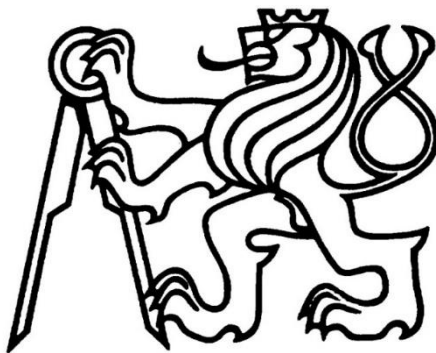


**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta elektrotechnická**

**Katedra elektroenergetiky**



Diplomová práce

**Projektování venkovního elektrického vedení VN**

**Project distribution overhead high voltage lines**

**Bc. Kamil Mádle**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Aplikovaná elektrotechnika

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

ČVUT v Praze 2021

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Mádle** Jméno: **Kamil** Osobní číslo: **434878**  
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 venkovního vedení VN**

Název diplomové práce anglicky:

**Project distribution overhead high voltage lines**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Legislativa.
- 2) Zásady navrhování distribučního venkovního vedení VN.
- 3) Namáhání venkovního vedení.
- 4) Plán organizace výstavby.

Seznam doporučené literatury:

- 1) DVOŘÁČEK, Karel. Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací. Třetí - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2018. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-38-3
- 2) FENCL, František. Elektrický rozvod a rozvodná zařízení. Vyd. 4. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04351-6. HASELHUHN, Ralf. Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu. 1. české vydání Ostrava: HEL, 2011, 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6.
- 3) HOLÝ, Karel a Josef HANZL. Stavba a rekonstrukce venkovních vedení vysokého napětí. Praha: IN-EL, 2000. Dílenská příručka. ISBN 80-86230-13-9.
- 4) LIST, Vladimír a Karel POCHOP. Mechanika venkovních vedení. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1955.

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: **21.05.2021**

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 13.8.2021

Bc. Kamil Mádle

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Mgr. Ing. Vítu Kleinovi, Ph.D., za cenné odborné rady a připomínky k této práci. Také bych chtěl poděkovat panu Ing. Pavlu Pavlátkovi, Ph.D., za poskytnuté odborné konzultace a umožnění spolupráce na projektu venkovního vedení VN. Dále bych chtěl poděkovat svým kolegům za poskytnuté informace a rady.



## **Abstrakt:**

Tato diplomová práce se zabývá návrhem venkovního vedení VN, které je nepostradatelnou součástí distribuční soustavy. První část práce je věnována projekční činnosti a příslušným dokumentacím. Následně jsou uvedeny nezbytné části, ze kterých se skládá venkovní vedení VN, a zásady, se kterými je nutné při samotném návrhu počítat. Čtvrtá část se zabývá výpočty zatížení jednotlivých komponent vedení. Tato část práce se také zaměřuje na mechaniku vodiče, která je velmi důležitá při namáhání vedení. Pro mechaniku vodiče byly vytvořeny výpočty v programu MS Excel a správnost výpočtů byla ověřena s daty získanými z programu SPIDER-EN. V programu SPIDER-EN probíhal celkový návrh venkovního vedení VN i s výpočty mechanického namáhání prvků vedení, ověření dodržení minimálních vzdáleností a tvorby podélného profilu. Předposlední část se zabývá plánem organizace výstavby, který slouží pro rozplánování celé stavby na jednotlivé úseky a pracovní činnosti. Toto rozdělení slouží k usnadnění realizace výstavby, tak aby byly minimálně omezováni odběratelé a zároveň na sebe práce efektivně navazovaly a zbytečně neprodlužovaly dobu stavby. Poslední část je věnována zpracování konkrétního projektu a kompletaci celé dokumentace pro zhotovitele.

## **Klíčová slova:**

projekční činnost, projekt, projektová dokumentace, venkovní vedení, vysoké napětí, zatížení, mechanika vodiče, montážní tabulky, plán organizace výstavby

## **Abstract:**

This diploma thesis deals with the design of an overhead high voltage transmission line, which is an indispensable part of an electricity distribution system. The first section applies to project work and relevant documentation. The following chapters mention the essential parts of the overhead HV lines and the rules which must be considered when project making. The fourth part contains certain calculations of loading in the particular components of a transmission line. This section focuses also on mechanical properties of conductors, which are important during transmission line loading. The calculations of these mechanical properties were created in MS Excel and their correctness was confirmed by data received from SPIDER-N program. The complete design of the overhead HV transmission line was accomplished in this SPIDER-N program, including the calculations of mechanical straining of individual transmission line components, the verification of minimal distance's maintenance and the creating of longitudinal profile. Next part deals with a construction organization plan, which serve for representation and planning out the project in single phases and all related activities in details. It has main role in construction realization so that the work flows smoothly and effectively, as soon as possible and with minimal restraint of customers. The last chapter is composed of the particular project and the completion documentation intended for a contractor.

## **Keywords:**

project activity, project, project documentation, overhead transmission line, high voltage, loading, mechanical property of conductor, stringing chart, construction organization plan

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PROJEKČNÍ ČINNOST A LEGISLATIVA</b> .....	<b>2</b>
2.1	AUTORIZOVANÍ INŽENÝŘI A TECHNICI .....	4
2.1.1	<i>Autorizovaní inženýři a technici</i> .....	4
2.1.2	<i>Autorizační zkoušky a vzdělávání</i> .....	5
2.2	URČENÍ ZÁMĚRU PROJEKTU – PODMÍNKY .....	5
2.3	ROZHODNUTÍ O UMÍSTĚNÍ STAVBY .....	6
2.3.1	<i>Územní souhlas</i> .....	6
2.3.2	<i>Územní rozhodnutí</i> .....	7
2.3.3	<i>Stavba bez nutnosti územního souhlasu nebo územního rozhodnutí</i> .....	7
2.4	PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE .....	9
2.4.1	<i>Druhy projektové dokumentace</i> .....	12
2.4.2	<i>Dokumentace pro provedení stavby</i> .....	12
2.4.2.1	Technická zpráva .....	12
2.4.2.2	Výkresová část dokumentace .....	13
2.4.2.3	Dopravně inženýrské řešení .....	13
2.5	VĚCNÁ BŘEMENA .....	14
<b>3</b>	<b>ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ DISTRIBUČNÍHO VENKOVNÍHO VEDENÍ VN</b> .....	<b>15</b>
3.1	VENKOVNÍ VEDENÍ VN .....	16
3.1.1	<i>Úsekové odpínače</i> .....	16
3.1.2	<i>Vodiče</i> .....	16
3.1.2.1	Holé vodiče .....	16
3.1.2.2	Jednoduché izolované vodiče VN .....	17
3.1.2.3	Závěsné kabely VN .....	17
3.1.2.4	Zvýraznění vodičů vedení .....	18
3.1.3	<i>Podpěrné body</i> .....	18
3.1.3.1	Betonové sloupy .....	18
3.1.3.2	Příhradové stožáry .....	19
3.1.3.3	Dřevěné sloupy .....	19
3.1.3.4	Rozdělení podpěrných bodů podle účelu a zatížení .....	20
3.1.4	<i>Konzole a izolátory</i> .....	21
3.1.4.1	Konzole .....	21
3.1.4.2	Izolátory .....	22
3.1.5	<i>Rozvoj optické infrastruktury</i> .....	23
3.1.5.1	Kombinované zemnicí lano .....	24
3.1.5.2	Samonosný dielektrický optický kabel.....	24
3.1.6	<i>Další prvky venkovního vedení VN</i> .....	24
3.2	NAVRHOVANÁ ŽIVOTNOST, SPOLEHLIVOST A PROSTŘEDÍ .....	25
3.3	OCHRANNÁ PÁSMA.....	26
3.3.1	<i>Nadzemní vedení</i> .....	26
3.3.2	<i>Elektrické stanice</i> .....	26
3.4	STANDARDNÍ NAHODILÉ ZATĚŽOVACÍ STAVY .....	27
3.5	MINIMÁLNÍ VZDÁLENOSTI .....	28
3.5.1	<i>Minimální vzdálenosti mezi vodiči</i> .....	28
3.5.2	<i>Minimální vzdálenosti vodičů</i> .....	30
3.6	MEZNÍ STAVY .....	33
3.7	MEZNÍ TEPLoty .....	34
3.8	KLASIFIKACE ZATÍŽENÍ VEDENÍ .....	34

3.8.1	<i>Zatížení větrem</i> .....	35
3.8.2	<i>Zatížení námrazou</i> .....	37
<b>4</b>	<b>VÝPOČET ZATÍŽENÍ VEDENÍ A JEHO KOMPONENT</b> .....	<b>40</b>
4.1	ZATÍŽENÍ NA JEDNOTLIVÉ SLOŽKY VEDENÍ .....	40
4.1.1	<i>Síla větru na vodiče</i> .....	40
4.1.2	<i>Síla větru na podpěrné body</i> .....	42
4.1.3	<i>Kombinované zatížení větrem a námrazou</i> .....	42
4.2	MECHANIKA VODIČE VENKOVNÍHO VEDENÍ .....	43
4.2.1	<i>Souměrná řetězovka</i> .....	44
4.2.2	<i>Nesouměrná řetězovka</i> .....	45
4.2.2.1	Délka vodiče .....	47
4.2.2.2	Průhyby šikmého pole .....	47
4.2.2.3	Namáhání vodiče .....	48
4.2.3	<i>Stavová rovnice</i> .....	49
4.3	SOFTWAREVÉ NÁSTROJE PRO PROJEKTOVÁNÍ .....	50
4.3.1	<i>SPIDER-EN</i> .....	50
4.3.1.1	Výpočty a mechanika venkovního vedení v programu SPIDER-EN .....	52
4.3.2	<i>Výpočtová tabulka – Montážní tabulky</i> .....	52
4.3.2.1	Ukázky výpočtů .....	55
<b>5</b>	<b>PLÁN ORGANIZACE VÝSTAVBY</b> .....	<b>59</b>
5.1	ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY .....	59
5.2	OBSAH PLÁNU ORGANIZACE VÝSTAVBY .....	60
5.2.1	<i>Technická zpráva</i> .....	60
5.2.2	<i>Časový plán</i> .....	60
5.2.2.1	Řádkový harmonogram .....	61
5.2.3	<i>Staveniště a zařízení staveniště</i> .....	61
5.3	ODSTÁVKY A DOČASNÉ NÁHRADNÍ NAPÁJENÍ .....	62
5.4	PRÁCE PROVÁDĚNÉ NA VENKOVNÍM VEDENÍ VN .....	62
5.5	POSTUP PRACÍ PŘI VÝMĚNĚ VENKOVNÍHO VEDENÍ VN .....	66
5.6	HARMONOGRAM STAVBY .....	68
<b>6</b>	<b>ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU A DOKUMENTACE</b> .....	<b>69</b>
6.1	ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU .....	69
6.2	KOMPLETACE DPS .....	70
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>72</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ</b> .....	<b>74</b>
8.1	TIŠTĚNÉ PRAMENY .....	74
8.2	ELEKTRONICKÉ A INTERNETOVÉ ZDROJE .....	75

## Seznam obrázků

Obrázek 2.1 Postavení projektu elektrických rozvodů ve fázích výstavby s naznačením základních vztahů ve výstavbě .....	3
Obrázek 3.1 Mapa větrných oblastí .....	35
Obrázek 3.2 Mapa námrazových oblastí.....	38
Obrázek 4.1 Síla větru působící na vodiče .....	41
Obrázek 4.2 Souměrná řetězovka .....	44
Obrázek 4.3 Nesouměrná řetězovka .....	46
Obrázek 4.4 Délka souměrné a nesouměrné řetězovky .....	47
Obrázek 4.5 Průhyby šikmého pole .....	48
Obrázek 4.6 Namáhání v závěsném bodě .....	49
Obrázek 4.7 Vstupní údaje lan, kabelů a vstupní stavy .....	55
Obrázek 4.8 Vstupní data – výšky uchycení, rozpětí, námrazové a větrné oblasti .....	56
Obrázek 4.9 Montážní tabulky pro PB č.15 a 16.....	57

## Seznam tabulek

Tabulka 3.1 Úrovně spolehlivosti .....	25
Tabulka 3.2 Standardní zatěžovací stavy .....	27
Tabulka 3.3 Nejkratší vnitřní a vnější vzdálenosti $D_{el}$ a $D_{pp}$ .....	28
Tabulka 3.4 Nejkratší vzdálenosti na podpěrných bodech [m] .....	30
Tabulka 3.5 Nejkratší vzdálenosti k zemi .....	31
Tabulka 3.6 Nejkratší vzdálenosti od porostů .....	31
Tabulka 3.7 Nejkratší vzdálenosti od křížovaných pozemních komunikací .....	32
Tabulka 3.8 Nejkratší vzdálenosti železnic .....	33
Tabulka 3.9 Hodnoty referenčních rychlostí větru .....	35
Tabulka 3.10 Kategorie terénu, parametr drsnosti terénu $z_0$ a součinitele terénu $k_r$ .....	36
Tabulka 3.11 Referenční zatížení námrazou $I_{R50}$ [N/m] na jednotku délky vodiče o průměru $d$ [mm] s dobou návratu $T=50$ let .....	38
Tabulka 4.1 Hodnoty pro výpočet zatížení vodičů větrem v terénu II., III. a IV .....	41

## Seznam grafů

Graf 4.1 Průhyb vedení – podélný profil vedení mezi PB č.15 a 16 .....	57
------------------------------------------------------------------------	----

## Seznam příloh

Příloha 1 - Montážní tabulky – PB č. 15 a 16 .....	76
Příloha 2 - Montážní tabulky – PB č. 107 a 108 .....	78
Příloha 3 - Montážní tabulky – PB č. 196 a 195 .....	80
Příloha 4 - Plán organizace výstavby – Zlaté Hory .....	82
Příloha 5 – Harmonogram stavby – Zlaté Hory .....	91
Příloha 6 – SPIDER-EN – Situační výkresy .....	93
Příloha 7 – SPIDER-EN – Podélný profil vedení .....	96
Příloha 8 – SPIDER-EN – Montážní tabulky .....	Samostatná elektronická příloha
Příloha 9 – Montážní tabulky – výpočty, podélný profil ....	Samostatná elektronická příloha

## Seznam zkratek

AC	Alternating current
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
ČR	Česká republika
DIO	Dopravně inženýrské řešení
DIR	Dopravně inženýrské rozhodnutí
DPS	Dokumentace pro provedení stavby
DS	Distribuční soustava
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
DÚR	Dokumentace pro územní řízení
DZS	Dokumentace pro zadání stavby
EIA	Environmental impact assessment
GIS	Geografický informační systém
HDPE	Polyetylen s vysokou hustotou
HV	High voltage
KZL	Kombinované zemnicí lano
MS	Microsoft
NN	Nízké napětí
PB	Podpěrný bod
POV	Plán organizace výstavby
SCADA	Supervisory control and data acquisition
SDOK	Samonosný dielektrický optický kabel
SoSB	Smlouva o smlouvě budoucí
TMP	Technologické montážní postupy
TP	Technické podmínky
TPS	Technika prostředí staveb
TS	Trafostanice
TZS	Technická zařízení staveb
VB	Věcné břemeno
VN	Vysoké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí

ZOK	Zemní optický kabel
ZOV	Zásady organizace výstavby
ZVN	Zvlášť vysoké napětí



## 1 Úvod

Elektrická energie je nepostradatelnou součástí lidských životů. Na elektrické energii jsou závislá veškerá odvětví průmyslu, zemědělství atd. Elektrickou energii umíme přeměňovat z mnoha jiných energií, a to jak ze zdrojů neobnovitelných, tak i obnovitelných. Elektrárny jsou většinou umístovány do oblastí vhodných pro jejich provoz a také tam, kde jsou efektivní. Elektrickou energii je nutné přenášet z míst výroby ke koncovým uživatelům, k tomuto účelu slouží přenosové a distribuční soustavy. Přenosová soustava využívá pro přenos napěťové hladiny ZVN a VVN. Distribuční soustavy využívají pro přenos napěťové hladiny VVN, VN a NN. Pro přenos elektrické energie na větší vzdálenosti jsou využívány venkovní elektrické sítě, které jsou nezbytnou součástí distribuční a přenosové soustavy.

Venkovní vedení musí být schopné odolávat klimatickým vlivům, a to hlavně větru a námraze. A zároveň musí splňovat požadovaná kritéria a zajišťovat spolehlivý přenos elektrické energie s odpovídající kvalitou. Při tom všem nesmí být nebezpečné svému okolí ani ohrožovat zdraví osob. Nadměrné zatěžování venkovního vedení může způsobit poškození jednotlivých prvků vedení a přerušení dodávek elektrického proudu. Proto je nutné takovéto vedení navrhovat a dimenzovat vždy pro dané prostředí, aby případné poruchy a poškození venkovního vedení byly minimální.

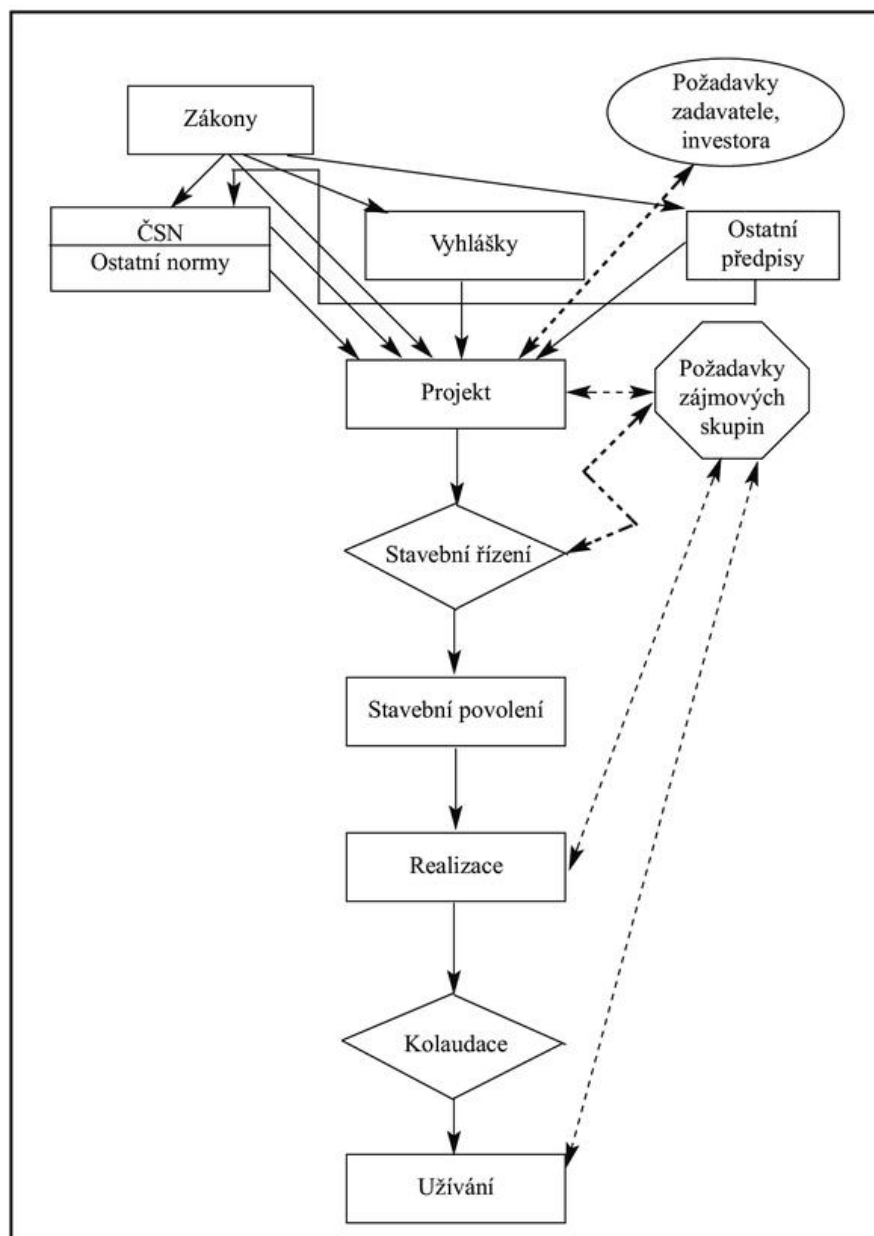
Z tohoto důvodu se tato práce zabývá projektováním venkovního vedení a zpracováním příslušné dokumentace. V rámci projektování venkovního vedení je nutné dopočítávat mechanické vlastnosti vedení a zatěžování jednotlivých komponent pro možná kritická zatížení. Zároveň musí vedení být navrženo dle platných norem, předpisů a splňovat požadavky investora. Návrh musí být vyhotoven tak, aby umožňoval co nejefektivnější výstavbu a zároveň minimalizoval dobu výstavby. Také je vhodné realizovat rekonstrukce venkovních vedení s přihlédnutím na minimalizaci počtu a doby odpojení.

## **2 Projekční činnost a legislativa**

První, na co je nutné se zaměřit, je to, co vlastně projekt a s ním spojené i projektování vlastně znamená a jaké jsou základní požadavky na projekty v energetice zaměřené na rekonstrukce a budování nových sítí NN a VN a jaké požadavky to klade na projektanta, který takovéto projekty realizuje.

Samotný pojem projektování vyjadřuje proces činností, které zpracovávají jednotlivé důležité části, navzájem na sebe navazují a spolu tvoří konečný projekt, který řeší zadaný problém. Projekt s celou jeho dokumentací musí zohledňovat všechny technické i ekonomické stránky, které mohou v době tvorby projektu i při realizaci nastat. Zároveň je kladen velký důraz na efektivní vytvoření celého projektu tak, aby byl co nejrychleji a zároveň kvalitně zpracován. Technika se velmi rychle vyvíjí a zařízení, které se používalo v době projektu, už může být při realizaci zastaralé nebo nedostatečné. Toto se týká hlavně velkých a dlouhotrvajících projektů.

Projekční činnost je v mnoha technických oborech vyžadována a je potřeba aby byla zajištěna bezpečnost a spolehlivost navrhovaného zařízení, proto je nutná realizace projektů odborníky v daném oboru s dostatečnou kvalifikací. Při vytváření projektu je nezbytné dodržovat všechny postupy stanovené normami, vyhláškami a nařízeními pro bezchybnou realizaci projektu a následně díla. Při dodržení těchto zásad by nemělo dojít při realizaci ani provozu realizovaného díla k materiálním škodám ani ohrožení lidských životů. Z tohoto důvodu musí projektant průběžně sledovat aktuálně platné předpisy, technické normy, vyhlášky a nařízení a dobře se v nich orientovat. Dále je vhodné mít zkušenosti získané při zpracovávání projektů jako člen týmu s odborným dohledem nebo jako realizátor elektromontážních prací. Při praxi a práci v týmu se projektant seznámí se všemi úskalími a detaily, které se při vytváření projektu, a hlavně při jeho realizaci můžou vyskytnout.



Obrázek 2.1 Postavení projektu elektrických rozvodů ve fázích výstavby s naznačením základních vztahů ve výstavbě<sup>1</sup>

Obrázek 2.1 znázorňuje jednotlivé fáze tvorby a realizace projektu počínající investorským záměrem a končící předáním zkolaudované stavby investorovi k užívání. Je nutné poznamenat, že u mnoho projektů se neobejde bez územní řízení, které rozhoduje o umístění stavby. Pro jednotlivá řízení a požadavky v celém tomto procesu rozlišujeme čtyři druhy dokumentace – dokumentace územního řízení, dokumentace ke stavebnímu řízení, dokumentace pro provedení stavby a dokumentace skutečného provedení stavby. Dokumentace pro provedení stavby je přímým podkladem pro realizaci stavby.

<sup>1</sup> DVOŘÁČEK, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací. Třetí – aktualizované vydání*. Pardubice: IN-EL, 2018. Elektro (IN-EL). s.16. ISBN 978-80-87942-38-3.

Dokumentace skutečného provedení stavby je vypracována až po realizaci stavby a slouží jako podklad pro kolaudační řízení a následně je spolu s kolaudačním rozhodnutím předána investorovi.

## 2.1 Autorizovaní inženýři a technici

Jak je uvedeno v předchozí kapitole, při zpracovávání projektu je důležité být znalý všech nařízení a předpisů a mít dostatečnou praxi nebo spolupracovat v kolektivu, který už tyto znalosti a zkušenosti má. Osobami, které zastřešují projekty a jsou odpovědní za správnost celého projektu a s tím spojenou i projektovou dokumentaci, jsou autorizovaní inženýři a technici. Ti musí mít potřebnou praxi a znalosti v daném oboru a složit příslušné zkoušky u České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT). Jejich práva a povinnosti jsou stanoveny právními předpisy a řády ČKAIT. Základní veřejnoprávní odpovědnost autorizovaných osob je upravena stavebním a autorizačním zákonem. K povinnostem autorizovaných osob patří hlavně chránit při výkonu vybraných činností přednostně veřejné zájmy a poté klienta. Ze zákona č. 360/1992 Sb. o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vyplývá, že relevantními obory a specializacemi pro elektro projektanty jsou: <sup>2</sup>

- Obor – Technická zařízení staveb (TZS)
- Obor – Technika prostředí staveb, specializace elektrotechnická zařízení (TPS).

Autorizace je oprávnění fyzických osob vykonávat odbornou činnost ve výstavbě pro daný obor či specializaci, pro kterou jim byla autorizace udělena.

### 2.1.1 Autorizovaní inženýři a technici

Jedná se o osoby, kterým byla udělena autorizace v některém oboru či specializaci specifikovaném v zákoně č. 360/1992 Sb. Všechny tyto osoby jsou zapsány v seznamu ČKAIT.

#### **Autorizovaný inženýr**

Autorizovaný inženýr může vykonávat a vypracovávat projektovou dokumentaci staveb, vypracovávat územně plánovací podklady a příslušné části územně plánovací dokumentace, provádět statické a dynamické výpočty staveb, provádět stavebně technické

---

<sup>2</sup> ČKAIT, Práva a povinnosti autorizované osoby. *Ckait.cz* [online]. [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.ckait.cz/prava-a-povinnosti-autorizovane-osoby>

nebo inženýrské průzkumy, provádět zkoušení a diagnostiku, vést realizaci staveb, vykonávat v orgánech správy odborné funkce na úseku stavebního řádu nebo územního plánování a provádět autorský a technický dozor při realizaci staveb.<sup>3</sup>

### **Autorizovaný technik**

Autorizovaný technik může vykonávat a vypracovávat dílčí části projektové dokumentace, podílet se na vypracování projektové dokumentace zpracovávané autorizovaným inženýrem nebo architektem, provádět stavebně technické průzkumy, vést realizaci staveb, provádět autorský nebo technický dozor nad realizací stavby, řídit příslušné odborné stavební a montážní práce a vykonávat odborné funkce.<sup>4</sup>

#### **2.1.2 Autorizační zkoušky a vzdělávání**

Autorizovaná osoba musí mít odpovídající vzdělání v daném oboru a praxi alespoň v minimální požadované délce. Dále musí být osoba svéprávná a trestně bezúhonná.

Předmětem zkoušky je ověření odborných znalostí, znalostí právních předpisů a zákonů upravujících vykonávání příslušné odborné činnosti. Tyto základní požadavky jsou uvedené v zákoně č. 360/1992 Sb.<sup>5</sup>

Autorizovaná osoba je ze zákona povinna se odborně vzdělávat a průběžně sledovat informace a materiály nezbytné pro vykonávání její činnosti. Tímto je zajištěna odpovídající odborná úroveň a znalost aktuálních zákonů a předpisů všech autorizovaných osob. ČKAIT je povinna pečovat o vysokou úroveň činnosti autorizovaných osob. Podporuje odborné vzdělávání svých členů, poskytuje odborné informace a materiály a pořádá pro své členy vzdělávací akce a semináře.<sup>6</sup>

Každá autorizovaná osoba má možnost si rozšiřovat svoji autorizaci o další obory a specializace jež uvádí zákon č. 360/1992 Sb.

## **2.2 Určení záměru projektu – podmínky**

Každý investorem zadaný projekt by měl obsahovat specifikaci projektu, která udává, čemu se projekt bude věnovat a definuje požadavky investora na zhotovený projekt a na jednotlivé použité prvky, například maximální výkony, pro které je potřeba naddimenzovat vedení, nebo přesný výkon trafostanice a dalších jejích parametrů. Ve specifikaci projektu

---

<sup>3</sup> DVOŘÁČEK, pozn. 1, s. 17

<sup>4</sup> DVOŘÁČEK, pozn. 1, s. 17-18

<sup>5</sup> DVOŘÁČEK, pozn. 1, s. 18

<sup>6</sup> ČKAIT, pozn. 2

také investor stanovuje přesný záměr projektu. To znamená, že určuje, jestli se bude jednat například o novostavbu nebo rekonstrukci. Pro každý záměr je nutné splnit různé podmínky a některé projekty lze realizovat zjednodušenou formou podle §79 stavebního zákona č. 183/2006 Sb., o kterém se budu zmiňovat ještě dále.

Z tohoto důvodu je nezbytné, aby projektant dokázal rozlišit, kdy je projekt možné navrhnout jako rekonstrukci a kdy už je nutné ho navrhnout jako novostavbu, například kvůli výměně prvků nebo posunutí trasy vedení.

Specifikaci projektu lze při zjištění potřeby navýšení výkonu, výměny prvků apod. doplnit nebo rozšířit, ovšem pouze po projednání s investorem.

## **2.3 Rozhodnutí o umístění stavby**

Rozhodnutí o umístění stavby vymezuje stavební pozemek, umísťuje navrhovanou stavbu, stanovuje její druh a účel, podmínky pro její umístění, pro zpracování projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení, pro ohlášení stavby a pro napojení na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu. Stavební zákon dále stanovuje, kdy není požadováno rozhodnutí o umístění stavby ani územní souhlas. Kromě stanovených výjimek musí být umístění stavby a zařízení spojených s energetickou soustavou vždy schváleno stavebním úřadem, a to buď formou územního souhlasu nebo územního rozhodnutí.<sup>7</sup>

### **2.3.1 Územní souhlas**

Územní souhlas je možné vydat stavebním úřadem rychleji než územní rozhodnutí, a to dle zákona do 30 dnů, pokud s projektem nevyjádří někdo z dotčených organizací nebo majitelů nesouhlas. Povolení k umístění stavby lze získat územním souhlasem za předpokladu, že je záměr v zastavěném území nebo v zastavitelné ploše a že nejsou pozměněny poměry na dotčeném území, že záměr nevyvolává nároky na technickou infrastrukturu a že vlastníci dotčených pozemků písemně souhlasí se stavbou. Územní souhlas nelze vydat, pokud dotčené organizace nesouhlasí se záměrem nebo vydají závazné stanovisko nebo pokud má stavba vliv na životní prostředí. Při nesplnění podmínek může stavební úřad rozhodnout o projednání záměru v územním řízení. Platnost územního řízení je 12 měsíců od jeho vydání a nelze ji prodloužit.

---

<sup>7</sup> ČR. Zákon č. 183/2006 Sb.: Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). Zakonyprolidi.cz [online]. [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>

### 2.3.2 Územní rozhodnutí

Územní rozhodnutí je vydáno na základě územního řízení stavebním úřadem. Stavební úřad tímto rozhodnutím schvaluje navrhovaný záměr projednávaný v územním řízení. Územní řízení je zahájeno oznámením záměru formou žádosti podané na stavební úřad. Žádost musí obsahovat stanovené přílohy dané zákonem, jako je dokumentace stavby, základní údaje o záměru, doklady se souhlasu vlastníků dotčených pozemků, vyjádření dotčených organizací správců sítí, a hlavně jejich závazná stanoviska. Aby se při územním řízení mohlo přihlídnout k námitkám účastníků, musí tyto námitky být relevantní s jejich právy a povinnostmi. Stavební úřad také posuzuje, jestli se záměr shoduje s místní územně plánovací dokumentací, a také posuzuje vliv záměru na životní prostředí.

V případě, že žádost neobsahuje požadované části, je žadatel vyzván k jejímu doplnění nebo úpravě a řízení se přerušuje do doby, než dojde k nápravě nedostatků žádosti. V případě nedoplnění dojde k zastavení řízení. Stavební úřad může přerušit řízení i v případě, že záměr klade požadavky na technickou infrastrukturu a nelze ho realizovat bez vybudování dalších technických zařízení.

Samotné územní řízení trvá většinou tři měsíce. S touto časovou prodlevou je nutné při návrhu projektu počítat, a to i za předpokladu bezproblémového řízení. Platnost územního rozhodnutí je 2 roky po nabytí právní moci, pokud stavební úřad nestanoví lhůtu delší, a lze ji prodloužit, což u územního souhlasu není možné.

### 2.3.3 Stavba bez nutnosti územního souhlasu nebo územního rozhodnutí

Některé stavby lze realizovat bez územního rozhodnutí a územního souhlasu podle §79 Stavebního zákona. Rozlišení, jaké stavby lze realizovat bez povolení stavebního úřadu (tj. územní rozhodnutí nebo souhlas, ohlášení nebo stavebního povolení), je důležité pro urychlení uskutečnění záměru. Typy staveb, kterým jejich charakter umožňuje realizaci bez povolení, jsou upřesněny v metodice ČEZd\_ME\_0024 – *Definice pojmů oprava a technické zhodnocení zařízení distribuční soustavy*.

Při výměnách a rekonstrukcích stávajícího zařízení v distribučních soustavách se využívá §79 odst. 2 písm. s) Stavebního zákona. Přesné znění tohoto bodu je: „*Rozhodnutí o umístění stavby ani územní souhlas nevyžaduje výměna vedení technické infrastruktury, pokud nedochází k překročení hranice stávajícího ochranného nebo bezpečnostního pásma.*“

Stavební záměry nevyžadující rozhodnutí o umístění stavby nebo uzemní souhlas je možné také realizovat podle Stavebního zákona §79 odst. 5), který tyto záměry definuje jako stavební úpravy a udržovací práce. Tohoto odstavce se využívá i pro stavební záměry v oblasti energetiky. Pod tímto bodem si můžeme představit například výměnu zastaralého vedení za nové o stejných parametrech nebo natírání PB.

Zpracovatel zadávacího návrhu musí stanovit již při zpracování technického řešení, zda lze stavbu v daném rozsahu zpracovávat dle §79 odst. 2) nebo odst. 5). Tato skutečnost musí být v technickém řešení uvedena, její doplnění v průběhu zpracování projektu je přípustné. Je nutné uvést, že stavby realizované dle §79 Stavebního zákona odst. 2) a 5) se nekolaudují.

Podmínky, které je potřeba splnit, aby stavby mohly být realizované dle §79, stanovuje metodika ČEZd\_ME\_0215r01 – *Stavby distribuční soustavy vn a vvn realizované dle §79 Stavebního zákona*. Podmínky sepsané níže je nutné splnit bez výjimek:

- a) jedná se o výměnu vedení technické infrastruktury (tj. je zachován stávající druh zařízení, např. výměna venkovního vedení VVN za venkovní vedení VVN, nedochází k jeho zdvojení,
- b) může se změnit trasa vedení této technické infrastruktury (výška, typ PB, umístění PB), za dodržení podmínky uvedené dále v písm. c), nikoli však u nadzemních vedení NN a u podzemních vedení,
- c) nepřekročí se hranice stávajícího ochranného pásma (tj. rozsah nově vzniklého ochranného pásma nesmí vybočit z rozsahu původního ochranného pásma);
- d) stavba nevyžaduje závazné stanovisko EIA,
- e) existující stavba byla řádně povolena,
- f) stavba (jedná-li se o nadzemní vedení) se nenachází v zastavěných částech měst a obcí (zastavěná území dle vyhl. 501/2006 Sb. - Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území - § 24, odst. 1) a není vydáno rozhodnutí o povolení výjimky.

Pro prokázání neporušení podmínek je potřeba zajistit geodetické zaměření původního a nového vedení, a tím doložit, že se původní trasa vedení shoduje s novou trasou vedení. Geodetické zaměření musí obsahovat polohu a trasu vedení, vyložení konzol na PB a výšku původních PB.



