

PIAF

WP2 – Datová komunikácia



nano energies

Předmět a cíle pracovního balíku

WP2 – Datová komunikácia

- 1 Stanovenie požiadaviek na dátovú komunikáciu** medzi poskytovateľom PpS, Virtuálnym blokom, Prevádzkovateľom prenosovej sústavy, prevádzkovateľmi distribučných sústav a Operátorom trhu s elektrinou, tak aby to bolo jednotné pre všetkých Poskytovateľov PpS (existujúci a noví)
- 2 Návrh a vyhodnotenie možných alternatív pre komunikačný protokol IEC 60870-5-101** so zreteľom na bezpečnosť komunikácie s RIS PPS, nákladovú efektívnosť a realizovateľnosť zo strany účastníkov trhu

Pro účely PIAF bude využit protokol IEC 60870-5-101 dle definice v aktuálních technických podmínkách

- Na základě jednání z 2. setkání WP2 dne 10.3.2022 bylo rozhodnuto o využití protokolu **IEC 60870-5-101** dle stávajících technických podmínek jako o jediné přípustné variantě z bezpečnostního hlediska
- **Detailní požadavky jsou specifikovány v [dokumentu D Technických podmienok](#)**

Sada norem IEC 60870(-5) ve zkratce

- IEC 60870 představuje rodinu standardů Mezinárodní elektrotechnické komise, které jsou od 80. let minulého století vyvíjeny pro systémy dálkového řízení SCADA (supervisory control and data acquisition), a to zejména pro účely automatizace elektrické rozvodné soustavy
- Standards jsou vyvíjeny jako „open standard“, takže zajišťují kompatibilitu napříč zařízení různých výrobců. Největší výrobci se do jejich vývoje často aktivně zapojují (ABB, Alstom, Schneider, SEL, Siemens, Toshiba a další)
- IEC 60870 má pět částí. První dvě řeší základní ustanovení, třetí definuje charakteristiky rozhraní a čtvrtá se zabývá provozními charakteristikami. **Pro datovou komunikaci je podstatná pátá část IEC 60870-5, která specifikuje protokoly pro dálkový sběr dat a řízení jednotlivých zařízení.**
- IEC 60870-5 sama obsahuje deset částí** – viz tabulka vpravo, pro následující porovnání jsou zásadní zejména části -101 a -104 (vytučněné), případně i část -103

Číslo	Název
IEC 60870-5-1	Formáty přenosového rámce
IEC 60870-5-2	Procedury linkového přenosu
IEC 60870-5-3	Obecná struktura aplikačních dat
IEC 60870-5-4	Definice a kódování aplikačních informačních prvků
IEC 60870-5-5	Základní aplikační funkce
IEC 60870-5-6	Směrnice pro zkoušení shody pro společné normy IEC 60870-5
IEC 60870-5-101	Společná norma pro základní úkoly dálkového ovládání
IEC 60870-5-102	Společná norma pro přenos integrovaných součtových hodnot v elektrizačních soustavách
IEC 60870-5-103	Společná norma pro informační rozhraní ochran
IEC 60870-5-104	Síťový přístup pro IEC 60870-5-101 používající normalizované transportní profily

