



PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ LOKÁLNÍ DISTIBUČNÍ SOUSTAVY

Příloha3

Kvalita napětí a způsoby jejího zjišťování a hodnocení

Wikov MGI a.s.
Zbečník 356
549 31 Hronov

Telefon: + 420 491 488 111
Fax: + 420 491 488 412
E-mail: mgi@wikov.com

Schválil: ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Cíle	3
3	Kvalita napětí	3
3.1	Charakteristiky napětí elektřiny dodávané z LDS	3
3.2	Charakteristiky napětí elektřiny dodávané výrobcí připojenými k LDS	4
4	Způsoby hodnocení parametrů kvality napětí.....	4
4.1	Charakteristiky napětí se zaručovanými hodnotami	5
4.2	Charakteristiky napětí s informativními hodnotami	5
4.2.1	Vyhodnocení krátkodobých poklesů a přerušení napětí	6
4.2.2	Vyhodnocení krátkodobých zvýšení napětí	7
4.2.3	Koncepce označování	7
4.2.4	Výjimečné stavy v LDS.....	7
5	Požadavky na přístroje pro měření parametrů kvality	8
6	Měření parametrů kvality a smluvní vztahy	8
6.1	Všeobecné	8
6.2	Zvláštní ujednání.....	9
6.2.1	Frekvence sítě	10
6.2.2	Napájecí napětí	10
6.2.3	Flikr	10
6.2.4	Poklesy/zvýšení napájecího napětí	11
6.2.5	Přerušení napájecího napětí	11
6.2.6	Nesymetrie napájecího napětí.....	11
6.2.7	Harmonické napětí.....	11
6.2.8	Meziharmonické napětí.....	12
6.2.9	Signální napětí v napájecím napětí	12
7	Postup hodnocení odchylek napájecího napětí po stížnosti na kvalitu napětí	12
7.1	Měření v předávacím místě.....	13
7.1.1	Trvání měření a hodnocení velikosti napájecího napětí.....	13
7.2	Vyhodnocení	13
7.2.1	Jmenovité hodnoty a limity pro shodu s ČSN EN 50160 a PPLDS.....	13
7.2.2	Určení shody s ČSN EN 50160 a PPLDS.....	14
8	Použitá literatura	14
9	Tabulky měřených a hodnocených parametrů	16

1 Úvod

Tato část Pravidel provozování lokální distribuční soustavy (PPLDS) vychází z Energetického zákona 458/2000 Sb. [5] a z Vyhlášky Energetického regulačního úřadu č.540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice [6], které mj. ukládají PPLDS stanovit parametry kvality napětí a podmínky jejich dodržování uživateli LDS.

2 Cíle

Cílem je definovat kvalitu napětí, která je jedním ze standardů kvality dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice, a to stanovením řady parametrů, závazných nebo doporučených pro jednotlivé uživatele LDS, způsoby zjišťování jednotlivých parametrů a požadavky na měřicí soupravy pro jejich zjišťování. Dalším cílem je definovat způsoby možného uplatnění parametrů kvality ve smlouvách o distribuci elektřiny.

3 Kvalita napětí

Kvalita napětí je definována charakteristikami napětí v daném bodě ES, porovnávány s mezními příp. informativními velikostmi referenčních technických parametrů.

3.1 Charakteristiky napětí elektřiny dodávané z LDS

Jednotlivé charakteristiky napětí elektrické energie, popisující kvalitu napětí dodávané z distribuční sítě, vycházejí z normy ČSN EN 50160 pro sítě nn a vn [4] v platném znění.

Jsou to:

- a) kmitočet sítě
- b) normalizované jmenovité napětí
- c) odchylky napájecího napětí
- d) rychlé změny napětí
 - velikost rychlých změn napětí
 - míra vjemu flikru
- e) nesymetrie napájecího napětí
- f) harmonická napětí
- g) meziharmonická napětí
- h) úrovně napětí signálů v napájecím napětí
- i) přerušování napájecího napětí
- j) poklesy napájecího napětí
- k) přechodná zvýšení napětí

Pro charakteristiky a) až d) a j) a k) platí pro odběrná místa z LDS s napět'ovou úrovní nn a vn

- **zaručované hodnoty**
- **měřicí intervaly**
- **doby pozorování**
- **mezní pravděpodobnosti splnění stanovených limitů**

stanovené v [4].

Podrobnosti k metodám měření jednotlivých charakteristik obsahuje část 4 této přílohy, údaje k požadovaným vlastnostem přístrojů část 5.

3.2 Charakteristiky napětí elektřiny dodávané výrobcí připojenými k LDS

Výrobce dodávající elektřinu do **LDS** ovlivňuje parametry kvality jednak dodávaným proudem a jeho kolísáním, proudovými rázy při připojování zdroje k síti, dodávkou nebo odsáváním harmonických proudů, dodávkou nebo odsáváním zpětné složky proudu. Projevuje se současně jako zátěž i jako zdroj.

Pro elektřinu dodávanou regionálními výrobci platí ve společném napájecím bodě stejné parametry kvality, jako jsou uvedeny v části 3.1 pro dodávky **elektřiny z LDS**.

Přípustný podíl výrobce na celkové dovolené hladině rušení se určí způsobem uvedeným v **Příloze 4 PPLDS: Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí provozovatele lokální distribuční soustavy**.

4 Způsoby hodnocení parametrů kvality napětí

Při měření a vyhodnocování charakteristik napětí se vychází z postupů definovaných v normě [1] a [4]. V těchto normách jsou současně definovány i požadavky na vlastnosti měřicích souprav, které zaručují porovnatelnost a opakovatelnost měření.

Při měření charakteristik napětí je zapotřebí měřit a vyhodnocovat ta napětí, na která jsou připojovány odběry¹, tzn.:

- ve čtyřvodičových sítích nn napětí mezi fázemi a středním vodičem, příp. i napětí mezi fázemi
- v sítích vn sdružená napětí

Výsledky hodnocení parametrů kvality podle části 4.1 a 4.2 je **PLDS** povinen archivovat spolu s potřebnými údaji o stavu sítě a jejích parametrech v čase měření pro prokazování kvality uživatelům **LDS**, příp. ERÚ, i pro využití při plánování rozvoje sítě **LDS**, způsob hodnocení a archivace uvádí část 4.3.

