

Obsah

Řízení BESS (bateriového úložiště) v jednotce NPA R04	1
1. Princip řízení	1
2. Režimy řízení BESS	2
2.1 Nabíjecí limit přetoků (priorita 1)	2
2.2 Vybíjecí limit odběru (priorita 2)	2
2.3 Peak shaving — řízení ¼hodinového maxima (priorita 3)	2
2.4 Bez příkazu (priorita 4)	3
3. Nadřazená omezení (platí ve všech režimech)	3
4. Regulátor BESS	3
4.1 Jak funguje	3
4.2 Parametry a výchozí hodnoty	3
4.3 Dopravní zpoždění — proč na něm záleží	4
4.4 Příklady nastavení	4
4.5 Špatné nastavení → kmitání (příliš rychlý regulátor)	5
4.6 Špatné nastavení → dlouhé ustálení (příliš pomalý regulátor)	5
4.7 Doporučený postup ladění	6
5. Kapacita úložiště	6
5.1 Čtení z Modbusu	6
5.2 Automaticky vs. ručně (dd_BESSCapHand)	6
5.3 Kapacita rozpadového místa	6

Řízení BESS (bateriového úložiště) v jednotce NPA R04

Platí pro verzi NPA R04: 2.13.beta21 · Vytvořeno: 2026-06-10

Tento dokument popisuje, **jak jednotka NPA R04 řídí bateriová úložiště (BESS)**, jaká nastavení má uživatel k dispozici a jak správně naladit regulátor BESS — včetně příkladů chování při různých dopravních zpožděních a ukázek špatného nastavení (kmitání, dlouhé ustálení).

1. Princip řízení

Jednotka měří výkon v předávacím místě (elektroměr **TML** — na hranici s distribuční sítí) a podle zvoleného režimu vypočítává **požadovaný výkon BESS**. Ten se posílá střídačům baterií jako **procento instalovaného výkonu střídačů BESS**, samostatně pro každou fázi.

Znaménková konvence (platí v celém systému):

Znaménko	Význam
– (záporný výkon BESS)	nabíjení baterie
+ (kladný výkon BESS)	vybíjení baterie (dodávka do objektu/sítě)

Regulační smyčka běží **každých 0,5 s**:

elektroměr TML → NPA R04 (regulátor PI) → povel % výkonu → střídač BESS
↑
změna výkonu se projeví na TML ←

Regulátor tedy nikdy nepočítá výkon „napřímo“ — postupně přibližuje výkon baterie tak, aby se měřená hodnota na TML dostala na požadovanou (tzv. uzavřená smyčka). Díky tomu funguje i při nepřesné znalosti spotřeby objektu, ale jeho rychlost a stabilita závisí na správném nastavení konstant regulátoru (kapitola 4).

2. Režimy řízení BESS

Režimy se vyhodnocují v tomto pořadí priority. Aktivní je vždy **první režim, jehož podmínka platí**. Při přepnutí režimu se regulátor resetuje (integrátor začíná od nuly), aby si nepřenašela „setrvačnost“ z předchozího režimu.

2.1 Nabíjecí limit přetoků (priorita 1)

Tovární nastavení → „**Nastavení limitu výkonu přetoků pro nabíjení (TML)**“

Pokud přetok do distribuční sítě překročí nastavený limit a SOC baterie je menší než „**SOC max.**“, baterie se nabíjí tak, aby přetok na TML zůstal na nastaveném limitu. Přebytek výroby se místo do sítě ukládá do baterie.

Parametr	Klíč konfigurace	Význam
Limit přetoku [W]	fs_limitChrTml	cílová hodnota přetoku na TML
Aktivace SOC max. [%]	fs_limitChrTmlsw fs_limitChrTmlPrc	zapnutí režimu nad tímto SOC se režim nepoužije (výchozí 90 %)
Horní mez SoC [%]	fs_limitChrUpSoC	tvrdá mez nabíjení baterie

2.2 Vybíjecí limit odběru (priorita 2)

Tovární nastavení → „**Nastavení limitu výkonu odběru pro vybíjení (TML)**“

Pokud odběr ze sítě překročí nastavený limit a SOC je větší než „**SOC min.**“, baterie se vybíjí a kryje část spotřeby objektu tak, aby odběr na TML zůstal na limitu.

