



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

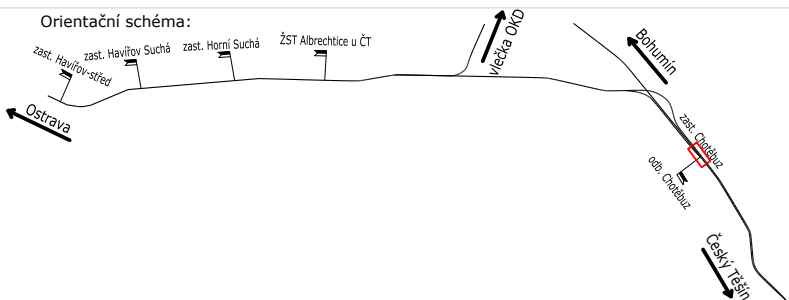
Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



Jiná ověření:

Paré:

Orientační schéma:






Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
000	30.12.2022	Definitivní odevzdání dokumentace	Ing. Vladimír Čechák

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

Zhotovitel díla:	EXprojekt s.r.o.	
Adresa:	Heršpická 758/13, 619 00 Brno	
Kontakt:	T: +420 533 312 000 E: info@exprojekt.cz	
Zhotovitel objektu:	SB projekt s.r.o.	
Adresa:	Kasárenská 4063/4, 695 01 Hodonín	
Kontakt:	T: +420 725 528 626 E: info@sbprojekt.cz	
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Pavel Odehnal Ing. Dominik Mojžíšek	Specialista: Ing. Marek Vývoda

Název stavby/akce:	Optimalizace traťového úseku Český Těšín (mimo) - Albrechtice u Českého Těšína (včetně)	Označení investora: S621700032
Název části:	Technologie transformačních stanic vn/nn (energetika)	Zakázka: 2021-024
Název objektu/dílní části:	odb. Chotěbuz, STS LDSŽ 22kV	Označení části: D.1.3.5
Název přílohy:	Výpočty	Označení objektu/komplexu: PS 11-03-51
Název dílní části přílohy:	Napěťové poměry na kabelovém rozvodu 22kV	Číslo přílohy (typ/pořadí): 3. 001
Odpovědný projektant: Ing. Vladimír Čechák	Zpracovatel přílohy: Ing. Jiří Hajzl	Měřítko: - Formáty: 16 x A4
Kraj: Moravskoslezský	Katastrální území: Podobora [652962]	TUDU: 2521 2A
		Stupeň dokumentace: DUR
		Smluvní datum zpracování: 30.12.2022

Kódové označení přílohy:
S621700032_DURX_D1305_PS110351_3_001_000

ZPRACOVATEL

Ing. Jiří Hajzl, náměstí Míru 187, 538 03 Heřmanův Městec – IČ: 74630946
odborné poradenství v elektrické trakci a EMC
+420 315 555 545 - posta@jirihajzl.cz - http://www.jirihajzl.cz

ZÁKAZNÍK

SB projekt s.r.o., Kasárenská 4063/4, 695 01 Hodonín – IČ: 27767442

ODBORNÁ STUDIE

napěťové poměry na kabelovém rozvodu 22 kV v úseku Havířov - Chotěbuz č. Z22071

SPECIFIKACE

Studie je vypracována pro potřeby stavby „Optimalizace traťového úseku Český Těšín (mimo) - Albrechtice u Českého Těšína (včetně)“.

Cílem této studie je

- analýza předpokládaných úrovní harmonického zkreslení napětí na hladině 22 kV napájecích stanic rozvodu 22 kV způsobených provozem elektrické trakce,
- výpočtové určení / ověření hodnot kompenzačních tlumivek pro kompenzaci kapacitního charakteru kabelů 22 kV.

VYHODNOCENÍ / ZÁVĚR

V textu

PROTOKOL

Datum vydání:
03.07.2022

Autorizace:


Ing. Jiří HAJZL
nám. Míru 187, 538 03 Heřmanův Městec
(+420) 777 901 961 – posta@jirihajzl.cz
IČ: 746 30 946

Počet stran:	15
Počet příloh:	0
Počet výtisků:	ev
Číslo výtisku:	ev

POZNÁMKY

ev – elektronický výtisk

1 OBSAH

1	Obsah	2
2	Cíl studie	3
3	Použitá dokumentace	3
4	Vstupní údaje a požadavky	3
4.1	Kabelová vedení	3
4.2	Oddělovací a napájecí transformátory	3
5	Hodnoty kompenzačních tlumivek pro kompenzaci kapacity kabelů 22 kv	4
5.1	Podmínky platnosti výpočtu	4
5.2	Výsledky a vyhodnocení	4
6	Navýšení harmonických napětí na kabelech 22 kv	6
6.1	Podmínky platnosti výpočtu	6
6.2	Výsledky	7
6.3	Napájení směr Albrechtice – Havířov – Vratimov	8
6.4	Napájení směr Albrechtice – Chotěbuz (mimo)	9
6.5	Napájení směr Albrechtice – Chotěbuz – Dětmárovice / Český Těšín	10
6.6	Vyhodnocení	14
7	Prohlášení zhotovitele	15

2 CÍL STUDIE

Studie je vypracována pro potřeby stavby „Optimalizace traťového úseku Český Těšín (mimo) - Albrechtice u Českého Těšína (včetně)“. Jejím cílem je

- analýza předpokládaných úrovní harmonického zkreslení napětí na hladině 22 kV napájecích stanic rozvodu 22 kV způsobených provozem elektrické trakce,
- výpočtové určení / ověření hodnot kompenzačních tlumivek pro kompenzaci kapacitního charakteru kabelů 22 kV.

