

Lipník nad Bečvou – Drahotuše, BC

B.4 Odolnost a zabezpečení stavby před vlivy trakčních a energetických vedení

Obsah

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY	2
TECHNICKÁ ZPRÁVA	3
Seznam provozních souborů	3
Výpočet vlivu vedení VVN na stavbu dle ČSN 33 21 60 ed.2:	6
Napětí typ stožáru počet zemnicích lan druh zemnicího lana	8
1.1 Určení rezistivity půdy, respektive vodivosti půdy	12
1.1.1 Zemní podloží	12
Přílohy k této technické zprávě	19

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Název stavby: Lipník nad Bečvou - Drahotuše, BC

Stupeň dokumentace: Projekt pro stavební povolení

Charakter stavby: Investice

Odvětví: Železniční doprava

Místo stavby: Traťový úsek Lipník nad Bečvou - Drahotuše

Kraj: Olomoucký

Objednatel: Správa železniční dopravní cesty, s.o.
Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1 - Nové Město
IČ: 70994234
DIČ: CZ 70994234

Zastoupený: Správa železniční dopravní cesty, s.o.
Stavební správa východ
Nerudova 1, 772 58 Olomouc

Generální projektant: MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.,
Legionářská 1085/8
779 00 Olomouc

Odpovědný projektant stavby: Ing. Ladislav Dorazil

Odpovědný projektant objektu: Ing. Milan Oharek

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Traťový úsek v místě stavby je součástí dvoukolejné celostátní dráhy, která je v současné době elektrifikovaná stejnosměrnou trakční soustavou **3kV DC**.

Obsahem stavby je rekonstrukce železniční trati v úseku žst. Lipník nad Bečvou – žst. Drahotuše. Stavba probíhá na stávajícím drážním tělese a v ochranném pásmu dráhy, kopíruje stávající trasu kolejiště a jen v nejnútnejších případech zasahuje mimo stávající těleso dráhy (kabelové trasy). Ve stavbě bude řešen železniční svršek a spodek, umělé stavby, sdělovací a zabezpečovací zařízení, silnoproudé rozvody a EO.V. Železniční trať v úseku Lipník nad Bečvou – Drahotuše **bude i nadále elektrizována stejnosměrnou trakční soustavou s napětím 3kV s tím**, že v budoucnu se přejde na střídavou trakci 25kV, 50Hz..

Jedná se o stavbu dopravní infrastruktury. Charakter stavby je rekonstrukce. Jedná se o trvalou stavbu.

V rámci stavby dojde k (ke):

- rekonstrukce železničního svršku a spodku včetně odvodnění
- rekonstrukce železničních přejezdů
- rekonstrukci umělých staveb (mostů a propustků)
- rekonstrukci a stavebním úpravám pozemních objektů
- vybudování nových technologických objektů a trafostanic
- komplexní modernizaci zabezpečovacího zařízení
- komplexní modernizaci sdělovacího zařízení

V oboru sdělovacího zařízení v části D.2 jsou do stavby zahrnuty provozní soubory sdělovacích zařízení včetně pokládky příslušných sdělovacích kabelů SŽ v místě provádění stavebních prací.

V oboru zabezpečovacího zařízení v části D.1 jsou do stavby zahrnuty provozní soubory zabezpečovacího zařízení včetně pokládky příslušných zabezpečovacích kabelů SŽ v místě provádění stavebních prací.

Seznam provozních souborů

Jsou uvedeny jen provozní soubory, které mohou být ovlivněny trakčním a energetickým vedením.

Železniční zabezpečovací zařízení

PS 64-28-01 Žst. Lipník nad Bečvou, úvazka TZZ

PS 65-28-01 Odbočka Jezernice, SZZ

PS 66-28-01 Žst. Drahotuš, úvazka TZZ

PS 65-28-02 Lipník - Jezernice, TZZ

PS 65-28-03 Jezernice - Drahotuše, TZZ

PS 50-28-01 Lipník nad Bečvou – Drahouše, DOZ

PS 50-28-02 Lipník nad Bečvou – Drahouše, úpravy ETCS

PS 50-28-03 Lipník nad Bečvou – Drahouše, úpravy AVV

Železniční sdělovací zařízení

PS 65-14-01 Lipník nad Bečvou - Drahotuše, DOK a TK

PS 65-14-02 Lipník nad Bečvou - Drahotuše, ochrana stávajících kabelů TKK, DK a DOK

PS 65-14-03 Lipník nad Bečvou - Drahotuše, doplnění přenosového zařízení

PS 65-14-04 Odbočka Jezernice, sdělovací zařízení

PS 65-14-05 Odbočka Jezernice, PZTS a ASHS

PS 65-14-06 Lipník nad Bečvou - Drahotuše, DDTS ŽDC

PS 64-14-01 Žst. Lipník nad Bečvou, PZTS

PS 66-14-01 Žst. Drahotuše, PZTS

1.2. Celkové řešení sdělovacího zařízení

Železniční trať v úseku Lipník nad Bečvou – Drahotuše bude i nadále elektrizovaná stejnosměrnou trakční soustavou s napětím 3kV. V rámci stavby bude pokládán nový traťový kabel TK, nové zabezpečovací kabely a nové optické kabely MOK a DOK.

