



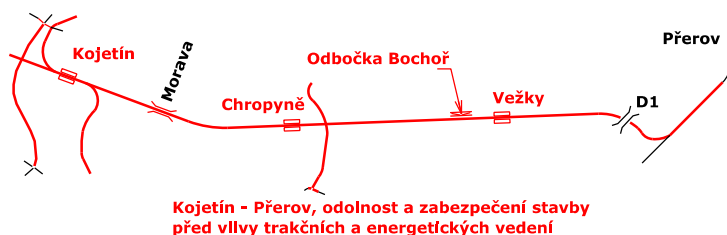
Spolufinancováno
Evropskou unií



Jiná ověření:

Paré:

Orientační schéma:




Razítko oprávněné osoby:


Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
000	27.09.2024	Dokumentace PDPS	Ing. Jiří Malina

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa východ		
Adresa:	Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc		

Zhotovitel díla:	Společnost Koj-Pře		
Adresa:	MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.	SAGASTA s.r.o.	EXprojekt s.r.o.
Kontakt:	Legionářská 1085/8 779 00 Olomouc T: +420 585570444 E: moravia@moravia.cz	Novodvorská 1010/14 142 00 Praha 4-Lhotka T: +420 261344100 E: info@sagasta.cz	Heršpická 758/13 Štýřice, 619 00 Brno T: +420 533312000 E: info@exprojekt.cz

Zhotovitel části/objektu:	MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.	
Adresa:	Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc	
Kontakt:	T: +420 585 570 444 E: moravia@moravia.cz	

Hlavní projektant (HIP):	Ing. Jiří Malina	Specialista: Ing. Pavel Gajdečka
--------------------------	-------------------------	---

Název stavby/akce:	Modernizace trati Brno-Přerov, 5. stavba Kojetín Přerov	Označení investora: S621500937
Název části:	Souhrnná technická zpráva - samostatné přílohy	Zakázka: 23-020-232-SR
Název objektu/dílní části:	Odolnost a zabezpečení stavby před vlivy trakčních a energetických vedení	Označení části: B.2.11
Název přílohy:	Technická zpráva	Označení objektu/komplexu: -
Název dílní části přílohy:	-	Číslo přílohy (typ/pořadí): 1. 101
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy: Ing. Milan Oharek	Měřítka: - Formáty: A4
Kraj:	Katastrální území: dle příloh	TUDU: 2101 Brno-hl.n. - Přerov
Stupeň dokumentace:	PDPS	Smluvní datum zpracování: 27.9.2024

Označení investora:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podobjekt:	Příloha:	Revize:
S 6 2 1 5 0 0 9 3 7	- P D P S	- B 2 1 1 X	- X X X X X X X X X X	- X X	- 1 - 1 0 1	- 0 0 0

Modernizace trati Brno-Přerov, 5.stavba Kojetín - Přerov

B.2.11 Odolnost a zabezpečení stavby před vlivy trakčních a energetických vedení

Obsah

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY.....	2
TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	3
1.1 Seznam provozních souborů.....	3
1.2 Celkové řešení sdělovacího a zabezpečovacího zařízení.....	4
2.1 Výpočet vlivu vedení VVN na stavbu dle ČSN 33 21 60 ed.2:	8
2.2 Výpočet vlivů VN střídavé trakce na sdělovací a zabezpečovací kabely.....	27
2.3 Výpočet vlivů VN ss trakce na sdělovací a zabezpečovací kabely.....	30
3. Ochranná opatření.....	32

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Název stavby: Modernizace trati Brno-Přerov, 5.stavba Kojetín - Přerov

Stupeň dokumentace: Dokumentace PDPS

Charakter stavby: Investice

Odvětví: Železniční doprava

Místo stavby: Traťový úsek Kojetín - Přerov

Kraj: Olomoucký

Objednatel: Správa železnic, s.o.

Dlážděná 1003/7

110 00 Praha 1 - Nové Město

IČ: 70994234

DIC: CZ 70994234

Zastoupený: Správa železnic, 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. Jiří Malina

Odpovědný projektant objektu: Ing. Milan Oharek

TECHNICKÁ ZPRÁVA

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

Obsahem stavby je modernizace železniční trati v úseku žst. Kojetín – žst. Přerov. Stavba probíhá na stávajícím drážním tělese a v ochranném pásmu dráhy, kopíruje stávající trasu kolejíště a jen v nejnutnějších případech zasahuje mimo stávající těleso dráhy (dva oblouky v k.ú. Lověšice a kabelové trasy). Ve stavbě je řešen železniční svršek a spodek, umělé stavby, sdělovací a zabezpečovací zařízení, silnoproudé rozvody a EOv. Železniční trať v úseku žst.Kojetín – až do km 81,2 (82,4 staré staničení) **bude v rámci této stavby nově elektrizována střídavou trakční soustavou s napětím 25kV, 50Hz**. Současně dojde ke zdvojkolejnění trati. V km 81,2 je nově navržen styk trakčních soustav. Od km 81,2 až do žst. Přerov, 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 modernizace. Jedná se o trvalou stavbu.

V rámci stavby dojde k (ke):

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

V oboru sdělovacího zařízení v části D.1.2 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.1.1 jsou do stavby zahrnuty provozní soubory zabezpečovacího zařízení včetně pokládky příslušných zabezpečovacích kabelů SŽ v místě provádění stavebních prací.

1.1 Seznam provozních souborů

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

Železniční zabezpečovací zařízení

PS 25-28-01 Žst. Kojetín, SZZ

PS 27-28-01 Žst. Chropyně, SZZ

PS 28-28-01 Odbočka Bochoř, SZZ

- PS 31-28-01 Žst. Přerov, úpravy SZZ
- PS 26-28-02 Kojetín - Chropyně, TZZ
- PS 22-28-02 Chropyně – odbočka Bochoř, TZZ
- PS 22-28-03 Odbočka Bochoř - Přerov, TZZ
- PS 80-28-01 Kojetín – Přerov, DOZ
- PS 80-28-02 Kojetín – Přerov, ETCS

Železniční sdělovací zařízení

- PS 25-14-01 Žst. Kojetín, místní kabelizace
- PS 27-14-01 Žst. Chropyně, místní kabelizace
- PS 28-14-05 Odbočka Bochoř, místní kabelizace
- PS 31-14-01 Žst. Přerov, místní kabelizace
- PS 25-14-02 Kojetín - Kroměříž, DOK, TK
- PS 25-14-03 Kojetín - Lobodice, TK, HDPE
- PS 80-14-01 Kojetín - Přerov, DOK a TK
- PS 80-14-02 Kojetín – Přerov, přeložky a úpravy kabelů SŽ

1.2. Celkové řešení sdělovacího a zabezpečovacího zařízení

Železniční trať v úseku Kojetín - Přerov bude v úseku žst.Kojetín – až do km 81,2 (82,4 staré staničení) **v rámci této stavby nově elektrizována střídavou trakční soustavou s napětím 25kV, 50Hz.** Současně dojde ke zdvojkolejnění trati. V km 81,2 je nově navržen styk trakčních soustav. Od km 81,2 až do žst. Přerov, bude i nadále elektrizována stejnosměrnou trakční soustavou s napětím 3kV s tím, **že v budoucnu se přejde na střídavou trakci 25kV, 50Hz..**

V rámci stavby budou pokládány nové sdělovací traťové kabely TK, nové zabezpečovací kabely a nové optické kabely DOK, TOK a MOK.

