



JTSK
 $\pm 0,00 = 343,48 \text{ m Bpv}$

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	Ing. Tomáš Pospíšil; ČKAIT 0005093 Horní Chaloupky 3149/18, 106 00 Praha 10		
VYPRACOVAL: ZASTOUPENÝ:	EEProjekt s.r.o., Rudolfovská tř. 202/88, 370 01 České Budějovice Ing. Jan Hlavatý, ČKAIT 1004717		
STAVEBNÍK:	Sans Souci s.r.o. Řeznická 656/14, Nové Město, 110 01 Praha 1 IČO: 27278727		
HIP:	Ing. Tomáš Pospíšil		
AKCE:	Sans Souci Cvikov, rekonstrukce starého závodu firmy Grafostroj		
ADRESA:	Tovární 417 471 54 Cvikov		
ČÁST:	D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu D.1.4 Technika prostředí staveb D.1.4.F SILNOPROUDÁ ELEKTROTECHNIKA		C. PARÉ:
NÁZEV VÝKRESU:	VÝPOČTY DIMENZOVÁNÍ		
MĚŘÍTKO:	STUPEŇ PROJEKTU:	DVZ	DATUM: červenec 2018
		ČÍSLO VÝKRESU:	18083.3



Lublaňská 1002/9, 120 00 Praha 2
IČO: 29136440 | +420 736 630 021
www.ecoten.cz | info@ecoten.cz

1.1. Související předpisy a normy

Nařízení komise EU	č. 548/2014, kterým se provádí směrnice 2009/125/ES, pokud jde o malé, střední a velké výkonové transformátory
ČSN EN 60909-0 ed. 2	Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách - Část 0: Výpočet proudů
PNE 33 3042	Příklady výpočtů zkratových proudů ve střídavých sítích
ČSN 34 1610	Elektrotechnické předpisy ČSN. Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách
ČSN EN 60228	Jádra izolovaných kabelů
ČSN 33 2000-5-52 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení

1.2. Ověření dimenzování stávajících přívodů

Jestliže je odvod tepla z kabelu (tj. jeho ochlazování) v jednotlivých částech trasy vedení různý, musí se dle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, čl. 523.8 stanovit dovolené proudy tak, aby odpovídaly té části trasy, ve které jsou podmínky odvodu tepla nejméně příznivé.

Pro vícežilový kabel uložený **v protahovacím kanále (v chrániče) v zemi** platí dle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, Tabulka A.52.3, položka č. 70 **referenční způsob uložení D1**.

Pro kabely s PVC izolací (typ 1-AYKY) při způsobu uložení D1 dle Tabulky B.52.4 je dovolený proud pro tři zatížené hliníkové vodiče průřezu $240 \text{ mm}^2 \leq 280 \text{ A}$. Přepočítací součinitel dle tabulky B.52.16 pro měrný odpor půdy $1 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ pro kabel uložený v trubkách je 1,18.

Součinitel dle tabulky B.52.19 část A) je pro 3 chráničky vedle sebe $0,75^{+10\%}$.

Dovolená proudová zatížitelnost přívodu **3x 1-AYKY 4x240** potom je $I_z = 3 \cdot 280 \cdot 1,18 \cdot 0,83^1 = 817 \text{ A}$.

Výsledná zatížitelnost tak splňuje podmínku ČSN 33 2000-4-43 ed. 2, čl. 433.1, tedy proud vedení I_B (cca 600 A) \leq jmenovitý proud jištění I_n (= 800 A) \leq dovolená zatížitelnost I_z (= 817 A).

1.3. Dimenzování z hlediska zkratových poměrů

Další uvažované předpoklady následujícího výpočtu zkratových poměrů:

- Zkratové poměry na vysokém napětí v místě připojení $S_k''_{max}$, $S_k''_{min}$, poměr R/X nejsou známy; uvažují se maximální možné hodnoty (budou-li ve skutečnosti nižší, výsledky budou příznivější).
- Nejsou známy ani přesné technické parametry osazených transformátorů 630 kVA, jsou proto uvažovány parametry dle ČSN 34 1610, str. 31 pro vinutí Al; u nové varianty kioskové trafostanice jsou pak uvažovány parametry dle požadavků Nařízení EU č. 548/2014.
- Na sekundárních svorkách transformátoru se předpokládá jmenovitá hodnota napětí 400 V.