3 POUŽITÁ DOKUMENTACE

- [1] *Projektová dokumentace stavby „Optimalizace traťového úseku Český Těšín (mimo) - Albrechtice u Českého Těšína (včetně)“, část Přehledové schéma napájení LDS 22 kV, SB projekt s.r.o.*
- [2] *Typový list kabelu 22-AXEKVCEY, nkt cables*
- [3] *Typový list kabelu AXCES 3x95/25 12/20(24) kV, ENSLO*
- [4] *Typový list kabelu AXCES 3*95/25 12/20(24) kV, Ericsson*
- [5] *SŽDC TKP33:2016 - Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah, kapitola 33 – Elektromagnetická kompatibilita, třetí aktualizované vydání – změna 10, SŽDC s.o., účinnost od 01.11.2016.*
- [6] *ČSN EN 50160 ed.3 - Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí*
- [7] *PNE 33 3430-0 - Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav*

4 VSTUPNÍ ÚDAJE A POŽADAVKY

4.1 Kabelová vedení

typ kabelů:	22-AXEKVCEY 1x95	
počet kabelů:	3	
průřez vodiče / stínění:		1x 95 / 16 mm ²
kapacitance:	c =	0,210 μF/km
indukčnost (paralelně v zemi):	l =	0,670 mH/km
odpor:	r =	0,320 Ω/km
typ kabelů:	22-AXEKVCEY 1x120	
počet kabelů:	3	
průřez vodiče / stínění:		1x 120 / 16 mm ²
kapacitance:	c =	0,230 μF/km
indukčnost (paralelně v zemi):	l =	0,640 mH/km
odpor:	r =	0,253 Ω/km
typ kabelů:	AXCES 3x95/25 12/20(24) kV	
průřez vodiče / stínění:		3x 95 / 25 mm ²
kapacitance:	c =	0,250 μF/km
indukčnost:	l =	0,320 mH/km
odpor:	r =	0,320 Ω/km

4.2 Oddělovací a napájecí transformátory

transformátor oddělovací TSN (Chotěbuz - TS3002A, NTS1, NTS2)

převod:	23 / 23 kV
jmenovitý výkon:	S _n = 1,6 MVA
napětí nakrátko:	U _k = 6,0 %

5 HODNOTY KOMPENZAČNÍCH TLUMIVEK PRO KOMPENZACI KAPACITY KABELŮ 22 KV

Jedním ze základních parametrů kabelových i vzdušných vedení je jejich příčná kapacita daná obvykle parametry použitého kabelu (resp. parametry vzdušného vedení). Tato kapacita je měrným parametrem vztaženým k jednotkové délce a v případě kabelů je přímo uváděna výrobcem kabelu v jeho technickém listu. S prodlužující se délkou vedení roste celková kapacita kabelu z pohledu místa jeho připojení a tím i dodávka induktivního jalového výkonu (obvykle též stále označovaný jako nevyžádaná kapacitní práce či kapacitní odběr), která se projeví zejména při poklesu činné zátěže. V závislosti na napěťové hladině, délce kabelu a místě jeho připojení může dosahovat kapacitní odběr takových hodnot, že v případě odlehčení vlastní či paralelní zátěže (např. TM) dojde až k překlopení celého přípojného místa do kapacitního charakteru odběru. Tyto vlivy výrazně rostou s provozním napětím rozvodu a jeho délkou.

Kritickým stavem v tomto případě je okamžik, kdy je vedení pod napětím avšak nejsou z něj realizovány žádné odběry, resp. tyto odběry jsou vykompenzovány nebo mají pouze malý induktivní charakter. V takovém případě se projeví kapacita kabelu, jak bylo uvedeno výše. Kompenzace kapacitního charakteru se realizuje prostým paralelním trvalým připojením induktivní zátěže (třífázové tlumivky) s odpovídajícím jalovým výkonem. Je přitom nepodstatné, zda je instalace provedena přímo na VN úrovni či na NN úrovni za transformací.

Podstatným je však způsob instalace. Kompenzována musí být, pro dosažení optimálních výsledků, každá samostatně odpojitelná část rozvodu tak, aby byla vždy provozována se sobě příslušnou kompenzační tlumivkou. Jedině tak lze zajistit ve všech provozních stavech odpovídající kompenzaci.

5.1 Podmínky platnosti výpočtu

- parametry kabelového rozvodu 22 kV dle poskytnutých údajů (viz výše).

5.2 Výsledky a vyhodnocení

Hodnoty kapacitního výkonu jednotlivých úseků a navrhované hodnoty kompenzačních tlumivek jsou uvedeny dále.

koncové body úseků, typ kabelu	I [km]	Q _c [kvar]	Q _L [kvar]
úsek Havířov – TM Albrechtice (NTS)			
kabelová spojka na TP163 (žkm 16,100)			
AXCES 12/20(24) 3x95/25	0,712	27,07	27,5
TS7002 Havířov Suchá (žkm 15,400)			
AXCES 12/20(24) 3x95/25	2,600	98,83	100,0
TS7001 Horní Suchá (žkm 13,300)			
AXCES 12/20(24) 3x95/25	2,500	95,03	100,0
TM Albrechtice (NTS1 směr Havířov, žkm 11,100)			
napájecí propojení TM Albrechtice a NTS1 / NTS2			
TM Albrechtice (NTS1 směr Havířov, žkm 11,100)			
3x 22-AXEKVCEY 1x120	0,050	1,75	0,0
3x 22-AXEKVCEY 1x95	0,050	1,60	0,0
TM Albrechtice (žkm 11,200)			
3x 22-AXEKVCEY 1x120	0,080	2,80	0,0
TM Albrechtice (NTS2 směr Č.Těšín, žkm 11,100)			
úsek TM Albrechtice (NTS) - Chotěbuz			
TM Albrechtice (NTS2 směr Č.Těšín, žkm 11,100)			
3x 22-AXEKVCEY 1x95	0,450	14,37	15,0
TS7001A žst. Albrechtice (žkm 10,700)			
AXCES 12/20(24) 3x95/25	6,400	243,28	250,0
TS3002A Chotěbuz (žkm 4,600)			
3x 22-AXEKVCEY 1x95	0,030	3,50	0,0
TS3002 Chotěbuz (žkm 4,600)			