Dle současně platného předpisu SŽ S4, budou v rámci této stavby sdělovací a zabezpečovací kabely uloženy v mezistaničních úsecích do pochozích betonových kabelových žlabů , které budou zintegrovány do drážní stezky po obou stranách kolejiště. Pouze ve stanicích budou kabely vedeny v novém kabelovodu a v žst. Přerov pak ve stávajícím kabelovodu.

Z hlediska vedení sděl. a zab.zař.kabelů je stavba dělená na 3 úseky:

1. Úsek Kojetín – Chropyně
2. Úsek Chropyně – Odbočka Bochoř (zastávka Věžky)
3. Úsek Odbočka Bochoř (zastávka Věžky) – Přerov (CDP)

Odolnost a zabezpečení stavby před vlivy trakčních a energetických vedení

Metalické sdělovací a metalické zabezpečovací kabely budou vystaveny:

- 1.) Vlivům vedení VVN společnosti ČEPS, ČEZ a EON**
- 2.) Vlivům trakčního vedení střídavé trakce 25kV, 50Hz**
- 3.) Vlivům trakčního vedení stejnosměrné trakce 3kV**

Poznámka: V km 81,2(dle nového staničení) je nově navržen styk trakčních soustav. Od km 81,2 až do žst. Přerov, bude trať i nadále elektrizována stejnosměrnou trakční soustavou s napětím 3kV s tím, že v budoucnu se přejde na střídavou trakci 25kV, 50Hz..

Sdělovací kabely

V rámci stavby bude podél trati položen nový sdělovací traťový kabel TK typu TCEPKPFLEZE 10XN0,8 a současně bude podél tratě položen i nový dálkový optický kabel DOK 72 vláken a nový traťový optický kabel TOK 48 vláken.

Zabezpečovací kabely

Pokládka nových zabezpečovacích kabelů je řešena v rámci zabezpečovacího zařízení. V rámci výše uvedených PS budou položeny nové zabezpečovací kabely typu TCEPKPFLEZE 7 až 30P1,0 k jednotlivým prvkům zab.zař. (návěstidla, kolejové obvody atd.).

V rámci předmětné stavby dochází k souběhu a křížení s nadzemním vedením VVN a ZVN společnosti ČEPS, ČEZ a EON.

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 zajistit od společnosti ČEPS, ČEZ a EON, 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 s vedením VVN v následujících lokalitách:

Úsek žst. Kojetín – žst. Chropyně

souběh	Vedení R-Prosenice – R-Sokolnice	V 251/252	2x 220kV
souběh	Vedení R-Dluhonice – R-Chropyně - Kojetín	V 551	1x 110kV

Úsek žst. Chropyně – odbočka Bochoř (zastávka Věžky)

souběh	Vedení R-Prosenice – R-Sokolnice	V 251/252	2x 220kV
souběh	Vedení R-Dluhonice – R-Chropyně	V 551	1x 110kV
souběh	Vedení R-Dluhonice – R-Hulín	V 552	1x 110kV
souběh	Vedení R-Chropyně – R-Otrokovice	V 559	1x 110kV

Úsek odbočka Bochoř (zastávka Věžky) – žst. Přerov CDP

souběh	Vedení R-Prosenice – R-Otrokovice	V 418	1x 400kV
souběh	Vedení R-Prosenice – R-Sokolnice	V 251/252	2x 220kV
souběh, křížení	Vedení R-Dluhonice – R-Chropyně	V 551	1x 110kV
souběh, křížení	Vedení R-Dluhonice – R-Hulín	V 552	1x 110kV

Rozložení a typ sdělovacích a zabezpečovacích kabelů je následující:

Sdělovací kabely:

V celém traťovém úseku Kojetín – Přerov bude položen metalický sdělovací traťový kabel TK v provedení TCEPKPFLEZE 10XN0,8

Kabel bude vyváděn ve stanicích a v odbočce Bochoř (zastávka Věžky) plným profilem a jednotlivé okruhy budou chráněny translátory.

Zabezpečovací kabely:

Dle sdělení projektanta zab.zař. , se uvažuje v mezistaničních úsecích s pokládkou kabelů pro TZZ typu TCEPKPFLEZE 7P1,0 až 30P1,0/. V rámci SZZ uvažuje s pokládkou kabelů o profilu 16 P1,0 až 48P1,0

Vzhledem k tomu, že v daném traťovém úseku se předpokládá použití různých typů sdělovacích a zabezpečovacích kabelů, navíc ještě různého provedení, z toho důvodu bude výpočet vlivů vedení 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 = 0,90 až 0,972 , v provedení ZE r_s = 0,16 až 0,37), z toho důvodu byl proveden výpočet vlivů vedení VVN jednotlivě pro sdělovací kabely SŽ a jednotlivě pro zabezpečovací kabely SŽ.

2.1 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 má být 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 ovlivňuje více trojfázových vedení VVN sdělovací a zabezpečovací kabely, z toho důvodu bylo nutné provést výpočet nebezpečných vlivů od jednotlivých vedení VVN. 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 – **rezistivitu půdy ρ (Ωm).**

Rezistivita půdy.

Měření zdánlivého měrného odporu půdy – rezistivity půdy dle ČSN 33 40 60 bylo provedeno projektantem v několika bodech. Viz přílohu B.2.11.1.102 tabulky měření rezistivity půdy. V uvedené příloze B.2.11.1.102 je uvedena mapa se zakreslenými body měření rezistivity včetně tabulky naměřených hodnot pro celý traťový úsek Kojetín – Přerov, které provedl projektant. Součástí této přílohy je i celý dokument Základní korozní průzkum stavby „Modernizace trati Brno-Přerov, 5.stavba Kojetín-Přerov“, který provedla společnost Správa železnic, CTD. V rámci korozního průzkumu bylo provedeno měření rezistivity. Z naměřených hodnot projektant sestavil tabulky průměrné hodnoty rezistivity půdy pro jednotlivé úseky. Vše je doloženo v příloze B.2.11.1.102.

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 příloha B.2.11.1.102.