Přístroje pro sledování musí vyhovovat požadavkům v části 5. (předací místa DS/LDS musí být vybavena přístroji třídy A).

¹ Nesymetrie fázových napětí v sítích vn nemá praktický vliv na sdružená napětí a poměry (nesymetrii, flickr) v napájených sítích nn.

4.1 Charakteristiky napětí se zaručovanými hodnotami

U charakteristik napětí, které jsou uvedeny v části 3.1 jako charakteristiky se zaručovanými hodnotami zajišťuje **PLDS** jejich sledování v následujícím rozsahu:

TAB.4.1

výstupní napětí stanic 110 kV/vn	měření trvale (od 1.1.2010, viz Pozn.1)
odběrná místa v sítích vn	Výběr (viz Pozn.2)
Výstupní napětí stanic vn/nn	Výběr (viz Pozn.2)
Odběrná místa v sítích nn	Výběr (viz Pozn.2)

POZNÁMKA 1: U výstupních napětí stanic 110 kV/vn se trvale sledují a archivují tyto parametry od 1.1.2010 v případech, kdy při předběžném týdenním sledování (opakovaném každé dva roky) překročí zjištěné hodnoty některého ze zaručovaných parametrů 50 % mezních hodnot pro dané místo.

*POZNÁMKA 2: Výběrem se rozumí zajištění měření v takových případech, kdy to podle zkušeností či na základě stížností nebo žádostí o připojení odběratelů s citlivými technologiemi bude **PDS** považovat za nezbytné.*

U harmonických napětí se přitom archivuje celkové harmonické zkreslení napětí (UTHD) a pokud překračuje 50 % hodnoty dovolené pro dané měřicí místo, pak i velikosti harmonických překračujících 30 % jejich dovolené hodnoty. Velikosti rychlých změn napětí se trvale sledují a archivují u odběrných míst v sítích 110 kV v případech, kdy kolísající odběry (změny zatížení) překračují 1 % ze zkratového výkonu v přípojném bodě.

Meziharmonická napětí a úrovně napětí signálů v napájecím napětí se sledují a vyhodnocují pouze jako reakce na stížnosti nebo na výsledky ověřovacích měření **PLDS**.

4.2 Charakteristiky napětí s informativními hodnotami

U charakteristik napětí, které jsou v části 3.2 uvedeny jako charakteristiky s informativními hodnotami, zajišťuje **PLDS** sledování, vyhodnocování a archivaci v následujícím rozsahu.

TAB.4.2

výstupní napětí stanic 110 kV/vn	měření trvale (viz Pozn.1)
odběrná místa v sítích vn	Výběr (Pozn.2)
Výstupní napětí stanic vn/nn	Výběr (Pozn.2)
Odběrná místa v sítích nn	Výběr (Pozn.2)

*POZNÁMKA 1: Instalaci trvalého sledování výstupního napětí distribučních stanic 110 kV/vn zajistí **PDS** do 1.1.2010.*

*POZNÁMKA 2 : Výběrem se rozumí zajištění měření v takových případech, kdy to podle zkušeností či na základě stížností nebo žádostí o připojení odběratelů s citlivými technologiemi bude **PLDS** považovat za nezbytné.*

4.2.1 Vyhodnocení krátkodobých poklesů a přerušení napětí

Krátkodobé poklesy napětí se vyhodnocují podle následujícího třídění².

TAB.4.3

Zbytkové napětí u [%]	Doba trvání t [ms]							
	$10 \leq t \leq 100$	$100 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 3\,000$	$3\,000 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$	$60\,000 < t \leq 180\,000$
$90 > u \geq 85$	CELL A1*	CELL A1**	CELL A2*	CELL A3*	CELL A4*	CELL A4**	CELL A5*	CELL A6*
$85 > u \geq 80$	CELL A1***	CELL A1****	CELL A2**	CELL A3**	CELL A4***	CELL A4****	CELL A5**	CELL A6**
$80 > u \geq 70$	CELL B1*	CELL B1**	CELL B2	CELL B3	CELL B4*	CELL B4**	CELL B5	CELL B6
$70 > u \geq 40$	CELL C1*	CELL C1**	CELL C2	CELL C3	CELL C4*	CELL C4**	CELL C5	CELL C6
$40 > u \geq 5$	CELL D1*	CELL D1**	CELL D2	CELL D3	CELL D4*	CELL D4**	CELL D5	CELL D6
$5 > u$	CELL X1*	CELL X1**	CELL X2	CELL X3	CELL X4*	CELL X4**	CELL X5	CELL X6

Pro trvání přerušení napájecího napětí použije PLDS následující členění.

POZNÁMKA 1: Interval zbytkového napětí 85 až 90 % se překrývá s pásmem dovolených 95 % průměrných efektivních hodnot napájecího napětí v měřicích intervalech 10 minut. Přesto považujeme údaje pro toto pásmo za důležité vzhledem k pracovnímu rozsahu stykačů, relé apod.

POZNÁMKA 2: Podle výsledků sledování bude počet tříd příp. zvýšen.

POZNÁMKA 3: Řádek se zbytkovým napětím $< 5 \% U_{\text{ret}}$ je určen pro napěťové poklesy, při kterých pod $5 \% U_{\text{ret}}$ kleslo napětí v jedné nebo dvou fázích a není tedy splněna podmínka pro vyhodnocení události jako přerušení napětí.

POZNÁMKA 4: Sloučením hodnot sloupců pro trvání poklesů $10 \leq t \leq 100$ a $100 \leq t \leq 200$ a sloupců $1000 \leq t \leq 3000$ a $3000 \leq t \leq 5000$ získáme členění trvání poklesů podle normy [4]. Podobně sloučením řádků tabulky $90 > u \geq 85$ a $85 > u \geq 80$ získáme členění zbytkového napětí podle téže normy [4].

