



Dodatek č. 1 k Připojovacím podmínkám nn

pro odběrná místa, výrobní elektřiny, zařízení pro ukládání elektřiny a lokální distribuční soustavy připojené k distribuční síti nízkého napětí

Vydává ČEZ Distribuce, a. s.
Platnost od 1. 9. 2025

Obsah

1	PODMÍNKY PRO posuzování PŘIPOJENÍ zařízení pro ukládání elektřiny	2
1.1	Metodika stanovení podmínek výpočtu volné distribuční kapacity na úrovni transformace 110 kV/VN anebo vývodů VN pro připojení specifických odběrů	2
1.2	ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ – REŽIM DODÁVKY ELEKTŘINY	3
1.3	NESYMETRIE NAPĚTÍ V SÍTÍCH NN	5
1.4	ZMĚNY NAPĚTÍ PŘI SPÍNÁNÍ	5
1.5	Změna napětí – režim odběr elektřiny	6
2	ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ	7
3	Literatura.....	8

Předmětem tohoto dodatku jsou podmínky pro posuzování připojení zařízení pro ukládání elektřiny.

1 PODMÍNKY PRO POSUZOVÁNÍ PŘIPOJENÍ ZAŘÍZENÍ PRO UKLÁDÁNÍ ELEKTŘINY

Uvedené podmínky připojení jsou zaměřeny na posouzení připojitelnosti zařízení pro ukládání elektřiny podle § 2 odst. 2 písm. a) bod 29 [1] (pro účely tohoto dokumentu dále jen „akumulace“).

1.1 METODIKA STANOVENÍ PODMÍNEK VÝPOČTU VOLNÉ DISTRIBUČNÍ KAPACITY NA ÚROVNI TRANSFORMACE 110 KV/VN ANEBU VÝVODŮ VN PRO PŘIPOJENÍ SPECIFICKÝCH ODBĚRŮ

Předmětem této kapitoly je popis metodiky stanovení volné distribuční kapacity pro připojování specifických odběrů. Mezi specifické odběry jsou pro účely této metodiky považovány odběry elektřiny, které ze své podstaty a předpokládaného účelu lze z hlediska využití distribuční soustavy považovat za těžko redukovatelné s nízkou dobou využití a aktivace jako např. akumulace apod.

Výpočet lze aplikovat na stanovení volné distribuční kapacity pro specifické odběry připojované do napájecí oblasti transformací 110 kV/vn anebo vývodu vn.

Výpočet P_{MEZ} pro připojení veškerých odběrů v transformaci 110 kV/vn nebo ve vývodu vn

Mezní výkon je dán instalovaným výkonem transformátorů v TR 110 kV/vn při zachování bezpečnostního kritéria N-1 nebo hodnotou dovoleného proudového zatížení I_{dov} vývodu vn při zachování standardní provozní bezpečnosti s možností využití potenciálu navýšení tohoto výkonu nebo I_{dov} v závislosti na disponibilitě sítě (např. možnost posílení napájení ze sousední transformace).

$$P_{MEZ\ TR} = \sum_{i=1}^n P_{i(N-1)} * k_P ; \quad P_{MEZ\ VÝVODU\ VN} = \sqrt{3} * U * I_{dov} * k_P$$

kde

k_P je koeficient vyjadřující možné navýšení mezního výkonu v transformaci 110 kV/vn nebo vývodu vn v závislosti na provozních možnostech konkrétní sítě, předpokládaný rozsah koeficientu 1–1,5. Standardní hodnota je 1. Stanovení výše koeficientu je plně v kompetenci a odpovědnosti PDS.