Parametr	Klíč konfigurace	Význam
Limit odběru [W]	fs_limitDchrTml	cílová hodnota odběru na TML
Aktivace SOC min. [%]	fs_limitDchrTmlsw fs_limitDchrTmlPrc	zapnutí režimu pod tímto SOC se režim nepoužije (výchozí 10 %)
Dolní mez SoC [%]	fs_limitDchrDwnSoC	tvrdá mez vybíjení baterie

2.3 Peak shaving — řízení ¼hodinového maxima (priorita 3)

Placené funkce → „**BESS - řízení spotřeby objektu - Peak Shaving**“ (fs_PeakShavingBESS)

Regulátor sleduje **průměrný výkon ve čtvrt hodinových intervalech** (stejně jako měří distributor). Pokud by průměr překročil „**Celkový rezervovaný příkon**“ (SoP), baterie se vybíjí a špičku ořízne. Chování dále závisí na SOC:

- **SOC > rezerva SOC** (fs_PeakShavingBESSprc, výchozí 33 %):
 - hrozí-li překročení ¼h maxima → baterie **vybíjí** (řeší špičku),
 - jinak baterie **symetrizuje fáze** (vyrovnává nesymetrii odběru mezi L1/L2/L3),
 - je-li přebytek vlastní výroby → baterie se **nabíjí z přebytků**.
- **SOC < rezerva SOC**: baterie se okamžitě **dobíjí** (i ze sítě), aby měla rezervu na příští špičku.

Volitelně lze zapnout „**synchronizace ¼ hod. maxima**“ (fs_PeakShavingCmd), aby čtvrt hodiny jednotky běžely shodně s měřením distributora.

2.4 Bez příkazu (priorita 4)

Pokud žádný režim není aktivní, regulátor stáhne výkon baterie plynule **k nule** (baterie nenabíjí ani nevybíjí).

3. Nadřazená omezení (platí ve všech režimech)

Vypočtený povel regulátoru se před odesláním do střídače ještě ořízne podle:

1. **Mezí SoC** — horní mez nabíjení (fs_limitChrUpSoC), dolní mez vybíjení (fs_limitDchrDwnSoC); tvrdá pojistka min. 12 % SOC je vždy aktivní. Bez dostupného měření SOC se baterie nenabíjí.
2. **Výkonových stupňů Ch/Dch** — povel Ch_BESS_reg / Dch_BESS_reg (z Modbus tabulky nebo lokálně) volí stupeň 1-4 s maximálním nabíjecím/vybíjecím výkonem (fs_BESSCh1...4, fs_BESSdCh0...4) pro výrobu, rozpadové místo nebo zařízení.
3. **Povelů distribuce** — regulační stupně P (SPG_reg), PowerLimit a požadovaný výkon rozpadového místa mají přednost před vybíjením.
4. **Ručního nastavení** — „Globální nastavení nabíjecího/vybíjecího výkonu BESS“ (fs_GlobalBESS, fs_GlobalBESSdCh) a PowerLimitBess nastaví výkon napevno a regulátor obejdou.

