

REAS ČR, ČEPS a VSE	Parametry kvality elektrické energie Část 2: Kolísání napětí	PNE 33 3430-2
--------------------------------	---	--------------------------

Odsouhlasení normy

Konečný návrh podnikové normy energetiky pro rozvod elektrické energie odsouhlasily tyto organizace: PRE Praha, a.s., STE Praha, a.s., JČE České Budějovice, a.s., ZČE Plzeň, a.s., SČE Děčín, a.s., VČE Hradec Králové, a.s., JME Brno, a.s., SME Ostrava, a.s. a VSE Košice, š.p. a ČEPS Praha, a.s.

Tato norma stanoví mezní hodnoty, výpočty a způsoby měření kolísání napětí.

Tato norma platí pro připojování a provozování elektrických zařízení z hlediska vlivu na elektrizační soustavu 50 Hz.

Tato norma neplatí pro spotřebiče pro domácnost, pro které platí norma ČSN EN 61000-3-3.

Tato norma neplatí pro řídicí signály hromadného dálkového ovládání, jejichž hodnoty jsou předepsány v PNE 38 2530.

Změny proti předchozí normě

Při revizi PNE 33 3430-2:1996 byly provedeny technické změny ve všech člancích a byly vypuštěny informativní přílohy.

Norma nahrazuje PNE 33 3430-2:1995 v plném rozsahu	Účinnost: od 1.1.2000
--	-----------------------

Předmluva

Citované normy

ČSN IEC 50(161) Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita.

EN 50160 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě

ČSN EN 61000-3-3 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 3: Meze - Oddíl 2: Omezování kolísání napětí a blikání v rozvodných sítích nízkého napětí pro zařízení se jmenovitým proudem ≤ 16 A

ČSN IEC 1000-1-1 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Část 1: Všeobecně. Díl 1: Použití a interpretace termínů a definic.

ČSN IEC 1000-2-1 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Část 2: Prostředí. Díl 1: Popis prostředí - elektromagnetické prostředí pro nízkofrekvenční vedené rušení a signály ve veřejných rozvodných sítích.

ČSN IEC 1000-2-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Část 2: Prostředí. Díl 2: Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály v rozvodných sítích nízkého napětí

ČSN EN 61000-2-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 2: Prostředí - Oddíl 4: Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením v průmyslových závodech

IEC 61000-3-7 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Část 3: Meze - Oddíl 7: Určování emisních mezí pro kolísající zátěže v sítích vn a vvn - Základní norma EMC

ČSN EN 61000-4-15 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Část 4: Zkušební a měřicí technika - Oddíl 15: Měřič blikání - Specifikace funkce a dimenzování

PNE 33 3430-0 Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů distribučních soustav

PNE 33 3430-7 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Jaroslav Šmíd, CSc. - NELKO TANVALD, IČO-63136791

Pracovník ONS odvětví energetiky: Energoprojekt Praha, a.s., Ing. Jaroslav Bárta

Obsah

	Strana
1 Předmět normy.....	4
2 Definice	4
3 Úrovně kolísání napětí a jejich určování.....	5
3.1 Kompatibilní úrovně.....	5
3.2 Plánovací úrovně.....	5
3.3 Kolísání napětí jako charakteristický parametr napětí distribuční sítě.....	6
3.4 Měření a vyhodnocování úrovně kolísání napětí v distribuční síti	6
3.4.1 Všeobecný postup statistické analýzy	6
3.4.2 Vyhodnocení krátkodobého flikru	7
3.4.3 Vyhodnocení dlouhodobého flikru	7
3.5 Superpozice kolísání napětí.....	7
4 Meze kolísání napětí emitovaných instalací odběratele do sítě nn - připojovací podmínky.....	9
4.1 Etapa 1: Připojení jen na základě technické specifikace zařízení	9
4.2 Etapa 2: Připojení po výpočtu rušivých vlivů	9
4.3 Požadavky a mezní hodnoty	9
5 Meze kolísání napětí emitovaných instalací odběratele do sítě vn - připojovací podmínky.....	10
5.1 Etapa 1: Připojení bez individuálního vyhodnocení kolísání napětí způsobeného zatížením	10
5.2 Etapa 2: Mez úměrná sjednanému příkonu odběratele.....	10
5.2.1 Rozdělení celkového kolísání napětí mezi odběratele.....	10
5.2.2 Meze pro jednotlivé odběratele	11
5.3 Etapa 3: Připojování za mimořádných okolností.....	12
6 Meze kolísání napětí emitovaných instalací odběratele do sítě vvn - připojovací podmínky	12
6.1 Etapa 1: Připojení v závislosti na zkratovém výkonu sítě	12
6.2 Etapa 2: Připojení v závislosti na sjednanému příkonu odběratele	12
6.2.1 Určení celkového výkonu, který je k dispozici odběratelům.....	12
6.2.2 Individuální meze	12
6.3 Etapa 3: Připojování za mimořádných okolností.....	13

1 Předmět normy

Tato část PNE se týká charakteristik kolísání napětí v distribučních sítích nn, vn a vvn. Dále se týká omezování jejich vlivu na funkční spolehlivost zařízení odběratelů i dodavatele elektrické energie.

