

Příloha č. 6 – Předběžné vyhodnocení podkladů – doplnění**AD 5. Kontrola uzemňovací soustavy podle ČSN EN 50341-1 ed. 2, obr. 6.2 na str. 105****K bodu 5 v příloze č. 5 doplňuji výpočet vzdálenosti, do které je NPT při poruše nebezpečné**

Pokud budeme uvažovat výše vypočítaný minimální odpor uzemňovací soustavy $R_E = 42 \Omega$ stanovený výše v bodě 3 přílohy č. 5, vyjde konečný proud do země:

$$I_E = (12,4 \text{ kA}) \cdot \frac{61,9 \Omega}{61,9 \Omega + 42 \Omega} = 7,39 \text{ kA}$$

a následně tedy lze vypočítat vzrůst potenciálu země U_E v místě stožáru NPT z Ohmova zákona jako:

$$U_E = R_E \cdot I_E = (42 \Omega) \cdot (7,39 \text{ kA}) = \mathbf{310,39 \text{ kV}}$$

Toto napětí je však omezeno maximálním fázovým napětím, které je **242,49 kV**.

Toto je vždy více než $2U_D$, podle diagramu se tedy nalézáme v bodě (6) a je nutné spočítat nebo změřit dotykové napětí U_T . Dotykové napětí U_T u příhradových stožárů vychází podle zkušeností oznamovatele řádově asi 10% U_E .

$$U_T = U_E \cdot 0,1 = (242\,490 \text{ V}) \cdot 0,1 = \mathbf{24\,249 \text{ V}}$$

Maximální povolená hodnota $U_{D2} = 250 \text{ V}$ bude tedy podle názoru oznamovatele překročena více než 97x.

Oznamovatel uvádí, že si na základě svých dlouholetých zkušeností nedovede představit, že by uzemňovací soustava s $U_E = 242,49 \text{ kV}$ vyšla jako bezpečná bez značných dodatečných opatření, která ale v tomto případě zjevně nebyla provedena.

NPT tedy podle názoru oznamovatele nesplňuje požadavky technických norem na elektrickou bezpečnost, a to bez ohledu na následující body této přílohy. Autoři projektu NPT a jeho realizátoři tímto podle názoru oznamovatele porušili energetický zákon a způsobili obecné ohrožení, a učinili tak vědomě po předchozích varováních (viz přílohy č. 1 a 2) a následné reakci ze strany podnikových norem (příloha č. 3), jejichž mnohá doporučení zcela ignorovali.

Jelikož vedení nesplňuje požadavky na dotyková napětí, je dále nutné počítat nebo měřit kroková napětí a zavlčené potenciály v okolí vedení.

Pokud provedeme zjednodušený výpočet podle vzorců uvedených v příloze č. 1, část 5, vyjde poloměr ekvivalentní polokoule r_E :

$$r_E = \frac{\rho_E}{2\pi R_E} = \frac{200 \Omega \text{ m}}{2\pi \cdot (42 \Omega)} = 0,758 \text{ m}$$

z toho pak vychází zvýšení potenciálu země $U_E = U_{D2} = 250 \text{ V}$ ještě ve vzdálenosti řádově:

$$r_{250} = r_E \cdot \frac{U_E}{250 \text{ V}} = (0,758 \text{ m}) \cdot \frac{242\,490 \text{ V}}{250 \text{ V}} = \mathbf{735 \text{ m}}$$

od stožárů NPT, a obdobně $U_E = U_{D1} = 100 \text{ V}$ ještě ve vzdálenosti $r_{100} = \mathbf{1\,838 \text{ m}}$ od trasy NPT.

6. Kroková, dotyková a zavlčená napětí u opravovaného vedení

Pomocí stejné metody jako v předchozím bodě lze odhadnout, že ještě ve vzdálenosti $r = 20 \text{ m}$ od NPT bude krokové napětí U_S řádově:

$$U_S(r) = U_E r_E \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+(1 \text{ m})} \right) = (242,5 \text{ kV}) \cdot (0,758 \text{ m}) \cdot \left(\frac{1}{20 \text{ m}} - \frac{1}{21 \text{ m}} \right) = 440 \text{ V}$$