Přehled norem pro datovou komunikaci v rámci IEC 60870-5

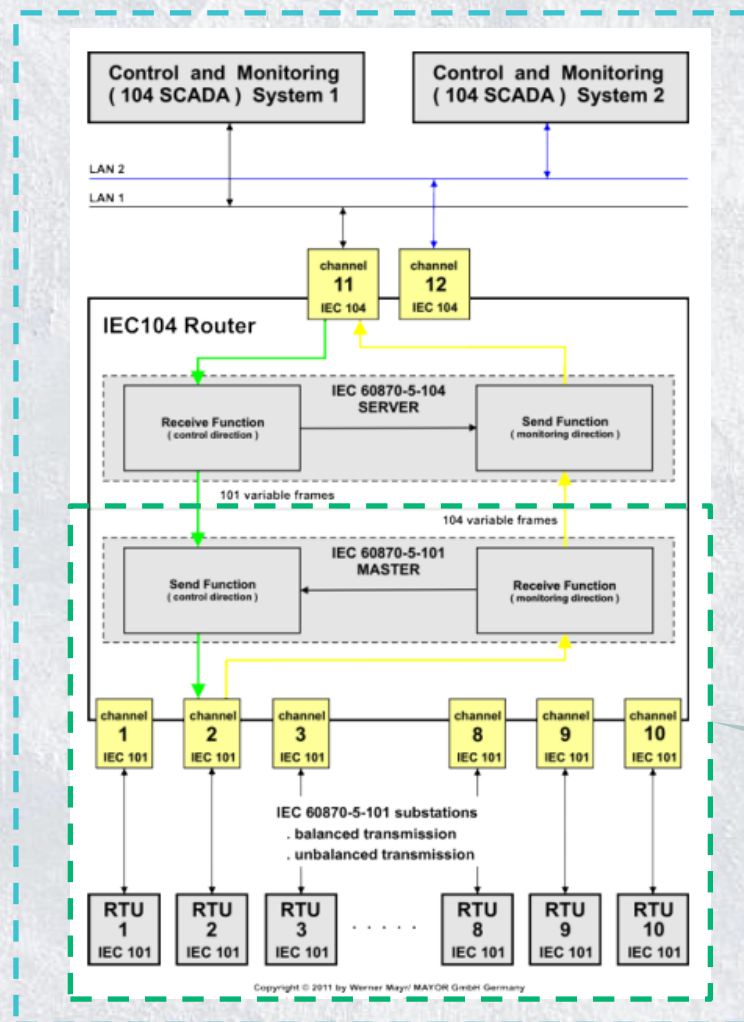
Dostupná řešení v rámci IEC 60870-5

1. **IEC 60870-5-101** představuje základní protokol z počátku 90. let využívající normalizované transportní profily
 - **Tento protokol slouží jako komunikační profil pro zasílání základních telekomunikačních zpráv mezi řídicí a řízenou stanicí** (master-slave model) s cílem umožnit interoperabilitu mezi kompatibilními systémy. **Komunikace probíhá po trvale připojené fyzické lince.**
 - Protokol je založen na „Enhanced Performance Architecture“ (EPA), která obsahuje tři vrstvy – aplikační, linkovou a fyzickou.
 - Komunikace může být nevyvážená (pouze master-slave) nebo vyvážená (slave může požádat o komunikaci s master)
2. **IEC 60870-5-104** na přelomu tisíciletí zavedl možnost komunikovat přes internet
 - -104 vychází ze stejného základu jako -101, **fyzickou a linkovou vrstvu ovšem nahrazuje komunikačním standardem TCP/IP pro umožnění komunikace bez nutnosti fyzického propojení jednotek**
 - IEC 60870-5 standardy (-101 i -104) jsou využívány zejména v Evropě, ale i na Blízkém východě

"Enhanced performance architecture"	
Části protokolu	Vrstva
IEC 60870-5-5	Uživatelský proces
IEC 60870-5-4	Aplikační vrstva (L7)
IEC 60870-5-3	
IEC 60870-5-2	Linková vrstva (L2)
IEC 60870-5-1	
ITU-T doporučení	Fyzická vrstva (L1)

IEC 60870-5-104	
Části protokolu	Vrstva
IEC 60870-5-101 a 104	Aplikační vrstva (L7)
TCP	Transportní vrstva (L4)
IP	Síťová vrstva (L3)
RFC 894	Linková vrstva (L2)
IEEE 802.3	Fyzická vrstva (L1)

Vizualizace využití IEC 60870-5-101 a IEC 60870-5-104 v rámci SCADA



- Z digramu je možné pozorovat, že protokol IEC 60870-5-101 zajišťuje **přímou** komunikaci mezi jednotlivými subjekty (substation) a hlavním zařízením (master).
- Protokol IEC 60870-5-104 pak zajišťuje komunikaci mezi jednotlivými hlavními zařízeními skrze LAN síť
- **IEC 60870-5-104 je primárně rozšířením protokolu IEC 60870-5-101 o TCP/IP což mu umožňuje komunikaci přes internet s jinými subjekty**

Oblast pokrývající protokol
IEC 60870-5-104

Oblast pokrývající protokol
IEC 60870-5-101

Alternativy mimo IEC 60870-5

Další varianty v rámci IEC:

- **IEC 60870-5-103**

- Tato norma specifikuje komunikační standard pro informační rozhraní ochran – zajišťuje tedy interoperabilitu mezi ochranami a zařízeními řídicího systému podřízené stanice

- **IEC 60870-6-TASE.2 nebo ICCP (Inter-Control Center Communications Protocol)**

