

Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra informačních technologií

Problematika nasazení a využívání protokolu IEC 61850

Bakalářská práce

Autor: Petr Slanina
Studijní obor: Aplikovaná informatika

Vedoucí práce: Mgr. Josef Horálek, Ph.D. - KIT

Hradec Králové

duben 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 26.4.2018

.....

Petr Slanina

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Mgr. Josef Horálek, Ph.D. za metodické vedení práce a praktické poznámky a připomínky.

Anotace

Cílem práce je podrobně představit protokol IEC 61850 a jeho využití v energetických sítích. Je zde podrobně představen protokol včetně představení speciálních systémů rychlých zpráv GOOSE definovaných tímto protokolem. v praktické části jsou představeny realizovaná řešení vybraných systémů chránění využívající zpráv GOOSE v sítích řídicích systémů transformačních stanic. Popsána jsou jak řešení nahrazující dříve používané reléové logiky, tak nová řešení, jejichž realizace je nově umožněna použitím rychlých zpráv. Jedná se o řešení realizovaná na projektech rozvodů VN a VVN. Práce představuje analýzu silných stránek, slabých stránek, příležitostí a hrozeb při porovnání klasických reléových logických obvodů a SW řešení s použitím rychlých zpráv.

Annotation

Title: The implementation and usage of the IEC 61850 protocol

This bachelor thesis aims to present and describe the IEC 61850 protocol, as well as its application in power networks. It includes an in-depth presentation of the protocol's specific details, such as special fast GOOSE messaging systems, which are a part of the IEC 61850 specification. The practical part of this bachelor thesis describes real-world protective solutions that implement GOOSE messaging in the control systems of transformation stations. For comparison, the description of legacy, relay-based logic protective solutions, as well as solutions leveraging fast GOOSE messaging are included. The examples given are currently implemented in VN and VVN distributor projects. This Bachelor thesis also includes a SWOT (Strengths Weaknesses Opportunities Threats) analysis of SW solutions using fast messaging versus the traditional, relay-based technology.

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Využití IEC 61850 a zpráv GOOSE.....	10
2.1	Úspora času a nákladů.....	10
2.2	Sloučení komunikace pro chránění a ovládání	10
2.3	Výhody oproti starším protokolům	10
2.4	Komunikace mezi IED různých výrobců.....	11
2.5	Zálohování konfigurace	11
3	Norma IEC 61850.....	12
3.1	Struktura a obsah souboru norem	12
3.2	IEC 61850-1 - Úvod a přehled.....	14
3.3	IEC/TS 61850-2 Výklad zvláštních výrazů	15
3.3.1	Popisu vybraných termínů a definic	16
3.4	IEC 61850-3 Obecné požadavky	23
3.5	IEC 61850-4 Systémové a projektové řízení.....	23
3.6	IEC 61850-5 Požadavky na komunikaci pro funkce a modely zařízení.....	24
3.6.1	IEC 61850-6 Konfigurační popisový jazyk pro komunikaci v elektrických stanicích týkající se IED	28
3.6.2	IEC 61850-7-1 Základní komunikační struktura – Zásady a modely.....	29
3.6.3	IEC 61850-7-2 Základní informační a komunikační struktura – Abstraktní rozhraní pro komunikační služby (ACSI).....	37
3.6.4	IEC 61850-7-3 Základní komunikační struktura – Obecné třídy dat.....	47
3.6.5	IEC 61850-7-4 Základní komunikační struktura – Kompatibilní třídy logických uzlů a třídy datových objektů	48
3.6.6	IEC 61850-8-1 Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) – Mapování na MMS (ISO 9506-1 a ISO 9506-2) a na ISO/IEC 8802-3	50
3.6.7	IEC 61850-9-2 Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) – Vzorkované hodnoty z ISO/IEC 8802-3	54

3.6.8	IEC 61850-10 Zkoušky shody.....	56
4	Příklady nasazení zpráv GOOSE.....	57
4.1	Příklad 1 - HLO – havarijní logická ochrana.....	57
4.2	Příklad 2 - ASV – automatika selhání vypínače.....	59
4.3	Příklad 3 - Frekvenční odlehčování	60
4.4	Příklad 4 - Záblesková ochrana	62
4.5	Příklad 5 - LOT – Logická ochrana tlaku	62
4.6	Příklad 6 - Vymezení poruch ve smyčkových sítích.....	63
5	Shrnutí	64
5.1	Silné stránky	64
5.2	Slabé stránky	65
5.3	Příležitosti	65
5.4	Hrozby.....	66
6	Závěry a doporučení	67
7	Seznam použité literatury	69

Seznam obrázků

Obr. 1 Logická rozhraní SAS 1994 [1]	15
Obr. 2 Úrovně a logická rozhraní v systémech pro automatizaci rozvoden [5]	27
Obr. 3 Vztahy mezi modelováním a mapováním částí souboru IEC 61850 [11]	31
Obr. 4 Příklad topologie automatik v rozvodně [11]	32
Obr. 5 Metoda modelování (konceptní) [11]	33
Obr. 6 Kategorie informací logického uzlu [11].....	35
Obr. 7 Příklad mapování komunikace [11]	36
Obr. 8 Základní konceptní model tříd ACSI [12]	40
Obr. 9 Konceptní model služeb ACSI [12]	41
Obr. 10 Model GoCB [12].....	42
Obr. 11 Přehled o této normě [14]	50
Obr. 12 Přehled funkcí a profilů [15].....	53
Obr. 13 Základní prvky služby VysláníGOOSEZprávy [15]	54
Obr. 14 Přehledové schéma HLO	58
Obr. 15 Přehledové schéma ASV	60
Obr. 16 Přehledové schéma Frekvenčního odlehčování.....	61

Seznam tabulek

Tabulka 1 Členění normy [5].....	13
Tabulka 2 Skupiny LN [11].....	34
Tabulka 3 Definice GOOSE zprávy [12].....	44
Tabulka 4 Definice GOOSE zprávy - parametry [12]	46

1 Úvod

Vedení vysokého a velmi vysokého napětí (VN a VVN) jsou zapojena do sítí. v uzlových bodech sítě jsou stanice umožňující propojení vedení stejné napěťové hladiny v různých konfiguracích. K to mu slouží rozvodna umístěná ve stanici. Pro propojení sítí VN a VVN slouží transformační stanice, kde je rozvodna VN, rozvodna VVN a transformátory pro přenos výkonu mezi rozvodnami. Řídicí systémy v rozvodnách slouží k signalizaci, měření, ovládní a regulaci jednotlivých prvků rozvodu. Základní úroveň řídicího systému (systému) je tvořena autonomními zařízeními instalovanými jednotlivých základních částech rozvodny zvaných pole. Tato zařízení složí k řízení daného pole za standardních podmínek, nebo k nouzovému vypínání při poruše, nebo jsou obě funkce integrovány do jednoho zařízení. Zavedená terminologie označuje tato zařízení jako terminál pole, nebo ochranu, nebo terminál s ochrannými funkcemi. K vyhodnocení poruchového stavu se většinou využívá měření proudu procházejícího vedením, nebo částí rozvodny a měření napětí. Z těchto měření je vypočítán čas automatického vypnutí tak, aby byly omezeny škody na vedeních a rozvodnách se současným zohledněním selektivity pro omezení rozsahu vypnuté části sítě. Dále jsou poruchové stavy detekovány například měřením rozdílu proudů, poklesu frekvence, poklesu napětí, porušení izolačních vlastností. Při zohlednění kombinace signálů o detekovaných poruchách z různých zařízení někdy hovoříme o logické ochraně, ta není vždy reprezentována konkrétním zařízením, ale pouze logikou danou propojením více zařízení. Toto propojení bylo dříve realizováno pomocí binárních signálů, reléových logických obvodů a průběžných obvodů propojujících jednotlivá pole rozvodny, a to i přesto, že jednotlivá zařízení byla komunikačně připojena do řídicího systému. Důvodem bylo používání různých protokolů a nízká rychlost přenosu signálů po protokolu.

Na přelomu století byly většinou využívány proprietární protokoly jednotlivých výrobců. v případě, kdy byly na rozvodně nasazeny ochrany různých výrobců, byla vzájemná komunikace prakticky nemožná. Snahy o sjednocení komunikačních protokolů vyvrcholily nasazením protokolu dle normy IEC61850. Tím byla umožněna výměna dat mezi zařízeními různých výrobců.

Cílem této bakalářské práce je seznámení s protokolem IEC 61850 s důrazem na rychlé zprávy GOOSE. Využití těchto rychlých zpráv v ochranných obvodech rozvodů v energetické síti. Cílem praktické části je analyzovat výhody a nevýhody v již realizovaných aplikacích.

2 Využití IEC 61850 a zpráv GOOSE

V posledním desetiletí je realizována snaha o využití jednotného protokolu IEC 61850 v řídicích systémech rozvodů energetických společností. Cíle je dosahováno postupně v závislosti na obnově zařízení a možnostech výrobců těchto zařízení. Například upgrade firmware a výměna komunikační karty. Nasazení tohoto protokolu umožňují změnu technologie některých systémových a logických ochranných. Otázkou je výhodnost změny u jednotlivých řešení.

Z již realizovaných projektů v energetice, ale i mimo energetiku vyplývá, že nasazování IEC 61850 a používání zpráv GOOSE je výhodné.

2.1 Úspora času a nákladů

Po realizaci modernizace rozvodny v Guarujá 2 v Brazílii konstatováno, že standardizace projektů a logických schémat, použití protokolu IEC 61850 se zprávami GOOSE a testů provedených předem v laboratoři zkracuje čas uvedení do provozu o 40 procent. Použití protokolu IEC 61850 a GOOSE snížilo objemu měděných kabelů používaných při modernizaci o 50 procent ve srovnání s tradičními řešeními. Při skutečné události po modernizaci rozvodny postihl výpadek 17 000 zákazníků, kteří měli dodávku energie obnovenu touto automatizací během několika sekund. Bez této logiky by čas bezproudí byl přibližně 1,5 hodiny. [1]

2.2 Sloučení komunikace pro chránění a ovládání

V africké Ghaně ve městě Kintapo byla realizována výstavba transformovny. V tomto případě bylo nutné zajistit plnou redundanci ochranných a komunikačních IED byla nasazena komunikační síť využívající protokoly IEC 61850 včetně zpráv GOOSE. Díky této technologické volbě bylo dosaženo téměř úplného odstranění metalických průběžných obvodů potřebných ke sdílení ochranných informací a ovládacích povelů napříč celou rozvodnou.[2]

2.3 Výhody oproti starším protokolům

Při realizaci transformovny 110/22kV pro větrnou farmu Babadag 1 v Rumunsku byl nasazen jak protokol IEC 61850 tak protokol Modbus. Zde se projevil výhoda

protokolu IEC 61850 v tom, že IED může odesílat informace jak v návaznosti na události, tak i v návaznosti na žádost jiného IED, kdežto zařízení připojená přes Modbus jako slave může odeslat informace je na žádost nadřazené části řídicího systému. Analýza prokázala, že Modbus není vhodný při rozsáhlých poruchách a následném přenosu velkého množství dat, na rozdíl od protokolu IEC 61850. [3]

2.4 Komunikace mezi IED různých výrobců

Pro vyvedení výkonu z vodní elektrárny Wuskwatim Generating Station v Kanadě byl realizován projekt, kde byly propojeny IED od různých výrobců a to ABB, SIEMENS a Areva Protection. Zprávy GOOSE byla použity jak pro blokády, tak pro vypínání.[4]

2.5 Zálohování konfigurace

Veškerá nastavení a konfigurace všech IED komunikace mezi nimi lze zálohovat do souboru SCD, stejně jak bylo popsáno u stavby vyvedení výkonu z vodní elektrárny Wuskwatim Generating Station. [4]

3 Norma IEC 61850

Sada norem IEC 61850 - Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích řeší standardizaci automatizačních systémů v energetice. Standardizací funkcí a komunikací je dosaženo nezávislosti na konkrétních výrobcích a dodavatelských technologiích a přístrojů.

3.1 Struktura a obsah souboru norem

Norma je rozdělena dle následující tabulky.

IEC 61850-1	Úvod a přehled	Úvod a přehled o IEC 61850
IEC 61850-2	Výklad zvláštních výrazů	Soubor termínů
IEC 61850-3	Všeobecné požadavky	Požadavky na jakost (spolehlivost, udržovatelnost, pohotovost systému, přenositelnost, bezpečnost). Okolní podmínky. Pomocné služby. Ostatní normy a technické podmínky.
IEC 61850-4	Systémové a projektové řízení	Požadavky na inženýrské činnosti (klasifikace parametrů, technické prostředky, dokumentace). Perioda životnosti systému (verze výrobku, ukončení výroby, zajištění po ukončení výroby). Zabezpečení jakosti (odpovědnosti, zkušební zařízení, typové zkoušky, zkoušky systému, FAT a SAT).
IEC 61850-5	Požadavky na komunikaci pro funkce a modely zařízení	Základní požadavky. Metoda logických uzlů. Logické komunikační spoje. Pojem PICOM. Logické Uzly a příslušné PICOM. Vlastnosti. Funkce. „Dynamické scénáře“ (požadavky na tok informací pro různé provozní podmínky).

IEC 61850-6	Konfigurační popisový jazyk pro komunikaci v elektrických stanicích týkající se IED (Připravuje se)	Přehled o zamýšleném postupu technického návrhu systému. Definování systému a formát souboru pro výměnu konfiguračních parametrů vycházející z XML obsahující <ul style="list-style-type: none"> - schématický (jednopolový) popis primárního systému, - popis komunikačního spojení, - možnosti IED. Přiřazení logického uzlu IED k primárnímu systému.
IEC 61850-7-1	Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení	Úvod do IEC 61850-7-x. Zásady a modely komunikace.
IEC 61850-7-2	Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení	Abstraktní rozhraní pro komunikační služby (ACSI) Popis ACSI. Specifikace abstraktních komunikačních služeb. Model struktury databáze zařízení.
IEC 61850-7-3	Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení	Obecné třídy dat a příslušné atributy.
IEC 61850-7-4	Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení	Třídy kompatibilních logických uzlů a třídy dat Definice tříd logických uzlů a tříd dat; třídy logických uzlů jsou složeny z tříd dat.
IEC 61850-8	Mapování specifických komunikačních služeb	Mapování služeb obecně používaných pro komunikaci v celé stanici.
IEC 61850-9	Mapování specifických komunikačních služeb	Mapování služeb používaných pro přenos vzorkovaných analogových hodnot.
IEC 61850-10	Zkoušky shody (Připravuje se)	Procedury zkoušky shody. Zajištění kvality a zkoušky. Požadovaná dokumentace. Zkoušky shody vážící se k zařízení. Ověření (certifikace) zkušebního zařízení, potřeba a prokázání platnosti zkušebního vybavení.

Tabulka 1 Členění normy [5]

3.2 IEC 61850-1 - Úvod a přehled

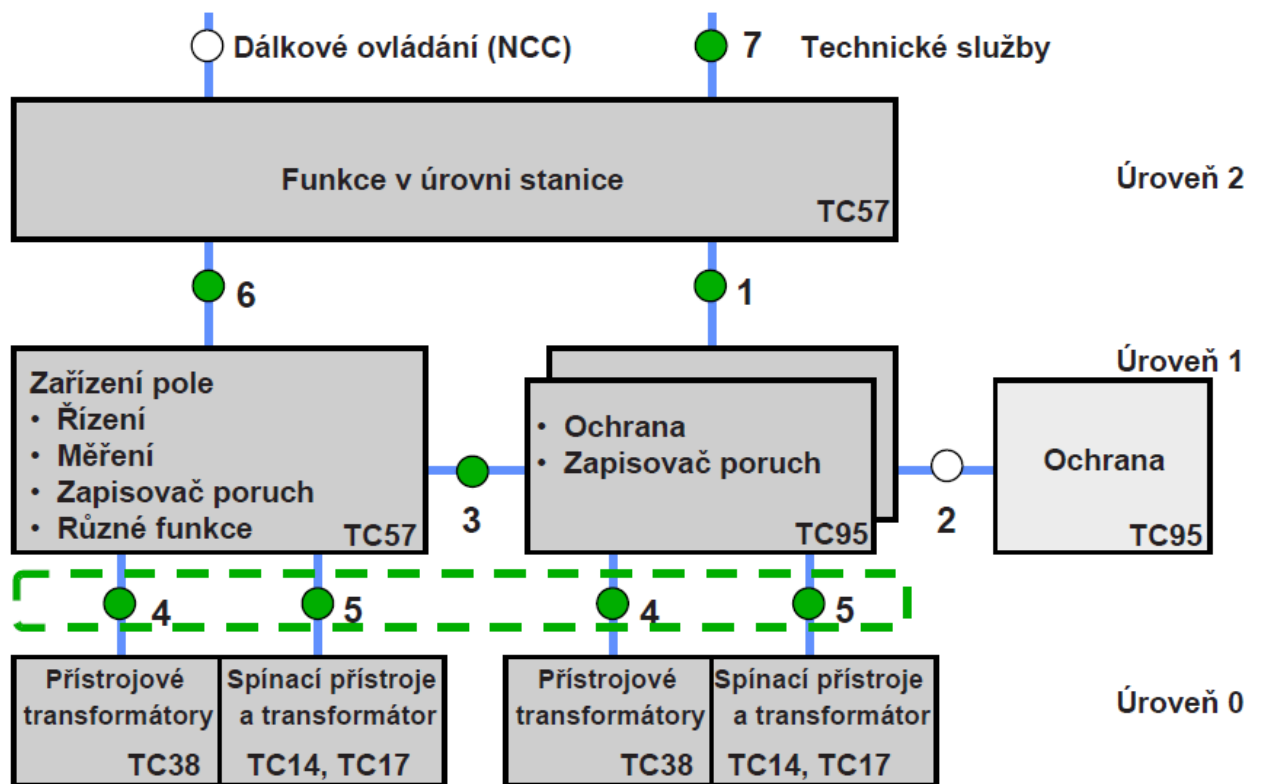
Tato část je úvodní technická zpráva, která řeší zaváděné automatizované systémy rozvodny (SAS), definuje komunikaci mezi inteligentními elektronickými zařízeními (IED) provádějících požadované funkce (chránění, regulaci, místní a dálkovou signalizaci, měření a řízení apod.) v rozvodně. Dále definuje z toho vyplývající systémové požadavky. Při přehledovém popisu využívá odkazy na text a obrázky z ostatních částí souboru norem IEC 61850.

