

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky**



Diplomová práce

**Projekt distribučního vedení vysokého napětí
High Voltage Distribution Line Project**

Bc. Tadeáš Hartman

Praha 2021

Vedoucí práce: Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Hartman** Jméno: **Tadeáš** Osobní číslo: **406316**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra elektroenergetiky**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Specializace: **Elektroenergetika**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Projekt distribučního vedení vysokého napětí

Název diplomové práce anglicky:

High voltage distribution line project

Pokyny pro vypracování:

- 1) Legislativní a technická úprava distribučního vedení elektřiny.
- 2) Postup návrhu distribučního vedení.
- 3) Projekt výstavby distribučního vedení.
- 4) Ekonomické posouzení projektu výstavby distribučního vedení.

Seznam doporučené literatury:

- 1) HEŘMAN, Josef a kol. Příručka silnoproudé elektrotechniky. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.
- 2) PNE 33 3300. Navrhování a stavba venkovních vedení nad AC 45 kV. 2. vydání. 2019
- 3) Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů. 2006. ISSN 1211-1244.
- 4) Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů. 2006. ISSN 1211-1244.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D., katedra elektroenergetiky FEL

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **27.01.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: _____

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2022**

Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

_____ Datum převzetí zadání

_____ Podpis studenta

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 21. 5. 2021

.....

Bc. Tadeáš Hartman

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Mgr. Vítu Kleinovi, Ph.D. za jeho rady a všestrannou pomoc. Také bych rád poděkoval kolegům ze společnosti SOMA-ES, s.r.o., kteří mi při psaní diplomové práce poskytli cenné rady a odbornou pomoc. V neposlední řadě bych rád poděkoval mé rodině a partnerce za podporu nejen během psaní diplomové práce, ale během mého celého studia.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zpracováním projektové dokumentace pro výstavbu elektrotechnických zařízení, jako je distribuční vedení nebo elektrická stanice. Obsahem teoretické části jsou legislativní dokumenty a postupy, které je během zpracování dokumentace potřeba dodržovat. Dále jsou zde uvedeny rovnice pro výpočty potřebné k dimenzování vedení a podpěrných bodů. Praktická část obsahuje stavební objekty projektu rekonstrukce transformovny TR Lišany ve vlastnictví ČEZ Distribuce, a. s., které se týkají venkovních vedení vysokého napětí, podpěrných bodů s kabelovými svody a kabelových vedení. V závěru práce je zhodnocena ekonomická náročnost těchto částí projektu.

Klíčová slova

Dimenzování podpěrných bodů, návrh uzemnění, podzemní vedení, projektová dokumentace, venkovní vedení, vysoké napětí

Abstract

This master's thesis deals with the processing of project documentation for a construction of electrical facilities, such as distribution lines or electric stations. The theoretical part consists of legislative documents and procedures which are needed to be followed while creating the documentation. Equations necessary for dimensioning of lines and line supports are also presented here. The practical part contains construction objects from the project of reconstruction of Lišany substation owned by ČEZ Distribuce, a. s., which are related to high voltage overhead power lines, line supports with section switches and underground cables. The final chapter of the thesis deals with the cost evaluation of the reconstruction.

Keywords

Line supports dimensioning, earthing design, underground cables, project documentation, overhead power line, high voltage

Obsah

1. Úvod.....	25
TEORETICKÁ ČÁST	26
2. Legislativní úprava distribučního vedení elektřiny	26
2.1 Legislativní dokumenty ovlivňující elektroenergetiku v ČR	26
2.1.1 Energetický zákon.....	26
2.1.2 Stavební zákon	26
2.1.3 Zákon o výkonu povolání činných ve výstavbě	26
2.1.4 Vyhláška o dokumentaci staveb.....	27
2.1.5 Technické normy a předpisy	27
2.2 Pojmy v elektroenergetice vycházející z legislativy	28
2.3 Subjekty elektroenergetiky v ČR	29
2.3.1 Energetický regulační úřad (ERÚ).....	30
2.4 Autorizované osoby	30
2.4.1 Autorizovaný architekt.....	31
2.4.2 Autorizovaný inženýr a autorizovaný technik	31
3. Prvky venkovních vedení vn.....	32
3.1 Vodiče	32
3.1.1 Holé vodiče	32
3.1.2 Izolované vodiče	33
3.1.3 Závěsné kabely.....	33
3.2 Samonosný dielektrický optický kabel (SDOK).....	34
3.3 Podpěrné body.....	34
3.3.1 Dřevěné sloupy.....	34
3.3.2 Betonové sloupy	36
3.3.3 Ocelové příhradové stožáry.....	36
3.3.4 Ocelové plechové sloupy	37
3.3.5 Kotvení podpěrných bodů.....	37
3.4 Konzoly pro holé vodiče	37
3.4.1 Konzoly pro jednoduché vedení.....	37
3.4.2 Konzoly pro dvojité vedení.....	39

3.4.3	Konzoly pro vícenásobné vedení.....	40
3.5	Izolátory	40
3.5.1	Podpěrné izolátory keramické	40
3.5.2	Podpěrné izolátory polymerové.....	40
3.5.3	Závěsné izolátory keramické.....	41
3.5.4	Závěsné izolátory polymerové	41
3.6	Spínací a odpojovací prvky	41
3.7	Uzemnění.....	41
3.7.1	Hlavní ochranný vodič	42
3.7.2	Zkušební svorka	42
3.7.3	Uzemňovací přívod	43
3.7.4	Zemnič.....	43
4.	Technická úprava distribučního vedení elektřiny.....	44
4.1	Požadavky na venkovní vedení	44
4.2	Zatížení.....	45
4.2.1	Vliv teploty na zatížení.....	46
4.3	Zatížení větrem.....	46
4.3.1	Základní rychlost větru.....	46
4.3.2	Střední rychlost větru	48
4.3.3	Síla větru.....	49
4.3.4	Síla větru na vodiče	51
4.3.5	Síla větru na příhradové stožáry	52
4.3.6	Síla větru na sloupy	53
4.4	Zatížení námrazou	54
4.4.1	Zatížení extrémní námrazou.....	54
4.4.2	Svislé zatížení námrazou	55
4.5	Kombinované zatížení větrem a námrazou	56
4.5.1	Tlak větru a průměr vodiče pokrytého námrazou.....	56
4.5.2	Zatížení podpěrných bodů působením větru na omrzlé vodiče	57
4.6	Zabezpečovací zatížení.....	58
4.6.1	Torzní zatížení	58
4.6.2	Podélná zatížení.....	58
4.7	Bezpečnostní zatížení.....	59

4.8	Zatěžovací stavy.....	59
4.8.1	Dělení podpěrných bodů	59
4.8.2	Typy zatěžovacích stavů	60
4.8.3	Proměnná zatížení podpěrných bodů	61
4.9	Vzdálenost vodičů.....	61
4.9.1	Vliv teploty, větru a námrazy na vzdálenost vodičů	62
4.9.2	Nejmenší dovolené vzdálenosti v závislosti na zatěžovacím stavu.....	62
4.9.3	Nejmenší dovolené vzdálenosti při křížení a souběhu vedení	63
4.10	Mechanika venkovních vedení.....	64
4.10.1	Rovnice řetězovky a paraboly	65
4.10.2	Souměrně zavěšený vodič	66
4.10.3	Nesouměrně zavěšený vodič	68
4.10.4	Stavová rovnice zavěšeného vodiče	69
4.10.5	Kritické rozpětí.....	70
4.10.6	Kritická teplota.....	70
4.11	Výpočet zemního odporu	71
4.11.1	Zemní odpor jednoduchého zemniče	71
4.11.2	Zemní odpor kombinovaného zemniče	72
4.12	Měření rezistivity	77
5.	Postup návrhu distribučního vedení	79
5.1	Územní rozhodnutí.....	79
5.2	Společné povolení	80
5.3	Zjednodušené územní řízení	80
5.4	Stavební povolení a ohlášení.....	81
5.4.1	Ohlášení	81
5.4.2	Stavební povolení.....	81
5.5	Kolaudace.....	82
6.	Projektová dokumentace	83
6.1	Stupně projektové dokumentace	83
6.1.1	Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby	83
6.1.2	Dokumentace pro vydání společného povolení	84
6.1.3	Projektová dokumentace pro provádění stavby	84

PRAKTICKÁ ČÁST	85
7. Projekt výstavby distribučního vedení	85
7.1 Stávající stav.....	86
7.2 Návrh řešení	87
7.3 Provozní soubory a stavební objekty.....	88
7.3.1 Provozní soubory.....	88
7.3.2 Stavební objekty.....	89
8. Práce na projektové dokumentaci.....	93
8.1 Návrh dispozičního uspořádání	93
8.1.1 Jižní strana rozvodny.....	93
8.1.2 Severní strana rozvodny	94
8.1.3 Finální návrh.....	95
8.1.4 Geodetické zaměření	97
9. Dokumentace pro provádění stavby (DPS).....	98
9.1 SO 01 – Demontáž nadzemního vedení 22 kV	98
9.2 SO 02 – Montáž nadzemního vedení 22 kV.....	98
9.2.1 Dimenzování podpěrných bodů.....	99
9.2.2 Výpočet uzemnění.....	99
9.3 SO 03 – Demontáž podzemního vedení 22 kV	99
9.4 SO 04 – Montáž podzemního vedení 22 kV	100
10. Ekonomické posouzení projektu výstavby distribučního vedení	101
10.1 Analýza nákladů a přínosů	101
10.1.1 Popis kontextu	101
10.1.2 Definice cílů	102
10.1.3 Identifikace projektu.....	102
10.1.4 Technická proveditelnost a ekologická udržitelnost	103
10.1.5 Finanční analýza.....	103
10.1.6 Ekonomická analýza.....	107
10.1.7 Hodnocení rizik	109
10.2 Ekonomické posouzení projektu TR Lišany	110
11. Závěr.....	111
Seznam použité literatury.....	112

Seznam obrázků

Obr. 2.1: Vymezená území provozovatelů DS.....	30
Obr. 3.1: Dřevěné stožáry do země.....	35
Obr. 3.2: Dřevěné stožáry na patku.....	36
Obr. 3.3: Základní uspořádání vodičů jednoduchých vedení.....	38
Obr. 3.4: Další uspořádání vodičů jednoduchých vedení.....	38
Obr. 3.5: Uspořádání dvojitých vedení na betonových sloupech.....	39
Obr. 3.6: Uspořádání dvojitých vedení na příhradových stožárech	39
Obr. 3.7: Uspořádání dvojitých vedení na příhradových stožárech	40
Obr. 3.8: Ekvipotenční kruhy.....	42
Obr. 4.1: Mapa větrných oblastí pro ČR.....	47
Obr. 4.2: Síly větru na vodiče	52
Obr. 4.3: Mapa námrazových oblastí pro ČR	54
Obr. 4.4: Vyjádření řetězovkou a parabolou.....	65
Obr. 4.5: Souměrně zavěšený vodič.....	66
Obr. 4.6: Nesouměrně zavěšený vodič.....	68
Obr. 4.7: Určení koeficientu využití	74
Obr. 4.8: Určení koeficientu K_{11}	76
Obr. 4.9: Měření rezistivity půdy – Wennerova metoda.....	77
Obr. 4.10: Korekční činitel rezistivity.....	78
Obr. 7.1: Umístění TR Lišany.....	85
Obr. 7.2: Přehledná situace TR Lišany	86
Obr. 7.3: Počáteční návrh řešení od investora.....	87
Obr. 8.1: Kabelové svody na sousedním pozemku	94
Obr. 8.2: Odstranění úseku vedení ze sousedního pozemku.....	95
Obr. 8.3: Návrh dispozičního umístění – jižní strana.....	96
Obr. 8.4: Návrh dispozičního umístění – severní strana	97
Obr. 10.1: Struktura finanční analýzy	104

Seznam tabulek

Tab. 3.1: Vlastnosti používaných vodičů	32
Tab. 3.2: Původní značení vodičů	33
Tab. 4.1: Úrovně spolehlivosti	44
Tab. 4.2: Návrhové životnosti	45
Tab. 4.3: Větrové oblasti	47
Tab. 4.4: Kategorie terénu	48
Tab. 4.5: Hodnoty pro výpočet zatížení vodičů	50
Tab. 4.6: Hodnoty součinitele rozpětí	50
Tab. 4.7: Součinitel aerodynamického odporu	53
Tab. 4.8: Referenční zatížení extrémní námrazou	55
Tab. 4.9: Typy zatěžovacích stavů	60
Tab. 4.10: Nejmenší dovolené vzdálenosti	62
Tab. 4.11: Nejmenší dovolené vzdálenosti pro holé vodiče 22 kV	63
Tab. 4.12: Nejmenší dovolené vzdálenosti pro souběh a křížení holých vodičů 22kV	64
Tab. 10.1: Prvky finanční analýzy	106

Seznam použitých zkratk

BSP	budova společných provozů
BTS	betonová transformační stanice
EIA	vyhodnocení vlivů na životní prostředí (angl. Environmental Impact Assessment)
ČOV	čistička odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSN	česká technická norma
DCF	metoda diskontovaných peněžních toků (angl. Discounted Cash Flow)
DIN	Německý ústav pro průmyslovou normalizaci (něm. Deutsches Institut für Normung e. V.), také norma vydaná tímto ústavem
DPH	daň z přidané hodnoty
DS	distribuční soustava
EN	Evropské normy
ENPV	ekonomická čistá současná hodnota
ERR	ekonomická míra návratnosti
EU	Evropská unie
FDR	finanční diskontní sazba (angl. Financial Discount Rate)
FNPV(C)	finanční čistá současná hodnota investice
FNPV(K)	finanční čistá současná hodnota kapitálu
FOM	fyzická ochrana majetku
FRR(C)	finanční míra návratnosti investice
FRR(K)	finanční míra návratnosti kapitálu
HDO	hromadné dálkové ovládání
HDPE	Polyethylen s vysokou hustotou
HTÚ	hrubé terénní úpravy
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise (angl. International Electrotechnical Commission), také norma vydaná touto komisí
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (angl. International Organization for Standardization), také norma vydaná touto organizací
KÚT	konečná úprava terénu
nn	nízké napětí
NPV	čistá současná hodnota
PB	podpěrný bod
PD	projektová dokumentace

PNE	podniková norma energetiky
PPN	práce pod napětím
PS	provozní soubor
PTS	příhradová transformační stanice
P/N	poměr mezi diskontovanými ekonomickými přínosy a náklady
R22kV	rozvodna o napětí 22 kV
R110kV	rozvodna o napětí 110 kV
SDOK	samonosný dielektrický optický kabel
SDR	sociální diskontní sazba (angl. Social Discount Rate)
SEM	Správa energetického majetku
SO	stavební objekt
SP	stavební povolení
STO	systém technické ochrany
SZ	stavební zákon
TR	transformovna
TS	transformační stanice
UV	ultrafialový
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
ÚO	úsekový odpínač
vn	vysoké napětí
VO	vnější osvětlení
vvv	velmi vysoké napětí
XLPE	zesítný polyethylen
ZL	zemnicí lano
ZN	zadávací návrh

Seznam použitých veličin

a	(m)	rozpětí
a_i	(m)	délka ideálního rozpětí
a_{krit}	(m)	kritické rozpětí
a_s	(m)	rozestup dvou sloupů v polovině nadzemní výšky
A_{pol}	(m ²)	účinná plocha dřívku sloupu
A_t	(m ²)	účinná plocha prvků stěny stožáru
A_x	(m ²)	průmět plochy složky vedení do roviny kolmé na směr větru
b	(m)	délka šikmého rozpětí
c	(m)	parametr křivky
c_{dir}	(-)	součinitel směru větru
c_0	(-)	součinitel orografie
C_c	(-)	součinitel aerodynamického odporu pro vodič
C_{Ic}	(-)	součinitel aerodynamického odporu pro omrzlý vodič
C_{pol}	(-)	součinitel aerodynamického odporu pro sloupy
C_t	(-)	součinitel aerodynamického odporu pro stožáry
C_x	(-)	součinitel aerodynamického odporu
d	(m)	průměr vodiče
d_m	(m)	střední průměr obou sloupů v polovině nadzemní výšky
D	(m)	průměr omrzlého vodiče
D_{el1}	(m)	vzdálenost mezi fázovými vodiči a podpěrným bodem
D_{el2}	(m)	vzdálenost fázových vodičů k zemi a ostatním objektům
D_{ekv}	(m)	ekvivalentní průměr
D_p	(m)	průměr stožáru
D_{pp1}	(m)	vzdálenost mezi fázovými vodiči jednoho vedení
D_{pp2}	(m)	vzdálenost fázových vodičů k vodičům jiných vedení
E	(Pa)	modul pružnosti
f_m	(m)	maximální průhyb vodiče
f_{mi}	(m)	maximální průhyb u nesouměrného závěsu
f_x	(m)	průhyb vodiče v libovolném bodě
f_{xi}	(m)	průhyb vodiče v libovolném bodě u nesouměrného závěsu
F_n	(N)	jmenovitá pevnost vodiče
g	(m/s ²)	tíhové zrychlení
g_l	(N/m)	tíha 1 m vodiče

G_c	(-)	součinitel rozpětí
G_{pol}	(-)	součinitel konstrukce pro sloupy
G_t	(-)	součinitel konstrukce pro stožáry
G_x	(-)	součinitel konstrukce
h	(m)	referenční výška nad zemí
h_{AB}	(m)	převýšení mezi závěsnými body
h_z	(m)	hloubka založení zemniče
I	(N/m)	zatížení
$I_{d1}; I_{d2}$	(N/m)	zatížení námrazou na jednotku délky pro přilehlá rozpětí vodičů
I_E	(A)	zemní proud
I_{R50}	(N/m)	referenční zatížení extrémní námrazou
I_s	(N/m)	zatížení sníženou námrazou
I_T	(N/m)	rovnoměrné zatížení extrémní námrazou
I_v	(-)	intenzita turbulence
I_{50}	(N/m)	zatížení extrémní námrazou na jednotku délky vodiče
k	(-)	součinitel tvaru zemniče
k_r	(-)	součinitel terénu
K_h	(-)	součinitel výšky pro zatížení námrazou
K_{Ic}	(-)	součinitel místních podmínek pro zatížení námrazou
K_{I1}	(-)	koeficient pro ocelovou výztuž pilotového základu nebo základu stožáru
l_{AB}	(m)	délka nesouměrné řetězovky
l_s	(m)	délka vodiče
L_p	(m)	délka podzemní části stožáru
$L_{W1}; L_{W2}$	(m)	délka váhového rozpětí přilehlých rozpětí
$L_1; L_2$	(m)	délka sousedních rozpětí
M	(kg/m)	měrná hmotnost vodiče
n	(-)	počet zemnicích tyčí
q_h	(Pa)	střední tlak větru
q_{th}	(Pa)	střední tlak větru spojený s námrazou
q_{Ip}	(Pa)	maximální tlak větru spojený s námrazou
q_p	(Pa)	maximální tlak větru
Q_I	(N)	svislé zatížení námrazou
Q_{Wc_v}	(N)	síla větru na vodič ve směru konzoly
Q_{Wc_U}	(N)	síla větru na vodič kolmo na konzolu
Q_{WIc_v}	(N)	síla větru na omrzlý vodič ve směru konzoly

Q_{Wlc_U}	(N)	síla větru na omrzlý vodič kolmo na konzolu
Q_{Wpol}	(N)	síla větru na sloup (ocelový, betonový, dřevěný)
Q_{Wt}	(N)	síla větru na příhradový stožár
Q_{Wx}	(N)	síla větru na složku vedení
R_E	(Ω)	odpor uzemnění
R_{EB}	(Ω)	zemní odpor zemnicí mříže
R_{Eo}	(Ω)	zemní odpor kruhového zemniče
R_{Ep}	(Ω)	zemní odpor paprskového zemniče
R_{Epn}	(Ω)	zemní odpor n paprskových zemničů
R_{Et}	(Ω)	zemní odpor tyčového zemniče
R_{Ez}	(Ω)	zemní odpor základového zemniče
R_{EI2}	(Ω)	zemní odpor dvojitého obvodového zemniče
R_{EI23}	(Ω)	zemní odpor trojitého obvodového zemniče
R_{st}	(Ω)	zemní odpor základu železobetonového stožáru
S	(m^2)	průřez vodiče
S_{zm}	(m^2)	plocha zemnicí mříže
U_n	(V)	jmenovité napětí sítě
U_{Tp}	(V)	dovolené dotykové napětí
$V_{b,0}$	(m/s)	základní rychlost větru
V_h	(m/s)	střední rychlost větru
V_{th}	(m/s)	střední rychlost větru spojená s námrazou
V_{IH}	(m/s)	rychlost větru s vysokou pravděpodobností
V_{50}	(m/s)	extrémní střední rychlost větru s dobou návratu 50 let
z	(–)	přetížení vodiče námrazou
z_0	(m)	parametr drsnosti terénu
α	(1/K)	součinitel délkové roztažnosti
α_{SL}	(–)	redukční součinitel pro zatížení námrazou pro zabezpečovací zatížení
γ	(N/m ³)	měrná tíha vodiče
η_{op}	(–)	koeficient využití kombinace obvodového a paprskového zemniče
η_{ot}	(–)	koeficient využití kombinace obvodového a tyčového zemniče
η_{pn}	(–)	koeficient využití paprsků
η_{zo}	(–)	koeficient využití základového a obvodového uzemnění
η_{zp}	(–)	koeficient využití základového a paprskového uzemnění
η_t	(–)	koeficient využití tyčí

η_{12}	(–)	koeficient využití dílčích uzemnění pro dva zemniče
η_{123}	(–)	koeficient využití dílčích uzemnění pro tři zemniče
ϑ	(°C)	teplota
ϑ_{krit}	(°C)	kritická teplota
Θ	(°)	úhel změny směru trasy
π	(–)	Ludolfovo číslo
ρ	(kg/m ³)	hustota vzduchu
ρ_E	(Ω m)	rezistivita půdy
ρ_I	(kg/m ³)	hustota námrazy
σ_H	(Pa)	vodorovné mechanické napětí v závěsném bodě
σ_V	(Pa)	svislé mechanické napětí v závěsném bodě
Φ	(°)	úhel mezi směrem větru a podélnou osou konzoly
Ψ_w	(–)	součinitel pro kombinační hodnotu zatížení větrem

1. Úvod

Tato diplomová práce se zabývá elektroenergetikou v ČR a projektováním výstavby elektrotechnických zařízení. Téma jsem si zvolil především z toho důvodu, že se projektováním zabývám ve svém zaměstnání.

Každá stavba nového elektrotechnického zařízení vyžaduje povolení od stavebního úřadu (s výjimkami, které jsou v práci uvedeny). Projektová dokumentace je důležitá, neboť z ní stavební úřad vyčte detaily majitelova/stavebníkova záměru. Zároveň je nezbytná pro stavitele, aby díky ní mohla být stavba bez komplikací postavena. Navíc v případě, že by v budoucnu došlo k rozšiřování nebo rekonstrukci stavby, bude se nová projektová dokumentace díky již existující stávající dokumentaci vypracovávat mnohem snadněji.

Práce je rozčleněna do dvou částí, teoretické a praktické. V první kapitole teoretické části jsou představeny legislativní dokumenty, jejichž dodržování je nezbytné při vypracovávání projektové dokumentace a to z důvodu, aby byly dodrženy všechny legislativní a bezpečnostní požadavky. Obsahem druhé kapitoly jsou základní prvky venkovních vedení vn, mezi které patří např. vodiče nebo podpěrné body. Ve třetí kapitole teoretické části jsou uvedeny vzorce potřebné pro dimenzování podpěrných bodů tak, aby nedošlo k jejich poničení či vyvrácení vlivem nepříznivých klimatických podmínek. Čtvrtá kapitola obsahuje postupy vycházející ze zákonů, které je nutné dodržovat během procesu výstavby elektrotechnických zařízení. V poslední kapitole teoretické části jsou uvedeny různé typy projektové dokumentace, přičemž je zde uveden obsah a rozsah projektové dokumentace pro provádění stavby.

Praktická část diplomové práce se zabývá projektem rekonstrukce transformovny TR Lišany, která je ve vlastnictví ČEZ Distribuce, a. s. Na tomto projektu jsem se podílel v rámci svého zaměstnání ve firmě SOMA-ES, s.r.o., která zpracovávala projektovou dokumentaci pro tuto stavbu. V první kapitole praktické části je představena daná stavba, přičemž je zde vysvětlen důvod rekonstrukce a současný stav transformovny. Druhá kapitola obsahuje postupy, které byly provedeny při práci na vybraných stavebních objektech projektové dokumentace. Poslední kapitola praktické části obsahuje ekonomické zhodnocení daného projektu.

TEORETICKÁ ČÁST

2. Legislativní úprava distribučního vedení elektřiny

2.1 Legislativní dokumenty ovlivňující elektroenergetiku v ČR

Elektroenergetika a projektování v tomto oboru jsou v ČR ovlivněny řadou zákonů, vyhlášek a dalších legislativních dokumentů, z nichž jedny z nejdůležitějších, ze kterých bylo v této práci čerpáno, jsou:

2.1.1 Energetický zákon

Základním právním předpisem ovlivňujícím veškerou činnost státu a podnikání v energetických odvětvích (tj. elektroenergetika, teplárenství a plynárenství) je zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, který nabyl účinnosti k 1. 1. 2001.¹

2.1.2 Stavební zákon

Základním právním předpisem ovlivňujícím rozvoj území a posuzování vlivů na životní prostředí je zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, který definuje podmínky pro povolování výstavby a odstraňování staveb a pravomoci stavebních úřadů. Tento zákon je důležitým nástrojem pro projektanty činné ve výstavbě, neboť určuje postupy, které je nutno dodržet při navrhování a provádění staveb.²

2.1.3 Zákon o výkonu povolání činných ve výstavbě

Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů, definuje práva

¹ Zákon č. 458/2000 Sb. – Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 1. Předmět úpravy.

² Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 1. Předmět úpravy.

a povinnosti autorizovaných osob, které jsou oprávněny k projekční a realizační činnosti ve výstavbě.³

2.1.4 Vyhláška o dokumentaci staveb

Důležitým dokumentem pro projektanty je také vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů, která vychází ze stavebního zákona (SZ) a definuje rozsah a obsah jednotlivých typů projektové dokumentace. V této vyhlášce se dále nacházejí pokyny pro záznam postupu při výstavbě.⁴

2.1.5 Technické normy a předpisy

Důležitým legislativním předpisem jsou i technické normy, které přesně definují parametry určitých výrobků či pracovních postupů. Ačkoliv dle zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, nejsou technické normy obecně závazné, může být jejich platnost vyžadována a zaručena pokud se na ní smluvní strany dohodnou, případně se na tyto normy mohou odkazovat jiné obecně závazné předpisy.

Technické normy se dělí podle oblasti, ve které mají platnost, na normy:

- mezinárodní – např. ISO, IEC, EN,
- národní – např. České technické normy (ČSN), DIN,
- podnikové – Podnikové normy energetiky (PNE).

Mezinárodní normy jsou běžně překládány a přejímány do české soustavy norem, přičemž všechny normy ČSN do roku 2017 musely být schváleny Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Dne 1. 1. 2018 převzala od ÚNMZ všechna práva na tvorbu a vydávání Česká agentura pro standardizaci, která za poplatek umožňuje přístup veřejnosti k českým technickým normám.⁵

³ Zákon č. 360/1992 Sb. – Zákon České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů; § 1.

⁴ Vyhláška č. 499/2006 Sb. – Vyhláška o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů; § 1.

⁵ O nás. *Česká agentura pro standardizaci* [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví, 2021 [cit. 2021-05-18].

Třídy norem ČSN. *Technické normy* [online]. Plzeň: Volejník, c2000-2008 [cit. 2021-01-04].

Zákon č. 22/1997 Sb. – Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů; § 4. České technické normy.

2.2 Pojmy v elektroenergetice vycházející z legislativy

V Energetickém zákoně jsou definovány některé základní pojmy pro elektroenergetiku:

Distribuční soustava (DS) je „vzájemně propojený soubor vedení a zařízení o napětí 110 kV s výjimkou vybraných vedení a zařízení o napětí 110 kV, která jsou součástí přenosové soustavy, a vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23 kV, 1,5 kV, 3 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV, 25 kV nebo 35 kV sloužící k zajištění distribuce elektřiny na vymezeném území České republiky, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky, včetně elektrických přípojek ve vlastnictví provozovatele distribuční soustavy; distribuční soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu.“

Elektrická přípojka je „zařízení, které začíná odbočením od spínacích prvků nebo přípojníc v elektrické stanici a mimo ní odbočením od vedení přenosové nebo distribuční soustavy a je určeno k připojení odběrného elektrického zařízení.“

Elektrická stanice je „soubor staveb a zařízení elektrizační soustavy, který umožňuje transformaci, kompenzaci, přeměnu nebo přenos a distribuci elektřiny, včetně prostředků nezbytných pro zajištění jejich provozu.“

Elektrizační soustava je „vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny, včetně elektrických přípojek, přímých vedení, a systémy měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky, a to na území České republiky.“⁶

Ochranné pásmo zařízení elektrizační soustavy je „prostor v bezprostřední blízkosti tohoto zařízení určený k zajištění jeho spolehlivého provozu a k ochraně života, zdraví a majetku osob.“⁷

⁶ Zákon č. 458/2000 Sb. – Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 2. Vymezení pojmů.

⁷ Pozn. 6; § 46.

Přenosová soustava je „vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 400 kV, 220 kV a vybraných vedení a zařízení 110 kV, uvedených v příloze Pravidel provozování přenosové soustavy⁸, sloužící pro zajištění přenosu elektřiny pro celé území České republiky a propojení s elektrizačními soustavami sousedních států, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky; přenosová soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu.“

Přímé vedení je „vedení elektřiny spojující výrobu elektřiny, která není připojena k přenosové soustavě nebo k distribuční soustavě, a místo odběru elektřiny, které není elektricky propojeno s přenosovou soustavou nebo s distribuční soustavou, nebo elektrické vedení zabezpečující přímé zásobování vlastních provozoven výrobce elektřiny, jeho ovládaných společností nebo zákazníků, a není vlastněno provozovatelem přenosové soustavy ani provozovatelem distribuční soustavy.“⁹

2.3 Subjekty elektroenergetiky v ČR

Elektroenergetika je v České republice tvořena těmito hlavními subjekty:

- **držitel licence na přenos elektřiny**, který je v ČR pouze jeden (ČEPS, a.s.),
- **provozovatelé distribuční soustavy**, kteří operují ve vymezeném území na základě licence vydané Energetickým regulačním úřadem. Nejvýznamnějšími provozovateli na území ČR jsou ČEZ Distribuce, a. s., EG.D, a.s. (dříve E.ON Distribuce, a.s.)¹⁰ a PREDistribuce, a.s. Na obrázku č. 2.1 jsou znázorněna jejich vymezená území.¹¹
- **držitelé licence na výrobu elektřiny**,
- **držitelé licence na obchod s elektřinou**,
- **zákazníci s vlastní výrobou elektřiny**.¹²

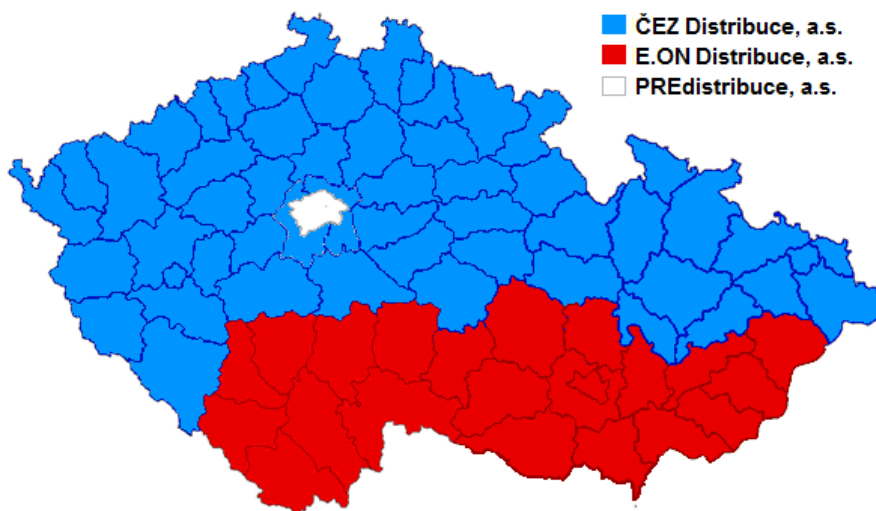
⁸ Těž Kodex přenosové soustavy, který je dokumentem pro účastníky trhu s elektrickou energií a definuje požadavky pro připojení k přenosové soustavě (zdroj: Kodex přenosové soustavy. In: ČEPS, a.s. [online]. Praha: ČEPS, 2020 [cit. 2021-01-05]. Str. 6).

⁹ Zákon č. 458/2000 Sb. – Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 2. Vymezení pojmů.

¹⁰ EG.D – kdo jsme. EG.D [online]. Brno: E.ON Česká republika, 2020 [cit. 2021-04-04].

¹¹ Distributoři elektřiny. Kurzy.cz [online]. Praha: Kurzy.cz, c2000-2021 [cit. 2021-04-04].

¹² Pravidla provozování distribučních soustav. In: ČEZ Distribuce, a. s. [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, a. s., 2016 [cit. 2020-12-12]. Str. 7.



Obr. 2.1: Vymezená území provozovatelů DS¹³

2.3.1 Energetický regulační úřad (ERÚ)

Pro regulaci cen v energetice byl v roce 2001 založen Energetický regulační úřad, jehož cílem je kromě regulace také např. ochrana zájmů spotřebitelů v energetice, podpora hospodářské soutěže, podpora využívání obnovitelných zdrojů energie, dohled nad trhem s energií a udělování licencí výrobcům a obchodníkům s energií.¹⁴

2.4 Autorizované osoby

Dle zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů, musí mít fyzické osoby vykonávající odbornou činnost ve výstavbě nebo v souvislosti s prostorovými a funkčními změnami v území příslušné oprávnění, které se označuje jako autorizace.¹⁵

Autorizaci může získat pouze svéprávný, bezúhonný občan České republiky nebo členského státu EU při splnění podmínek daných v § 7 odst. 1b zákona č. 360/1992 Sb., který má příslušné vzdělání a praxi a úspěšně složil zkoušku a slib.¹⁶

¹³ Distributoři elektřiny. *Kurzy.cz* [online]. Praha: Kurzy.cz, c2000-2021 [cit. 2021-04-04].

¹⁴ ERÚ. *Energetický regulační úřad* [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, c2014-2021 [cit. 2021-01-05].

¹⁵ Zákon č. 360/1992 Sb. – Zákon České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů; § 1–2.

¹⁶ Pozn. 15, § 7.

Podnikající osoby mohou vykonávat svoji činnost ve výstavbě pouze tehdy, je-li tato činnost prováděna autorizovanými osobami. Tyto osoby se dělí podle oblasti, ve které mohou působit, na autorizované architekty, inženýry a techniky.¹⁷

2.4.1 Autorizovaný architekt

Autorizovaný architekt je oprávněn k činnosti v oborech architektura, územní plánování a krajinářská architektura a je uveden v seznamu, který vede Česká komora architektů.¹⁸

Činnosti, které může autorizovaný architekt vykonávat, jsou např. vypracování územně plánovací dokumentace, dokumentace pro vydání územního rozhodnutí, projektové dokumentace staveb kromě staveb inženýrských či projektové dokumentace interiéru staveb a provádění geodetických měření.¹⁹

2.4.2 Autorizovaný inženýr a autorizovaný technik

Autorizovaný inženýr a autorizovaný technik je osoba oprávněná k činnosti např. v oborech pozemní a dopravní stavby, stavby vodního hospodářství, technologická zařízení staveb a požární bezpečnost staveb. Seznam autorizovaných inženýrů i seznam autorizovaných techniků vede Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.²⁰

Činnosti, které může vykonávat autorizovaný inženýr, jsou např. vypracování dokumentace pro vydání územního rozhodnutí, projektové dokumentace staveb, příslušné části územně plánovací dokumentace, provádění statických a dynamických výpočtů staveb, provádění geodetických měření a vedení realizace stavby.²¹

Činnosti, které může vykonávat autorizovaný technik, jsou dle zákona č. 360/1992 Sb. např. vypracování dokumentace pro vydání územního rozhodnutí, příslušných částí projektové dokumentace spadajících do jeho oboru a vedení realizace stavby.²²

¹⁷ Zákon č. 360/1992 Sb. – Zákon České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů; § 2–3.

¹⁸ Pozn. 17, § 4.

¹⁹ Pozn. 17, § 17.

²⁰ Pozn. 17, § 5.

²¹ Pozn. 17, § 18.

²² Pozn. 17, § 19.

3. Prvky venkovních vedení vn

Venkovní vedení vn se skládají z mnoha prvků, mezi něž patří např. vodiče, podpěrné body s konzolami, izolátory a spínacími prvky (např. odpínač). Velmi důležitou součástí z hlediska ochrany majetku a zdraví je uzemnění.

3.1 Vodiče

Vodiče slouží k přenosu elektrické energie. Dělíme je na vodiče holé, izolované a závěsné kabely.²³

3.1.1 Holé vodiče

Holé vodiče jsou tvořeny hliníkovými dráty kolem jádra z ocelových drátů²⁴. Ve standardech ČEZ Distribuce, a. s.²⁵ jsou obsaženy vodiče 42-AL1/7-ST1A, 66-AL1/11-ST1A, 100-AL1/25-ST1A,

110-AL1/22-ST1A a 143-AL1/25-ST1A.²⁶ Některé jejich parametry jsou uvedeny v tabulce 3.1.

Tab. 3.1: Vlastnosti používaných vodičů²⁷

Typ (-)	d (mm)	S (mm ²)	M (kg/km)	F_n (kN)	E (MPa)	α (1/K.10 ⁻⁵)	γ (N/m.mm ²)
42-AL1/7-ST1A	9,00	49,48	171,20	15,27	79000	1,86	0,03393
66-AL1/11-ST1A	12,00	77,04	266,20	23,21	73900	1,89	0,03388
100-AL1/25-ST1A	14,60	124,70	469,60	46,91	81800	1,77	0,03693
110-AL1/22-ST1A	14,96	132,33	476,90	45,59	77400	1,83	0,03534
143-AL1/25-ST1A	16,96	168,11	589,30	53,29	74200	1,87	0,03438

kde:

d (mm) je průměr vodiče,

S (mm²) je průřez vodiče,

M (kg/km) je měrná hmotnost vodiče,

F_n (kN) je jmenovitá pevnost vodiče,

²³ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 9.

²⁴ PNE 34 7509. *Holé vodiče pro venkovní vedení ze soustředně slanéých kruhových drátů*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2007. Str. 4.

²⁵ Standardy ČEZ Distribuce obsahují technické informace a postupy, kterými se zhotovitelé pro ČEZ Distribuce musejí řídit (zdroj: <https://www.standardy.cezdistribuce.cz/standardy/standardy.html>).

²⁶ ČEZ Distribuce. Vodiče a ocelová zemní lana pro vedení vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21].

²⁷ Pozn. 26.

E (MPa) je modul pružnosti vodiče,
 α ($1/K \cdot 10^{-5}$) je součinitel délkové roztažnosti,
 γ ($N/m \cdot mm^2$) je měrná tíha.

Označení typu vodiče v této tabulce vychází z normy ČSN EN 50182. Původní značení vodičů vyrobených podle dřívějších norem ČSN 02 4210 a PN ZSNP je uvedeno v tabulce 3.2.²⁸

Tab. 3.2: Původní značení vodičů²⁹

Podle ČSN EN 50182	Podle ČSN 02 4210	Podle PN ZSNP
42-AL1/7-ST1A	–	AlFe 42/7
66-AL1/11-ST1A	70/7 AlFe 6	AlFe 70/11-1
100-AL1/25-ST1A	–	AlFe 100/25
110-AL1/22-ST1A	–	AlFe 110/22
143-AL1/25-ST1A	–	AlFe 150/22

3.1.2 Izolované vodiče

Izolované vodiče jsou slané z drátů AlMgSi a potažené jednoduchou izolací XLPE, která je odolná vůči klimatickým podmínkám včetně UV záření. Izolace je pouze pracovní a z hlediska úrazu elektrickým proudem se vodiče považují za holé. Oproti holým vodičům však vyžadují dle PNE 33 0000-8 zvýšenou ochranu proti přepětí.

Mohou být využity v lesních oblastech, kde není běžný výskyt osob, přičemž v intravilánech obcí a jiných lidmi navštěvovaných místech je jejich použití zakázáno. Standardy ČEZ Distribuce obsahují izolované vodiče o průřezu 50 mm^2 , 70 mm^2 a 120 mm^2 .³⁰

3.1.3 Závěsné kabely

Závěsné kabely mají úplnou izolaci a stínění a používají se pouze v místech, kde není možné využít holé nebo izolované vodiče např. z technických, ekologických či prostorových důvodů. Jejich nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady. Standardy ČEZ Distribuce obsahují kabely o průřezu 50 mm^2 , 70 mm^2 a 120 mm^2 .³¹

²⁸ PNE 34 7509 Z1. *Holé vodiče pro venkovní vedení ze soustředně slanéých kruhových drátů*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2009. Str. 2–3.

²⁹ Pozn. 28.

³⁰ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 9.

Tarjan, M. Vodiče izolované a jejich armatury. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 2–3.

³¹ Pozn. 30.

3.2 Samonosný dielektrický optický kabel (SDOK)

SDOK slouží pro přenos digitálních informací telekomunikační sítí. Je tvořen centrálním nosným prvkem z vláknového kompozitu, kolem kterého se nacházejí čtyři plastové trubičky s optickými vlákny. Vlákna jsou chráněna před vlhkostí vodoblokujícím gelem a vlákna. Pod vnějším polyethylenovým pláštěm jsou umístěna aramidová vlákna, která kabel zpevňují.

SDOK se umísťují na samostatný nosný prvek minimálně 0,7 m pod nejnižší fázový vodič tak, aby byly zachovány minimální dovolené vzdálenosti stanovené v PNE 33 3301. Pokud je to nutné, může být SDOK u stávajících podpěrných bodů umístěn na jinou část dřívku PB nebo na držák ZL. V případě umístění SDOK pod fázové vodiče nesmí dojít k poklesu fázových vodičů pod SDOK a v případě umístění SDOK nad fázové vodiče nesmí dojít k poklesu SDOK pod úroveň fázových vodičů.³²

3.3 Podpěrné body

Mezi nejčastěji používané typy sloupů/stožárů patří dřevěné, betonové, ocelové plechové a ocelové příhradové. Mezi podpěrné body se řadí i sloupy distribučních TS, objekty zděných TS a TR, portály vvn/vn transformoven a objekty, do kterých je zaústěno vedení. Dělí se podle účelů definovaných v kapitole 4.8.1.³³

3.3.1 Dřevěné sloupy

Dřevěné sloupy slouží převážně jako podpěrné body jednoduchých vedení v těžko přístupných místech, např. v lesích. Dále se používají také v chráněných krajinných oblastech, národních parcích a všude tam, kde je potřeba dodržet ráz krajiny. Jejich výhodou je především jejich pružnost.

Rozlišujeme čtyři typy dřevěných sloupů:

- J, Jp – jednoduchý do země, na patku,
- D, Dp – složený dvojitý do země, na patku,
- Š, Šp – složený dvojitý s rozkročením 1 m do země, na patku,
- A, Ap – složený dvojitý s rozkročením 2,5 m do země, na patku.

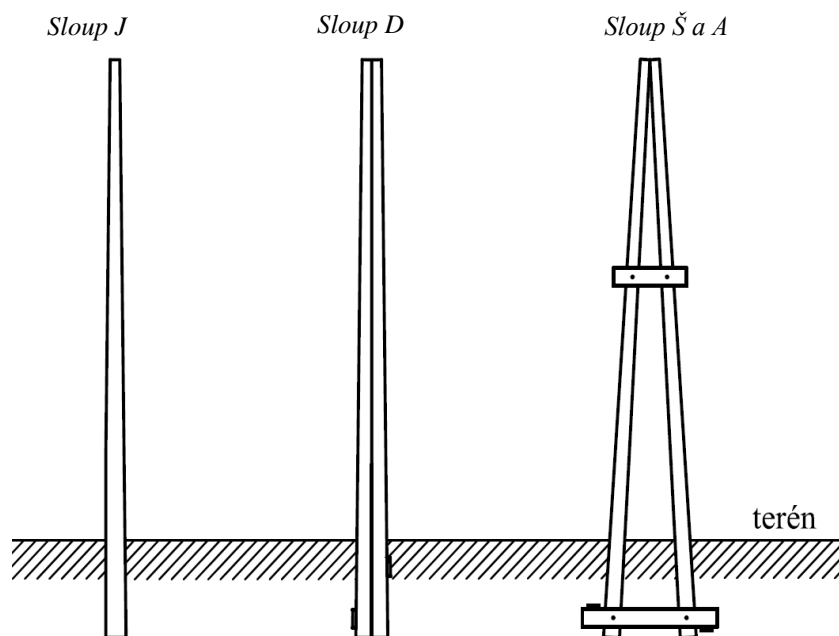
Tarjan, M. Závěsné kabely a jejich armatury. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 2.

³² Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 9.

Matiášek, P. Samonosné dielektrické optické kabely (SDOK). In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 2.

³³ Čihák, K. Pozn. 32, str. 10.

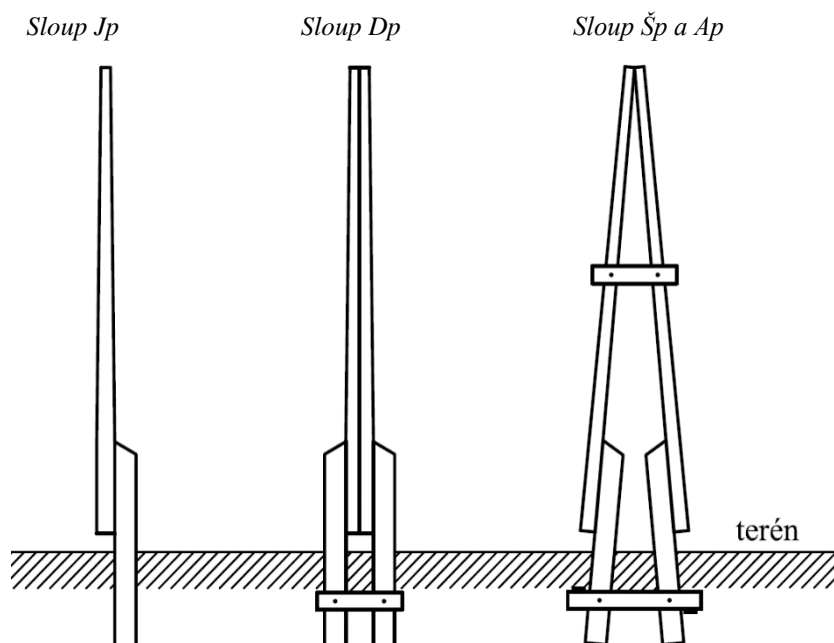
Dřevěné sloupy se umísťují převážně přímo do země, pouze v odůvodněných případech, jako je např. použití v záplavovém území, v místě se skalnatým podložím nebo v místě s ostrým svahem, se mohou osadit na betonové patky. Navrhováním dřevěných sloupů se zabývá norma PNE 34 8240. Na obrázcích číslo 3.1 a 3.2 jsou zobrazeny jednotlivé typy stožárů.³⁴



Obr. 3.1: Dřevěné stožáry do země³⁵

³⁴ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 10

³⁵ Novák, O. Dřevěné sloupy vn, nn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 7–15.



