

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

**KOMUNIKÁCIA OCHRÁN V ELEKTRICKÝCH STANICIACH**  
**POMOCOU PROTOKOLU IEC 61850**

**Diplomová práca**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

**KOMUNIKÁCIA OCHRÁN V ELEKTRICKÝCH**  
**STANICIACH POMOCOU PROTOKOLU IEC 61850**

**Diplomová práca**

Študijný program: Elektroenergetika  
Študijný odbor: Elektrotechnika  
Školiace pracovisko: Katedra elektroenergetiky (KEE)  
Školiteľ: Ing. Marek Hvizdoš, PhD.  
Konzultant:

### **Abstrakt v SJ**

Táto práca informuje o protokole IEC 61850 používanom v elektrických staniách. Zaoberá sa horizontálnou komunikáciou a výmenou informácií medzi ochrannými terminálmi rôznych výrobcov pomocou GOOSE správ. Poukazuje na výhody protokolu IEC 61850 a porovnáva tento protokol so staršími riešeniami. Namodelovaná časť elektrickej stanice bola otestovaná v laboratóriu so zariadeniami dvoch výrobcov a jednotlivé GOOSE správy sú sledované pomocou softvéru určeného na monitorovanie LAN sietí. Výsledky merania potvrdzujú interoperabilitu zariadení, rýchlosť prenosu GOOSE správ a ich funkčnosť v systéme. Na záver sú uvedené príklady pre ďalšie pokračovanie v danej problematike.

### **Kľúčové slová**

IEC 61850, GOOSE, komunikácia, staničný automatizačný systém, ochranný terminál

### **Abstrakt v AJ**

This thesis informs about the IEC 61850 protocol which is used in electric substations. Thesis deals with horizontal communication and information exchange between protection terminals of various companies via the GOOSE messages. It points at advantages of IEC 61850 protocol and compares this protocol with older solutions. Modelled part of electric substation was tested in a laboratory with devices of two companies and all GOOSE messages were monitored by software designed for LAN monitoring. The results of laboratory testing confirm the interoperability of devices, transfer speed of GOOSE messages and their functionality in the system. The conclusion provides examples for further development of the subject.

### **Kľúčové slová v AJ**

IEC 61850, GOOSE, communication, substation automation system, protection terminal

## ZADANIE DIPLOMOVEJ PRÁCE

Študijný odbor: 5.2.9 Elektrotechnika  
Študijný program: Elektroenergetika

Názov práce:

**Komunikácia ochrán v elektrických staniciach pomocou protokolu IEC  
61850**

Communication between protection devices in substations by IEC 61850  
protocol

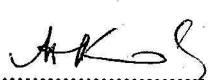
Študent (tituly, meno, priezvisko): **Bc. Samuel Bucko**  
Školiteľ (tituly, meno, priezvisko): **Ing. Marek Hvizdoš, PhD.**  
Školiace pracovisko: **Katedra elektroenergetiky**  
Konzultant práce (tituly, meno, priezvisko):  
Pracovisko konzultanta:

Pokyny na vypracovanie diplomovej práce:


1. Komunikačný protokol IEC 61850.
2. Aplikácia GOOSE správ pri komunikácii medzi IED.
3. Testovanie komunikácie pomocou GOOSE správ medzi IED.
4. Záver a odporúčania pre prax.

Vypracujte dokumentáciu podľa pokynov vedúceho práce.

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský  
Termín pre odovzdanie práce: 26.04.2013  
Dátum zadania diplomovej práce: 31.10.2012

  
Dr.h.c. prof. Ing. Michal Kolcun, PhD.  
vedúci garantujúceho pracoviska



  
Prof. Ing. Liberios Vokorokos, PhD.  
dekan fakulty

## **Čestné vyhlásenie**

Týmto čestne prehlasujem, že celú diplomovú prácu som vypracoval samostatne s použitím odbornej literatúry.

Košice, 24. apríl 2013

.....

*vlastnoručný podpis*

## **Pod'akovanie**

Chcel by som sa poďakovať vedúcemu diplomovej práce Ing. Marekovi Hvizdošovi, PhD., za jeho odborné vedenie, pomoc pri vypracovaní práce, za jeho pripomienky a ochotu. Taktiež sa chcem poďakovať Ing. Slavomírovi Kučerovi a Ing. Danielovi Kusendovi za ich spoluprácu pri písaní diplomovej práce, návrhy, pripomienky a rady. Chcem sa poďakovať rodičom a priateľom za sústavnú podporu počas celého štúdia.

## Predhovor

K výberu tejto témy ma viedla aktuálnosť danej problematiky a pomerne nedostatočná pozornosť odbornej verejnosti na Slovensku, čomu nasvedčuje i malé množstvo študijných materiálov, či príspevkov v odborných magazínoch. Cieľom práce je poukázať na výhody použitia protokolu IEC 61850, jeho široké využitie a efektívnosť. Práca taktiež poukazuje na implementáciu zariadení rôznych výrobcov a ich bezproblémovú vzájomnú komunikáciu pomocou GOOSE správ. Zámerom práce je predstavenie horizontálnej komunikácie v elektrických staniách a rozšírenie možností, ktoré protokol IEC 61850 ponúka pre ďalšie aplikácie nie len v horizontálnej, ale i vo vertikálnej komunikácii.

Ďalším dôvodom, ktorý ma viedol k výberu tejto témy je široké uplatnenie protokolu IEC 61850 a jeho budúcnosť. Vďaka jeho vlastnostiam a využitiu Ethernetu, ktorý je otestovaný pomerne dlhým časom v praxi je jednoduchá rozšíriteľnosť systému a zakomponovanie nových prístrojov, ktoré dokážu bezproblémovo pracovať so staršími technológiami.

# Obsah

<b>Zoznam obrázkov .....</b>	<b>9</b>
<b>Zoznam tabuliek .....</b>	<b>10</b>
<b>Zoznam symbolov a skratiek .....</b>	<b>11</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>13</b>
<b>1 Komunikačný protokol IEC 61850.....</b>	<b>14</b>
1.1 Úvod a popis IEC 61850 .....	14
1.2 Typy komunikácie v elektrických staniach .....	16
1.2.1 Vertikálna komunikácia .....	17
1.2.2 Horizontálna komunikácia .....	18
1.3 Dátová komunikácia .....	19
1.3.1 Komunikácia pomocou protokolu DNP 3.0.....	20
1.3.2 Dátová komunikácia využívajúca protokol IEC 60870-5.....	22
1.3.3 Dátová komunikácia využívajúca protokol IEC 61850.....	23
1.4 Všeobecné dátové triedy.....	28
1.4.1 Mapovanie všeobecných dátových tried.....	28
1.4.2 Všeobecné dátové triedy pre stavové informácie .....	31
1.5 Dátové mapovanie .....	33
1.6 GOOSE správy .....	37
1.6.1 Výmena informácií .....	37
1.6.2 Čas prenosu GOOSE správ .....	39
<b>2 Aplikácia GOOSE správ pri komunikácii medzi IED.....</b>	<b>41</b>
2.1 Elektrické stanice.....	41
2.2 Konvenčné riešenie komunikácie medzi IED .....	43
2.3 Riešenie pomocou GOOSE správ .....	45
2.4 Výhody GOOSE správ .....	46
2.5 Aplikácia GOOSE správ.....	47
2.6 Blokovanie.....	48
2.7 Ochranný terminál MiCOM P139.....	49



2.7.1	Popis funkcií MiCOM P139 .....	51
2.7.2	Komunikácia .....	52
2.7.3	Nadprúdová časovo nezávislá ochrana DTOC .....	53
2.7.4	Napäťová časovo nezávislá ochrana V<>.....	53
<b>3</b>	<b>Testovanie komunikácie pomocou GOOSE správ medzi IED.....</b>	<b>54</b>
3.1	Zadanie .....	54
3.2	Schémy zapojenia.....	55
3.2.1	Schéma zapojenia v elektrickej stanici .....	55
3.2.2	Schéma zapojenia ochrán v laboratóriu .....	56
3.3	Konfigurácia ochranných terminálov .....	56
3.3.1	Konfigurácia podpäťovej ochrany na ochrannom termináli UV .....	57
3.3.2	Konfigurácia nadprúdovej ochrany na ochrannom termináli OC_1.....	58
3.4	Koncepcia odosielania a prijímania GOOSE správ v el. stanici .....	60
3.4.1	GOOSE1 – Odblokovanie prvého nadprúdového stupňa OC_1.....	60
3.4.2	GOOSE2 – Blokovanie UV a okamžité vypínanie OC_1 .....	61
3.5	Konfigurácia GOOSE správ .....	62
3.5.1	Nastavenia ochranných terminálov pre komunikáciu podľa IEC 61850.....	62
3.5.2	Nastavenie GOOSE správ pre ochranný terminál UV.....	64
3.5.3	Nastavenie GOOSE správ pre ochranný terminál OC_1 .....	65
3.6	Monitorovanie GOOSE správ pomocou programu Wireshark .....	66
<b>4</b>	<b>Záver a odporúčania pre prax .....</b>	<b>70</b>
	<b>Zoznam použitej literatúry .....</b>	<b>72</b>
	<b>Prílohy .....</b>	<b>74</b>

---

## Zoznam obrázkov

Obr. 1	Znázornenie druhov komunikácia v elektrickej stanici [5] .....	17
Obr. 2	Znázornenie staničnej zbernice [4] .....	20
Obr. 3	Komunikácia v elektrickej stanici pomocou protokolu DNP 3.0 [4] .....	21
Obr. 4	Rozdelenie dát IED do skupín [4].....	23
Obr. 5	Fyzické zariadenie a jeho členenie podľa koncepcie IEC 61850 [6].....	25
Obr. 6	Zostava označenia IED podľa koncepcie IEC 61850 [6] .....	27
Obr. 7	Komunikácia v elektrickej stanici podľa protokolu IEC 61850 [4].....	28
Obr. 8	Prehľad funkcionalít a profilov v IEC 61850 [6].....	35
Obr. 9	Prehľad tried a služieb modelu GOOSE [6] .....	38
Obr. 10	Zobrazenie zasielania GOOSE správ [6] .....	40
Obr. 11	Príklad elektrizačnej siete a rôznych napät'ových hladín .....	42
Obr. 12	Príklad horizontálnej komunikácie pomocou prepojenia vodičmi [7].....	44
Obr. 13	Príklad horizontálnej komunikácie pomocou GOOSE [7] .....	45
Obr. 14	Schéma príkladu spätného blokovania [7].....	49
Obr. 15	Schéma zapojenia v distribučnej stanici a tok GOOSE správ .....	55
Obr. 16	Schéma zapojenia pri testovaní v laboratóriu .....	56
Obr. 17	Nastavenie IEC v programe S1 Studio .....	63
Obr. 18	Nastavenie signálu odosielajúceho GOOSE1 .....	64
Obr. 19	Nastavenie funkcie po prijatí GOOSE2.....	65
Obr. 20	Nastavenie funkcií po prijatí GOOSE1 a GOOSE2 .....	66
Obr. 21	Monitorovanie GOOSE1 pri podpätí na ochrannom termináli UV .....	67

---

## Zoznam tabuliek

Tab. 1	Rozdelenie logických uzlov do skupín a ich označenie [4].....	24
Tab. 2	Rozdelenie do dátových tried[4].....	25
Tab. 3	Dátové triedy pre logický uzol výkonového vypínača[6].....	26
Tab. 4	Dátové atribúty pre dátové triedy logického uzla [6] .....	26
Tab. 5	Všeobecné dátové triedy mapované do ASDU [11].....	31
Tab. 6	CDC: SPS – jednobitový stav [11] .....	32
Tab. 7	CDC: ACT – Informácia o aktivácii ochrany [11] .....	32
Tab. 8	Aplikačné profily pre GOOSE správy a GSE riadenie [6] .....	36
Tab. 9	Transportný profil pre GOOSE správy a GSE riadenie [6] .....	36
Tab. 10	Stavba MAC adries pre GOOSE správy a pre GSSE [6] .....	39
Tab. 11	I/O prepojenie v konvenčnom riešení pri VN rozvádzačovom systéme [7].....	46
Tab. 12	Vzorová tabuľka signálu .....	47
Tab. 13	Príklad signálu GOOSE správy pre spätné blokovanie .....	49
Tab. 14	Signál pre GOOSE1 .....	61
Tab. 15	Signál pre GOOSE2.....	62
Tab. 16	Popis GOOSE1 správy vysielanej z terminálu UV .....	69

---

## Zoznam symbolov a skratiek

ACSI	<b>A</b> bstract <b>C</b> ommunication <b>S</b> ervice <b>I</b> nterface
APPID	<b>A</b> pplication <b>i</b> dentification
ASDU	<b>A</b> pplication <b>S</b> ervice <b>D</b> ata <b>U</b> nit
CDC	<b>C</b> ommon <b>D</b> ata <b>C</b> lass
DNP	<b>D</b> istributed <b>N</b> etwork <b>P</b> rotocol
FTP	<b>F</b> ile <b>T</b> ransport <b>P</b> rotocol
GOOSE	<b>G</b> eneric <b>O</b> bject <b>O</b> riented <b>S</b> ubstation <b>E</b> vent
GSE	<b>G</b> eneric <b>S</b> ubstation <b>E</b> vent
GSSE	<b>G</b> eneric <b>S</b> ubstation <b>S</b> tatus <b>E</b> vent
HMI	<b>H</b> uman- <b>M</b> achine <b>I</b> nterface
IEC	<b>I</b> nternational <b>E</b> lectrotechnical <b>C</b> ommission
IED	<b>I</b> ntelligent <b>E</b> lectronic <b>D</b> evice
IEEE	<b>I</b> nstitute of <b>E</b> lectrical and <b>E</b> lectronics <b>E</b> ngineers
I/O	<b>I</b> nput / <b>O</b> utput
IOA	<b>I</b> nformation <b>O</b> bject <b>A</b> ddress
IP	<b>I</b> nternet <b>P</b> rotocol
ISO	<b>I</b> nternational <b>O</b> rganization for <b>S</b> tandardization
kV	<b>k</b> ilo <b>V</b> olt
LAN	<b>L</b> ocal <b>N</b> etwork <b>A</b> rea
LCD	<b>L</b> iquid- <b>C</b> rystal <b>D</b> isplay
LED	<b>L</b> ight- <b>E</b> mitting <b>D</b> iode
MMS	<b>M</b> anufacturing <b>M</b> essage <b>S</b> pecification
ms	<b>m</b> ilisekunda
NCC	<b>N</b> etwork <b>C</b> ommand <b>C</b> enter
OSI	<b>O</b> pen <b>S</b> ystems <b>I</b> nterconnection
PLC	<b>P</b> rogrammable <b>L</b> ogic <b>C</b> ontroller
PT	<b>P</b> řístrojový <b>T</b> ransformátor
RTU	<b>R</b> emote <b>T</b> erminal <b>U</b> nit

SAS    **S**ubstation **A**utomation **S**ystem

SCADA **S**upervisory **C**ontrol **A**nd **D**ata **A**cquisition

SCD    **S**ubstation **C**onfiguration **D**escription

SCSM **S**pecific **C**ommunication **S**ervice **M**apping

SNTP **S**imple **N**etwork **T**ime **P**rotocol

TCP    **T**ransmission **C**ontrol **P**rotocol

UTP    **U**nshielded **T**wisted **P**air

VLAN **V**irtual **L**ocal **A**rea **N**etwork

## Úvod

Komunikácia hrala vždy dôležitú úlohu pri prevádzke elektrizačných sietí. V začiatkoch pozostávala z telefónnej linky, kedy na dispečerskom stredisku a v rozvodnej stanici si pracovníci vymieňali informácie práve pomocou dvoch telefónov. V modernej digitálnej dobe sa veľkosť elektrizačných sietí, v porovnaní s minulosťou, niekoľkonásobne zväčšila a každým ďalším dňom sa zväčšuje. Taktiež sa zväčšuje dôraz na kvalitu a spoľahlivosť dodávky elektrickej energie. Aby boli splnené všetky požiadavky spotrebiteľa je nutné zhromažďovať a posielat' čoraz viac informácií a tento proces musí byť uskutočnený v čo najkratšom čase, a zároveň s čo najväčšou spoľahlivosťou. Neposlednou požiadavkou na prenos týchto informácií je aby systém, ktorý bol zvolený dnes, bol schopný adaptácie v budúcnosti, kedy sa predpokladá zväčšovanie sústavy a zvyšovanie nárokov na kvalitu dodávky elektrickej energie. Významný dôraz sa kladie na kompatibilitu zariadení rôznych výrobcov, ktoré zabezpečujú chránenie, meranie, riadenie, zaznamenávanie a mnoho ďalších funkcií v elektrizačnej sústave. Tieto zariadenia musia medzi sebou komunikovať pomocou spoľahlivého, jednoduchého a dostupného protokolu, akým je práve protokol IEC 61850.

Úlohou tejto práce je priblížiť vlastnosti a výhody protokolu IEC 61850 a oboznámiť s využitím GOOSE správ v horizontálnej komunikácii v elektrických staniaciach. Obsah práce poukazuje na použitie rovnakých zariadení, no od iných výrobcov a ich vzájomné fungovanie v staniaciach.

# 1 Komunikačný protokol IEC 61850

Komunikačný protokol IEC 61850 je unikátnou sumarizáciou poznatkov získaných z pomerne krátkej histórie digitálnych ochrán a ich vzájomnej komunikácii. Keďže elektrizačná sústava je zložitý systém, v ktorom sa menia jednotlivé veličiny rádovo v desiatkach milisekúnd a prechodné deje s nimi spojené môžu spôsobiť významné škody na zariadeniach v stanici i mimo nej. V porovnaní s predošlými firemnými protokolmi, či protokolmi, ktoré mali pôsobnosť len na určitom území, prebieha komunikácia pomocou IEC 61850 protokolu rýchlejšie a spoľahlivejšie a má pôsobnosť na celom svete. Jeho prierez na trhu spôsobil oveľa väčšiu rivalitu výrobcov, ktorí sa predbiehajú v jednotlivých technológiách a funkciách, čo má pozitívny dopad na užívateľa týchto zariadení.

## 1.1 Úvod a popis IEC 61850

Spoluprácou veľkých firiem v oblasti elektroenergetiky (ABB, Siemens, Areva, Toshiba a i.) bol štandard IEC 61850 zostavený a v roku 2004 uvedený do praxe Medzinárodnou elektrotechnickou komisiou (IEC – International Electrotechnical Commission). Tento štandard je prvý a jediný, ktorý pokrýva všetky úrovne staničného systému. Jednotlivé inteligentné elektronické zariadenia (ďalej len IED) komunikujú medzi sebou v elektrickej stanici, no dokážu komunikovať aj s inými stanicami, či jednotlivé stanice s riadiacim strediskom.

Špecifikácia štandardu IEC 61850 je rozdelená do desiatich častí, z ktorých niektoré majú podkapitoly. Prvé štyri časti popisujú a špecifikujú prostredie, terminológiu, požiadavky na zariadenia a pod.. Prvá z nich IEC 61850-1 s názvom: „Úvod a prehľad“. Druhá časť je IEC 61850-2: „Výklad jednotlivých výrazov (Slovník)“. Tretia časť IEC 61850-3 sú: „Všeobecné požiadavky“. Stanovuje základné požiadavky na komunikáciu medzi IED v stanici a požiadavky systémov, ktoré sú k stanici viazané. IEC 61850-4 s názvom „Systémové a projektové riadenie“, sa sústreďuje na požiadavky pre správu systémov, riadenie projektov a na špeciálne podporné nástroje pre inžinierske práce a systém skúšok rozvodní. [1]

Časti 5 až 9 sa zaoberajú už vlastnou komunikáciou. Piata časť IEC 61850-5 pod názvom: „Komunikačné požiadavky na funkcie a modely zariadení“, ktorá má za úlohu štandardizovať komunikáciu medzi IED, ako napríklad ochrany, odpojovače alebo transformátory, a systém stanice. IEC 61850-6 s názvom: „Jazyk na opis konfigurácie

na komunikáciu v staniciach s IED“, špecifikuje formáty súborov pre popis konfigurácie jednotlivých IED a súborov parametrov spojených s komunikáciou a konfiguráciou komunikačného systému vrátane jednotného značkovacieho jazyka, ktorým sú popísané štruktúry dátových modelov, ktoré sú obsahom týchto súborov. Zaisťuje spoločne s piatou a siedmou časťou kompatibilitu inžinierskych nástrojov od rôznych dodávateľov.[1]

Siedma časť popisuje základnú komunikačnú štruktúru systémov staníc a napájacích zariadení. Má niekoľko podkapitol. IEC 61850-7-1: „Základná komunikačná štruktúra, zásady a modely“, ktorá poskytuje prehľad o architektúre komunikačných systémov a jednotlivých vzťahoch medzi zariadeniami staníc. Súčasne popisuje vzťahy medzi ostatnými podkapitolami IEC 61850-7-X a stanovuje, ako dosiahnuť interoperabilitu zariadení. IEC 61850-7-2 s názvom: „Základné informácie a komunikačná štruktúra. Abstraktné rozhranie komunikačnej služby (ASCI)“, popisuje dve rozhrania: prvé ako komunikácia medzi klientom a vzdialeným serverom, a druhé pre rýchle, a spoľahlivé šírenie informácie o časovo-kritických udalostiach v rámci celého systému stanice, a pre prenos súborov s vzorkovanými hodnotami. Ďalej IEC 61850-7-3: „Základná komunikačná štruktúra. Všeobecné triedy údajov“. Táto časť špecifikuje triedy dát pre informácie o stave zariadenia, vzorových veličinách, informácie spojené s riadením stavu zariadení, informácie o analógových žiadaných veličinách v regulačných slučkách a o konfigurácii zariadení. Pre všeobecné triedy dát definuje tento diel normy všeobecné typy atribútov viazaných na používanie v staniciach. Normu je možné použiť pre popis modelov zariadení a pre popis funkcií pre výmenu informácií v staniciach a napájacích zariadeniach (elektrárne). Štvrtý diel siedmej časti IEC 61850-7-4: „Základná komunikačná štruktúra. Kompatibilné triedy logických uzlov, triedy údajov uzlov a dátové triedy“. Táto časť stanovuje názvy kompatibilných uzlov a názvy dát pre komunikáciu medzi programovateľnými IED, vrátane vzťahov medzi logickými uzlami a dátami. Siedma časť má ešte dva doplnkové diely: IEC 61850-7-410: „Vodné elektrárne. Komunikácia pri monitorovaní a riadení“. Táto doplnková časť definuje doplnkové všeobecné triedy dát, logické uzly a dátové projekty špeciálne pre vodné elektrárne, a IEC 61850-7-420: „Logické uzly zdrojov distribuovania energie“. Tento diel definuje informačné modely pre výmenu informácií v sieťach s decentralizovanými zdrojmi elektrickej energie a akumuláčnými stanicami (dieselagregátmi, palivovými článkami, mikroturbíny, fotovoltaika, kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie a zariadenia pre akumuláciu elektrickej energie). Tam,



kde je to možné využíva logické uzly stanovené v IEC 61850-7-4 a tam, kde je to potrebné definuje ďalšie logické uzly. [1]

