

Studie Relé/Smart Box

(veřejná, redigovaná verze)

Zadavatel: PREdistribuce, a.s., EG.D, a.s., ČEPS, a.s., ČEZ Distribuce, a.s.

Zhotovitel: Vysoké učení technické v Brně

Datum/verze: pondělí 15. září 2025

Autoři: Petr Mlýnek, Ján Sláčik, Lukáš Benešl

X. Návrh funkcionalit Relé/Smart boxu

Kapitola uvádí možnosti řešení základního a regulovaného (pokročilého) řízení/ovládání výroby a spotřeby za odběrným místem. Uvažujeme architekturu, ve které bude možné povely zasílat centrálou DSO přímo elektroměru nebo externímu boxu skrz elektroměr. Studie neuvažuje infrastrukturu s chytrou bránou před odběrným místem (v trafostanici nebo Německý model s Smart Meter Gateway).

Koncepce navrhovaných funkcí mimo základní funkce spínání a řízení uvažuje čtyři klíčové funkcionality, které má výsledné řešení plnit na **základě vstupů studie**:

- Dynamické vyvažování zátěže (současné nabíjení více automobilů),
- ochranu před přetížením domácí sítě,
- optimalizaci využití vyrobené solární energie,
- zrychlení procesu nabíjení.

Uvedené funkcionality se nijak neslučují se stávajícím řešením dostupných elektroměrů. Pro návrh jejich realizace je vhodné uvažovat další výpočetní jednotku nad rámec užívání měřicích a provozních funkcí elektroměru. Tato výpočetní jednotka by měla být schopna např. samostatně monitorovat dovolené limity spotřeby konkrétních zátěží, které mohou přímo ovlivňovat cílená zařízení pro nabíjení elektromobilů, dále pracovat s daty vyrobené energie a směřovat dodávku vhodným směrem, a to vzhledem k aktuálnímu stavu vytížení sítě (akumulátory, spotřebiče, nabíjení apod.). Další funkcionality budou postupně uvedeny vždy u daného návrhu řešení. **Celkově jsou uvažovány možnosti realizace bez přídavného boxu (přímé řízení) a s přídavným boxem (Relé box a Smart box).**

X.1 Přímé řízení spotřebičů skrze elektroměr

V případech, kdy nelze elektroměr rozšířit o jakékoliv přídavné zařízení (externí box) je nutné uvažovat variantu přímého řízení – např. není prostor v elektrické rozvodné skříni. V takovém případě existuje několik překážek pro realizaci základních i pokročilejších funkcí. Tyto překážky jsou zpravidla dané použitým elektroměrem, protože dostupná měřidla jsou primárně koncipována pro měření elektrických veličin, funkce pro provoz zařízení, obsluhu integrovaných periférií, obsluhy komunikačních rozhraní pro přenos dat, jak směrem k nadřazenému systému – centrály DSO, tak k zákazníkovi do HAN sítě. **Hardware měřidel je tak převážně dimenzovaný pouze na obsluhu těchto provozních funkcionalit.**

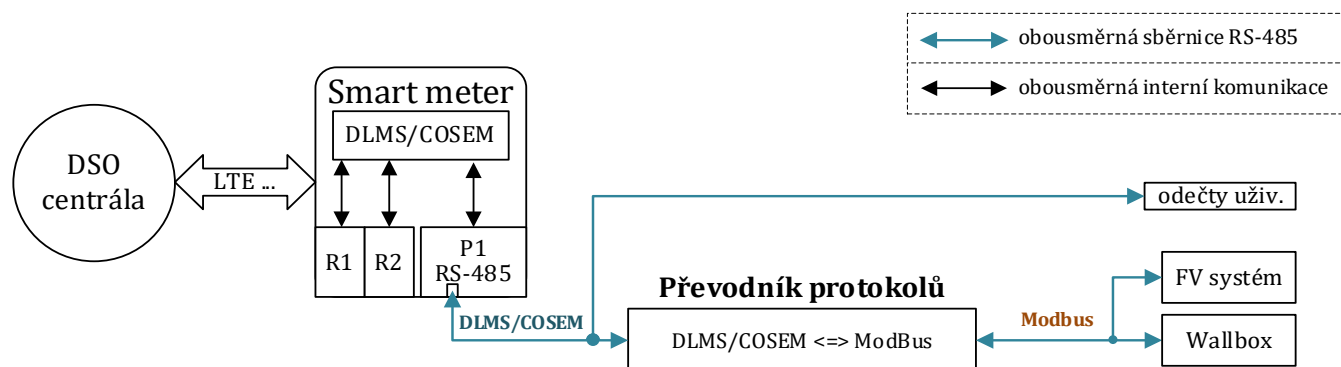
Způsoby řešení, která pokryjí základní funkce spínání/řízení a čtyři hlavní funkcionality uvedené v předchozí sekci vyžadují obousměrnou komunikaci. V rámci návrhu možností pro realizace přímého řízení koncových zařízení skrze elektroměr bez externího boxu jsou popsány dvě možnosti realizace. Oba způsoby uvažují sběrnici RS-485 na sekundárním rozhraní na zákazníka s obousměrnou komunikací. **První způsob přímého řízení navrhuje využití implementovaného protokolu DLMS/COSEM v elektroměru a druhý uvažuje interfacer propojení centrály DSO a koncových prvků nezávisle na protokolu v elektroměru.**

Také je nutné sledovat závěry DLMS asociace ohledně využití DLMS protokolu pro komunikaci mezi elektroměrem a dobíjecí stanicí (podrobně popisuje kapitola Y).

X.1.1 Přímé řízení – převod protokolů

Obrázek X-1 znázorňuje strukturu a možnosti přímého řízení elektroměrem. Veškerou komunikaci vždy iniciuje DSO centrála stejně jako v případě vzdáleného odečtu elektroměru (DLMS server). Zobrazený scénář uvažuje takové koncové prvky, které neumožňují komunikaci s protokolem DLMS/COSEM. Na komunikační trase tak musí existovat převodník protokolů, aby centrála mohla odesílat povely podobně jako pro odečet dat

z elektroměru. Převodník přeformátuje data pro cílené zařízení. Na základě analýz v předchozích kapitolách je tedy pro demonstraci návrhu uveden protokol ModBus resp. ModBus RTU pro sériovou sběrnici. Umístění tohoto převodníku pak může být jako součást koncových prvků nebo jako samostatně zařízení připojené kdekoli na komunikační trase. Port P1 může být paralelně využíván pro odečty uživatelem.



Obrázek X-1: Návrh přímého řízení elektroměrem – bez externího boxu – převodník protokolů.

K tomu, aby bylo možné elektroměrem přímo řídit spotřebiče, je nutné, aby byly splněny tyto podmínky:

- Elektroměr implementuje komunikační protokol, kterým bude možné přímo řídit podporovaný spotřebič.
 - Z analýzy vyplynulo, že dostupné FV střídače a domácí nabíjecí stanice implementují protokol ModBus. To by v případě elektroměru s DLMS/COSEM znamenalo pro zabezpečení přímého řízení nutnost protokolového převodníku jako třetího prvku na komunikační trase.
 - Vzhledem k vzniku DLMS asociace zaměřené na využití DLMS protokolu pro komunikaci mezi elektroměrem a dobíjecí stanicí je problém nejednotnosti protokolů otevřen k řešení. Závěry ani doporučení z asociace zatím nejsou. Nutnou podmínkou pro přímé využití DLMS je integrace tohoto protokolů výrobci FVE a wallboxů.
- Úprava firmware elektroměru z pohledu COSEM objektů, které by sloužili právě pro uchování a zprostředkování funkcí pro řízení skrze elektroměr.
 - Lze tak logovat veškeré akce obdobně jako u interních funkcí elektroměru.
- Musí být definován způsob komunikace z pohledu struktury protokolu:
 - DLMS/COSEM je komunikace typu klient (centrála) a server (elektroměr), kdy pouze klient inicializuje (zahajuje) komunikaci. Koncový spotřebič by musel vystupovat v síti jako další DLMS server na který se dotazuje centrála přes sekundární rozhraní.
 - V případě více zařízení na sběrnici sekundárního rozhraní musí být zaručena jedinečnost adres, aby byla možná komunikace vždy s jedním koncovým prvkem. V opačném případě nebude možné komunikovat s žádným zařízením kvůli kolizi na síti, kdy může odpovídat více zařízení v jeden čas.
- Pokud koncový spotřebič neumožňuje komunikace DLMS/COSEM, je nutná konverze protokolů např. DLMS/COSEM—ModBus.
 - Centrála DSO musí jednotlivě odlišovat koncové prvky a znát způsob řízení těchto prvků.

Dále musí být zabezpečen dostatečný výpočetní výkon pro obsluhu dalších (nově implementovaných) funkcí:

- **Pokud výpočetní výkon nedostačuje:**
 - Výpočetní výkon je v elektroměru dimenzován pouze pro obsluhu funkcí elektroměru.