Tato část dále představuje cíle celého souboru norem, jako je umožnit sestavení moderních SAS a nezbytné výchozí technické podmínky. Jednou z nejdůležitějších podmínek je právě nahrazení proprietárních komunikačních protokolů jedním společným protokolem. Už tímto krokem je dosaženo zásadní zefektivnění komunikace a zjednodušení hardwarové náročnosti (odstraněním převodníků protokolů). Jednotný protokol umožňuje kombinaci zařízení různých výrobců – při úspěšném nasazení této sady norem je možné vyměnit jedno HW zařízení za jiné se stejnými funkcemi bez nutnosti přenastavení ostatních částí systému. Nový společný protokol umožňuje nové možnosti komunikace a tím umožňuje využívání jednotlivých SW služeb bez ohledu na to, který HW je zajišťuje.

Protože norma sama je normativem pracujícím s předpokládaným možným rozvojem technologií, tak SAS nasazený dle této normy je schopen s určitými omezeními rozvoje v průběhu své životnosti. To je také důvod, proč norma neřeší konkrétní značení všech provozních povelů, signálů, stavů a hodnot.

Norma řeší obecný systém rozvody, který vychází z dříve definovaných a osvědčených systémů.

Příkladem je tato obecná struktura logických rozhraní automatizovaného systému stanice definovaná v roce 1994 zobrazena na obrázku 1.



Obr. 1 Logická rozhraní SAS 1994 [1]

Již v této struktuře jsou zobrazena komunikační rozhraní (očíslovaná) a jsou chápána jako logická čili nikoli nutně fyzická.

Nový pohled na strukturu dle normy IEC 61850 je popsán v kapitole 5 [5]

3.3 IEC/TS 61850-2 Výklad zvláštních výrazů

Tato část souboru IEC 61850 obsahuje výklad zvláštních výrazů se specifickou terminologií a definicemi použitými z hlediska automatizovaných systémů stanice v různých částech této normy.

3.3.1 Popisu vybraných termínů a definic

Abstraktní rozhraní pro komunikační služby (abstract communication service interface) – je virtuální rozhraní u IED poskytující metody modelování abstraktních informací pro logická zařízení, logické uzly, data a atributy dat, a komunikační služby, například služby pro spojení, přístup k proměnným, přenos nevyžádaných dat, řízení zařízení a přenos souborů, nezávislé na skutečné komunikační sestavě a použitých profilech.

Místo přístupu (access point) – reprezentuje komunikační místo přístupu na IED může to být sériový port, Ethernetové spojení, nebo adresa klienta či serveru podle použité sestavy každé místo přístupu daného IED na komunikační sběrnici je jednoznačně určeno, každý server má pouze jedno logické místo přístupu.

Asociace (association) – je realizovaná přenosová cesta ustavená mezi klientem a serverem pro výměnu zpráv.

Atribut (attribute) – je pojmenovaný prvek dat a konkrétního typu.

Pole (bay) – je základní část rozvodny. Je to ucelená část určená pro silové propojení přípojnice, nebo přípojnic se zaústěnými linkami, transformátory, měřícími transformátory, nebo ke spojení různých přípojnic.

Funkce na úrovni pole (bay level functions) – jedná se o funkce používající převážně data z jednoho pole a působící převážně na primární zařízení tohoto pole funkce na úrovni pole komunikují pomocí logického rozhraní 3 v úrovni pole a pomocí logických rozhraní 4 a 5 na úrovni procesu, tj. s libovolným typem dálkového vstupu/výstupu nebo s inteligentními snímači a ovládači. Například vzájemné blokování ochranných funkcí, nebo ovládání silových prvků.

Hromadné vysílání (broadcast) – je způsob vysílání zpráv, zpráva přivedená do komunikační sítě, určená k tomu, aby ji libovolné IED četlo a bylo jí případně ovlivněno

Sběrnice (bus) – reprezentuje spojení mezi jednotlivými IED v komunikačním systému umožňující komunikaci.

Třída (class) – je popis množiny objektů sdílejících stejné atributy, služby, vazby a sémantiku.

Klient (client) – je entita žádající službu od serveru, nebo přijímající nevyžádaná data od serveru.

Komunikační spojení (communication connection) – je spojení, které využívá funkci mapování komunikace u jednoho či více prostředků pro přenos informací. Využívá se například pro přenos MMS.

Konfigurace (systému nebo zařízení) (configuration (of a system or device)) – Jedná se fáze inženýringu při návrhu systému, například volba funkčních jednotek, určení jejich míst a definování jejich vzájemných propojení. V této fázi je například definováno umístění a rozsah ochranných funkcí.

Spojení (connection) – je asociace navázaná mezi funkčními jednotkami pro přenos informací spojení je mezi dvěma IED navázáno před každou výměnou dat spojení může být krátkodobé nebo dlouhodobé.

Uzel propojení (propojovací uzel) (connectivity node) – reprezentuje identifikovatelný pojmenovaný obecný bod spojení mezi vývody primárních zařízení, jehož jedinou funkcí je elektricky tyto vývody spojit s minimálním odporem.

Kontrola cyklickým kódem (Cyclic Redundancy Check) - CRC je vypočtena a zahrnuta v každém rámci přenášeném vysílajícím zařízením, přijímající zařízení přepočte CRC u tohoto rámce po jeho přijetí, aby diagnostikovalo případné poškození v tomto rámci při přenos.

Atribut dat (data attribute) - definuje název (sémantiku), formát, rozsah možných hodnot a znázornění hodnot, jež jsou sdělovány.

Třída dat (data class) - seskupuje třídy dat, nebo atributy dat. Konkrétní třídy dat mají sémantiku logického uzlu.

Datový objekt (data object) – jedná se o část logického uzlu (LN) představující konkrétní informaci, například stav nebo měření. Z objektově orientovaného hlediska je datový objekt případ třídy dat.

Třída datového souboru (data set class) – reprezentuje pojmenovaný seznam uspořádaných referencí na jedno či více funkčně omezených dat (FCD – Functionally Constrained Data) nebo funkčně omezených atributů dat (FCDA – Functionally Constrained Data Attribute) používá se pro seskupení společně používaných datových objektů pro snadné vyhledávání.

Rozložená (distribuovaná) funkce (distributed function) – je realizována jako součinnost několika logických uzlů. Když dva či více logických uzlů, které se nacházejí v různých fyzických zařízeních, společně provádějí danou funkci vzhledem k tomu, že

všechny funkce nějakým způsobem komunikují, není definice místní nebo rozložené funkce jednoznačná, ale závisí na definici funkčních kroků prováděných pro splnění dané funkce v případě ztráty jednoho LN (logického uzlu) nebo jednoho příslušného komunikačního spoje může být funkce kompletně blokována, nebo může vykazovat postupnou degradaci, pokud je to možné. Jedná se například o vzájemné ovlivňování zpoždění poruchových vypnutí, případně automatických zapnutí.

Vybavení (equipment) – je entita, která plní určitou funkci v přenosu elektrické energie, například transformátor, vypínač, vedení může být samostatná nebo propojená s automatizovaným systémem pomocí zabudovaného zařízení nebo příslušného externího zařízení. V obecné terminologii je používáno označení silový prvek, nebo silové zařízení.

Funkce (functions) – jsou úkoly, které plní automatizovaný systém stanice pomocí aplikačních funkcí. Obvykle si funkce vyměňují data s ostatními funkcemi, podrobnosti závisí na uvažovaných funkcích, funkce provádějí IED.

Funkční omezení (functional constraint) – reprezentuje vlastnost atributu dat, která udává služby, které mohou být u tohoto atributu dat použity.

Funkčně omezená data (functionally constrained data) – reprezentuje uspořádané skupiny dat majících stejné funkční omezení, například všechny MX (měřené hodnoty). Tímto způsobem je možné seskupit všechny měřené hodnoty z jednoho pole, nebo z celé rozvodny.

Funkčně omezený atribut dat (functionally constrained data attribute) – jedná se o označení jednoho atributu dat u dat, pro který platí konkrétní funkční omezení. Tímto způsobem je možné selektovat Funkčně omezená data.

Generická objektově orientovaná událost ve stanici (rozvodně) (generic object oriented substation event) - Pro výskyt libovolné změny stavu vyšle IED vysokou rychlostí na vybraný binární objekt výjimečnou zprávu s generickou objektově orientovanou událostí ve stanici (GOOSE), obvykle obsahující dvojpovelový stav pro každý jeho stavový vstup, spouštěče, výstupní prvky a relé, skutečný i virtuální. Tato zpráva je následně opět vyslána, obvykle po první zprávě znovu v intervalech 2, 4, 8 ... 60000 ms. (Hodnota časové prodlevy před prvním opakováním není pevně daná hodnota a může být buď kratší, nebo delší.) GOOSE zpráva umožňuje vyslat vypínací signály vysokou rychlostí s vysokou pravděpodobností jejich dodání. Je možné těmito zprávami

blokovat, nebo spouštět funkce více IED současně. Například blokování nadřazených ochran, nebo blokování manipulací.

Model generické události ve stanici (rozvodně) (generic substation event model) - definuje dvě třídy výběrových/skupinových dat, tj. GOOSE a GSSE, pro rychlý přenos hodnot vstupních a výstupních dat mezi IED.

Generická stavová událost ve stanici (rozvodně) (generic substation state event) – obdobná jako u GOOSE, ale omezuje obsažená data na hodnoty dat pro řadu hodnot dvojpovelových (dvoubitových) stavů, například stav vypnuto, zapnuto, přechodný nebo neplatný.

Rozhraní člověk stroj (Human Machine Interface) – neboli HMI je nejčastěji displej, buď jako součást IED, nebo jako samostatné zařízení, může obsahovat klávesnici, nebo jiné ovládací prvky pro umožnění přístupu a komunikaci uživateli.

Informační model (information model) - popisuje abstraktním způsobem zjednodušené znázornění skutečné funkce nebo zařízení.

Případ (instance) - je synonymum pro „objekt“

Konkretizace (instantiation) – je vytvoření případu konkrétní třídy.

Inteligentní (programovatelné) elektronické zařízení (Intelligent Electronic Device) – neboli IED je libovolné zařízení, obsahující jeden či více procesorů, mající schopnost přijímat data/řídící signály z externího zdroje, nebo je na něj vysílat, například elektronické vícefunkční elektroměry, digitální ochrany, řídicí jednotky. Zařízení schopné realizovat chování jednoho či více určených logických uzlů v konkrétním kontextu a vymezené svými rozhraními. IED může a nemusí obsahovat HMI.

Rozhraní (interface) – reprezentuje společnou hranice mezi dvěma funkčními jednotkami, definovaná funkčními charakteristikami, například obecnými charakteristikami fyzického propojení, charakteristikami signálů, nebo jinými charakteristikami podle potřeby a zajištěním deklarované skupiny služeb.

Funkce na úrovni stanice vážící se k rozhraní (interface related station level functions) – představuje rozhraní HMI obsluhy místní stanice SAS s rozhraním dálkového ovládání (TCI – Tele-Control Interface) vzdáleného řídicího centra, nebo s rozhraním dálkového sledování (TMI – Tele-Monitoring Interface) vzdáleného pracoviště řídicí techniky.

Protokol (záznam) (log) – obsahuje záznamy chronologicky utříděných dat, například událostí, s časovými označeními a komentáři. Protokol je vhodným zdrojem pro zpětné vyhodnocení průběhů událostí.

Logické spojení (logical connection) – označuje komunikační spoj mezi logickými uzly (LN).

Třída logického zařízení (logical device class) – umožňuje seskupení příslušných logických uzlů a datového (vých) souboru (ů) pro účely komunikace kromě toho obsahují tato logická zařízení konvenční seznamy často získávaných, nebo označovaných, informací.

Logický uzel (logical node) – je nejmenší část určité funkce vyměňující si data, logický uzel (LN) je objekt definovaný jeho daty a metodami. Funkce může využívat LN v různých IED.

Třída logického uzlu (logical node class) – reprezentuje seskupení dat, datových souborů, řízení zprávy, řízení protokolu, protokolů, řízení GOOSE a GSSE a vzorkovaných měřených hodnot třídy logického uzlu představují typické funkce systému rozvodny.

Data logického uzlu (logical node data) – obsahuje informace logického uzlu, zahrnuje ACSI data, řídicí bloky, apod.

Logický systém (logical system) – jedná se o spojení (pomocí logických uzlů) všech komunikujících aplikačních funkcí plnících určitý kompletní úkol, například „řízení stanice“ hranice systému je dána jeho logickými nebo fyzickými rozhraními.

Mapování (mapping) – je množina hodnot majících definovaný vzájemný vztah s veličinami, nebo hodnotami, jiné množiny.

Slučovací jednotka (merging unit) – je fyzická jednotka (zařízení) provádějící časově koherentní kombinaci proudových a/nebo napěťových dat přicházejících ze sekundárních měničů slučovací jednotka může být součástí jednoho z převodníků v daném poli, nebo může být samostatnou jednotkou například v dozorně jednotka rozhraní, která přijímá více analogových CT/VT a binárních vstupů a vytváří více časově synchronizovaných sériových jednosměrných vícebodových digitálních výstupů bod-bod pro zajištění datové komunikace pomocí logických rozhraní 4 a 5.

Zpráva (message) – reprezentuje vlastní atribut komunikace mezi IED, funkcemi nebo případy, který poskytuje data nebo povely specifické pro danou službu, po jejichž přijetí se předpokládá, že dojde k určité činnosti.

Model (model) – je znázornění některých aspektů skutečnosti účelem vytvoření modelu je pomoci pochopit, popsat, nebo předpovědět, jak budou určité věci ve skutečnosti fungovat, pomocí prošetření zjednodušeného znázornění konkrétní entity nebo jevu.

Výběrové vysílání (multicast) – jedná se o jednosměrná bezspojová komunikace mezi serverem a vybranou množinou klientů.

Objekt - případ (object - instance) – je deskriptor (popisovač) případu třídy entity, který je jednoznačně identifikovatelný v SAS doméně, s definovanými hranicemi a identitou, které vymezují stavy a chování stavy jsou představovány atributy, chování pomocí služeb a stavových mechanismů.

Atribut objektu (object attribute) – reprezentuje obor nebo kategorie nebo hodnota dat, které společně s ostatními atributy určují služby nebo hodnoty dat příslušející dané funkci a charakteristiku objektu.

Otevřený protokol (open protocol) – je protokol, jehož sestava je buď normalizovaná, nebo veřejně přístupná.

Parametry (parameters) – reprezentují proměnné veličiny s daným rozsahem hodnot definující chování funkcí SAS a jeho IED.

Fyzické zařízení (physical device) – je z hlediska této normy ekvivalentní označení inteligentního elektronického zařízení (IED).

Fyzický uzel (physical node) – jedná se o bod připojení fyzického zařízení ke komunikační síti fyzický uzel je vícefunkční jednotka zajišťující jak komunikační server, tak mapování na skutečné IED stanice.

Fyzický systém (physical system) – skládá se z IED a fyzické komunikační sítě, která je propojuje (obvykle z optických vláken) ohraničení systému je dáno jeho logickým nebo fyzickým rozhraním, například průmyslové systémy, řídicí systémy, informační systémy, apod. Typický řídicí systém celé stanice s jedním pracovištěm obsluhy.

(Část) informace pro komunikaci (piece of information for communication) – Vyměňovaná data se nazývají část informace pro komunikaci (PICOM – Piece of Information for COMMunication), což bylo převzato z metody pracovní skupiny CIGRE 34.03 PICOM je popis přenosu informací mezi dvěma logickými uzly po daném logickém

spojení s danými komunikačními atributy obsahuje rovněž přenášené informace a požadované atributy, například charakteristiky nepředstavuje skutečnou strukturu nebo formát dat přenášených po komunikační síti.

Bod-bod (point to point) – označuje prostý komunikační spoj mezi dvěma uzly, použitý pouze pro komunikaci mezi těmito dvěma uzly.

Funkce na úrovni procesu (process level functions) – je realizována procesem, tj. binární (dvojkové) a analogové vstupní/výstupní funkce, například sběr dat (včetně vzorkování) a vydávání povelů tyto funkce komunikují pomocí logických rozhraní 4 a 5 s úrovní pole.

Funkce na úrovni stanice vážící se k procesu (process related station level functions) – používají data z více polí nebo z celé stanice (rozvodny) a působí na primární vybavení ve více polích, nebo na primární vybavení v celé stanici příklady takovýchto funkcí jsou: vzájemné blokování v rámci celé stanice, sekvenční automatiky a ochrana přípojnice tyto funkce komunikují převážně pomocí logického rozhraní 8.

Redundantní (záložní) - redundance (zálohování) (redundant – redundancy) – řešení obsahuje více než jeden prostředek pro provádění požadované funkce v daném prvku - označuje náhradní, nebo duplicitní funkce umožňující, aby systém pokračoval v činnosti bez zhoršení vlastností při události jednoduché poruchy. Jedná se zejména o duplicitní komunikaci, nebo nasazení dvou totožných ochranných funkcí ve více IED.

Vzdálený terminál (remote terminal unit) – jedná se obvykle o podřízenou stanici v systému SCADA. Vzdálený terminál (RTU) může mít funkci rozhraní mezi komunikační sítí a vybavením stanice. Jedná se například o sběr binárních signálů, měření analogových veličin a vysílání kontaktních povelů. Funkce RTU může být soustředěna v jednom IED, nebo může být rozložena (decentralizována).

Hlášení (zpráva) (report) – označuje soubor dat sestavený IED pro přenos klientovi v pravidelných, nebo určených časových intervalech, nebo na vyžádání hlášení může být rovněž generováno v důsledku jedné či více aktivačních podmínek, které může klient buď předem nastavit, nebo předem definovat.

Server (server) – poskytuje data jiným funkčním uzlům, nebo který umožňuje jiným funkčním uzlům přístup ke svým prostředkům, server může být rovněž logická sekce ve struktuře algoritmu programových prostředků (a/nebo případně technických prostředků), mající nezávislé řízení svého provozu.