Z uvedeného plyne, že pro výpočetní úsek:

- 1.) úsek Kojetín – Chropyně platí **průměrná hodnota $\rho = 75,79\Omega\text{m}$.**
- 2.) úsek Chropyně–odbočka Bochoř (Věžky) platí **průměrná hodnota $\rho = 110,07\Omega\text{m}$.**
- 3.) úsek odbočka Bochoř (z. Věžky) – Přerov platí **průměrná hodnota $\rho = 58,04\Omega\text{m}$.**

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)

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

Pro výpočetní úsek:

- 1.) žst. Kojetín – žst. Chropyně platí **$a = 2\,611\text{m}$**
- 2.) žst. Chropyně – odbočka Bochoř (zastávka Věžky) platí **$a = 3\,147\text{m}$**
- 3.) odbočka Bochoř (zastávka Věžky) - žst. Přerov platí **$a = 2\,286\text{m}$**

1.) Úsek žst. Kojetín – žst. Chropyně**Vstupní údaje.****Vedení R-Prosenice – R-Sokolnice****V 251/252 2x 220kV**

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

zkratový proud $3 I_0$ v žkm 72,189**5,38 kA**

(vzdálenost 28790m od rozvodny R- Prosenice)

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

Průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy - rezistivita ρ = **75,79 Ω m**

Pro výpočet je započítán činitel současnosti w = 0,7

Napětí	typ stožáru	počet zemnicích lan	druh zemnicího lana
220 kV	Soudek	1	183-Al1/43-ST1A (AlFe183/43)

Redukční činitel zemního lana:

Napětí	220 kV
Typ stožáru	Soudek
Druh. zem. lan	1xAlFe 183/43

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 vedení 220kV- jedno zemní lano při ρ = **75,79 Ω m** vzorec:

$$r_z = 0,15 + 0,66 \cdot \rho^{-0,06}$$

$$r_z = 0,15 + 0,66 \cdot 75,79^{-0,06}$$

$$r_z = 0,15 + 0,66 \cdot 1/75,79^{0,06}$$

$$r_z = 0,15 + 0,515 = 0,665$$

Redukční činitel zemního lana ZL typu AlFe 183/43 je r_z = **0,665**

Redukční činitel kolejí dle tabulky č. 6 ČSN 332160 ed.2 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 tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1

$r_e = 0,665$

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 ed.2 a redukčního činitele sdělovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány:

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEY 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,972$

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEZE 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,37$

1. Kabel typu ...FLEY $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,972 \times 0,5 = 0,486$

2. Kabel typu ...ZE $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,37 \times 0,5 = 0,185$

Výsledný redukční činitel :

1. Kabel typu ...FLEY $r_v = r_e \cdot r_s = 0,665 \times 0,486 = 0,323$

2. Kabel typu ...ZE $r_v = r_e \cdot r_s = 0,665 \times 0,185 = 0,123$

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 ed.2 a redukčního činitele zabezpečovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány.

Dle schémat zab.zař budou v rámci stavby instalovány nejdelší mezistanice kabely o profilu 30P1,0.

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEY 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,92$

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEZE 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,17$

1. Kabel typu ...FLEY $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,92 \times 0,5 = 0,46$

2. Kabel typu ...ZE $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,17 \times 0,5 = 0,085$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,665 \times 0,46 = \mathbf{0,306}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,665 \times 0,085 = \mathbf{0,056}$$

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

Je proveden dle článku 7.2.1 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Výpočetní úsek žst. Kojetín – žst. Chropyně

SDĚLOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...10N 0,8 FLEY} \quad U_i = \mathbf{14,77 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...10XN 0,8 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{5,62 \text{ V}}$$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEY} \quad U_i = \mathbf{14,00 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{2,56 \text{ V}}$$

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.

Vstupní údaje.

Vedení R-Dluhonice – R-Chropyně - Kojetín V 551 1x 110kV

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

zkratový proud $3 I_0$ v žkm 72,7**2,98 kA**

(vzdálenost 0m od rozvodny R- Kojetín)

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

Průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy - rezistivita ρ = **75,79 Ω m**

Pro výpočet je započítán činitel současnosti w = 0,7

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

110 kV	Soudek	1	AlFe185/6
--------	--------	---	-----------

Redukční činitel zemního lana:

Napětí	100 kV
Typ stožáru	Soudek
Druh. zem. lan	1xAlFe 185/6

Určení redukčního činitele r_z

Vzhledem k tomu, že se jedná o stožáry typu Soudek pro vedení 110kV s jedním zemním lanem, z toho důvodu pro určení redukčního činitele r_z lze použít hodnot dle obrázku č. 7 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Redukční činitel zemního lana ZL typu AlFe 185/6 je r_z = **0,6**

Dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1 platí pro výpočet redukčního činitele 110kV- jedno zemní lano při ρ = **75,79 Ω m** vzorec:

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

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 75,79^{-0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 1/75,79^{0,06}$$

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

Redukční činitel zemního lana ZL 185/6 je $r_z = 0,609$

Redukční činitel kolejí dle tabulky č. 6 ČSN 332160 ed.2 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 110 kV dle výše uvedeného výpočtu dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1

$$r_e = 0,609$$

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 ed.2 a redukčního činitele sdělovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány:

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEY 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,972$

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEZE 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,37$

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY } r_s = r_s' \cdot r_k = 0,972 \times 0,5 = 0,486$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE } r_s = r_s' \cdot r_k = 0,37 \times 0,5 = 0,185$$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY } r_v = r_e \cdot r_s = 0,609 \times 0,486 = 0,296$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE } r_v = r_e \cdot r_s = 0,609 \times 0,185 = 0,113$$

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 ed.2 a redukčního činitele zabezpečovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány.

Dle schémat zab.zař budou v rámci stavby instalovány nejdelší mezistanice kabely o profilu 30P1,0.

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEY 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,92$

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEZE 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,17$

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY} \quad r_s = r_s' \cdot r_k' = 0,92 \times 0,5 = \mathbf{0,46}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE} \quad r_s = r_s' \cdot r_k' = 0,17 \times 0,5 = \mathbf{0,085}$$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,609 \times 0,46 = \mathbf{0,280}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,609 \times 0,085 = \mathbf{0,051}$$

Výpočet nebezpečného indukčního krátkodobého vlivu při jednofázovém zkratu venkovního vedení VVN 110kV.

Je proveden dle článku 7.2.1 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Výpočetní úsek žst. Kojetín – žst. Chropyně

SDĚLOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...10N 0,8 FLEY} \quad U_i = \mathbf{24,86 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...10XN 0,8 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{9,49 \text{ V}}$$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEY} \quad U_i = \mathbf{23,51 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{4,28 \text{ V}}$$

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 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.