Dle současně platných předpisů je nutné, aby krytí sdělovacích a zabezpečovacích kabelů SŽ, bylo minimálně 0,7m pod drážní stezkou (předpis SŽDC S4) .

Odolnost a zabezpečení stavby před vlivy trakčních a energetických vedení

V rámci stavby bude podél trati položen nový traťový kabel TK typu TCEPKPFLEZE 15XN0,8 a současně bude podél tratě položen i nový dálkový optický kabel DOK 48 vláken. Pokládka nových zabezpečovacích kabelů je řešena v rámci zabezpečovacího zařízení. V rámci výše uvedených PS budou položeny nové zabezpečovací kabely typu TCEPKPFLEZE 4 až 30P1,0 návěstidlům a kolejovým obvodům.

Ve výše uvedené lokalitě dochází k souběhu s nadzemním vedením VVN společnosti ČEPS a ČEZ.

Všechny výše uvedené sdělovací a zabezpečovací kabely budou vystaveny vlivu trojfázového vedení VVN.

V tomto stupni projektové dokumentace byl proveden podrobný výpočet vlivů vedení VVN na sdělovací a zabezpečovací kabely SŽ dle ČSN 33 21 60 ed.2 – Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení VN, VVN a ZVN.

Pro provedení podrobného výpočtu vlivů vedení VVN na sdělovací a zabezpečovací kabely SŽ dle ČSN 33 21 60 ed.2 bylo nutné požádat společnost ČEPS a ČEZ o výpočet zkratových proudů a sdělení technických údajů jednotlivých vedení VVN, aby bylo možné určit, které vedení v případě jeho zkratu bude mít největší nebezpečný vliv na sdělovací a zabezpečovací kabely SŽ.

Všeobecné údaje.

V rozsahu dané stavby dochází ke styku vedení VVN v následujících lokalitách:

Úsek žst. Lipník nad Bečvou – žst. Drahotuše

souběh	Vedení R-Prosenice – R-Lískovec	V 253/254	2x 220kV
souběh	Vedení R-Prosenice – R-Hranice na Moravě	V 577/578	2x 110kV

Rozložení a typ sdělovacích kabelů je následující:

Sdělovací kabely:

V traťovém úseku Lipník nad Bečvou - Drahotuše

1x traťový kabel TK TCEPKPFLEZE 15XN0,8

místní optické kabely SM 6 až 12 vláken 9/125 /

1x dálkový optický kabel DOK 48 vláken 9/125

Zabezpečovací kabely:

kabel TCEPKPFLEZE 4 P1,0 až 24P1,0/

Vzhledem k tomu, že v daném úseku se předpokládá použití různých typů sdělovacích a zabezpečovacích kabelů, navíc ještě různého provedení, z toho důvodu bude výpočet vlivů vedení ZVN a VVN proveden samostatně pro sdělovací, tak i zabezpečovací kabely. Tento postup zajistí objektivní výpočet ve vztahu k různým redukčním činitelům použitých typů a druhu kabelu.

Redukční činitele pro výše uvedené sdělovací a zabezpečovací kabely:

v provedení FLEY

kabel TCEPKPFLEY 10XN0,8 $r_s = 0,972$

kabel TCEPKPFLEY 15XN0,8 $r_s = 0,965$

kabel TCEKFLEY 3 P1,0	r_s = 0,99
kabel TCEKFLEY 7 P1,0	r_s = 0,98
kabel TCEKFLEY 12 P1,0	r_s = 0,97
kabel TCEKFLEY 16 P1,0	r_s = 0,96
kabel TCEKFLEY 24 P1,0	r_s = 0,94
kabel TCEKFLEY 30 P1,0	r_s = 0,92
kabel TCEKFLEY 48 P1,0	r_s = 0,90

provedení ZE

kabel TCEPKPFLEZE 10XN0,8	r_s = 0,37
kabel TCEPKPFLEZE 15XN0,8	r_s = 0,33
kabel TCEKFLEZE 3 P1,0	r_s = 0,32
kabel TCEKFLEZE 7 P1,0	r_s = 0,28
kabel TCEKFLEZE 12 P1,0	r_s = 0,24
kabel TCEKFLEZE 16 P1,0	r_s = 0,23
kabel TCEKFLEZE 24 P1,0	r_s = 0,18
kabel TCEKFLEZE 30 P1,0	r_s = 0,17
kabel TCEKFLEZE 48 P1,0	r_s = 0,16

Vzhledem k tomu, že výše uvedené sdělovací a zabezpečovací kabely mají různé redukční činitele (v provedení FLEY r_s = 0,94 až 0,965 , v provedení ZE r_s = 0,18 až 0,33), z toho důvodu byl proveden výpočet vlivů vedení ZVN a VVN jednotlivě pro podzemní sdělovací kabely SŽ a jednotlivě pro podzemní zabezpečovací kabely SŽ.

Výpočet vlivu vedení VVN na stavbu dle ČSN 33 21 60 ed.2:

Výpočet nebezpečných indukčních vlivů je proveden dle platné normy ČSN 33 21 60 ed.2 – Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení VN,VVN a ZVN.