¹ Zvolena hodnota součinitele $0,75 + 10\% = 0,825$ dle Poznámky 2 v ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, Tabulka B.52.19: „V případě měrných tepelných odporů půdy menších než $2,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$, se mohou přepočítací součinitele všeobecně zvýšit ...“

VÝPOČET IMPEDANCÍ A ZKRATOVÝCH POMĚRŮ NA KONCI KABELU (STÁVAJÍCÍ STAV - PŘÍVOD PRO TECHNOLOGICKOU ČÁST ROZVÁDĚČE +RH)

Dle ČSN EN 60909-0 ed. 2

Jmenovité napětí primární strany transformátoru	U_n	35	kV
Uvažovaný teoretický maximální zkratový výkon v místě instalace	S_k''	500	MVA
Neznámý poměr zkratové impedance, uvažováno dle EN 60909-0 ed. 2	R/X	0,1	
Zdánlivý výkon transformátoru	S_{Tr}	630	kVA
Uvažované napětí nakrátko transformátoru	u_k	6%	
Uvažované ztráty nakrátko transformátoru	P_k	11,30	kW
Jmenovité napětí sekundární strany transformátoru	U_n	400	V
Uvažovaný napěťový součinitel	c	1,1	-

Dopočtená zkratová rezistance napájecí soustavy	R_Q	0,035	mΩ
Dopočtená zkratová reaktance napájecí soustavy	X_Q	0,350	mΩ

Dopočtená činná složka jmenovitého napětí nakrátko transformátoru	u_{Rr}	1,794%	
Dopočtená induktivní složka jmenovitého napětí nakrátko transformátoru	u_{Xr}	5,73%	
Dopočtený korekční součinitel transformátoru	K_T	1,010	-
Dopočtená korigovaná sekundární zkratová rezistance transformátoru	R_T	4,602	mΩ
Dopočtená korigovaná sekundární zkratová reaktance transformátoru	X_T	14,691	mΩ

Rezistance přívodu 4x 1-AYKY 3x240+120 od transformátoru do TS (30 m)	R_L	1,118	mΩ
Reaktance přívodu (naznámá; uvažována dle ČSN 34 1610, Tab. 2)	X_L	0,533	mΩ

Rezistance přívodu 3x 1-AYKY 3x240+120 od TS do řešeného objektu (125 m)	R_L	6,208	mΩ
Reaktance přívodu (naznámá; uvažována dle ČSN 34 1610, Tab. 2)	X_L	2,958	mΩ

Rezistance přívodu 3x 1-AYKY 3x240+120 (nové prodloužení přívodů 20 m)	R_L	0,993	mΩ
Reaktance přívodu (naznámá; uvažována dle ČSN 34 1610, Tab. 2)	X_L	0,473	mΩ

Celková zkratová rezistance sítě - transformátor - přívodní kabely	R_k	11,96	mΩ
Celková zkratová reaktance sítě - transformátor - přívodní kabely	X_k	18,53	mΩ
Celková zkratová impedance napájecího obvodu na konci přívodního kabelu	Z_k	22,06	mΩ

Další dopočtené parametry v místě napojení technologie:

- Poměr zkratové impedance	R/X	0,646	
- Součinitel nárazového zkratového proudu	κ	1,161	
- Počáteční souměrný rázový zkratový proud	I_k''	11,52	kA
- Nárazový (dynamický) zkratový proud	i_p	18,91	kA
- Úbytek napětí na konci přívodního kabelu při maximálním zatížení 800 A	Δ_u	12,94%	