² Tato tabulka zobrazuje parametry trojfázové sítě. Pro události působící v jednotlivých fázích trojfázových soustav je zapotřebí dalších informací. Pro jejich výpočet musí být použity rozdílné způsoby vyhodnocení

Krátkodobá i dlouhodobá přerušení napětí (pokles napětí u ve všech fázích pod 5 %) se vyhodnocují podle následujícího třídění.

TAB.4.4

Trvání přerušení	trvání < 1s	3 min ≥ trvání ≥ 1s	trvání > 3 min
Počet přerušení	N ₁	N ₂	N ₃

4.2.2 Vyhodnocení krátkodobých zvýšení napětí

Krátkodobá zvýšení napětí se vyhodnocují podle následujícího třídění.

TAB.4.5

Přepětí/trvání [%] Trvání (t)	10 ms ≤ t < 100 ms	100 ms ≤ t < 200 ms	200 ms ≤ t < 500 ms	500 ms ≤ t < 1 s	1 s ≤ t < 3s	3 s ≤ t < 5 s	5 s ≤ t < 1 min	1 min ≤ t < 3 min
110 < d ≤ 115	N ₁₁	N ₂₁	N ₃₁	N ₄₁	N ₅₁	N ₆₁	N ₇₁	N ₈₁
115 < d ≤ 120	N ₁₂	N ₂₂	N ₃₂	N ₄₂	N ₅₂	N ₆₂	N ₇₂	N ₈₂
120 < d	N ₁₃	N ₂₃	N ₃₃	N ₄₃	N ₅₃	N ₆₃	N ₇₃	N ₈₃

4.2.3 Koncepce označování

Během krátkodobého poklesu napětí, krátkodobého zvýšení napětí nebo přerušení napětí by mohl algoritmus měření pro ostatní parametry (například měření kmitočtu) vytvářet nespolehlivou hodnotu. Koncepce označování příznakem proto vylučuje počítání jednotlivé události v různých parametrech více než jednou (například počítání jednotlivého krátkodobého poklesu napětí jako krátkodobého poklesu napětí i jako změny kmitočtu) a označuje, že agregovaná hodnota by mohla být nespolehlivá.

Označování se spouští jenom krátkodobými poklesy napětí, krátkodobými zvýšeními napětí a přerušeními napětí. Detekce krátkodobých poklesů napětí a krátkodobých zvýšení napětí je závislá na prahové hodnotě vybrané uživatelem a tento výběr tedy ovlivní, která data jsou „označována“.

Koncepce označování se používá pro třídu funkce měření A během měření síťového kmitočtu, velikosti napětí, flikru, nesymetrie napájecího napětí, harmonických napětí, meziharmonických napětí, signálů v síti a měření kladných a záporných odchylek parametrů.

Pokud je během daného časového intervalu jakákoliv hodnota označena, agregovaná hodnota zahrnující tuto hodnotu musí být také označena. Označená hodnota se musí uložit a zahrnout také do postupu agregace, například je-li během daného časového intervalu jakákoliv hodnota označena musí být agregovaná hodnota, která zahrnuje tuto hodnotu, také označena a uložena.

4.2.4 Výjimečné stavy v LDS

Za nedodržení kvality elektrické energie se považují všechny stavy v **LDS**, při kterých jsou překročeny dovolené meze narušení kvality u některého z těchto napětí, uvedené v předchozích částech, s výjimkou těch výjimečných situací, na které nemá dodavatel elektřiny vliv, tj.: ve smyslu pokynů pro uplatňování EN 50160 (PNE 33 3430-7):

Tato evropská norma se nevztahuje na mimořádné provozní podmínky, zahrnující následující:

TAB.4.6

Mimořádné podmínky	Příklad použití
dočasné zapojení sítě	Poruchy, údržba, výstavba
nevyhovující instalace, zařízení uživatele	Rozpor s technickými připojovacími podm.
Extrémní povětrnostní podmínky a jiné	Vítr a bouřky o extrémní prudkosti, sesuvy
živelné pohromy	půdy, zemětřesení, laviny, povodně, námrazy
Zásahy třetí strany	Sabotáže, vandalismus
Zásahy veřejných institucí	Překážky při realizaci nápravných opatření
Průmyslová činnost	Přerušování práce, stávka v rámci zákona
Vyšší moc	Rozsáhlá neštěstí
Nedostatek výkonu vyplývající z vnějších vlivů	Omezení výroby nebo vypnutí přenosových vedení

a ty případy, ve kterých je ve smyslu ČSN EN 50110-1 (34 3100) a PNE 33 0000-6 práce na zařízení zakázána.

5 Požadavky na přístroje pro měření parametrů kvality

Pro analyzátory kvality napětí v předacích místech DS/LDS a společných napájecích bodech s regionálními výrobci se přednostně použijí analyzátory třídy S podle [1]³, v případě sporů se pro kontrolní měření kvality použijí analyzátory třídy A [1].

Analyzátory musí být schopny měřit současně parametry kvality v trojfázové síti uvedené v části 3.1. Kromě těchto parametrů kvality musí analyzátor umožňovat měření velikosti proudů a z nich odvozených (podle přiřazených napětí) i dalších veličin:

- a) činný výkon
- b) zdánlivý výkon
- c) jalový výkon
- d) harmonické.

6 Měření parametrů kvality a smluvní vztahy

6.1 Všeobecné

Podmínky smlouvy musí být zároveň dosažitelné pro jednu a přijatelné pro druhou stranu. Výchozím bodem musí být standard nebo specifikace odsouhlasená oběma zúčastněnými stranami. Pozornost je zapotřebí věnovat plánovacím hladinám a úrovním kompatibility v příslušných normách [7 - 11].

Pro to, aby naměřené hodnoty reprezentovaly podmínky běžného provozu, lze při vyhodnocování měření kvality napětí nepřihlížet (nikoliv je vyloučit) k datům, která byla naměřena za výjimečných podmínek, jako:

- **extrémní povětrnostní podmínky**

³ Tuto třídu analyzátorů zavádí IEC 61000-4-30 Ed.2: Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods. Přístroje třídy S poskytují porovnatelné informace pro statistické aplikace a všeobecně jsou méně nákladné než přístroje třídy A.

- cizí zásahy
- nařízení správních orgánů
- průmyslová činnost (stávky v mezích zákona)
- vyšší moc
- výpadky napájení způsobené vnějšími vlivy.