I [km] délka řešeného úseku dle poskytnuté dokumentace

Q_c [kvar] hodnota zjištěného kapacitního výkonu kabelu pro zadaný typ kabelu

Q_L [kvar] navržená hodnota kompenzace pro daný řešený úsek

S ohledem na možnost umístění kompenzačních tlumivek k jednotlivých NTS/STS lze doporučit následující rozložení kompenzačních výkonů:

NTS / STS	Q _L [kvar]
TM Albrechtice (NTS1 směr Havířov, žkm 11,100)	230
TM Albrechtice (NTS2 směr Č.Těšín, žkm 11,100)	130
TS3002A Chotěbuz (žkm 4,600)	130

Výše uvedené rozložení nezohledňuje navazující napájené úseky, předpokládá se, že kompenzace těchto úseků je již provedena nebo bude řešena souvisejícími stavbami.

6 NAVÝŠENÍ HARMONICKÝCH NAPĚTÍ NA KABELECH 22 KV

Jelikož při napájení kabelových vedení přes snižovací či oddělovací transformátor dochází ke vzniku sériového rezonančního obvodu, tvořeného tímto transformátorem (indukčnost) a kapacitou kabelového vedení, je třeba důsledně sledovat a vyhodnocovat rezonanční charakteristiky této kombinace resp. všech variant, ke kterým může při provozu dojít.

Situace je kritickou zejména v případech, kdy napájecí napětí tohoto rozvodu (na primární strana transformátoru) je již zkresleno a obsahuje harmonické či neharmonické složky. Pokud by rezonanční kmitočet LC členu (tvořeného transformátorem a kabelovým vedením), byl blízký nebo roven některé ze složek, fungoval by tento LC člen jako filtrační člen a „odsával“ danou složku z napájecího napětí.

Výše uvedený stav je rizikový, neboť prvky na toto nejsou určeny a dimenzovány. Zásadním problémem by potom bylo významné navýšení hodnoty napětí dotčené harmonické složky na kabelovém vedení. Sériový LC člen sice vykazuje na rezonančním kmitočtu nízkou (takřka nulovou) hodnotu impedance, avšak s ohledem na elektrické charakteristiky prvků vykazují dílčí napětí prvků vysoké až kritické napěťové hodnoty „rezonující“ složky. Tato je však na nich v protifázi, protože i výsledná impedance LC členu jako celku je blízká nule.

V reálném provozu, jak již bylo uvedeno výše, je C-prvkem LC členu kabelové vedení, takže při výrazném navýšení „rezonující“ harmonické dojde ke zkreslení základní harmonické touto složkou. Z praxe jsou přitom známy případy, kdy zkreslující složka dosahuje více než 50 % hodnoty základní harmonické. Nejenže tak dojde k nepřipustnému zkreslení napětí v rozvodu a připojených sítích NN, ale též dojde k významnému navýšení vrcholových i efektivních hodnot napětí v rozvodu. V důsledku potom může dojít k poškození kabelového vedení i připojených zařízení tímto vzniklým přepětím.

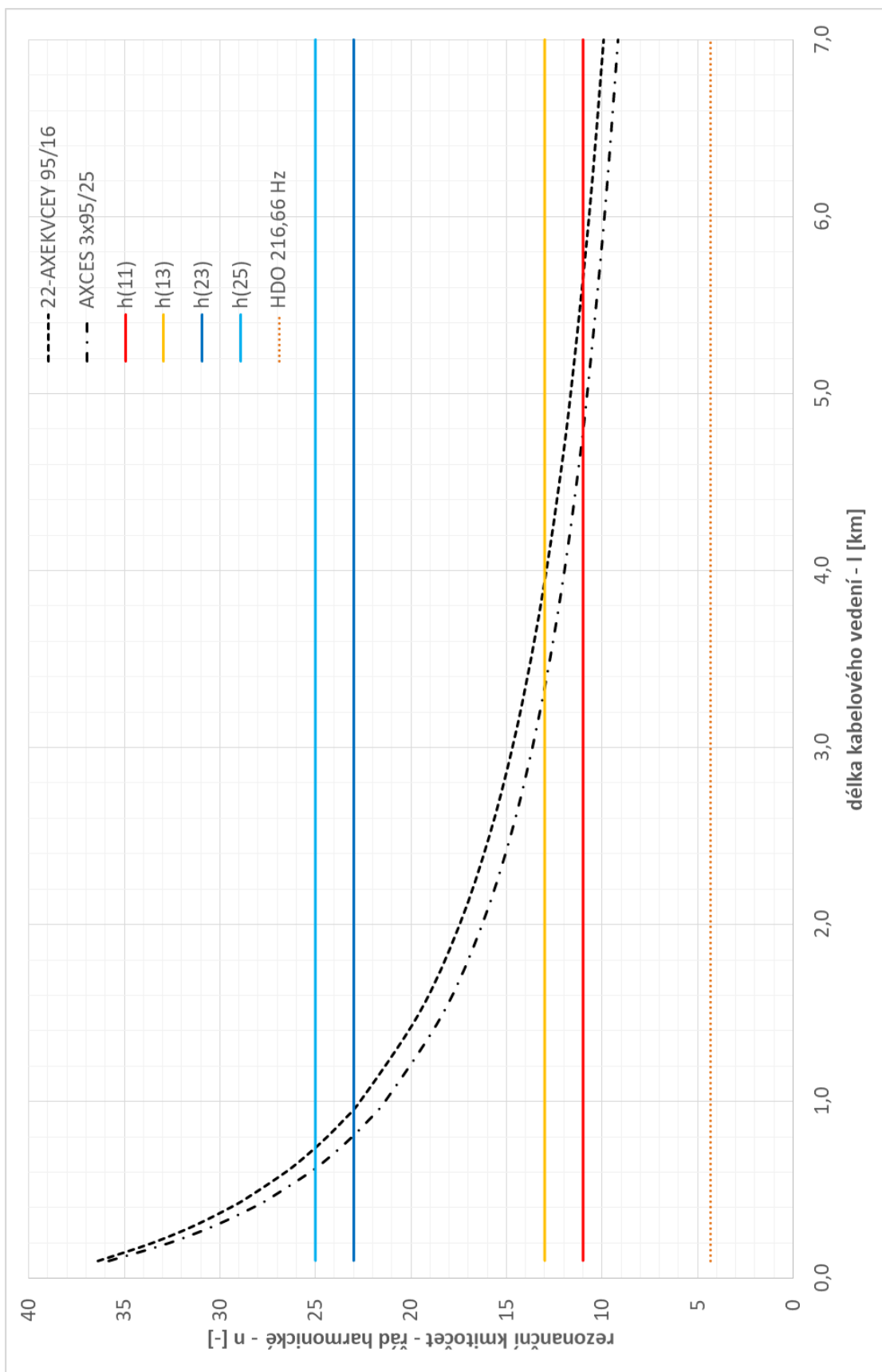
Na sběrně 22 kV v TNS, kde budou připojeny rozvody 22 kV, je vlivem provozu trakčního usměrňovače zkreslený časový průběh napětí. Toto zkreslení je následkem funkce trakčního usměrňovače, který se z pohledu strany 22 kV jeví jako proudový generátor lichých harmonických řádů 11, 13, 23, 25 atd. Tyto proudové harmonické na vstupní impedanci sítě 22 kV způsobují podle Ohmova zákona napěťové harmonické stejných řádů. Hodnoty napěťových harmonických, dle provedených rozborů, splňují mezní podmínky dané ČSN EN 50160 ed.3.