Výpočet volné distribuční kapacity v transformaci 110 kV/vn a vývodu vn pro připojování specifických odběrů $\Delta P_{VOL\ SO}$

$$\Delta P_{VOL\ SO} = P_{VOL\ SO} - (P_{(N) TR/VÝVOD} + P_{(N+10)} + P_{SoP} * k_{rel})$$

Disponibilní výkon v transformaci 110 kV/vn a vývodu vn

$$P_{VOL- SO} = P_{MEZ\ TR/VÝVOD} * \cos \psi * k_v$$

kde

k_v je koeficient respektující nutnost zajištění budoucího potenciálu pro předpokládaný nárůst zatížení nových požadavků na zajištění standardní spotřeby v souladu s předpokládaným rozvojem dané oblasti. Předpokládaný rozsah koeficientu 0,5–0,8. Standardní hodnota je 0,7, nestanoví-li PDS jinak.

$P_{(N) TR/VÝVOD}$ – vypočtená průměrná hodnota zatížení ze změřených hodinových max. zatížení transformace 110 kV/vn nebo vývodu vn za posledních 5 let.

$P_{(N+10)}$ – předpokládaný nárůst zatížení stávajících odběrů v časovém horizontu 10 let vlivem předpokládané dekarbonizace.

$$P_{(N+10)} = P_{(N) TR/VÝVOD} * k_{dek}$$

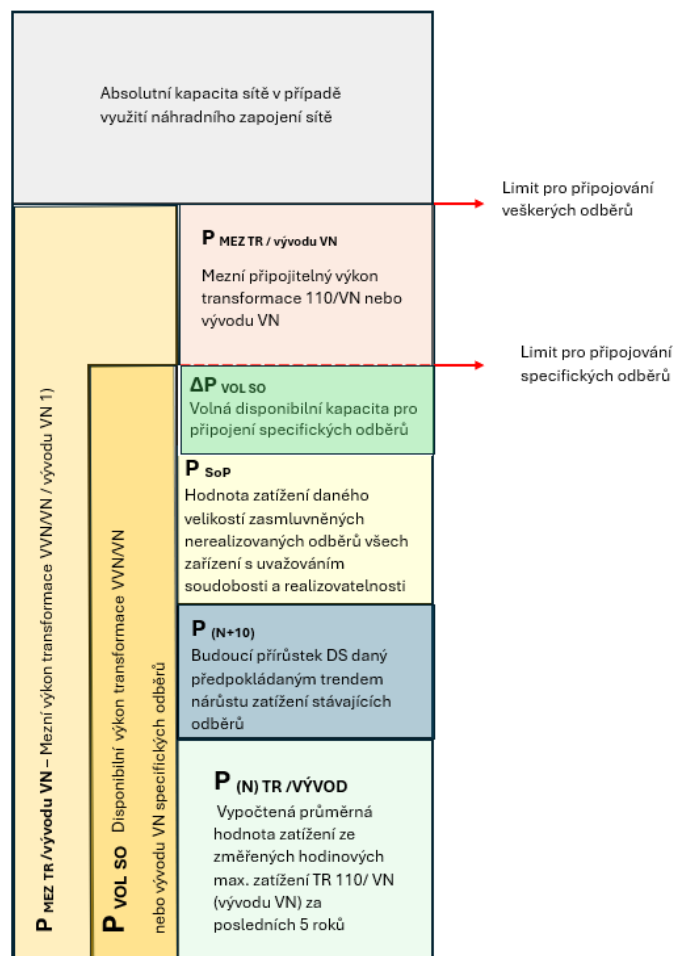
kde k_{dek} je v rozmezí 0 – 0,2

Hodnota zasmluvněných nerealizovaných rezervovaných příkonů ze smluv o připojení všech zařízení korigovaná koeficientem realizovatelnosti, stanoveným příslušným PDS v závislosti na historických datech a předpokládaných trendech. Koeficient se dlouhodobě pohybuje v rozmezí 0,3–0,7, v závislosti na konkrétní lokalitě.

$$P_{\text{SoP}} \cdot k_{\text{rel}}$$

V případě překročení limitu pro připojování specifických odběrů lze v dané lokalitě nově smluvně zajišťovat pouze rezervované příkony pro standardní odběry.

V případě překročení limitu pro připojování standardních odběrů nelze v dané oblasti nově smluvně zajišťovat žádné nové ani navýšení stávajících rezervovaných příkonů pro žádné typy odběrů.