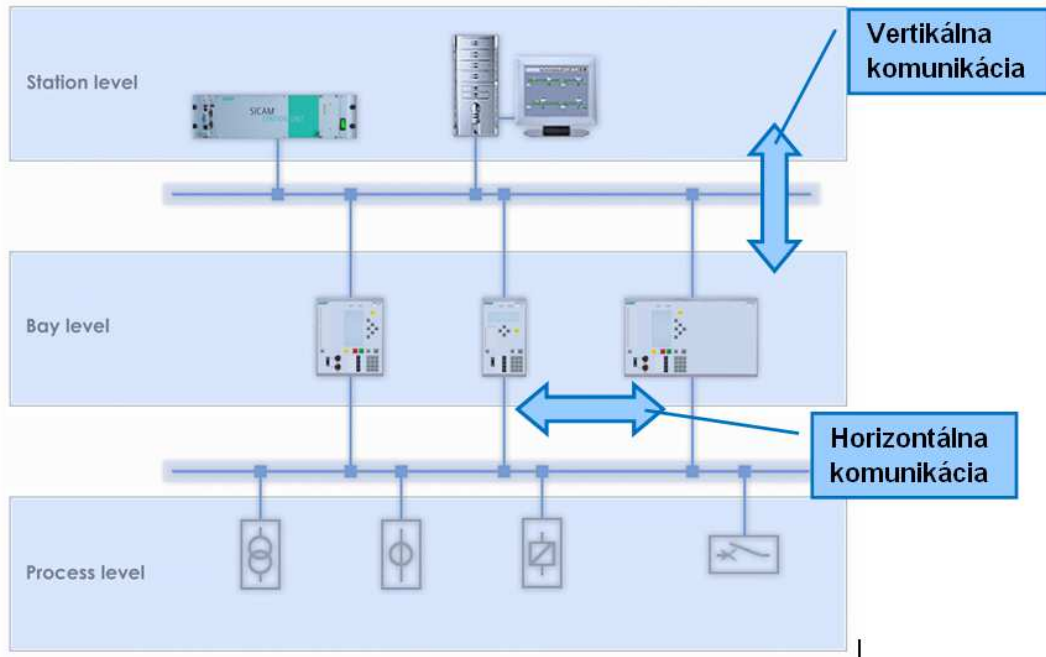
Ôsma časť má jedinú podkapitolu IEC 61850-8-1: „Mapovanie špecifickej komunikačnej služby (SCSM). Mapovanie podľa MMS (ISO 9506-1 a 9506-2) a podľa ISO/IEC 8802-32 a ISO/IEC 8802-3“. Tento diel špecifikuje metódy pre výmenu časovo-kritických a nekritických dát po miestnych sieťach pomocou mapovania na MMS a na ethernetové rámce. Protokoly a služby MMS umožňujú podporu systémov s centralizovanou a decentralizovanou architektúrou. Ďalej špecifikuje výmenu dát v reálnom čase, riadiacu činnosť a šírenie správ. Taktiež deviata časť 61850-9-1 sa zaoberá SCSM. Uvedená je pod názvom: „Špecifické mapovanie komunikačných služieb SCSM – prenos vzorkovaných hodnôt po sériovom jednosmernom viacbodovom spoji bod-bod“. Definuje mapovanie špecifických komunikačných služieb pre komunikáciu na úrovni poľa stanice – proces pre prístroje podľa IEC 60044-8. Norma platí pre elektronické transformátory prúdu s digitálnym výstupom cez zlučovaciu jednotku, používané v elektronických meracích prístrojoch a zariadeniach ochrán ako súčasť automatizovaných systémov staníc. Druhý diel IEC 61850-9-2: „Mapovanie špecifickej komunikačnej služby. Vzorkované hodnoty vyššie ako ISO/IEC 8802-3 viacbodového spojenia bod-bod“. [1]

Posledná desiata časť IEC 61850-10 s názvom: „Skúšanie zhody“, definuje metódy a abstraktné prípady skúšok pre skúšanie zhody zariadení používaných v automatizovaných systémoch elektrických staníc. [1]

## **1.2 Typy komunikácie v elektrických staniach**

Pri komunikácii v staniach rozoznávame dva druhy komunikácie: Vertikálna komunikácia a horizontálna komunikácia. Taktiež rozoznávame tri úrovne pri elektrických staniach, na ktorých prebieha staničná komunikácia, či už vertikálna alebo horizontálna:

- Staničná úroveň (riadiaca jednotka stanice, HMI)
- Úroveň poľa (ochranné terminály)
- Procesná úroveň (výkonové vypínače, PT, senzory,...)



Obr. 1 Znáročnenie druhov komunikácia v elektrickej stanici [5]

### 1.2.1 Vertikálna komunikácia

Riadenie a monitorovanie elektrických staníc sú dve základné úlohy pri automatizovanom systéme elektrických staníc. Tento systém sa skladá z :

- lokálnych operácií spínacích mechanizmov a ďalších vysokonapäťových zariadení
- získavania informácií od spínacích mechanizmov a meraní v systéme siete
- spracovanie udalostí a výstrah.

Tieto aplikácie sa vzťahujú na činnosť pracovníka stanice. Dátová komunikácia pre tieto aplikácie je riadená vertikálne, t.j. zo staničnej riadiacej úrovne nižšie do úrovne poľa (príkazy akéhokoľvek druhu z operačného strediska) alebo naopak (binárne údaje ako: pozície kontaktov výkonových vypínačov alebo odpojovačov, merania z prístrojových transformátorov a ďalších senzorov, udalosti a výstrahy ). Táto vertikálna komunikácia, úroveň poľa → riadiaca staničná úroveň, je založená na koncepte client/server a sú použité nasledujúce služby:

- hlásenia
- príkazy
- prenos súborov

Hlásenia sú najviac využívané pre komunikáciu zariadení pracujúcich na úrovni poľa stanice so staničnou riadiacou úrovňou. Dáta predstavujúce informáciu o stave udalostí a meraniach sú posielané pomocou hlásení. Štandard IEC 61850 popisuje metódy pre jednotlivé hlásenia. Kde, ako napríklad hlásenie vyrovnávacej pamäte, je dôležité aby žiadna z informácií nebola stratená, ak nastane prerušenie komunikácie.

Príkazy sú používané na riadenie niektorých objektov v systéme. Štandard IEC 61850 definuje jednotlivé riadiace metódy. Tieto metódy zahŕňajú riadenie primárnych zariadení ako aj ich ďalšie funkcie. Pre riadenie primárnych zariadení sa používa riadiaci model výber-pred-vykonaním, so zvýšenou ochranou, pri ktorej je preferovaná funkcia uloženia a zabezpečenia. Pre ďalšie ovládanie ako napríklad „Reset LED“ je jednoduché priame ovládanie spĺňajúce požiadavky. [2]

Prenos súborov poruchového zapisovača z napr. ochranného zariadenia do staničného počítača uskutočňuje služba, ktorá je pre tento proces súborov nevyhnutná, v závislosti na použitých produktoch, či to je FTP alebo IEC 61850/MMS, ktoré sú najviac používané metódy. Aj vzhľadom na to, že IEC 61850 definuje určité časy pre prenos jednotlivých dát neuvažuje sa kompletne prevedenie funkcií alebo systému, preto sa odporúča navrhnuť systém a funkcie prevedenia v špecifikácii definovania minimálnych časoch odozvy pre odosielanie príkazov (t.j. od vypínacieho/zapínacieho príkazu, pokiaľ príkaz nedosiahne výkonový vypínač; čas výkonového vypínača je časťou špecifikácie primárneho zariadenia) a príjem procesných dát.

Z hľadiska vertikálnej komunikácie, ako aj rozhrania (protokol), je definovaná taktiež komunikácia medzi NCC – riadiace stredisko sústavy. [2]

## 1.2.2 Horizontálna komunikácia

Pri horizontálnej komunikácii sa výmena časovo kritických informácií môže uskutočňovať cez klasické medené vodiče, ktorými sú prepojené jednotlivé vstupy a výstupy (I/O) z ochrán, výkonových vypínačov prístrojových transformátorov prúdu a i.. Jedná sa o výmenu informácií medzi poľami (napríklad pri staničných blokovacích podmienkach) a výmenu informácií v rámci jedného poľa (napr. výmena informácie medzi ochranou vedenia a recloserom). Bez ďalších obmedzení bude mať možnosť integrátor a projektant vybrať si čo najvhodnejšie riešenie. V súčasnosti sa však používa na tejto úrovni komunikácie sériová komunikácia s využitím Ethernetu ako staršie prepojenie I/O. [2]

### 1.2.2.1 Časovo kritické dáta

Časovo kritické dáta zahŕňajú všetky informácie, ktoré sa zaoberajú vypínacími signálmi alebo operáciami súvisiacimi s výkonovými vypínačmi, ktoré izolujú časť systému. Uvažujme nad činnosťou vypínača pri strate dodávaného výkonu v sieti. Keď tento vypínač odstavi generátor stratí sa množstvo energie, ktoré dodával generátor do siete. Akonáhle je pokles výkonu na strane výroby je nutné odpojiť v sieti záťaž o rovnakej hodnote, aby bola udržaná frekvencia. Vzhľadom k tejto požiadavke je zrejmé, že oba tieto vybrané vypínacie signály musia byť prenesené rýchlo a spoľahlivo. Ak strata napájania nie je detekovaná rýchlo, čiže vypínací signál je pomalý na strane záťaže, dôjde k zmene frekvencie v sieti nad dovolený rozsah. [3]

### 1.2.2.2 Časovo nekritické dáta

Tieto dáta zahŕňajú všetky informácie, ktoré sú významné pre výpočet rôznych bodov nastavenia napríklad počas odľahčovania siete, nemenia sa príliš často a nie tak náhle ako pri prenose časovo kritických dát. Medzi tieto dáta patria napríklad tok MW, stav odpojovačov, veľkosť zaťaženia a i.. Tieto hodnoty sú použité pre aktiváciu vyrovnávania pomeru spotreba/výkon počas denného diagramu zaťaženia (primárna regulácia), no časovo kritické dáta už spúšťajú jednotlivé mechanizmy v sieti. Pretože tieto časovo nekritické údaje nehrajú úlohu pri spínaní záťaží a generátorov môžu byť aktualizované s menšou pravidelnosťou. [3]

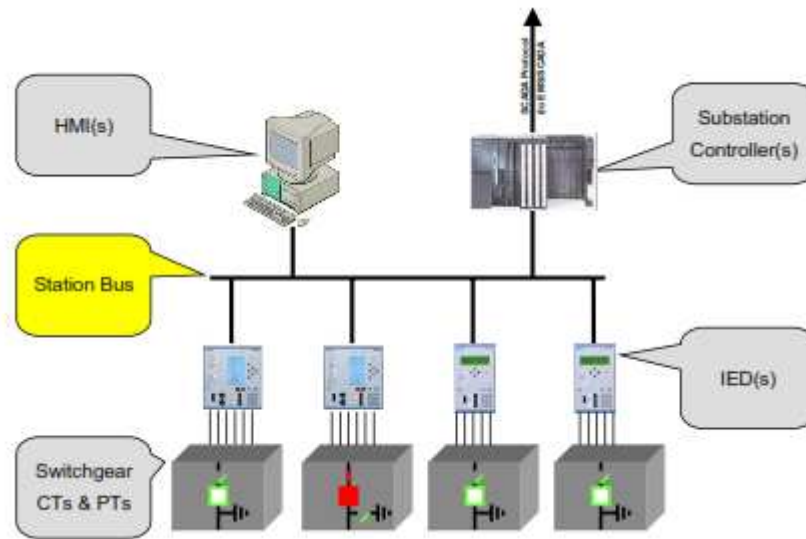
## 1.3 Dátová komunikácia

Ako v automatizovanom systéme rozvodni prebieha tok dát si predstavíme na jednoduchom modeli, ktorý je zobrazený na obr. 2. Tento model tvoria:

- Akčné členy a snímače (výkonové vypínače a prístrojové transformátory)
- Inteligentné elektronické zariadenia (napr. ochranné terminály)
- Staničné rozhranie človek – zariadenie (HMI)
- Staničná riadiaca jednotka

Posledné dva sú voliteľné a to tak, že buď nie je inštalovaný ani jeden tento prvok alebo oba. Staničná riadiaca jednotka môže byť na báze PC (v tomto prípade HMI a riadiaca jednotka stanice môžu byť spolu v jednom zariadení), RTU, PLC, dátový zberač alebo ich hybrid. Úlohy riadiacej jednotky stanice zahŕňajú porovnávanie údajov z IED, logiku prevedenia systému, časovú synchronizáciu systému, filtrovanie

a predbežné spracovanie dát a prezentovanie staničných dát pre vzdialených klientov (dispečing, susedná stanica a i.). [4]



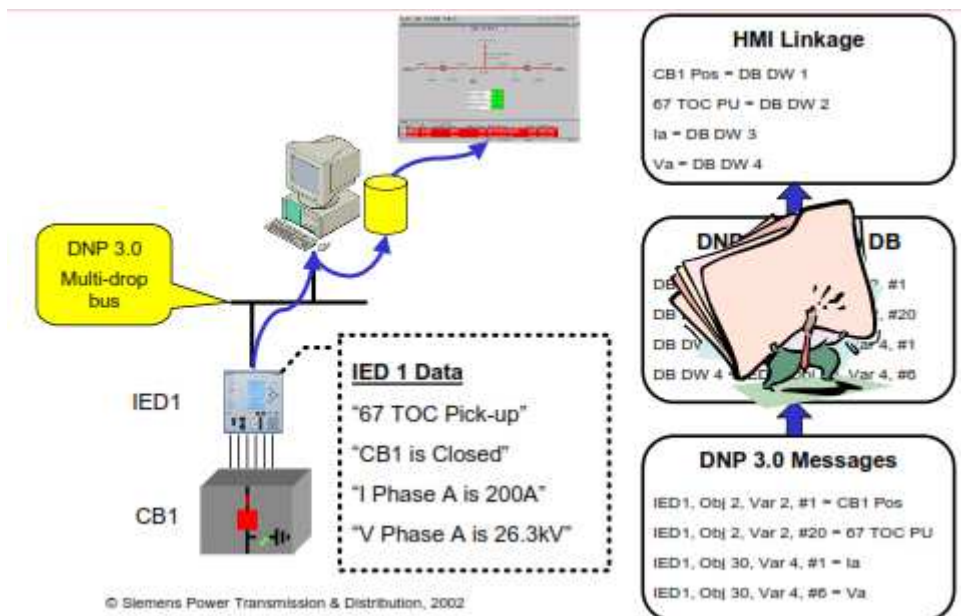
Obr. 2 Znáročenie staničnej zbernice [4]

Pri vytváraní štandardu IEC 61850 bolo dôležité definovanie komunikačnej infraštruktúry, ktorá zahŕňa bezproblémovú integráciu IED do systému vyššej úrovne – infraštruktúry, ktorá je nezávislá na výrobcovi a kde zariadenia od rôznych výrobcov dokážu byť spolu bezproblémovo integrované do systému. Pri definovaní tejto infraštruktúry vznikol koncept staničnej zbernice, ktorá je znázornená vyššie na obr. 2. Cieľom celej koncepcie je definovanie troch základných prvkov:

- ktoré dáta sú dostupné a ako sú pomenované a popísané (rieši IEC 61850-7-4, 7-3, 7-2)
  - ako môžu byť tieto dáta prístupné a zmenené (IEC 61850-7-2)
  - ako môžu byť zariadenia pripojené do komunikačnej siete (IEC 61850-8-x, 9-x)
- [4]

### 1.3.1 Komunikácia pomocou protokolu DNP 3.0

Využitie komunikačného protokolu DNP 3.0 v staničnom systéme nám poslúži na neskoršie porovnanie s dátovou komunikáciou, ktorá využíva protokol IEC 61850.



**Obr. 3** Komunikácia v elektrickej stanici pomocou protokolu DNP 3.0 [4]

V tomto zjednodušenom príklade je zobrazená komunikácia len jedného výkonového vypínača a jedného IED. Sledujeme dáta, ktoré IED zdieľa po zbernici medzi ostatné IED alebo HMI. Dáta z IED obsahujú stav chrániaceho relé (kontakt je zdvihnutý), stav výkonového vypínača (kontakty sú zopnuté), vo fáze A je prúd 200A a napätie 26,3kV. [4]

Ak použijeme DNP 3.0 ako protokol našej staničnej zbernice nachádza sa tu trojstupňový proces pre prevzatie dát od zdroja ku konečnej destinácii:

- IED mapuje „aktuálne“ dáta, napríklad, že kontakty výkonového vypínača (CB1) sú zopnuté – CB1 is Closed, v príslušnej DNP správe, v tejto situácii to je IED1 Object 2, Variant 2, Input #1 (digitálny vstup s časovým označením).
- HMI si vyžiada dáta z tohto IED, alebo IED samostatne odošle dáta (ak je podporovaná funkcia nevyžiadaných správ), táto správa je prenesená na HMI, ktorej obsah je napr.: veličina OBJ2,VAR2,#1 z IED 1 je zapísaný do databázy.
- HMI obsahuje softvér (SCADA), kde na jednopólovej schéme je symbol CB1, ktorého stav je riadený hodnotou v databáze.

Problémom tohto systému je však strata kontextu dát. Ak zaznamenáme „aktuálne“ dáta, ktoré sú mapované do DNP správy, nie je možné následne regenerovanie tejto väzby. Toto si vyžaduje manuálny prenos z papierovej alebo elektronickej formy tohto mapovania k tomu, aby HMI ako dodávateľ naplnil databázu

a dokončil väzbu – čo znamená zvýšené nároky na inžiniering, dlhší konfiguračný čas a väčšia možnosť vzniku kolízie. [4]

### 1.3.2 Dátová komunikácia využívajúca protokol IEC 60870-5

Tento protokol špecifikuje komunikáciu pre systémy diaľkového riadenia a systému SCADA pre rozľahlé systémy a je používaný nie len v elektroenergetike, ale aj v iných priemyselných odvetviach. Komunikácia je založená na sériovom prenose binárne kódovaných dát. Protokol IEC 60870-5 vychádza z modelu *master - slave* a špecifikuje dva užitočné funkcie pre systémy diaľkového ovládania, a to:

- **Report by exception (RBE)** – pre jednotku *master* napr. umiestnenú v centrálnom dispečingu je dôležité sa dozvedieť informácie čo najrýchlejšie ak sa na jednotke *slave* zmení hodnota premennej. RBE umožňuje vzdialenému *slave* zariadeniu požiadať o komunikáciu s *master* jednotkou. Podľa IEC 60870-5 má zariadenie *slave* schopnosť iniciovať napr. prenos informácie. Veličina (napr. stav výkonového vypínača) zmenila svoj stav z 0 na 1. Bez RBE by sa *master* dozvedel o zmene až vtedy, ak by vyslal požiadavku na *slave* o hlásení jeho stavu.
- **Časové značky** – pomocou tejto funkcie dokáže užívateľ alebo aplikácia k spracovaniu dát sledovať jednotlivé udalosti v rozvodni. Časová značka je pripojená k udalosti a podáva informáciu o čase kedy udalosť nastala. Skladá sa z časového údaju: rok-týždeň-deň v týždni-hodina-minúta-sekunda-stotina sekundy. Ak nastane udalosť v rozvodni väčšinou po nej sa odohráva ďalšia kaskáda udalostí. Podľa tejto časovej značky dokážeme rozpoznať, ktorá z udalostí bola prvá (príčina). [9]

Ďalej sa budeme bližšie zaoberať časťou IEC 60870-5-103, ktorá špecifikuje ďalšie spoločné štandardy pre informačné rozhranie ochrán.