2.) Úsek žst. Chropyně – odbočka Bochoř (zastávka Věžky)**Vstupní údaje.****Vedení R-Prosenice – R-Sokolnice****V 251/252 2x 220kV**

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

zkratový proud $3 I_0$ v žkm 77,150**6,46 kA**

(vzdálenost 21935m od rozvodny R- Prosenice)

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

Průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy - rezistivita ρ = **110,07 Ω m**

Pro výpočet je započítán činitel současnosti w = 0,7

Napětí	typ stožáru	počet zemnicích lan	druh zemnicího lana
220 kV	Soudek	1	183-Al1/43-ST1A (AlFe183/43)

Redukční činitel zemního lana:

Napětí	220 kV
Typ stožáru	Soudek
Druh. zem. lan	1xAlFe 183/43

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 vedení 220kV- jedno zemní lano při ρ = **110,07 Ω m** vzorec:

$$r_z = 0,15 + 0,66 \cdot \rho^{-0,06}$$

$$r_z = 0,15 + 0,66 \cdot 110,07^{-0,06}$$

$$r_z = 0,15 + 0,66 \cdot 1 / 110,07^{0,06}$$

$$r_z = 0,15 + 0,515 = 0,648$$

Redukční činitel zemního lana ZL typu AlFe 183/43 je $r_z = 0,648$

Redukční činitel kolejí dle tabulky č. 6 ČSN 332160 ed.2 při vzdálenosti sdělovacího vedení do 20m od kolejnic, za podmínky elektrizované dvoukolejné železnice a kolejnice jsou dobře elektricky propojeny

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

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 tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1

$$r_e = 0,648$$

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 ed.2 a redukčního činitele sdělovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány:

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEY 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,972$

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEZE 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,37$

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY } r_s = r_s' \cdot r_k = 0,972 \times 0,5 = 0,486$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE } r_s = r_s' \cdot r_k = 0,37 \times 0,5 = 0,185$$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY } r_v = r_e \cdot r_s = 0,648 \times 0,486 = 0,315$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE } r_v = r_e \cdot r_s = 0,648 \times 0,185 = 0,120$$

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 ed.2 a redukčního činitele zabezpečovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány.

Dle schémat zab.zař budou v rámci stavby instalovány nejdelší mezistanicí kabely o profilu 30P1,0.

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEY 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,92$

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEZE 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,17$

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY} \quad r_s = r_s' \cdot r_k = 0,92 \times 0,5 = \mathbf{0,46}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE} \quad r_s = r_s' \cdot r_k = 0,17 \times 0,5 = \mathbf{0,085}$$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,648 \times 0,46 = \mathbf{0,298}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,648 \times 0,085 = \mathbf{0,055}$$

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

Je proveden dle článku 7.2.1 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Výpočetní úsek žst. Chropyně – odbočka Bochoř (zastávka Věžky)

SDĚLOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...10N 0,8 FLEY} \quad U_i = \mathbf{46,27 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...10XN 0,8 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{17,62 \text{ V}}$$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEY} \quad U_i = \mathbf{43,77 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{8,079 \text{ V}}$$

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.

Vstupní údaje.

Vedení R-Dluhonice – R-Chropyně - Kojetín V 551 1x 110kV

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

zkratový proud $3 I_0$ v žkm 77,150**4,25 kA**

(vzdálenost 5919 m od rozvodny R- Kojetín)

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

Průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy - rezistivita $\rho = 110,07\Omega$ m

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

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

110 kV	Soudek	1	AlFe185/6
--------	--------	---	-----------

Redukční činitel zemního lana:

Napětí	100 kV
--------	--------

Typ stožáru	Soudek
-------------	--------

Druh. zem. lan	1xAlFe 185/6
----------------	--------------

Určení redukčního činitele r_z

Vzhledem k tomu, že se jedná o stožáry typu Soudek pro vedení 110kV s jedním zemním lanem, z toho důvodu pro určení redukčního činitele r_z lze použít hodnot dle obrázku č. 7 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Redukční činitel zemního lana ZL typu AlFe 185/6 je $r_z = 0,6$

Dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1 platí pro výpočet redukčního činitele 110kV- jedno zemní lano při $\rho = 110,07 \Omega$ m vzorec:

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

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 110,07^{-0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 1/110,07^{0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,498 = 0,598$$

Redukční činitel zemního lana ZL 185/6 je $r_z = 0,598$

Redukční činitel kolejí dle tabulky č. 6 ČSN 332160 ed.2 při vzdálenosti sdělovacího vedení do 20m od kolejnic, za podmínky elektrizované dvoukolejné železnice a kolejnice jsou dobře elektricky propojeny

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

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 110 kV dle výše uvedeného výpočtu dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1

$r_e = 0,598$

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 ed.2 a redukčního činitele sdělovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány:

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEY 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,972$

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEZE 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,37$

1. Kabel typu ...FLEY $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,972 \times 0,5 = 0,486$

2. Kabel typu ...ZE $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,37 \times 0,5 = 0,185$

Výsledný redukční činitel :

1. Kabel typu ...FLEY $r_v = r_e \cdot r_s = 0,598 \times 0,486 = 0,290$

2. Kabel typu ...ZE $r_v = r_e \cdot r_s = 0,598 \times 0,185 = 0,110$

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 ed.2 a redukčního činitele zabezpečovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány.

Dle schémat zab.zař budou v rámci stavby instalovány nejdelší mezistanice kabely o profilu 30P1,0.

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEY 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,92$

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEZE 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,17$

1. Kabel typu ...FLEY $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,92 \times 0,5 = 0,46$

2. Kabel typu ...ZE $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,17 \times 0,5 = 0,085$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,598 \times 0,46 = \mathbf{0,275}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,598 \times 0,085 = \mathbf{0,050}$$

Výpočet nebezpečného indukčního krátkodobého vlivu při jednofázovém zkratu venkovního vedení VVN 110kV.

Je proveden dle článku 7.2.1 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Výpočetní úsek žst. Chropyně – odbočka Bochoř (zastávka Věžky)

SDĚLOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...10N 0,8 FLEY} \quad U_i = \mathbf{2,88 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...10XN 0,8 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{1,09 \text{ V}}$$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEY} \quad U_i = \mathbf{2,73 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{0,49 \text{ V}}$$

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 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.