Při splnění podmínek určených §79 je možné realizovat záměry bez potřeby územního souhlasu nebo územního rozhodnutí, například níže uvedené: <sup>8</sup>

- výměna vodičů a závěsných kabelů,
- výměna konzol na PB při nepřekročení jejich vyložení,
- výměna celého vedení, za předpokladu dodržení trasy, výšky vedení a umístění náhradních PB v místě původního PB (bod za bod),
- výměna podzemního vedení za předpokladu dodržení trasy a hloubky vedení,
- přiložení HDPE trubky včetně ZOK,
- podvěšení kabelu SDOK na venkovní vedení.

Poslední dva body jsou velmi důležité, protože se jedná v podstatě o nové zařízení. Jejich přiložením nebo podvěšením ale nedochází ke změně trasy ani nutnosti změny ochranného pásma původního vedení, proto je možné tyto prvky ke stávajícímu nebo vyměňovanému zařízení přidat, bez nutnosti projednávání se stavebním úřadem. Tohoto se v dnešní době často využívá, protože se klade velký důraz na postupný rozvoj této technologické infrastruktury.

## 2.4 Projektová dokumentace

Projektová dokumentace je soubor informací, který jednoznačně stanovuje technické dílo v rozsahu, způsobu provedení a návaznosti na okolí a vnější vlivy. Dále určuje jeho potřeby, požadavky kladené zadavatelem na dílo a další podstatné a informativní údaje. <sup>9</sup>

Do projektové dokumentace se zařazují veškeré podklady, které určují, znázorňují a popisují připravované i stávající dílo. Projektová dokumentace obsahuje dvě hlavní části, a to písemnou a výkresovou. Přesný rozsah dokumentace je dán Stavebním zákonem a navazující vyhláškou č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb.

Pro projekty, které zpracovávají návrh venkovního vedení VN, je nutné dodržet rozsah dokumentace dle přílohy č. 2 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. – *Rozsah a obsah dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění liniové stavby technické infrastruktury včetně souvisejících technologických objektů*. Základní soupis a členění této dokumentace jsou sepsány níže a v příloze č.2 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. <sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Kolektiv autorů. *Metodika – Stavby distribuční soustavy vn a vvn realizované dle § 79 Stavebního zákona v platném znění*. Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s., ID: ČEZd\_ME\_0215r01

<sup>9</sup> DVOŘÁČEK, pozn. 1, s. 105

<sup>10</sup> ČR. Zákon č. 183/2006 Sb., pozn. 7

**Projektová dokumentace dle této vyhlášky obsahuje tyto části:**

**A Průvodní zprávu**

**A.1 Identifikační údaje**

- A.1.1 Údaje o stavbě
- A.1.2 Údaje o žadateli
- A.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace

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

**A.3 Seznam vstupních podkladů**

**B Souhrnná technická zpráva**

**B.1 Popis území stavby**

**B.2 Celkový popis stavby**

- B.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání
- B.2.2 Bezpečnost při užívání stavby
- B.2.3 Základní technický popis staveb
- B.2.4 Základní popis technických a technologických zařízení
- B.2.5 Zásady požárně bezpečnostního řešení
- B.2.6 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí
- B.2.7 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

**B.3 Připojení na technickou infrastrukturu**

**B.4 Dopravní řešení**

**B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav**

**B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana**

**B.7 Ochrana obyvatelstva**

**B.8 Zásady organizace výstavby**

**B.9 Celkové vodohospodářské řešení**

**C Situační výkresy**

**C.1 Situační výkres širších vztahů**

**C.2 Katastrální situační výkres**

**C.3 Koordinační situační výkres**

**C.4 Speciální situační výkres**

## **D Dokumentace objektů**

### **D.1 Charakteristické půdorysy**

### **D.2 Charakteristické řezy**

### **D.3 Základní pohledy**

## **E 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.

### **E.1 Závazná stanoviska, stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů**

### **E.2 Dokumentace vlivů záměru na životní prostředí**

### **E.3 Doklad podle jiného právního předpisu**

### **E.4 Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury**

E.4.1 Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury k možnosti a způsobu napojení, vyznačená například na situačním výkrese

E.4.2 Stanovisko vlastníka nebo provozovatele k podmínkám zřízení stavby, provádění prací a činností v dotčených ochranných a bezpečnostních pásmech podle jiných právních předpisů

### **E.5 Geodetický podklad pro projektovou činnost zpracovaný podle jiných právních předpisů**

### **E.6 Ostatní stanoviska, vyjádření, posudky, studie a výsledky jednání vedených v průběhu zpracování dokumentace**

Dokladová část se k projektu přidává při nutnosti veřejnoprávního projednávání, které však při rekonstrukcích a dodržení určitých pravidel a nařízení není potřeba. Například pokud dochází pouze k výměně stávajícího vedení nebo zařízení a trasa nebo dotčené území zůstává stejné, není požadováno veřejnoprávní projednávání.

### 2.4.1 Druhy projektové dokumentace

Projektovou dokumentaci členíme dle účelu a fáze projektu na několik druhů, které na sebe navazují a jsou postupně doplňovány o další materiály. Tyto materiály upřesňují informace o celé stavbě a specifikují používané materiály, technologii atd.

#### **Základní členění projektové dokumentace:**

- Dokumentace pro územní řízení (DÚR)
- Dokumentace pro stavební povolení (DSP)
- Dokumentace pro zadání stavby (DZS)
- Dokumentace pro provedení stavby (DPS)
- Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS).

DPS je dokumentace, která obsahuje všechny náležitosti pro konečné provedení stavby.

Dokumentace skutečného provedení stavby je vyhotovena na základě reálného stavu, protože při realizaci může dojít ke změnám, které je nutné zanést do DSPS. Tato dokumentace slouží pro revizi, kolaudaci a je uchovávána po celou dobu provozu zařízení.

### 2.4.2 Dokumentace pro provedení stavby

Dokumentace pro provedení stavby je rozšiřována nad rámec základního členění dokumentace, která je nutná pro projednávání a podávání na stavební úřad. DPS je doplňována dle požadavku investora o dokumenty, které jsou přímo pro realizaci stavby nezbytné. Minimální rozsah obsahu této dokumentace se také liší pro různé typy staveb podle jejich složitosti a typu použitých prvků. Dokumenty a podklady, které jsou standardně začleňovány do DPS, jsou hlavně technické zprávy, doplňující výkresy, technické specifikace, plán organizace výstavby, rozpočet a BOZP. V technických zprávách jsou například přesně určeny komponenty použité při stavbě a jejich technologické montážní postupy (TMP).

#### 2.4.2.1 Technická zpráva

Technické zprávy slouží k podrobnému popisu jednotlivých technických a technologických objektů, kterými se daný projekt zabývá. Projektované stavby je nutné většinou členit do různých stavebních nebo provozních objektů. Toto rozdělení slouží pro lepší přehlednost projektované stavby a také pro rozvržení jednotlivých stavebních činností.

Například projekt zabývající se návrhem venkovního vedení VN s napojením na další infrastrukturu může být rozdělen na objekty:

- SO 01 – Venkovní vedení VN
- SO 02 – Kabelové vedení VN
- SO 03 – Optická infrastruktura
- SO 04 – Demontáž vedení
- SO 05 – Nová trafostanice

V jednotlivých objektech jsou podrobněji popsány použité prvky distribuční soustavy a způsob jejich návrhu. Je zde například popsána trasa vedení, návrh uzemnění, minimální vzdálenosti, způsoby uložení a krytí vedení. Dále jsou v jednotlivých objektech sepsány související normy, předpisy a technologické montážní postupy, dle kterých bylo vedení a další prvky soustavy navrženy.

#### **2.4.2.2 Výkresová část dokumentace**

Vyjma základních situačních výkresů, které jsou požadovány dle příslušné vyhlášky, obsahuje dokumentace pro provedení stavby i další doplňující výkresy nezbytné pro samotný návrh vedení a dalších komponent. Takovými doplňující výkresy mohou být podrobnější situace stavby, podélné profily vedení, jednopólová schémata, výkresy jednotlivých použitých komponent atd.

#### **2.4.2.3 Dopravně inženýrské řešení**

Některé realizace zasahují do pozemních komunikací, a proto je nutné vypracovat dopravně inženýrské opatření (DIO). To je požadováno v každé situaci, kdy se předpokládá omezení provozu na veřejných cestách, silnicích nebo chodnících. Vypracování DIO již během zpracovávání projektu nebývá investorem vždy požadováno. Pokud zamýšlená stavba bude nějak omezovat provoz na okolních komunikacích, musí mít zhotovitel zpracované DIO ještě před samotnou realizací. DIO je také nezbytné dokládat k žádosti o výkopové povolení nebo při křížení komunikací. DIO řeší jednoznačně dotčené místo, účel, rozsah a dobu trvání. K tomuto řešení se musí vyjádřit a schválit příslušné organizace, kterými jsou například Policie ČR, místní odbor dopravy, inspektoráty, lokální dopravní podniky atd. <sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Jak zajistit dopravní inženýrské opatření. *Dopravniznacení.com* [online]. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: [www.dopravniznacení.com/jak-zajistit-dopravni-inzenyrske-opatreni](http://www.dopravniznacení.com/jak-zajistit-dopravni-inzenyrske-opatreni)

Tvorbou návrhu se zabývají technické podmínky TP 66 – *Zásady pro označování pracovních míst na pozemních komunikacích*. Tyto technické podmínky upravují podrobnosti užití a umístění dopravních značek, světelných signálů a dopravního zařízení.

12

## 2.5 Věcná břemena

Věcná břemena rozdělujeme na věcná břemena služebnosti a reálná břemena. Vlastník nemovitosti zatížené reálným věcným břemenem je povinen dávat nebo něco konat ve prospěch jiné osoby. Vlastník nemovitosti zatížené věcným břemenem služebnosti je povinen něco strpět nebo se něčeho zdržet ve prospěch jiné osoby. Povinnosti a závazky vzniklé věcnými břemeny jsou spjaty s nemovitostmi a jsou jimi vázáni i nový majitelé nemovitosti.

Při zpracování projektu je nutné uzavřít se všemi vlastníky pozemků, přes které je vedeno nové projektované vedení, smlouvu o smlouvě budoucí o zřízení věcného břemene služebnosti. Tato povinnost nastává i při rekonstrukci stávajícího vedení, pokud není možné umístit rekonstruované zařízení nebo vedení v původním místě. Tato situace může vzniknout například při nutnosti posunutí PB mimo stávající trasu venkovního vedení.

Služebnost inženýrské sítě je definována v občanském zákoníku a zřizuje se na inženýrské sítě jako jsou vodovody, kanalizace, plynovody, elektrické vedení atd. Zřízení tohoto věcného břemene nabyde platnosti po sepsání vzájemné smlouvy a zápisu do katastru nemovitostí. Za zřízení věcného břemene zaplatí vlastník sítě částku, která slouží jako kompenzace za všechna omezení spojená se zřízením, provozem a udržováním dané sítě.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> TUČEK, Pavel. TP 66 Zásady pro označování pracovních míst na pozemních komunikacích [online]. , 156 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_66.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_66.pdf)

<sup>13</sup> ČR. Zákon č. 89/2012 Sb., Zákon občanský zákoník. *Zakonyprolidi.cz* [online]. [cit. 2021-08-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-89>

### 3 Zásady navrhování distribučního venkovního vedení VN

Elektrická vedení jsou nepostradatelným a základním prvkem přenosových a distribučních soustav. Elektrická vedení slouží k přenosu a rozvodu elektrické energie od výroben až ke spotřebičům. Elektrická vedení můžeme dělit na kabelová a venkovní.

Kabelová vedení VN a VVN se využívají se v oblastech, kde je nevhodné využití venkovního vedení, a to hlavně z důvodů prostorových nebo bezpečnostních. Takovými oblastmi jsou zejména města a velkoměsta kvůli husté zástavbě. Dále je využití kabelových vedení výhodnější v oblastech se silnou námrazou nebo chemicky agresivním prostředím, které vedou k většímu zatěžování vedení a zkracování životnosti. Pořizovací náklady na kabelová vedení jsou větší než na venkovní vedení, ale náklady na údržbu a provoz jsou nižší. I tak se ekonomicky vyplatí více výstavba venkovních vedení VN a VVN než kabelových, a proto jsou více preferovány.

Pro distribuci elektrické energie koncovým spotřebitelům na napěťové hladině NN se upřednostňují kabelová vedení. Při výstavbě nebo rekonstrukci venkovních vedení v této napěťové hladině se používají převážně izolované vodiče.

Elektrické vedení může být provozováno jako střídavé nebo i stejnosměrné. Stejnosměrná vedení bývají nejčastěji provozována v oblasti elektrické trakce a také pro přenos velkého výkonu na dlouhou vzdálenost. Stejnosměrná vedení na hladině napětí VN se v distribuční soustavě nevyužívají, proto se jimi v této práci nebudu dále zabývat.<sup>14</sup>

Zásady pro návrh venkovního vedení VN jsou definovány v normě ČSN EN 50 341 – Elektrická vedení s napětím nad 1 kV AC. Z této normy vychází podniková norma energetiky PNE 33 3301 – Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně. Z těchto norem dále vycházejí konkrétní metodiky daných společností

Veškeré vedení je nutné navrhnout a realizovat tak, aby minimálně po dobu své životnosti spolehlivě sloužilo účelu. Zároveň vedení musí být bezpečné, odolné, nesmí ohrožovat život ani majetek a nemělo by mít vliv na životní prostředí. Také nesmí mít negativní dopad na kvalitu elektrické energie a musí být schopné přenést požadovaný výkon. Všechny tyto požadavky musí navrhované vedení splňovat zároveň s ohledem na ekonomickou stránku.

---

<sup>14</sup> TOMAN, Petr a kolektiv autorů. Prvky distribučních sítí 02: Vedení [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: [https://www.energetikainfo.cz/33/prvky-distribucnich-siti-02-vedeni-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EIDzoblDhBp5PauJSfzpaB9rJfTGJxQrnQ/?uri\\_view\\_type=32](https://www.energetikainfo.cz/33/prvky-distribucnich-siti-02-vedeni-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EIDzoblDhBp5PauJSfzpaB9rJfTGJxQrnQ/?uri_view_type=32)

### 3.1 Venkovní vedení VN

Vedením VN rozumíme vedení s rozsahem napětí od 1 kV do 45 kV. Venkovní vedení VN hraje v distribuční soustavě velmi důležitou roli. Tvoří totiž základní síť rozvodu elektrické energie mezi jednotlivými aglomeracemi a propojení mezi transformovny VVN/VN. Dále slouží k napájení distribučních a odběratelských transformoven VN/NN a také k napájení kabelových sítí ve větších aglomeracích. Hladiny napětí používané v tomto rozpětí jsou 3 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV a 35 kV. Venkovní vedení o napětí 3 kV, 6 kV a 10 kV jsou považována za neperspektivní pro budoucí koncepcí sítí VN. Předpokládá se jejich dožití a následná náhrada za vedení o napětí 22 kV nebo 35 kV.

Venkovní vedení VN se realizuje a rekonstruuje převážně z holých vodičů, které jsou připevňovány na izolátory na konzolách uchyceny na podpěrných bodech. Toto vedení začíná na průchodkách zděných transformoven VVN/VN, spínacích stanicích VN nebo na kabelových koncovkách vývodů z těchto zařízení a končí na prvních proudových spojích zděných, stožárových TS nebo koncovkách kabelových svodů, kde začínají kabelové sítě. Venkovní vedení vyžadují poměrně velký prostor pro svou realizaci, což je dáno ochrannými pásmy stanovenými energetickým zákonem.<sup>15</sup>

#### 3.1.1 Úsekové odpínače

Úsekové odpínače jsou důležitou součástí venkovního vedení VN a slouží k bezpečnému a viditelnému rozpojení vedení. Odpínače jsou schopny vypnout i jmenovité proudy. Tyto přístroje jsou umísťovány na vrcholu PB nebo pod vedením. Přesný typ úsekového odpínače se volí dle PB, uspořádání vedení a jeho účelu.

#### 3.1.2 Vodiče

Jedním ze základních prvků venkovních vedení VN jsou vodiče a nejvíce využívané jsou holé vodiče. Další využívané jsou vodiče s jednoduchou izolací a závěsné kabely.

##### 3.1.2.1 Holé vodiče

Holé vodiče jsou hlavním typem vodičů využívaných ve venkovních sítích VN. Standardně jsou tvořeny lany slaněnými z hliníkových drátů okolo ocelového jádra, které tvoří nosnou část lana. Tato lana byla dříve označována jako AlFe, nyní se používá označení vodičů 42-AL1/7-ST1A, 66-AL1/11-ST1A, 110-AL1/25-ST1A, atd. Přesné

---

<sup>15</sup> Kolektiv autorů. *Metodika – Koncepcie venkovních sítí vn*. Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s., ID: ČEZd\_ME\_0100z1, s. 6-7



parametry používaných holých vodičů potřebných pro návrh venkovního vedení jsou dány v normou PNE 34 7509. <sup>16</sup>

Při potřebě navýšení přenosové schopnosti vedení je možné použít svazkování holých vodičů pro každou fázi, a to za předpokladu, že byla zvolena už maximální dimenze samostatného vodiče. Pro svazkování vodičů se používají speciální prvky. Svazkování vodičů bývá více využíváno na hladině napětí VVN. <sup>17</sup>

### 3.1.2.2 Jednoduché izolované vodiče VN

Jedná se o hliníkové vodiče se základní izolací, které se také říká jednoduchá izolace. Izolace těchto vodičů je pouze základní, proto je nutné na tyto vodiče z pohledu ochrany před nebezpečným dotykem živých částí hledět jako na vodiče holé. Také vedení s těmito vodiči se realizuje obdobně jako při použití holých vodičů. Výhodou použití těchto vodičů místo holých je menší mezifázová vzdálenost a menší ochranné pásmo. Nevýhodou jejich použití je, že vyžadují zvýšenou ochranu proti přepětí. Použití těchto vodičů je zakázáno v zastavěných částech obcí, měst a v často navštěvovaných místech lidmi. Využívají se vodiče o průřezu 50 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup> a 120 mm<sup>2</sup>. <sup>18</sup>

Tyto vodiče se využívají v místech, kde je nutné zúžit ochranné pásmo vedení nebo v místech lesních průseků.

### 3.1.2.3 Závěsné kabely VN

Jedná se o třížilové slané závěsné kabely s plnou izolací a stíněním. Tento závěsný kabel VN může být samonosný nebo obsahuje pro zavěšení ocelové nosné lano. Používají se kabely o stejných průřezích jako u vodičů s jednoduchou izolací. Kabelové spojky se osazují na PB, aby byly minimálně tahově namáhány. Jejich pořizovací cena je v porovnání s ostatními používanými vodiči vyšší, proto se používají jen v opodstatněných případech, kterými jsou například: <sup>19</sup>

- místa, kde není možné použít holých vodičů, vodičů s jednoduchou izolací a kabelové uložení v zemi je technicky nebo ekonomicky nevhodné,
- pro dočasné nebo havarijní odběry,
- při umístění vedení v blízkosti objektů nebo zalesněného prostoru.

---

<sup>16</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 9

<sup>17</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 9

<sup>18</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 9

<sup>19</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 9

### **3.1.2.4 Zvýraznění vodičů vedení**

Zvýrazňování se provádí hlavně v místech, kde venkovní vedení přechází přes dálnice, větší silnice, vodní plochy a údolí. Tato místa mohou sloužit jako koridory a orientační body pro leteckou dopravu, proto je zvýraznění vodičů v těchto úsecích důležité. Přímo na vodiče se umísťují výstražné bóje, spirálové bóje, označníky anebo nátěry. Tyto prvky slouží ke zvýšení bezpečnosti a snížení rizika poškození vedení. Nevýhodou těchto prvků je navýšení zatížení vodičů, a to zejména v oblastech s větší námrazou.

### **3.1.3 Podpěrné body**

Jako podpěrné body vedení slouží betonové sloupy, ocelové sloupy, dřevěné sloupy a příhradové stožáry. Stožárové a zděné trafostanice, portály rozveden a budovy připojovaných objektů jsou také považovány za koncové podpěrné body venkovního vedení.

Druh podpěrných bodů a jejich dimenze se volí podle způsobu použití, výšky vedení, místa a zatížení vedení. Nejčastěji používané podpěrné body jsou betonové sloupy a příhradové stožáry. Zdvojování PB pro zvýšení maximálního vrcholového zatížení při výstavbě vedení není preferováno. PB mohou být nosné, rohové, odbočné, křížovatkové, výztužné a koncové.<sup>20</sup>

Při rekonstrukcích vedení je nutné posuzovat stávající PB a stav jejich základů, případně zajistit částečnou nebo i celkovou výměnu nevyhovujících PB. Pro posuzování podpěrných bodů existují příslušné postupy.

Trvalé kotvení PB je dovoleno jenom ve výjimečných případech jako jsou zcela nepřístupná místa. Dočasně je možné PB kotvit také, například během výstavby vedení, než dojde k vytvrnutí základů betonových sloupů.

#### **3.1.3.1 Betonové sloupy**

Betonové sloupy využíváme převážně při výstavbě venkovních sítí NN a VN. Mohou se použít jak pro jednoduchá, tak i dvojitá vedení. Vedení může být tvořeno různými vodiči a průměry. Podle použitého vedení a PB se volí konzole, izolátory, kotvící a všechny další prvky. Betonové sloupy musí být chráněny proti zatékání vody, proto jsou opatřeny plastovými čepičkami. Betonové sloupy musí mít betonový základ, který se navrhuje podle zvoleného typu betonového sloupu (výška, maximální vrcholové zatížení) a

---

<sup>20</sup> TOMAN, pozn. 14

typu zeminy. Typ zeminy a její únosnost nelze přesně stanovit bez výkopu nebo zkušební sondy. Proto je ve fázi projektu navržen typový základ podle dostupných informací pro různé typy zeminy, které se v dané oblasti vyskytují. Ověření o přesném typu zeminy a její únosnosti probíhá během realizace a podle něj se zvolí konečné rozměry základů.<sup>21</sup>

### **3.1.3.2 Příhradové stožáry**

Příhradové stožáry jsou využívány pro vícenásobná nebo jednoduchá vedení, kde není možné použít betonové nebo dřevěné sloupy. U jednoduchého vedení je nutné použít příhradové stožáry v místě nutnosti vyšších PB nebo při velkém vrcholovém zatížení. Vyšší PB je nutné realizovat například při přechodu velkých silnic nebo železniční tratě. Větší vrcholové zatížení mají třeba rohové, odbočné a koncové PB. Betonové základy pro příhradové stožáry jsou stavěny jako monolitické bloky, jejichž velikost je dána únosností zeminy a typem použitého stožáru. Hlava základů má rozměry 0,4 x 0,4 a 0,6 x 0,6 metru a v základu jsou také zabetonovány profily pro připevnění samotného stožáru. Stožáry jsou vybaveny konzolami pro upevnění vodičů a případnou montáž i dalších prvků potřebných pro venkovní vedení VN. Všechny prvky musí být chráněny proti korozi.<sup>22</sup>

### **3.1.3.3 Dřevěné sloupy**

Dřevěné sloupy nejsou standardně používány, pouze v případech nemožnosti použití jiných druhů PB. Nutnost použití dřevěných sloupů může být dána například obcí nebo organizací, které vyžadují, aby vedení nenarušovalo ráz krajiny, například při výstavbě v chráněných krajských oblastech nebo národních parcích. Další důvodem použití dřevěných sloupů může být výstavba vedení na místech těžko přístupných pro mechanizaci, což znemožňuje výstavbu jiných druhů PB.

Dřevěné sloupy mohou být jednoduché nebo dvojité při vyšším tahovém namáhání. Dříve se používaly dřevěné sloupy umístěné na betonových patkách, ale v dnešní době je preferováno jejich umístění přímo do země. Na betonové patky jsou dřevěné sloupy dnes umisťovány jenom při výměnách. Dřevěné sloupy je nutné impregnovat, kvůli jejich ochraně a zabránění navlhání dřeva. Impregnace a správné TMP vedou k prodloužení životnosti dřevěných sloupů.<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 10

<sup>22</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 11

<sup>23</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 10

### 3.1.3.4 Rozdělení podpěrných bodů podle účelu a zatížení

Druh podpěrných bodů a jejich dimenze se volí podle způsobu použití, výšky vedení a zatížení vedení. Nejčastěji používané podpěrné body jsou betonové sloupy a příhradové stožáry. Zdvojování PB pro zvýšení maximálního vrcholového zatížení při výstavbě vedení není preferováno. PB mohou být použity jako nosné, rohové, odbočné, křížovatkové, výstužné a koncové. Podle účelu značíme PB následovně: <sup>24</sup>

N - nosný PB

PB vybavený podpěrnými izolátory nebo nosnými izolátorovými závěsy v přímé trase vedení.

R - rohový PB

PB vybavený podpěrnými izolátory, nosnými nebo kotevními izolátorovými závěsy použitý v lomovém bodu trasy vedení.

V - výstužný PB

PB v přímé trase nebo lomu trasy vedení, sloužící současně jako pevný bod pro omezení lavinového šíření poruchy.

K<sub>O</sub> - koncový PB

PB s kotevními závěsy, který je zatížen celkovým jednostranným tahem vodičů.

O - odbočný PB

PB, ze kterého vedou jednotlivá vedení minimálně třemi různými směry.

K - křížovatkový PB

PB vedení ohraničující jednotlivá rozpětí nebo kotevní úsek, který přechází přes koridor železničních drah.

Příklady dalších PB:

KV – křížovatkové výstužné

KR – křížovatkové rohové

RV – rohové výstužné

OV – odbočné výstužné

Zatěžovací stavy působící na příslušné typy PB jsou podrobněji definovány v PNE 33 3301.

---

<sup>24</sup> PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. 4. vydání. Praha: ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Distribuce, 2019. s. 36

### 3.1.4 Konzole a izolátory

#### 3.1.4.1 Konzole

Konzole pro venkovní vedení s holými a izolovanými vodiči musí odpovídat normám a schválenému standardnímu materiálu objednavatele. Volba jednotlivých konzol je závislá na volbě vodičů, typu a účelu použití PB a na vrcholové síle působící na PB a jednotlivé konzole.

##### 3.1.4.1.1 Konzole pro holé vodiče

Pro jednoduché vedení holých vodičů se používají konzole rovinné nebo trojúhelníkové. Využívání trojúhelníkových konzol je preferováno pro holé vodiče. Rovinné konzole jsou používány pouze za předpokladu, že není možné využít konzole s trojúhelníkovým uspořádáním. U rovinného uspořádání je krajní vodič vzdálen přibližně 1,5 m od osy vedení, takže šířka vedení u rovinného uspořádání je cca 3 m. Trojúhelníkové uspořádání vodičů umožňuje menší celkovou šířku vedení, a to cca 1,6 m. Je to způsobeno umístěním středního vodiče, který je výše než zbylé dva. Krajní vodiče jsou vzdáleny od osy vedení přibližně 0,8 m. Pro trojúhelníkové uspořádání vedení jsou využívány konzole typu Delta a Pařát.

U příhradových stožárů je využíváno pro jednoduché vedení holých vodičů trojúhelníkového uspořádání s vyoseným vrchním vodičem a také vodičů umístěných svisle podél PB. Kvůli zatížení je vhodnější využít střídavé uspořádání oproti jednostrannému.<sup>25</sup>

Pro dvojitě vedení holých vodičů je možné v odůvodněných případech umístit konzole i na betonové sloupy, ovšem pouze v uspořádání vedení do tzv. soudku. Standardně jsou pro dvojitě a vícenásobné vedení využívány příhradové stožáry, kde je konfigurace konzol do soudku nejčastější. Dalšími možnými konfiguracemi jsou stromek, dunaj a rovinné uspořádání. Specifikací jednotlivých prvků pro příhradové stožáry do 45 kV se zabývá norma PNE 34 8240, ve které jsou jednotlivé konzole pro tyto PB dále specifikovány.<sup>26</sup>

##### 3.1.4.1.2 Konzole pro jednoduché izolované vodiče

Konzole pro jednoduché izolované vodiče umožňují menší mezifázovou vzdálenost, a to ovlivňuje i celkové rozpětí celé konzole. Mezifázová vzdálenost u napětí 22 kV je

---

<sup>25</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 12

<sup>26</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 14

30 cm a u napětí 35 kV je 40 cm. V České republice se pro obě napěťové hladiny používají nejvíce konzole s mezifázovou vzdáleností 50 cm.<sup>27</sup>

U jednoduchého vedení s použitím rovinné konzole je šířka vedení přibližně jeden metr. Další možné uspořádání u jednoduchého vedení je svislé. V takovém případě jsou vodiče umístěny pod sebou a mohou být vyloženy od PB. Nicméně umístění jednoduchého vedení svisle vedle PB vede k jeho excentrickému zatěžování, proto je vhodnější používat pro jednoduché vedení rovinné konzole.

U dvojitých vedeních se umísťuje vedení svisle po obou stranách PB s fázovými vodiči pod sebou. Dvojité vedení na dřevěných nebo betonových podpěrných bodech je využíváno jenom v odůvodněných případech, proto se pro dvojité a vícenásobné vedení využívají hlavně příhradové stožáry. Jednoduché izolované vedení umožňuje menší mezifázovou vzdálenost, ale vzdálenost mezi jednotlivými vedeními je větší.<sup>28</sup>

#### 3.1.4.1.3 Konzole pro závěsné kabely

Závěsné kabely se upevňují pomocí nosných a kotevních svorek na konzole, nosné kotevní objímky umístěné na PB. Tyto konstrukce se mohou použít i pro upevnění souběžně jdoucích izolovaných kabelů NN. Pro spojky se používají speciální konzole, které slouží jako jejich podpora. Spojky závěsných kabelů jsou situovány na PB tak, aby nebyly nadměrně tahově namáhány.<sup>29</sup>

#### 3.1.4.1.4 Konzole pro samonosný dielektrický optický kabel

Pro upevnění SDOK na PB jsou používány speciální konzole, uchycovací prvky NN nebo konzole VN. Tyto konzole jsou umísťovány pod nejnižším fázovým vodičem ve vzdálenosti minimálně 0,7 m. Kotevní uchycení se připevňuje hlavně na osu PB a nosné uchycení je provedeno přednostně excentricky mimo dřív PB. U stávajících PB je možné i jiné uchycení SDOK, například v jiné části dřívku sloupu nebo konzole z důvodu dodržení výšky vedení nad terénem.

### 3.1.4.2 Izolátory

Izolátory a izolované závěsy se používají pouze neprůrazné, a to pro holé vodiče a vodiče s jednoduchou izolací. Musí plnit funkci mechanického upevnění vodičů ke konstrukci a také musí zajistit elektrické oddělení vodičů pod napětím od ostatních částí vedení, na kterých se nesmí objevit napětí, jako jsou například konzole nebo PB. Volba

---

<sup>27</sup> TOMAN, pozn. 14

<sup>28</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 16

<sup>29</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 17

izolátoru a závěsu záleží na způsobu uchycení, napěťové hladině, znečištění a jejich mechanickému zatížení.

#### 3.1.4.2.1 Podpěrné izolátory

Podpěrné izolátory se používají keramické a podpěrné izolátory polymerové nejsou zatím používané a k dispozici. Podpěrné izolátory bez výřezu se používají k upevnění jenom holých vodičů. Také slouží k vytvoření bezpečnostních závěsů, připevnění šablon a propojení.

Podpěrné izolátory s výřezem slouží i pro uchycení vodičů s jednoduchou izolací. Pro uchycení musí být vodiče opatřeny plastovou vložkou v místě izolátoru a provedeno středovými vazy. Tyto izolátory jsou vhodné i pro práci pod napětí.

#### 3.1.4.2.2 Závěsné izolátory

Závěsné izolátory se používají keramické i polymerové. Keramické izolátory mají větší hmotnost, a proto jsou vhodné u nového vedení pro jednoduchý nosný závěs. Jsou ukončeny litinovými pánvičkami pro uchycení vedení.

Polymerové závěsné izolátory jsou tvořeny skelnými vlákny a kovovým pouzdrem. Skelná vlákna jsou navinuta do smyčky ve tvaru „∞“. Pro ukotvení je jeden konec izolátoru ukončen okem a druhý vidlicí.

### 3.1.5 Rozvoj optické infrastruktury

Při navrhování vedení je nutné brát ohled i na rozvoj optické infrastruktury. Optická infrastruktura se zřizuje a provozuje pro potřeby distribuční společnosti, tedy k řízení, měření, zabezpečování a automatizaci provozu distribuční soustavy a k přenosu informací pro činnost výpočetní techniky a informačních systémů.<sup>30</sup>

Při výstavbě nových ocelových PB je preferováno používání KZL. U stávajících PB je nutné posoudit, jestli bude možné použít KZL i s případnou výměnou PB. V případě nemožnosti využití KZL je možné osadit SDOK. Při stavbě nebo rekonstrukci vedení s betonovými nebo dřevěnými PB je preferováno použití SDOK. Při dodržení minimální výšky vedení od země je možné přivěsit SDOK na stávající PB bez nutnosti obnovení nebo rekonstrukce vedení VN. Použití jednotlivých prvků je stanoveno a specifikováno v zadávacím návrhu od objednavatele projektové dokumentace.

---

<sup>30</sup> Kolektiv autorů. *Metodika – Technické zásady rozvoje optické infrastruktury*. Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s., ID: ČEZd\_ME\_0265r00, s. 5

### 3.1.5.1 Kombinované zemnicí lano

Kombinovaná zemnicí lano jsou zemnicí lano s optickými vlákny, která nahrazují stávající zemnicí lano a kompenzují jejich elektrické a mechanické vlastnosti. Při namáhání musí být KZL navrženo tak, aby během svého provozu nebyl jeho průhyb větší nežli průhyb vodičů. V trase jsou v místě plánovaného odbočení umístovány spojovací krabice s dostatečnou rezervou. Pro vedení VVN je rezerva tvořena průvěsem a pro vedení VN je 30 m rezerva umístěna v kříži na PB.<sup>31</sup>

### 3.1.5.2 Samonosný dielektrický optický kabel

Při namáhání musí být SDOK zavěšen tak, aby se neprotnul s vodiči. Při umístění nad vodiči nesmí SDOK klesnout na úroveň vodiče a při umístění SDOK pod vodiče nesmí klesnout vodiče pod úroveň SDOK. SDOK se umísťuje na PB co nejnižší při dodržení minimálních vzdáleností od země. Uchycení na nových PB musí být minimálně 0,7 m od nejnižší živé části. U stávajících PB je možné uchytit SDOK i blíže z důvodu dodržení minimální vzdálenosti od země. Podvěšením SDOK na stávajících PB vzniká dodatečné zatížení, proto je nutné ověřit, jestli PB stále vyhovují.

Při použití kovových ochranných spirál na SDOK je nutné dodržet minimální vzdálenosti  $D_{el}$  uvedené v Tabulka 3.3. K uchycení na PB se využívají konzole 600, stavitelná nosná a kotevní. V trase jsou v místě plánovaného odbočení umístovány spojky s dostatečnou rezervou (30 m).<sup>32</sup>

### 3.1.6 Další prvky venkovního vedení VN

Dalšími podstatnými částmi venkovními vedení VN jsou armatury, spojky, svorky, žebříky, stupačky, výstražné a informativní tabulky, označení systémů vedení a uzemnění PB. Žebříky a stupačky jsou určeny pro bezpečný výstup pracovníků k prvkům umístěným na sloupech v nepřístupném terénu pro mechanizaci. Uzemnění podpěrných bodů se provádí dle příslušných norem PNE 33 0000-1, PNE 33 0000-8 a PNE 33 3301. U navrhovaného uzemnění v rámci tohoto projektu bude doloženy naměřené hodnoty  $\rho$  a dle naměřených hodnot bude navrženo vhodné uzemnění s jeho vypočteným odporem. Návrhy a podrobnosti ohledně uzemnění popisuje podrobněji metodika ČEZd\_ME\_0148 – Koncepce uzemňování.