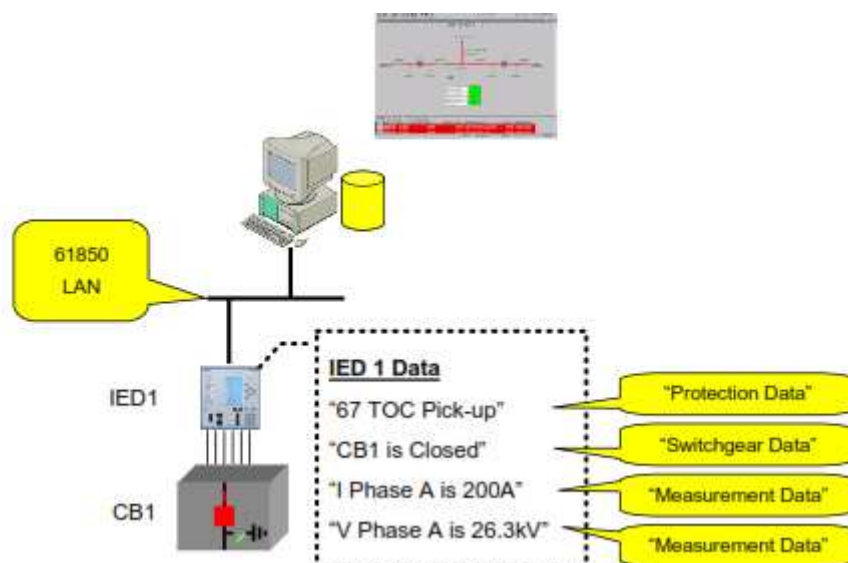
IEC 60870-5-103 je definovaný ako sprievodný štandard pre informačný element ochranného zariadenia. Zatiaľ čo vydanie štandardu IEC 60870-5-103 sa datuje od roku 1997, protokol a jeho korene v VDEW6 komunikačnom protokole sa datujú od 80-tych rokov. VDEW6 je protokol prezentovaný ako podmnožina IEC 60870-5-103, ale nikdy to nie je opačne. IEC 60870-5-103 definuje komunikáciu pre sériové nerovnomerné prepojenie. Komunikačná rýchlosť je definovaná buď ako 9600 alebo 19200 baud. [10]

Zariadenie pracujúce pomocou protokolu IEC 60870-5-103 môže byť interoperabilné a zameniteľné alebo iba interoperabilné. Interoperabilita znamená, že všetky vyžadované aplikačné dáta v zariadení, ktoré môžu byť kódované do IEC 60870-5-103 dátového typu môžu byť mapované do adresovaného priestoru (databázy) IEC 60870-5-103. Tieto dáta sú následne potvrdené pomocou IEC 60870-5-103 *mastra*. Zameniteľnosť znamená podporovanie aplikačných dát (informačné elementy), ktorých sémantika (význam jednotlivých jazykových jednotiek) je vopred definovaná pomocou IEC 60870-5-103 štandardu. Avšak iba veľmi limitovaný súbor aplikačných dát informačných elementov je zadaných pomocou štandardu. Taktiež si treba uvedomiť to, že tieto súbory dát sú hlavne definované iba pre samotnú funkciu chránenia IED. [10]

Princíp dátového mapovania pri IEC 60870-5-103 je, že procesné dáta v IED sa mapujú do privátnych typov funkcií a informačnej množiny. Hlavná úloha mapovania je, aby všetky procesné dáta patriace k tej istej funkcii boli navrhované v rovnakom type funkcie definovanej IEC 60870-5-103. Avšak toto mapovanie je príčinou problémov pri interoperabilite so staršími zariadeniami. Aj tento problém je však riešiteľný pomocou nového premapovania každého dostupného dátového procesného bodu. [10]

### 1.3.3 Dátová komunikácia využívajúca protokol IEC 61850

Namiesto delenia dát do typov I/O ako sú digitálne vstupné dáta, analógové vstupné dáta v prípade DNP 3.0 sa v IEC 61850 deje delenie dát v logickom zoskupovaní.



Obr. 4 Rozdelenie dát IED do skupín [4]



V príklade vyššie máme uvedené :

- Dáta chránenia (ochranné relé pripravené zareagovať)
- Dáta spínania (kontakty výkonového vypínača zopnuté)
- Dáta veličín (hodnoty napätia a prúdu)

### 1.3.3.1 Logické zoskupovanie

IEC 61850 definuje spolu 13 hlavných skupín pri logickom zoskupovaní. Úmyslom je tieto všetky dáta, ktoré sa používajú v staniách zoskupiť do jednej zo skupín. Každá zo skupín sa ďalej delí do logických uzlov. V tab. 1 je uvedených 86 rôznych typov logických uzlov. Každý z nich je zložený z dát reprezentujúcich rôznu špecifickú aplikáciu a sú zamerané na zabezpečenie oddelenia podkategórií dát, napríklad: skupina funkcií chránenia obsahuje 27 rôznych logických uzlov. Dáta z ochrán 21 a 51 (ANSI) budú mapované do príslušných PTOC a PDIS logických uzlov. [4]

Skupiny logických uzlov	Označenie	Počet
SystémDvé IDgické uzly	L	2
Funkcie chránenia	P	27
Príbuzné funkcie chránenia	R	10
OperátDrské riadenie	C	4
Generické referencie	G	3
PrepDjenie a archivDvanie	I	4
AutDmatické riadenie	A	4
Meranie	M	7
Spínanie	X	2
PrístrDJDvé transfDrkrátDry	T	2
VýkDnDvé transfDrkrátDry	Y	4
Ďalšie energetické zariadenia	Z	14
Senzory	S	3

PDIR – Smerovanie  
 PHAR–Harmonické obmedzenia  
 PSCH – Schéma chránenia  
 PDIS – Dištančná ochrana  
 PTUV – Podpäťová ochrana  
 .....

MMXU  
 MMTR  
 MMDIF  
 MMHAI

XCBR - Výk. vypínač  
 XSWI - Odpojovač

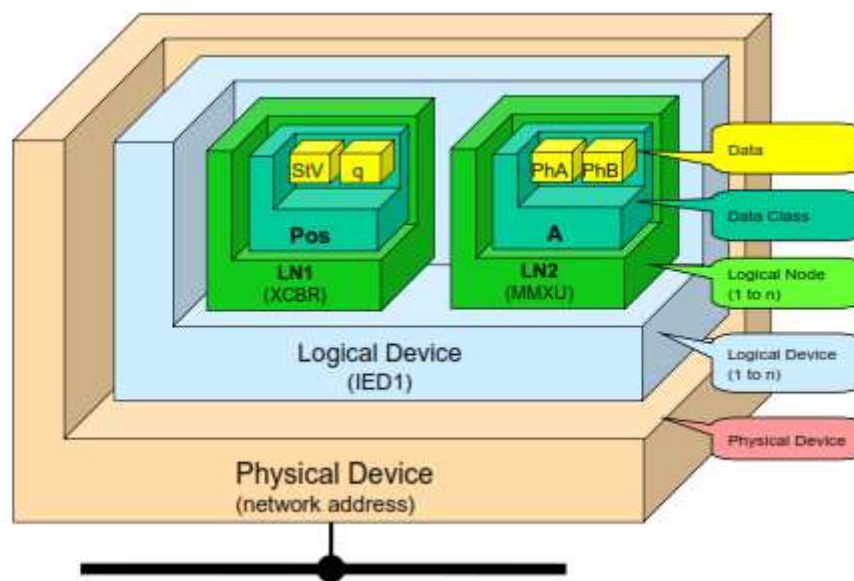
Tab. 1 Rozdelenie logických uzlov do skupín a ich označenie [4]

Ďalej sa delia dáta do tzv. dátových tried. Existuje 355 dátových tried, ktoré boli použité k zostrojeniu logických uzlov. Tieto dátové triedy sú rozdelené do 7 kategórii.

Dátové triedy	Počet
Systémové informácie	13
Informácie fyzických zariadení	11
Veličiny	66
Merané hodnoty	14
Riadiace dáta	36
Stavové informácie	85
Nastavenia	130

Tab. 2 Rozdelenie do dátových tried[4]

Pre ilustráciu ako sú zložené tieto zariadenia, logické uzly, triedy a dáta a ako sú mapované do reálnej podoby nám posluží nasledujúci obrázok obr. 5. Kontajner (fyzické zariadenie) pozostáva z jedného alebo viacerých logických zariadení, ktoré ďalej obsahujú jeden alebo viac logických uzlov. Tieto ďalej obsahujú preddefinovanú sadu dátových tried, ktoré obsahujú samotné dáta. Takto je prezentovaný dátový model v IEC 61850.



Obr. 5 Fyzické zariadenie a jeho členenie podľa koncepcie IEC 61850 [6]

Príklad ako vyzerajú jednotlivé dátové triedy a atribúty dát pre logický uzol výkonového vypínača XCBR sú zobrazené v nasledujúcich tabuľkách. V tab. 3 sú v prvom stĺpci popísané názvy jednotlivých elementov dátových tried, v druhom stĺpci sú tieto elementy zadelené do jednotlivých spoločných všeobecných dátových tried CDC (Common Data Class), ktoré sú presne zadefinované v IEC 61850-7-3. Tretí stĺpec slúži na krátky popis jednotlivých dátových tried a elementov. Písmenom T je označený štvrtý stĺpec, ktorý informuje o prechodnom charaktere dátovej triedy. V poslednom stĺpci je zaradenie dátových tried do skupín povinných (M) alebo

voliteľných (O). Napríklad dátová trieda Loc, ktorá patrí do typu všeobecnej dátovej triedy SPS (Single Point Status), nie je prechodná a je povinná. [6]

XCBR class					
Attribute Name	Attr. Type	Explanation		T	M/O
LNNName		Shall be inherited from Logical-Node Class (see IEC 61850-7-2)			
<b>Data</b>					
<i>Common Logical Node Information</i>					
		LN shall inherit all Mandatory Data from Common Logical Node Class			M
Loc	SPS	Local operation (local means without substation automation communication, hardwired direct control)			M
EEHealth	INS	External equipment health			O
EENName	DPL	External equipment name plate			O
OpCnt	INS	Operation counter			M
<i>Controls</i>					
Pos	DPC	Switch position			M
BlkOpn	SPC	Block opening			M
BlkCls	SPC	Block closing			M
ChaMotEna	SPC	Charger motor enabled			O
<i>Metered Values</i>					
SumSWARs	BCR	Sum of Switched Amperes, resetable			O
<i>Status Information</i>					
CBOpCap	INS	Circuit breaker operating capability			M
POWCap	INS	Point On Wave switching capability			O
MaxOpCap	INS	Circuit breaker operating capability when fully charged			O

**Tab. 3 Dátové triedy pre logický uzol výkonového vypínača[6]**

SPS class					
Attribute Name	Attribute Type	FC	TrgOp	Value/Value Range	M/O/C
DataName	Inherited from Data Class (see IEC 61850-7-2)				
<b>DataAttribute</b>					
<i>status</i>					
stVal	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE   FALSE	M
q	Quality	ST	qchg		M
t	TimeStamp	ST			M
<i>substitution</i>					
subEna	BOOLEAN	SV			PICS_SUBST
subVal	BOOLEAN	SV		TRUE   FALSE	PICS_SUBST
subQ	Quality	SV			PICS_SUBST
subID	VISIBLE STRING64	SV			PICS_SUBST
<i>configuration, description and extension</i>					
d	VISIBLE STRING255	DC		Text	O
dU	UNICODE STRING255	DC			O
cdcNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDA_M
cdcName	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDA_M
dataNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLN_M
<b>Services</b>					
As defined in Table 13					

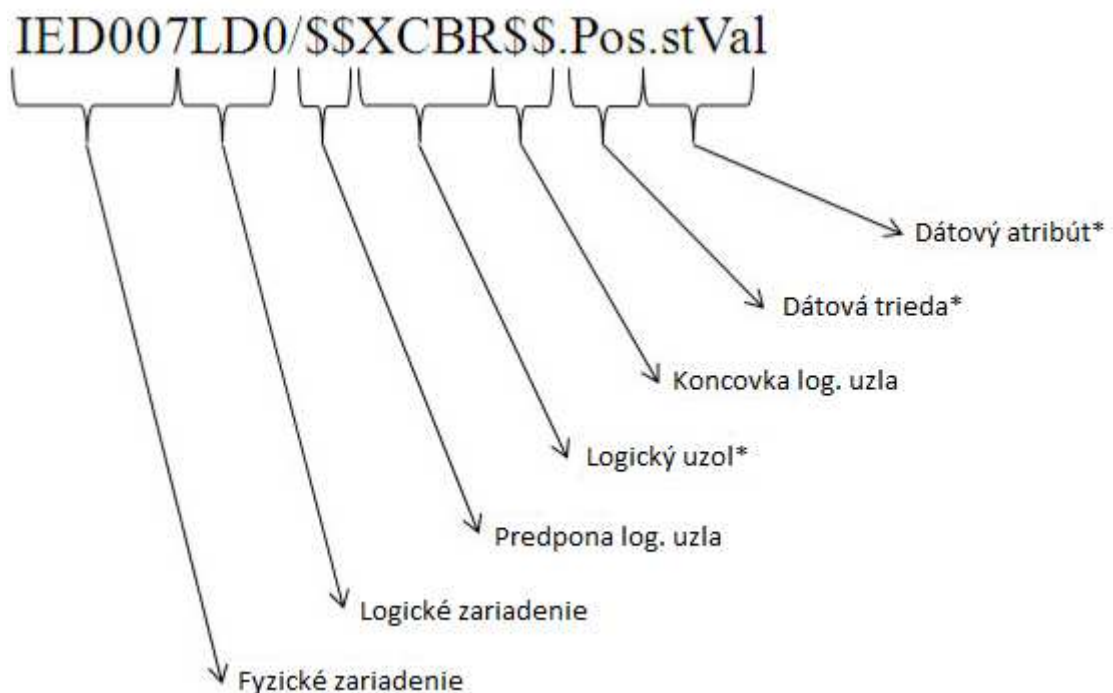
**Tab. 4 Dátové atribúty pre dátové triedy logického uzla [6]**

V tab. 4 sú zobrazené jednotlivé dátové atribúty dátových tried výkonového vypínača. V prvom stĺpci sú jednotlivé unikátne pomenovania dátových atribútov pre XCBR. Druhý stĺpec popisuje typy atribútov. Jednotlivé atribúty spoločných dátových tried sú rozdelené do kategórií podľa funkčného obmedzenia (FC), ktoré sú predstavované 3. stĺpcom. Štvrtý stĺpec TrgOp – Trigger option – možnosť spúšte popisuje stupeň kedy dôjde k vydávaniu alebo čítaniu dát. Predefinované hodnoty alebo rozmedzia hodnôt sú vyznačené v piatom stĺpci. Posledný, šiesty stĺpec poskytuje informáciu o charaktere atribútov dát, t.j. či daný atribút je povinný (M), voliteľný, opcia (O) alebo podmienený (C). Napríklad dátový atribút stVal obsahuje dáta typu

BOOLEAN, je funkčne obmedzený pre stavové atribúty (ST). Pre stVal je možnosť spúšťa (TrgOP) nastavená dchg (data-change) a je povinná pre stav SPS CDC. [6]

Bližšie budú všeobecné dátové triedy popísané v kapitole 1.4.

Stavba názvu objektu podľa IEC 61850 je ľahko zrozumiteľná pomocou dátového modelu, ktorý bol vyššie popísaný. Ku príkladu nám posluži obr. 6, v ktorom časti názvu dátového objektu označené „\*“ musia byť zadané podľa štandardu a ostatné časti môžu byť ľubovoľne pomenované výrobcom. Podľa IEC 61850 pozostáva názov objektu zo 62 znakov, medzi ktorými sú zahrnuté aj oddeľovače. Názov logického uzla môže pozostávať z 11 znakov vrátane oddeľovacej predpony a koncovky. [6]



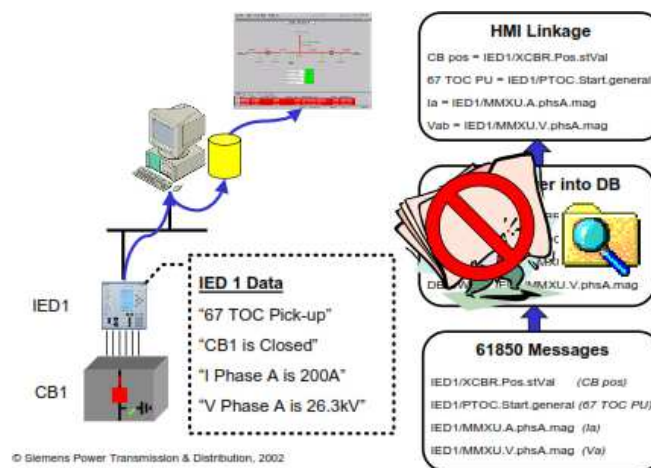
Obr. 6 Zostava označenia IED podľa koncepcie IEC 61850 [6]

### 1.3.3.2 Porovnanie komunikácie používajúcej DNP 3.0, IEC 60870-5 a IEC 61850 protokol

V kapitole 1.3.1 kde bol priblížený DNP 3.0 protokol má na HMI personál k dispozícii „cross-reference“ dáta, protokolom adresované informácie, ktoré poznajú ako sú navzájom prepojené dátové body s dátovými objektmi na jednej linke. V prípade IEC 61850 však HMI personál priamo vyhľadáva medzi zariadeniami a vyberá si dáta, ktoré potrebuje – tu nie je potreba stredných „cross-reference“ dát. Zvyšok systému ostáva nakonfigurovaný rovnako. Dáta z ostatných IED sú dostupné pre HMI a riadiacu

jednotku stanice pre začlenenie do jednotlivých liniek , archívy s históriou udalostí, riadenie postupnosti, logické programy, aplikácie automatizácie a i.. [4]

V kapitole 1.3.2 z popisu protokolu IEC 60870-5 vidíme, že komunikácia prebieha pomocou sériovej metódy, teda je potreba rozsiahleho káblového vedenia medzi jednotlivými zariadeniami na rozdiel s IEC 61850, ktorý používa na prenos informácií Ethernet. Ďalším porovnávacím hľadiskom je to, že informácie prenášané IEC 60870-5-103 obsahujú dáta, ktoré sú určené len na chránenie naproti čomu IEC 61850 je oveľa komplexnejší systém, teda prenášané informácie sa týkajú chránenia, merania, jednotlivých úkonov v rozvodni a i.



Obr. 7 Komunikácia v elektrickej stanici podľa protokolu IEC 61850 [4]

## 1.4 Všeobecné dátové triedy

Ako bolo spomenuté každá všeobecná dátová trieda CDC pozostáva z jedného alebo viacerých dátových atribútov zo špecifických dátových typov. Každý dátový typ je mapovaný do jednej špecifickej IOA – Informačnej objektivej adresy. Každá IOA priamo súvisí s konkrétnym typom ASDU – Jednotka dát aplikačnej služby. Mapovanie CDC do ASDU je uvedené v tab. 5.

### 1.4.1 Mapovanie všeobecných dátových tried

Všeobecné dátové triedy je možné rozdeliť do nasledujúcich skupín, kde bude bližšie popísané ich mapovanie a obsah jedného signálu.

<b>CDC (Typ dátového atribútu)</b>	<b>Typ ASDU</b>
<b>SPS</b> Single point status (Jednobitový stav)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 30 ako udalosť TI 1 ako časť GI
<b>DPS</b> Double point status (Dvojbitový stav)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 31 ako udalosť TI 3 ako časť GI
<b>INS</b> Integer status (Celočíselný stav)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 35 ako udalosť TI 11 ako časť GI
<b>ACT</b> Protection activation information (Informácia o aktivácii ochrany)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 39 ako udalosť
<b>ACD</b> Directional protection activation information (Informácia o aktivácii smerovej ochrany)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 40 ako udalosť
<b>SEC</b> Security violation counting (Načítanie narušenia zabezpečenia)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 37 ako udalosť TI 15 ako časť CI
<b>BCR</b> Binary counter reading (Snímanie dvojkového čítača)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 37 ako udalosť TI 15 ako časť CI
<b>MV</b> Measured value (Meraná hodnota)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI
<b>CMV</b> Complex measured value (Komplexná meraná hodnota)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI
<b>SAV</b> Sampled value (Vzorkovaná hodnota)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI
<b>WYE</b> Phase to ground related measured values in three phase system (Meranie fázovej hodnoty v trojfázovej sústave)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> cez <b>CMV</b> na TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI
<b>DEL</b> Phase to phase related measured values in a three phase system (Merané združené hodnoty v trojfázovej sústave)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> cez <b>CMV</b> na TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI

<b>SEQ</b> Sequence (Sekvencia)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> cez <b>CMV</b> na TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI
<b>HMV</b> Harmonic value (Hodnota harmonických)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI
<b>HWYE</b> Harmonic value for <b>WYE</b> (Hodnota harmonických pre WYE)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> cez <b>CMV</b> na TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI
<b>HDEL</b> Harmonic value for <b>DEL</b> (Hodnota harmonických pre DEL)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> cez <b>CMV</b> na TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI
<b>SPC</b> Controllable single point (Jednobitové pre riadenie)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 30 ako udalosť TI 1 ako časť GI <i>Riadenie smeru (príkaz):</i> TI 45 (bez časovej značky) alebo TI 56 (s časovou značkou)
<b>DPC</b> Controllable Double point (Dvojbitové pre riadenie)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 31 ako udalosť TI 3 ako časť GI <i>Riadenie smeru (príkaz):</i> TI 46 (bez časovej značky) alebo TI 59 (s časovou značkou)
<b>INC</b> Controllable Integer status (Celočíselný stav pre riadenie)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 35 ako udalosť TI 11 ako časť GI <i>Riadenie smeru (príkaz):</i> TI 49 (bez časovej značky) alebo TI 62 (s časovou značkou)
<b>BSC</b> Binary controlled step position information (Signalizácia dvojkovo riadenej polohy)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 32 ako udalosť TI 5 ako časť GI <i>Riadenie smeru (príkaz):</i> TI 47 (bez časovej značky) alebo TI 60 (s časovou značkou)
<b>ISC</b> Integer controlled step position information (Signalizácia celočísle riadenej polohy)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 32 ako udalosť TI 5 ako časť GI <i>Riadenie smeru (požiadavka):</i> TI 49 (bez časovej značky) alebo TI 62 (s časovou značkou)

<b>APC</b> Controllable analogue set point information (Informácie pre riadenie nastavovania analógových hodnôt)	<i>Sledovanie smeru (stav):</i> TI 36 ako udalosť TI 13 ako časť GI <i>Riadenie smeru (požiadavka):</i> TI 50 (bez časovej značky) alebo TI 63 (s časovou značkou)
<b>SPG</b> Single point setting (Jednobitové zadanie)	<i>Riadenie smeru (príkaz):</i> TI 45 (bez časovej značky) alebo TI 58 (s časovou značkou)
<b>ING</b> Integer status setting (Celočíselné zadanie stavu )	<i>Riadenie smeru (požiadavka):</i> TI 50 (bez časovej značky) alebo TI 63 (s časovou značkou)
<b>ASG</b> Analogue setting (Zadávanie analógových hodnôt)	<i>Riadenie smeru (požiadavka):</i> TI 50 (bez časovej značky) alebo TI 63 (s časovou značkou)
TI: = Typová identifikácia GI: = Celkové dotazovanie alebo staničné dotazovanie ASDU TI <100> CI: Počítadlo dotazovania ASDU TI <101>	

**Tab. 5 Všeobecné dátové triedy mapované do ASDU [11]**

Všeobecné dátové triedy **CURVE**, **DPL**, **LPL** a **CSD** nemôžu byť mapované do ASDU.