Vstupní údaje.**Vedení R-Chropyně – R-Otrokovice V 559 1x 110kV**

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

zkratový proud $3 I_0$ v žkm 77,2**5,5 kA**

(vzdálenost 24600m od rozvodny R- Otrokovice)

Pro výpočet indukčního vlivu byla z naměřených údajů použita průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy – rezistivita ρ / Ω m/ pro daný úsek.Průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy - rezistivita $\rho = 110,07\Omega\text{m}$ Pro výpočet je započítán činitel současnosti $w = 0,7$

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

110 kV	Soudek	1	AlFe185/3
--------	--------	---	-----------

Redukční činitel zemního lana:

Napětí	100 kV
Typ stožáru	Soudek
Druh. zem. lan	1xAlFe 185/3

Určení redukčního činitele r_z Vzhledem k tomu, že se jedná o stožáry typu Soudek pro vedení 110kV s jedním zemním lanem, z toho důvodu pro určení redukčního činitele r_z lze použít hodnot dle obrázku č. 7 normy ČSN 33 21 60 ed.2.Redukční činitel zemního lana ZL typu AlFe 185/3 je $r_z = 0,6$ Dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1 platí pro výpočet redukčního činitele 110kV- jedno zemní lano při $\rho = 110,07 \Omega\text{m}$ vzorec:

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

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 110,07^{-0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 1/110,07^{0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,498 = 0,598$$

Redukční činitel zemního lana ZL 185/3 je $r_z = 0,598$

Redukční činitel kolejí dle tabulky č. 6 ČSN 332160 ed.2 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 110 kV dle výše uvedeného výpočtu dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1

$r_e = 0,598$

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 ed.2 a redukčního činitele sdělovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány:

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEY 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,972$

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEZE 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,37$

1. Kabel typu ...FLEY $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,972 \times 0,5 = 0,486$

2. Kabel typu ...ZE $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,37 \times 0,5 = 0,185$

Výsledný redukční činitel :

1. Kabel typu ...FLEY $r_v = r_e \cdot r_s = 0,598 \times 0,486 = 0,290$

2. Kabel typu ...ZE $r_v = r_e \cdot r_s = 0,598 \times 0,185 = 0,110$

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 ed.2 a redukčního činitele zabezpečovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány.

Dle schémat zab.zař budou v rámci stavby instalovány nejdelší mezistanice kabely o profilu 30P1,0.

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEY 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,92$

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEZE 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,17$

1. Kabel typu ...FLEY $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,92 \times 0,5 = 0,46$

2. Kabel typu ...ZE $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,17 \times 0,5 = 0,085$

Výsledný redukční činitel :

$$1. \text{ Kabel typu ...FLEY} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,598 \times 0,46 = \mathbf{0,275}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...ZE} \quad r_v = r_e \cdot r_s = 0,598 \times 0,085 = \mathbf{0,050}$$

Výpočet nebezpečného indukčního krátkodobého vlivu při jednofázovém zkratu venkovního vedení VVN 110kV.

Je proveden dle článku 7.2.1 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Výpočetní úsek žst. Chropyně – odbočka Bochoř (zast. Věžky)

SDĚLOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...10N 0,8 FLEY} \quad U_i = \mathbf{8,41 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...10XN 0,8 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{3,19 \text{ V}}$$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL

$$1. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEY} \quad U_i = \mathbf{7,97 \text{ V}}$$

$$2. \text{ Kabel typu ...30P1,0 FLEZE} \quad U_i = \mathbf{1,45 \text{ V}}$$

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 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.

3.) Úsek odbočka Bochoř (zastávka Věžky) – žst. Přerov CDP

Vstupní údaje.

Vedení R-Dluhonice – R-Chropyně - Kojetín V 551 1x 110kV

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

zkratový proud $3 I_0$ v žkm 87,973**9,25 kA**

(vzdálenost 3200 m od rozvodny R- Dluhonice)

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

Průměrná hodnota zdánlivého měrného odporu půdy - rezistivita ρ = **58,04 Ω m**

Pro výpočet je započítán činitel současnosti w = 0,7

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

110 kV	Soudek	1	AlFe185/6
--------	--------	---	-----------

Redukční činitel zemního lana:

Napětí	110 kV
Typ stožáru	Soudek
Druh. zem. lan	1xAlFe 185/6

Určení redukčního činitele r_z

Vzhledem k tomu, že se jedná o stožáry typu Soudek pro vedení 110kV s jedním zemním lanem, z toho důvodu pro určení redukčního činitele r_z lze použít hodnot dle obrázku č. 7 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Redukční činitel zemního lana ZL typu AlFe 185/6 je r_z = **0,6**

Dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1 platí pro výpočet redukčního činitele 110kV- jedno zemní lano při ρ = **58,04 Ω m** vzorec:

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

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 58,04^{-0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,66 \cdot 1/ 58,04^{0,06}$$

$$r_z = 0,1 + 0,517 = 0,617$$

Redukční činitel zemního lana ZL 185/6 je r_z = **0,617**

Redukční činitel kolejí dle tabulky č. 6 ČSN 332160 ed.2 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 110 kV dle výše uvedeného výpočtu dle tabulky č.4.2 PNE 33 3300-1

$r_e = 0,617$

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 ed.2 a redukčního činitele sdělovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány:

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEY 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,972$

Pro sdělovací kabely typu TCEPKPFLEZE 10XN0,8 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,37$

1. Kabel typu ...FLEY $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,972 \times 0,5 = 0,486$

2. Kabel typu ...ZE $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,37 \times 0,5 = 0,185$

Výsledný redukční činitel :

1. Kabel typu ...FLEY $r_v = r_e \cdot r_s = 0,617 \times 0,486 = 0,299$

2. Kabel typu ...ZE $r_v = r_e \cdot r_s = 0,617 \times 0,185 = 0,114$

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 ed.2 a redukčního činitele zabezpečovacích kabelů r_s' . Další redukční činitele nejsou ve výpočtu uvažovány.

Dle schémat zab.zař budou v rámci stavby instalovány nejdelší mezistanice kabely o profilu 30P1,0.

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEY 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,92$

Pro zabezpečovací kabely typu TCEKPFLEZE 30P1,0 je průměrný redukční činitel $r_s' = 0,17$

1. Kabel typu ...FLEY $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,92 \times 0,5 = 0,46$

2. Kabel typu ...ZE $r_s = r_s' \cdot r_k = 0,17 \times 0,5 = 0,085$

Výsledný redukční činitel :

1. Kabel typu ...FLEY $r_v = r_e \cdot r_s = 0,617 \times 0,46 = 0,283$

2. Kabel typu ...ZE $r_v = r_e \cdot r_s = 0,617 \times 0,085 = 0,052$

Výpočet nebezpečného indukčního krátkodobého vlivu při jednofázovém zkratu venkovního vedení VVN 110kV.

Je proveden dle článku 7.2.1 normy ČSN 33 21 60 ed.2.

Výpočetní úsek odbočka Bochoř (zastávka Věžky) – žst. Přerov CDP**SDĚLOVACÍ KABEL**

1.Kabel typu ...10N 0,8 FLEY $U_i = 294,68 \text{ V}$

2.Kabel typu ...10XN 0,8 FLEZE $U_i = 112,35 \text{ V}$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL

1.Kabel typu ...30P1,0 FLEY $U_i = 278,91 \text{ V}$

2.Kabel typu ...30P1,0 FLEZE $U_i = 51,25 \text{ V}$

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 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.

Poznámka:

Vliv vedení R-Prosenice – R-Otrokovice V 418 1x 400kV a vedení R-Prosenice – R-Sokolnice V 251/252 2x 220kV se neuplatňuje, jelikož obě vedení leží mimo oblast dosahu.