Dle článku 5.8 citované normy je výpočet nebezpečných indukčních vlivů proveden pro to silové vedení , jehož nebezpečný vliv při zkratovém nebo mimořádném stavu je největší. Vzhledem k tomu, že v dané lokalitě ovlivňují dvě trojfázové vedení VVN sdělovací a zabezpečovací kabely, z toho důvodu bylo nutné provést výpočet nebezpečných vlivů od vedení V 253/254 - VVN 2x220kV, které má největší vliv na sdělovací vedení. Jedná se o síť s účinně uzemněným nulovým bodem.

Dle článku 7.2.3 normy ČSN 33 21 60 ed.2 se pro výpočet indukčního vlivu uvažuje trojnásobná nulová složka zkratového proudu $3 I_0$ protékajícího vedením.

Pro výpočet indukčního vlivu bylo nutné nejdříve zjistit zdánlivý měrný odpor půdy - **rezistivita ρ (Ωm).**

Poznámka: Měření zdánlivého měrného odporu půdy – rezistivity půdy dle ČSN 33 40 60 bylo provedeno projektantem v několika bodech. Výsledky – viz. příloha této technické zprávy. Dle článku 7.2.22.1 normy ČSN 33 21 60 ed.2 se při stanovení indukčního vlivu počítá s hodnotou ρ s ohledem na změřené hodnoty – viz přiložená tabulka:

Z uvedeného plyne, že uvažovaná **průměrná hodnota $\rho = 62,202\Omega\text{m}$** z uvedených hodnot je nejvíce pravděpodobná a proto použita pro výpočet vlivů silového vedení VVN na sdělovací a zabezpečovací kabely SŽ.

Výpočetní úsek žst. Lipník nad Bečvou – žst. Drahotuše $\rho = 62,202\Omega\text{m}$

Dle článku 7.1.2 normy ČSN 33 21 60 ed.2, oblast působení nebezpečného indukčního vlivu sahá přibližně do vzájemné vzdálenosti silového a sdělovacího vedení dle vztahu:

$$a = 300 \cdot \sqrt{\rho}$$

kde: a je vzájemná vzdálenost v (m)

ρ je zdánlivý měrný odpor půdy - rezistivita v (Ωm)

$$a = 300 \cdot \sqrt{\rho}$$

Výpočetní úsek žst. Lipník nad Bečvou – žst. Drahotuše $a = 2\,366\text{m}$

Vstupní údaje.

Vedení č. V253/254 – 2x220kV

Dle podkladů ČEPS a.s., je pro daný úsek uvažován následující zkratový proud:

Úsek žst. Lipník nad Bečvou – žst. Drahotuše

zkratový proud $3 I_0$ v žkm 198,000**7,444 kA**

(vzdálenost 8644m od rozvodny R- Prosenice)

Pro výpočet indukčního vlivu byla z naměřených údajů použita průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy – rezistivita ρ / Ωm / pro daný úsek.

Průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy - rezistivita $\rho = 62,202\Omega\text{m}$

Pro výpočet je započítán činitel současnosti $w = 0,7$

Napětí	typ stožáru	počet zemnicích lan	druh zemnicího lana
--------	-------------	---------------------	---------------------

220 kV	Soudek	1	AlFe185
--------	--------	---	---------

Redukční činitel zemního lana:

Napětí	220 kV
Typ stožáru	Soudek
Druh. zem. lan	1xAlFe 185

Určení redukčního činitele r_z

Vzhledem k tomu, že se jedná o stožáry typu Soudek pro vedení 220kV s jedním zemním lanem, z toho důvodu pro určení redukčního činitele r_z nelze použít hodnot dle obrázku č. 7 normy ČSN 33 21 60 ed.2. Z toho důvodu musí být proveden redukčního činitele r_z dle PNE 33 3300-1 a údajů dle tabulky 4.1 a tabulky č.4.2

Dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1 platí pro výpočet redukčního činitele 110kV- jedno zemní lano při $\rho = 62,202 \Omega\text{m}$ vzorec:

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot \rho^{-0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 62,202^{-0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 1/ 62,202^{0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,515 = 0,615$$

Redukční činitel ZL 185 je $r_z = 0,615$

Redukční činitel kolejí při vzdálenosti sdělovacího vedení do 20m od kolejnic, za podmínky elektrizované dvoukolejné železnice a kolejnice jsou dobře elektricky propojeny

(při $\rho = 100\Omega\text{m}$) : $r_k = 0,5$

Výsledný redukční činitel r_v : $r_v = r_e \cdot r_s$

kde: r_e Celkový redukční činitel na straně trojfázového vedení

r_s Celkový redukční činitel na straně sdělovacího vedení

Za celkový redukční činitel na straně trojfázového vedení r_e je dosazena výsledná hodnota redukčního činitele zemního lana ZL vedení VVN 220 kV dle výše uvedeného výpočtu dle čl. 7.2.10 ČSN 33 21 60.

$$r_e = 0,615$$

Za celkový redukční činitel na straně sdělovacího vedení r_s je dosazena hodnota redukčního činitele kolejí r_k dle článku 7.2.20 a tabulky 6 ČSN 33 21 60 a redukčního činitele sdělovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány:

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEY 15XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,965$

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEZE 15XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,33$

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY } r_s = r_s' \cdot r_k' = 0,965 \times 0,5 = 0,482$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE } r_s = r_s' \cdot r_k' = 0,33 \times 0,5 = 0,165$$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY } r_v = r_e \cdot r_s = 0,615 \times 0,482 = 0,296$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE } r_v = r_e \cdot r_s = 0,615 \times 0,165 = 0,101$$

Poznámka:

Za celkový redukční činitel na straně zabezpečovacího vedení r_s je dosazena hodnota redukčního činitele kolejí r_k dle článku 7.2.20 a tabulky 6 ČSN 33 21 60 a redukčního činitele zabezpečovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány.