VÝPOČET IMPEDANCÍ A ZKRATOVÝCH POMĚRŮ NA KONCI KABELU (STÁVAJÍCÍ STAV - PŘÍVOD PRO SVĚTELNOU ČÁST ROZVÁDĚČE +RH)

Dle ČSN EN 60909-0 ed. 2

Jmenovité napětí primární strany transformátoru	U_n	35	kV
Uvažovaný teoretický maximální zkratový výkon v místě instalace	S_k''	500	MVA
Neznámý poměr zkratové impedance, uvažováno dle EN 60909-0 ed. 2	R/X	0,1	
Zdánlivý výkon transformátoru	S_{Tr}	630	kVA
Uvažované napětí nakrátko transformátoru	u_k	6%	
Uvažované ztráty nakrátko transformátoru	P_k	11,30	kW
Jmenovité napětí sekundární strany transformátoru	U_n	400	V
Uvažovaný napěťový součinitel	c	1,1	-

Dopočtená zkratová rezistance napájecí soustavy	R_Q	0,035	mΩ
Dopočtená zkratová reaktance napájecí soustavy	X_Q	0,350	mΩ

Dopočtená činná složka jmenovitého napětí nakrátko transformátoru	u_{Rr}	1,794%	
Dopočtená induktivní složka jmenovitého napětí nakrátko transformátoru	u_{Xr}	5,73%	
Dopočtený korekční součinitel transformátoru	K_T	1,010	-
Dopočtená korigovaná sekundární zkratová rezistance transformátoru	R_T	4,602	mΩ
Dopočtená korigovaná sekundární zkratová reaktance transformátoru	X_T	14,691	mΩ

Rezistance přívodu 4x 1-AYKY 3x240+120 od transformátoru do TS (30 m)	R_L	1,118	mΩ
Reaktance přívodu (naznámá; uvažována dle ČSN 34 1610, Tab. 2)	X_L	0,533	mΩ

Rezistance přívodu 1x 1-AYKY 3x240+120 od TS do řešeného objektu (125 m)	R_L	18,625	mΩ
Reaktance přívodu (naznámá; uvažována dle ČSN 34 1610, Tab. 2)	X_L	8,875	mΩ

Rezistance přívodu 1x 1-AYKY 3x240+120 (nové prodloužení přívodů 20 m)	R_L	2,980	mΩ
Reaktance přívodu (naznámá; uvažována dle ČSN 34 1610, Tab. 2)	X_L	1,420	mΩ

Celková zkratová rezistance sítě - transformátor - přívodní kabely	R_k	24,38	mΩ
Celková zkratová reaktance sítě - transformátor - přívodní kabely	X_k	24,45	mΩ
Celková zkratová impedance napájecího obvodu na konci přívodního kabelu	Z_k	34,53	mΩ

Další dopočtené parametry v místě napojení technologie:

- Poměr zkratové impedance	R/X	0,997	
- Součinitel nárazového zkratového proudu	κ	1,069	
- Počáteční souměrný rázový zkratový proud	I_k''	7,36	kA
- Nárazový (dynamický) zkratový proud	i_p	11,13	kA
- Úbytek napětí na konci přívodního kabelu při maximálním zatížení 250 A	Δ_u	5,63%	

VÝPOČET IMPEDANCÍ A ZKRATOVÝCH POMĚRŮ NA KONCI KABELU (BUDOUCÍ STAV - PŘÍVOD PRO TECHNOLOGICKOU ČÁST OD NOVÉHO TRANSFORMÁTORU U HLAVNÍHO ROZVÁDĚČE +RH) Dle ČSN EN 60909-0 ed. 2

Jmenovité napětí primární strany transformátoru	U_n	35	kV
Uvažovaný teoretický maximální zkratový výkon v místě instalace	S_k''	500	MVA
Neznámý poměr zkratové impedance, uvažováno dle EN 60909-0 ed. 2	R/X	0,1	
Zdánlivý výkon transformátoru	S_{Tr}	630	kVA
Uvažované napětí nakrátko transformátoru	u_k	6%	
Uvažované ztáty nakrátko transformátoru	P_k	6,50	kW
Jmenovité napětí sekundární strany transformátoru	U_n	400	V
Uvažovaný napěťový součinitel	c	1,1	-