4. Regulátor BESS

4.1 Jak funguje

BESS používá **PI regulátor** (proporcionálně-integrační), společný pro všechny režimy. Každých **0,5 s** spočítá:

odchylka e = požadovaná hodnota – měřená hodnota [% výkonu střídačů BESS]
integrál $I \pm = e / T_i$ ($T_i = I+$ pro $e > 0$, $I-$ pro $e < 0$)
výstup $y = K \cdot e + I$ (ořezán na povolený rozsah, např. -100...0 % při nabíjení)

- **P složka (konstanta K)** reaguje okamžitě, úměrně velikosti odchylky.
- **I složka (konstanty I+ / I-)** odchylku postupně „dointegroává“ k nule. Konstanty jsou **dělitele**: čím **menší** číslo, tím **rychlejší** (a méně stabilní) regulace. Oddělené I+ a I- umožňují jinou rychlost pro zvyšování a snižování výkonu.
- **Hodnota 0 = složka vyřazena.** P = 0 vypne proporcionální složku (výchozí stav, regulátor pracuje jen integračně). I+ = 0 nebo I- = 0 vyřadí celou integrační složku a její akumulace (integrátor) se vymaže — regulátor pak reaguje jen P složkou.
- Regulátor má anti-windup (integrátor se zastaví při dosažení limitu výkonu) a omezení nesymetrie mezi fázemi.

4.2 Parametry a výchozí hodnoty

Placené funkce → tabulka „Regulátor BESS (Battery Energy Storage System)“

Parametr	Klíč	Výchozí	Význam
P	fs_reg4_k	0	proporcionální zesílení
I+	fs_reg4_i+	20	integrační konstanta pro kladnou odchylku
I-	fs_reg4_i-	20	integrační konstanta pro zápornou odchylku

Orientační převod na čas: při kroku 0,5 s a čistě integračním řízení ($K = 0$) odpovídá konstanta $I = 20$ časové konstantě cca **10 s** — regulátor odstraní zhruba 63 % skokové odchylky za ~10 s a prakticky se ustálí za ~30–50 s. Obecně:

časová konstanta $\approx I \times 0,5 \text{ s}$ doba ustálení $\approx 3\text{--}5 \times$ časová konstanta

Plynulý náběh bez skoku. Regulátor BESS nemá dopřednou vazbu (výstup je jen $y = K \cdot e + I$), proto při $K = 0$ výstup při změně požadované hodnoty **neskočí** — povel startuje z aktuální hodnoty integrátoru a plynule, monotónně a bez překmitu se blíží k cíli (čistá integrace = exponenciální asymptota). Rychlost náběhu pak řídí jediné $I+$ / $I-$. Tabulka pro volbu I podle požadované doby náběhu (vždy $K = 0$, $I+ = I-$):

$I+ = I-$	Časová konstanta $\tau \approx I \cdot 0,5 \text{ s}$	~95 % cíle (3τ)	~99 % cíle (5τ)
20 (výchozí)	~10 s	~30 s	~50 s
40	~20 s	~60 s	~100 s
60	~30 s	~90 s	~150 s
120	~60 s	~180 s	~300 s

- Chceš-li, aby se výkon **řádově za minutu** prakticky dorovnal na požadovanou hodnotu $\rightarrow I = 40$ (na ~95 % za minutu).
- Chceš-li, aby samotná **časová konstanta** byla minuta (pomalejší, plné ustálení ~3–5 min) $\rightarrow I = 120$.

$I+$ a $I-$ nech stejné, ať je náběh i pokles symetrický (různé hodnoty = rozdílná rychlost pro vybíjení vs. nabíjení, viz kap. 4.4). Pozor: tato plynulost platí **uvnitř jednoho režimu** — při **přepnutí režimu** se integrátor resetuje na nulu (kap. 2), takže tam povel BESS skočí na 0 a teprve pak plynule najíždí.