Obr. 3.2: Dřevěné stožáry na patku³⁶

Délky používaných sloupů jsou v celých metrech v rozmezí 8–14 m u sloupů typu J; 9–14 m u sloupů typu D, Š a A; 7–12 m u sloupů typu Jp a Dp a 8–12 m u sloupů typu Šp a Ap.³⁷

3.3.2 Betonové sloupy

Betonové sloupy jsou nejčastěji používanými sloupy pro jednoduchá vedení. Jsou vyrobeny z prefabrikovaného odstředovaného betonu bez výztuže nebo s výztuží vytvarovaného do tvaru dutého komolého kužele. Vrch sloupu je zakryt plastovou čepičkou. Jejich navrhováním se zabývá norma PNE 34 8220.

Délky používaných betonových sloupů jsou 9; 10,5; 12 a 13,5 m se jmenovitými vrcholovými silami 3, 6, 10, 12, 15, 20 a 25 kN.³⁸

3.3.3 Ocelové příhradové stožáry

Příhradové stožáry se používají především pro vícenásobná vedení. Pro jednoduchá vedení se využívají pouze tehdy, když betonové nebo dřevěné sloupy nevyhovují z důvodu nedostatečné odol-

³⁶ Novák, O. Dřevěné sloupy vn, nn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 18–33.

³⁷ Pozn. 36, str. 8–34.

³⁸ Čihák, K. Betonové sloupy pro elektrická venkovní vedení do 45 kV. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-22]. Str. 2.

Čihák, K. Koncepte venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 10.

nosti nebo výšky. Jsou vyrobeny ze svařovaných ocelových profilů a celá konstrukce je pozinkovaná. Horní část stožárů o délce 4,5 m je prizmatická (tzn., že má stejnou šířku po celé délce), spodní část se směrem k základu rozšiřuje. Jejich navrhováním se zabývá norma PNE 34 8240.

Délky používaných stožárů jsou 12; 13,5; 15; 16,5; 18; 21; 24; 28 a 34,5 m se jmenovitými vrcholovými silami 20, 30, 40, 60, 80 a 110 kN. Jsou čtvercového průřezu s vrcholovým rozměrem 400×400 mm nebo 600×600 mm.³⁹

3.3.4 Ocelové plechové sloupky

Použití plechových sloupů je obdobné jako u příhradových stožárů, používají se však pouze v odůvodněných případech. Jejich navrhování je řízeno normou PNE 34 8250.

Délky používaných sloupů jsou 12; 13,5; 15; 16,5; 18; 21 a 24 m se jmenovitými vrcholovými silami 20, 30, 40 a 60 kN.⁴⁰

3.3.5 Kotvení podpěrných bodů

Kotvení, které zvyšuje mechanickou odolnost sloupů, se používá pouze dočasně během výstavby. Pro trvalé kotvení se používá pouze v odůvodněných případech, např. v nepřístupném terénu.⁴¹

3.4 Konzoly pro holé vodiče

Konzoly se umísťují na podpěrný bod a slouží k uchycení vodičů přes izolátory. Vybírají se podle typu a účelu podpěrného bodu a podle požadavků na vzdálenost mezi vodiči. Konzoly musejí splňovat normy a požadavky na ochranu ptactva.⁴²

3.4.1 Konzoly pro jednoduché vedení

Konzoly pro jednoduché vedení na dřevěných a betonových sloupech mají typicky trojúhelníkové uspořádání, tj. střední vodič prochází nad sloupem. Rovinné uspořádání se používá převážně u konzol odbočných, u hlavních konzol se používá pouze v odůvodněných případech, např. pokud je nutné zachovat stávající uspořádání.

³⁹ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 11.

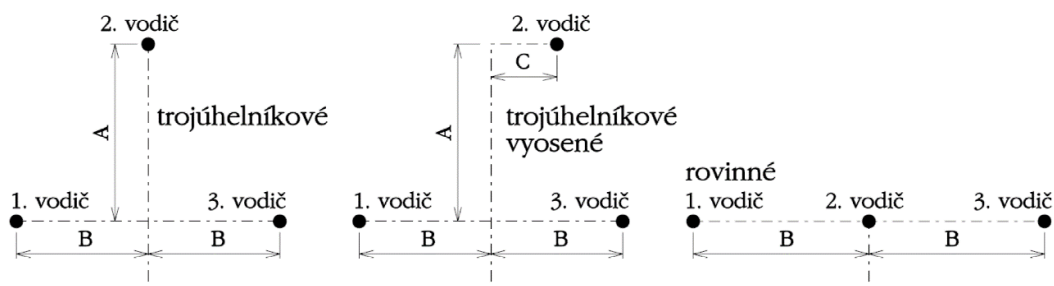
Čihák, K. Stožáry ocelové příhradové svařované pro elektrická venkovní vedení do 45 kV. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-22]. Str. 2.

⁴⁰ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. Pozn. 39.

⁴¹ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. Pozn. 39.

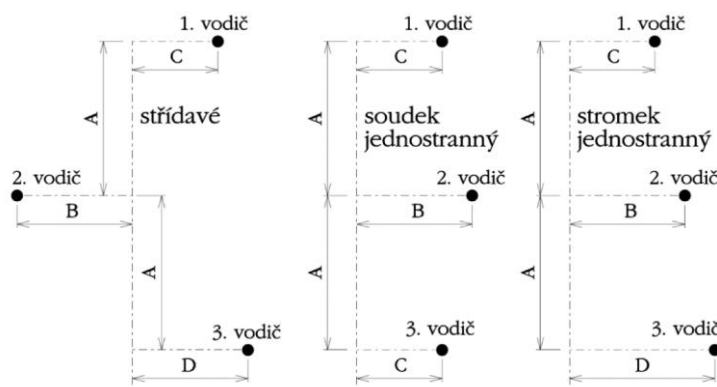
⁴² Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. Pozn. 39.

U příhradových stožárů se používá trojúhelníkové a trojúhelníkové vyosené uspořádání, rovinné se používá u konzol odbočných nebo z důvodu zachování stávajícího uspořádání. Jednotlivá uspořádání jsou zobrazena na obrázku 3.3.



Obr. 3.3: Základní uspořádání vodičů jednoduchých vedení⁴³

Dále jsou možná uspořádání střídavé, soudek jednostranný a stromek jednostranný. Tato uspořádání jsou povolena při nutnosti zachovat stávající uspořádání, nebo pokud trojúhelníkové uspořádání nevyhovuje pro nedodržení minimálních vzdáleností. Tato uspořádání jsou znázorněna na obrázku 3.4. Pro ocelové plechové sloupky se používají konzoly z PNE 34 8250 str. 6.⁴⁴



Obr. 3.4: Další uspořádání vodičů jednoduchých vedení⁴⁵

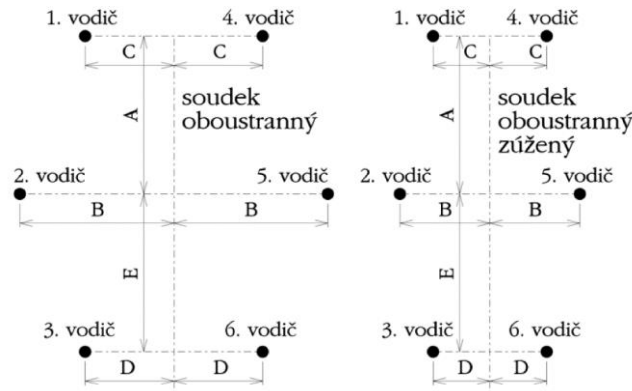
⁴³ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 12.

⁴⁴ Pozn. 43, str. 11–13.

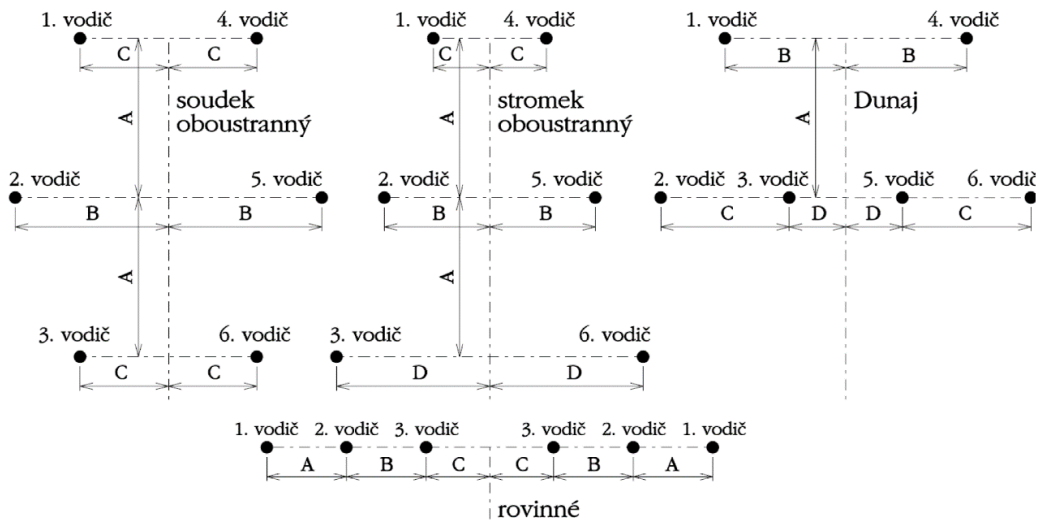
⁴⁵ Pozn. 43, str. 13.

3.4.2 Konzoly pro dvojité vedení

Pokud je nezbytné dvojité vedení umístit na betonový sloup, mohou se umístit pouze v uspořádání soudek oboustranný nebo soudek oboustranný zúžený, viz obrázek 3.5. U příhradových stožárů je základní uspořádání soudek oboustranný. Spolu s dalšími možnými uspořádáními typu stromek oboustranný, Dunaj a rovinné, které jsou povoleny pro zachování stávajícího uspořádání, jsou zobrazena na obrázku 3.6.⁴⁶



Obr. 3.5: Uspořádání dvojitých vedení na betonových sloupech⁴⁷



Obr. 3.6: Uspořádání dvojitých vedení na příhradových stožárech⁴⁸

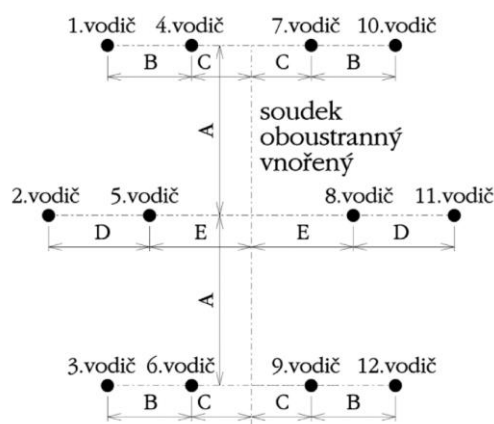
⁴⁶ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 13.

⁴⁷ Pozn. 46.

⁴⁸ Pozn. 46, str. 14.

3.4.3 Konzoly pro vícenásobné vedení

Více než dvě vedení mohou být pouze na příhradových stožárech v uspořádání soudek oboustranný vnořený, viz obrázek 3.7.⁴⁹



Obr. 3.7: Uspořádání dvojitých vedení na příhradových stožárech⁵⁰

3.5 Izolátory

Izolátory se používají u holých a izolovaných vodičů a slouží pro uchycení vodičů na konzolu, příp. jinou konstrukci, a pro zamezení přeskoků napětí na část vedení, která musí být bez napětí (např. podpěrný bod). Dělí se na izolátory podpěrné a závěsné a jsou vyráběny z keramiky nebo polymerů.⁵¹

3.5.1 Podpěrné izolátory keramické

Dělí se na *izolátory bez výřezu*, které jsou určeny pro holé vodiče a nejsou vhodné pro práce pod napětím (PPN), a *izolátory s výřezem*, které jsou určeny pro holé a izolované vodiče a pro PPN naopak vhodné jsou. V případě, že jednoduché nevyhoví požadavkům na zatížení, mohou být použity dvojité závěsy.⁵²

3.5.2 Podpěrné izolátory polymerové

Dělí se na *izolátory s hlavovou svorkou se šroubem*, které jsou vhodné pro PPN a do špatně přístupných míst, a *izolátory s hlavovou svorkou s okem* včetně pohyblivé bezpečnostní záklopky,

⁴⁹ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 14.

⁵⁰ Pozn. 49.

⁵¹ Pozn. 49, str. 17.

⁵² Pozn. 51.

kteře jsou určeny pro PPN pouze s izolační tyčí. Obě skupiny jsou určeny pro uchycení holých i izolovaných vodičů.⁵³

3.5.3 Závěsné izolátory keramické

Používají se převážně u oprav stávajícího zařízení, přičemž se z důvodu své hmotnosti nepoužívají u kotevních závěsů. Na jejich koncích jsou litinové „pánvičky“, které slouží pro napojení „paliček“.⁵⁴

3.5.4 Závěsné izolátory polymerové

Jsou vyrobeny ze skelných vláken a kovových pouzder. Na jednom konci jsou oka s otvorem a na druhém vidlice s otvory pro čep.⁵⁵

3.6 Spínací a odpojovací prvky

Spínací a odpojovací prvky slouží pro přerušování vodivé cesty např. v případě poruchy nebo z důvodu údržby vedení. Mezi tyto prvky patří *odpojovače*, které slouží pro spínání proudu naprázdno transformátoru do 630 kVA, *odpínače*, které se dělí na bezkomorové a komorové, spínající omezené proudy, resp. jmenovité proudy, a *vypínače*, které spínají zkratové proudy.

Umisťují se na místa volně přístupná pro obsluhu poblíž příjezdové komunikace. V případě umístění do hlavního vedení z TR se dávají bezkomorové úsekové odpínače (ÚO) na první nebo druhý podpěrný bod od TR. U spojovacích vedení, která propojují hlavní vedení, se umisťují komorové ÚO, a to na začátek a konec. U odboček a přípojek se umisťují bezkomorové ÚO na začátek odbočky, u odboček s velkým odběrem se na začátek odbočky přidá komorový ÚO. Pokud má PB kabelový svod, umístí se nad něj nebo na předchozí PB komorový ÚO.⁵⁶

3.7 Uzemnění

Uzemnění je vodivé propojení určitého bodu v síti se zemí, které slouží například jako ochrana před úrazem elektřinou nebo ochrana před bleskem. Vodivá část, která toto propojení umožňuje, se nazývá zemnič. Zemniče mohou být náhodné nebo strojené. Primární funkce náhodného zemniče není uzemňovací, díky své konstrukci ale uzemnění umožňuje. Patří sem například kovové

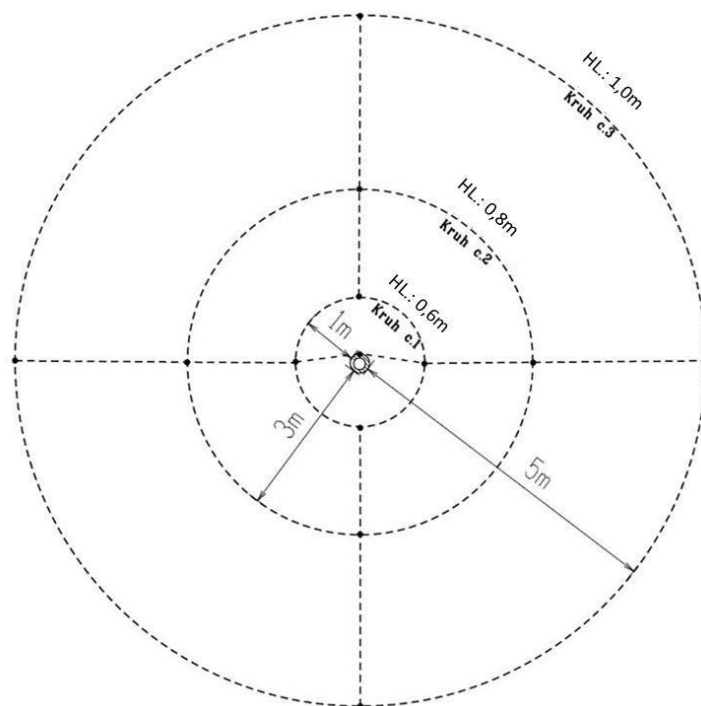
⁵³ Čihák, K. Koncepce venkovních sítí vn. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-21]. Str. 17.

⁵⁴ Pozn. 53, str. 18.

⁵⁵ Pozn. 54.

⁵⁶ Pozn. 53, str. 19–20.

konstrukce spojené se zemí. Strojený zemnič je stavěn záměrně, aby plnil funkci zemnicí. Příkladem strojeného zemniče je například pásek FeZn umístěný v zemi. U venkovních vedení vn se uzemňují veškeré neživé vodivé části podpěrných bodů vedení (konzoly, pohon ÚO, žebřík). Uzemnění zařízení vn se vždy provádí ve formě až tří ekvipotenciálních kruhů zhotovených z pásku FeZn. Na obr. 3.8 je příklad rozmístění ekvipotenciálních kruhů.⁵⁷



Obr. 3.8: Ekvipotenciální kruhy⁵⁸

3.7.1 Hlavní ochranný vodič

Na hlavní ochranný vodič se připojují všechny ochranné vodiče zařízení. Může být tvořen vhodnou vodivou konstrukční částí (např. příhradový stožár). Nejčastěji se provádí páskem FeZn a označuje se zelenými a žlutými pruhy.⁵⁹

3.7.2 Zkušební svorka

Za zkušební se považuje nejnižší umístěná svorka, která umožňuje, aby byl hlavní ochranný vodič odpojen od uzemňovacího přívodu např. z důvodu měření. Umisťuje se minimálně 30 cm

⁵⁷ Orel, M. Koncepce uzemňování. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-05-10]. Str. 6–7, 18–19.

⁵⁸ Pozn. 57, str. 19.

⁵⁹ Pozn. 57, str. 10.

nad zem (terén, podlaha), u betonových a dřevěných sloupů se většinou umísťuje do výšky cca 150 cm s ohledem na nejnižší namontované zařízení.⁶⁰

3.7.3 Uzemňovací přívod

Spojuje hlavní ochranný vodič a zemnič, s hlavním ochranným vodičem je spojen přes zkušební svorku. Pokud má ochrannou funkci, označí se zelenými a žlutými pruhy. Nejčastěji se provádí pomocí FeZn pásků a v místě spojů a při přechodu mezi prostředími (vzduch-země) se opatřuje antikorozií ochranou (UV záření odolná teplem smrštitelná trubice, gumoasfaltový nátěr apod.)⁶¹

3.7.4 Zemnič

Pokud pro funkční uzemnění nestačí zemniče náhodné a základové (umístěné v základu), doplňují se zemničem strojeným. Strojené zemniče se dělí podle tvaru na páskové a tyčové, podle provedení se dělí na paprskové, ekvipotenciální kruhy, základové, ekvipotenciální práh a obvodové.⁶²

⁶⁰ Orel, M. Koncepce uzemňování. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-05-10]. Str. 10–11.

⁶¹ Pozn. 60, str. 11–12.

⁶² Pozn. 60, str. 13–14.

4. Technická úprava distribučního vedení elektřiny

Navrhování venkovního vedení vn řídí norma PNE 33 3301: *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně* v návaznosti na normu ČSN EN 50341-1: *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV – Část 1: Obecné požadavky – Společné specifikace*.

4.1 Požadavky na venkovní vedení

Během navrhování a dimenzování venkovních vedení vn je důležité určit, jakým způsobem bude vedení během jeho doby životnosti⁶³ zatěžováno klimatickými podmínkami, aby zařízení zůstalo po celou dobu bezpečné pro lidi, majetek i životní prostředí, aby odolávalo poruchám, bylo ekonomické, spolehlivé a esteticky přijatelné. Dimenzují se vzdálenosti mezi vodiči, vedeními a objekty, podpěrné body a určují se požadavky na mechanické, elektrické a materiálové vlastnosti vedení.

Spolehlivost vedení se dělí na tři úrovně podle doby návratu klimatických zatížení, které jsou uvedeny v tabulce 4.1. Úroveň je volena podle možných důsledků poruch na bezpečnost obyvatelstva, zaručení dodávky elektřiny pro důležité odběratele a ostatní infrastrukturu, jako jsou např. železnice a dálnice. Úroveň spolehlivosti 1 musejí splňovat všechna trvalá venkovní vedení, dočasné stavby mohou mít dobu návratu klimatických zatížení nižší, a to podle zamýšlené doby jejich instalace.⁶⁴

Tab. 4.1: Úrovně spolehlivosti⁶⁵

Úroveň spolehlivosti	Doba návratu klimatických zatížení (roky)
1	50
2	150
3	500

⁶³ Návrhová životnost = doba, po kterou se plánuje dané vedení používat při běžné údržbě a bez podstatných oprav. (zdroj: PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 22).

⁶⁴ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností 2019. Str. 1, 20–21.

⁶⁵ Pozn. 64, str. 21.

U určitých venkovních vedení může být vyžadována vyšší úroveň zabezpečení z důvodu jejich důležitosti či vystavení těžkým klimatickým podmínkám. U takových vedení mohou být zajištěna dodatečná opatření pro zvýšení bezpečnosti.⁶⁶

Návrhová životnost venkovních vedení je předpokládána 50 let. Pokud není uvedeno jinak, pak pro jednotlivé složky vedení platí návrhové životnosti uvedené v tabulce 4.2.⁶⁷

Tab. 4.2: Návrhové životnosti⁶⁸

Složky vedení	Návrhová životnost (roky)
Ocelové příhradové stožáry	40
Ocelové sloupy	40
Betonové sloupy	40
Dřevěné sloupy	25
Patky pro dřevěné sloupy	40
Ocelové konstrukce na podpěrné body	40
Základy	40
Izolované vodiče, závěsné kabely	40
Uzemnění	40
Vodiče, zemní lana	35
Izolátory	35
Armatury, svorky, spojky	35
ÚO, omezovače přepětí	30
Bezpečnostní a jiné tabulky	30

4.2 Zatížení

Zatížení neboli síla mechanicky působící na zařízení nebo soustavu, se dělí podle proměnnosti v čase na zatížení *stálé*, které představuje např. tíha podpěrných bodů a vodičů a tah vodičů při referenční teplotě, *proměnné*, které představuje např. zatížení větrem a námrazou, a *mimořádné*, které vzniká při poruchách, jako je například přetržení lana.⁶⁹

⁶⁶ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 21.

⁶⁷ Pozn. 66, str. 22.

⁶⁸ Pozn. 67.

⁶⁹ Pozn. 66, str. 23.

4.2.1 Vliv teploty na zatížení

Při dimenzování se vždy počítá s teplotou $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při teplotách zhruba od -2 do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ se totiž na vedeních vytváří námraza, která zatěžuje a poškozuje vedení elektrické energie.⁷⁰ Kvůli teplotní roztažnosti se se zvyšující teplotou vodiče na stožárech prodlužují, čímž klesá jejich nejnižší bod. Se snižující se teplotou se naopak vodiče zkracují a vyvolávají větší tah na podpěrné body. Z toho důvodu musí být v projektové dokumentaci provedena kontrola, zda jsou dodrženy veškeré minimální vzdálenosti vodičů od jiných vodičů a objektů (viz kapitola 4.9) a zda jsou podpěrné body a vodiče dostatečně dimenzované pro působení tahových sil způsobených teplotou.

Při výpočtech se počítá s těmito teplotami:

1) Minimální teplota bez vlivu dalších zatížení způsobených klimatem:

- pro úroveň spolehlivosti 1: $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- pro úroveň spolehlivosti 2: $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- pro úroveň spolehlivosti 3: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$

2) Teplota s vlivem dalších zatížení způsobených klimatem:

- pro zatížení větrem: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- pro zatížení námrazou: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- pro kombinované zatížení: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ⁷¹

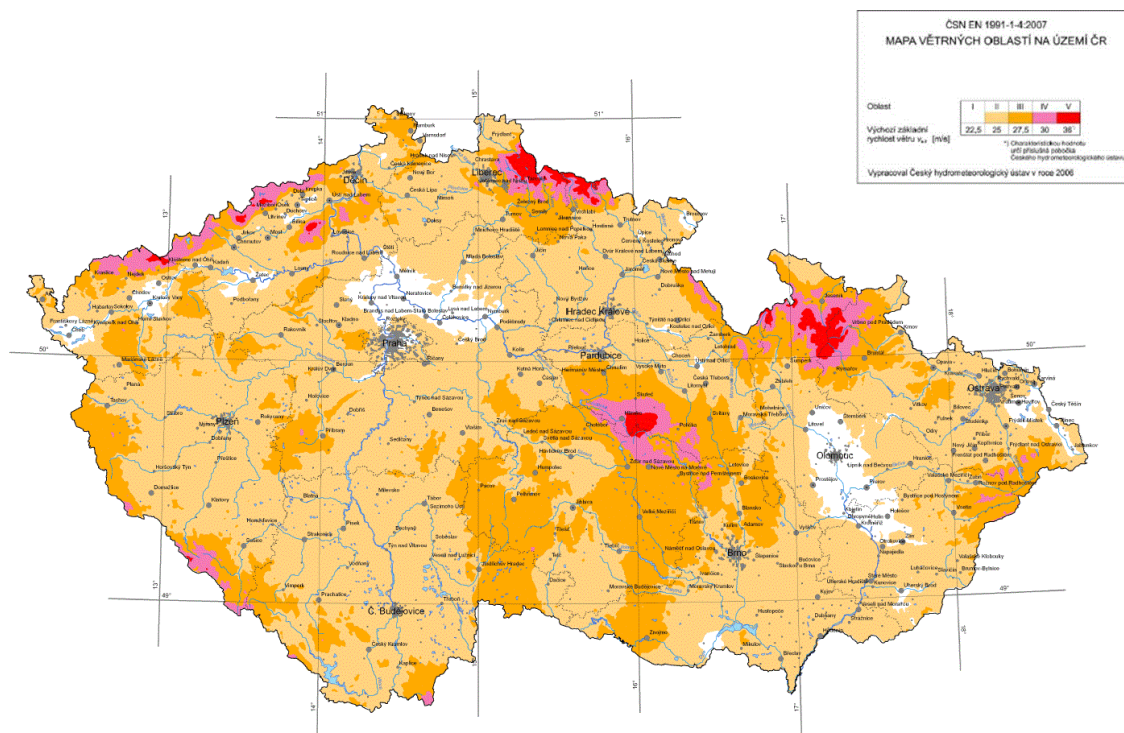
4.3 Zatížení větrem

4.3.1 Základní rychlost větru

Území České republiky se dělí na pět větrných oblastí, které jsou zobrazeny v národní příloze ČSN EN 1991-1-4 v Mapě větrných oblastí, která je uvedena na obrázku 4.1. Vedení musí být dimenzováno na základě oblasti, ve které se vedení nachází.

⁷⁰ Králová, M. Námraza. *Eduportál Techmania* [online]. Plzeň: Techmania Science Center [cit. 2021-04-13].

⁷¹ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 33.



Obr. 4.1: Mapa větrných oblastí pro ČR⁷²

Jednotlivé oblasti jsou rozděleny podle základní rychlosti větru⁷³. Při návrhu vedení je možné na základě zkušeností či požadavků danou lokalitu zařadit do vyšší větrové oblasti. Základní rychlosti pro jednotlivé oblasti jsou uvedeny v tabulce 4.3⁷⁴

Tab. 4.3: Větrové oblasti⁷⁵

Větrová oblast	Označení oblasti	Základní rychlost $V_{b,0}$ (ms^{-1})
I.	Bílá	22,5
II.	Světle hnědá	25,0
III.	Tmavě hnědá	27,5
IV.	Růžová	30,0
V.	Červená	36,0

⁷² ČSN EN 1991-1-4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2020. Str. 123.

⁷³ Základní rychlost větru = střední rychlost větru naměřená v terénu kategorie II (viz tab. 4.4) ve výšce 10 m nad zemí za dobu 10 minut, která nezávisí na směru větru a ročním období

⁷⁴ PNE 33 3301. Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 25.

⁷⁵ Pozn. 74.

4.3.2 Střední rychlost větru

Pro střední rychlost větru $V_h(h)$ platí vzorec:

$$V_h(h) = V_{b,0} c_{dir} c_0 k_r \ln\left(\frac{h}{z_0}\right) \quad (\text{ms}^{-1}) \quad (4.1)$$

kde:

$V_{b,0}$ (ms^{-1}) je základní rychlost větru (viz tab. 4.3),

c_{dir} (–) je součinitel směru větru ($c_{dir} = 1$),

c_0 (–) je součinitel orografie⁷⁶ ($c_0 = 1$),

k_r (–) je součinitel terénu,

h (m) je referenční výška nad zemí,

z_0 (m) je parametr drsnosti terénu.

Referenční výška h se uvažuje 10 m pro prvky vedení s maximální výškou 24 m a 30 m pro prvky s výškou od 24 m do 40 m.

Součinitel terénu k_r a parametr drsnosti terénu z_0 souvisejí s charakterem terénu a lze je určit z tabulky 4.4. Obecně pro součinitel terénu k_r platí vztah:⁷⁷

$$k_r = 0,189 \left(\frac{z_0}{0,05}\right)^{0,07} \quad (–) \quad (4.2)$$

Tab. 4.4: Kategorie terénu⁷⁸

Kategorie terénu	Charakteristika terénu	k_r	z_0
I.	Rovná plochá krajina bez překážek, velké vodní plochy	0,169	0,01
II.	Zemědělské plochy s rozptýlenou zástavbou a porosty	0,189	0,05
III.	Předměstské a průmyslové plochy a trvale zalesněná území	0,214	0,30
IV.	Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m	0,233	1,00

Pozn.: na území ČR se doporučuje používat kategorie II. a III.

⁷⁶ Orografie = horopis, nauka o tvarech zemského reliéfu (zdroj: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/orografie>).

⁷⁷ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 25–26, 28.

⁷⁸ Pozn. 77, str. 26.

4.3.3 Síla větru

Pro výpočet síly větru je potřeba znát další parametry, jako je intenzita turbulence a střední a maximální tlak větru.

Pro intenzitu turbulence $I_v(h)$ v referenční výšce h platí vztah:

$$I_v(h) = \frac{1}{\left[c_0 \ln \left(\frac{h}{z_0} \right) \right]} \quad (-) \quad (4.3)$$

Pro střední tlak větru $q_h(h)$ v referenční výšce h platí vztah:

$$q_h(h) = \frac{1}{2} \rho V_h^2(h) \quad (\text{Pa}) \quad (4.4)$$

kde $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ je hustota vzduchu. Maximální tlak větru $q_p(h)$ v referenční výšce h závisí na intenzitě turbulence a středním tlaku vzduchu a platí pro něj vztah:

$$q_p(h) = [1 + 7I_v(h)]q_h(h) \quad (\text{Pa}) \quad (4.5)$$

Pro sílu větru Q_{Wx} , která je způsobena větrem vanoucím kolmo na složku vedení v referenční výšce h nad zemí platí:

$$Q_{Wx} = q_p(h)G_x C_x A_x \quad (\text{N}) \quad (4.6)$$

kde:

$G_x (-)$ je součinitel konstrukce pro danou složku vedení,

$C_x (-)$ je součinitel aerodynamického odporu, který závisí na tvaru dané složky vedení,

$A_x (\text{m}^2)$ je průmět plochy dané složky vedení do roviny kolmé na směr větru.

Vypočtené hodnoty rychlosti větru V_h , středního tlaku větru q_h a maximálního tlaku větru q_p pro výpočet zatížení vodičů pro terény kategorie II. a III. jsou uvedeny v tabulce 4.5.

Tab. 4.5: Hodnoty pro výpočet zatížení vodičů⁷⁹

Terén II. ($k_r = 0,189$; $z_0 = 0,05$)						
Větrová oblast	Rychlost větru V_h pro výšku závěsného bodu (ms^{-1})		Střední tlak větru q_h pro výšku závěsného bodu (Pa)		Max. tlak větru q_p pro výšku závěsného bodu (Pa)	
	Do 24 m	24–40 m	Do 24 m	24–40 m	Do 24 m	24–40 m
I.	22,5	27,2	316,4	462,4	734,4	968,4
II.	25,0	30,2	390,6	570,0	906,7	1193,8
III.	27,5	33,3	472,7	693,0	1097,1	1451,5
IV.	30,0	36,3	562,5	823,6	1305,7	1724,8
V.	36,0	43,5	810,0	1182,7	1880,2	2476,8
Terén III. ($k_r = 0,214$; $z_0 = 0,30$)						
I.	16,9	22,2	178,5	308,0	534,9	776,2
II.	18,8	24,6	220,9	378,2	661,9	953,1
III.	20,6	27,1	265,2	459,0	794,7	1156,7
IV.	22,5	29,6	316,3	547,6	948,0	1380,0
V.	27,0	35,5	455,6	787,7	1365,2	1983,9

Součinitel konstrukce pro vodiče se označuje jako součinitel rozpětí G_c a pro terény kategorie II. a III. nabývá hodnot uvedených v tabulce 4.6.⁸⁰

Tab. 4.6: Hodnoty součinitele rozpětí⁸¹

Délka rozpětí a	Terén kategorie II. pro referenční výšku (-)		Terén kategorie III. pro referenční výšku (-)	
	10 m	30 m	10 m	30 m
Do 100 m	0,70	0,77	0,62	0,72
Do 200 m	0,63	0,71	0,55	0,65
Do 300 m	0,60	0,68	0,51	0,61

⁷⁹ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 28.

⁸⁰ Pozn. 79, str. 26–28.

⁸¹ Pozn. 79.

4.3.4 Síla větru na vodiče

Obecný vzorec pro sílu větru na vodiče sousedních rozpětí je ve směru konzoly:

$$Q_{Wc_v} = q_p(h)G_c C_c d \left[\pm \frac{L_1}{2} \cos^2 \left(\Phi + \frac{\theta_1}{2} \right) \cos \left(\frac{\theta_1}{2} \right) + \frac{L_2}{2} \cos^2 \left(\Phi - \frac{\theta_2}{2} \right) \cos \left(\frac{\theta_2}{2} \right) \right] \quad (\text{N}) \quad (4.7)$$

Pro sílu větru na vodiče sousedních rozpětí kolmo na konzolu platí vztah:

$$Q_{Wc_U} = q_p(h)G_c C_c d \left[\pm \frac{L_1}{2} \cos^2 \left(\Phi + \frac{\theta_1}{2} \right) \sin \left(\frac{\theta_1}{2} \right) - \frac{L_2}{2} \cos^2 \left(\Phi - \frac{\theta_2}{2} \right) \sin \left(\frac{\theta_2}{2} \right) \right] \quad (\text{N}) \quad (4.8)$$

kde:

$q_p(h)$ (Pa) je maximální tlak větru (vzorec 4.5),

h (m) je referenční výška vodiče,

G_c (–) je součinitel konstrukce pro vodič neboli součinitel rozpětí (tabulka 4.6),

$C_c = 1$ (–) je součinitel aerodynamického odporu pro vodič,

d (m) je průměr vodiče,

L_1 a L_2 (m) jsou délky sousedních rozpětí,

Φ (°) je úhel mezi směrem větru a podélnou osou konzoly,

$\theta_1 + \theta_2 = \theta$ (°) je úhel změny směru trasy, přičemž u přímých vedení $\theta = \theta_1 = \theta_2 = 0$.

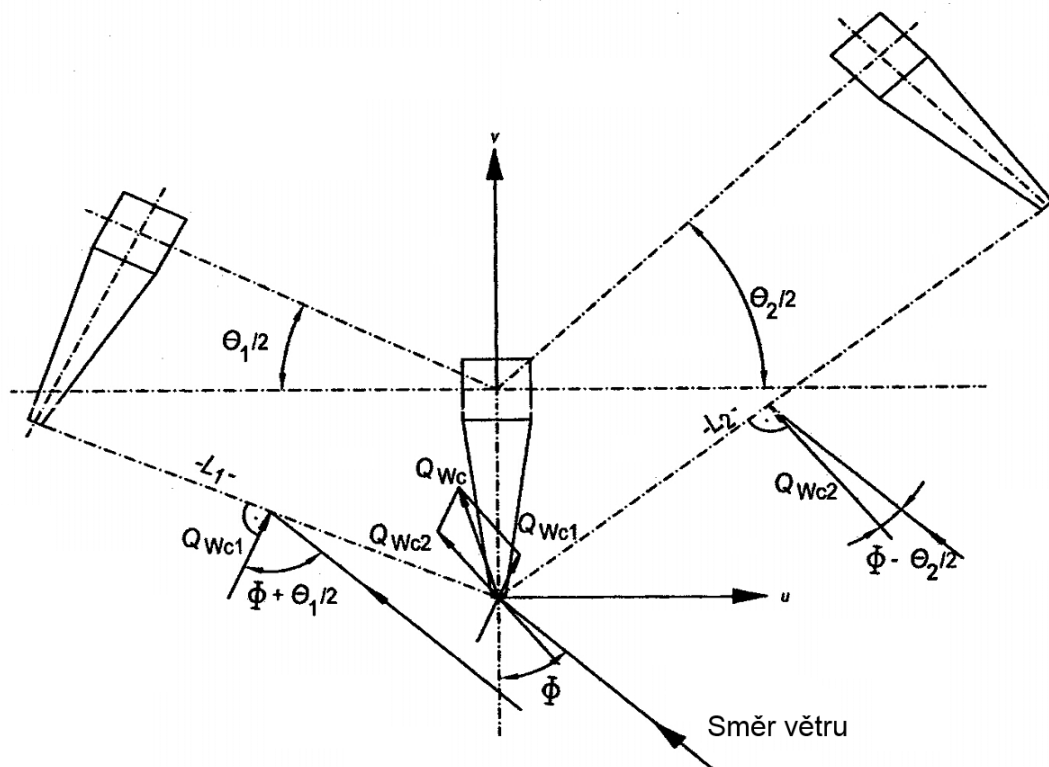
Úhel Φ , který je mezi směrem větru a podélnou osou konzoly, a úhel θ , který udává změnu směru trasy vedení, se určí podle obrázku 4.2, ve kterém jsou zobrazeny síly, kterými vítr působí na vedení. V případě, že PB leží v přímé trase, platí pro úhel $\theta = \theta_1 = \theta_2 = 0$. Pro síly větru na vodiče pak platí:

$$Q_{Wc_v} = q_p(h)G_c C_c d \cos^2 \Phi (L_1 + L_2)/2 \quad (\text{N}) \quad (4.9)$$

$$Q_{Wc_U} = 0 \quad (\text{N}) \quad (4.10)$$

Pokud má PB vedení pouze na jedné straně, vzorce se upraví odstraněním druhého rozpětí.⁸²

⁸² PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 27.



Obr. 4.2: Síly větru na vodiče⁸³

4.3.5 Síla větru na příhradové stožáry

Kromě síly pocházející z vodičů působí na příhradové stožáry síla větru na samotnou konstrukci stožáru. Pro tuto sílu Q_{Wt} platí vztah:

$$Q_{Wt} = q_p(h)G_t C_t A_t \quad (\text{N}) \quad (4.11)$$

kde:

$q_p(h)$ (Pa) je maximální tlak větru (vzorec 4.5),

$G_t = 0,9$ (–) je součinitel konstrukce pro stožáry,

C_t (–) je součinitel aerodynamického odporu, přičemž se uvažují hodnoty:

- $C_t = 2,6$ pro vítr působící kolmo na stěny stožáru,
- $C_t = 3,0$ pro vítr působící ve směru úhlopříčném na stožár,

A_t (m²) je účinná plocha prvků stěny stožáru, která je tvořena plochou nárožníků a příček.⁸⁴

⁸³ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 27.

⁸⁴ Pozn. 83, str. 29.

4.3.6 Síla větru na sloupy

Obdobně jako v předchozí kapitole platí pro sílu větru na ocelové, betonové nebo dřevěné sloupy

Q_{Wpol} vztah:

$$Q_{Wpol} = q_p(h)G_{pol}C_{pol}A_{pol} \quad (\text{N}) \quad (4.12)$$

kde:

$q_p(h)$ (Pa) je maximální tlak větru (vzorec 4.5),

$G_{pol} = 0,9$ (-) je součinitel konstrukce pro sloupy,

C_{pol} (-) je součinitel aerodynamického odporu pro sloupy, který určíme z tabulky 4.7,

A_{pol} (m²) je účinná plocha dřívku sloupu.⁸⁵

Tab. 4.7: Součinitel aerodynamického odporu⁸⁶

Druh sloupu	C_{pol} (-)	
Betonové, ocelové, kompozitní nebo dřevěné sloupy s průřezem:	Kruhový	0,70
	Šestnáctiboký	0,70
	Dvanáctiboký	1,00
	Osmiboký nebo desetiboký	1,20
	Šestiboký	1,40
	Čtvercový a obdélníkový s ostrými hranami	1,80
	Kruhový (dřevěné sloupy z rostlého dřeva)	0,90
Dřevěné sloupy dvojité tvaru A:	Na návětrné ploše sloupu	0,90
	Na závětrné ploše sloupu pro $a_s < 2d_m$	0,00
	Na závětrné ploše sloupu pro $2d_m < a_s < 6d_m$	0,35
	Na závětrné ploše sloupu pro $a_s > 6d_m$	0,70

kde:

a_s (m) je rozestup dvou sloupů v polovině nadzemní výšky,

d_m (m) je střední průměr obou sloupů v polovině nadzemní výšky.⁸⁷

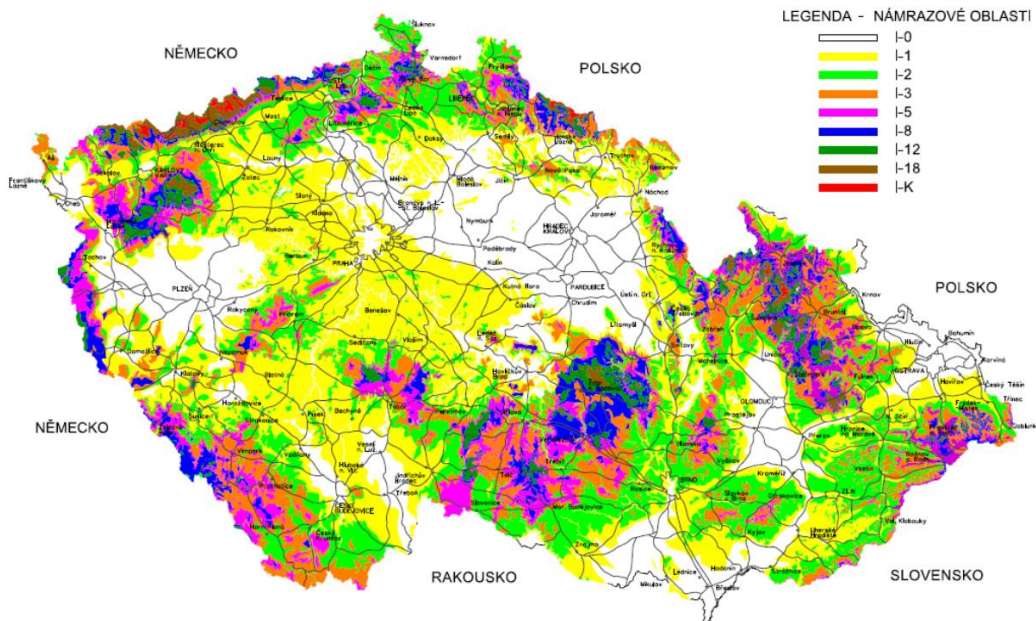
⁸⁵ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 29.

⁸⁶ Pozn. 85, str. 30.

⁸⁷ Pozn. 86.

4.4 Zatížení námrazou

Námraza na vodičích zvyšuje jejich průřez a hmotnost, kvůli čemuž se musí zařízení dimenzovat tak, aby námraze odolalo. Pro výpočet musíme znát, ve které námrazové oblasti se daná lokalita nachází. Tu zjistíme pomocí Mapy námrazových oblastí České republiky, která je v informativní příloze S/CZ normy ČSN EN 50341-2-19 a také v informativní příloze S normy PNE 33 3300.⁸⁸



Obr. 4.3: Mapa námrazových oblastí pro ČR⁸⁹

4.4.1 Zatížení extrémní námrazou

Pro zatížení extrémní námrazou na jednotku délky vodiče I_{50} v referenční výšce h s dobou návratnosti 50 let platí vztah:

$$I_{50} = K_{Ic} K_h(h) I_{R50} \quad (\text{N/m}) \quad (4.13)$$

kde:

I_{R50} (N/m) je referenční zatížení extrémní námrazou, které určíme podle námrazové oblasti z tabulky č. 4.8.

⁸⁸ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 30.

⁸⁹ PNE 33 3300. *Navrhování a stavba venkovních vedení nad AC 45 kV*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 243.

$K_{Ic} = 1$ je součinitel místních podmínek pro zatížení námrazou, který určuje odchylku od referenčního zatížení extrémní námrazou. Pokud to zákazník od projektanta vyžaduje na základě dlouhodobých zkušeností o příslušném místě, může být přiřazena i jiná hodnota než 1.

$K_h(h) = 1$ je součinitel výšky pro zatížení námrazou, který vyjadřuje, jak závisí zatížení extrémní námrazou na výšce nad zemí. Na základě dlouhodobých zkušeností může být součiniteli přiřazena hodnota větší než 1.⁹⁰

Tab. 4.8: Referenční zatížení extrémní námrazou⁹¹

Námrazová oblast	Referenční zatížení extrémní námrazou I_{R50} (N/m) na jednotku délky vodiče o průměru d (mm)	
	$d \leq 30$ mm	$d > 30$ mm
I-0	$1,064 + 0,1280 \cdot d$	$3,963 + 0,0314 \cdot d$
I-1	$3,175 + 0,2212 \cdot d$	$8,515 + 0,0432 \cdot d$
I-2	$8,661 + 0,3653 \cdot d$	$17,530 + 0,0700 \cdot d$
I-3	$15,000 + 0,4810 \cdot d$	$25,460 + 0,1320 \cdot d$
I-5	$29,000 + 0,6680 \cdot d$	$43,840 + 0,1740 \cdot d$
I-8	$51,700 + 0,8930 \cdot d$	$73,890 + 0,1530 \cdot d$
I-12	$83,660 + 1,1350 \cdot d$	$107,800 + 0,3300 \cdot d$
I-18	$135,530 + 1,4350 \cdot d$	176,580
I-K	Stanovuje se individuálně	

4.4.2 Svislé zatížení námrazou

Při výpočtu zatížení podpěrného bodu namrzlými vodiči počítáme s tím, že zatížení může být rozdílné v obou přilehlých rozpětích. Pro svislé zatížení námrazou Q_I platí vztah:

$$Q_I = I_{d1}L_{W1} + I_{d2}L_{W2} \quad (\text{N}) \quad (4.14)$$

kde:

I_{d1} a I_{d2} (N/m) jsou zatížení námrazou na jednotku délky vodiče pro obě přilehlá rozpětí vodičů, L_{W1} a L_{W2} (m) jsou délky váhového rozpětí přilehlých rozpětí, tj. vzdálenost nejnižšího bodu prohnutého vedení od podpěrného bodu, přičemž v rovinném terénu se sklonem do 30° se tato vzdálenost uvažuje polovina rozpětí vedení.⁹²

⁹⁰ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 30–31.

⁹¹ Pozn. 90, str. 31.

⁹² Pozn. 91.

4.5 Kombinované zatížení větrem a námrazou

Protože námraza na vedení ovlivňuje zatížení způsobené větrem, počítá se zatížení kombinované. To se nepočítá pro podpěrné body ani izolátorové závěsy z důvodu zanedbatelnosti.⁹³

4.5.1 Tlak větru a průměr vodiče pokrytého námrazou

Pro střední tlak větru q_{Ih} platí vzorec 4.4, který doplníme indexy pro námrazu:

$$q_{Ih}(h) = \frac{1}{2} \rho V_{Ih}^2(h) \quad (\text{Pa}) \quad (4.15)$$

kde:

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ je hustota vzduchu,

$V_{Ih}(h)$ (m/s) je střední rychlost větru spojená s námrazou v referenční výšce h a pokud není uvedeno jinak, je rovna rychlosti větru s vysokou pravděpodobností V_{IH} , pro kterou platí vztah:

$$V_{IH} = V_{50} \sqrt{\Psi_W} \quad (\text{m/s}) \quad (4.16)$$

kde:

$\Psi_W = 0,25$ (–) je součinitel pro kombinační hodnotu zatížení větrem a

$V_{50} = V_h(h)$ (m/s) je extrémní střední rychlost větru s dobou návratu 50 let v referenční výšce h .

