

Ochrana neživých částí při poruše rozvodných elektrických zařízení AC nad 1 000 V

-

Dotyková napětí u zařízení AC nad 1 000 V – postupy pro jejich stanovení v sítích vn

Co je považováno za neživou část

Za neživou část, kterou je nutno chránit proti nepřímému dotyku, je považována vodivá část elektrického zařízení, které se lze dotknout a která není při obvyklém užívání živá, **ale může se stát živou v případě poruchy zařízení.**

Jsou to neživé vodivé části **zařízení a přístrojů**, které mohou po poruše izolace nebo zásahem oblouku přijít do styku se živými částmi zařízení.

Technické normy pro provedení způsobů ochrany neživých částí elektrických zařízení AC nad 1 000 V

Současně platné:

PNE 33 0000-1 ed.5 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě.

Poznámka: ČSN 33 2000-4-41 - ochranu nad 1 000V neobsahují a neřeší!

Technické normy pro provedení ochrany nad AC 1000 V - související

- ČSN EN 50341-1
- ČSN EN 50341-3
- ČSN EN 50522
- ČSN EN 61936-1

- PNE 33 0000-2 ed. 4
- PNE 33 0000-4 ed. 3
- PNE 33 0000-8, PNE 33 0000-9
- PNE 33 3300-0
- PNE 33 3301 ed. 2.

Prostředky ochrany před úrazem elektrickým proudem u rozvodných elektrických zařízení

Nutno splnit některou z uvedených podmínek

- **Zamezit přístup** k živým i neživým částem při provozu zařízení s napětím vyšším než je **mezní hodnota bezpečného napětí**.
- **Omezit proud** protékající lidským tělem při dotyku s neživými částmi elektrických zařízení na úroveň, která není nebezpečná (pro praxi vycházíme z dotykových napětí).
- **Omezit dobu** po kterou při dotyku s neživými částmi elektrických zařízení protéká proud lidským tělem.

Metody - způsoby spojení uzlu zdroje se zemí v sítích AC nad 1 000 V

Výběr způsobu uzemnění uzlu zdroje je prováděn z hlediska řady kritérií z nichž nelze pominout dotyková a kroková napětí, související návrh uzemňovací soustavy i detekci poruchových míst.

Jako příklady metod uzemnění uzlu lze uvést:

- **izolovaný uzel;**
- **kompenzovaný uzel** (pomocí zhášecí tlumivky, případně s krátkodobým přizemněním pro detekci poruchy neb pro vypínání);
- **účinné uzemnění uzlu** (přímé uzemnění uzlu neb nízkoohmové uzemnění uzlu);
- **vysoko odporové uzemnění uzlu** (pro účely signalizace, měření nebo ochrany).

Způsoby ochrany neživých částí elektrických rozvodných zařízení nad AC 1 000 V

- **zemněním** v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) – **sítě IT** (kompenzovaná síť pomocí tlumivky);
- **zemněním** s rychlým vypnutím v sítích s přímo uzemněným středem (uzlem) – **sítě TT(r)** – síť s přímo nebo s nízko impedančním uzemněním středu;
- **zemněním** s rychlým vypnutím v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) – **sítě IT(r)** – síť se středem uzemněným přes odpor vhodné velikosti zajišťující činnost ochran);
- **pospojováním** (k uvedení na stejný potenciál);
- **izolací** (pro případy, kdy se části zařízení musí uchopit rukou);
- **zábranou** (pro zabránění přístupu).

Stupně ochran neživých částí rozvodných elektrických zařízení – nad AC 1 000 V

normální (dříve základní) + doplněná (dříve zvýšená)

- Zemněním v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) – síť IT
+ pospojováním (k uvedení na stejný potenciál).
- Zemněním s rychlým vypnutím v sítích s přímo uzemněným středem (uzlem) – síť TT(r)
+ pospojováním (k uvedení na stejný potenciál).
- Zemněním s rychlým vypnutím v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) – síť IT(r)
+ pospojováním (k uvedení na stejný potenciál).

Revizní úkony pro ověření ochranných částí rozvodných elektrických zařízení – nad AC 1 000 V

- Základní úkony prohlídky, zkoušení a měření pro posouzení jednotlivých druhů ochranných zařízení stanovuje **PNE 33 0000- 3** - zejména formou odkazů na příslušné technické normy a jejich články.
- **Posouzení splnění přípustné hodnoty dovoleného dotykového napětí na lidském těle s omezenou dobou trvání U_{Tp} , neb předpokládaného dovoleného dotykového napětí U_{vTp} pro jednotlivá zařízení dle požadavků PNE 33 0000-1 je nezbytným revizním úkonem.**