---

<sup>31</sup> ČEZd\_ME\_0265r00, pozn. 30, s. 9

<sup>32</sup> ČEZd\_ME\_0265r00, pozn. 30, s. 10-11



Další důležitou součástí vedení je ochrana proti přepětí, která se provádí pomocí ochranných prvků jako jsou například hrotová jiskřiště nebo omezovače přepětí. Ochranné prvky musí zaručit i ochranu dalších zařízení, které jsou podstatnou částí vedení jako jsou trafostanice nebo připojení kabelových sítí.

Významnou součástí vedení je ochrana jednotlivých prvků proti korozi. V dnešní době se řeší už i problematika ptactva a na vedení jsou montovány a umísťovány prvky určené k jejich ochraně. Takovými prvky jsou například dosedací tyče a kryty izolátorů a vodičů umístěvaných u konzol.<sup>33</sup>

### 3.2 Navrhovaná životnost, spolehlivost a prostředí

Standardně se při návrhu předpokládá životnost 50 let, pokud není stanoveno jinak například objednavatelem. Po celou dobu navrhované životnosti musí venkovní vedení sloužit svému účelu, odolat šíření poruchy, nesmí ohrozit život ani majetek, musí být bezpečné pro veřejnost.

Při návrhu venkovního vedení do 45 kV jsou zavedeny čtyři úrovně spolehlivosti. Všechna vedení musí splňovat minimální úroveň 1, kromě dočasných staveb a přeložek. Při návrhu se uvažuje jako referenční úroveň spolehlivosti 1. Vyšší a nižší úrovně pro návrh se volí jen v případě požadavku zadavatele. Například vyšší úroveň spolehlivosti se používá u venkovních vedeních, kde je důležitý odběratel s klíčovou infrastrukturou, železnice nebo dálnice.

úroveň spolehlivosti	doba návratu $T$ klimatických zatížení [ roky ]
1	50
2	150
3	500

Tabulka 3.1 Úrovně spolehlivosti<sup>34</sup>

U venkovního vedení je nutné brát v úvahu okolní prostředí a klima v dané oblasti, protože ovlivňují celkovou životnost dané stavby a jednotlivých prvků. Abychom mohli odhadnout, jak bude klima ovlivňovat vedení, je nutné mít dlouhodobé znalosti daného prostředí. Ty je možné získat z meteorologických pozorování a zkušeností vyplívajících z předchozích staveb.

<sup>33</sup> ČEZd\_ME\_0100z1, pozn. 15, s. 18-24

<sup>34</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 21

### 3.3 Ochranná pásma

Ochranná pásma jsou definována v Energetickém zákoně (Zákon č. 458/2000 Sb. - *Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů*). Ochranné pásmo je prostor okolo zařízení elektrizační soustavy, které slouží k jeho bezproblémovému provozu a ochraně života, zdraví a majetku osob. Ochranné pásmo vznikne dnem nabytí právní moci územního rozhodnutí o umístění stavby nebo územního souhlasu o umístění stavby. Ochranná pásma mají nadzemní a podzemní vedení, elektrické stanice, výroby elektřiny atd.

Ochranného pásmo podzemního zařízení do napětí 110 kV včetně a vedení řídicí a zabezpečovací techniky činí 1 m. Pro zařízení o vyšším napětím než 110 kV je ochranné pásmo stanoveno na 3 m. Při souběhu více kabelů podzemního vedení je ochranné pásmo stanoveno od krajního kabelu podzemního vedení.

#### 3.3.1 Nadzemní vedení

U nadzemního vedení je ochranné pásmo stanoveno jako souvislý prostor vymezený svislými rovinami od krajního vodiče po obou stranách vedení. Při uvažované hladině napětí 22 kV a vzdálenosti mezi krajními vodiči bez izolace cca 3 m bude činit celková šíře ochranného pásmo tohoto vedení přibližně 15 m. Pro hladinu napětí od 1 kV do 35 kV je vzdálenost od krajního vodiče jednoznačně stanovena, viz níže:

- Vodiče bez izolace - 7 m
- Vodiče s jednoduchou izolací - 2 m
- Závěsné kabelové vedení - 1 m.

Provozovatel distribuční nebo přenosové soustavy udržuje v lesních průsecích volný pruh pozemku o šířce 4 m po jedné straně základů PB nadzemního vedení. Dále musí udržovat výšku porostu pod vedením do 3 m a nesmí se vysazovat chmelnice v ochranném pásmu.<sup>35</sup>

#### 3.3.2 Elektrické stanice

U elektrických stanic s napětím větším než 52 kV činí ochranné pásmo 20 m od vnějšího líce zdiva. Pokud je stanice vybavena oplocením, začíná ochranné pásmo od oplocení. U stožárových stanic s napětím od 1 kV do 52 kV je ochranné pásmo stejné jako u vedení s holými vodiči, tedy 7 m bráno od vnější hrany půdorysu stanice do všech směrů.

---

<sup>35</sup> ČR. 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 České republiky*. 2006. ISSN 1211-1244.

Kompaktní a zděné elektrické stanice s napětím od 1 kV do 52 kV je ochranné pásmo 2 m od vnějších hran stanice. U vestavěných stanic činí ochranné pásmo 1 m od obestavění.<sup>36</sup>

### 3.4 Standardní nahodilé zatěžovací stavy

Pro jednotlivé PB je nutné uvažovat jejich různé zatěžování způsobené jejich účelem. Působí na ně kombinace jednotlivých zatěžovacích stavů i se stálým zatížením. Svislé zatížení je určeno námrazou na všech vodičích, zemnicích lanech a SDOK v přilehlém rozpětí.

ZS	popis	pozn.
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 $V_{IH}$ překročení ( $\psi_W = 0,25$ )	
4	Minimální teplota bez dalších klimatických zatížení	
5a	Zabezpečovací zatížení, kroucení: – uvolnění vodiče při zatížení vodičů sníženou námrazou ( $0,4 I_{50}$ ) podle 4.8.2	
5b	Zabezpečovací zatížení, podélný ohyb: – nevyrovnané tahy vodičů, způsobené fiktivním přetížením rovným vlastní tíze všech vodičů ve všech rozpětích v jednom směru od podpěrného bodu podle 4.8.3.2	
5c	Zabezpečovací zatížení, podélný ohyb – uvolnění všech vodičů v jednom směru od podpěrného bodu při zatížení vodičů sníženou námrazou podle 4.8.3.3	
6a	Bezpečnostní zatížení, montážní a údržbová zatížení	
6b	Bezpečnostní zatížení, vztahující se k tíze montérů	
POZNÁMKY		
Ve všech zatěžovacích stavech s výjimkou stavu 4 se uvažuje teplota $-5^\circ\text{C}$ .		
Ve všech zatěžovacích stavech se musí současně uvažovat též svislá složka stálých zatížení podle 4.2. Směr větru se má uvažovat kolmo na vedení a dále pod všemi úhly, které mohou být pro návrh rozhodující.		

Tabulka 3.2 Standardní zatěžovací stavy<sup>37</sup>

#### **Návrhové zatěžovací stavy PB:**<sup>38</sup>

- N –navrhují se na účinky stavů 1. a 3a. Směr větru kolmo na trasu vedení.
- R –navrhují se na zatížení výslednicí tahů vodičů a zemnicích lan spolu se stavy 1. a 3a. Směr větru ve směru výslednice tahů.
- V –navrhují se na zatížení 2/3 jednostranného tahu omrzlých vodičů a zemnicích lan ve směru vedení spolu se zatěžovacím stavem 3. nebo zatížení 2/3 jednostranného tahu vodičů a zemnicích lan ve směru vedení spolu se zatěžovacím stavem 1a.

<sup>36</sup> Zákon č. 458/2000 Sb., pozn. 35

<sup>37</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 35

<sup>38</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 36-37

K<sub>o</sub> –navrhují se na zatížení tahem omrzlých vodičů a zemnicích lan spolu se zatěžovacím stavem 3a. nebo na zatížení tahem vodičů a zemnicích lan spolu se zatěžovacím stavem 1. Směry větru se volí kolmo na vedení nebo ve směru tahů vodičů, dle způsobeného většího zatížení.

O –navrhují se na zatížení výslednicí tahů omrzlých vodičů a zemnicích lan spolu se zatěžovacím stavem 3a. nebo zatížení výslednicí tahů vodičů a zemnicích lan spolu se zatěžovacím stavem 1. Směr větru se uvažuje takový, kdy způsobuje nejpříznivější namáhání. Jestliže zatížení vodičů odboček snižuje zatížení vyvolané hlavním vedením, tak se nesmí tyto snižující účinky uvažovat.

PB sloužící k více účelům se posoudí dle jejich požadavků a pro jejich návrh se použije kritérium s vyšší hodnotou zatížení.

### 3.5 Minimální vzdálenosti

Minimální vzdálenosti jsou stanoveny v normě PNE 33 3301–2. vydání. Při umístění vedení o různých napěťových hladinách na stejných PB je nutné dodržet mezi vodiči různých napěťových hladin minimálně stejnou vzdálenost, jako je mezi holými vodiči s nejvyšší napěťovou hladinou. Minimální vzdálenosti musejí být dodrženy během celé doby životnosti vedení.

#### 3.5.1 Minimální vzdálenosti mezi vodiči

Pro stanovení nejkratších vzdáleností byla použita empirická metoda založená na zkušenosti s dlouhodobě provozně ověřenými vzdálenostmi. Se zvyšující nadmořskou výškou je nutné vzdálenost zvětšovat. Na každých 100 m nad nadmořskou výškou 1000 m.n.m. se zvětší minimální vzdálenost o 1 %. Nejkratší vzdálenosti jsou sepsány v Tabulka 3.3.<sup>39</sup>

nejvyšší napětí sítě $U_s$ [ kV ]	$D_{el}$ [ m ] vnitřní – mezi fázovými vodiči a podpěrným bodem	$D_{pp}$ [ m ] vnitřní – mezi fázovými vodiči jednoho potahu vedení	$D_{pp}$ [ m ] vnější – k fázovým vodičům jiných potahů vedení	$D_{el}$ [ m ] vnější – k zemi a ostatním objektům
25,0	0,23	0,26	0,70	0,6
38,5	0,38	0,45	0,70	0,6

Tabulka 3.3 Nejkratší vnitřní a vnější vzdálenosti  $D_{el}$  a  $D_{pp}$ <sup>40</sup>

<sup>39</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 38

<sup>40</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 38

$D_{el}$  – je nejkratší vzdušná vzdálenost požadovaná pro zamezení přeskočení mezi vodiči a objekty na potenciálu země při přepětích s rychlým nebo pomalým čelem.  $D_{el}$  může být buď vnitřní, když se uvažují nejkratší vzdálenosti mezi vodiči a konstrukcí PB, nebo vnější, když se uvažuje nejkratší vzdálenost mezi vodičem a objektem.

$D_{pp}$  – je nejkratší vzdušná vzdálenost požadovaná pro zamezení přeskočení mezi fázovými vodiči při přepětích s rychlým nebo s pomalým čelem.

Další minimální hodnoty nejkratších vzdušných vzdáleností pro různá napětí jsou uvedeny v ČSN EN 50 341-1.

Nejkratší vzdálenosti mezi vodiči v rozpětí se kontrolují na PB a v polovině rozpětí. Nejkratší vzdálenosti mezi fázovými vodiči, zemnicími lany a vodiči jiných systémů musí být dodržena při stavech s nepříznivými podmínkami a také při teplotě vodičů +40 °C. Minimální vzdálenost  $b_{emp}$  je stanovena vzorcem:

- Mezi fázovými vodiči a k vodičům jiných systémů

$$b_{emp} = k_{emp} \cdot \sqrt{f + L_{ins}} + c_{emp} \cdot D_{pp} \quad [m; -, m, m, -, m] \quad (3.1)$$

- Mezi fázovým vodičem a zemnicím lanem

$$b_{emp} = k_{emp} \cdot \sqrt{f + L_{ins}} + c_{emp} \cdot D_{el} \quad [m; -, m, m, -, m] \quad (3.2)$$

kde:

$b_{emp}$  – minimální vzdálenost dvou vodičů nebo svazků v polovině rozpětí [m]

$f$  – větší průhyb vodiče při teplotě vodiče +40 °C nebo při návrhovém zatížení námrazou [m]

$L_{ins}$  – svislá délka nosného izolátorového závěsu, resp. svislá délka té části, která se může vychýlovat ve směru kolmém na trasu vedení. Jsou-li délky izolátorových závěsů na obou podpěrných bodech rozpětí různé, dosadí se do vzorce jejich aritmetický průměr. Pro izolační závěsy, které se nemohou vychýlovat ve směru kolmém k ose vedení, podpěrné izolátory a pro pevné izolační konzoly se  $L_{ins} = 0$  [m]

$D_{pp}$  – nejkratší vzdálenost pro uspořádání vodič – vodič [m]

$D_{el}$  – nejkratší vzdálenost pro uspořádání vodič – zemnicí lano [m]

$c_{emp}$  – konstanta pro kontrolu vnitřních vzdáleností se uvažuje  $c_{emp} = 0,6$  [-]

$k_{emp}$  – součinitel závislý na tíze vodiče a vzájemné poloze obou vodičů [-]

$$k_{emp} = 0,56 + \frac{1 + d/g_c}{200} \cdot \left[ 5,7 - 2,1 \cdot \left( 1 + \frac{\delta}{50} \right) \cdot \cos(2\delta) + 0,5 \cdot \sin(2\delta) \right] \quad [-; m, N \cdot m^{-1}, ^\circ] \quad (3.3)$$

kde:

$d$  – průměr vodiče nebo dílčího vodiče ve svazku [mm]

- $g_c$  – tíha vodiče nebo jednoho dílčího vodiče svazku na 1 m délky [ $N \cdot m^{-1}$ ]  
 $\delta$  – úhel, který svírá vodorovná rovina s přímkou určenou průsečíky os obou vodičů s rovinou kolmou k trase vedení v polovině rozpětí. Udává se v celých stupních a nabývá velikosti od  $0^\circ$  do  $90^\circ$  [ $^\circ$ ]

Nejkratší vzdálenosti mezi izolovanými vodiči v rozpětí se určí jako 1/3 vypočtené vzdálenosti  $b_{emp}$  holých vodičů, minimálně však 0,4 m. <sup>41</sup>

### 3.5.2 Minimální vzdálenosti vodičů

V této části jsou uvedeny některé minimální vzdálenosti vodičů na PB a k zemi, porostům, komunikacím, železnicím a k vodní hladině, které jsou často využívány a také je bylo nezbytné zohlednit při zpracování projektové dokumentace.

Zatěžovací stav	Nejkratší vzdálenosti v rozpětí [ m ]						poznámka
	fázový vodič – fázový vodič			fázový vodič – zemní lano			
Systém ochrany	B	C	I	B	C	I	
Nejvyšší teplota vodiče	$D_{pp}$	0,25	–	$D_{el}$	0,2	–	zatěžovací podmínky při bezvětří
Extrémní zatížení námrazou	$D_{pp}$	0,25	–	$D_{el}$	0,2	–	zatěžovací podmínky při bezvětří
Jmenovité zatížení větrem	$D_{pp} k_1$	$0,25 k_1$	–	$D_{el} k_1$	$0,2 k_1$	–	činitel $k_1 = 0,7$
Extrémní zatížení větrem	$D_{pp} k_1$	0,07	–	$D_{el} k_1$	–	–	činitel $k_1 = 0,7$
Zatěžovací stav	Nejkratší vzdálenosti na podpěrném bodu [ m ]						poznámka
	mezi fázemi nebo potahy			mezi fázovými vodiči a uzemněnými částmi			
Systém ochrany	B	C	I	B	C	I	
Nejvyšší teplota vodiče	$D_{pp}$	0,25	$2 d$	$D_{el}$	0,2	0,1	zatěžovací podmínky při bezvětří
Extrémní zatížení námrazou	$D_{pp}$	0,25	$2 d$	$D_{el}$	0,2	0,1	zatěžovací podmínky při bezvětří
Jmenovité zatížení větrem	$D_{pp} k_1$	$0,25 k_1$	$2 d k_1$	$D_{el} k_1$	$0,2 k_1$	$0,1 k_1$	činitel $k_1 = 0,7$
Extrémní zatížení větrem	$D_{pp} k_1$	–	–	$D_{el} k_1$	–	–	činitel $k_1 = 0,7$
Izolované vedení: Nejkratší vzdálenost mezi potahy: $d$ je průměr kabelu. Je-li uchycení zemního lana na podpěrném bodu výše než uchycení fázového vodiče, nesmí se prohnout pod fázový vodič. Jestliže izolovaný vodič není u podpěrného bodu izolován, např. při použití prokusovacích svorek, pak musí být použita minimální nejkratší vzdálenost podle tabulky 5.3. <b>POZNÁMKA</b> Označení názvů sloupců výše je následující: <b>B</b> = holé vodiče; <b>C</b> = izolované vodiče; <b>I</b> = kabelové systémy.							

Tabulka 3.4 Nejkratší vzdálenosti na podpěrných bodech [m] <sup>42</sup>

Tabulka 3.4 uvádí nejmenší vzdálenosti mezi fázemi nebo systémy a mezi fázovými vodiči a zemněnými částmi na PB.

<sup>41</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 41

<sup>42</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 41

Zatěžovací stav	vzdálenost k zemi ve volné krajině [ m ]						poznámky
	běžný terénní profil (volně přístupná místa)			skalní stěna nebo strmý svah (zcela nepřístupná nebo z nepřístupných míst)			
Ochranný systém	B	C	I	B	C	I	
Nejvyšší teplota vodiče*	6,0	6,0	5,6	3,0	3,0	3,0	bezvětří
Extrémní zatížení námrazou	6,0	6,0	5,6	3,0	3,0	2,5	bezvětří
Jmenovité zatížení větrem	6,0	6,0	5,6	3,0	3,0	2,5	dle 5.6.3.2
Zatížení větrem a námrazou	6,0	6,0	5,6	3,0	3,0	2,5	dle 5.6.5
POZNÁMKA 1 Kódy v řádku Ochranný systém značí: <b>B</b> – holé vodiče, <b>C</b> – izolované vodiče, <b>I</b> – venkovní kabelový systém nebo optický kabel POZNÁMKA 2 * Při návrhové teplotě fázového vodiče vyšší než + 60°C může být vzdálenost snížena na 5,6 m.							

Tabulka 3.5 Nejkratší vzdálenosti k zemi<sup>43</sup>

Při podjíždění nebo průchodu pod vedením nesmí být osoby nijak ohroženy. Maximální výška dopravního prostředku se předpokládá 5 m a minimální vzdálenosti jsou v Tabulka 3.5.

Zatěžovací stav	vzdálenost od porostů [ m ]												poznámka
	pod vedením						vedle vedení (hv)*						
	porosty, u kterých se nepředpokládá výstup osob			porosty, u kterých se předpokládá výstup osob			porosty, na které nelze vylézt			porosty, na které lze vylézt			
Ochranný systém	B	C	I	B	C	I	B	C	I	B	C	I	
Nejvyšší teplota vodiče	0,5	0,5	0,5	2,1	1,5	0,5	0,6	0,5	0,5	2,1	1,5	1,0	bezvětří
Extrémní zatížení námrazou	0,5	0,5	0,5	2,1	1,5	0,5	0,6	0,5	0,5	2,1	1,5	1,0	bezvětří
Jmenovité zatížení větrem	0,5	0,5	0,5	2,1	1,5	0,5	0,6	0,5	0,5	2,1	1,5	1,0	dle 5.6.3.2
Zatížení větrem a námrazou	0,5	0,5	0,5	2,1	1,5	0,5	0,6	0,5	0,5	2,1	1,5	1,0	dle 5.6.5
POZNÁMKA Kódy v řádku Ochranný systém značí: <b>B</b> – holé vodiče, <b>C</b> – izolované vodiče, <b>I</b> – venkovní kabelový systém a optický kabel (hv)* – horizontální vzdálenost													

Tabulka 3.6 Nejkratší vzdálenosti od porostů<sup>44</sup>

<sup>43</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 42

<sup>44</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 43

Při česání ani prořezávání porostů nesmí být osoby ohroženy. Vzdálenosti od porostů je nutné rozšířit s přihlédnutím na možné vychýlení porostu vlivem větru a dalších klimatických vlivů. U izolovaných vedení je minimální vzdálenost menší, ale je nutné zabránit jakémukoliv kontaktu s porosty, kvůli možnému poškození izolace.

Zatěžovací stav	vzdálenost při křížení pozemní komunikace [ m ]								
	dálnice a rychlostní silnice			silnice I., II. a III. třídy, místní a účelové komunikace včetně polních a lesních cest			cyklistické stezky a chodníky		
Ochranný systém	B	C	I	B	C	I	B	C	I
Nejvyšší teplota vodiče	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,6	6,0	5,6	5,0
Extrémní zatížení námrazou	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,6	6,0	5,6	5,0
Jmenovité zatížení větrem	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,6	6,0	5,6	5,0
Zatížení větrem a námrazou	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,6	6,0	5,6	5,0
POZNÁMKA Kódy v řádku Ochranný systém značí: <b>B</b> – holé vodiče, <b>C</b> – izolované vodiče, <b>I</b> – venkovní kabelový systém a optický kabel.									

Tabulka 3.7 Nejkratší vzdálenosti od křižovaných pozemních komunikací<sup>45</sup>

PB vedení se nesmí umístit na silniční pozemek a v případě umístění PB do silničního ochranného pásma je vhodné jeho umístění projednat s úřadem. Umístění PB a vzdálenosti vůči jednotlivým částem silničního tělesa jsou uvedeny v PNE 33 3301–2. vydání v kapitole 6.3.7.

V rozpětí křižující dálnice, rychlostní silnice a rychlostní místní komunikace nesmějí být vodiče spojovány. U silnic a komunikací I. a II. třídy mohou být spojeny maximálně jednou.

<sup>45</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 45



Zatěžovací stav	vzdálenosti při křížení nebo v blízkosti železnic [ m ]											
	trati bez trakčního vedení						trati s předpokládanou výstavbou trakčního vedení					
	od hlavy kolejnic			vodorovně mezi nejbližší částí vedení a krajní kolejnici			od hlavy kolejnic			vodorovně mezi nejbližší částí vedení a krajní kolejnici		
Ochranný systém	B	C	I	B	C	I	B	C	I	B	C	I
Nejvyšší teplota vodiče	6,6	6,0	6,0	4,6	4,0	4,0	12,0	12,0	12,0	12,6	12,0	12,0
Extrémní zatížení námrazou	6,6	6,0	6,0	4,6	4,0	4,0	12,0	12,0	12,0	12,6	12,0	12,0
Jmenovité zatížení větrem	6,6	6,0	6,0	4,6	4,0	4,0	12,0	12,0	12,0	12,6	12,0	12,0
Zatížení větrem a námrazou	6,6	6,0	6,0	4,6	4,0	4,0	12,0	12,0	12,0	12,6	12,0	12,0

POZNÁMKA 1  
Kódy v řádku Ochranný systém značí: **B** – holé vodiče, **C** – izolované vodiče, **I** – venkovní kabelový systém a optický kabel.

POZNÁMKA 2  
Nelze-li dodržet tyto vodorovné vzdálenosti, musí být dodrženy stejné prostorové vzdálenosti.

Tabulka 3.8 Nejkratší vzdálenosti železnic<sup>46</sup>

Zřizovat a provozovat stavby lze v ochranném pásmu jen se souhlasem příslušného správního úřadu. Při návrhu nových vedení je vhodné volit křížení a souběh se železnicí co nejmenší. PB a uzemnění se umísťují co nejdále od vedení drah. Uzemnění nesmí být spojeno s prvky železnice ani s kolejemi. V rozpětí křížující železnici nesmí být vodiče spojovány.

### 3.6 Mezní stavy

Při překročení mezních stavů venkovního vedení nesplňuje navrhované požadavky. Tím dochází ke snižování životnosti vedení nebo přímo k jeho poškození. Můžeme rozlišit dva mezní stavy únosnosti a použitelnosti.

Mezní stavy únosnosti jsou spojeny se zkroucením nebo podobnými konstrukčními poruchami způsobenými nadměrným přetížením, ztrátou stability, přetržením, vybočením a podobně. Mezní stavy únosnosti mohou vést ke zkroucení konstrukcí a mít vliv na odolnost jednotlivých prvků vedení.

Mezní stavy použitelnosti souvisejí se stanovenými podmínkami, při jejichž překročení již venkovní vedení nesplňuje definované provozní požadavky. Tyto stavy se týkají elektrických vzdáleností a mechanické funkčnosti prvků.<sup>47</sup>

<sup>46</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 46

### 3.7 Mezní teploty

Při návrhu se používá referenční teplota  $-5\text{ °C}$ . Z tohoto důvodu je pro vodiče zadávána vodorovná složka tahu nebo mechanické napětí vodiče při referenční teplotě. Zvýšení teploty způsobuje prodlužování vodiče, a to vede ke zvětšování průhybu, zároveň dochází ke snížení mechanického napětí. Při snižování teploty dochází ke zkracování vodičů, což vede ke snížení průhybu, ale způsobuje zvýšení mechanického napětí. V našich podmínkách se pro mechanické výpočty používá rozmezí teplot  $-30\text{ °C}$  až  $40\text{ °C}$ . V návrzích se uvažují teploty sepsané níže:<sup>48</sup>

- a) Minimální teploty bez dalších klimatických zatížení
  - mezní stav použitelnosti  $-30\text{ °C}$
  - mezní stav únosnosti (spolehlivost úrovně 1)  $-30\text{ °C}$
- b) Teploty v kombinaci s dalším klimatickým zatížením
  - Při zatížení větrem  $-5\text{ °C}$
  - Při zatížení námrazou  $-5\text{ °C}$
  - Při zatížení větrem a námrazou  $-5\text{ °C}$

### 3.8 Klasifikace zatížení vedení

Zatěžování vedení se dělí podle charakteru a odezvy konstrukce na statické a dynamické zatížení.

Podle proměnnosti v čase se zatížení dělí na:<sup>49</sup>

1. Stálá zatížení (G), to jsou např. tíha podpěrných bodů, základů, armatur a ostatní výzbroje, tíha vodičů a účinky tahu vodičů při referenční teplotě atd.
2. Nahodilá zatížení (Q), to jsou zatížení větrem, námrazou a jiná vzniklá zatížení (montážní, údržbová a podobně). Mezi nahodilá zatížení též patří změny tahu ve vodiči způsobené větrem, námrazou a odchylkami teplot od teploty referenční.
3. Mimořádná zatížení (A), to je obvykle soubor zabezpečovacích zatížení proti šíření poruchy, například při přetržení jednoho vodiče nebo zemnicího lana atd.

---

<sup>47</sup> ČSN EN 50341-1 ed.2. Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV – Část 1: Obecné požadavky – Společná specifikace. Praha, 2013. s. 47

<sup>48</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 33

<sup>49</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 23

Při samotném návrhu vedení je nutné brát v úvahu kombinace nepříznivých zatížení a pravděpodobnost jejich výskytu.

### 3.8.1 Zatížení větrem

Na území České republiky rozdělujeme celkem pět větrných oblastí s různými referenčními rychlostmi větru. Tyto referenční rychlosti s přiřazenými oblastmi jsou sepsány v Tabulka 3.9. Mapa s větrnými oblastmi je znázorněna na Obrázek 3.1.

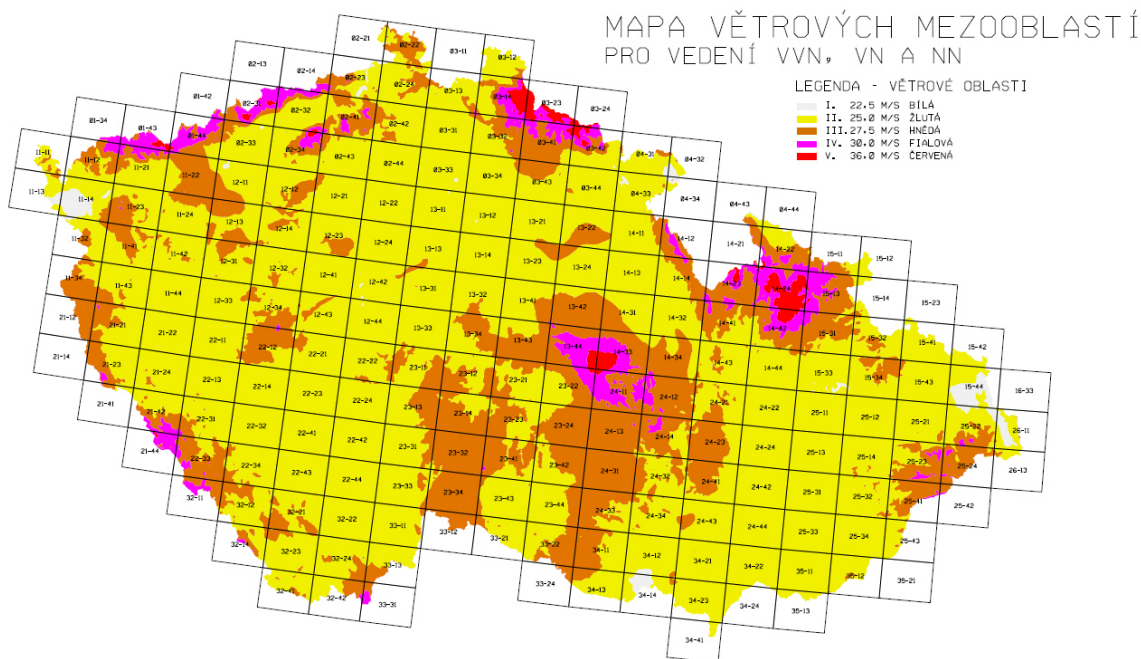
Pro určení oblastí, ve kterých se stavba nachází, je nutné si výkresy podkládat mapou větrných oblastí. Tak můžeme přesně určit, kde se nachází jednotlivé prvky a kde je případný přechod mezi oblastmi.

větrová oblast	označení oblasti	základní rychlost $V_{b,0}$ [ $\text{ms}^{-1}$ ]
I.	bílá	22,5
II.	světle hnědá	25,0
III.	tmavě hnědá	27,5
IV.	růžová	30,0
V.	červená	36,0

Tabulka 3.9 Hodnoty referenčních rychlostí větru<sup>50</sup>

Referenční rychlost větru je uvažována ve výšce 10 m nad zemí s II. kategorií terénu.

V projektu prochází trasa navrhovaného vedení větrnými oblastmi kategorie III. a IV. a kategoriemi terénu III. a IV.



Obrázek 3.1 Mapa větrných oblastí<sup>51</sup>

<sup>50</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 25

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
POZNÁMKA Pro území ČR se doporučuje užívat kategorie terénu II. a III.			

Tabulka 3.10 Kategorie terénu, parametr drsnosti terénu  $z_0$  a součinitele terénu  $k_r$ <sup>52</sup>

$$k_r = 0,189 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} [-; -] \quad (3.4)$$

kde:

$k_r$  –součinitel terénu [-]

$z_0$  –parametr drsnosti terénu [m]

$z_{0,II}$  –parametr drsnosti terénu pro kategorii terénu II. [m]

Rychlost a proudění větru je závislé na okolním terénu, kterým prochází navrhované vedení. Ve více členěném terénu dochází při proudění větru k turbulencím, které mají vliv na vedení. V České republice se užívají hlavně II. a III. kategorie terénu. Pro výšky prvků do 24 m nad zemí se uvažují střední rychlosti větru  $V_h$  pro referenční výšku 10 m. Pro výšku prvků od 24 do 40 m se uvažuje s referenční výškou 30 m.

$$V_h(h) = V_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_o \cdot k_r \cdot \ln \frac{h}{z_0} [ms^{-1}; ms^{-1}, -, -, -, m, m] \quad (3.5)$$

kde:

$V_h(h)$  –střední rychlost větru [m.s<sup>-1</sup>]

$V_{b,0}$  –základní rychlost větru [m.s<sup>-1</sup>]

$c_{dir}$  –součinitel směru větru [-]

$c_o$  –součinitel orografie [-]

$h$  –referenční výška nad zemí [m]

$k_r$  –součinitel terénu [-]

$z_0$  –parametr drsnosti terénu [m]

Výpočet středního tlaku větru  $q_h(h)$ :

$$q_h(h) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_h^2 [N \cdot m^{-2}; kg \cdot m^{-3}, m \cdot s^{-1}] \quad (3.6)$$

<sup>51</sup> Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s.

<sup>52</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 26

$\rho$  – hustota vzduchu  $1,25 \text{ kg/m}^3$  nezávisle na teplotě a nadmořské výšce a atmosférickém tlaku vzduchu [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]

Výpočet intenzity turbulence větru  $I_v$ :

$$I_v(h) = 1/(c_o \cdot \ln(h/z_0)) \quad [-; -, m, m] \quad (3.7)$$

Výpočet maximálního tlaku větru  $q_p(h)$ :

$$q_p(h) = (1 + 7 \cdot I_v) \cdot q_h(h) \quad [N \cdot m^{-2}; -, N \cdot m^{-2}] \quad (3.8)$$

Působící síla větru  $Q_{wx}$  se počítá pro libovolné prvky vedení. Obecně lze zapsat působící sílu větru na prvky jako:

$$Q_{wx} = q_p(h) \cdot G_x \cdot C_x \cdot A_x \quad [N; N \cdot m^{-2}, -, -, m^2] \quad (3.9)$$

kde:

$G_x$  –součinitel konstrukce pro uvažovanou složku vedení [-]

$C_x$  –součinitel aerodynamického odporu, závisející na tvaru daného prvku [-]

$A_x$  – průmět plochy uvažované složky vedení do roviny kolmé na směr větru [ $\text{m}^2$ ]

### **3.8.2 Zatížení námrazou**

Námraza vzniká zmrznutím vodních par na povrchu předmětů a také sražením vzdušné vlhkosti na povrchu podchlazených předmětů. Může mít charakter od jinovatky až po vrstvu ledu. Touto námrazou dochází ke zvyšování zatížení vodičů a také ke zvětšování ploch jednotlivých prvků, které jsou díky tomu více zatěžovány větrem.

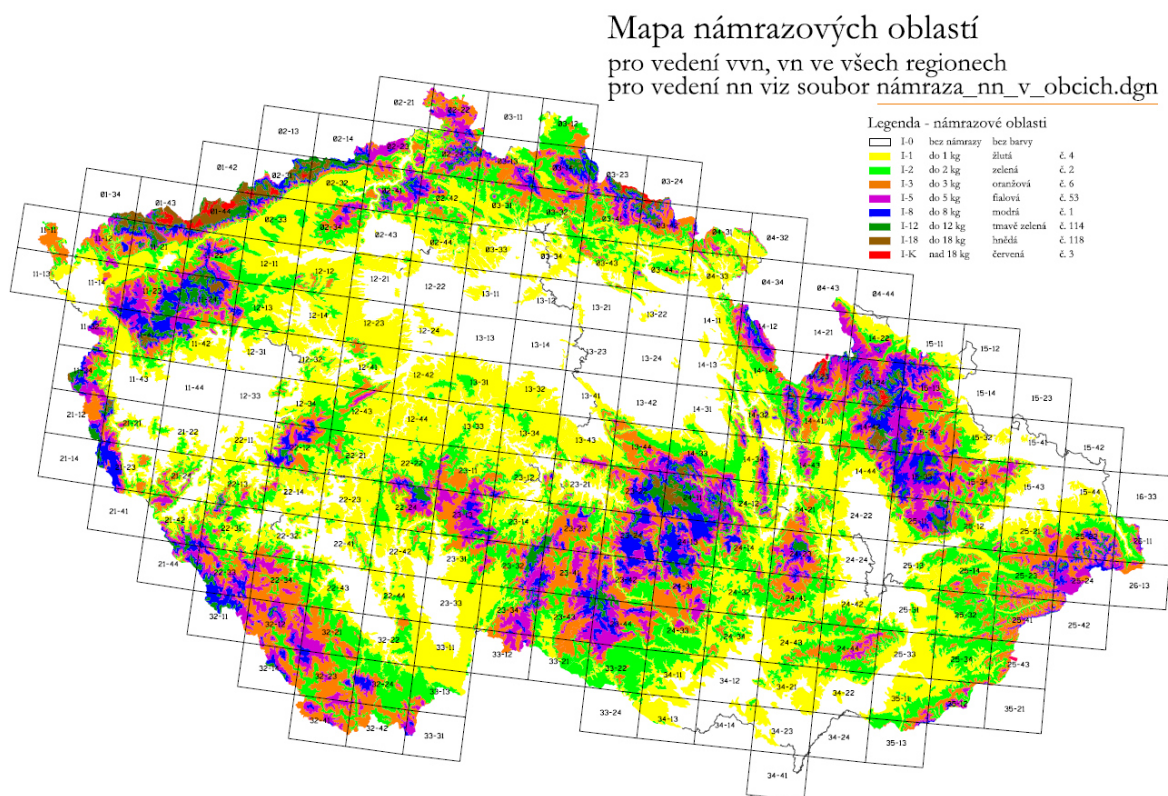
Při návrhu vedení se uvažuje s námrazou ve formě těžké jinovatky  $\rho_I = 500 \text{ kg/m}^3$  na prvcích venkovních vedení. Pro jednotlivé námrazové oblasti je stanoveno referenční zatížení způsobenou námrazou viz. Tabulka 3.11.