6.1 Podmínky platnosti výpočtu

- parametry kabelového rozvodu 22 kV dle poskytnutých údajů (viz výše)
- hodnocení pouze harmonických průkazně generovaných TM
- hodnocení signálů hromadného dálkového ovládání (HDO) na kmitočtu 283,33 Hz
- **není uvažováno napájení z TM Albrechtice pouze po příslušné NTS bez napájení následného úseku kabelového vedení**

6.2 Výsledky

Při napájení kabelového vedení prostřednictvím oddělovacího transformátoru o výkonu 1,6 MVA dochází k poklesu rezonanční frekvence rozvodu s narůstající délkou dle následujícího grafu (včetně vyznačení kritických harmonických):

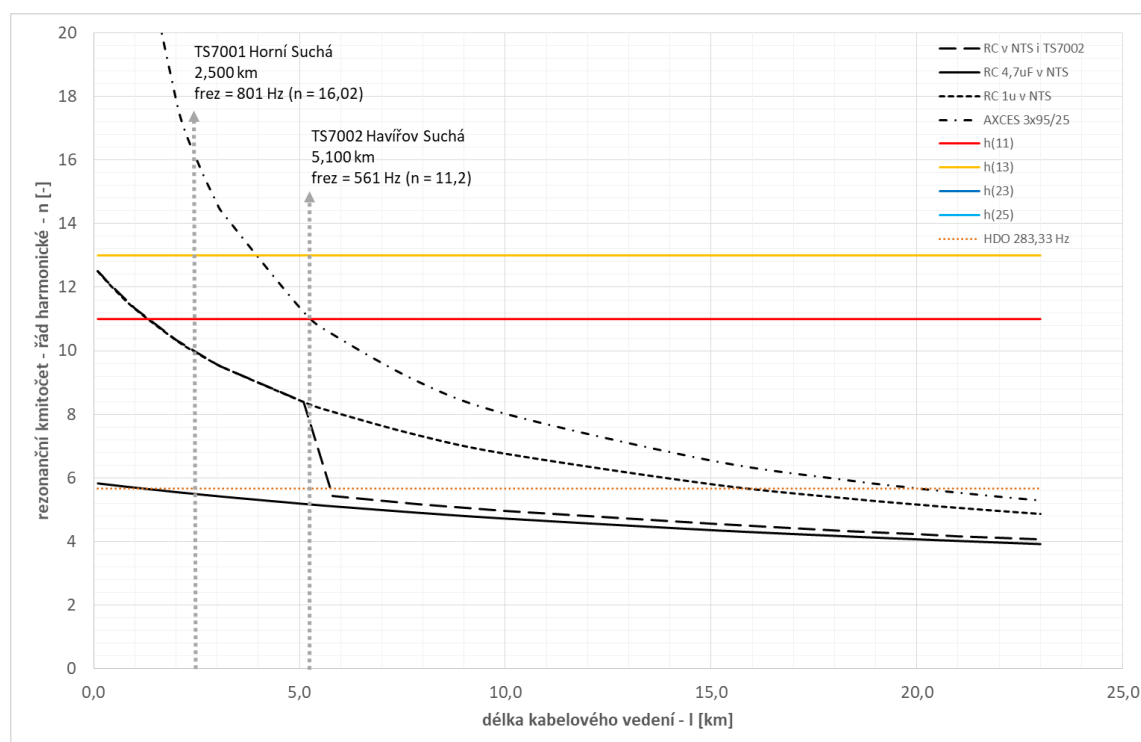


6.3 Napájení směr Albrechtice – Havířov – Vratimov

Pro napájený směr z TNS/NTS Albrechtice ve směru žst. Havířov a TNS Vratimov a předpokládaném rozladění pro signály HDO a kmitočty generované trakčními usměrňovači lze kalkulovat tyto varianty:

- stav bez jakéhokoli rozladění (pouze kabel AXCES),
- osazení rozladovacího členu v NTS dimenzovaného na rozladění pod kmitočet HDO (rozladovací člen $4,7 \mu\text{F}$ – 780 kvar, výsledný kmitočet 275 Hz),
- osazení rozladovacího členu v NTS dimenzovaného na rozladění pod kmitočet 11. harmonické (rozladovací člen $1,0 \mu\text{F}$ – 167 kvar, výsledný kmitočet 500 Hz),
- osazení rozladovacího členu v NTS dimenzovaného na rozladění pod kmitočet 11. harmonické (rozladovací člen $1,0 \mu\text{F}$ – 167 kvar, výsledný kmitočet 500 Hz) a rozladovacího členu v TS7002 Havířov-Suchá dimenzovaného na rozladění pod kmitočet HDO (rozladovací člen $3,0 \mu\text{F}$ – 500 kvar, výsledný kmitočet 275 Hz).