Stanovení dovolených dotykových napětí u zařízení vysokého napětí

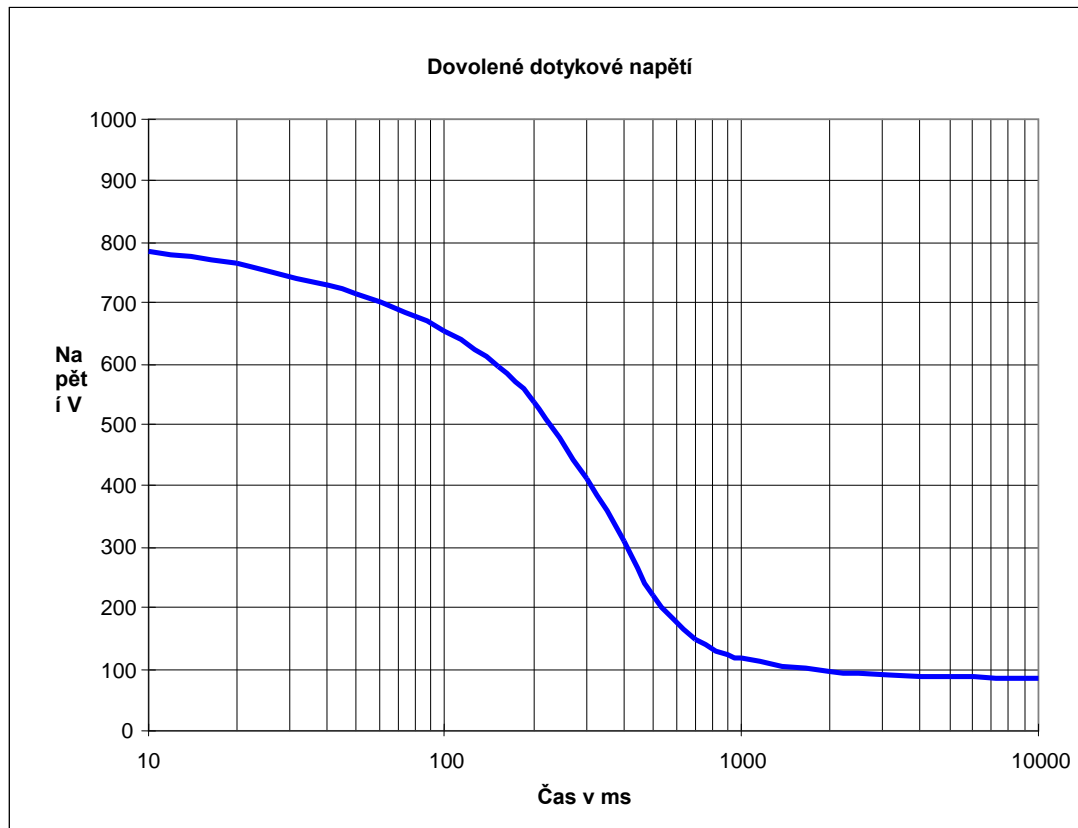
Pro výpočet dovolených hodnot dotykových napětí se vychází z následujících předpokladů (podkladem je IEC/TS 60479-1.2005 Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo – Část 1: Obecná hlediska):

- dráha proudu tělem z jedné ruky do nohy;
- 50% i méně populace - pravděpodobná impedance těla;
- 5% i méně - pravděpodobná srdeční fibrilace lidí zasažených elektrickým proudem;
- žádný přídatný odpor (rezistance).

Uvedené předpoklady vytváří křivku dotykových napětí s odhadovaným rizikem vycházejícím ze zkušeností, poznatků a školení obsluhy, nákladů na zařízení, tj. rizikem , jež je přijatelné v případě zemní poruchy v zařízení vn.

Dovolené dotykové napětí

Graf udává závislost dotykového napětí U_{Tp} na době trvání poruchy t_F .
Po dobu $\gg 10$ s lze použít velikost dovoleného dotykového napětí $U_{Tp} = 75$ V (viz dále)



Dotyková napětí – pojmy a definice

- **Skutečné dotykové napětí (U_T)** – napětí mezi vodivými částmi, kterých se člověk nebo zvíře dotýká

Poznámka: Velikost skutečného dotykového napětí může významně ovlivnit impedance lidského těla nebo zvířete při elektrickém dotyku s těmito vodivými částmi – impedance lidského těla se snižuje s nárůstem dotykového napětí.

- **Předpokládané dotykové napětí (zdrojové napětí pro dotyk) U_{VT}** – napětí, které se objeví v průběhu zemního spojení mezi vodivými částmi a zemí, když se těchto částí nikdo nedotýká (zdrojové napětí)