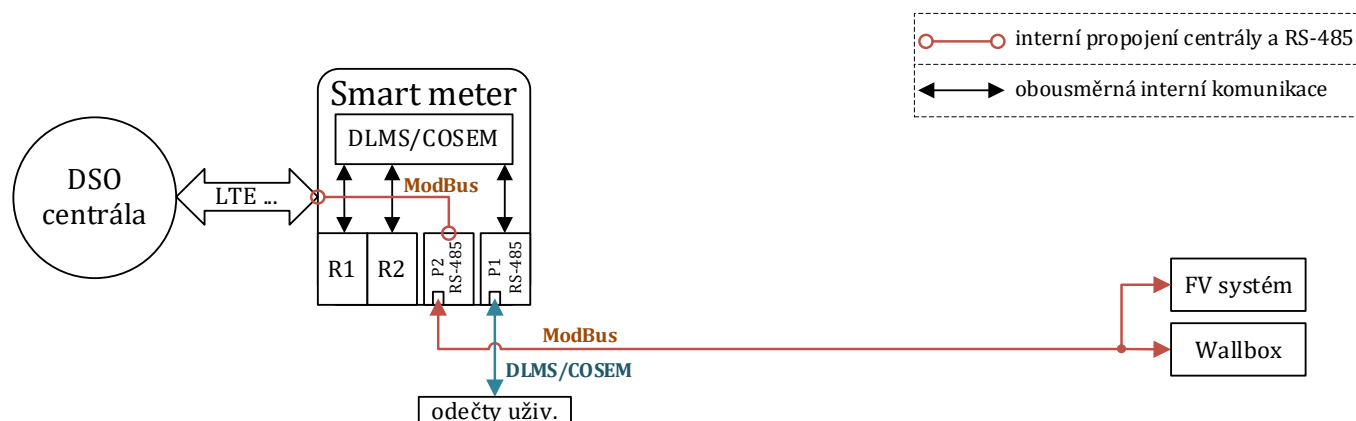
- Omezené možnosti budoucích funkcí pro implementaci kvůli sdílenému výkonu (společný procesor pro všechny funkce měřidla).
- **Pokud výpočetní výkon dostačuje:**
 - Stále se jedná o sdílený výkon, hranice omezení pro další funkce stále existuje.
 - Nutné doplnit o prvky řízení v připojené síti přes sekundární rozhraní – implementace funkcí do firmware elektroměru.
- **Výpočetní výkon a datová paměť:**
 - Elektroměr musí mít prostor pro uchovávání dat nad rámec měřených dat, např. data která elektroměr přenáší z připojených zařízení (vyrovnávací paměť) a také prostor pro uchovávání získaných dat pro nové funkce.
 - Paměť by měla také sloužit pro rozšiřující funkce (firmware) jako jsou autonomní algoritmy pro řízení, např. optimalizace výroby, či dynamické vyrovnání zátěže při nabíjení elektromobilů apod.

X.1.2 Přímé řízení – nezávislé na protokolu v elektroměru

Druhý případ možné realizace přímého řízení, které eliminuje nutnost použití protokolového převodníku a rovněž nevyžaduje úpravu firmware elektroměru z hlediska COSEM objektů pro uchovávání nových dat z koncových prvků.

Obrázek X-2 zobrazuje návrh realizace, kterým lze komunikovat z centrály DSO přímo s koncovým prvkem, s využitím prakticky jakéhokoliv protokolu, např. ModBus. V případě využití IP protokolu na primárním rozhraní lze využít stejného způsobu adresace elektroměru pomocí IP adresy a portu. Tento způsob realizace vyžaduje:

- V rámci elektroměru vytvořit interní přímé propojení mezi primárním a sekundárním rozhraním v transparentním režimu.
 - Centrála v tomto režimu komunikace vyžádá od elektroměru přesměrování komunikace přímo na zvolené sekundární rozhraní s RS-485.
 - Přijatá data elektroměrem nejsou nijak změněna, ale pouze přeposlána na zvolenou sběrnici.
 - Koncové zařízení tak přijímá informace ve formátu svého protokolu – např. ModBus.
- Centrála DSO musí svůj centrální systém rozšířit o SW implementaci potřebného komunikačního protokolu – např. ModBus RTU v režimu master.
 - Samotná implementace protokolu musí být obohacena o potřebné informace o koncových (slave) zařízeních, aby bylo možné s nimi korektně komunikovat.
- V tomto případě je vhodné uvažovat **dva nezávislé porty RS-485** elektroměru pro zachování komunikace prostřednictvím nativního DLMS/COSEM elektroměru – P1 rozhraní na zákazníka.
 - V případě více zařízení na sběrnici jednoho sekundárního rozhraní musí být zaručena jedinečnost adres zařízení, aby byla možná komunikace vždy s jedním koncovým prvkem. V opačném případě nebude možné komunikovat s žádným zařízením kvůli kolizi na síti, kdy může odpovídat více zařízení v jeden čas.



Obrázek X-2: Návrh přímého řízení elektroměrem – bez externího boxu – nezávisle na protokolu.

X.2 Relé box – možnost základního řízení

Funkce základního řízení, která zabezpečí jednoduché ovládání (nabíjení, výroby atp.) ve smyslu zapnout/vypnout je realizovatelná pomocí elektrotechnické součástky relé. Stávající koncept smart metru obsahuje maximálně dvě interní relé, kterými lze samostatně řídit elektrické obvody. Tyto relé jsou ale primárně uvažovány pro přepínání tarifů dodávané energie. V případě rozšíření pro řízení koncových prvků jako domácí nabíjecí stanice wallbox nebo FV systém je tento počet relé nedostačující a je nutné přidat alespoň dvě další součástky relé. Pro samotnou realizaci je nutné vytvořit obvodové zapojení, které musí obsahovat mimo relé i potřebné obvody pro komunikaci, resp. zpracování povelů pro změnu stavu relé. Takové zařízení vystupuje v infrastruktuře jako periférie elektroměru, kterou musí elektroměr, resp. centrála DSO obsluhovat.

X.2.1 Způsoby realizace Relé boxu

Způsob přidání součástek lze teoreticky realizovat buď rozšířením interního počtu relé (integrované řešení), nebo připojením přídatného zařízení k elektroměru (externí box), které další relé obsahuje.

V případě **integrovaného řešení** musí mít daný elektroměr prostor pro osazení dalších relé – např. možnost osazení modulu. V takovém případě lze úpravou firmware elektroměru dosáhnout základní funkce pro spínání a rozpínání dalších relé, která musí mít definovanou roli pro připojení okruhu pro nabíjení elektromobilů nebo FV systémů. Úprava FW elektroměru by měla definovat nové objekty určené pro konkrétní relé. Princip komunikace mezi centrálou DSO a elektroměrem bude totožný jako při řízení stávajících interních relé pomocí protokolu DLMS/COSEM. Nicméně je pravděpodobné, že tento způsob řešení bude omezen pouze na jednoho výrobce měřidel.

V případě řešení externím boxem musí přídatné zařízení s relé (Relé box) obsahovat komunikační a řídicí jednotku, pomocí které bude možné řídit stavy relé na základě komunikace s elektroměrem (elektroměr přijímá povely centrálou – DSO). Obecně platí, že musí být realizována alespoň jednosměrná komunikace, a to směrem od elektroměru k Relé boxu pro příjem povelů. V tomto případě ale nelze nijak ověřit provedení povelu a také nelze povel nijak zabezpečit beztoho, aby řídicí jednotka Relé boxu neimplementovala základní kryptografická primitiva. Pro komunikační kanál by měla být využita komunikační sběrnice sekundárního rozhraní (RS-485) s protokolem DLMS/COSEM. Způsob realizace **jednosměrné komunikace Relé boxu** (pouze přijímá povely pro řízení stavů relé) by vyžadoval rovněž úpravu FW elektroměru, kde je nutné implementovat způsob předávání povelů po sekundárním rozhraní na Relé box. V případě standardizovaného řešení např. DLMS/COSEM, musí Relé box implementovat tento protokol alespoň na úrovni zpracování DLMS zpráv, pro provedení povelu. Při jednosměrné komunikaci musí potřebné COSEM objekty pro řízení přídatných relé implementovat elektroměr.

V případě implementace obousměrné komunikace v Relé boxu, lze v rámci struktury protokolu DLMS/COSEM řešit Relé box také jako další logické zařízení s analogickou adresou vzhledem k elektroměru. Tímto způsobem

se centrála DSO může připojit skrze elektroměr přímo na **Relé box – obousměrná komunikace**. Tento způsob řešení rovněž vyžaduje dostupnost přídavného zařízení na sběrnici sekundárního rozhraní skrze elektroměr. V takovém případě není vyžadována úprava FW na úrovni objektů elektroměru a veškerou strukturu COSEM objektů potřebných pro přídavné zařízení integruje až samotný Relé box. Při této koncepci je zachována obousměrná komunikace, a lze tak zařízení rozšiřovat o další funkcionality nezávisle na elektroměru.

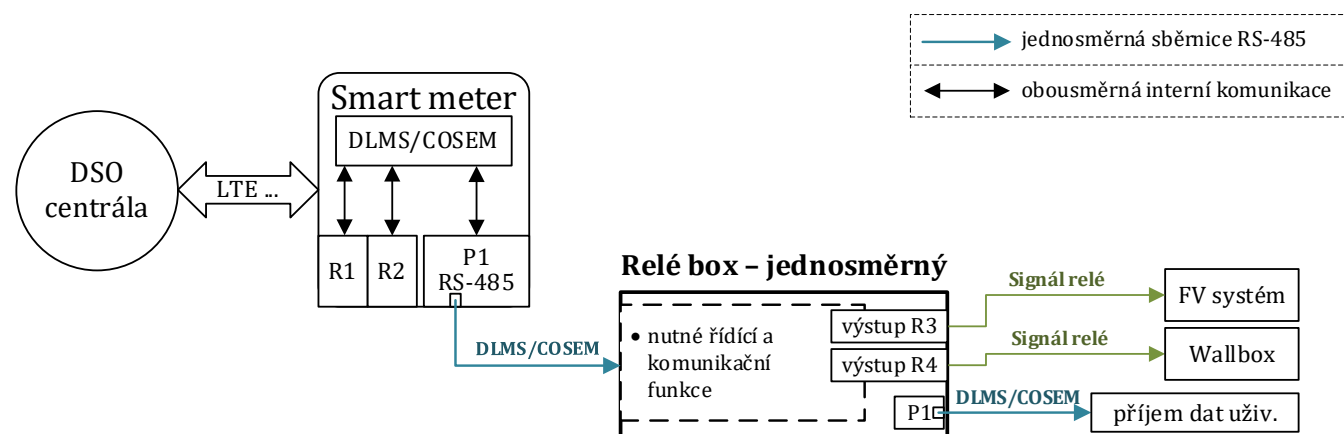
Uvedené **způsoby řešení externím boxem** tak mohou obecně definovat dva typy zařízení, a to podle směru komunikace:

- **Relé box s jednosměrnou komunikací** – nepotvrzovanou, nezabezpečenou komunikaci zajišťuje elektroměr na základě upravené struktury objektů pro řízení přídavného zařízení (Relé boxu) s navýšeným počtem relé součástek. V principu Relé box pouze rozšiřuje celkový počet relé elektroměru (např. 2x interní relé + 2x relé v Relé boxu s rozdílem, že **nelze zpětně ověřit stav přídavných relé**).
- **Relé box s obousměrnou komunikací** – může se jednat o samostatný DLMS server (podobně jako elektroměr), který může být centrálou adresován napřímo za účelem řízení. Protože lze v tomto případě komunikovat obousměrně, lze provádět rozšiřování funkcionalit bez zásahu do elektroměru. Rovněž lze Relé box uvažovat jako periferii elektroměru, tedy obsluhu Relé boxu obsluhuje elektroměr podobně jako interní relé. Tento koncept pak lze beze změny řídicího hardware Relé boxu (pokud je tak navržen) rozšířit na úroveň realizace Smart box nebo Advanced Smart box buď změnou firmware nebo doplněním Relé boxu o potřebné hardwarové moduly, viz kapitola X.3.

X.2.2 Návrh realizace pro Relé box (jednosměrná komunikace)

V případě jednosměrné komunikace není uvažováno zabezpečení komunikace, protože z principu jednosměrné komunikace nelze komunikovat druhým směrem (nelze přijímat žádná potvrzení, navázat spojení, resp. nic co vyžaduje jakoukoliv interakci druhého účastníka – Relé boxu). Pokud by se jednalo o předávání jednoduchých povelů pro Relé box formou vlastního řetězce např. „<číslo_relé>;<VYP/ZAP>“ hrozí také riziko snadného odchycení těchto povelů, které **může vést k neoprávněnému nastavení stavu relé**.

Výstup Relé boxu P1 má být pro připojení uživatele. Nicméně kvůli možnosti **pouze jednosměrné komunikace** Relé Boxu, bude uživatel na **portu P1 pouze naslouchat** a přijímat data podobně jako na portu S0 elektroměru. Vzhledem k tomu, že elektroměr s DLMS/COSEM je z principu koncipován obousměrně



Obrázek X-3: Návrh přídavného zařízení k SM – Relé box – jednosměrná komunikace.

Shrnutí způsobů realizace:

- **Proprietární způsob přenosu**, např. vlastní definice přenášených povelů/zpráv na komunikační lince. Musí být zabezpečena prostupnost zpráv z centrály DSO přes elektroměr na sekundární rozhraní k Relé boxu.
 - *Není v souladu s požadavky ČSRES.*
- Implementace protokolu **režimu „D“ dle normy ČSN EN 62056-21** – jednosměrná komunikace kdy je komunikace iniciována tlačítkem nebo snímačem (nejedná se o DLMS/COSEM). Možnosti softwarové inicializace nebyly prozkoumány – nutná kooperace s firmwarem elektroměru.
 - *Sice se jedná o standardizované řešení, které mohou obsahovat i aktuálně nasazované elektroměry, nicméně reálná implementace nemusí být vždy v souladu dle standardu – např. vlastní úprava přenosové rychlosti, modifikace rámce, způsob inicializace komunikace.*
 - *Řešení je omezeno na fixní komunikační rychlost 2400 Bd. Dle standardu je inicializace možná pouze tlačítkem na měřidlo nebo jiným snímačem.*
- Implementace **mechanismu PUSH DLMS/COSEM**. Plná podpora standardu DLMS/COSEM. PUSH zprávy lze vyžadovat dotazem klienta. Standard také popisuje případy, kdy elektroměr může inicializovat odesílání dat bez vyžádání klienta (DSO centrály):
 - a. **V případě plánovače** – PUSH profil, který definuje skript s nastavenými objekty k odeslání atd. (Volná konfigurace např. periody je v souladu s normou).
 - b. Některá sledovaná **hodnota překročila dovolené maximum**.
 - c. **Na základě události** jako vypnutí/zapnutí měřidla, zmáčknutí tlačítka, odstranění krytu měřidla.

Způsob realizace pomocí mechanismu PUSH DLMS/COSEM se jeví jako nejvhodnější z hlediska pokrytí všech požadavků na funkce i v případě konceptu Smart box – komunikace obousměrně i jednosměrně.

Pro PUSH mód platí princip komunikace dle vzoru publisher/subscriber. To znamená, že příjemce (klient) nemusí být jasně specifikován – umožňuje tak pouze jednosměrný přenos zpráv.

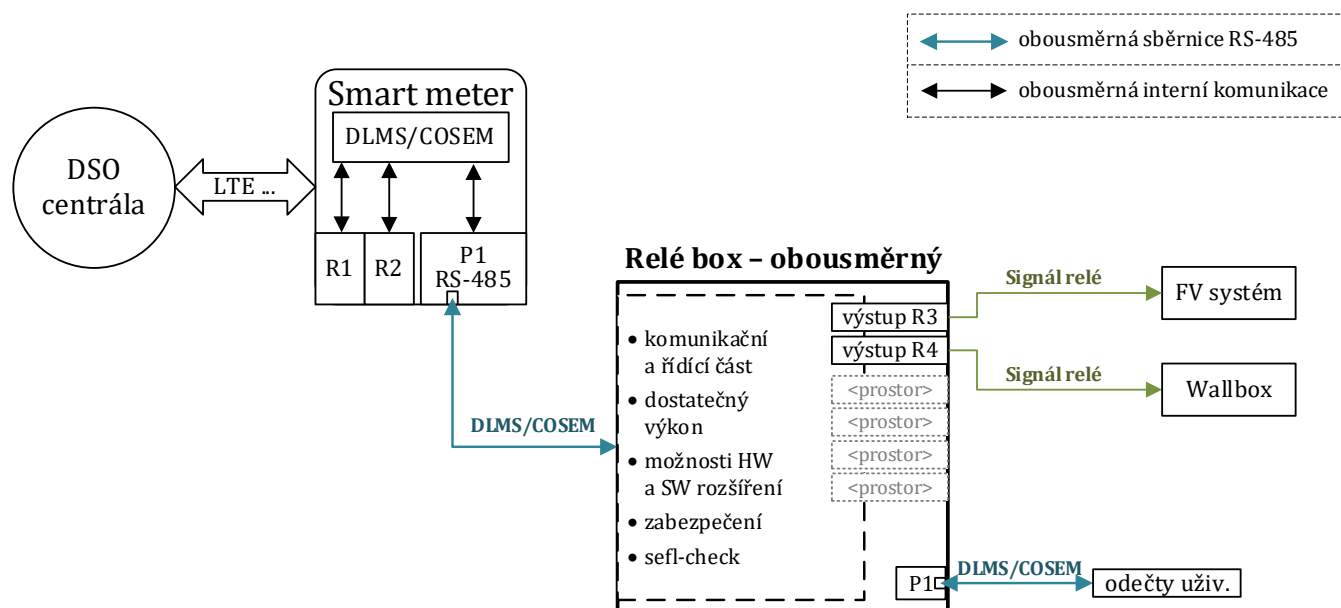
X.2.2.1 Základní požadavky

- Konektivita s elektroměrem na sekundárním rozhraní:
 - Povely z centrály předává externímu boxu elektroměr (na základě centrály nebo interních plánovačů).
 - Realizace konektivity by měla být univerzální pro elektroměry různých výrobců.
 - Realizace protokolu dle ČSN EN 62056-21 mód „D“.
 - Realizace nepotvrzovaného PUSH módu dle specifikace protokolu DLMS/COSEM formou nevyžádané služby „DataNotification“ (model publisher/subscriber).
- V případě dvou přidáných relé, musí být každý výstup označen (R3–FV systém, R4–wallbox).
- Použitá relé musí být elektricky dimenzována pro elektrické obvody, které jsou určeny pro připojení/odpojení.

X.2.3 Návrh realizace pro Relé box (obousměrná komunikace)

V případě obousměrné komunikace lze uvažovat potvrzování povelů a zabezpečení komunikace (např. DLMS SS 2). Pokud by se jednalo o plné využití komunikace DLMS/COSEM, tedy PULL módu (standardní komunikace dotaz/odpověď), lze protokol využít pro potvrzované řízení stavu relé v boxu. Rovněž je možné využití PUSH

módu, který umožňuje úspornější způsob přenosu dat. **PUSH mód umožňuje potvrzovaný i nepotvrzovaný přenos dat.** Režim jednosměrné komunikace (PUSH mód) lze ale využít i při realizaci Relé boxu s obousměrnou komunikací.



Obrázek X-4: Návrh přídatného zařízení k SM – Relé box – obousměrná komunikace.

V rámci SW implementace je pak možné formou FW/SW update přidat další funkce jako je monitorování energetických veličin, které uchovává elektroměr v kombinaci s řízením dalších zařízení a funkcí. Tato rozšíření pak již mohou postupně realizovat koncept Smart boxu nebo Advanced Smart boxu. Rozhraní P1 na zákazníka je vyvedeno na externím boxu pro komunikaci s elektroměrem pomocí DLMS/COSEM.