4.3 Dopravní zpoždění — proč na něm záleží

Mezi povelům a jeho projevem na elektroměru TML uplyne **dopravní zpoždění** dané řetězcem:

čtení elektroměru (0,5–2 s) + krok regulace (0,5 s) + zápis do střídače (0,5–2 s) + reakce/rampa střídače (1–10 s i více) + průměrování elektroměru

Typ připojení BESS	Typické zpoždění
Střídač přímo na lokální RS-485/Modbus TCP, rychlá rampa	1–3 s
Střídač přes datalogger / sběrnou bránu (např. Logger1000)	5–15 s
Pomalá rampa měniče, cloudová cesta	10–30 s

Zlaté pravidlo: časová konstanta regulátoru ($I \times 0,5 \text{ s}$) má být alespoň **2–4× delší než dopravní zpoždění**. Regulátor nesmí stihnout „naintegrovat“ celý zásah dříve, než vůbec uvidí účinek předchozího povelu — jinak zasahuje znovu a znovu na odchylku, která už je ve skutečnosti vyřešená, a vznikne překmit nebo kmitání.

4.4 Příklady nastavení

Situace	Zpoždění	Doporučené $P / I+ / I-$	Chování
Výchozí (univerzální)	do ~4 s	0 / 20 / 20	ustálení za ~30–50 s, bez překmitu
Rychlý lokální střídač (RTU, rampa < 1 s)	1–2 s	0 / 8 / 8 (příp. $P = 0,01$)	ustálení za ~12–20 s

Situace	Zpoždění	Doporučené P / I+ / I–	Chování
Střídač přes bránu / datalogger	5–15 s	0 / 40 / 40	ustálení za ~1–2 min, stabilní
Velmi pomalá cesta (cloud, dlouhá rampa)	15–30 s	0 / 60–100 / 60–100	ustálení za jednotky minut — pomalé, ale
Asymetrický požadavek: rychle ořezat špičku, pomalu povolovat	—	0 / 10 / 40	jediné stabilní rychlý náběh vybíjení (I+), opatrný návrat (I–)

Zvýšení **P** nad ~0,01–0,05 přidává rychlost první reakce, ale u smyček s delším zpožděním rychle vede k překmitům — u BESS doporučujeme nechávat $P = 0$ a ladit jen **I**.

4.5 Špatné nastavení → kmitání (příliš rychlý regulátor)

Příklad: brána s dopravním zpožděním ~6 s, nastaveno $I+ = I- = 3$ (časová konstanta jen 1,5 s, tedy 4× kratší než zpoždění).

Průběh při skokovém překročení vybíjecího limitu o 10 kW:

Čas	Co regulátor vidí	Co udělá
0 s	odběr o 10 kW nad limitem	rychle integruje výkon vybíjení nahoru
0–6 s	stále vidí plnou odchylku (střídač ještě nereagoval)	integruje dál — povel naroste na násobek potřebného výkonu
6 s	dorazí účinek: odběr spadne hluboko pod limit	odchylka obrátí znaménko, regulátor integruje zpět dolů
6–12 s dále	opět vidí starou (už neplatnou) odchylku ...	podstřelí na druhou stranu trvalé kmitání s periodou ~2–4× zpoždění (zde ~15–25 s)

Projevy: výkon baterie pendluje mezi nabíjením a vybíjením nebo mezi 0 a maximem, hodnota na TML osciluje kolem limitu a nikdy se neustálí, baterie zbytečně cykluje (opotřebení), střídač hlásí časté změny výkonu. Stejný efekt způsobí i příliš velké **P** (řádově > 0,1) — kmitání je pak rychlejší a tvrdší.

Náprava: zvětšujte $I+ / I-$ (zpomalujte), dokud kmitání nezmizí, a pak přidejte ještě ~50 % rezervu. **P** vraťte na 0.

4.6 Špatné nastavení → dlouhé ustálení (příliš pomalý regulátor)

Příklad: lokální střídač se zpožděním ~2 s, nastaveno $I+ = I- = 200$ (časová konstanta 100 s).

Při stejném skoku 10 kW nad vybíjecí limit regulátor přidává výkon tak pozvolna, že:

- odběr na TML klesá k limitu **5–10 minut**, po celou dobu platíte překročení,
- u **peak shavingu** je to kritické: čtvrt hodina skončí dřív, než regulátor špičku ořízne — $\frac{1}{4}$ h maximum se překročí, přestože baterie měla energii i výkon,
- u nabíjecího limitu přetoků uteče přebytek do sítě místo do baterie,
- při proměnlivé spotřebě (cykly strojů, výtahy) regulátor věčně „dohání“ minulost a reálná odchylka se nikdy neodstraní.