Třída serveru (server class) – reprezentuje navenek viditelné chování IED, nebo aplikačního procesu.

Služba (service) – je funkční způsobilost daného prostředku, kterou lze modelovat pomocí posloupnosti základních prvků služby

Místo (bod) přístupu služby (server access point) – představuje logickou konstrukci, jejíž pomocí funkční jednotka stejné vrstvy volí komunikační protokol nebo přístup k aplikaci volba všech sedmi vrstev místa přístupu služby představuje komunikační profil.

Jednotný modelovací jazyk (unified modelling language) – definuje pojmy a sémantika pro diagramy, včetně stavových mechanismů, které se používají k popisu/specifikaci funkcí IED, modelu objektu nebo procesu.[6]

3.4 IEC 61850-3 Obecné požadavky

Tato část IEC 61850 definuje obecné požadavky, zejména s ohledem na konstrukci, návrh a vnější vlivy IED a systémů v prostředí elektráren a rozvodů.

Důraz je kladen na:

- Jmenovité hodnoty napětí a proudů
- Návrh a konstrukce
- Elektromagnetická kompatibilita (EMC)
- Klimatické vlastnosti
- Zkoušky v průběhu celé realizace, tedy jak u dodavatele, tak na stanici
- Pravidla přepravy, uskladnění, instalace, provozu a údržby (Například teploty při skladování a provozu)
- Dokumentace k výrobku.[7]

3.5 IEC 61850-4 Systémové a projektové řízení

Specifikace této části se týkají systémového a projektového řízení z hlediska:

- technického postupu a jeho podpůrných prostředků; Například podklady od investora, návrh konfigurace, specifikace pro výběr dodavatele, realizační dokumentace a dokumentace skutečného provedení
- životnosti celého systému a jeho IED

- zajištění kvality počínaje stádiem vývoje a konče zastavením a vyřazením z provozu SAS a jeho IED

Jsou zde specifikovány:

Požadavky na inženýrské činnosti

- Životní cyklus systému – Od výroby po ekologickou likvidaci
- Zajištění kvality
 - o Rozdělení odpovědnosti
- Zkušební vybavení
- Hodnocení zkoušek kvality
 - o Typová zkouška
 - o Výrobní kusová zkouška
 - o Zkouška shody
 - o Přejímací zkouška u výrobce (FAT) – Kontrolovány jsou funkce systému, který je připojen do zkušebních obvodů nahrazujících skutečnou technologii na projektované rozvodně/stanici.
 - o Přejímací zkouška u zákazníka (na místě) (SAT) – Zkouška probíhá po dokončení realizačních prací, před uvedením do zkušebního provozu. Technologie je plně připojena.[8]

3.6 IEC 61850-5 Požadavky na komunikaci pro funkce a modely zařízení

Tato část definuje komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech a zvláště komunikační strukturu podřízených systémů, například automatizačních systémů podřízených stanic.

Komunikace mezi těmito zařízeními v podřízených systémech a mezi podřízenými systémy v rámci celého systému pro automatizaci v energetické společnosti splňuje mnoho požadavků plynoucích z funkcí prováděných automatizačními systémy společnosti počínaje vnitřními požadavky ve stanicích. Tyto požadavky jsou uvedeny jak pro data, která mají být uspořádána do datového modelu, tak pro výměnu dat, která je výsledkem služeb. Výkon datové výměny neznamená pouze

přenosové časy, ale také kvalitu datové výměny pokud jde o vyvarování se ztrátě informací během komunikace.

Vzhledem k závislosti na filozofii prodejců a uživatelů a na aktuálních technologických trendech není obecně pevně dáno rozložení funkcí k zařízením a ovládacím hladinám. Proto musí norma podporovat jakékoli rozložení funkcí. To vede k rozdílným požadavkům pro rozdílná komunikační rozhraní v rámci stanice nebo výroby.

Soubor norem musí mít dlouhodobou platnost, ale zároveň umožňovat reakci na rychlé změny v komunikační technologii ať už se týkají technického přístupu nebo struktury dokumentů.

Tato část 5 normy IEC 61850 definuje požadavky na komunikaci pro funkce a modely pro automatizační systémy v energetických společnostech.

Jsou zde řešeny následující problematiky:

- Spojení
- Vztahy mezi IED - schopnost dvou nebo více IED od jednoho nebo více výrobců, vyměňovat si informace, nebo možnost nahradit IED se stejnou funkčností od jiného výrobce
- Struktury stanice – členění na pole, sekce a rozvodny
- Automatizační funkce energetické společnosti různých úrovní
- Funkce pro automatizaci energetické společnosti
- Kategorie funkcí
- Popis funkce a funkční požadavky
 - o Přístup
 - o Popis funkce
 - o Popis PICOM
- Logické uzly a logická spojení
- Aplikační koncepce pro logické uzly (LN)
- Úroveň stanice
- Úroveň pole
- Úroveň procesu/rozdávěče
- Modelování

- Třídy objektů a případy
- Požadavky a modelování
- Popis systému a systémové požadavky
- Požadavky na výkon
 - o Typy zpráv a třídy výkonu
 - Typ 1 – Rychlé zprávy – Ochrany
 - Typ 2 – Zprávy se střední rychlostí – Automatiky
 - Typ 3 – Zprávy s nízkou rychlostí – HMI
 - Typ 4 – Zprávy se surovými daty – Vzorky
 - Typ 5 – Funkce přenosu souboru
 - Typ 6 – Povelové zprávy a přenos souboru s řízením přístupu
- Další požadavky pro datový model
 - o Sémantika
 - o Logická a fyzická identifikace a adresování

IEC 61850 pohlíží na strukturu v zásadě pomocí následujících tří metod: rozklad funkcí, tok dat a modelování informací.

Rozklad funkcí definuje složky rozložené funkce a logické vazby mezi nimi, pokud je funkce popsána jako logický uzel.

Tok dat zohledňuje komunikačních rozhraní mezi složkami rozložených funkcí.

Modelování informací definuje abstraktní syntaxi a sémantiku dat.

Funkce je tedy možné rozložit na jednotlivé části a ty realizovat v různých částech HW, nebo v různých IED. Tyto části se nazývají logické uzly (LN).

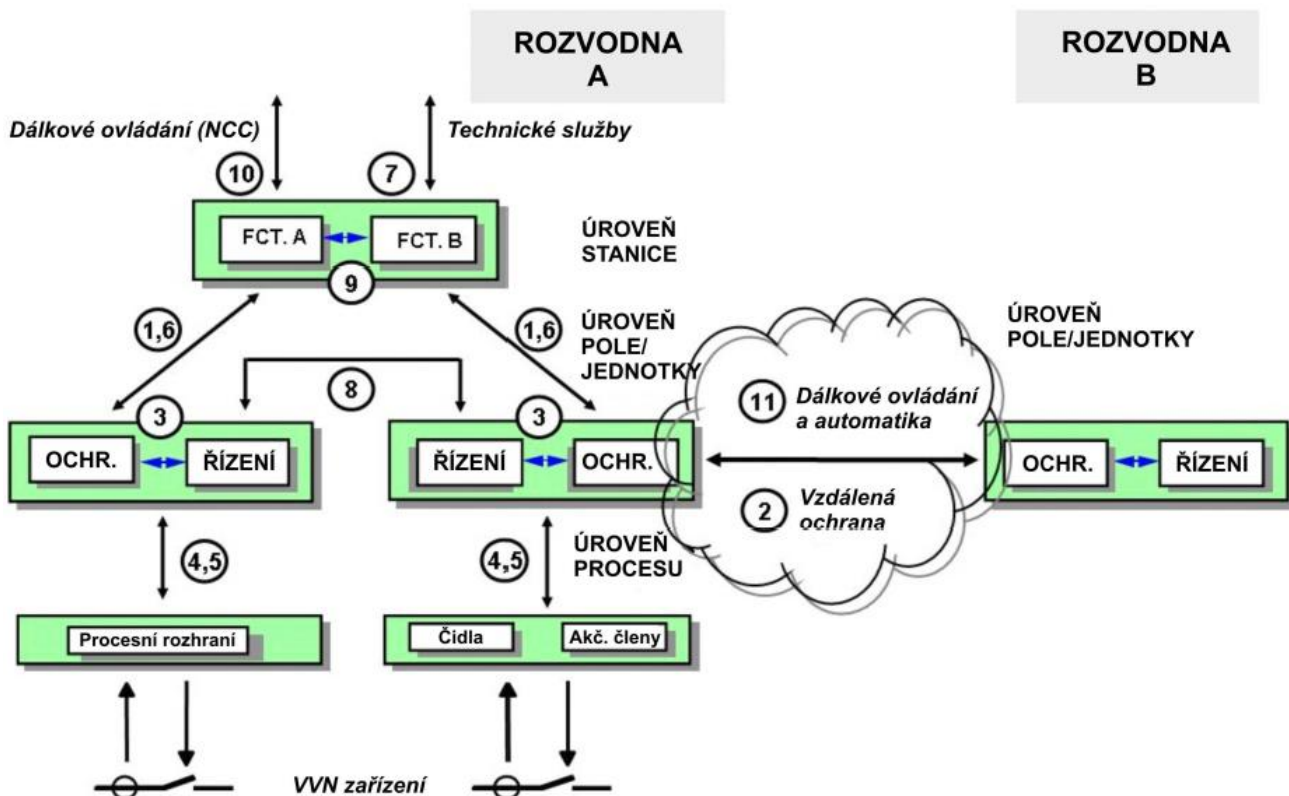
Aplikační funkce souvisejí s řízením energetické technologie.

Systémové funkce souvisejí se samotným systémem SAS.

Dále jsou funkce členěné dle úrovně, na které jsou použity: úrovni stanice, úrovni pole a úrovni procesu.

Nový model SAS byl doplněn o logická rozhraní mezi funkcemi na úrovni stanice a mezi funkcemi nacházejícími se v různých polích.

Zařízení systému pro automatizaci rozvodny mohou být fyzicky umístěna na různých funkčních úrovních (stanice, pole a proces). Toto odkazuje na fyzickou interpretaci obrázku 2:



Obr. 2 Úrovně a logická rozhraní v systémech pro automatizaci rozveden [5]

Význam rozhraní:

IF1 datová výměna ochran mezi úrovní pole a stanice

IF2 datová výměna ochran mezi úrovní pole a vzdálenou ochranou (například ochranou vedení)

IF3 datová výměna v rámci úrovně pole

IF4 analogová datová výměna mezi úrovní procesu a pole (vzorky z CT a VT)

IF5 datová výměna řízení mezi úrovní procesu a pole

IF6 datová výměna řízení mezi úrovní pole a stanice

IF7 datová výměna mezi rozvodnou (úrovní) a vzdáleným technickým pracovištěm

IF8 přímá datová výměna mezi poli týkající se zejména rychlých funkcí jako jsou blokovací podmínky

IF9 datová výměna v rámci úrovně stanice IF10 datová výměna řízení mezi rozvodnou a vzdáleným řídicím centrem (nebo centry)

IF11 datová výměna řízení mezi rozvodnami. Toto rozhraní odkazuje především na binární data například pro funkce blokovacích podmínek nebo jinou automatiku v rámci rozvodny

Bublina okolo IF2 a IF11 označuje, že zde může být využit také externí komunikační systém, který neodpovídá datovému modelu a službám definovaným v souboru IEC 61850.[9]

3.6.1 IEC 61850-6 Konfigurační popisový jazyk pro komunikaci v elektrických stanicích týkající se IED

Tato Část IEC 61850 definuje popisový jazyk pro konfigurování IED v elektrických stanicích. Tento jazyk se nazývá konfigurační popisový jazyk systému (SCL – System Configuration description Language). Používá se k popisu konfigurací IED a komunikačních systémů. Umožňuje formální popis vazeb mezi automatizovaným systémem společnosti a procesem (stanicí, spínací stanicí). v úrovni aplikace lze popsat vlastní topologii spínací stanice a vazbu struktury spínací stanice na SAS funkce (logické uzly) konfigurované na bázi IED.

SCL umožňuje kompatibilní přechod popisu konfigurace IED na technický prostředek komunikačního a aplikačního systému a zpětný přechod popisu konfigurace celého systému na konfigurační prostředek IED. Hlavním účelem je umožnit vzájemnou výměnu konfiguračních dat komunikačního systému mezi konfiguračním prostředkem IED a konfiguračním prostředkem systému od různých výrobců.

Tato Část IEC 61850 definuje formát souboru pro popis konfigurací IED vážícího se ke komunikaci a parametry IED, konfigurace komunikačního systému, struktury (funkce) spínací stanice a vazby mezi nimi. Hlavním účelem tohoto formátu je kompatibilní výměna popisů možností IED a popisů SAS mezi technickými prostředky IED a systému od různých výrobců.

Definovaný jazyk se nazývá Konfigurační popisový jazyk systému (SCL).

Konfigurační jazyk vychází z rozšiřitelného vyššího jazyka XML verze 1.0.

Tato norma nedefinuje jednotlivé realizace či výrobky používající tento jazyk, ani neomezuje realizaci entit a rozhraní v počítačovém systému. Tato Část normy nestanovuje formát pro zavádění konfiguračních dat do IED.

Jsou zde specifikovány:

- Rozsah SCL
- SCL model objektu
 - o Model stanice
 - o Model produktu (IED)
 - o Model komunikačního systému
 - o Modelování zálohování
 - o Modelování toku dat
- Typy SCL popisových souborů – například pro potřeby výměny dat od konfiguratéra IED na konfiguratéra systému
- SCL jazyk - vychází z XML
- Prvky SCL syntaxe
- Nástroj a oprávnění k technickému navrhování projektu [10]

3.6.2 IEC 61850-7-1 Základní komunikační struktura – Zásady a modely

Tato část souboru IEC 61850 poskytuje přehled o komunikační architektuře a o interakcích mezi systémy automatizace energetické společnosti, například zařízeními ochrany, jističi, transformátory, základními systémy v rozvodně apod.

Tato část souboru IEC 61850 popisuje vazby mezi ostatními částmi souboru IEC 61850. v závěru tato část definuje, jak se dosáhne funkční spolupráce.

Účelem této části souboru IEC 61850 je umožnit – z koncepčního hlediska – pochopit základní pojmy modelování a metody popisu pro:

- informační modely stanic pro automatizované systémy energetické společnosti,
- funkce zařízení použitého k účelům automatizace energetické společnosti, a
- komunikační systémy zajišťující funkční spolupráci energetické společnosti.

Pojmy a modely uvedené v této části souboru IEC 61850 lze též použít pro popis informačních modelů a funkcí u:

- vodních elektráren,
- výměny informací mezi dvěma rozvodnami,
- výměny informací mezi rozvodnou a řídicím centrem (dispečinkem),

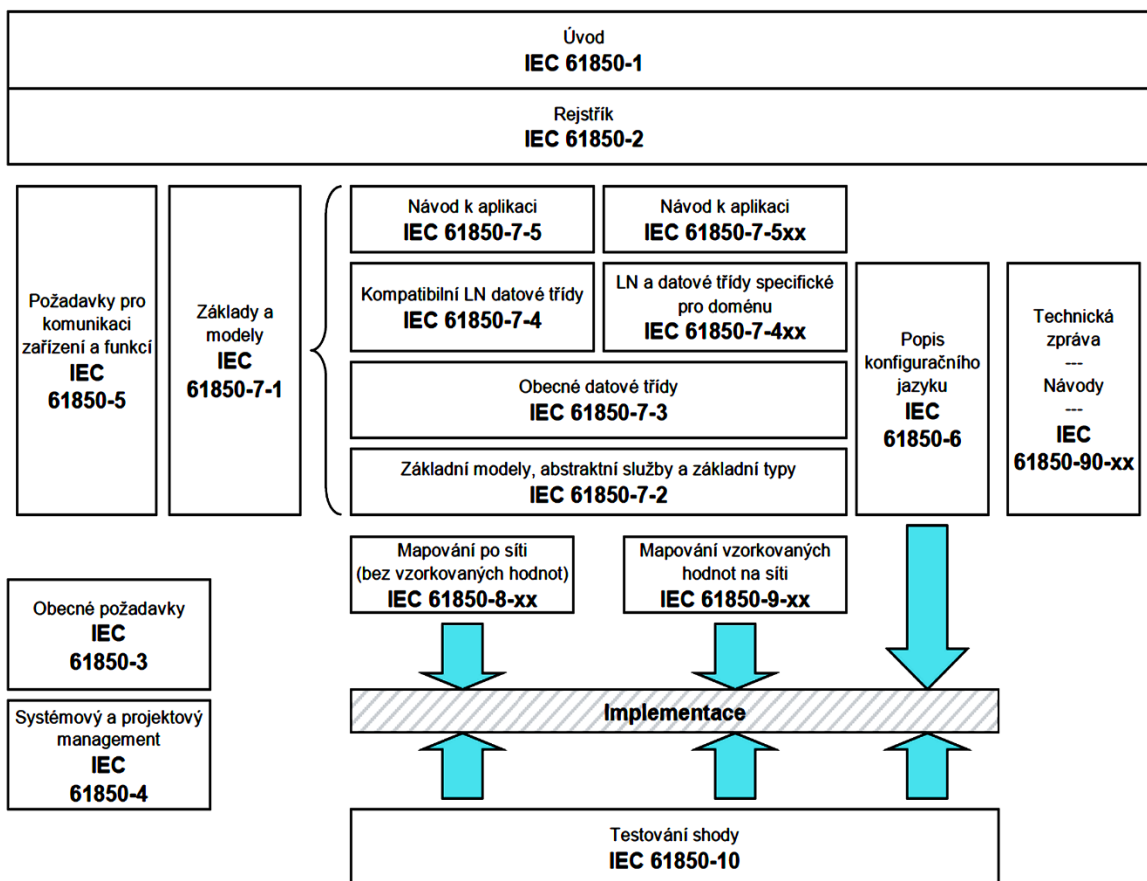
- výměny informací pro decentralizované (rozložené) automatiky,
- výměny informací pro integrační měření,
- sledování a diagnostiky stavů, a
- výměny informací se systémy řídicí techniky pro konfiguraci zařízení.