- Jedná se o další nadstavbu IEC 60870, která definuje protokol pro přenos dat zejména mezi více řídicími jednotkami (client/server), nikoliv tedy pouze mezi řídicími a řízenými stanicemi
- **Hlavní výhodou ICCP je schopnost přenosu dat v reálném čase a zároveň historických dat (včetně naměřených hodnot) – tedy i širší palety informací**, tento protokol využívá např. i belgický TSO Elia
- ICCP pracuje se standardním sedmivrstvým komunikačním modelem ISO/OSI

- **IEC 61850**

- Představuje novější protokol z počátku milénia, který řeší výměnu informací mezi zařízeními rozdílných napěťových skupin a zaměřuje se zejména na interoperabilitu mezi substancemi

Komunikační protokoly používané mimo Evropu:

- V oblasti Severní Ameriky převažuje standard DNP3, který spravuje organizace IEEE
 - DNP3 byl vyvíjen stejně jako IEC 60870-5 v 90. letech minulého století a má tedy i velmi podobné vlastnosti, komunikace u něj probíhá přes TCP/IP

Z hľadiska propojování decentrálných zdrojů dává smysl využít protokoly 60870-5-104 nebo 60870-6-TASE.2

	60870-5-101	60870-5-104	60870-5-103	DNP3	60870-6-TASE.2	61850
Application domain	Telecontrol (SCADA)	Telecontrol (SCADA), intra, substation and control-center to substation	Protection	Telecontrol (SCADA), intra-substation and control-center to substation	Control-center to control-center	Substation and feeder automation (open for other domains)
Main coverage	Application Layer (Services and Protocol)	Application Layer (Services and Protocol)	Application Layer (Services and Protocol) and basic Application Semantic	Application Layer (Services and Protocol)	Application Layer (Services and Protocol) and basic Application Semantic	Application Semantic (models of devices and applications), Substation configuration language, and Application Layer (Services and Protocol)
Layering	3 layer	7 layer (TCP/IP)	3 layer (PHL, DLL, AL)	4 layer (serial) or 7 layer (TCP/IP or UDP/IP)	7 layer and Object Library	7 layer (TCP/IP and OSI) and Logical Node (Data and Common Data) and object Library; 3 layer possible
Communication systems supported	V.24/V.28 or X.24/X.27	TCP/IP over Ethernet 802.3 or X.21	RS 485/Fiber	V.24/V.28 or X.24/X.27; TCP/IP over Ethernet 802.3 or X.21	TCP/IP and OSI over Ethernet 802.3 or X.21	TCP/IP and OSI over Ethernet 802.3 or X.21serial
Primary market	Europe (South America, Australia, China)	Europe (South America, Australia, China)	Europe (South America, Australia, China)	North America (South America, Australia, China)	All over world	All over world

Doporučujeme

Doporučujeme

- Tabulka porovnáva dostupné protokoly z pohľadu **primárneho využítia** (application domain), **struktúry protokolů** (main coverage, layering) a **podporovaných forem komunikácie** (comm. systems) a **primárnych trhov**, na ktorých jsou využívány (primary market)
- Z hľadiska agregátora propojujúciho menší a geograficky rozmístěné zdroje, **dává smysl využívat pouze protokoly, které komunikují přes internet**
- I když protokol DNP3 využívá TCP/IP, v Evropě se nevyužívá
- **Vzhľadom k vyššiemu počtu vrstev, a tedy i možnosti komplexnější komunikácie pak dává smysl využívat buď 60870-5-104 nebo 60870-6-TASE.2 – tyto dva protokoly jsou označeny oranžově**
- Protokol 61850 nabízí nejkompexnější scénáře komunikácie, nicméně se dnes používá primárně pro řízení substancie, v budoucnu se možná rozšíří i na další use casey

Porovnání řešení zahrnujících protokol IEC 60870-5-101 s řešením v rámci IEC 60870-5-104

- Z pohledu komunikační architektury existuje několik variant, které je možné realizovat s využitím protokolu IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104 nebo jejich kombinací
- Vhodnost jednotlivých architektonických řešení je možné určit pouze v kontextu konkrétního případu použití.
- Na následujících stránkách jsou popsány **tři možné realizace z pohledu komunikační architektury**. Při návrhu řešení byly zohledněny faktory týkající se nákladovosti, nároků na provoz, realizovatelnosti a technických benefitů (škálovatelnosti, flexibility a podobně)