Ve všech případech byl jako nejkratší napájený úsek uvažován úsek od NTS po TS7001 Horní Suchá.

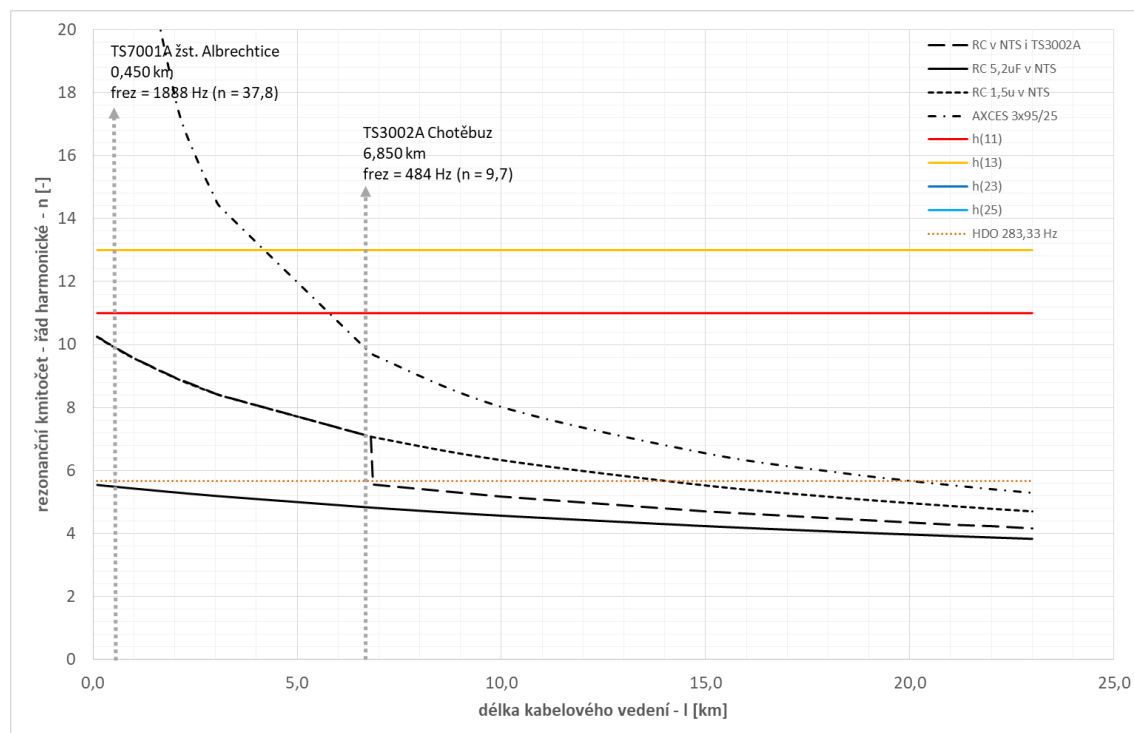


6.4 Napájení směr Albrechtice – Chotěbuz (mimo)

Pro napájení směr z TNS/NTS Albrechtice ve směru žst. Chotěbuz a předpokládaném rozladění pro signály HDO a kmitočty generované trakčními usměrňovači lze kalkulovat tyto varianty:

- stav bez jakéhokoli rozladění (pouze kabel AXCES),
- osazení rozladovacího členu v NTS dimenzovaného na rozladění pod kmitočet HDO (rozladovací člen $5,2 \mu\text{F}$ – 865 kvar, výsledný kmitočet 275 Hz),
- osazení rozladovacího členu v NTS dimenzovaného na rozladění pod kmitočet 11. harmonické (rozladovací člen $1,5 \mu\text{F}$ – 250 kvar, výsledný kmitočet 500 Hz),
- osazení rozladovacího členu v NTS dimenzovaného na rozladění pod kmitočet 11. harmonické (rozladovací člen $1,5 \mu\text{F}$ – 250 kvar, výsledný kmitočet 500 Hz) a rozladovacího členu v TS7002 Havířov-Suchá dimenzovaného na rozladění pod kmitočet HDO (rozladovací člen $2,0 \mu\text{F}$ – 334 kvar, výsledný kmitočet 275 Hz).

Ve všech případech byl jako nejkratší napájený úsek uvažován úsek od NTS po TS7001A žst. Albrechtice.