X.2.3.1 Základní požadavky

- Konektivita boxu s elektroměrem na sekundárním rozhraní (DLMS/COSEM server):
 - Možnost adresovat box napřímo.
 - Realizace konektivity by měla být univerzální pro elektroměry různých výrobců s RS-485 a DLMS/COSEM.
 - Rozhraní P1 na zákazníka je vyvedeno na externím boxu pro komunikaci s elektroměrem pomocí DLMS/COSEM.
- V případě dvou relé, musí být každý výstup označen pro určené použití (R3–FV systém, R4–Wallbox).
- Dostatečný výpočetní výkon.
 - S ohledem na další rozšíření (Smart box) možné dimenzovat maximální výkon např. pro další komunikační rozhraní, převodník protokolů, implementace zabezpečení, funkcionality pro optimalizaci výroby/spotřeby.
 - Možné uvažovat možnost vlastní konektivity do WAN (pro budoucí funkce).
- Příprava pro osazení rozšiřujících HW modulů za účelem realizace Smart Boxu – připravené konektory na desce plošných spojů (např. standardní varianty PCI-Express slotů) do kterých lze jednoduše připojit a uzamknout rozšiřující moduly

X.2.4 Charakteristika Relé boxu

Přídavné zařízení Relé box **v základním provedení** má realizovat:

- Řízení stavu přídavných relé v rámci boxu.
- **Jednosměrnou komunikaci** pro příjem povelu z elektroměru (elektroměr přijímá povely z centrály).
- Návrh HW, má obsahovat pouze **nutné obvody pro komunikaci s elektroměrem** (realizace rozhraní a mikrokontroler pro zpracování povelů) a **obvody pro obsluhu relé** pro spínání elektrického obvodu.
- Nemožnost rozšíření funkcionalit pouze pomocí FW/SW update.
- Příprava pro osazení rozšiřujících HW modulů/karet za účelem realizace Smart Boxu – připravené konektory a prostor na DPS (např. standardní varianty PCI-Express slotů) do kterých lze jednoduše připojit a mechanicky uzamknout rozšiřující moduly.

Přídavné zařízení Relé box **v rozšířeném provedení** má realizovat:

- Řízení stavu přídavných relé v rámci boxu.
- **Obousměrnou komunikaci** pro příjem a **potvrzení povelu** z elektroměru (elektroměr přijímá povely z centrály).
- Návrh HW, má obsahovat mimo obvodů základního provedení také dostatečně naddimenzovanou výpočetní jednotku pro zabezpečení obsluhy budoucích funkcí (Smart box), implementaci kryptografických algoritmů pro zabezpečení komunikace.
- Možnost rozšíření funkcionalit pouze pomocí FW/SW update.
- Implementace **mechanismu PUSH DLMS/COSEM**. Plná podpora standardu DLMS/COSEM. PUSH zpráva lze vyžadovat dotazem klienta. Standard také popisuje případy, kdy elektroměr může inicializovat odesílání dat bez vyžádání klienta (DSO centrály):
 - d. **V případě plánovače** – PUSH profil, který definuje skript s nastavenými objekty k odeslání atd. (Volná konfigurace např. periody je v souladu s normou).
 - e. Některá sledovaná **hodnota překročila dovolené maximum**.
 - f. **Na základě události** jako vypnutí/zapnutí měřidla, zmáčknutí tlačítka, odstranění krytu měřidla.

Způsob realizace pomocí mechanismu PUSH DLMS/COSEM se jeví jako nejvhodnější z hlediska pokrytí všech požadavků na funkce i v případě konceptu Smart box – komunikace obousměrně i jednosměrně. Pro PUSH mód platí princip komunikace dle vzoru publisher/subscriber. To znamená, že příjemce (klient) nemusí být jasně specifikován – je tak možný **pouze jednosměrný přenos** zpráv.

X.2.5 Definice a popis chování Relé Boxu při ztrátě komunikace

V závislosti na realizaci Relé boxu z hlediska směru komunikace se odlišují stavy v případě výpadku komunikace. Uvedené scénáře je nutné uvažovat pouze pro představu (jedná se o teoretický odhad bez zkušenosti konkrétní realizace tohoto konceptu). Obecně je v rámci vývoje zařízení snaha ošetřit a jasně definovat všechny možné poruchové stavy tak aby bylo možné vyřešit všechny problémy vzdáleně, a to až na mechanická poškození.

V případě **výpadků u Relé boxu s jednosměrnou komunikací** lze uvažovat tyto scénáře:

- Nemožnost navázání spojení centrála DSO a elektroměr:

- Pokud je žádoucí, aby výstupy Relé boxu zůstali ve stavu, v jakém byly před výpadkem, je nutné, aby box elektricky udržoval stav výstupu samostatně. Pokud je po opětovném navázání spojení žádoucí změna stavu, centrála odešle nový povel (nebo sérii redundantních povelů).
- Nemožnost předání povelu na Relé box:
 - Tento stav nelze centrálou ani elektroměrem přesně určit. Možný způsob ověření správnosti stavu je na základě předpokládané změny, např. odebírané energie, v elektrické síti. To však mohou ovlivňovat další spotřebiče.
 - Může se jednat o mechanické poškození relé. Vzhledem k typu relé (spínací/rozepínací) lze předpokládat stav relé.
- Nepotvrzení provedení povelu (pouze obousměrná realizace relé boxu):
 - –

V případě **výpadků u Relé boxu s obousměrnou komunikací** lze uvažovat tyto scénáře:

- Nemožnost navázání spojení centrála DSO a elektroměr.
 - Pokud je žádoucí, aby výstupy Relé boxu zůstali ve stavu, v jakém byly před výpadkem, je nutné, aby box elektricky udržoval výstupy. Pokud je po opětovném navázání spojení žádoucí změna stavu, centrála odešle nový povel, kterého provedení bude potvrzeno.
- Nemožnost předání povelu na Relé box.
 - V případě, že nebude možné komunikovat s Relé boxem, bude centrála DSO informována o typu chyby. Na základě povahy chyby bude možné situaci řešit buď vzdáleně, nebo zásahem technika na místě.
- Nepotvrzení provedení povelu (pouze obousměrná realizace relé boxu).
 - V případě nepotvrzeného povelu, může centrála například definovat počet opakování odeslání povelu. Toto nastavení by mělo reflektovat podmínky na komunikační trase, např. vyhodnocení nefunkčního Relé boxu po definované sérii opakování povelu, případně vzdálenou kontrolou Relé boxu pomocí definované funkce „self-check“.

X.2.6 Relé box – závěry a doporučení

Tabulka X-1 shrnuje uvedené možnosti řešení základní funkcionality pro řízení zátěže pomocí relé. Celkově byly uvažovány způsoby od nejjednoduššího až po komplexnější způsob. Bylo bráno v potaz, že koncept Relé boxu bude potřeba v nadcházejících několika letech buď nahradit nebo vylepšit za koncept Smart box, který bude schopen plnit pokročilé požadavky na automatizované funkce, pokročilé řízení energetické sítě, dostupnost dat, dále požadavky na úroveň zabezpečení či implementaci i testovacích funkcí, atd. Kvůli možnosti dostatečného dimenzování výpočetního výkonu (procesorové jednotky) lze zamezit sdílenému výkonu s měřidlem, které může vést k ovlivňování měřících funkcí.

Uvedené varianty vždy primárně uvažují realizovatelnost základního řízení zátěže formou „zapnout/vypnout“. Tabulka X-1 barevně značí varianty takto:

Zelená – doporučené řešení zejména z hlediska plného pokrytí požadovaných funkcí s uvažováním budoucího rozšiřování bez nutnosti vývoje nového hardware.

Žlutá – varianta umožňuje realizaci požadované základní funkcionality, nicméně jednosměrná komunikace brání k pozdějšímu vývoji. Vhodnější varianta je již od počátku uvažovat obousměrnou komunikaci.

Červená – Nedoporučovaný způsob řešení, který sice rovněž dovoluje realizace základní funkcionality nicméně jsou zde zanedbatelné možnosti dalšího vývoje, kdy dalším krokem může být buď nákup pokročilých

elektroměrů které mohou implementovat základní nebo i pokročilejší funkce, anebo bude nutné realizovat zařízení Relé box nebo Smart box.

Tabulka X-1: Srovnání možných způsobů realizace funkcionalit pro základní řízení zátěže.

Integrované řešení	Relé box – přídatné zařízení k elektroměru	
	Jednosměrná komunikace	Obousměrná komunikace
Pevné spojení s elektroměrem (součást) – plná závislost	Přichycení k tělu elektroměru – periferie elektroměru nebo DLMS server (batoh, pod kryt svorkovnice, externí uchycení v rozvaděči)	
Vyšší konstrukční bezpečnost	Výměna/úprava/servis nezávisle na elektroměru	
Minimální prostor pro rozšíření – výpočetní výkon	Zařízení nelze rozšířit o jakékoliv SW funkce (omezení v jednosměrné komunikaci)	Fyzický prostor pro rozšiřující HW (např. modulární koncept, karty atp.)
Možnosti zabezpečení komunikace definuje elektroměr	Nelze uvažovat dostatečné zabezpečení komunikace	Jistá možnost dostatečného zabezpečení komunikace s možností budoucího navýšení úrovně zabezpečení.
Fyzický prostor – max. 2x interní relé	Možnost rozšíření pouze v počtu relé	Lze naddimenzovat výpočetní výkon pro optimalizační algoritmy, inteligentní funkce, zabezpečení atd.

X.3 Smart Box – možnost regulovaného řízení

Přídatné zařízení typu Smart box kompletně integruje a plně nahrazuje veškeré možnosti Relé boxu. Smart box celkově uvažuje větší množství, resp. rozšíření základních funkcionalit s tím, že za základní funkce lze považovat funkce Relé boxu. Protože Relé box lze koncepčně realizovat s uvažováním dalších rozšíření, lze tak dosáhnout i funkcionalit Smart boxu nebo Advanced Smart boxu. Obecně se jedná o přidání dalších komunikačních rozhraní pro zajištění regulovaného řízení koncových prvků. Hlavní výhodou Smart boxu jako přídatného zařízení je nezávislost na elektroměru, tedy v případě nového FW lze pružněji udržovat zařízení aktuální.