Dotyková napětí – pojmy a definice

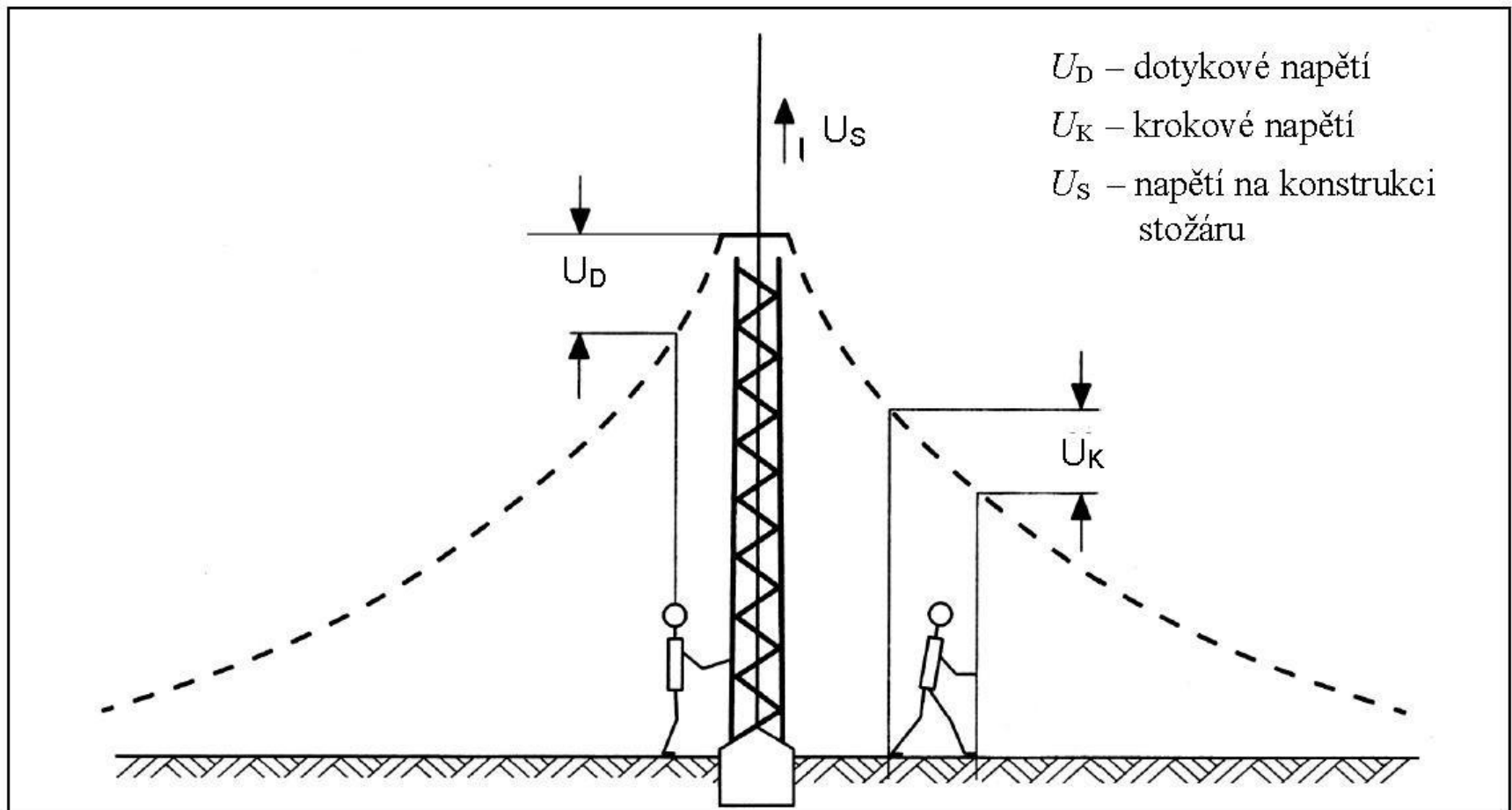
- **Dovolené dotykové napětí (U_{Tp})** – napětí na lidském těle s omezenou dobou trvání průtoku proudu; napětí, které se připouští na lidském těle s dobou trvání poruchy, jež zaručuje bezpečnost osoby

Poznámka: Na lidském těle – pro proudovou dráhu jedna holá ruka - obě bosé nohy paralelně je dovolené dotykové napětí U_{Tp} 75 V. Trvání poruchy t_F se předpokládá $\gg 10$ s.

- **Předpokládané dovolené dotykové napětí (U_{vTp})** – rozdíl napětí, působící jako napětí zdroje v obvodu dotyku s omezenou hodnotou, která zaručuje bezpečnost osoby při užití známých přídavných odporů (např. boty, izolační materiál stanoviště – tj. odporů na kterých osoba stojí)