Dopočtená zkratová rezistance napájecí soustavy	R_Q	0,035	mΩ
Dopočtená zkratová reaktance napájecí soustavy	X_Q	0,350	mΩ

Dopočtená činná složka jmenovitého napětí nakrátko transformátoru	u_{Rr}	1,032%	
Dopočtená induktivní složka jmenovitého napětí nakrátko transformátoru	u_{Xr}	5,91%	
Dopočtený korekční součinitel transformátoru	K_T	1,009	-
Dopočtená korigovaná sekundární zkratová rezistance transformátoru	R_T	2,644	mΩ
Dopočtená korigovaná sekundární zkratová reaktance transformátoru	X_T	15,149	mΩ

Rezistance přívodu 3x 1-AYKY 3x240+120 od transformátoru do +RH (10 m)	R_L	0,497	mΩ
Reaktance přívodu (naznámá; uvažována dle ČSN 34 1610, Tab. 2)	X_L	0,237	mΩ

Celková zkratová rezistance sítě - transformátor - přívodní kabely	R_k	3,18	mΩ
Celková zkratová reaktance sítě - transformátor - přívodní kabely	X_k	15,74	mΩ
Celková zkratová impedance napájecího obvodu na konci přívodního kabelu	Z_k	16,05	mΩ

Další dopočtené parametry v místě napojení technologie:

- Poměr zkratové impedance	R/X	0,202	
- Součinitel nárazového zkratového proudu	K	1,555	
- Počáteční souměrný rázový zkratový proud	I_k''	15,82	kA
- Nárazový (dynamický) zkratový proud	i_p	34,80	kA
- Úbytek napětí na konci přívodního kabelu při maximálním zatížení 800 A	Δ_u	0,19%	

VÝPOČET IMPEDANCÍ A ZKRATOVÝCH POMĚRŮ NA KONCI KABELU
(BUDOUCÍ STAV - PŘÍVOD PRO SVĚTELNOU ČÁST OD
NOVÉHO TRANSFORMÁTORU U HLAVNÍHO ROZVÁDĚČE +RH)
Dle ČSN EN 60909-0 ed. 2

Jmenovité napětí primární strany transformátoru	U_n	35	kV
Uvažovaný teoretický maximální zkratový výkon v místě instalace	S_k''	500	MVA
Neznámý poměr zkratové impedance, uvažováno dle EN 60909-0 ed. 2	R/X	0,1	
Zdánlivý výkon transformátoru	S_{Tr}	630	kVA
Uvažované napětí nakrátko transformátoru	u_k	6%	
Uvažované ztáty nakrátko transformátoru	P_k	6,50	kW
Jmenovité napětí sekundární strany transformátoru	U_n	400	V
Uvažovaný napěťový součinitel	c	1,1	-

Dopočtená zkratová rezistance napájecí soustavy	R_Q	0,035	mΩ
Dopočtená zkratová reaktance napájecí soustavy	X_Q	0,350	mΩ

Dopočtená činná složka jmenovitého napětí nakrátko transformátoru	u_{Rr}	1,032%	
Dopočtená induktivní složka jmenovitého napětí nakrátko transformátoru	u_{Xr}	5,91%	
Dopočtený korekční součinitel transformátoru	K_T	1,009	-
Dopočtená korigovaná sekundární zkratová rezistance transformátoru	R_T	2,644	mΩ
Dopočtená korigovaná sekundární zkratová reaktance transformátoru	X_T	15,149	mΩ

Rezistance přívodu 1x 1-AYKY 3x240+120 od transformátoru do +RH (10 m)	R_L	1,490	mΩ
Reaktance přívodu (naznámá; uvažována dle ČSN 34 1610, Tab. 2)	X_L	0,710	mΩ