Poznámka: Mapovania sú zobrazované s časovou značkou a sú použiteľné pre monitorovanie informácií, ak sú odoslané ako udalosť. Ak sú informácie poslané ako časť GI (Celkové dotazovanie/Staničné dotazovanie) alebo CI (Počítadlo dotazovania) potom kompletne mapovanie je s výnimkou časovej značky. Všetky GI a CI dáta sú posielané bez časovej známky. [11]

## 1.4.2 Všeobecné dátové triedy pre stavové informácie

V nasledujúcich podskupinách všeobecných tried slúžiacich pre stavové informácie bude vzorovo zobrazená jedna tabuľka s dátovými atribútmi a ich hodnotami. Ďalej bude popísané čo obsahuje signál s dátovými atribútmi. Pri ostatných podskupinách by bolo zbytočné uvádzať ich kompletne tabuľky, keďže sú podobné ako v prvom prípade. V niektorých prípadoch sa však vyskytujú väčšie rozdiely.

### 1.4.2.1 CDC SPS – Jednobitový stav

Dátové atribúty všeobecnej dátovej triedy SPS sú popísané v nasledujúcej tabuľke, tab. 6 .



SPS class					
Attribute Name	Attribute Type	FC	TrgOp	Explanation and Value / Range	M/O
DataName	Inherited from Data Class (see IEC 61850-7-2)				
DataAttribute					
<i>status</i>					
stVal	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE   FALSE	M
t	TimeStamp	ST		Time value	M
q	Quality	ST	qchg	Quality	M

**Tab. 6 CDC: SPS – jednobitový stav [11]**

Signál obsahuje atribúty v zložení [stVal + t + q], ktorý je mapovaný do ASDU TI <30> „Informácie jednobitového stavu s časovou značkou CP56Time 2a“. Písmenom M - Mandatory v poslednom stĺpci je vyjadrená povinnosť uvedenia dátového atribútu v tejto triede.

#### 1.4.2.2 CDC DPS – Dvojbíťový stav

Pri DPS - dvojbíťovom stave signál obsahuje atribúty v zložení [stVal + t +q], ktorý je mapovaný do ASDU TI <31> „Informácie dvojbíťového stavu s časovou značkou CP56Time2a“.

#### 1.4.2.3 CDC INS – Celočíselný stav

Pri INS – celočíselnom stave signál obsahuje dátové atribúty v zložení [stVal + t + q] , ktoré sú mapované do ASDU TI <35> pod názvom „Meraná hodnota, vzorkovaná hodnota s časovou značkou CP56Time2a“.

#### 1.4.2.4 CDC ACT – Informácia o aktivácii ochrany

Dátové atribúty všeobecnej triedy ACT sú popísané v nasledujúcej tabuľke Tab. 7.

ACT class					
Attribute Name	Attribute Type	FC	TrgOp	Explanation and Value / Range	M/O
DataName	Inherited from Data Class (see IEC 61850-7-2)				
DataAttribute					
<i>status</i>					
general	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE   FALSE	M
phsA	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE   FALSE	O
phsB	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE   FALSE	O
phsC	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE   FALSE	O
neut	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE   FALSE	O
t	TimeStamp	ST		Time value	M
q	Quality	ST	qchg	Quality	M

**Tab. 7 CDC: ACT – Informácia o aktivácii ochrany [11]**

Signál obsahujúci [general + phsA + phsB + phsC + neut + t + q] je mapovaný do ASDU TI <39> „Zbalené štartovacie udalosti ochranných zariadení s časovou značkou

CP56Time2a“. Ako je možné si všimnúť v tejto tabuľke sa nachádza v poslednom stĺpci aj písmeno O – Optional, čo znamená, že údaj je opciou a je na výber jedna z možností.

Takéto mapovanie sa uskutočňuje pri 25 dátových triedach - všeobecné dátové triedy pre informácie s meraním, všeobecné dátové triedy pre informácie pre riadenie stavu, všeobecné dátové triedy pre riadenie analógových hodnôt, všeobecných dátových tried pre zadávanie stavov a pre všeobecné triedy pre zadávanie analógových hodnôt. Podobnou formou je zbytočné všetky uvádzať. Predchádzajúce príklady slúžia iba na pochopenie mapovania, obsahu jedného signálu a rozlíšenie pri atribútoch, ktoré sú povinné a ktoré opciou. Táto kapitola bola vypracovaná pomocou [11] a [5].

## **1.5 Dátové mapovanie**

Model objektu popisuje všetky dáta generované IED abstraktným spôsobom, zachováva priamy vzťah medzi funkciami, z ktorých vznikajú dáta. Za účelom prenosu týchto jednotne vytvorených dát bola definovaná služba na výmenu informácií. IEC 61850 používa koncept objektového orientovania nazvaný ASCI – služba abstraktného komunikačného rozhrania. ASCI je veľmi dobre použiteľný, pretože služby sú nezávislé od obsahu informácií a komunikačného protokolu. Tieto služby umožňujú všetkým IED správať sa identicky z hľadiska komunikačnej siete. Takto sú nezávisle popísané služby pre prenos dát a práve preto modely objektov a služby môžu byť mapované aj inými protokolmi.

V ASCI modeli sú dve skupiny komunikačných služieb. Prvá skupina používa model client/server, napríklad získanie dát týkajúcich sa veličín z IED. Druhá skupina používa peer-to-peer model GSE – Generická udalosť stanice. Tento model sa používa pre rýchlu komunikáciu medzi IED na úrovni polí a prenosom periodických vzorkových hodnôt. Tieto služby obsahujú komunikačné služby:

- Client/Server komunikácia
- Časovo kritické vzorky hodnôt
- Časovo kritické GOOSE správy

Komunikácia client/server pracuje ako služba, kde klient požaduje dáta od servera, ktorý mu ich ponúka. Server disponuje obsahom logického zariadenia, spoločným modelom, časovou synchronizáciou a prenosom súborov, ktorý je definovaný, ako aj prístupný a zrozumiteľný komunikačnej sieti. V systéme automatizovanej rozvodne SAS pri komunikácii client/server je prenášané prevažne veľké množstvo informácií,

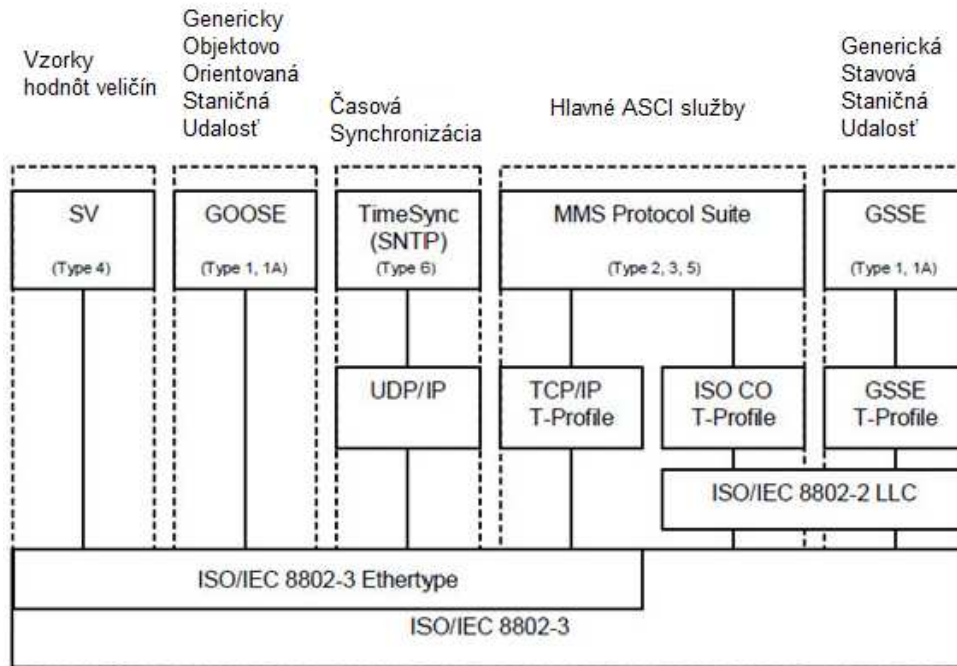
ktoré nie sú časovo kritické, napr. prenos konfiguračných dát do IED. Pri prenose časovo kritických dát sú štandardom IEC 61850 popísané dva druhy komunikačných služieb:

- Sampled Values-SV – vzorky hodnôt veličín pre informácie o meraní.
- GOOSE správy – pre rýchlu peer-to-peer komunikáciu medzi IED.

Vzorky hodnôt veličín sú správy súvisiace s prístrojovým vybavením a meracími zariadeniami rozvodne. Sú prenášané medzi procesnou úrovňou a úrovňou poľa. Vzorky veličín sú časovo kritické dáta, ktoré musia byť chronologicky usporiadané. Možná strata správ musí byť zistená. Tieto správy môžu byť zaslané ako unicast do jedného zariadenia alebo ako multicast do viacerých zariadení. Príkladom takejto komunikácie je zasielanie hodnôt prúdu z prístrojového transformátora prúdu do IED. [6]

Časovo kritické GOOSE správy sú definované pre rýchlu horizontálnu komunikáciu medzi IED. Prenášajú sa stavové a riadiace informácie medzi IED ako napríklad TRIP signál alebo blokovacie povely, aby boli dosiahnuté navrhnuté podmienky pre systém ovládania a chránenia. GOOSE správy sú prenášané pomocou multicast cez lokálnu sieť LAN zo všetkých IED, ktoré sú nastavené ako odosielatelia správ. Požiadavka pre rýchly prenos je preto adekvátne, pretože veľa systémov ovládania a chránenia požaduje rýchle zareagovanie zariadení. Samotným GOOSE správam sa budeme venovať neskôr v kapitole 1.6. [6]

Aby bolo možné komunikovať použitím OSI modelu komunikačnej služby musia byť mapované do reálnych komunikačných protokolov pomocou použitia rôznych komunikačných profilov.



Obr. 8 Prehľad funkcionalít a profilov v IEC 61850 [6]

V podstate v troch horných vrstvách OSI modelu IEC 61850 používa dva aplikačné profily: Pripojenie orientované na OSI a Strata pripojenia OSI. Pre štyri nižšie vrstvy modelu OSI sú použité 3 typy prenosových profilov: Pripojenie orientované na OSI, Pripojenie orientované na TCP a Strata pripojenia OSI. Aktuálne komunikačné profily môžu byť rozdelené do MMS a non-MMS profilov podľa IEC 61850-8-1. [7]

Pre komunikáciu client/server je použitý MMS protokol. Tento protokol bol originálne navrhnutý pre priemysel, no prišlo k zmene, pretože sa zistila jeho výhoda komplexného pomenovania a servisných modelov v IEC 61850. MMS je medzinárodný štandardizovaný systém správ pre výmenu dát v reálnom čase a informácií riadiacemu stredisku a medzi pripojenými zariadeniami a počítačovými aplikáciami. MMS pokrýva aplikačný profil OSI modelu a prenosová a sieťová vrstva pokrýva buď TCP/IP alebo ISO. Z hľadiska GOOSE správ komunikácie client/server je používaná iba na prenos GOOSE Control Block - GOOSE riadiaci blok, počas fázy konfigurovania IED pri inžinieringu. Pretože komunikácia client/server nemôže splniť požiadavky na reálny čas pri odosielaní GOOSE správ musí byť použitý iný komunikačný profil pre časovo kritické správy. [7]

Pre GOOSE komunikáciu sú použité profily non-MMS a Strata pripojenia OSI. To znamená, že spojenie medzi IED pred odoslaním nie je potvrdené. GOOSE správa je prsto len odoslaná do siete. Toto odosielanie je nevyhnutné pre dodržanie požiadaviek časovo kritických dát. Ako je na obr. 8 znázornené GOOSE správy sú mapované priamo

do Ethernetového dátového rámca, aby sme obmedzili procesný čas v stredných vrstvách OSI. Komunikačné profily pre služby GOOSE a GSE riadenie sú popísané v IEC 61850-8-1. Protokoly a služby pre OSI aplikačné profily podľa IEC 61850-8-1 sú v nasledujúcej tabuľke tab. 8.

OSI model layer	Specification			m/o
	Name	Service specification	Protocol specification	
Application	GSE/GOOSE protocol	See Annex A		m
Presentation	Abstract Syntax	NULL		m
Session				

**Tab. 8 Aplikačné profily pre GOOSE správy a GSE riadenie [6]**

Ako je v tabuľke uvedené špecifikácia GSE/GOOSE protokolu je prezentovaná v Prílohe A (Annex A) v IEC 61850-8-1 a základné kódovacie pravidlá pre prezentačnú vrstvu sú popísané v ISO/IEC 8824-1 a ISO/IEC 8825-1. Protokoly použité pre OSI transportný profil sú zobrazené v ďalšej tabuľke tab. 9. Vybrané protokoly zaisťujú to, že komunikácia na základe GOOSE spĺňa striktné požiadavky na peer-to-peer komunikáciu v reálnom čase medzi IED.

OSI model layer	Specification			m/o
	Name	Service specification	Protocol specification	
Transport				
Network				
DataLink	Priority Tagging/ VLAN	IEEE 802.1Q		m
	Carrier Sense Multiple Access with collision detection (CSMA/CD).	ISO/IEC 8802-3:2001		m
Physical (option 1)	10Base-T/100Base-T	ISO/IEC 8802-3:2001		c1
	Interface connector and contact assignments for ISDN Basic Access Interface. <sup>a</sup>	ISO/IEC 8877:1992		
Physical (option 2)	Fibre optic transmission system 100Base-FX	ISO/IEC 8802-3:2001		c1
	Basic Optical Fibre Connector. <sup>b</sup>	IEC 60874-10-1, IEC 60874-10-2 and IEC 60874-10-3		
<sup>a</sup> This is the specification for the 10BaseT connector. <sup>b</sup> This is the specification for the ST connector. c1 It is recommended to implement at least one of the two physical interfaces. Additional or future technologies may be used.				

**Tab. 9 Transportný profil pre GOOSE správy a GSE riadenie [6]**

V tejto tabuľke je možný výber pri fyzickej vrstve z dvoch možností. Možnosť číslo 1 zahŕňa klasický systém s Ethernetovým káblom (kovové vodiče) a konektormi. Pri druhej možnosti je použitý optický systém s použitím optických vodičov a konektormi.

Okrem služieb popísaných vyššie sa využívajú ešte profily: časová synchronizácia a generická stavová udalosť rozvodne GSSE zobrazených na obr. 8. Časová synchronizácia poskytuje generovanie času pre celú sieť, ktorý je použitý napríklad pri vzorkách hodnôt veličín a ich chronologickom poradí. Toto generovanie času v celej sieti používa SNTP, ktorý je mapovaný do ISO/IEC 8802-3 Ethernetového rámca pomocou UDP/IP protokolov. GSSE má podobné postavenie informácií ako GOOSE, ale je len zoznamom informácií v porovnaní s nastaviteľnými dátovými súbormi GOOSE. [7]

## 1.6 GOOSE správy

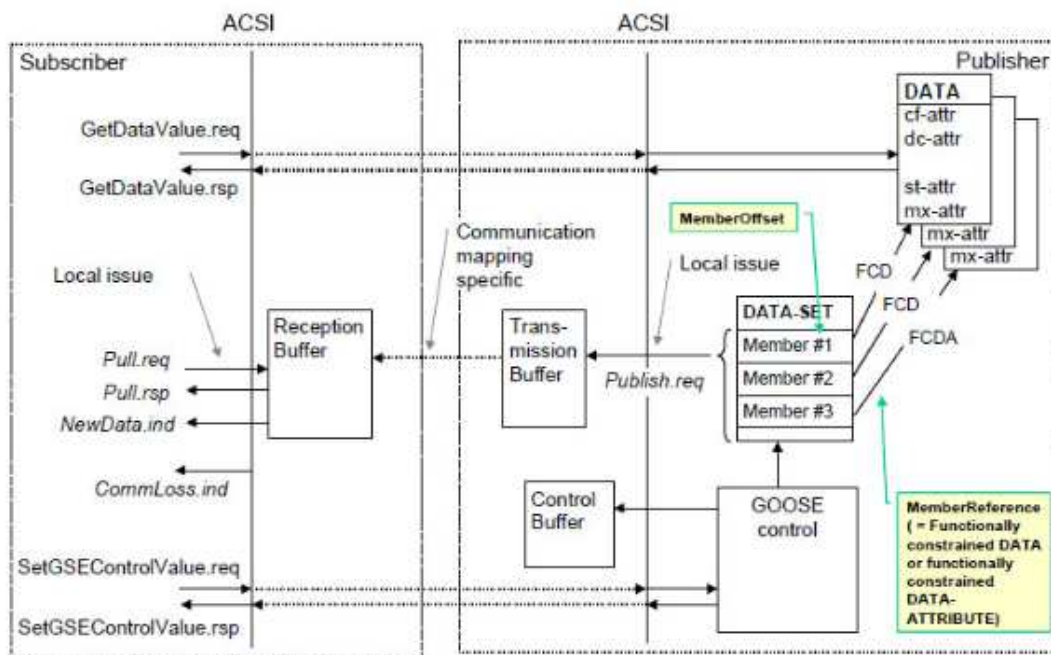
GOOSE správy sú užívateľom definovaný súbor dát, ktorý je „zverejnený“ na náhodnú detekciu v niektorej z používaných dátových položiek. Niektoré zariadenia v LAN, ktoré sa zúčastňujú na zverejňovaní dát môžu „prijímať“ zverejňované GOOSE správy a následne podľa potreby použiť iné dáta. GOOSE správa ako taká je správa tzv. „zverejnená-prijatá“. S binárnymi hodnotami zistí zmenu *False-To-True* alebo *True-To-False* prechodu. S analógovým meraním IEC 61850 definuje pásma necitlivosti (*deadband*), čím ak dôjde k zmene analógovej veličiny o viac ako je určené pásmom necitlivosti GOOSE správa so zmenou analógovej veličiny bude odoslaná. [8]

IEC 61850 vyžaduje aby bola použitá Ethernetová LAN ako komunikácia medzi ochranami v úrovni poľa. Logické I/O cez Ethernetovú komunikáciu sú použité na mieste tradičného vodičového prepojenia k výmene informácií medzi ochrannými IED. Informácia zaslaná pomocou siete môže zahŕňať pripojenie zariadenia I/O, stavy ochranného elementu a stavy programovateľnej logiky. Moderné prevedenia IEC 61850 uskutočňujú zasielanie správ medzi ochrannými relé v časoch medzi 1 až 2 ms. Taktiež IEC 61850 zahŕňa schopnosť výmeny analógových dát medzi úrovňami a v rovnakej správe sú tiež umiestnené aktuálne hodnoty prúdov, napätí, výkonov a i.. [8]

### 1.6.1 Výmena informácií

Výmena informácií pomocou GOOSE správ je stanovená použitím špecifického GSE modelu. Tento model poskytuje možnosť rýchlej a spoľahlivej výmene informácií z I/O dát v celom systéme. GSE model predstavuje účinnú metódu pre súčasné dodanie rovnakej generickej staničnej informácie pre viac ako jedno fyzické zariadenie a to použitím služby multicast. Podľa štandardu GSE model sa zúčastňuje na výmene hodnôt a zberu dátových atribútov. Sú dve rôzne typy správ definovaných štandardom,

ktoré využíva GSE model. GSSE správa je využívaná na prenos informácií o zmene stavu, čo predstavuje pár bitov. Správy GOOSE poskytujú širokú škálu dátových atribútov organizovaných do dátového súboru. Hlavný rozdiel medzi týmito dvoma druhmi správ je ten, že GSSE poskytuje jednoduchý zoznam stavových informácií, kdežto GOOSE poskytuje flexibilnú kombináciu informácií organizovaných do dátového súboru. Takže v GOOSE informácie, ktoré potrebujeme k výmene môžu byť zadané užívateľom. Aktuálna výmena informácií je založená na mechanizme „vysielač/účastník“. [6]



Obr. 9 Prehľad tried a služieb modelu GOOSE [6]

Ako znázorňuje schéma na obr. 9, v dátovom súbore, kde je skupina dátových atribútov so špecifickými funkciami vymedzenými napr. pre stav st-attr. Pre každý z týchto dátových atribútov v dátovom súbore sa nazýva člen „Member“ dátového súboru s členskou referenciou „MemberReference“. Číslovanie členov sa začína od čísla 1. Ak sa jeden z týchto dátových atribútov zmení, tak vysielač zapíše zmenu hodnoty do prenosového zásobníka „TransmissionBuffer“. Hodnota sa preniesie ako GOOSE správa k účastníkovi (alebo účastníkom) pomocou lokálnej služby Publish.req. Komunikačné mapovanie špecifickej služby preniesie hodnotu do zberného zásobníka „ReceptionBuffer“ u účastníka, odkiaľ je ďalej signalizovaná napríklad na vykonávanie ďalšej požiadavky. [6]

Z praktického hľadiska to znamená, že konkrétny GOOSE riadiaci blok GOCB musí byť nakonfigurovaný pre každú GOOSE správu. Tento riadiaci blok obsahuje

informácie, ktoré dátový súbor potrebuje k prenosu. GOCB špecifikuje MAC adresy pre oba, destináciu - *účastník* a zdroj – *vysielač* GOOSE správy. Aktuálne adresovanie GOOSE správ je vykonávané cez MAC adresovanie. Adresa destinácie GOOSE správy obsahuje multicast MAC adresu, zatiaľ čo adresa zdroja GOOSE správy obsahuje unicast MAC adresu. Odporúčané zloženia a obmedzenia MAC adries sú predstavené v tab. 10. Prvé tri oktety sú definované pomocou IEEE a sú 01-0C-CD pre GOOSE a GSSE správy. Štvrtý oktet v MAC adrese definuje typ správy. Hodnota 01 sa používa pre GOOSE správy. Posledné dva oktety sú použité pre individuálne adresovanie rôznych typov správ.