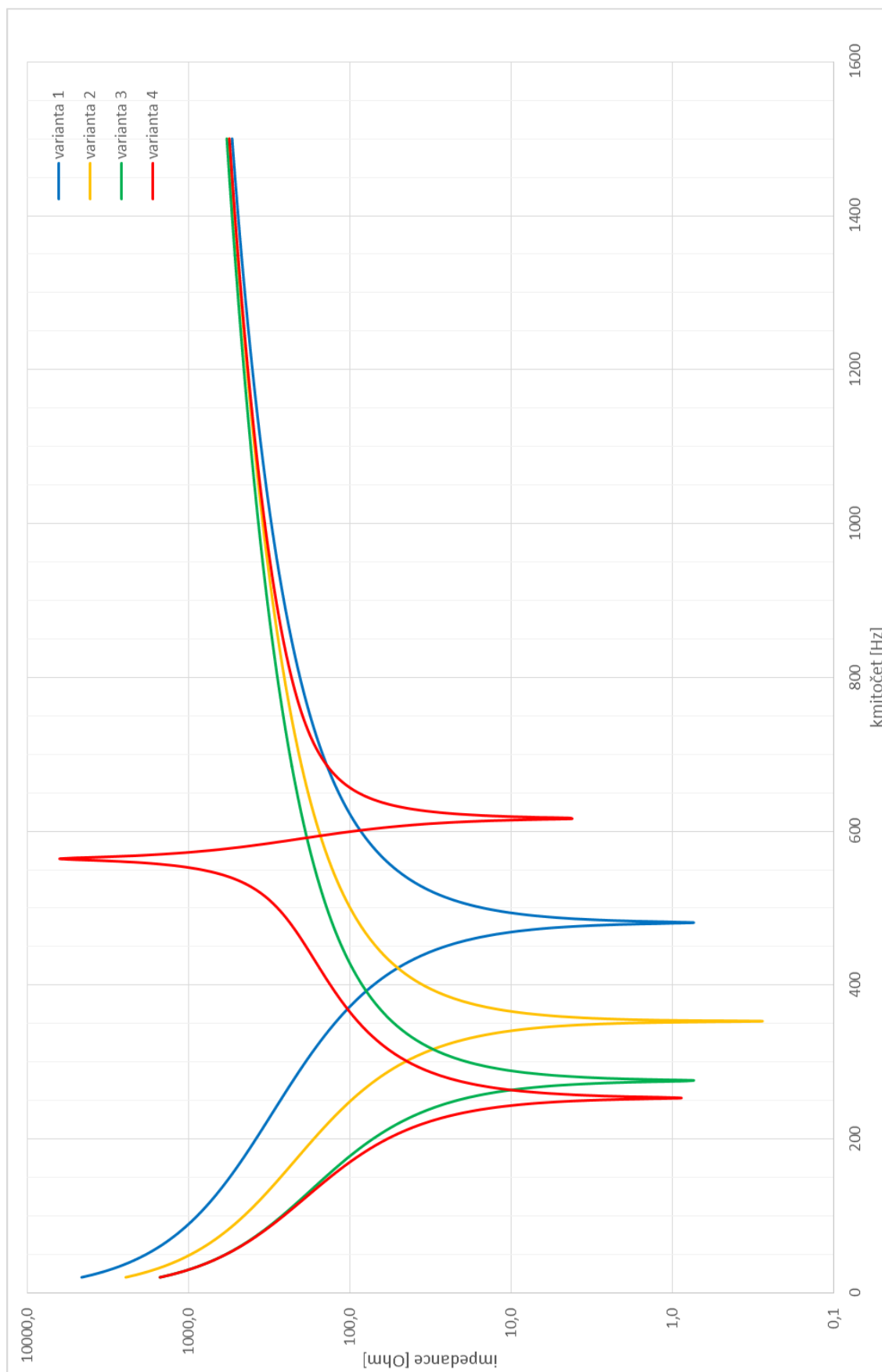


6.5 Napájení směr Albrechtice – Chotěbuz – Dětmárovice / Český Těšín

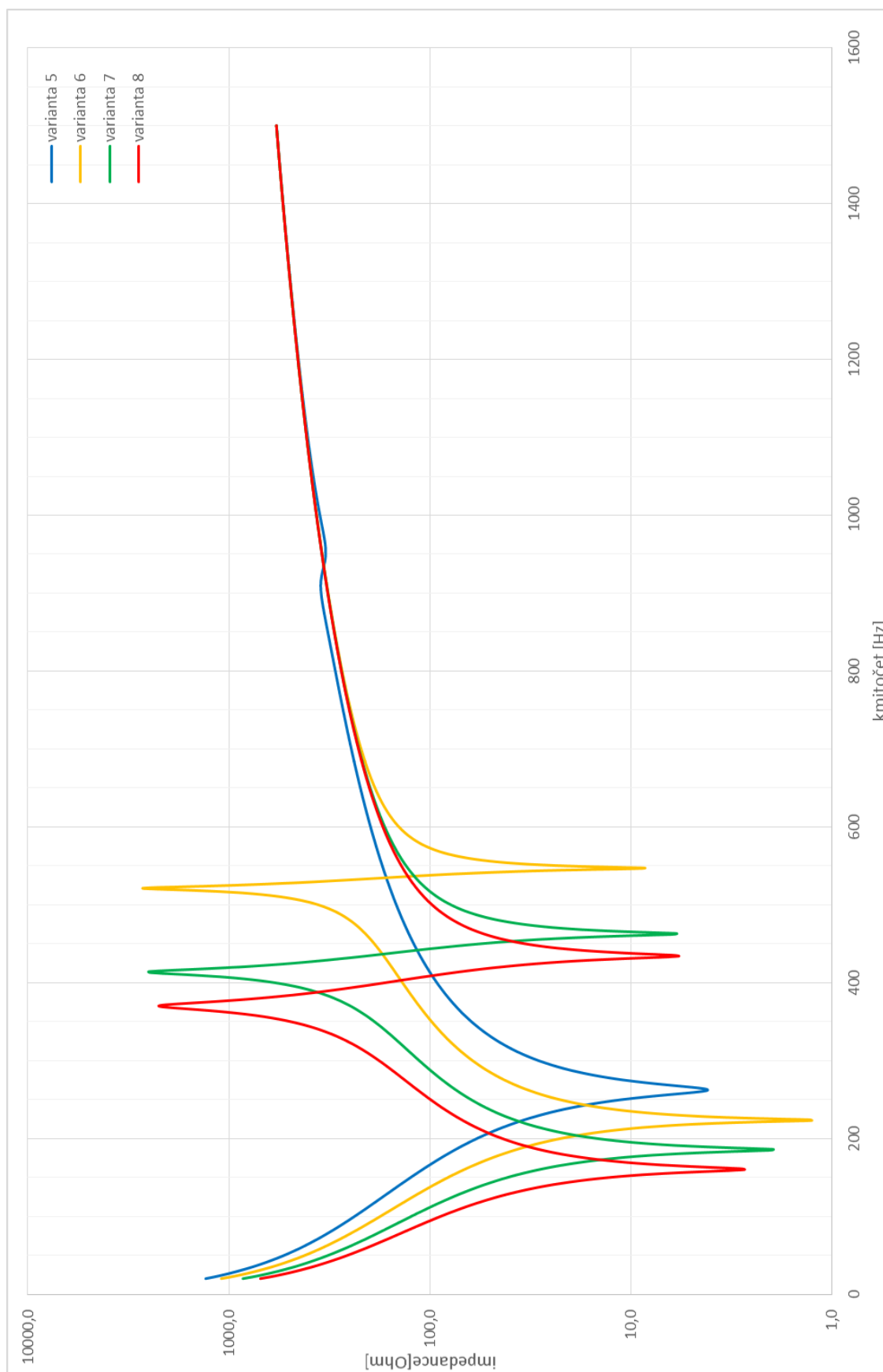
Pro napájené úseky TNS/NTS Albrechtice přes Chotěbuz dále ve směru Dětmárovice případně Český Těšín byly řešeny níže uvedené varianty a tyto byly podrobeny kmitočtové analýze programem OrCAD/PSpice, který umožňuje mj. simulovat dlouhá vedení s rozprostřenými parametry.