2.2 Výpočet vlivů VN střídavé trakce na sdělovací a zabezpečovací kabely.

1. Úvod

Železniční trať Kojetín – odbočka Bochoř (zastávka Věžky), podél které bude kladena nová sdělovací a zabezpečovací kabelizace, bude nově elektrifikována střídavou el. trakcí 25kV/50Hz. Úkolem této dokumentace je posouzení velikosti nebezpečných vlivů střídavé trakce dle ČSN 34 2040 ed.2 a navržení ochrany budovaných sdělovacích a zabezpečovacích kabelů.

Podkladem pro zpracování výpočtů vlivů byly:

1. Hodnoty zkratových proudů dle „ Energetických výpočtů“
2. Informace o naprojektované kabelové trase a dimenzích sdělovacích a zabezpečovacích kabelů

2. Vlivy střídavé trakce

Trakční vedení (TV) elektrifikovaných železničních tratí (jednofázový systém 25kV, 50Hz) 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 dle hodnoty rezistivity půdy. 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 projektované sdělovací a zabezpečovací kabely, jakož i stávající vedení ohrožována zejména nebezpečnými indukčními vlivy při zkratovém stavu, a při tzv. mimořádném 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 el. napětím.

3. Meze nebezpečných vlivů dle ČSN 34 2040 ed.2

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 střídavé trakce

Obecný souběh kabelu s žel. tratí je třeba pro účely výpočtu rozdělit na kratší úseky, které je možné nahradit úsečkami. Při této činnosti je třeba dodržet zásady stanovené ČSN 34 2040 ed.2. V případě uložení sdělovacích a zabezpečovacích kabelů do drážního tělesa v takřka konstantní vzdálenosti od troleje, pak není nutné provádět rozdělení na výpočetní úseky standardním způsobem.

Vlastní výpočet je dokladován v příloze B.2.11.3.301 – tabulky výpočtu indukovaného napětí pro jednotlivé úseky kabelizace zakončené uzemněním.

Zkratový stav

Velikost nebezpečných vlivů pro zkratový stav se vypočítá podle vztahu :

$$E_m = 2\pi f M I_z l_e r$$

kde :

E_m je indukovaná podélná elektromotorická síla (V)

f kmitočet trakčního proudu (Hz)

M vzájemná indukčnost mezi trolejí a vodičem sdělovacího nebo zabezpečovacího vedení ve výpočetním úseku (H/km)

I_z zkratový proud v trakčním vedení (A)

l_e délka úseku (km)

r výsledný redukční činitel

$$r = r_k \cdot r_{pl} \cdot r_{\check{z}} \cdot r_t$$

kde:

r_k redukč. činitel kolejí

r_{pl} redukč. činitel pláště kabelu

$r_{\check{z}}$ redukč. činitel sousedních žil v kabelu

r_t redukč. činitel kompenzačních vodičů (souběžných kabelů)

Použité hodnoty :

Frekvence trakčního proudu $f=50\text{Hz}$. Hodnotu M získáme z obr.č. 6 v normě ČSN 34 2040 ed.2v závislosti na vzdálenosti kabelu a trakč. vedení a a vodivosti půdy δ .

Pro vodivost půdy δ a rezistivitou půdy ρ platí vztah:

$$\delta = 1/\rho$$

kde : δ ... vodivost půdy [S/m]

ρ ... rezistivita půdy [Ωm]

V tomto případě se uvažuje s vypočtenou hodnotou vzdálenosti sdělovacích a zabezpečovacích kabelů od trakčního vedení dle výkresu B.2.11.2.203. Hodnoty zkratových proudů jsou použity z části „Energetické výpočty“.

Redukční činitel kolejí je určen z tabulky č.5 uvedené v normě 34 2040 ed.2. Jeho hodnota je pro dvoukolejnou trať, kde kolejnice jsou dobře elektricky propojené a vzdálenost od napájecí stanice je větší jak 3km, $r_k = 0,5$. Redukční činitel pláště je určen z katalogu kabelů v závislosti na provedení a profilu kabelu. Redukční činitel sousedních žil v kabelu $r_{\Sigma} = 0,92$.

Mimořádný stav

Velikost nebezpečných vlivů pro mimořádný stav se vypočítá podle vztahu:

$$E_m = 2 \pi f M I_{ekv} l e r$$

Kde:

I_{ekv} je ekvivalentní trakční proud tj. proud, který má stejný indukční účinek, jako proudy rozdělené v trakčním vedení podle skutečného zatížení (A).

Ostatní proměnné a konstanty jsou určeny stejně jako při výpočtu zkratového stavu, jak je výše uvedeno.

Přesné hodnoty zkratových proudů byly použity z části „Energetické výpočty“.

5. Zhodnocení výsledků a navržení ochran

Ve stavbě jsou projektantem správně navrženy kabely v provedení TCEPKPFLEZE. Z nového vydání ČSN 342040 ed.2 platného od 31.5.2015 vyplývají požadavky na provedení kabelizace.

Pancíře všech kabelů musí být ve všech spojkách vodivě propojeny v celé délce a na koncích musí být spolu galvanicky propojeny, a aby se uplatnil redukční činitel kabelů, musí být na koncích uzemněny. Přičemž hodnota uzemnění má být nejhůře rovna 10 ohmům. Přičemž se doporučuje, aby odpor uzemnění nebyl menší než 5 ohmů. Pokud je odpor uzemnění menší než 5 ohmů je možno jej zvětšit zařazením rezistoru. Musí být respektovány platné předpisy na provedení uzemnění.

U delších kabelů má být hliníkový pancíř kabelů přizemňován. Dnes platná norma vzdálenosti mezi uzemněními neurčuje. V původní normě bylo uvedeno, že se má přizemňovat cca po 2,0km. Nově je možné vzdálenosti navrhovat dle potřeby, je však třeba vidět, že při větších vzdálenostech se zhoršuje redukční činitel kabelů a tedy se zmenšuje ochrana kabelů.

Z tabulky 6 ČSN 342040 ed.2 - Základní rovnice pro výpočet redukčního činitele kabelového pláště vyplývá, že pro střední vzdálenost mezi zemniči menší než dva kilometry je redukční činitel R_{plid} závislý jen na odporu a indukčnosti kovových obalů kabelů, tedy jedná se o ideální případ. Tato hodnota je uváděna v katalogových listech použitých kabelů. Pro vzdálenosti větší než 2km se situace zhoršuje a vstupují do hry další parametry.

Hodnota redukčního činitele se pak zhoršuje. Vzhledem k poměrně velké délce úseku a tedy délce kabelu není zhoršování parametrů redukčního činitele příliš vhodné. Proto projektant z hlediska rozmístění uzemnění předpokládá vzdálenost mezi zeměmi cca kolem 2,0km. To vše však závisí na skutečných místních podmínkách. Hodnota uzemnění je shodná s uzemněním konců kabelů.