Pro maximální tlak větru $q_{Ip}(h)$ platí vzorec 4.5, který doplníme indexy pro námrazu:

$$q_{Ip}(h) = [1 + 7I_v(h)]q_{Ih}(h) \quad (\text{Pa}) \quad (4.17)$$

kde:

I_v (N/m) je intenzita turbulence (vzorec 4.3).

Pro ekvivalentní průměr D omrzlého vodiče platí vztah:

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{4I}{g \cdot \pi \cdot \rho_I}} \quad (\text{m}) \quad (4.18)$$

kde:

d (m) je průměr vodiče,

I (N/m) je zatížení námrazou na jednotku délky vodiče,

⁹³ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 31.

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ je tíhové zrychlení,

$\rho_I = 500 \text{ kg/m}^3$ je hustota námrazy.⁹⁴

4.5.2 Zatížení podpěrných bodů působením větru na omrzlé vodiče

Pro sílu větru na omrzlý vodič v jednom rozpětí ve směru konzoly Q_{WIC_v} platí vztah:

$$Q_{WIC_v} = q_{Ip}(h)G_c C_{Ic} D \left[\pm \frac{L_1}{2} \cos^2 \left(\Phi + \frac{\theta_1}{2} \right) \cos \left(\frac{\theta_1}{2} \right) + \frac{L_2}{2} \cos^2 \left(\Phi - \frac{\theta_2}{2} \right) \cos \left(\frac{\theta_2}{2} \right) \right] \quad (\text{N}) \quad (4.19)$$

Pro sílu větru kolmo na konzolu Q_{WIC_U} platí vztah:

$$Q_{WIC_U} = q_{Ip}(h)G_c C_{Ic} D \left[\pm \frac{L_1}{2} \cos^2 \left(\Phi + \frac{\theta_1}{2} \right) \sin \left(\frac{\theta_1}{2} \right) - \frac{L_2}{2} \cos^2 \left(\Phi - \frac{\theta_2}{2} \right) \sin \left(\frac{\theta_2}{2} \right) \right] \quad (\text{N}) \quad (4.20)$$

kde:

$q_{Ip}(h)$ (Pa) je maximální tlak větru (vzorec 4.17),

h (m) je referenční výška vodiče,

G_c (–) je součinitel konstrukce pro vodič neboli součinitel rozpětí (tabulka 4.6),

$C_{Ic} = 1,1$ (–) je součinitel aerodynamického odporu pro omrzlý vodič,

D (m) je průměr omrzlého vodiče (vzorec 4.18),

L_1 a L_2 (m) jsou délky sousedních rozpětí,

Φ (°) je úhel mezi směrem větru a podélnou osou konzoly,

$\theta_1 + \theta_2 = \theta$ (°) je úhel změny směru trasy, přičemž u přímých vedení $\theta = \theta_1 = \theta_2 = 0$.

Úhly Φ a θ se stejně jako v případě bez námrazy určí z obrázku 4.2.⁹⁵

⁹⁴ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 31–32.

⁹⁵ Pozn. 94, str. 27, 32.

4.6 Zabezpečovací zatížení

4.6.1 Torzní zatížení

Torzní zatížení se vypočítává pro podpěrný bod, na kterém vznikne uvolněním tahu fázového vodiče nebo zemnicího lana v sousedním rozpětí. Dimenzuje se na ten vodič/lano, který/které způsobí největší zatížení podpěrného bodu. Zatížení se počítá při bezvětří při teplotě $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a zatížení sníženou námrazou I_s (N/m), které má vzorec:

$$I_s = 0,4I_{50} \quad (\text{N/m}) \quad (4.21)$$

kde:

I_{50} (N/m) je zatížení extrémní námrazou na jednotku délky vodiče s dobou návratu 50 let (vzorec 4.13).

Torzní zatížení se u rohových a nosných podpěrných bodů počítá pouze v případě, kdy je délka vedení mezi dvěma výztužnými podpěrnými body větší než 3 km a konzoly mají vyložení větší než 1,5 m.⁹⁶

4.6.2 Podélná zatížení

U podpěrného bodu s výztužnou funkcí se vypočítává zatížení způsobené jednostranným přetížením na té straně, která způsobí větší přetížení PB. Počítá se při teplotě $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a při jednostranném přetížení. Pro podpěrné body s výztužnou funkcí se zatížení počítá při bezvětří podle vztahu:

$$I = \alpha_{SL}I_{50} \quad (\text{N/m}) \quad (4.22)$$

kde:

$\alpha_{SL} = 0,5$ (–) je redukční součinitel pro zatížení námrazou pro zabezpečovací zatížení,

I_{50} (N/m) je zatížení extrémní námrazou na jednotku délky vodiče s dobou návratu 50 let (vzorec 4.13).⁹⁷

⁹⁶ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 33.

⁹⁷ Pozn. 96, str. 34.

4.7 Bezpečnostní zatížení

Při dimenzování podpěrných bodů je třeba brát zřetel na případná montážní a údržbová zatížení, která jsou způsobena například dočasným kotvením nebo zvedacím zařízením. Žádné pracovní postupy nesmí podpěrný bod přetěžovat. Zatížení, která takto ve výpočtu zohledňujeme, nesmí být menší než 1 kN.

Pro dimenzování se počítá i se zatížením, které způsobí montér lezoucí po stupačkách podpěrného bodu. Uvažuje se zatížení 1 kN na konstrukčně nejméně vhodné místo. Zkratové proudy se pro výpočet zatížení neuvažují.⁹⁸

4.8 Zatěžovací stavy

Na různé podpěrné body a součásti výzbroje působí různá zatížení, kvůli čemuž se zařízení dimenzují na takový zatěžovací stav, který způsobí největší zatížení. Pro každý typ podpěrného bodu se počítá s různými zatěžovacími stavy.⁹⁹

4.8.1 Dělení podpěrných bodů

Podpěrné body se dělí podle účelu na následující typy:

- **N (nosný)** je vybaven podpěrnými izolátory nebo nosnými izolátorovými závěsy. Je umístěn v přímé trase vedení.
- **R (rohový)** je vybaven podpěrnými izolátory nebo kotevními izolátorovými závěsy. Je umístěn v lomovém bodě trasy vedení a nemá výztužnou funkci.
- **V (výztužný)** je umístěn v přímé trase nebo v lomu trasy a slouží pro omezení lavinového šíření poruchy. Má výztužnou funkci.
- **Ko (koncový)** je vybaven kotevními závěsy a je zatížen jednostranným tahem. Má výztužnou funkci.
- **O (odbočný)** má alespoň tři vedení vycházející různými směry.

Kombinací získáme například tyto podpěrné body:

- **RV (rohový výztužný),**
- **OV (odbočný výztužný).**¹⁰⁰

⁹⁸ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 34.

⁹⁹ Pozn. 98, str. 35.

¹⁰⁰ Pozn. 98, str. 36.

4.8.2 Typy zatěžovacích stavů

Pro výpočty se používá 9 různých zatěžovacích stavů, které jsou uvedeny v tabulce 4.9. U všech zatěžovacích stavů se k zatížení připočítává svislá složka stálého zatížení, jako je např. tíha podpěrných bodů a vodičů a tah vodičů při referenční teplotě, a kromě stavu 4 se vždy počítá při teplotě -5 °C . Počítá se výlučně s kolmým směrem větru nebo s úhlem, který způsobí největší zatížení.

Tab. 4.9: Typy zatěžovacích stavů¹⁰¹

Zatěžovací stav	Popis
1	Zatížení extrémním větrem
2a	Rovnoměrné zatížení extrémní námrazou I_T
3a	Kombinované zatížení větrem a námrazou: - rovnoměrné zatížení extrémní námrazou I_T - zatížení větrem o rychlosti s vysokou pravděpodobností překročení V_{IH} ($\Psi_W = 0,25$)
4	Minimální teplota bez dalších klimatických zatížení
5a	Zabezpečovací zatížení, kroucení: - uvolnění vodiče při zatížení vodičů sníženou námrazou $0,4 \cdot I_{50}$
5b	Zabezpečovací zatížení, podélný ohyb: - nevyrovnané tahy vodičů způsobené fiktivním přetížením rovným vlastní tíze všech vodičů ve všech rozpětích v jednom směru od PB
5c	Zabezpečovací zatížení, podélný ohyb: - uvolnění všech vodičů v jednom směru od podpěrného bodu při zatížení vodičů sníženou námrazou
6a	Bezpečnostní zatížení, montážní a údržbová zatížení
6b	Bezpečnostní zatížení vztahující se k tíze montérů

Pro rovnoměrné zatížení extrémní námrazou platí vztah:

$$I_T = \gamma_I I_{50} \quad (\text{N/m}) \quad (4.23)$$

kde:

γ_I je součinitel pro zatížení námrazou, který nabývá hodnot:

- 1,00 pro úroveň spolehlivosti 1,
- 1,25 pro úroveň spolehlivosti 2,
- 1,50 pro úroveň spolehlivosti 3.

¹⁰¹ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 35.

I_{50} je zatížení extrémní námrazou na jednotku délky vodiče s dobou návratu 50 let.¹⁰²

4.8.3 Proměnná zatížení podpěrných bodů

Různé typy podpěrných bodů z kapitoly 4.8.1 se dimenzují podle různých zatěžovacích stavů z tabulky 4.9. Podpěrné body se dimenzují na ten zatěžovací stav, který způsobí největší zatížení.

Tyto ověřované stavy jsou:

- N – kontrolují se stavy 1 a 3a, u krátkých rozpětí navíc stav 4. Směr větru je při výpočtu kolmo na vedení.
- R – kontrolují se stavy 1 a 3a spolu se zatížením výslednicí tahů vodičů. U krátkých rozpětí se počítá i se stavem 4. Směr větru se při výpočtu uvažuje ve směru výslednice tahů.
- V – výpočty stejné jako v případě R. K tomu musí PB odolat jednostrannému zatížení.
- Ko – kontrolují se na zatěžovací stav 3a v kombinaci s jednostranným zatížením omrzlými vodiči nebo na zatěžovací stav 1 v kombinaci se zatížením tahem vodičů. U krátkých rozpětí se počítá zároveň i se stavem 4. Směr větru je kolmo nebo ve směru tahů vodičů.
- O – kontrolují se na zatěžovací stav 3a v kombinaci se zatížením výslednicí tahů omrzlých vodičů nebo na stav 1 se zatížením výslednicí tahů vodičů. U krátkých rozpětí se také kontroluje zatěžovací stav 4. Vybírá se směr větru, který způsobí největší zatížení.
- ostatní (RV, OV, ...) se posuzují individuálně podle požadavků.

Pro konzoly se proměnná zatížení určují podle účelu podpěrného bodu. Pokud PB musí odolávat torznímu zatížení, musí mu odolávat i konzola.¹⁰³

4.9 Vzdálenost vodičů

Při návrhu venkovního vedení je nutné dbát na to, aby byly zachovány minimální dovolené vzdálenosti jednotlivých vodičů od ostatních vodičů a okolních objektů z důvodu zamezení přeskočení elektrické energie. Tyto minimální vzdálenosti musejí být dodrženy i při nejnepříznivějších zatěžovacích stavech.

Nejmenší vzdálenosti byly stanoveny na základě dlouhodobých zkušeností a jejich hodnoty pro holé vodiče v nadmořské výšce do 1000 m n. m. (u vyšších nadmořských výšek se vzdálenosti zvyšují o 1 % za každých započatých 100 m) jsou uvedeny v tabulce 4.10.¹⁰⁴

¹⁰² PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 32, 35.

¹⁰³ Pozn. 102, str. 35.

¹⁰⁴ Pozn. 102, str. 38.

Tab. 4.10: Nejmenší dovolené vzdálenosti¹⁰⁵

Jmenovité napětí sítě U_n (kV)	Vnitřní vzdálenost mezi fázovými vodiči a PB D_{el1} (m)	Vnitřní vzdálenost mezi fázovými vodiči jednoho vedení D_{pp1} (m)	Vnější vzdálenost k fázovým vodičům jiných vedení D_{pp2} (m)	Vnější vzdálenost k zemi a ostatním objektům D_{el2} (m)
22	0,23	0,26	0,70	0,60
35	0,38	0,45	0,70	0,60

4.9.1 Vliv teploty, větru a námrazy na vzdálenost vodičů

Nejvyšší teplota, pro kterou se kontrolují vzdálenosti fázových vodičů, musí být nejméně 60 °C. Zemní lana a slaboproudé vodiče mají nejvyšší kontrolní teplotu minimálně 40 °C. Kontrola vzdáleností vodičů na podpěrném bodě nebo v podchodech se provádí s minimální teplotou maximálně -30 °C bez zatížení větrem a námrazou. Pro kontrolu vzdálenosti od vodičů jiných vedení se pro jedno vedení počítá s nejvyšší návrhovou teplotou a pro druhé s teplotou 40 °C. Při křížení elektrických vedení se u horního vedení počítá s nejvyšší návrhovou teplotou a u druhého vedení s teplotou 40 °C.

U vlivu větru se počítá se třemi různými rychlostmi větru:

- bezvětří ($V = 0$),
- jmenovité zatížení střední desetiminutovou rychlostí větru ($V = 0,76V_h$),
- extrémní zatížení větrem střední desetiminutovou rychlostí větru ($V = V_h$).

Pro výpočet se zvolí součinitel konstrukce $G_x = 1$. Nejmenší vzdálenosti musejí být kontrolovány při teplotách 40 °C a -5 °C.

Vliv námrazy se počítá při teplotě -5 °C pro extrémní zatížení s dobou návratu 50 let při bezvětří, případně při zatížení jmenovitým větrem pro případ kombinovaného zatížení.¹⁰⁶

4.9.2 Nejmenší dovolené vzdálenosti v závislosti na zatěžovacím stavu

Vzdálenosti v závislosti na počítaném zatěžovacím stavu jsou uvedeny v tabulce 4.11.

¹⁰⁵ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 38.

¹⁰⁶ Pozn. 105, str. 39.

Tab. 4.11: Nejmenší dovolené vzdálenosti pro holé vodiče 22 kV¹⁰⁷

Vzdálenost mezi	Vzdálenost pro zatěžovací stav (m)			
	Nejvyšší teplota vodiče	Extrémní zatížení námrazou	Jmenovité zatížení větrem	Extrémní zatížení větrem
Fázovými vodiči	0,260	0,260	0,182	0,182
Fázovými vodiči a uzemněnou částí	0,230	0,230	0,161	0,161

Nejmenší dovolená vzdálenost od země na volně přístupných místech je pro všechny zatěžovací stavy u holých vodičů 6 m, na nepřístupných místech je 3 m.

Nejmenší dovolená vzdálenost od porostů rostoucích pod vedením, na které se nepředpokládá výstup osob, je pro všechny zatěžovací stavy u holých vodičů 0,5 m, u porostů, u kterých je možný výstup osob je 2,1 m. U porostů rostoucích vedle vedení je nejmenší vzdálenost 0,6 m pro porosty, na které se nepředpokládá výstup osob, a 2,1 m pro porosty, na které je výstup možný.

U ohnivzdorných střeš se sklonem větším než 15° je pro všechny zatěžovací stavy nejmenší vzdálenost k holým vodičům 3 m, u střeš se sklonem pod 15° je 5 m a u střeš neohnivzdorných je 10,6 m.

Nejmenší vodorovná vzdálenost od budov je pro holé vodiče pro všechny zatěžovací stavy 3 m. Vzdálenost od antén, hromosvodů, lamp a stožárových konstrukcí je 2,6 m.

Nejmenší dovolená vzdálenost holých vodičů od povrchu křížovaných pozemních komunikací je u dálnic a rychlostních silnic 7 m, u zbylých komunikací 6 m.¹⁰⁸

4.9.3 Nejmenší dovolené vzdálenosti při křížení a souběhu vedení

Nejmenší vzdálenosti holých vodičů od sdělovacích vedení a jiných vodičů do 45 kV jsou uvedeny v tabulce 4.12.

¹⁰⁷ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 41.

¹⁰⁸ Pozn. 107, str. 42–45.

Tab. 4.12: Nejmenší dovolené vzdálenosti pro souběh a křížení holých vodičů 22kV¹⁰⁹

Vzdálenost mezi	Vzdálenost pro zatěžovací stav (m)			
	Nejvyšší teplota vodiče	Extrémní zatížení námrazou	Jmenovité zatížení větrem	Extrémní zatížení větrem
Nejbližším vodičem horního a spodního vedení	1,0	1,0	1,0	1,0
Vodiči nad podpěrným bodem	3,0	3,0	3,0	3,0
Vodiči a sdělovacím vedením	–	–	2,0	2,0
Vodiči vedení různých vlastníků na společném PB	0,7	0,7	0,7	0,7
Vodiči vedení na samostatných PB	1,0	1,0	1,0	1,0

4.10 Mechanika venkovních vedení

Pokud pověsíme vodič mezi dva podpěrné body, tak se prohne. Tento průhyb závisí na síle, kterou je vodič napnut. Abychom určili síly, kterými natažený vodič působí na podpěrné body, můžeme křivku, kterou vodič prohnutím vytvoří, vyjádřit pomocí rovnic.

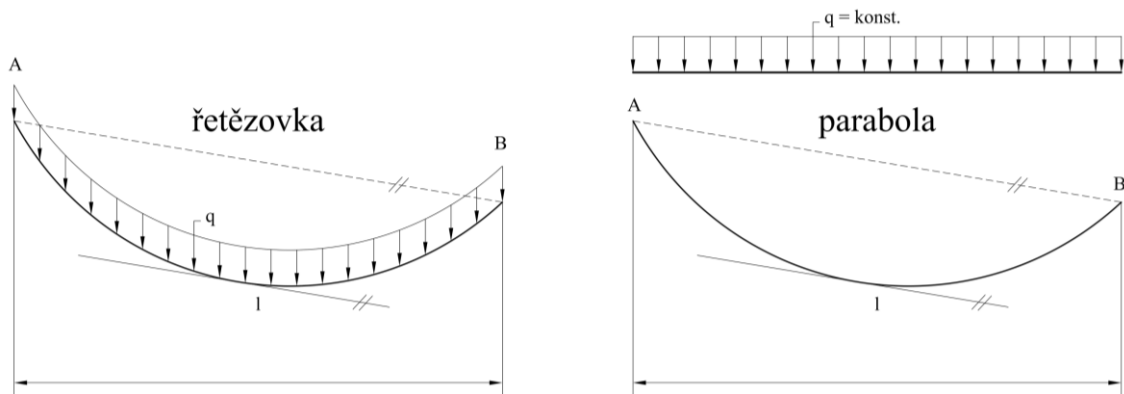
Skutečný stav nejlépe vystihuje tzv. pružná řetězovka, která předpokládá, že tíha elementu vodiče závisí na protažení vodiče v daném místě. Z důvodu složitosti se toto vyjádření v praxi nepoužívá.

Prvním praktickým vyjádřením je vyjádření pomocí řetězovky, které se používá u větších rozpětí a sklonů terénu. V tomto případě je tíha elementu vodiče stálá a rovnoměrně rozložená po celé délce vodiče.

Druhým praktickým vyjádřením je vyjádření pomocí paraboly, které se používá u kratších rozpětí. V tomto případě je tíha elementu vodiče stálá a rovnoměrně rozložená po spojnici závěsných bodů. Na obr. 4.4 je zobrazen princip vyjádření řetězovkou a parabolou.¹¹⁰

¹⁰⁹ PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019. Str. 49.

¹¹⁰ Orságová, J. *Rozvodná zařízení* [online]. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně [cit. 2021-05-06]. Str. 108–109.



Obr. 4.4: Vyjádření řetězovkou a parabolou¹¹¹

4.10.1 Rovnice řetězovky a paraboly

Pro odvození rovnic se předpokládá, že součet sil působících na vodič a součet momentů sil k libovolnému bodu je nulový.

Pro řetězovku platí následující rovnice:

$$y = c \cdot \cosh \frac{x}{c} = \frac{\sigma_H}{\gamma' \cdot z} \cdot \cosh \frac{x \cdot \gamma' \cdot z}{\sigma_H} \quad (\text{m}) \quad (4.24)$$

kde:

$c = \frac{\sigma_H}{\gamma \cdot z}$ je parametr křivky,

σ_H (MPa) je vodorovné namáhání ve vodiči,

γ (N·mm⁻²·m⁻¹) je měrná tíha vodiče,

z je přetížení vodiče námrazou a/nebo větrem, které se spočítá:

- $z = \frac{g_1' + g_2'}{g_1'}$ (-) pro přetížení námrazou,
- $z = \frac{\sqrt{(g_1')^2 + (g_2v')^2}}{g_1'}$ (-) pro přetížení větrem,
- $z = \frac{\sqrt{(g_1' + g_2')^2 + (g_2v')^2}}{g_1'}$ (-) pro přetížení větrem a námrazou,

kde:

g_1' je tíha 1 m vodiče,

$g_2' = I_{50}$ (N/m) je zatížení extrémní námrazou vodiče (rovnice 4.13),

¹¹¹ Orságová, J. *Rozvodná zařízení* [online]. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně [cit. 2021-05-06]. Str. 108–109.

$g'_{2v} = q_{wcl}$ je zatížení vodiče větrem vycházející z rovnice 4.9, pro které platí:

$$q_{wcl} = q_p \cdot G_c \cdot C_c \cdot d \cdot \cos^2 \phi \quad (\text{N/m}) \quad (4.25)$$

Rozvinutím *cosh* v rovnici řetězovky v mocninnou řadu dostaneme rovnici:

$$y = c \cdot \left[1 + \frac{1}{2!} \cdot \left(\frac{x}{c} \right)^2 + \frac{1}{4!} \cdot \left(\frac{x}{c} \right)^4 + \dots \right] - c \quad (\text{m}) \quad (4.26)$$

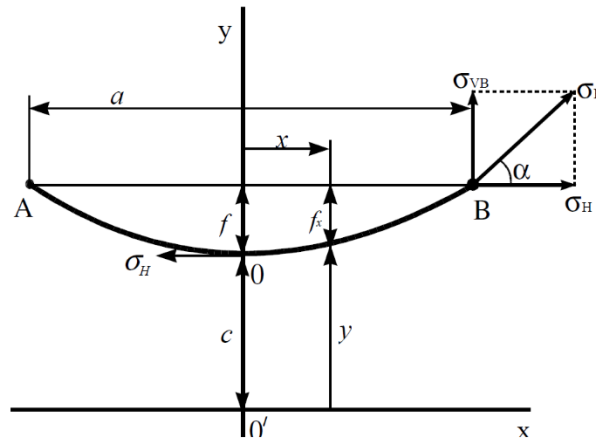
Zanedbáním všech členů kromě prvního a druhého získáme rovnici paraboly:¹¹²

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot c} = \frac{x^2 \cdot \gamma \cdot z}{2 \cdot \sigma_H} \quad (\text{m}) \quad (4.27)$$

4.10.2 Souměrně zavěšený vodič

Pro vodič je z důvodu dimenzování a dodržení minimálních vzdáleností potřeba stanovit maximální průhyb, průhyb v libovolném bodě, délku vodiče a namáhání v závěsných bodech.

Souměrný závěs znamená, že závěsné body A a B jsou ve stejné výšce, přičemž vzdálenost mezi nimi se označuje jako rozpětí. Souměrný závěs je znázorněn na obr. 4.5.



Obr. 4.5: Souměrně zavěšený vodič¹¹³

¹¹² Orságová, J. *Rozvodná zařízení* [online]. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně [cit. 2021-05-06]. Str. 106, 107, 109–111, 124.

Šimka, P. *Návrh distribučního vedení vn v úseku Dražice – Mladá Boleslav*. Praha, 2020, diplomová práce, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Str. 48–49.

¹¹³ Orságová, J. Pozn. 112, str. 112.

Maximální průhyb f_m

Vztah pro maximální průhyb pomocí řetězovky je:

$$f_m = c \cdot \left(\cosh \frac{a}{2 \cdot c} - 1 \right) \quad (\text{m}) \quad (4.28)$$

kde a (m) je rozpětí.

Vztah pro maximální průhyb pomocí paraboly je:

$$f_m = \frac{a^2}{8 \cdot c} \quad (\text{m}) \quad (4.29)$$

Průhyb v libovolném bodě f_x

Vztah pro průhyb v libovolném bodě pomocí řetězovky je:

$$f_x = c \cdot \left(\cosh \frac{a}{2 \cdot c} - \cosh \frac{\frac{a}{2} - e}{c} \right) \quad (\text{m}) \quad (4.30)$$

Vztah pro průhyb v libovolném bodě pomocí paraboly je:

$$f_x = \frac{e \cdot (a - e)}{2 \cdot c} \quad (\text{m}) \quad (4.31)$$

kde $e = \frac{a}{2} - x$.

Délka vodiče l_s

Vztah pro délku vodiče pomocí řetězovky je:

$$l_s = 2 \cdot c \cdot \sinh \frac{a}{2 \cdot c} \quad (\text{m}) \quad (4.32)$$

Vztah pro délku vodiče pomocí paraboly je:

$$l_s = 2 \cdot c \cdot \sinh \frac{x}{c} \quad (\text{m}) \quad (4.33)$$

Po převedení rovnice 4.33 na mocninnou řadu a ponechání prvních dvou členů dostaneme:

$$l_s = a + \frac{a^3}{24 \cdot c^2} \quad (\text{m}) \quad (4.34)$$

Mechanické napětí ve vodiči σ_B

Pro mechanické napětí platí vztah:

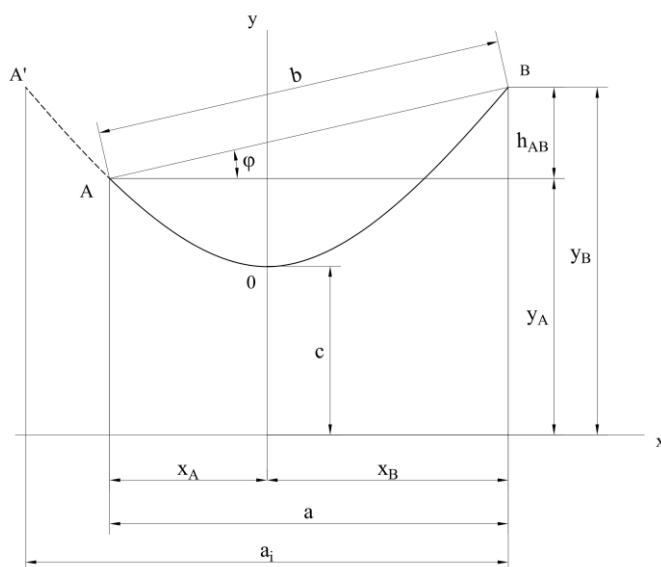
$$\sigma_B = \frac{\sigma_H}{\cos \alpha} = f_m \cdot \gamma' \cdot z + \sigma_H \quad (\text{Pa}) \quad (4.35)$$

Pro vertikální složku mechanického napětí platí vztah:¹¹⁴

$$\sigma_{VB} = \sigma_H \cdot \tan \alpha = \frac{l_s}{2} \cdot \gamma' \cdot z \quad (\text{Pa}) \quad (4.36)$$

4.10.3 Nesouměrně zavěšený vodič

Pokud nejsou závěsné body A a B ve stejné výšce, jedná se o nesouměrný závěs. U takového závěsu známe vodorovnou vzdálenost závěsných bodů (tj. rozpětí) a , vzdálenost mezi závěsnými body (tj. délka šikmého rozpětí) b a převýšení h_{AB} . Závěs můžeme doplnit na souměrný s ideálním rozpětím a_i . Je znázorněn na obr. 4.6.



Obr. 4.6: Nesouměrně zavěšený vodič¹¹⁵

Pro výpočet průhybu potřebujeme určit délku ideálního rozpětí podle vztahu:

$$a_i = a + 2 \cdot c \cdot \arg \sinh \frac{h_{AB}}{l_s} \quad (\text{m}) \quad (4.37)$$

délka vodiče l_s se vypočte podle vztahů 4.32, resp. 4.33.

¹¹⁴ Orságová, J. *Rozvodná zařízení* [online]. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně [cit. 2021-05-06]. Str. 111–113.

¹¹⁵ Orságová, J. *Elektrické stanice a vedení*. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně, 2013. Str. 131.

Za předpokladu, že po doplnění na souměrný závěs má křivka tvar paraboly, platí pro ideální rozpětí vztah:

$$a_i = a + \frac{2 \cdot c \cdot h}{a} \quad (\text{m}) \quad (4.38)$$

Pro maximální průhyb platí vztah:

$$f_{mi} = y_B - c = c \cdot \cosh \frac{x_B}{c} - c = \frac{a_i^2 \cdot \gamma}{8 \cdot \sigma_H} \quad (\text{m}) \quad (4.39)$$

Pro průhyb v libovolném bodě platí vztah:

$$f_{xi} = y_B - y_x = c \cdot \left(\cosh \frac{a_i}{2 \cdot c} - \cosh \frac{x}{c} \right) \quad (\text{m}) \quad (4.40)$$

Pro délku nesouměrné řetězovky platí vztah:

$$l_{AB} = c \cdot \sinh \frac{x_A}{c} + c \cdot \sinh \frac{x_B}{c} \quad (\text{m}) \quad (4.41)$$

Pro vzdálenosti x_A a x_B platí vztahy:

$$x_A = \frac{a}{2} - c \cdot \arg \sinh \frac{h}{l_s} \quad (\text{m}) \quad (4.42)$$

$$x_B = \frac{a}{2} + c \cdot \arg \sinh \frac{h}{l_s} \quad (\text{m}) \quad (4.43)$$

Vertikální složky namáhání se vypočítají z podmínek rovnováhy sil podle vztahů:¹¹⁶

$$\sigma_{VA} = \frac{1}{2} b \cdot \gamma \cdot z + \sigma_H \cdot \tan \varphi \quad (\text{Pa}) \quad (4.44)$$

$$\sigma_{VA} = \frac{1}{2} b \cdot \gamma \cdot z - \sigma_H \cdot \tan \varphi \quad (\text{Pa}) \quad (4.45)$$

4.10.4 Stavová rovnice zavěšeného vodiče

Z důvodu teplotní roztažnosti se vlivem změny teploty mění délka, resp. objem vodiče, čímž dochází nejen ke změnám průhybu vodiče, ale také ke změnám mechanického napětí uvnitř vodiče. Aby nedošlo k překročení maximálních hodnot namáhání nebo průhybu, kontrolují se vlastnosti vodiče při různých teplotách a klimatických podmínkách pomocí stavové rovnice.

¹¹⁶ Orságová, J. *Elektrické stanice a vedení*. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně, 2013. Str. 130–134.

Vypočtené hodnoty průhybu a mechanického napětí se uvádějí v tzv. montážních tabulkách, které předepisují, s jakým napětím a průhybem se vodič při dané teplotě namontuje. Montážní tabulky lze vytvořit pomocí vhodného programu, např. Monty od společnosti EGÚ Brno, a. s.

Stavová rovnice při změně teploty z ϑ_0 na ϑ_1 má tvar:

$$\sigma_{H1}^3 + \sigma_{H1}^2 \left[A \left(\frac{\alpha \cdot z_0}{\sigma_{H0}} \right)^2 + B(\vartheta_1 - \vartheta_0) - \sigma_{H0} \right] = A(\alpha \cdot z_1)^2 \quad (4.46)$$

kde:

$$A = \frac{\gamma^2 \cdot E}{24}; B = \alpha \cdot E. \quad ^{117}$$

4.10.5 Kritické rozpětí

Kritické rozpětí je takové rozpětí, při kterém je mechanické napětí vodiče stejné jako při teplotě -5°C s normální námrazou. Je vhodné, aby skutečné rozpětí bylo menší než vypočítané kritické. Obvykle se počítá pro -30°C a platí pro něj vztah:¹¹⁸

$$a_{krit}(\vartheta_1) = \frac{\sigma_{H0}}{\gamma} \sqrt{\frac{24 \cdot \alpha \cdot (-\vartheta_1 - 5)}{z_0^2 - 1}} \quad (\text{m}) \quad (4.47)$$

4.10.6 Kritická teplota

Kritická teplota je taková teplota, při které je průhyb vodiče stejný jako při teplotě -5°C s normální námrazou. Určuje se z toho důvodu, abychom věděli, při které teplotě dochází k největšímu průhybu. Platí pro ni vztah:

$$\vartheta_{krit} = \frac{1}{\alpha \cdot E} \left(\sigma_{H0} - \frac{\sigma_{H0}}{z_0} \right) - 5 = \frac{\sigma_{H0}}{\alpha \cdot E} \left(\frac{z_0 - 1}{z_0} \right) - 5 \quad (^\circ\text{C}) \quad (4.48)$$

Kritická teplota se porovnává s maximální teplotou 40°C . Pokud je větší než 40°C , tak maximální průhyb nastane při -5°C a normální námraze. Pokud se rovná 40°C , je průhyb při -5°C a 40°C stejný. V případě, že je menší než 40°C , tak maximální průhyb nastane při 40°C .¹¹⁹

¹¹⁷ Orságová, J. *Rozvodná zařízení* [online]. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně [cit. 2021-05-06]. Str. 114.

¹¹⁸ Pozn. 117, str. 115.

¹¹⁹ Pozn. 118.

4.11 Výpočet zemního odporu

Kontrola zemního odporu uzemnění je nezbytné pro správné navržení uzemnění. Zemní odpor R_E nesmí překročit maximální hodnotu danou zemním proudem a dovoleným dotykovým napětím, což znamená, že platí vztah:

$$R_E \leq k \cdot \frac{U_{Tp}}{I_E} \quad (\Omega) \quad (4.49)$$

kde:

k (–) je součinitel tvaru zemniče, který nabývá hodnot:

- $k = 1,5$ pro tyčový nebo hloubkový zemnič,
- $k = 2$ pro páskový paprskový zemnič,
- $k = 3$ pro páskový obvodový zemnič,
- $k = 5$ pro dva ekvipotenciální kruhy,
- $k = 7,5$ pro tři ekvipotenciální zemniče (použití pouze v odůvodněných případech).

U_{Tp} (V) je dovolené dotykové napětí,

I_E (A) je zemní proud.¹²⁰

4.11.1 Zemní odpor jednoduchého zemniče

Vztah pro zemní odpor paprskového zemniče je:

$$R_{Ep} = \frac{\rho_E}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L}{d} + \ln \frac{L}{2 \cdot h_z} \right) \quad (\Omega) \quad (4.50)$$

kde:

ρ_E (Ωm) je rezistivita půdy,

L (m) je délka zemniče,

d (m) je průměr zemniče (lanový nebo tyčový) nebo polovina šířky zemniče (páskový),

h_z (m) je hloubka, ve které je zemnič uložen (hloubka založení).

¹²⁰ PNE 33 0000-1. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2017. Str. 31–32.

Pro kruhový (obvodový) zemnič za předpokladu, že $D \gg d$ a $h_z \ll \frac{D}{2}$ platí vztah:

$$R_{Eo} = \frac{\rho_E}{2\pi^2 D} \left(\ln \frac{8D}{d} + \ln \frac{\pi D}{2 \cdot h_z} \right) \quad (\Omega) \quad (4.51)$$

kde:

D (m) je průměr kruhového zemniče o délce L nebo průměr kruhu o stejné ploše, kterou má zemní mříž (S_{zm}), tj.:

$$D = \frac{L}{\pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{zm}}{\pi}} \quad (\text{m}) \quad (4.52)$$

Pro tyčový zemnič platí vztah:

$$R_{Et} = \frac{\rho_E}{2\pi L} \ln \frac{4L}{d} \quad (\Omega) \quad (4.53)$$

Zemní mříž má odpor:¹²¹

$$R_{EB} = \frac{\rho_E}{2D} = \frac{\rho_E}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S_{zm}}} \quad (\Omega) \quad (4.54)$$

4.11.2 Zemní odpor kombinovaného zemniče

Obvodové zemniče nekruhového tvaru se převedou na kruhový se stejným obvodem. Pro obdélníkový zemnič o rozměrech $a \times b$ se ekvivalentní průměr vypočte podle vztahu:

$$D_{ekv} = \frac{2 \cdot (a + b)}{\pi} \quad (\text{m}) \quad (4.55)$$

¹²¹ PNE 33 0000-4. *Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektřiny*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2018. Str. 12.

Zemní odpor paprskových zemničů z n stejných paprsků se vypočte podle vztahu:

$$R_{Epn} = \frac{R_{Ep}}{n} \cdot \frac{1}{\eta_{pn}} \quad (\Omega) \quad (4.56)$$

kde:

R_{Ep} (Ω) je zemní odpor jednoho paprsku,

η_{pn} (-) je koeficient využití paprsků, který má hodnotu závislou na počtu paprsků n .

- $\eta_{pn} = 1$ pro $n = 1$,
- $\eta_{pn} = 0,87$ pro $n = 2$, přičemž úhel mezi paprsky je 180° ,
- $\eta_{pn} = 0,78$ pro $n = 3$, přičemž úhel mezi 1. a 2. paprskem je 135° a úhel mezi 2. a 3. paprskem je 90° ,
- $\eta_{pn} = 0,71$ pro $n = 4$, přičemž úhel mezi paprsky je 90° .

Pro obdélníkové základové zemniče o délce a a šířce b platí vztah:

$$R_E = \pi \cdot \frac{\rho_E}{4 \cdot (a + b)} \quad (\Omega) \quad (4.57)$$

Pro kombinaci obvodového zemniče s tyčovými zemniči platí vztah:

$$R_E = \frac{1}{\frac{\eta_1 \cdot n}{R_{Et}} + \frac{1}{R_{Eo}}} \cdot \frac{1}{\eta_{ot}} \quad (\Omega) \quad (4.58)$$

kde:

R_{Et} (Ω) je zemní odpor tyčového zemniče,

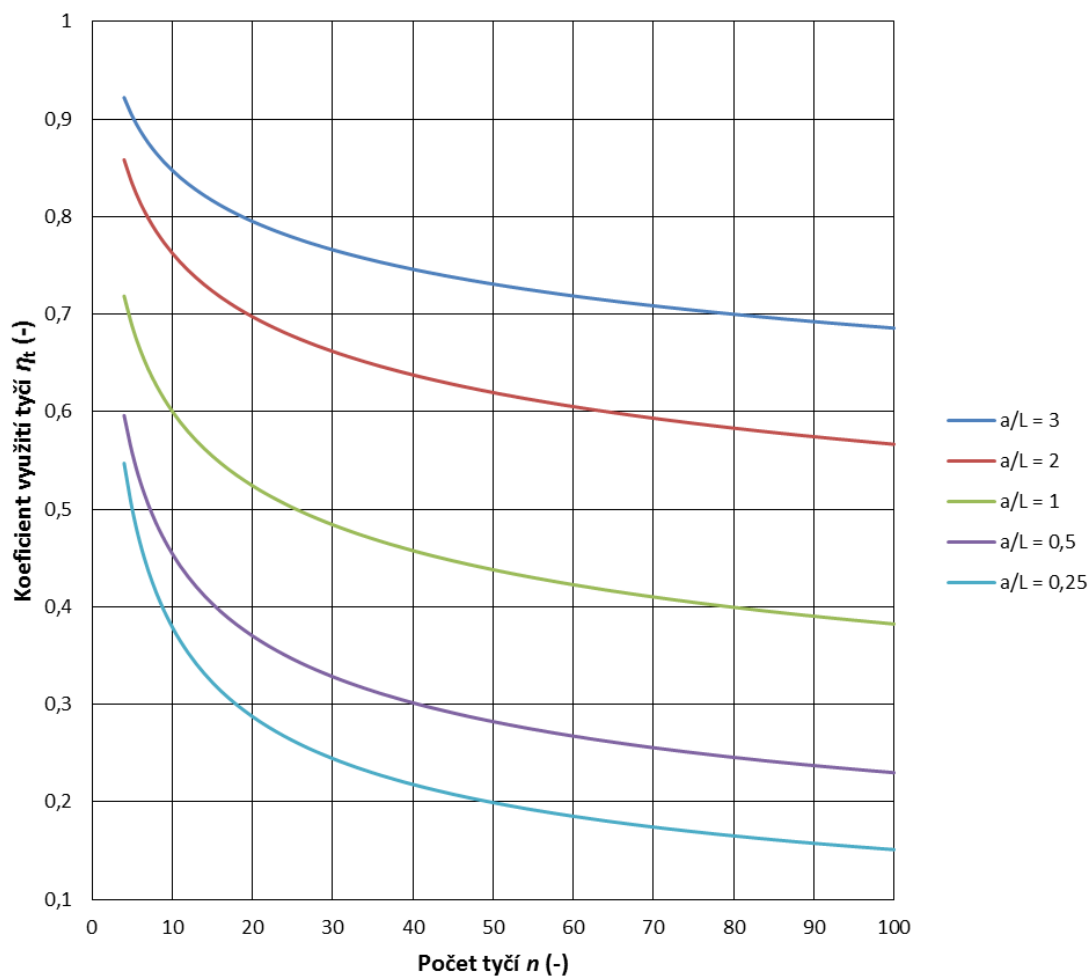
n (-) je počet tyčí,

η_1 (-) je koeficient využití tyčí,

R_{Eo} (Ω) je zemní odpor obvodového zemniče,

$\eta_{ot} = 0,63$ (-) je koeficient využití kombinace obvodového a tyčového zemniče.

Koeficient využití η_1 závisí na vzdálenosti mezi tyčemi a a délce tyčí L . Určí se podle obr. 4.7.



Obr. 4.7: Určení koeficientu využití¹²²

Pro případ, kdy $a/L \geq 5$ a $n < 10$ uvažujeme hodnotu $\eta_1 = 0,9$.

Pro kombinaci obvodového zemniče s paprskovými zemniči platí vztah obdobný jako 4.58:

$$R_E = \frac{1}{\frac{\eta_{pn} \cdot n}{R_{Ep}} + \frac{1}{R_{Eo}}} \cdot \frac{1}{\eta_{op}} \quad (\Omega) \quad (4.59)$$

kde:

R_{Ep} (Ω) je zemní odpor paprskového zemniče,

n (-) je počet paprsků,

¹²² PNE 33 0000-4. Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektřiny. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2018. Str. 26.

η_{pn} (–) je koeficient využití paprskových zemničů,

$\eta_{op} = 0,9$ (–) je koeficient využití kombinace obvodového a paprskových zemničů.

Pro dvojitý obvodový zemnič platí vztah:

$$R_{E12} = \frac{R_{E1} \cdot R_{E2}}{R_{E1} + R_{E2}} \cdot \frac{1}{\eta_{12}} \quad (\Omega) \quad (4.60)$$

kde:

η_{12} (–) je koeficient využití dílčích uzemnění pro dva zemniče, přičemž se jeho hodnota pro malé objekty se vzdáleností zemničů do 2 m doporučuje 0,7. Dílčí odpory R_{E1} a R_{E2} se určí podle rovnice 4.51 pro ekvivalentní kruhové zemniče s průměrem D_1 , resp. D_2 .

Pro trojitý obvodový zemnič platí analogický vztah:

$$R_{E123} = \frac{R_{E12} \cdot R_{E3}}{R_{E12} + R_{E3}} \cdot \frac{1}{\eta_{123}} \quad (\Omega) \quad (4.61)$$

kde:

η_{123} (–) je koeficient využití dílčích uzemnění pro tři obvodové zemniče, přičemž se jeho hodnota doporučuje 0,65.

Stejně vztahy platí i pro kombinaci základového zemniče s obvodovým, resp. paprskovým zemničem, tj.:

$$R_E = \frac{R_{Ez} \cdot R_{Eo}}{R_{Ez} + R_{Eo}} \cdot \frac{1}{\eta_{zo}} \quad (\Omega) \quad (4.62)$$

$$R_E = \frac{R_{Ez} \cdot R_{Ep}}{R_{Ez} + R_{Ep}} \cdot \frac{1}{\eta_{zp}} \quad (\Omega) \quad (4.63)$$

kde:

R_{Ez} (Ω) je zemní odpor základového zemniče,

η_{zo} (–) je koeficient využití základového a obvodového uzemnění, jenž pro malé stanice nabývá hodnot 0,7–0,8,

η_{zp} (–) je koeficient využití základového a paprskového uzemnění, jehož hodnota se předpokládá 0,78.

V případě, že je základovým zemničem základ železobetonového stožáru, platí pro jeho zemní odpor vztah:

$$R_{EZ} = R_{st} = 1,1 \cdot K_{11} \cdot \frac{\rho_E}{L_p} \quad (\Omega) \quad (4.64)$$

kde:

K_{11} (–) je koeficient pro ocelovou výztuž pilotového základu nebo základu stožáru,

ρ_E (Ωm) je rezistivita půdy,

L_p (m) je délka podzemní části stožáru.

Koeficient K_{11} se určí na základě podílu délky L_p a průměru stožáru D_p podle obr. 4.8.¹²³



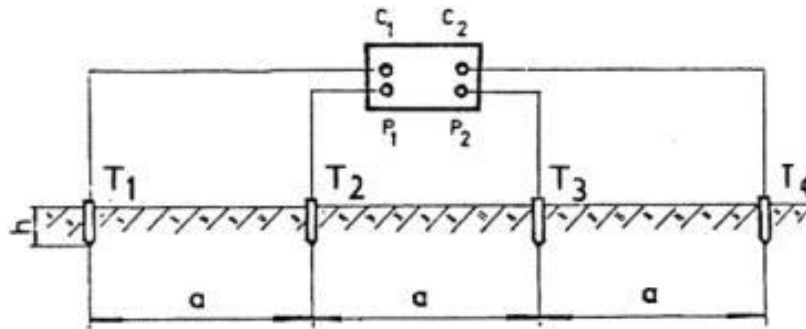
Obr. 4.8: Určení koeficientu K_{11} ¹²⁴

¹²³ PNE 33 0000-4. Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektřiny. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2018. Str. 12–14.

¹²⁴ Pozn. 123, str. 27.

4.12 Měření rezistivity

Ze vztahů pro určení zemního odporu zemničů v kapitole 4.11 je patrné, že je potřeba znát rezistivitu půdy. Ta se dá určit několika způsoby, přičemž nejčastěji používanou metodou je metoda Wennerova, při které se do země zasunou 4 tyčové elektrody měřicího přístroje o průměru 15–20 mm. Tyto elektrody se umístí v jedné přímce do hloubky 20 cm v pravidelných rozestupech a , jak je znázorněno na obr. 4.9.



Obr. 4.9: Měření rezistivity půdy – Wennerova metoda¹²⁵

Svorky T_1 a T_4 měří proud a svorky T_2 a T_3 měří napětí. Tímto způsobem přístroj změří odpor, který převedeme na rezistivitu tímto vztahem:

$$\rho_E = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R \quad (\Omega\text{m}) \quad (4.65)$$

kde:

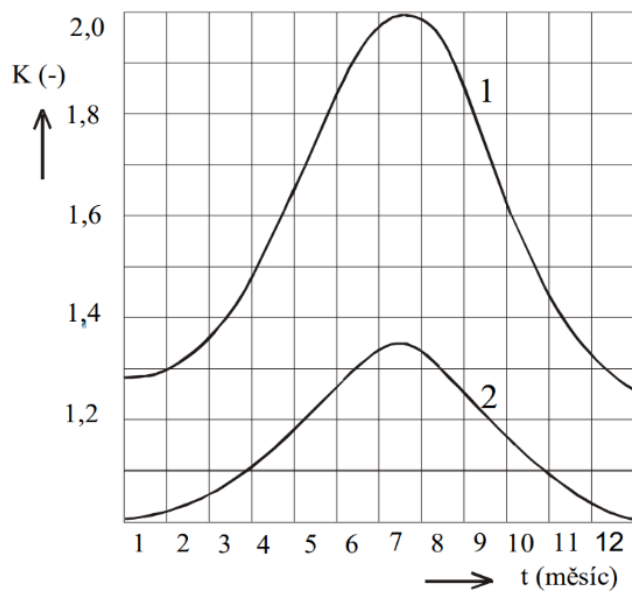
a (m) je vzdálenost elektrod,

R (Ω) je naměřený odpor.