Poznámka: Pokud se neuvažují přídavné odpory je U_{vTp} rovno U_{Tp}

Znázornění dotykového a krokového napětí v závislosti na potenciálu země



Krokové napětí

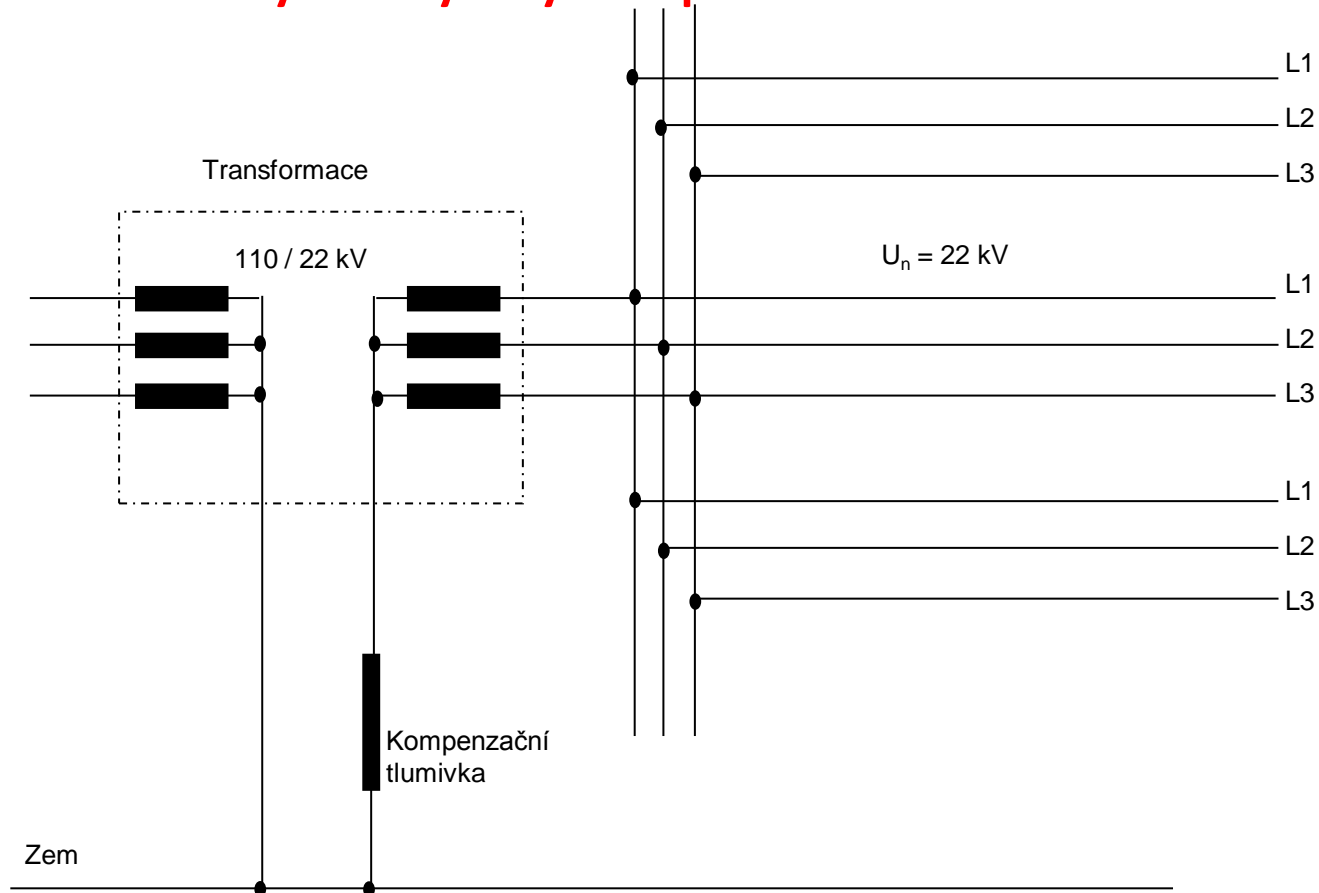
- napětí mezi dvěma body zemského povrchu vzdálenými od sebe 1 m, které je považováno za délku kroku člověka

Pro kroková napětí normy ČSN EN 50341-1, ČSN EN 50522 a ČSN EN 61936 -1 **dovolené hodnoty nestanovují**

Dovolené hodnoty krokových napětí jsou vyšší než povolená dotyková napětí – proto pokud konkrétní uzemňovací soustava splňuje požadavky na dotyková napětí lze předpokládat, že se obecně nevyskytnou žádná nebezpečná kroková napětí.

Distribuční síť VN typu IT - kompenzovaná *Ochrana při poruše je zajištěna zemněním, doba trvání poruchy (zemního spojení) t_F se předpokládá $\gg 10$ s (řádově až hodiny).*

Stanovení dovolených dotykových napětí



Dotyková napětí bez uvažování přidavných odporů (rezistancí)

- **Na lidském těle** (pro proudovou dráhu – jedna holá ruka, lidské tělo, obě bosé nohy paralelně) **je dovolené dotykové napětí 75 V** (nejvyšší dovolená hodnota při frekvenci 50 Hz).
- **Celková impedance lidského těla Z_T v závislosti na dotykovém napětí $U_T = 75V$** (pro proudovou dráhu ruka-ruka nebo ruka-noha) **je 2 000 Ω** (tab. B.2 – ČSN EN 50522) **Pro proudovou dráhu holá ruka-obě bosé nohy paralelně je nutno použít korekční činitel 0,75** ($2\ 000 \times 0,75 = 1\ 500$).
- **Impedance lidského těla pro proudovou dráhu holá ruka-obě bosé nohy paralelně $Z_T = 1\ 500\ \Omega$.**

Dotyková napětí bez uvažování přídatných odporů (rezistancí)

- Z dotykového napětí $U_T = 75 \text{ V}$ a impedance lidského těla $Z_T = 1\,500 \, \Omega$ (pro proudovou dráhu jedna holá ruka – obě bosé nohy paralelně) lze určit proud protékající lidským tělem I_B .

$$I_B = U_T / Z_T = 75 \text{ V} / 1\,500 \, \Omega = 0,050 \text{ A} = 50 \text{ mA}$$

Podle tab. B.1 – ČSN EN 50522 může tento proud protékat lidským tělem po dobu $t_F \gg 10 \text{ s}$ (doba trvání poruchy t_F je mnohem větší jak 10 s).