V kontraktu by mělo být určeno, zda data označená příznakem mají být vyloučena z vyhodnocení při posuzování, zda výsledky měření vyhovují podmínkám kontraktu. Pokud jsou data s příznakem vyloučena z vyhodnocení, výsledky měření jsou obecně vzájemně pro jednotlivé parametry nezávislé a každý parametr bude možno snadněji porovnat s hodnotami v kontraktu. Pokud budou data s příznakem zahrnuta do vyhodnocení, výsledky budou více přímo svázány s účinky sledovaných parametrů kvality na citlivou zátěž, ale bude mnohem obtížnější, nebo přímo nemožné srovnání s podmínkami kontraktu.

POZNÁMKA: Přítomnost dat s příznakem naznačuje, že měření mohlo být ovlivněno rušením a tudíž následovně jedna porucha mohla ovlivnit více parametrů.

Pokud je rozhodnuto o nezbytnosti měření PQ pro posouzení, zda dodávka elektřiny vyhovuje podmínkám kontraktu, je na smluvní straně, která požaduje měření, aby je zajistila. To však neznamená, že by kontrakt nemohl obsahovat ujednání, kdo bude zajišťovat měření. Je též možno konzultovat třetí stranu.

V kontraktu by mělo být stanoveno, jak budou finanční náklady měření rozděleny mezi zúčastněné strany. Toto může být závislé na výsledcích měření.

V kontraktu o měření by měla být stanovena doba jeho trvání, které parametry kvality se budou měřit a dále umístění měřicího přístroje z hlediska sítě.

Volba zapojení měřicího přístroje (tj. hvězda/trojúhelník) by měla respektovat typ zdroje, nebo by měla být dohodnuta zúčastněnými stranami. Měla by být explicitně vyjádřena ve smlouvě.

Ve smluvních podmínkách mají být explicitně stanoveny metody měření, popsané v části 5.

Ve smlouvě má být stanovena přesnost použitého měřicího zařízení.

Smlouva má specifikovat metodu stanovení náhrad pro případ, že by některá ze zúčastněných stran odmítla splnit své závazky.

Smlouva může obsahovat dohodu, jak postupovat v případě námitek k interpretaci naměřených výsledků.

Ve smlouvě je vhodné stanovit podmínky přístupu k datům a utajení, jelikož strana provádějící měření nemusí též analyzovat data a posuzovat, zda vyhovují smlouvě.

6.2 Zvláštní ujednání

Kvalita napětí je stanovena porovnáním mezi výsledky měření a limity (dohodnutými hodnotami) v kontraktu.

Zúčastněné strany by měly odsouhlasit kategorii přesnosti měřicího zařízení, které má být použito. Měřicí přístroj kategorie A by měl být použit, pokud je potřeba porovnávat výsledky dvou samostatných zařízení, tj. dodavatele a zákazníka, neboť přesnost přístrojů v kategorii B byla shledána pro tyto účely nepřijatelná.

Každý parametr kvality může v kontraktu obsahovat dohodnutou(é) hodnotu(y), uvažovaný časový interval, délku časového úseku pro vyhodnocení a nejvyšší počet označených dat, která mohou být zahrnuta do vyhodnocení.

6.2.1 Frekvence sítě

Interval měření: minimální perioda pro vyhodnocení – 1 týden.

Postup při vyhodnocení: Mají být uvažovány intervaly 10 vteřin. Následující postupy jsou doporučeny, zúčastněné strany se mohou dohodnout na odlišných:

- počet nebo procento hodnot během intervalu, přesahujících nejvyšší nebo nejnižší mezní hodnotu podle kontraktu, které může být uvažováno při vyhodnocení
- *a/nebo* nejhorší naměřené hodnoty mohou být porovnány s *nejvyššími a/nebo nejnižšími* hodnotami v kontraktu (může být zvolen rozdílný interval záznamu)
- *a/nebo* jedna nebo více hodnot, 95% (může být jiná hodnota) týdenních hodnot, vyjádřených v Hertz, může být porovnáno s *nejvyššími a/nebo nejnižšími* hodnotami ve smlouvě
- *a/nebo* počet po sobě jdoucích hodnot, které překročily *nejvyšší a/nebo nejnižší* hodnoty kontraktu a mohou být zahrnuty do hodnocení
- *a/nebo* integrace odchylek od jmenovité frekvence během měřicího intervalu může být porovnána s hodnotami kontraktu. (Pozn. Váže se k akumulované časové chybě pro synchronní zařízení, jako hodiny).

6.2.2 Napájecí napětí

Interval měření: minimální vyhodnocovací perioda jeden týden.

Metody vyhodnocení: Lze vyhodnocovat 10 minutové intervaly. Následující postupy jsou doporučené, zúčastněné strany se mohou dohodnout na odlišných:

- při vyhodnocování lze uvažovat počet nebo procento hodnot během intervalu, které přesáhly nejvyšší nebo nejnižší mezní hodnotu podle smlouvy
- *a/nebo* nejhorší naměřené hodnoty mohou být porovnány s *nejvyššími a/nebo nejnižšími* hodnotami ve smlouvě (může být zvolen rozdílný interval záznamu)
- *a/nebo* 95% (může být jiná hodnota) týdenních hodnot, vyjádřených ve voltech, může být porovnáno s *nejvyššími a/nebo nejnižšími* hodnotami ve smlouvě
- *a/nebo* hodnocení počtu po sobě jdoucích hodnot, které překročily *nejvyšší a/nebo nejnižší* hodnoty ve smlouvě.

6.2.3 Flickr

Interval měření : minimální vyhodnocovací perioda jeden týden.

Metody vyhodnocení: Lze vyhodnocovat 10 min. hodnoty (P_{st}) *a/nebo* 2 hod. hodnoty (P_{1t}).

Doporučené jsou následující postupy pro obě hodnoty, smluvní strany se mohou dohodnout na odlišných:

- při vyhodnocování lze uvažovat počet nebo procento hodnot během intervalu, které přesáhly mezní hodnotu podle smlouvy

- a/nebo 99% (nebo jiné procento) týdenních hodnot P_{st} , nebo 95% (nebo jiné procento) pravděpodobnosti týdenních hodnot P_{It} může být porovnáváno s hodnotami podle smlouvy.