Podle ročního období a deštivosti v době měření vynásobíme rezistivitu koeficientem z obr. 4.10. Výsledná hodnota přibližně uvádí střední rezistivitu půdy do hloubky dané rozstupem elektrod.¹²⁶

¹²⁵ PNE 33 0000-1. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2017. Str. 42.

¹²⁶ Pozn. 125.



Křivka 1: Měření v deštivém období
 Křivka 2: Měření v období sucha

Obr. 4.10: Korekční činitel rezistivity¹²⁷

¹²⁷ PNE 33 0000-1. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2017. Str. 43.

5. Postup návrhu distribučního vedení

5.1 Územní rozhodnutí

Při každém plánovaném umístění či změně stavby/zařízení nebo změně jejich vlivu na území vyplývá ze stavebního zákona povinnost zažádat o vydání územního rozhodnutí. Záměr žadatele o vydání územního rozhodnutí musí splňovat požadavky dané v § 90 SZ, tj. zda je v souladu s požadavky SZ na využívání území, požadavky na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu a požadavky zvláštních právních předpisů. Územní rozhodnutí je vydáváno na základě územního nebo zjednodušeného územního řízení stavebním úřadem.¹²⁸

Dle SZ je územním rozhodnutím rozhodnutí o:

- umístění stavby nebo zařízení,
- změně využití území,
- změně vlivu užívání stavby na území,
- dělení nebo scelování pozemků,
- ochranném pásmu.¹²⁹

V případě, že se záměr žadatele nachází v zastavěném území, nedochází k podstatné změně poměrů v území a nevznikají nároky na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu, vydává se místo územního rozhodnutí územní souhlas. Ten se vydává např. v případě změny stavby, změny druhu a způsobu využití pozemku od 300 do 1000 m², staveb umístěných v uzavřených ohraničených prostorech, terénních úprav do výšky 1,5 m od 300 do 1000 m² a staveb a zařízení v distribuční soustavě s výjimkou budov.¹³⁰

V případě, že záměr nevyžaduje závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí, může stavební úřad uzavřít se žadatelem veřejnoprávní smlouvu o umístění stavby, jež nahradí územní rozhodnutí.¹³¹

¹²⁸ Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 76, § 84.

¹²⁹ Pozn. 128, § 77.

¹³⁰ Pozn. 128, § 96.

¹³¹ Pozn. 128, § 78a.

Žádost o vydání územního rozhodnutí musí obsahovat údaje o záměru, pozemku, na němž se záměr nachází, a o vlastnicích sousedních pozemků. Současně se k ní připojuje souhlas k umístění stavebního záměru, stanovisko vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury na možnost napojení a dokumentace pro vydání územního rozhodnutí. V případě, že záměr překračuje povolené hodnoty uvedené ve zvláštních právních předpisech, je nutné k žádosti přiložit žádost o vydání rozhodnutí o ochranném pásmu.

Územní rozhodnutí má platnost 2 roky, v odůvodněných případech až 5 let.¹³²

5.2 Společné povolení

Společné povolení nahrazuje územní rozhodnutí a lze jej vydat např. u staveb v působnosti obecného stavebního úřadu¹³³, staveb drah, dálnic a silnic a staveb zařízení pro přenos elektřiny.

Žádost o vydání společného povolení musí obsahovat údaje o záměru, jeho rozsahu a účelu, údaje o pozemku nebo stavbě a údaje o provediteli záměru, pokud je znám. Současně se k žádosti připojuje souhlas k umístění stavebního záměru, stanovisko vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury na možnost napojení, dokumentace pro vydání společného povolení a návrh plánu kontrolních prohlídek stavby.

Společné povolení má obdobně jako územní rozhodnutí platnost 2 roky, v odůvodněných případech až 5 let.¹³⁴

5.3 Zjednodušené územní řízení

V případě, že se záměr nachází v zastavěném území, není vyžadováno stanovisko k posouzení vlivů na životní prostředí a jsou doloženy souhlasy osob s vlastnickým právem k sousedním stavbám nebo pozemkům, může stavební úřad rozhodnout o umístění stavby ve zjednodušeném územním řízení, které však nemůže být spojeno se stavebním řízením.¹³⁵

¹³² Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 86, § 93.

¹³³ Obecný stavební úřad je dle § 13 odst. 1 SZ např. ministerstvo, které je ústředním správním úřadem ve věcech stavebního řádu, krajský úřad, obecní úřad obce s rozšířenou působností a pověřený obecní úřad.

¹³⁴ Pozn. 132, § 94j, § 94l, § 94p.

¹³⁵ Pozn. 132, § 95.

5.4 Stavební povolení a ohlášení

Stavební povolení a ohlášení není potřebné např. u výměny vedení, pokud nedojde k překročení stávajícího ochranného pásma, terénních úprav¹³⁶, údržovacích prací, úprav nezasahujících do nosné konstrukce a staveb a zařízení v distribuční soustavě s výjimkou budov. Pokud by došlo k překročení jejich parametrů při změně stavby, je stavební povolení nebo ohlášení povinné.¹³⁷

5.4.1 Ohlášení

U jednoduchých staveb a úprav, jako je např. stavba pro bydlení s jedním podzemním a dvěma nadzemními podlažními, a u změn dokončených staveb, při kterých nedojde k překročení jejich parametrů, stačí pouze ohlášení stavby stavebnímu úřadu.

Ohlášení musí obsahovat údaje o stavebníkovi, pozemku, rozsahu a účelu záměru. Současně se k ohlášení připojuje souhlas k provedení záměru, územní rozhodnutí nebo územní souhlas, stanovisko vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury na možnost napojení a projektová dokumentace.

V případě splnění požadavků na výstavbu vydá stavební úřad do 30 dní od podání ohlášení souhlas s provedením ohlášeného stavebního záměru, který má platnost 2 roky.¹³⁸

5.4.2 Stavební povolení

U všech staveb, není-li stanoveno jinak, je nutné vydání stavebního povolení. Stejně tak je potřeba požádat o stavební povolení u změn staveb uvedených v předchozí kapitole, pokud by došlo k překročení jejich parametrů. Pokud bylo vydáno společné povolení, stavební povolení se nevydává.¹³⁹

Žádost o stavební povolení musí obsahovat údaje o stavebníkovi, pozemku, rozsahu a účelu záměru a povolení vlastníků sousedních nemovitostí k provedení záměru ze své nemovitosti, pokud je to potřeba. Současně se k žádosti připojuje souhlas k provedení stavebního záměru, územní rozhodnutí nebo územní souhlas, stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury

¹³⁶ Dle § 80 odst. 3 SZ do výšky 1,5 m na ploše do 300 m², pokud pozemek nesousedí s veřejnou pozemní komunikací nebo veřejným prostranstvím.

¹³⁷ Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 103.

¹³⁸ Pozn. 137, § 104, § 105, § 106.

¹³⁹ Pozn. 137, § 108.

na možnost napojení, projektová dokumentace (jež obsahuje průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy, dokumentaci objektů a zařízení a dokladovou část) a návrh plánu kontrolních prohlídek stavby.

Stavební úřad vydá stavební povolení bez odkladu do 60 dnů od zahájení řízení, ve složitých případech má lhůtu až 90 dnů. Stavební povolení má platnost 2 roky.

Pokud záměr nevyžaduje závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí, může stavební úřad se žadatelem uzavřít veřejnoprávní smlouvu o provedení stavby, jež nahradí stavební povolení.¹⁴⁰

5.5 Kolaudace

U dokončených staveb, jako jsou např. stavby komunikačního vedení, distribuční soustavy, vedení veřejného osvětlení, stavby pro bydlení nebo stavební úpravy nezasahující do nosných konstrukcí, je nutné zažádat o kolaudační souhlas, který vydává stejný úřad, jenž vydal stavební povolení.

K žádosti o vydání kolaudačního souhlasu se přidávají údaje o poloze stavby a dokumentace skutečného provedení stavby.¹⁴¹

¹⁴⁰ Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 110, § 112, § 116.

¹⁴¹ Pozn. 140, § 119, § 121.

6. Projektová dokumentace

6.1 Stupně projektové dokumentace

Podle fáze, ve které se projekt nachází, vypracovávají projektanti příslušnou dokumentaci, jejíž jednotlivé stupně jsou definovány ve vyhlášce č. 499/2006 Sb.:

- dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby,
- dokumentace pro vydání rozhodnutí o změně využití území,
- dokumentace pro vydání rozhodnutí o změně vlivu užívání stavby na území,
- dokumentace pro vydání společného povolení,
- projektová dokumentace pro ohlášení stavby uvedené v § 104 odst. 1 písm. a) až e) stavebního zákona nebo pro vydání stavebního povolení,
- projektová dokumentace pro provádění stavby,
- dokumentace skutečného provedení stavby.¹⁴²

6.1.1 Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby

Tato dokumentace se příkládá k žádosti o územní rozhodnutí¹⁴³ a její rozsah a obsah se liší podle typu stavby, pro kterou se vytváří. Dokumentace se dělí na 5 typů, jejichž rozsah a obsah je uveden v přílohách č. 1–5 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. Těmito typy jsou:

- dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby,
- dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění liniové stavby technické infrastruktury,
- dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby dráhy,
- dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby dálnice, silnice, místní komunikace a veřejné účelové komunikace,
- dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění souboru staveb v areálu jaderného zařízení.¹⁴⁴

¹⁴² Vyhláška č. 499/2006 Sb. – Vyhláška o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů; § 1.

¹⁴³ Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 86.

¹⁴⁴ Pozn. 142, § 1a.

6.1.2 Dokumentace pro vydání společného povolení

Tato dokumentace se příkládá k žádosti o společné povolení¹⁴⁵ a její rozsah a obsah se liší podle typu stavby, pro kterou se vytváří. Dokumentace se dělí na 4 typy, jejichž rozsah a obsah je uveden v přílohách č. 8–11 vyhlášky č. 499/2006 Sb. Těmito typy jsou:

- dokumentace pro vydání společného povolení,
- dokumentace pro vydání společného povolení liniové stavby technické infrastruktury,
- dokumentace pro vydání společného povolení stavby dráhy,
- dokumentace pro vydání společného povolení stavby dálnice, silnice, místní komunikace a veřejné účelové komunikace.¹⁴⁶

6.1.3 Projektová dokumentace pro provádění stavby

Na základě této dokumentace je prováděna realizace stavby a její rozsah a obsah je uveden v příloze č. 13 vyhlášky č. 499/2006 Sb.¹⁴⁷

Z důvodu, že se jedná o nejdůležitější dokumentaci umožňující realizaci staveb a zároveň bude součástí praktické části, je struktura dané dokumentace uvedena v příloze 1 této práce.

Dokumentace se vypracovává samostatně pro všechny pozemní a inženýrské objekty a pro technologická zařízení na základě PD pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení. Dokumentace musí být dostatečně podrobná, aby mohla být stavba adekvátně realizována.¹⁴⁸

Objekty stavební a inženýrské se označují zkratkou SO a trojčíslným číslem (např. SO 200 – Demolice), technologická zařízení se označují zkratkou PS a dvojčíslným číslem (např. PS 50 – Vlastní spotřeba nn střídavá a stejnosměrná).¹⁴⁹

¹⁴⁵ Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů; § 94l.

¹⁴⁶ Vyhláška č. 499/2006 Sb. – Vyhláška o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů; § 1d.

¹⁴⁷ Pozn. 146, § 3.

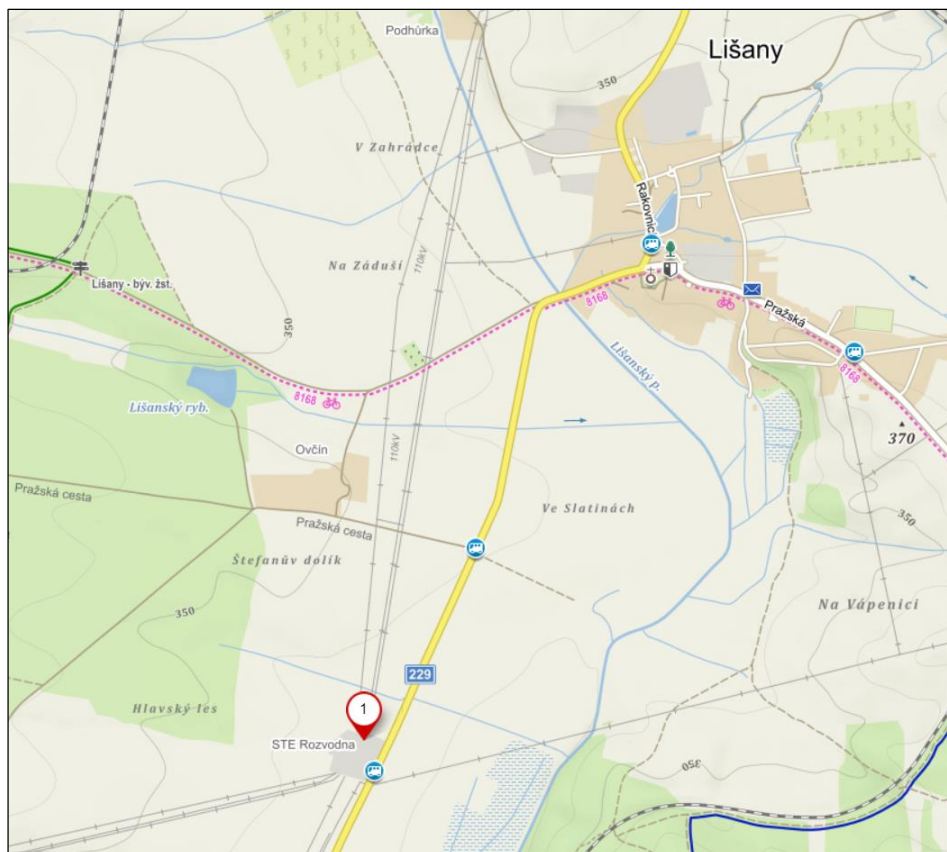
¹⁴⁸ Pozn. 146, příloha č. 13.

¹⁴⁹ Kosnar, K. Koncepce elektrických stanic VVN/VN, VN/VN a VN - Příloha č. 10. In: *Standardy | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-23].

PRAKTICKÁ ČÁST

7. Projekt výstavby distribučního vedení

Praktická část této práce se zabývá projektem obnovy transformovny Lišany v katastrálním území Lišany u Rakovníka¹⁵⁰, na kterém se autor podílel v rámci svého zaměstnání ve firmě SOMA-ES, s.r.o. Jedná se o stanici ve vlastnictví ČEZ Distribuce, a. s. sloužící pro transformaci napětí 110/22 kV. Na obr. 7.1 je zobrazena mapa okolí transformovny. Technické zadání vychází ze Zadávacího návrhu investora ČEZ Distribuce, a. s. Práce na PD začaly v říjnu 2019 a požadovaný termín zpracování dokumentace včetně stavebního povolení je březen 2022. Plánovaný konec realizace projektu je listopad 2026.¹⁵¹



Obr. 7.1: Umístění TR Lišany¹⁵²

¹⁵⁰ Katastr nemovitostí. ČÚZK - Úvod [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2021 [cit. 2021-03-19].

¹⁵¹ ČEZ Distribuce. Zadávací návrh - TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV. Děčín, 2019.

¹⁵² Mapy.cz [online]. Praha: Seznam.cz, a.s., 2021 [cit. 2021-03-25].

7.1 Stávající stav

Důvodem rekonstrukce je špatný elektromechanický stav stanice. Rozvod tlakového vzduchu pro ovládání pohonů odpojovačů v R22kV není spolehlivý a trpí na poruchy a úniky stlačeného vzduchu. Údržba tohoto systému včetně odpojovačů je z důvodu nedostupnosti náhradních dílů obtížná.

R22kV se nachází v budově společných provozů (BSP). K BSP náleží byty, které byly původně určeny pro obsluhu stanice. Celá tato nemovitost je ve špatném technickém stavu, má poškozenou fasádu a zastaralou elektroinstalaci a vodovod.

Na železobetonových portálech v R110kV se objevují praskliny s vystupující ocelovou výztuží. Dalším příkladem špatného stavu transformovny je znečištěná studna.

Na obrázku 7.2 je zobrazen satelitní snímek transformovny s vyznačenými katastrálními hranicemi a s popisky jednotlivých objektů. Červeně je vyznačené plánované umístění nové BSP.¹⁵³



Obr. 7.2: Přehledná situace TR Lišany¹⁵⁴

¹⁵³ ČEZ Distribuce. *Zadávací návrh - TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV*. Děčín, 2019.

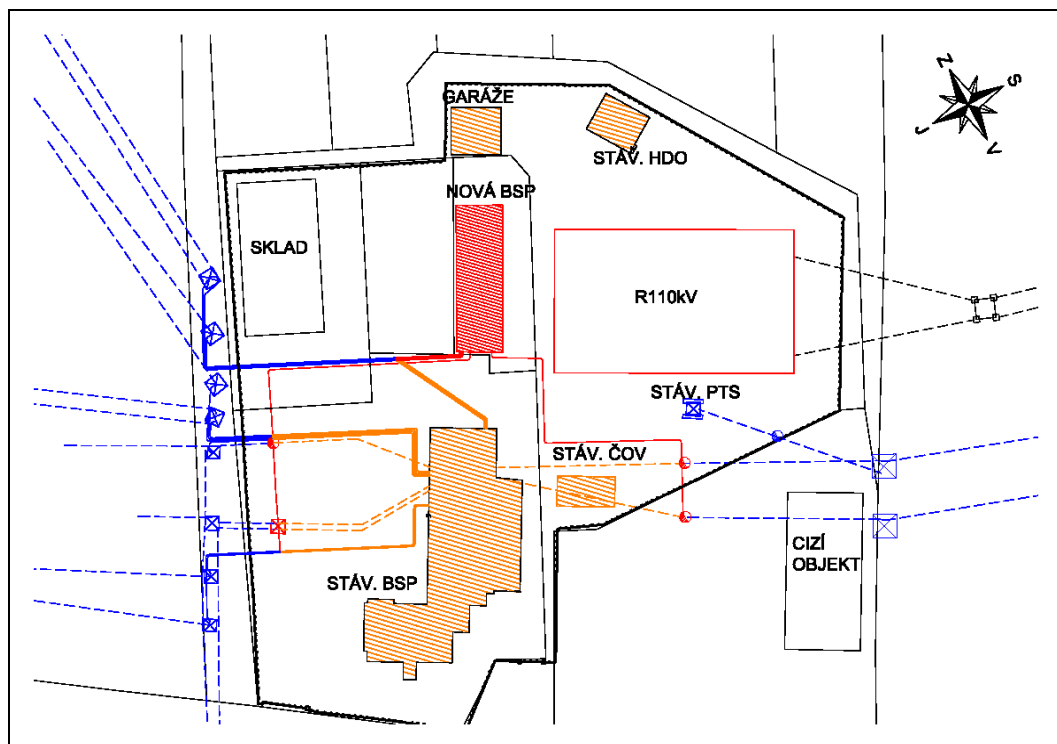
¹⁵⁴ *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, a.s., 2021 [cit. 2021-03-25].

7.2 Návrh řešení

R22kV bude přesunuta do nové BSP, ve které bude také umístěna nová technologie HDO, řídicí systémy a vlastní spotřeba. Následně bude zdemolována stávající BSP včetně bytové části, stávající domek HDO a objekt bývalé ČOV.

Součástí rekonstrukce bude výstavba nové vrtané studny, jímky odpadních vod a vsakovacího objektu. Dále dojde k výměně stávajících železobetonových portálů v R110kV za novou ocelovou konstrukci a bude provedena výměna přípojnice 110 kV včetně odpojovačů.

Počáteční návrh řešení od investora je zobrazen na obrázku 7.3. Z obrázku je zřejmé, že všechna venkovní vedení vedoucí do stávající BSP by byla svedena do země z nových stožárů vložených do trasy vedení kabelovými svody a všechna kabelová vedení 22 kV by byla přeložena do nové BSP. Celkem by byly nainstalovány 3 nové betonové a 1 příhradový stožár. Dále by byla provedena demolice stávající BSP včetně bytové části, objektu bývalé ČOV a domku, ve kterém je umístěna technologie HDO. Původně byla předpokládána i demolice objektu garáže, na základě požadavku oddělení SEM Stanice ale zůstanou garáže zachovány.¹⁵⁵



Obr. 7.3: Počáteční návrh řešení od investora¹⁵⁶

¹⁵⁵ ČEZ Distribuce. *Zadávací návrh - TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV*. Děčín, 2019.

¹⁵⁶ Pozn. 155.

7.3 Provozní soubory a stavební objekty

Jednotlivé části transformovny jsou dle požadavku investora rozděleny do provozních souborů a stavebních objektů, přičemž technologická část je řešena v provozních souborech (PS) a stavební část je řešena ve stavebních objektech (SO).¹⁵⁷

7.3.1 Provozní soubory

Provozní soubory (PS) v projektu jsou dle ZN následující:

PS 03 – Transformátory s vyšším napětím 110 kV

V tomto PS je řešena demontáž stávajících transformátorů 110/22 kV a kompenzačních tlumivek a jejich opětná montáž na nová stanoviště.

PS 05 – Transformátory 22 kV

V tomto PS je řešeno umístění nového transformátoru vlastní spotřeby 22/0,4 kV do nové BSP a také demontáž stávající transformační stanice 22/0,4 kV na příhradovém stožáru a montáž nové transformační stanice 22/0,4 kV na betonovém sloupu.

PS 10 – Rozvodna 22 kV

V tomto PS je řešeno umístění technologie v R22kV umístěné v nové BSP.

PS 13 – Rozvodna 110 kV

V tomto PS je řešena výměna stávajících železobetonových konstrukcí za nové ocelové a výměna stávajících odpojovačů.

PS 30 – Řídicí systém, ochrany

V tomto PS je řešeno umístění nového řídicího systému a systému ochran v nové BSP.

PS 30.4 – Optická síť

V tomto PS je řešena nová optická síť pro TR Lišany.

PS 41 – Měření

V tomto PS je řešeno měření na transformátorech 110/22 kV a transformátorech vlastní spotřeby.

PS 42 – Kvalita elektřiny

V tomto PS je řešeno měření kvality elektřiny na výstupu ze stanice.

¹⁵⁷ ČEZ Distribuce. *Zadávací návrh - TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV*. Děčín, 2019.

PS 50 – Vlastní spotřeba

V tomto PS jsou řešeny rozváděče střídavé i stejnosměrné vlastní spotřeby.

PS 65 – Přenosová zařízení

V tomto PS je řešeno přemístění dvou dipólových antén pro dispečerskou radiosíť na novou BSP.

PS 66 – Staniční optické kabely

V tomto PS je řešeno položení nového staničního optického kabelu do BSP. Dále je zde řešena příprava HDPE trubek s doplněním optického kabelu mezi BSP a vývody do venkovního vedení vn.

PS 68 – Vazební prvky HDO

V tomto PS je řešena instalace dvou vazebních členů.

PS 69 – Zařízení HDO

V tomto PS je řešena instalace vysílače HDO, který bude napojen přes 2 vazební členy.

Provozní soubor PS 66 byl vytvořen investorem pro účely tohoto projektu.¹⁵⁸

7.3.2 Stavební objekty

Stavební objekty (SO) v projektu jsou dle ZN následující:

SO 01 – Demontáž nadzemního vedení 22 kV

V tomto SO je řešena demontáž nadzemního vedení 22 kV v areálu transformovny. Podrobné zpracování tohoto SO je uvedeno v kapitole 9.1.

SO 02 – Montáž nadzemního vedení 22 kV

V tomto SO je řešena instalace nových podpěrných bodů pro stávající vedení 22 kV. Podrobné zpracování tohoto SO je uvedeno v kapitole 9.2.

SO 03 – Demontáž podzemního vedení 22 kV

V tomto SO je řešena demontáž nepotřebných úseků stávajících kabelových vedení 22 kV. Podrobné zpracování tohoto SO je uvedeno v kapitole 9.3.

¹⁵⁸ ČEZ Distribuce. *Zadávací návrh - TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV*. Děčín, 2019.
Kosnar, K. *Koncepce elektrických stanic VVN/VN, VN/VN a VN - Příloha č. 10*. In: *Standardy | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-23].

SO 04 – Montáž podzemního vedení 22 kV

V tomto SO je řešeno umístění nových kabelových vedení 22 kV a jejich ukončení v nové R22kV. Podrobné zpracování tohoto SO je uvedeno v kapitole 9.4.

SO 05 – Úprava podzemního vedení nn

V tomto SO jsou řešeny přeložky kabelových vedení nn ze stávající PTS na novou BTS a demontáž nepotřebných kabelových vedení nn.

SO 06 – Úprava HDPE trubky

V tomto SO je řešeno naspojování HDPE trubek umístěných ve stávající BSP a jejich zaústění do nové BSP.

SO 011 – Úprava nadzemního vedení 110 kV

V tomto SO je řešeno přepojení nadzemního vedení 110 kV na nové ocelové portály R110kV.

SO 200 – Demolice

V tomto SO je řešena demolice stávající BSP s bytovou částí, splaškových jímek, studny, domku HDO a objektu bývalé ČOV.

SO 310 – Sejmutí ornice

V tomto SO je řešeno odstranění zeminy při stavbě nové BSP.

SO 311 – Hrubé terénní úpravy

V tomto SO jsou řešeny HTÚ v místech dle nutného rozsahu stavby.

SO 312 – Odvodnění pozemku

V tomto SO je řešen odvod a likvidace dešťových vod v areálu transformovny.

SO 320 – Oplocení venkovní

V tomto SO je řešeno oplocení v koordinaci s jinou stavbou.

SO 321 – Oplocení provozní

Viz SO 320.

SO 330 – Konečná úprava terénu

V tomto SO jsou řešeny KÚT dle charakteru okolního prostoru jako je zatravnění a umístění štrkových ploch či zámkové dlažby.

SO 340 – Vnější osvětlení

V tomto SO je řešena kompletní obnova osvětlení v areálu transformovny. Jedná se o pochůzkové osvětlení, pracovní osvětlení R1 10kV a osvětlení stanovišť transformátorů a tlumivek.

SO 350 – Zemní práce pro kabely vn

V tomto SO je řešena demontáž stávajících kabelů 22 kV z traf 110/22 kV a montáž nových kabelů, které povedou do nové BSP.

SO 353 – Zemní práce pro uzemnění

V tomto SO jsou řešeny zemní práce pro umístění zemnicích pásků.

SO 360 – Kanalizace dešťová

V tomto SO je řešeno napojení objektů transformovny na nový vsakovací objekt.

SO 361 – Kanalizace splašková

V tomto SO je řešena výstavba nové splaškové jímky a kanalizace pro novou BSP.

SO 370 – Přívodní řad pitné vody

V tomto SO je řešena výstavba nové vrtané studny s přívodním řadem pitné vody pro novou BSP.

SO 511.1 – Stanoviště transformátoru kryté

V tomto SO je řešena výstavba nových krytých zastřešených stanovišť pro transformátory 110/22 kV.

SO 511.2 – Stanoviště tlumivek kryté

V tomto SO je řešena výstavba nových krytých zastřešených stanovišť pro tlumivky na straně vn.

SO 520 – BSP a rozvodna vn

V tomto SO je řešena výstavba nové BSP, jejíž součástí je podzemní kabelový prostor.

SO 522.1 – Venkovní rozvodna 110 kV

V tomto SO je řešena oprava stávajících a návrh nových betonových patek.

SO 527 – Kabelové kanály a kabelovody

V tomto SO je řešen hlavní kabelovod z BSP do R110kV.

SO 528 – Provizoria a přeložky IS

V tomto SO je řešeno zrušení kabelu společnosti CETIN a.s. do stávající BSP.

SO 542 – FOM

V tomto SO je řešeno doplnění prvků STO.

SO 555 – Další vybavení elektrických stanic

V tomto SO je řešeno vybavení stanice ochrannými pomůckami a dalším vybavením.

SO 632 – Sklad požární techniky

V tomto SO je řešena oprava stávajícího objektu garáží, ve kterém se nachází sklad požární techniky.

SO 690 – Vnitřní komunikace

V tomto SO je řešena úprava vnitřní komunikace.

Stavební objekty SO 01, SO 02, SO 03, SO 04, SO 05, SO 06 a SO 011 byly vytvořeny investorem pro účely tohoto projektu. Přestože jsou SO 01–06 stavební objekty, tak nejsou značeny trojciferným číslem.¹⁵⁹

¹⁵⁹ ČEZ Distribuce. *Zadávací návrh - TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV*. Děčín, 2019.
Kosnar, K. *Koncepce elektrických stanic VVN/VN, VN/VN a VN - Příloha č. 10*. In: *Standardy | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-04-23].

8. Práce na projektové dokumentaci

Vzhledem k tomu, že práce na PD probíhají souběžně s vypracováváním této diplomové práce, je nutno podotknout, že PD není kompletní a její finální podoba se od té uvedené v této práci může lišit. Nicméně je nutné říci, že části PD, kterými se tato práce zabývá, budou pravděpodobně odpovídat finální podobě a odpovídají i dokumentaci, jež byla vypracována pro společné povolení. Ta byla odevzdána na stavební úřad v únoru 2021.

V této práci nebude uvedena dokumentace celého projektu, neboť je příliš obsáhlá a jsou v ní části, které nejsou z hlediska vybraného tématu DP podstatné. Autor této práce se v rámci zaměstnání podílel především na následujících technologických a stavebních celcích: PS 05, PS 10, PS 13, PS 50, PS 66, SO 01–06, SO 340, SO 350, SO 353, SO 520 a SO 632. Vzhledem k zaměření této práce zde budou zpracovány převážně stavební objekty týkající se venkovního a kabelového vedení 22 kV, tj. SO 01–04.

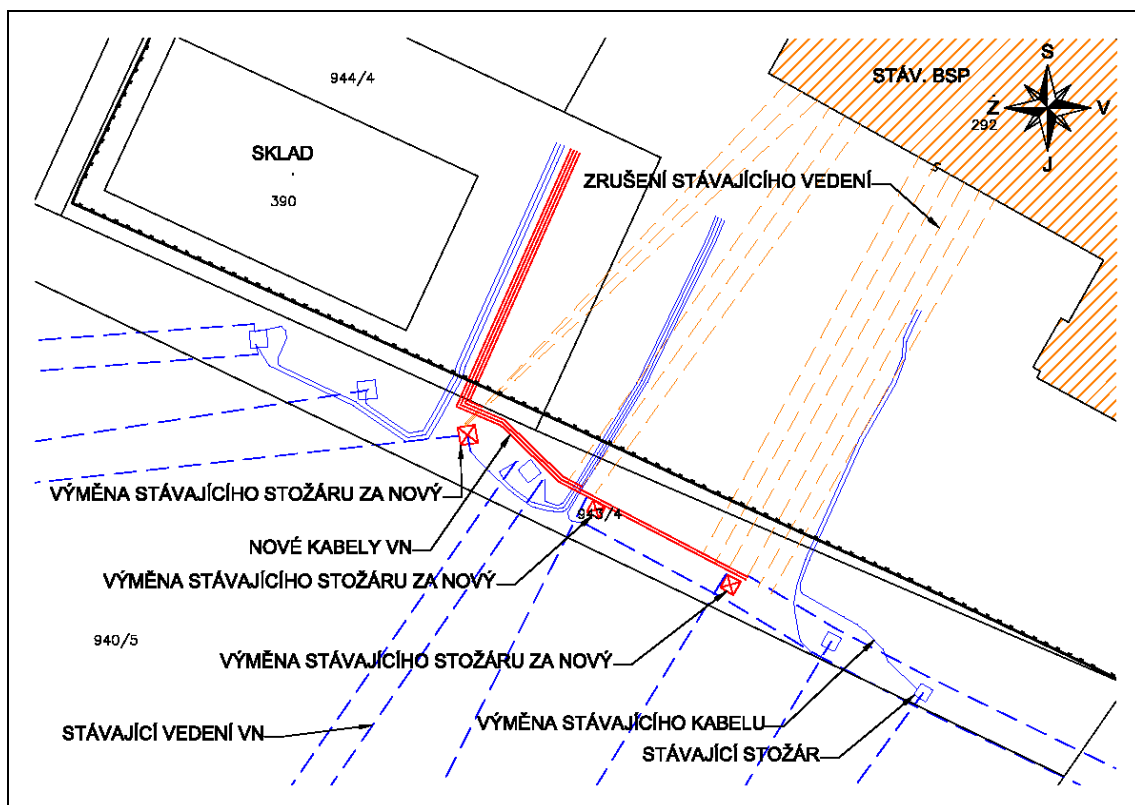
8.1 Návrh dispozičního uspořádání

8.1.1 Jižní strana rozvodny

Všechny stávající stožáry vn na jižní straně rozvodny se nacházejí na pozemku č. 943/4, který není ve vlastnictví ČEZ Distribuce, a. s., ale vlastní ho šest fyzických osob.¹⁶⁰ V počátečním návrhu řešení od investora (obr. 7.3) je svod venkovních vedení vn navržen tím způsobem, že jsou do jejich trasy umístěny nové podpěrné body s kabelovými svody. Oproti návrhu se zde ve skutečnosti nacházejí čtyři venkovní vedení vn (VN4858 Lišty, VN4862 Lišroz, VN4863 Lužná a VN4886 Šanov), tudíž by musel být přidán minimálně jeden podpěrný bod.

Měřením při návštěvě areálu bylo zjištěno, že pokud by byly nové podpěrné body vloženy k plotu tak, jak bylo naznačeno v návrhu od investora, došlo by ke změně trasy vedení, a tudíž by bylo potřebné získat povolení od majitelů pozemku, na němž se stávající stožáry nacházejí (v případě, že rekonstrukcí nedojde ke změně trasy vedení, povolení od majitelů pozemku není ze zákona vyžadováno, viz § 79 SZ). Proto bylo navrženo řešení, při kterém nejsou nové stožáry vkládány do trasy vedení, místo toho byla navržena výměna stávajících stožárů za nové s novými kabelovými svody, viz obrázek 8.1. Tímto řešením by se zcela odstranila venkovní vedení z areálu transformovny.

¹⁶⁰ Katastr nemovitostí. ČÚZK - Úvod [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2021 [cit. 2021-03-19].



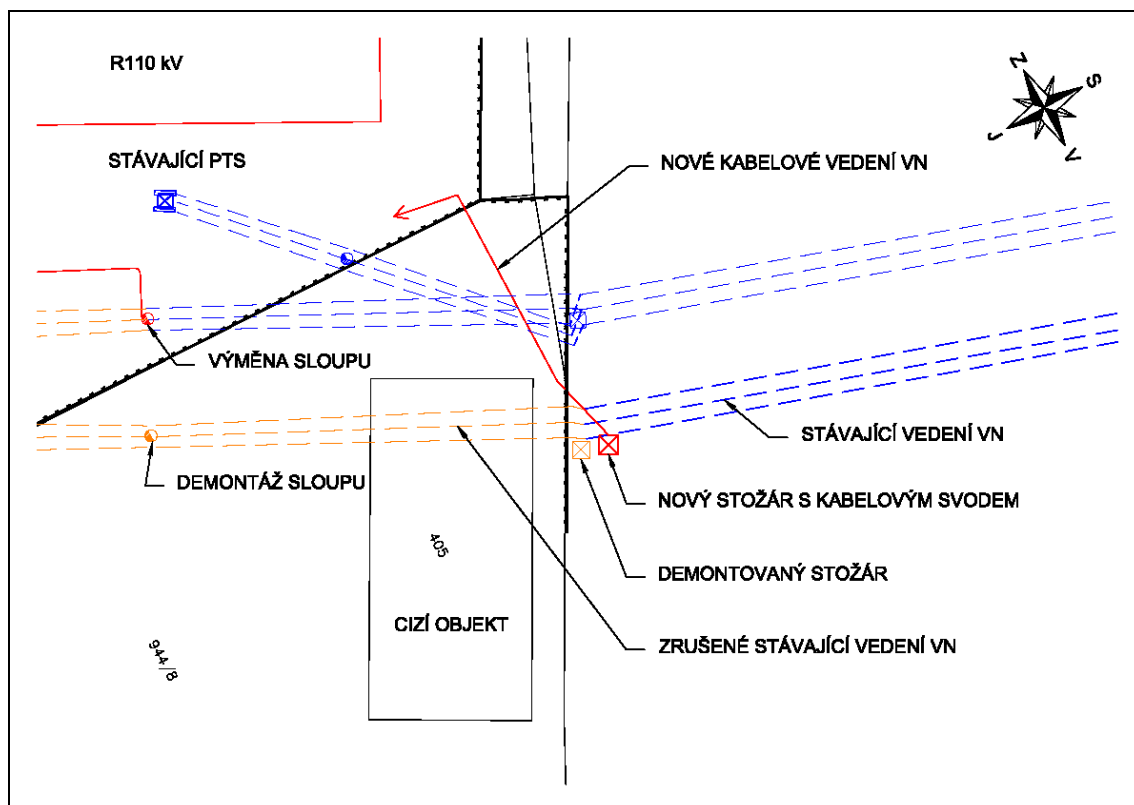
Obr. 8.1: Kabelové svody na sousedním pozemku¹⁶¹

Výkresy s navrženým řešením byly zaslány všem šesti majitelům pozemku 943/4 se žádostí o povolení, s majiteli se však nepodařilo dohodnout, musel být tedy navržen jiný způsob řešení.

8.1.2 Severní strana rozvodny

Od investora byl dán požadavek k projednání odstranění podpěrného bodu vedení VN4851 Lišmut z pozemku č. 944/8 sousedícího s pozemkem, na kterém se transformovna nachází. Bylo navrženo řešení, při kterém bude vyměněn stožár předcházející odstraňovanému za nový, který je posunut zhruba 1,5 m od oplocení a byl na něj umístěn úsekový odpínač s kabelovým svodem. Tento stožár se nachází na pozemku č. 949/4, tudíž by kabel procházel pozemkem č. 944/8, viz obrázek 8.2.

¹⁶¹ Mráz, P. *Dokumentace k projektu TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV*. Praha, 2019.



Obr. 8.2: Odstranění úseku vedení ze sousedního pozemku¹⁶²

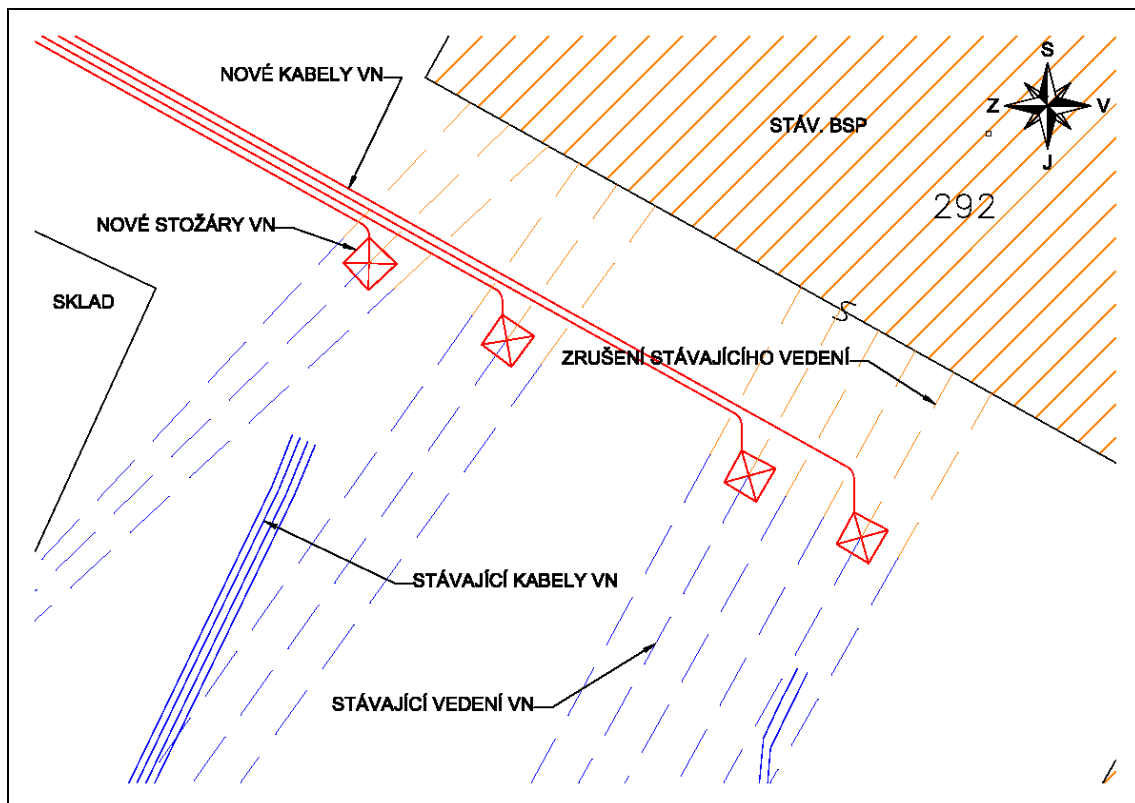
Výkresy s navrženým řešením byly zaslány všem majitelům pozemků 944/8 a 949/4 se žádostí o povolení, ani v tomto případě však nebylo jednání úspěšné, jelikož majitel pozemku 949/4 nesohlasil s posunem nového stožáru od oplocení.

8.1.3 Finální návrh

Neúspěšná jednání s majiteli dotčených sousedních pozemků představovala významnou překážku pro přijatelný návrh dispozičního uspořádání, tudíž bylo potřebné navrhnout řešení, které by se vyhnulo nutnosti mít od majitelů sousedních pozemků povolení. To znamená, že veškeré trasy vedení musely na těchto pozemcích zůstat nezměněny.

V případě jižní strany toho bylo docíleno umístěním nových příhradových stožárů s kabelovým svodem pod každé venkovní vedení, přičemž tyto stožáry byly umístěny ke stávající BSP, viz obrázek 8.3. Tím bylo docíleno toho, že trasy těchto venkovních vedení zůstaly na sousedním pozemku nezměněny a zároveň je tím umožněn lepší přístup ke skladu na stavební parcele č. 390.

¹⁶² Mráz, P. Dokumentace k projektu TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV. Praha, 2019.

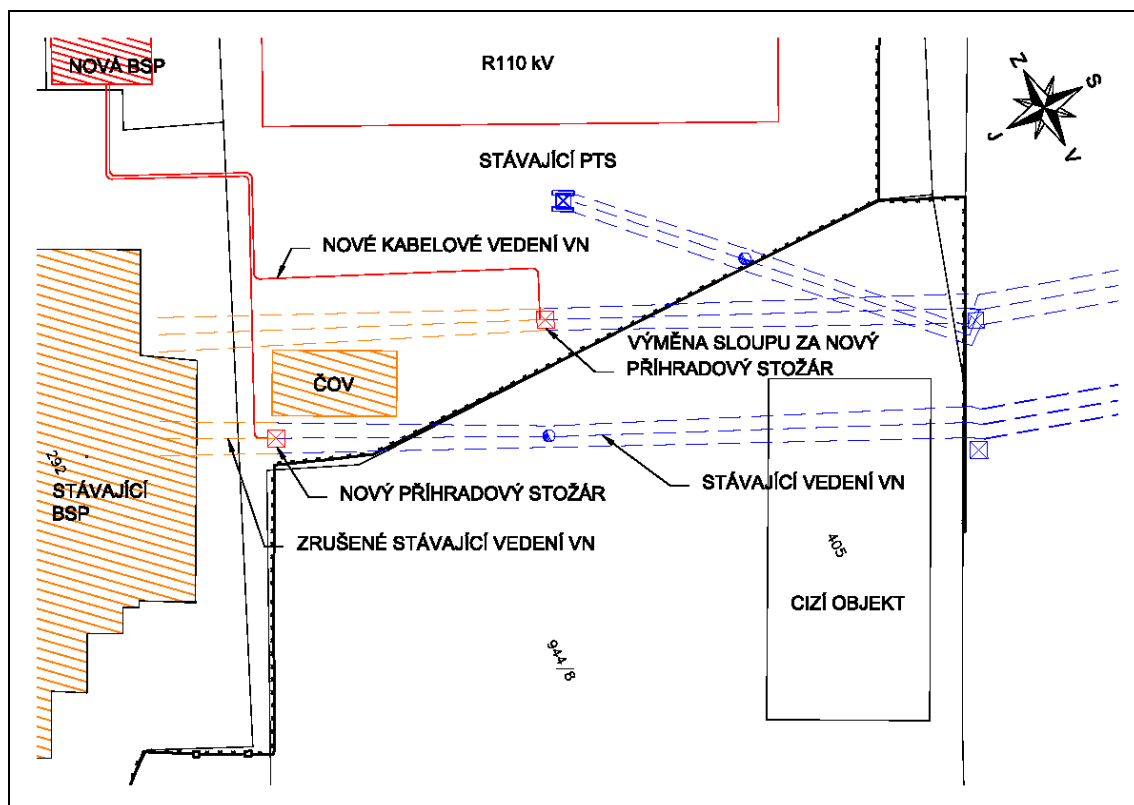


Obr. 8.3: Návrh dispozičního umístění – jižní strana¹⁶³

Aby zůstala nezměněná trasa vedení č. VN4851 Lišmut na severní straně, bylo nutné kabelový svod provést v areálu transformovny přibližně v místě, kde se nachází budova bývalé ČOV. Do tohoto místa bylo navrženo umístění nového příhradového stožáru s kabelovým svodem.

Od investora byl dán požadavek, aby oba podpěrné body s kabelovými svody na severní straně byly dimenzovány pro případná budoucí dvojvedení, tudíž byla navržena výměna stávajícího sloupu pro vedení VN4854 Tuliš za nový příhradový stožár. Celá situace je zobrazena na obr. 8.4.

¹⁶³ Mráz, P. *Dokumentace k projektu TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV*. Praha, 2019.



Obr. 8.4: Návrh dispozičního umístění – severní strana¹⁶⁴

8.1.4 Geodetické zaměření

Z důvodu, že trasy podzemních kabelových vedení nebyly před projektem známy přesně, ale pouze orientačně, bylo pro dokončení návrhu dispozičního uspořádání nutné provést geodetické zaměření, které bylo uskutečněno v listopadu 2019. Na jeho základě jsme obdrželi dispoziční výkres s vyznačenou polohou a nadmořskou výškou důležitých bodů, kterými jsou např. lomové body plotů, terénních hran, staveb, stromů, sloupů a izolátorů. Ve druhém výkresu, který jsme obdrželi, byla vyznačena poloha několika bodů stávajících podzemních vedení el. energie. Propojením zaměřených bodů v AutoCADu jsme získali stávající stav podzemních vedení, který je zobrazen na výkresech v příloze č. 2. V této příloze je na výkresu DP-00002 zobrazen stávající stav vedení na jižní straně rozvodny, kde je nejvíce dotčených venkovních i kabelových vedení vn. S pomocí získaných tras vedení již bylo možné dokončit návrh dispozičního uspořádání rozvodny.

¹⁶⁴ Mráz, P. Dokumentace k projektu TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV. Praha, 2019.

9. Dokumentace pro provádění stavby (DPS)

V této kapitole budou zpracovány stavební objekty týkající se tématu diplomové práce. Výkresy z projektové dokumentace těchto částí jsou obsaženy v přílohách č. 3–6. V přílohách č. 7 a 8 je potom uveden výpočet zatížení a zemního odporu uzemnění.

9.1 SO 01 – Demontáž nadzemního vedení 22 kV

Do stávající BSP je zaústěno celkem 6 venkovních vedení 22 kV, 4 jsou na jižní straně (VN4886 Šanov, VN4858 Lišty, VN4862 Lišroz a VN4863 Lužná) a 2 jsou na straně severní (VN4854 Tuliš a VN4851 Lišmut).