Námraza na izolátorových závěsech a podpěrných bodech se neuvažuje, pokud není požadována v projektu. Zvýšené zatížení námrazou je nutné zohlednit při použití leteckých bójí na vedení. Je uvažována námraza o tloušťce pro příslušnou oblast a průměru vodiče 30 mm. Mapa námrazových oblastí je zobrazena na Obrázek 3.2

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 d	3,963 + 0,0314 d
I-1	3,175 + 0,2212 d	8,515 + 0,0432 d
I-2	8,661 + 0,3653 d	17,53 + 0,070 d
I-3	15,00 + 0,481 d	25,46 + 0,132 d
I-5	29,00 + 0,668 d	43,84 + 0,174 d
I-8	51,70 + 0,893 d	73,89 + 0,153 d
I-12	83,66 + 1,135 d	107,8 + 0,330 d
I-18	133,53 + 1,435 d	176,58
I-K	stanoví se individuálně případ od případu	

Tabulka 3.11 Referenční zatížení námrazou  $I_{R50}$  [N/m] na jednotku délky vodiče o průměru  $d$  [mm] s dobou návratu  $T=50$  let<sup>53</sup>

Když vodiče mají izolaci, tak je nutné brát  $d$  průměr i s izolací. U závěsných kabelů je nutné uvažovat celkový průměr slaněných vodičů a u závěsného kabelu se průměr počítá i s nosným lanem. Průměr  $d$  v Tabulka 3.11 tedy znamená celkový průměr celého vodiče i s případnou izolací.



Obrázek 3.2 Mapa námrazových oblastí<sup>54</sup>

V projektu prochází trasa navrhovaného vedení námrazovými oblastmi I1, I2, I3, I5 a I8.

<sup>53</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 31

<sup>54</sup> Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s.

Charakteristické zatížení extrémní námrazou na jednotku délky vodiče  $I_{50}$  ve výšce  $h$  nad zemí je určeno vztahem:

$$I_{50} = K_{Ic} \cdot K_h(h) \cdot I_{R50} \quad [Nm^{-1}; -, -, Nm^{-1}] \quad (3.10)$$

kde:

$I_{R50}$  –referenční zatížení námrazou [ $Nm^{-1}$ ]

$K_{Ic}$  –součinitel místních podmínek pro zatížení námrazou [-]

$K_h(h)$  –součinitel výšky pro zatížení námrazou [-]

–není-li v PS uvedeno jinak, je uvažováno  $K_{Ic} = 1$  a  $K_h = 1$ .

Zatížení způsobené námrazou se může lišit v obou přilehlých rozpětích, vypočte se svislé zatížení námrazou působící na dílčí vodiče na PB, jako součet příspěvků z obou přilehlých rozpětí. Je určeno vztahem:

$$Q_I = I_{d1} \cdot L_{W1} + I_{d2} \cdot L_{W2} \quad [N; Nm^{-1}, m] \quad (3.11)$$

kde:

$I_{d1}$  a  $I_{d2}$  –zatížení námrazou na jednotku délky vodičů v přilehlých rozpětích [ $Nm^{-1}$ ]

$L_{W1}$  a  $L_{W2}$  –délky váhového rozpětí přilehlých rozpětí; v rovinném terénu do sklonů  $30^\circ$  postačí uvažovat polovinu přilehlých rozpětí [m]

## 4 Výpočet zatížení vedení a jeho komponent

Zatížení má vliv na všechny komponenty vedení. Proto je nutné ověřovat, jak se budou chovat a odolávat namáhání, které je na ně vyvíjeno. Je nutné počítat i s nahodilým zatížením, které může být způsobeno větrem a námrazou.

Venkovní vedení musí být také navrženo tak, aby bylo schopné přenést potřebné množství elektrické energie bez poničení jednotlivých komponent a překročení navrhovaných parametrů. Normální provoz nesmí způsobovat překračování navrhované teploty, jelikož by to mohlo ovlivnit vlastnosti vedení a snížit jeho životnost. Musí odolávat tepelným a mechanickým účinkům zkratových proudů. Použité vodiče jsou většinou již určeny od objednavatele projektu. Z tohoto důvodu se tato práce jejich návrhem nezabývá.

### 4.1 Zatížení na jednotlivé složky vedení

#### 4.1.1 Síla větru na vodiče

Kromě koncových a odbočných PB jsou zatěžovány všechny ostatní PB vodiči ze dvou stran. Proto je většina PB zatěžována právě dvěma rozpětími. Síla větru působící na PB ze dvou sousedních rozpětí je obecně zobrazena na Obrázek 4.1 a dána rovnicemi: <sup>55</sup>

Ve směru konzole:

$$Q_{W_{Cv}} = q_p \cdot G_c \cdot C_c \cdot d \cdot \left( \pm \frac{L_1}{2} \cos^2 \left( \phi + \frac{\theta_1}{2} \right) \cos \left( \frac{\theta_1}{2} \right) + \frac{L_2}{2} \cos^2 \left( \phi - \frac{\theta_2}{2} \right) \cdot \cos \left( \frac{\theta_2}{2} \right) \right) [N; N \cdot m^{-2}, -, -, m, m, ^\circ, ^\circ] \quad (4.1)$$

Kolmo na konzoli:

$$Q_{W_{Cu}} = q_p \cdot G_c \cdot C_c \cdot d \cdot \left( \pm \frac{L_1}{2} \cos^2 \left( \phi + \frac{\theta_1}{2} \right) \sin \left( \frac{\theta_1}{2} \right) + \frac{L_2}{2} \cos^2 \left( \phi - \frac{\theta_2}{2} \right) \cdot \sin \left( \frac{\theta_2}{2} \right) \right) [N; N \cdot m^{-2}, -, -, m, m, ^\circ, ^\circ] \quad (4.2)$$

kde:

$q_p$  –maximální tlak větru, dle Tabulka 4.1 [Pa]

$G_c$  –součinitel rozpětí, který je dán referenční výškou, rozpětím a kategorií terénu, viz PNE 33 3301 ed. 4 – tabulka 4.4 [-]

$C_c$  –součinitel aerodynamického odporu pro vodič ( $C_c = 1$ ) [-]

$d$  –průměr vodiče [m]

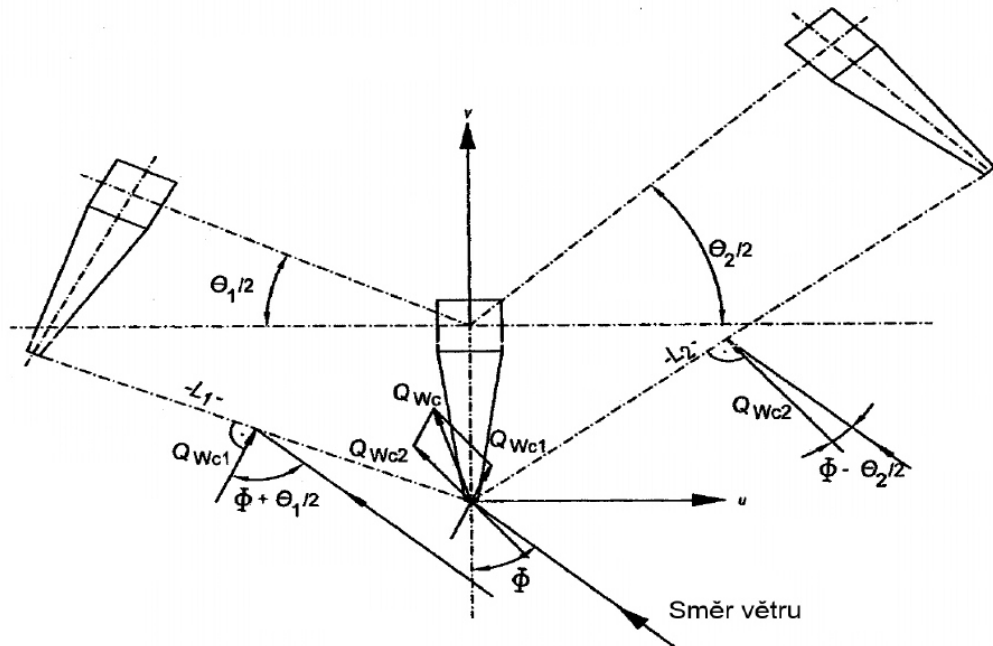
$L_1, L_2$  –délky jednotlivých rozpětí [m]

<sup>55</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 27



$\phi$  –úhel mezi směrem větru a podélnou osou konzole [°]

$\theta_1, \theta_2$  –úhel změny směru trasy [°]



Obrázek 4.1 Síla větru působící na vodiče<sup>56</sup>

terén II. ( $k_r = 0,189; z_0 = 0,05$ )						
větrová oblast	rychlost větru $V_h$ [ m/s ] pro výšku závěsného bodu		střední tlak větru $q_h$ [ Pa ] pro výšku závěsného bodu		max. tlak větru $q_p$ [ Pa ] pro výšku závěsného bodu	
	do 24 m	24 až 40 m	do 24 m	24 až 40 m	do 24 m	24 až 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
terén IV. ( $k_r = 0,233; z_0 = 1,0$ )						
I.	12,1	17,8	91,5	198,0	369,7	605,6
II.	13,4	19,8	112,2	245,0	453,4	749,3
III.	14,8	21,8	136,9	297,0	553,1	908,3
IV.	16,1	23,8	162,0	354,0	654,5	1082,6
V.	19,3	28,5	232,8	507,7	940,6	1552,5

Tabulka 4.1 Hodnoty pro výpočet zatížení vodičů větrem v terénu II., III. a IV<sup>57</sup>

<sup>56</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 27

<sup>57</sup> PNE 33 3301, pozn. 24, s. 28

#### 4.1.2 Síla větru na podpěrné body

Síla větru působící jak na vodiče, tak i na samotné podpěrné body. Síla působící na sloupy způsobená větrem je dána:

$$Q_{Wx} = q_p \cdot G_x \cdot C_x \cdot A_x \quad [N; N \cdot m^{-2}, -, -, m^2] \quad (4.3)$$

kde:

$q_p$  –maximální tlak větru [Pa]

$G_x$  –součinitel konstrukce pro podpěrné body (stožáry:  $G_t = 0,9$ ; sloupy:  $G_{pol} = 0,9$ ) [-]

$C_x$  –součinitel aerodynamického odporu (stožáry:  $C_t$ ; sloupy:  $C_{pol}$ ) [-]

$A_x$  –účinná plocha podpěrného bodu (stožáry:  $A_t$ ; sloupy:  $A_{pol}$ ) [ $m^2$ ]

Součinitel aerodynamického odporu se uvažuje pro stožár  $C_t = 2,6$  při větru působícím kolmo na stěnu stožáru a  $C_t = 3,0$  pro vítr působící úhlopříčně na stožár. Součinitel aerodynamického odporu se uvažuje pro betonový kruhový sloup  $C_{pol} = 0,7$ . Pro jiné PB jsou součinitelé definovány v PNE 33 3301 ed.4.

Účinná plocha podpěrného bodu je dána plochou, do které se může opřít vítr. U sloupu se jedná o plochu dřívku sloupu –  $A_{pol}$ . Pro stožár se jedná o plochu stěn stožáru, která je tvořena plochou nárožníků a příček -  $A_t$ .

#### 4.1.3 Kombinované zatížení větrem a námrazou

Pokud není stanoveno jinak, uvažuje se při výpočtech kombinace zatížení extrémní námrazou  $I_{50}$  a 50% rychlost větru  $V_{IH}$ . Pro PB a izolátory se zvýšení plochy námrazou pro výpočet zatížení větrem neuvažuje. Vztahy pro střední a maximální tlak větru jsou uvedeny v kapitole 3.8.1.

##### **Zvětšený průměr omrzlého vodiče se vypočte pomocí vztahu:**

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{4 \cdot I_{50}}{g \cdot \pi \cdot \rho_I}} \quad [m; m, N \cdot m^{-1}, m \cdot s^{-2}, -, kg \cdot m^{-3}] \quad (4.4)$$

kde:

$d$  –průměr vodiče [m]

$I_{50}$  –zatížení námrazou na jednotku délky [ $N \cdot m^{-1}$ ]

$g$  –gravitační zrychlení [ $m \cdot s^{-2}$ ]

$\pi$  –Ludolfovo číslo [-]

$\rho_I$  –hustota námrazy [ $kg \cdot m^{-3}$ ]

Síla větru na omrzlé vodiče v rozpětí se vypočte podobně jako ve vzorci 4.1 a 4.2. Do výpočtu se zahrnuje zvětšený průměr omrzlého vodiče  $D$  místo průměru samotného vodiče  $d$ .

### **Zatížení vodiče větrem**

Pro výpočet tahů vodičů se využívá jednotkového zatížení větrem. Střední zatížení vodičů na jednotkovou délku větrem  $q_{wc}$  je dáno vztahem:

$$q_{wc} = q_p \cdot G_c \cdot C_c \cdot d \cdot \cos \omega \quad [N \cdot m^{-1}; N \cdot m^{-2}, -, -, m, ^\circ] \quad (4.5)$$

kde:

$q_p$  –maximální tlak větru, dle Tabulka 4.1 [ $N \cdot m^{-2}$ ]

$G_c$  –součinitel rozpětí, který je dán referenční výškou, rozpětím a kategorií terénu [-]

$C_c$  –součinitel aerodynamického odporu pro vodič ( $C_c = 1$ ) [-]

$d$  –průměr vodiče [m]

$\omega$  –úhel směru větru vůči vodiči [ $^\circ$ ]

### **Přetížení vodiče námrazou**

$$z = \frac{g_v + I_d}{g_v} \quad [-; Nm^{-1}, Nm^{-1}, Nm^{-1}] \quad (4.6)$$

kde:

$g_v$  –vlastní tíha vodiče [ $N \cdot m^{-1}$ ]

$I_d$  –zatížení extrémní námrazou [ $N \cdot m^{-1}$ ]

$q_{wc}$  –zatížení vodiče větrem [ $N \cdot m^{-1}$ ]

### **Přetížení vodiče větrem**

$$z = \frac{\sqrt{g_v^2 + q_{wc}^2}}{g_v} \quad [-; Nm^{-1}, Nm^{-1}, Nm^{-1}] \quad (4.7)$$

### **Kombinované přetížení vodiče větrem a námrazou**

$$z = \frac{\sqrt{(g_v + I_d)^2 + q_{wc}^2}}{g_v} \quad [-; Nm^{-1}, Nm^{-1}, Nm^{-1}, Nm^{-1}] \quad (4.8)$$

## **4.2 Mechanika vodiče venkovního vedení**

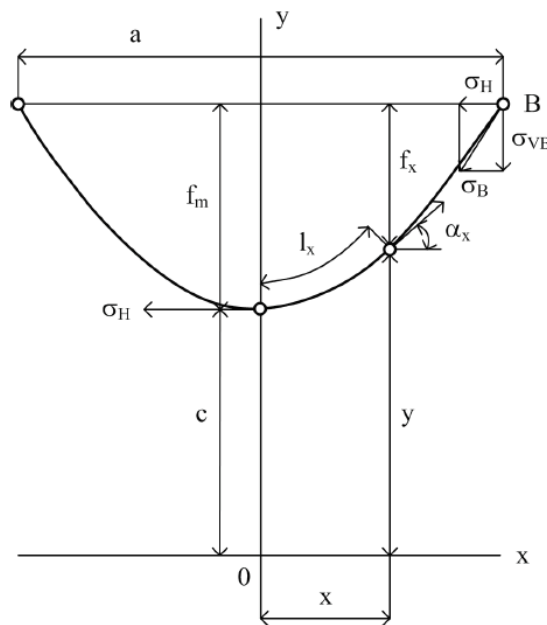
Jednou ze základních a nejdůležitějších částí venkovního vedení jsou samotné vodiče. Z technických a ekonomických důvodů se používají hlavně holé vodiče. Vodiče se dimenzují z hlediska mechanického namáhání na vlastní tíhu, námrazu, tlak větru a průhybu. Pro výpočet jednotlivých mechanických parametrů zavěšeného vodiče se můžou použít dva způsoby, a to pomocí paraboly nebo řetězovky. Vhodnější je použít řetězovku,

pro dlouhá rozpětí a kvůli vyšší přesnosti. U řetězovky nejčastěji dopočítáváme délku oblouku, průhyb a osovou sílu. Z osově síly můžeme určit mechanické napětí řetězovky.<sup>58</sup>

V následujících kapitolách budou uvedeny konečné vztahy. Jejich odvození je možné najít například v publikaci „Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav“, která je uvedena v kapitole Seznam použité literatury a pramenů.

#### 4.2.1 Souměrná řetězovka

Souměrná řetězovka je pouze tehdy, když se body zavěšeného vodiče nacházejí ve stejné nadmořské výšce. Toto se může stát pouze na rovině, kde není nutné využívat různé výšky PB nebo měnit místa uchycení vodičů na nich. Tento případ není v praxi moc častý.



Obrázek 4.2 Souměrná řetězovka<sup>59</sup>

Parametr řetězovky  $c$  určený vztahem:

$$c = \frac{\sigma_H}{\gamma \cdot z} = \frac{F_H}{g \cdot (q_1 + q_2)} \quad [m; MPa, MPa \cdot m^{-1}, -; N, m \cdot s^{-2}, N \cdot m^{-1}, N \cdot m^{-1}] \quad (4.9)$$

kde:

$\sigma_H$  –vodorovná složka namáhání [MPa]

$\gamma$  –měrná tíha [MPa.m<sup>-1</sup>]

$z$  –přetížení vodiče námrazou nebo větrem [-]

$F_H$  –horizontální složka síly [N]

<sup>58</sup> TLUSTÝ, Josef. *Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN isbn978-80-01-04940-2. s. 126

<sup>59</sup> TLUSTÝ, pozn. 58, s. 131

- $g$  – tíhové zrychlení [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ]  
 $q_1$  – hmotnost 1 m vodiče [ $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ]  
 $q_2$  – hmotnost přetížení 1 m vodiče (námrazkem) [ $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ]

Rovnice řetězovky  $y$  určená vztahem:

$$y = c \cdot \cosh \frac{x}{c} \quad [m; m, m] \quad (4.10)$$

kde:

- $x$  – vzdálenost bodu od místa maximální průhybu [m]

Průhyb řetězovky  $f_m$  v polovině rozpětí je určený vztahem:

$$f_m = c \cdot \left( \cosh \frac{a}{2c} - 1 \right) \quad [m; m, m] \quad (4.11)$$

kde:

- $a$  – rozpětí [m]

Průhyb řetězovky  $f_x$  ve vzdálenosti  $x$  je určený vztahem:

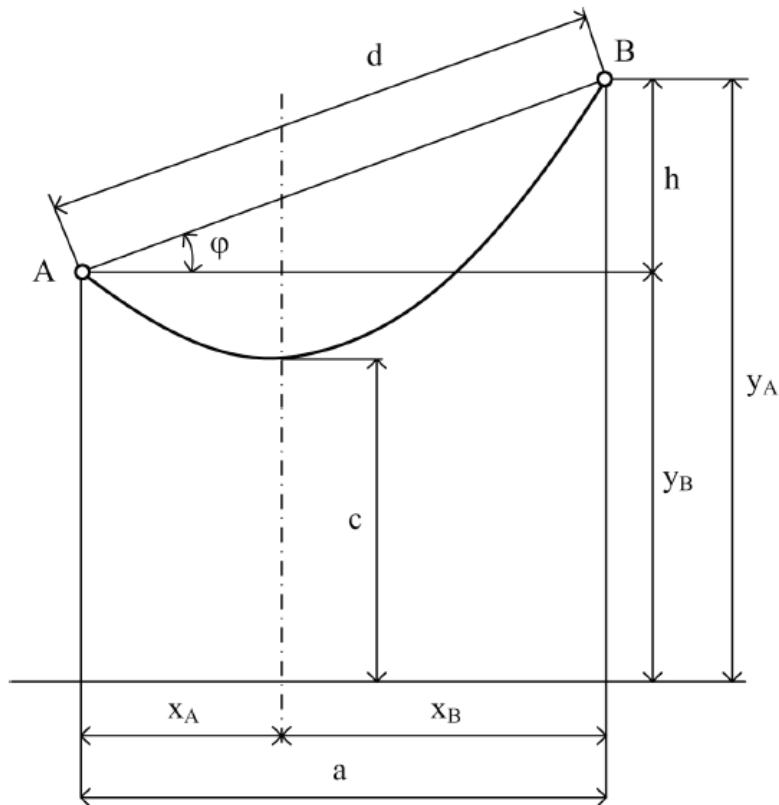
$$f_x = c \cdot \left( \cosh \frac{a}{2c} - \cosh \frac{x}{c} \right) \quad [m; m, m, m] \quad (4.12)$$

Délka řetězovky  $l_s$  je určená vztahem:

$$l_s = 2c \cdot \sinh \frac{a}{2c} \quad [m; m, m] \quad (4.13)$$

#### 4.2.2 Nesouměrná řetězovka

Nesouměrná řetězovka je používána hlavně pro šikmé pole. Jejich závěsné body nejsou ve stejné nadmořské výšce, proto nebude ani vrchol řetězovky ve středu rozpětí. Rozdíl výšky závěsných bodů je převýšení  $h$ , dalším známým parametrem je parametr řetězovky  $c$  a vzdálenost podpěr  $a$ .



Obrázek 4.3 Nesouměrná řetězovka<sup>60</sup>

Odvození nesouměrné řetězovky se zakládá na tom, že se jedná o souměrnou řetězovku, ale jeden závěsný bod je na řetězovce posunut níže a myšlená řetězovka jakoby pokračovala. Problém řešení nesouměrné řetězovky se tak transformuje na řešení dvou částí parabol rozdělených vrcholem. Pro vrchol platí, že na malý element řetězovky působí jen vodorovná síla  $F_H$ , proto řetězovku můžeme jednoduše rozdělit.<sup>61</sup>

Vztah vyplývající z Obrázek 4.3:

$$x_A = a - x_B \quad [m; m, m] \quad (4.14)$$

kde:

$x_A$  – vzdálenost od bodu A k nejnižšímu bodu řetězovky [m]

$x_B$  – vzdálenost od bodu B k nejnižšímu bodu řetězovky [m]

Výškové převýšení  $h$  závěsných bodů je určeno vztahem:

$$h = c \cdot \cosh \frac{x_B}{c} - c \cdot \cosh \frac{x_A}{c} \quad [m; m, m, m] \quad (4.15)$$

$$y_B = c \cdot \cosh \frac{x_B}{c} \quad [m; m, m] \quad (4.16)$$

<sup>60</sup> TLUSTÝ, pozn. 58, s. 133

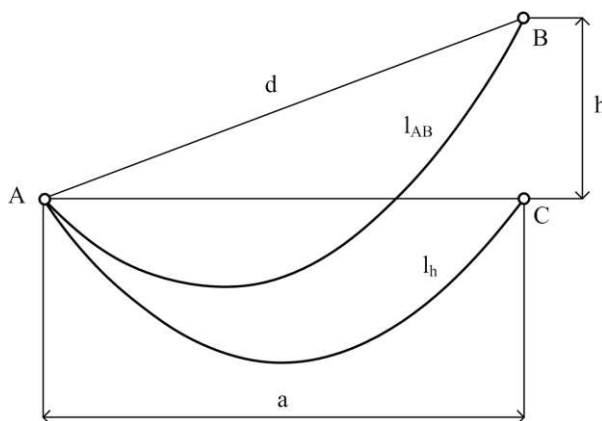
<sup>61</sup> TLUSTÝ, pozn. 58, s. 132

$$y_A = c \cdot \cosh \frac{x_A}{c} \quad [m; m, m] \quad (4.17)$$

#### 4.2.2.1 Délka vodiče

Pro výpočet délky nesouměrné řetězovky se využívá rozšířená Pythagorova věta. Délka nesymetrické řetězovky mezi závěsnými body je určena vztahem:

$$l_{AB}^2 = h^2 + l_h^2 = h^2 + \left(2c \cdot \sinh \frac{a}{2c}\right)^2 \quad [m; m, m; m, m, m] \quad (4.18)$$



Obrázek 4.4 Délka souměrné a nesouměrné řetězovky<sup>62</sup>

#### 4.2.2.2 Průhyby šikmého pole

Nesouměrné rozpětí můžeme prodloužit nebo zkrátit tak, abychom dostali souměrné rozpětí, takže můžeme využívat vzorce pro souměrnou řetězovku. Fiktivní rozšířené rozpětí ( $A_x$  až B) odpovídá  $a_x = 2 \cdot x_B$ . Maximální průhyb řetězovky je stanoven z ideálního pole pro rozpětí  $a_x$ .

Maximální průhyb řetězovky  $f_m$  je určen vztahem:

$$f_m = y_B - c = c \cdot \cosh \frac{x_B}{c} - c \quad [m; m, m; m, m, m] \quad (4.19)$$

#### Charakteristický průhyb

Charakteristický průhyb  $f_k$  je definován jako délka svislice spuštěné v polovině rozpětí mezi spojnicí závěsných bodů a křivkou. Je určen vztahem:

$$f_k = f_m \cdot \frac{l_{AB}}{l_h} = f_m \cdot \cosh \frac{x_B - x_A}{2c} \quad [m; m, m, m; m, m, m, m] \quad (4.20)$$

#### Viditelný průhyb

Viditelný průhyb  $f_v$  je definován jako svislá vzdálenost mezi spojnicí závěsů a tečnou k řetězovce. Vzdálenost viditelného průhybu  $x_v$  od počátku souřadné soustavy se určí vztahem:

<sup>62</sup> TLUSTÝ, pozn. 58, s. 137

$$x_v = \frac{h}{a \cdot \sinh \frac{1}{c}} [m; m, m, m] \quad (4.21)$$

Výškový rozdíl  $h_1$  v místě viditelného průhybu je určen vztahem:

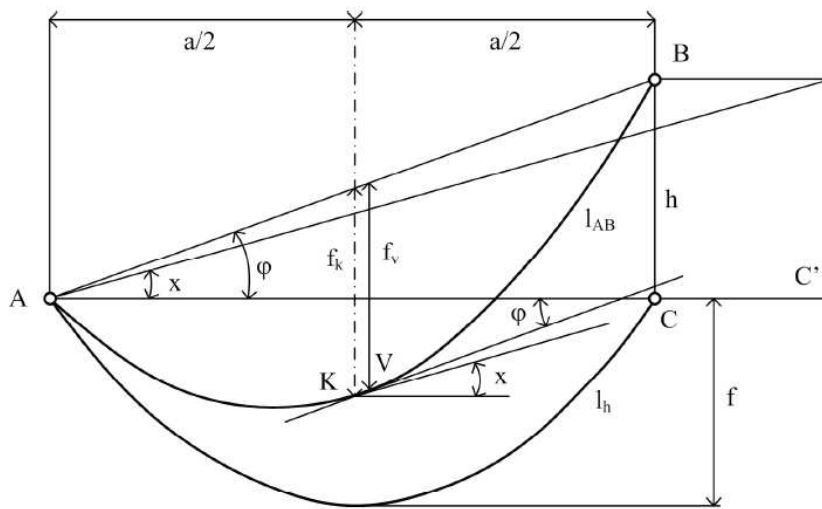
$$h_1 = (x_B - x_v) \cdot \frac{h}{a} [m; m, m, m, m] \quad (4.22)$$

Rovnice řetězovky v bodě  $x_v$  je určena vztahem:

$$y_v = c \cdot \cosh \frac{x_v}{c} [m; m, m] \quad (4.23)$$

Viditelný průhyb je určen vztahem:

$$f_v = y_B - y_v - h_1 [m; m, m, m, m] \quad (4.24)$$



Obrázek 4.5 Průhyby šikmého pole<sup>63</sup>

#### 4.2.2.3 Namáhání vodiče

Pro nesouměrnou řetězovku je mechanické napětí v závěsných bodech rozdílné, protože se rovná tíže vodiče délky  $y_B$ .

Závěsný bod A:

$$\sigma_A = \sigma_H \cdot \frac{y_A}{c} = \sigma_H \cdot \cosh \frac{x_A}{c} [MPa; MPa, m, m; MPa, m, m] \quad (4.25)$$

$$\sigma_{VA} = \sigma_H \sinh \frac{x_A}{c} [MPa; MPa, m, m] \quad (4.26)$$

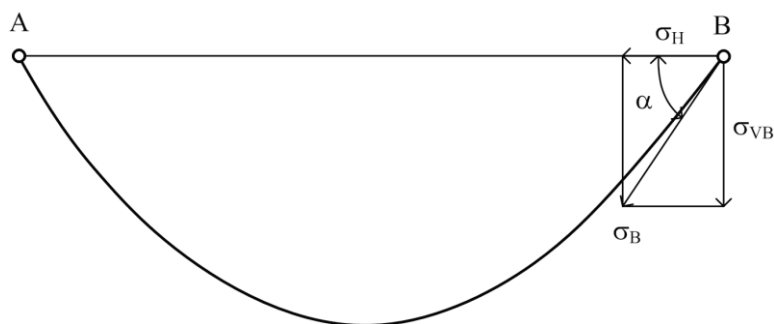
Závěsný bod B:

$$\sigma_B = \sigma_H \cosh \frac{x_B}{c} [MPa; MPa, m, m] \quad (4.27)$$

<sup>63</sup> TLUSTÝ, pozn. 58, s. 137



$$\sigma_{VB} = \sigma_H \sinh \frac{x_B}{c} \quad [\text{MPa}; \text{MPa}, m, m] \quad (4.28)$$



Obrázek 4.6 Namáhání v závěsném bodě<sup>64</sup>

### 4.2.3 Stavová rovnice

Ve venkovním prostředí není možné dodržet stálé podmínky, proto se musí vedení navrhovat tak, aby odolávalo všem vnějším vlivům. V praxi není vedení zatěžováno pouze vlastní tíhou, ale jeho namáhání se mění vlivem teploty, námrazku a větru. Při návrhu musíme uvažovat nejhorší případ namáhání a průhybu, protože v těchto případech nesmí dojít k překročení maximálních hodnot ani minimálních vzdáleností. Pohybujeme se v oblasti konstantního průřezu, a proto platí Hookův zákon. Stavová rovnice vyjadřuje namáhání vodiče v závislosti na teplotě a zatížení.

$$\sigma_{H1}^3 + \sigma_{H1}^2 \left[ \frac{E \cdot \gamma_v^2}{24} \cdot \left( \frac{a \cdot z_0}{\sigma_{H0}} \right)^2 + \alpha \cdot E \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_0) - \sigma_{H0} \right] - \frac{E \cdot \gamma_v^2}{24} \cdot (a \cdot z_1)^2 = 0 \quad [\text{MPa}, \text{MPa}, \text{MPa} \cdot m^{-1}, m, -, \text{MPa}, ^\circ\text{C}^{-1}, ^\circ\text{C}, ^\circ\text{C}, -] \quad (4.29)$$

kde:

$\sigma_{H0}$  – horizontální složka namáhání vodiče v původním stavu [MPa]

$\sigma_{H1}$  – horizontální složka namáhání vodiče v novém stavu [MPa]

$E$  – modul pružnosti vodiče [MPa]

$\gamma_v$  – měrná tíha vodiče [ $\text{MPa} \cdot m^{-1}$ ]

$a$  – rozpětí [m]

$z_0$  – původní přetížení vodiče [-]

$z_1$  – nové přetížení vodiče [-]

$\alpha$  – součinitel délkové tepelné roztažnosti lana [ $^\circ\text{C}^{-1}$ ]

$\vartheta_0$  – původní teplota vodiče [ $^\circ\text{C}$ ]

$\vartheta_1$  – nová teplota vodiče [ $^\circ\text{C}$ ]

<sup>64</sup> TLUSTÝ, pozn. 58, s. 138

Veličinu, kterou chceme většinou dopočítat ze stavové rovnice, je konečné namáhání  $\sigma_{HI}$ . Z tohoto důvodu je potřeba počítat rovnice třetího řádu, pro jejichž výpočty je vhodné využívat iterační metody. Pro výpočty se nyní využívají programy, které dopočítávají namáhání vodičů s jejich průhyby. Programy jsou navrženy pro přímé výpočty montážních tabulek.

### 4.3 Softwarové nástroje pro projektování

Pro tvorbu jednotlivých podkladů a vypracování celé projektové dokumentace je vhodné využívat softwarové programy. Díky programům určeným pro dané navrhované zařízení a jejich dalším nastavbovým funkcím je možné urychlit a usnadnit práci projektantů při návrhu jednotlivých zařízení a tvorbě celého projektu. V příslušných programech je možné vytvářet jednotlivé části projektů jako jsou například trasy vedení, schémata zapojení, jištění, podélné profily, dimenzování jednotlivých zařízení a mechanické tabulky.

Na trhu je více programů i s případnými nastavbami, které je možné využívat pro projektování elektrických zařízení o různých napět'ových hladinách. Volba správného programu záleží na požadavcích uživatele a na typu zpracovávaného projektu. V našem případě se projekt zpracovával v programu SPIDER-EN, který je nastavbou programu MicroStation od společnosti GISoft. V tomto programu standardně zpracovává své projekty společnost, se kterou jsem spolupracoval. Jedním z hlavních důvodů, proč tento program využívají, je jeho komplexnost. Umožňuje navrhout venkovní vedení se všemi potřebnými výpočty a ověřit si mechanické namáhání jednotlivých komponent.

#### 4.3.1 SPIDER-EN

SPIDER-EN je určen pro projektování energetických distribučních sítí o napět'ových hladinách NN, VN a VVN a pro tvorbu DSPS. Tento program se může uplatnit i v dodavatelských společnostech a u správců jednotlivých energetických sítí.<sup>65</sup>

Program obsahuje katalogy materiálů s databází základních materiálových prvků pro distribuční společnosti ČEZ, EG.D. a distribuční společnosti na Slovensku. Tyto databáze lze v případě potřeby rozšířit o další materiály.<sup>66</sup>

---

<sup>65</sup> SPIDER-EN – projektování energetických sítí. *GISoft.cz* [online]. [cit. 2021-07-06]. Dostupné z: [www.gisoft.cz/SPIDER-EN/SPIDER-EN](http://www.gisoft.cz/SPIDER-EN/SPIDER-EN)

<sup>66</sup> SPIDER-EN – projektování energetických sítí, pozn. 65

Program slouží pro komplexní tvorbu digitální dokumentace sítě. Umožňuje kreslení v podélném profilu vedení, zajišťuje výpočty mechaniky venkovních vedení, návrh jištění sítí NN, výpočty s využitím topologie a vzájemných vazeb mezi trasou vedení a schémat zapojení. Umožňuje také snadnou lokalizaci prvků sítě, obsahuje řadu kontrolních mechanismů zabraňujících vzniku topologických i logických chyb a poskytuje komfortní nástroje pro grafický výstup i souhrnné výpisy zařízení v textové nebo tabulkové podobě.<sup>67</sup>

Díky tomu je možné pracovat efektivněji a je usnadněna lokalizace chybného návrhu. Zásadou toho je možné chybný návrh odhalit dříve a adekvátně projekt upravit. Tak aby splňoval veškeré podmínky, které jsou na vedení kladeny. V programu SPIDER-EN je možné tvořit jednotlivé části dokumentace:<sup>68</sup>

- průběh trasy vedení nadzemního i podzemního,
- schéma zapojení a jištění vedení NN,
- schéma VN a schéma rozváděčů trafostanic,
- návrhy změn schémat SCADA,
- podélné profily vedení,
- podkladové polohopisné mapy, katastrální mapy,
- trasy vedení jiných inženýrských sítí ,
- výkresy stávajících vedení NN, VN, VVN z vnitropodnikového GISu.