Předmětem tohoto dílu PNE je vytvoření všeobecného podkladu pro vyhodnocování a omezování kolísání napětí. V souladu s harmonizovanou normou ČSN IEC 1000-2-2 jsou mezní hodnoty kolísání napětí odvozeny od kompatibilních úrovní a za účelem určení dovolené emise kolísání napětí jednotlivými zařízeními nebo sítěmi odběratelů se berou v úvahu další parametry sítě, jako např. zkratový výkon sítě.

Předmětem tohoto dílu PNE nejsou postupy výpočtu úrovní kolísání napětí sítích nn a vn, které jsou předmětem PNE 33 3430-0.

2 Definice

Pro účely této části PNE se používají následující definice týkající se kolísání napětí (viz též ČSN IEC 50(161), čl. 161-O8-O5 až 161-O8-17):

2.1 (elektromagnetická) kompatibilní úroveň (compatibility level): předepsaná úroveň elektromagnetického rušení použitá jako referenční úroveň pro koordinaci stanovení mezí emise a odolnosti

POZNÁMKY

1 Podle dohody je kompatibilní úroveň volena tak, aby byla jen malá pravděpodobnost, že bude překročena skutečnou úrovní rušení. Elektromagnetické kompatibility je však dosaženo jen jsou-li úrovně emise a odolnosti uzpůsobeny tak, že v každém místě je úroveň rušení vyplývající z úhrnných emisí menší než úroveň odolnosti pro každý přístroj, zařízení a systém umístěný ve stejném místě. (viz ČSN IEC 50(161) ZMĚNA A1, čl. 161-O3-10).

2 Kompatibilní úroveň může být jev časově nebo místně závislý.

2.2 plánovací úroveň (planning level): úroveň konkrétního rušení v konkrétním prostředí, přijatá jako vztažná hodnota určená pro stanovení mezí emisí od velkých zátěží a instalací, za účelem koordinace těchto mezí se všemi mezemi přijatými pro zařízení, která jsou určena k připojení do napájecí rozvodné sítě

POZNÁMKY

1 Plánovací úroveň je specifická pro místo připojení a je přijata těmi, kteří jsou zodpovědní za plánování a provoz napájecí rozvodné sítě v příslušné oblasti.

2.3 kolísání napětí (voltage fluctuation{ XE "voltage fluctuation " }): řada změn napětí nebo cyklická změna obálky napětí

2.4 flickr (flicker{ XE "flicker " }): pocit nestálého zrakového vnímání vyvolaný světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální rozložení kolísá v čase

POZNÁMKA - Kromě termínu flickr se používá také termín blikání (viz ČSN IEC 50(161) ZMĚNA A1, čl. 161-O8-13).

2.5 flickrmetr (flickermeter{ XE "flickermeter " }): přístroj určený pro měření jakékoliv veličiny týkající se flickru

POZNÁMKA - Kromě termínu flickrmetr se používá také termín měřič blikání (viz ČSN IEC 50(161) ZMĚNA A1, čl. 161-O8-14).

2.6 krátkodobá míra vjemu flickru P_{st} (short-term severity level): nepříznivý vjem flickru vyhodnocený po krátkou dobu (v minutách); $P_{st} = 1$ je konvenční práh dráždivosti flickru (viz ČSN IEC 1000-3-3 čl. 3.7)

POZNÁMKA - P_{st} je bezrozměrná hodnota.

2.7 dlouhodobá míra vjemu flickru P_{lt} (long-term severity level): nepříznivý vjem flickru vyhodnocený po dlouhou dobu (několik hodin) s využitím po sobě následujících hodnot P_{st} (viz ČSN IEC 1000-3-3 čl. 3.8)

2.8 činitel flickru A_{st} : činitel definovaný rovnicí (3) v článku 3.5.

2.9 dlouhodobý činitel flickru A_{lt} : činitel definovaný rovnicí (5) v článku 3.5.

3 Úrovně kolísání napětí a jejich určování

3.1 Kompatibilní úrovně

Kompatibilní úrovně jsou určitá dohodnutá rozhraní mezi úrovněmi odolnosti a mezemi emise. Kompatibilní úrovně jsou stanoveny v následujících normách:

- IEC 1000-2-2, která je zavedena v ČSN IEC 1000-2-2 Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích nízkého napětí.
- EN 61000-2-4 je ekvivalentní s IEC 1000-2-4, která je zavedena v ČSN EN 61000-2-4 Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením v průmyslových závodech.