Dle schémat zab.zař budou v rámci stavby instalovány nejdelší kabely o profilu 24P1,0.

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEY 24P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,94$

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEZE 24P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,18$

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY } r_s = r_s' \cdot r_k' = 0,94 \times 0,5 = 0,47$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE } r_s = r_s' \cdot r_k' = 0,18 \times 0,5 = 0,09$$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY } r_v = r_e \cdot r_s = 0,615 \times 0,47 = 0,289$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE } r_v = r_e \cdot r_s = 0,615 \times 0,09 = 0,055$$

Výpočet nebezpečného indukčního krátkodobého vlivu při jednofázovém zkratu venkovního vedení VVN 220kV.

Je proveden dle článku 7.2.1 normy ČSN 33 21 60.

Výpočetní úsek žst. Lipník nad Bečvou – žst. Drahotuše

SDĚLOVACÍ KABEL

1.Kabel typu ...15XN 0,8 FLEY	$U_i = 262,324 \text{ V}$
2.Kabel typu ...15XN 0,8 FLEZE	$U_i = 89,509 \text{ V}$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL

1.Kabel typu ...24P1,0 FLEY	$U_i = 256,120 \text{ V}$
2.Kabel typu ...24P1,0 FLEZE	$U_i = 48,742 \text{ V}$

V tabulce č.1 ČSN 332160 ed.2 jsou uvedeny meze nebezpečných indukčních a galvanických vlivů z hlediska bezpečnosti práce.

Pro dobu trvání zkratu do 0,3s je mez nebezpečného napětí 300V.

Dobou trvání zkratu se rozumí celková doba výskytu napětí sestávající z doby nastavení hlavní ochrany a vlastní doby vypínače. Dle údajů společnosti ČEZ, respektive ČEPS je doba trvání zkratu max. do 0,3s. Z toho plyne mez nebezpečného napětí 300V.

SDĚLOVACÍ KABEL

Vypočtená hodnota U_i pro kabel typu FLEY vyhovuje hodnotě v tabulce č.1. V příložených tabulkách jsou uvedeny podstatné části výpočtu a výsledné hodnoty celkového indukovaného napětí U_i pro sdělovací kabel.

ZABEZPEČOVACÍ KABEL

Vypočtená hodnota U_i pro kabel typu FLEY vyhovuje hodnotě v tabulce č.1 . V příložených tabulkách jsou uvedeny podstatné části výpočtu a výsledné hodnoty celkového indukovaného napětí U_i pro zabezpečovací kabel.

Výpočet vlivů VN ss trakce na sdělovací a zabezpečovací kabely.

Pro výpočet vlivů stejnosměrného trakčního vedení VN na sdělovací a zabezpečovací kabely SŽDC nebyla a ani v současné době neexistuje žádná platná norma. Federální ministerstvo dopravy vydalo ve věstníku dopravy č.9, z 30. dubna 1987, směrnici s názvem „ **Směrnice pro ochranu sdělovacích kabelů před nebezpečnými indukčními a korozními vlivy ve stykových pásmech dvou trakčních proudových soustav a v místech souběhu SS trakční proudové soustavy a silového trojfázového vedení**“ (směrnice SŽDC (ČSD) 20/86 – PMR)

Projektantem byl proveden výpočet nebezpečných vlivů dle výše uvedené směrnice.

Rozložení a typ sdělovacích kabelů

Sdělovací kabely:

Ve výše uvedeném úseku - / kabel TCEPKPFLEY 15XN0,8 /
nebo / kabely TCEPKPFLEZE 15XN0,8 /

Redukční činitele pro výše uvedené sdělovací a zabezpečovací kabely

v provedení FLEY

kabel TCEPKPFLEY 10XN0,8 $r_s = 0,972$

kabel TCEPKPFLEY 15XN0,8 $r_s = 0,965$

kabel TCEKFLEY 3 P1,0 $r_s = 0,99$

kabel TCEKFLEY 7 P1,0 $r_s = 0,98$

kabel TCEKFLEY 12 P1,0 $r_s = 0,97$

kabel TCEKFLEY 16 P1,0 $r_s = 0,96$

kabel TCEKFLEY 24 P1,0 $r_s = 0,94$

kabel TCEKFLEY 30 P1,0 $r_s = 0,92$

kabel TCEKFLEY 48 P1,0 $r_s = 0,90$

provedení ZE

kabel TCEPKPFLEZE 10XN0,8 $r_s = 0,37$

kabel TCEPKPFLEZE 15XN0,8 $r_s = 0,33$

kabel TCEKFLEZE 3 P1,0 $r_s = 0,32$

kabel TCEKFLEZE 7 P1,0 $r_s = 0,28$

kabel TCEKFLEZE 12 P1,0 $r_s = 0,24$

kabel TCEKFLEZE 16 P1,0 $r_s = 0,23$

kabel TCEKFLEZE 24 P1,0 $r_s = 0,18$

kabel TCEKFLEZE 30 P1,0 $r_s = 0,17$

kabel TCEKFLEZE 48 P1,0 $r_s = 0,16$

1.1 Určení rezistivity půdy, respektive vodivosti půdy.

Pro výpočet nebezpečných vlivů je nutné nejdříve zjistit zdánlivý měrný odpor půdy – rezistivita ρ (Ωm).