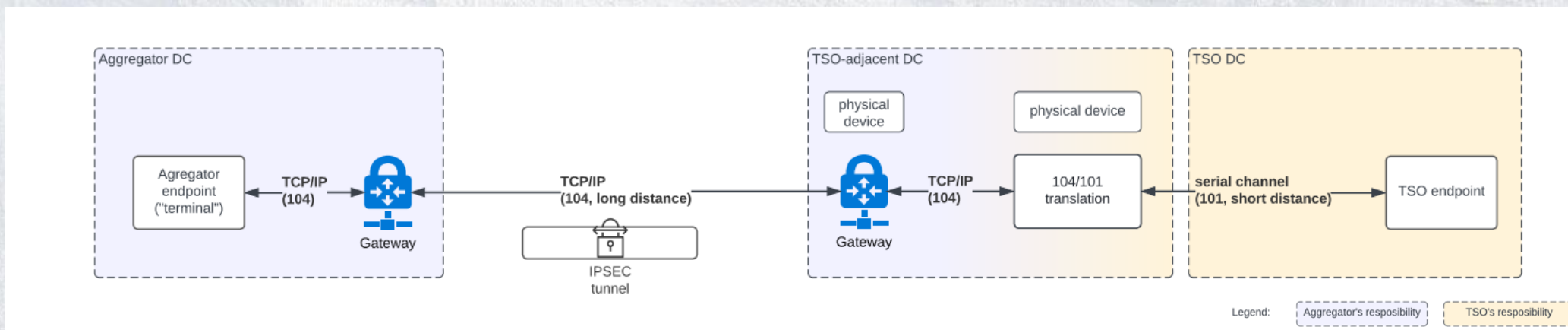
V návrzích řešení jsou reflektovány následující předpoklady:

- a) Komunikace mezi agregátorem a TSO nebude možné realizovat pomocí přímé (jedné komunikační linky) a bude potřeba zajistit komunikaci na větší vzdálenost s využitím TCP/IT, což zároveň přináší nutnost využití protokolu IEC 60870-5-104 (případně může být nahrazen TASE2).
- b) Ve všech případech je počítáno, že je nutné zajistit bezpečnou komunikaci mezi Agregátorem a TSO. Z tohoto důvodu byla využita technologie IPSEC tunnel
- c) Je přihlédnuto k současným požadavkům na využití IEC 60870-5-101 protokolu na straně SEPS

Varianta A

(Porovnání řešení zahrnujících protokol IEC 60870-5-101 s řešením v rámci IEC 60870-5-104)

Varianta A popisuje řešení ve kterém probíhá komunikace mezi TSO a agregátorem za použití protokolu IEC 60870-5-104. Zároveň TSO přijímá a odesílá informace skrz protokol IEC 60870-5-104. Z tohoto důvodu je na komunikační cestě mezi Agregátorem a TSO navržen "Překladač", který zajišťuje transformaci zpráv (převod mezi jednotlivými protokoly).



Výhody

- V případě SEPS, představuje řešení minimální dopad na současnou komunikační architekturu vzhledem k tomu, že využívá ke komunikaci protokol IEC 60870-5-101

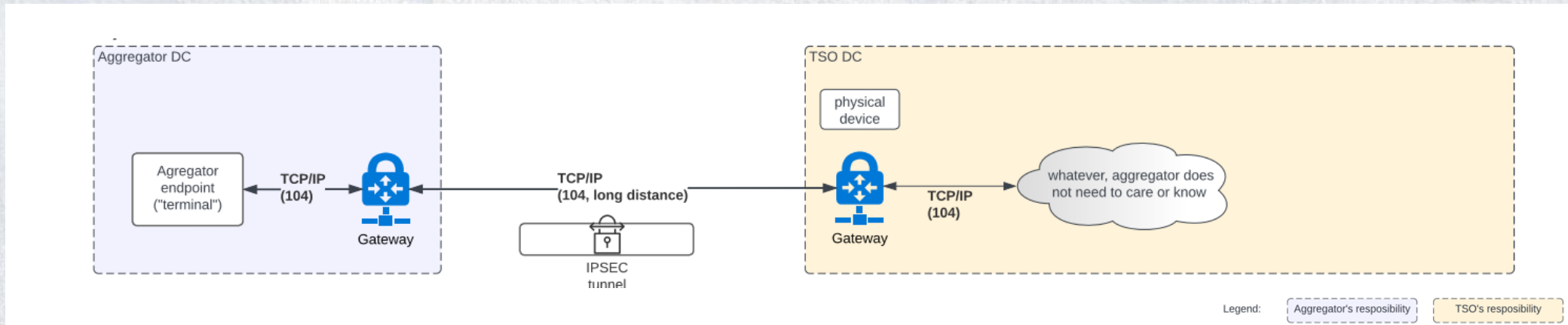
Nevýhody

- Architektura obsahuje příliš mnoho prvků, které zvyšují rizikovost selhání při přenosu informací. Zároveň identifikace problémů může být poměrně náročná
- Jsou vyžadovány dodatečné náklady na realizaci a provoz Překladače
- Škálovatelnost Překladače je limitována HW prostředky pro které musí být zajištěna adekvátní provozní podpora. Z tohoto důvodu je vhodné využít řešení v případě kdy se očekává, že bude připojeno nižší množství Agregátorů.