Po montáži vedení na nové stožáry, které jsou řešeny v SO 02, budou přebytečné úseky vedení demontovány. Demontováno bude také vedení odbočky k transformační stanici, které bude nahrazeno vedením novým. Celkem bude odstraněno cca 330 m stávajících lan AIFe 42/7, AIFe 70 a AIFe 95.

Součástí SO je i demontáž příhradového stožáru s transformační stanicí a demontáž dvou betonových sloupů 10,5/6 kN s ÚO. Situace je zobrazena ve výkresech v příloze č. 3.

9.2 SO 02 – Montáž nadzemního vedení 22 kV

Pod stávající venkovní vedení 22 kV zaústěné do BSP budou umístěny nové příhradové stožáry s kabelovými svody. Příhradové stožáry musejí být použity z toho důvodu, že před jejich instalací musejí být stávající vedení nejprve odpojena, a pokud se chceme vyhnout nutnosti ukotvit podpěrné body, než zatvrdnou betonové základy, musíme použít příhradové stožáry dělené nad základem. V tomto případě se nejprve nainstaluje spodní část stožáru s betonovým základem a po jeho zatvrdnutí se nainstaluje horní část stožáru, na kterou se připojí vedení.

Do trasy stávajícího venkovního vedení 22 kV k transformační stanici vn/nn bude umístěn nový betonový sloup, přičemž stávající bude odstraněn. Trafostanice bude odstraněna i s příhradovým stožárem, na kterém je umístěna a bude nahrazena novou trafostanicí na novém betonovém sloupu, který bude umístěn cca 3 m od stávajícího příhradového.

Situace je zobrazena ve výkresech v příloze č. 4.

9.2.1 Dimenzování podpěrných bodů

Dle kapitoly 4.10.4 je pro výpočet zatížení podpěrného bodu nutné určit, při jaké teplotě na něj působí zavěšené vodiče největší silou a jaká je její velikost. Příklad výpočtu dimenzování příhradového stožáru 12/30 kN pro vedení VN4886 Šanov je proveden v příloze č. 7. Rozvodna se nachází v lokalitě, pro kterou je uvažována námrazová oblast I-1 (viz tab. 4.8), větrná oblast III. (viz tab. 4.3) a kategorie terénu II. (viz tab. 4.4)

9.2.2 Výpočet uzemnění

V této kapitole bude provedena kontrola uzemnění 4 příhradových stožárů 12/30 kN s ÚO, které jsou provedeny pomocí dvou ekvipotenciálních kruhů z pásku FeZn 30×4 mm. Maximální dovolená hodnota odporu uzemnění R_E vychází z rovnice 4.49, přičemž hodnoty veličin k , U_{Tp} , I_E jsou:

- hodnota koeficientu k je dle kapitoly 4.11 pro dva ekvipotenciální kruhy rovna 5,
- hodnota dovoleného dotykového napětí U_{Tp} pro elektrické stanice vn, vnn a zvn je stanovena v příloze č. 10 normy PNE 33 0000-1 ed. 6 a je rovna 150 V,¹⁶⁵
- hodnota zemního proudu I_E je stanovena v dokumentu ČEZ Distribuce – Koncepce uzemňování a je rovna 30 A.¹⁶⁶

Pro měření rezistivity byla použita Wennerova metoda s elektrodami umístěnými v linii ve vzdálenostech po 1 m. Byla naměřena rezistivita 75,4 Ω m, po aplikaci korekčního činitele podle obr. 4.10 byla získána hodnota 98,02 Ω m. Výpočet je proveden v příloze č. 8.

Zbylé podpěrné body nejsou vybaveny z prostorových důvodů ekvipotenciálními kruhy a jsou připojeny na hlavní uzemňovací síť, jejíž zemní odpor je počítán v rámci PS 13, který není do této diplomové práce zařazen.

9.3 SO 03 – Demontáž podzemního vedení 22 kV

Do stávající BSP je zaústěno 8 podzemních vedení 22 kV (VN4850 Liko, VN4853 Lives, VN4856 Jezder, VN4855 Silo, VN4860 Lišbrant, VN4859 Lišlát, VN4852 Šamotka a VN4861 Rakovník). Kromě toho se zde nachází nevyužitý kabelový svod z podpěrného bodu venkovního vedení VN4886 Šanov. Mezi BSP a stávajícím domkem HDO vedou dva trojfázové

¹⁶⁵ PNE 33 0000-1. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2017. Str. 67.

¹⁶⁶ Orel, M. Koncepce uzemňování. In: *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021 [cit. 2021-05-10]. Str. 20.

kabely s papírovou izolací. Do rozvodny 22 kV v BSP také vedou kabely 22 kV z transformátorů 110/22 kV, které jsou ale řešeny v rámci SO 350.

Po naspojkování nových kabelů na stávající, které je řešeno v SO 04, bude zbylá část zakončená ve stávající BSP odstraněna. Nevyužitý kabelový svod bude odstraněn z pozemku transformovny až po oplocení, kde bude zanechán. Kabely mezi BSP a HDO budou odstraněny a po dobu rekonstrukce budou nahrazeny provizorní přeložkou, která je řešena v SO 04. Celkem bude demontováno cca 825 m stávajících kabelů AXEKCEY 240 a 200 m stávajícího trojfázového kabelu s papírovou izolací pro HDO.

Situace je zobrazena ve výkresech v příloze č. 5.

9.4 SO 04 – Montáž podzemního vedení 22 kV

Osm kabelových vedení 22 kV do stávající BSP bude naspojkováno a zaústěno do rozvodny 22 kV v nové BSP. Než bude zprovozněno nové HDO v nové BSP, povede do stávajícího domku HDO provizorní přeložka 22 kV ze stávající BSP. Celkem bude namontováno cca 2500 m nových kabelů 22-AXEKVCER 1×240/25 pro vedení 22 kV a 990 m kabelů 22-AXEKVCER 1×120/16 pro HDO.

Situace je zobrazena ve výkresech v příloze č. 6.

10. Ekonomické posouzení projektu výstavby distribučního vedení

10.1 Analýza nákladů a přínosů

Pro posouzení přínosů projektu je důležitá analýza nákladů a přínosů, která investorovi např. sdělí, zda má smysl do projektu vůbec investovat, případně jaká jsou rizika, když by se projekt nerealizoval.

Analýza nákladů a přínosů musí být srozumitelná, transparentní (tj. se zdroji důkazů), ověřitelná (tj. s uvedenými metodami pro výpočet) a důvěryhodná (tj. s uznávanými postupy). Standardně se dělí na sedm kroků:

1. popis kontextu,
2. definice cílů,
3. identifikace projektu,
4. technická proveditelnost a ekologická udržitelnost,
5. finanční analýza,
6. ekonomická analýza,
7. hodnocení rizik.¹⁶⁷

10.1.1 Popis kontextu

V tomto kroku je nutné uvést sociálně-ekonomický, institucionální a politický kontext. Cílem tohoto kroku je ověřit vhodnost realizace projektu v dané lokalitě. Projekt musí být optimálně začleněn do stávající infrastruktury. Z toho důvodu je potřebné popsat následující hlediska:

- sociálně-ekonomické podmínky země/oblasti, např. očekávaný růst HDP nebo vývoj nezaměstnanosti,
- institucionální a politické hledisko, např. stávající hospodářská politika regionu nebo kapacita institucí zúčastněných během realizace projektu,
- vybavenost stávající infrastruktury a kvalita poskytovaných služeb,
- další hlediska, jako jsou např. problémy ochrany životního prostředí,
- postoj obyvatel ke službám, které vzniknou realizací projektu.¹⁶⁸

¹⁶⁷ Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 7, 18.

¹⁶⁸ Pozn. 167, str. 20.

10.1.2 Definice cílů

Na základě kontextu z předchozího bodu je nutné identifikovat potřeby regionu, které by se realizací projektu vyřešily. Správná definice cílů musí:

- identifikovat vliv projektu, např. vliv na zlepšení úrovně blahobytu v regionu,
- ověřit význam projektu, např. zda přispěje k rozvoji v určitém odvětví.

Častou chybou tohoto kroku analýzy je, že jsou cíle zaměňovány za výstupy projektu. Např. zlepšení dostupnosti elektrické energie v určité oblasti je cíl, ale modernizace stávající sítě je prostředek k dosažení tohoto cíle.¹⁶⁹

10.1.3 Identifikace projektu

Projekt je dle článku 100 nařízení (EU) č. 1303/2013 definován jako „řada prací, činností nebo služeb, které jsou samy o sobě určeny ke splnění nedělitelného úkolu přesné hospodářské nebo technické povahy s jasně určenými cíli.“ Součástí vymezení rozsahu projektu je nutnost identifikovat fyzické prvky a činnosti, které budou projektem realizovány. Dále se určuje, kdo bude daný projekt implementovat a také kdo bude mít z tohoto projektu prospěch.

Pro definici prvků a činností, které tvoří projekt, je nutné popsat, o jakou stavbu se jedná a jestli jde o stavbu novou, rekonstrukci či modernizaci, jaké služby bude daná stavba poskytovat a v jaké oblasti se nachází.

Realizátor projektu musí mít odborně znalé zaměstnance, případně je musí být schopen na místním trhu práce najít. V případě, že projekt vyžaduje během realizace vynaložení značného množství finančních prostředků, musí být realizátor schopen je zajistit.

Území ovlivněné projektem se označuje jako území dopadu. Při identifikaci projektu je třeba určit, jak velkou oblast a jaké subjekty daný projekt ovlivňuje. Subjekty, které z něho mají přímý prospěch, se nazývají koneční příjemci. Všechny tyto zúčastněné strany je nutné při analýze nákladů a přínosů zohlednit.¹⁷⁰

¹⁶⁹ Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 21–22.

¹⁷⁰ Pozn. 169, str. 22–24.

10.1.4 Technická proveditelnost a ekologická udržitelnost

V rámci analýzy nákladů a přínosů je nutné uvést informace o analýze poptávky, analýze možností, otázkách životního prostředí a technickém řešení s odhadem nákladů a harmonogramem realizace.

Analýza poptávky sestává ze současné a budoucí poptávky. Obě dvě jsou potřebné pro určení vývoje poptávky. Pro předpověď slouží různé metody, jako jsou např. vícenásobné regresní modely, extrapolace vývoje a pohovory s odborníky.

Analýza strategických možností pomůže určit, kterou variantu projektu vybrat pro realizaci. Příkladem je rozhodnutí, zda modernizovat staré zařízení či postavit nové. V případě, že mají všechny varianty stejný cíl, je možné vybrat řešení s nejnižší cenou.

Pokud jsou stanoveny některé požadavky na ochranu životního prostředí, musí být tyto požadavky zohledněny při výběru technického řešení. V případě nutnosti musí být pro projekt zhotovena EIA s cílem určit vlivy projektu na životní prostředí.

Technické řešení projektu musí obsahovat následující části:

- umístění – popis umístění včetně mapy,
- technické provedení – popis prací, technologií, norem a specifikací,
- produkční plán – popis kapacity infrastruktury,
- odhad nákladů – určení nákladů je předpokladem pro finanční analýzu,
- načasování realizace – vypracování harmonogramu realizace.¹⁷¹

10.1.5 Finanční analýza

Cílem finanční analýzy je:

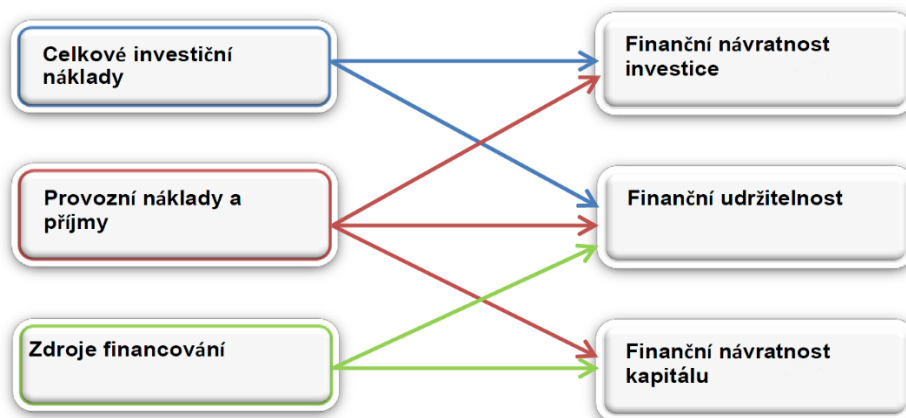
- posoudit konsolidovanou ziskovost projektu,
- posoudit ziskovost pro zúčastněné strany,
- ověřit finanční udržitelnost projektu,
- rámcově popsat peněžní toky.

¹⁷¹ Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 29–31.

Finanční analýza se provádí s pomocí metody diskontovaných peněžních toků (DCF – z angl. Discounted Cash Flow). V analýze se předpokládá s těmito pravidly:

- jsou v ní zohledněny pouze peněžní příjmy a výdaje,
- provádí se z hlediska majitele infrastruktury – v případě, že majitel a provozovatel jsou dvě různé osoby, provádí se konsolidovaná finanční analýza, která odstraní peněžní toky mezi vlastníkem a provozovatelem,
- je zvolena vhodná finanční diskontní sazba (FDR – z angl. Financial Discount Rate), která slouží k výpočtu současné hodnoty budoucích peněžních toků,
- měla by zahrnovat období odpovídající ekonomické životnosti projektu,
- měla by se provádět se stálými cenami, které byly stanovené v základním roce,
- v případě, že realizátor projektu je schopen získat DPH zpět, provádí se analýza v cenách bez DPH,
- daně z kapitálu, příjmů apod. (tj. přímé daně) se používají pouze při ověření finanční udržitelnosti. Při výpočtech finanční ziskovosti se nezohledňují.

Obr. 10.1 udává strukturu finanční analýzy. Je z něj patrné, které zdroje se podílejí na výpočtu finanční návratnosti investice, finanční udržitelnosti a finanční návratnosti kapitálu.



Obr. 10.1: Struktura finanční analýzy¹⁷²

¹⁷² Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 34.

Investiční náklady se dělí na:

- počáteční investice, které zahrnují kapitálové náklady všech dlouhodobých aktiv (např. pozemky, budovy, stroje) a krátkodobá aktiva (např. plánování, řízení projektu),
- náklady na výměnu, které zahrnují např. výměnu zařízení nebo vybavení během referenčního období.

Zbytkový potenciál dlouhodobých aktiv, jejichž životnost nebyla na konci počítaného období vyčerpána, se ve finanční analýze objevuje jako zůstatková hodnota. V případě, že ekonomická životnost a období zvolené pro analýzu jsou shodné, je zůstatková hodnota rovná nule.

Provozní náklady, které se dělí na fixní a variabilní, jsou náklady na provoz a údržbu. Patří sem náklady na:

- mzdy zaměstnanců,
- materiály pro údržbu a opravy,
- suroviny, paliva, energie,
- služby od třetích stran,
- pronájem prostor nebo strojů,
- řízení a správu,
- pojištění,
- kontrolu jakosti,
- likvidaci odpadů,
- poplatky za emise.

Příjmy jsou dle článku 61 nařízení (EU) č. 1303/2013 definovány jako „*přítoky peněžních prostředků přímo od uživatelů zboží nebo služeb, které jsou poskytovány v rámci operace, například poplatky hrazené přímo uživateli za využívání infrastruktury, prodej nebo pronájem pozemků či budov nebo platby za služby.*“

Zdroje financování mohou být:

- finanční pomoc EU,
- vnitrostátní příspěvek z veřejných zdrojů,
- případný příspěvek předkladatele projektu,
- případný příspěvek soukromého sektoru.¹⁷³

¹⁷³ Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 32–38.

Stručný přehled prvků podílejících se na výpočtu finanční analýzy vychází z obr. 10.1 a je znázorněn v tab. 10.1.

Tab. 10.1: Prvky finanční analýzy¹⁷⁴

	FNPV(C)	UDRŽITELNOST	FNPV(K)
Investiční náklady			
Počáteční a technické náklady	-	-	
Pozemky	-	-	
Budovy	-	-	
Vybavení	-	-	
Stroje	-	-	
Náklady na výměnu	-	-	_*
Zůstatková hodnota	+		+
Provozní náklady			
Zaměstnanci	-	-	-
Energie	-	-	-
Obecné výdaje	-	-	-
Zprostředkovatelské služby	-	-	-
Suroviny	-	-	-
Jiné výdaje			
Splátky úvěrů		-	-
Úroky		-	-
Daně		-	
Příjmy			
Výnosy	+	+	+
Provozní dotace		+	
Zdroje financování			
Příspěvek EU		+	
Příspěvek z veřejných rozpočtů		+	_**
Soukromý kapitál		+	-
Soukromý úvěr		+	

* Pouze v případě, že jsou samofinancovány z výnosů projektu. Jinak pokud jsou k jejich udržení zapotřebí nové zdroje financování (buď vlastní, nebo dluh), tyto zdroje musí být uvedeny v rámci výdajů v okamžiku, kdy byly vyplaceny.

** Provozní dotace se nezaúčtují s cílem zabránit dvojímu započtení v provozních nákladech v rámci výdajů.

Finanční ziskovost projektu se posuzuje podle těchto parametrů:

- finanční čistá současná hodnota investice – FNPV(C),
- finanční míra návratnosti investice – FRR(C),
- finanční čistá současná hodnota kapitálu – FNPV(K),
- finanční míra návratnosti kapitálu – FRR(K).

¹⁷⁴ Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 34.

FNPV(C) jsou diskontované očekávané investiční a provozní náklady bez diskontovaných očekávaných příjmů, vyjádřeno rovnicí:

$$FNPV(C) = \sum_{t=0}^n a_t \cdot S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n} \quad (10.1)$$

kde:

S_t je bilance peněžního toku v čase t ,

t je zvolený finanční diskontní faktor pro diskontování v čase t ,

i je finanční diskontní sazba.

FRR(C) je taková diskontní sazba i , při které je FNPV(C) rovna 0, vyjádřeno rovnicí:

$$0 = \sum \frac{S_t}{(1 + FRR)^t} \quad (10.2)$$

FRR(C) slouží pro srovnání investice s jinými projekty a přispívá k rozhodnutí, zda projekt vyžaduje finanční podporu. V případě, že je FRR(C) nižší než diskontní sazba, je vyžadována finanční pomoc.

FNPV(K) je součet čistých diskontovaných peněžních toků příjemců projektu. Tomu odpovídá hodnota FRR(K), která v procentech udává návratnost z těchto toků.

Za finančně udržitelný se považuje takový projekt, u něhož se očekává, že riziko vyčerpání hotovosti je nulové. V případě očekávaných záporných peněžních toků je nutné je pokrýt tak, aby byly pozitivní.¹⁷⁵

10.1.6 Ekonomická analýza

Ekonomická analýza slouží k určení vlivu projektu na úroveň blahobytu a získáme ji z finální analýzy pomocí těchto postupů:

- fiskální korekce,
- konverze z tržních cen na stínové ceny,
- vyhodnocení netržních dopadů a korekce o externality.

¹⁷⁵ Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 39–42.

Fiskální korekce

Daně a dotace nepředstavují reálné náklady ani přínosy, protože představují pouze převedení kontroly nad některými zdroji. K napravení této skutečnosti slouží tato pravidla:

- ceny za vstupy a výstupy se uplatní bez DPH,
- ceny vstupů se uplatní po odečtu přímých a nepřímých daní,
- ceny používané jako zástupné hodnoty za hodnotu výstupů se uplatní po odečtení dotací a jiných transferů.

Konverze z tržních cen na stínové ceny

V případě, že tržní ceny neodrážejí náklady obětované příležitosti¹⁷⁶ vstupů a výstupů, převádějí se na stínové ceny¹⁷⁷. Po převedení se uplatní na položky finanční analýzy.

Vyhodnocení netržních dopadů a korekce o externality

V případě použití nového vylepšeného zboží nebo služby, které nemají známou tržní hodnotu, se jejich přínos v ekonomické analýze uvede jako přímý přínos. Příkladem těchto netržních dopadů je úspora doby cestování nebo zlepšení kvality života. V případě, že tyto dopady bez náhrady poskytují prospěch třetí osobě, označují se jako externality. Jejich oceňování může být obtížné, některé dostupné studie však mohou poskytnout referenční hodnoty.

Po těchto krocích je nutné diskontovat náklady a přínosy vzniklé v různých časových obdobích. Diskontní sazba v této analýze se nazývá sociální diskontní sazba (SDR – z angl. Social Discount Rate). Na základě SDR lze vypočítat ekonomickou výkonnost projektu pomocí:

- ekonomické čisté současné hodnoty (ENPV) – rozdíl mezi diskontovanými celkovými sociálními přínosy a náklady,
- ekonomickou mírou návratnosti (ERR) – míra, při které je ENPV rovna 0,
- poměr mezi diskontovanými ekonomickými přínosy a náklady (P/N).

Projekt s $ERR < SDR$ nebo s $ENPV < 0$ je třeba zamítnout, protože nepřináší sociální přínosy.¹⁷⁸

¹⁷⁶ Náklady obětované příležitosti = potenciální zisk z nejlepší nerealizované alternativy projektu.

¹⁷⁷ Stínové ceny odrážejí sociální náklady obětované příležitosti zboží a služeb, nikoliv tržní ceny.

¹⁷⁸ Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 45–56.

10.1.7 Hodnocení rizik

Cílem je posoudit rizika investice do projektu těmito způsoby:

- citlivostní analýza,
- kvalitativní analýza rizik,
- pravděpodobnostní analýza rizik,
- prevence a zmírnění rizik.

Citlivostní analýza

Citlivostní analýza umožňuje odhalit tzv. kritické proměnné, které mají největší pozitivní nebo negativní dopad na výkonnost projektu. Změna proměnných se projeví na hodnotě čisté současné hodnoty NPV. Za kritickou proměnnou se považují v případě, že při jejich změně o $\pm 1\%$ dojde ke změně NPV o $> 1\%$. Kontrolované proměnné by měly být na sobě nezávislé, aby nedocházelo k dvojímu započtení, proto by se před analýzou měly izolovat všechny nezávislé proměnné a měly by se odstranit vzájemné závislosti.

Citlivostní analýza také umožňuje přechodové hodnoty proměnných, což jsou takové hodnoty, které způsobí, že hodnota NPV je nulová, což znamená, že se projekt dostane pod minimální úroveň přijatelnosti. Tyto hodnoty umožní posoudit riziko a umožní nám přijmout opatření proti tomuto riziku.

Vliv kombinace hodnot kritických proměnných se studuje v rámci analýzy scénářů. Tím lze získat různé realistické scénáře vývoje NPV. V případě, že i při negativním scénáři zůstane hodnota ENPV kladná, lze považovat riziko projektu za nízké.

Kvalitativní analýza rizik

Skládá se z těchto částí:

- seznam nežádoucích událostí, kterým je projekt vystaven,
- matice rizik pro každou nežádoucí událost, ve kterých jsou uvedeny:
 - o možné příčiny vzniku,
 - o případné souvislosti s analýzou citlivosti,
 - o negativní dopady vzniklé v rámci projektu,
 - o míry pravděpodobnosti výskytu a závažnosti dopadu,
 - o míra rizika.
- výklad matice rizika,
- popis opatření ke zmírnění rizik a popis preventivních opatření pro hlavní rizika.

Pravděpodobnostní analýza rizik

Spočívá v tom, že se každé kritické proměnné z analýzy citlivosti přiřadí přesné rozmezí hodnot pravděpodobnosti vzniku na základě vhodného zdroje, jako jsou experimentální data, zkušenosti s podobnými případy nebo názor odborníků. S rozdělením pravděpodobnosti pro kritické proměnné je možné vypočítat rozdělení pravděpodobnosti FRR nebo NPV projektu.

Prevence a zmírnění rizik

Přestože se doporučuje neutrální postoj k rizikům, někdy může být hodnotitel rizika ochoten riskovat více (tzv. nízká averze k riziku) nebo méně (tzv. vysoká averze k riziku). Svoji volbu však musí být schopen zdůvodnit.

Identifikace strategií pro snížení rizik, včetně přenesení rizika na zúčastněné strany nebo odborné instituce, jako jsou pojišťovny, se nazývá řízení rizik.¹⁷⁹

10.2 Ekonomické posouzení projektu TR Lišany

Vzhledem k tomu, že se v případě projektu představeného v kapitole 8 jedná o rekonstrukci transformovny, včetně zaústění distribučního vedení do nové BSP, nelze v tomto případě uvažovat o přímých ekonomických přínosech. Přínos této rekonstrukce je nicméně zřejmý v tom, že může zamezit poruchám starých zařízení, které by mohly způsobit až několikamilionové škody z důvodu nutnosti oprav a nedodržení závazku vůči odběratelům elektrické energie. Náklady na realizaci stavebních objektů z kapitoly 8 jsou uvedeny v příloze č. 9.

¹⁷⁹ Sartori, D. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. In: *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-05-14]. Str. 58–64.

11. Závěr

Tato práce shrnula nejdůležitější informace potřebné pro tvorbu projektové dokumentace pro výstavbu elektrotechnických zařízení, jako je distribuční vedení. Nejprve v ní byly představeny zákony, vyhlášky a technické normy, které ovlivňují elektroenergetiku v České republice a rozdělení subjektů činných v elektroenergetice. Také zde byla uvedena práva a povinnosti autorizovaných osob, které mohou vytvářet projektovou dokumentaci.

Další kapitola se zabývala popisem prvků, ze kterých se distribuční vedení vn skládá. Těmito prvky jsou např. vodiče, podpěrné body, izolátory a uzemnění. Správně zvolené prvky zajistí jak bezpečnost osob, tak i majetku.

Ve třetí kapitole teoretické části byly představeny vzorce potřebné pro výpočet dimenzování podpěrných bodů distribučního vedení vn. Díky těmto výpočtům je zajištěno, že jsou podpěrné body dostatečně odolné vůči klimatickým vlivům, jako je teplota, námraza a vítr. Součástí této kapitoly byl i výpočet zemního odporu uzemnění, jehož správný návrh je důležitý pro spolehlivost elektrických zařízení i bezpečnost v jejich blízkosti.

V dalších dvou kapitolách byly představeny postupy, které je nutné podstoupit s příslušným stavebním úřadem, aby mohla být výstavba nového zařízení povolena. Součástí těchto postupů jsou i různé úrovně projektové dokumentace.

Praktická část se zabývá projektem rekonstrukce transformovny v Lišanech u Rakovníka ve vlastnictví ČEZ Distribuce, a. s. Tato starší transformovna je ve špatném elektromechanickém stavu a velká část zařízení je na hranici jejich životnosti. V této práci je z důvodu vybraného tématu zobrazeno řešení zaústění venkovních a kabelových vedení vn ze stávající budovy společných provozů do nové. Součástí řešení jsou i situační výkresy a výpočty zatížení pro dimenzování podpěrných bodů a výpočty uzemnění. V závěru je shrnuta ekonomická náročnost částí řešených v této diplomové práci.

V celé práci byla využita řada odborných zdrojů včetně technických norem a zákonů a byly podrobně zpracovány všechny body zadání. Přínosem celé práce je především rozšíření povědomí o důležitých legislativních dokumentech a procesech, které je třeba následovat během vypracování projektové dokumentace. Přínosem praktické části práce jsou především výkresy, které byly využity ve skutečné dokumentaci pro vydání společného povolení i v dokumentaci pro provádění stavby. Na základě výpočtů provedených v této práci byly v projektu navrženy konkrétní podpěrné body a uzemnění.

Seznam použité literatury

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2006, ročník 2006, částka 163, číslo 499. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499>
- [2] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 1997, ročník 1997, částka 6, číslo 22. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-22>
- [3] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: *Sbírka zákonů*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2006, ročník 2006, částka 63, číslo 183. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- [4] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 1992, ročník 1992, částka 73, číslo 360. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-360>
- [5] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). In: *Sbírka zákonů*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2000, ročník 2000, částka 131, číslo 458. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [6] ČIHÁK, Kamil. Betonové sloupy pro elektrická venkovní vedení do 45 kV. *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021, 17. 10. 2016 [cit. 2021-4-22]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/edee/content/dis-standard/katalogove-listy/a2-vedeni-vn/a-venkovni-vedeni-vn/a-stozary-a-sloupy-vn/b-betonove-sloupy-vn/A201.002F_Betonove_sloupy_vn_nn.pdf
- [7] ČIHÁK, Kamil. Koncepce venkovních sítí vn. *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021, 13.11.2017 [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/edee/content/dis-standard/metodiky-a-dalsi-dokumentace/Metodiky/CEZd_ME_0100r00z1.pdf
- [8] ČIHÁK, Kamil. Stožáry ocelové příhradové svařované pro elektrická venkovní vedení do 45 kV. *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021,

1. 2. 2018 [cit. 2021-4-22]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/edee/content/dis-standard/katalogove-listy/a2-vedeni-vn/a-venkovni-vedeni-vn/a-stozary-a-sloupy-vn/a-prihradove-stozary-vn/A201.001H_Prihradove_stozary_vn_SEG.pdf
- [9] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. 2. vydání. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2020, 124 s.
- [10] ČSN EN 50341-1. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV - Část 1: Obecné požadavky - Společné specifikace*. 2. vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 230 s.
- [11] ČSN EN 50341-2-19. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV - Část 2-19: Národní normativní aspekty (NNA) pro Českou republiku (založené na EN 50341-1:2012)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017, 72 s.
- [12] Diplomová práce obsah: formát: normy pro výkresovou dokumentaci. *DocPlayer.cz* [online]. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, Katedra urbanismu a územního plánování [cit. 2021-4-23]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/33400783-Diplomova-prace-obsah-format-normy-pro-vykresovou-dokumentaci.html>
- [13] Distributoři elektřiny. *Kurzy.cz* [online]. Praha: Kurzy.cz, c2000-2021 [cit. 2021-4-4]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/elektrina/distributori>
- [14] EG.D – kdo jsme. *EG.D* [online]. Brno: E.ON Česká republika, c2020 [cit. 2021-4-4]. Dostupné z: <https://www.egd.cz/o-spolecnosti>
- [15] ERÚ: O úřadu. *Energetický regulační úřad* [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, c2014-2021 [cit. 2021-1-5]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/o-uradu>
- [16] EVROPSKÁ UNIE. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1303/2013, o společných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti, Evropském zemědělském fondu pro rozvoj venkova a Evropském námořním a rybářském fondu, o obecných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti a Evropském námořním a rybářském fondu a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 1083/2006. In: *Úřední věstník Evropské unie*. Brusel: Evropský parlament, 2013, ročník 2013, číslo 1303. ISSN 1977-0677. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=celex%3A32013R1303>
- [17] HEŘMAN, Josef a kol. *Příručka silnoproudé elektrotechniky*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.

- [18] Katastr nemovitostí. *ČÚZK - Úvod* [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, c2021 [cit. 2021-3-19]. Dostupné z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- [19] Kodex přenosové soustavy: Část I. Základní podmínky pro užívání přenosové soustavy. ČEPS, a.s. [online]. Praha: ČEPS, 2020 [cit. 2021-1-5]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/kodex-ps>
- [20] KOREL, Jan. *Projektování a měření přídatného uzemnění vedení VVN a ZVN*. Praha, 2020. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická.
- [21] KOSNAR, Kamil. Koncepce elektrických stanic VVN/VN, VN/VN a VN - Příloha č. 10: Seznam stavebních objektů (SO) a provozních souborů (PS) pro členění ZN, projektové dokumentace a rozpočtu pro el. stanice vvn/vn, vn/vn a vn v ČEZd. *Standardy | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021, 13. 11. 2017 [cit. 2021-4-23]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/standardy/standardy-katalog.html?PARENTID_IN_FK=5568
- [22] KRÁLOVÁ, Magda. *Námraza*. *Eduportál Techmania* [online]. Plzeň: Techmania Science Center [cit. 2021-4-13]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/meteorologie/atmosfericke-jevy/namraza>
- [23] *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, c2021 [cit. 2021-3-25]. Dostupné z: www.mapy.cz
- [24] MATIÁŠEK, Pavel. Samonosné dielektrické optické kabely (SDOK). *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021, 25.11.2019 [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/edee/content/dis-standard/katalogove-listy/O-OPTICKA-INFRASTRUKTURA/A-LANA-KZL-A-SDOK/B-KABELY-SDOK-VN/O1120.002A_SDOK.pdf
- [25] MRÁZ, Petr et al. *Dokumentace k projektu TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV*. Praha, 2019.
- [26] NOVÁK, Ondřej. Dřevěné sloupy vn, nn. *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021, 14. 2. 2018 [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/edee/content/dis-standard/katalogove-listy/a2-vedeni-vn/a-venkovni-vedeni-vn/a-stozary-a-sloupy-vn/c-drevene-sloupy-vn/A201.003F_Drevene_sloupy_vn_nn.pdf
- [27] O nás: Agentura. *Česká agentura pro standardizaci* [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví, c2021 [cit. 2021-5-18]. Dostupné z: <https://www.agentura-cas.cz/o-nas/agentura/>

- [28] OREL, Miroslav. Koncepce uzemňování. *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2021, 15.04.2021 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/standardy/standardy-katalog.html?PARENTID_IN_FK=5568
- [29] ORSÁGOVÁ, Jaroslava. *Elektrické stanice a vedení*. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně, 2013, 145 s.
- [30] ORSÁGOVÁ, Jaroslava. *Rozvodná zařízení* [online]. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně, 151 s. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16989703-Rozvodna-zarizeni-autor-textu-ing-jaroslava-orsagova.html>
- [31] PNE 33 0000-1. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě*. 6. vydání. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2017, 67 s.
- [32] PNE 33 0000-4. *Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektřiny*. 4. vydání. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2018, 33 s.
- [33] PNE 33 3300. *Navrhování a stavba venkovních vedení nad AC 45 kV*. 2. vydání. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019, 243 s.
- [34] PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. 4. opravené vydání. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2019, 79 s.
- [35] PNE 34 7509. *Holé vodiče pro venkovní vedení ze soustředně slaněných kruhových drátů*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2007, 30 s.
- [36] PNE 34 7509 Z1. *Holé vodiče pro venkovní vedení ze soustředně slaněných kruhových drátů: Změna I*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2009, 4 s.
- [37] PNE 34 8210. *Dřevěné sloupy a dřevěné sloupy na patkách pro elektrická venkovní vedení do 45 kV*. 2. vydání. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2004, 17 s.
- [38] PNE 34 8220. *Odstředované betonové sloupy pro elektrická venkovní vedení do 45 kV*. 3. vydání. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2015, 10 s.
- [39] PNE 34 8240. *Příhradové stožáry pro elektrická venkovní vedení do 45 kV*. 3. vydání. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2015, 25 s.

- [40] PNE 34 8250. *Ocelové plechové sloupy pro elektrická venkovní vedení do 45 kV*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2015, 18 s.
- [41] Pravidla provozování distribučních soustav. *ČEZ Distribuce, a. s.* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, 2016 [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/2016/ppds_2016.pdf
- [42] SARTORI, Davide et al. Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů. *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2014 [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://www.opd.cz/slozka/metodicke-dokumenty>
- [43] ŠIMKA, Pavel. *Návrh distribučního vedení vn v úseku Dražice – Mladá Boleslav*. Praha, 2020. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická.
- [44] TARJAN, Michal. Vodiče izolované a jejich armatury: Vodič izolovaný vn. *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021, 6.11.2017 [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/edee/content/dis-standard/katalogove-listy/a2-vedeni-vn/b-izolovana-vedeni-vn/d-izolovane-vodice-vn-a-jejich-armatury-vn/a-izolovane-vodice-vn/A207.001E_Izolovane-vodice-vn-BSZV.pdf
- [45] TARJAN, Michal. Závěsné kabely a jejich armatury: Závěsný kabel vn AXEKVCEz s hořlým ocelovým lanem. *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021, 6.11.2017 [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/edee/content/dis-standard/katalogove-listy/a2-vedeni-vn/c-zavesne-kabely-vn/d-zavesne-kabely-a-jejich-armatury-vn/a-zavesne-kabely-vn/A208.001D_Kabely-AXE-KVCEz.pdf
- [46] Třídy norem ČSN. *Technické normy* [online]. Plzeň: Volejník, c2000-2008 [cit. 2021-1-4]. Dostupné z: <https://www.technickenormy.cz/tridy-norem-csn/>
- [47] Vodiče a ocelová zemnicí lana pro vedení vn. *Standardy - katalog | ČEZ Distribuce* [online]. Děčín: ČEZ Distribuce, c2021, 2015 [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: https://www.standardy.cezdistribuce.cz/edee/content/dis-standard/katalogove-listy/a2-vedeni-vn/a-venkovni-vedeni-vn/e-vodice-ALST-a-zemnici-lana.lana-a-jejich-armatury/vodice1_a_ZL_-vn.pdf

Seznam příloh

Příloha 1: Rozsah a obsah projektové dokumentace pro provádění stavby

Příloha 2: Stávající stav TR Lišany

Příloha 3: Výkresy SO 01

Příloha 4: Výkresy SO 02

Příloha 5: Výkresy SO 03

Příloha 6: Výkresy SO 04

Příloha 7: Příklad výpočtu zatížení

Příloha 8: Výpočet zemního odporu uzemnění

Přílohy 9: Náklady na SO 01–04

Příloha 1: Rozsah a obsah projektové dokumentace pro provádění stavby

Viz příloha č. 13 k vyhlášce č. 499/2006 Sb.

Dokumentace obsahuje následující části:

A Průvodní zpráva

B Souhrnná technická zpráva

C Situační výkresy

D Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

K dokumentaci se přikládá dokladová část.

Společné zásady:

Projektová dokumentace pro provádění stavby se zpracovává samostatně pro jednotlivé pozemní a inženýrské objekty a pro technologická zařízení.

Vychází se ze schválené projektové dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení, u staveb technické infrastruktury nevyžadující stavební povolení ani ohlášení se vychází z dokumentace pro vydání územního rozhodnutí nebo územního souhlasu.

Projektová dokumentace se zpracovává v podrobnostech umožňujících vypracovat soupis stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr.

Projektová dokumentace obsahuje též technické charakteristiky, popisy a podmínky provádění stavebních prací.

Výkresy podrobností (detailů) zobrazují pro dodavatele závazné, nebo tvarově složité konstrukce (prvky), na které klade projektant zvláštní požadavky a které je nutné při provádění stavby respektovat.

Součástí projektové dokumentace pro provádění stavby není dokumentace pro pomocné práce a konstrukce, výrobně technická dokumentace, dokumentace výrobků dodaných na stavbu, výkresy prefabrikátů a montážní dokumentace. Pokud je nutno zpracovat některou z těchto dokumentací, jde vždy o součást dodavatelské dokumentace.

A Průvodní zpráva

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

a) název stavby,

b) místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků),

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

a) jméno, příjmení a místo trvalého pobytu (fyzická osoba) nebo

b) jméno, příjmení, obchodní firma, identifikační číslo osoby, místo podnikání (fyzická osoba podnikající, pokud záměr souvisí s její podnikatelskou činností) nebo

c) obchodní firma nebo název, identifikační číslo osoby, adresa sídla (právnícká osoba).

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

a) jméno, příjmení, obchodní firma, identifikační číslo osoby, místo podnikání (fyzická osoba podnikající) nebo obchodní firma nebo název (právnícká osoba), identifikační číslo osoby, adresa sídla,

b) jméno a příjmení hlavního projektanta včetně čísla, pod kterým je zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jeho autorizace,

c) jména a příjmení projektantů jednotlivých částí projektové dokumentace včetně čísla, pod kterým jsou zapsáni v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jejich autorizace.

A.2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

A.3 Seznam vstupních podkladů

a) základní informace o rozhodnutích nebo opatřeních, na jejichž základě byla stavba povolena - označení stavebního úřadu, jméno autorizovaného inspektora, datum vyhotovení a číslo jednací rozhodnutí nebo opatření,

b) základní informace o dokumentaci nebo projektové dokumentaci, na jejímž základě byla zpracována projektová dokumentace pro provádění stavby,

c) další podklady.

B Souhrnná technická zpráva

Príslušné body budou převzaty z projektové dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení, u staveb technické infrastruktury nevyžadující stavební povolení ani ohlášení budou převzaty z dokumentace pro vydání územního rozhodnutí nebo územního souhlasu, s provedením případných revizí a doplnění tak, aby z nich vyplývaly:

- a) požadavky na zpracování dodavatelské dokumentace stavby,
- b) požadavky na zpracování plánu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi,
- c) podmínky realizace prací, budou-li prováděny v ochranných nebo bezpečnostních pásmech jiných staveb,
- d) zvláštní podmínky a požadavky na organizaci staveniště a provádění prací na něm, vyplývající zejména z druhu stavebních prací, vlastností staveniště nebo požadavků stavebníka na provádění stavby apod.,
- e) ochrana životního prostředí při výstavbě.

B.1 Popis území stavby

- a) charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné území a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území,
- b) údaje o souladu u s územním rozhodnutím nebo regulačním plánem nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem,
- c) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby,
- d) informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území,
- e) informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů,
- f) výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů - geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.,
- g) ochrana území podle jiných právních předpisů¹,
- h) poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.,

¹ Například zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

- i)** vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území,
- j)** požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin,
- k)** požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa,
- l)** územně technické podmínky - zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě,
- m)** věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice.
- n)** seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí,
- o)** seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo.

B.2 Celkový popis stavby

- a)** nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny stavby údaje o jejich současném stavu, závěry stavebně technického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí,
- b)** účel užívání stavby,
- c)** trvalá nebo dočasná stavba,
- d)** informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby,
- e)** informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů,
- f)** ochrana stavby podle jiných právních předpisů²,
- g)** navrhované parametry stavby - zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.,
- h)** základní bilance stavby - potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.,
- i)** základní předpoklady výstavby - časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy,
- j)** orientační náklady stavby.

² Například zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

C Situační výkresy

C.1 Situační výkres širších vztahů

- a) měřítko 1 : 1000 až 1 : 50000,
- b) napojení stavby na dopravní a technickou infrastrukturu,
- c) stávající a navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma,
- d) vyznačení hranic dotčeného území.

C.2 Koordinační situační výkres

- a) měřítko 1 : 200 až 1 : 1000, u rozsáhlých staveb 1 : 2000 nebo 1 : 5000, u změny stavby, která je kulturní památkou, u stavby v památkové rezervaci nebo v památkové zóně v měřítku 1 : 200,
- b) stávající stavby, dopravní a technická infrastruktura,
- c) hranice pozemků, parcelní čísla,
- d) hranice řešeného území,
- e) stávající výškopis a polohopis,
- f) vyznačení jednotlivých navržených a odstraňovaných staveb a technické infrastruktury,
- g) stanovení nadmořské výšky 1. nadzemního podlaží u budov ($\pm 0, 00$) a výšky upraveného terénu; maximální výška staveb,
- h) navrhované komunikace a zpevněné plochy, napojení na dopravní infrastrukturu,
- i) řešení vegetace,
- j) okótované odstupy staveb,
- k) zákres nové technické infrastruktury, napojení stavby na technickou infrastrukturu,
- l) stávající a navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, památkové rezervace, památkové zóny apod.,
- m) maximální dočasné a trvalé zábory,
- n) vyznačení geotechnických sond,
- o) geodetické údaje, určení souřadnic vytyčovací sítě,
- p) zařízení staveniště s vyznačením vjezdu,
- q) odstupové vzdálenosti včetně vymezení požárně nebezpečných prostorů, přístupové komunikace a nástupní plochy pro požární techniku a zdroje požární vody.

D Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

Dokumentace stavebních objektů, inženýrských objektů, technických nebo technologických zařízení se zpracovává po objektech a souborech technických a technologických zařízení v následujícím členění v přiměřeném rozsahu.

D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

a) Technická zpráva – účel objektu, funkční náplň, kapacitní údaje; architektonické, výtvarné, materiálové a dispoziční řešení, bezbariérové užívání stavby; celkové provozní řešení, technologie výroby; konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby; bezpečnost při užívání stavby, ochrana zdraví a pracovní prostředí; stavební fyzika - tepelná technika, osvětlení, oslunění, akustika - hluk, vibrace - popis řešení, zásady hospodaření energiemi, ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí; požadavky na požární ochranu konstrukcí; údaje o požadované jakosti navržených materiálů a o požadované jakosti provedení; popis netradičních technologických postupů a zvláštních požadavků na provádění a jakost navržených konstrukcí; požadavky na vypracování dokumentace zajišťované zhotovitelem stavby - obsah a rozsah výrobní a dílenské dokumentace zhotovitele; stanovení požadovaných kontrol zakrývaných konstrukcí a případných kontrolních měření a zkoušek, pokud jsou požadovány nad rámec povinných - stanovených příslušnými technologickými předpisy a normami; výpis použitých norem.

b) Výkresová část – výkresy stavební jámy, půdorysy výkopů a základů - nejsou-li obsaženy v části D.1.2, půdorysy jednotlivých podlaží s rozměrovými kótami všech konstrukcí, otvorů v konstrukcích, s popisem účelu využití místností s plošnou výměrou včetně grafického rozlišení charakteristického materiálového řešení konstrukcí, s popisem nebo označením výrobků a s odkazy na podrobnosti; charakteristické řezy se základním konstrukčním řešením, s výškovými kótami vztaženými ke stávajícímu terénu včetně grafického rozlišení charakteristického materiálového řešení konstrukcí; dílčí řezy v potřebném rozsahu a měřítku; výkresy střech případně krovu; pohledy na všechny plochy fasády s výškovými kótami základního výškového řešení vztaženými ke stávajícímu terénu, s vyznačením barevnosti a charakteristiky materiálů povrchů,

c) Dokumenty podrobností - skladby konstrukcí, seznamy částí, výrobků a prací, rozhodující detaily konstrukcí a atypických výrobků, detaily bezbariérových opatření pro přístupnost a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace.

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

a) Technická zpráva - podrobný popis navrženého nosného systému stavby s rozlišením jednotlivých konstrukcí podle druhu, technologie a navržených materiálů; definitivní průřezové rozměry jednotlivých konstrukčních prvků případně odkaz na výkresovou dokumentaci; údaje o uvažovaných zatíženích ve statickém výpočtu - stálá, užitná, klimatická, od anténních soustav, mimořádná apod.; údaje o požadované jakosti navržených materiálů; popis netradičních technologických postupů a zvláštních požadavků na provádění a jakost navržených konstrukcí; zajištění stavební jámy; stanovení požadovaných kontrol zakrývaných konstrukcí a případných kontrolních měření a zkoušek, pokud jsou požadovány nad rámec povinných - stanovených příslušnými technologickými předpisy a normami; v případě změn stávající stavby - popis konstrukce, jejího současného stavu, technologický postup s upozorněním na nutná opatření k zachování stability a únosnosti vlastní konstrukce, případně bezprostředně sousedících objektů; požadavky na vypracování dokumentace zajišťované zhotovitelem stavby - obsah a rozsah, upozornění na hodnoty minimální únosnosti, které musí konstrukce splňovat; požadavky na požární ochranu konstrukcí; seznam použitých podkladů - předpisů, norem, literatury, výpočetních programů apod.; požadavky na bezpečnost při provádění nosných konstrukcí - odkaz na příslušné předpisy a normy.

b) Podrobný statický výpočet

Statický výpočet musí být kontrolovatelný, tedy musí být přehledný, aby bylo možno sledovat postup výpočtu, návrhová zatížení, uvažované statické schéma a výpočetní model.

Statický výpočet v dokumentaci pro provedení stavby vychází ze statického posouzení vypracovaného v předchozím stupni projektové dokumentace. Je úplným podkladem pro vypracování technické specifikace konstrukční části a výkresové dokumentace pro provedení stavby. Obsahuje dimenzování veškerých konstrukcí, které jsou součástí dokumentace - výkresy betonových monolitických a prefabrikovaných konstrukcí, dodavatelská dokumentace kovových a dřevěných konstrukcí.