Kompatibilní úrovně jsou tříděny podle prostředí, které je určeno specifickými charakteristikami objektu odběratele (jeho interní síť a skladba zatížení) a charakteristickými parametry napětí dostupnými v odběrném místě.

Úkolem norem EMC je stanovení kompatibilních úrovní pro třídy prostředí. Tyto třídy prostředí zároveň s příslušnými kompatibilními úrovněmi jsou uvedeny v ČSN EN 61000-2-4:

- Třída 1: Tato třída se týká chráněných napájení a má kompatibilní úrovně nižší než úrovně pro veřejné rozvodné sítě. To se týká zařízení velmi citlivého na rušení v rozvodné síti, například přístrojového vybavení technologických laboratoří, některých automatizačních a ochranných zařízení, některých počítačů atd.
- Třída 2: Kompatibilní úrovně této třídy jsou identické s úrovněmi pro veřejné rozvodné sítě podle ČSN IEC 1000-2-2; proto v této třídě průmyslového prostředí mohou být navrhovány prvky pro použití ve veřejných rozvodných sítích.
- Třída 3: Tato třída se týká jenom bodů v průmyslovém prostředí. Tato třída má pro některé jevy rušení vyšší kompatibilní úrovně než třída 2.

POZNÁMKA - Napájení velmi rušících zatížení, jako jsou obloukové pece a velké měniče, které jsou obvykle napájeny z vyčleněných sběrnic, mají často úrovně rušení přesahující třídu 3 (drsné prostředí). V takových zvláštních situacích by měly být kompatibilní úrovně odsouhlasovány.

Kompatibilní úroveň by měla v rámci její definice odrážet skutečné podmínky v rozvodné síti. S ohledem na to, že kompatibilní úroveň je základem pro perspektivní aktivity energetických společností, měla by také odrážet perspektivu sítě alespoň do blízké budoucnosti.

Z dnešního hlediska mohou být kompatibilní úrovně splněny při respektování:

- efektivní koordinace emise a odolnosti, při použití vhodných mezí emise a požadavků na odolnost zařízení a instalací odběratelů;
- možností napájení z místa s vyšším zkratovým výkonem.

Kompatibilní úrovně mohou být překročeny s 5 % pravděpodobností jak v čase tak i s ohledem na lokalitu sítě, zatímco charakteristické parametry napětí mohou být překročeny po 5 % stanovené doby sledování, přitom se však toto překročení týká všech odběrných míst v síti. Toto vysvětluje proč některé hodnoty charakteristických parametrů podle EN 50160 jsou větší než kompatibilní úrovně. Toto je vyvoláno realitou různých struktur a charakteristik evropských sítí.

Podle IEC 61000-3-7 a prIEC 61000-2-12 hodnoty kompatibilních úrovní kolísání napětí pro míry vjemu flikru P_{st} a P_{it} v sítích nn a vn jsou uvedeny v následující tabulce.

	Kompatibilní úroveň
P_{st}	1,0
P_{it}	0,8

POZNÁMKA - Norma stanovující kompatibilní úrovně kolísání napětí v sítích vvn zatím žádná nevyšla.

3.2 Plánovací úrovně

Plánovací úrovně kolísání napětí si určí provozovatel distribuční soustavy pro účely vyhodnocování úrovně emise rušení ze zařízení všech odběratelů v dané rozvodné síti. Tato úroveň je považována za interní

záměr provozovatele distribuční soustavy týkající se kvality energie. Plánovací úrovně by měly být stejné nebo nižší než kompatibilní úrovně. Tyto plánovací úrovně budou v následujících kapitolách této zprávy použity při stanovení připojovacích podmínek rušících odběrů. S ohledem na strukturu sítě a ostatní odběry se mohou plánovací úrovně případ od případu lišit a proto v následující tabulce jsou uvedeny jen orientační hodnoty.

Podle IEC 61000-3-7 jsou orientační hodnoty plánovací úrovně pro míry vjemu flikru P_{st} a P_{lt} v sítích vn a vvn uvedeny v následující tabulce.

	Plánovací úrovně	
	vn	vvn
P_{st}	0,9	0,8
P_{lt}	0,7	0,6

POZNÁMKA - Orientační hodnoty plánovací úrovně pro míry vjemu flikru v sítích nn žádná norma neuvádí a jejich stanovení je plně v kompetenci provozovatele distribuční soustavy.

3.3 Kolísání napětí jako charakteristický parametr napětí distribuční sítě

Charakteristické parametry napětí podle normy EN 50160 jsou uvedeny v PNE 33 3430-7. Charakteristické parametry týkající se kolísání napětí jsou uváděny pod názvem rychlé změny napájecího napětí.

V sítích vn rychlé změny napětí všeobecně nepřekračují 4 % U_N , za určitých okolností se však mohou několikrát denně vyskytnout změny až do 6 % U_N . Přitom změna napětí, která vyvolá snížení napětí pod 90 % U_N se považuje za pokles napětí (viz PNE 33 3430-4).