Varianta B

(Porovnaní řešení zahrnujících protokol IEC 60870-5-101 s řešením v rámci IEC 60870-5-104)

Varianta B popisuje řešení ve kterém probíhá komunikace mezi TSO a agregátorem za použití protokolu IEC 60870-5-104, zároveň TSO má schopnost přijímat a odesílat informace také pomocí protokolu IEC 60870-5-104. Z tohoto důvodu není potřeba implementovat dodatečný prvek pro transformaci zpráv v porovnání s Variantou A.



Výhody

- Oproti Variantě A zde není požadavek na realizaci dodatečných komunikačních prvků, díky čemuž se snižuje i rizikovost a nákladovost řešení
- Řešení nabízí poměrně vysokou škálovatelnost a je tedy možné připojit vyšší množství agregátorů

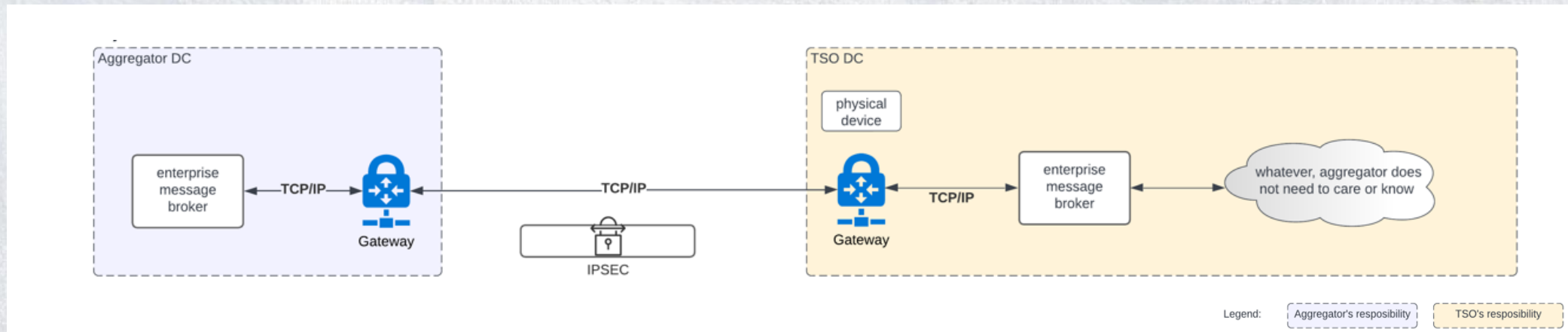
Nevýhody

- V případě SEPS, představuje řešení požadavek na komunikace pomocí protokolu IEC 60870-5-104.
- TSO je v tomto případě zodpovědné za větší část komunikace než v případě Varianty A.

Varianta C

(Porovnání řešení zahrnujících protokol IEC 60870-5-101 s řešením v rámci IEC 60870-5-104)

Varianta C zavádí do komunikační architektury prvek Enterprise Message Brokeru (EMB). EMB je implementováno jak na straně Agregátora tak i TSO. EMB umožňuje nezávislost na komunikačním protokolu, jelikož zajišťuje překlad zpráv a jejich směrování v rámci přenosu přes TCP/IP.