Jsou zde specifikovány:

- Metoda modelování v souboru IEC 61850
 - o Rozklad aplikačních funkcí a informací
 - o Vytváření informačních modelů pomocí postupného skládání
 - o Modely výměny informací
- Znázornění aplikace
 - o Modelování – Logické uzly a data
 - o Režimy a chování logického uzlu
- Znázornění zařízení
 - o Model logického zařízení
- Znázornění komunikace
 - o Modely služeb v souboru IEC 61850
 - o Virtualizace
 - o Základní mechanismy výměny informací
 - o Klient-server
- Komunikace logických uzlů s logickými uzly
- Rozhraní uvnitř a mezi zařízeními
- Fyzická zařízení, aplikační modely a komunikace
- Vazby mezi IEC 61850-7-2, IEC 61850-7-3 a IEC 61850-7-4
- Definic tříd
- Způsob formální specifikace
 - o Notace tříd ACSI
 - o Modelování tříd
 - o Obecná třída dat
 - o Třída logického uzlu
 - o Tabulky služeb
 - o Označování případů

- Rozsahy názvů
- Obecná pravidla pro nové verze tříd a pro rozšiřování tříd

Metody modelování a implementace, použité v různých částech normy, a jejich vztahy ukazuje obrázek 3.



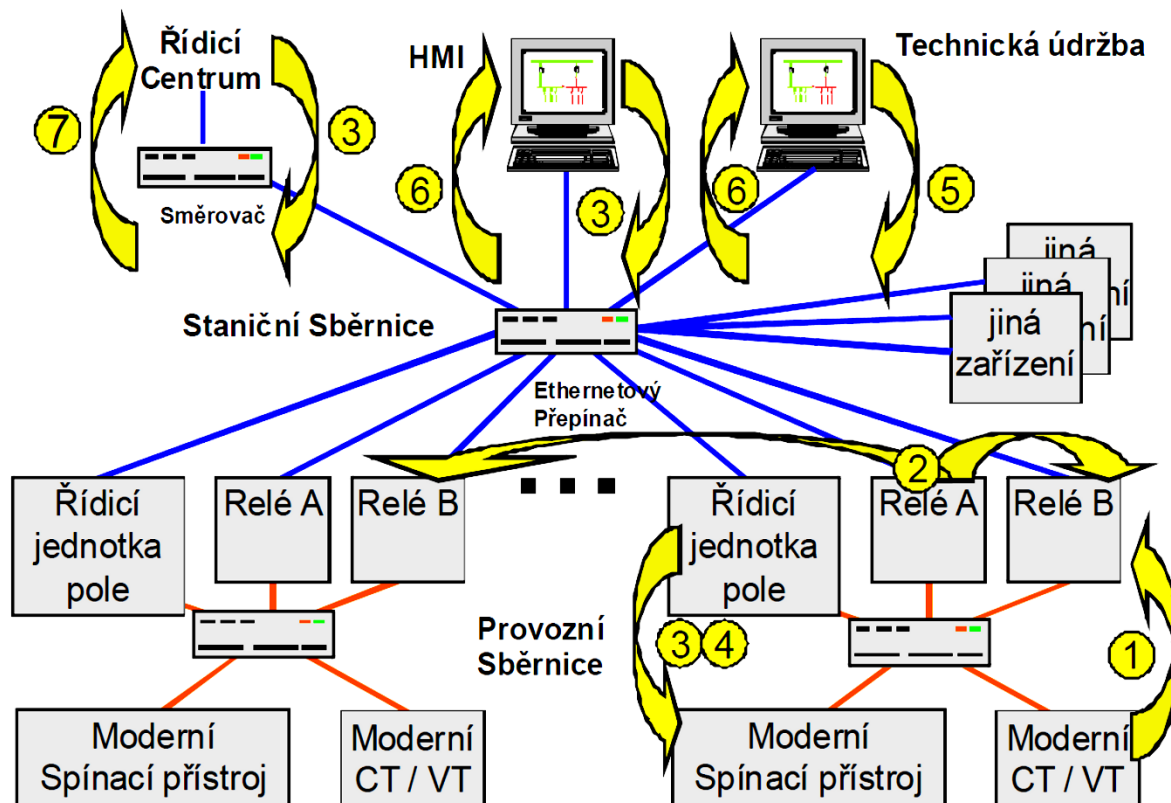
Obr. 3 Vztahy mezi modelováním a mapováním částí souboru IEC 61850 [11]

Topologie a komunikační funkce automatizovaných systémů rozvodny

Jak je topologicky uvedeno na obrázku 1, je jedním z hledisek souboru IEC 61850 zajištění automatických funkcí v podřízených stanicích pomocí komunikace s (počet jističů viz obrázek):

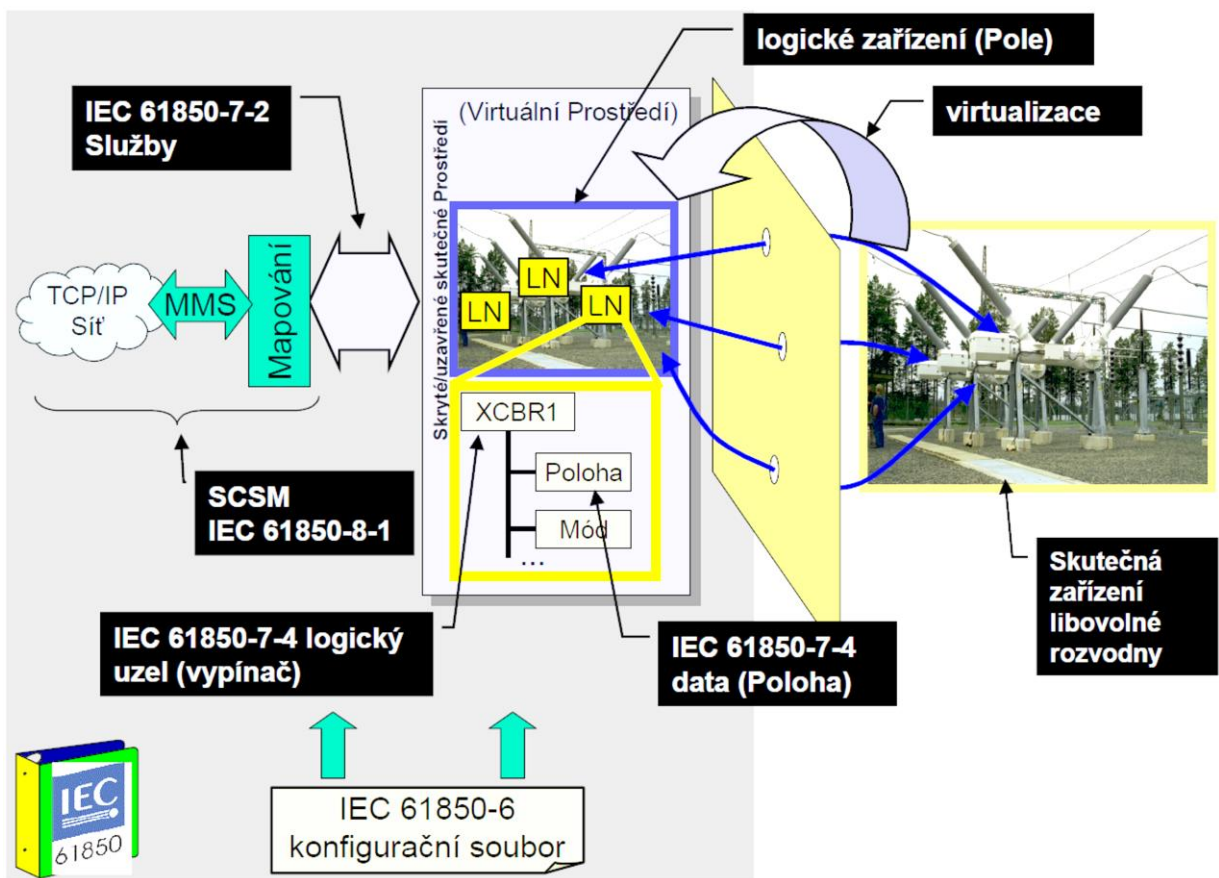
- - výměnou vzorkovaných hodnot u CT a VT (1),
- - rychlou výměnou I/O dat pro chránění a řízení (2),
- - řídicími signály (3)

- - vypínacími signály (4),
- - technickou údržbou a konfigurací (5),
- - sledováním a kontrolou (6),
- - komunikací mezi řídicími centry (7),
- - časovou synchronizací,



Obr. 4 Příklad topologie automatik v rozvodně [11]

Mechanismy výměny informací vycházejí zejména z přesně definovaných informačních modelů. Tyto informační modely a metody modelování jsou základem souboru IEC 61850. Soubor IEC 61850 používá metodu modelování obecných informací získaných v reálných zařízeních, jak zobrazuje obrázek 5. v této normě jsou definovány veškeré informace schopné výměny s ostatními zařízeními. Model poskytuje automatizovanému systému energetické společnosti analogický obraz prostředí (proces v elektrizační soustavě, spínací přístroj).



Obr. 5 Metoda modelování (konceptní) [11]

Tabulka 2 uvádí seznam všech skupin logických uzlů definovaných v IEC 61850-7-4. Je definováno více než sto logických uzlů zahrnujících nejjobecnější aplikace u rozvodny a napájecího zařízení. Zatímco definování informačních modelů pro ochrany a aplikace související s ochranami jsou důležité pro jejich dopad na bezpečný a spolehlivý provoz elektrizační soustavy, tyto aplikace zahrnují mnoho dalších funkcí, jako je dohlížení, měření, řízení a kvalita elektřiny.

Tabulka 2 Skupiny LN [11]

Označení skupiny	Skupiny logických uzlů
A	Automatické řízení
C	Dohlížení řízení
D	DER (Rozptýlené zdroje energie – Distributed Energy Resources)
F	Funkční bloky
G	Reference na generické funkce
H	Vodní energie
I	Propojování a archivace
K	Mechanické a neelektrické primární zařízení
L	Systémové logické uzly
M	Integrační měření a měření
P	Ochranové funkce
Q	Detekce událostí, spojených s kvalitou elektřiny
R	Funkce, týkající se ochran
S	Dohled a sledování
T	Přístrojový transformátor a senzor
W	Větrná energie
X	Rozvaděč
Y	Výkonový transformátor a navazující funkce
Z	Další zařízení elektrizační soustavy

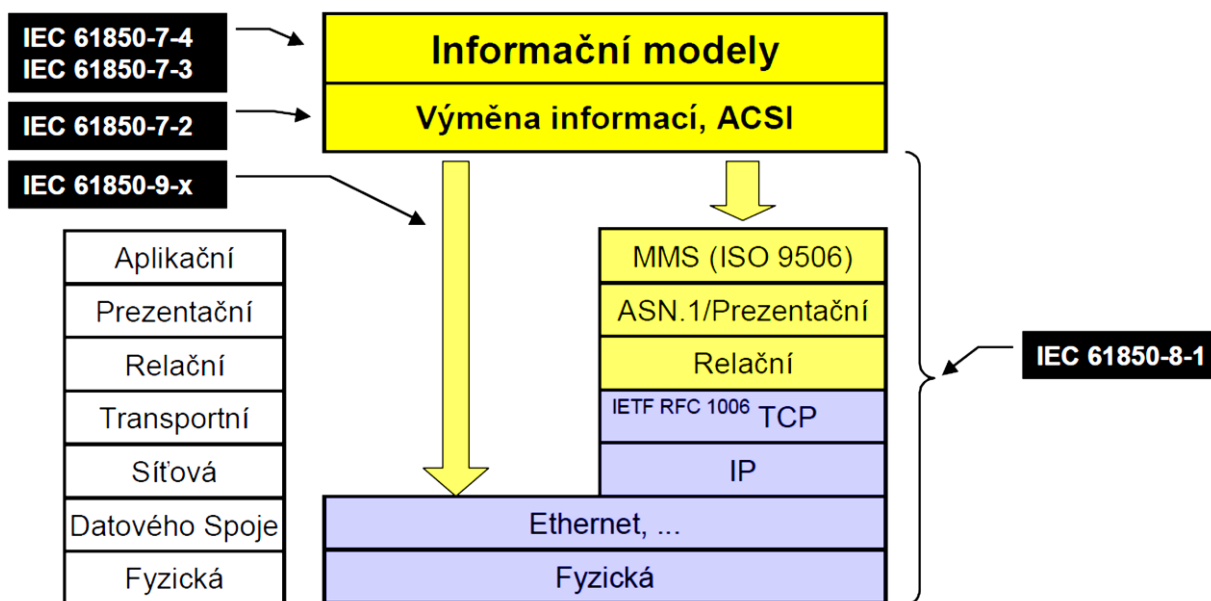
Většina logických uzlů poskytuje informace, které lze kategorizovat podle zobrazení na obrázku 6. Sémantika logického uzlu je představována daty a atributy dat. Logické uzly mohou poskytovat několik nebo až 30 dat. Data mohou obsahovat několik nebo i více než 20 atributů dat. Logické uzly mohou obsahovat více než 100 samostatných informací (bodů) organizovaných v hierarchické struktuře.



Obr. 6 Kategorie informací logického uzlu [11]

Služby mapované na konkrétní přenosové protokoly

Služby definované v IEC 61850-7-2 se nazývají abstraktní služby. Abstraktní znamená, že v IEC 61850-7-2 jsou definovány pouze ty aspekty, které jsou nezbytné pro popis požadovaných akcí na straně příjemce a odesilatele požadavku na službu. Vycházejí z funkčních požadavků v IEC 61850-5. Sémantika modelů služeb s jejich atributy a sémantika služeb, které s těmito atributy pracují (včetně parametrů obsažených v požadavcích a odpovědích na služby) jsou uvedeny v IEC 61850-7-2. Konkrétní syntaxe (formát) a především kódování zpráv obsahujících parametry služby pro danou službu a to, jak jsou tyto zprávy předávány po síti, jsou definovány v mapování specifických komunikačních služeb (SCSM). Jedním SCSM – IEC 61850-8-1 – je mapování služeb na MMS (ISO 9506-1 a ISO 9506-2) a další opatření jako TCP/IP a Ethernet (viz obrázek 7), dalším je IEC 61850-9-2 – přímé mapování na Ethernet.[11]



Obr. 7 Příklad mapování komunikace [11]

3.6.3 IEC 61850-7-2 Základní informační a komunikační struktura – Abstraktní rozhraní pro komunikační služby (ACSI)

Tento dokument je součástí souboru definic, které podrobně člení vrstvenou komunikační architekturu společnosti. Tato architektura byla zvolena tak, aby bylo možno abstraktně definovat třídy a služby tak, aby tyto definice byly nezávislé na konkrétních sestavách protokolů, na realizacích a na operačních systémech.

Tato Část IEC 61850 definuje abstraktní rozhraní pro komunikační služby (ACSI), které lze použít pro tu oblast aplikací společnosti, která vyžaduje spolupráci inteligentních elektronických zařízení v reálném čase. ACSI bylo definováno tak, aby bylo nezávislé na vlastních komunikačních systémech.

Tato Část IEC 61850 definuje abstraktní rozhraní pro komunikační služby z hlediska – hierarchického modelu tříd pro veškeré informace, které lze získat pomocí komunikační sítě,

- služeb, které pracují s těmito třídami, a
- parametrů příslušejících každé službě.

Technika popisu ACSI je důsledně oddělena od všech rozličných způsobů realizace spolupráce různých zařízení.

Abstrakce má u ACSI dva významy.

- Za prvé jsou modelovány pouze ty aspekty skutečného zařízení (například jističe) nebo skutečné funkce, které lze vidět a získat pomocí komunikační sítě. Tato abstrakce vede k hierarchickým modelům tříd a jejich chování definovaným v IEC 61850-7-2, IEC 61850-7-3 a IEC 61850-7-4.
- Zadruhé ACSI nepřihlíží k hledisku konkrétních definic, podle něhož zařízení vyměňují informace; je definována pouze koncepční spolupráce. Konkrétní výměna informací je definována v SCSM.

ACSI je nezávislé na konkrétním mapování. Jsou možná mapování na standardní aplikační vrstvy nebo technologie aplikačních programových prostředků.

ACSI poskytuje následující abstraktní rozhraní komunikačních služeb.

a) Abstraktní rozhraní popisující komunikaci mezi klientem a vzdáleným serverem pro

- přístup k datům a vyhledávání dat v reálném čase,
- řízení zařízení,
- hlášení a protokolování událostí,
- řízení skupin nastavení,
- vlastní popis zařízení (datový slovník zařízení),
- klasifikaci dat a zjišťování typů dat, a
- přenos souborů.

b) Abstraktní rozhraní pro rychlé a spolehlivé šíření událostí v rámci celého systému mezi aplikací v jednom zařízení a řadou vzdálených aplikací v různých zařízeních (editor/příjemce) a pro přenos vzorkovaných měřených hodnot (editor/příjemce).