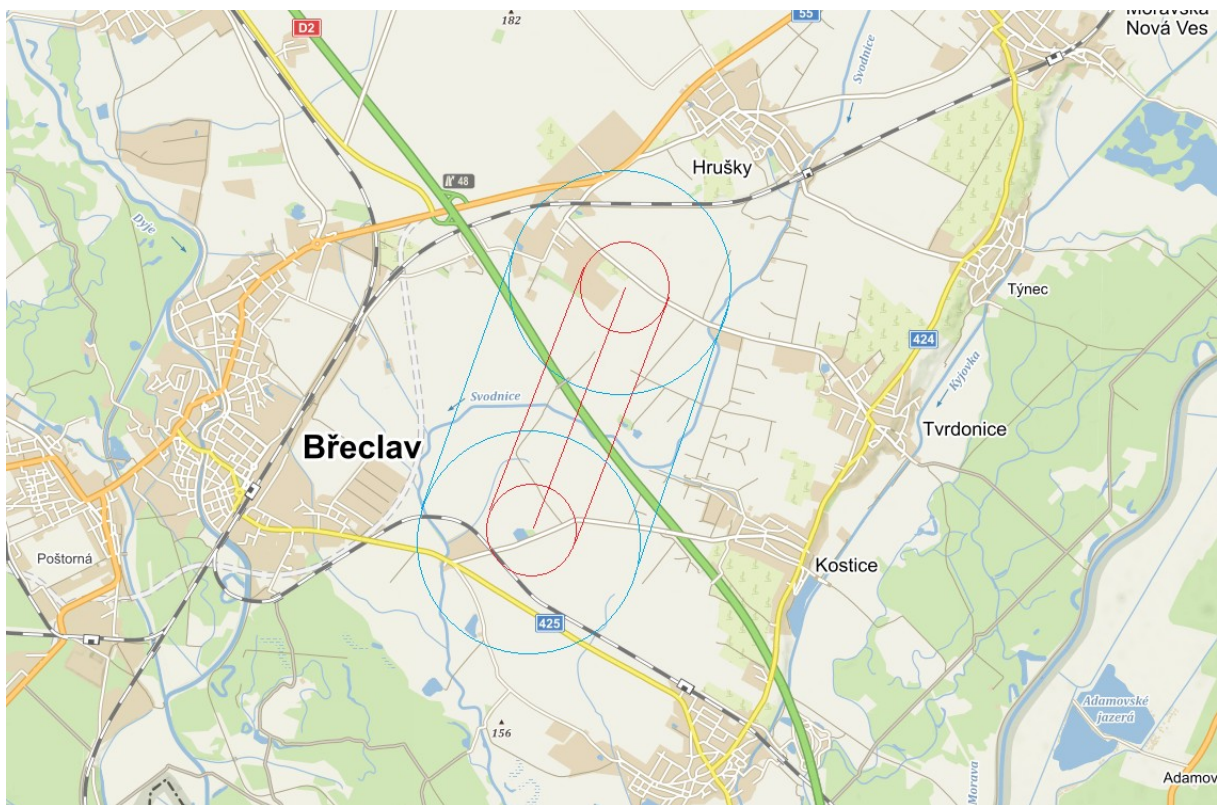
Ve vzdálenosti 20 m od NPT bude vzrůst potenciálu:

$$U_{DI} = U_E \cdot \frac{r_E}{r_{20}} = (242\,490 \text{ V}) \cdot \frac{0,758 \text{ m}}{20 \text{ m}} = 9190 \text{ V}$$

Musíme si uvědomit, že v tomto potenciálovém poli se budou pracovníci dotýkat dlouhých kovových předmětů částečně ležících přímo na zemi a částečně podložených izolovanými předměty. **Toto lze považovat za smrtelně nebezpečné.**

Krokové napětí sice výrazně klesá se vzdáleností od stožáru, vzrůst potenciálu však klesá velmi pomalu. Z toho důvodu byly stanoveny v normách hranice tzv. **nebezpečné zóny**. Jsou to oblasti, kde vzrůst potenciálu je stále vyšší než bezpečné hodnoty. V našem případě platí, že nebezpečné zóny NPT jsou kružnice o poloměru 735 m pro obuté osoby a 1 838 m pro bosé osoby se středy v uzemňovacích bodech jednotlivých stožárů NPT.

Pokud jsou středy kružnic ve středech uzemňovacích tyčí jednotlivých stožárů NPT, pak **hranice nebezpečné zóny 1 se dá uvažovat zjednodušeně jako obdélník o šířce 1 470 m a délce asi 4 100 m se dvěma půlkruhy na obou koncích pro obuté osoby a obdélník o šířce 3 676 m a délce asi 4 100 m pro bosé osoby se dvěma půlkruhy na obou koncích.**



Obrázek 1 – **Nebezpečná zóna 1 – červená oblast** (250 V - pro obuté osoby) a **nebezpečná zóna 2 - modrá oblast** (100V - pro bosé osoby nebo osoby dotýkající se země holýma rukama, ležící na zemi nebo pro koupaliště a bazény)

V takto vytyčené nebezpečné zóně je velmi vysoké nebezpečí úrazu elektrickým proudem. V nebezpečné zóně 1 by se neměli dlouhodobě zdržovat obutí lidé. Bosí lidé by do ní neměli vůbec vstupovat. V nebezpečné zóně 1a 2 by neměly být žádné dlouhé kovové předměty, jako kovová potrubí, kolejnice, kovové ploty, kovová zábradlí ani kovová svodidla u silnic.

V nebezpečné zóně 2 by neměly dlouhodobě pobývat bosé osoby nebo osoby dotýkající se holýma rukama země a nebo ležící na holé zemi. V zóně 2 by neměla být koupaliště ani zahradní bazény.

V našem případě však dojde v zóně 1 zcela určitě k manipulaci s dlouhými kovovými předměty, jako jsou na zemi smontované stožáry zvn, rozvíjení lan AlFe apod. V obou zónách jsou i kovová potrubí skleníků u severního konce NPT a rekreační oblast na jižním konci NPT. **To vše je smrtelně nebezpečné** v případě poruchy byť jednoho izolátoru NPT nebo při zásahu bleskem do vedení i několik kilometrů od místa instalace NPT. Na NPT bylo použito cca 200 ks izolátorů, pravděpodobně se silikonovou izolací, které jsou extrémně citlivé na usazování prachu a následné snížení izolační schopností, zejména v průběhu prachových bouří, které se v uvedené oblasti často vyskytují viz [zde](#) a [zde](#). Ty mohou pak způsobit přeskok na izolátoru se sníženou izolační schopností.

Problémem jsou dvě železniční tratě, které nebezpečnou oblastí 2 procházejí a mohou zavléct nebezpečné potenciály i dále mimo ně. Jedna z nich leží na hranici nebezpečné oblasti 1.

Z výše uvedeného obrázku 1 je vidět plošný rozsah oblasti, které je ohrožena při průrazu byť jednoho izolátoru na NPT 400 kV nebo při úderu blesku jak do neporušené části vedení zvn, tak i do kteréhokoliv ze 30 stožárů NPT.

V Brně dne 15.8.2021

Ing. Oldřich Maděra
MADĚRA, spol. s r.o.
jednatel