6.2.4 Poklesy/zvýšení napájecího napětí

Interval měření: minimální interval 1 rok.

Metody vyhodnocení:

- zúčastněné strany by se měly dohodnout na stanovení referenčního napětí U_{ref} .

POZNÁMKA: Pro zákazníky nn je deklarované napětí obvykle stejné jako jmenovité napětí napájecího systému. Pro zákazníky připojené na napětíové hladiny, kde lze očekávat dlouhodobě velké napětíové změny (vn) je možno preferovat klouzavé referenční napětí. Pokud je použito klouzavé referenční napětí, měly by být zároveň stanoveny „klouzavé“ smluvní hodnoty.

Smluvní strany by se měly shodnout na:

- prahových hodnotách pro poklesy napětí a přepětí
- způsobu agregace fází
- způsobu agregace času
- způsobu agregace měřicích míst, (pokud je měřeno na více místech)
- prezentaci výsledků, jako jsou tabulky zbytkové napětí/trvání
- dalších metodách vyhodnocení, pokud přicházejí do úvahy.

6.2.5 Přerušení napájecího napětí

Minimální perioda měření 1 rok.

Vyhodnocovací metody: strany se mohou dohodnout na časových intervalech, které definují krátkodobé a dlouhodobé přerušení. Při vyhodnocení může být uvažován počet přerušení a celková doba „dlouhých“ přerušení v průběhu doby měření. Stranami může být dohodnut i jiný postup při vyhodnocování.

6.2.6 Nesymetrie napájecího napětí

Interval měření : minimálně 1 týden.

Metoda vyhodnocení: mohou být uvažovány 10 minutové a/nebo 2 hodinové hodnoty.

Pro vyhodnocení se navrhuje následující způsob, ale mezi stranami může být dohodnut jiný:

- může být počítán počet nebo procento hodnot, které během měření překročí dohodnuté meze
- a/nebo nejhorší naměřené hodnoty mohou být porovnávány s hodnotami ve smlouvě (měřicí interval může být v tomto případě odlišný, např. 1 rok)
- a/nebo jedna nebo více hodnot, 95% (nebo jiné procento) týdenních hodnot, vyjádřených v procentech může být porováno s hodnotami ve smlouvě.

6.2.7 Harmonické napětí

Interval měření: jeden týden pro 10 minutové intervaly a v případě intervalů 3 vteřiny denní vyhodnocování po dobu minimálně 1 týden.

Metody vyhodnocení: vyhodnocovány mohou být intervaly 3 vteřiny nebo 10 minut.

Smluvní hodnoty se mohou týkat jednotlivých harmonických nebo skupiny harmonických, nebo např. sudých či lichých harmonických podle dohody smluvních stran.

Následující metody jsou doporučeny, po dohodě mezi stranami mohou být použity jiné:

- může být počítán počet nebo procento hodnot, které během měření překročí dohodnuté meze
- *a/nebo* nejhorší naměřené hodnoty mohou být porovnávány s hodnotami ve smlouvě (měřicí interval může být v tomto případě odlišný, např. 1 rok)
- *a/nebo* jedna nebo více hodnot, 95% (nebo jiné procento) týdenních hodnot pro desetiminutové intervaly, *a/nebo* 95% (nebo jiné procento) denních hodnot pro 3vteřinové hodnoty, vyjádřených v procentech může být porovnáno s hodnotami ve smlouvě.

6.2.8 Meziharmonické napětí

Interval měření : minimálně 1 týden pro 10-minutové intervaly a denní vyhodnocení pro interval 3-vteřiny minimálně po dobu 1 týdne.

Metody vyhodnocení: vyhodnocovány mohou být intervaly 3 vteřiny nebo 10 minut.

Hodnoty se mohou týkat skupiny meziharmonických nebo jiné skupiny podle dohody ve smlouvě.

Následující metody jsou doporučeny pro všechny hodnoty, po dohodě mezi stranami mohou být použity jiné:

- může být počítán počet nebo procento hodnot, které během měření překročí dohodnuté meze
- *a/nebo* nejhorší naměřené hodnoty mohou být porovnávány s hodnotami ve smlouvě (měřicí interval může být v tomto případě odlišný, např. 1 rok)
- *a/nebo* jedna nebo více hodnot, 95% (nebo jiné procento) týdenních hodnot pro desetiminutové intervaly, *a/nebo* 95% (nebo jiné procento) denních hodnot pro 3vteřinové hodnoty, vyjádřených v procentech může být porovnáno s hodnotami ve smlouvě.

6.2.9 Signální napětí v napájecím napětí

Interval měření: minimálně denní vyhodnocení.

Metody vyhodnocení: smluvní hodnoty mohou být užity pro všechny hodnoty, po dohodě mezi stranami mohou být použity jiné.

- může být zjišťován počet nebo procento hodnot, které během měřicího intervalu překročí dohodnuté meze
- *a/nebo* nejhorší naměřené hodnoty mohou být porovnávány s hodnotami ve smlouvě. (měřicí interval může být v tomto případě odlišný, např. týden).

7 Postup hodnocení odchylek napájecího napětí po stížnosti na kvalitu napětí

Tento postup je určen pro stanovení překročení dovolených tolerancí napájecího napětí a jeho trvání ve vztahu k §8 Vyhlášky 540/2005 Sb. [6].

7.1 Měření v předávacím místě

Po stížnosti zákazníka na kvalitu napětí se jeho velikost a průběh měří v předávacím místě. Pro měření úrovně napětí v sítích nn a vn se použijí přednostně přístroje třídy S (přesnost při měření napětí do 1 %). Pro případné stanovení příčiny snížené kvality napětí a přiřazení průběhu napětí odběru zákazníka je vhodné, aby přístroj pro měření kvality měřil i proudy a výkony.

7.1.1 Trvání měření a hodnocení velikosti napájecího napětí

Trvání měření je minimálně jeden celý týden v pevných krocích po 10 minutách, tj. 1008 měřicích intervalů/týden. Doporučený začátek měření je 00:00.