Dále jsou zde popsány následující problematiky:

- Základní pojmy ACSI
 - o Koncepční model IEC 61850
 - o Meta-meta model
 - o Meta model
 - o Model typu domény
 - o Model případu dat
- Definice Typu
- Model Třída Generického Serveru (GenServerClass)
- Služby třídy serveru
- Model aplikační asociace
- Model Třídy Generické Logické Zařízení
- Model Třídy Generický Logický Uzel
- Model třídy generický datový objekt
- Model generické obecné třídy dat
- Model třídy DATOVÝ-SOUBOR
- Sledování služby
- Modelování tříd řídicích bloků
- Modely tříd ŘÍDICÍ-BLOK-HLÁŠENÍ a ŘÍDICÍ-BLOK-PROTOKOLU
- Model třídy generická událost ve stanici (GSE)

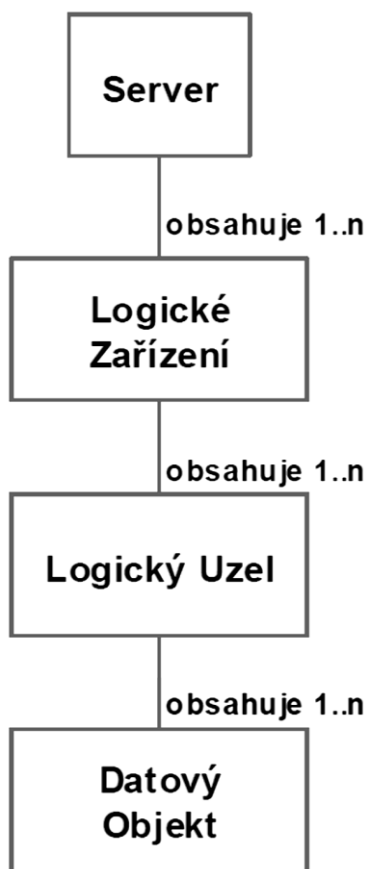
- Třída ŘÍDICÍ-BLOK-GOOSE (GoCB)
- Definice GoCB
- Definice služeb GOOSE
- Zpráva pro generickou objektově orientovanou událost ve stanici (GOOSE)
- Model třídy přenos vzorkovaných hodnot
- Model třídy ŘÍZENÍ
- Model času a časové-synchronizace
- Model přenosu souboru

Třídy pro modelování informací

Jsou stanoveny následující obecné třídy:

- Server – představuje navenek viditelné chování zařízení. Všechny ostatní modely ACSI jsou součástí serveru. Server má dvě úlohy: komunikovat s klientem (většina modelů služeb v IEC 61850 poskytuje komunikaci se zařízeními klienta) a vysílat informace na zařízení na stejné úrovni (například u vzorkovaných hodnot).
- Logické zařízení (LD) – představuje informace vytvářené a využívané skupinou aplikačních funkcí specifických pro danou oblast.
- Logický uzel (LN) – obsahuje informace vytvářené a využívané jednou aplikační funkcí specifickou pro danou doménu, například přepěťovou ochranou nebo vypínačem.
- Datové objekty – poskytují způsoby pro specifikování typových informací, například polohy spínače s kvalitativní informací a časovým údajem, obsažené v logických uzlech.

Koncepční schéma tříd ACSI je uvedeno na obrázku 8



Obr. 8 Základní koncepční model tříd ACSI [12]

Koncepční model služeb ACSI zobrazený na obrázku 9 odkazuje na jednotlivé kapitoly této části normy. A to:

7 Model TřídaGenerickéhoServeru (GenServerClass)

9 Model TřídaGenerickéLogickéZařízení

10 Model TřídaGenerickýLogickýUzel

11 Model třídy generický datový object

12 Model generické obecné třídy dat

13 Model třídy DATOVÝ-SOUBOR

14 Sledování služby

15 Modelování tříd řídicích bloků

16 Model třídy ŘÍDICÍ-BLOK-SKUPINY-NASTAVENÍ

17 Modely tříd ŘÍDICÍ-BLOK-HLÁŠENÍ a ŘÍDICÍ-BLOK-PROTOKOLU

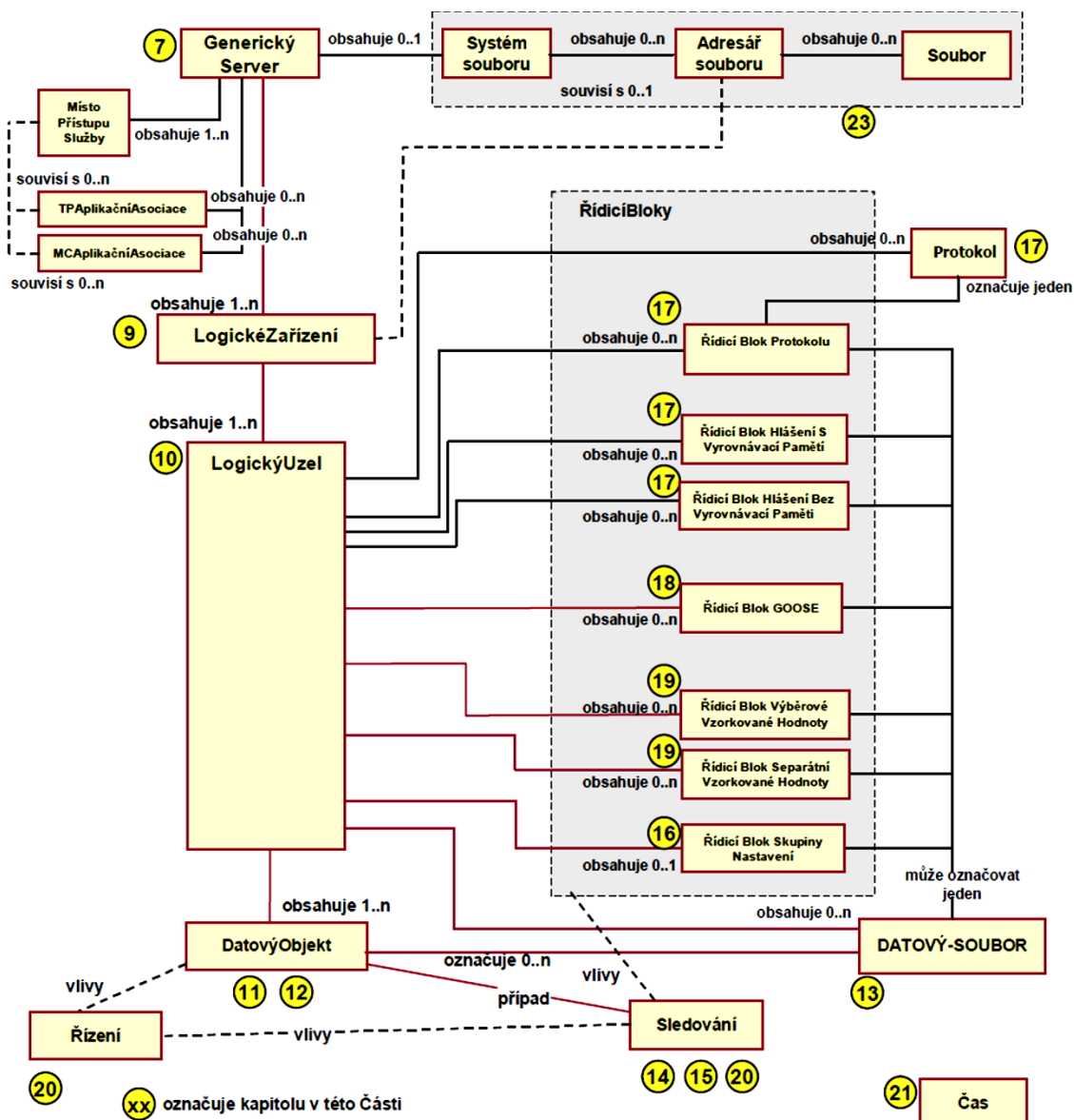
18 Model třídy generická událost ve stanici (GSE)

19 Model třídy přenos vzorkovaných hodnot

20 Model třídy ŘÍZENÍ

21 Model času a časové-synchronizace

23 Model přenosu souboru



Obr. 9 Konceptní model služeb ACSI [12]

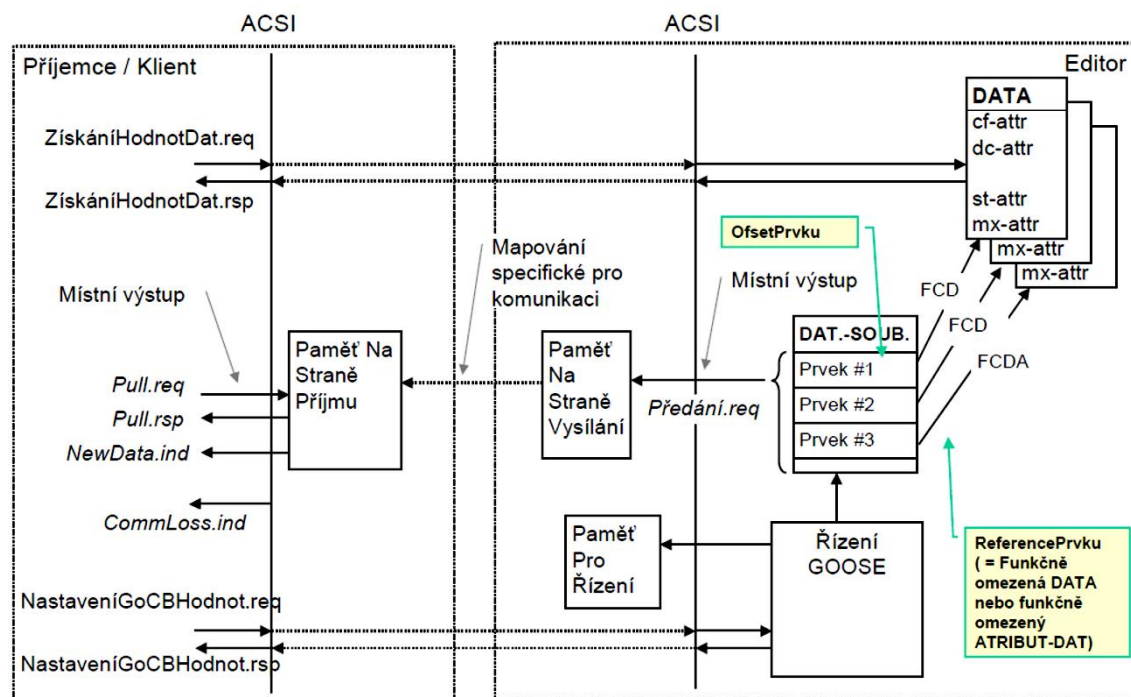
U jednoduchých zařízení může server obsahovat pouze jedno logické zařízení s modelem řízení GOOSE bez další služby.

Model třídy generická událost ve stanici (GSE)

Model generické události ve stanici platí pro výměnu hodnot skupiny AtributuDat respektive FCD / FCDA. v této kapitole jsou definovány dvě třídy řízení a struktura dvou zpráv:

- generická objektově orientovaná událost ve stanici (GOOSE) zajišťuje výměnu rozsáhlých obvykle obecných dat organizovaných pomocí datového souboru,
- generická stavová událost ve stanici (GSSE) umožňuje předávat informace o změnách stavů (bitové dvojice).

Výměna informací vychází z mechanismu editor (předávající) /příjemce. Editor zapisuje hodnoty do místní vyrovnávací paměti na straně vysílání; příjemce čte hodnoty z místní vyrovnávací paměti na straně příjmu. Komunikační systém odpovídá za aktualizaci místních vyrovnávacích pamětí u příjemců. Třída řízení generické události ve stanici u příjemce se používá k řízení procedury.



Obr. 10 Model GoCB [12]

Obrázek 10 uvádí přehled tříd a služeb modelu GOOSE. Výměna zpráv je založena na výběrové aplikační asociaci. Pokud se hodnota jednoho či několika AtributůDat s

konkrétním funkčním omezením (například ST) v daném datovém-souboru změni, aktualizuje místní služba „předání“ vyrovnávací paměť pro přenos u editora a všechny hodnoty se přenesou v GOOSE zprávě. Datový-soubor může mít několik prvků (očíslovaných od 1 nahoru – čísla se musí nazývat OfsetPrvku (RelativníAdresaPrvku)). Každý prvek musí mít ReferenciPrvku označující AtributDat s konkrétním funkčním omezením (FC). Služby specifické pro mapování v komunikační síti budou aktualizovat obsah vyrovnávací paměti u příjemců. Aplikaci jsou signalizovány nové hodnoty přijaté ve vyrovnávací paměti na straně příjmu.

GOOSE zprávy obsahují informace, které umožňují přijímajícímu zařízení poznat, že byl změněn stav a zjistit čas poslední změny stavu. Čas poslední změny stavu umožňuje přijímajícímu zařízení nastavit místní časovače podle dané události.

Nově aktivované zařízení, po zapnutí nebo znovuzavedení služby, musí vyslat aktuální hodnotu datového objektu (stav) nebo hodnoty jako počáteční GOOSE zprávu. Kromě toho musí všechna zařízení vysílající GOOSE zprávy pokračovat ve vysílání zprávy s dlouhou dobou cyklu, i když nedošlo k žádné změně stavu/hodnoty. To umožňuje, aby zařízení, která byla aktuálně aktivována znala okamžité hodnoty stavu zařízení v jejich úrovni.

Vysílání GOOSE Zprávy – GoCB musí pro vyslání GOOSE zprávy pomocí výběrové-aplikační-asociace použít službu **VysíláníGOOSEZprávy**.

Požadavek – Parametr GOOSE zpráva musí definovat GOOSE zprávu podle Tabulky 1 pro daný GoCB.

Definice GOOSE zprávy je zobrazena v tabulce 3.

Tabulka 3 Definice GOOSE zprávy [12]

GOOSE zpráva		
Název parametru	Typ parametru	Hodnota/rozsah hodnot/vysvětlivka
DatSet	Reverence Objektu	Hodnota u případu GoCB
IDGo	VIDITELNÝ ŘETĚZEC 129	Hodnota u případu GoCB
GoCBRef	Reference Objektu	Hodnota u případu GoCB
T	Časový údaj	
StNum	CELOČÍSAELNÉ32U	
SqNum	CELOČÍSAELNÉ32U	
Simulace	BOOLOVSKÉ	(ANO) simulace (NE) skutečná hodnota
ConfRev	CELOČÍSAELNÉ32U	Hodnota u případu GoCB
NdsCom	BOOLOVSKÉ	Hodnota u případu GoCB
GOOSEData [1..n]		
Hodnota	(*)	(*) typ závisí na příslušných obecných třídách dat (CDC)-

Parametr:

- DatSet – datový soubor - Parametr DatSet musí obsahovat hodnotu atributu DatSet pro řídicí blok GOOSE.
- IDGo – identifikátor aplikace - Parametr IDGo musí obsahovat hodnotu atributu GoID pro daný GoCB.
- GoCBRef – reference řídicího bloku GOOSE. Parametr GoCBRef musí obsahovat referenci (označení) řídicího bloku GOOSE.
- T – časový údaj - Parametr T musí obsahovat čas, kdy byl zvýšen atribut StNum.
- StNum – číslo stavu - Parametr StNum musí obsahovat čítač, který se zvýší pokaždé, když byla vyslána GOOSE zpráva a když byla detekována změna hodnoty v datovém-souboru definovaném pomocí DatSet. Počáteční hodnota StNum po přechodu GoEna na ANO musí být 1. Hodnota 0 musí být rezervována. (K přechodu GoEna na ANO dojde okamžitě po zapnutí nebo opětném spuštění správně a důsledně konfigurovaného GoCB.)

- SqNum – pořadové číslo - Parametr SqNum musí obsahovat čítač, který se musí zvýšit pokaždé, když byla vyslána GOOSE zpráva. Když dojde ke změně StNum musí být čítač SqNum nastaven na hodnotu 0. Doporučuje se, aby počáteční hodnota SqNum po přechodu GoEna na ANO byla 1.
- Simulace – simulace - Parametr Simulace musí indikovat pomocí hodnoty ANO, že zpráva a tudíž i hodnoty v ní byly vyslány ze simulační jednotky. Příjemce GOOSE ohlásí hodnotu v simulované zprávě svojí aplikaci místo „reálné“ zprávy podle nastavení přijímacího IED. Povolení pro IED přejít z přijetí reálných zpráv na simulované zprávy definuje datový objekt uvedený v IEC 61850-7-4.
- ConfRev – revize konfigurace - Parametr ConfRev musí obsahovat hodnotu atributu ConfRev pro řídicí blok GOOSE.
- NdsCom – vyžaduje uvedení do provozu - Parametr NdsCom musí obsahovat hodnotu atributu NdsCom pro GoCB.
- GOOSEData [1..n] - Parametr GOOSEData musí obsahovat informace definované uživatelem pro prvky datového-souboru obsažené v GOOSE zprávě, v pořadí definovaném tímto datovým-souborem.
- Hodnota – parametr Hodnota musí obsahovat hodnotu prvku datového-souboru označeného v GoCB.

ZískáníGoReference - Klient musí pro získání ReferencíPrvků konkrétních prvků DATOVÉHO-SOUBORU v označeném GoCB použít službu ZískáníGoReference.

Tabulka 4 Definice GOOSE zprávy - parametry [12]

Název parametru
Požadavek
ReferenceGoCB ReferencePrvku [1..n]
Odpověď +
ReferenceGoCB RevizeKonfigurace DatovýSoubor OfsetPrvku[1..n]
Odpověď-
Chyba služby

Parametry:

Požadavek

- ReferenceGoCB - Parametr ReferenceGoCB musí určovat atribut GoCBRef v GoCB pro který jsou požadovány ReferencePrvků.
- OfsetPrvku [1..n] - Parametr OfsetPrvku musí obsahovat číslo určující prvek datového-souboru označeného atributem DatSet.

Odpověď+

- ReferenceGoCB - Parametr ReferenceGoCB musí obsahovat parametr, který určuje atribut GoCBRef v GoCB pro který jsou vráceny OfsetyPrvků.
- RevizeKonfigurace - Parametr RevizeKonfigurace musí obsahovat atribut ConfRev pro daný GoCB.
- DatovýSoubor - Parametr DatovýSoubor musí obsahovat atribut DatSet pro daný GoCB.
- OfsetPrvku [1..n] - Parametr OfsetPrvku musí obsahovat OfsetPrvku nezbytný pro ReferenciPrvku prvku datového-souboru. Hodnota NULA musí indikovat, že v označeném datovém-souboru není definován žádný prvek odpovídající ReferenciPrvku.

Odpověď–

- Parametr Odpověď– musí indikovat, že požadavek na službu selhal. Musí být vrácena odpovídající ChybaSlužby.[12]

3.6.4 IEC 61850-7-3 Základní komunikační struktura – Obecné třídy dat

Tato Část IEC 61850 definuje třídy strukturovaných atributů a obecné třídy dat vážící se k aplikacím v elektrizační soustavě používající takové pojmy z modelování v IEC 61850 jako jsou stanice, vodní elektrárny nebo decentralizované zdroje elektrické energie. Tyto obecné třídy dat se používají v IEC 61850-7-4 pro definování kompatibilních tříd datovéhoObjektu. DílčíDatovéObjekty, AtributyDat nebo DílčíAtributy u případů datovéhoObjektu musí být dosažitelné pomocí služeb definovaných v IEC 61850-7-2.

Tato Část IEC 61850 se používá ke specifikaci definic abstraktních obecných tříd dat a tříd strukturovaných atributů. Tyto abstraktní definice jsou mapovány do konkrétních definic objektů, které se použijí pro příslušný protokol (například MMS, soubor ISO 9506).