- **Dovolené dotykové napětí na lidském těle $U_{Tp} = 75 \text{ V}$ (jedna holá ruka-obě bosé nohy paralelně) nesmí být překročeno!**

Dovolený proud tělem I_B v závislost na trvání poruchy t_F

(tab. B.1 – ČSN

EN 50522)

IEC/TS 60479-1:2005 – obr.20 Zóny vlivů v závislosti na velikosti proudu a době působení – křivka C_2 , zóna AC-4.1 – pravděpodobnost srdeční fibrilace do 5% lidí zasažených elektrickým proudem

Trvání poruchy (s)	Proud tělem (mA)
0,1	750
0,2	600
0,5	200
1,0	80
2,0	60
5,0	51
10,0	50

Dotyková napětí při uvažování přídavných odporů (rezistancí)

- **Předpokládané dovolené dotykové napětí U_{vTp}
v obvodu lidské tělo + přídavné odpory R_{F1} a R_{F2}**

K dovolenému dotykovému napětí na lidském těle U_{Tp} lze přičíst úbytek napětí na odpor bot a úbytek napětí na odpor přechodu mezi podrážkou bot a zemí, které vznikají průtokem proudu I_B vyvolaný napětím U_{vTp} .

- **Pro výpočty U_{vTp} použité hodnoty:**

$U_{Tp} = 75 \text{ V}$ (napětí na lidském těle – nesmí být překročeno)

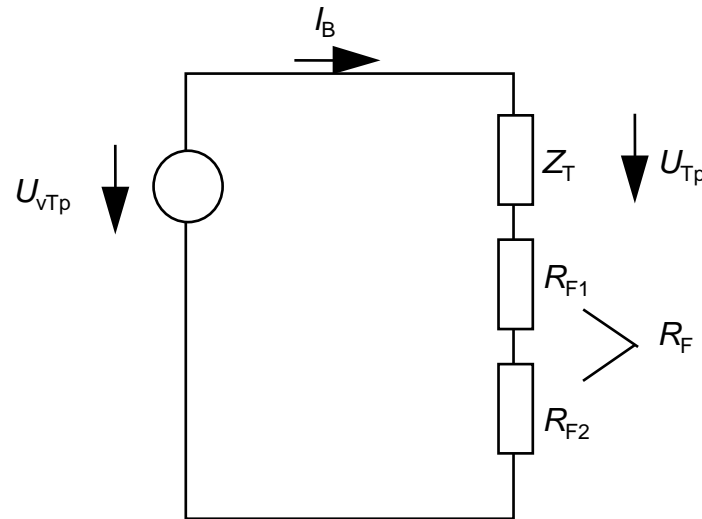
$Z_T = 1\,500 \, \Omega$ (impedance lidského těla – holá ruka-obě bosé nohy)

$R_{F1} = 1\,000 \, \Omega$ (odpor obuvi – odpovídá průměrné hodnotě pro staré a vlhké boty)

R_{F2} - odpor mezi podrážkou bot a zemí – viz dále

Dotyková napětí při uvažování přidavných odporů (rezistancí)

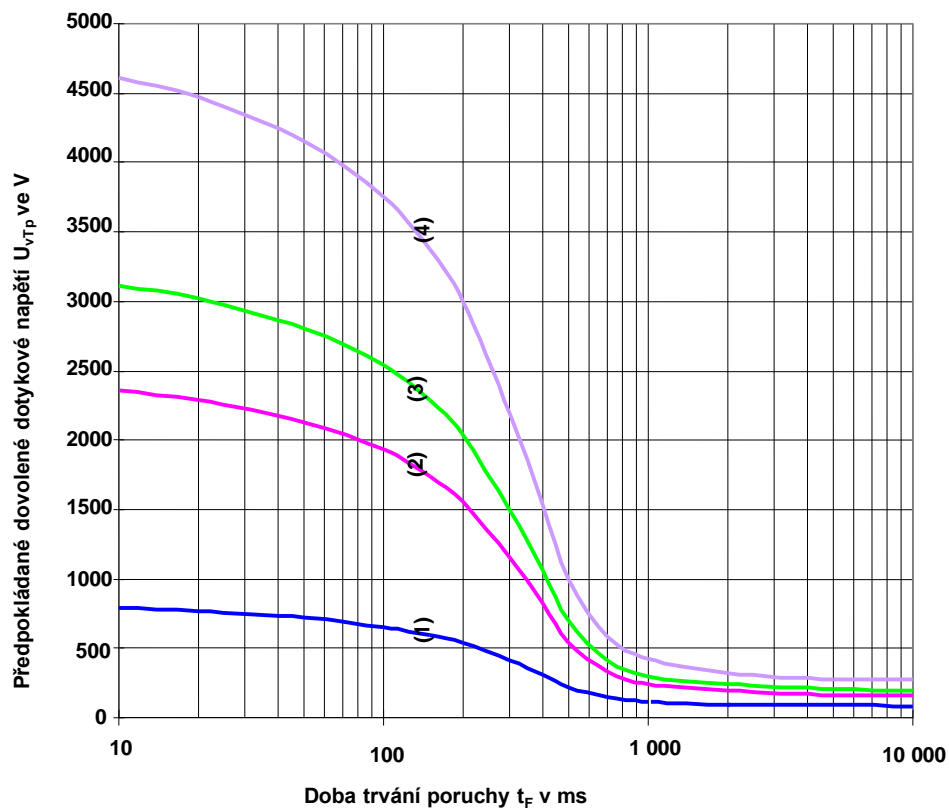
Obvod dotyku - impedance lidského těla Z_T , odpor bot R_{F1} a odpor přechodu mezi podrážkami bot a zemí R_{F2} jsou zapojené v sérii a připojené na napětí U_{vTp} jehož vlivem vzniká v obvodu proud I_B .