Service	Recommended address range assignments	
	Starting address (hexadecimal)	Ending address (hexadecimal)
GOOSE	01-0C-CD-01-00-00	01-0C-CD-01-01-FF
GSSE	01-0C-CD-02-00-00	01-0C-CD-02-01-FF

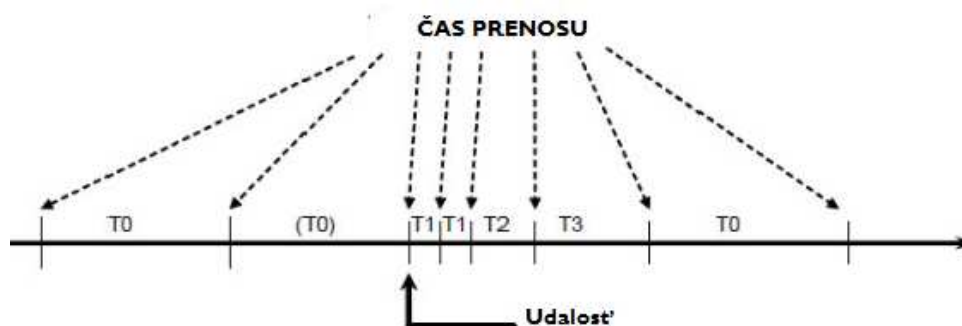
**Tab. 10 Stavba MAC adries pre GOOSE správy a pre GSSE [6]**

Špecifické trojciferné hexadecimálne identifikačné číslo VLAN je taktiež časťou GOCB a je v rozsahu od 000 do FFF. Používa sa na označenie GOOSE správ v VLAN, ktoré boli odovzdané. Priorita GOOSE správy môže byť určená pomocou špecifického VLAN čísla určujúceho prioritu, ktorého hodnota v desiatkovej sústave môže byť v rozsahu od 1 do 7. Správy s prioritou od 1 do 3 sú správy s nižšou prioritou a od 4 do 7 s vyššou prioritou. Taktiež časťou GOCB je identifikačné číslo aplikácie APPID. Je to unikátne hexadecimálne číslo pre GOCB v rámci siete. Identifikuje dátový súbor a správu GOOSE. APPID je v rozsahu od 0000 do 3FFF. [6]

### 1.6.2 Čas prenosu GOOSE správ

Ako bolo už spomenuté správy GOOSE prichádzajú viacnásobne vo veľmi rýchlych intervaloch. Početnosť prenosu je zobrazená na obr. 10, kde vertikálne čiary symbolizujú GOOSE správy posielané odosielateľom.[6]





- T0** - Prenos v stabilnom stave (žiadna udalosť sa dlhší čas neudiala)
- (T0)** - Prenos v stabilnom stave, ktorý môže byť skrátený udalosťou
- T1** - Najkratší čas prenosu po udalosti
- T2, T3** - Prenosové časy po dosiahnutí stabilného stavu

**Obr. 10** Zobrazenie zasielania GOOSE správ [6]

Ak sa dáta nemenia GOOSE správa je prenášané periodicky podľa nastavenia MaxTime. Periodický prenos umožňuje monitorovanie GOOSE komunikácie. Ak jeden alebo viacero dátových atribútov sa zmení v GOOSE dátovom súbore, prvá zmena obsahujúca aktualizované dáta je zaslaná v nakonfigurovanom MinTime. Po prvom prenose je zaslaná rovnaká GOOSE správa toľkokrát, dokým nie je dosiahnutý stabilný stav T0. Takto je umožnený dohľad nad GOOSE komunikáciou, ktorý by nebol možný pri použití riešenia pomocou klasických medených vodičov spájajúcich I/O. Prijímač môže zachytiť stratu komunikácie, ak periodicky zaslaná správa zmizne. Aktuálna detekcia straty komunikačného spojenia je zaznamenávaná do parametru nazývaného TimeAllowedToLive. Vzťah medzi týmto parametrom a MaxTime nie je definovaný štandardom, a preto ho špecifikuje výrobca pri svojich produktoch. MinTime a MaxTime sú definované v GOCB. Hodnoty pre MinTime a MaxTime sú konkrétne zadané, napríklad 10ms (MinTime) a 1000ms (MaxTime). [6]

## 2 Aplikácia GOOSE správ pri komunikácii medzi IED

Vertikálna komunikácia je jednou z najdôležitejších častí v automatizovaných elektrických stanicích. Kladú sa na ňu vysoké nároky, čo sa týka presnosti a rýchlosti, pretože často od týchto dvoch aspektov závisí dodávka elektrickej energie k odberateľovi, či distribútorovi, ale aj ochrana zariadení, ktoré by vplyvom zlého nastavenia ochrán mohli byť poškodené alebo by mali za následok poškodenie ďalších zariadení nie len v stanici, ale aj mimo nej.

### 2.1 Elektrické stanice

Elektrické stanice sú zariadenia, ktoré majú funkciu uzla v elektrizačnej sústave. Podľa hlavnej funkcie ich môžeme rozdeliť na:

- Transformovne – zabezpečenie zmeny napätia prenášanej el. energie pri nezmenenej frekvencii.
- Meniarne – zabezpečenie zmeny druhu prúdu alebo frekvencie prenášanej el. energie. Usmerňovacie stanice menia striedavý na jednosmerný prúd. Premena jednosmerného prúdu na striedavý sa uskutočňujú v striedacej stanici.
- Spínacie stanice – rozdelenie vstupnej elektrickej energie o rovnakom napätí do viacerých vetiev elektrickej siete. Ojedinele býva takáto stanica samostatná a kombinuje sa najčastejšie s transformovňou.
- Kompenzovne – zabezpečujú zmenu parametrov prenášanej elektrickej energie a to vyrovňavanie jalových zložiek striedavého elektrického prúdu. Taktiež sa využívajú pri regulácii napätia zmenou jalového výkonu a na kompenzovanie účinníka. Taktiež ako spínacie stanice sa kombinujú najčastejšie s transformovňami.[12]

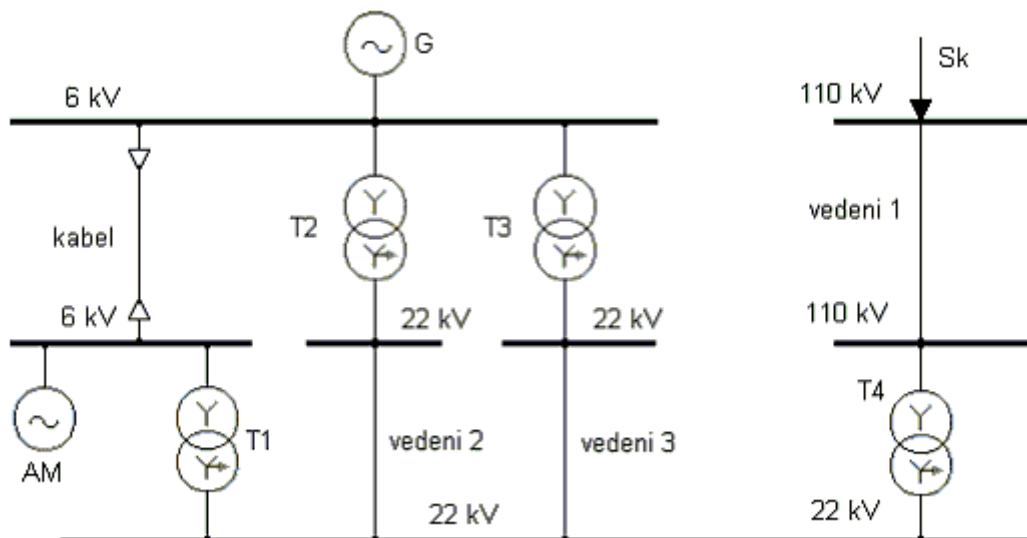
Ďalším rozdelením staníc je podľa začlenenia do elektrizačnej sústavy, čím sa určuje ich dôležitosť. Takto môžeme rozdeliť elektrické stanice na:

- Elektrické stanice výrobné – tieto stanice sú vlastne transformovne, ktoré do elektrizačnej siete privádzajú vyrobenú elektrickú energiu a transformujú napätie elektrickej energie dodávanej alternátormi na napätie siete, na ktorú sú pripojené.

- Uzlové elektrické stanice – predstavujú spínacie stanice, ktoré vytvárajú spoločný bod medzi vetvami okružnej sústavy a rozdeľujú elektrickú energiu s rovnakým napätím.
- Transformačné stanice – ich úlohou je spojenie jednotlivých sústav s rôznym napätím a na transformáciu napätí. Sú často spájané s uzlovými stanicami.
- Distribučné elektrické stanice – delia elektrickú energiu, transformujú napätie a dodávajú elektrickú energiu k spotrebným centráram.
- Priemyslové elektrické stanice – ich úlohou je rozdelenie elektrickej energie v priemyselnom podniku priamo k jednotlivým spotrebičom alebo rozvádzačom a taktiež transformujú napätie na NN. Tieto stanice môžu tiež zabezpečovať vlastnú spotrebu elektrární a ostatných typov elektrických staníc.[12]

Súčasťou elektrickej stanice je jedno alebo viac rozvodných zariadení. Sú to zariadenia na:

- rozvod elektrickej energie,
- istenie elektrických obvodov,
- meranie a kontrolu elektrických prístrojov,
- spínanie a prepínanie elektrických obvodov.[12]



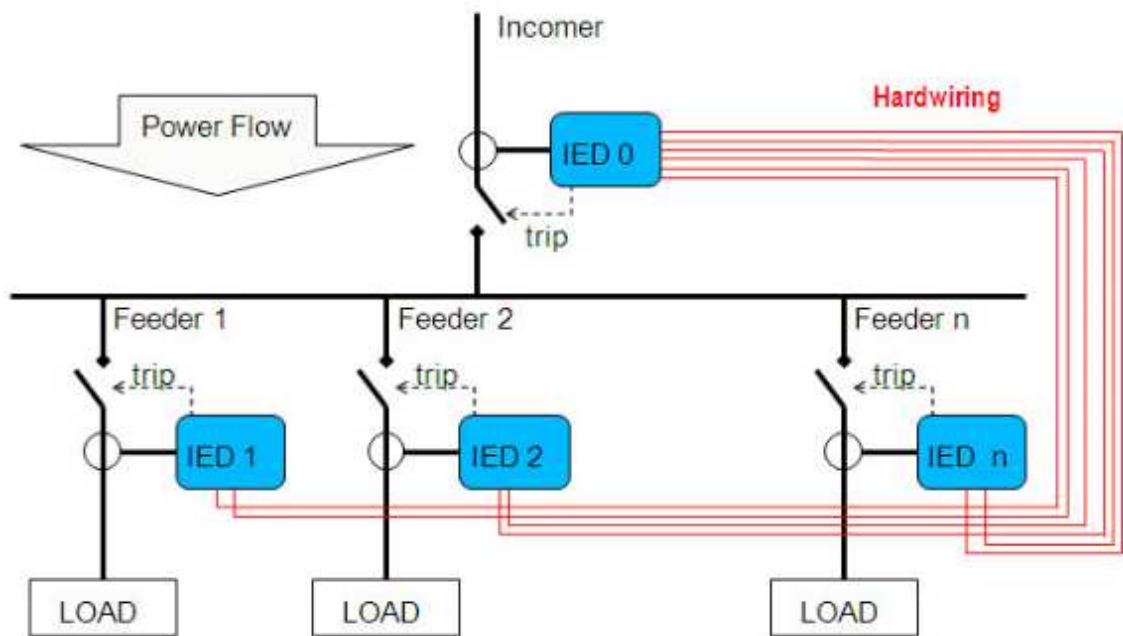
Obr. 11 Príklad elektrizačnej siete a rôznych napät'ových hladín

Na obrázku vyššie sú zobrazené niektoré napät'ové hladiny časti elektrizačnej siete. Sk predstavuje vstupné vedenie z ostatnej časti elektrizačnej sústavy, ktorá je tvorená napr. distribučnou sústavou a vedením je privedená na prípojnice rozvodne ,

kde sa transformuje na napätie 22kV transformátorom T4. Tento prívod budeme pokladať ako záložný systém pri vypadnutí druhej časti, ktorú tvorí generátor G, ktorého výkon je vyvedený na prípojnice napät'ovej hladiny 6kV. Následne je transformované napätie od generátora G pomocou transformátorov T2 a T3 na napätie 22kV a vedením privedené na spoločný systém prípojnic s vstupom z vonkajšej distribučnej siete. Napätie 6kV je použité i k napájaniu 6kV asynchrónneho motora (AM) pomocou káblového vedenia. Od prípojnice z ktorej je napojený AM, je ďalej 6kV transformovaných na 22kV pomocou transformátora T1 a vyvedených na spoločný systém prípojnic. Pri takomto zapojení je dôležitá ochrana jednotlivých transformátorov, motorov, vedení. Uvažujeme, že záložné vedenie 110kV sa pripája pri strate výkonu generátoru, jeho strate synchronizmu, či inej poruche, ktorá by mala za následok výpadok na spoločnom systéme prípojnic napät'ovej hladiny 22kV. Okrem týchto vyobrazených zariadení sa nachádzajú v tomto systéme i výkonové vypínače, odpojovače, prístrojové transformátory napätia a prúdu či iné zariadenia slúžiace na bezproblémovú prevádzku. Takéto zapojenie a požiadavky si vyžaduje dokonalú komunikáciu medzi jednotlivými ochrannými, monitorovacími, meracími zariadeniami, aby pri náhodnej poruche bol systém v dostatočne rýchlom čase napojený na záložný systém bez prerušenia. Tieto požiadavky je možné splniť len pomocou rýchleho a spoľahlivého prenosu informácií k zariadeniam, v našom prípade zariadeniam IED.

## **2.2 Konvenčné riešenie komunikácie medzi IED**

Výmena informácií medzi zariadeniami na úrovni poľa je v tomto prípade konvenčne realizované pomocou prepojenia vodičmi. Tým sa myslí prenos akejkoľvek informácie k inému IED zariadeniu je realizovaný pomocou prepojenia jednotlivých výstupných kontaktov vysielacieho IED zariadenia so vstupnými kontaktmi prijímacieho zariadenia. Funkcionalita vstupov je nakonfigurovaná v prijímacom IED pomocou použitia konfiguračného softvéru. Princíp prepojenia pomocou vodičov je ten, že pre každý iný prenášaný signál je vytvorené samostatné prepojenie medzi zariadeniami. Keďže v stanici je množstvo spínacích zariadení, ktoré získavajú povely od IED, je toto riešenie obmedzujúce v počte vstupov na jednotlivý spínací prvok a taktiež aj počtom vstupov a výstupov jednotlivých IED zariadení. [7]



Obr. 12 Príklad horizontálnej komunikácie pomocou prepájania vodičmi [7]

Na vysvetlenie komunikácie použijeme jednoduchú schému pre blokovanie zobrazenú na obr. 12. Ak v niektorom z polí IED zariadenie, napríklad IED 1 v poli 1, detekuje nadprúdovú udalosť, potom je vyslaný štartovací signál nadprúdovej ochrany a prenesený k zariadeniu IED 0, pomocou vodičov naznačených na obrázku červenou farbou. Tento signál môže byť použitý k blokovaniu rýchleho stupňa nadprúdovej ochrany v IED 0 na prívode a následnému odstráneniu poruchy vyslaním vypínacieho signálu zariadením IED 1 v poli 1. Bez blokovacej logiky IED 0 detekuje nadprúd a pošle vypínací signál, ktorý by následne prerušil prívod elektrickej energie pre všetky polia s IED. Takéto blokovania dokážu zmenšiť rozsah oblasti ovplyvnenou poruchovou udalosťou. Na to, aby aplikácia blokovania bola účinná a správne pracovala je nutné pospájať pomocou vodičov všetky IED v poliach, aby pomocou nich bolo možné vyslať nadprúdové štartovacie signály. Toto riešenie je však príliš náročné na montáž a kabeľáž.

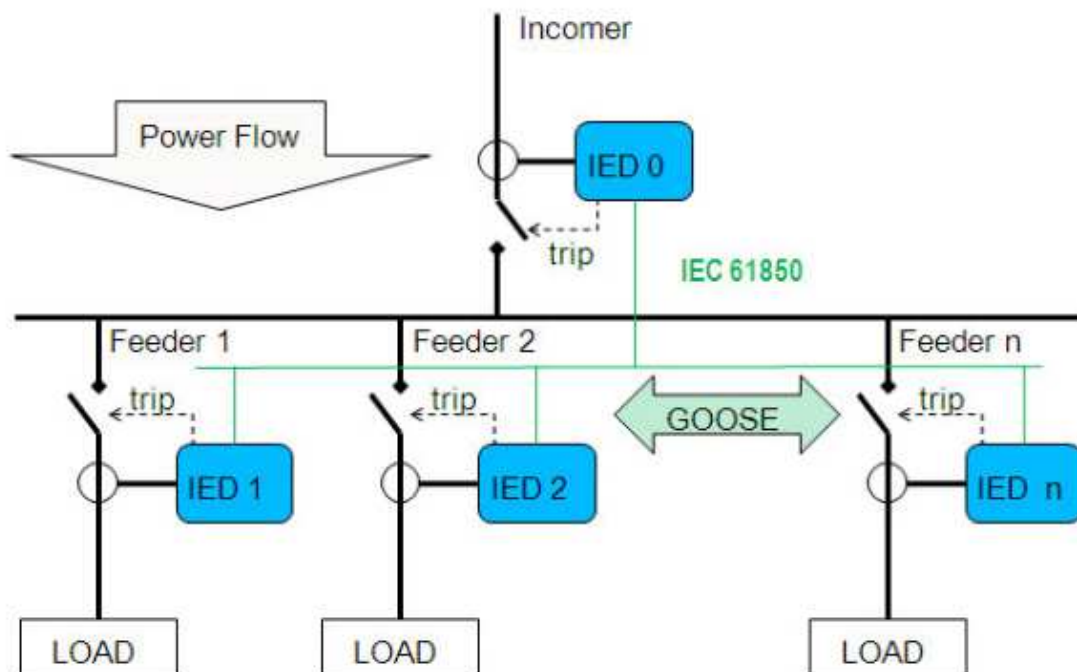
Ak by sa počet IED zvýšil bol by počet individuálnych prepojení nadmerne veľký, pretože je nutné vytvoriť nové cesty pre výmenu informácií medzi novými a starými zariadeniami, aby boli zachované podmienky blokovania. V rámci SAS je oveľa viac iných aplikácií, ktoré si vyžadujú horizontálnu komunikáciu medzi IED zariadeniami. Typickými signálmi na úrovni poľa, napríklad v rozvádzači pre jedno pole, medzi výkonovým vypínačom, odpojovačom alebo zemnými nožmi sú predovšetkým dôležité stavové signály. Vodičové prepájanie sa používa pre signalizáciu od alebo k externým

systemom, napríklad RTU alebo iným automatizačným systémom, ako aj signály medzi poľami, napät'ovými, prúdovými a výkonovými meraniami, ktoré sú takto prenášané. [7]

Takéto riešenie je v konečnom dôsledku náročné na kabeláž, priestor uloženia káblov, zložitosť schémy a vznik komplikácií, pri rozširovaní stanice. Najväčším faktorom, ktorý v konečnom dôsledku donútil výrobcov k riešeniu týchto problémov boli finančné náklady.

### 2.3 Riešenie pomocou GOOSE správ

Účelom GOOSE správ je nahradiť signály prenášané po samostatných prepojeniach pomocou jednoznačného pomenovania všetkých elementov dát a následne sú tieto dáta prenášané pomocou Ethernet siete po staničnej zbernici. Toto riešenie je zobrazené na obr. 13, kde je použitá podobná schéma zapojenia ako v predchádzajúcej kapitole, no s riešením pomocou GOOSE správ. Použitie GOOSE správ je dosiahnuté používaním objektového modelu staničnej informácie, ktorá je popísaná v IEC 61850-7-4. Ak je použitý objektovo orientovaný dátový model, tak potom každý dátový atribút bude mať unikátny názov v celej elektrickej stanici a tým zariadenia vysielajúce a prijímajúce tieto dáta budú vedieť kde vznikli. Dáta potrebné pre niektoré aplikácie sú organizované a prenášané ako GOOSE správy. [7]



Obr. 13 Príklad horizontálnej komunikácie pomocou GOOSE [7]

Konfigurácia GOOSE správy sa vykonáva pomocou špeciálnych softvérových nástrojov. Požadované dátové atribúty sú pripojené do dátového setu a tento dátový set je konfigurovaný na zaslanie ako GOOSE správa. Zasielanie dátových setov cez GOOSE si vyžaduje špeciálny GOOSE Control Block, kde sú prezentované dôležité informácie týkajúce sa prevádzky GOOSE správ. Zariadenia, ktoré prijímajú GOOSE správu sú taktiež definované v konfiguračnom procese. Informácia zaslaná cez GOOSE potrebuje, aby bola vo vysielacom IED nakonfigurovaná k správne vykonávaniu požadovaných funkcií u prijímacieho IED. Ak je konfigurácia ukončená informácie o SCD súbore sú zaslané samostatne do ďalších IED. Všetky IED v elektrickej stanici, ktoré potrebujú túto informáciu musia byť schopné pomocou ich softvérových nástrojov importovať SCD súbor do IED cez sieť. Konečné fyzické prepojenie je tvorené Ethernetovými switch-mi a sieťovým prepojením medzi IED v stanici.

## 2.4 Výhody GOOSE správ

Rozsiahle prepojenia medzi IED pomocou vodičov, pomocou ktorých sa šíria signály po elektrickej stanici, zvyšujú náklady pre rozvádzačové systémy v staniciach. V nasledujúcej tabuľke tab. 11 je znázornený počet jednotlivých prepojení v štandardnom rozvádzačovom systéme pre sieť VN s desiatimi poľami. Keďže je takéto vyhotovenie rozsiahle, čo sa týka nákladov i priestoru, je zrejmé, že aplikácia GOOSE správ v systéme zredukuje náklady na elektrickú stanicu.