Dále se zde uvádí, že za normálních provozních podmínek musí být po 95 % času, v libovolném týdenním období, dlouhodobá míra vjemu flikru musí být menší nebo rovna jedné.

3.4 Měření a vyhodnocování úrovně kolísání napětí v distribuční síti

Kolísání napětí se měří pomocí flikrmetru podle normy ČSN EN 61000-4-15 při dohodnutých nejhorších provozních podmínkách, včetně dohodnutého mimořádného provozu. Při porovnávání skutečné úrovně kolísání napětí a plánovacích úrovní by měl být minimální čas měření jeden týden včetně soboty a neděle.

3.4.1 Všeobecný postup statistické analýzy

Analýza se provádí s rozlišovací schopností alespoň 6 bitů a s užitím alespoň 64 tříd. Minimální četnost vzorkování je 50 vzorků za sekundu.

Vztah mezi přepínačem rozsahů flikrmetru a úrovni odpovídající nejvyšší třídě funkce kumulativní pravděpodobnosti vyplývající ze třídění je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 4 - Vztah mezi hodnotami přepínače rozsahů flikrmetru a pocitovými úrovněmi

$\frac{\Delta V}{V} (\%)$	Pocitové úrovně v jednotkách práhu vnímání
0,5	4
1	16
2	64
5	400
10	1 600
20	6 400

T_{st} může být vybráno mezi 1 min, 5 min, 10 min a 15 min.

T_{lt} musí být celistvým násobkem T_{st} až alespoň do 1 008, odpovídající sedmi dnům při T_{st} 10 minut.

3.4.2 Vyhodnocení krátkodobého flickru

Měření míry vjemu založené na periodě pozorování $T_{st} = 10$ min je označováno P_{st} a je odvozováno od statistiky čas-na-úroveň získané z třídiče úrovní flickmetru. Je použit následující vzorec:

$$P_{st} = \sqrt{0,0314 P_{0,1} + 0,0525 P_{1s} + 0,0657 P_{3s} + 0,28 P_{10s} + 0,08 P_{50s}}$$

kde percentily $P_{0,1}$, P_1 , P_3 , P_{10} a P_{50} jsou úrovně flickru překročené po 0,1; 1; 3; 10 a 50 % doby během periody pozorování. Přípona s v indexech percentilů ve vzorci naznačuje, že by se měla použít vyhlazená hodnota, která se získá použitím následujících rovnic:

$$P_{50s} = (P_{30} + P_{50} + P_{80})/3$$

$$P_{10s} = (P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17})/5$$

$$P_{3s} = (P_{2,2} + P_3 + P_4)/3$$

$$P_{1s} = (P_{0,7} + P_1 + P_{1,5})/3$$

Časová konstanta paměti 0,3 s ve flickmetru zajišťuje, že $P_{0,1}$ se nemůže náhle měnit a pro tento percentil není potřeba vyhlazování.

3.4.3 Vyhodnocení dlouhodobého flickru

Perioda 10 minut, na které bylo založeno vyhodnocování krátkodobé míry vjemu flickru, je vhodná pro určování rušení způsobených jednotlivými zdroji s krátkým pracovním cyklem. V případech, kdy se mají brát v úvahu kombinované účinky několika rušících zatížení pracujících náhodným způsobem (např. svářečky, motory) nebo když se mají brát v úvahu zdroje flickru s dlouhým nebo proměnným pracovním cyklem (např. obloukové pece), je nezbytné zajistit dodržení kritéria dlouhodobého určení míry vjemu flickru. Za tímto účelem se musí z hodnot krátkodobé míry vjemu flickru P_{st} odvodit dlouhodobá míra vjemu flickru P_{lt} po dobu přiměřené periody odpovídající pracovnímu cyklu zatížení nebo periody, po kterou pozorovatel může reagovat na flickr, tj. několik hodin, přičemž se použije následující vzorec:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_{sti}^3} \quad (1)$$

kde P_{sti} ($i = 1, 2, 3, \dots$) jsou po sobě následující odečty krátkodobé míry vjemu flickru P_{st} .

Podle IEC 61000-3-7 a prIEC 61000-2-12 (viz poznámka 2 v článku 2.2) se doporučuje dlouhodobou míru vjemu flickru P_{lt} počítat za dobu dvě hodiny z dvanácti po sobě následujících hodnot P_{sti} vyhodnocených v desetiminutových periodách:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} P_{sti}^3}$$

3.5 Superpozice kolísání napětí

Bylo zjištěno, že spojování účinků kolísání různých zatížení vyjádřených individuálními mírami vjemu flickru P_{sti} může být vyjádřeno následovně:

$$P_{st} = \sqrt[m]{\sum_i P_{sti}^m} \quad (2)$$

Hodnota použitého koeficientu m závisí na charakteristikách hlavního zdroje kolísání a může být roztržena do čtyř kategorií:

- $m = 4$: Používá se jen pro sčítání změn napětí způsobených obloukovými pecemi ve zvláštním režimu vylučujícím současné tavby.