Tato Část IEC 61850 definuje třídy strukturovaných atributů a obecné třídy dat vážící se k aplikacím ve stanicích.

Konkrétně specifikuje:

- obecné třídy dat pro stavové informace;
- obecné třídy dat pro informace s měřením;
- obecné třídy dat pro řízení;
- obecné třídy dat pro nastavení stavů;
- obecné třídy dat pro nastavení analogových hodnot a
- typy atributů použité u těchto obecných tříd dat.

Jsou zde řešeny:

- Podmínky implikace atributu
- Třídy strukturovaných atributů
- Specifikace obecné třídy dat
- Sémantika atributů dat [13]

3.6.5 IEC 61850-7-4 Základní komunikační struktura – Kompatibilní třídy logických uzlů a třídy datových objektů

Tato Část IEC 61850 definuje informační model zařízení a funkce všeobecně se vztahující k obecnému použití z hlediska aplikací v systémech automatizace energetických společností. Obsahuje rovněž informační model pro zařízení a aplikace vázících se k funkcím ve stanicích. Především definuje názvy kompatibilních logických uzlů a názvy datových objektů pro komunikaci mezi inteligentními (programovatelnými) elektronickými zařízeními (IED). To zahrnuje vztah mezi logickými uzly a datovými objekty. Názvy logických uzlů a názvy datových objektů definované v této normě jsou součástí modelu tříd zavedeného v IEC 61850-7-1 a definovaného v IEC 61850-7-2. Názvy definované v tomto dokumentu se používají k sestavení referencí hierarchických objektů použitých pro komunikaci u IED v systémech automatizace energetických společností a zejména u IED ve stanicích a distribučních napájecích vedení. Aby se vyloučila privátní nekompatibilní rozšiřování, definuje tato Část normativní pravidla pro pojmenování vícenásobných případů a privátních kompatibilních rozšíření tříd logických uzlů (LN) a názvů datových objektů.

Tuto normu lze použít pro popis modelů zařízení a funkcí vybavení stanic a napájecích vedení. Pojmy definované v této normě jsou rovněž použity k popisu modelů zařízení a funkcí pro:

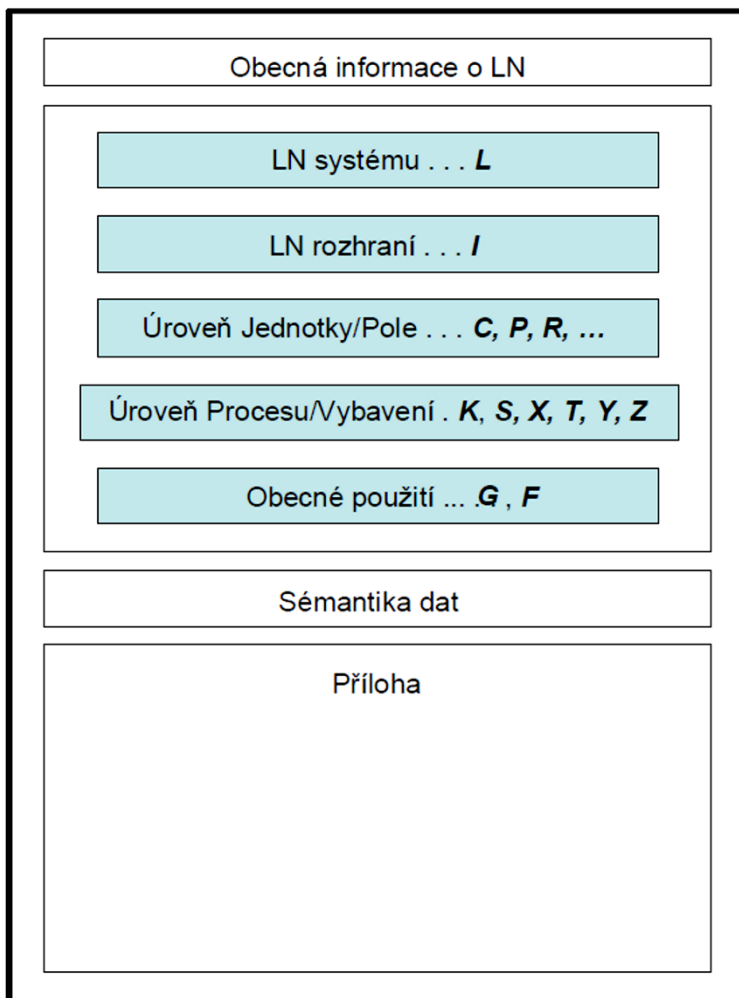
- výměnu informací mezi stanicemi;
- výměnu informací mezi stanicí a řídicím centrem;
- výměnu informací mezi elektrárnou a řídicím centrem;
- výměnu informací u decentralizované výroby;
- výměnu informací u decentralizované automatizace, nebo
- výměnu informací pro integrační měření.

Obsahem této části jsou:

- Třídy logických uzlů
 - Skupiny logických uzlů
 - Výklad tabulek logických uzlů
 - Systémové logické uzly LN skupina: L

- Logické uzly pro automatizované řízení LN Skupina: a
- Logické uzly pro řízení LN Skupina: C
- Logické uzly pro funkční bloky LN Skupina: F
- Logické uzly pro generické reference LN Skupina: G
- Logické uzly pro mechanické a neelektrické primární vybavení LN skupina K
- Logické uzly pro integrační měření a měření LN Skupina: M
- Logické uzly pro funkce ochrany LN Skupina: P
- Logické uzly pro události týkající se kvality elektrické energie LN Skupina: Q
- Logické uzly pro funkce vážící se k ochraně LN Skupina: R
- Logické uzly pro kontrolu a sledování LN Skupina: S
- Logické uzly pro přístrojové transformátory a snímače LN Skupina T
- Logické uzly pro spínací zařízení LN Skupina: X
- 5.17 Logické uzly pro výkonové transformátory LN Skupina: Y
- Logické uzly pro další vybavení elektrizační soustavy LN Skupina: Z

Obrázek 11 poskytuje celkový přehled o této části normy. Skupiny logických uzlů definovaných v této části normy jsou uvedeny na obrázku 1, v uspořádání podle určitého sémantického významu, například různých řídicích.[14]



Obr. 11 Přehled o této normě [14]

3.6.6 IEC 61850-8-1 Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) - Mapování na MMS (ISO 9506-1 a ISO 9506-2) a na ISO/IEC 8802-3

Tato část IEC 61850 definuje způsob vyměňování časově kritických a časově nekritických dat po místních sítích mapováním ACSI na MMS a na rámce z ISO/IEC 8802-3.

Služby a protokol MMS jsou definovány pro provoz pomocí komunikačních profilů plně vyhovujících OSI a TCP.

Použití MMS umožňují opatření pro zajišťování jak centralizované tak rozložené (decentralizované) architektury.

Tato část normy zahrnuje výměnu dat v reálném čase, signalizaci, řídicí činnosti, sdělování hlášení. Definuje mapování objektů a služeb ACSI (Abstraktního rozhraní komunikačních služeb – Abstract Communication Service Interface, IEC 61850-7-2) na MMS (Specifikace zpráv pro výrobu – Manufacturing Message Specification, ISO 9506) a na rámce z ISO/IEC 8802-3. Rovněž definuje mapování výměn časově kritických informací na protokol mimo MMS. Norma obsahuje syntaxi protokolu, definici protokolu, mapování protokolu na formáty rámce z ISO/IEC 8802-3 a další důležité procedury specifické pro použití ISO/IEC 8802-3.

Mapování ACSI na MMS definuje, jak jsou pojmy, objekty a služby ACSI realizovány pomocí pojmů, objektů a služeb MMS. Toto mapování umožňuje funkční spolupráci mezi funkcemi realizovanými různými výrobci.

Tato část IEC 61850 definuje normalizovaný způsob použití služeb z ISO 9506 při realizaci výměny dat. Pro ty ACSI služby definované v IEC 61850-7-2, které nejsou mapovány na MMS, definuje tato Část dodatečné protokoly. Popisuje skutečná zařízení společnosti z hlediska jejich navenek viditelných dat a chování pomocí objektově orientované metody. Objekty jsou v podstatě abstraktní a mohou se použít pro široký rozsah aplikací. Použití tohoto mapování překračuje rámec aplikace v komunikačních prostředcích společnosti.

Tato část IEC 61850 provádí mapování služeb a objektů definovaných v IEC 61850-7-2, IEC 61850-7-3 a IEC 61850-7-4.

Obsahuje tyto návrhy řešení:

- Přehled MMS
 - Komunikační profily MMS
 - Komunikační profily mimo MMS
 - Použité MMS objekty
- Komunikační sestava
 - Přehled použití protokolů
 - Služby klienta/serveru a komunikační profily
 - Komunikační profily GSE řízení a GOOSE služeb
 - Časová synchronizace
- Objekty v IEC 61850

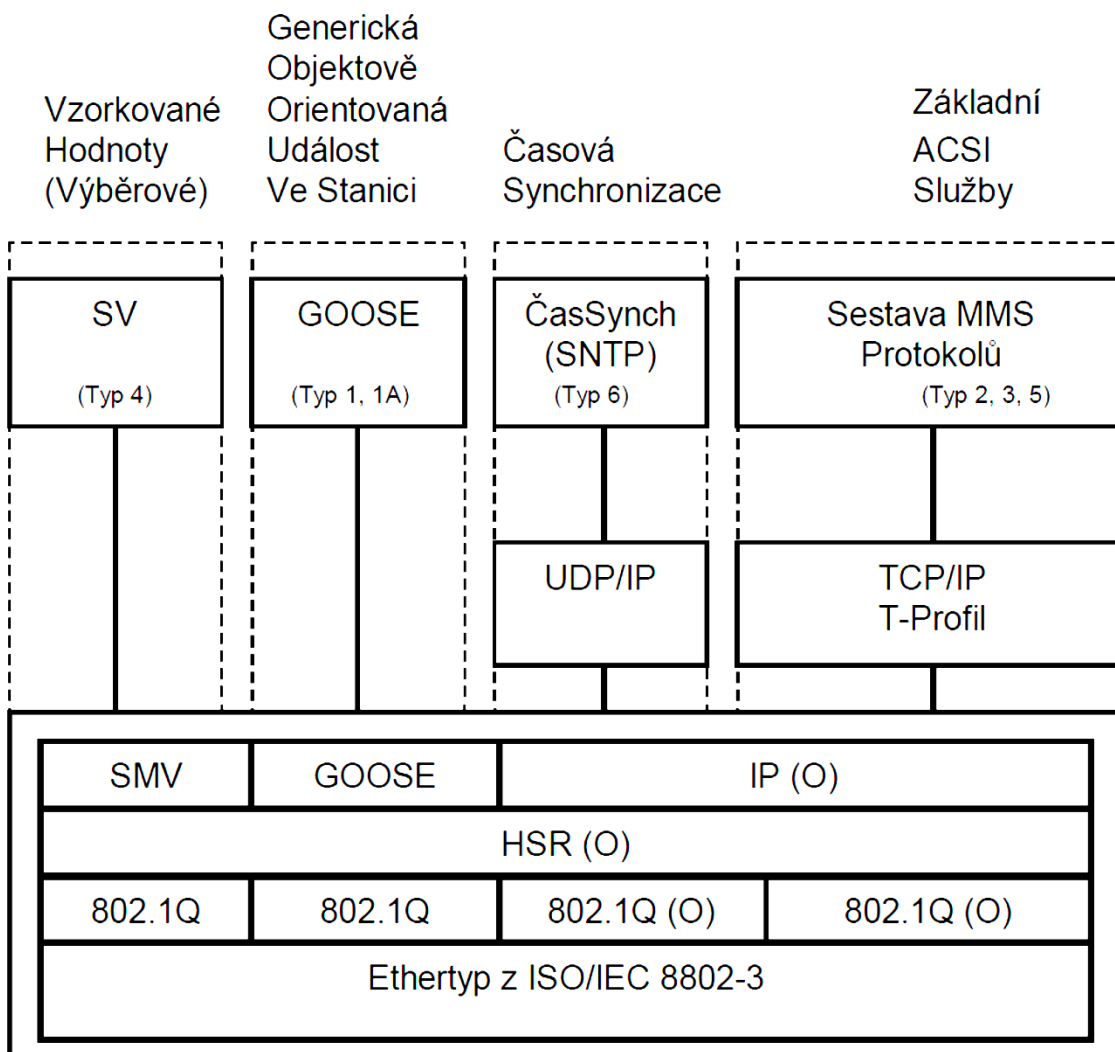
- Mapování atributů dat z IEC 61850-7-2 a IEC 61850-7-3
- Mapování Atributů definovaných v IEC 61850-7-2
- Model třídy Server
- Model Asociace
- Model logického zařízení
- Model logického uzlu
- Model DatovéhoObjektu, AtributuDat, DílčíhoAtributuDat
- Model třídy datový soubor
- Model SledováníSlužeb
- Model třídy řízení skupiny nastavení
- Model třídy hlášení a protokolování
- Mapování modelu generické události ve stanici (GSE)
 - o Generická objektově orientovaná událost ve stanici (GOOSE)
 - Definice GOOSE řízení
 - GOOSE služby
- Model třídy přenos vzorkovaných hodnot
- Model třídy řízení
- Model času a časové synchronizace
- Konvence pro pojmenování
- Přenos souboru
- Shoda
- Konfigurační Jazyk Stanice (SCL)
 - o Definice adresového prvku specifické pro SCSM
 - Adresování klienta/serveru – prvek „adresa
 - GOOSE adresování
 - Definice GSSE
 - Typ protokolu pro podsít'

Typy zpráv a třídy jakosti definované v IEC 61850-5 jsou mapovány podle obrázku 1:

Typ 1 (Rychlé zprávy)

Typ 1A (Vypínací signál)

- Typ 2 (Středně rychlé zprávy)
- Typ 3 (Pomalé zprávy)
- Typ 4 (Zprávy s prvotními (nezpracovanými) daty)
- Typ 5 (Funkce přenosu souborů)
- Typ 6 (Zprávy pro časovou synchronizaci)



Obr. 12 Přehled funkcí a profilů [15]

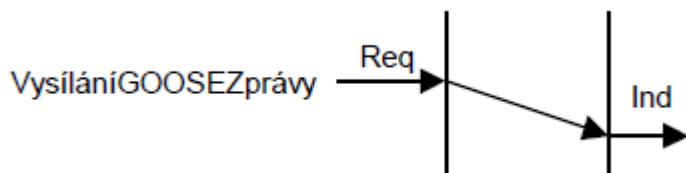
Komunikační profily MMS

Formát adresy VMD služby je určen použitým komunikačním profilem. ISO však zná existenci Aplikačních profilů (A-Profilů) a Transportních profilů (T-Profilů). A-Profilů představují protokoly a dohody týkající se horních 3 vrstev Referenčního modelu OSI (ISO/IEC 7498-1). T-Profilů představují protokoly a dohody týkající se spodních 4 vrstev tohoto referenčního modelu OSI. Pro účely tohoto dokumentu existují 2 A-Profilů: Spojově orientované OSI a Bezspojově orientované OSI. Kromě toho existují 3 T-Profilů: Spojově orientované TCP, Spojově orientované OSI a Bezspojově orientované OSI. Spojově orientovaný A-Profil se musí použít nad spojo­vě orientovanými T-Profilů.

Komunikační profily mimo MMS

Existuje několik služeb, určených v IEC 61850-7-2, které byly záměrně mapovány na aplikační protokoly a komunikační profily, které nepoužívají ISO 9506 jako protokol aplikační vrstvy. Jiné komunikační profily se používají pro zajištění časové synchronizace, pomocí IETF Jednoduchého síťového protokolu času (SNTP), vzorkovaných hodnot a GOOSE/GSSE zpráv.

Služba VysláníGOOSEZprávy, tak jak je uvedena v IEC 61850-7-2, umožňuje editorovi (např. serveru) vyslat informace s proměnnými bez vyžádání a potvrzení (viz obrázek 1).[15]



Obr. 13 Základní prvky služby VysláníGOOSEZprávy [15]

3.6.7 IEC 61850-9-2 Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) – Vzorkované hodnoty z ISO/IEC 8802-3

Tato část IEC 61850 definuje SCSM pro vzorkované hodnoty z ISO/IEC 8802-3. Účelem této definice SCSM je, aby bylo zahrnuto kompletní mapování modelu vzorkovaných hodnot. Tato část IEC 61850 platí pro elektronické transformátory proudu a napětí (ECT a EVT s digitálním výstupem), slučovací jednotky

a inteligentní elektronických zařízení, například ochrany, řídicí jednotky pole a elektroměry, nebo senzory.

Komunikační strukturu provozní sběrnice lze uspořádat různými způsoby, jak je uvedeno v IEC 61850-1. Kromě přenosu souborů dat se vzorkovanými hodnotami, které jsou přímo napojeny na ISO/IEC 8802-3, je pro zajištění přístupu na řídicí blok SV (vzorkovaných hodnot) nezbytný výběr služeb z IEC 61850-8-1. Odkazy na příslušné služby z IEC 61850-8-1 jsou uvedeny v tomto SCSM. U méně složitých zařízení (například slučovací jednotky) může být řídicí blok vzorkovaných hodnot předem konfigurován, což je případ, kdy není třeba realizovat služby z IEC 61850-8-1 vycházející z MMS-Sestavy.

Tato část IEC 61850 definuje Mapování Specifických Komunikačních Služeb (SCSM – Specific Communication Service Mapping) pro přenos vzorkovaných hodnot podle abstraktní specifikace v IEC 61850-7-2. Tímto mapováním je mapování abstraktního modelu na smíšenou sestavu používající pro přenos vzorků přímý přístup na spoj podle ISO/IEC 8802-3 v kombinaci s IEC 61850-8-1.

Každé SCSM obsahuje tři části:

- specifikaci komunikační sestavy, která se použije,
- mapování abstraktních specifikací ze souboru IEC 61850-7 na skutečné prvky sestavy, která se použije, a
- specifikaci realizace funkcí, které neobsahuje sestava, která se použije.