Podrobný statický výpočet obsahuje zejména průvodní zprávu ke statickému (dynamickému) výpočtu, stručně rekapitulující základní koncept řešení konstrukce a rozdíly oproti předběžnému výpočtu, který byl vypracován v rámci předchozího stupně projektové dokumentace; použité podklady - normy, předpisy, literaturu, výpočetní programy apod.; statické schéma konstrukce; údaje o materiálech a technologiích; rekapitulaci

zatížení, zatěžovacích stavů včetně součinitelů zatížení a součinitelů kombinace; výpočetní modely, výpočetní schémata; návrh a posouzení všech nosných prvků; výpočet účinků na základy, dimenzování základových konstrukcí; návrh a posouzení všech detailů, montážních styků apod., které rozhodujícím způsobem ovlivňují bezpečnost konstrukce; postup výroby - betonáže, odbedňování, montáže, předpínání, zasypávání dokončených konstrukcí apod.

c) Výkresová část - výkresy půdorysů nosných konstrukcí v měřítku 1 : 50, výjimečně 1 : 100, včetně sklopených řezů; odpovídající řezy, pohledy a podrobnosti s potřebnou přesností zobrazení; z výkresů musí být jasně identifikovatelný tvar konstrukce, všech konstrukčních prvků a podrobností; výkresy monolitických, resp. prefabrikovaných plošných základů, pilotových základů a základového roštu, pokud tyto konstrukce nejsou dostatečně výstižným způsobem zobrazeny ve stavebních výkresech základů; detaily styků, kotvení apod. v měřítku 1 : 20 nebo 1 : 10 nebo 1:5; výkresy sestavy, podrobnosti a kotvení prefabrikovaných stavebních dílců, dílců kovových, kompozitních nebo dřevěných konstrukcí; výkresy umístění konstrukcí obsahující půdorysy a modulovou síť, řezy a pohledy jednoznačně určující nosné konstrukce s označením průřezů všech konstrukčních prvků a podrobností konstrukce a jejího kotvení; rozměrový nebo obrysový výkres prefabrikovaných stavebních dílců; výkres uspořádání vyztužení monolitických betonových konstrukcí obsahující pohledy a dostatečné množství příčných řezů jednoznačně určujících kvalitu betonu a oceli, polohu a průřezovou plochu, případně počet vložek příslušného profilu; výkres uspořádání vyztužení slouží na základě podrobného statického výpočtu jako podklad pro vypracování podrobných výkresů vyztuže - dokumentace zajišťované zhotovitelem stavby.

D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení

Revize a doplnění dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení, u staveb technické infrastruktury nevyžadující stavební povolení ani ohlášení revize a doplnění dokumentace pro vydání územního rozhodnutí nebo územního souhlasu, včetně vyznačení změn v požárně bezpečnostním řešení zpracovaném v dokumentaci pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení, u staveb technické infrastruktury nevyžadující stavební povolení ani ohlášení v dokumentaci pro vydání územního rozhodnutí nebo územního souhlasu.

D.1.4 Technika prostředí staveb

Dokumentace jednotlivých profesí určí zařízení a systémy v technických podrobnostech dokládajících dodržení normových hodnot a právních předpisů.

Vymezí základní materiálové, technické a technologické, dispoziční a provozní vlastnosti zařízení a systémů. Uvede základní kvalitativní a bezpečnostní požadavky na zařízení a systémy.

Dokumentace se zpracovává samostatně pro jednotlivá zařízení a člení se například:

- zdravotně technické instalace,
- plynová odběrná zařízení,
- vzduchotechnika,
- vytápění,
- chlazení,
- měření a regulace,
- silnoproudá elektrotechnika včetně ochrany před bleskem,
- elektronické komunikace a další.

Jednotlivé části se zpracovávají podle společných zásad. Obsah a rozsah dokumentace je uveden jako rámcový a v konkrétním případě bude přizpůsoben charakteru a technické složitosti dané stavby a zařízení a vazbě na výše uvedenou profesi. Pokud se některá část ve stavbě nevyskytuje, nebude v dokumentaci obsažena. Organizační uspořádání dokumentace profesí je účelné uspořádat podle postupu realizace stavby a dodavatelského zajištění. Je proto možné sloučení profesí do jedné části.

Obecně dokumentace obsahuje:

a) Technickou zprávu - technické údaje obsahující základní parametry dané normativními požadavky pro jednotlivé profese - bilance potřeby médií resp. energií, tlakových poměrů, druhů připojení a sítí, typy poskytovaných služeb, množství odpadů vzniklých provozem včetně odpadních vod apod.; popis technického řešení, funkce a uspořádání instalace a systému; popis koncových prvků a zařízení a systémů, zařizovací předměty; popis a podmínky připojení na veřejnou či místní technickou infrastrukturu; zásady bezpečného provozu včetně ochrany osob, zvířat i majetku před úrazem nebo před poškozením; požární opatření, ochrana proti hluku a vibracím, hlukové parametry ve vnitřním a venkovním prostředí; zásady ochrany životního prostředí; technické výpočty prokazující bezpečnost návrhu, je-li takový výpočet požadován; seznam požadovaných dokladů nutných pro uvedení stavby do užívání; výpis použitých norem včetně data vydání.

b) Výkresovou část - situace s přípojkami a ostatními náležitostmi profese; rozvinuté řezy nebo podélné profily přípojek včetně potřebných podrobností;

umístění jednotlivých strojů a zařízení; výkresy půdorysů potrubních případně i kabelových tras v jednotlivých podlažích; potřebné axonometrické zobrazení, svislé nebo rozvinuté řezy, pokud je nelze dostatečně vyznačit v půdorysech; instalační výkresy a schémata; výkresy potrubních a kabelových tras včetně připojení koncového zařízení a instrumentace k obvodům měření a regulaci nebo řídicího systému; přehledové schéma napájení, schéma uzemňovací a jímací soustavy a další; uspořádání, vazby a komunikace systémů; související podrobnosti, pokud jsou nutné.

c) Seznam strojů a zařízení a technické specifikace - seznam strojů a zařízení, mechanických komponentů, zdrojů energie apod.; popis technických a výkonových parametrů a souvisejících požadavků; seznamy materiálu pro konstrukce, rozvody, potrubí, nátěry, izolace, včetně seznamu použitých zvláštních a vybraných stavebních výrobků pro přístupnost a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace.

D.2 Dokumentace technických a technologických zařízení

Stavbu lze členit na provozní celky. Technologická zařízení jsou výrobní a nevýrobní.

Technologické zařízení staveb a veřejná technická infrastruktura:

- nadzemní a podzemní komunikační vedení sítí elektronických komunikací, jejich antény a stožáry, včetně opěrných bodů nadzemního, nebo vytyčovací bodů podzemního komunikačního vedení, telefonní budky a přípojná komunikační vedení sítí elektronických komunikací a související komunikační zařízení včetně jejich elektrických přípojek,
- podzemní a nadzemní vedení přenosové nebo distribuční soustavy elektřiny včetně podpěrných bodů a systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky,
- vedení přepravní nebo distribuční soustavy plynu, případně hořlavých kapalin, a související technologické objekty, včetně systémů řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky,
- rozvody tepelné energie a související technologické objekty včetně systémů řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky,
- vedení sítí veřejného osvětlení včetně stožárů a systémů řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky,
- stavby pro výrobu a transformaci energie s výjimkou stavby vodního díla,
- vodovodní, kanalizační a energetické přípojky včetně připojení stavby a odběrných zařízení,

- zásobníky pro zkapalněné uhlovodíkové plyny nebo hořlavé kapaliny,
- zásobníky na vodu nebo jiné nehořlavé kapaliny,
- zásobníky na uskladnění zemědělských produktů, krmiv a hnojiv,
- nádrže na vodu, pokud nejde o vodní díla,
- vodovodní sítě, vodárny, stokové a kanalizační sítě, čistírny odpadních vod, včetně systémů řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky.

Nevýrobní technologická zařízení jsou například:

- zařízení vertikální a horizontální dopravy osob a nákladů, zařízení pro dopravu osob s omezenou schopností pohybu nebo orientace, požární nebo evakuační výtahy,
- vyhrazená technická zařízení,
- vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení a další.

Dokumentace se zpracovává po jednotlivých provozních, nebo funkčních souborech a zařízeních.

Následující obsah a rozsah dokumentace je uveden jako maximální a v konkrétním případě bude přizpůsoben charakteru a technické složitosti dané stavby. Člení se na:

a) Technickou zprávu - popis výrobního programu; u nevýrobních staveb popis účelu, seznam použitých podkladů; popis technologického procesu výroby, potřeba materiálů, surovin a množství výrobků, základní skladba technologického zařízení - účel, popis a základní parametry, popis skladového hospodářství a manipulace s materiálem při výrobě, požadavky na dopravu vnitřní i vnější, vliv technologického zařízení na stavební řešení, údaje o potřebě energií, paliv, vody a jiných médií, včetně požadavků a míst napojení; seznam požadovaných dokladů nutných pro uvedení stavby do užívání; výpis použitých norem.

b) Výkresovou část - obsahuje umístění a uspořádání zařízení, strojů, mechanických komponentů, zdrojů energie apod.; vymezení prostoru na jejich umístění ve stavbě, přehledová schémata rozvodů a zařízení, půdorysy potrubních a kabelových rozvodů a jejich případné řezy, umístění přístrojů, spotřebičů a zařizovacích předmětů; požadavky na stavební úpravy a řešení speciálních prostorů technologických zařízení, jejichž dispoziční řešení bývá obvykle součástí výkresů stavební části; technologická schémata dokladující účel a úroveň navrhovaného výrobního procesu, dispozice a umístění strojů a zařízení a způsob jejich zabudování - půdorysy a řezy ve vhodném měřítku.

c) Seznam strojů a zařízení a technické specifikace - seznam strojů a zařízení, mechanických komponentů, zdrojů energie apod.; popis technických a výkonových parametrů a souvisejících požadavků; seznamy materiálu pro konstrukce, rozvody, potrubí, nátěry, izolace.

Dokladová část

Dokladová část obsahuje doklady o splnění požadavků podle jiných právních předpisů vydané příslušnými správními orgány nebo příslušnými osobami a dokumentaci zpracovanou osobami oprávněnými podle jiných právních předpisů.

1. Vytyčovací výkresy jednotlivých objektů zpracované podle jiných právních předpisů³,
2. Projekt zpracovaný báňským projektantem⁴.

³ Nařízení vlády č. 430/2006 Sb. – Nařízení vlády o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání, ve znění nařízení vlády č. 81/2011 Sb.

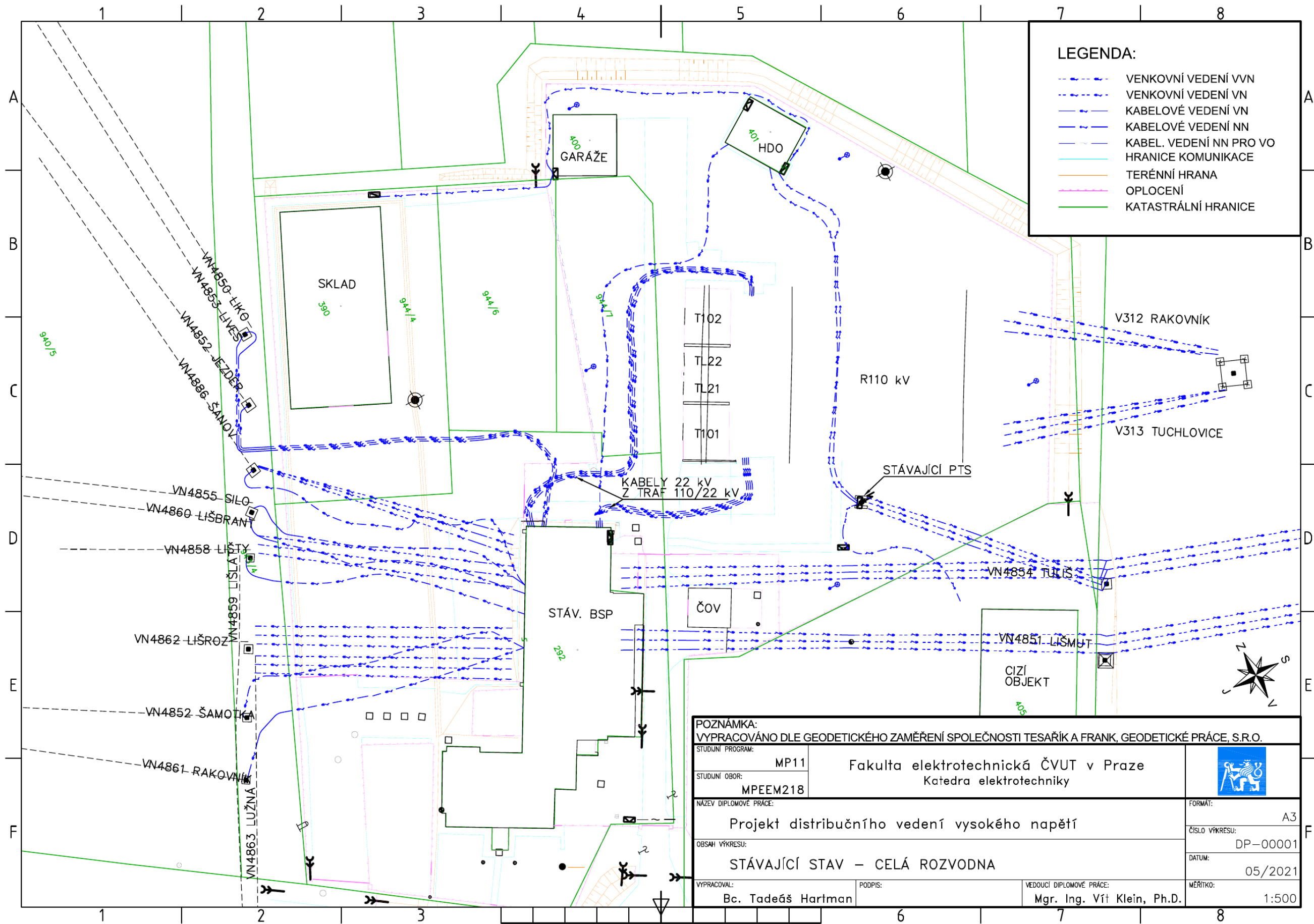
Zákon č. 200/1994 Sb. – Zákon o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů; § 12, § 13.

Vyhláška č. 31/1995 Sb. – Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů; § 13.

⁴ Zákon č. 61/1988 Sb. – Zákon České národní rady o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 298/2005 Sb. – Vyhláška o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odbornou způsobilost při hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem a o změně některých právních předpisů, ve znění pozdějších předpisů.

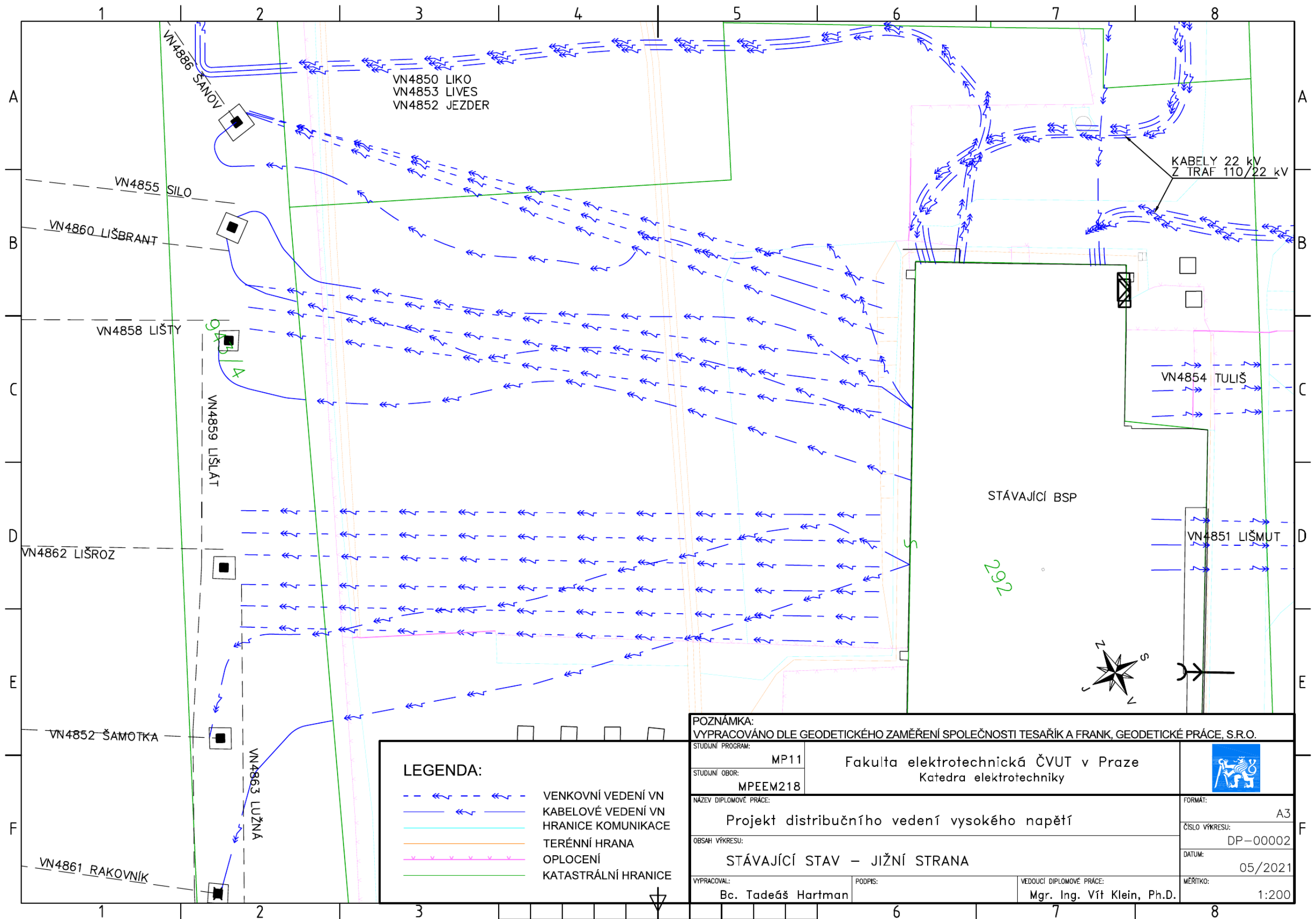
Příloha 2: Stávající stav TR Lišany



LEGENDA:

- - - - - VENKOVNÍ VEDENÍ VVN
- - - - - VENKOVNÍ VEDENÍ VN
- - - - - KABELOVÉ VEDENÍ VN
- - - - - KABELOVÉ VEDENÍ NN
- - - - - KABEL. VEDENÍ NN PRO VO
- - - - - HRANICE KOMUNIKACE
- - - - - TERÉNNÍ HRANA
- - - - - OPLOCENÍ
- - - - - KATASTRÁLNÍ HRANICE

POZNÁMKA: VYPRACOVÁNO DLE GEODETICKÉHO ZAMĚŘENÍ SPOLEČNOSTI TESAŘÍK A FRANK, GEODETICKÉ PRÁCE, S.R.O.			
STUDIJNÍ PROGRAM:	MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze	
STUDIJNÍ OBOR:	MPEEM218	Katedra elektrotechniky	
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Projekt distribučního vedení vysokého napětí		FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU:	STÁVAJÍCÍ STAV – CELÁ ROZVODNA		ČÍSLO VÝKRESU: DP-00001
VYPRACOVAL:	Bc. Tadeáš Hartman	VEDOUČÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:	DATUM: 05/2021
PODPIS:		Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	MĚŘÍTKO: 1:500

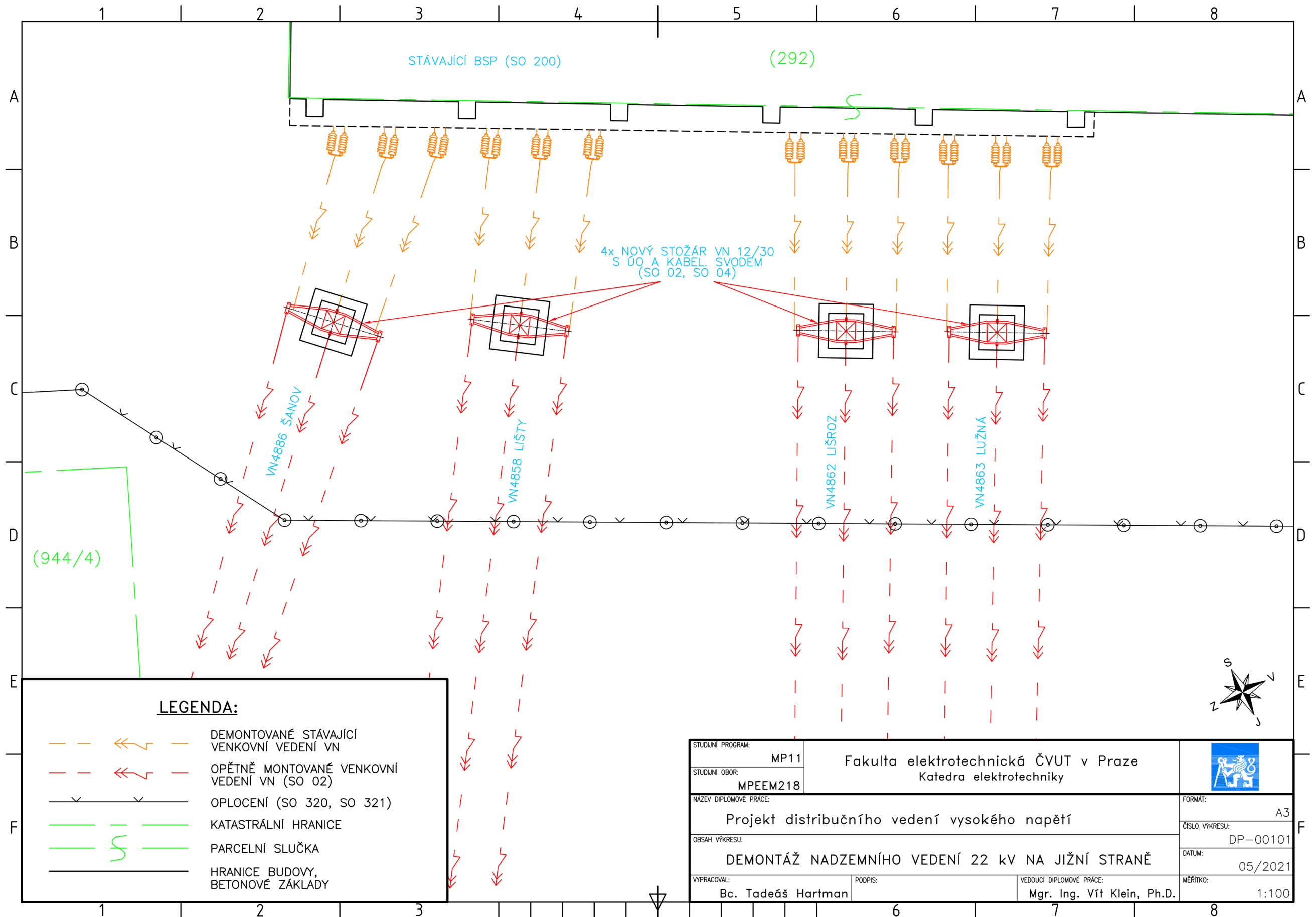


LEGENDA:

	VENKOVNÍ VEDENÍ VN
	KABELOVÉ VEDENÍ VN
	HRANICE KOMUNIKACE
	TERÉNNÍ HRANA
	OPLOCENÍ
	KATASTRÁLNÍ HRANICE

POZNÁMKA: VYPRACOVÁNO DLE GEODETICKÉHO ZAMĚŘENÍ SPOLEČNOSTI TESAŘIK A FRANK, GEODETICKÉ PRÁCE, S.R.O.			
STUDIJNÍ PROGRAM:	MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze	
STUDIJNÍ OBOR:	MPEEM218	Katedra elektrotechniky	
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Projekt distribučního vedení vysokého napětí		FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU:	STÁVAJÍCÍ STAV – JIŽNÍ STRANA		ČÍSLO VÝKRESU: DP-00002
VYPRACOVAL:	Bc. Tadeáš Hartman	VEDOUČÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.
PODPIS:		MĚŘITKO:	1:200

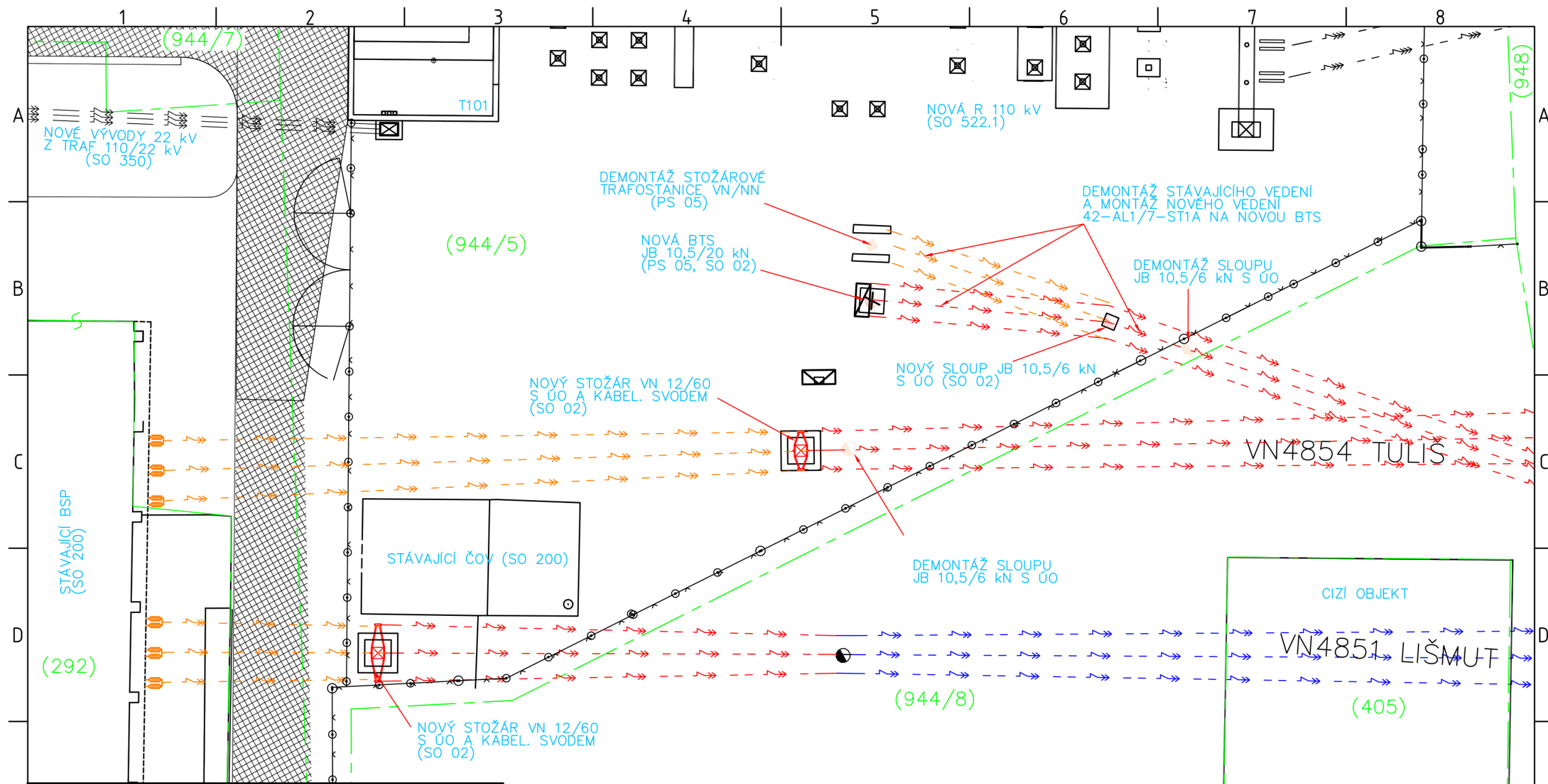
Příloha 3: Výkresy SO 01



LEGENDA:

	DEMONTOVANÉ STÁVAJÍCÍ VENKOVNÍ VEDENÍ VN
	OPĚTNĚ MONTOVANÉ VENKOVNÍ VEDENÍ VN (SO 02)
	OPLOCENÍ (SO 320, SO 321)
	KATASTRÁLNÍ HRANICE
	PARCELNÍ SLUČKA
	HRANICE BUDOVY, BETONOVÉ ZÁKLADY

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze Katedra elektrotechniky	
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218		FORMÁT: A3
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí		ČÍSLO VÝKRESU: DP-00101
OBSAH VÝKRESU: DEMONTÁŽ NADZEMNÍHO VEDENÍ 22 kV NA JIŽNÍ STRANĚ		DATUM: 05/2021
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.
		MĚŘÍTKO: 1:100

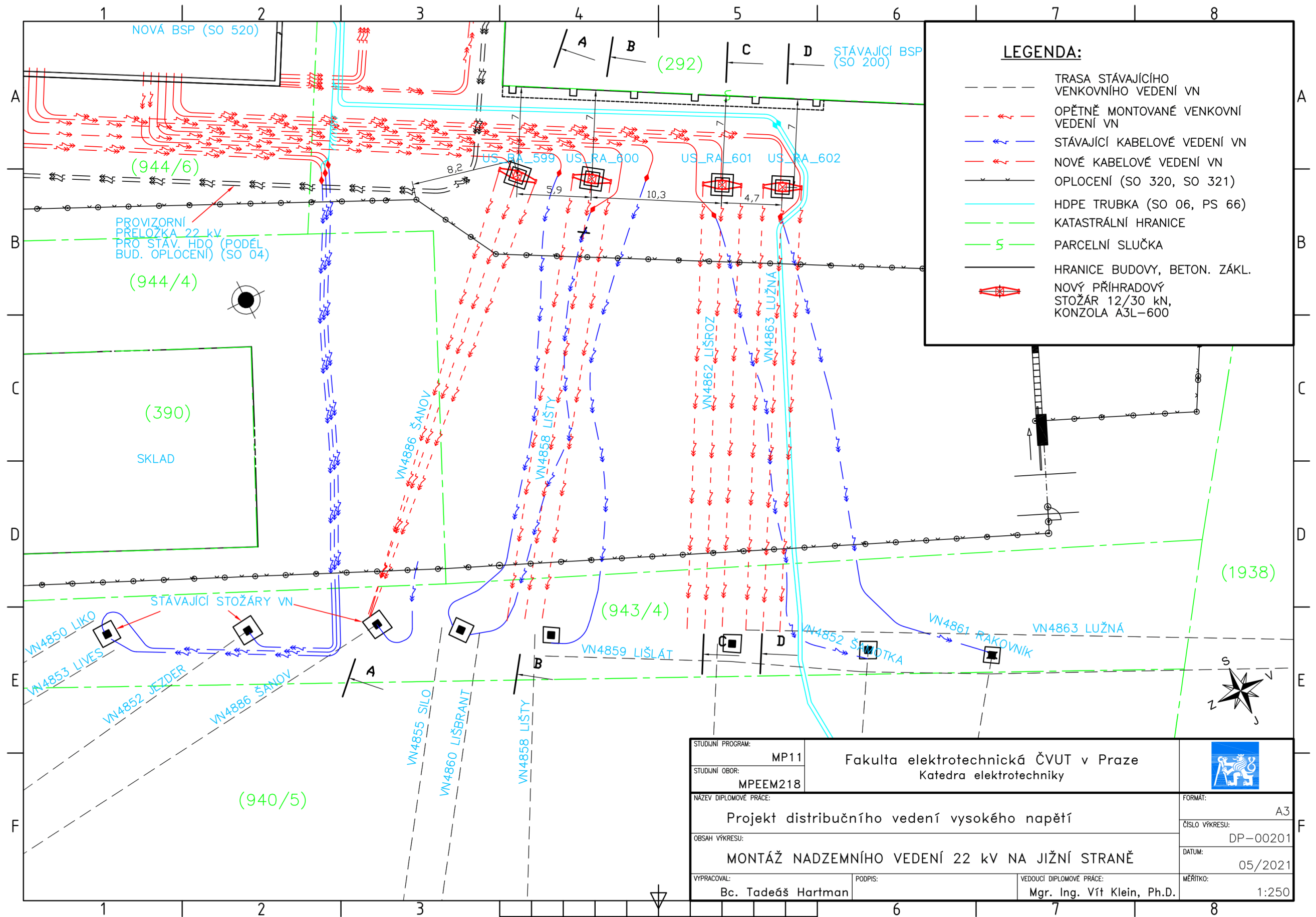


LEGENDA:

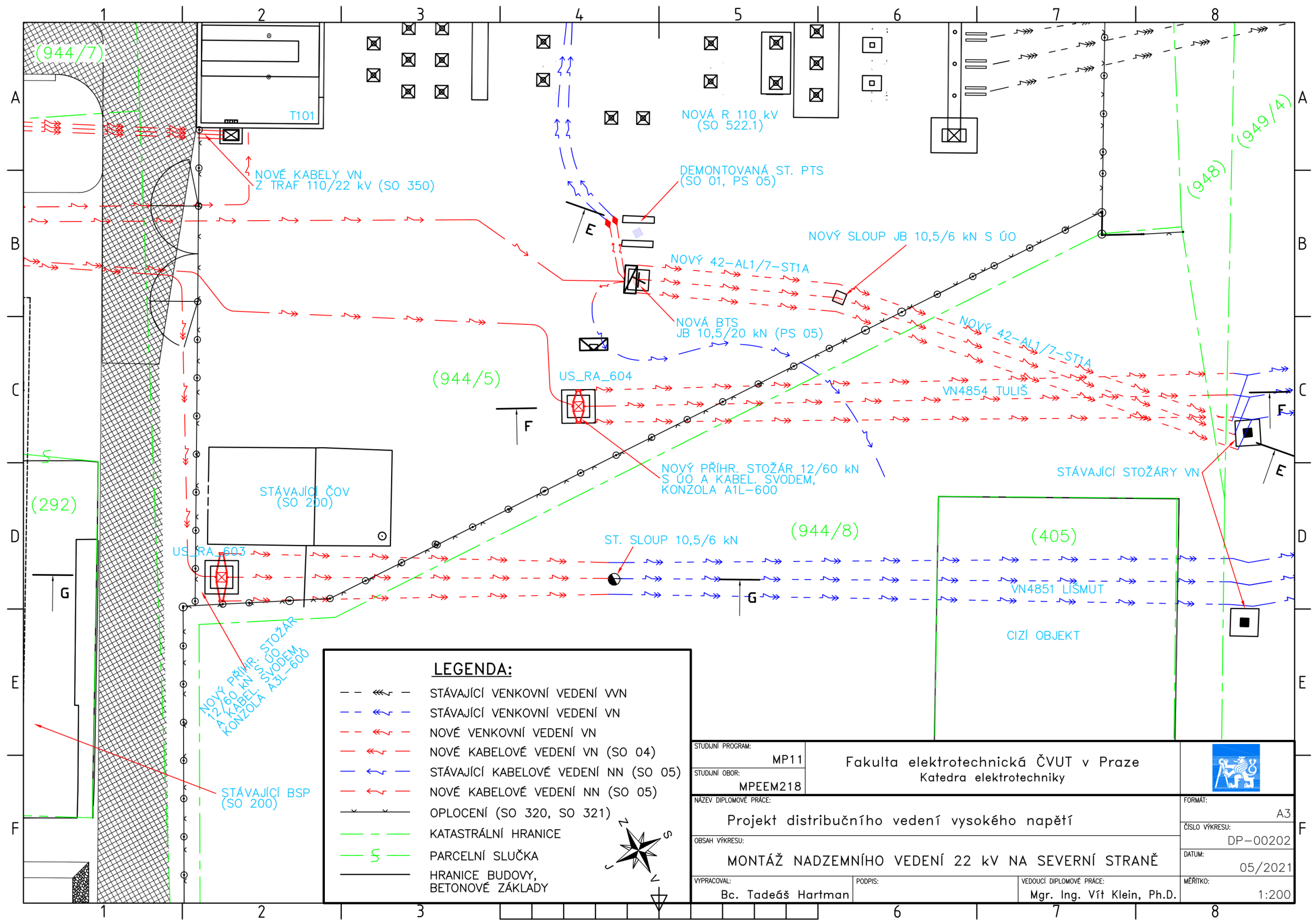
	STÁVAJÍCÍ VENKOVNÍ VEDENÍ VN
	STÁVAJÍCÍ VENKOVNÍ VEDENÍ VN
	DEMONTOVANÉ STÁVAJÍCÍ VENKOVNÍ VEDENÍ VN
	OPĚTNĚ MONTOVANÉ VENKOVNÍ VEDENÍ VN (SO 02)
	OPLOCENÍ (SO 320, SO 321)
	KATASTRÁLNÍ HRANICE
	PARCELNÍ SLUČKA
	HRANICE BUDOVOY, BETONOVÉ ZÁKLADY

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze Katedra elektrotechniky	
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218		
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí	FORMÁT: A3	
OBSAH VÝKRESU: DEMONTÁŽ NADZEMNÍHO VEDENÍ 22 kV NA SEVERNÍ STRANĚ	ČÍSLO VÝKRESU: DP-00102	
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	DATUM: 05/2021
VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	MĚŘÍTKO: 1:200	

Příloha 4: Výkresy SO 02



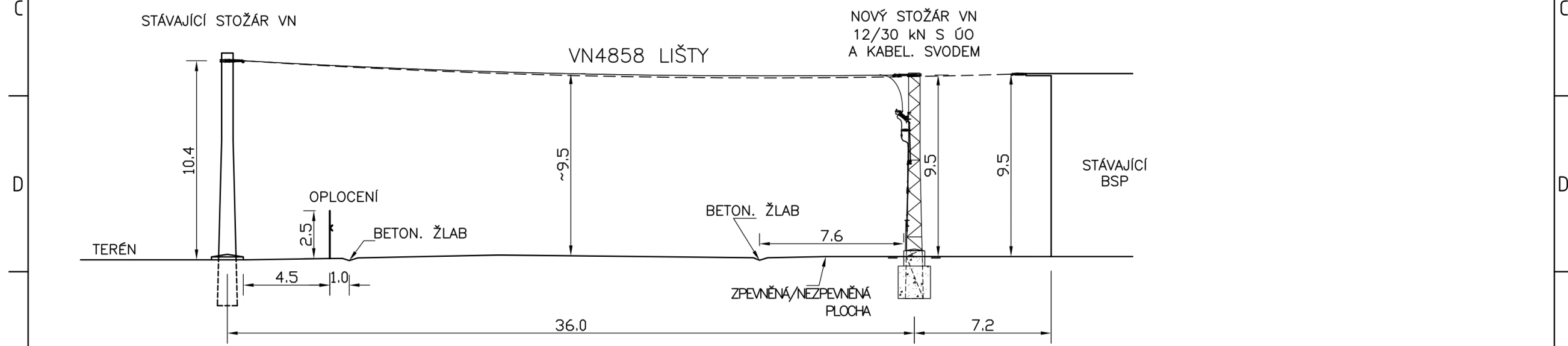
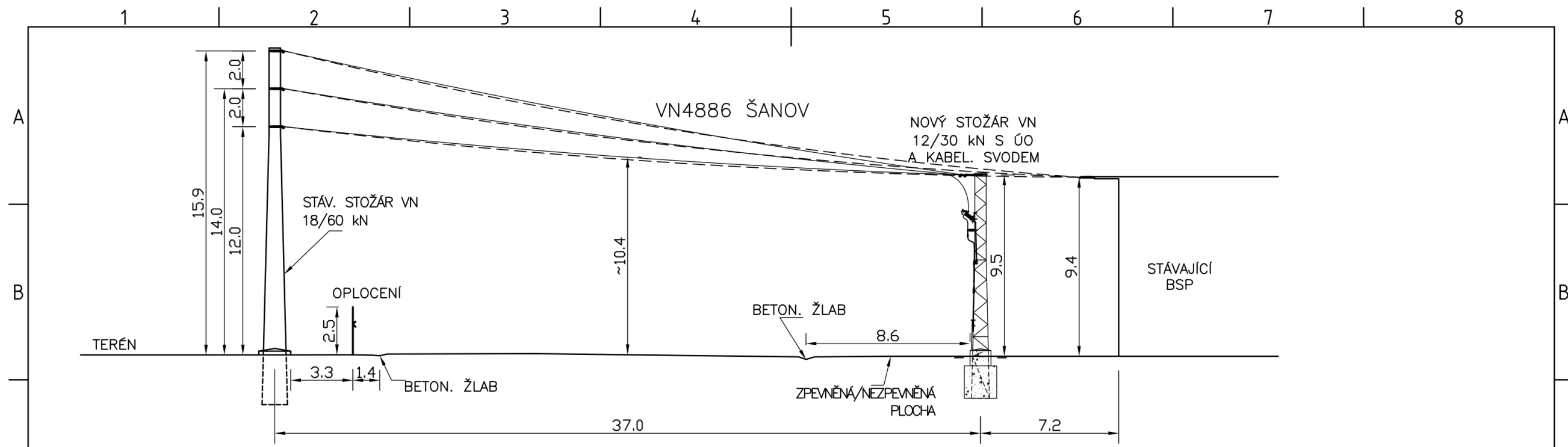
STUDIJNÍ PROGRAM:	MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze	
STUDIJNÍ OBOR:	MPEEM218	Katedra elektrotechniky	
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Projekt distribučního vedení vysokého napětí		FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU:	MONTÁŽ NADZEMNÍHO VEDENÍ 22 kV NA JIŽNÍ STRANĚ		ČÍSLO VÝKRESU: DP-00201
VYPRACOVAL:	Bc. Tadeáš Hartman	VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.
			DATUM: 05/2021
			MĚŘITKO: 1:250



LEGENDA:

- ↗ --- STÁVAJÍCÍ VENKOVNÍ VEDENÍ VN
- ↘ --- STÁVAJÍCÍ VENKOVNÍ VEDENÍ VN
- ↗ --- NOVÉ VENKOVNÍ VEDENÍ VN
- ↘ --- NOVÉ KABELOVÉ VEDENÍ VN (SO 04)
- ↗ --- STÁVAJÍCÍ KABELOVÉ VEDENÍ NN (SO 05)
- ↘ --- NOVÉ KABELOVÉ VEDENÍ NN (SO 05)
- x --- OPLOCENÍ (SO 320, SO 321)
- --- KATASTRÁLNÍ HRANICE
- S --- PARCELNÍ SLUČKA
- --- HRANICE BUDOVY, BETONOVÉ ZÁKLADY

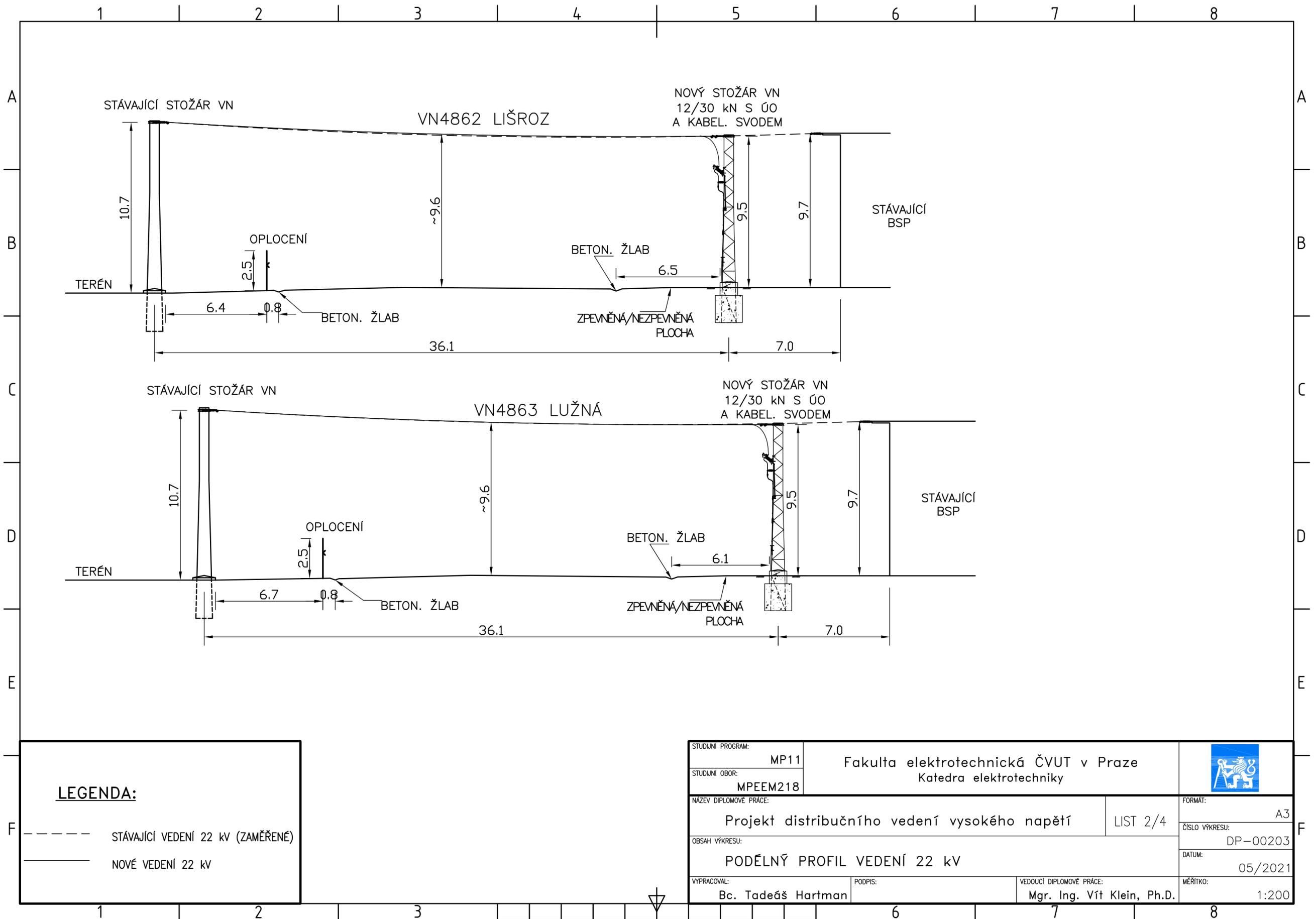
STUJINÍ PROGRAM:	MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze Katedra elektrotechniky				
STUJINÍ OBOR:	MPEEM218					
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Projekt distribučního vedení vysokého napětí		FORMÁT:	A3		
OBSAH VÝKRESU:	MONTÁŽ NADZEMNÍHO VEDENÍ 22 kV NA SEVERNÍ STRANĚ		ČÍSLO VÝKRESU:	DP-00202		
VYPRACOVAL:	Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS:	Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	DATUM:	05/2021	
			VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	MĚŘITKO:	1:200