- $m = 3$: Používá se pro většinu typů změn napětí, kde riziko současnosti je malé. Převážná většina studií o slučování nezávislých rušení spadá do této kategorie, která by měla být použita všude tam, kde vzniká riziko výskytu současných změn napětí.

- $m = 3,2$: Koeficient $m = 3,2$ odpovídá sklonu přímkové části křivky $P_{st} = 1$.

- $m = 2$: Používá se při pravděpodobném současném výskytu stochastického šumu, tj. současné tavby na obloukových pecích.

- $m = 1$: Výsledné P_{st} se blíží hodnotě dané tímto koeficientem při velké současnosti změn napětí.

Pro zjednodušení výpočtů je výhodné položit $m = 3$, což odpovídá nejreprezentativnější situaci superpozice kolísání a míru vjemu flikru P_{st} nahradit činitelem flikru A_{st} :

$$A_{st} = P_{st}^3 \quad (3)$$

Tato substituce dává lineární vztah pro vyhodnocení celkového kolísání A_{stt} způsobeného více kolísajícími zátěžemi:

$$A_{stt} = \sum_i A_{sti} \quad (4)$$

Dále, bereme-li v úvahu skutečnost, že dlouhodobá míra vjemu flikru je třetí odmocnina průměru z třetích mocnin hodnot P_{st} , které se vyskytly během doby sledování, může být dlouhodobá míra vjemu také nahrazena dlouhodobým činitelem flikru A_{lt} :

$$A_{lt} = P_{lt}^3 = \sum_i P_{sti}^3 / N$$

$$A_{lt} = \sum_i A_{sti} / N \quad (5)$$

Použití činitele flikru zjednodušuje tudíž také výpočet dlouhodobé míry vjemu flikru, který se takto stává jednoduše průměrem krátkodobých hodnot. Lineární sumace se potom také použije pro dlouhodobý činitel flikru A_{litt} :

$$A_{litt} = \sum_i A_{liti} \quad (6)$$

Je třeba pamatovat na to, že A_{st} není v lineárním vztahu k relativní změně napětí tak, jako je P_{st} a proto užitečnost uvedených dvou činitelů se mění podle toho jaký problém se řeší.

Výpočet činitele flikru A je uveden v PNE 33 3430-0 článek 4.3.

4 Meze kolísání napětí emitovaných zařízeními odběratele do sítě nn - připojovací podmínky

Tato část normy se týká elektrických a elektronických zařízení, která se připojují do veřejné distribuční sítě nízkého napětí, přičemž se nejedná o domácí spotřebiče a podobná elektrická zařízení, která vyhovují normě ČSN EN 61000-3-3.

Výrobce zařízení musí informovat zákazníka o tom, že připojení zařízení může vyžadovat souhlas provozovatele distribuční soustavy s připojením. V souvislosti s tím výrobce zařízení upozorní zákazníka, aby si vyžádal od provozovatele distribuční soustavy informace o zkratovém výkonu v místě připojení.

Výrobci zařízení se doporučuje buď přímo na zařízení nebo v dokumentaci zařízení vyznačit minimální zkratový výkon sítě v místech předpokládaného připojení, pro který zařízení vyhovuje mezním hodnotám kolísání napětí.

4.1 Etapa 1: Připojení jen na základě technické specifikace zařízení

Pokud na základě technické specifikace zařízení dodané výrobcem zařízení (s přihlédnutím k jeho serióznosti) se jedná o zařízení zjevně nezpůsobující kolísání napětí, může provozovatel distribuční soustavy dát souhlas s připojením a smluvní vztahy se omezí jen na smlouvu o dodávce a odběru elektrické energie mezi odběratelem a dodavatelem. Součástí smlouvy by měla být dohoda o změnění rušivých vlivů po připojení zařízení při normálních provozních podmínkách.

4.2 Etapa 2: Připojení po výpočtu rušivých vlivů

Pokud dodavatel nedá souhlas s připojením zařízení podle článku 4.1, pak smlouvě o dodávce a odběru elektrické energie mezi odběratelem a dodavatelem by měly předcházet následující výpočty:

Výpočet relativní změny napětí d se provede podle PNE 33 3430-0 článek 4.1.

Výpočet míry vjemu flikru se provede podle PNE 33 3430-0 článek 4.2.

4.3 Požadavky a mezní hodnoty

Směrné hodnoty pro posouzení flikru a kolísání napětí v síti nn jsou podle tabulky 6 v článku 4.3 PNE 33 3430-0 (tyto hodnoty lze považovat za plánovací úroveň kolísání napětí v síti nn ve smyslu článků 2.2 a 3.2):

	Přípustná hodnota v síti nn	Přípustný příspěvek jednoho odběratele
P_{st}	1,0	0,6*)
P_{lt}	0,75	0,4*)
A_{st}	1,0	0,2*)
A_{lt}	0,4	0,05*)
d/d_{max}		0,03/0,04

*) Vyšší hodnoty P_{st} (A_{st}) popř. P_{lt} (A_{lt}) jsou možné v případech, když je zajištěno, že pro celou síťovou hladinu není přípustná směrná hodnota překročena v době, kdy se svítí.