Výsledky:

1.) Výpočetní úsek žst. Kojetín – žst. Chropyně

SDĚLOVACÍ KABEL TK

1.Kabel typu ...10N 0,8 FLEY

$E_m = 541,81 \text{ V}$

2.Kabel typu ...10XN 0,8 FLEZE

$E_m = 206,24 \text{ V}$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL TZZ**Poznámka:**

Projektant zab.zař. navrhl kabelizaci v jednotlivých úsecích tak, že od SÚ dané stanice je vždy nejdříve veden kabel TZZ typu TCEKFLEZE 24P1,0, dále pokračuje typem TCEKFLEZE 12P1,0 a končí kabelem typu TCEKFLEZE 7P1,0. Tato koncepce je vždy navržena na oba směry TZZ od dané stanice. **Vzhledem k tomu, že žíly okruhů TZZ vedoucích od konce kabelu TCEKFLEZE 7P1,0 jsou nejdelší a kabel 7P1,0 má nejhorší redukční činitel r_{pl} oproti kabelu typu TCEKFLEZE 12 nebo 24P1,0, z toho důvodu byl výpočet proveden pro dimenzi 7P1,0. Tím je zaručeno, že při jednotlivých délkách výpočetních úseků, kde je dimenze 12P1, 0 a 24P1,0 se nenaindukuje větší napětí, než je doloženo výpočtem pro dimenzi 7P1,0.**

1.Kabel typu ...7P1,0 FLEZE	od Kojetína	$E_m = 128,06 \text{ V}$
2.Kabel typu ...7P1,0 FLEZE	od Chropyně	$E_m = 77,96 \text{ V}$

2.) Výpočetní úsek žst. Chropyně – odbočka Bochoř (trakční dělení)**SDĚLOVACÍ KABEL TK**

1.Kabel typu ...10N 0,8 FLEY	$E_m = 383,32 \text{ V}$
2.Kabel typu ...10XN 0,8 FLEZE	$E_m = 145,91 \text{ V}$

ZABEZPEČOVACÍ KABEL TZZ**Poznámka:**

Projektant zab.zař. navrhl kabelizaci v jednotlivých úsecích tak, že od SÚ dané stanice je vždy nejdříve veden kabel TZZ typu TCEKFLEZE 24P1,0, dále pokračuje typem TCEKFLEZE 12P1,0 a končí kabelem typu TCEKFLEZE 7P1,0. Tato koncepce je vždy navržena na oba směry TZZ od dané stanice. **Vzhledem k tomu, že žíly okruhů TZZ vedoucích od konce kabelu TCEKFLEZE 7P1,0 jsou nejdelší a kabel 7P1,0 má nejhorší redukční činitel r_{pl} oproti kabelu typu TCEKFLEZE 12 nebo 24P1,0, z toho důvodu byl výpočet proveden pro dimenzi 7P1,0. Tím je zaručeno, že při jednotlivých délkách výpočetních úseků, kde je dimenze 12P1, 0 a 24P1,0 se nenaindukuje větší napětí, než je doloženo výpočtem pro dimenzi 7P1,0.**

1.Kabel typu ...7P1,0 FLEZE	od Chropyně	$E_m = 116,17 \text{ V}$
2.Kabel typu ...7P1,0 FLEZE	od odbočky Bochoř	$E_m = 11,14 \text{ V}$

Trat'ový sdělovací kabel TK:

Vypočtená hodnota E_M pro uvedený sdělovací kabel typu FLEY nevyhovuje tabulce č. 1 a tabulce č. 14 normy ČSN 34 2040 ed.2. Kabel typu FLEZE vyhovuje tabulce č. 1 a tabulce č. 14 normy ČSN 34 2040 ed.2.

Zabezpečovací kabel TZZ:

Vypočtená hodnota E_M pro uvedený zabezpečovací kabely typu FLEZE vyhovuje tabulce č.1 a tabulce č. 14 normy ČSN 34 2040 ed.2.

.

2.3 Výpočet vlivů VN ss trakce na sdělovací a zabezpečovací kabely.

Pro výpočet vlivů stejnosměrného trakčního vedení VN 3kV na sdělovací a zabezpečovací kabely SŽ 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 SŽ (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 10XN0,8 /
nebo / kabely TCEPKPFLEZE 10XN0,8 /

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, viz přílohu B.2.11.1.102. Bylo provedeno měření rezistivity půdy Wennerovou metodou ve vytypovaných bodech podél železniční tratě.

Z uvedeného plyne, že pro výpočetní úsek:

- 1.) úsek Kojetín – Chropyně platí **průměrná hodnota $\rho = 75,79\Omega\text{m}$.**
- 2.) úsek Chropyně–odbočka Bochoř (Věžky) platí **průměrná hodnota $\rho = 110,07\Omega\text{m}$.**
- 3.) úsek odbočka Bochoř (z. Věžky) – Přerov platí **průměrná hodnota $\rho = 58,04\Omega\text{m}$.**

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 0,3m v pochozím kabelové žlabu a dále pak v kabelovodu v obvodu žst.Přerov 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, viz. Příloha B.2.11.2.203.

Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce výpočtů, viz příloha B.2.11.3.301.

- 3.) Průměrná hloubka uložení traťového sdělovacího kabelu TK je 0,3m v pochozím kabelovém žlabu.
- 4.) Umístění měření a jejich vzájemná vzdálenost je následující:
 - a) žst. Říkovice
 - b) žst. Prosenice

odbočka Bochoř (zast. Věžky) --- ls = 5,330km --- žst.Přerov CDP

TM Říkovice----- l=15,900km-----TM Prosenice

Úkolem této dokumentace je posouzení velikosti nebezpečných vlivů stejnosměrné trakce v případě zkratu a návržení 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 napětím.

3. Meze nebezpečných vlivů dle ČSN 34 2040 ed.2

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 je proveden 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 SŽ (ČSD) PMR 20/86 – PMR a ČSN 34 2040 ed.2. Pokud je uložení 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 uvedeny v příloze B.2.11.3.301. Vlastní výpočet je proveden dle článku 33 směrnice SŽ (ČSD) PMR 20/86 –PMR za použití vzorců a směrných hodnot dle tabulky 4 citované směrnice.

Zkratový stav

Dle směrnice. SŽ (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 obvodu (km)

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

Směrná hodnota L_v pro: jednokolejnou trať $L_v = 1,4 \cdot 10^{-3}$ H/km

dvoukolejnou trať $L_v = 0,9 \cdot 10^{-3}$ H/km

L_m indukčnost měnícího (H)

Směrná hodnota $L_m = 1,8 \cdot 10^{-3}$ H

L_r indukčnost reaktoru (H)

Směrná hodnota pro jednu usměrňovací skupinu $L_r = 4,0 \cdot 10^{-3}$ 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 protikorozi 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 soustavy uvažuje s frekvencí trakčního proudu 20Hz. Hodnotu M získáme z obr.č. 6 v normě ČSN 34 2040 ed.2 v závislosti na vzdálenosti sdělovacího kabelu od trakč. vedení a vodivosti půdy a kmitočtu. V tomto případě se uvažuje vždy s průměrnou hodnotou vzdálenosti kabelů od trakce pro každý výpočetní úsek samostatně – viz. příloha B.2.11.3.301- tabulky s výpočty.