Projevy: žádné kmitání, ale TML se k požadované hodnotě jen plíží; výkon baterie roste po malých krocích dlouhé minuty. **Náprava:** zmenšujte $I+ / I-$ na polovinu, dokud nezačne být odezva svižná; zastavte se s rezervou před hranicí překmitu (kap. 4.5).

4.7 Doporučený postup ladění

1. Začněte s výchozími hodnotami **0 / 20 / 20**.
2. Změřte dopravní zpoždění: ručně změňte „Globální nastavení vybíjecího výkonu BESS“ a sledujte, za jak dlouho se změna projeví na TML (stránka stavu / Regulace).
3. Nastavte $I+ = I- \approx 4-8 \times \text{zpoždění v sekundách}$ (protože krok je 0,5 s, odpovídá to časové konstantě 2–4× zpoždění).
4. Vyvolejte skokovou změnu (zapnutí spotřebiče, změna limitu) a sledujte odezvu:
 - překmit / pendlování → I zvětšit (zpomalit),
 - líné doplazení bez překmitu → I lze zmenšit.
5. Ladí se vždy **jen jedna konstanta najednou**; mezi pokusy nechte smyčku ustálit.

Diagnostika: stránka **Regulace** ve web rozhraní zobrazuje živý výpis regulátoru (Regulace BESS, hodnoty mError, mIntegral, mBessActPower, aktivní režim a jeho případné přepnutí). Stejný výpis je v logu /dev/shm/npa.log.

5. Kapacita úložiště

Kapacita BESS je **vlastnost jednotlivého zařízení** (dd_BESSCapacity), ne rozpadového místa. Interně se drží ve **Wh**, v editaci a zobrazení se pracuje v **kWh**.

5.1 Čtení z Modbusu

U podporovaných měničů se kapacita načítá přímo z Modbusu:

Měnič	Registr	Zdroj hodnoty
GoodWe (goodwe, gw_15_50kw_bess, gw_15_50kw_inverter)	37076 (BMS1) + 39074 (BMS2)	jmenovitá kapacita [kWh], součet obou baterií
GoldenSigma	0x4010 + 0x4011	nabíjitelná + vybíjitelná energie [kWh] (nemá samostatný registr jmenovité kapacity)
Deye	102 (Batt_capacity)	kapacita v Ah ; energie se dopočítá $Ah \times U_{dc}$ (měřené DC napětí) — orientačně

Měniče bez registru kapacity (např. **GRES**, **SMA**) hodnotu z Modbusu nečtou — zadává se ručně (viz dále).

5.2 Automaticky vs. ručně (dd_BESSCapHand)

V editaci zařízení je u BESS pole **Kapacita baterie [kWh]** a fajfka „zadat ručně“:

- **bez fajfky** (výchozí) — pole je jen ke čtení a plní se **hodnotou z Modbusu**; vedle je vždy informativně „z Modbusu načteno“.
- **s fajfkou** (dd_BESSCapHand = true) — hodnotu **zadáva uživatel**; načtená z Modbusu slouží už jen jako informace a do configu se nepropisuje.

Automatický zápis do configu proběhne **jen při změně > 10 %**. Tím se zabrání neustálému přepisování configu při kolísání DC napětí (Deye) nebo měření (GoldenSigma).

5.3 Kapacita rozpadového místa

Kapacita BESS v editaci rozpadového místa je **jen ke čtení** a počítá se jako **součet dd_BESSCapacity všech zařízení**, která do místa patří. Původní ručně zadávané lo_BESSCapacity se od verze **2.13.beta21** nepoužívá a při načtení configu se z rozpadových míst maže.