X.3.1 Způsoby realizace Smart boxu

Zařízení typu Smart box uvádí koncepcí rozšířeného provedení Relé boxu s obousměrnou komunikací (kapitola X.2.3). Zásadním požadavkem nad rámec konektivity boxu s elektroměrem na sekundárním rozhraní je zejména dostatečný výpočetní výkon, který umožní implementovat **pokročilejší funkcionality** a dostatečnou **úroveň kryptografického zabezpečení** v rámci kybernetické bezpečnosti. Smart box se pro realizaci neuvažuje jinak než jako externí box pro elektroměr.

Smart box musí obsahovat komunikační a řídicí jednotku (podobně jako Relé box) pro obsluhu komunikace a provedení požadavků z centrály DSO. Část Smart boxu určená pro komunikaci s elektroměrem, resp. komunikační centrálou může tvořit také samostatný DLMS server (podobně jako v elektroměru), který bude centrála adresovat obdobně jako při vzdálených odečtech elektroměru. Logický způsob realizace DLMS serveru ve Smart boxu je sdílení některých parametrů serveru s DLMS serverem elektroměru (např. část adresy, úroveň autentizací apod). Takto bude možné zajistit analogické provedení komunikace se Smart boxem vzhledem k elektroměru. Takový způsob realizace vyžaduje, aby bylo možné DLMS server ve Smart boxu adresovat přes rozhraní P1. Výhodou vlastního DLMS serveru v rámci Smart boxu je, že Smart box může kopírovat vybraná data či nastavení z elektroměru a ty pak mohou být poskytována třetím stranám nebo zákazníkovi pro vlastní odečty Smart boxu, a to nezávisle na elektroměru. Koncept Smart boxu umožňuje integraci takových funkcí, které mohou zpracovávat a vyhodnocovat data např. pro účely „učení“ časů spínání či regulace.

X.3.2 Požadavky na Smart box a Advanced Smart box

Viz požadavky pro Relé box – kapitoly X.2.3, X.2.3.1 a X.2.4.

X.3.3 Návrh funkcí Smart Boxu a Advanced Smart box

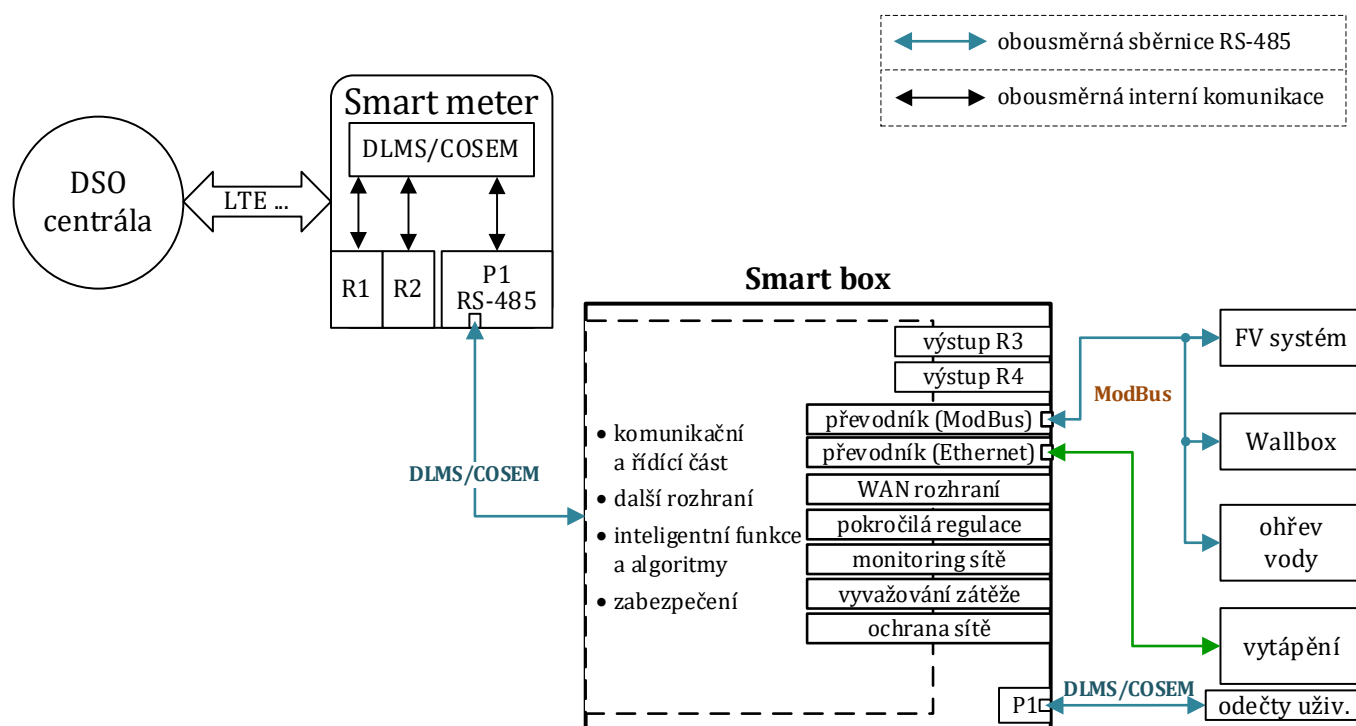
Konkrétní realizace Smart boxu by měla vycházet z konceptu pro Relé box. Rozměry a fyzické vlastnosti by měli být stejné. Veškerá HW realizace může být řešena například formou modulů nebo karet, které by bylo možné osadit přímo do zařízení Relé box, například do slotů typu PCI-Express.

Tabulka X-2 shrnuje návrhy funkcionalit pro jednotlivé koncepty přídatných zařízení, které byly popsány v kapitolách X.2 a X.3. Uvedené funkcionality pokrývají vstupní požadavky na zařízení uvedené v kapitole X. Také jsou uvedeny poznatky vycházející z jednotlivých návrhů konceptů. Veškeré návrhy funkcí jsou vytvořeny na základě vstupů studie (smlouva), průběžných návrhů ČSRES, na základě provedených analýz a také jsou uvažovány výstupy na základě komunikace s některými výrobci.

Tabulka X-2: Návrh funkcionalit pro Relé box/Smart box/Advanced Smart box.

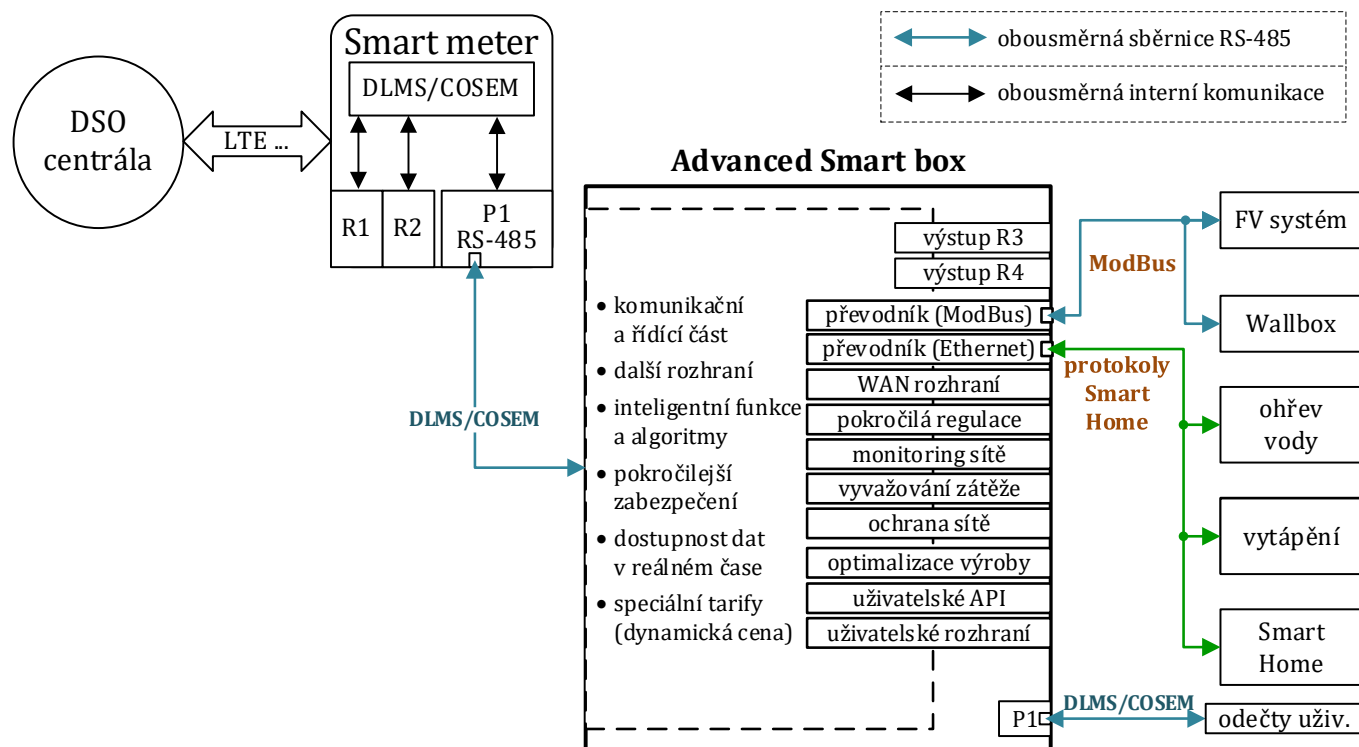
Koncept zařízení	Základní funkcionality	Poznámka
Relé box	Komunikace pouze s elektroměrem (HAN)	• Základní stupeň vybavenosti. • Varianta provedení základní a rozšířená podle směru komunikace. • Rozšířená varianta provedení umožní další rozšíření pro realizaci Smart boxu. • Možnost implementace jako periferie elektroměru nebo samostatný DLMS server.
	Spínání nejméně 2 relé nad rámec elektroměru	
	Příjem povelů (sepnutí/rozepnutí)	
Smart Box	Možnost nezávislé komunikace (WAN)	• Rozšířený stupeň vybavenosti. • Koncept vychází z realizace rozšířené varianty Relé boxu (obousměrná komunikace). • Větší možnosti konektivity pro připojení koncových prvků. • Možnosti pokročilé regulace a řízení nad rámec „zapnout/vypnout“. • Možnost predikce a „učení“ časů spínání. • Inteligentní funkce dovolí automatizované ovládání v definovaných scénářích.
	Možná integrace více rozhraní a protokolů	
	Inteligentní funkce a algoritmy pro vyhodnocení dat	
	Možnost řízení a regulace externích zařízení (FV, wallbox)	
Advanced Smart box	Optimalizace využití vyrobené solární energie	• Nejvyšší stupeň vybavenosti. • Inteligentní funkce mohou pracovat s větším množstvím dat například pro dosažení efektivnějšího „učení“ časů pro spínání nebo řízení, vyhodnocení stavu energetické sítě apod. • Dostupnost uživatelského GUI a API k propojení s inteligentním systémem domácnosti (Smart Home). • Dostupnost dat v reálném čase pro zákazníka, DSO a třetí strany. • Speciální tarify mohou umožnit automatické řízení spotřeba/výroba energie u zákazníka podle optimální tržní ceny za energii.
	Monitoring spotřeby s automatickým řízením nabíjení elektromobilu	
	Ochrana před přetížením domácí sítě, dynamické vyvažování zátěže	
	Možnost vzdáleného/integrovaného uživatelského rozhraní (web)	
	Přehled hodnot v reálném čase/historicky také pro třetí strany	
	Možnost uživatelského API např. pro spotřebiče inteligentní domácnosti	
	Implementace speciálních tarifů závislých na tržní ceně za energii	