1.2 ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ – REŽIM DODÁVKY ELEKTŘINY

Za normálních provozních podmínek (v základním zapojení sítě) nesmí zvýšení napětí vyvolané provozem připojených výroben a akumulací v režimu dodávky elektřiny (dále jen výroba) v nejnejpříznivějším případě (přípojném bodu) překročit 2 % pro výrobní a akumulace s přípojným místem v síti vn a 110 kV ve srovnání s napětím bez jejich připojení, současně nesmí být překročeny limity napětí v předávacím místě výrobní podle PNE 33 3430-0.

$$\Delta u_{vn,110} \leq 2 \% \quad (1)$$

pro výrobní a akumulace s přípojným místem v síti nn nesmí překročit 3 %, tedy

$$\Delta u_{nn} \leq 3 \% \quad (2)$$

Úroveň napětí musí být posouzena s ohledem na výši skutečné hodnoty napětí v předávacím místě.

Při mimořádném zapojení sítě (při náhradních dodávkách) nesmí zvýšení napětí vyvolané provozem připojených výroben a akumulací v režimu dodávky elektřiny nebo způsobené připojováním a odpojováním jednotlivých zařízení v nejnepríznivějším případě (přípojném bodu) překročit 5 % pro výrobní a akumulace s přípojným místem v síti vn ve srovnání s napětím bez jejich připojení. Tato podmínka musí být splněna současně s podmínkou pro zvýšení napětí v základním zapojení sítě. Pro výrobní a akumulace s přípojným místem v síti vn platí meze pro zvýšení napětí:

$$\Delta u_{vn} \leq 2 \% \quad (3)$$

pro normální provozní podmínky (základní zapojení sítě) a současně pak pro mimořádné zapojení sítě (při náhradních dodávkách)

$$\Delta u_{vn} \leq 5 \% \quad (4)$$

Pokud je v síti nn a vn jen jedno přípojně místo, je možné tuto podmínku (2), (4) posoudit jednoduše pomocí zkratového poměru výkonů

$$k_{k1} \leq \frac{S_{kV}}{\sum S_{Amax}} \quad (5)$$

kde S_{kV} je zkratový výkon v přípojném bodu,

$\sum S_{Amax}$ je součet maximálních zdánlivých výkonů všech připojených/plánovaných výroben a akumulací v režimu dodávky elektrické energie, které mohou být současně v provozu.

V případě jediného předávacího místa v síti bude podmínka pro zvýšení napětí dodržena vždy, když zkratový poměr výkonů k_{k1} je pro výrobní a akumulace v režimu dodávky elektřiny s předávacím místem v síti vn

$$\Delta k_{k1vn} \geq 50 \quad (6)$$

podobně pro výrobní a akumulace v režimu dodávky elektřiny s předávacím místem v síti nn

$$\Delta k_{k1nn} \geq 33 \quad (7)$$

Pokud je síť nn a vn silně induktivní, pak je posouzení pomocí činitele k_{k1} příliš konzervativní, tzn., že dodávaný výkon by byl silněji omezen, než je zapotřebí k dodržení zvýšení napětí. V takovém případě je zapotřebí provést výpočet s komplexní hodnotou impedance sítě s jejím fázovým úhlem Ψ_{kV} , který poskytne mnohem přesnější výsledek.

Podmínka pro maximální výkon pak je pro výrobní a akumulace v režimu dodávky elektrické energie s předávacím místem v síti vn

$$S_{Amax} \leq \frac{2\% * S_{kV}}{|\cos(\Psi_{kV} - \varphi)|} = \frac{S_{kV}}{50 * |\cos(\Psi_{kV} - \varphi)|} \quad (8)$$

pro výrobní a akumulace v režimu dodávky elektrické energie s předávacím místem v síti nn

$$S_{Amax\ nn} \leq \frac{3\% * S_{kV}}{|\cos(\Psi_{kV} - \varphi)|} = \frac{S_{kV}}{33 * |\cos(\Psi_{kV} - \varphi)|} \quad (9)$$

kde φ je fázový úhel mezi proudem a napětím výrobní a akumulace při maximálním zdánlivém výkonu S_{Amax} .