Výhody

- Varianta C obsahuje stejné výhody jako Varianta B
- Díky EMB nejsou Agregátor ani TSO příliš vázání/omezování technickými požadavky vycházejícími z komunikační architektury respektive komunikačních protokolů.
- EMB obsahuje dodatečné mechanismy které například zajišťují spolehlivost a konzistenci přenášených dat
- Prointegrovaní mezi TSO a novým subjektem Agregátora je oproti ostatním variantám méně náročné

Nevýhody

- TSO je v tomto případě zodpovědné za větší část komunikace než v případě Varianty A.
- Dodatečné náklady na implementaci EMB

Bezpečnosť komunikácie a nákladová efektívnosť

Nákladová efektívnosť a realizovateľnosť

- Nákladová efektívnosť je primárne závislá na zvolenej komunikačnej architektúre v závislosti na danom prípade použitia. Toto lze pozorovat při srovnání jednotlivých variant komunikační architektury na předchozích stránkách. Z tohoto důvodu **nelze jednoznačně určit, který komunikační protokol je nákladově efektivnější.**
- Z pohledu možností jednotlivých protokolů je nicméně možné vyvodit následující závěr: **Protokol IEC 60870-5-101** je možné využít v případech kdy je vyžadována přímá komunikace na krátkou vzdálenost s několika subjekty. Pokud se množství a komplexita komunikace zvyšuje, pak pravděpodobně dojde k nutnosti implementace dodatečných síťových prvků, nástrojů a mechanismů (například pro přímou komunikaci na delší vzdálenosti jsou již vyžadovány optické kabely). V takových případech je výhodnější zvolit jinou komunikační architekturu založenou na komunikaci pomocí TCP/IP, která je podporována **protokolem IEC 60870-5-104 (nebo TASE2)**

Bezpečnosť komunikácie s RIS PPS

- Komunikační protokoly IEC 60870-5 ze své podstaty nijak neřeší oblast bezpečnosti komunikace
- Bezpečnosť komunikácie však môže byť řešena na úrovni:
 - a) Softwarové,** pomocí implementace bezpečnostních mechanismů a nástrojů. Jedná se například o IPSEC přenos, asymetrického šifrování zpráv nebo zabezpečení na základě samotné konstrukce zpráv
 - b) Fyzické/Hardwarové,** kdy zabezpečení vychází ze samotného návrhu komunikační architektury a bezpečnosti jednotlivých prvků sítě. Například přímé připojení (které je vyžadované při komunikaci IEC 60870-5-101) zajišťuje samo o sobě vyšší míru bezpečnosti než nezabezpečená komunikace přes síť

Aktuálně nejvhodnější alternativu k IEC 60870-5-101 představují protokoly IES 60870-5-104 nebo 60870-6-TASE.2

- Protokol IEC 60870-5-101 byl vyvinut na začátku 90. let minulého století, má proto již několik alternativ, které nabízí **zejména možnost komunikovat přes internet a pokrývají také komplexnější komunikační scénáře**
- Některé alternativy mají specifickou oblast využití jak z hlediska zařízení (substanice), tak lokality (mimo Evropu)
- **Z pohledu bezpečnosti a nákladové efektivity není možné jednotlivé protokoly srovnat**
- Nicméně současné trendy (jako například liberalizace trhu) ukazují, že účastníků na trhu s Podpůrnými službami bude přibývat, díky čemuž bude i komunikace s těmito subjekty komplexnější. V tomto případě využití protokolu IEC 60870-5-101 může být limitujícím prvkem z pohledu komunikační architektury a představovat **riziko z pohledu dodatečných nákladů nebo efektivity řešení.**
- Z těchto důvodů je výhodnější použít protokolu IEC 60870-5-104 nebo IEC 60870-6-TASE2 v kombinaci se správně zvolenou komunikační architekturou

Back-up

Využití zdroje

1. Comparison of IEC 60870-5-101/-103/-104, DNP3, and IEC 60870-6-TASE.2 with IEC 618501; [Karlheinz Schwarz, 2002](#)
2. Description and analysis of IEC 104 Protocol Technical Report; [Petr Matoušek, 2017](#)
3. Komunikační úlohy v rámci Smart Grids. Dimenzování komunikačních sítí a datového úložiště včetně nákladového modelu; [David Košut, 2019](#)
4. Popis a testování komunikačních protokolů normy IEC 60870-5-103 a 60870-5-104; [Dominik Pekárek, 2017](#)
5. Telecontrol equipment and systems – Part 6-503: Telecontrol protocols compatible with ISO standards and ITU-T recommendations – [TASE.2 Services and protocol](#)
6. Telecontrol equipment and systems – [Part 5-101: Transmission protocols](#) – Companion standard for basic telecontrol tasks
7. Proposal for data exchange standards and protocols, [EU-SysFlex, 2021](#)
8. Model elektrické stanice s komunikačním protokolem IEC 61850, [Ivo Stodůlka, 2012](#)
9. Digitalizace rozvodny vysokého napětí při použití komunikačního standardu IEC61850, [Pavel Lednický, 2011](#)