Parametry jednotlivých objektů včetně jejich vazeb mezi ostatními objekty jsou vedeny v databázi. Parametry objektů a propojení s dalšími prvky se nastavuje pomocí formulářů. Ve výkrese je následně vidět popis těchto objektů s nastavenými prvky a parametry. Všechny prvky a parametry nemusí být ve výkresech zobrazeny, uživatel může zviditelnit pouze vybrané. Objekty jsou mezi sebou vázány ve výkresech tras, schémat případně i podélného profilu.

Z programu SPIDER-EN je možné vytvořit souhrnný výpis jednotlivých použitých prvků z různých výkresů, schémat atd. Tato funkce je velmi užitečná, protože důležitou součástí technické dokumentace jsou souhrnné soupisy prvků, které mohou sloužit i jako přímý podklad pro tvorbu rozpočtu na daný projekt. Lze vytvořit i výpis jen pro určitou oblast, kterou je nutné oceňovat nebo zvážit samostatně. Popisné údaje mohou být exportovány do excelovských tabulek a také lze obsah z tabulek zpětně vložit do výkresů.

---

<sup>67</sup> SPIDER-EN – projektování energetických sítí, pozn. 65

<sup>68</sup> SPIDER-EN – projektování energetických sítí, pozn. 65

Případně je možné tabulky přímo propojit s programem SPIDER-EN a tím zajistit aktualizaci tabulek po změnách ve výkresech.<sup>69</sup>

Nedílnou součástí projektu venkovního vedení je podélný profil vedení, proto tento program umožňuje práci s geodetickými daty jak ve formě textového souboru, tak i s načtenými body z tachymetrického měření.

Přímo z výkresů stanovuje program SPIDER-EN délky vodičů a k této délce se připočítávají zadané rezervy.

#### **4.3.1.1 Výpočty a mechanika venkovního vedení v programu SPIDER-EN**

Velkou výhodou SPIDER-EN je oproti ostatním programům na trhu jeho komplexnost a možnost navrhování, jištění sítí, výpočet mechaniky vedení a možnost kreslení v podélném profilu vedení v jediném programu. Program zajišťuje návrh celého jištění navrhované sítě NN od zdroje až ke koncovým odběratelům.

SPIDER-EN provádí také kontrolní výpočty mechaniky venkovního vedení dle norem ČSN 33 3300, ČSN 33 3301, ČSN EN 50 423, ČSN EN 50 341, PNE 33 3301, PNE 33 3302 a STN EN 50 341. Kontroly a výpočty napomáhají správnému návrhu vedení a vyvarování se nežádoucích stavů. Kontroly a výpočty, které provádí SPIDER-EN:<sup>70</sup>

- výpočet a kontrola mechanického namáhání vodičů,
- kontrola vzdálenosti vodičů od nosné konstrukce,
- kontrola vzdálenosti mezi vodiči v rozpětí,
- kontrola výšky vodičů nad terénem, vzdálenosti od překážek a objektů,
- kontrola zatížení izolátorů vedení, kontrola „nadlehčování“ izolátorů,
- kontrola konzol na svislé, vodorovné, případně kolmé zatížení,
- kontrola zatížení stožáru na výslednici tahů neomrzlých a omrzlých vodičů,
- kontrola zatížení stožáru větrem, neomrzlého a omrzlého vodiče,
- kontrola mimořádného zatížení (přetížení jednoho vodiče nebo zemnicího lana).

#### **4.3.2 Výpočtová tabulka – Montážní tabulky**

Na základě výše uvedených informací a dle aktuálního znění norem ČSN 33 3301 a ČSN EN 50 341 byly vytvořeny výpočty v programu MS Excel na dopočet namáhání, tahů a průhybů vodičů pro různé stavy. Výpočty byly koncipovány tak, aby bylo možné na

---

<sup>69</sup> SPIDER-EN – projektování energetických sítí, pozn. 65

<sup>70</sup> SPIDER-EN – projektování energetických sítí, pozn. 65

jejich základě vytvořit výstup v podobném formátu, který získáváme při tvorbě klasických montážních tabulek.

V dnešní době jsou kladeny požadavky i na zavěšování dalšího vedení na PB venkovního vedení VN, a to hlavně kvůli rozvoji optické infrastruktury. Takže k samotným vodičům bývají na PB zavěšeny i klasická zemnicí lana, kombinovaná zemnicí lana nebo optické kabely SDOK. Z tohoto důvodu je při výpočtech uvažováno i s možností přivěšení těchto dalších vedení a dopočítání jeho namáhání, tahů a průhybů.

Sepsaná lana a kabely se nyní standardně používají a jejich parametry jsou převzaty z katalogových listů. Dalšími důležitými údaji ve vytvořeném Excelu jsou základní parametry vycházející z norem a údaje související s námrazovými a větrnými oblastmi. Zadávání údajů, výpočty a další sepsané údaje byly pro přehlednost a zjednodušení práce s vytvořeným Excelem rozčleněny do více karet.

#### Karta „Titulní list“

Tato karta slouží pro prvotní seznámení uživatele s vytvořeným dokumentem. Je zde základní popis jednotlivých karet i s jednoduchým návodem na zadání základních údajů, které jsou pro výpočet nezbytné.

#### Karta „Zadání vstupních údajů“

V této kartě je nutné zadat všechny vstupní údaje nezbytné pro výpočet. Údaje, které je nutno v této kartě vyplnit nebo zvolit, mají kolonky zeleně podbarvené. Nejprve je na řadě výběr typu vodiče a také typu zemnicího lana, KZL nebo SDOK. Dále se volí úroveň spolehlivosti, námrazová oblast, větrná oblast a kategorie terénu. Pokud není v PS určeno jinak, jsou součinitelé výšky a místních podmínek uvažovány rovny jedné. Poté je nutné zadat hodnotu počáteční teploty a namáhání. Nakonec se musí vyplnit nadmořská výška PB, výšky uchycení lan a kabelů na PB a rozpětí.

Po zadání a zvolení všech těchto údajů proběhnou všechny výpočty, přepis výsledků do karty „Výpis“ a vytvoření grafu s průhybem vedení.

#### Karta „Výpis“

Tato karta slouží pro výpis namáhání, tahových sil a průhybů vodičů, lan, KZL nebo SDOK, které byly na základě zadaných údajů dopočítány pro různé stavy. Automaticky se do této karty přepisují zvolená lana nebo kabely i s jejich základními parametry, také se přepisují hlavní údaje nastavené v kartě „Zadání vstupních údajů“. Jediný údaj, který je

vhodný v této kartě měnit jsou čísla PB, mezi kterými probíhal výpočet daného úseku vedení.

Tato karta obsahuje i graf „Průhyb vedení – podélný profil“, který zobrazuje profil vedení mezi dvěma PB. Tento graf uvažuje i výškový rozdíl uchycení vodičů, který obvykle u venkovního vedení nastává. V grafu jsou zobrazeny stavy pro minimální teplotu, +60 °C a pro -5 °C s přídatným zatížením způsobeným námrazou. Tyto stavy jsou zobrazeny jak pro samotné vodiče, tak i lana, KZL nebo SDOK.

#### Karta „Mezi výpočty“

Na této kartě je provedeno více výpočtů, z nichž nejdůležitější je výpočet namáhání pomocí stavové rovnice. Výpočet stavové rovnice je proveden pomocí Newton-Raphsonovy metody, jinak nazývanou metoda tečen. Výpočty jsou provedené pro různé stavy, které závisí na teplotě a dalším přídatném zatížení. Minimální teplota závisí na zvolené úrovni spolehlivosti. Úroveň spolehlivosti se volí většinou rovna jedné a tomu odpovídá minimální teplota -30 °C, což je jeden ze základních stavů. Další stavy jsou určeny od minimální teploty do 40 °C a přidal jsem výpočet 60 °C. Další stav je při teplotě -5 °C s přídatným zatížením způsobeným námrazou. Poslední stav je při teplotě -5 °C s přídatným zatížením způsobeným větrem. Pro jednotlivé stavy jsou dopočítány i průhyby vodičů.

Součástí této karty jsou i výpočty pro vykreslení grafu zobrazeného v kartě „Výpis“.

#### Karta „Parametry-vodiče,lana,KZL,SDOK“

V této kartě jsou sepsány standardně používané vodiče, lana, KZL a optické kabely SDOK, se kterými můžeme při výpočtech pracovat. Všechny údaje potřebné pro výpočty jsou sepsané u jednotlivých vodičů. Do karty je nutné zasáhnout pouze tehdy, pokud požadovaná lana nebo kabely nejsou v tomto seznamu. V návaznosti na případné přidání dalšího lana nebo kabelu je nutné upravit vyhledávání v kartě „Zadání vstupních údajů“.

#### Karta „Data-námraza,vítr,součinitelé“

Karta obsahuje údaje o námrazových a větrných oblastech i s vlivem referenční výšky a kategorií terénu. Dále jsou zde uvedeny součinitele a parametry, které vycházejí z aktuálních technických norem. Všechny tyto údaje jsou pro výpočty nezbytné.

### 4.3.2.1 Ukázky výpočtů

Na následujících stránkách jsou zadány všechny vstupní údaje potřebné pro výpočet. Vstupní údaje byly zvoleny z dat projektovaného venkovního vedení VN, jehož návrhu jsem se účastnil. Na obrázcích níže jsou vidět podbarvená pole, která je nutné pro výpočet zvolit nebo vyplnit. Tyto vstupní údaje jsou zobrazeny na Obrázek 4.7.

Vstupní údaje - Vodiče	
110-AL1/22-ST1A	
<b>Typ lana:</b>	<b>110-AL1/22-ST1A</b>
<b>Průměr:</b>	14,96 d [mm]
<b>Průřez:</b>	132,33 S [mm <sup>2</sup> ]
<b>Hmotnost vodiče:</b>	476,9 m [kg.km <sup>-1</sup> ]
<b>Měrná tíha:</b>	0,0353419 $\gamma$ [N.m <sup>-1</sup> .mm <sup>-2</sup> ]
<b>Modul pružnosti:</b>	77400 E [Mpa]
<b>Souč. teplotní rozt.:</b>	0,0000183 $\alpha$ [K <sup>-1</sup> ]
<b>Zaručená pevnost:</b>	45590 F [N]
<b>Dovolený tah:</b>	65 %
	29633,5 F <sub>dov</sub> [N]
<b>Dovoléné namáhání:</b>	223,94 $\sigma_{dov}$ [MPa]

Vstupní stav - pro výpočty	
Úroveň spolehlivosti:	Úroveň spolehlivosti 1
Součinitel místních podmínek:	1,00 K <sub>lc</sub> [-]
Součinitel výšky:	1,00 K <sub>h</sub> [-]
Počáteční teplota:	-5 t [°C]
Vstupní stav - pro výpočty vodičů	
Počáteční namáhání:	40 $\sigma_{poc}$ [Mpa]
Horiz. tah:	5293,2 F [N]
Vstupní stav - pro výpočty lan a kabelů	
Počáteční namáhání:	55 $\sigma_{poc}$ [Mpa]
Horizontální tah:	5123,25 F [N]

Vstupní údaje - zemní lana, KZL, SDOK	
KZL 2S 2/24 (M93/R62-64)	
<b>Typ lana:</b>	<b>KZL 2S 2/24 (M93/R62-64)</b>
<b>Průměr:</b>	13,2 d [mm]
<b>Průřez:</b>	93,15 S [mm <sup>2</sup> ]
<b>Hmotnost vodiče:</b>	446 m [kg.km <sup>-1</sup> ]
<b>Měrná tíha:</b>	0,0469540 $\gamma$ [N.m <sup>-1</sup> .mm <sup>-2</sup> ]
<b>Modul pružnosti:</b>	104600 E [Mpa]
<b>Souč. teplotní rozt.:</b>	0,0000167 $\alpha$ [K <sup>-1</sup> ]
<b>Zaručená pevnost:</b>	62100 F [N]
<b>Dovolený tah:</b>	55 %
	34155 F <sub>dov</sub> [N]
<b>Dovoléné namáhání:</b>	366,67 $\sigma_{dov}$ [MPa]

Obrázek 4.7 Vstupní údaje lan, kabelů a vstupní stavy

Na následujícím Obrázek 4.8 je vidět druhá část vstupních dat, které je nutné zadat pro výpočty. V této části se dopočítává také přetížení způsobené zatížením námrazou a větrem. Zadání nadmořských výšek PB je důležité, kvůli dopočtu celkového převýšení uchycení lan a kabelů. Zemní lana a kombinovaná zemní lana se umísťují nad samotné vodiče a optický kabel SDOK se umísťuje pod vodiče. Na toto je nutné pamatovat, když chceme ověřit, zda lana umístěná nad vedením neklesají pod vrchní vodiče a také nesmí spodní vodič se klesnout na úroveň optického kabelu umístěného pod vedením. Z tohoto důvodu musíme volit, jestli budeme počítat s vrchním nebo spodním vodičem. Spodní vodiče nebo

kabely musí být umístěny nad terémem nebo dalšími prvky v minimálních vzdálenostech, které jsou uvedeny v části 3.5.

Levý PB	Nadmořská výška PB	352,3 m
	Výška uchycení vodiče	13,7 m
	Výška uchycení lan, KZL nebo SDOK	20 m
Pravý PB	Nadmořská výška PB	350,4 m
	Výška uchycení vodiče	10,4 m
	Výška uchycení lan, KZL nebo SDOK	16,8 m
Převýšnění vodiče		-5,2 m
Převýšnění lana, KZL nebo SDOK		-5,1 m
Referenční výška - vodiče		10 m
Referenční výška - lana, KZL nebo SDOK		10 m
Rozpětí		161 m
<b>Zatížení námrazou</b>		
Námrazová oblast	<input type="text" value="I1"/>	
<b>Vodiče</b>		
I50 - vodič		6,48 N/m
Průměr omrzlého vodiče		43,67 mm
Přetížení námrazou vodiče		2,39 -
<b>Lana, KZL nebo SDOK</b>		
I50 - lana, KZL nebo SDOK		6,09 N/m
Průměr omrzlého lana, KZL nebo SDOK		41,91 mm
Přetížení námrazou lana, KZL nebo SDOK		2,39 -
<b>Zatížení větrem</b>		
Větrná oblast	<input type="text" value="III."/>	
Kategorie terénu	<input type="text" value="II."/>	
<b>Vodiče</b>		
Střední rychlost větru		27,50 m/s
Střední tlak větru		472,66 N/m <sup>2</sup>
Maximální tlak větru		1097,12 N/m <sup>2</sup>
Zatížení vodiče větrem		10,34 N/m
Přetížení větrem		2,43 -
<b>Lana, KZL nebo SDOK</b>		
Střední rychlost větru		27,50 m/s
Střední tlak větru		472,66 N/m <sup>2</sup>
Maximální tlak větru		1097,12 N/m <sup>2</sup>
Zatížení lan větrem		9,12 N/m
Přetížení větrem		2,31 -

Obrázek 4.8 Vstupní data – výšky uchycení, rozpětí, námrazové a větrné oblasti

Při zadání všech údajů dojde k výpočtu a sestavení montážních tabulek, které je možné vidět na Obrázek 4.9. Podobně sestavené tabulky jsou přikládány do dokumentací a jsou jejich důležitou součástí.



## Výpočet zatížení vedení a jeho komponent

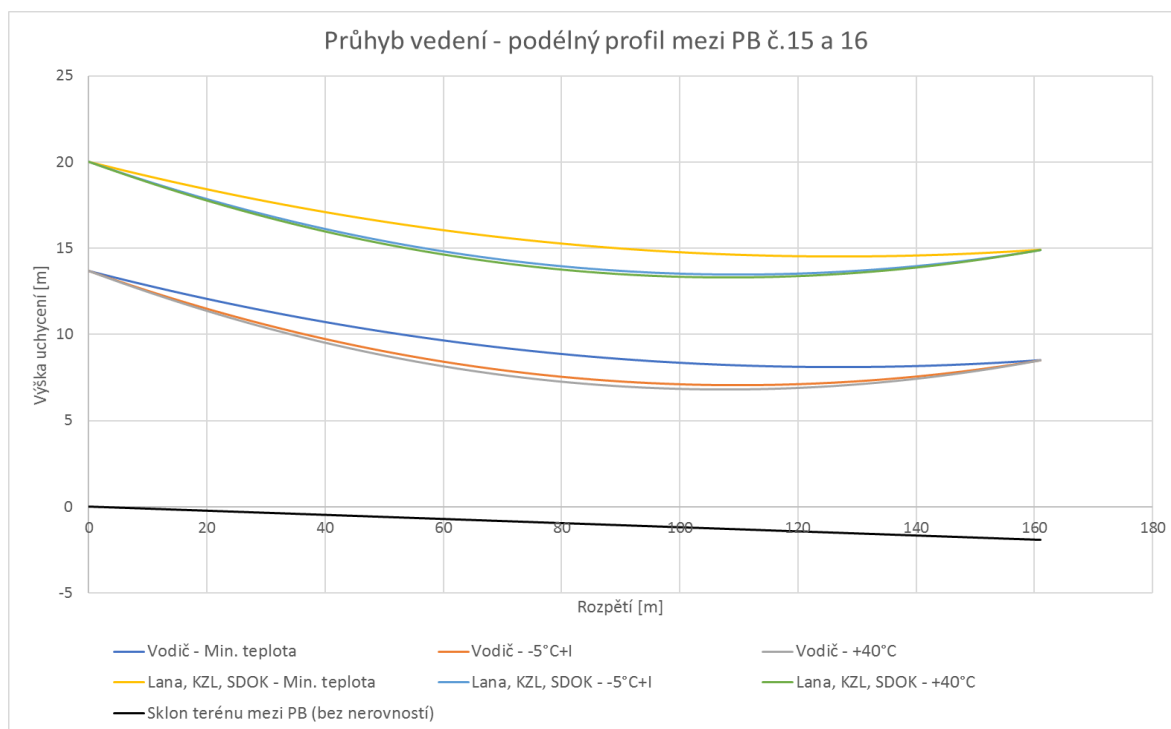
### Úsek vedení mezi podpěrnými body: 15 a 16

Nadmořská výška terénu u levého PB [m]:	<b>352,3</b>
Nadmořská výška terénu u pravého PB [m]:	<b>350,4</b>
Rozpětí [m]:	<b>161</b>
Výchozí vodorovná složka namáhání vodič [Mpa]:	<b>40</b>
Výchozí vodorovná složka namáhání Lana, KZL nebo SDOK [Mpa]:	<b>55</b>
Výchozí teplota vodiče [°C]:	<b>-5</b>
Námrazová oblast:	<b>I</b>
Větrná oblast:	<b>III.</b>
Oblast terénu:	<b>II.</b>
Úroveň spolehlivosti:	<b>Úroveň spolehlivosti 1</b>

Vodič													
	zadaná teplota	min. tepl.	-20 °C	-10 °C	-5 °C	0 °C	+10 °C	+20 °C	+30 °C	+40 °C	+60 °C	-5 °C + I	-5 °C + W
Teplota [°C]	-5	-30	-20	-10	-5	0	10	20	30	40	60	-5	-5
Namáhání vodiče [Mpa]	40,00	50,73	45,79	41,74	40,00	38,41	35,65	33,33	31,36	29,66	26,91	76,45	77,39
Tahové síly vodičů [kN]	5,29	6,71	6,06	5,52	5,29	5,08	4,72	4,41	4,15	3,93	3,56	10,12	10,24
Průhyb vodiče [m]	2,87	2,26	2,50	2,75	2,87	2,98	3,22	3,44	3,66	3,86	4,26	3,58	3,59

Lana, KZL nebo SDOK													
	zadaná teplota	min. tepl.	-20 °C	-10 °C	-5 °C	0 °C	+10 °C	+20 °C	+30 °C	+40 °C	+60 °C	-5 °C + I	-5 °C + W
Teplota [°C]	-5	-30	-20	-10	-5	0	10	20	30	40	60	-5	-5
Namáhání lan [Mpa]	55,00	68,86	62,54	57,29	55,00	52,91	49,23	46,11	43,45	41,15	37,38	104,16	101,65
Tahové síly lan [kN]	5,12	6,41	5,83	5,34	5,12	4,93	4,59	4,30	4,05	3,83	3,48	9,70	9,47
Průhyb vodiče [m]	2,77	2,21	2,43	2,66	2,77	2,88	3,09	3,30	3,50	3,70	4,08	3,50	3,47

Obrázek 4.9 Montážní tabulky pro PB č.15 a 16



Graf 4.1 Průhyb vedení – podélný profil vedení mezi PB č.15 a 16

V Graf 4.1 jsou zobrazeny průhybové křivky pro vedení umístěné mezi PB č.15 a 16. Mezi těmito PB jsou uchyceny vodiče a kombinované zemní lano. V tomto grafu jsou také zobrazeny křivky pro minimální teplotu, +60 °C a pro -5 °C + I. Důvodem výběru těchto křivek je fakt, že při snižování teploty dochází k napínání vedení a zvyšování namáhání. Při zvyšování teploty dochází k rozpínání vedení a tím ke snižování namáhání,

ale zvětšování průhybu. Zobrazení a dopočet křivky pro  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  s námrazou jsou důležité hlavně pro oblasti s vyšším úhrnem námrazku, kde přetížení vlivem námrazku má na namáhání a průhyb vedení velký vliv.

Další zobrazená křivka v grafu ukazuje čistý sklon mezi patkami PB bodů. Levý PB se bere jako počáteční a od tohoto bodu probíhají výpočty. Levý podpěrný bod je umístěn v nižší nadmořské výšce nežli pravý, proto křivka zobrazující čistý sklon klesá pod nulu, a to o rozdíl nadmořských výšek.

## 5 Plán organizace výstavby

Plán organizace výstavby také můžeme nazvat jako projekt organizace výstavby, zkráceně POV. Ten není přímo zakotven v žádném právním předpise. V rozsahu dokumentace dle přílohy č. 2 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. jsou „Zásady organizace výstavby“ začleněny v „B. Souhrnné technické zprávě“. Kvůli upřesnění informací ohledně organizace výstavby je možné do dokumentace začlenit i samostatný dokument Zásady organizace výstavby (ZOV). Kompletní plán organizace výstavby podrobně zpracovává a doplňuje zhotovitel stavby, dle jeho možností a potřeb. POV je jedním ze zásadních podkladů pro zpracování smlouvy o dílo.<sup>71</sup>

### 5.1 Zásady organizace výstavby

Při zpracování projektové dokumentace dochází k postupnému upřesňování zásad organizace výstavby až do podrobností. Tyto upřesněné informace jsou následně použity pro tvorbu podrobného plánu organizace výstavby. Rozsah samostatného dokumentu ZOV:<sup>72</sup>

- informace o rozsahu a stavu staveniště, předpokládané úpravy staveniště, jeho oplocení, trvalé deponie a mezideponie, příjezdy a přístupy na staveniště,
- významné sítě technické infrastruktury,
- napojení staveniště na zdroje vody, elektřiny, odvodnění staveniště apod.,
- úpravy z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví třetích osob, včetně nutných úprav pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace,
- uspořádání a bezpečnost staveniště z hlediska ochrany veřejných zájmů,
- řešení zařízení staveniště včetně využití nových a stávajících objektů,
- popis staveb zařízení staveniště vyžadujících ohlášení,
- stanovení podmínek pro provádění stavby z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví, plán bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi podle zákona o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,
- podmínky pro ochranu životního prostředí při výstavbě,
- orientační lhůty výstavby a přehled rozhodujících dílčích termínů.

---

<sup>71</sup> Plán organizace výstavby. *Stavebníklub.cz* [online]. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: [www.stavebniklub.cz/33/plan-organizace-vystavby-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4ErkL3Pej1VW9VHtr0iCTLrnMyd6OO19ZPg/](http://www.stavebniklub.cz/33/plan-organizace-vystavby-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4ErkL3Pej1VW9VHtr0iCTLrnMyd6OO19ZPg/)

<sup>72</sup> Plán organizace výstavby, pozn. 71

ZOV zpracovává projektant během zpracovávání dokumentace. V těchto zásadách je podrobněji popsán rozsah staveniště a prováděné práce na staveništi. Jsou zde definovány i významné sítě technické infrastruktury, které se nacházejí v zájmové oblasti stavby a bude nutné před započítím prací informovat vlastníky těchto sítí a ověřit znovu jejich stávající sítě v této oblasti. Zároveň musí být dodržena jednotlivá stanoviska všech dotčených organizací, které jsou přiloženy v dokladové části dokumentace.

POV je do projektu začleňován ve zjednodušené formě, kde jsou sepsané základní zásady, prováděné práce a vypnuté úseky vedení s omezeními. Zjednodušený POV obsahuje ještě harmonogram práce s vypínanými úseky.

## 5.2 Obsah plánu organizace výstavby

Konečný obsah POV je nutný přizpůsobit konkrétní stavbě jejího rozsahu a složitosti. Některé části POV mohou být projektantem začleněny přímo do projektové dokumentace. Samostatné POV by mělo obsahovat:

- Technickou zprávu
- Časový plán
- Projekt zařízení staveniště
- Přílohy a související dokumenty.

### 5.2.1 Technická zpráva

Tato technická zpráva obsahuje základní údaje o prováděné stavbě, informace k časovému plánu, ke staveništi a k zařízení staveniště. V tomto dokumentu jsou upřesněny detaily týkající se stavby, jako například charakteristika stavby, struktura řízení stavby, termíny zahájení a dokončení, charakteristika staveniště, zajištění bezpečnosti a podmínky stavební připravenosti.

### 5.2.2 Časový plán

Časový plán je vypracováván většinou jako harmonogram stavby. Pro liniové stavby je lepší využívat časový plán ve formě časoprostorového grafu. Pro složitější stavby je vhodnější využívat síťový graf. Časový plán udává podrobné informace z hlediska:<sup>73</sup>

- Věcného
  - Jedná se o určení termínů a postupu jednotlivých prací během celé stavby. Jsou zde definovány například termíny předání a převzetí

---

<sup>73</sup> Plán organizace výstavby, pozn. 71

stavby, termíny budování objektů a dokončení jednotlivých stavebních objektů nebo provozních souborů.

- Ekonomického
  - Jedná se o časové rozložení ceny jednotlivých objektů, které jsou podkladem pro sestavení platebního kalendáře. Je možné díky tomu vytvořit kalendář splátek, pokud nejsou placeny v měsíčních intervalech nebo celkově.
- Odpovědnosti
  - Zde jsou uvedeni dodavatelé jednotlivých činností.
- Další podmínky
  - Dalšími podmínkami se rozumí ty, které závisí přímo na místě stavby a jeho okolí. Tyto podmínky závisí například na dopravní situaci nebo rušivých vlivech stavby na okolí.

#### 5.2.2.1 Řádkový harmonogram

Tento harmonogram umožňuje zobrazení doby trvání jednotlivých pracovních činností. V tomto harmonogramu je vidět návaznost jednotlivých pracovních činností na sebe a také činnosti, které je možné realizovat paralelně s jinými.

Během tvorby projektové dokumentace není většinou znám realizátor stavby a ani jeho možnosti a potřeby, právě z tohoto důvodu je zpracováván harmonogram stavby do projektové dokumentace většinou ve formě řádkového harmonogramu.<sup>74</sup>

#### 5.2.3 Staveniště a zařízení staveniště

Staveniště musí být koncipováno, tak aby stavba minimálně omezovala své okolí a mohla být správně provedena dle všech bezpečnostních požadavků. Nemělo by docházet k nadměrnému znečištění a zatěžování staveb vlivem probíhající stavby. Po dobu stavby je nutné chránit okolní inženýrské sítě, veřejné prostranství, komunikace a zeleň. Místo stavby musí být náležitě označeno i za snížené viditelnosti. Při dotčení komunikace nebo při stavbě probíhající v okolí komunikace je nutné k zabezpečení plynulosti dopravy nechat vyhotovit DIO a získat DIR od příslušného odboru dopravy. K užívání veřejného prostranství nebo zvláštní užívání komunikace je nutné získat souhlas vlastníka a uzavřít s ním smlouvu o výpůjčce, protože se jedná o dočasný zábor těchto ploch.<sup>75</sup>

---

<sup>74</sup> Plán organizace výstavby, pozn. 71

<sup>75</sup> Plán organizace výstavby, pozn. 71

### 5.3 Odstávky a dočasné náhradní napájení

Přesný plán vypínání a případné dočasné náhradní napájení vedení dohodne dodavatelská firma s odpovědnými pracovníky DS v předstihu před realizací a dle platných zásad. Požadavky na odstávky jsou dále koordinovány s příslušnými útvary dané DS. Vypínání a odstávky musí být dodrženy dle příslušné metodiky dané distribuční společností. Například pro ČEZd se jedná o metodiku ČEZd\_ME\_0040r00. V této metodice jsou stanovena omezení odběratelů na:

- Maximální doba vypnutí jednoho zákazníka během 7 kalendářních dnů je stanovena na 20 hodin
- Maximální souvislá délka jednoho vypnutí zákazníka je stanovena na 8 hodin v období listopad až březen a pro období duben až říjen je délka trvání vypnutí maximálně 12 hodin
- Vypnutí se neprovádí v době od 15.12. do 1.1. a v době konání voleb, pokud si vypnutí nevyžaduje naléhavý případ jako jsou například poruchy.

Během jedné realizované akce se nedoporučuje vypínat stejné odběrné místo více než 3krát. Tomuto požadavku je nutné se věnovat už při zpracování projektu a přizpůsobit tomu způsob realizace stavby a plánovaný harmonogram. U velkých liniových staveb, u kterých není možné dodržet maximálně 3 vypnutí, je nutné stavbu posuzovat individuálně. K upřesnění počtu vypnutí dojde ve fázi tvorby projektové dokumentace a posouzení příslušnými techniky.<sup>76</sup>

### 5.4 Práce prováděné na venkovním vedení VN

Práce prováděné na elektrických zařízeních v elektrických soustavách jsou závislé na napěťových hladinách a příslušné technologii, například práce prováděné v rozvodnách, trafostanicích, na kabelových nebo venkovních vedeních jsou různé. Zároveň existují specifická zařízení určená pouze pro danou technologii a napěťovou hladinu. Z těchto všech důvodů existují TMP, ve kterých jsou přesně stanoveny práce spojené s příslušnými zařízeními a technologiemi. Takovéto TMP upřesňují například práce na stožárových transformovnách, venkovních vedení VN, kabelových rýhách atd. Postupy prací

---

<sup>76</sup> Kolektiv autorů. *Metodika – Pravidla pro plánování a řízení odstávek a omezování odběratelů v základních provozních podmínkách a za extrémních povětrnostních podmínek*. Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s., ID: ČEZd\_ME\_0100z1

prováděných na zařízení musejí znát i projektanti, aby byli schopni navrhnout dané zařízení i s ohledem dalších navazujících prací a správně odhadnout doby potřebné pro jejich provedení.

Konkrétní technologické postupy, které mají realizační firmy, nejsou veřejně publikovány. Je to z důvodu ochrany těchto informací před konkurencí. Realizační firma ale umožňuje zákazníkovi nahlédnout do těchto postupů, a to i přímo v průběhu stavby.

V této práci se věnuji venkovnímu vedení VN, proto zde budu uvádět obecný popis některých základních prací prováděných právě na těchto vedeních při rekonstrukcích nebo výstavbě nových vedení.

### Výstavba příhradových stožárů

Při výstavbě nového stožáru je nejprve nutné vybetonovat typový základ o rozměrech určených dle příslušného typu stožáru. V tomto základu je zabetonován základní díl stožáru, na který jsou po vyztužení betonem usazeny a namontovány další díly stožáru do příslušné navrženého typu. Na jednotlivých dílech stožáru jsou připevněny konzole. Jednotlivé prvky na dozbrojení stožáru jako jsou izolátory, úsekové odpínače atd. mohou být na díly namontovány dopředu, když se zaručí jejich nepoškození. Po sestavení celého stožáru a natažení vodičů proběhnou dokončovací práce jako je očištění, konečný nátěr, montáž tabulek atd.

Při výměně stožáru je nutné si ujasnit, jestli bude stožár umístěn v místě původního stožáru nebo bude posunutý. Pokud je vyměňovaný stožár umístěn mimo původní místo, je jeho výstavba jednodušší. A probíhá obdobně jako při výstavbě nového stožáru. Nejprve je vybudován betonový základ se základovým dílem příhradového stožáru, což je možné provést i při zapnutém venkovním vedení. Po vyztužení betonového základu se začne sestavovat samotný stožár, to už probíhá při vypnutém vedení. Po sestavení a dozbrojení stožáru dojde k přepojení vodičů ze starého stožáru na nový. Následně započnou dokončovací práce a demontáž původního stožáru s rozbouráním betonového základu.

Při výměně stožáru ve stávajícím místě je nutné všechny práce provádět při vypnutém venkovním vedení. Nejprve dojde k odpojení vodičů z původního stožáru a jejich „zakotvení do země“ tzn. upevnění vodičů k betonovým blokům, a to v případě že stožár není nosný. To se provádí proto, aby vodiče zůstaly během prací stále napnuté a nedošlo kvůli jejich povolení nebo prověšení k poškození jiných prvků na vedení. U nosného stožáru je možné odpojit vodiče a nechat je během prováděných prací prověšené. Následně je možné demontovat celý stožár i s betonovým základem a poté vybudovat nový betonový

základ se základním dílem stožáru. Po vyztžení betonu je možné sestavit příhradový stožár a dozbrojit ho. Poté původní vodiče umístěny na nový stožár a v případě krátkých vodičů dojde k jejich prodloužení. Následně je možné provést dokončovací práce.

Výměna stožáru ve stávajícím místě je nejobtížnější. Trvá také nejdéle a zároveň je nutné provádět celou výměnu při vypnutém vedení. Z tohoto důvodu je vhodné neumísťovat nové stožáry ve stávajícím místě, ale v ose vedení alespoň jednoho přilehlého rozpětí, tak aby mohl být vybudován celý základ pro stožár.

### Výstavba betonových sloupů

Při výstavbě nového betonového sloupu je na místo stavby dovezen betonový sloup, který je na zemi dozbrojen a všechny kovové části jsou natřeny minimálně základovou barvou. Poté je vybetonován typový základ o rozměrech určených pro příslušný betonový sloup. Do tohoto základu je zabetonován dozbrojený betonový sloup. Po vytvrzení betonového základu jsou nataženy vodiče a provedeny dokončovací práce.

Při výměně betonového sloupu mimo původní místo je nutné provést celou výstavbu nového betonového sloupu při vypnutém venkovním vedení. Po vytvrzení betonového základu dojde k připojení vodičů na nový betonový sloup. Poté dojde k odpojení vodičů na původním betonovém sloupu a jeho demontáži, následně jsou provedeny dokončovací práce.

Při výměně betonové sloupu v původním místě je nutné mít vedení vypnuté. Vodiče jsou následně odpojeny a uchyceny stejně jako při výměně stožáru v původním místě. Po odpojení vodičů dojde k demontáži původního betonového sloupu. Následně je zabetonován nový betonový sloup s výzbrojí a po vyztžení betonu jsou původní vodiče připojeny na nový betonový sloup a provedeny dokončovací práce. Výměny betonových sloupů jsou prováděny v původním místě tzn. „bod za bod“.

Při vybudování sloupové trafostanice je většina výzbroje standardně umístěna na betonový sloup už na zemi, ale transformátor a případně i rozváděč NN jsou na sloup umístěny až po vytvrzení betonu a před připojováním vodičů a kabelů.

### Práce probíhající na stávajících podpěrných bodech

Na stávajících podpěrných bodech je možné provádět práce při vypnutém, ale i zapnutém vedení. Práce, které je možné provádět při zapnutém vedení, jsou například opravy betonových základů a montáž konzol pro SDOK. Výstražné bóje na zemnicí lano



nebo KZL je ideální namontovat hned po natažení lan při vypnutém vedení, ale v případě nutnosti je možné namontovat bóje i při zapnutém vedení.