U výroben a akumulací, které dodávají do sítě jalový výkon (např. přebuzené synchronní generátory, pulzní měniče), přitom platí:

$$P > 0 \text{ a } Q > 0$$

$$0^\circ \leq \varphi_E \leq 90^\circ$$

U výroben a akumulací, které odebírají ze sítě jalový výkon (např. asynchronní generátory, podbuzené synchronní generátory, sítě řízené střídače), platí:

$$P > 0 \text{ a } Q < 0$$

$$270^\circ \leq \varphi_E \leq 360^\circ \quad (-90^\circ \leq \varphi_E \leq 0^\circ)$$

Pokud pro cosinový člen, tj. $\cos(\Psi_{kV} - \varphi)$, v rovnicích (8) a (9) vychází hodnota menší než 0,1, pak se se zřetelem na nejistoty tohoto výpočtu odhaduje 0,1.

V mnoha případech je v praxi udán maximální připojitelný výkon S_{Amax} , pro který je pak zapotřebí určit zvýšení napětí v přípojném bodu. K tomu je používán následující vztah:

$$\Delta u_{AV} \leq \frac{S_{Amax} * \cos(\Psi_{kV} - \varphi)}{S_{kV}} \quad (10)$$

V propojených sítích, v sítích 110 kV a/nebo při provozu více rozptýlených výroben či akumulací v síti je zapotřebí určovat zvýšení napětí s pomocí komplexního chodu sítě. Přitom musí být dodržena podmínka pro Δu , v nejneprůznivějším přípojném bodě.

Při posuzování připojitelnosti výroben či akumulací je nutné vycházet z podmínky dodržení účinníku v předávacím místě $\cos \varphi = 1$, pokud PDS vzhledem k místním podmínkám (bilance jalové energie v dané části sítě, úroveň napětí, příp. očekávaný dopad na ztráty v síti) nestanoví jinou hodnotu účinníku pro ověření připojitelnosti požadovaného výkonu akumulace.

Takto je možné postupovat pouze u výroben či akumulací vybavených funkcemi $PF = f(U)$, $Q = f(U)$, resp. $P = f(U)$, popsanych v příslušných odstavcích části 9.3.2 a 9.4. Přílohy 4 PPDS.

Podmínkou provozu výroby či akumulace je pak úspěšné provozní ověření uvedené funkce potvrzující výsledky studie. V případě, že provozní ověření nebude splňovat předpokládané výsledky deklarované zpracovatelem studie, má PDS právo požadovat po provozovateli výroby či akumulace provést taková technická opatření, aby výroba či akumulace splňovala veškeré požadavky na ni kladené v souladu s podmínkami připojení a PPDS. Krajiním opatřením může být i snížení/omezení činného výkonu.

U studií pro akumulace je zapotřebí ověřovat celý využitelný rozsah jalového výkonu podle provozního diagramu PQ v režimu dodávky.

1.3 NESYMETRIE NAPĚTÍ V SÍTÍCH NN

Jednofázové výroby (především fotovoltaiky) či jednofázové akumulace ovlivňují symetrii (fázových) napětí podobně jako jednofázová zatížení. PNE 33 3430-0 [3] stanoví pro jednotlivé odběry dovolenou mezní hodnotu napětí zpětné složky $d_{u2} \leq 0,7 \%$ z jmenovitého napětí sítě nn. Celková dovolená hodnota nesymetrie napětí v síti nn je přitom podle ČSN EN 50160 ed. 3 [2] do 2 %.

Pro posouzení nesymetrie při kontrole připojitelnosti jednofázových výroben či akumulací je zapotřebí použít vhodný výpočetní program.