Zaznamenávají se průměrné efektivní hodnoty napájecího napětí v měřicích intervalech 10 minut (ČSN EN 50160 – čl. 2.3 Odchyly napájecího napětí).

7.2 Vyhodnocení

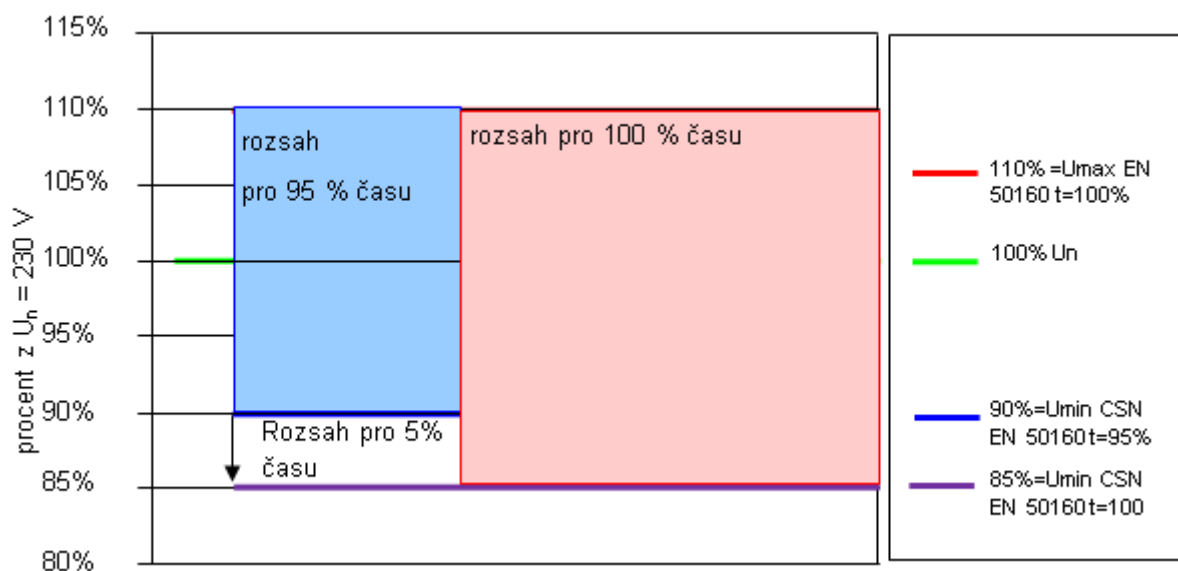
7.2.1 Jmenovité hodnoty a limity pro shodu s ČSN EN 50160 a PPLDS

Jmenovité hodnoty:

-v sítích nn - 230 V napětí fáze proti zemi

-v sítích vn a 110 kV - dohodnuté napájecí napětí (normálně jmenovité sdružené napětí).

Dovolené odchyly napájecího napětí nn (viz následující obrázek)



pro sítě nn:

- 1) +10/-10 % od jmenovité hodnoty (≥ 207 V; ≤ 253 V) u 95 % měřicích intervalů
- 2) +10/-15 % od jmenovité hodnoty ($\geq 195,5$ V; ≤ 253 V) pro 100 % měřicích intervalů

- 3) v sítích vn ± 10 % od jmenovité (dohodnuté) hodnoty u 99 % měřících intervalů
- 4) v sítích vn ± 15 % od jmenovité (dohodnuté) hodnoty u 100 % měřících intervalů.

7.2.2 Určení shody s ČSN EN 50160 a PPLDS

Pro určení shody s normou se pro napájecí napětí stanoví:

- N = 1008 počet 10-minutových vzorků při době pozorování jeden týden
- $N_{přízn}$ počet 10-minutových intervalů označených příznakem (intervaly s poklesy nebo zvýšením napětí mimo meze
- N1 počet platných – neoznačených 10-minutových intervalů s napětím nevyhovujícím čl. 4.2.2.2 pro síť nn, 5.2.2.2 pro síť vn normy [4].

Shoda s normou je dána pokud:

$$\frac{N1 + N_{přízn}}{N} \leq 5\%$$

při posuzování shody pro napětí v sítích nn,

$$\frac{N1 + N_{přízn}}{N} \leq 1\%$$

při posuzování shody napětí v sítích vn a 110 kV.

Pokud jsou tyto podmínky splněny, pak parametr velikosti a odchylky napájecího napětí je podle PPLDS Přílohy 3 dodržen.

POZNÁMKA: K jednotlivým intervalům, ve kterých bylo napájecí napětí mimo dovolené pásmo, je vhodné zaznamenávat i časový údaj a pokud je analyzátor vybaven i měřením výkonů, i příslušnou hodnotu el. práce.

8 Použitá literatura

- ČSN EN 61000-4-30 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie
- [2] ČSN 33 0122: Pokyn pro používání evropské normy EN 50160
 - [3] PNE 33 3430-7: Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě
 - [4] ČSN EN 50160 (33 0122): Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě
 - [5] Zákon 458/2000 o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)
 - [6] Vyhláška ERÚ č. 540/2005 o kvalitě dodávek napětí a souvisejících služeb v elektroenergetice
 - [7] ČSN EN 61000-2-2 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-2: Prostředí – Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích nízkého napětí
 - [8] ČSN IEC 61000-2-8 (33 3431) Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-8: Prostředí – Krátkodobé poklesy a krátká přerušení napětí ve veřejných napájecích sítích s výsledky statistického měření [9] ČSN EN 61000-2-12 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-12: Prostředí – Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály v rozvodných sítích vysokého napětí

- [10] IEC/TR3 61000-3-6: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 6: Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems - Basic EMC publication
- [11] IEC/TR3 61000-3-7: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems - Basic EMC publication
- [12] ČSN EN 61000-2-4 ed.2 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-4: Prostředí – Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením v průmyslových závodech
- [13] IEC 61000-4-2: Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test
- [14] IEC 61000-4-3: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test
- [15] IEC 61000-4-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test
- [16] IEC 61000-4-5: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test
- [17] ČSN EN 61000-4-7 ed.2 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-7: Zkušební a měřicí technika – Všeobecná směrnice o měření a měřicích přístrojích harmonických a meziharmonických pro rozvodné sítě a zařízení připojovaná do nich – Základní norma EMC
- [18] ČSN EN 61000-4-15 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4: Zkušební a měřicí technika – Oddíl 15: Měřič blikání – specifikace funkce a dimenzování
- [19] Pravidla provozování distribučních soustav Příloha3-Kvalita napětí v distribuční soustavě, způsoby jejího zjišťování a hodnocení, listopad 2011