Celková zkratová rezistance sítě - transformátor - přívodní kabely	R_k	4,17	mΩ
Celková zkratová reaktance sítě - transformátor - přívodní kabely	X_k	16,21	mΩ
Celková zkratová impedance napájecího obvodu na konci přívodního kabelu	Z_k	16,74	mΩ

Další dopočtené parametry v místě napojení technologie:

- Poměr zkratové impedance	R/X	0,257	
- Součinitel nárazového zkratového proudu	K	1,473	
- Počáteční souměrný rázový zkratový proud	I_k''	15,18	kA
- Nárazový (dynamický) zkratový proud	i_p	31,62	kA
- Úbytek napětí na konci přívodního kabelu při maximálním zatížení 250 A	Δ_u	0,18%	

VÝPOČET PARAMETRŮ KOMPENZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ

Podle požadavků PNE 33 3430-6 ed. 3, ČSN EN 60831-1 ed. 2 a ČSN EN 61921

Jmenovité napětí sítě VN	U_n	35	kV			
Jmenovitá frekvence sítě	f_n	50	Hz			
Frekvence HDO v místě instalace	f_r	183,3	Hz			
Zdánlivý výkon transformátoru	S_{Tr}	630	kVA			
Napětí nakrátko transformátoru	u_k	6%				
Jmenovité sdružené napětí sítě NN	U_n	400	V			
Dopočtené jmenovité fázové napětí	U_{nf}	230,9	V			
Navržený jmenovitý primární proud MTP	I_{aN}	800	A			
Navržený jmenovitý sekundární proud MTP	I_{bN}	5	A			
Dopočtený převod MTP	k	160				
Dopočtený minimální požadovaný reaktanční činitel	$p \leq$	6,56	%			
Navržená rezonanční frekvence kompenzačního zařízení	f_r	210	Hz			
Dopočtený reaktanční činitel z navržené frekvence	p	5,67	%			
Dopočtené provozní napětí na kondenzátorech	U_c	424	V			
Navržené jmenovité napětí kondenzátorů		440	V			
Počet navržených kompenzačních stupňů		12		4	8	0
Instalovaný kompenzační výkon	Q_c	250	kvar	12,5	25	50
Požadovaná indukčnost předřazených tlumivek	L		mH	2,79	1,40	0,70
Dopočtený skutečný kompenzační výkon stupňů/zařízení	Q_k	219	kvar	11,0	21,9	43,8
Dopočtené jmenovité proudy stupňů/zařízení	I_c	316	A	15,8	31,6	63,2
Dopočtený poměr proudu nejmenšího stupně k převodu MTP	C/k	0,099	A			
Dopočtená požadovaná minimální citlivost regulátoru		0,066	A			
Požadované navýšení dimenzování dle ČSN EN 60831-1 ed. 2		1,43				
Dopočtené minimální požadované dimenzování zařízení	I_n	452	A	22,6	45,2	90,4
Navržené dimenzování jednotlivých stupňů/zařízení	I_n	500	A	25	50	100
Poměr kompenzačního výkonu k výkonu transformátoru	k	34,8%				

Ověření splnění podmínek PNE 33 3430-6 ed. 3

Minimální požadovaná impedance zařízení na frekvenci HDO	Z_{HDO}	972,2	Ω
Dopočtená reaktance transformátoru na kmitočtu HDO	X_{sTr}	427,77	Ω
Dopočtený odpor transformátoru	R_{Tr}	42,8	Ω
Dopočtená reaktance kondenzátorové baterie	X_c	1525,4	Ω
Dopočtená impedance zařízení zákazníka na frekvenci HDO	Z_s	1098,4	Ω

Dopočtený impedanční činitel kompenzačního zařízení α^* 0,565 > 0,5

Z hlediska ovlivňování HDO není dle PNE 33 3430-6 ed. 3 nutné osazení hrazené kompenzace

Z hlediska vnějšího vlivu "AM-1" je dle ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 požadována hrazená kompenzace