Vyšší hodnoty d_{max} do 10 % jsou ve výjimečných případech přípustné, pokud se vyskytnou jen několikrát denně.

Příklady posouzení přípustné hladiny míry vjemu flikru pro střídavé motorické zátěže (připojení katru) jsou uvedeny v PNE 33 3430-0 článek 4.4.

Po splnění podmínek připojení podle předběžné dohody může dojít, po souhlasu dodavatele s připojením zařízení, k uzavření smlouvy o dodávce a odběru elektrické energie mezi odběratelem a dodavatelem. Součástí smlouvy bude dohoda o změnění rušivých vlivů po připojení zařízení při normálních a při dohodnutých provozních podmínkách zařízení. Na tato měření může odběratel uzavřít smlouvu s firmou provádějící tato měření. Dále součástí smlouvy by měla být dohoda o opatřeních v případě nepříznivých výsledků měření.

5 Meze kolísání napětí emitovaných instalací odběratele do sítě vn - připojovací podmínky

Tato část normy se týká elektrických zařízení, která se připojují do rozvodné sítě vysokého napětí a týká se průmyslových zařízení, která se připojují do elektrických sítí odběratele připojených ve společném napájecím bodu do rozvodné sítě vysokého napětí.

POZNÁMKA - Podmínky připojování kolísajících zatížení v sítích vn a vvn jsou zpracovány podle IEC 61000-3-7.

5.1 Etapa 1: Připojení bez individuálního vyhodnocení kolísání napětí způsobeného zatížením

V první etapě se předpokládá připojení zatížení, u kterého je možné vynechat nákladnou analýzu součinnosti zařízení a sítě při kolísání zatížení.

Kolísající zatížení může být připojeno bez podrobné analýzy, jestliže změny zdánlivého příkonu (S ve společném napájecím bodu) vyhoví mezím podle následující tabulky. Tyto meze závisí na počtu r změn napětí za minutu (pokles napětí následovaný obnovením původního napětí jsou dvě změny napětí):

r (min^{-1})	$\Delta S / S_k$ (%)
$r > 200$	0,1
$10 \leq r \leq 200$	0,2
$r < 10$	0,4

kde S_k je zkratový výkon sítě ve společném napájecím bodu.

POZNÁMKA - Změna příkonu S může být menší, stejná nebo větší než jmenovitý příkon S_N vyšetřovaného zařízení (např. u motoru se musí brát v úvahu zdánlivý příkon při rozběhu, který může být $\Delta S = 5 \div 6 S_N$).

5.2 Etapa 2: Mez úměrná sjednanému příkonu odběratele

Tento článek se týká rozložení celkového dovoleného kolísání napětí mezi jednotlivé odběratele připojené do společné sítě.

Šíření kolísání napětí v radiální síti se řídí následujícími jednoduchými pravidly:

- Hodnoty kolísání dané napěťové úrovně budou přenášeny do sítě s nižší napěťovou úrovní s určitým zeslabením (přenosový koeficient T_{HM} ze sítě vvn do sítě vn je obvykle 0,8 a ze sítě vn do sítě nn se blíží jednotce ($T_{ML} = 0,95$)).
- Příspěvky kolísání napětí z nižší do vyšší napěťové úrovně se přenášejí v poměru zkratových výkonů (viz PNE 33 3430-0 článek 4.3.2).

5.2.1 Rozdělení celkového kolísání napětí mezi odběratele

Nejprve je třeba vypočítat krátkodobou míru vjemu flikru P_{st} . Potom použít rovnici (2) z článku 3.5 k určení celkového příspěvku G_{PstMV} k úrovni kolísání v konkrétní síti vn, které mohou být přijatelné ze všech kolísajících zatížení, která jsou napájena z této vn sítě. Skutečná úroveň kolísání v síti vn je výsledkem úrovně kolísání přicházejícího z nadřazené sítě vvn a úrovně kolísání způsobeného všemi kolísajícími zatíženími připojenými do této vn sítě. Tato skutečná úroveň kolísání nesmí překročit stanovenou mez pro danou síť vn. Tato mez pro krátkodobou míru vjemu flikru se určí z následující rovnice

$$G_{Pstvn} = \sqrt[3]{L_{Pstvn}^3 - T_{PstHM}^3 \cdot L_{Pstvvn}^3} \quad (7)$$

kde

G_{Pstvn} je maximální přípustný celkový příspěvek míry vjemu flikru způsobený daným zatížením v síti vn,

L_{Pstvn} je plánovací úroveň kolísání v síti vn pro podle článku 3.2,

L_{Pstvvn} je plánovací úroveň kolísání v nadřazené síti vvn,

T_{HM} je přenosový koeficient kolísání napětí z nadřazené sítě vvn do sítě vn podle článku 5.2.