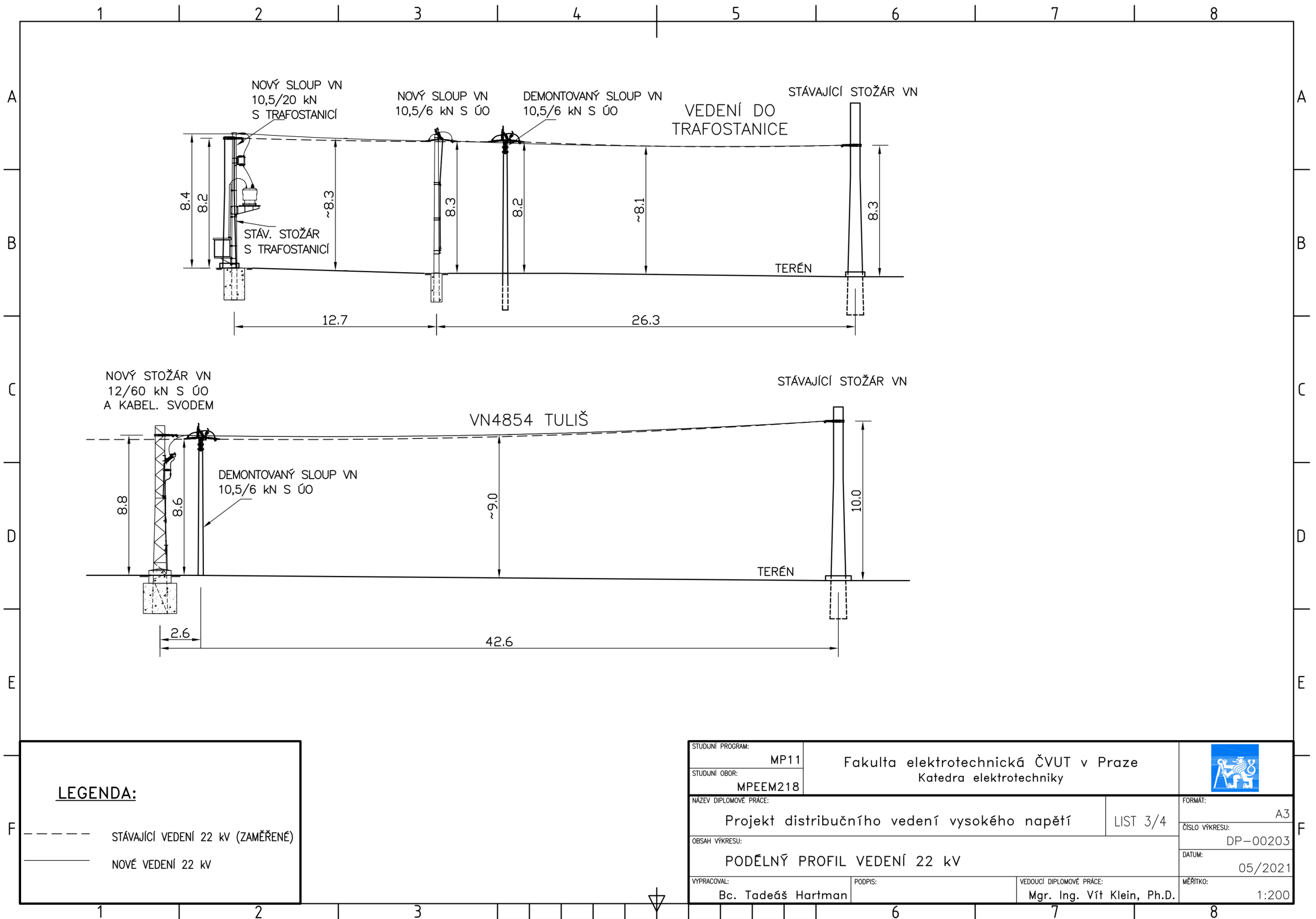


LEGENDA:

---	STÁVAJÍCÍ VEDENÍ 22 kV (ZAMĚŘENÉ)
—	NOVÉ VEDENÍ 22 kV

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze Katedra elektrotechniky	
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218		
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí		FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU: PODĚLNÝ PROFIL VEDENÍ 22 kV		ČÍSLO VÝKRESU: DP-00203
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	DATUM: 05/2021
VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.		MĚŘITKO: 1:200

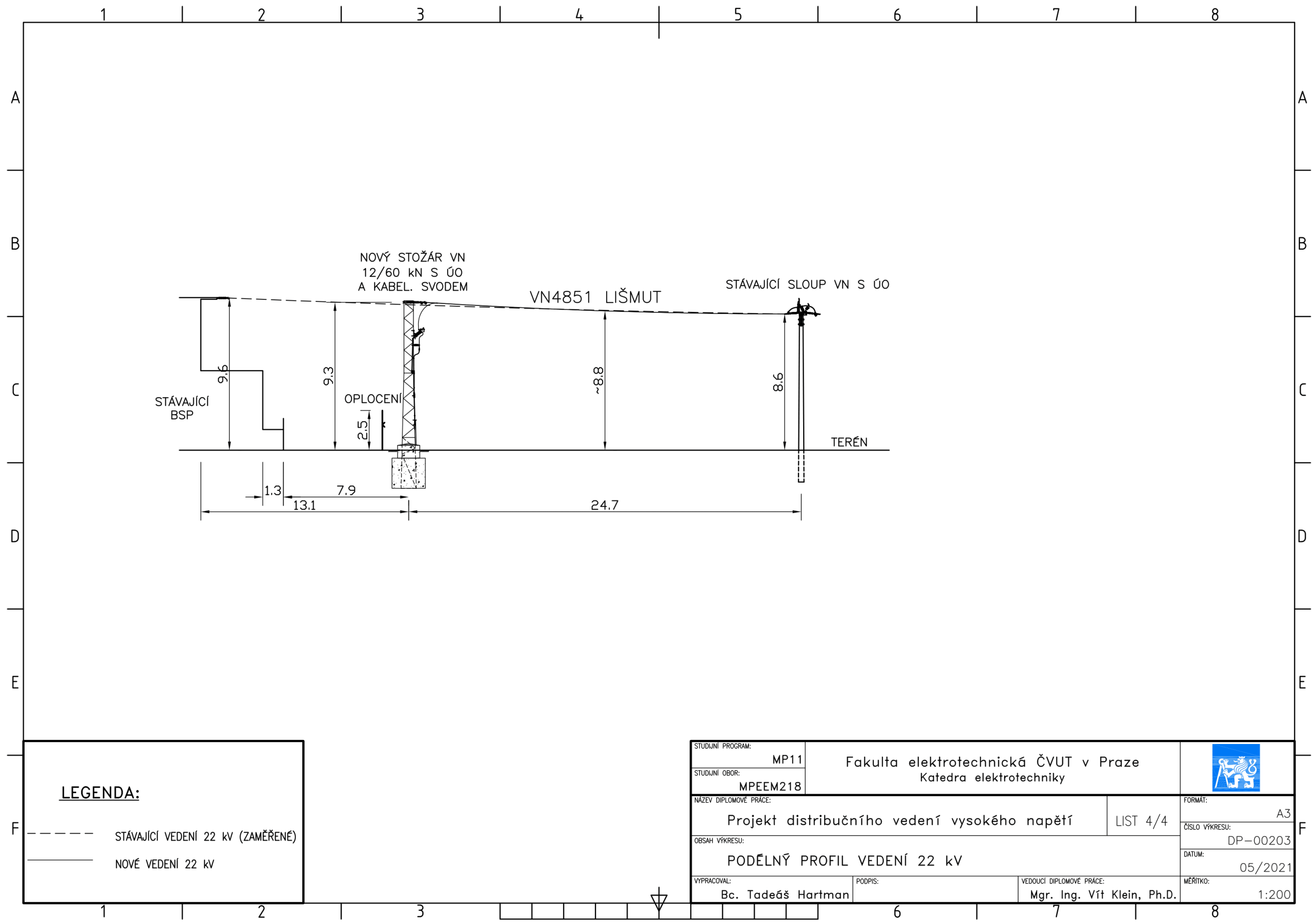




LEGENDA:

- STÁVAJÍCÍ VEDENÍ 22 kV (ZAMĚŘENÉ)
- NOVÉ VEDENÍ 22 kV

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11		Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze		
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218		Katedra elektrotechniky		
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí			LIST 3/4	FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU: PODÉLNÝ PROFIL VEDENÍ 22 kV				ČÍSLO VÝKRESU: DP-00203
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman		PODPIS:	VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	DATUM: 05/2021
			MĚŘITKO: 1:200	

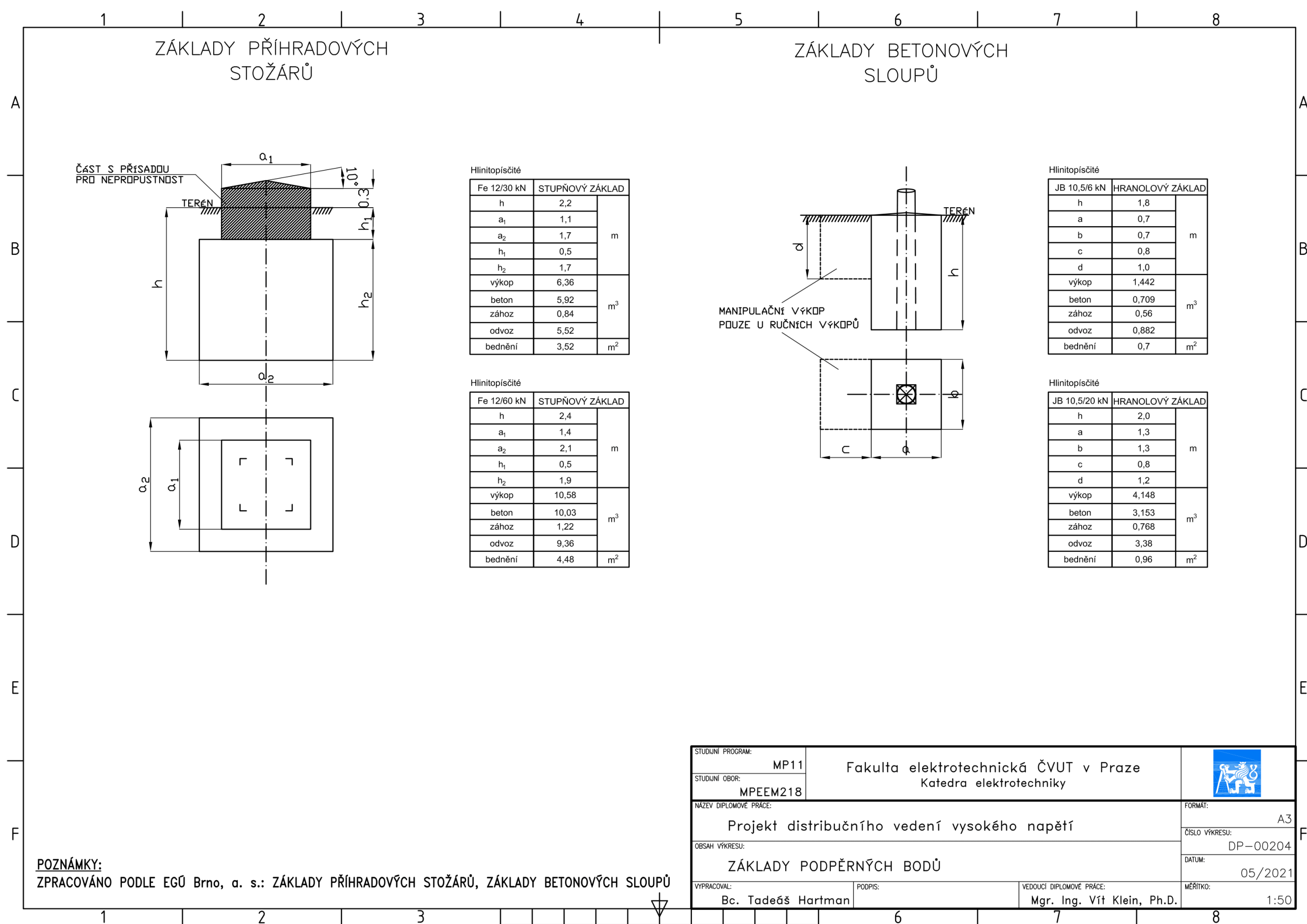


LEGENDA:

----- STÁVAJÍCÍ VEDENÍ 22 kV (ZAMĚŘENÉ)

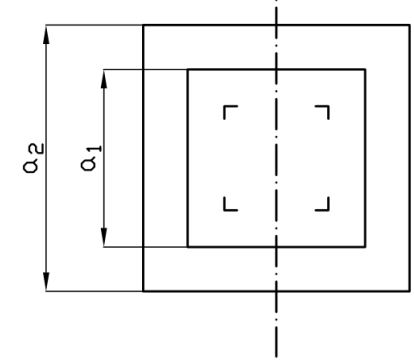
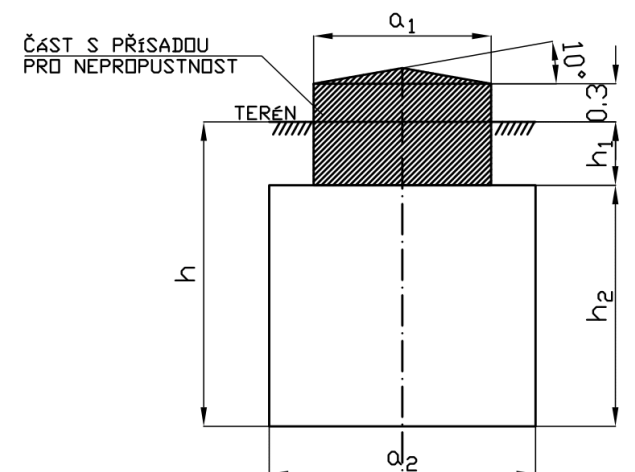
————— NOVÉ VEDENÍ 22 kV

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze		
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218	Katedra elektrotechniky		
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí			FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU: PODĚLNÝ PROFIL VEDENÍ 22 kV			ČÍSLO VÝKRESU: DP-00203
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman			DATUM: 05/2021
PODPIS: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.		VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE:	MĚŘITKO: 1:200



ZÁKLADY PŘÍHRADOVÝCH STOŽÁRŮ

ZÁKLADY BETONOVÝCH SLOUPŮ

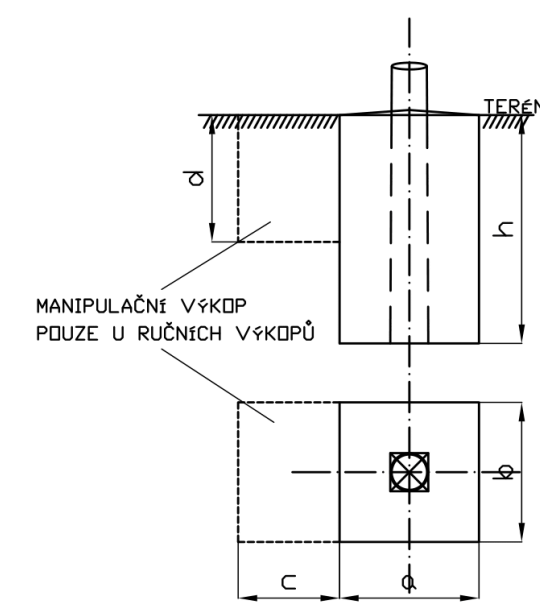


Hlinitopísčité

Fe 12/30 kN	STUPŇOVÝ ZÁKLAD	
h	2,2	m
a ₁	1,1	
a ₂	1,7	
h ₁	0,5	
h ₂	1,7	m ³
výkop	6,36	
beton	5,92	
zához	0,84	
odvoz	5,52	
bednění	3,52	m ²

Hlinitopísčité

Fe 12/60 kN	STUPŇOVÝ ZÁKLAD	
h	2,4	m
a ₁	1,4	
a ₂	2,1	
h ₁	0,5	
h ₂	1,9	m ³
výkop	10,58	
beton	10,03	
zához	1,22	
odvoz	9,36	
bednění	4,48	m ²



Hlinitopísčité

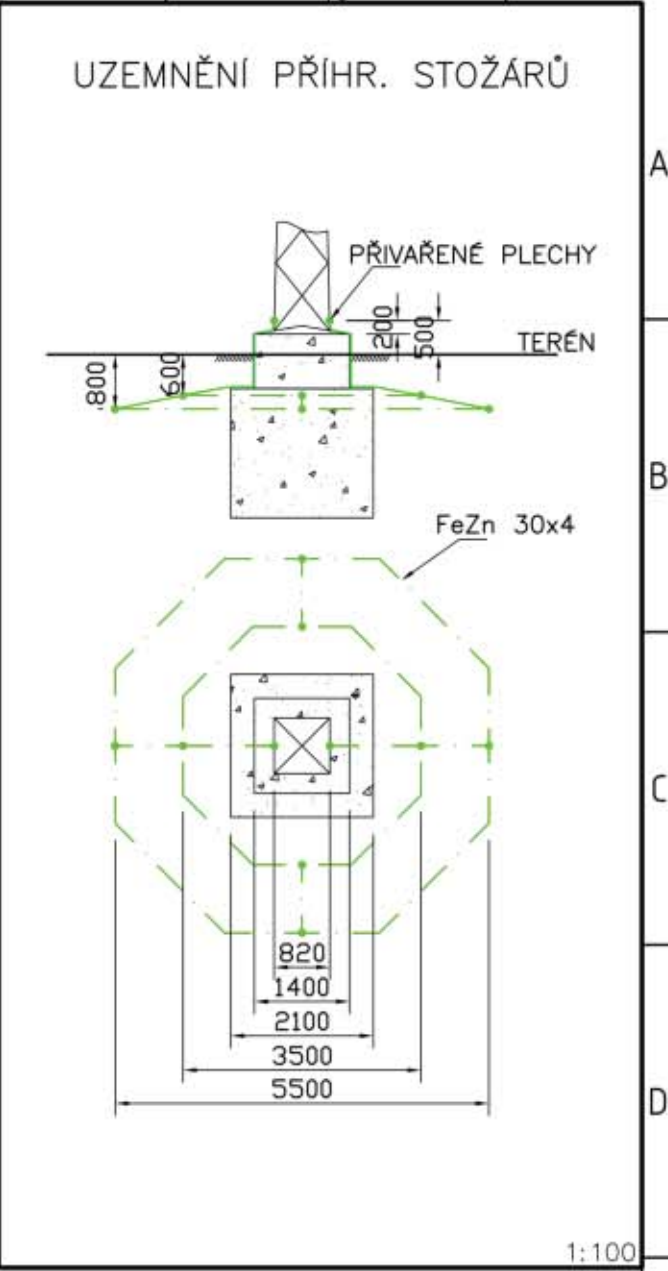
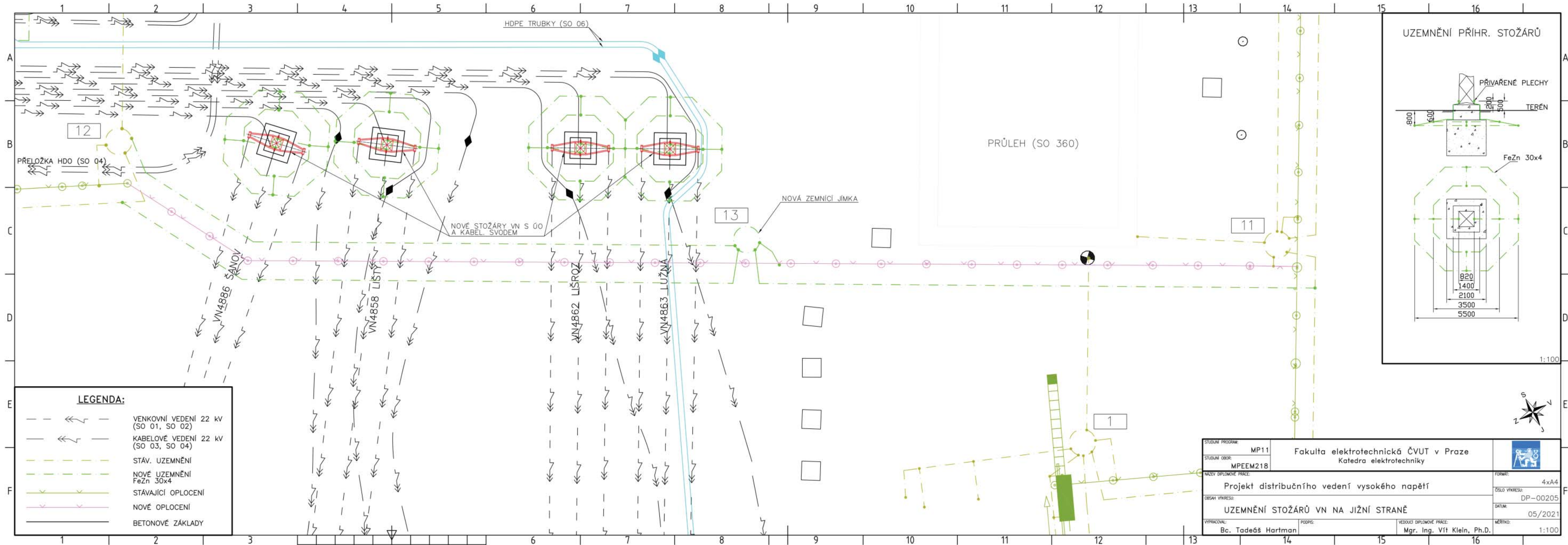
JB 10,5/6 kN	HRANOLOVÝ ZÁKLAD	
h	1,8	m
a	0,7	
b	0,7	
c	0,8	
d	1,0	m ³
výkop	1,442	
beton	0,709	
zához	0,56	
odvoz	0,882	
bednění	0,7	m ²

Hlinitopísčité

JB 10,5/20 kN	HRANOLOVÝ ZÁKLAD	
h	2,0	m
a	1,3	
b	1,3	
c	0,8	
d	1,2	m ³
výkop	4,148	
beton	3,153	
zához	0,768	
odvoz	3,38	
bednění	0,96	m ²

POZNÁMKY:
ZPRACOVÁNO PODLE EGÚ Brno, a. s.: ZÁKLADY PŘÍHRADOVÝCH STOŽÁRŮ, ZÁKLADY BETONOVÝCH SLOUPŮ

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze Katedra elektrotechniky		
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218			
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí			FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU: ZÁKLADY PODPĚRNÝCH BODŮ			ČÍSLO VÝKRESU: DP-00204
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS:	VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	DATUM: 05/2021
			MĚŘÍTKO: 1:50

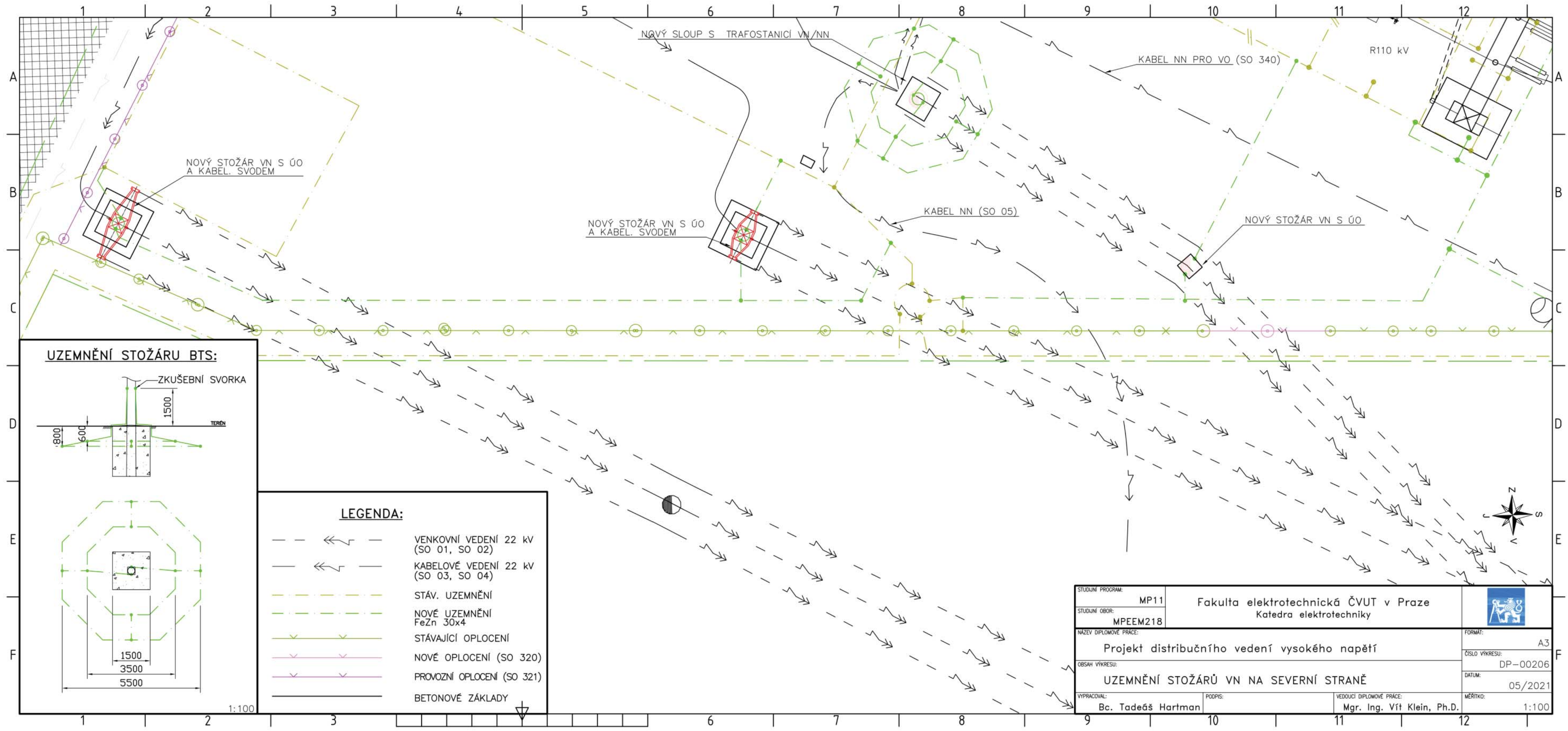


LEGENDA:

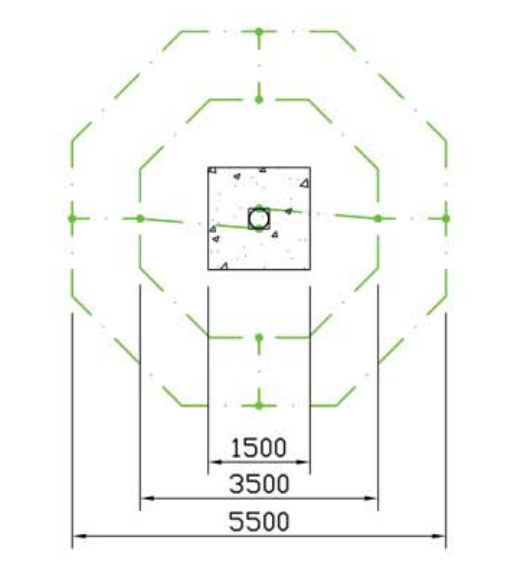
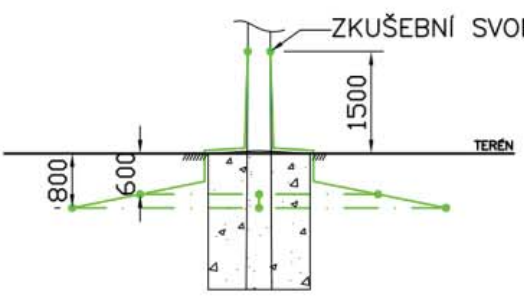
	VENKOVNÍ VEDENÍ 22 kV (SO 01, SO 02)
	KABELOVÉ VEDENÍ 22 kV (SO 03, SO 04)
	STÁV. UZEMNĚNÍ
	NOVÉ UZEMNĚNÍ FeZn 30x4
	STÁVAJÍCÍ OPLOCENÍ
	NOVÉ OPLOCENÍ
	BETONOVÉ ZÁKLADY

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze	
STUDIJNÍ OBLAST: MPEEM218	Katedra elektrotechniky	
NAZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí		FORMÁT: 4xA4
OBSAH VÝKRESU: UZEMNĚNÍ STOŽÁRŮ VN NA JIŽNÍ STRANĚ		ČÍSLO VÝKRESU: DP-00205
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman	VEDOUČÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	DATUM: 05/2021
		MĚŘÍTKO: 1:100





UZEMNĚNÍ STOŽÁRU BTS:



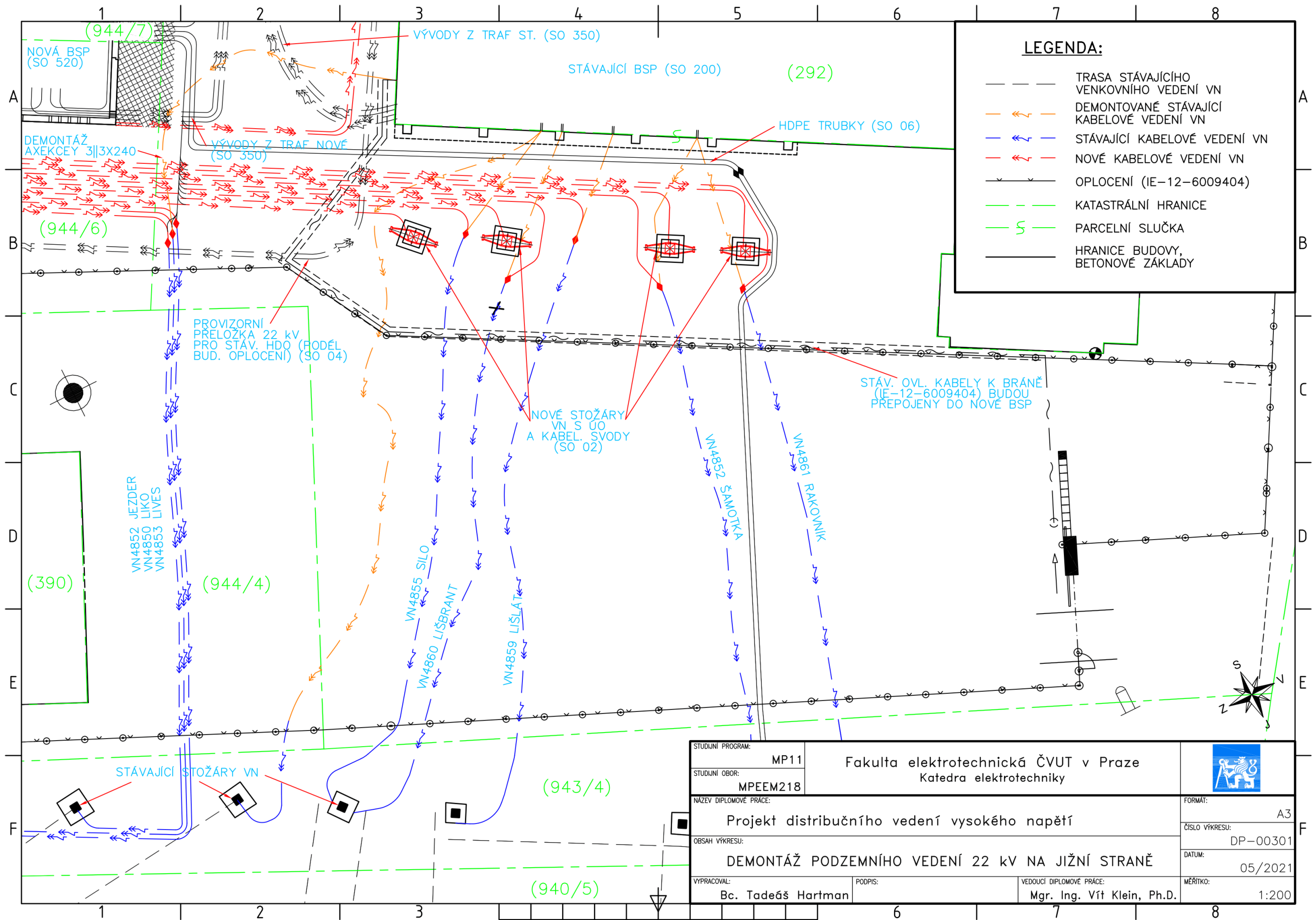
1:100

LEGENDA:

- VENKOVNÍ VEDENÍ 22 kV (SO 01, SO 02)
- KABELOVÉ VEDENÍ 22 kV (SO 03, SO 04)
- STÁV. UZEMNĚNÍ
- NOVÉ UZEMNĚNÍ FeZn 30x4
- STÁVAJÍCÍ OPLOCENÍ
- NOVÉ OPLOCENÍ (SO 320)
- PROVOZNÍ OPLOCENÍ (SO 321)
- BETONOVÉ ZÁKLADY

STUDIJNÍ PROGRAM:	MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze	
STUDIJNÍ OBOR:	MPEEM218	Katedra elektrotechniky	
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Projekt distribučního vedení vysokého napětí		FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU:	UZEMNĚNÍ STOŽÁRŮ VN NA SEVERNÍ STRANĚ		ČÍSLO VÝKRESU: DP-00206
VYPRACOVAL:	Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS:	DATUM: 05/2021
		VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE:	MĚŘÍTKO: 1:100
		Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	

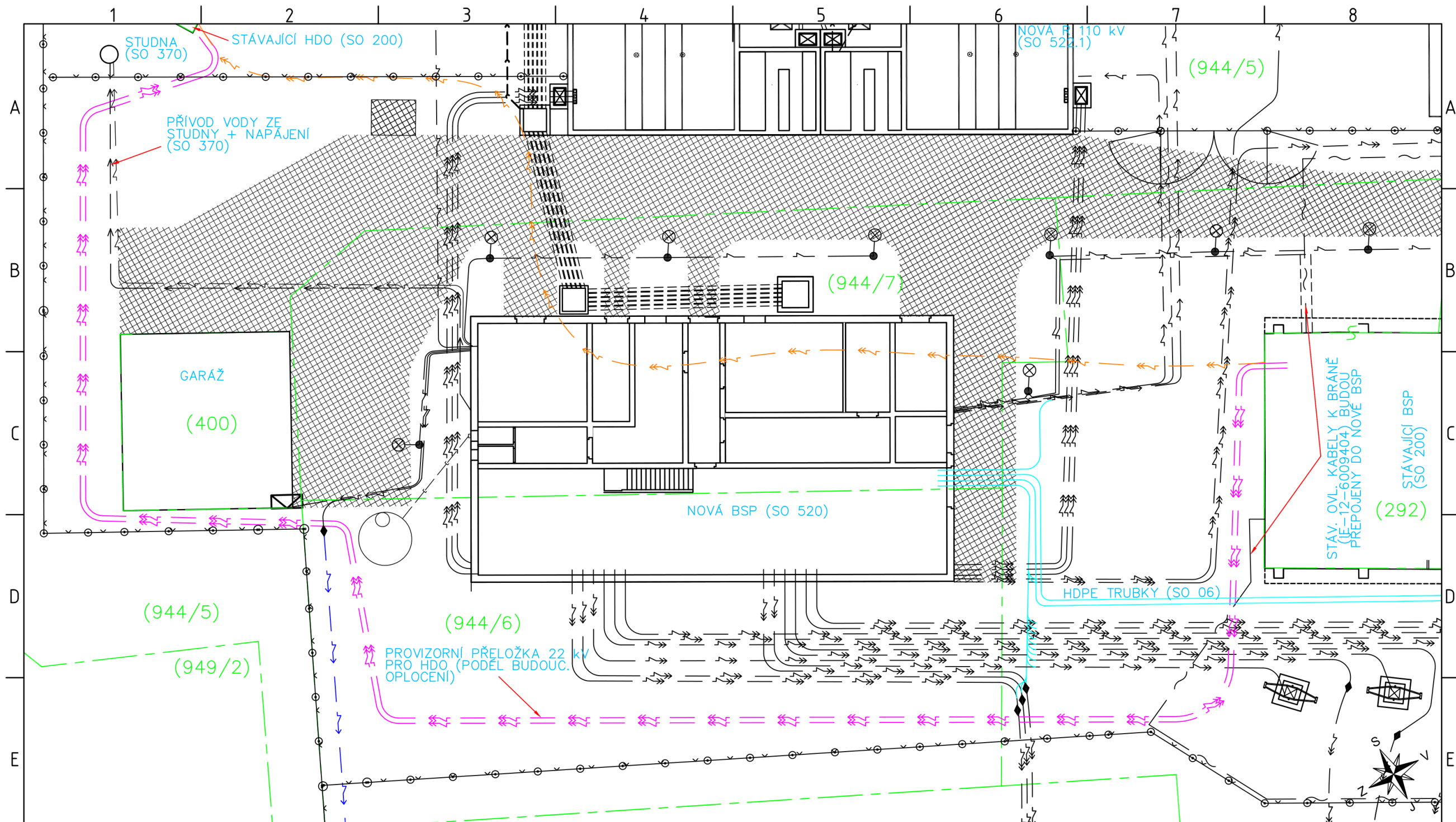
Příloha 5: Výkresy SO 03



LEGENDA:


- TRASA STÁVAJÍCÍHO VENKOVNÍHO VEDENÍ VN
- DEMONTOVANÉ STÁVAJÍCÍ KABELOVÉ VEDENÍ VN
- STÁVAJÍCÍ KABELOVÉ VEDENÍ VN
- NOVÉ KABELOVÉ VEDENÍ VN
- OPLOCENÍ (IE-12-6009404)
- KATASTRÁLNÍ HRANICE
- PARCELNÍ SLUČKA
- HRANICE BUDOVY, BETONOVÉ ZÁKLADY

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze Katedra elektrotechniky	
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218		FORMÁT: A3
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí		ČÍSLO VÝKRESU: DP-00301
OBSAH VÝKRESU: DEMONTÁŽ PODZEMNÍHO VEDENÍ 22 kV NA JIŽNÍ STRANĚ		DATUM: 05/2021
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	MĚŘITKO: 1:200

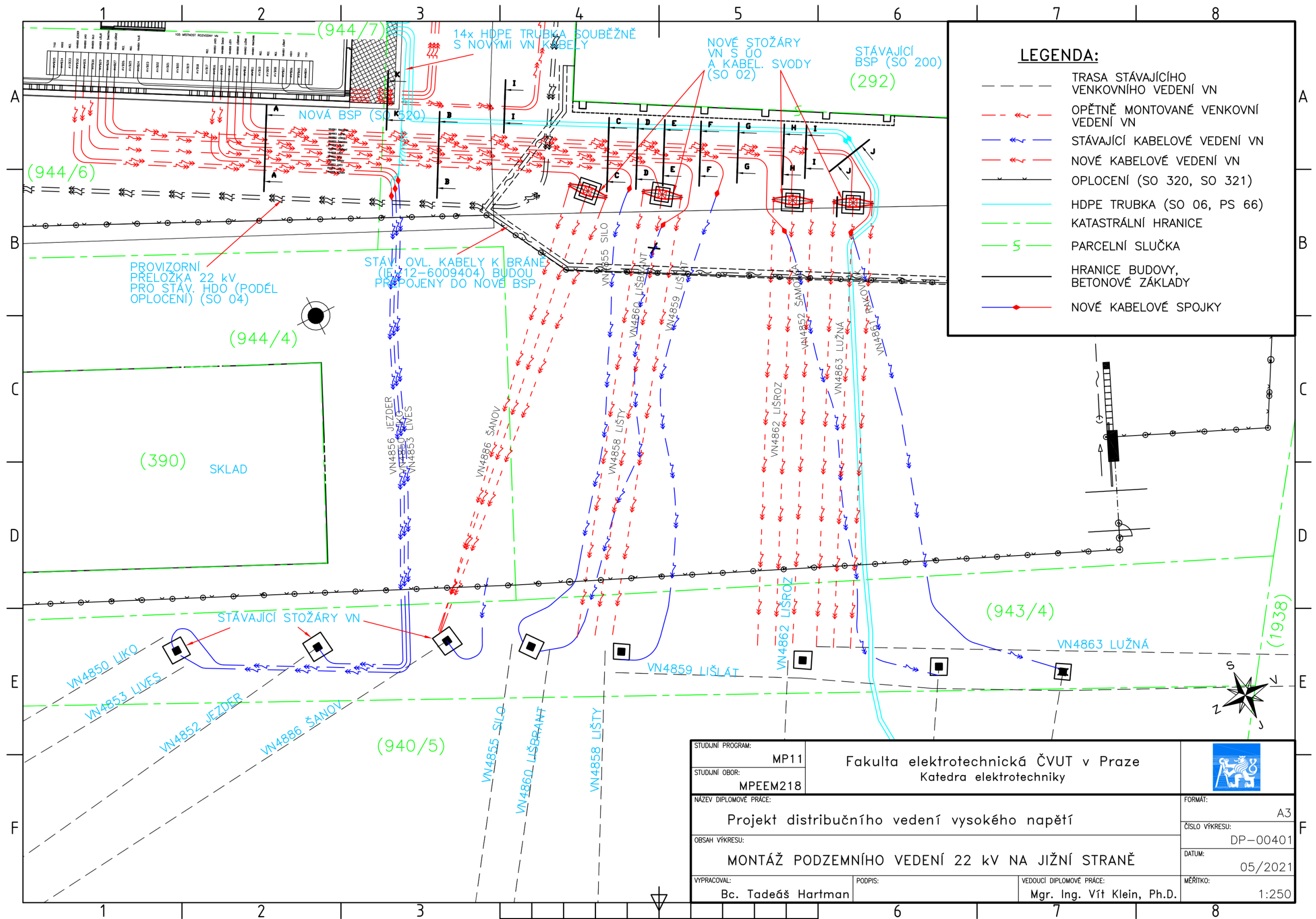


LEGENDA:

- | | | | |
|-------|--|-------|----------------------------------|
| — ↗ — | DEMONTOVANÉ STÁVAJÍCÍ KABELY 22 kV PRO HDO | — x — | OPLOCENÍ (SO 320, SO 321) |
| — ↖ — | KABELOVÉ VEDENÍ VN | — — — | KATASTRÁLNÍ HRANICE |
| — ↗ — | KABELOVÉ VEDENÍ NN (SO 05) | — S — | PARCELNÍ SLUČKA |
| — ↖ — | KABELOVÉ VEDENÍ PRO VO (SO 340) | — — — | HRANICE BUDOVY, BETONOVÉ ZÁKLADY |

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze Katedra elektrotechniky		
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218			FORMÁT: A3
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí			ČÍSLO VÝKRESU: DP-00302
OBSAH VÝKRESU: DEMONTÁŽ KABELŮ 22 kV PRO HDO, PROVIZORNÍ PŘELOŽKA			DATUM: 05/2021
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS:	VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	MĚŘÍTKO: 1:200

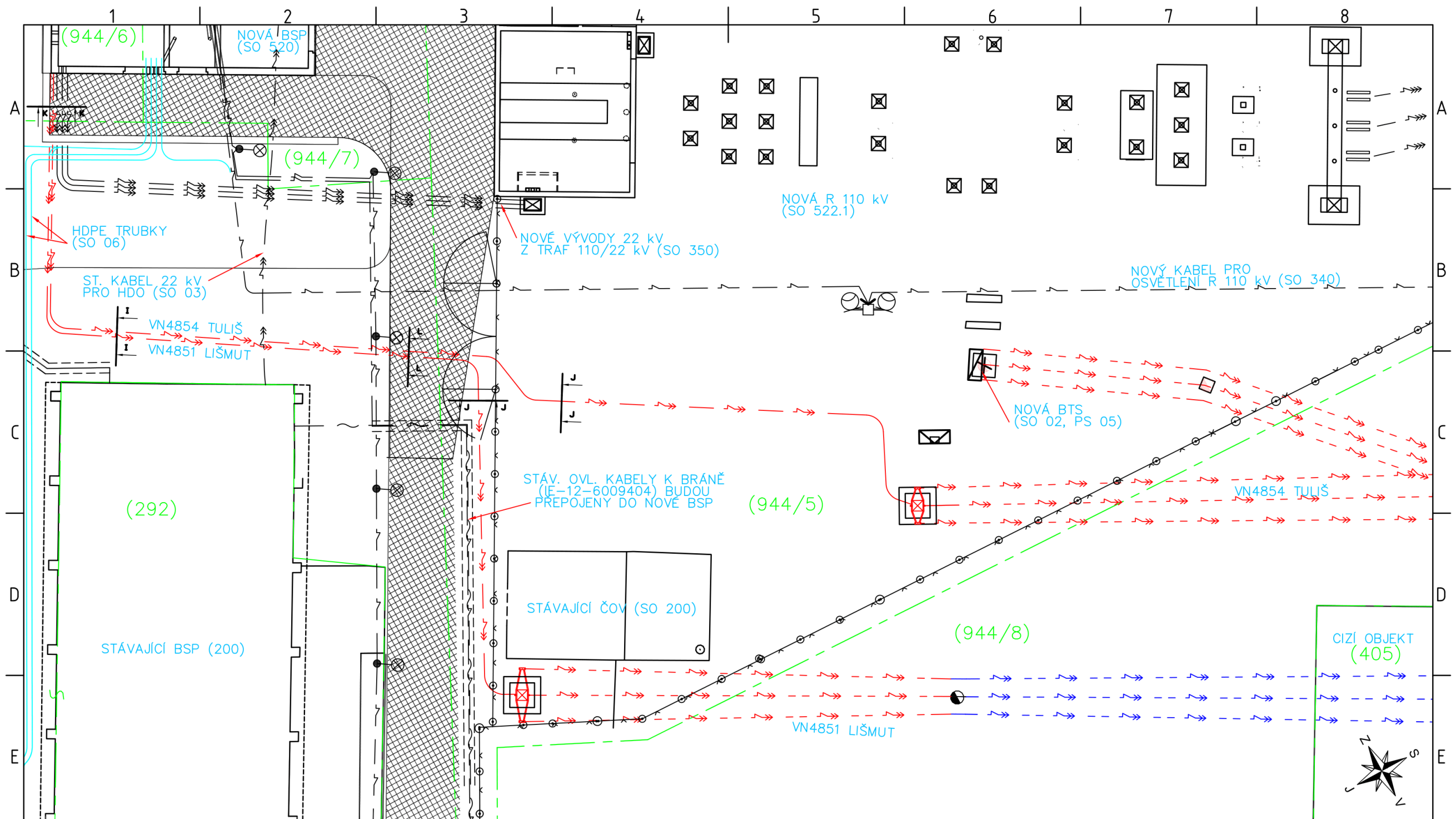
Příloha 6: Výkresy SO 04



LEGENDA:

- TRASA STÁVAJÍCÍHO VENKOVNÍHO VEDENÍ VN
- - - OPĚTNĚ MONTOVANÉ VENKOVNÍ VEDENÍ VN
- STÁVAJÍCÍ KABELOVÉ VEDENÍ VN
- - - NOVÉ KABELOVÉ VEDENÍ VN
- OPLOCENÍ (SO 320, SO 321)
- HDPE TRUBKA (SO 06, PS 66)
- KATASTRÁLNÍ HRANICE
- PARCELNÍ SLUČKA
- HRANICE BUDOVY, BETONOVÉ ZÁKLADY
- NOVÉ KABELOVÉ SPOJKY

STUDIJNÍ PROGRAM:	MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze	
STUDIJNÍ OBOR:	MPEEM218	Katedra elektrotechniky	
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Projekt distribučního vedení vysokého napětí		FORMÁT:
OBSAH VÝKRESU:	MONTÁŽ PODZEMNÍHO VEDENÍ 22 kV NA JIŽNÍ STRANĚ		A3
VYPRACOVAL:	Bc. Tadeáš Hartman	VEDOUČÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:	ČÍSLO VÝKRESU:
PODPIS:		Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	DP-00401
			DATUM:
			05/2021
			MĚŘITKO:
			1:250



LEGENDA:

- | | | | |
|---------------|---|-------|----------------------------------|
| — ↗ — | NOVÉ KABELOVÉ VEDENÍ VN | — x — | OPLOCENÍ (SO 320, SO 321) |
| - - - ↗ - - - | OPĚTNĚ MONTOVANÉ VENKOVNÍ VEDENÍ VN (SO 02) | — — — | KATASTRÁLNÍ HRANICE |
| - - - ↗ - - - | STÁVAJÍCÍ VENKOVNÍ VEDENÍ VN | — S — | PARCELNÍ SLUČKA |
| — — — | NOVÉ KABELOVÉ VEDENÍ PRO VO | — — — | HRANICE BUDOVY, BETONOVÉ ZÁKLADY |

STUDIJNÍ PROGRAM: MP11	Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze Katedra elektrotechniky		
STUDIJNÍ OBOR: MPEEM218			
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: Projekt distribučního vedení vysokého napětí			FORMÁT: A3
OBSAH VÝKRESU: MONTÁŽ PODZEMNÍHO VEDENÍ 22 kV NA SEVERNÍ STRANĚ			ČÍSLO VÝKRESU: DP-00402
VYPRACOVAL: Bc. Tadeáš Hartman	PODPIS:	VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D.	DATUM: 05/2021
			MĚŘÍTKO: 1:200

Příloha 7: Příklad výpočtu zatížení

Výpočet zatížení vodičů pro dimenzování bodů vychází ze stavové rovnice ze vztahu 4.46. Nejprve je nutné určit výchozí stav, tj. jaké bude mechanické napětí vodiče při určité teplotě. Byl zvolen stav $\vartheta_0 = -5 \text{ °C}$ bez námrazy a napětí $\sigma_{H0} = 20 \text{ MPa}$. Pro názornost zde bude proveden výpočet zatížení vedení VN4886 Šanov pro následující 4 stavy, od kterých je očekáváno největší zatížení:

- -30 °C bez námrazy,
- -5 °C se zatížením námrazou,
- -5 °C se zatížením větrem,
- -5 °C s kombinovaným zatížením větrem a námrazou.