Dotyková napětí v různých místech z hlediska působení přídavných odporů

(křivky ukazují působení progresivně rostoucích přídavných odporů)

Křivka (1) – nejsou uvažovány žádné přídavné odpory



Dotyková napětí v různých místech

z

hlediska působení přidavných odporů

- Křivka (1) $R_F = 0 \Omega$ (bez doplňkových odporů $R_{F1} = 0$, $\rho_E < 100 \Omega \cdot m$)
- Křivka (2) $R_F = 1\,750 \Omega$, $R_{F1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 500 \Omega \cdot m$
- Křivka (3) $R_F = 2\,500 \Omega$, $R_{F1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 1\,000 \Omega \cdot m$
- Křivka (4) $R_F = 4\,000 \Omega$, $R_{F1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 2\,000 \Omega \cdot m$

Popis typických míst, odpovídajících výše uvedeným příkladům a křivkám (2) až (4) se stal podkladem pro stanovení hodnot **předpokládaných dovolených dotykových napětí** U_{vTp} pro zařízení vn.

$$U_{vTp} = U_{Tp} \times \{ 1 + [(R_{F1} + R_{F2}) / Z_T] \}$$

R_F = celkový doplňkový odpor
obuvi (1000Ω)
mezi podrážkou a zemí - viz dále
povrchové vrstvě

R_{F1} = odpor
 R_{F2} = odpor přechodu
 ρ_E = rezistivita půdy v

Zjišťování měrného odporu (rezistivity) půdy v povrchové vrstvě na základě změřeného přídavného odporu přechodu bot a zemí R_{F2}

- Měření přídavného odporu přechodu mezi podrážkou bot a zemí R_{F2} a výpočet rezistivity půdy (měrného odporu) v povrchové vrstvě ρ_E .
Pro měření R_{F2} použít vhodnou kovovou desku o ploše podrážek obou bot, deska se položí na místo kde je třeba změřit odpor R_{F2} , podloží se mokrou látkou a zatíží se vahou člověka. Pak se změří zemní odpor desky – běžnou metodou měření zemního odporu zemniče.

$\rho_E = R_{F2} / k$ $k = 1,5 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ - koeficient, kdy deska určená pro měření R_{F2} má plochu podrážek obou bot a je zatížena vahou člověka.

$$R_{F2} = \rho_E \times k$$

- Měření rezistivity půdy metodou Wennerovou (uspořádáním elektrod $a = 0,5 \text{ m}$)

Dotyková napětí z hlediska působení doplňkových odporů

Předpokládaná dovolená dotyková napětí U_{vTp} v obvodu „lidské tělo +
přídavné odpory R_{F1} (1000 Ω) a R_{F2} “ vypočítaná dle rezistivity půdy v
povrchové vrstvě pro dráhu proudu „jedna holá ruka – obě nohy paralelně
(obuty)“

Křivka grafu	Předpokládané dovolené dotykové napětí U_{vTp} (V)	Rezistivita půdy v povrchové vrstvě ρ_E (Ωm)	Celkový doplňkový odpor – (Ω) $R_F = R_{F1} + R_{F2}$
(2)	160 V	500 Ωm $R_{F2} = 750 \Omega$	1750 Ω
(3)	190 V	1000 Ωm $R_{F2} = 1500 \Omega$	2500 Ω
(4)	270 V	2000 Ωm $R_{F2} = 3000 \Omega$	4000 Ω
	340 V	3000 Ωm $R_{F2} = 4500 \Omega$	5500 Ω
	420 V	4000 Ωm $R_{F2} = 6000 \Omega$	7000 Ω

Předpokládaná dovolená dotyková napětí U_{vTp}

Vypočítané předpokládané dovolené dotykové napětí U_{vTp} má hodnotu, **zaručující bezpečnost osoby, při použití přídatných odporů R_{F1} (odpor obuvi) a R_{F2} (odpor přechodu mezi podrážkou obuvi a zemí v závislosti na rezistivitě půdy v povrchové vrstvě daného prostoru).**

Ovšem za předpokladu, **že odpor uzemnění R_E daného zařízení nepřekračuje dovolenou hodnotu odvozenou od předpokládaného dovoleného dotykového napětí.**

$$R_E \leq k \cdot U_{vTp} / I_E$$

I_E = zemní proud

K = součinitel tvaru zemniče (1,5 - 2 - 3 - 5)

Zařízení distribučních sítí VN z hlediska dovolených dotykových napětí U_{Tp} a U_{vTp}

1. Druhy zařízení VN s dovoleným dotykovým napětím 75 V

Patří sem distribuční transformovny vn/nn se společným uzemněním vn a nn. Dále pak venkovní vedení vn v místech jako jsou hřiště, plavecké bazény, kempy, rekreační plochy a podobná místa, kde se mohou pohybovat lidé **s bosýma nohama**. Nelze
uvažovat s žádnými přídatnými odpory.

2. Druhy zařízení VN s předpokládaným dovoleným dotykovým napětím 150 V

Patří sem elektrické stanice vn (mimo distribuční stanice vn/nn). Dále venkovní vedení vn ve městech a obcích, kde lze rozumně předpokládat, že **lidé jsou obuti**. Pro
tato zařízení a oblasti kde jsou umístěny lze počítat s přídatnými odpory $R_{F1} = 1000 \Omega$ a R_{F2} (uvažovaná rezistivita půdy $\rho_E = 500 \Omega \cdot m$).