Poznámka: Měření zdánlivého měrného odporu půdy – rezistivity půdy dle ČSN 03 8363 bylo provedeno jen v několika bodech. Bylo provedeno měření rezistivity půdy Wennerovou metodou ve vytypovaných bodech podél železniční tratě.

1.1.1 Zemní podloží

V prostoru podél železniční tratě v úseku od žst. Lipník nad Bečvou po žst. Drahotuše bylo zemní podloží určeno z geologické mapy ČR. Výtah z mapy GeoČR je uveden v příloze této technické zprávy. Z přiložené barevné legendy je patrné, že převažuje druh půdy s následujícím označením:

16 – spraš a sprašová hlína

7 – smíšený sediment

6 - Nivní sediment (hlína, písek, štěrk)

19 - hlína, písek

Dle údajů ČHMÚ je pro uvažovanou lokalitu roční úhrn srážek 800 až 1000mm za rok, viz. příloženou mapu ČHMÚ. Z podrobných údajů ČHMÚ plyne dlouhodobý průměr ročních srážek 816mm.

Dle ČSN 33 21 60 ed.2 tabulka č.7 platí pravděpodobná hodnota rezistivity:

pro naplaveniny je hodnota ρ v rozmezí od 2 do 10 Ωm .

pro hlíny je hodnota ρ v rozmezí od 5 do 20 Ωm .

pro slíny je hodnota ρ v rozmezí od 10 do 35 Ωm

pro porézní vápenec je hodnota ρ v rozmezí od 35 do 100 Ωm

pro pískovec je hodnota ρ v rozmezí od 35 do 350 Ωm

pro krystalický vápenec je hodnota ρ v rozmezí od 100 do 1000 Ωm

pro jílovitá břidlice je hodnota ρ v rozmezí od 350 do 3500 Ωm

pro žula je hodnota ρ v rozmezí od 1000 až nevodivé Ωm

pro rula, skály je hodnota ρ v rozmezí od 1000 až nevodivé Ωm

Dle ČSN 33 2000-5-54 ed.3, tabulka NA.4 platí pravděpodobná hodnota rezistivity:

Rašelina - je hodnota $\rho = 30\Omega\text{m}$.

Ornice - je hodnota $\rho = 100\Omega\text{m}$.

Vlhký písek - je hodnota ρ v rozmezí od 200 do 300 Ωm

Vlhký štěrk - je hodnota ρ v rozmezí od 300 do 500 Ωm

Suchý písek nebo štěrk - je hodnota ρ v rozmezí od 200 do 300 Ωm

Suchá kamenitá půda - je hodnota ρ v rozmezí od 3000 do 10000 Ωm

Vzhledem k tomu, že v daných lokalitách je minerální spodní voda v relativně malé hloubce pod povrchem, tj. od 1,25m do 3,6m, proto se u výpočtu vlivů uvažují nižší hodnoty rezistivity půdy ρ .

Pro vlastní výpočet nebezpečných indukčních vlivů se uvažuje s níže uvedenými hodnotami ρ s ohledem na podloží dle geologické mapy :

úsek trati žst. Lipník nad Bečvou – žst. Drahotuše

typ č. 16 - $\rho = 35 \Omega\text{m}$

typ č. 5 - $\rho = 100 \Omega\text{m}$

typ č. 6 - $\rho = 200 \Omega\text{m}$

typ č. 19 - $\rho = 60 \Omega\text{m}$

V příloze této technické zprávy je uvedena tabulka s uvažovanými hodnotami rezistivity půdy, respektive vodivosti půdy pro jednotlivé výpočetní úseky.

Všeobecné údaje platné pro VN stejnosměrné trakce.

V daném traťovém úseku je stávající stejnosměrná trakční soustava 3000V. Pro výpočet vlivů stejnosměrné trakce na sdělovací a zabezpečovací kabely je uvažováno s průměrnou výškou troleje nad niveletou kolejí cca 5,67m – dle údajů obsažených v souhrnné části B.5 – energetické výpočty.

1.) Průměrná hloubka uložení sdělovacích a zabezpečovacích kabelů v rámci traťové kabelizace je 1,0m.

2.) Průměrná vzdálenost mezi trakční trolejí a v zemi uloženým sdělovacím nebo zabezpečovacím kabelem je dána výpočtem dle vzorce uvedeném na přiloženém výkrese.

Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce výpočtů.

3.) Průměrná hloubka uložení traťového sdělovacího kabelu TK a dálkového metalického kabelu DK je 1,0m.