Počet I/O prepojení	Ochrana - ovládacie zariadenia	Ďalšie zariadenia	Spolu
Signály pre polia	104	116	220
Automatizačný systém	85	47	132
Ďalšie externé systémy	383	252	635
Spolu	572	415	987

Tab. 11 I/O prepojenie v konvenčnom riešení pri VN rozvádzačovom systéme [7]

Veľkou výhodou riešenia pomocou GOOSE je to, že komunikácia je monitorovaná. Ako bolo uvedené v kapitole 1.6.2 GOOSE správy sú odosielané periodicky aj vtedy, ak k žiadnej udalosti nedošlo. Ak by takáto periodicky zasielaná správa bola stratená, strata v horizontálnej komunikácii je detekovaná. Pri konvenčnom riešení prepojenia I/O zlyhanie komunikácie môže byť zaznamenané až počas pravidelnej kontroly alebo pri zlyhaní aplikácie v systéme. Pravidelné kontroly sa

v takýchto systémoch robia vo veľkých intervaloch (mesiace, roky) a monitorovaná časť musí byť odstavená z prevádzky. Pri komunikácii založenej na GOOSE správach je chyba zaznamenaná v sekundách, v závislosti od IED. Ďalšou výhodou je jednoduchá rozšíriteľnosť staničného automatizačného systému bez zložitého prepájania I/O medzi IED. Nové prepojenie sa vyhotovuje len medzi procesnými zariadeniami a ostatnými IED. Takéto nové aplikácie alebo modifikácie existujúcich aplikácií sú implementované bez veľkého počtu prepojení, pretože na prenos GOOSE správ postačuje Ethernetové prepojenie.

## 2.5 Aplikácia GOOSE správ

V tejto podkapitole budú bližšie popísané rôzne ochranné a riadiace aplikácie, ktoré sú realizované použitím GOOSE komunikácie. Každá aplikácia je najprv popísaná všeobecne a následne sú prezentované funkcie a signály potrebné pre GOOSE riešenie. Funkcie a signály sú definované podľa štandardu IEC 61850. V nasledujúcej tabuľke tab. 12 sú tieto jednotlivé signály prezentované. Tabuľka pozostáva z názvu IED, ktoré GOOSE posiela, názvu prijímacieho IED GOOSE správu, ktorý obsahuje aj funkčný blok vstupu, ktorý GOOSE signály potrebujú k spojeniu. V treťom stĺpci je všeobecný popis signálu a v poslednom stĺpci je tvar dátových atribútov. Podčiarknuté časti názvu cesty sú definované štandardom, zatiaľ čo ostatné časti môžu byť volené podľa výrobcu. Dátové atribúty pre každý signál boli nájdené skúmaním vhodného logického uzla pre aplikácie zo štandardu IEC 61850. Tým že sa skúma zoznam dátových tried definovaných pre LN sú vyberané správne dátové objekty. Podobne pre dátové triedy sú definované tabuľky s dátovými atribútmi, z ktorej sa vyberajú správne atribúty pre každý jeden signál. Pretože názvy LN, všeobecných dátových tried a dátových atribútov sú definované štandardom je veľmi jednoduché ich nájsť v IED komunikačnom a konfiguračnom softvéri. [7]

Zariadenie vysielajúce	Zariadenie prijímajúce	Popis signálu	Dátové atribúty
Názov vysielajúceho IED	Názov prijímacieho IED <i>Funkčný blok vstupu</i>	Všeobecný popis	LD.\$ <u>LN</u> \$. <u>DátováTrieda</u> . <u>DátovýAtribút</u>

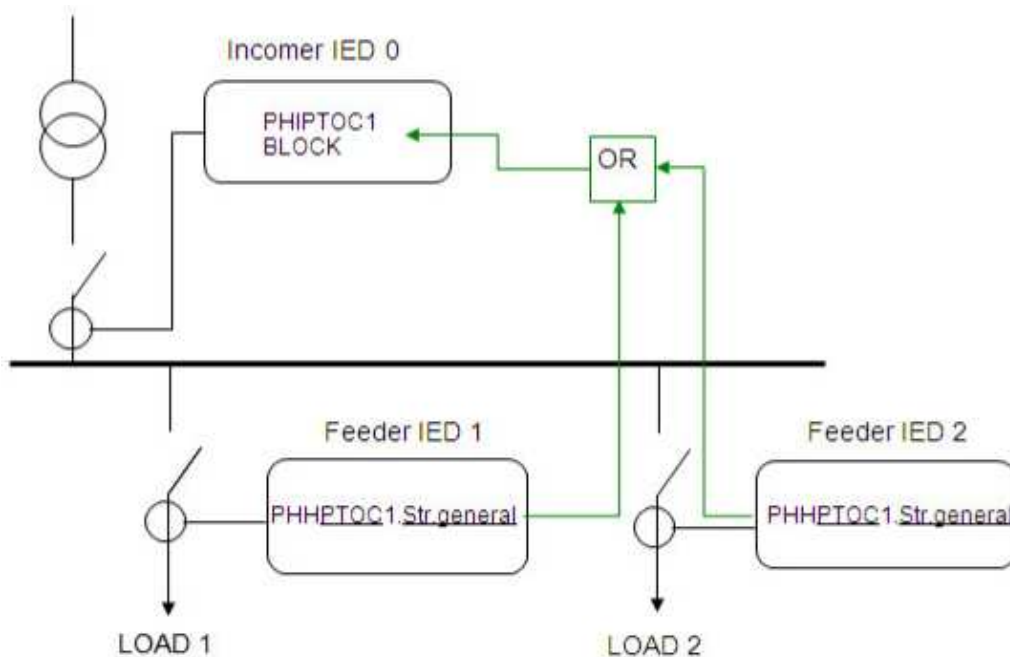
Tab. 12 Vzorová tabuľka signálu



## 2.6 Blokovanie

Aplikácia blokovania sa využíva na obmedzenie poruchy v systéme na čo najmenšiu možnú oblasť. Jednou z typických aplikácií je spätné blokovanie, ktoré sa využíva pre veľmi rýchle prípojnicové ochrany. Pri spätnom blokovaní je okamžitý stupeň nadprúdovej ochrany nadradeného vstupného IED blokovaný podriadeným IED poľa, ktoré zapôsobí a izoluje vzniknutú poruchu. Blokovaním rýchlej operácie na vstupnom IED je vplyv poruchy limitovaný na jedno pole linky, kde táto porucha nastala. Ak IED poľa nemôže izolovať vzniknutú poruchu, potom vstupné IED poruchu dokáže odstrániť po nadeinovanom oneskorenom čase nižšieho stupňa napr. nadprúdovej ochrany. Blokovací signál je prenášaný v opačnom smere v porovnaní s tokom energie, čo vysvetľuje pomenovanie „*spätné blokovanie*“. Ak by sme použili klasické riešenie s prepojením I/O bolo by potrebné samostatné prepojenie pre prenos blokovacieho signálu od každého IED vo všetkých poliach stanice k vstupnému IED. Pri rovnakej aplikácii, no s využitím GOOSE správ sú blokovacie signály zasielané pomocou týchto správ. V štandarde IEC 61850 je definovaný logický uzol PTOC pre časovú nadprúdovú ochranu. V závislosti od proprietárnych riešení môže mať logický uzol PTOC viac ako jednu funkciu s odlišnými operačnými časovými charakteristikami.

V nasledujúcom príklade na obr. 14 je uvedené riešenie spätného blokovania využitím IED REF615 od firmy ABB, ktoré má štyri PTOC stupne pre nesmerovanú nadprúdovú ochranu. V návode od zariadenia je možné zistiť ako sú tieto stupne pomenované a to: PHLPTOC1, PHHPTOC1, PHHPTOC2 a PHIPTOC1. Názvy sú odvodené od anglických výrazov a teda predstavujú tieto stupne chránenia: nižší stupeň, dva vyššie stupne a jeden okamžitý stupeň chránenia. Nasledujúca schéma na obr. 14 predstavuje využitie týchto stupňov nadprúdových ochrán pri aplikácii spätného blokovania.



Obr. 14 Schéma príkladu spätného blokovaní [7]

Ak jedno z IED v poliach nadprúdovou ochrannou funkciou vyššieho stupňa detekuje poruchu zašle toto IED štartovací signál pomocou GOOSE správy k IED 0 na vstupe v stanici. Tento štartovací signál nakonfigurovaný k blokovaní okamžitého stupňa nadprúdovej ochrany v IED 0 a takto má ochrana poľa (napr. IED1) možnosť k odstráneniu poruchy vyslaním vypínacieho signálu k výkonovému vypínaču. Ak nedôjde k odstráneniu poruchy zapôsobí vyšší nadprúdový stupeň IED 0 a odstráni poruchu po uplynutí nakonfigurovaného času. Takéto použitie spätného blokovaní dokáže poruchu obmedziť na čo najmenšiu možnú oblasť v ktorej porucha vznikla.

Zariadenie vysielajúce	Zariadenie prijímajúce	Popis signálu	Dátové atribúty
Pole 1	Vstupne IED 0 <i>PHIPTOC1 BLOCK</i>	Štartovací signál vyššieho stupňa nesmerovanej nadprúdovej ochrany	LD0.PHHPTOC1.Str.general
Pole 2	Vstupne IED 0 <i>PHIPTOC1 BLOCK</i>	Štartovací signál vyššieho stupňa nesmerovanej nadprúdovej ochrany	LD0.PHHPTOC1.Str.general

Tab. 13 Príklad signálu GOOSE správy pre spätné blokovaní

## 2.7 Ochranný terminál MiCOM P139

Ochranný terminál je zariadenie, ktoré poskytuje viacero ochranných, riadiacich, meracích a ďalších funkcií, ktoré sa plne využívajú v moderných rozvádzačových

systemoch pri prevádzke VN a VVN staníc. Takéto riešenie postavilo do úzadia staršie typy ochrán ako napríklad elektronické či elektromechanické. [13]

Ochranný terminál MiCOM P139 je boxovým modulom, ktorý bol navrhnutý pre integrovanú, číslicovú, časovanú, nadprúdovú ochranu a pre riadenie poľa. Takéto množstvo funkcií nám poskytuje dostatočné pokrytie požiadaviek pre chránenie a selektivitu pri preťaženiach v sieťach VN a VVN. Takéto siete potom môžu byť v prevádzke s neuzemneným uzlom zdroja, s účinne uzemneným uzlom zdroja alebo ako rezonančne uzemnené. [13]

Terminál P139 obsahuje riadiace funkcie, pomocou ktorých je možné ovládať až šesť elektricky poháňaných spínacích prvkov (výkon. vypínač, odpojovač a i.) a následne ich signalizáciou, ktorá sa nachádza v poli elektrickej stanice VN alebo VVN. Terminál je taktiež vybavený logikou pre blokovanie spínacích prvkov alebo ďalších zariadení, čím zabezpečuje spoľahlivú prevádzku elektrickej stanice. [13]

Ochranný terminál MiCOM P139 je vybavený nasledujúcimi ovládacími funkciami:

- Monitorovania a riadenie maximálne šiestich spínacích prvkov
- 250 preddefinovaných typov poľa
- Blokovanie prvkov v poli a medzi jednotlivými poľami
- Miestne ovládanie a zobrazenie pomocou zvolených okien na LCD displeji:
  - Okno signalizácie
  - Okno aktuálne meraných hodnôt
  - MIMIC okno s aktuálnou schémou (jednopólová) prvkov v poli

MiCOM P139 obsahuje nasledovné vstupy a výstupy:

- 4 napäťové meracie vstupy
- 4 prúdové meracie vstupy
- 8 resp. 14 výstupných relé, ktoré majú voľne nastaviteľné funkčné priradenie
- 1 analog. vstup, 0 – 20 mA
- 1 analog. vstup pre PT – 100 odporový merací článok v trojvodičovom nastavení
- 4,8 alebo 28 optických binárnych vstupov pre jednostavové signály (voľne nastaviteľné priradenie funkcií)

- 6 optických binárnych vstupov a 6 výstupných relé pre ovládanie max. 3 spínacích prvkov alebo 12 optických binárnych vstupov a 12 výstupných relé pre ovládanie max. 6 spínacích prvkov
- 2 analógové výstupy meraných dát, 0 – 20 mA

Pomocou osadenia všetkých binárnych vstupov a výstupov je možné monitorovanie súčasne až 10 spínacích prvkov a ovládanie až 6 z nich. [13]

### 2.7.1 Popis funkcií MiCOM P139

Ochranný terminál P139 má nasledujúce funkcie uvedené spolu s označením funkčnej skupiny:

- **Ochranné funkcie:**
  - Nadprúdová časovo nezávislá ochrana, trojstupňová, fázovo selektívna – DTOC
  - Nadprúdová časovo závislá ochrana, jednostupňová, fázovo selektívna – IDMT
  - Skratový merací smerový článok (smerový determinátor/komparátor) – SCDD
  - Ochrana pri zapnutí do poruchy – SOTF
  - Ochranné funkcie, ktoré vyhodnocujú interné i externé komunikačné signály – PSIG
  - Automatika opätovného zapínania – ARC
  - Rýchle opätovné zapnutie – HSR
  - Časovo oneskorené opätovné zapínanie – TDR
  - Zemný merací smerový článok (smerový determinátor/komparátor) pracujúci s hodnotami ustáleného stavu – GFDSS
  - Zemný merací smerový článok (smerový determinátor/komparátor) precujúci s hodnotami prechodového stavu – TGFD
  - Motorová ochrana – MP
  - Ochrana proti tepelnému preťaženiu - THERM
  - Ochrana pri nesúmernosti – I2>
  - Napät'ová, časovo nezávislá ochrana - V<>
  - Frekvenčná ochrana – f<>
  - Výkonová smerová ochrana – P<>

- Ochrana pri zlyhaní vypínača – CBF
  - Monitorovanie vypínača - CBM
  - Monitorovanie meracieho obvodu - MCMON
  - Monitorovanie limitnej hodnoty - LIMIT
  - Programovateľná logika – LOGIC
- **Riadiace funkcie:**
    - Ovládanie a monitorovanie spínacích prvkov – DEV01 až DEV10
    - Blokovacia logika – ILOCK
    - Jednopolové povely – CMD\_1
    - Jednopolové signály – SIG\_1
    - Binárne počítadlo – COUNT
- **Komunikačné funkcie:**
    - 2 komunikačné rozhrania – COMM1 a COMM2
    - Rozhranie IEC 61850 – IEC
    - Komunikačné rozhranie InterMiCOM – COMM3
    - Vstup IGRI-B – IGRIB
- **Meracie funkcie:**
    - 20mA vstup, 2x20mA výstup – MEASI
    - Vstupy pre RTD – MEASO [14]

## 2.7.2 Komunikácia

Komunikácia zariadenia a operátora je v tomto prípade rozdelená na dve časti a to pomocou lokálneho ovládacieho panela alebo PC rozhrania. Ďalej sa budeme bližšie zaoberať komunikáciou pomocou PC rozhrania.

Komunikácia medzi zariadením a operátorom s využitím PC rozhrania je zabezpečená softvérovo pomocou programu MiCOM S1 studio, ktorý bude popísaný neskôr. Hardvérovo je komunikácia zabezpečená pomocou sériového portu umiestneným na prednej časti terminálu alebo pomocou Ethernet portu, ktorý sa nachádza na zadnom paneli terminálu. Pri komunikácii s využitím sériového portu je dôležitým nastavením rýchlosť prenosu dát. Ak komunikuje užívateľ zo zariadením pomocou Ethernetu je nutné poznať IP adresu a masku zariadenia. Pri oboch spôsoboch nájdeme jednotlivé parametre pre nastavenia komunikácie v programe S1 studio. Ak využívame komunikáciu pomocou Ethernet siete máme dostupných niekoľko komunikačných protokolov:

- MODBUS
- DNP 3.0
- IEC 60870-5-103
- IEC 870-5-101
- IEC 61850 [13]

### 2.7.3 Nadprúdová časovo nezávislá ochrana DTOC

P139 MiCOM obsahuje tri stupne časovej nezávislej nadprúdovej ochrany a ich funkčnosť zabezpečujú dva samostatné meracie systémy a to Systém fázových prúdov a Systém nulových prúdov. Blokovanie vypínacích signálov v systéme merania fázových prúdov je možné skratovým meracím smerovým článkom – komparátora, alebo funkciou automatického opätovného zapínania ARC ak je schopná vytvoriť blokovací signál. [13]

### 2.7.4 Napäťová časovo nezávislá ochrana V<>

Napäťová časovo nezávislá ochrana v ochrannom termináli P139 MiCOM vyhodnocuje základnú harmonickú zložku fázových napätí a napätie neutrálneho bodu. Ochrana vyhodnocuje taktiež aj súslednú a spätnú zložku napätia, ktorú získava zo základných harmonických zložiek troch fázových napätí. Ochranná funkcia je, po jej aktivovaní, nepretržite v prevádzke pokiaľ monitorovanie meracích obvodov nevyhodnotilo žiadnu poruchu v napäťovom meracom obvode. Je možná voľba pri prevádzke zariadenia z dvoch možností a to monitorovanie fázového napätia (zapojenie hviezda - star) alebo združeného napätia (zapojenie trojuholník - delta). [13]

Ak využívame podpäťové články V< a V<< a ich výstupy majú funkciu vypínacích príkazov doporučuje sa použitie prechodových signálov. Ak by sa tak nestalo vypínací signál by bol vždy prítomný pri prerušení systémového napätia a tak by nebolo možné znovu zapnúť vypínač, napr. pri priečnom spínači prípojnic alebo pri pripojení neaktívneho poľa. [14]

### 3 Testovanie komunikácie pomocou GOOSE správ medzi IED

V nasledujúcej kapitole bude popísaná realizácia praktickej časti, ktorá pozostáva z konfigurácie a komunikácie vytvorených podľa príslušného zadania.

#### 3.1 Zadanie

V distribučnej elektrickej stanici nakonfigurujte:

##### 1.

- Nadprúdovú ochranu časovo nezávislú pre pole P1, ktorá je tvorená ochranným terminálom MiCOM P139 a má dva nadprúdové stupne :
  - $I_{>} = 1,05 \cdot I_n$  s časovým oneskorením  $t_{>} = 10s$
  - $I_{>>} = 1,5 \cdot I_n$  s časovým oneskorením  $t_{>>} = 1s$

Vypínací signál je odosielaný na výkonový vypínač poľa P1 (XCBR1).

- Podpäťovú ochranu časovo nezávislú pre prívod IN od transformátora T1 na prípojnice W1 a W2. Táto ochrana je tvorená ochranným terminálom MiCOM P139 a má jeden podpäťový stupeň:
  - $U_{<} = 0,9 \cdot U_n$  s okamžitým pôsobením

Nastavte blokovanie nižšieho nadprúdového stupňa  $I_{>}$  pri napätí  $U_n$  z transformátora T1. Ak toto napätie klesne a podpäťová ochrana zareaguje, posiela GOOSE správu nadprúdovej ochrane v poli P1 a nižší nadprúdový stupeň  $I_{>}$  je pripravený.

##### 2.

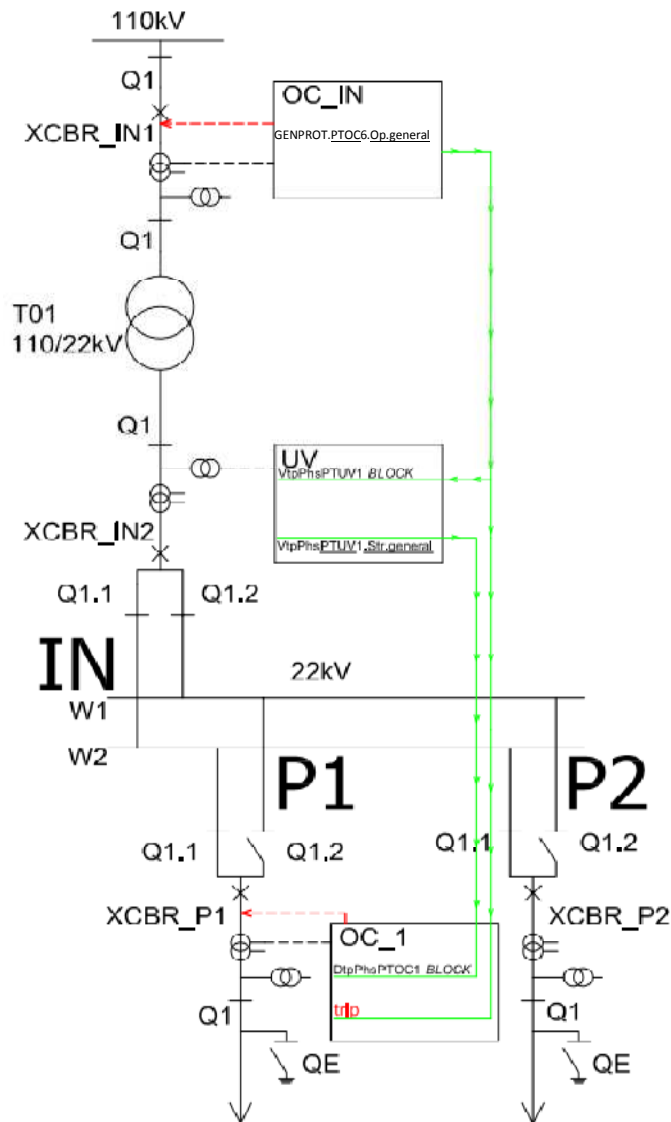
Ochranný terminál SIPROTEC 7SJ632 od firmy SIEMNS, ktorý je na 110kV strane transformátora T1, a ktorý slúži ako nadprúdová ochrana. Toto zariadenie vysiela vypínací signál na výkonový vypínač. Spolu s vypínacím signálom posiela GOOSE správu, ktorou blokuje podpäťovú ochranu na 22kV strane transformátora a pri nadprúdovej ochrane táto správa v poli P1 posiela okamžite vypínací signál výkonovému vypínaču.

Nakonfigurujte ochranné terminály MiCOM, vytvorte príslušné GOOSE správy a zasielanie GOOSE správ zachyťte pomocou monitorovacieho softvéru.

## 3.2 Schémy zapojenia

Podľa zadania bola vypracovaná modelová situácia v elektrickej stanici a zhotovené schémy zapojenia pre samotnú elektrickú stanicu, ale taktiež zapojenie ochranných terminálov v laboratórnych podmienkach.