Zařízení distribučních sítí VN z hlediska dovolených dotykových napětí U_{Tp} a U_{vTp}

3. Zařízení VN v místech odlehlých, pro která je nutno předpokládané dovolené dotykové napětí vypočítat dle rezistivity půdy v povrchové vrstvě

Patří sem zejména venkovní vedení v místech odlehlých. Lze rozumně předpokládat, že v těchto oblastech **jsou lidé obuti**.

Pro zařízení umístěná v těchto oblastech není předpokládané dovolené dotykové napětí jednoznačně stanoveno – nutno jej vypočítat.

Počítá se s přidavnými odpory $R_{F1} = 1000 \Omega$ a R_{F2} . Uvažuje se s rezistivitou půdy v povrchové vrstvě získanou měřením, odborným posouzením apod. Lze předpokládat rezistivitu půdy v povrchové vrstvě $\rho_E \gg 500 \Omega \cdot m$.

Odlehlá místa ve smyslu ČSN EN 50341-3 a ČSN EN 50423-3

Odlehlými místy - okolí podpěrných bodů kde se lidé vyskytují zřídka se rozumí:

- a) místa v nezastavěných prostorách (např. pole) ve vzdálenosti větší než 10 m od okraje komunikací třídy I až III;
- b) místa dále než 50 m od soustředěné občanské a bytové zástavby;
- c) místa dále než 25 m od jednotlivých osamělých budov a továrních objektů mimo soustředěnou zástavbu;
- d) místa dále než 50 m od okraje volných rekreačních a sportovních ploch mimo soustředěnou zástavbu (např. areálu zdraví, jednoduchých hřišť, parkových ploch ap.);
- e) polní a lesní cesty.

Opatření v sítích s kompenzací zemních kapacitních proudů – síť IT

V sítích, **kde není zajištěno rychlé automatické vypínání poruchy** a kde dotyková napětí jsou vyšší než povolené hodnoty, má být přijato některé z uvedených opatření pro zajištění, že výskyt déle trvajících zemních spojení na podpěrném bodu **je nepravděpodobný** nebo **že jeho trvání je omezeno na krátkou dobu**:

- použití tyčových izolátorů nebo izolátorů s pevným jádrem (neprůrazných);
- použití izolátorů u kterých je možno stav izolace vizuálně kontrolovat;
- použití zařízení pro detekci zemního spojení a odpojení vedení v případě zemního spojení.

Elektrické stanice

Dovolené dotykové napětí U_{Tp} , U_{vTp}

(pro

kroková napětí nejsou stanoveny dovolené hodnoty – předpoklad dodržení hodnot dovolených dotykových napětí)

Doba trvání poruchy	s	$t_F \geq 5$	$t_F < 5$
a) Rozvodná zařízení dodavatele elektřiny, se kterými mohou přijít do styku laici a pracovníci seznámení včetně distribučních transformoven vn/nn se společným uzemněním vn a nn			viz obr. 1 a 2 PNE a Příloha B ČSN EN 50522
Dovolené dotykové napětí U_{Tp}	V	75	
b) Zařízení elektrických stanic vn, vvn, zvn v prostorách vnitřních i venkovních mimo distribuční transformovny vn/nn			viz Příloha B ČSN EN 50522 obr.B.2
Dovolené dotykové napětí U_{vTp}	V	150	

Venkovní vedení vn

Dovolené dotykové napětí U_{Tp} , U_{vTp}

(pro kroková

napětí nejsou stanoveny dovolené hodnoty – předpoklad dodržení hodnot
dovolených dotykových napětí)

Doba trvání poruchy	s	$t_F \geq 1$	$t_F < 1$
a) Venkovní vedení v místech jako jsou hřiště, plavecké bazény, kempy, rekreační plochy a podobná místa, kde se mohou shromažďovat lidé s bosýma nohama		75	viz obr. 1 PNE a ČSN EN 50341-1 čl. 6.2.4.3, obr.6.2 (křivka U_{D1}), tab.G8
Dovolené dotykové napětí U_{Tp}	V		
b) Venkovní vedení ve městech, obcích, v místech zastavěných nedaleko měst a obcí – místa kde lze rozumně předpokládat, že lidé jsou obuti		150	viz obr. 4 PNE a ČSN EN 50341-1 čl. 6.2.4.3, obr.6.2 (křivka U_{D2})
Dovolené dotykové napětí U_{vTp}	V		
c) Venkovní vedení v místech odlehlých (místa odlehlá – viz dále) a místech, která nejsou volně přístupná		viz čl. 5.4.2.5.3 PNE a ČSN EN 50341-1 čl. 6.2.4.2	viz čl. 5.4.2.5.3 PNE a ČSN EN 50341-1 čl. 6.2.4.2
Dovolené dotykové napětí U_{vTp} (nutno vypočítat !)	V		

Venkovní vedení vvn, zvn
Dovolené dotykové napětí U_{Tp} , U_{vTp}

Návrh uzemňovací soustavy s ohledem na dovolené dotykové napětí se řeší dle

- ČSN EN 50341-1 + Změna A1
- ČSN EN 50341-3, změna Z2
- PNE 33 3300 -0.