4.) Umístění měření a jejich vzájemná vzdálenost je následující:

a) žst. Prosenice

b) žst. Hranice na Moravě

žst. Lipník n B. --- $l_s = 8,509\text{km}$ --- žst. Drahotuše

TM Prosenice----- $l = 19,820\text{km}$ ----- TM Hranice na Moravě

Úkolem této dokumentace je posouzení velikosti nebezpečných vlivů stejnosměrné trakce v případě zkratu a navržení ochrany stávajících sdělovacích a zabezpečovacích kabelů.

Podkladem pro zpracování výpočtů vlivů jsou:

1. Informativní hodnoty zkratových proudů – dle části B.5 – Energetické výpočty
2. Informace o sdělovacích a zabezpečovacích kabelových trasách a dimenzích kabelů

2. Vlivy stejnosměrné trakce

Trakční vedení (TV) elektrifikovaných železničních tratí (stejnosměrný systém 3000V) vytváří ve svém okolí elektrická a elektromagnetická pole. Tato pole indukují v souběžných a křížujících vedeních napětí a proudy, které se mohou projevit jako nebezpečné a rušivé vlivy, které mohou ohrozit bezpečnost osob nebo činnost zařízení.

Induktivní vazba se projevuje na všech vedeních nadzemních i kabelových, do vzdálenosti asi 5km. Při malé vzdálenosti vzdušných vedení od troleje (cca do 50 m) se projevuje i kapacitní vazba. Na okruzích používajících země pro vedení zpětného proudu se projevuje galvanická vazba.

V tomto konkrétním případě budou stávající vedení ohrožována zejména nebezpečnými indukčními vlivy při zkratovém stavu trakčního vedení. Všechna ostatní ovlivnění jsou oproti těmto zanedbatelná, to znamená, že pokud nebudou překročeny dovolené meze těchto vlivů, pak nebudou překročeny ani ostatní..

Zkratovým stavem TV se rozumí stav, kdy se např. přetrhne trolejové vedení a spadne na kolejnici.

Takový stav trvá jen okamžik, než automatické ochrany v napájecí stanici toto vedení odpojí. Pro ovlivněné sdělovací kabely není tento stav ani tak nebezpečný z hlediska úrazu el. proudem, jako spíše z hlediska možného průrazu (zničení) připojených zařízení.

Mimořádný stav TV nastává tehdy, když v napájecím úseku žel. trati je současně zapnuto tolik spotřebičů (lokomotiv), že ochrany v napájecí stanici jsou na hranici před vypnutím. Tento stav může trvat delší dobu a pro sděl. kabely je nebezpečný z hlediska úrazu pracovníka obsluhy nebo údržby zařízení indukovaným

3. Meze nebezpečných vlivů dle ČSN 34 2040

dle tabulky č.1 a tabulky č.14		stav trakč. vedení	
		mimořádný	zkratový
nadzemní vedení	bez translátorů	60V	430V
s dřev. stožáry	s translátory	150V	650V
nadzemní vedení	bez translátorů	60V	150V
jiné stožáry	s translátory	150V	430V

kabely místní	bez translátorů	60V	300V
	s translátory	60V	300V
kabely dálkové	bez translátorů	60V	300V
	s translátory	60V	300V

4. Výpočet nebezpečných vlivů stejnosměrné trakce

Přibližný výpočet nebezpečných indukčních vlivů ss trakční proudové soustavy 3000V se provádí jen pro zkratový stav trakčního vedení. Obecný souběh kabelu s žel. tratí je třeba pro účely výpočtu rozdělit na kratší výpočetní úseky. Při této činnosti je třeba dodržet zásady stanovené směrnicí SŽDC (ČSD) PMR 20/86 – PMR a ČSN 34 2040. Pokud je uložení stávajících sdělovacích kabelů do drážního tělesa v takřka konstantní vzdálenosti od troleje, není třeba provádět rozdělení na výpočetní úseky standardním způsobem.

Vlastní výpočet je dokladován pomocí tabulek, které jsou přiloženy hned za technickou zprávou. Je proveden dle článku 33 směrnice SŽDC (ČSD) PMR 20/86 –PMR za použití vzorců a směrných hodnot dle tabulky 4 citované směrnice.

Zkratový stav

Dle směrnice. SŽDC (ČSD) PMR 20/86 – PMR se velikost nebezpečných vlivů pro zkratový stav vypočítá podle vztahu :

$$EM_{ss} = U \cdot M \cdot I_s \cdot r / L_v \cdot I + L_m + L_r$$

kde: **EM_{ss}** je indukované podélné napětí (V)

F kmitočet trakčního proudu (Hz)

M vzájemná indukčnost mezi trolejí a vodičem sděl. vedení při kmitočtu 20Hz (H/km)

(určí se z grafu, viz. obr. 10 ČSN 342040 ed.2)

U provozní stejnosměrné napětí trakce

I_s délka souběhu sděl. kabelu se zkratovým obvodem (km)

I délka zkratového ovodu (km)

L_v indukčnost trakčního vedení při kmitočtu 20Hz (H/km)

Směrná hodnota L_v pro: jednokolejnou trať L_v = 1,4.10⁻³ H/km

dvoukolejnou trať L_v = 0,9.10⁻³ H/km

L_m indukčnost měnirny (H)

Směrná hodnota L_m = 1,8.10⁻³ H

L_r indukčnost reaktoru (H)