Na stávajících podpěrných bodech při vypnutém vedení je možné provádět všechny práce jako například dozbrojování a údržbu. Během vypnutí je možné nevyhovující nebo poškozené části PB vyměnit a v případě příhradových stožárů je možné některé prvky vyvařit a tím je opravit a zpevnit.

### Tažení vodičů

Tažení může probíhat více způsoby a odvíjí se i od vybavení, dále je popsán jeden ze způsobů tažení. Při výstavbě nového vedení jsou po trase na PB umístěny sklopné kladky pro tažení vodičů. Kladky jsou umístovány na PB v příslušných kotevních úsecích, ve kterých bude probíhat tažení vodičů. Kotevní úsek může být pouze mezi dvěma sousedními PB nebo vést i přes více rozpětí. Když jsou kladky umístěny na PB a je zajištěn výstup montérů na PB, je nejprve do připravených kladek natáhnuto tažné lanko. Do jednotlivých kladek je vytáhnuto pomocí provazů. Tažné lanko se protahuje první a po něm se teprve táhne vodič. Tažné lanko se využívá kvůli tomu, že je možné ho jednodušeji natáhnout do kladek a zabránit poškození samotného vodiče, protože samotný vodič nesmí být tažen po zemi, kvůli možnému poškození. Samotný vodič je pomocí lanka tažen od brzdy umístěné u koncového PB v natahovacím úseku k prvnímu PB v natahovacím úseku, u kterého je umístěn naviják.

Naviják a brzda tvoří tažnou soupravu. U brzdy jsou umístěny bubny s lany, která jsou namotány do brzdové soustavy a taženy navijákem. Během tažení vodiče brzda a naviják spolupracují, aby nedošlo k prověšení vodiče a vodič byl natažen na náležitý tah. Po natažení vodiče v daných úsecích na příslušný tah je vodič umístěn do izolátoru a upevněn. Vodič je na obou koncích uchycen v kotevních svorkách a je vodivě spojen s dalším vodiči z přilehlých políh čímž je ukončen. Tímto dojde k vytvoření tzv. „přeponek“ na kotevních PB. Přeponky lze využít jako bod rozpojení vedení, aby práce mohli být prováděny na určitém odpojeném úseku a zbytek vedení mohl být napájen. Rozpojení a spojení přeponek musí probíhat při vypnutém vedení.

Na stávajících nebo vyměňovaných PB na kterých mohlo zůstat vedení které je nutné vyměnit je toto vedení použito místo tažného lana. Díky tomuto je usnadněna a urychlena výměna vodičů.

Při využití starších vodičů je nutné zabránit jejich poškození a v případě drobného poškození je možné vodič ovinout páskou, tak aby nedošlo k jeho roztřepení. V případě

roztřepení lana může dojít při tažení ke shrnutí vrchní vrstvy vodiče a vytvoření tzn. „koše“. Kvůli tomuto potom nemůže být použit tento vodič k tažení nového vodiče a musí se použít jiné tažné lano.

#### Přechody dopravních komunikací, vedení

Kvůli tomu, aby byl provoz během tažení nových vodičů na komunikacích minimálně omezován jsou využívány zábrany nebo kovové brány. Které slouží k tomu, aby tažná lanka nebo vodiče během tažení za žádných okolností neklesly až na komunikaci. V případě tažení nových vodičů pomocí stávajících je možné jako zábranu použít zdvižnou plošinu.

Při tažení vodičů přes jiné křižující vedení je nutné zabezpečit, aby nedošlo k poklesu vodiče k tomuto vedení a případného poškození nebo vzniku nebezpečné situace.

#### Příjezdové cesty

Před započítím prací je nutné připravit příjezdové cesty. Některé příjezdové cesty je nutné zpevnit například položením betonových panelů. Pro překonání rigolů je nutné položit potrubí a zavést ho, aby byl umožněn přejezd těchto úseků a zároveň nebylo narušeno odvodnění oblasti.

Pro provádění práce v lesech musí být realizovány podél vedení lesní průseky, které zajišťuje nebo udržuje vlastník sítě. Pokud nejsou realizovány před zahájením prací je nutné je realizovat během stavby.

#### Dokončovací práce

Mezi dokončovací práce patří očištění PB a jeho komponent, odstranění koroze, natření kovových částí, opravy základů, umístění tabulek na PB atd.

U nových betonových sloupů jsou všechny kovové prvky, kterými jsou PB dobrojeny natřeny ještě před jejich instalací. Jednotlivé části nových příhradových stožárů jsou natírány základovou barvou ještě na zemi a po sestavení celého stožáru a natažení vodičů je celý stožár natřen konečným nátěrem.

## **5.5 Postup prací při výměně venkovního vedení VN**

V době před realizací stavby je nutné s distributorem domluvit možnosti vypínání linek, zajištění napájení, kvůli omezení jednotlivých odběratelů a také kvůli provádění údržbových prací na vypnutých linkách. Při pracích na venkovních vedení VN je nutné řešit vypínání jednotlivých úseku a počet vypnutí, kvůli případnému použití náhradních

zdrojů (dieselagregáty). Tyto náhradní zdroje jsou zpravidla připojovány na straně nízké napětí u trafostanic. Je možné využít i náhradní zdroje přímo určené pro napájení vedení VN, ale tato možnost se tolik nevyužívá.

Dalším krokem je provedení přípravných prací a pracích při kterých není nutné mít vypnuté vedení. Mezi přípravné práce patří vybudování nebo zpevnění příjezdových cest, lesní průseky, závoz materiálu a podpěrných bodů na místo stavby. Práce, které je možné provádět při zapnutém vedení jsou například dozbrojení podpěrných bodů, vybetonování základů pro příhradové stožáry v trase vedení a také výstavba a dozbrojení podpěrných bodů umístěných mimo trasu stávajícího vedení.

Poté dojde k vypnutí příslušného vedení, na kterém mají probíhat práce. Pokud budou práce trvat déle a nestihnout se provést během jednoho vypnutí je nutné vodivě odpojit úsek na kterém budou probíhat práce a sousední pole. Aby bylo zajištěno, že nebude vedení napájené ani na krajních PB. Vedení je možné vodivě rozpojit například pomocí úsekových odpínačů nebo přeponek. Pokud jsou v pracovním úseku odbočky je nutné do nich nasadit náhradní zdroje, aby bylo zajištěno napájení odběratelů po celou dobu prací. Poté je možné vedení opět zapnout a pokračovat v pracích na odpojeném úseku. Při souběhu více linek na PB a vypnutí jednoho z vedeních na kterém jsou prováděny práce je nutné toto vypnuté vedení zkratovat.

Při vypnutém úseku je možné začít s výstavbou stožárů a výměnou betonových sloupů. PB je možné zatěžovat až po dostatečném vyztžení betonu, což může samotné prováděné práce prodloužit. Pro zkrácení doby vyztžení je možné do betonu přidat chemické přísady. Po výměně, výstavbě a dozbrojení nových PB dojde k nahazení stávajících vodičů do kladek na nových PB. Tyto vodiče jsou poté použity k tažení nových vodičů.

Po natažení a zapojení vyměňovaného vedení dojde k dokončovacím pracím. Následně je celé vedení vypnuto, dojde k odpojení náhradních zdrojů, spojení přeponek a následně může být celé vedení znovu zapnuto.

#### Bodový postup prací:

- vypnutí vedení,
- rozpojení přeponek nebo úsekových odpínačů → odpojení pracovního úseku,
- napojení náhradních zdrojů do odboček,
- zapnutí vedení,
- výměna a výstavba podpěrných bodů,

- výměna vodičů,
- dokončovací práce,
- vypnutí vedení,
- odpojení náhradních zdrojů, spojení přeponek nebo úsekových odpínačů,
- zapnutí celého vedení.

Na základě všech těchto prací bylo vytvořené zjednodušení textové POV, které je umístěno v příloze 4 a je možné ho začlenit do dokumentace pro provedení stavby.

## 5.6 Harmonogram stavby

Pro sestavení harmonogramu stavby je nutné znát všechny práce prováděné na vedení s dobou trvání, možnosti napájení a stanovit počet skupin, které budou práce provádět. V tomto případě uvažujeme 1 skupinu o 12 lidech, kteří by měli být schopni během jednoho dne vyměnit přibližně 3 betonové sloupy ve zhoršeném terénu. Jeden pracovní turnus trvá 10 dní práce a 4 dny volna. Je to z důvodu, aby práce mohli probíhat kontinuálně během 10 dní a byl i snížen počet omezení odběratelů.

Při souběžné práci více skupin na vedení je vhodné, aby skupiny pracovali ob jeden kotevní úsek. Díky tomu nebudou mít pracovní skupiny společné krajní PB a nebudou si při práci překážet. Při souběžných pracích více skupin na jednom PB by mohlo docházet k prostojům, které by způsobovali zbytečné prodloužení stavby.

Na základě všech prováděných prací a délky jejich trvání je sestavován harmonogram stavby, kde jsou uvedené i omezení a vypnuté linky nebo části vedení.

Na základě vytvořeného POV a doby trvání jednotlivých prací na venkovním vedení VN byl vytvořen harmonogram stavby s vyznačenými vypnutými úseky. Harmonogram stavby je uveden v příloze 5.

## 6 Zpracování projektu a dokumentace

Na základě zadávacího návrhu začal být zpracováván projekt na rozvoj optické infrastruktury, tak aby byla zajištěna optická konektivita dle požadavku investora. V rámci tohoto projektu měl být v trase venkovního vedení VN podvěšen SDOK a od určených podpěrných bodů měly být vybudovány nové zemní optické kabely (ZOK) až do příslušné transformovny a trafostanice. V rámci toho mělo dojít k nutným opravám a výměně některých podpěrných bodů. Při zpracování tohoto projektu bylo požadováno i posouzení stavu a mechanických vlastností podpěrných bodů.

Během obhlídky trasy byly zjištěny další nevyhovující podpěrné body, které je nezbytné v rámci stavby vyměnit. Následně byla vytvořena v programu SPIDER-EN stávající trasa s novým SDOK umístěným na stávajících a vyměňovaných PB. Při vytvoření tohoto podélného profilu vedení, bylo zjištěno že je nutné většinu PB zvednout, aby byly dodrženy minimální vzdálenosti. Na základě těchto faktorů se investor rozhodl, že dojde k výměně většiny PB a natažení nových vodičů v trase plánovaného optického vedení. Při výměně PB dojde k celkovému zvednutí celého podélného profilu vedení.

Z těchto důvodů byl vytvořen samostatný projekt na stavbu zabývající se rekonstrukcí venkovního vedení VN.

### 6.1 Zpracování projektu

Na základě uvedených skutečností a podkladů začal být zpracováván projekt na rekonstrukci venkovního vedení VN na kterém jsem spolupracoval.

#### Jednotlivé fáze zpracování projektu:

- zadání stavby od investora,
- prohlídka místa stavby, trasy vedení a jednotlivých PB s jejich komponenty,
- zpracování geodetického zaměření, kvůli zpracování trasy a vytvoření podélného profilu vedení,
- vyjádření k existenci sítí v oblasti stavby s jejich zakreslením,
- návrh trasy a jednotlivých prvků vedení,
- zajištění vyjádření od dotčených organizací a další majetkově právní vztahy,
- uzavření SoBS o VB s majiteli dotčených nemovitostí,
- vytvoření podélného profilu vedení,
- výpočet zatěžovacích stavů a jejich vliv na komponenty vedení,

- ověření minimálních vzdáleností,
- výpočet montážních tabulek,
- zpracování projektové dokumentace se všemi nutnými výkresy, technickými zprávami, tabulkami a specifikacemi,
- sestavení celkového rozpočtu stavby,
- konečné schválení projektu investorem,
- odevzdání projektové dokumentace investorovy.

Při rekonstrukci tohoto vedení dojde k výměně téměř všech PB. Nosné PB jsou realizovány převážně betonovými sloupy s konzolami typu „Pařát“. Rohové, odbočné a výstužné PB jsou prováděny většinou příhradovými stožáry, kvůli jejich vyššímu vrcholovému zatížení. Příhradové stožáry typu soudek budou realizovány v úseku dvou souběžně jdoucích vedení. Při rekonstrukci dojde k výměně většiny prvků tohoto vedení. Ale například některé úsekové odpínače budou opětovně použity, kvůli jejich dobrému stavu.

Projednávání tohoto projektu nebylo zatím ukončeno, kvůli tomu není zatím projektová dokumentace kompletně dokončena. Ale jsou předpracovány jednotlivé části dokumentace i s výpočty.

## 6.2 Kompletace DPS

Dokumentace pro provedení stavby je odevzdávaná se všemi dokumenty, které investor pro danou stavbu požaduje. Například pro venkovní vedení VN by měla dokumentace obsahovat tyto části:<sup>77</sup>

- A. Průvodní zpráva
- B. Souhrnná technická zpráva
- C. Situační výkresy
  - a. Situační výkres širších vztahů
  - b. Koordinační situační výkres
- D. Dokumentaci objektů a technických a technologických zařízení
  - a. Technické zprávy
  - b. Montážní výkresy
  - c. Podélná profil vedení
  - d. Jednopolové a fázové schéma

---

<sup>77</sup> Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s.

- e. Výpočet mechaniky vedení
- f. Montážní tabulky
- g. Soupis podpěrných bodů a rozpis prací na bod
- E. Organizace výstavby
  - a. Plán organizace výstavby
  - b. Harmonogram stavby
- F. BOZP
- G. Rozpočtová část
  - a. Rozpočet stavby
  - b. Seznam předpokládaného vzniku odpadů
  - c. Specifikace použitých prvků
- H. Dokladová část a SoSB VB

V případě potřeby je možné tuto dokumentaci dále rozšiřovat. Pro různé typy staveb je požadován jiný obsah. Při zpracování projektu, který se zabývá více objekty je nezbytné začlenit všechny dokumenty od jednotlivých objektů do DPS. Takovými objekty jsou například venkovní vedení VN, kabelové vedení VN a transformační stanice.

## 7 Závěr

Záměrem této práce bylo uvedení do problematiky navrhování venkovního vedení VN, tvorby dokumentace pro provedení stavby a plánu organizace výstavby. První část práce je věnována legislativním požadavkům, které je nezbytné znát při tvorbě projektů. V této části je také popsána projektová dokumentace a její jednotlivé stupně. Podrobněji je zde rozebrána dokumentace pro územní řízení a dokumentace pro provedení stavby.

Druhá část práce se zaměřuje přímo na problematiku navrhování venkovního vedení VN, kterou se přímo zabývají specifické normy. Hlavní normy, které je potřeba znát při návrhu, jsou ČSN EN 50 341 a PNE 33 3301. V těchto normách jsou definovány parametry, které by mělo navrhované vedení splňovat, aby neohrožovalo nijak své okolí. Základní parametry z těchto norem a zatížení způsobené větrem a námrazou jsou uvedeny v této kapitole i s výpočty. Dále jsou zde popsány základní prvky, ze kterých se venkovní vedení VN skládá a které je při návrhu potřeba znát. Přesný typ použitého prvku záleží na konkrétním distributorovi a jeho standardech.

Další část práce se zaměřuje přímo na výpočet zatížení vedení a jeho prvků. Je zde podrobněji rozebráno zatěžování vodičů vlivem větru a námrazy, které je nutné při návrhu venkovního vedení zohlednit. V této části je také teoreticky rozebrána základní mechanika vodiče, kterou je nutné znát pro prováděné výpočty. Výpočty pro různé zatěžovací stavy v praxi provádějí specifické programy k tomu určené. Jedním z nejkompaktnějších programů pro návrh venkovního vedení VN je SPIDER-EN, který umožňuje návrh trasy vedení, tvorbu podélného profilu i výpočty jednotlivých zatěžovacích stavů na jednotlivé prvky venkovního vedení a tvorbu montážních tabulek. Tento program byl použit i při tvorbě projektu, na kterém jsem spolupracoval a ze kterého pocházejí některé informace a dokumenty uvedené v této práci. SPIDER-EN využívá pro jeho komplexnost velké množství projekčních firem.

Pro rychlé ověření tahů a průhybů vodičů jsem dříve využíval výpočty, dle kterých jsem měl základní představu a mohl posoudit, zda vedení a podpěrné body v tomto rozpětí vyhovují. Tyto výpočty jsou už dnes zastaralé a vycházejí ze starých norem. Z tohoto důvodu jsem na základě informací, které jsou uvedeny v této práci a příslušných normách, vytvořil výpočty v programu MS Excel, jež jsou nedílnou součástí této práce. Z těchto výpočtů byl vytvořen podobný výstup, jaký dostáváme i při tvorbě montážních tabulek. Zároveň je v tomto programu počítáno i se souběžným vedením umístěným na stejných podpěrných bodech. To byla jedna z podmínek tvorby výpočtů, protože při návrhu



venkovního vedení se musí uvažovat i s případným podvěšením SDOK nebo umístěním zemnicího lana a KZL nad vedení. Zadávané údaje k výpočtům a jejich výstup je patrný z příloh 1 až 3. Výpočty jsou vytvořeny tak, aby uživateli umožnily rychlou práci.

Další část práce se zabývá tvorbou a rozsahem plánu organizace výstavby, který je nedílnou součástí dokumentace pro provedení stavby. Do této dokumentace je plán organizace výstavby zpracováván ve formě textové zprávy a harmonogramu stavby. V těchto dokumentech jsou uvedeny prováděné práce, vypnuté úseky vedení a další navazující činnosti plynoucí z realizované stavby. V této kapitole je sepsán postup prací prováděných na venkovním vedení VN i s jejich obecným popisem. Projektant musí znát všechny prováděné práce a jejich dobu trvání, aby zpracováváný projekt navrhl co nejefektivněji a zároveň zbytečně neprodlužoval dobu výstavby. Projektant musí plán organizace výstavby navrhnout i s ohledem na počet vypnutí a dobu omezení jednotlivých odběratelů.

V poslední části práce je popsán návrh venkovního vedení VN a tvorby dokumentace k projektu. Z důvodu dlouhého projednávání je tento projekt ještě rozpracován.

Tato práce přednesla problematiku návrhu venkovního vedení VN a tvorby jednotlivých částí dokumentace pro provedení stavby. Zpracování této práce a spolupráce na návrhu venkovního vedení VN byla pro mě přínosem, protože mi umožnila nahlédnout blíže do problematiky návrhu venkovního vedení VN a probíhajících prací přímo při realizaci takového vedení.

Hlavním přínosem práce je shrnutí hlavních informací a zásad nutných pro návrh venkovního vedení VN s ohledem na realizaci. Dalším přínosem práce jsou vytvořené výpočty, které mohou projektové firmy využívat pro ověřování tahů a průhybů nebo pro tvorbu montážních tabulek. Díky tomu, že jsou výpočty vytvořeny v MS Excel, je možné je využít přímo při obhlídce stavby a ověřit si přímo na místě, jestli dané vedení a podpěrné body vyhovují, nebo je nutné se na ně při tvorbě projektu zaměřit a navrhnout jejich případnou výměnu.

Při výpočtech montážních tabulek nejsou zatím uvažovány kombinované stavy zatížení, které budou ještě doplněny s možností zadání více rozpětí. Díky tomu by došlo k možnosti širšího uplatnění těchto výpočtů v praxi.

## 8 Seznam použité literatury a pramenů

### 8.1 Tištěné prameny

- [1] ČR. 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 České republiky*. 2000. ISSN 1211-1244.
- [2] ČSN EN 50341-1 ed.2. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV – Část 1: Obecné požadavky – Společná specifikace*. Praha, 2013.
- [3] DVOŘÁČEK, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací. Třetí – aktualizované vydání*. Pardubice: IN-EL, 2018. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-38-3.
- [4] FENCL, František. *Elektrický rozvod a rozvodná zařízení*. Vyd. 4. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04351-6. s. ISBN 978-80-86167-33-6.
- [5] HEŘMAN, Josef. *Příručka silnoproudé elektrotechniky*. 2. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.
- [6] Kolektiv autorů. *Metodika – Koncepce venkovních sítí vn*. Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s., ID: ČEZd\_ME\_0100z1
- [7] Kolektiv autorů. *Metodika – Stavby distribuční soustavy vn a vvn realizované dle § 79 Stavebního zákona v platném znění*. Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s., ID: ČEZd\_ME\_0215r01
- [8] Kolektiv autorů. *Metodika – Technické zásady rozvoje optické infrastruktury*. Interní materiály ČEZ Distribuce, a.s., ID: ČEZd\_ME\_0265r00
- [9] KVAČEK, Jiří. *Vliv přidavného zařízení na mechanické vlastnosti fázových vodičů a zemních lan v rozpětí na vedení VVN a ZVN*. Diplomová práce. Praha: Katedra elektroenergetiky FEL ČVUT v Praze, 2020.
- [10] MERTLOVÁ, Jiřina a Lucie NOHÁČOVÁ. *Elektrické stanice a vedení*. V Plzni: Západočeská univerzita, Fakulta elektrotechnická, 2008. ISBN 978-80-7043-724-7.
- [11] PNE 33 3301. *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně*. 4. vydání. Praha: ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Distribuce, 2019.
- [12] TLUSTÝ, Josef. *Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04940-2.

## 8.2 Elektronické a internetové zdroje

- [1] ČKAIT, Práva a povinnosti autorizované osoby. *Ckait.cz* [online]. [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.ckait.cz/prava-a-povinnosti-autorizovane-osoby>
- [2] ČR. Zákon č. 89/2012 Sb., Zákon občanský zákoník. *Zakonyprolidi.cz* [online]. [cit. 2021-08-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-89>
- [3] ČR. Zákon č. 183/2006 Sb.: Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). *Zakonyprolidi.cz* [online]. [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- [4] Jak zajistit dopravní inženýrské opatření. *Dopravniznaceni.com* [online]. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: [www.dopravniznaceni.com/jak-zajistit-dopravni-inzenyrske-opatreni](http://www.dopravniznaceni.com/jak-zajistit-dopravni-inzenyrske-opatreni)
- [5] TUČEK, Pavel. TP 66 Zásady pro označování pracovních míst na pozemních komunikacích. *Pjpk.cz* [online]. , 156 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_66.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_66.pdf)
- [6] TOMAN, Petr a kolektiv autorů. Prvky distribučních sítí 02: Vedení. *Energetikainfo.cz* [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: [https://www.energetikainfo.cz/33/prvky-distribucnich-siti-02-vedeni-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EIDzoblDhBp5PauJSfzpaB9rJfTGJxQrnQ/?uri\\_view\\_type=32](https://www.energetikainfo.cz/33/prvky-distribucnich-siti-02-vedeni-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EIDzoblDhBp5PauJSfzpaB9rJfTGJxQrnQ/?uri_view_type=32)
- [7] SPIDER-EN – projektování energetických sítí. *Gisoft.cz* [online]. [cit. 2021-07-06]. Dostupné z: [www.gisoft.cz/SPIDER-EN/SPIDER-EN](http://www.gisoft.cz/SPIDER-EN/SPIDER-EN)
- [8] Plán organizace výstavby. *Stavebniklub.cz* [online]. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: [www.stavebniklub.cz/33/plan-organizace-vystavby-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4ErkL3Pej1VW9VHtr0iCTLrnMyd6OO19ZPg/](http://www.stavebniklub.cz/33/plan-organizace-vystavby-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4ErkL3Pej1VW9VHtr0iCTLrnMyd6OO19ZPg/)

Levý PB	Nadmořská výška PB	352,3 m
	Výška uchycení vodiče	13,7 m
	Výška uchycení lan, KZL nebo SDOK	20 m
Pravý PB	Nadmořská výška PB	350,4 m
	Výška uchycení vodiče	10,4 m
	Výška uchycení lan, KZL nebo SDOK	16,8 m
	Převýšení vodiče	-5,2 m
	Převýšení lana, KZL nebo SDOK	-5,1 m
	Referenční výška - vodiče	10 m
	Referenční výška - lana, KZL nebo SDOK	10 m
	Rozpětí	161 m
<b>Zatížení námrazou</b>		
Námrazová oblast	I1	
<b>Vodiče</b>		
I50 - vodič		6,48 N/m
Průměr omrzlého vodiče		43,67 mm
Přetížení námrazou vodiče		2,39 -
<b>Lana, KZL nebo SDOK</b>		
I50 - lana, KZL nebo SDOK		6,09 N/m
Průměr omrzlého lana, KZL nebo SDOK		41,91 mm
Přetížení námrazou lana, KZL nebo SDOK		2,39 -
<b>Zatížení větrem</b>		
Větrná oblast	III.	
Kategorie terénu	II.	
<b>Vodiče</b>		
Střední rychlost větru		27,50 m/s
Střední tlak větru		472,66 N/m <sup>2</sup>
Maximální tlak větru		1097,12 N/m <sup>2</sup>
Zatížení vodiče větrem		10,34 N/m
Přetížení větrem		2,43 -
<b>Lana, KZL nebo SDOK</b>		
Střední rychlost větru		27,50 m/s
Střední tlak větru		472,66 N/m <sup>2</sup>
Maximální tlak větru		1097,12 N/m <sup>2</sup>
Zatížení lan větrem		9,12 N/m
Přetížení větrem		2,31 -

<b>Vstupní stav - pro výpočty</b>	
Úroveň spolehlivosti:	Úroveň spolehlivosti 1
Součinitel místních podmínek:	1,00 K <sub>c</sub> [-]
Součinitel výšky:	1,00 K <sub>h</sub> [-]
Počáteční teplota:	-5 t [°C]
<b>Vstupní stav - pro výpočty vodičů</b>	
Počáteční namáhání:	40 σpoc [Mpa]
Horiz. tah:	5293,2 F [N]
<b>Vstupní stav - pro výpočty lan a kabelů</b>	
Počáteční namáhání:	55 σpoc [Mpa]
Horizontální tah:	5123,25 F [N]

<b>Vstupní údaje - Vodiče</b>	
110-AL1/22-ST1A	
<b>Typ lana:</b>	110-AL1/22-ST1A
<b>Průměr:</b>	14,96 d [mm]
<b>Průřez:</b>	132,33 S [mm <sup>2</sup> ]
<b>Hmotnost vodiče:</b>	476,9 m [kg.km-1]
<b>Měrná tíha:</b>	0,0353419 γ [N.m-1.mm-2]
<b>Modul pružnosti:</b>	77400 E [Mpa]
<b>Souč. teplotní rozst.:</b>	0,0000183 α [K-1]
<b>Zaručená pevnost:</b>	45590 F [N]
<b>Dovolený tah:</b>	65 %
	29633,5 Fdov [N]
<b>Dovolené namáhání:</b>	223,94 σdov [MPa]

<b>Vstupní údaje - zemnicí lana, KZL, SDOK</b>	
KZL 2S 2/24 (M93/R62-64)	
<b>Typ lana:</b>	KZL 2S 2/24 (M93/R62-64)
<b>Průměr:</b>	13,2 d [mm]
<b>Průřez:</b>	93,15 S [mm <sup>2</sup> ]
<b>Hmotnost vodiče:</b>	446 m [kg.km-1]
<b>Měrná tíha:</b>	0,0469540 γ [N.m-1.mm-2]
<b>Modul pružnosti:</b>	104600 E [Mpa]
<b>Souč. teplotní rozst.:</b>	0,0000167 α [K-1]
<b>Zaručená pevnost:</b>	62100 F [N]
<b>Dovolený tah:</b>	55 %
	34155 Fdov [N]
<b>Dovolené namáhání:</b>	366,67 σdov [MPa]

**Úsek vedení mezi podpěrnými body: 15 a 16**

- Nadmožská výška terénu u levého PB [m]: **352,3**
- Nadmožská výška terénu u pravého PB [m]: **350,4**
- Rozpětí [m]: **161**
- Výchozí vodorovná složka namáhání vodič [Mpa]: **40**
- Výchozí vodorovná složka namáhání Lana, KZL nebo SDOK [Mpa]: **55**
- Námrzová oblast: **-5**
- Větrná oblast: **II**
- Oblast terénu: **III**
- Úroveň spolehlivosti: **II**
- Úroveň spolehlivosti 1

**Prametry vodiče:**

110-AL1/22-ST1A

E [Mpa]: **77 400**

$\alpha$  [K<sup>-1</sup>]: **1,83E-05**

d [mm]: **14,96**

S [mm<sup>2</sup>]: **132,33**

$\gamma$  [N.m<sup>-1</sup>.mm<sup>-2</sup>]: **0,03534**

m [kg.km<sup>-1</sup>]: **476,9**

$\sigma_{\text{dov}}$  [MPa]: **223,94**

**Vodič**

Teplota [°C]	zadaná teplota												
	-20 °C	-10 °C	-5 °C	0 °C	+10 °C	+20 °C	+30 °C	+40 °C	+60 °C	+60 °C	-5 °C + I	-5 °C + W	
Namáhání vodiče [Mpa]	40,00	50,73	45,79	41,74	40,00	38,41	35,65	33,33	31,36	29,66	26,91	76,45	77,39
Tahové síly vodičů [kN]	5,29	6,71	6,06	5,52	5,29	5,08	4,72	4,41	4,15	3,93	3,56	10,12	10,24
Průhyb vodiče [m]	2,87	2,26	2,50	2,75	2,87	2,98	3,22	3,44	3,66	3,86	4,26	3,58	3,59

**Prametry Lana, KZL nebo SDOK: KZL 2S 2/24 (M93/R62-64)**

E [Mpa]: **104 600**

$\alpha$  [K<sup>-1</sup>]: **1,67E-05**

d [mm]: **13,2**

S [mm<sup>2</sup>]: **93,15**

$\gamma$  [N.m<sup>-1</sup>.mm<sup>-2</sup>]: **0,04695**

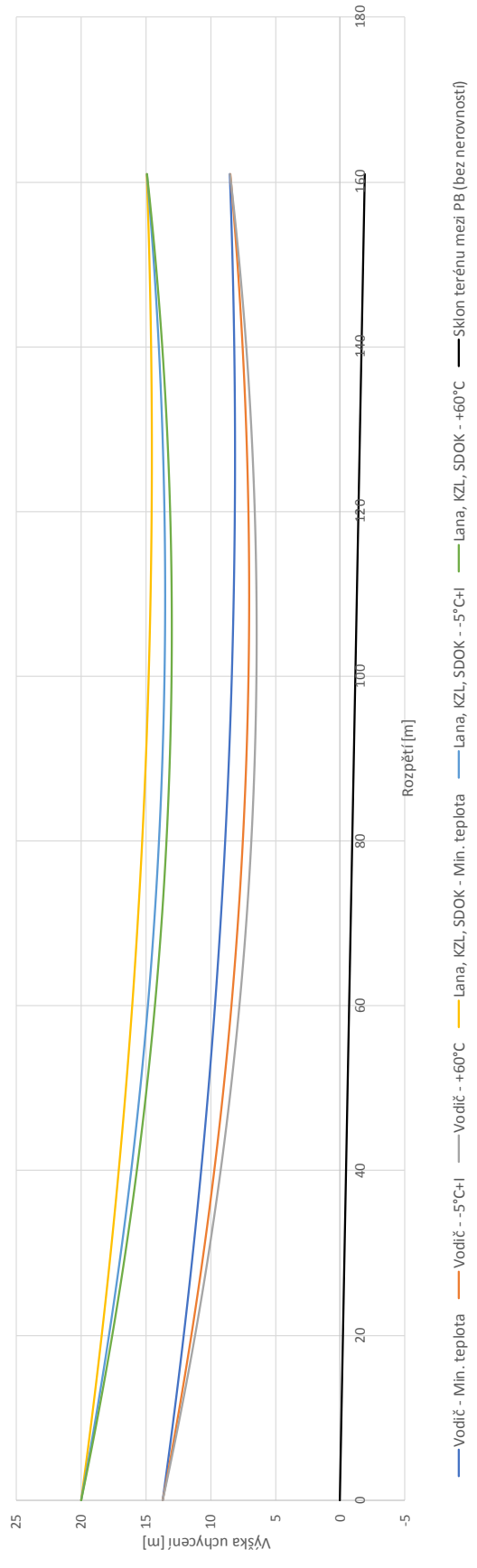
m [kg.km<sup>-1</sup>]: **446**

$\sigma_{\text{dov}}$  [MPa]: **366,67**

**Lana, KZL nebo SDOK**

Teplota [°C]	zadaná teplota												
	-20 °C	-10 °C	-5 °C	0 °C	+10 °C	+20 °C	+30 °C	+40 °C	+60 °C	+60 °C	-5 °C + I	-5 °C + W	
Namáhání lan [Mpa]	55,00	68,86	62,54	57,29	55,00	52,91	49,23	46,11	43,45	41,15	37,38	104,16	101,65
Tahové síly lan [kN]	5,12	6,41	5,83	5,34	5,12	4,93	4,59	4,30	4,05	3,83	3,48	9,70	9,47
Průhyb vodiče [m]	2,77	2,21	2,43	2,66	2,77	2,88	3,09	3,30	3,50	3,70	4,08	3,50	3,47

**Průhyb vedení - podélný profil mezi PB č.15 a 16**



Levý PB	Nadmořská výška PB	508,1 m
	Výška uchycení vodiče	8,4 m
	Výška uchycení lan, KZL nebo SDOK	7 m
Pravý PB	Nadmořská výška PB	511,4 m
	Výška uchycení vodiče	10,2 m
	Výška uchycení lan, KZL nebo SDOK	8,5 m
Převýšení vodiče		
		5,1 m
Převýšení lana, KZL nebo SDOK		
		4,8 m
Referenční výška - vodiče		
		10 m
Referenční výška - lana, KZL nebo SDOK		
		10 m
Rozpětí		
		48 m
<b>Zatížení námrazou</b>		
Námrazová oblast		<input type="text" value="B"/>
<b>Vodiče</b>		
I50 - vodič		22,20 N/m
Průměr omrzlého vodiče		77,38 mm
Přetížení námrazou vodiče		5,75 -
<b>Lana, KZL nebo SDOK</b>		
I50 - lana, KZL nebo SDOK		22,46 N/m
Průměr omrzlého lana, KZL nebo SDOK		77,92 mm
Přetížení námrazou lana, KZL nebo SDOK		14,08 -
<b>Zatížení větrem</b>		
Větrná oblast		<input type="text" value="III."/>
Kategorie terénu		<input type="text" value="II."/>
<b>Vodiče</b>		
Střední rychlost větru		27,50 m/s
Střední tlak větru		472,66 N/m <sup>2</sup>
Maximální tlak větru		1097,12 N/m <sup>2</sup>
Zatížení vodiče větrem		11,49 N/m
Přetížení větrem		2,65 -
<b>Lana, KZL nebo SDOK</b>		
Střední rychlost větru		27,50 m/s
Střední tlak větru		472,66 N/m <sup>2</sup>
Maximální tlak větru		1097,12 N/m <sup>2</sup>
Zatížení lan větrem		11,90 N/m
Přetížení větrem		7,01 -

<b>Vstupní stav - pro výpočty</b>	
Úroveň spolehlivosti:	<input type="text" value="Úroveň spolehlivosti 1"/>
Součinitel místních podmínek:	1,00 K <sub>c</sub> [-]
Součinitel výšky:	1,00 K <sub>h</sub> [-]
Počáteční teplota:	-5 t [°C]
<b>Vstupní stav - pro výpočty vodičů</b>	
Počáteční namáhání:	20 opoc [Mpa]
Horiz. tah:	2646,6 F [N]
<b>Vstupní stav - pro výpočty lan a kabelů</b>	
Počáteční namáhání:	15 opoc [Mpa]
Horizontální tah:	2670 F [N]

<b>Vstupní údaje - Vodiče</b>	
110-AL1/22-ST1A	<input type="text" value="110-AL1/22-ST1A"/>
<b>Typ lana:</b>	110-AL1/22-ST1A
<b>Průměr:</b>	14,96 d [mm]
<b>Průřez:</b>	132,33 S [mm <sup>2</sup> ]
<b>Hmotnost vodiče:</b>	476,9 m [kg.km-1]
<b>Měrná tíha:</b>	0,0353419 γ [N.m-1.mm-2]
<b>Modul pružnosti:</b>	77400 E [Mpa]
<b>Souč. teplotní rozl.:</b>	0,0000183 α [K-1]
<b>Zaručená pevnost:</b>	45590 F [N]
<b>Dovolený tah:</b>	65 %
	29633,5 Fđov [N]
<b>Dovolené namáhání:</b>	223,94 odov [MPa]