V případech, kdy hodnoty dotykových napětí jsou vyšší než hodnoty dovolených dotykových napětí i po provedených opatřeních ke snížení dotykových napětí **je účelné provést kontrolu krokových napětí.**

Příklady výpočtů uzemňovacích soustav – viz PNE 33 0000-4

Měření dotykových napětí

(měřící metody viz PNE 33 0000-1, čl. 6.3.5)

Měření dotykových napětí se požaduje:

- v elektrických stanicích s napětím 110 kV a vyšším (vvn, zvn);
- v průmyslových závodech, na jejichž území je vybudována elektrická stanice s napětím 110 kV a vyšším (vvn, zvn);
- v ostatních elektrických zařízeních vvn (zvn) pokud jsou tam předepsány hodnoty dotykových napětí a nelze je prokázat jiným způsobem – např. výpočtem;
- v případech doporučených PNE 33 0000-1(např. u venkovních vedení vn, kde nelze dodržet hodnoty uzemnění) .

Opatření pro dodržení dovolených dotykových napětí

- Zpracovaný návrh uzemňovací soustavy vycházející ze zásad norem ČSN EN 50522, ČSN EN 50341-1, ČSN EN 61936-1 a **zásad zpracovaných v PNE 33 0000-1**
- **Kontrola provedených uzemnění na místě realizace a dokumentace uzemňovacích soustav** Společné
uzemnění pro elektrické vn a nn v distribuční stanici R_B :
 $R_B \leq U_{Tp} / I_E$ (dovolené dotykové napětí / zemní proud na straně vn)
- **Pravidelná údržba uzemňovacích soustav v rámci Řádu preventivní údržby**

Případy, kdy lze od kontroly velikosti dotykových napětí upustit – venkovní vedení vn, vvn, zvn

Předpoklad – rychlé automatické vypínání poruchy od zdroje - hlavní ochranou v čase do 1 s, záložní ochranou do 5 s a splnění opatření:

- **místa často navštěvovaná lidmi** – povrch terénu v okolí podpěrného bodu je izolován trvanlivou izolační vrstvou do vzdálenosti 1,5 m od kovové konstrukce, zemniče nesmějí přesahovat okraj této vrstvy. Nebo je-li provedeno ohrazení podpěrného bodu nevodivým plotem;
- **místa odlehlá, která nejsou často navštěvována lidmi** – nezasahují-li uložené zemniče do vzdálenosti větší jak 15 m od přístupných částí podpěrného bodu;
- **u venkovních vedení vn** – za rovnocenné opatření se považuje zřízení ekvipotenciálních kruhů, **řízení potenciálu okolo stožáru**

Případy, kdy lze od kontroly velikosti dotykových napětí upustit – kdy se vznik nebezpečných dotykových napětí nepředpokládá

U elektrických zařízení v oblastech se souvislou zástavbou napájených z kabelové sítě vn kabely s vodivými, oboustranně uzemněnými plášti o celkové délce nad 1 km a s maximálním proudem zemního spojení nebo jednofázového zkratu do 1500 A (celková uzemňovací soustava).

Poznámka:

ČSN 33 2000-5-54: „U společné uzemňovací soustavy větší než 10 000 m² tvořené vzájemně propojenými náhodnými i strojenými zemniči se zemní odpor neměří.

V případech, kdy lze od kontroly velikosti dotykových napětí upustit nelze však pominout - zejména u venkovních vedení vn, vvn, zvn - požadavky na uzemňování pro ochranu před účinky blesku – viz ČSN EN 50341-3 (33 3300), Změna Z2 a ČSN EN 50423-3 (33 3301), PNE 33 0000-8, PNE 33 0000-9.

Stupně ochrany neživých částí podle způsobu uchopení rukou a členění prostorů

Volba stupně ochran

Prostory	Napětí	Stupeň ochrany	
		Části zařízení se nemusí uchopit rukou	Části zařízení se musí uchopit rukou
Normální i nebezpečné	do 1000V AC	normální (základní)	Požaduje se zhotovení z izolantu pokud PNE 33 0000-1 nestanoví jinak.
Zvlášť nebezpečné	do 1000V AC	doplňená (zvýšená)	
Normální i nebezpečné	nad 1000V AC	normální (základní)	
Zvlášť nebezpečné	nad 1000V AC	doplňená (zvýšená)	

Základní stanovení prostor pro různé druhy rozvodných zařízení z hlediska působení vnějších vlivů

- **PNE 33 0000-2** Stanovení základních charakteristik vnějších vlivů působících na rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy (platnost od 1.1.2010)
- PŘÍLOHA 2 Vyhodnocení vnějších vlivů na rozvodná zařízení a zařízení pomocných provozů umístěných ve vnitřních prostorech.
- PŘÍLOHA 3 Vyhodnocení vnějších vlivů na rozvodná zařízení umístěná ve venkovním prostoru a prostorech pod přístřeškem

Děkuji za pozornost

Webová adresa pro získání norem PNE

Webová stránka ČSRES:

<http://www.csres.cz/CZ/podnikove-normy>

Nebo z webové stránky ČENESu:

<http://www.csvts.cz/cenes/>

Normy PNE jsou k dispozici ke stažení zdarma.