Pro posouzení připojitelnosti je možné též použít následující vztah:

$$\Delta u_{AN} \approx 6 * \frac{S_{rAmax}}{S_{kV}} * \cos(\Psi_{kV} - \varphi_E) \quad (11)$$

ze kterého vyplývá, že zvýšení napětí při jednofázové dodávce je až šestinásobné proti zvýšení napětí při třífázové dodávce téhož výkonu.

1.4 ZMĚNY NAPĚTÍ PŘI SPÍNÁNÍ

Za normálních provozních podmínek (v základním zapojení sítě) změny napětí ve společném napájecím bodě, způsobené připojováním a odpojováním jednotlivých zařízení, nevyvolávají nepřipustné zpětné vlivy, pokud největší změna napětí pro výroby či akumulace s předávacím místem v síti nn nepřekročí 3 %:

$$\Delta u_{\max nn} \leq 3 \% \quad (12)$$

Pro výrobní s předávacím místem v síti vn platí

$$\Delta u_{\max vn} \leq 2 \% \quad (13)$$

Toto platí, pokud spínání není častější než jednou za 1,5 minuty.

V případě akumulace připojené na napěťové hladiny nn, vn a vvn je nezbytné pro výpočet vyvolané napěťové změny spínáním akumulace uvažovat celý možný výkonový rozsah této akumulace připojené v rámci jednoho místa připojení, tedy celkovou možnou změnu činného výkonu při přechodu z režimu plné dodávky do režimu plného odběru elektřiny.

Při velmi malé četnosti spínání, např. jednou denně, může PDS připustit větší změny napětí, pokud to dovolí poměry v síti. Nelze uplatnit u akumulací.

Při spínání výroben a akumulací v sítích vn a nn současně nesmí být překročeny limity napětí $\pm 10 \% U_n$ v předávacím místě výrobní nebo akumulace [2]. Úroveň napětí musí být posouzena s ohledem na výši skutečné hodnoty napětí v předávacím místě.

Pro výrobní a akumulace v síti 110 kV platí pro omezení změny napětí vyvolané spínáním za normálních provozních podmínek (v základním zapojení sítě):

Spínání jednoho výrobního modulu či jedné akumulační jednotky

$$\Delta u_{\max} \leq 0,5 \% \quad (14)$$

Spínání celého zařízení

$$\Delta u_{\max} \leq 2 \% \quad (15)$$

V závislosti na zkratovém výkonu S_{KV} v síti PDS a jmenovitém zdánlivém výkonu S_{nE} jednotlivé výrobní lze odhadnout změnu napětí

$$\Delta u_{\max} = k_{i \max} * \frac{S_{nE}}{S_{KV}} \quad (16)$$

Činitel $k_{i \max}$ se označuje jako „největší spínací ráz“ a udává poměr největšího proudu, který se vyskytuje v průběhu spínacího pochodu (např. zapínací ráz I_a) ke jmenovitému proudu generátoru nebo zařízení, např.

$$k_{i \max} = \frac{I_a}{I_{nG}} \quad (17)$$

Výsledky na základě tohoto „největšího zapínacího rázu“ jsou na straně bezpečnosti.

Pro činitel zapínacího rázu platí následující směrné hodnoty:

$k_{i \max} = 1$ střídače, střídače akumulací

1.5 ZMĚNA NAPĚTÍ – REŽIM ODBĚR ELEKTŘINY

Za normálních provozních podmínek (v základním zapojení sítě) nesmí pokles napětí vyvolaný provozem připojených akumulací v režimu odběru elektřiny v nejnepříznivějším případě (přípojném bodu) překročit 2 % pro akumulace s přípojným místem v síti vn a 110 kV ve srovnání s napětím bez jejich připojení, současně nesmí být překročeny limity napětí v předávacím místě akumulace podle ČSN EN 50160 ed. 4.:

$$\Delta u_{vn,110} \leq 2\% \quad (18)$$

Pro akumulace v režimu odběru elektřiny s přípojným místem v síti nn nesmí překročit 3 %, tedy

$$\Delta u_{nn} \leq 3\% \quad (19)$$

Úroveň napětí musí být posouzena s ohledem na výši skutečné hodnoty napětí v předávacím místě.