POZNÁMKA - Obvyklá hodnota přenosového koeficientu kolísání napětí z nadřazené sítě vvn do sítě vn je $T_{HM} = 0,8$ zatímco hodnota přenosového koeficientu kolísání napětí ze sítě vn do sítě nn se blíží jednotce ($T_{ML} = 0,95$).

Podobně pro dlouhodobou míru vjemu flikru

$$G_{Pltvn} = \sqrt[3]{L_{Pltvn}^3 - T_{PltHM}^3 \cdot L_{Pltvvn}^3} \quad (8)$$

Pro ilustraci například v konkrétním případě vn sítě za předpokladu, že přenosový koeficient kolísání napětí z nadřazené vvn sítě je rovný 0,8 a stanovené plánovací úrovně v sítích vn a vvn jsou podle tabulky v článku 3.2 bude přípustný celkový maximální příspěvek krátkodobé míry vjemu flikru způsobený daným zatížením v síti vn podle rovnice (7) $G_{Pstvn} = 0,79$ a přípustný celkový maximální příspěvek dlouhodobé míry vjemu flikru způsobený daným zatížením v síti vn podle rovnice (8) $G_{Pltvn} = 0,63$.

5.2.2 Meze pro jednotlivé odběratele

Jednotliví odběratelé se mohou podílet jen na části přípustného celkového kolísání napětí. Tento podíl může být určen podle podílu sjednaného zdánlivého příkonu S_i a celkového přenositelného zdánlivého výkonu S_{vn} sítě vn (výkon, který je možno odebírat ze sítě při daném stavu provozu - určuje energetický podnik při výpočtu chodu sítě). Toto kritérium bylo zvoleno jelikož sjednaný příkon reprezentuje podíl odběratele na využití sítě a tím je i v relaci s odpovídajícím podílem na investičních nákladech sítě.

Vztah mezi přenositelným zdánlivým výkonem sítě a ekvivalentní impedancí sítě není podél jednotlivých vedení sítě konstantní, přičemž jednoduše je možné jej určit na sběrných napájecích transformátoru. Avšak poměr S_i/S_{vn} se ukázal být oprávněný k přidělení dovoleného podílu z celkového kolísání každému odběrateli. Podle této koncepce odběrateli bude dovoleno jednak odebírat sjednaný podíl přenositelného zdánlivého výkonu sítě pro napájení svých odběrů a jednak podílet se na kolísání napětí sítě až do stanovené plánovací úrovně tak, aby byla umožněna koordinace jednotlivých podílů na kolísání.

Kromě toho ne všechna kolísající zatížení se používají současně a proto se pro danou síť vn může zavést činitel současnosti $F_{vn} \neq 1$ (typické hodnoty F_{vn} jsou 0,2 až 0,3 jak pro krátkodobou míru vjemu flikru tak i pro dlouhodobou míru vjemu flikru).

Podle článku 3.5 je pak možno meze pro přípustný celkový příspěvek krátkodobé míry vjemu flikru jednotlivého odběratele (odběratel i) vyjádřit následovně:

$$E_{Psti} = G_{Pstvn} \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{vn}} \cdot \frac{1}{F_{vn}}} \quad (9)$$

Podobně pro dlouhodobou míru vjemu flikru

$$E_{Plti} = G_{Pltvn} \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{vn}} \cdot \frac{1}{F_{vn}}} \quad (10)$$

POZNÁMKA - Jelikož kompatibilní úrovně v síti nn nejsou větší než stanovené meze pro síť vn, na první pohled se zdá, že není ponechán žádný prostor pro kolísání přicházející od zatížení nn. Musí však být zdůrazněno, že zatížení nn jsou považována za součást zatížení vn. Ve skutečnosti uvedení poměru S_i/S_{vn} v rovnicích (9) a (10) vytváří automaticky prostor pro všechna zatížení včetně nn. Jestliže přenositelný zdánlivý výkon vn sítě je rovnoměrně rozložen mezi průmyslová (vn) a distribuční (nn) zatížení, potom přípustné příspěvky obou skupin zatížení způsobující kolísání napětí v síti vn jsou stejné. Důležitý rozdíl je však v tom, že příspěvek kolísání způsobený domácími spotřebiči nemůže být bezprostředně kontrolován provozovatelem distribuční soustavy.