Obrázek X-5 znázorňuje koncept zařízení Smart box. Lze pozorovat, že pozice v infrastruktuře a struktura zařízení vychází z navrženého konceptu pro Relé box. Tento návrh tedy rozšiřuje Relé box o další HW a SW prvky, které realizují další funkce. Návrh tedy uvažuje jeden port sběrnice RS-485 s protokolem DLMS/COSEM. Samotné funkcionality Smart boxu mají fungovat jako souhra jednotlivých funkcionalit. Například pro regulaci koncových prvků jako systém výroby energie, je vhodné uvažovat protokol ModBus. Pro vyvažování zátěže energetické sítě je nutné mít dohledovou funkci pro ochranu sítě před přetížením a také monitorovací funkce pro dílčí zařízení. Koncept také umožní díky dalším komunikačním technologiím jako například Ethernet, připojení se k domácí síti, a může tak nabídnout propojení s inteligentním systémem pro domácnost spotřebitele. Tyto funkce lze však od základního provedení Smart boxu oddělit a uvažovat je až v posledním stupni vývoje, tedy Advanced Smart box. Oba způsoby provedení odlišené jen stupněm vybavenosti mají disponovat konektorem rozhraní P1 na zákazníka, které je vyvedeno na externím boxu pro komunikaci s elektroměrem pomocí DLMS/COSEM.



Obrázek X-5: Návrh přídatného zařízení k SM – Smart box – obousměrná komunikace.

Obrázek X-6 zobrazuje plnou vybavenost konceptu Smart box v provedení Advanced Smart box. Jsou uvažovány doplňující funkcionality, které umožní přístupnost dat jak pro zákazníka (uživatelské rozhraní a API), případně pro třetí strany. Tento koncept stejně jako všechny předchozí uvažují z hlediska řízení a odečítání dat vždy plnou kontrolou centrálou DSO.



Obrázek X-6: Návrh přídatného zařízení k SM – Advanced Smart box – obousměrná komunikace.

Na základě funkcionalit byl také vytvořen návrh základních technických parametrů pro nejvyšší úroveň vybavenosti – Advanced Smart box. Tabulka X-3 shrnuje možnosti komunikace, jak ze strany elektroměru, tak strany koncových prvků. Je doporučena také komunikační dostupnost dat s uvažováním aktuálně dostatečné úrovně zabezpečení. Vzhledem k množství uvažovaných funkcí je vhodné předpokládat větší množství přenášených dat.

Tabulka X-3: Přehled navržených technických parametrů pro nejvyšší úroveň vybavenosti Advanced Smart box.

Unifikované rozhraní na zákazníka	
	DLMS/COSEM
	RS-485
	RJ-12 (pin-out)
Další komunikační rozhraní a protokoly pro komunikaci s koncovými prvky	
	Rozhraní: Ethernet
	Protokoly (převod z DLMS/COSEM): ModBus
Obousměrná komunikace	
	Potvrzování povelů
	Rychlost více než 100 kB/s
	Dostupnost >99 %
	Odezva – reálný čas (sekundy)
Zabezpečení DLMS Security Suite 2	
	Autentizace (6) HLS SHA-256
Implementace funkcí pro pokročilé řízení a regulace	
	Zajištění dostatečného výpočetního výkonu
	Řízení nabíjení

	Optimalizace dodávky FV energie
	Ochrana energetické sítě
	Možnosti připojení dalších spotřebičů mimo wallbox a FV střídače jako ohřev vody, vytápění, propojení s domácím inteligentním systémem apod.
Vyšší datový objem přenosu	
	Schopnost přenášet stovky nebo tisíce kB v rámci jednoho přenosu

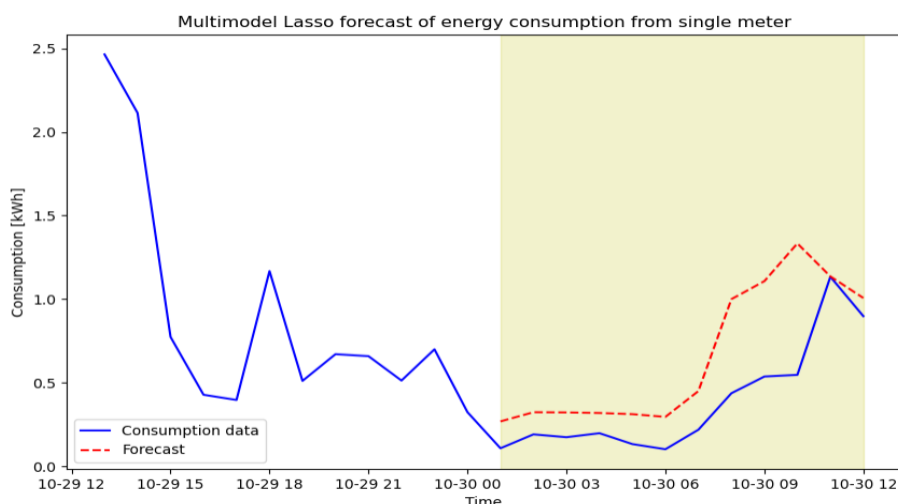
X.4 Návrh způsobů „učení“ časů spínání

Pro budoucí nasazení s uvažováním obchodování elektrické energie, obchodníka, flexibility a vstupu třetích stran do řízení a regulace za odběrným místem musí být systém autonomní. Autonomní systém dokáže predikovat spotřebu i výrobu, reagovat na změny v reálném čase, učit se časy spínání či fungovat zcela autonomně v případě výpadku komunikace či elektrické energie.

Vzhledem k očekávaným změnám nastíněným v odstavci výše možné v budoucnu uvažovat od chytrého elektroměru nebo přidružených zařízení (chytrá jednotka pro „Demand Side Management“) predikce chování odběrného místa a výroby a spotřeby za ním. Tyto informace budou užitečné pro možnost regulování energetické bilance na odběrném místě, a to jednak přímo na odběrném místě, tak v nadřazených systémech. K tomuto účelu je možné uvažovat prediktor přímo v chytrém elektroměru či jednotce pro „Demand Side Management“.

X.4.1 Predikce spotřeby

Obrázek X-7 zobrazuje ukázkou výsledků predikce spotřeby elektrické energie. Jako vstupní data byly použity spotřeby z chytrých elektroměrů (15minutové měření za časový horizont 5 let). Nejlepší výsledky ze sady různých algoritmů byly dosaženy algoritmem Lasso v chained paradigmatu.



Obrázek X-7: Vizualizace jedné predikce nejlepšího modelu multi-model paradigmatu – Lasso regrese.

Návrhy a doporučení pro predikci spotřeby využitelnou pro „učení“ časů spínání Smart Boxu:

- Na základě predikce lze vytvořit **predikční hodnoty pro určité skupiny elektroměrů – tzv. vzory chování** (jednofázové, třífázové, podle velikosti jističe, podle tarifu atd.), které mohou sloužit pro odhad (predikci) dat z elektroměrů, které z nějakého důvodu nekomunikují nebo jako vstupy pro autonomní řízení.
- Využití predikce pro předpovídání potenciálních problémových stavů (zvýšení spolehlivosti sítě), tedy **predikce špiček**, je omezené, jelikož predikce špiček je nepřesná. Predikční algoritmy dokážou

obtížně předpovědět velikost špičky, protože vždy je zahrnuta určitá míra náhodnosti. Skutečný náběh hrany může být pozdější.