- **varianta 1**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 nepřipojeny
 nepřipojena
- **varianta 2**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 1,5 μF v NTS
 nepřipojena
- **varianta 3**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 1,5 μF v NTS, 2,0 μF v TS3002A před TO
 nepřipojena
- **varianta 4**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 1,5 μF v NTS, 2,0 μF v TS3002A za TO
 nepřipojena
- **varianta 5**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 1,5 μF v NTS, 2,0 μF v TS3002A před TO
 v délce 2 km
- **varianta 6**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 1,5 μF v NTS, 2,0 μF v TS3002A před TO
 v délce 8 km
- **varianta 7**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 1,5 μF v NTS, 2,0 μF v TS3002A před TO
 v délce 16 km
- **varianta 8**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 1,5 μF v NTS, 2,0 μF v TS3002A před TO
 v délce 24 km
- **varianta 9**
 napájení z TNS Albrechtice TO v TS3002A
 rozlaďovací členy
 kabelová vedení z TS3002A
 doplňková kapacita
 po TS3002A Chotěbuz včetně připojeno
 1,5 μF v NTS, 2,0 μF v TS3002A před TO
 nepřipojena
 3,0 μF

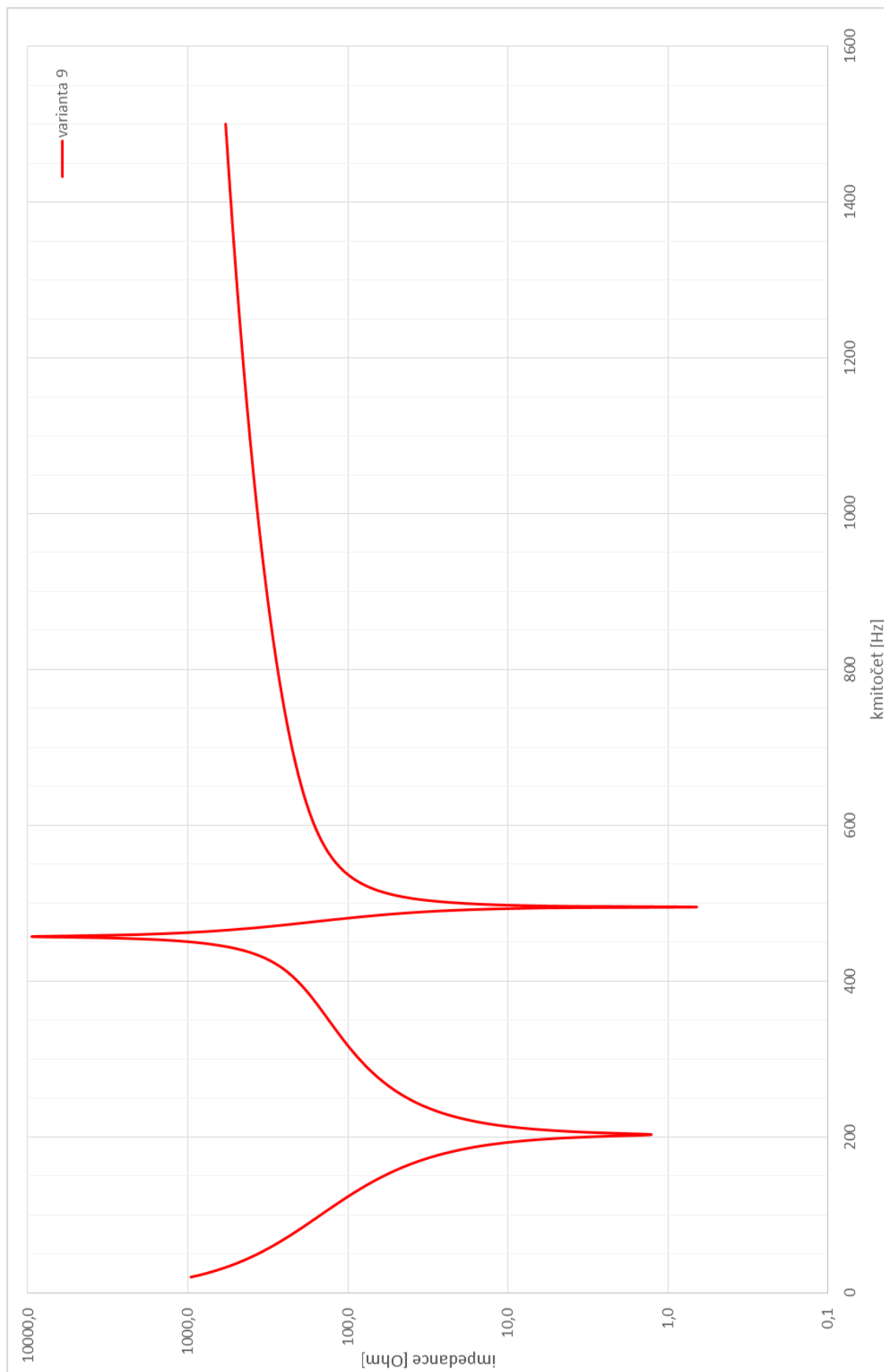
kmitočtové charakteristiky rozvodu 22 kV Albrechtice – Chotěbuz pro varianty 1-4