U odběratelů s poměrně malým sjednaným příkonem bude mít výše uvedený přístup za následek příliš přísná omezení. K překonání tohoto problému je navrženo, že budou poskytnuty určité tolerované minimální úrovně individuálních mezí. Tyto tolerované minimální hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

E_{Psti}	E_{Plti}
0,35	0,25

5.3 Etapa 3: Připojování za mimořádných okolností

Je třeba poznamenat, že někteří odběratelé nezpůsobují kolísání napětí, protože neprovozují kolísající zatížení. Dále určitá část přenositelného zdánlivého výkonu sítě nemusí být dlouhodobě odebírána.

Pouhá aplikace etap 1 a 2 může mít za následek nepřiměřené omezení úrovně kolísání.

V souvislosti s tím provozovatel distribuční soustavy má výsadu použít v takových případech dostupnou rezervu. Avšak možnost připojení mimo normální meze může být dána odběratelům jen výjimečně s určitým rizikem a může být časově omezena.

6 Meze kolísání napětí emitovaných instalací odběratele do sítě vvn - připojovací podmínky

Tato část normy se týká elektrických zařízení, která se připojují do sítě velmi vysokého napětí. Tato část normy se týká průmyslových zařízení, která se připojují do elektrických sítí odběratele připojených ve společném napájecím bodu do sítě velmi vysokého napětí elektrizační soustavy.

6.1 Etapa 1: Připojení v závislosti na zkratovém výkonu sítě

Význam etapy 1 je v jednoduchosti rozhodování o připojování odběrů emitujících kolísání napětí. V sítích vvn je oprávněné vztažení maximálního zdánlivého příkonu S_{max} odběru ke zkratovému výkonu sítě S_k ve společném napájecím bodu. Doporučená mez etapy 1 je:

$$\frac{S_{maxi}}{S_k} \leq 0,001 \quad (11)$$

6.2 Etapa 2: Připojení v závislosti na sjednaném příkonu odběratele

V konkrétním případě odběratelů vvn musí být podíl každého z nich vztažen k celkovému výkonu S_{tvvn} , který je k dispozici pro odběratele a ne k přenositelnému zdánlivému výkonu sítě. S_{tvvn} je část celkového přenositelného zdánlivého výkonu vvn rozvodny, která je věnována vvn odběratelům.

Příspěvek ke kolísání napětí sítě vvn přicházející ze sítí vn a nn může být velmi nízký (přenosový koeficient blízký nule).

6.2.1 Určení celkového výkonu, který je k dispozici odběratelům

Základní potřebnou informací je určení příkonů S_{ivvn} odběratelů z dané vvn rozvodny v průběhu dne s největším požadavkem odběru (popřípadě zvětšených o předpokládaný nárůst v budoucnu).

Určení celkového výkonu se provede použitím jednoduchého vztahu:

$$S_{tvvn} = \sum S_{ivvn} \quad (12)$$

6.2.2 Individuální meze

Individuální meze potom jsou:

$$E_{Psti} = L_{Pstvvn} \cdot \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{tvvn}}} \quad (13)$$

$$E_{P_{lti}} = L_{P_{ltvvn}} \cdot \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{tvvn}}} \quad (14)$$

kde

$E_{P_{sti}} = P_{st}$ a $E_{P_{lti}} = P_{lt}$ jsou individuální meze pro i-tého odběratele

$L_{P_{stvvn}}$ a $L_{P_{ltvvn}}$ jsou stanovené plánovací úrovně pro kolísání napětí v síti vvn,

S_i je sjednaný příkon i-tého odběratele

S_{tHV} je část celkové kapacity vvn rozvodny, která je věnována vvn odběratelům

POZNÁMKA - Někdy se může stát, že úroveň pozadí krátkodobé míry vjemu flickru ($B_{P_{stvvn}}$) je větší než normální podíl („normální podíl“ je úměrný $\sqrt[3]{(S_{vvn} - S_i) / S_{vvn}}$) a měla by se brát v úvahu pro vyloučení překročení plánovací úrovně. V rovnici (13) (a podobně i v rovnici (14) pro dlouhodobý flickr) se pak výraz $L_{P_{stvvn}}$ nahradí výrazem $\sqrt[3]{L_{P_{stvvn}}^3 - B_{P_{stvvn}}^3}$.

U odběratelů s poměrně malým sjednaným příkonem bude mít výše uvedený přístup za následek příliš přísná omezení. K překonání tohoto problému je navrženo, že budou poskytnuty určité tolerované minimální úrovně individuálních mezí. Tyto tolerované minimální hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

$E_{P_{sti}}$	$E_{P_{lti}}$
0,35	0,25

6.3 Etapa 3: Připojování za mimořádných okolností

Je třeba poznamenat, že někteří odběratelé nezpůsobují kolísání napětí, protože neprovozují kolísající zatížení. Pouhá aplikace etap 1 a 2 může mít za následek nepřiměřené omezení úrovně kolísání.

V souvislosti s tím bude mít provozovatel distribuční soustavy výsadu použít v takových případech dostupnou rezervu. Avšak možnost připojení mimo normální meze bude dána odběratelům jen výjimečně s určitým rizikem a může být časově omezena.