Potřebné údaje o vodiči AlFe 95 mm² zjistíme např. z Katalogového listu ČEZ Distribuce, a. s.:
Vodiče a ocelová zemnicí lana pro vedení vn.

- rozpětí: $a = 36 \text{ m}$,
- průměr vodiče: $d = 13,5 \text{ mm}^2$,
- modul pružnosti: $E = 88260 \text{ MPa}$,
- měrná hmotnost: $M = 390,20 \text{ kg/km}$,
- průřez vodiče: $S = 111,27 \text{ mm}^2$,
- přetížení ve výchozím stavu: $z_0 = 1$,
- součinitel délkové roztažnosti: $\alpha = 1,975 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$,
- měrná tíha: $\gamma = 3,439 \cdot 10^4 \text{ N/m}^3$.

Ze zadaných hodnot můžeme dopočítat koeficienty stavové rovnice A a B:

$$A = \frac{\gamma^2 \cdot E}{24} = \frac{(3,439 \cdot 10^4)^2 \cdot 8,826 \cdot 10^{10}}{24} = 4,349 \cdot 10^{18}$$

$$B = \alpha \cdot E = 1,975 \cdot 10^{-5} \cdot 8,826 \cdot 10^{10} = 1,743 \cdot 10^6$$

Všechny hodnoty doplníme do stavové rovnice, kterou vyřešíme s programem Kubická rovnice 1.0.

Stav -30 °C bez námrazy:

Protože jde o stav bez námrazy, platí pro přetížení v konečném stavu $z_1 = 1$. Pro stavovou rovnici pak platí:

$$\sigma_{H1}^3 + \sigma_{H1}^2(-49486718,66) + (-5,63666 \cdot 10^{21}) = 0$$

Řešením je: $\sigma_{H1} = 51,603$ MPa.

Výsledná síla tří vodičů na PB je: $F_{(-30)} = 3 \cdot \sigma_{H1} \cdot S = 17,226$ kN.

Stav -5 °C s námrazou:

Protože jde o stav s námrazou, platí pro přetížení v konečném stavu $z_1 = \frac{g_1 + I_d}{g_1}$.

Zatížení námrazou lze určit podle vztahu 4.13. Koeficienty K_{lc} a K_h jsou rovny 1, referenční zatížení extrémní námrazou je z tabulky č. 4.8 pro námrazovou oblast I-1 rovno 6,161. Dosazením do vztahu 4.13 získáme zatížení extrémní námrazou na jednotku délky vodiče:

$$I_d = I_{50} = 1.1 \cdot 6,161 = 6,161 \text{ N/m}$$

Výsledné přetížení námrazou z_1 má potom hodnotu 2,610. Po dosazení všech známých hodnot do stavové rovnice platí:

$$\sigma_{H1}^3 + \sigma_{H1}^2(-5,908 \cdot 10^6) + (-3,839 \cdot 10^{22}) = 0$$

Řešením je: $\sigma_{H1} = 35,822$ MPa.

Výsledná síla tří vodičů na PB je: $F_{(-5+N)} = 3 \cdot \sigma_{H1} \cdot S = 11,958$ kN.

Stav -5 °C se zatížením větrem:

Přetížení v konečném stavu je $z_1 = \frac{\sqrt{g_1^2 + q_{wcl}^2}}{g_1} = 2,610$.

Zatížení větrem se určí z rovnice 4.25. Koeficient G_c je dle tabulky 4.6 roven 0,7, koeficient C_c je dle kapitoly 4.3.4 roven 1. Úhel ϕ je v případě větru kolmého na vedení dle obr. 4.2 roven 0.

Maximální tlak větru q_p se vypočte podle rovnice 4.5, intenzita turbulence I_v podle 4.3 a střední tlak větru q_h podle rovnice 4.4, přičemž hustota vzduchu ρ se uvažuje rovna 1,25 kg/m³ a pro střední rychlost větru V_h platí vztah 4.1, kde základní rychlost $V_{b,0}$ pro větrnou oblast III je rovna 27,5 m.s⁻¹, koeficienty c_{dir} a c_0 mají hodnotu rovnou 1, referenční výška $h = 10$ m

a koeficienty k_r a z_0 mají pro kategorii terénu II z tabulky 3.4 hodnoty $k_r = 0,189$ a $z_0 = 0,05$.
 Dosazením do výše uvedených vzorců získáme:

$$V_h = 27,5 \cdot 1,1 \cdot 0,189 \cdot \ln\left(\frac{10}{0,05}\right) = 27,538 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1},$$

$$q_h = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,538^2 = 473,964 \text{ Pa},$$

$$I_v = \frac{1}{\left[1,1 \cdot \ln\left(\frac{10}{0,05}\right)\right]} = 0,189,$$

$$q_p = [1 + 7,0,189] \cdot 473,964 = 1100,152 \text{ Pa},$$

$$q_{wcl} = 1100,152 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,135 \cdot \cos^2(0^\circ) = 10,396 \text{ N/m}.$$

Výsledné přetížení $z_1 = 2,894$. Po dosazení všech hodnot do stavové rovnice platí:

$$\sigma_{H1}^3 + \sigma_{H1}^2(-5,908 \cdot 10^6) + (-4,722 \cdot 10^{22}) = 0$$

Řešením je: $\sigma_{H1} = 38,225 \text{ MPa}$.

Výsledná síla tří vodičů na PB je: $F_{(-5+V)} = 3 \cdot \sigma_{H1} \cdot S = 12,760 \text{ kN}$.

Stav -5 °C s kombinovaným zatížením větrem a námrazou:

Přetížení v konečném stavu je $z_1 = \frac{\sqrt{(g_1 + I_d)^2 + q_{wcl}^2}}{g_1} = 3,766$. Pro stavovou rovnici pak platí:

$$\sigma_{H1}^3 + \sigma_{H1}^2(-5,908 \cdot 10^6) + (-7,996 \cdot 10^{22}) = 0$$

Řešením je: $\sigma_{H1} = 45,144 \text{ MPa}$.

Výsledná síla tří vodičů na PB je: $F_{(-5+N+V)} = 3 \cdot \sigma_{H1} \cdot S = 15,069 \text{ kN}$.

Vyhodnocení výpočtů:

Z výsledků je patrné, že největší zatížení nastane při stavu -30 °C . Ačkoliv je tato teplota v našich podmínkách vzácná, musí být na ni podpěrné body dimenzovány. Vzhledem k tomu, že celé vedení působí na stožár silou cca 17 kN, byl s ohledem na možné mimořádné zatížení zvolen stožár s maximální vrcholovou silou 30 kN. Obdobné výsledky vyšly vzhledem ke stejným rozpětím i pro ostatní vedení na jihu rozvodny, tj. VN4858 Lišty, VN4862 Lišroz a VN4863 Lužná. Na severní straně rozvodny byly z důvodu požadavku připravenosti na případná budoucí dvojvedení zvoleny stožáry s maximální vrcholovou silou 60 kN.

Příloha 8: Výpočet zemního odporu uzemnění

Naměřená rezistivita:	75,4 Ωm
Korekční činitel dle obr. 4.10:	1,3
Rezistivita upravená koeficientem:	98,02 Ωm
Dovolené dotykové napětí U_{Tp} :	150 V
Zemní proud I_E :	30 A
Součinitel tvaru zemniče k :	5
Hloubka založení prvního kruhu h_{z1} :	0,6 m
Hloubka založení druhého kruhu h_{z2} :	0,8 m
Průměr prvního kruhu D_1 :	3,5 m
Průměr druhého kruhu D_2 :	5,5 m
Délka strany stožáru u země a :	0,82 m
Délka podzemní části stožáru L_p :	2,2 m

Ekvivalentní průměr D_p dle vztahu 4.55 je:

$$D_p = \frac{4 \cdot (0,82)}{\pi} = 1,04 \text{ m}$$

Maximální odpor uzemnění dle vzorce 4.49 je:

$$R_{Em} \leq 5 \cdot \frac{150}{30} = 25 \Omega$$

Uzemnění je složeno z kombinace uzemnění železobetonového stožáru a dvou kruhových zemničů. Pro odpor základu stožáru platí vztah 4.64, přičemž koeficient K_{I1} určíme z obr. 4.8 dle rozměrů stožáru L_p a D_p :

$$R_{st} = 1,1 \cdot 0,58 \cdot \frac{98,02}{2,2} = 28,43 \Omega$$

Zemní odpory jednotlivých kruhových zemničů se vypočítají podle vztahu 4.51, kde polovina šířky d zemniče FeZn 30×4 mm je 15 mm:

$$R_{Eo1} = \frac{98,02}{2 \cdot \pi^2 \cdot 3,5} \left(\ln \frac{8,3,5}{0,015} + \ln \frac{\pi \cdot 3,5}{2 \cdot 0,6} \right) = 13,83 \Omega$$

$$R_{Eo2} = \frac{98,02}{2 \cdot \pi^2 \cdot 5,5} \left(\ln \frac{8,5,5}{0,015} + \ln \frac{\pi \cdot 5,5}{2 \cdot 0,8} \right) = 9,36 \Omega$$

Kombinace dvou obvodových zemničů je dle vztahu 4.60:

$$R_{E12} = \frac{13,83 \cdot 9,36}{13,83 + 9,36} \cdot \frac{1}{0,7} = 7,97 \Omega$$

Výsledný odpor kombinací obvodových zemničů se základovým je dle vztahu 4.62:

$$R_E = \frac{28,43 \cdot 7,97}{28,43 + 7,97} \cdot \frac{1}{0,7} = 8,89 \Omega$$

Srovnáním vypočteného R_E a dovoleného R_{Em} můžeme usoudit, že navržené uzemnění dvěma ekvipotenciálními kruhy je dostatečné a není třeba ho doplňovat dalšími zemniči.

Příloha 9: Náklady na SO 01–04

REKAPITULACE STAVBY

Kód: IE-12-6009566

Stavba: TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV

KSO:
Okres: RA - Rakovník

CC-CZ:
Datum: 17.05.2021

Zadavatel:
ČEZ Distribuce, a.s.

IČ: 24729035
DIČ: CZ24729035

Uchazeč:

IČ:
DIČ:

Projektční firma:
SOMA - ES, s.r.o.

IČ: 25058231
DIČ:

Poznámka:

Cena bez DPH			4 157 399,90
DPH základ. přenesená	Sazba daně 21,00%	Základ daně #ODKAZ!	Výše daně 0,00
Cena s DPH	v	CZK	4 157 399,90

REKAPITULACE OBJEKTŮ STAVBY A SOUPISŮ PRACÍ

Kód: IE-12-6009566

Stavba: TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV

Okres: RA - Rakovník

Datum: 17.05.2021

Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.

Projektční firma: SOMA - ES, s.r.o.

Uchazeč:

Kód	Objekt, Soupis prací	Cena bez DPH [CZK]	Cena s DPH [CZK]	Typ
Náklady stavby celkem		4 157 399,90	4 157 399,90	
SO01	Demontáž nadzemního vedení 22 kV	90 515,70	90 515,70	STA
SO02	Montáž nadzemního vedení 22 kV	1 921 647,61	1 921 647,61	STA
SO03	Demontáž podzemního vedení 22 kV	73 063,75	73 063,75	STA
SO04	Montáž podzemního vedení 22 kV	2 072 172,84	2 072 172,84	STA

KRYCÍ LIST SOUPISU

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

SO01 - Demontáž nadzemního vedení 22 kV

KSO:
Okres: RA - Rakovník

CC-CZ:
Datum: 17.05.2021

Zadavatel:
ČEZ Distribuce, a.s.

IČ: 24729035
DIČ: CZ24729035

Uchazeč:

IČ:
DIČ:

Projekční firma:
SOMA - ES, s.r.o.

IČ: 25058231
DIČ:

Poznámka:

Investiční dotávky dodávané ČEZd (SaZ + trať)	0,00
Investiční dotávky dodávané zhotovitelem (SaZ + trať)	0,00
Materiály dodávané ČEZd (mimo SaZ a trať)	0,00
Materiály dodávané zhotovitelem (mimo SaZ a trať)	11 169,00
Práce	79 346,70
Cena bez DPH	90 515,70

DPH zákł. přenesená	Základ daně 90 515,70	Sazba daně 21,00%	Výše daně 0,00
Cena s DPH	v CZK		90 515,70

REKAPITULACE ČLENĚNÍ SOUPISU PRACÍ

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV

Objekt:
SO01 - Demontáž nadzemního vedení 22 kV

Okres: RA - Rakovník
Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.
Uchazeč:

Datum: 17.05.2021
Projekční firma: SOMA - ES, s.r.o.

Kód dílu - Popis	Cena celkem [CZK]
Náklady soupisu celkem	90 515,70
S-3 - Montážní práce	90 515,70
Nezařazené položky	0,00

SOUPIS PRACÍ

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV

Objekt:
SO01 - Demontáž nadzemního vedení 22 kV

Okres: RA - Rakovník
Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.
Uchazeč:

Datum: 17.05.2021
Projekční firma: SOMA - ES, s.r.o.

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Cenová soustava
Náklady soupisu celkem							90 515,70	
D S-3 Montážní práce							90 515,70	
1	D	Z10030771-D	Demontáž lana ALFe průřezu 240 mm ² Demontáž trakčního vedení pro městskou dopravu, průmyslové dráhy a jeřáby ALFe lana včetně rozvinutí, nahození a vypnutí průřez 240 mm ²	M	202,000	50,50	10 201,00	CS ÚRS 2021 01
2	D	Z10040001-D	Demontáž stoupů nn betonových jednoduchých do 12 m Demontáž sloupů a stožárů venkovního vedení nn bez výstroje z předpjatého betonu včetně krycí hlavice, rozvozu, vztýčení a očíslování stožáru do 12 m jednoduchých	KUS	2,000	925,00	1 850,00	CS ÚRS 2021 01
3	D	Z10050042-D	Demontáž konzol vn těžkých se dvěma podpěrami ve výšce Demontáž výstroje vn bez roubíků a izolátorů ocelové včetně rozřídění, naložení a složení, montáže na stožár na zemi nebo ve výšce těžkých konzol se dvěma podpěrami na stožár	KUS	2,000	1 150,00	2 300,00	CS ÚRS 2021 01
4	D	Z10050322-D	Demontáž stoupů vn ocelových příhradových svařovaných do 30 kN do 12 m	KUS	1,000	3 305,00	3 305,00	CS ÚRS 2021 01

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Cenová soustava
			Demontáž příhradových stožárů ocelových včetně sestavení, naložení a složení stožárů, vztýčení a vyrovnání pomocných kotev, číslovaní stožárů, vyznačení tabulky, bez konzol a výbroje svařovaných do 30 kN do 12 m					
5	D	210050612-D	Demontáž řetězců jednoduchých kotevních do 3 článků se svorkou	KUS	3,000	477,50	1 432,50	CS ÚRS 2021 01
			Demontáž řetězců a izolátorů pro venkovní vedení vn včetně sestavení, naložení, rozvozu a složení izolátorů a armatur, vybalení izolátorů, sestavení závěsů, včetně nosných nebo kotevních svorek a kotevních praporců, potření ochranným tukem kotevních řetězců s izolátory tyčovými nebo článkovými do 3 článků jednoduchých s kotevní svorkou třmenovou					
6	D	210050631-D	Demontáž izolátorů podpěrných	KUS	12,000	27,95	335,40	CS ÚRS 2021 01
			Demontáž řetězců a izolátorů pro venkovní vedení vn včetně sestavení, naložení, rozvozu a složení izolátorů a armatur, vybalení izolátorů, sestavení závěsů, včetně nosných nebo kotevních svorek a kotevních praporců, potření ochranným tukem kotevních řetězců izolátorů včetně naložení, rozvozu a složení					
7	D	210050751-D	Demontáž - Ukončení vodičů vn v kotevni svorce	KUS	3,000	340,50	1 021,50	CS ÚRS 2021 01
			Demontáž proudových spojů včetně odstřížení vodičů, potření vodičů ochranným tukem, provedení šablony a zasvorkování ukončení vodiče v kotevni svorce úsekového odpojovače					
8	D	210112712-D	Demontáž odřezků vn do 22 kV do 630 A s pojistkami bez zapojení vodičů	KUS	2,000	307,00	614,00	CS ÚRS 2021 01
			Demontáž odřezků bez zapojení vodičů vn třípólových s pojistkami ruční nebo střadačový pohon do 22 kV do 630 A					
9	D	210112721-D	Demontáž odřezků ručního pohonu RP 2 bez zapojení vodičů	KUS	2,000	580,00	1 160,00	CS ÚRS 2021 01
			Demontáž odřezků bez zapojení vodičů vn třípólových s pojistkami pohonu ručního [RP 2]					
10	M	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovně) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	T	17,000	657,00	11 169,00	CS ÚRS 2021 01
			Poplatek za uložení stavebního odpadu na skládce (skládkovně) zeminy a kamení zatříděného do Katalogu odpadů pod kódem 17 05 04					
11	M	460371123	Naložení výkopku při elektromontážích strojně z hornin třídy II skupiny 4 a 5	M3	7,000	108,00	756,00	CS ÚRS 2021 01
			Naložení výkopku strojně z hornin třídy těžitelnosti II skupiny 4 až 5					
12	M	460391124	Zásyp jam při elektromontážích ručně se zhuťněním z hornin třídy II skupiny 4	M3	7,000	315,00	2 205,00	CS ÚRS 2021 01
			Zásyp jam ručně s uložení výkopku ve vrstvách a úpravou povrchu s přemístění sypaniny ze vzdálenosti do 10 m se zhuťněním z hornin třídy těžitelnosti II skupiny 4					
13	M	468051131	Bourání základu železobetonového při elektromontážích	M3	7,000	5 200,00	36 400,00	CS ÚRS 2021 01
			Bourání základu železobetonového					
14	M	469972111	Odvoz sutí a vybouraných hmot při elektromontážích do 1 km	T	17,000	450,00	7 650,00	CS ÚRS 2021 01
			Odvoz sutí a vybouraných hmot odvoz sutí a vybouraných hmot do 1 km					
15	M	469972121	Příplatek k odvozu sutí a vybouraných hmot při elektromontážích za každý další 1 km	T	17,000	13,90	236,30	CS ÚRS 2021 01
			Odvoz sutí a vybouraných hmot odvoz sutí a vybouraných hmot Příplatek k ceně za každý další i započatý 1 km					
16	M	HZS 010	Přesun hmot	SADA	2,000	740,00	1 480,00	
17	M	HZS 017	Odvoz demontovaného materiálu	KM	20,000	60,00	1 200,00	
18	M	HZS 018	Třídění demontovaného materiálu	HOD	12,000	600,00	7 200,00	

KRYCÍ LIST SOUPISU

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

S002 - Montáž nadzemního vedení 22 kV

KSO:
Okres: RA - Rakovník

CC-CZ:
Datum: 17.05.2021

Zadavatel:
ČEZ Distribuce, a.s.

IČ: 24729035
DIČ: CZ24729035

Uchazeč:

IČ:

DIČ:

Projektční firma:
SOMA - ES, s.r.o.

IČ: 25058231
DIČ:

Poznámka:

Investiční dodávky dodávané ČEZd (SaZ + trafa)	418 377,53
Investiční dodávky dodávané zhotovitelem (SaZ + trafa)	0,00
Materiály dodávané ČEZd (mimo SaZ a traf)	521 445,18
Materiály dodávané zhotovitelem (mimo SaZ a traf)	256 850,95
Práce	724 973,95
Cena bez DPH	1 921 647,61

DPH zákł. přenesená	Základ daně 1 921 647,61	Sazba daně 21,00%	Výše daně 0,00
---------------------	-----------------------------	----------------------	-------------------

Cena s DPH	v CZK	1 921 647,61
-------------------	--------------	---------------------

REKAPITULACE ČLENĚNÍ SOUPISU PRACÍ

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

S002 - Montáž nadzemního vedení 22 kV

Okres: RA - Rakovník

Datum: 17.05.2021

Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.
Uchazeč:

Projektční firma: SOMA - ES, s.r.o.

Kód dílu - Popis Cena celkem [CZK]

Náklady soupisu celkem	1 921 647,61
S-1 - Dodávky S+Z	827 852,82
S-2 - Montážní materiál	114 162,89
S-3 - Montážní práce	812 391,90
S-OST - Ostatní	167 240,00
Nezařazené položky	0,01

SOUPIS PRACÍ

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

S002 - Montáž nadzemního vedení 22 kV

Okres: RA - Rakovník

Datum: 17.05.2021

Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.
Uchazeč:

Projektční firma: SOMA - ES, s.r.o.

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Cenová soustava
Náklady soupisu celkem							1 921 647,61	
S-1 Dodávky S+Z							827 852,82	
1	člg	1003039130	STOZAR PRIHRADOVY 12/60 DNZ SEG HLAVA 0,6X0,6 M	KS	2,000	85 796,77	171 593,54	
2	člg	1003038990	STOZAR PRIHRADOVY 12/30 DNZ SEG HLAVA 0,6X0,6 M	KS	4,000	56 758,83	227 035,32	

PC	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Cenová soustava
3	člg	1002876140	KONZOLA PRIHR. STOZAR A3L-600-1,5M SEG HLAVA 0,6X0,6 M	KS	5,000	6 845,49	34 227,45	
4	člg	1002876100	KONZOLA PRIHR. STOZAR A1L-600-1,0M SEG HLAVA 0,6X0,6 M	KS	1,000	5 152,74	5 152,74	
5	člg	1003544620	SLOUP BETONOVY EPV 10,5/6 MAJDALENA 0201.200.062	KS	1,000	7 699,50	7 699,50	
6	člg	1003544660	SLOUP BETONOVY EPV 10,5/20 MAJDALENA 0201.200.066	KS	1,000	18 306,98	18 306,98	
7	člg	1003641250	ODPINAC KOM. FLA 15/60 GB R N 25 JB10	KS	1,000	43 767,53	43 767,53	
8	člg	1003641310	ODPINAC KOM.SVIS.FLA15/60GBS N 25 BEZ P.	KS	6,000	44 400,45	266 402,70	
9	člg	1003641180	POHON RUCNI L PS 6M	KS	6,000	8 594,51	51 567,06	
10	zhot	DRIBO00001	ZÁBRANA FLA, FLC GB R N 078 0237/2	SADA	1,000	2 100,00	2 100,00	
D S-2 Montážní materiál							114 162,89	
11	člg	1003673220	BARVA AKRY.VOD.REKIT.ZELENA-VRCH 10L AKVANOR 80TOP.RAL 6011	KS	3,000	1 707,38	5 122,14	
12	člg	1003673180	BARVA AKRY.VOD.REKIT.SEDA-ZAKL 10L AKVANOR 81 PRIMER	KS	3,000	1 761,75	5 285,25	
13	člg	1003885890	IZOLATOR ZAVESNY KOMPOZITNI 22KV SGL 24-2/M	KS	27,000	253,28	6 838,56	
14	člg	1000034940	KLOUB ZAVESNY U8 120KN ELBA 235 191.1 T16L ČEP 19	KS	3,000	371,81	1 115,43	
15	člg	1000034950	KLOUB ZAVESNY U10 120KN ELBA 235 191.2 T16L ČEP 19	KS	18,000	383,09	6 895,62	
16	člg	1003261690	OKO DVOJITE KRIZOVE 16L B 232012	KS	6,000	114,19	685,14	
17	člg	1003206330	SVORKA KOTEVNI TRMENOVA ELBA 144 110.1 ALST 9,0-16,0 16L	KS	27,000	229,77	6 203,79	
18	člg	1003559160	KONZOLA OMEZ. PREPETI 22KV ES-PS 660-10	KS	6,000	1 266,32	7 597,92	
19	člg	1000318390	OMEZOVAC 22KV,10KA OCP2-245-NMP-VODIC BDW-OCP2-245-NMP	KS	18,000	3 146,68	56 640,24	
20	člg	1000327060	PRIPOJNY BOD PPN S TRMENEM L, DRIBO DRIBO	KS	18,000	342,56	6 166,08	
21	člg	1000039080	TRUBKA SMRST.RPK 40/16/1000 CERNA	KS	8,000	141,81	1 134,48	
22	zhot	9870011550	VYK-GUMOASFALT SA 12	KG	5,000	18,60	93,00	
23	člg	1003674270	BARVA AKRY.VOD.RE.SIGNAL.ZLUTA-VRCH 1L AKV.80 TOPCOAT RAL1003	KS	1,000	364,31	364,31	
24	člg	1003674280	BARVA AKRY.VOD.RE.SIGNAL.ZELENA-VRCH1L AKV.80 TOPCOAT RAL6032	KS	1,000	247,95	247,95	
25	člg	1003632540	PASKA ZEMNICI FEZN 30X41/48AM (BAL.25KG)	KG	330,000	25,70	8 481,00	
26	člg	1003201880	TAB. SMALT SJZ-LINIE-ZNAC. UO-STOZ.1 OTV 140X210, PLOCHÁ, M10	KS	6,000	215,33	1 291,98	
D S-3 Montážní práce							812 391,90	
27	M	133212011	Hloubení šachet v hornině třídy těžitelnosti I, skupiny 3, plocha výkopu do 4 m2 ručně Hloubení šachet ručně zapazených i nezapazených v horninách třídy těžitelnosti I skupiny 3, půdorysná plocha výkopu do 4 m2	M3	7,000	2 060,00	14 420,00	CS ÚRS 2021 01
28	M	133212012	Hloubení šachet v hornině třídy těžitelnosti I, skupiny 3, plocha výkopu do 20 m2 ručně Hloubení šachet ručně zapazených i nezapazených v horninách třídy těžitelnosti I skupiny 3, půdorysná plocha výkopu přes 4 do 20 m2	M3	72,000	1 740,00	125 280,00	CS ÚRS 2021 01
29	M	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovně) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04 Poplatek za uložení stavebního odpadu na skládce (skládkovně) zeminy a kamení zařazeného do Katalogu odpadů pod kódem 17 05 04	T	110,000	657,00	72 270,00	CS ÚRS 2021 01
30	M	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhuštěním ručně Zásyp sypaninou z jakékoliv horniny ručně s uložení výkopku ve vrstvách se zhuštěním jam, šachet, rýh nebo kolem objektů v těchto výkopkách	M3	11,000	218,00	2 398,00	CS ÚRS 2021 01
31	M	210020951	Montáž tabulek výstražné smaltované formát A3 až A4 Ostatní elektromontážní doplňkové práce osazení tabulek pro rozvodny a elektrická zařízení výstražných a označovacích	KUS	6,000	75,70	454,20	CS ÚRS 2021 01
32	M	210021354	Nátěr konstrukcí rozvodn základní jednosložkový Montáž ocelových konstrukcí rozvodn vvn nátěry v rozvodnách vvn nátěr jednosložkový základní	M2	220,000	39,90	8 778,00	CS ÚRS 2021 01
33	M	210021355	Nátěr konstrukcí rozvodn vrchní jednosložkový Montáž ocelových konstrukcí rozvodn vvn nátěry v rozvodnách vvn nátěr jednosložkový vrchní	M2	220,000	36,60	8 052,00	CS ÚRS 2021 01
34	M	210050051	Montáž konzol vvn vrcholových na zemi Montáž výstroje vvn bez roubíků a izolátorů ocelové včetně rozřídění, naložení a složení, montáže na stožár na zemi nebo ve výšce těžkých konzol vrcholových na zemi	KUS	6,000	542,00	3 252,00	CS ÚRS 2021 01
35	M	210050215	Montáž sloupů vvn betonových jednoduchých s montáží úsekového odpojovače Montáž venkovního vedení vvn bez výstroje sloupů nebo stožárů z betonu předpjatého do 10 kN jednoduchých s montáží úsekového odpojovače	KUS	1,000	11 000,00	11 000,00	CS ÚRS 2021 01
36	M	210050342	Montáž sloupů vvn ocelových příhradových svařovaných do 60 kN do 12 m Montáž příhradových stožárů ocelových včetně sestavení, naložení a složení stožárů, vztýčení a vyrovnání pomocných kotev, číslování stožárů, výstražné tabulky, bez konzol a výzbroje svařovaných do 60 kN do 12 m	KUS	4,000	7 350,00	29 400,00	CS ÚRS 2021 01
37	M	210050352	Montáž sloupů vvn ocelových příhradových svařovaných do 80 kN do 12 m Montáž příhradových stožárů ocelových včetně sestavení, naložení a složení stožárů, vztýčení a vyrovnání pomocných kotev, číslování stožárů, výstražné tabulky, bez konzol a výzbroje svařovaných do 80 kN do 12 m	KUS	2,000	7 580,00	15 160,00	CS ÚRS 2021 01
38	M	210172101	Montáž trafostanic stožárových do 35 kV betonových Montáž trafostanic stožárových do 35 kV betonových	KUS	1,000	7 190,00	7 190,00	CS ÚRS 2021 01
39	M	210220021	Montáž uzemňovacího vedení vodičů FeZn pomocí svorek v zemi páskou do 120 mm2 v průmyslové výstavbě Montáž uzemňovacího vedení s upevněním, propojením a připojením pomocí svorek v zemi s izolací spojů vodičů FeZn páskou průřezu do 120 mm2 v průmyslové výstavbě	M	330,000	31,60	10 428,00	CS ÚRS 2021 01
40	M	460162112	Hloubení kabelových rýh ručně v hornině tř I skupiny I skupiny 3 Hloubení zapazených i nezapazených kabelových rýh ručně včetně urovnění dna s přemístěním výkopku do vzdálenosti 3 m od okraje jámy nebo s naložením na dopravní prostředek ostatních rozměrů v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3	M3	150,000	1 370,00	205 500,00	CS ÚRS 2021 01
41	M	460641112	Základové konstrukce při elektromontážích z monolitického betonu tř. C 12/15 Základové konstrukce základ bez bednění do rostlé zeminy z monolitického betonu tř. C 12/15	M3	73,000	2 590,00	189 070,00	CS ÚRS 2021 01
42	M	460341112	Vodorovné přemístění horniny jakékoliv třídy dopravními prostředky při elektromontážích do 500 m Vodorovné přemístění (odvoz) horniny dopravními prostředky včetně složení, bez naložení a rozprostření jakékoliv třídy, na vzdálenost přes 50 do 500 m	M3	69,000	63,30	4 367,70	CS ÚRS 2021 01
43	M	460371113	Naložení výkopku při elektromontážích ručně z hornin třídy II skupiny 4 a 5 Naložení výkopku ručně z hornin třídy těžitelnosti II skupiny 4 až 5	M3	69,000	477,00	32 913,00	CS ÚRS 2021 01

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Cenová soustava
44	M	460641431	Zabudované bednění základových konstrukcí při elektromontážích Základové konstrukce bednění s případnými vzpěrami zabudované	M2	30,000	369,00	11 070,00	CS ÚRS 2021 01
45	M	469972111	Odvoz sutí a vybouraných hmot při elektromontážích do 1 km Odvoz sutí a vybouraných hmot odvoz sutí a vybouraných hmot do 1 km	T	110,000	450,00	49 500,00	CS ÚRS 2021 01
46	M	469972121	Příplatek k odvozu sutí a vybouraných hmot při elektromontážích za každý další 1 km Odvoz sutí a vybouraných hmot odvoz sutí a vybouraných hmot Příplatek k ceně za každý další i započatý 1 km	T	110,000	13,90	1 529,00	CS ÚRS 2021 01
47	M	HZS 010	Přesun hmot	SADA	14,000	740,00	10 360,00	
D S-OST Ostatní							167 240,00	
48	M	HZS 006	HZS-Špolučast zhotovitele při zkouškách	HOD	12,000	740,00	8 880,00	
49	M	HZS 008	HZS-Revize zařízení	HOD	36,000	740,00	26 640,00	
50	M	HZS 001	HZS-Koordinace dodávek	HOD	8,000	740,00	5 920,00	
51	M	HZS 003	HZS-Oprava PD dle skutečnosti ve 2.pará v tužce	HOD	12,000	740,00	8 880,00	
52	M	HZS 004	HZS-Dokumentace skutečného provedení	HOD	8,000	740,00	5 920,00	
53	M	HZS 005	HZS-Komplexní zkoušky	HOD	50,000	740,00	37 000,00	
54	M	HZS 002	HZS-Funkční zkoušky zhotovitele	HOD	100,000	740,00	74 000,00	

KRYCÍ LIST SOUPISU

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

S003 - Demontáž podzemního vedení 22 kV

KSO:
Okres: RA - Rakovník

CC-CZ:
Datum: 17.05.2021

Zadavatel:
ČEZ Distribuce, a.s.

IČ: 24729035
DIČ: CZ24729035

Uchazeč:

IČ:
DIČ:

Projektční firma:
SOMA - ES, s.r.o.

IČ: 25058231
DIČ:

Poznámka:

Investiční dotávky dodávané ČEZd (SaZ + trafa)	0,00
Investiční dotávky dodávané zhotovitelem (SaZ + trafa)	0,00
Materiály dodávané ČEZd (mimo SaZ a traf)	0,00
Materiály dodávané zhotovitelem (mimo SaZ a traf)	0,00
Práce	73 063,75
Cena bez DPH	73 063,75

DPH zákl. přenesená	Základ daně 73 063,75	Sazba daně 21,00%	Výše daně 0,00
Cena s DPH	v CZK		73 063,75

REKAPITULACE ČLENĚNÍ SOUPISU PRACÍ

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

S003 - Demontáž podzemního vedení 22 kV

Okres: RA - Rakovník

Datum: 17.05.2021

Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.
Uchazeč:

Projektční firma: SOMA - ES, s.r.o.

Kód dílu - Popis Cena celkem [CZK]

Náklady soupisu celkem	73 063,75
21-M - Elektromontáže	59 603,75
S-3 - Montážní práce	13 460,00
Nezařazené položky	0,00

SOUPIS PRACÍ

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

S003 - Demontáž podzemního vedení 22 kV

Okres: RA - Rakovník

Datum: 17.05.2021

Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.
Uchazeč:

Projektční firma: SOMA - ES, s.r.o.

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Cenová soustava
Náklady soupisu celkem							73 063,75	
D 21-M Elektromontáže							59 603,75	
1	D	210100772-D	Demontáž - Ukončení vodičů celoplastových koncovkou do 22 kV staniční KSJ průřezu žily do 150 mm ² Demontáž - Ukončení kabelů nebo vodičů koncovkou do 22 kV staniční vodičů celoplastových [typ KSJ] , průřezu žily do 150 mm ²	KUS	4,000	1 095,00	4 380,00	CS ÚRS 2021 01
2	D	210100773-D	Demontáž - Ukončení vodičů celoplastových koncovkou do 22 kV staniční KSJ průřezu žily do 240 mm ² Demontáž - Ukončení kabelů nebo vodičů koncovkou do 22 kV staniční vodičů celoplastových [typ KSJ] , průřezu žily do 240 mm ²	KUS	8,000	1 195,00	9 560,00	CS ÚRS 2021 01
3	D	210931038-D	Demontáž kabelů Al stíněný plný nebo laněný s XLPE izolací do 35 kV 1x240 mm ² uložených pevně (např. AXEKCE)	M	1 025,000	44,55	45 663,75	CS ÚRS 2021 01

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Genová soustava
Demontáž kabelů hliníkových vn 22 kV a 35 kV bez ukončení stíněných plášťů nebo laněných kulatých s izolací ze síťového polyetylénu nebo bezhalogenových (např. AXEKVCE, AXEKCE) uložených pevně, počtu a průřezu žil 1x240 mm ²								
D	S-3		Montážní práce				13 460,00	
4	M	HZS 010	Přesun hmot	SADA	4,000	740,00	2 960,00	
5	M	HZS 017	Odvoz demontovaného materiálu	KM	25,000	60,00	1 500,00	
6	M	HZS 018	Třídění demontovaného materiálu	HOD	15,000	600,00	9 000,00	

KRYCÍ LIST SOUPISU

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

SO04 - Montáž podzemního vedení 22 kV

KSO:
Okres: RA - Rakovník

CC-CZ:
Datum: 17.05.2021

Zadavatel:
ČEZ Distribuce, a.s.

IČ: 24729035
DIČ: CZ24729035

Uchazeč:

IČ:

DIČ:

Projektční firma:
SOMA - ES, s.r.o.

IČ: 25058231
DIČ:

Poznámka:

Cena bez DPH 2 072 172,84

DPH základ, přenesená	Základ daně 2 072 172,84	Sazba daně 21,00%	Výše daně 0,00
-----------------------	-----------------------------	----------------------	-------------------

Cena s DPH v CZK 2 072 172,84

REKAPITULACE ČLENĚNÍ SOUPISU PRACÍ

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

SO04 - Montáž podzemního vedení 22 kV

Okres: RA - Rakovník

Datum: 17.05.2021

Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.
Uchazeč:

Projektční firma: SOMA - ES, s.r.o.

Kód dílu - Popis Cena celkem [CZK]

Náklady soupisu celkem 2 072 172,84

S-2 - Montážní materiál 864 540,04

S-3 - Montážní práce 1 052 232,80

S-OST - Ostatní 155 400,00

Nezařazené položky 0,00

SOUPIS PRACÍ

Stavba:
TR Lišany, obnova BSP, R110kV, R22kV
Objekt:

SO04 - Montáž podzemního vedení 22 kV

Okres: RA - Rakovník

Datum: 17.05.2021

Zadavatel: ČEZ Distribuce, a.s.
Uchazeč:

Projektční firma: SOMA - ES, s.r.o.

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Cenová soustava
Náklady soupisu celkem							2 072 172,84	
D S-2 Montážní materiál							864 540,04	
1	člg	1003651130	OKO KABEL.PLNE 36KV AL RMV 120X12 ALU-F	KS	12,000	24,58	294,96	
2	člg	1003651210	OKO KABEL.PLNE 36KV AL RMV 240X12 ALU-F	KS	18,000	53,18	957,24	
3	člg	1000327660	OKO CU LIS.POCIN.36KV 16X10 KU-V	KS	12,000	12,29	147,48	
4	člg	1000327670	OKO CU LIS.POCIN.36KV 25X10 KU-V	KS	18,000	16,10	289,80	
5	člg	1003019570	SPOJKA KAB 22KV POLJ-24/1X120-240	KS	24,000	1 531,09	36 746,16	
1X SPOJKA VČ.SPOJOVAČE								
6	člg	1000183520	KONCOVKA VENK PDLT-24D/1X0 70-240	SADA	6,000	1 282,38	7 694,28	
3X KONCOVKA BEZ KAB.OK								
7	člg	1003394900	KABEL 22-AXEKVCER 1X240/25	M	2 500,000	238,87	597 175,00	
8	člg	1003394880	KABEL 22-AXEKVCER 1X120/16	M	900,000	163,13	146 817,00	

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]	Cenová soustava
9	člg	1000183510	KONCOVKA VNIT POLT-24D/1X1 70-240 3X KONCOVKA BEZ KAB.OK	SADA	4,000	850,10	3 400,40	
10	člg	1000080430	ZNACKA KABELOVA BALL MARKER 1402	KS	24,000	276,37	6 632,88	
11	člg	1003612510	ZLAB PVC Z2 N450 1200X120X100 TL.4 VIKO	KS	220,000	103,60	22 792,00	
12	člg	1002935260	DESKA ZAKRYT.DEKAB PVC 300/2 CERVENA 1M DEKAB 300/2 PVC	KS	700,000	24,71	17 297,00	
13	člg	1000327780	FOLIE VYSTR. BLESK 330/0,4 CERVENA 125M FÓLIE VÝSTR.5 BLESKEM 330X0,4 ČERV.	KS	6,000	855,04	5 130,24	
14	zhot	9870020290	VYK-> PISEK ZASYPOVY FR.0-4	KG	92 000,000	0,16	14 720,00	
15	člg	1000174020	TRUBKA KORUG.OHEBNA KORUFL. 160 CERNA 50M	M	80,000	55,57	4 445,60	
D S-3 Montážní práce							1 052 232,80	
16	M	210100813	Ukončení vodičů celoplastových koncovkou do 22 kV staniční KSJs průřezu žily do 240 mm2 Ukončení kabelů nebo vodičů koncovkou do 22 kV staniční vodičů celoplastových [typ KSJs] , průřezu žily do 240 mm2	KUS	4,000	867,00	3 468,00	CS ÚRS 2021 01
17	D	210100813-D	Demontáž - Ukončení vodičů celoplastových koncovkou do 22 kV staniční KSJs průřezu žily do 240 mm2 Demontáž - Ukončení kabelů nebo vodičů koncovkou do 22 kV staniční vodičů celoplastových [typ KSJs] , průřezu žily do 240 mm2	KUS	4,000	433,50	1 734,00	CS ÚRS 2021 01
18	M	210101053	Ukončení vodičů celoplastových koncovkou do 22 kV venkovní KVJK průřezu žily do 240 mm2 Ukončení kabelů nebo vodičů koncovkou do 22 kV venkovní vodičů celoplastových [typ KVJK] , průřezu žily do 240 mm2	KUS	6,000	2 190,00	13 140,00	CS ÚRS 2021 01
19	M	210102024	Propojení vodičů celoplastových spojkou do 22 kV venkovní páskovou Raychem Propojení kabelů nebo vodičů spojkou do 22 kV venkovní páskovou vodičů celoplastových [typ Sjpt 1 až 5] , průřezu žily vodičů celoplastových [typ Raychem]	KUS	24,000	5 860,00	140 640,00	CS ÚRS 2021 01
20	M	210931015	Montáž kabelů Al stíněný plný nebo laněný s XLPE izolací do 35 kV 1x120 mm2 volně uložených (např. AXEKCE) Montáž kabelů hliníkových vn 22 kV a 35 kV bez ukončení stíněných plných nebo laněných kulatých s izolací ze stíněného polyetyleny nebo bezhalogenových (např. AXEKVCE, AXEKCE) uložených volně, počtu a průřezu žil 1x120 mm2	M	990,000	39,60	39 204,00	CS ÚRS 2021 01
21	D	210931015-D	Demontáž kabelů Al stíněný plný nebo laněný s XLPE izolací do 35 kV 1x120 mm2 volně uložených (např. AXEKCE) Demontáž kabelů hliníkových vn 22 kV a 35 kV bez ukončení stíněných plných nebo laněných kulatých s izolací ze stíněného polyetyleny nebo bezhalogenových (např. AXEKVCE, AXEKCE) uložených volně, počtu a průřezu žil 1x120 mm2	M	990,000	19,80	19 602,00	CS ÚRS 2021 01
22	M	210931038	Montáž kabelů Al stíněný plný nebo laněný s XLPE izolací do 35 kV 1x240 mm2 uložených pevně (např. AXEKCE) Montáž kabelů hliníkových vn 22 kV a 35 kV bez ukončení stíněných plných nebo laněných kulatých s izolací ze stíněného polyetyleny nebo bezhalogenových (např. AXEKVCE, AXEKCE) uložených pevně, počtu a průřezu žil 1x240 mm2	M	2 500,000	89,10	222 750,00	CS ÚRS 2021 01
23	M	210950111	Svazkováni jednožilových kabelů vn Ostatní práce při montáži vodičů, šňůr a kabelů svazkováni jednožilových kabelů vn	KUS	1 164,000	11,40	13 269,60	CS ÚRS 2021 01
24	M	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04 Poplatek za uložení stavebního odpadu na skládce (skládkovné) zeminy a kamení zatříděného do Katalogu odpadů pod kódem 17 05 04	T	88,000	657,00	57 816,00	CS ÚRS 2021 01
25	M	174111101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním ručně Zásyp sypaninou z jakékoliv horniny ručně s uložením výkopku ve vrstvách se zhutněním jam, šachet, rýh nebo kolem objektů v těchto výkopcích	M3	215,000	218,00	46 870,00	CS ÚRS 2021 01
26	M	460162112	Hloubení kabelových rýh ručně v hornině tř I skupiny I skupiny 3 Hloubení zapážených i nezapažených kabelových rýh ručně včetně urovnání dna s přemístěním výkopku do vzdálenosti 3 m od okraje jámy nebo s naložením na dopravní prostředek ostatních rozměrů v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 3	M3	270,000	1 370,00	369 900,00	CS ÚRS 2021 01
27	M	460242211	Provizorní zajištění kabelů ve výkopcích při jejich křížení Provizorní zajištění inženýrských sítí ve výkopcích kabelů při křížení	KUS	125,000	100,00	12 500,00	CS ÚRS 2021 01
28	M	460242212	Provizorní zajištění kabelů ve výkopcích při jejich souběhu Provizorní zajištění inženýrských sítí ve výkopcích kabelů při souběhu	M	250,000	29,70	7 425,00	CS ÚRS 2021 01
29	M	460341112	Vodorovné přemístění horniny jakékoliv třídy dopravními prostředky při elektromontážích do 500 m Vodorovné přemístění (odvoz) horniny dopravními prostředky včetně složení, bez naložení a rozprostření jakékoliv třídy, na vzdálenost přes 50 do 500 m	M3	270,000	63,30	17 091,00	CS ÚRS 2021 01
30	M	460662313	Kabelové lože z písku pro kabely vn a vvn kryté betonovou deskou š lože do 50 cm Kabelové lože z písku včetně podsypu, zhutnění a urovnání povrchu pro kabely vn a vvn zakryté betonovými deskami (materiál ve specifikaci), šířky přes 40 do 50 cm	M	110,000	170,00	18 700,00	CS ÚRS 2021 01
31	M	460671114	Výstražná fólie pro krytí kabelů šířky 40 cm Výstražná fólie z PVC pro krytí kabelů včetně vyrovnání povrchu rýhy, rozvinutí a uložení fólie šířky do 40 cm	M	700,000	16,80	11 760,00	CS ÚRS 2021 01
32	M	469972111	Odvoz suti a vybouraných hmot při elektromontážích do 1 km Odvoz suti a vybouraných hmot odvoz suti a vybouraných hmot do 1 km	T	88,000	450,00	39 600,00	CS ÚRS 2021 01
33	M	469972121	Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot při elektromontážích za každý další 1 km Odvoz suti a vybouraných hmot odvoz suti a vybouraných hmot Příplatek k ceně za každý další i započatý 1 km	T	88,000	13,90	1 223,20	CS ÚRS 2021 01
34	M	HZS 010	Přesun hmot	SADA	21,000	740,00	15 540,00	
D S-OST Ostatní							155 400,00	
35	M	HZS 006	HZS-Spolučast zhotovitele při zkouškách	HOD	12,000	740,00	8 880,00	
36	M	HZS 008	HZS-Revize zařízení	HOD	24,000	740,00	17 760,00	
37	M	HZS 001	HZS-Koordinace dodávek	HOD	4,000	740,00	2 960,00	
38	M	HZS 003	HZS-Oprava PD dle skutečnosti ve 2.paré v tužce	HOD	12,000	740,00	8 880,00	
39	M	HZS 004	HZS-Dokumentace skutečného provedení	HOD	8,000	740,00	5 920,00	
40	M	HZS 005	HZS-Komplexní zkoušky	HOD	50,000	740,00	37 000,00	
41	M	HZS 002	HZS-Funkční zkoušky zhotovitele	HOD	100,000	740,00	74 000,00	