### 3.2.1 Schéma zapojenia v elektrickej stanici



Obr. 15 Schéma zapojenia v distribučnej stanici a tok GOOSE správ

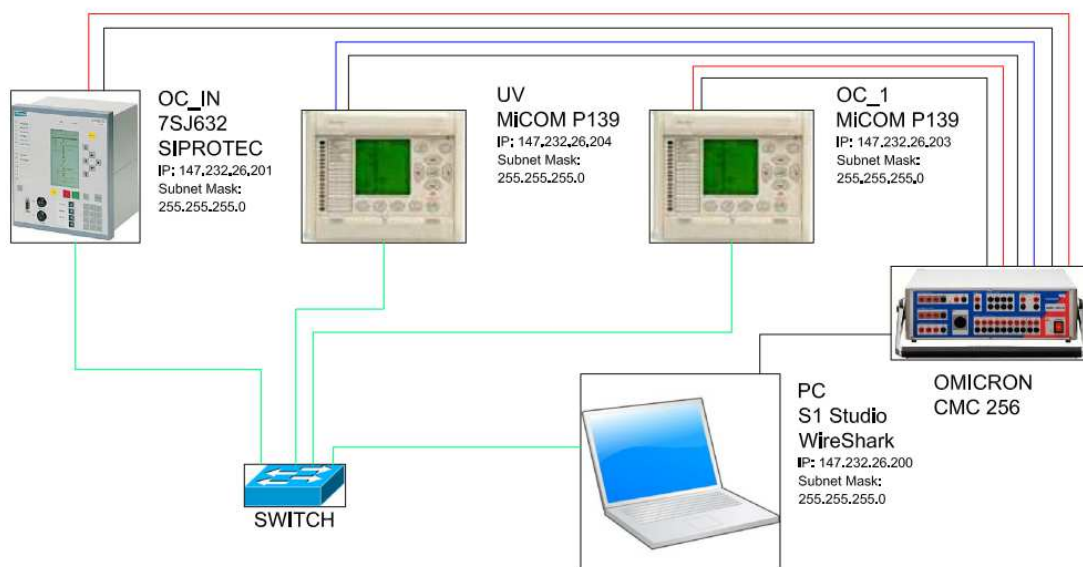
V schéme distribučnej stanice vyššie bolo pole transformátora označené ako IN a vývodové polia P1 a P2. Ochranný terminál SIPROTEC 7SJ632 je označený OC\_IN, ktorý má funkciu nadprúdovej ochrany na primárnej strane transformátora T01. Na sekundárnej strane transformátora T01 je na prístr. transformátor napätia pripojený ochranný terminál MiCOM P139, ktorý má funkciu podpäťovej ochrany s označením UV. Vo vývodovom poli P1 ako nadprúdová ochrana slúži ochranný terminál MiCOM



P139 s označením OC\_1. Tok správ GOOSE je zobrazený zelenou farbou. Tieto správy sú prenášané po zbernici, ktorá spája jednotlivé zariadenia a pracuje na systéme Ethernet. Podmienkou je, že zariadenia musia spĺňať požiadavky stanovené v protokole IEC 61850.

### 3.2.2 Schéma zapojenia ochrán v laboratóriu

Pri laboratórnom zapojení ochranných terminálov bol použitý na dátové prepojenie so switchom klasický dátový kábel UTP s konektorom RJ45 označený na obr. 16 zelenou farbou. Topológia zapojenia bola zvolená typu hviezda. K switchu je pripojený PC, pomocou ktorého prebieha konfigurácia terminálov a sledovanie dátového toku v LAN sieti. Zariadenie Omicron slúži na nasimulovanie nadprúdov alebo podpätí a je pripojený na prúdové alebo napäťové vstupy ochrán.



Obr. 16 Schéma zapojenia pri testovaní v laboratóriu

### 3.3 Konfigurácia ochranných terminálov

Konfigurácia terminálov MiCOM P139 prebieha v programe S1 Studio. Konfigurácia zariadenia SIPROTEC 7SJ632 prebieha v programe DIGSI, ale pre jej rozsiahlosť sa ňou práca nezaobera.

Pri konfigurácii v programe S1 Studio je nutné vytvoriť na začiatku nový projekt, v ktorom pripojíme jednotlivé ochranné terminály a otestujeme funkčnosť komunikácie

medzi užívateľským PC a terminálmi. Po potvrdení komunikácie je možné v zariadeniach nastavovanie jednotlivých ochranných funkcií.

### 3.3.1 Konfigurácia podpäťovej ochrany na ochrannom termináli UV

Postup aktivácie a nastavenia podpäťovej ochrany v S1 Studio pre terminál s označením UV v elektrickej stanici je nasledovný:

1. Povolenie funkcie nadpäťovej/podpäťovej ochrany  $V_{<>}$  sa vykonáva nasledujúcou cestou v zložke Settings a novo vytvorenom súbore pre nastavenia:
  - Parameters / Config. parameters /  $V_{<>}$  / Function group  $V_{<>}$  → With
  - Parameters / Function parameters / General functions /  $V_{<>}$  / General enable USER → Yes
2. Po sprístupnení funkcie užívateľovi je možné v skupine parametrov 1 nastaviť hodnoty pre podpäťovú ochranu:
  - Parameters / Function parameters / Parameter subset 1 /  $V_{<>}$  / Enable PS1 → Yes – *spustenie ochranné funkcie v skupine 1*
  - Parameters / Function parameters / Parameter subset 1 /  $V_{<>}$  / Operating mode PS1 → Delta – *Nastavenie špecifikuje ako majú byť monitorované napätia medzi fázovými vodičmi a zemou-Star alebo medzi jednotlivými fázami-Delta*
  - Parameters / Function parameters / Parameter subset 1 /  $V_{<>}$  /  $V_{<} PS1$  →  $0.9 V_{nom}/(\sqrt{3})$  – *Nastavenie operačnej hodnoty pre prvý stupeň podpäťovej ochrany*
  - Parameters / Function parameters / Parameter subset 1 /  $V_{<>}$  /  $tV_{<} PS1$  → 0.00 s – *Nastavenie operačného oneskorenia podpäťového stupňa  $V_{<}$*
  - Pre lepšiu prehľadnosť a aj funkčnosť je možné ostatné napäťové stupne blokovat
3. Pôsobenie prvého stupňa podpäťovej ochrany bude signalizované na prednom paneli pomocou LED indikátora ako aj vypínací signál, ktorým aktivujeme odosielanie GOOSE správy a blokovanie vypínacieho signálu:
  - Parameters / Config. parameters / LED / Fct. Assig. H16 red →  $V_{<>}$  starting  $V_{<}$  – *LED č.16*
  - Parameters / Config. parameters / LED / Fct. Assig. H4 red → Main gen. trip command – *LED č.4*

- Parameters / Config. parameters / LED / Fct. Assig. H2 yell. → MAIN Blocked/faulty– LED č.2

Po ukončení všetkých nastavení terminálu je potrebné odoslať nastavenia do operačnej pamäte.

### 3.3.2 Konfigurácia nadprúdovej ochrany na ochrannom termináli OC\_1

Postup aktivácie a nastavenia podpäťovej ochrany v S1 Studiu pre terminál s označením OC1 v elektrickej stanici je nasledovný:

1. Povolenie funkcie nadprúdovej ochrany **DTOC** sa vykonáva nasledujúcou cestou v zložke Settings a novo vytvorenom súbore pre nastavenia:
  - Parameters / Config. parameters / DTOC / Function group DTOC → With
  - Parameters / Function parameters / General functions / DTOC / General enable USER → Yes
2. Po sprístupnení funkcie užívateľovi je potrebné použitie dvoch skupín parametrov pre nastavenie požadovaných hodnôt pre nadprúdovú ochranu, ktoré budú využité v ďalšej kapitole 3.4.1 :

#### Skupina 1:

- Parameters / Function parameters / Parameter subset 1 / DTOC / Enable PS1 → Yes – *spustenie ochranné funkcie v skupine 1*
- Parameters / Function parameters / Parameter subset 1 / DTOC / I>> PS1 → 1.50 Inom – *Nastavenie operačnej hodnoty druhého nadprúdového stupňa (fázový prúdový stupeň)*
- Parameters / Function parameters / Parameter subset 1 / DTOC / tI>> PS1 → 1.00 s – *Nastavenie operačného oneskorenia druhého nadprúdového stupňa I>>*
- Ostatné nadprúdové stupne sa musia blokovat'

#### Skupina 2:

- Parameters / Function parameters / Parameter subset 2 / DTOC / Enable PS2 → Yes – *spustenie ochranné funkcie v skupine 2*

- Parameters / Function parameters / Parameter subset 2 / DTOC / I> PS2 →  
1.05 Inom – *Nastavenie operačnej hodnoty prvého nadprúdového stupňa (fázový prúdový stupeň)*
  - Parameters / Function parameters / Parameter subset 2 / DTOC / tI> PS2 →  
10.00 s – *Nastavenie operačného oneskorenia prvého nadprúdového stupňa I>*
  - Parameters / Function parameters / Parameter subset 2 / DTOC / I>> PS2 →  
1.50 Inom – *Nastavenie operačnej hodnoty druhého nadprúdového stupňa (fázový prúdový stupeň)*
  - Parameters / Function parameters / Parameter subset 2 / DTOC / tI>> PS2 →  
1.00 s – *Nastavenie operačného oneskorenia druhého nadprúdového stupňa I>>*
3. Pretože terminál OC\_1 posiela vypínací signál na výkonový vypínač, je nutné nastavenie pri akých podmienkach tento signál bude vypínaču zasielaný. Signalizácia vypínacieho signálu je pomocou LED indikátora s označením TRIP na čelnej časti terminálu. Keďže je nutné po prijatí GOOSE správy od OC\_IN vyslať okamžite signál na výkonový vypínač XCBR\_P1 v poli P1 a takýto povel sa medzi možnosťami nenachádza, je potrebná logická funkcia, ktorá takýto povel uskutočňuje.
- Parameters / Function parameters / Global / MAIN / Fct. Assig. trip cmd.1 →  
DTOC Trip signal tI>> OR DTOC Trip signal tI>> OR LOGIC Output1 – *Vypínací povel je odoslaný na výkonový vypínač pri splnení jednej z troch podmienok (OR)*
4. Nastavenie logickej funkcie pre okamžité vysielanie signálu pre výkonový vypínač XCBR\_P1 po prijatí GOOSE správy:
- Parameters / Config. parameters / LOGIC / Function group LOGIC → With –  
*Sprístupnenie funkčnej skupiny LOGIC*
  - Parameters / Function parameters / General functions / LOGIC / General enable USER → Yes – *Povolenie funkčnej skupiny LOGIC*
  - Parameters / Function parameters / General functions / LOGIC / Fct. assignm. outp.1 → LOGIC Input 1 EXT – *Nastavenie externého vstupu pre výstup 1*
  - Parameters / Function parameters / General functions / LOGIC / Op. mode t output 1 → Without timer stage – *Vypnutie časového pôsobenia*

- Parameters / Function parameters / General functions / LOGIC / Sig. assig. outp. 1 → LOC Illumination on EXT – *Signalizácia spustenia logickej funkcie rozsvietením predného displeja terminálu*
5. Pôsobenie prvého a druhého stupňa podpäťovej ochrany, aktivácia skupiny a vyslanie vypínacieho signálu budú signalizované na prednom paneli pomocou LED indikátorov:
- Parameters / Config. parameters / LED / Fct. Assig. H16 red → PSS PS 2 active – *LED č.16*
  - Parameters / Config. parameters / LED / Fct. Assig. H15 red → PSS PS 1 active – *LED č.15*
  - Parameters / Config. parameters / LED / Fct. Assig. H5 red → DTOC Starting I> – *LED č.5*
  - Parameters / Config. parameters / LED / Fct. Assig. H6 red → DTOC Starting I>> – *LED č.6*
  - Parameters / Config. parameters / LED / Fct. Assig. H4 red → MAIN Gen. trip command – *LED č.4*

Po ukončení všetkých nastavení terminálu je potrebné odoslať nastavenia do operačnej pamäte.

### **3.4 Konceptia odosielania a prijímania GOOSE správ v el. stanici**

Pre splnenie požiadaviek zadania je nutné spracovanie jednotlivých ochranných aplikácií, ich spúšťanie alebo blokovanie, ktoré v elektrickej stanici zabezpečuje plynulý a najúčinnější chod. Informácie potrebné k jednotlivým blokáciám signálov sú definované štandardom IEC 61850 a prenášané pomocou správ GOOSE. Konceptiu komunikácie je možné rozdeliť podľa zadania na dve časti, ktoré popisujú jednotlivé GOOSE správy, ich odosielateľov, príjemcov a funkcie.

#### **3.4.1 GOOSE1 – Odblokovanie prvého nadprúdového stupňa OC\_1**

Pri normálnej prevádzke, kedy ochranný terminál s funkciou podpäťovej ochrany UV monitoruje napätie na prípojniciach rovné  $U_n$  je na ochrannom terminály OC\_1 aktívny len druhý stupeň prúdovej ochrany v skupine parametrov 1. Pokiaľ monitorované napätie klesne pod hodnotu  $0,9 \cdot U_n$  reaguje okamžitý podpäťový stupeň

UV, ktorým sa spúšťa odosielanie GOOSE správy s označením GOOSE1. Po prijatí správy terminálom OC\_1 je aktivovaná skupina parametrov č.2, ktorá obsahuje prvý a druhý stupeň nadprúdovej ochrany. Takýmto spôsobom prepínania skupín parametrov je jednoducho aktivovaný nižší (prvý) stupeň nadprúdovej ochrany len za predpokladu podpätia a vyšší (druhý) stupeň nadprúdovej ochrany, ktorý je aktívny nepretržite, teda v oboch skupinách parametrov. V nasledujúcej tabuľke, tab. 14, je na základe tab. 12 zobrazený signál, ktorým nastáva zmena skupín parametrov pre OC\_1.

Zariadenie vysielajúce	Zariadenie prijímajúce	Popis signálu	Dátové atribúty
UV	OC_1 PSS	Štartovací signál stupňa podpäťovej ochrany	P139_2LD0.VtpPhsPTUV1.Str.general

**Tab. 14 Signál pre GOOSE1**

V poslednom stĺpci je popísaný tvar dátového atribútu s jeho presnou cestou. „P139\_2“ je IED Name, teda fyzické zariadenie UV v stanici a LD0 znamená logické zariadenie v UV. „VtpPhsPTUV1“ je označenie logického uzla, ktoré je špecifické pre terminál MiCOM P139 spoločnosti AREVA. „Str“ symbolizuje dátovú triedu *Start*, ktorá je z ACD všeobecnej dátovej triedy (CDC). Z tejto dátovej triedy je vybraný dátový atribút „general“, ktorý je typu BOOLEAN, a nadobúda stavy True alebo False, čiže logická 0 alebo 1. Tento stav informuje o štartovaní alebo vypnutí danej ochrannej funkcie. Takýto signál aktivuje GOOSE správu, ktorá je zaslaná OC\_1.

V ochrannom termináli podľa P1 nastáva po prijatí GOOSE1 prepnutie medzi skupinami parametrov z 1 na 2 a tým sa aktivuje nižší nadprúdový stupeň I<sub>2</sub>. Ak hodnota napätia vzrastie na menovitú hodnotu U<sub>n</sub>, zmení sa dátový atribút a v OC\_1 bude opäť aktívna skupina parametrov 1.

### 3.4.2 GOOSE2 – Blokovanie UV a okamžité vypínanie OC\_1

Na primárnej strane transformátora T01 monitoruje prúd ochranný terminál OC\_IN. Pri nastavení nadprúdovej ochrany, ktoré nerieši táto práca a prekročení hraničných hodnôt posielajú zariadenie SIPROTEC 7SJ632 vypínací povel výkonovému vypínaču XCBR\_IN1. Spolu s vyslaním vypínacieho povelu je odoslaná GOOSE správa zariadeniam OC\_1 a UV. V UV je blokovaný podpäťový stupeň a pri OC\_1 je zasielaný okamžitý povel na výkonový vypínač XCBR\_1. Pri rozsiahlejšom projekte by bolo možné posielajú takýto signál i ostatným ochranám, ktoré riadia výkonové vypínače

v ostatných poliach na strane 22kV. Takto by došlo k strhávaniu ochrán a úplne odľahčenie 22kV úrovne rozvodne. Signál, ktorým sa vysielá GOOSE2 je popísaný v nasledujúcej tabuľke.

Zariadenie vysielajúce	Zariadenie prijímajúce	Popis signálu	Dátové atribúty
OC_IN	OC_1 TRIP	Vypínací signál nadprúdových stupňov ochrany	GENPROT.PTOC6.Op.general
OC_IN	UV BLOCK	Vypínací signál nadprúdových stupňov ochrany	GENPROT.PTOC6.Op.general

**Tab. 15 Signál pre GOOSE2**

V poslednom stĺpci je popísaný tvar dátového atribútu s jeho presnou cestou. „GEN“ je IED Name, teda fyzické zariadenie OC\_IN v stanici a „PROT“ jeho logické zariadenie. „PTOC6“ predstavuje logický uzol špecifický pre zariadenia SIPROTEC 7SJ632 od spoločnosti Siemens. V tomto logickom uzle pre nadprúdovú časovo nezávislú a nesmerovanú ochranu je dátová trieda *Operate* - „Op“, ktorá patrí do ACT všeobecnej dátovej triedy (CDC). Z tejto dátovej triedy je vybraný dátový atribút „general“, ktorý ako v predchádzajúcom GOOSE1 je typu BOOLEAN a nadobúda dva logické stavy: 0 alebo 1. Tento stav predstavuje vyslanie alebo nevyslanie povelu výkonovému vypínaču po zapôsobení nadprúdovej ochrany. Týmto signálom sa aktivuje zasielanie správy GOOSE2 pre UV a OC\_1.

### **3.5 Konfigurácia GOOSE správ**

V tejto kapitole bude popísaná len konfigurácia správy GOOSE1 v programe S1 Studio. GOOSE2 sa nakonfiguruje v programe DIGSI. Konfiguráciou GOOSE2 sa práca nezaoberá, ale pri nastaveniach ochranných terminálov OC\_1 a UV bude táto správa zahrnutá.

#### **3.5.1 Nastavenia ochranných terminálov pre komunikáciu podľa IEC 61850**

Týmto nastavením sa konfigurujú parametre, ktoré sú potrebné pre komunikáciu s riadiacim systémom podľa protokolu IEC 61850. Toto nastavenie platí pre terminály OC\_1 a UV. Líšia sa len IP adresami .

Name	Value	Address (X.Y)	User note
IEC			
Function group IEC	With	056.059	
General enable USER	Yes	104.000	
Enable configuration	don't execute	104.058	
Ethernet media	Copper	104.056	
IED name	P139_1	104.057	
TCP keep-alive timer	10 s	104.062	
IP address	147.232.26.203	104.001	
Subnet mask	255.255.255.0	104.005	
Gateway address	0.0.0.0	104.011	
SNTP operating mode	Request from server	104.200	
SNTP poll cycle time	60 s	104.201	
SNTP server 1 IP	147.232.26.200	104.202	
SNTP server 2 IP	0.0.0.0	104.210	
Diff. local time	60 min	104.206	
Diff. dayl.sav. time	60 min	104.207	
Switch.dayl.sav.time	Yes	104.219	
Dayl.sav.time start	Last	104.220	
Dayl.sav.time st. d	Sunday	104.221	
Dayl.sav.time st. m	March	104.222	
Dayl.sav.t.st.0:00 +	120 min	104.223	
Dayl.sav.time end	Last	104.225	
Dayl.sav.time end d	Sunday	104.226	
Dayl.sav.time end m	October	104.227	
Dayl.sav.t.end 0:00+	180 min	104.228	
Update Measurements	5 s	104.229	
Dead band IP	5	104.230	
Dead band IN	5	104.231	
Dead band VPP	5	104.232	
Dead band VPG	5	104.233	
Dead band f	5	104.234	
Dead band P	5	104.235	
Dead band phi	5	104.236	
Dead band Z	5	104.237	
Dead band min/max	5	104.238	

Obr. 17 Nastavenie IEC v programe S1 Studio

Popis dôležitých nastavení:

**Function group IEC** – Zapnutie funkcie IEC

**General enable USER** – Potvrdenie funkcie IEC

**Enable configuration** – Zmena konfigurácie – nutné je nastavenie parametru na „execute“ čím sa v ochrane nastaví nové parametre

**Ethernet media** – Nastavenie pripojenia do siete. Sú dve možnosti a to optickým káblom alebo klasickým sieťovým káblom UTP s konektorom RJ45

**IED Name** – označenie zariadenia v sieti

**IP address** – Nastavenie IP adresy zariadenia v sieti

**Subnet mask** – Maska podsiete

**Gateway address** – Adresa brány siete



**Deadband value** – Nastavenie hodnoty zmeny meracej veličiny, pri ktorej vznikne spontánne zasielanie novej hodnoty do systému od PTP alebo PTN. Pri ďalších veličinách a ich deadband value je dôležité nastaviť oveľa nižšie číslo, napr. 5. Tento údaj je prednastavený výrobcom na 100.

### 3.5.2 Nastavenie GOOSE správ pre ochranný terminál UV

Na obr. 18 je nastavenie signálu, ktorým ochrana UV vysiela do siete GOOSE1.

GOOSE			
Function group GOOSE	With		056.068
General enable USER	Yes		106.001
Multic. MAC address	01-0C-CD-01-00-00		106.003
Application ID	0		106.004
Goose ID	0		106.002
VLAN Identifier	0		106.006
VLAN Priority	4		106.007
DataSet Reference	P139_1System/LLN...		106.008
DataSet Cfg.Revision	100		106.009
Output 1 fot.assig.	MAIN Gen. trip ...		106.011

Obr. 18 Nastavenie signálu odosielajúceho GOOSE1

V prvom riadku sa uskutočňuje spustenie funkčnej skupiny GOOSE v termináli zmenou parametru na „With“ a v druhom riadku zmenou parametru na „Yes“ užívateľ funkciu Goose povolí. V treťom riadku sa nachádza MAC adresa, ktorá je nemenná a zadáva sa rovnaká pre všetky zariadenia v sieti. „Application ID“ v riadku štyri označuje identifikačné číslo aplikácie. Má jedinečné označenie v sieti, pre každú ďalšiu GOOSE správu je nutné ho zvyšovať a identifikuje sa s ním zariadenie pre GOOSE správy. V piatom riadku sa nachádza identifikačné číslo GOOSE správy. Taktiež je nutné ho s každou novou správou zvyšovať, má jedinečné označenie a identifikuje sa ním samotná GOOSE správa. Šiesty riadok je identifikátorom VLAN siete a siedmy jej priorita. „DataSet Reference“ v ôsmom riadku je dôležitý údaj, ktorým sa označuje adresa pre GOOSE správu v IEC 61850 a ochrana ju nastavuje automaticky. V riadku 10 je vybraná funkcia, ktorá spúšťa GOOSE1, v tomto prípade je ňou štart vypínacieho signálu v UV.