<b>Vstupní údaje - zemní lana, KZL, SDOK</b>	
SDOK 3 - STD7D155/48657N	<input type="text" value="SDOK 3 - STD7D155/48657N"/>
<b>Typ lana:</b>	SDOK 3 - STD7D155/48657N
<b>Průměr:</b>	15,5 d [mm]
<b>Průřez:</b>	178 S [mm <sup>2</sup> ]
<b>Hmotnost vodiče:</b>	175 m [kg.km-1]
<b>Měrná tíha:</b>	0,0096414 γ [N.m-1.mm-2]
<b>Modul pružnosti:</b>	17790 E [Mpa]
<b>Souč. teplotní rozl.:</b>	0,000006 α [K-1]
<b>Zaručená pevnost:</b>	41600 F [N]
<b>Dovolený tah:</b>	25 %
	10400 Fđov [N]
<b>Dovolené namáhání:</b>	58,43 odov [MPa]

**Úsek vedení mezi podpěrnými body: 107 a 108**

- Nadmožská výška terénu u levého PB [m]: **508,1**
- Nadmožská výška terénu u pravého PB [m]: **511,4**
- Rozpětí [m]: **48**
- Výchozí vodorovná složka namáhání vodič [Mpa]: **20**
- Výchozí vodorovná složka namáhání Lana, KZL nebo SDOK [Mpa]: **15**
- Výchozí teplota vodiče [°C]: **-5**
- Námrzová oblast: **I,3**
- Větrná oblast: **III**
- Oblast terénu: **II**
- Úroveň spolehlivosti: **Úroveň spolehlivosti I**

**Prametry vodiče:**

110-AL1/22-ST1A

E [Mpa]: **77 400**

$\alpha$  [K<sup>-1</sup>]: **1,83E-05**

d [mm]: **14,96**

S [mm<sup>2</sup>]: **132,33**

$\gamma$  [N.m<sup>-1</sup>.mm<sup>-2</sup>]: **0,03534**

m [kg.km<sup>-1</sup>]: **476,9**

$\sigma_{dov}$  [MPa]: **223,94**

**Vodič**

Teplota [°C]	zadaná teplota										
	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+60	+60	-5
min. tepl.	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	60	60	-5
Namáhání vodiče [Mpa]	20,00	38,48	22,39	20,00	18,09	15,28	13,36	11,97	10,92	9,42	66,37
Tahové síly vodičů [kN]	2,65	5,09	3,84	2,65	2,39	2,02	1,77	1,58	1,44	1,25	8,78
Průhyb vodiče [m]	0,52	0,27	0,36	0,52	0,57	0,67	0,77	0,86	0,94	1,09	0,89

**Prametry Lana, KZL nebo SDOK: SDOK 3-STD7D155/48657N**

E [Mpa]: **17 790**

$\alpha$  [K<sup>-1</sup>]: **6,00E-06**

d [mm]: **15,5**

S [mm<sup>2</sup>]: **178**

$\gamma$  [N.m<sup>-1</sup>.mm<sup>-2</sup>]: **0,00964**

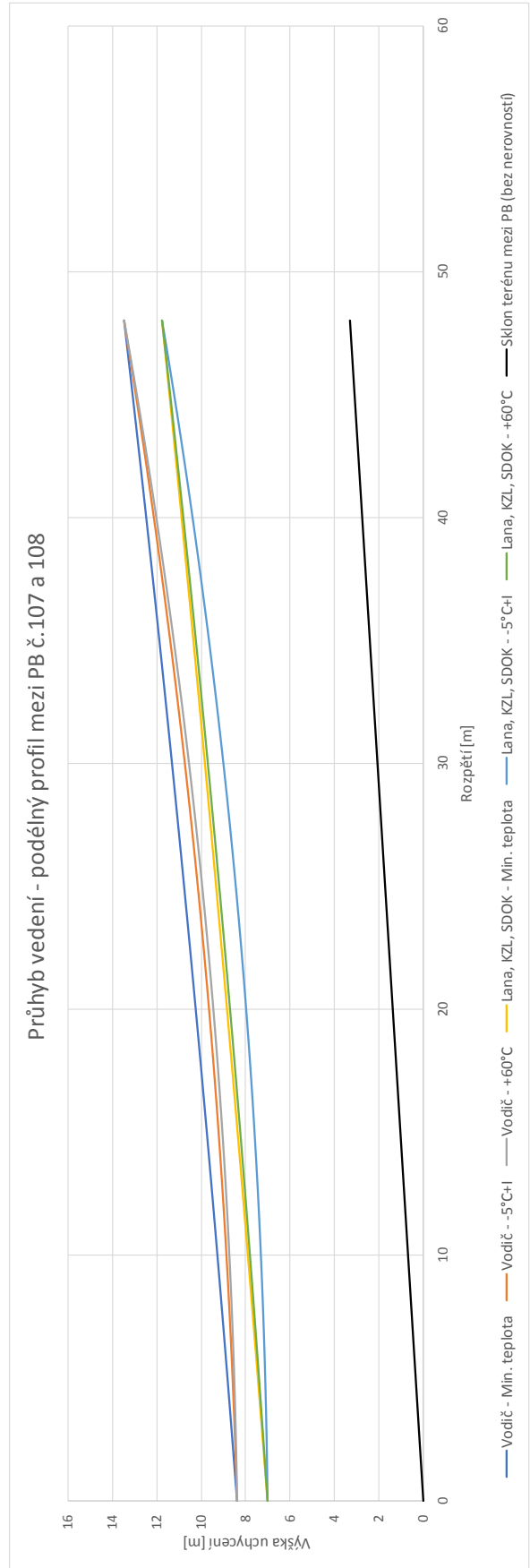
m [kg.km<sup>-1</sup>]: **175**

$\sigma_{dov}$  [MPa]: **58,43**

**Lana, KZL nebo SDOK**

Teplota [°C]	zadaná teplota										
	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+60	+60	-5
min. tepl.	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	60	60	-5
Namáhání lan [Mpa]	15,00	17,48	15,49	15,00	14,51	13,56	12,62	11,72	10,84	9,22	37,13
Tahové síly lan [kN]	2,67	3,11	2,93	2,67	2,58	2,41	2,25	2,09	1,93	1,64	6,61
Průhyb vodiče [m]	0,19	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,51

Průhyb vedení - podélný profil mezi PB č.107 a 108



Vstupní údaje - Vodiče	
110-AL1/22-ST1A	▼
<b>Typ lana:</b>	110-AL1/22-ST1A
<b>Průměr:</b>	14,96 d [mm]
<b>Průřez:</b>	132,33 S [mm <sup>2</sup> ]
<b>Hmotnost vodiče:</b>	476,9 m [kg.km-1]
<b>Měrná tíha:</b>	0,0353419 γ [N.m-1.mm-2]
<b>Modul pružnosti:</b>	77400 E [Mpa]
<b>Souč. teplotní rozst.:</b>	0,0000183 α [K-1]
<b>Zaručená pevnost:</b>	45590 F [N]
<b>Dovolený tah:</b>	65 %
<b>Dovolené namáhání:</b>	29633,5 Fdov [N] 223,94 σdov [MPa]

Vstupní údaje - zemnicí lana, KZL, SDOK	
SDOK 3 -STD7D155/48657N	▼
<b>Typ lana:</b>	SDOK 3 -STD7D155/48657N
<b>Průměr:</b>	15,5 d [mm]
<b>Průřez:</b>	178 S [mm <sup>2</sup> ]
<b>Hmotnost vodiče:</b>	175 m [kg.km-1]
<b>Měrná tíha:</b>	0,0096414 γ [N.m-1.mm-2]
<b>Modul pružnosti:</b>	17790 E [Mpa]
<b>Souč. teplotní rozst.:</b>	0,000006 α [K-1]
<b>Zaručená pevnost:</b>	41600 F [N]
<b>Dovolený tah:</b>	25 %
<b>Dovolené namáhání:</b>	10400 Fdov [N] 58,43 σdov [MPa]

Vstupní stav - pro výpočty	
Úroveň spolehlivosti:	Úroveň spolehlivosti 1 ▼
Součinitel místních podmínek:	1,00 K <sub>c</sub> [-]
Součinitel výšky:	1,00 K <sub>h</sub> [-]
Počáteční teplota:	-5 t [°C]
<b>Vstupní stav - pro výpočty vodičů</b>	
Počáteční namáhání:	30 σpoc [Mpa]
Horiz. tah:	3969,9 F [N]
<b>Vstupní stav - pro výpočty lan a kabelů</b>	
Počáteční namáhání:	20 σpoc [Mpa]
Horizontální tah:	3560 F [N]

Levý PB	Nadmořská výška PB	445,2 m
	Výška uchycení vodiče	10,5 m
	Výška uchycení lan, KZL nebo SDOK	8,5 m
Pravý PB	Nadmořská výška PB	436 m
	Výška uchycení vodiče	10,5 m
	Výška uchycení lan, KZL nebo SDOK	8,5 m
	Převýšení vodiče	-9,2 m
	Převýšení lana, KZL nebo SDOK	-9,2 m
	Referenční výška - vodiče	10 m
	Referenční výška - lana, KZL nebo SDOK	10 m
	Rozpětí	110 m
<b>Zatížení námrazou</b>		
Námrazová oblast	I2	▼
<b>Vodiče</b>		
I50 - vodič		14,13 N/m
Průměr omrzlého vodiče		62,38 mm
Přetížení námrazou vodiče		4,02 -
<b>Lana, KZL nebo SDOK</b>		
I50 - lana, KZL nebo SDOK		14,32 N/m
Průměr omrzlého lana, KZL nebo SDOK		62,92 mm
Přetížení námrazou lana, KZL nebo SDOK		9,35 -
<b>Zatížení větrem</b>		
Větrná oblast	III.	▼
Kategorie terénu	II.	▼
<b>Vodiče</b>		
Střední rychlost větru		27,50 m/s
Střední tlak větru		472,66 N/m <sup>2</sup>
Maximální tlak větru		1097,12 N/m <sup>2</sup>
Zatížení vodiče větrem		10,34 N/m
Přetížení větrem		2,43 -
<b>Lana, KZL nebo SDOK</b>		
Střední rychlost větru		27,50 m/s
Střední tlak větru		472,66 N/m <sup>2</sup>
Maximální tlak větru		1097,12 N/m <sup>2</sup>
Zatížení lan větrem		10,71 N/m
Přetížení větrem		6,32 -



**Úsek vedení mezi podpěrnými body: 196 a 195**

- Nadmožská výška terénu u levého PB [m]: **445,2**
- Nadmožská výška terénu u pravého PB [m]: **436**
- Rozpětí [m]: **110**
- Výchozí vodoravná složka namáhání vodič [Mpa]: **30**
- Výchozí vodoravná složka namáhání Lana, KZL nebo SDOK [Mpa]: **20**
- Výchozí teplota vodiče [°C]: **-5**
- Námrzová oblast: **II.**
- Větrná oblast: **III.**
- Oblast terénu: **II.**
- Úroveň spolehlivosti: **I**

**Prametry vodiče:** 110-AL1/22-ST1A

E [Mpa]: **77 400**

$\alpha$  [K<sup>-1</sup>]: **1,83E-05**

d [mm]: **14,96**

S [mm<sup>2</sup>]: **132,33**

$\gamma$  [N.m<sup>-1</sup>.mm<sup>-2</sup>]: **0,03534**

m [kg.km<sup>-1</sup>]: **476,9**

$\sigma_{dov}$  [MPa]: **223,94**

		Vodič											
		-20 °C	-10 °C	-5 °C	0 °C	+10 °C	+20 °C	+30 °C	+40 °C	+60 °C	+60 °C	-5 °C + I	-5 °C + W
Teplota [°C]	zadaná teplota	min. tepl.	-20	-10	-5	0	10	20	30	40	60	-5	-5
Namáhání vodiče [Mpa]		30,00	31,63	30,00	28,55	26,11	24,13	22,50	21,14	18,99	84,97	58,81	58,81
Tahové síly vodičů [kN]		3,97	5,38	4,71	3,97	3,78	3,45	3,19	2,98	2,80	2,51	11,24	7,78
Průhyb vodiče [m]		1,78	1,31	1,50	1,69	1,87	2,05	2,22	2,38	2,53	2,82	2,53	2,21

**Prametry Lana, KZL nebo SDOK: SDOK 3-STD7D155/48657N**

E [Mpa]: **17 790**

$\alpha$  [K<sup>-1</sup>]: **6,00E-06**

d [mm]: **15,5**

S [mm<sup>2</sup>]: **178**

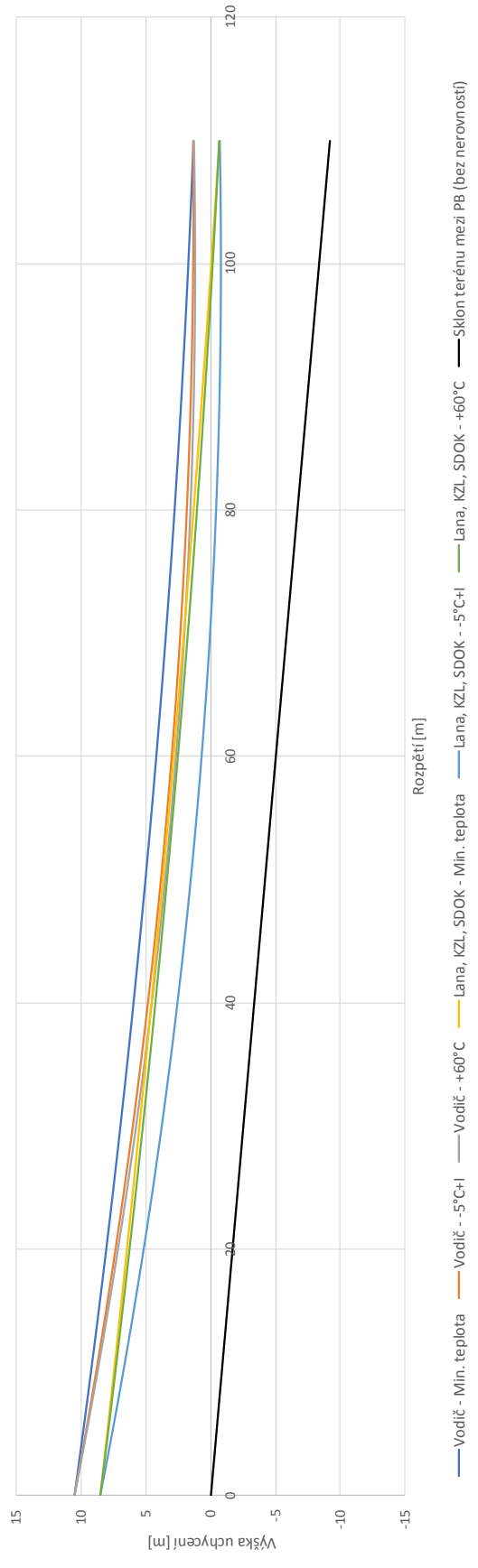
$\gamma$  [N.m<sup>-1</sup>.mm<sup>-2</sup>]: **0,00964**

m [kg.km<sup>-1</sup>]: **175**

$\sigma_{dov}$  [MPa]: **58,43**

		Lana, KZL nebo SDOK											
		-20 °C	-10 °C	-5 °C	0 °C	+10 °C	+20 °C	+30 °C	+40 °C	+60 °C	+60 °C	-5 °C + I	-5 °C + W
Teplota [°C]	zadaná teplota	min. tepl.	-20	-10	-5	0	10	20	30	40	60	-5	-5
Namáhání lan [Mpa]		20,00	22,27	21,35	20,44	20,00	19,56	18,70	17,86	17,05	16,26	14,79	39,39
Tahové síly lan [kN]		3,56	3,96	3,80	3,64	3,56	3,48	3,33	3,18	3,03	2,90	2,63	8,66
Průhyb vodiče [m]		0,73	0,65	0,68	0,71	0,73	0,74	0,78	0,81	0,85	0,89	0,98	2,81

**Průhyb vedení - podélný profil mezi PB č.196 a 195**



## **Plán organizace výstavby Zlaté Hory**

Práce pro minimálně 4 montážní skupiny.

### **Práce prováděné před vypínáním vedení:**

- připravit příjezdové cesty a případně vytvořit průseky podél vedení
- zabetonovat patky na p.b. - MŽ, viz Výkop a betonáž
- přípravné práce (závoz materiálu a PB, dozbrojení nových betonových sloupů atd.)

### **Výkop a betonáž nových blokových základů**

3-29,30,56,62,69,82,93,95,114,118,121,123,133,200,193,192,187

### **ODB.P.B. (VN114-115)**

29,11 – dvě odbočky,9,5,3

### **ODB.P.B. (VN115)**

49,56,66,77,82,102,105,122,133,200,192,190,189,187

### **ODB. a RV. P.B. celkem**

3,5,7,9,11,17,18,21,23,29,39,49,56,57,62,65,66,67,69,74,75,77,82,86,93,95,102,105,108,114,  
121,122,123,128,129,133,134,200,193,192,190,189,187,186

### **Pův. p.b., zůstávají, ostatní na výměnu.**

2S1,1S1,2S2,1S4,2S4,31,39,1S10,57,1S11,67,74,1S12,75,1S13,1S14,86,1S15,102,1S16,1S17,1S1  
8, 128,129,134,137,186

**I. Turnus (3-29) – 6 agregátů** (vypnutí min. na 10 dní)**1. den**

- vypnutí vedení VN114 a VN115 Třemešná-Zlaté Hory
- výstavba stožáru č.3, napojení původních vodičů ze strany 4-3 na stožáru č.3
- demontáž původního stožáru č.3
- výměna betonového sloupu č. 2S3
- výměna vodičů st.č.3 – 1S1 – 2S1 (odbočka)
- výměna vodičů st.č.3 – 2S2 a st.č.3 – 2S3 (odpojovače)
- rozpojení přeponek na p.b. 39 (VN115) a p.b. 29S8 (VN114)
- večer napojit do odboček 6x agregátů (odbočky jsou na p.b. 1S1, 1S4, 1S5, 1S6, 1S7, 30S8)
- linka VN115 je napájena od Zlatých Hor až k p.b. 39 – vedení mezi p.b. 39, 29S8, 2S2 a 2S3 bude bez napětí

St.č.3

St.č.29 odb.

**2. - 10. den**

- výstavba příhradových stožárů č. 4-29; původní vodiče napojit na nové stožáry do kladek
- demontáž původních stožárů
- výměna odbočných p.b. 1S6, 1S7
- výměna vodičů p.b. 3-5-7-9-11-17-18-21-23-29 (6-ti vodič) → 2 tažební soupravy
- výměna vodičů v odbočkách 5-2S4, 9-1S5, 11-1S6, 11-1S7, 29-30S8

**10. den**

- vypnout celé vedení VN114 a VN115
- odpojení agregátů, spojit přeponky na p.b. 3, 39 a 29S8
- dokončení prací, zapnutí linek VN114 a VN115

**KONEC TURNUSU.**

## **II. Turnus (29-57) – 2 agregáty**

### **1. den**

- vypnutí linek VN114 a VN115 ZH-TŘ
- rozpojení přeponek VN115 na p.b. 23 a 62 - vedení mezi p.b. 23-62 bude bez napětí
- večer napojit do odboček 2x agregáty (odbočky jsou na p.b. 1S9, 1S10)
- vodiče linky VN115 budou zkratovány mezi p.b. 29 a 28
- linka VN115 je napájena od Zlatých Hor až k p.b. 62 a od Třemešné je linka VN115 napájena až k p.b. 23; linka VN114 bude zapnuta

### **1. - 10. den**

- výstavba příhradových stožárů č. 30, 56
- výměna betonových sloupů č. 32-38, 40-55
- výměna odbočného p.b. 1S9
- výměna vodičů č.29-39-49-56-57 → 1 tažební souprava
- výměna vodičů v odbočkách 49-1S9, 56-1S10

### **10. den**

- vypnout celé vedení VN114 a VN115 ZH-TŘ
- odpojení agregátů, odpojení zkratů, spojit přeponky na p.b. 23 a 62
- dokončení prací, zapnutí linek VN114 a VN115 ZH-TŘ

## **KONEC TURNUSU.**

P.B. 35-57

P.B.39-29



## **III. Turnus (57-75) – 2 agregáty**

### **1. den**

- vypnutí linky VN115 ZH-TŘ
- rozpojení přeponek na p.b. 56 a 77 - vedení mezi p.b. 56-77 bude bez napětí
- večer napojit do odboček 2x agregáty (odbočky jsou na p.b. 1S11, 1S12)
- linka VN115 je napájena od Zlatých Hor až k p.b. 77 a od Třemešné je linka VN115 napájena až k p.b. 56 → odbočky 1S10 a 1S13 budou napájeny

**1. - 10. den**

- výstavba příhradových stožárů č. 69 a výměna příhradového stožáru č. 62
- výměna betonových sloupů 58-61, 63-66, 68, 70-73
- výměna vodičů č.57-62-65-66-67-69-74-75 → 1 tažební souprava
- výměna vodičů v odbočkách 66-1S11, 74-1S12

**10. den**

- vypnout celou linku VN115 ZH-TŘ
- odpojení agregátů, spojit přeponky na p.b. 56 a 77
- dokončení prací, zapnutí linky VN115 ZH-TŘ

**KONEC TURNUSU.**

P.B.68-69

P.B.67-65

**IV. Turnus (75-102) – 4 agregáty****1. den**

- vypnutí linky VN115 ZH-TŘ
- rozpojení přeponek na p.b. 74 a 105 - vedení mezi p.b. 74-105 bude bez napětí
- večer napojit do odboček 4x agregáty (odbočky jsou na p.b. 1S13, 1S14, 1S15, 1S16)
- linka VN115 je napájena od Zlatých Hor až k p.b. 105 a od Třemešné je linka VN115 napájena až k p.b. 74 → odbočky 1S12 a 1S17 budou napájeny

**1. – 10. den**

- výstavba příhradových stožárů č. 82, 93, 95
- výměna betonových sloupů 76-81, 83-85, 87-92, 94, 96-101
- výměna vodičů č.75-77-82-86-93-95-102 → 1 tažební souprava
- výměna vodičů v odbočkách 77-1S13, 82-1S14, 93-1S15, 102-1S16

**10. den**

- vypnout celou linku VN115 ZH-TŘ
- odpojení agregátů, spojit přeponky na p.b. 74 a 105
- dokončení prací, zapnutí linky VN115 ZH-TŘ

**KONEC TURNUSU.**



P.B.95



P.B.96-102



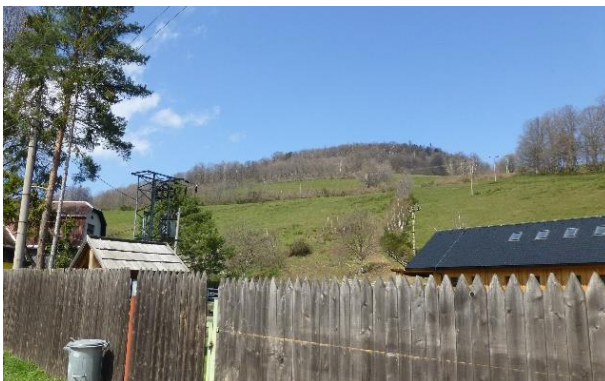
P.B.93



P.B.92-86



P.B.82-83



P.B.78-81



## **V. Turnus (102-121) – 2 agregáty**

### **1. den**

- vypnutí linky VN115 ZH-TŘ
- rozpojení přeponek na p.b. 95 a 122 - vedení mezi p.b. 95-122 bude bez napětí
- večer napojit do odboček 2x agregáty (odbočky jsou na p.b. 1S16, 1S17)
- linka VN115 je napájena od Zlatých Hor až k p.b. 122 a od Třemešné je linka VN115 napájena až k p.b. 95 → odbočka 1S18 budou napájeny

### **1. - 10. den**

- výstavba příhradových stožárů č. 114, 118, 121
- výměna betonových sloupů 103-113, 115-117, 119,120
- výměna vodičů č.102-105-108-114-121 → 1 tažební souprava
- výměna vodičů v odbočkách 105-1S17,



**10. den**

- vypnout celou linku VN115 ZH-TŘ
- odpojení agregátů, spojit přeponky na p.b. 95 a 122
- dokončení prací, zapnutí linky VN115 ZH-TŘ

**KONEC TURNUSU.**

P.B.121-114



P.B.113-114



P.B.112-108



P.B.104-108



P.B.103-102





**VI. Turnus (121-137-200) – 3 agregáty****1. den**

- vypnutí linky VN115 ZH-TŘ
- rozpojení přeponek na p.b. 114 a 193 - vedení mezi p.b. 114-200-193 bude bez napětí
- večer napojit do odboček 3x agregáty (odbočky jsou na p.b. 1S18, 1S19, 1S20)
- linka VN115 je napájena od Zlatých Hor až k p.b. 193 a od Třemešné je linka VN115 napájena až k p.b. 114

**1. - 10. den**

- výstavba příhradových stožárů č. 123, 133, 200
- výměna betonových sloupů 122, 123A, 131, 132, 136
- výstavba betonových sloupů 124-127B, 128A, 130, 135, 135A
- výměna odbočného p.b. 1S19, 1S20
- výměna vodičů č.121-122-123-128-129-133-134-200 → 1 tažební souprava
- výměna vodičů v odbočkách 122-1S18, 133-1S19, 200-1S20

**10. den**

- vypnout celou linku VN115 ZH-TŘ
- odpojení agregátů, spojit přeponky na p.b. 114 a 193
- dokončení prací, zapnutí linky VN115 ZH-TŘ

**KONEC TURNUSU.**

P.B.200-136



P.B.132-134



P.B.131-125 Vybudovat příjezdovou cestu





P.B.131-125 Vybudovat příjezdovou cestu



## **VII. Turnus (200-186) – 6 agregátů**

### **1. den**

- vypnutí linky VN115 ZH-TŘ
- rozpojení přeponek na p.b. 134 a 185 - vedení mezi p.b. 134-185 bude bez napětí
- večer napojit do odboček 6x agregátů (odbočky jsou na p.b. 1S20, 1S21, 1S22, 1S23, 1zh, 1S24)
- linka VN115 je napájena od Zlatých Hor až k p.b. 185 a od Třemešné je linka VN115 napájena až k p.b. 134

### **1. - 10. den**

- výstavba příhradových stožárů č. 193, 192, 187
- výměna betonových sloupů č. 199-194, 191-188
- výměna odbočného p.b. 1S21, 1S22, 1S23, 1zh, 2zh
- výměna vodičů č. 200-193-192-190-189-187-186 → 1 tažební souprava
- výměna vodičů v odbočkách 192-1S21, 190-1S22, 189-1S23, 187-1zh-2zh-3zh

### **10. den**

- vypnout celou linku VN115 ZH-TŘ
- odpojení agregátů, spojit přeponky na p.b. 134 a 185
- dokončení prací, zapnutí linky VN115 ZH-TŘ

## **KONEC TURNUSU.**

P.B.200-194



P.B.187-190



Zlaté Hory - BR, TRME										Zhotovitel	Union Grid s.r.o.		
Plán organizace výstavby - harmonogram stavby										Pláštění D7/H1-RP	Projektant Požadavek na el.vypnutí-manipulaci	bez omezení	PPN, MZS, NPT
ID	Schema	SO/PS	Název /řinnost (místo práce)	pozn	Doba trvání	Zařazení	Ukončení	Vypnutí úsek sítě/zřízení místo	omezení	omezení			
1			Ventkovní vedení VN										
2			Připravené práce		4 dny								
3			Vykopové práce a zabeleňování základových dílů příhradových stožárů		6 dny					x			
4			<b>Úsek vedení mezi PB č. 3 až 29</b> Vypnutí linky VN114 a VN115										
5			Výstavba stožáru č. 3 a demontáž původního stožáru										
6			Výměna betonového sloupu č. 2S3										
7			Výměna vodičů mezi p.b. 3-2S1, 3-2S2 a 3-2S3										
8			Rozpojení přeponek - p.b. 39 (VN115) a XX (VN114)		1 den			Vypnutí linky VN114 a VN115	x				
9			Zapojení 6 agregátů do odboček										
10			Zapnutí linky VN115 od Zlatých hor po p.b. 39										
11			Výstavba příhradových stožárů č. 4-29		8 dny								
12			Demontáž původních stožárů a původní vodiče umístěny do kladek na nových stožárech		3 dny			vedení je bez napětí mezi p.b. 39, 29S8, 2S2			x		
13			Výměna odbočných p.b. 1S6 a 1S7		1 den								
14			Výměna vodičů v hlavní trase a v odbočkách		2 dny								
15			Vypnutí linky VN114 a VN115										
16			Odpojení agregátů, spojení přeponek na p.b. 3, 39 a 29S8, dokončovací práce		1 den			Vypnutí linky VN114 a VN115	x				
17			Zapnutí linky VN114 a VN115										
18			<b>Úsek vedení mezi PB č. 29 až 57</b> Vypnutí linky VN114 a VN115										
19			Rozpojení přeponek - p.b. 23 a 62 (VN115)										
22			Zapojení 2 agregátů do odboček		1 den			Vypnutí linky VN114 a VN115	x				
23			Zapnutí linky VN115 od Zlatých hor po p.b. 62 a od Třemešné je linka napájena po p.b. 23, Zapnutí linky VN114										
24			Výstavba příhradových stožárů č. 30, 56 a demontáž původních stožárů		2 dny								
25			Výměna betonových sloupů č. 32-38, 40-55, 1S9		7 dny			vedení je bez napětí mezi p.b. 23 a 62			x		
27			Výměna vodičů v hlavní trase a v odbočkách		2 dny								
28			Vypnutí linky VN114 a VN115										
29			Odpojení agregátů, spojení přeponek na p.b. 23 a 62, dokončovací práce		1 den			Vypnutí linky VN114 a VN115	x				
30			Zapnutí linky VN114 a VN115										
31			<b>Úsek vedení mezi PB č. 57 až 75</b> Vypnutí linky VN115										
32			Rozpojení přeponek - p.b. 56 a 77 (VN115)										
33			Zapojení 2 agregátů do odboček		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
34			Zapnutí linky VN115 od Zlatých hor po p.b. 77 a od Třemešné je linka napájena po p.b. 56										
35			Výstavba příhradových stožárů č. 69, výměna 62 a demontáž původních stožárů		3 dny			vedení je bez napětí mezi p.b. 56 a 77			x		
36			Výměna betonových sloupů č. 58-61, 63-66, 68, 70-73		6 dny								
38			Výměna vodičů v hlavní trase a v odbočkách		2 dny								
39			Vypnutí linky VN115										
40			Odpojení agregátů, spojení přeponek na p.b. 56 a 77, dokončovací práce		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
41			Zapnutí linky VN115										
42			<b>Úsek vedení mezi PB č. 75 až 102</b> Vypnutí linky VN115										
43			Rozpojení přeponek - p.b. 74 a 105 (VN115)										
44			Zapojení 4 agregátů do odboček		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
45			Zapnutí linky VN115 od Zlatých hor po p.b. 105 a od Třemešné je linka napájena po p.b. 74										
46			Výstavba příhradových stožárů č. 82, 93, 95 a demontáž původních stožárů		2 dny			vedení je bez napětí mezi p.b. 74 a 105			x		
47			Výměna betonových sloupů č. 76-81, 83-85, 87-92, 94, 96-101		7 dny								
48			Výměna vodičů v hlavní trase a v odbočkách		2 dny								
49			Vypnutí linky VN115										
50			Odpojení agregátů, spojení přeponek na p.b. 74 a 105, dokončovací práce		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
51			Zapnutí linky VN115										
52			<b>Úsek vedení mezi PB č. 102 až 121</b> Vypnutí linky VN115										
53			Rozpojení přeponek - p.b. 95 a 122 (VN115)										
54			Zapojení 2 agregátů do odboček		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
55			Zapnutí linky VN115 od Zlatých hor po p.b. 122 a od Třemešné je linka napájena po p.b. 95										
56			Výstavba příhradových stožárů č. 114, 118, 121 a demontáž původních stožárů		2 dny			vedení je bez napětí mezi p.b. 95 a 122			x		
57			Výměna betonových sloupů č. 103-113, 115-117, 119, 120		5 dny								
58			Výměna vodičů v hlavní trase a v odbočkách		2 dny								
59			Vypnutí linky VN115										
60			Odpojení agregátů, spojení přeponek na p.b. 95 a 122, dokončovací práce		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
61			Zapnutí linky VN115										
62			<b>Úsek vedení mezi PB č. 121, 137 až 200</b> Vypnutí linky VN115										
63			Rozpojení přeponek - p.b. 114 a 193 (VN115)										
64			Zapojení 3 agregátů do odboček		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
65			Zapnutí linky VN115 od Zlatých hor po p.b. 193 a od Třemešné je linka napájena po p.b. 114										
66			Výstavba příhradových stožárů č. 123, 133, 200 a demontáž původních stožárů		2 dny			vedení je bez napětí mezi p.b. 114 a 193					
67			Výměna betonových sloupů č. 122, 123A, 131, 132, 136, 1S19, 1S20		3 dny								
68			Výstavba betonových sloupů č. 124-127B, 128A, 130, 135, 135A		2 dny			vedení je bez napětí mezi p.b. 114 a 193			x		
69			Výměna vodičů v hlavní trase a v odbočkách		2 dny								
70			Vypnutí linky VN115										
71			Odpojení agregátů, spojení přeponek na p.b. 114 a 193, dokončovací práce		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
72			Zapnutí linky VN115										
73			<b>Úsek vedení mezi PB č. 200 až 186</b> Vypnutí linky VN115										
74			Rozpojení přeponek - p.b. 134 a 185 (VN115)										
75			Zapojení 6 agregátů do odboček		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
76			Zapnutí linky VN115 od Zlatých hor po p.b. 185 a od Třemešné je linka napájena po p.b. 134										
77			Výstavba příhradových stožárů č. 193, 192, 187 a demontáž původních stožárů		2 dny			vedení je bez napětí mezi p.b. 134 a 185					
78			Výměna betonových sloupů č. 199-194, 191-188, 1S21, 1S22, 1S23, 1Zh, 2Zh		5 dny								
79			Výměna vodičů v hlavní trase a v odbočkách		2 dny								
80			Vypnutí linky VN115										
81			Odpojení agregátů, spojení přeponek na p.b. 134 a 185, dokončovací práce		1 den			Vypnutí linky VN115	x				
82			Zapnutí linky VN115										