Vybrané kapitoly:

- Komunikační sestava
- Mapování atributů dat z IEC 61850-7-2 a IEC 61850-7-3
- Mapování tříd a služeb z IEC 61850-7-2
- Mapování modelu pro přenos vzorkovaných hodnot
- Konfigurační jazyk rozvodny (SCL – Substation Configuration Language)
- Definice prvků specifické adresy SCSM[16]

3.6.8 IEC 61850-10 Zkoušky shody

Tato část IEC 61850 definuje normalizované techniky zkoušek shody zařízení klienta, serveru, vzorkovaných hodnot a technických nástrojů a rovněž konkrétní techniky měření použité při určování charakteristických parametrů. Použití těchto technik zvýší schopnost integrátora systému snáze začlenit IED, správně provozovat IED a zajistit aplikace podle záměru.

Přehled vybraných kapitol:

- Úvod do zkoušek shody
 - o Použití SCL souborů
- Zkoušky shody vážící se k zařízení
- Nástroj vztahující se ke zkouškám shody
- Výkonnostní zkoušky
- Dodatečné zkoušky[17]

4 Příklady nasazení zpráv GOOSE

Tato část práce je zaměřena na využití zpráv GOOSE při realizaci systémových a logických funkcionalit ve VN a VVN rozvodnách v energetice. Jedná se funkce klasicky realizované pomocí průběžných obvodů přes všechna pole rozvody, kontaktů signalizujících stavy silových prvků, relé a podobně. Z popisu IEC61850 vyplývá, že prodleva při použití zpráv GOOSE je srovnatelná s prodlevou jednodušší reléové logiky. v následujících případech je popsáno několik příkladů klasického zapojení a realizace za použití zpráv GOOSE.

4.1 Příklad 1 - HLO – havarijní logická ochrana

HLO zajišťuje funkci, při které rychlý zkratový stupeň nadproudové ochrany základní jednotky v přívodním poli transformátoru 110/22 kV nereaguje na průchozí zkratové proudy rozvodnou a je dána přednost působení zkratové ochrany základní jednotky na postiženém vývodu. Pokud je postižený vývod napájen přes pole spínače přípojnic (SP) nebo podélného dělení (PD), je automaticky blokována i zkratová ochrana základní jednotky v těchto polích.

Klasické provedení: HLO k tomuto účelu využívá možnosti základní jednotky s ochrannou nadproudovou funkcí externě blokovat zkratový stupeň. Tedy přivedením signálu na binární vstup.

Blokování ochrany je iniciováno již při detekci zkratového nadproudu (popud - start $I >>$) v kterémkoli kabelovém vývodu a je přenášeno průběžným obvodem do polí spínače přípojnic, podélného dělení, přívodu transformátoru 110/22 kV. Signál je přiveden na binární vstup základní jednotky s ochrannou nadproudovou funkcí.

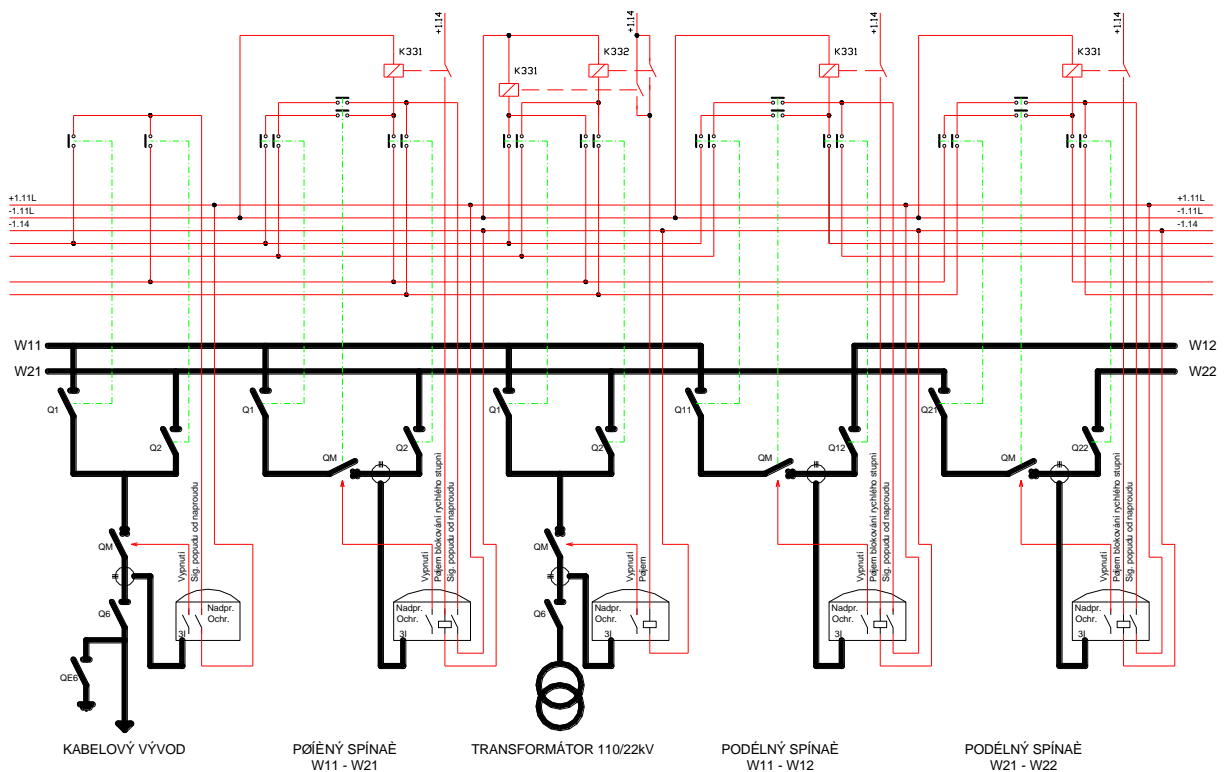
Základní jednotka v přívodu transformátoru 110/22 kV je ještě zvlášť blokována nezávislým obvodem od popudu ochrany základních jednotek v polích spínače přípojnic a podélného dělení. Tím je v případě zkratu na přípojnicích upřednostněno odpojení postižené sekce před vypnutím celé rozvodny.

Celý systém havarijní logické ochrany je napájen ze stejného napětí jako samostatný obvod automatiky selhání vypínače.

Příklad havarijní situace: Jakmile na kterékoliv ochraně naběhne start $I >>$, spíná se příslušný kontakt základní jednotky pole a do systému logiky HLO je vyslán

signál, který blokuje působení ochran polí přívodních – výkonových transformátorů, SP a PD. Tedy: Pokud dojde k náběhu popudu ochrany na kabelovém vývodu, mžikový článek v ochranách na přívodních polích je blokován. Pokud však žádná z vývodových ochran nedetekuje nadproud, je situace vyhodnocena jako zkrat v rozvodně, nebo části rozvodny a příslušné ochrany vypnou vypínač v přívodním poli, případně jen v PD, nebo SP.

Napájení ASV a HLO je vedeno přes společný přepínač, který umožňuje vypnutí obou logik. Pro správné vyřazení funkce HLO je přepínač vybaven kontakty, které v poloze VYP připojují blokovací napětí do průběžných obvodů tak, aby v polích přívodů, PD a SP byly blokovány zmíněné rychlé stupně ($I >>$). Tím je zajištěna selektivita vypínání v případě vypnutí logiky HLO.



Obr. 14 Přehledové schéma HLO

Zdroj: vlastní zpracování

Provedení s využitím GOOSE: Pro přenos signálů o detekci zkratového nadproudu ve vývodech, SP a PD se používají zprávy GOOSE. Je využito dostatečné rychlosti přenosu zpráv GOOSE, které dle laboratorních měření jsou v řádu jednotek

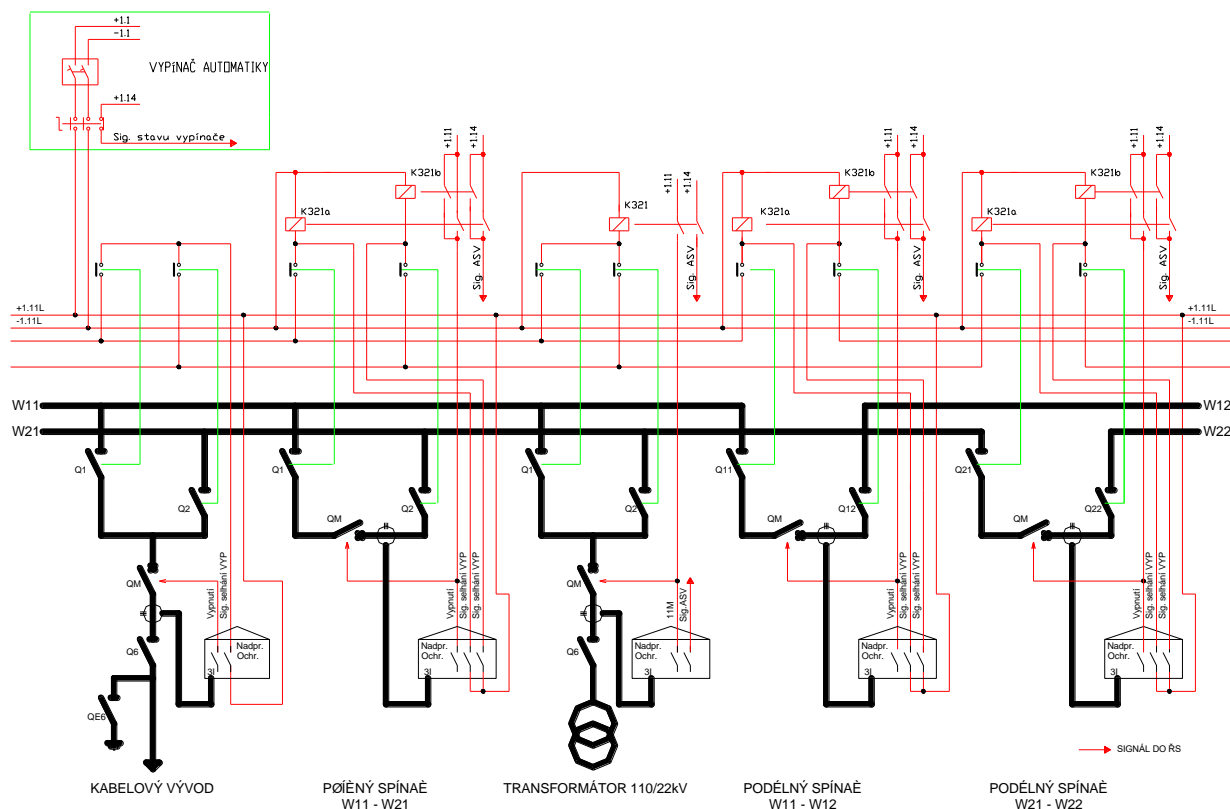
milisekund a tudíž v případě potřeby dojde v dostatečném časovém předstihu k deaktivaci druhého stupně nadproudové ochrany ještě před jejím působením. [18] Zde se mimo jiné uplatňují Typy zpráv a třídy jakosti definované v IEC 61850-5, konkrétně TYP1 a Typ1A, Rychlé zprávy a vypínací signál. V takovém případě odpadá použití průběžných obvodů, samostatného napájecího napětí. Snižuje se počet využitých signalizačních kontaktů, binárních výstupů a binárních vstupů. Je umožněno dálkové zapínání a vypínání HLO.

4.2 Příklad 2 - ASV – automatika selhání vypínače

ASV bývá realizována několika způsoby, jako například funkce rozdílové ochrany přípojnic (ROP), která se však na rozvodnách VN nepoužívá. Proto je zde představena funkce ASV realizována pomocí průběžných obvodů a vnitřní funkce vývodové jednotky vyhodnocující selhání vypínače v poli při ochranném vypnutí. Tato funkce kontroluje, zda po detekci nadproudu, uplynutí nastaveného času ochrany, vyslání povelu na vypnutí vypínače a uplynutí předpokládaného reakčního času vypínače dojde ke snížení průchozího proudu na nulu a případně i změnu stavu vypínače na vypnutý stav vypínače.

Klasické provedení: Automatiku ASV jsou chápány obvody využívající funkci detekce selhání vypínače pro vypnutí příslušného nadřazeného vypínače. Pokud některá z jednotek vývodu vyhodnotí situaci jako selhání vypínače, zapůsobí do průběžného vypínacího obvodu příslušnému té přípojnici, ke které je vývod připojen. Tím se vypnutí dostane na vypínací relé v poli přívodu transformátoru 110/22 kV, který danou přípojnicí napájí a zároveň na vypínací relé v polích příčného spínače přípojnic (SP) a podélného dělení (PD).

Celý systém automatiky selhání vypínače rozvodny je napájen z jednoho společného jističe, přes přepínač, kterým lze ASV vypnout.



Obr. 15 Přehledové schéma ASV
Zdroj: vlastní zpracování

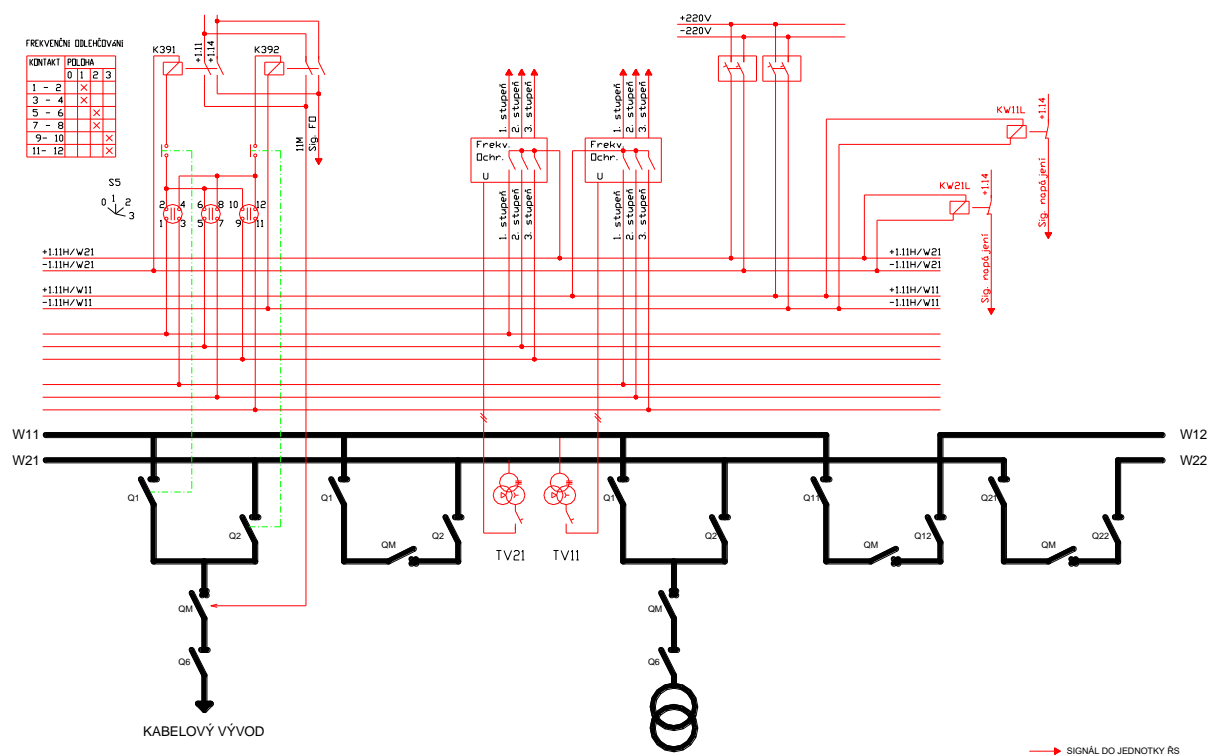
Provedení s využitím GOOSE: Pro přenos signálů o detekci selhání vypínače ve vývodech, SP a PD se používají zprávy GOOSE. Zde se využívá možnost selekce příjemců GOOSE zpráv, kdy jsou adresováni pouze relevantními příjemci. To jsou v tomto případě pouze přívody, SP a PD, pro které je tento stav relevantní. Jejich reakcí dojde k odpojení pouze příslušné části rozvodny, což eliminuje odpojení vývodů, které jsou mimo oblast působení poruchy. Zde se uplatňují definice z částí IEC 61850-5 a IEC 61850-7. V takovém případě odpadá použití průběžných obvodů, samostatného napájecího napětí. Snižuje se počet využitých signalizačních kontaktů a binárních výstupů. Je umožněno dálkové zapínání a vypínání ASV.

4.3 Příklad 3 - Frekvenční odlehčování

Tato funkce řeší situace, kdy frekvence sítě klesá pod 50Hz. K tomu dochází při přetížení sítě, například po rozpadu sítě, kdy lokální zdroj nedokáže pokrýt spotřebu vzniklého ostrova. Odchylna od 50Hz je vyhodnocena v 3 stupních. Pro jednotlivé vývody je dlouhodobě určeno, při jakém nejnižším stupni budou vypnuty.

Pokud nejsou jednotlivé vývody vybaveny měřením napětí je zapotřebí vyhodnotit pokles frekvence v poli měření.

Klasické provedení: Frekvenční odlehčování je zajištěno zvlášť pro každou přípojnicí jednou frekvenční ochranou, která vyhodnotí, o který stupeň se jedná. Odlehčování je umožněno ruční volbou přepínačem v každém kabelovém vývodu. Ochrany působí přes průběžný obvod mezi jednotlivými poli na vypínací relé v každém kabelovém vývodu. Průběžný obvod na vypínací relé přiveden přes kontakty signalizace stavů přípojnicových odpojovačů, tak aby byl vždy vypnut jen vývod napájený z postižené přípojnice. Každá ochrana má svůj vlastní vypínací obvod, který je napájen ze samostatného jističe. Vypnutí každého vývodu působením frekvenční ochrany je signalizováno do řídicího systému přes binární vstup terminálu v daném poli.



Obr. 16 Přehledové schéma Frekvenčního odlehčování

Zdroj: vlastní zpracování

Provedení s využitím GOOSE: Pro přenos signálů o jednotlivých stupních odlehčení a informaci o označení postižené přípojnice se používají zprávy GOOSE. Využívá se principu, kdy příjemcem GOOSE zprávy jsou všechny vývody rozvodny.