Směrná hodnota pro jednu usměrňovací skupinu L_r = 4,0.10⁻³ H

r celkový redukční činitel, hodnota **r** je přibližně dána součinem následujících redukčních činitelů:

$$r = r_k \cdot r_{pl} \cdot r_T$$

kde: **r_k** redukč. činitel kolejnic při kmitočtu 20Hz

směrná hodnota **r_k** pro: - jednokolejnou trať **r_k** = 0,5

- dvoukolejnou trať **r_k** = 0,3

r_{pl} redukč. činitel kovových kabelových obalů

směrná hodnota **r_{pl}** pro kabely uložené podél ss trakční proudové soustavy

s neuzemněnými kovovými obaly a jednoduchou protikorozní ochranou (asf. polevy, vlákninové a papírové obaly) je: **r_{pl}** = 0,6

s ochranou typu Y nebo E je: **r_{pl}** = 1,0

r_T redukční činitel zkratového obvodu

směrná hodnota **r_T** pro: - jednokolejnou trať **r_T** = 0,75

- dvoukolejnou trať **r_T** = 0,6

Použité hodnoty :

Při výpočtu se u ss trakčních soustav uvažuje s frekvencí trakčního proudu 20Hz. Hodnotu *M* získáme z obr.č. 10 v normě ČSN 34 2040 ed.2 v závislosti na vzdálenosti sdělovacího kabelu od trakč. vedení a vodivosti půdy. V tomto případě se uvažuje vždy s průměrnou hodnotou vzdálenosti kabelů od trakce pro každý výpočetní usek samostatně – viz tabulku s výpočty.

Redukční činitel kolejí je určen z tabulky č.5 v normě. Jeho hodnota je 0,5.

Redukční činitel pláště je určen z katalogu kabelů v závislosti na provedení a profilu kabelu. Redukční činitel vedle ložených kabelů vzhledem k jejich množství nemůže být horší než 0,7.

Vypočtené hodnoty :

Traťový sdělovací kabel:

1.Kabel typu ...TCEPKPFLEY 15XN0,8	E_{MSS} = 155,524 V
2.Kabel typu ...TCEPKPFLEZE 15XN0,8	E_{MSS} = 53,184 V

Zabezpečovací kabel :

1.Kabel typu ...TCEPKPFLEY 24P1,0	E_{MSS} = 151,495 V
2.Kabel typu ...TCEPKPFLEZE 24P1,0	E_{MSS} = 29,010 V

Traťový sdělovací kabel:

Vypočtená hodnota *E_{MSS}* pro uvedený sdělovací kabel typu FLE vyhovuje tabulce č.2 a 3 citované směrnice,

Zabezpečovací kabel

Vypočtená hodnota *E_{MSS}* pro uvedený zabezpečovací kabely typu FLE vyhovuje tabulce č.2 a 3 citované směrnice, a v provedení ZE vyhovuje tabulce č.2 a 3 citované směrnice.

Ochranná opatření.**Ochranná opatření ve vztahu k vedení VVN 220kV**

1.1 V rámci stavby bude instalován nový traťový kabel TK typu TCEPKPFLEZE 15XN0,8mm v celém úseku od žst. Lipník nad Bečvou do žst. Drahouše, jakož i nové zabezpečovací kabely typu TCEPKPFLEZE párované profilu 1,0mm.

1.2 Pro úplnost jsou níže uvedeny ochranná opatření, které musí být provedeny v případě nebezpečného vlivu vedení VVN na sdělovací a zabezpečovací kabely.

Ochranná opatření proti nebezpečnému vlivu na straně sdělovacího vedení

U vedení vystavených nebezpečným vlivům je třeba zajistit:

- pravidelnou kontrolu izolačního stavu a odporové nerovnováhy
- stálost všech spojů vodičů s co nejmenším počtem provozně rozpojitelných spojů
- elektrickou pevnost izolace sděl. zařízení

Ochrana sděl. kabelů před nebezpečným indukčním a galvanickým vlivem

Budou požitý kabely celoplastové čtyřkované s vrstvenými plášti a s ochranou proti pronikání vody se stíněním Al páskou. Ve spojkách musí být stínění propojeno a v místě ukončení kabelu stínění uzemněno.

U vedení vystavených nebezpečným vlivům je třeba zajistit:

ochranu oddělovacími transformátory (translátory-jen pro sděl.zař.)

ochranu kompenzačními vodiči (nadložné lano)

Ochrana osob pracujících na sdělovacích vedeních nacházejících se v oblasti nebezpečného vlivu trojfázových vedení

Při pracích na sdělovacích a zabezpečovacích vedeních ohrožovaných vlivy trojfázových vedení VN, VVN a ZVN je nutné postupovat podle ČSN EN 50 110-1, ed.2.

U sdělovacích a zabezpečovacích vedení a zařízení je třeba pro bezpečnost osob provést tato opatření:

Kovové konstrukce nebo skříně, na kterých jsou upevněny kabelové závěry, oddělovací transformátory, musí být uzemněny na společný uzemňovací systém uzemňovacím páskem 30x4mm

Tyto konstrukce a skříně musí být opatřeny bezpečnostní značkou NB.3.01, s nápisem 41“ POZOR – NEBEZPEČÍ ÚRAZU INDUKOVANÝM NAPĚTÍM“ podle ČSN ISO 3864-1

Před ocelovou konstrukcí a v místech dosahu osob obsluhujících zařízení nutno dát na podlahu izolační koberec

Všechny osoby, které mohou s těmito kabely přijít do styku, je nutno instruovat a vybavit je ochrannými prostředky a pomůckami dle ČSN EN 50 110-1, ed.2.