9 Tabulky měřených a hodnocených parametrů

TAB.10.1 Měřené napěťové charakteristiky pro měřící místa vn

Veličina	Označení	Jednotka	Interval měření	Hodnota
Napětí	U_{L12}	V (kV)	10 min	x
	U_{L23}	V (kV)	10 min	x
	U_{L31}	V (kV)	10 min	x
Krátkodobý flickr	Pst_{L12}	-	10 min	x
	Pst_{L23}	-	10 min	x
	Pst_{L31}	-	10 min	x
Dlouhodobý flickr	Plt_{L12}	-	2 hodiny	x
	Plt_{L23}	-	2 hodiny	x
	Plt_{L31}	-	2 hodiny	x
Harmonické zkreslení napětí	$THDu_{L12}$	%	10 min	x
	$THDu_{L23}$	%	10 min	x
	$THDu_{L31}$	%	10 min	x
Harmonická napětí	$u_{h1L12}, u_{h1L23}, u_{h1L31}$	V	10 min	x
	$u_{h2L12}, u_{h2L23}, u_{h2L31}$	V		x
	$u_{h3L12}, u_{h3L23}, u_{h3L31}$	V		x
	V		x
	$u_{hnL12}, u_{hnL23}, u_{hnL31}$	V		x
Krátkodobé poklesy, převýšení a přerušení napětí	du_{L12}	V	$U_{rms(1/2)}$	
	du_{L23}	V	$U_{rms(1/2)}$	
	du_{L31}	V	$U_{rms(1/2)}$	

TAB.10.2 Měřené proudy a z nich odvozené veličiny pro měřicí místa vn⁴

Veličina	Označení	Jednotka	Interval měření	Hodnota
Proud	I_{L1}	A	10 min	x
	I_{L2}	A	10 min	x
	I_{L3}	A	10 min	x
Harmonické zesílení proudů	$THDi_{L1}$	%	10 min	x
	$THDi_{L2}$	%	10 min	x
	$THDi_{L3}$	%	10 min	x
Harmonické proudy	$i_{h1L1}, i_{h1L2}, i_{h1L3}$	A	10 min	x
	$i_{h2L1}, i_{h2L2}, i_{h2L3}$	A		x
	$i_{h3L1}, i_{h3L2}, i_{h3L3}$	A		x
	...	A		x
	$i_{hnL1}, i_{hnL2}, i_{hnL3}$	A		x
Činný výkon	P_{L1}	W (kW)	10 min	x
	P_{L2}	W (kW)	10 min	x
	P_{L3}	W (kW)	10 min	x
	P_{CELK}	W (kW)	10 min	x
Jalový výkon	Q_{L1}	VAr (kVAr)	10 min	x
	Q_{L2}	VAr (kVAr)	10 min	x
	Q_{L3}	VAr (kVAr)	10 min	x
	Q_{CELK}	VAr (kVAr)	10 min	x
Zdánlivý výkon	S_{L1}	VA (kVA)	10 min	x
	S_{L2}	VA (kVA)	10 min	x
	S_{L3}	VA (kVA)	10 min	x
	S_{CELK}	VA (kVA)	10 min	x
Power Factor	PF_{L1}	-	10 min	x
	PF_{L2}	-	10 min	x
	PF_{L3}	-	10 min	x
	PF_{CELK}	-	10 min	x
Účinnost	$\cos\varphi_{L1}$	-	10 min	x
	$\cos\varphi_{L2}$	-	10 min	x
	$\cos\varphi_{L3}$	-	10 min	x
	$\cos\varphi_{CELK}$	-	10 min	x

⁴ Měření proudů v odběrných místech sítí vn je doporučeno a to v případech, kde odběratel/zdroj může významně ovlivňovat kvalitu napětí.

TAB.10.3 Měřené veličiny pro napět'ové charakteristiky v sítích nn

Veličina	Označení	Jednotka	Interval měření	Hodnota
Napětí	U_{L1}	V	10 min	x
	U_{L2}	V	10 min	x
	U_{L3}	V	10 min	x
Krátkodobý flickr	Pst_{L1}	-	10 min	x
	Pst_{L2}	-	10 min	x
	Pst_{L3}	-	10 min	x
Dlouhodobý flickr	Plt_{L1}	-	2 hodiny	x
	Plt_{L2}	-	2 hodiny	x
	Plt_{L3}	-	2 hodiny	x
Harmonické zkreslení napětí	$THDu_{L1}$	%	10 min	x
	$THDu_{L2}$	%	10 min	x
	$THDu_{L3}$	%	10 min	x
Harmonická napětí	$u_{h1L1}, u_{h1L2}, u_{h1L3}$	V	10 min	x
	$u_{h2L1}, u_{h2L2}, u_{h2L3}$	V		x
	$u_{h3L1}, u_{h3L2}, u_{h3L3}$	V		x
	...	V		x
	$u_{hnL1}, u_{hnL2}, u_{hnL3}$	V		x
Krátkodobé poklesy, převýšení a přerušení napětí	du_{L1}	V	$U_{rms(1/2)}$	
	du_{L2}	V	$U_{rms(1/2)}$	
	du_{L3}	V	$U_{rms(1/2)}$	