Ty pak na základě individuálního nastavení samy vyhodnotí, zda mají být zahrnuty ve vývodech určených pro odlehčení. Zde se mimo jiné uplatňují Typy zpráv a třídy jakosti definované v IEC 61850-5, konkrétně TYP1 a Typ1A, Rychlé zprávy a vypínací signál. V takovém případě odpadá použití průběžných obvodů, samostatného napájecího napětí. Snižuje se počet využitých signalizačních kontaktů a binárních výstupů. Je umožněno dálkové nastavení.

4.4 Příklad 4 - Záblesková ochrana

Ve skříňových VN rozváděčích se jako jedna z nejrychlejší ochran používá detekce výboje.

Klasické provedení: Dříve byla používána záblesková ochrana jako jednoúčelové centralizované zařízení.

Provedení s využitím GOOSE: Dnes je možné objednat IED pole se vstupy pro speciální optická vlákna. Každé vlákno je pak umístěné v hlídaném prostoru a umožňuje detekovat záblesk povrchem po celé své délce. Pokud se jedná o prostor přípojníc a přípojnicových odpojovačů, je zapotřebí zajistit při výboji vypnutí celé přípojnice, to je zajištěno vysláním zpráv GOOSE s informací o detekci záblesku a označením postižené přípojnice. Zde se využívá jak dostatečné rychlosti přenosu zpráv GOOSE, tak možnost selekce příjemců GOOSE zpráv, kdy jsou adresováni pouze relevantními příjemci.

4.5 Příklad 5 - LOT – Logická ochrana tlaku

LOT je logická ochrana hlídání poklesů tlaků SF₆ jednotlivých tlakových prostorů zapouzdřené rozvodny, kde plyn SF₆ je izolační medium, u kterého se využívá dobrých izolačních vlastností pro zmenšení doskokových vzdáleností. Na základě rozdílu času mezi příchodem I. a II. tlakového stupně poklesu tlaku v jednotlivých částech ochrana vyhodnotí rychlost úniku izolačního plynu a následně čas vypnutí. Po daném čase ochrana vypne příslušné vypínače dle momentální konfigurace rozvodny včetně vypínačů v protějších rozvodnách (prostřednictvím přenosových zařízení).

Klasické provedení: LOT je samostatná ochrana, do které jsou zavedeny signály poklesů z celé rozvodny a stavy silových prvků potřebné pro rozlišení aktuální

konfigurace rozvody. Ochrana je napájena vlastním napětím použitým i pro signalizaci stavů silových prvků. Působení LOT na vypínač v jednotlivých polích je signalizováno na binární vstupy terminálů.

Provedení s využitím GOOSE: Jednotlivé signály poklesů tlaku v každém poli jsou signalizovány pouze do IED v poli. Pokud se jedná o přípojnicovou část, je vyslána příslušná zpráva GOOSE. Zde se využívá jak dostatečné rychlosti přenosu zpráv GOOSE, tak možnost selekce příjemců GOOSE zpráv, kdy jsou adresováni pouze relevantními příjemci. V takovém případě odpadá použití průběžných obvodů, samostatného napájecího napětí. Snižuje se počet využitých signalizačních kontaktů a binárních výstupů.

4.6 Příklad 6 - Vymezení poruch ve smyčkových sítích

V energetice v České Republice je obvykle VN síť zapojená paprskově v lokálních distribučních soustavách se však vyskytuje zapojení do smyčky, kde je daná smyčka napájena z obou stran.

Klasické provedení: V takovém zapojení bylo dříve obtížné detekovat a automaticky odpojit postiženou část, proto se automatické odpojení nepoužívalo.

Provedení s využitím GOOSE: Při nasazení směrových ochran jejich zapojení do společné sítě s protokolem IEC61850 je možné vypnout postiženou část v řádu desítek milisekund. Používají se zpráva GOOSE s zprávami a směru toku výkonu při detekci nadproudu. Využívá se principu, kdy příjemcem GOOSE zprávy jsou všechny IED smyčky. Ty pak na základě vlastní logiky samy vyhodnotí, potřebu vypnutí. V případě, že ochrana informaci o opačném směru, než který detekovala a vyslal sama, vypne vlastní vypínač. Zpravidla touto logikou zapůsobí dvě ochrany současně. Tím dojde k odpojení pouze postižené části smyčky. Smyčka se rozpadne a zbylé části smyčky zůstanou pod napětím. Toto nebylo bez použití GOOSE zpráv realizovatelné.

5 Shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že použití GOOSE zpráv, které je umožněno protokolem IEC61850, umožňuje realizovat řešení časově kritických systémových ochran a funkcionalit, bez nutnosti rozsáhlých průběžných obvodů. Dále umožňuje nasazení dříve nerealizovatelných řešení.

5.1 Silné stránky

Jestliže jsou IED propojeny do společné sítě je montážně jednodušší použití komunikace k řešení funkcí napříč všemi poli a rozvodnami. Zpravila tedy v celé transformační stanici, nebo lokální síti. Tímto dochází ke snížení počtu metalických spojů, svorkovnic, jističů, relé a podobně. To s sebou přináší snížení počtu poruchových míst, počtu signálů ztrát příslušných napětí, výpadků jističů, stavů ovládacích prvků, stavů silových prvků a ostatních binárních poruchových signál. Tím dochází ke snížení potřebných binárních vstupů a výstupů jednotlivých IED a počtu potřebných signalizačních kontaktů silových prvků a jiných technologických zařízení. To s sebou nese zjednodušení a zlevnění montáže a zkrácení montážních prací na rozvodně.

V návaznosti na malé časové prodlevy je možné jednotlivé signály přivedené na vstup jednoho IED používat v logice jiných IED.

Některé časově nekritické funkce jsou dnes realizovány také pomocí GOOSE, jako například Blokovací podmínky.

Potencionální poruchy komunikace mezi jednotlivými IED, které řeší společnou systémovou funkci, lze kontrolovat funkcí watchdog. Z výsledků těchto kontrol lze pak generovat přehledné hlášení o poruše jednotlivých systémových ochran. Jedná se zejména o situace, kdy jedno nebo více IED je v poruše, nebo v revizi a není zřejmé, které systémové ochrany budou touto situací ovlivněny. Jedná se například o HLO – havarijní logickou ochranu, ASV – automatiku selhání vypínače a LOT – logickou ochranu tlaku.

5.2 Slabé stránky

V návaznosti na přenesení vnějších logických obvodů do SW úrovně stoupá náročnost inženýringu dodavatele řídicího systému. Přičemž práce procesních inženýrů je dražší než práce montážních pracovníků.

Dále bývá problémem nepřehlednost pro stávající pracovníky údržby z důvodů odstranění dohledatelných průběžných obvodů. Z praxe jsou známé případy, kdy byly již před několika lety realizovány ochrany ASV a HLO s využitím zpráv GOOSE a nyní je na žádost úseku údržby projektována rekonstrukce rozvodny opět s klasickým provedením těchto logických ochran.

Je nezbytné zálohovat konfigurační data v elektronické podobě, jako například SCD, pro které mnohdy provozovatel nemá nastaven správu dokumentace.

Nevýhodou se může někdy stát i fakt, že při zapojení komunikační sítě do kruhu, vzniká zpoždění na každém IED, které je v řadě. Není tedy vhodné spojovat IED do větších kruhů.

5.3 Příležitosti

Stále nevyužitou možností je nahrazení kontaktní signalizace a ovládání vypínačů, odpojovačů, případně celých strojů jako jsou tlumivky a transformátory. Nyní IED společné pro celé pole umístěno v rozváděči s ostatními pomocnými obvody. V případě venkovní rozvodny VVN je rozváděč umístěn v budově a kabelové propojení se silovými prvky pole je mnohdy realizováno několika kabely o délce přes 100 m s celkem 40 – 60 žilami o průměru 1,5 – 2,5 mm². Nově by mohly být tyto přístroje vybaveny vlastním IED již od výrobce. Pak by bylo řešeno metalicky pouze napájení daného IED a komunikace by probíhala po optickém kabelu. Kterákoli ochranná funkce kteréhokoli IED ve stanici by mohla vypnout kterýkoli vypínač vysláním zprávy GOOSE přímo na vypínač bez ohledu na aktuální funkčnost IED příslušného pole. Takové řešení by přineslo nejen snížení nákladů na kabeláž, ale i snížení parazitních kapacit izolovaných stejnosměrných sítí.

Již nyní někteří dodavatelé řídicích systémů vidí ekonomickou výhodu v umístění komponenty binárních vstupů a výstupů přímo do rozváděče výrobce umístěného na transformátoru, nebo tlumivce. Tato komponenta pak přenáší signály formou GOOSE zpráv.

5.4 Hrozby

V energetice je pravidlem, že každé zařízení je možné ovládat i v případě selhání řídicího systému. Postupným snižováním klasických řídicích prvků – tlačítek a elektromechanických ukazatelů stavů, nastává obsluze povinnost obsluhovat při poruše systému tato zařízení mechanicky, tedy z bezprostřední blízkosti. Při chybné manipulaci pak hrozí reálné nebezpečí úrazu například pádem mechanismu poškozeného elektrickým obloukem.

Nemalé nebezpečí hrozí při kybernetickém útoku. V současné době se tomuto tématu věnuje zvýšená pozornost. Komunikace mezi stanicí a dispečinkem je šifrovaná a na routerech jsou aplikovány firewally. Některé dohledové sítě dodavatelů jsou rušeny z důvodů nízkého zabezpečení. V případě kybernetického útoku by bylo možné sbírat data o zatížení jednotlivých částí sítě, případně zahlcením datové sítě útokem DoS a tím blokování ochranných funkcí založených na zasílání zpráv GOOSE, nebo blokování samotného ovládání. V případě kybernetického útoku s využitím znalosti funkce systémových ochran by bylo možné ovládat nejen vypínače, ale i regulaci napětí v síti a podobně. To by případně vedlo nejen k bezproudí a případně i poškození zařízení zákazníků, nebo i úrazům elektrickým proudem.

6 Závěry a doporučení

Cílem práce bylo seznámení s protokolem IEC 61850 s důrazem na rychlé zprávy GOOSE. Využití těchto rychlých zpráv v ochranných obvodech rozveden v energetické síti. Cílem praktické části bylo analyzovat výhody a nevýhody v již realizovaných aplikacích.

Byly přestaveny zkušenosti z realizovaných staveb, kde byly nasazeny celé řídicí systémy s protokolem IEC 61850. Zde byly zdůrazněny časové a finanční úspory při porovnání s možnostmi před sjednocením protokolu.

Byla představena norma IEC 61850 se všemi jejími kapitolami. Norma není zaměřena pouze na protokol IEC 91850, ale řeší komplexně celá řídicí systém rozvodny. Úvodní kapitoly normy definují užití normy v energetice, požadavky na jakost, požadavky na inženýrské činnosti, životnost systému a způsob zabezpečení jakosti. U zabezpečení jakosti klade důraz na rozdělení odpovědností a postup při zkouškách systému, FAT a SAT. Kapitola 6 normy představuje metodu logických uzlů a logické komunikační spoje, umožňujícími využití různých funkcí bez ohledu fyzické umístění v konkrétních IED. Od této skutečnosti jsou odvozeny možnosti sdílení funkcionalit mezi IED. Kapitola 7 normy a její podkapitoly jsou zaměřeny na zejména komunikaci mezi jednotlivými IED, na její strukturu, modely a abstraktní rozhraní. Zde jsou popsány zprávy GOOSE, jejich definice, parametry a priority.

Kapitola 8 a 9 normy představují na aplikační protokoly a komunikační profily.

Kapitola 10 normy definuje normalizované techniky zkoušek shody zařízení klienta, serveru, vzorkovaných hodnot a technických nástrojů.

Byly představeny příklady funkcionalit využívajících zpráv GOOSE, realizované v tuzemských energetikách. Některé uvedené příklady nahrazují klasická řešení s průběžnými obvody a relé. Dále představuje příklad, který bez použití GOOSE nemohl být klasicky zrealizován.

Výsledkem Bakalářské práce je analýza technických možností, ale i praktických zkušeností z projektů modernizace transformačních stanic. Oproti předpokladu není jednoznačně řečeno, že uvedené nově nasazené ochranné systémy jsou výhodnější. Zákazníci vidí nevýhody hlavně v údržbě, kdy případné kontroly a nastavení musí provádět dodavatel řídicího systému, nikoli pracovníci údržby.

Dodavatelé řídicích systémů vidí nevýhody v nutnosti zálohovat data zákazníků z důvodu případného budoucího servisu. Jeden z důvodů posilování kybernetické ochrany v energetických společnostech je i posilování vlivu komunikačních sítí na ochranné funkce, neboť dříve byly ochranné funkce odděleny od funkcí řídicích. V budoucnu by bylo dobré laboratorně vyzkoušet reálné limity zasílání zpráv GOOSE, pro případ rozsáhlé rozvodny a navýšení počtu zpráv na několik tisíc.

7 Seznam použité literatury

- [1] Sergio Kimura a Andre Rotta. Applying IEC 61850 to Real Life: Modernization Project for 30 Electrical Substations [on line]. Brazílie: Elektro Eletricidade e Serviços, S.A. and Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. 2008 [cit.2018-04-24]. Dostupné z:
<https://pdfs.semanticscholar.org/91af/a2f8d2fed259e1161718e4f8f8ea1b5f8813.pdf>
- [2] Charles E. Anderson. Case Study: IEC 61850 Application for a Transmission Substation in Ghana [on line]. USA: Meade Electric Company, Inc. 2013 [cit.2018-04-24]. Dostupné z:
https://cdn.selinc.com/assets/Literature/Publications/Technical%20Papers/6595_CS_IEC61850_SZ_20130213_Web.pdf?v=20151125-100101
- [3] ECAI 2017 - International Conference – 9th Edition. [on line]. Targoviste, ROMÂNIA: Faculty of Automatic Control and Computer Science University Politehnica of Bucharest Bucharest, Romania. 2017 [cit.2018-04-24]. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/321676723_A_practical_approach_to_IEC_61850_standard_for_automation_protection_and_control_of_substations.
- [4] Wuskwatim transmission systém [on line]. Burlington, Canada: ABB Substation Automation Systems. 2015 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z:
[http://www02.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/6606a64b714fb558c1257815006f11c5/\\$file/IEC+at+Work.pdf](http://www02.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/6606a64b714fb558c1257815006f11c5/$file/IEC+at+Work.pdf)
- [5] ČSN 33 4850-1 Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích – Část 1: Úvod a přehled. Český normalizační institut, 2007. 32 stran.
- [6] ČSN IEC/TS 61850-2 Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích – Část 2: Výklad zvláštních výrazů. Český normalizační institut, 2007. 40 stran.
- [7] ČSN EN 61850-3 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 3: Obecné požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2014. 64 stran.
- [8] ČSN EN 61850-4 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 4: Systémové a projektové řízení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 36 stran.
- [9] ČSN EN 61850-5 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 5: Požadavky na komunikaci pro funkce a modely zařízení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2013. 132 stran.
- [10] ČSN EN 61850-6 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 6: Konfigurační popisový jazyk pro

- komunikaci v elektrických stanicích týkající se IED. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2010. 202 stran.
- [11] ČSN EN 61850-7-1 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 7-1: Základní komunikační struktura – Zásady a modely. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 122 stran.
- [12] ČSN EN 61850-7-2 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 7-2: Základní informační a komunikační struktura – Abstraktní rozhraní pro komunikační služby (ACSI). Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2011. 192 stran.
- [13] ČSN EN 61850-7-3 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 7-3: Základní komunikační struktura – Obecné třídy dat. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2011. 98 stran.
- [14] ČSN EN 61850-7-4 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 7-4: Základní komunikační struktura – Kompatibilní třídy logických uzlů a třídy datových objektů. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2011. 194 stran.
- [15] ČSN EN 61850-8-1 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 8-1: Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) – Mapování na MMS (ISO 9506-1 a ISO 9506-2) a na ISO/IEC 8802-3. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 170 stran.
- [16] ČSN EN 61850-9-2 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 9-2: Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) – Vzorkované hodnoty z ISO/IEC 8802-3. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 36 stran.
- [17] ČSN EN 61850-10 ed. 2 Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech – Část 10: Zkoušky shody. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2014. 84 stran.
- [18] Helgo Müller a Chris Viljoen a David Magongo. GOOSE Timing Measurements in an IEC 61850 Substation – Using a Distributed Hybrid Signal Analyzer [on line]. Namibia: NamPower, 2015 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.omcronenergy.com/download/file/c477170f78820aabb4a1e4773ed5a8a6/>

Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
Slanina Petr	Domečkova 519, Hradec Králové	I1500866

TÉMA ČESKY:

Problematika nasazení a využívání protokolu IEC 61850

TÉMA ANGLICKY:

The implementation and usage of the IEC 61850 protocol

VEDOUcí PRÁCE:

Mgr. Josef Horálek, Ph.D. - KIT

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je podrobně představit protokol IEC 61850 a jeho využití v energetických sítích. V teoretické části autor podrobně představí protokol IEC 61850 včetně představení speciálních systémů zpráv definovaných protokolem IEC 61850.

V praktické části autor provede analýzu využívání protokolu IEC 61850 v praxi na realizovaných na projektech VN a VVN rozvoden. Na základě této analýzy autor navrhne možnosti efektivního využívání protokolu IEC 61850 v rámci energetických sítí VN a VVN s důrazem na optimalizaci provozu komunikací v rámci rozvoden.

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

MORALES SU REZ, Gustavo Enrique. Criterios de Automatizacion de Subestaciones Con La Norma Iec 61850. United States: EAE Editorial Academia Espanola, 2012. ISBN 9783659026621.

PATEL, Nikunj. IEC 61850 horizontal goose communication and overview: IEC 61850 horizontal communication, goose messaging and documentation. IEC 61850 Standard Overview and understanding. Saarbrücken: Lambert, 2011. ISBN 978-3-8465-4632-1.

OZANSOY, Cagil. Modelling and object oriented implementation of IEC 61850: the new international standard on sustration communications and automation. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Pub, 2010. ISBN 9783838358482.

Podpis studenta:



Datum: 4. 10. 2017

Podpis vedoucího práce:



Datum: 6. 10. 2017