Redukční činitel kolejí je určen z tabulky č.5 směrnice SŽ (ČSD) PMR 20/86 –PMR. Jeho hodnota je 0,3.

Redukční činitel pláště je určen z katalogu kabelů v závislosti na provedení a profilu kabelu.

Vypočtené hodnoty :

1.) Výpočetní úsek (trakční dělení) – odbočka Bochoř

Traťový sdělovací kabel TK:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1.Kabel typu ...TCEPKPFLEY 10XN0,8 | $E_{MSS} = 83,82 \text{ V}$ |
| 2.Kabel typu ...TCEPKPFLEZE 10XN0,8 | $E_{MSS} = 31,90 \text{ V}$ |

Zabezpečovací kabel TZZ:

Poznámka:

Projektant zab.zař. navrhl kabelizaci v jednotlivých úsecích tak, že od SÚ dané stanice je vždy nejdříve veden kabel TZZ typu TCEKFLEZE 24P1,0, dále pokračuje typem TCEKFLEZE 12P1,0 a končí kabelem typu TCEKFLEZE 7P1,0. Tato koncepce je vždy navržena na oba směry TZZ od dané stanice. **Vzhledem k tomu, že žíly okruhů TZZ vedoucích od konce kabelu TCEKFLEZE 7P1,0 jsou nejdelší a kabel 7P1,0 má nejhorší redukční činitel r_{pl} oproti kabelu typu TCEKFLEZE 12 nebo 24P1,0, z toho důvodu byl výpočet proveden pro dimenzi 7P1,0. Tím je zaručeno, že při jednotlivých délkách výpočetních úseků, kde je dimenze 12P1, 0 a 24P1,0 se nenaindukuje větší napětí, než je doloženo výpočtem pro dimenzi 7P1,0.**

- | | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1.Kabel typu ...TCEKFLEZE 7P1,0 | od odbočky Bochoř | $E_{MSS} = 24,14 \text{ V}$ |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|

2.) Výpočetní úsek odbočka Bochoř – CDP Přerov

Traťový sdělovací kabel TK:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 1.Kabel typu ...TCEPKPFLEY 10XN0,8 | $E_{MSS} = 216,79 \text{ V}$ |
| 2.Kabel typu ...TCEPKPFLEZE 10XN0,8 | $E_{MSS} = 60,22 \text{ V}$ |

Zabezpečovací kabel TZZ:**Poznámka:**

Projektant zab.zař. navrhl kabelizaci v jednotlivých úsecích tak, že od SÚ dané stanice je vždy nejdříve veden kabel TZZ typu TCEKFLEZE 24P1,0, dále pokračuje typem TCEKFLEZE 12P1,0 a končí kabelem typu TCEKFLEZE 7P1,0. Tato koncepce je vždy navržena na oba směry TZZ od dané stanice. **Vzhledem k tomu, že žíly okruhů TZZ vedoucích od konce kabelu TCEKFLEZE 7P1,0 jsou nejdelší a kabel 7P1,0 má nejhorší redukční činitel r_{pl} oproti kabelu typu TCEKFLEZE 12 nebo 24P1,0, z toho důvodu byl výpočet proveden pro dimenzi 7P1,0. Tím je zaručeno, že při jednotlivých délkách výpočetních úseků, kde je dimenze 12P1, 0 a 24P1,0 se nenaindukuje větší napětí, než je doloženo výpočtem pro dimenzi 7P1,0.**

- | | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1.Kabel typu ...TCEKFLEZE 7P1,0 | od odbočky Bochoř | $E_{MSS} = 17,45 \text{ V}$ |
| 2.Kabel typu ...TCEKFLEZE 7P1,0 | od Přerova | $E_{MSS} = 37,15 \text{ V}$ |

Traťový sdělovací kabel TK:

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

Zabezpečovací kabel TZZ:

Vypočtená hodnota E_{MSS} pro uvedený zabezpečovací kabely typu FLEZE vyhovuje tabulce č.2 a 3 citované směrnice.

3. Ochranná opatření.**Ochranná opatření ve vztahu k vedení VVN 220kV a VVN 110kV**

1.1 V rámci stavby bude instalován nový traťový kabel TK typu TCEPKPFLEZE 10XN0,8mm v celém traťovém úseku od žst. Kojetín do žst. Přerov, 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 požitky 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.

Ochranná opatření ve vztahu k vedení AC el. trakce 25kV**Ochranná opatření proti nebezpečnému vlivu na straně sdělovacího vedení a zařízení**

Ochranná opatření jsou podrobně popsána v normě ČSN 34 2040 ed.2, viz. Článek 7.2.1 až 7.2.19 a dále v článku 7.3.1 až 7.3.6 pro rozhlasová vedení a zařízení. Ochranná opatření uvedené ve výše citovaných článcích normy ČSN 34 2040 ed.2 je nutné dodržet.

Ochranná opatření proti nebezpečnému vlivu na straně zabezpečovacích vedeních a zařízení

Ochranná opatření jsou podrobně popsána v normě ČSN 34 2040 ed.2, viz. Článek 7.4.1 až 7.5.4 a dále v článku 7.8.1 až 7.8.7 pro zabezpečovací zařízení ve stykových stanicích a v přilehlých traťových úsecích. Ochranná opatření uvedené ve výše citovaných článcích normy ČSN 34 2040 ed.2 je nutné dodržet.

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

Dle směrnice SŽ (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 SŽ (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 SŽ (ČSD) PMR 20/86-PMR
- opatření pro snížení hodnot indukovaných podélných napětí, se doporučuje pomocí:
- galvanickým rozdělením kabelových okruhů dle čl. 57.a) směrnice SŽ (ČSD) PMR 20/86-PMR
- nadložných kompenzačních uzemněných vodičů dle čl. 57.b směrnice SŽ (ČSD) PMR 20/86-PMR

Současně je nutné dodržet opatření a ochranu dle normy ČSN 34 2040 ed.2, dle článku 7.9.1 až 7.9.3 pro sdělovací a zabezpečovací vedení na trati DC 3kV při souběhu s energetickým vedením VN, VVN a ZVN.

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 SŽ (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 přiložených tabulek s výpočty plyne, že nedojde vlivem střídavé a ss trakční proudové soustavy k překročení meze krátkodobých nebezpečných indukčních vlivů 300V při době trvání zkratu od 0,1 do 0,3s.