TAB.10.4 Měřené proudy a z nich odvozené veličiny pro síť nn⁵

Veličina	Označení	Jednotka	Interval měření	Hodnota
Proud	I_{L1}	A	10 min	x
	I_{L2}	A	10 min	x
	I_{L3}	A	10 min	x
Harmonické zkresení proudu	$THDi_{L1}$	%	10 min	x
	$THDi_{L2}$	%	10 min	x
	$THDi_{L3}$	%	10 min	x
Harmonické proudy	$i_{h1L1}, i_{h1L2}, i_{h1L3}$	A	10 min	x
	$i_{h2L1}, i_{h2L2}, i_{h2L3}$	A		x
	$i_{h3L1}, i_{h3L2}, i_{h3L3}$	A		x
	...	A		x
	$i_{hnL1}, i_{hnL2}, i_{hnL3}$	A		x
Činný výkon	P_{L1}	W	10 min	x
	P_{L2}	W	10 min	x
	P_{L3}	W	10 min	x
	P_{CELK}	W	10 min	x
Jalový výkon	Q_{L1}	VAr	10 min	x
	Q_{L2}	VAr	10 min	x
	Q_{L3}	VAr	10 min	x
	Q_{CELK}	VAr	10 min	x
Zdánlivý výkon	S_{L1}	VA	10 min	x
	S_{L2}	VA	10 min	x
	S_{L3}	VA	10 min	x
	S_{CELK}	VA	10 min	x
Power Factor	PF_{L1}	-	10 min	x
	PF_{L2}	-	10 min	x
	PF_{L3}	-	10 min	x
	PF_{CELK}	-	10 min	x
Účinnost	$\cos\phi_{L1}$	-	10 min	x
	$\cos\phi_{L2}$	-	10 min	x
	$\cos\phi_{L3}$	-	10 min	x
	$\cos\phi_{CELK}$	-	10 min	x

⁵ Měření proudů v odběrných místech sítí nn je doporučeno a to v případech, kde odběratel/zdroj může významně ovlivňovat kvalitu napětí.

TAB.10.5 Vyhodnocení charakteristik napětí v sítích vn

Veličina	Označení	Jednotka	Interval měření	Statistická úroveň	Interval hodnocení	Normativní mez	Hodnota
Frekvence	f	Hz	10 s	min. 99,5%	1 rok	-1%	x
				max. 99,5%	1 rok	+1%	x
				min. 100%	1 rok	-6%	x
				max. 100%	1 rok	+4%	x
Napětí	U	kV	10 min	min. 95%	1 týden	-10%	x
				max. 95%	1 týden	+10%	x
Krátkodobý flickr	Pst	-	10 min	max. 95%	1 týden	-	-
Dlouhodobý flickr	Plt	-	2 hodiny	max. 95%	1 týden	1	x
Harmonické zkreslení napětí	THDu	%	10 min	max. 95%	1 týden	8%	x
Při THDu > 50% hodnoty dovolené pro dané měřicí místo, pak se archivují i velikosti harmonických překračujících 30% jejich dovolené hodnoty							
Harmonická napětí	u _{h2}	%	10 min	max. 95%	1 týden	2%	x>0,3*2%
	u _{h3}					5%	x>0,3*5%
	u _{h4}					1%	x>0,3*1%
	u _{h5}					6%	x>0,3*6%
	u _{h6}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h7}					5%	x>0,3*5%
	u _{h8}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h9}					1,5%	x>0,3*1,5%
	u _{h10}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h11}					3,5%	x>0,3*3,5%
	u _{h12}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h13}					3%	x>0,3*3%
	u _{h14}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h15}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h16}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h17}					2%	x>0,3*2%
	u _{h18}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h19}					1,5%	x>0,3*1,5%
	u _{h20}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h21}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h22}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h23}					1,5%	x>0,3*1,5%
	u _{h24}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h25}					1,5%	x>0,3*1,5%
	Napěťová nesymetrie					u _u	%
Krátkodobé poklesy napětí	du	V; s	U _{rms(1/2)}	-	1 rok	viz. 1	
Krátkodobá převýšení napětí	du	V; s	U _{rms(1/2)}	-	1 rok	viz. 3	
Porušení napájecího napětí		V; s	U _{rms(1/2)}	-	1 rok	viz. 2	

TAB.10.6 Vyhodnocení charakteristik napětí v sítích nn

Veličina	Označení	Jednotka	Interval měření	Statistická úroveň	Interval hodnocení	Normativní mez	Hodnota
Napětí	U	V	10 min	min. 95%	1 týden	-10%	x
				max. 95%	1 týden	+6%	x
				min. 100%	1 týden	-15%	x
				max. 100%	1 týden	+10%	x
Napětí (dlouhá vedení)	U	V	10 min	min. 100%	1 týden	-20%	x
				max. 100%	1 týden	+11%	x
Krátkodobý flickr	Pst	-	10 min	max. 95%	1 týden	-	-
Dlouhodobý flickr	Plt	-	2 hodiny	max. 95 %	1 týden	1	x
Harmonická napětí	u _h	%	10 min	max. 95%	1 týden	8%	x
Při THDu > 50% hodnoty dovolené pro dané měřicí místo, pak se archivují i velikosti harmonických překračujících 30% jejich dovolené hodnoty							
Harmonická napětí	u _{h2}	%	10 min	max. 95%	1 týden	2%	x>0,3*2%
	u _{h3}					5%	x>0,3*5%
	u _{h4}					1%	x>0,3*1%
	u _{h5}					6%	x>0,3*6%
	u _{h6}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h7}					5%	x>0,3*5%
	u _{h8}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h9}					1,5%	x>0,3*1,5%
	u _{h10}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h11}					3,5%	x>0,3*3,5%
	u _{h12}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h13}					3%	x>0,3*3%
	u _{h14}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h15}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h16}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h17}					2%	x>0,3*2%
	u _{h18}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h19}					1,5%	x>0,3*1,5%
	u _{h20}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h21}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h22}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h23}					1,5%	x>0,3*1,5%
	u _{h24}					0,5%	x>0,3*0,5%
	u _{h25}					1,5%	x>0,3*1,5%
	Napěťová nesymetrie					u _u	%
Krátkodobé poklesy napětí	du	V;s		-	1 rok	viz. 1	
Krátkodobá převýšení napětí	du	V;s		-	1 rok	viz. 3	
Prerušení napájecího napětí		V;s		-	1 rok	viz. 2	

1. V sítích nn nepředpokládáme dlouhodobá měření frekvence, která by umožnila jejich separátní hodnocení. Úroveň frekvence v případě potřeby bude doložena z měření v napájecí síti vn.