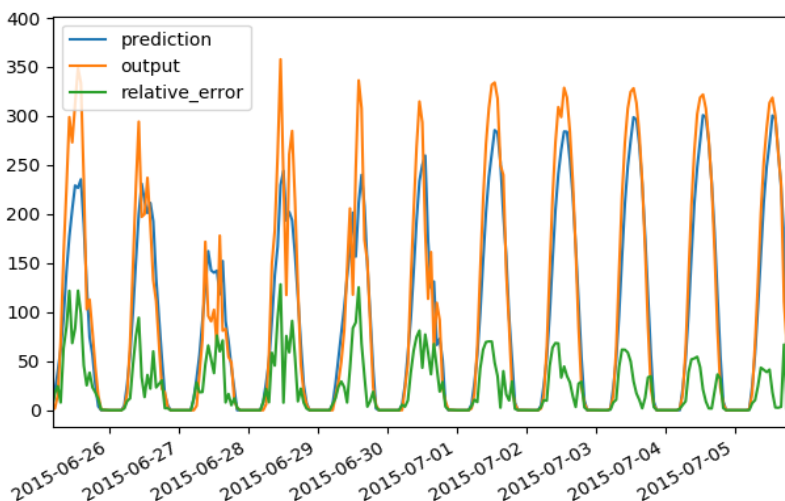
- Celkový objem dat pro trénování/učení modelu predikce by měl být přibližně 800krát větší než vzorkovací perioda (15min interval). To znamená pro predikci denní spotřeby něco přes dva roky záznamů.
- Pro následnou predikci – predikční horizont (období, které předpovídáme) je nutné mít data (trénovací interval) minimálně 21 hodnot (tzn. při predikci denní spotřeby minimálně 3 týdny vstupních dat).
- Pro chybu predikce kolem 5 % je nutné dodržet tyto parametry:
 - při 15minutových intervalech maximální délka predikčního horizontu (období, které předpovídáme) 48 hodin,
 - u hodinových intervalů horizont 7 dnů.
- Prakticky není možné předpovídat spotřebu týden dopředu v 15minutových intervalech s velkou přesností. Je možné predikovat spotřebu maximálně 48 hodin dopředu při 15minutových intervalech. Důvodem pro toto je i vliv počasí, kdy změny v rámci 48 hodin bývají menší než změny během celého týdne.
- Dále je možné zahrnout i předpověď počasí, ale jenom v případě predikčního horizontu jednoho dne. Na delší období už není předpověď spolehlivá tak, aby dokázala vylepšit predikci.
- Na výsledné predikci časové řady spotřeby je nutné provádět validaci modelu, aby došlo k předcházení obvyklých při vyhodnocení predikce (časově zpoždění predikce a absence výchozího výsledku). Abychom byli schopni zhodnotit kvalitu získaného modelu predikce, je nutné si zvolit výchozí nejjednodušší výsledek a s ním získané výsledky porovnávat. Výchozí výsledek je často vhodné naměřit jako časově zpožděné predikce - tj. pokud data vykazují autokorelaci, získáme výchozí výsledek jako data posunutá o 1 krok dopředu $t+1$. S tímto výsledkem je vhodné modely porovnat.

X.4.2 Příklad predikce FVE

Tento příklad ukazuje predikci výroby elektrické energie fotovoltaické elektrárny na základě teploty, osvitů a výroby z předchozích období.

Jako vstupní data byly použity údaje o produkci jedné fotovoltaické elektrárny. Vstupní údaje obsahovaly výkon v [kWh] měřený každých 15 minut, teplotu [$^{\circ}\text{C}$] měřená jednou za hodinu) a osvit (měřený jednou za hodinu). Pro následnou predikci byly uvažovány teploty z webu OTE.

Obrázek X-8 zobrazuje průběh výkonu, predikce a chyby na intervalu několika dnů pro algoritmus lineární regrese. Na ose x je uvedeno datum měření, osa y je v MW. Na základě předpovědi počasí může tento predikční model předpovídat výrobu na 3 hodiny dopředu (relativní chyba pod 5 %). Pro predikci tři dny dopředu je již průměrná relativní chyba 12,13 % $\pm$ 7,17 %.



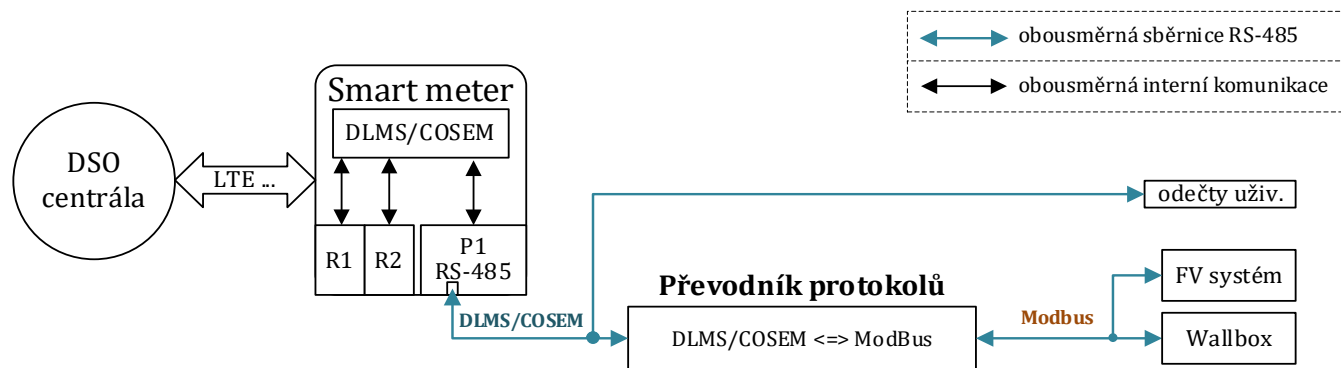
Obrázek X-8: Predikce výroby FVE (osa x datum měření, osa y je v MW)

Návrhy a doporučení pro predikci výroby FVE využitelnou pro způsoby „učení“ časů spínání Smart Boxu:

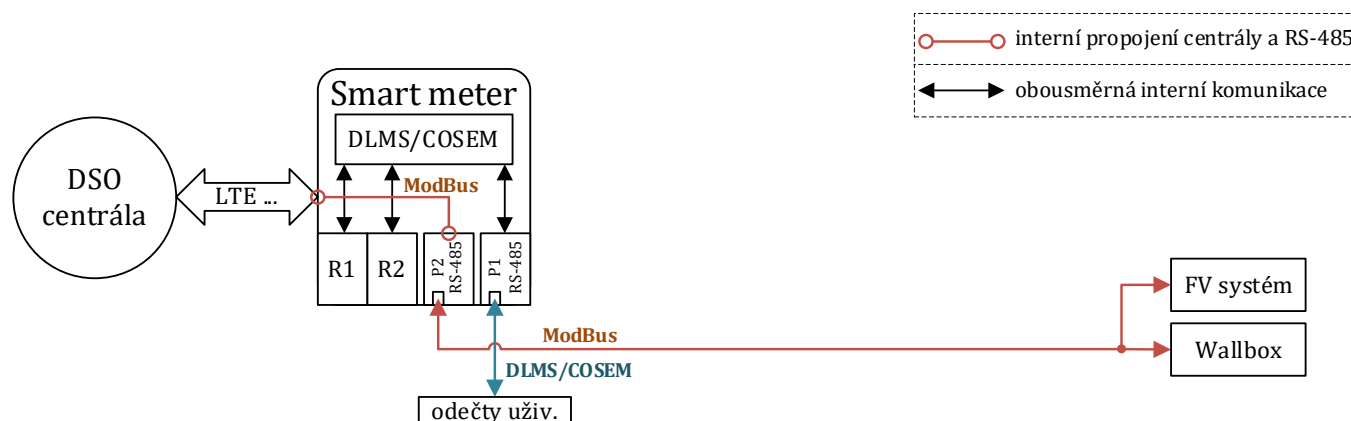
- Předpovídat kratší horizont, ideálně jen hodinu dopředu. Například je nereálné měsíc dopředu předpovědět spotřebu po čtvrt hodině. Je klíčové určit, jak dlouhé úseky se budou předpovídat (15minut či hodina).
- Pro predikci uvažovat do korelace s osvitem další atributy jako je: teplota, měsíc či hodina.
- Pro sledované veličiny (teplota a osvit), které se mohou výrazně měnit v krátkém časovém úseku, je potřebné mít historická data a měření s periodou stejnou nebo nižší než předpovídané úseky.
- Na základě předpovědi počasí může tento predikční model předpovídat výroba na 1-3 hodiny dopředu.
- Pro hledání optimální konfigurace je nutné predikční model přetrénovat a zkoušet nastavení jednotlivých parametrů (vstupní data – počet dnů pro trénování modelu, predikční horizont – na jak dlouho predikujeme, predikční model).

Y. Ovládání a řízení zdrojů a nabíjení přímo prostřednictvím rozhraní na zákazníka

Kapitola X.1 specifikovala a popsala možnosti přímého řízení. **První způsob přímého řízení navrhuje využití implementovaného protokolu DLMS/COSEM v elektroměru a druhý uvažuje přímé propojení centrály DSO a koncových prvků nezávisle na protokolu v chytrém elektroměru.** Pro připomenutí uvádíme znova schéma těchto způsobů přímé komunikace (viz Obrázek Y-1 a Obrázek Y-2).



Obrázek Y-1: Návrh přímého řízení elektroměrem – bez externího boxu – převodník protokolů.



Obrázek Y-2: Návrh přímého řízení elektroměrem – bez externího boxu – nezávisle na protokolu.