Indukuje-li se ve sděl. kabelovém vedení při zkratovém stavu trojfázového vedení větší napětí než hodnoty uvedené v tabulce č.1 normy ČSN 332160 ed.2, je nutné označit veškeré doklady o takovém kabelu nápisem „POZOR! NEBEZPEČÍ ÚRAZU INDUKOVANÝM NAPĚTÍM“

podle ČSN ISO 3864-1. Současně se tímto nápisem označí i rozvaděče na nichž je kabel ukončen, nebo je přes ně veden.

5. Ochranná opatření ve vztahu k vedení ss el. trakce 3kV

Dle směrnice SŽDC (ČSD) PMR 20/86-PMR, v článku 39 se uvádí : „ Na tratích elektrizovaných ss trakčním proudovým systémem 3000V musí být dodržena až ke konci stykového pásma ochranná opatření uvedená v ČSN 03 8371, část IV. – opatření u zdrojů ss proudů umístěných podél nebo v blízkosti trasy sdělovacích kabelů, a to kapitol A.a), B.a), C.a).

Aby byl redukční činitel kovového pláště účinný, a současně se zabránilo zničení pláště bludnými proudy, musí být jeden konec pláště uzemněn přímo a na druhém konci musí být mezi plášť kabelu a uzemnění vřazen kondenzátor, jehož velikost se stanoví výpočtem.

Dle směrnice SŽDC (ČSD) PMR 20/86-PMR, v článku 62 se uvádí : „ V případě, že výpočtem bude zjištěno, že v místě souběhu sděl. kabelu se ss trakční proudovou soustavou a silovým vedením jsou u sděl. kabelu překročeny dovolené meze nebezpečných indukčních vlivů, provádí se na straně sdělovacích kabelů následující opatření:

- opatření pro využití vyšších mezních hodnot , viz. článek č. 56 směrnice SŽDC (ČSD) PMR 20/86-PMR
- opatření pro snížení hodnot indukovaných podélných napětí, se doporučuje pomocí:
- galvanickým rozdělením kabelových okruhů dle čl. 57.a) směrnice SŽDC (ČSD) PMR 20/86-PMR
- nadložných kompenzačních uzemněných vodičů dle čl. 57.b směrnice SŽDC (ČSD) PMR 20/86-PMR

Pro výpočet nebezpečných vlivů nebylo uvažováno s žádnými dalšími náhodnými komponenty, které by snížily celkový redukční činitel. **Vypočtené výsledky indukovaného podélného napětí jasně ukazují, že při použití sdělovacích a zabezpečovacích kabelů v provedení ZE nebudou překročeny povolené meze dle tabulky č.2 a 3 citované směrnice SŽDC (ČSD) PMR 20/86-PMR.**

Na základě toho není nutné provádět další aplikace ochranných opatření ve vztahu k vlivům ss trakce na projektované sdělovací a zabezpečovací kabely.

Poznámka:

Od 30.5.2015 platí nové vydání normy ČSN 34 2040 ed.2.

V článku 7.9.1 je uvedeno, že na tratích s trakční soustavou DC 3kV, kde současně dochází k souběhu s energetickým vedením VN, VVN nebo ZVN, musí být použity sdělovací a zabezpečovací kabely s kovovým pláštěm, tj. v provedení ZE.

6. Závěr.

Na základě v příloze přiložené tabulky s výpočty plyne, že nedoručí vlivem ss trakční proudové soustavy k překročení meze krátkodobých nebezpečných indukčních vlivů 300V při době trvání zkratu od 0,1 do 0,3s.

Přílohy k této technické zprávě.

Příloha č.02	Rezistivita půdy z geologické mapy - tabulka
Příloha č.02-01	Výřez z geologické mapy – část 1
Příloha č.02-02	Výřez z geologické mapy – část 2
Příloha č.03	Tabulky rezistivity půdy dle ČSN
Příloha č.04	Tabulka rezistivity půdy - změřená
Příloha č.05	Tabulka výpočtů nebezpečných vlivů ss trakce TCEPKPFLEY 15XN 0,8
Příloha č.05-01	Tabulka výpočtů nebezpečných vlivů ss trakce TCEPKPFLEZE 15XN 0,8
Příloha č.06	Tabulka výpočtů nebezpečných vlivů ss trakce TCEPKPFLEY 24P1,0
Příloha č.06-01	Tabulka výpočtů nebezpečných vlivů ss trakce TCEPKPFLEZE 24P1,0
Příloha č.07	Tabulka výpočtů nebezpečných vlivů VVN TCEPKPFLEY 15XN 0,8
Příloha č.08	Tabulka výpočtů nebezpečných vlivů VVN TCEPKPFLEZE 15XN 0,8
Příloha č.09	Tabulka výpočtů nebezpečných vlivů VVN TCEPKPFLEZE 24P1,0
Příloha č.10	Tabulka výpočtů nebezpečných vlivů VVN TCEPKPFLEY 24P1,0