Ochranný terminál UV je tiež príjemcom správy GOOSE2, ktorá ma za úlohu blokovanie podpäťovej ochrany. V nasledujúcom obrázku je nastavenie správy, ktorú terminál UV očakáva od OC\_IN.

...	Output	32	ict.assig.	without function	106.073
...	Input	1	Applic. ID	1	107.000
...	Input	1	Goose ID	GEN/PROT/LLN0/Contro	107.001
...	Input	1	DataSet Ref	GENPROT/LLN0\$1	107.002
...	Input	1	DataObj Ind	1	107.003
...	Input	1	DatAttr Ind	1	107.004
...	Input	1	default	0	107.005
...	Input	1	fcn.assig.	MAIN Trip cmd. block. EXT	107.006
...	Input	2	Applic. ID	1	107.010

**Obr. 19** Nastavenie funkcie po prijatí GOOSE2

„Input 1 Applic.ID“ označuje identifikátor aplikácie a „Input 1 Goose ID“ identifikátor správy GOOSE2, ktorú prijíma UV. V ďalšom riadku je identifikátor zariadenia od ktorého má UV očakávať GOOSE správu, v tomto prípade OC\_IN. Skladá sa z identifikátora zariadenia, ktoré bolo nastavené v programe Digi a reťazca určujúceho jeho polohu v IEC 61850. „Input 1 DatAttr Ind“ určuje, že ak na zaradenie príde GOOSE (zmení sa jeho logická hodnota na 1) spustí sa pridelená funkcia. Je možné použiť i opačnú logiku, ale v ďalšom riadku je nutné zmeniť hodnotu 0 na 1. Posledným a najdôležitejším parametrom je „Input 1 fcn. assig.“, ktorý určuje, ktorá funkcia po príchode GOOSE2 bude spustená. V tomto prípade to je blokovanie vypínacieho signálu, ktorý by posielal GOOSE1.

### 3.5.3 Nastavenie GOOSE správ pre ochranný terminál OC\_1

Na obrázku obr. 20 je možné vidieť jednotlivé identifikátory aplikácií a GOOSE správ, ktoré musia byť jedinečné pre každú GOOSE správu. Najdôležitejšie parametre sú presný názov zariadenia, od ktorého OC\_1 môže očakávať GOOSE správy a funkcia, ktorú prijatie v termináli vyvolá. Po prijatí GOOSE1 je to zmena aktívnej skupiny parametrov a po prijatí GOOSE2 aktivácia externého logického vstupu, ktorým následne môžeme vyvolať logickú funkciu, ktorej úlohou je okamžite vyslať vypínací povel výkonovému vypínaču XCBR\_P1.

....	Output 02 fct.assig.	without function	107.079
....	Input 1 Applic. ID	0	107.000
....	Input 1 Goose ID	0	107.001
....	Input 1 DataSet Ref	P139_2System/LLN0\$Go	107.002
....	Input 1 DataObj Ind	1	107.003
....	Input 1 DataAttr Ind	1	107.004
....	Input 1 default	0	107.005
....	Input 1 fct.assig.	PSS Activate PS 2 EXT	107.006
....	Input 2 Applic. ID	1	107.010
....	Input 2 Goose ID	GEN/PROT/LLN0/Contro	107.011
....	Input 2 DataSet Ref	GENPROT/LLN0\$1	107.012
....	Input 2 DataObj Ind	1	107.013
....	Input 2 DataAttr Ind	1	107.014
....	Input 2 default	0	107.015
....	Input 2 fct.assig.	LOGIC Input 1 EXT	107.016
....	Input 2 DataSet Ref	GENPROT/LLN0\$1	107.017

Obr. 20 Nastavenie funkcií po prijatí GOOSE1 a GOOSE2

### 3.6 Monitorovanie GOOSE správ pomocou programu Wireshark

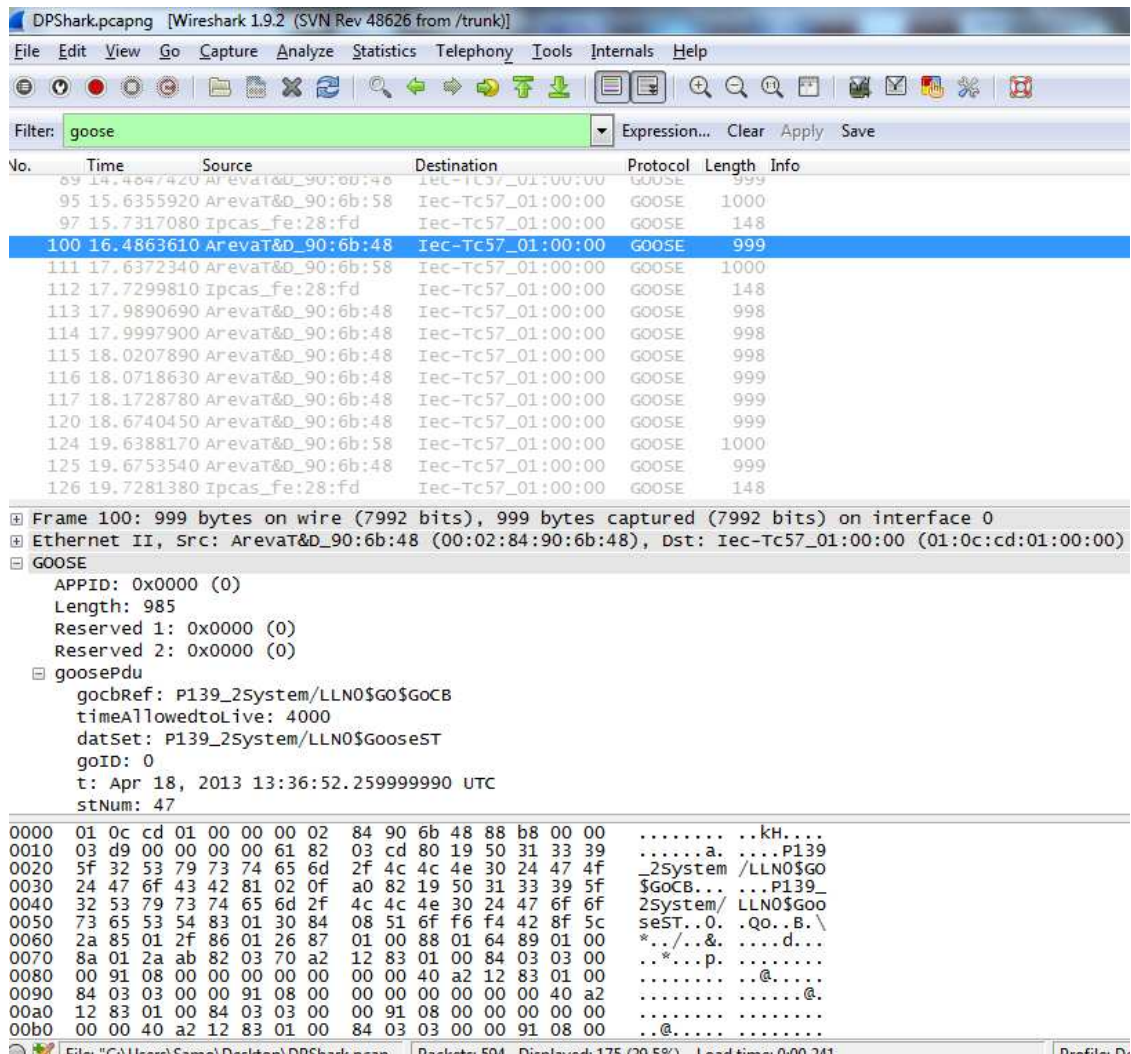
Pre monitorovanie GOOSE správ sa používajú špeciálne prístroje, ktoré dokážu zachytávať jednotlivé správy v sieti a zobraziť ich obsah, adresáta i odosielateľa. Medzi tieto zariadenia patria napríklad:

- GOOSER od firmy Megger, ktorý slúži výhradne na monitorovanie GOOSE správ, dokáže nie len GOOSE správy prijímať, ale i vysielat'.
- OMICON CMC 256+ - tento prístroj je určený pre skúšanie ochrán. Po zakúpení licencie pre funkciu IED Scout je možné sledovanie komunikácie v rozvodni.
- ISA DRTS 64 – toto zariadenie je od spoločnosti Megger je určené na testovanie ochrán a jeho výhodou oproti GOOSER-u je, že má aj iné monitorovacie a meracie funkcie okrem sledovania a vysielania GOOSE správ.

Pre jednoduché sledovanie LAN siete je v tomto prípade testovania postačujúci softvér, ktorý dokáže zachytiť všetky udalosti v LAN sieti. Takýmto programom je napr. Wireshark, ktorý okrem iného dokáže sledovať GOOSE správy. Výhodou tohto programu je, že je voľne dostupný a k sledovaniu nepotrebujeme žiadne špeciálne zariadenie len PC pripojený do siete LAN. Nevýhodou takéhoto riešenia je, že nedokáže do siete GOOSE správy vysielat' a jeho konfigurácia nedokáže zobraziť presný signál, ktorý GOOSE správu vysiela do siete.

Po nainštalovaní a otvorení programu sa monitorovanie spustí príkazom Capture / Start. Po odsimulovaní jednotlivých akcií v elektrickej stanici sa monitorovanie zastaví

príkazom Capture / Stop. Z daného zoznamu sa odfiltrujú len GOOSE správy a takto je možné sledovať ich jednotlivé detaily.



**Obr. 21 Monitorovanie GOOSE1 pri podpäťi na ochrannom termináli UV**

Vo zvýraznenom riadku sa nachádza rámec s poradovým číslom 100 v čase 16,4863610s od začatia monitorovania. Zdrojom správy - *vysielač* je zariadenie ArevaT&D s danou unicast MAC adresou a príjemcom - *účastník* je multicast MAC adresa, z ktorej si jednotlivé zariadenia odchyťávajú GOOSE správy pomocou nastavenia v GOOSE Control Block (GOCB). Typ rámca je IEC 61850/GOOSE a jeho dĺžka v sieti je 999 bytov (7992 bitov). V spodnej časti sa nachádza okno s hexadecimálnym zápisom rámca, z ktorého je možné zistiť jednotlivé prenášané informácie. Význam jednotlivých hexadecimálnych kódov je v tabuľke Tab. 16. Dôležitým parametrom v tejto tabuľke je 34. riadok. Terminál UV, ktorý po prekročení dovolenej hodnoty napätia a vysielaním vypínacieho signálu aktivuje odosielanie GOOSE1 správy, ktorá bude mať zmenený stav z logickej 0, teda false na logickú 1,

true. Práve v tomto riadku je možné v celom programe sledovanie zmeny stavov jednotlivých správ.

	Zápis v hexadecimálnom kóde	Popis
1	01 0c cd 01 00 00	Multicast MAC adresa účastníka
2	00 02 84 90 6b 48	Unicast MAC adresa vysielacieho zariadenia
3	88 b8	Typ protoklu: IEC 61850/GOOSE
4	00 00	APPID - Identifikačné číslo aplikácie
5	03 d9	Dĺžka GOOSE správy: 985 Bytov alebo 7880 bitov
6	00 00	Rezervované 1 0 bitov
7	00 00	Rezervované 2 0 bitov
8	61 82	Veľkosť protokolovej dátovej jednotky PDU 130 bitov
9	03 cd 80 19	Oddeľovač1
10	50 31 33 39 5f 32 53 79 73 74 65 6d 2f 4c 4c 4e 30 24 47 4f 24 47 6f 43 42	gocbRef - Odvolanie na GOOSE Control Block: P139_2System/LLN0\$GO\$GoCB
11	81 02	Oddeľovač2
12	0f a0	timeAllowedtoLive -Čas existencie správy: 40ms
13	82 19	Oddeľovač3
14	50 31 33 39 5f 32 53 79 73 74 65 6d 2f 4c 4c 4e 30 24 47 6f 6f 73 65 53 54	datSet - Dátový set: P139_2System/LLN0\$GooseST
15	83 01	Oddeľovač3
16	30	goID - Identifikačné číslo GOOSE: 0
17	84 08	Oddeľovač4
18	51 6f f6 f4 42 8f 5c 2a	t - časová značka: Apr 18, 2013 13:36:52.259999990 UTC
19	85 01	Oddeľovač5
20	2f	stNum - číslo stavu: 47
21	86 01	Oddeľovač6
22	26	sqNum - poradové číslo správy v danom stave: 38
23	87 01	Oddeľovač7
24	00	test - false: 0
25	88 01	Oddeľovač8
26	64	confRev - Revízne číslo konfigurácie: 100
27	89 01	Oddeľovač9
28	0	ndsCom - " <i>potreba komisie</i> ", upozorňuje ak dátový set má hodnotu "null" hodnotou True, v tomto prípade: 0 = false
29	8a 01	Oddeľovač10
30	2a	numDatSetEntries - počet prijatých dátových setov: 42
31	ab 82 03 70	Oddeľovač11
32	a2 12	allData - všetky prenášané dáta:

33	83 01	Oddeľovač12
34	00	BOOLEAN hodnota, ktorú GOOSE správa prenáša: 0 = false
35	84 03	Oddeľovač13
36	03	Padding - Výplň setu: 3
37	00 00	bit-string - bitový reťazec výplne: 0000

**Tab. 16 Popis GOOSE1 správy vysielanej z terminálu UV**

Pre GOOSE2 správu je podobná charakteristika, líši sa len unicas MAC adresou zariadenia, ktoré vysiela správu, APPID, gocbRef, datSet, goID, ktoré sú nakonfigurované v softvérovom programe Digi pre nastavenie ochranného terminálu OC\_IN.

## 4 Záver a odporúčania pre prax

Komunikácia IED zariadení v elektrických staniaciach zohráva kľúčovú úlohu pri riadení a chránení prvkov v elektrických staniaciach. Pri tejto komunikácii je nutné dodržať stanovené podmienky a časy prijatia informácií a následných úkonov s nimi spojených. Najmodernejším riešením pre takéto požiadavky je použitie IEC 61850 protokolu, ktorý pracuje na báze Ethernetu. Jednotlivé aplikácie však musia byť upravené tak, aby informácie k zariadeniam boli doručené v požadovanej kvalite a so stanovenými časovými požiadavkami. Takouto aplikáciou je GOOSE správa, ktorá spĺňa požiadavky na prenos informácií v staničných automatizovaných systémoch.

V uvedenom príklade časti distribučnej rozvodne je nahradené konvenčné riešenie pomocou prepojenia vstupov a výstupov Ethernet prepojením, ktorým si jednotlivé IED od rôznych výrobcov dokážu vymieňať potrebné informácie. Konfiguráciou IED sa v určitých časových intervaloch zasielajú stavy jednotlivých monitorovaných veličín v podobe dátových atribútov. Správy s obsahom jednotlivých stavov sú odosielané na multicast MAC adresu, z ktorej si prijímacie zariadenia IED s unicast MAC adresou dokážu odchytiť správy pre ne určené. Po prijatí správy IED zariadenie vykoná nakonfigurovanú aplikáciu. Takéto riešenie poskytuje užívateľom veľké množstvo možností v rámci IED zariadenia a celého automatizačného systému stanice.

V laboratórnych podmienkach boli nakonfigurované ochranné terminály dvoch rôznych výrobcov a sledované odosielenia GOOSE správ. Po prijatí správnyimi IED zariadeniami boli jednotlivé nastavené funkcie signalizované na predných paneloch pomocou LED indikátorov. Týmto modelom bola sledovaná správna interoperabilita, ktorú vyžaduje protokol IEC 61850 a rýchlosť akou je možné jednotlivé signály prenášať. Keďže práca rieši len horizontálnu komunikáciu bolo by v budúcnosti vhodné zapojiť k jednému z terminálov i koncové zariadenia, ako napríklad výkonový vypínač. Takto by vzniklo viac možností pre konfiguráciu chránenia alebo riadenia a rozmanitosti jednotlivých GOOSE správ v sieti.

Ďalším návrhom je odosielenie informácií z IED zariadení riadiacemu systém SCADA, v ktorom by užívateľ dokázal monitorovať, ale i riadiť jednotlivé zariadenia v stanici na diaľku. Zvlášť do pozornosti by bolo vhodné uviesť zasielanie jednotlivých reportov a ich spracovanie.

Keďže v praxi sa v rozvodniach využíva ako prenosové médium optický kábel, bolo by vhodné v budúcnosti prejsť na tento systém prepojenia IED i v laboratóriu.

Taktiež za zmienku stojí i zabezpečenie samotného komunikačného systému a jeho správanie sa v núdzových režimoch, či strate napájania.

V praktickom využití komunikácie by bolo vhodné uvažovať nad bezdrôtovým prenosom niektorých menej dôležitých informácií, čo by v konečnom dôsledku zmenšilo náklady na káblové prepojenie medzi zariadeniami a na vytvorenie komunikačnej cesty k ťažšie prístupným zariadeniam.

V budúcnosti by takýto presný a rýchly systém mohol slúžiť pri rýchlom pripájaní a odpájaní zdrojov elektrickej energie, čím by bola viac prístupnejšia myšlienka inteligentných sietí. Taktiež použitý protokol IEC 61850 má vplyv na kvalitu dodávky elektrickej energie a tým zlepšujúce sa ukazovatele kvality dodávky elektrickej energie: SAIDI, CAIDI, SAIFI, ASAI. Pretože operácie prebiehajú vo veľmi krátkych časových intervaloch je možná včasná reakcia záložných systémov a tak spotrebiteľ pocíti výpadky dodávok elektrickej energie len minimálne.



## Zoznam použitej literatúry

- [1] FORGUE, Bruno – VLADYKA, Pavel. IEC 61850 : Soubor norem pro komunikaci v energetice for Pandatron.sk [online]. 2011, [cit. 2012-06-22]. Dostupné na internete : <[http://pandatron.sk/?2663&iec\\_61850:\\_soubor\\_norem\\_pro\\_komunikaci\\_v\\_energetice](http://pandatron.sk/?2663&iec_61850:_soubor_norem_pro_komunikaci_v_energetice)>. ISSN 1803-6007
- [2] MESMAEKER, Ivan De – REITMANN, Peter – BRAND, Klaus-Peter – REINHARDT Petra. Substation Automation based on IEC 61850 [online]. 2005, [cit. 2013-01-07]. Dostupné na internete: <[http://library.abb.com/global/scot/scot221.nsf/veritydisplay/f169c6ca0710df26c12570d1005396b5/\\$File/cairo-dfn.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot221.nsf/veritydisplay/f169c6ca0710df26c12570d1005396b5/$File/cairo-dfn.pdf)>.
- [3] SEELEY Nicholas C., Schweitzer Engineering Laboratories : Automation at Protection Speeds: IEC 61850 GOOSE Messaging as a Reliable, High-Speed Alternative to Serial Communications [online]. 2008, [cit. 2013-01-07] Dostupné na internete:<<http://selinc.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx>>.
- [4] PROUDFOOT Douglas : UCA and 61850 for DUMMIES. Prezentácie z konferencie o IEC 61850 vo Viedni. 2002, [cit. 2013-01-28].
- [5] Katalóg firmy SIEMENS: IEC 61850 a Ethernet Start Up. 2009, E50417-F1176-C324-A3[cit. 2013-02-02].
- [6] IEC 61850: 2003, Communication Networks and Systems in Substations (všetky časti)
- [7] JUKKA Piiraiinen: Applications of Horizontal Communication in Industrial Power Networks, diplomová práca, 62s., 2010, [cit. 2013-01-21].
- [8] WESTER Craig – ADAMIAK Mark. Practical Applications of IEC61850 Protocol in Industrial Facilities [online]. 2011, [cit. 2013-01-21].
- [9] RUDZINSKI, Yvan – VLADYKA, Pavel. Komunikační protokoly pro dálkové ovládaní IEC/ISO 60870-5 for Automa [online]. 2010, [cit. 2013-02-12]. Dostupné na internete : <[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=40552](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=40552)> .
- [10] Katalóg firmy ABB. ABB 650 Series IEC 60870-5-103 communication protocol manual [online]. 68s., 2011, 1MRK 511243-UEN [cit. 2013-02-14]. Dostupné na internete :<[http://www05.abb.com/global/scot/scot354.nsf/veritydisplay/bef31e7062a10606c125783a00454c9a/\\$file/1mrk511243-uen\\_-\\_en\\_communication\\_protocol\\_manual\\_\\_iec\\_60870-5-103\\_\\_650\\_series\\_\\_iec.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot354.nsf/veritydisplay/bef31e7062a10606c125783a00454c9a/$file/1mrk511243-uen_-_en_communication_protocol_manual__iec_60870-5-103__650_series__iec.pdf)>.
- [11] IEC 57/815/NP : 2006, Mapping of IEC 61850 based Common Data Classes (CDC's), information addressing, services onto IEC 60870-5-104/101
- [12] NOVÁK, M. et al.: Elektroenergetika. Žilina: MARKAB spol. s r.o., Žilina [online]. [cit. 2013-03-27]. Dostupné na internete :<<http://www.oze.stuba.sk/wp>>.

content/themes/ObnovitelneZdrojeEnergie/elearning/EENERGETIKA/La-12.htm  
>. ISBN 978-80-89072-41-5

- [13] KOLARČÍK, Lukáš: Ochranný terminál MiCOM P139 : Bakalárska práca. Košice: TU FEI, 2012. 64s.
- [14] AREVA T&D: MiCOM P139. Správa a řízení pole [online]. Areva 2006. [cit. 2013-04-7] Dostupné na internete: <[http://www.arevatd.com/solutions/liblocal/docs/1024053662903-P139\\_en\\_1456.pdf](http://www.arevatd.com/solutions/liblocal/docs/1024053662903-P139_en_1456.pdf)>.

## Prílohy

- Príloha A: CD médium – Diplomová práca v elektronickej podobe
- Príloha B: CD médium – Konfigurácia terminálov MiCOM P139 od spoločnosti Areva v programe S1 Studio. Program Wireshark a projekt s monitorovanými GOOSE správami