Při mimořádném zapojení sítě (při náhradních dodávkách) nesmí pokles napětí vyvolaný provozem připojených akumulací v režimu odběru elektřiny v nejnepříznivějším případě (přípojném bodu) překročit 5 % pro akumulace s přípojným místem v síti vn ve srovnání s napětím bez jejich připojení. Tato podmínka musí být splněna současně s podmínkou pro pokles napětí v základním zapojení sítě. Pro akumulace s přípojným místem v síti vn platí meze pro pokles napětí:

$$\Delta u_{vn} \leq 2\% \quad (20)$$

pro normální provozní podmínky (základní zapojení sítě) a současně pak pro mimořádné zapojení sítě (při náhradních dodávkách)

$$\Delta u_{vn} \leq 5\% \quad (21)$$

V propojených sítích, v sítích 110 kV a/nebo při provozu více akumulací v režimu odběru elektřiny v síti je zapotřebí určovat pokles napětí s pomocí komplexního chodu sítě. Přitom musí být dodržena podmínka pro Δu , v nejnepříznivějším přípojném bodě.

Při posuzování připojitelnosti akumulací v režimu odběru elektřiny je nutné vycházet z podmínky dodržení účinníku v předávacím místě $\cos \varphi = 1$, pokud PDS vzhledem k místním podmínkám (bilance jalové energie v dané části sítě, úroveň napětí, příp. očekávaný dopad na ztráty v síti) nestanoví jinou hodnotu účinníku pro ověření připojitelnosti požadovaného příkonu akumulace.

Takto je možné postupovat pouze u akumulací v režimu odběru elektřiny vybavených funkcemi $PF = f(U)$, $Q = f(U)$ resp. $P = f(U)$, popsanych v Příloze 4 PPDS.

Podmínkou provozu akumulace v režimu odběru elektřiny je pak úspěšné provozní ověření uvedené funkce potvrzující výsledky studie. V případě, že provozní ověření nebude splňovat předpokládané výsledky deklarované zpracovatelem studie, má PDS právo požadovat po provozovateli akumulace provedení takových technických opatření, aby akumulace splňovala veškeré požadavky na ni kladené v souladu s podmínkami připojení a PPDS. Krajním opatřením může být i snížení/omezení činného příkonu.

U studií pro akumulace v režimu odběru elektřiny je zapotřebí ověřovat celý využitelný rozsah jalového výkonu podle provozního diagramu PQ.

2 ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ

Aby nebyla rušena zařízení dalších odběratelů a provozovaná zařízení PDS, je zapotřebí omezit zpětné vlivy místních výroben a akumulací. Pro posouzení je třeba vycházet ze zásad pro posuzování zpětných vlivů v souladu s postupy uvedenými v Příloze 4 PPDS v odstavci 11 a jejich přípustných mezích uvedených v souboru PNE 33 3430.

3 LITERATURA

- [1] Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (Energetický zákon) v platném znění
- [2] ČSN EN 50160 (33 0122): Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě
- [3] PNE 33 3430-0: Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav
- [4] PNE 33 3430-1: Parametry kvality elektrické energie – Část 1: Harmonické a meziharmonické
- [5] PNE 33 3430-2: Parametry kvality elektrické energie – Část 2: Kolísání napětí
- [6] PNE 33 3430-3: Parametry kvality elektrické energie – Část 3: Nesymetrie a změny kmitočtu napětí
- [7] PNE 33 3430-4: Parametry kvality elektrické energie – Část 4: Poklesy a krátká přerušení napětí
- [8] PNE 33 3430-5: Parametry kvality elektrické energie – Část 5: Přechodná přepětí – impulzní rušení
- [9] PNE 33 3430-6: Parametry kvality elektrické energie – Část 6: Omezení zpětných vlivů na hromadné dálkové ovládání