kmitočtové charakteristiky rozvodu 22 kV Albrechtice – Chotěbuz pro varianty 5-8



kmitočtové charakteristiky rozvodu 22 kV Albrechtice – Chotěbuz pro variantu 9



6.6 Vyhodnocení

Pro napájení ve směru TM Albrechtice – NTS1 – TS7001 při uvažování napájení úseku mezi NTS1 a TS7001 (kabel AXCES délky 2,5 km)

činí rezonanční kmitočet této soustavy 801 Hz ($n = 16,0$).

Pro snížení rezonančního kmitočtu pod úroveň ohrožujících kmitočtů generovaných trakčním usměrňovačem, tedy nejméně na hodnotu 500 Hz, by bylo třeba doplnit rozladovací člen o složení

- rozladovacího kondenzátoru 1,0 μF a
- kompenzační tlumivky výkonu 167 kvar.

Pro snížení rezonančního kmitočtu pod úroveň ohrožujících kmitočtů hromadného dálkového ovládání distribuční sítě, tedy nejméně na hodnotu 275 Hz, by bylo třeba doplnit rozladovací člen o složení

- rozladovacího kondenzátoru 4,7 μF a
- kompenzační tlumivky výkonu 780 kvar.

Variantně by bylo možno uvažovat o rozladění pod kmitočet 11. harmonické v NTS1 (dle výše uvedeného) a dále o dílčím doplňkovém rozladění pod kmitočet HDO v TS7002 rozladovacím členem o složení

- rozladovacího kondenzátoru 3,0 μF a
- kompenzační tlumivky výkonu 500 kvar.

Pro napájení ve směru TM Albrechtice – NTS2 – TS7001A při uvažování napájení úseku mezi NTS2 a TS7001A (kabel AXEKVCEY délky 450 m)

činí rezonanční kmitočet této soustavy 1888 Hz ($n = 37,8$).

Pro snížení rezonančního kmitočtu pod úroveň ohrožujících kmitočtů generovaných trakčním usměrňovačem, tedy nejméně na hodnotu 500 Hz, by bylo třeba doplnit rozladovací člen o složení

- rozladovacího kondenzátoru 1,5 μF a
- kompenzační tlumivky výkonu 250 kvar.

Pro snížení rezonančního kmitočtu pod úroveň ohrožujících kmitočtů hromadného dálkového ovládání distribuční sítě, tedy nejméně na hodnotu 275 Hz, by bylo třeba doplnit rozladovací člen o složení

- rozladovacího kondenzátoru 5,2 μF a
- kompenzační tlumivky výkonu 865 kvar.

Variantně by bylo možno uvažovat o rozladění pod kmitočet 11. harmonické v NTS2 (dle výše uvedeného) a dále o dílčím doplňkovém rozladění pod kmitočet HDO v TS3002A rozladovacím členem o složení

- rozladovacího kondenzátoru 2,0 μF a
 - kompenzační tlumivky výkonu 334 kvar.
-

Při napájení ve směru TM Albrechtice – NTS2 – TS7001A – TS3002A a dále za Chotěbuz již vstupuje do výpočtu a analýzy též druhý oddělovací transformátor instalovaný v TS3002A Chotěbuz. Jak je patrné z variant 1-3, vlastní připojení transformátoru nemá na kmitočtovou charakteristiku rozvodu pozorovatelný vliv. Druhý dílčí rezonanční člen, tvořený tímto transformátorem se projeví až v důsledku připojení kapacity (či kabelového vedení) na jeho „sekundární“ stranu, tedy na stranu vzdálenou od napájení – vizte kmitočtové charakteristiky variant 4-8. S ohledem na elektrické parametry však není podstatná konfigurace připojených kabelových vedení, ale pouze celková kapacita / délka připojených vedení. Přitom s nárůstem kapacity (délky připojených vedení) dochází jak k poklesu základní rezonanční frekvence, tak i druhotné rezonanční frekvence. Tato se může pohybovat v blízkosti harmonických složek generovaných trakčními usměrňovači.

Dle provedených rozborů a analýz se jako vhodným mezním parametrem jeví kapacita na sekundární straně oddělovacího transformátoru v TS3002A na úrovni 3,0 μF – tato zajistí pokles druhotného rezonančního kmitočtu na úroveň 500 Hz a bez ohledu na rozsah připojených vedení (dle dostupných schématů maximálně cca 24 km) nedojde k poklesu tohoto kmitočtu níže než na 400 Hz. Hodnota 3,0 μF je hodnotou kapacity a může být tvořena jak doplňkovou kapacitou (rozladovacího členu) tak i kapacitou minimální délky připojeného kabelového vedení.

7 PROHLÁŠENÍ ZHOTOVITELE

Výsledky studie a údaje uvedené v tomto protokolu se týkají pouze předmětu studie a v žádném případě nenahrazují schvalovací, povolovací ani jiné dokumenty vydávané, příp. požadované orgány státního dozoru či třetími subjekty. Uvedené výsledky vycházejí z údajů poskytnutých zhotoviteli zadavatelem, pročež nemůže zhotovitel ručit za případné vady, jejichž příčinou bylo vadné zadání. Tento protokol nesmí být bez souhlasu zhotovitele reprodukován jinak než celý a beze změn.