Přímé řízení je tedy možné, ale ne přímo přes DLMS. Myšlenka přímého řízení bez nutnosti převodníků (další HW prvek, zvýšení ceny, problém s místem, nekoncepční řešení) a bez uvažování ModBus protokolu (v porovnání s DLMS méně vhodný viz studie NAP SG „Technická Specifikace rozhraní na zákazníka“) musí být postavena na jednotném protokolu. Proto je nutné otevřít diskusi, vytvořit specifikace, diskutovat s výrobcí, jak elektroměrů, tak FVE a wallboxů problematiku využití DLMS protokolu.

První vlašťovkou je vznik pracovní skupiny pod DLMS asociací, která se zaměřuje na využití DLMS protokolu pro komunikaci mezi elektroměrem a dobíjecí stanicí.

DLMS Working Group Electric Vehicle Charging Stations – EVCSWG vznikla v roce 2021 a je zodpovědná za vývoj protokolů a komunikačních profilů pro veřejné a domácí dobíjecí stanice. V dostupných materiálech¹ jasně uvádí výhody přímého řízení/přímé linky mezi dobíjecí stanicí a elektroměrem bez nutností třetí strany či konverze protokolů. Mezi další výhody uvádí:

- Dobíjecí stanice bude mít data z elektroměru v reálném čase bez dodatečných nákladů.

¹ <https://www.dlms.com/eng/dlms-looks-to-reduce-the-costs-of-the-roll-out-of-electric-vehicles-for-consumers-and-manufacturers-76747.php>

- e-Mobility operátoři (obchodník) se budou moci připojit k dobíjecí stanici přes konvenční kanály díky interoperabilitě nebo přes distributora, pokud to umožní.
- Zákazníkovi bude umožněno snadné budoucí obchodování a flexibilita bez dodatečných nákladů na převodníky atd.

Je potřeba ale jasně uvést, že doposud nejsou žádné výsledky ani doporučení, proto je tato myšlenka pouze v teoretické rovině a není uvedena v navržených scénářích přímého řízení.

Y.1 DLMS/COSEM pro chytré dobíjení elektrických vozidel

Za účelem využití DLMS/COSEM pro komunikaci mezi chytrými elektroměry a dobíjecími stanicemi zahájila společnost DLMS UA svoji pracovní skupinu „Electric Vehicle Charging Station“ (EVCS). Sdružení vybízí účastníky ekosystému e-Mobility, včetně výrobců nabíjecích stanic a elektrických vozidel, provozovatelů e-Mobility, dodavatelů nebo distributorů elektřiny, aby se účastnili pracovní skupiny DLMS EVCS a využili osvědčeného a uznávaného průmyslového standardu DLMS stejně jako systém certifikace DLMS. Rozšířením standardu DLMS na oblast EVCS a odvětví e-Mobility dojde k sjednocení komunikačních standardů a přípravě na přímou regulaci a řízení nabíjení **Error! Reference source not found..**

Využitím protokolu DLMS/COSEM pro komunikaci s dobíjením by vyřešilo nutnost konverze protokolů a potřeby zařízení třetích stran. Díky standardizaci protokolu by se měla zefektivnit dostupnost dalších funkcí a služeb, které by mohly čelit problémům s interoperabilitou. V současné době **neexistují žádné standardy pro inteligentní nabíjení.**

Cílem pracovní skupiny je vytvořit Plug and Play řešení pro koncového uživatele, který bude schopen propojit nabíjecí stanici s inteligentním měřičem. Protokol bude moci implementovat jakýkoli výrobce, ať už jde o poskytovatele inteligentních měřičů nebo nabíjecích stanic.

Základní funkcionalitou by měla být možnost regulace nabíjení EV, aby nedocházelo k přepětí sítě. Dojde-li k překročení, dojde k samovolnému vypnutí.

Očekává se, že budou následovat další případy použití, například vozidlo připojené k síti, může poskytnout flexibilitu a dynamické řízení spotřeby čerpající z variabilního výkonu nebo časových tarifů. Všechny tyto možnosti by měly být možné bez jakýchkoli dalších zařízení a nákladů pouze využitím standardizovaného protokolu DLMS/COSEM pro komunikace mezi inteligentním měřičem a nabíjecí stanicí **Error! Reference source not found..**

Y.2 Analýza a porovnání funkcionality Relé/ Smart Boxu s ovládáním a řízením zdrojů a chytrého nabíjení přímo prostřednictvím rozhraní na zákazníka (potvrzované povely).

V současné době je přímé řízení možné, ale ne přímo přes DLMS protokol, je nutné využít převodník protokolů v rámci elektroměru či koncového zařízení, anebo by elektroměr musel obsahovat jiný protokol, kompatibilní s cíleným zařízením, např. ModBus.

Princip přímého řízení nevyžaduje přídavné zařízení k chytrému elektroměru, ale je vázaný na funkcionalitu elektroměru, tedy na implementovaný protokol elektroměru. Rovněž lze očekávat nemožnost implementace dalších funkcí v budoucnu vzhledem k výpočetnímu výkonu měřidla, které je dimenzované pro účely měření a související datové komunikace.

Lze konstatovat, že úprava elektroměru za účelem naplnění základních potřeb pro přímé řízení spotřebičů, vylepšuje samotný elektroměr na jeho limitní úroveň. Po stránce softwarové hrozí nedostatečný výkon všech požadovaných funkcionalit, a to včetně funkcí pro samotné měření a zpracování naměřených hodnot. Po stránce hardwarové je z konstrukčního hlediska stávajících elektroměrů minimální nebo žádný prostor pro

rozšíření počtu relé, nebo výpočetních jednotek. Tento způsob realizace byl v rámci svých řešení prezentován výrobcem Kamstrup, který uvedl modulární prvky elektroměru jako variantu.

Je důležité podotknout, že jakákoliv další rozšíření v řádu let bude vyžadovat buď novou a výkonnější koncepci celého elektroměru anebo bude nutné připojit přídavné zařízení typu Smart box.

Tabulka Y-1 uvádí funkcionality pro ovládání a řízení zdrojů a chytrého nabíjení přímo prostřednictvím rozhraní na zákazníka, které vychází z funkcionalit Smart Boxu.

Tabulka Y-2 uvádí návrh technických parametrů pro elektroměr s přímým řízením, kdy je nutné jasně specifikovat počet výstupů pro přímé řízení nebo zajistit adresaci na jednom fyzickém kanálu.

Tabulka Y-1: Funkcionality přímého řízení

Koncept zařízení	Základní funkcionality	Poznámka
Přímé řízení	Možnost nezávislé komunikace centrály se sekundárním rozhraním (transparentní režim mezi primárním a sekundárním rozhraním). Obousměrná zabezpečená komunikace na sekundárním rozhraní k zákazníkovi.	- Koncept vychází z funkcionalit Smart Boxu. - Větší možnosti konektivity pro připojení koncových prvků. - Možnosti pokročilé regulace a řízení nad rámec „zapnout/vypnout“. - Možnost predikce a „učení“ časů spínání. - Inteligentní funkce dovolí automatizované ovládání v definovaných scénářích.
	Možná integrace více rozhraní a protokolů. Centrála implementuje potřebný komunikační protokol – např. ModBus RTU v režimu master. Samotná implementace protokolu musí být obohacena o potřebné informace o koncových (slave) zařízeních - adresace, aby bylo možné s nimi korektně komunikovat.	
	Inteligentní funkce a algoritmy pro vyhodnocení dat.	
	Příjem povelů (sepnutí/rozepnutí).	
	Možnost řízení a regulace minimálně 4 externích zařízení (FVE, wallbox, topení, ohřev).	
Přímé řízení+	Optimalizace využití vyrobené solární energie.	- Vychází z konceptu Advanced Smart box - Inteligentní funkce mohou pracovat s větším množstvím dat například pro dosažení efektivnějšího „učení“ časů pro spínání nebo řízení, vyhodnocení stavu energetické sítě apod. - Dostupnost uživatelského GUI a API k propojení s inteligentním systémem domácnosti (Smart Home). - Dostupnost dat v reálném čase pro zákazníka, DSO a třetí strany. - Speciální tarify mohou umožnit automatické řízení spotřeba/výroba energie u zákazníka podle optimální tržní ceny za energii.
	Monitoring spotřeby s automatickým řízením nabíjení elektromobilu.	
	Ochrana před přetížením domácí sítě, dynamické vyvažování zátěže.	
	Možnost vzdáleného/integrovaného uživatelského rozhraní (web).	
	Přehled hodnot v reálném čase/historicky také pro třetí strany.	
	Možnost uživatelského API např. pro spotřebiče inteligentní domácnosti.	
	Implementace speciálních tarifů závislých na tržní ceně za energii.	

Tabulka Y-2: Přehled navržených technických parametrů pro přímé řízení.

Unifikované rozhraní na zákazníka	
	DLMS/COSEM.
	4x RS-485 (nezávislé s jedinečnou adresou).
	4x RJ-12 (pin-out).
Další komunikační rozhraní a protokoly pro komunikaci s koncovými prvky	
	Rozhraní: Ethernet.
	Protokoly (převod z DLMS/COSEM): ModBus.
Obousměrná komunikace	
	Potvrzování povelů.
	Rychlost více než 100 kB/s.
	Dostupnost >99 %.
	Odezva – reálný čas (sekundy).
Zabezpečení DLMS Security Suite 2	
	Autentizace (6) HLS SHA-256.
Implementace funkcí pro pokročilé řízení a regulace	
	Zajištění dostatečného výpočetního výkonu.
	Řízení nabíjení.
	Optimalizace dodávky FV energie.
	Ochrana energetické sítě.
	Možnosti připojení dalších spotřebičů mimo wallbox a FV střídače jako ohřev vody, vytápění, propojení s domácím inteligentním systémem apod.
Vyšší datový objem přenosu	
	Schopnost přenášet stovky nebo tisíce kB v rámci jednoho přenosu.