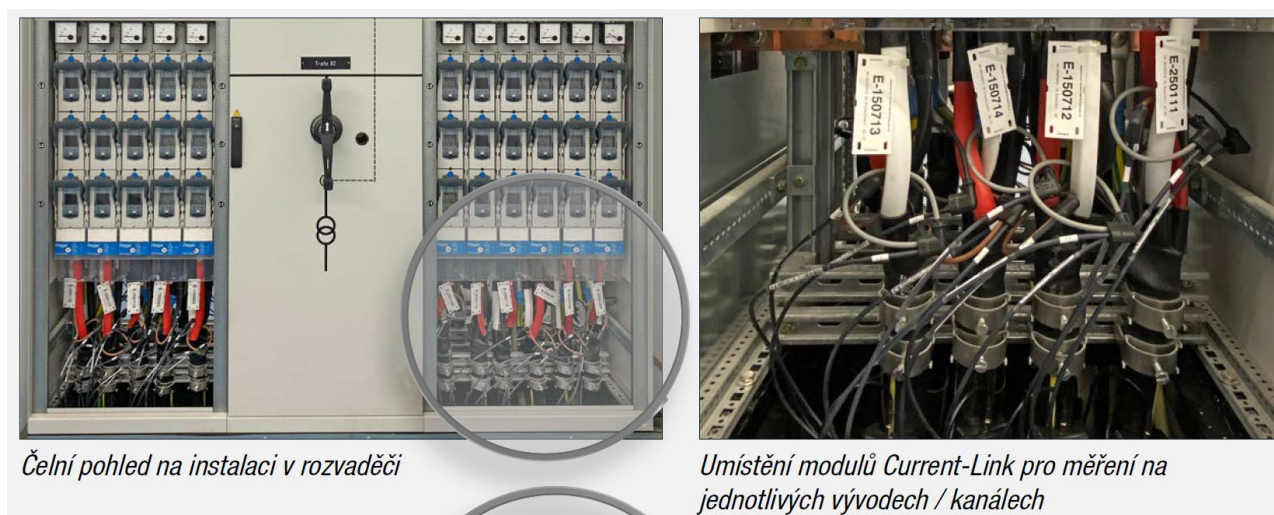
Společnost **ewz** ve více než 900 svých trafostanicích instalovala měřicí zařízení LINAX PQ5000CL, které tvoří mnohakanálový analyzátor kvality elektrické energie (metrologicky certifikovaný PQI podle IEC 61000-4-30 Ed. 3 ve třídě A a proudové snímací moduly vybavené Rogowského cívkami. Zařízení umožňuje časově synchronní měření až 32 proudových kanálů (až 10 vývodů). Analyzátor je integrován do monitorovací a řídicí platformy.



Obr. 4 LINAX® PQ5000CL-3 v pouzdře pro vnější montáž s připojenými moduly Current Link 3PN



Obr. 5 Příklad zapojení včetně měření základního proudu



Obr. 6 Detail instalace proudových modulů Current Link

2. LITERATURA

[1] Engel, S.: Na cestě k chytré síti – Holistický přístup na příkladu města Curych, Firemní materiály Camille Bauer Metrawatt AG

[2] Engel, S.: Transparentní smart grid – řešení se škálovatelným měřicím systémem, Firemní materiály Camille Bauer Metrawatt AG

[3] Jezziner, T.: ewz auf dem Weg zum intelligenten Stromnetz, Tisková zpráva společnosti ewz

3. SPOLEČNOST CAMILLE BAUER A AUTOR

Společnost Camille Bauer se již 123 let zabývá elektřinou již 123 let. Od roku 1944 vyvíjí a vyrábí ve Švýcarsku své vlastní produkty. S více než 80% podílem na exportu se výrobky používají při výrobě a distribuci elektrické energie a v průmyslové spotřebě po celém světě.

V posledních letech se společnost zaměřuje na témata kvality elektrické energie, digitalizaci elektrické energie a inteligentních sítí.

Pro generálního ředitele Saschu Engela a také pro autora tohoto příspěvku je důležité dobře porozumět jednotlivým možným případům použití, ale také je prezentovat a komunikovat tak, aby se energetická transformace se všemi svými aspekty a potřebami dobře podařila a aby pro zúčastněné strany znamenala skutečné přínosy a ne jenom námahu a náklady.



Sascha Engel

Generální ředitel a jednatel společnosti Camille Bauer Metrawatt AG sídlící ve Švýcarsku ve městě Wohlen. V posledních letech se vedle vedení firmy věnuje problematice měření kvality elektrické energie, zejména z pohledu měřicích přístrojů, jejich vývoje a praktického využití.

E-mail: Sascha.Engel@camillebauer.com