## Detail situace – PB č. 15 a 16

**LEGENDA:**

● betonový sloup jednoduchý

■ příhradový stožár

kú: Liptaň, Třemešná

M: 1:1000

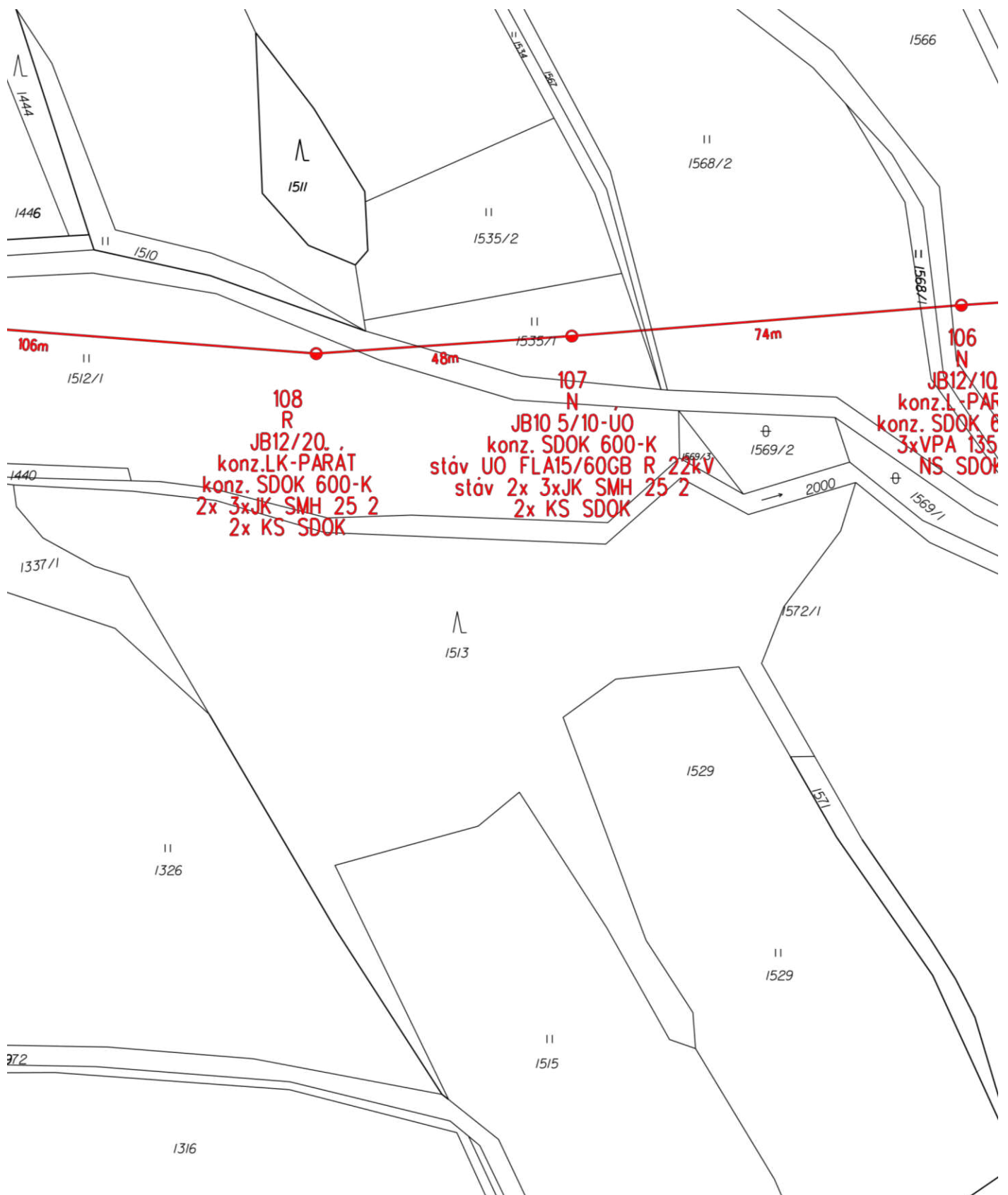
měřítka A4

Projektované zařízení VN je značené červenou barvou

Původní umístění PB je značeno hnědou barvou



Detail situace – PB č. 107 a 108



LEGENDA:

● betonový sloup jednoduchý

■ příhradový stožár

kú: Petrovice ve Slezsku

M: 1:1000

formát: A4

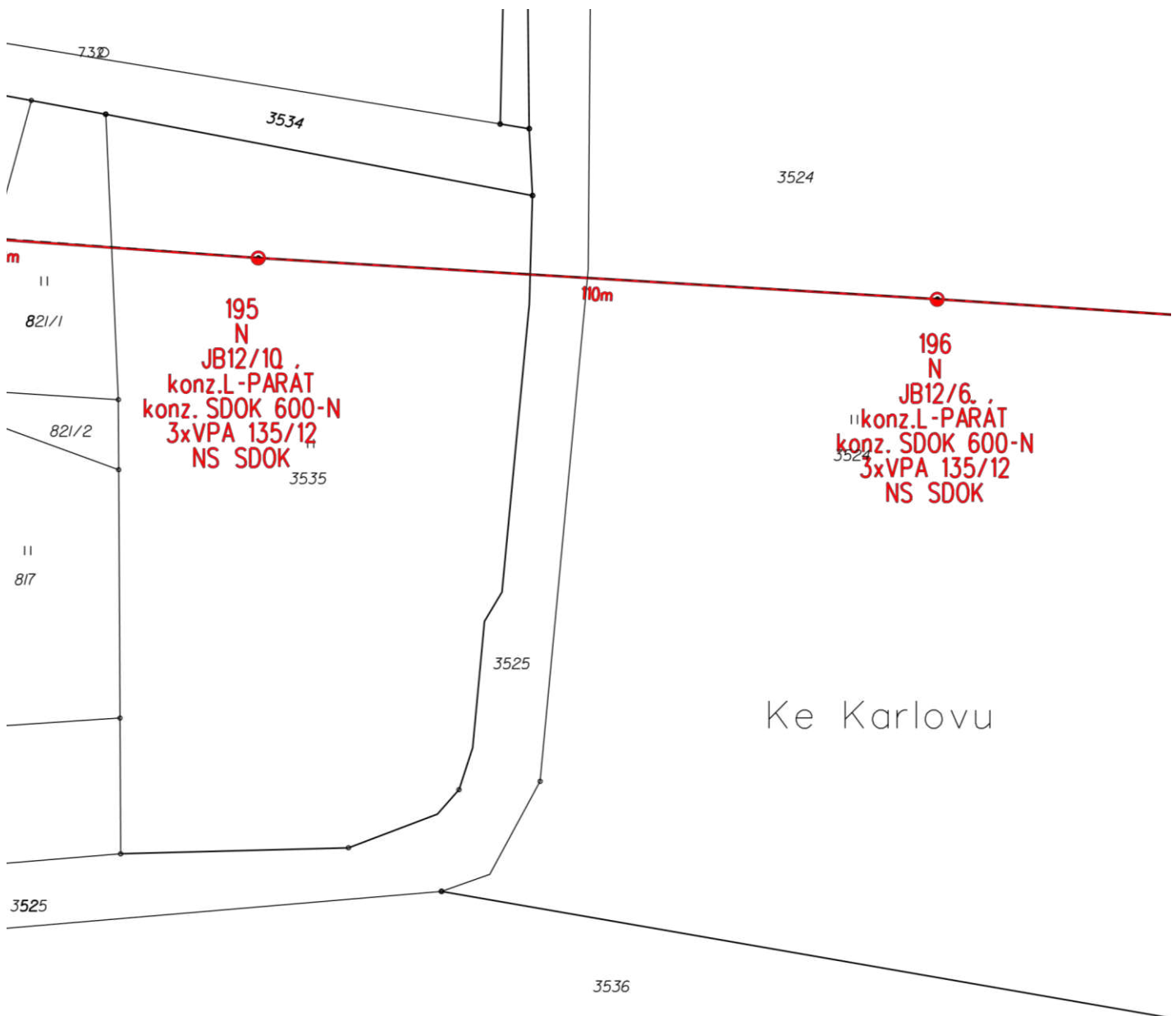
Projektované zařízení VN je značené červenou barvou

Původní umístění PB je značeno hnědou barvou





## Detail situace – PB č. 196 a 195



## LEGENDA:

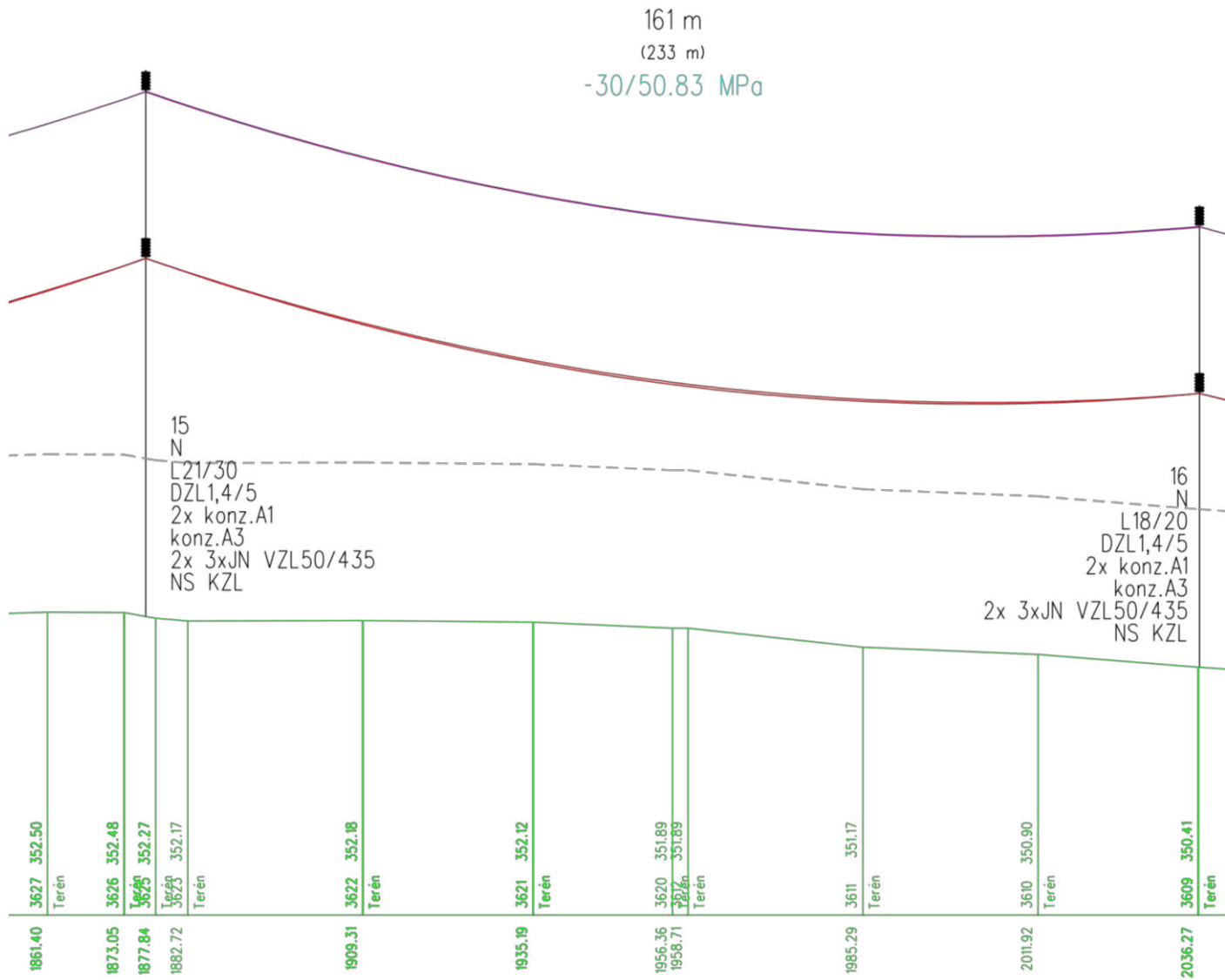
- betonový sloup jednoduchý
- příhradový stožár

Projektované zařízení VN je značené červenou barvou  
Původní umístění PB je značeno hnědou barvou



kú: Zlaté Hory v Jeseníkách  
M: 1:1000  
Formát: A4

Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 15 a 16 pro -30 °C



Norma : ČSN EN 50 341 (2016), PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

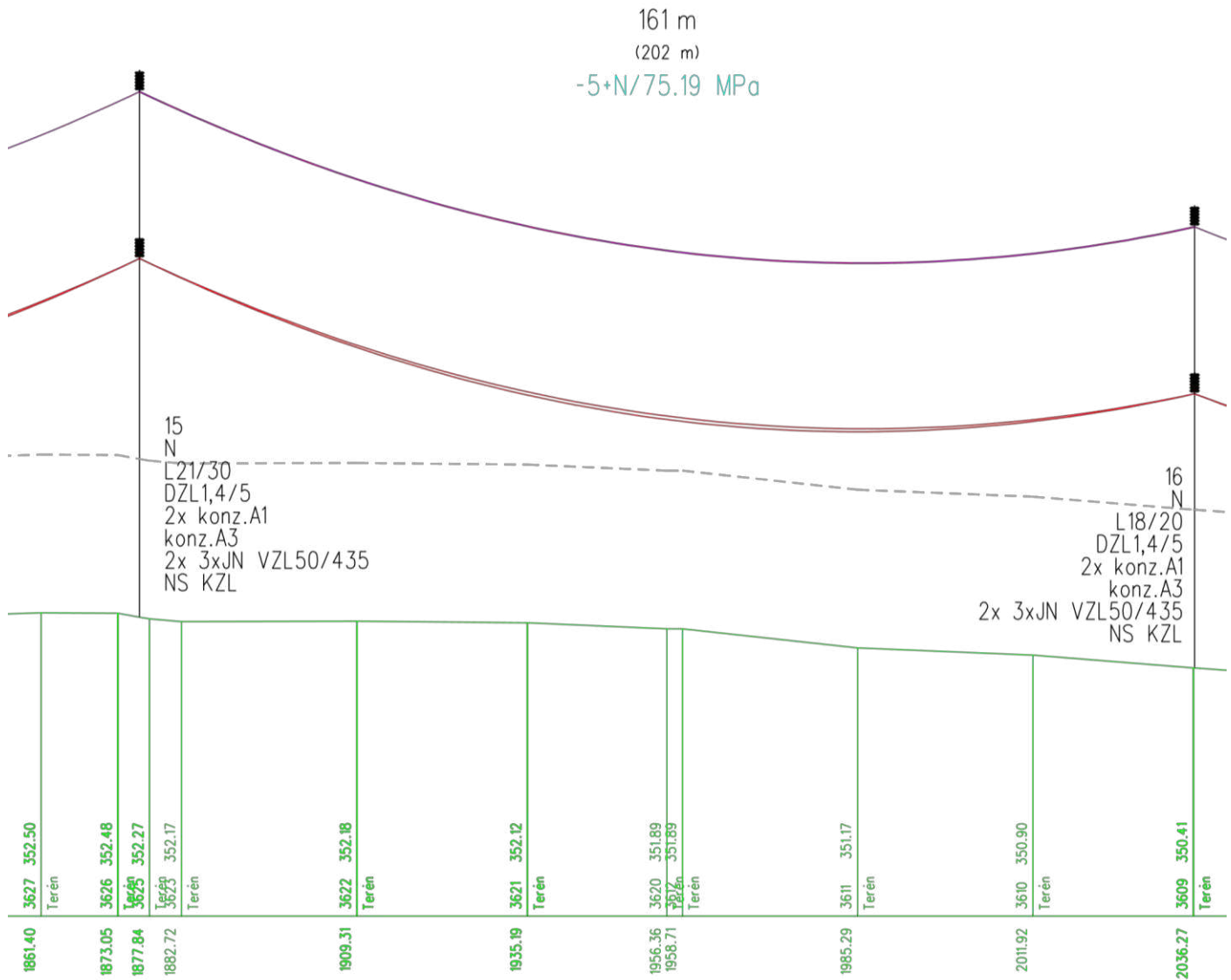
Námrazová oblast: II

Č. PB:

3 - 29      3x 110-AL1/22ST1A - 40 MPa / -5°C  
 KZL 2S 2/24 (M93/R62-64) - 55 MPa / -5°C  
 3 120mm<sup>2</sup> AlFe 40 MPa / -5°C



Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 15 a 16 pro -5 °C + námraza



Norma : ČSN EN 50 341 (2016), PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

Námrazová oblast: II

Č. PB:

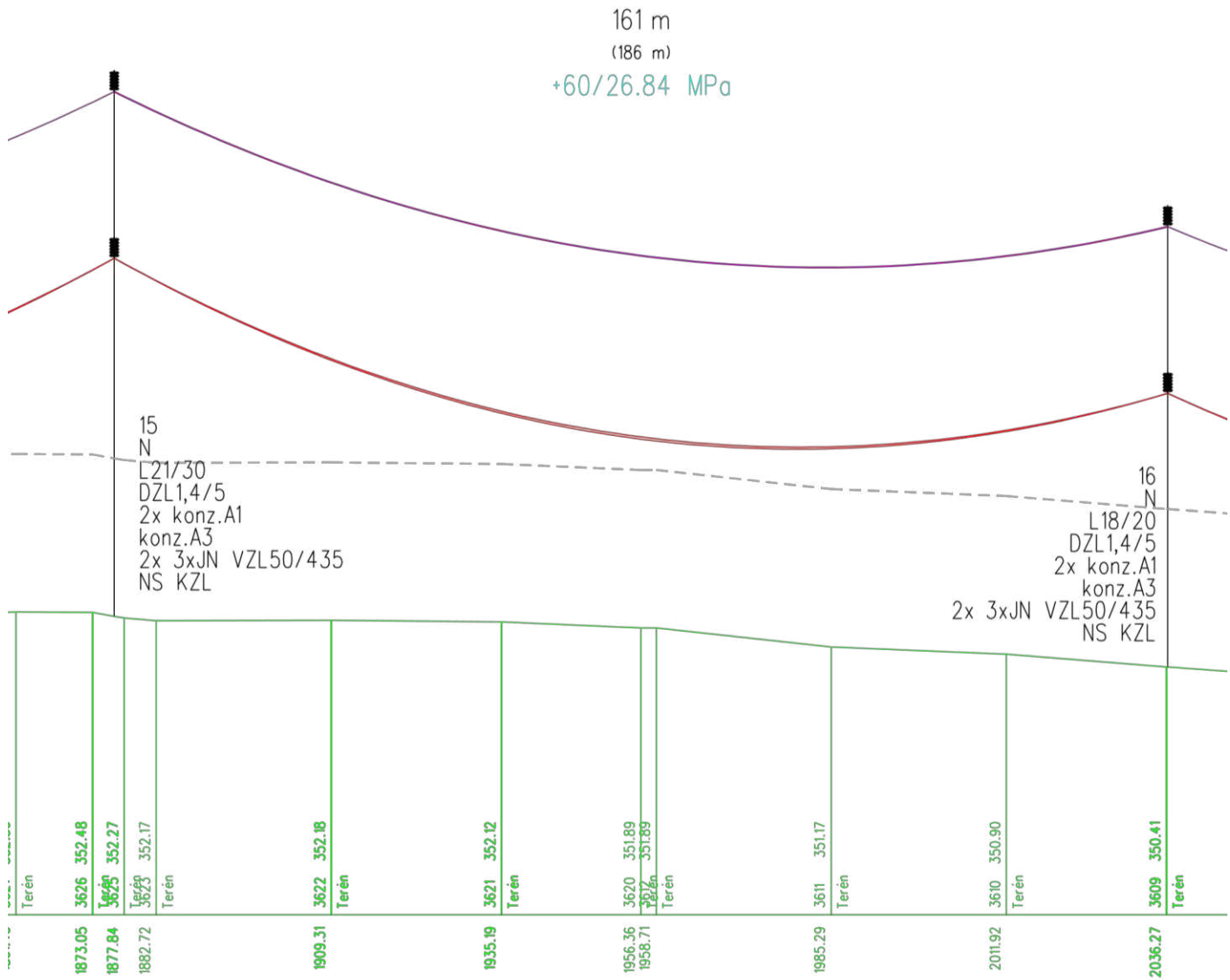
3 - 29

3 120mm2 AlFe 40 MPa / -5°C

KZL 2S 2/24 (M93/R62-64) - 55 MPa / -5°C

3x 110-AL1/22ST1A - 40 MPa -5°C

Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 15 a 16 pro +60 °C



Norma : ČSN EN 50 341 (2016), PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

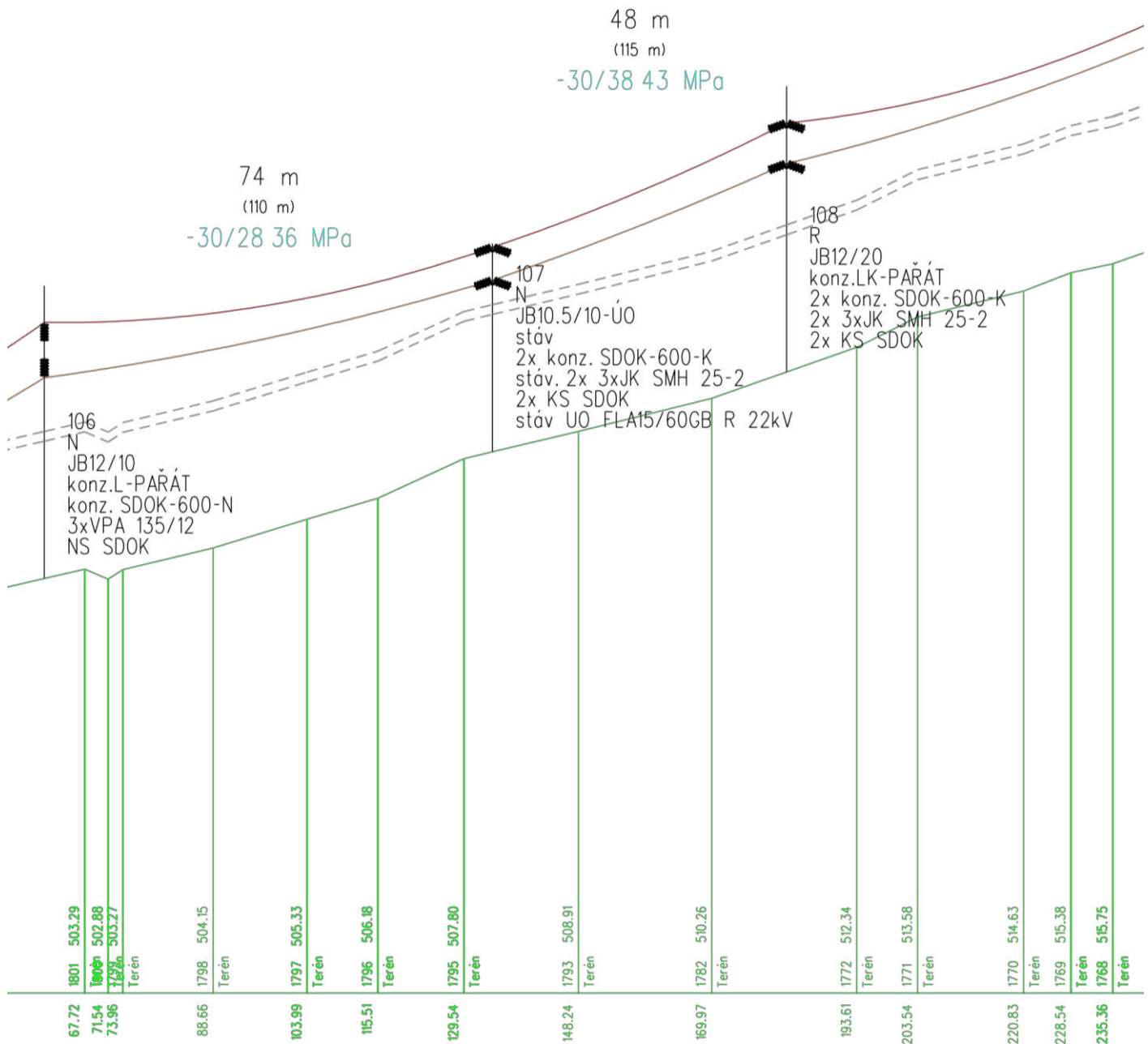
Námrazová oblast: II

Č. PB:

3 - 29      3x 110-AL1/22ST1A - 40 MPa / -5°C  
 KZL 2S 2/24 (M93/R62-64) - 55 MPa / -5°C  
 3 120mm<sup>2</sup> AlFe 40 MPa / -5°C

Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 107 a 108 pro -30 °C

106 m  
(150 m)  
-30/23 60



Norma : ČSN EN 50 341 (2016) PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

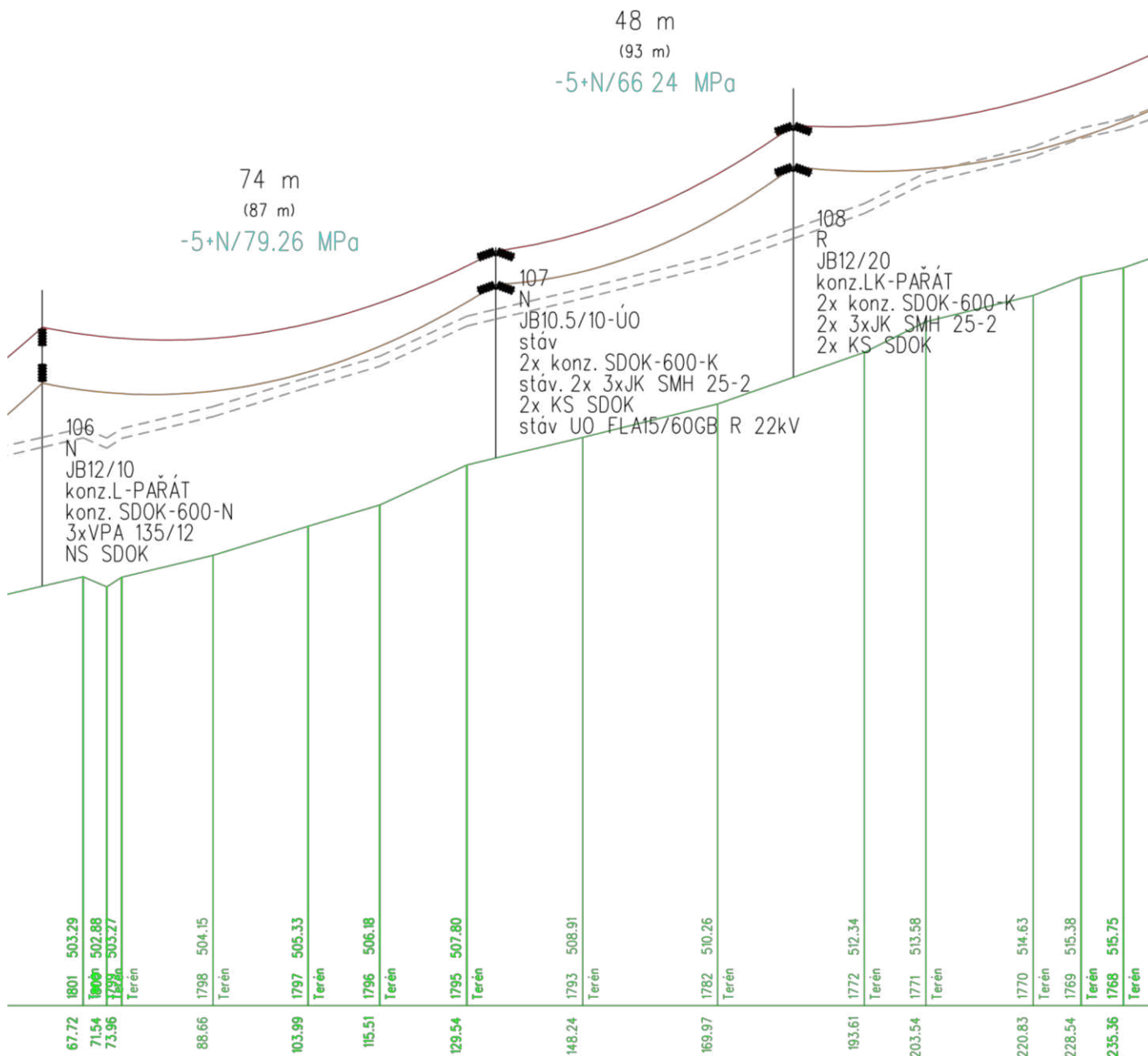
Námrazová oblast: I3

Č. PB:

- 105 - 108 3x 110-AL1/22ST1A - 20 MPa / -5°C  
SDOK D15,5 15 MPa / -5°C
- 108 - 114 3x 110-AL1/22ST1A - 20 MPa / -5°C  
SDOK D15,5 12 MPa / -5°C

Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 107 a 18 pro -5 °C + námraza

106 m  
(131 m)  
-5+N/90 14



Norma : ČSN EN 50 341 (2016) PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

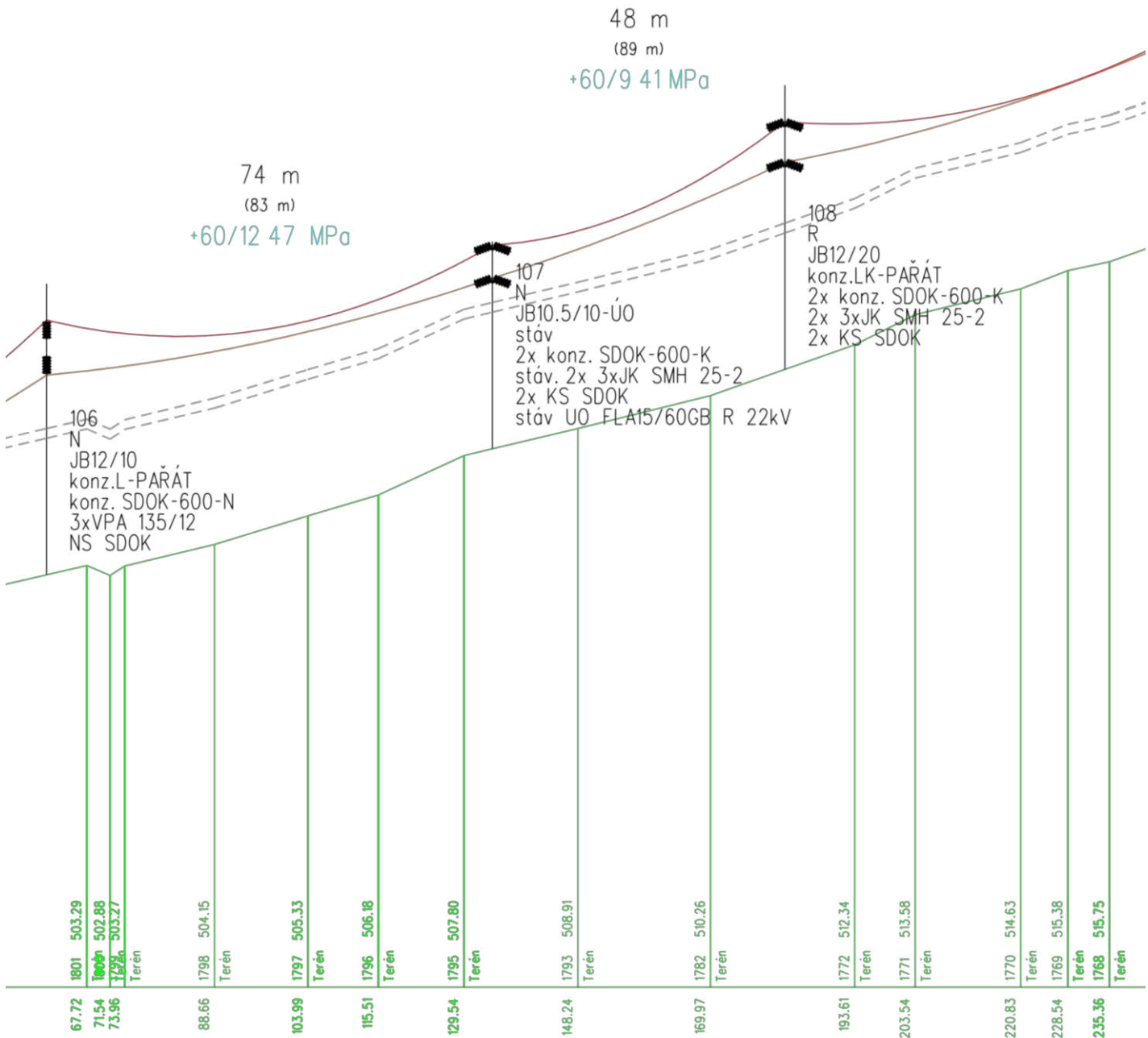
Námrazová oblast: I3

Č. PB:

- 105 - 108 3x 110-AL1/22STIA - 20 MP<sub>a</sub> / -5°C  
SDOK D15,5 15 MP<sub>a</sub> / -5°C
- 108 - 114 3x 110-AL1/22STIA - 20 MP<sub>a</sub> / -5°C  
SDOK D15,5 12 MP<sub>a</sub> / -5°C

Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 107 a 108 pro +60 °C

106 m  
(129 m)  
+60/15 03



Norma : ČSN EN 50 341 (2016) PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

Námrazová oblast: I3

Č. PB:

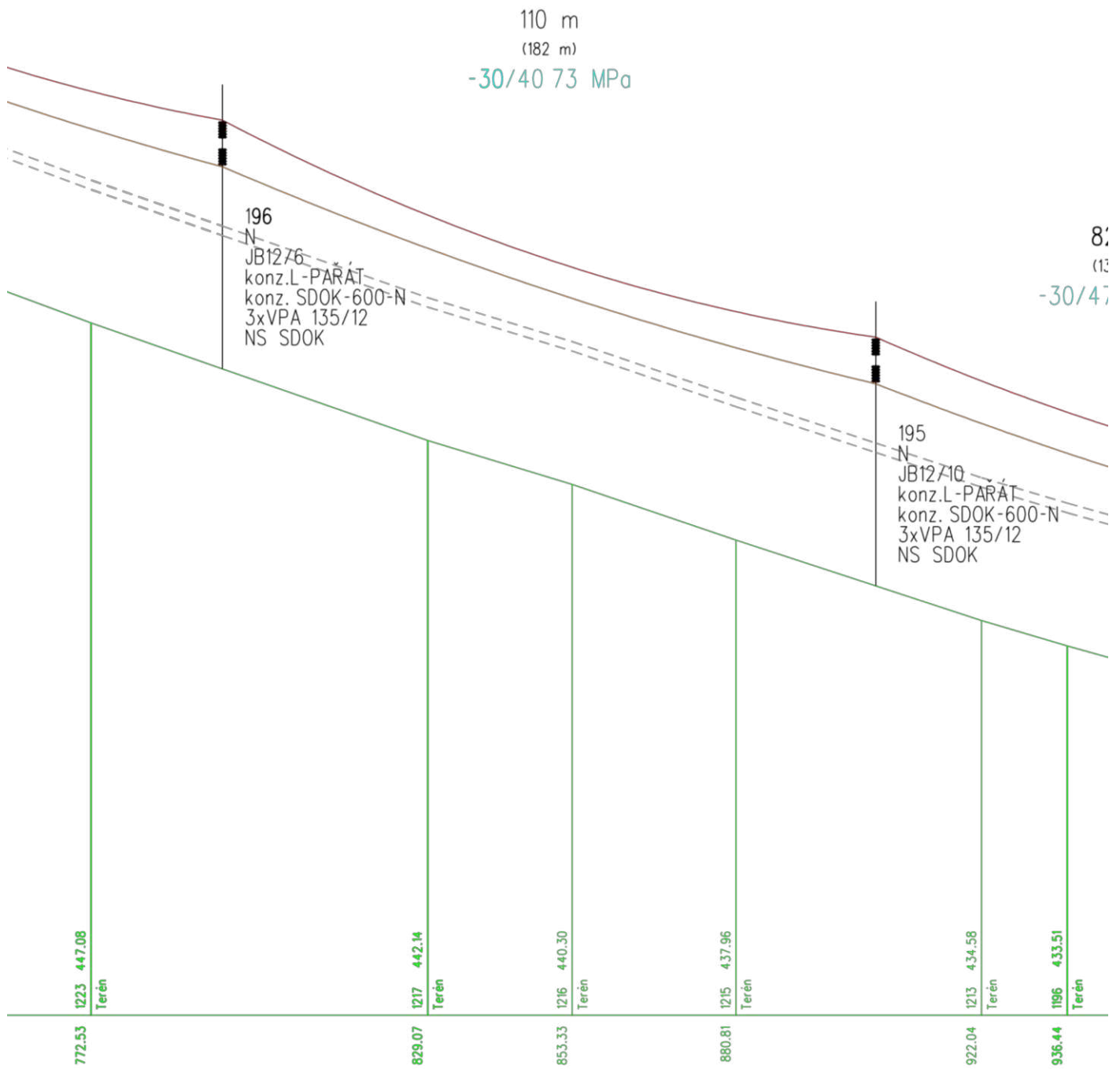
105 - 108 3x 110-AL1/22ST1A - 20 MPa / -5°C

SDOK D15,5 15 MPa / -5°C

108 - 114 3x 110-AL1/22ST1A - 20 MPa / -5°C

SDOK D15,5 12 MPa / -5°C

Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 196 a 195 pro -30 °C



Norma : ČSN EN 50 341 (2016) PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

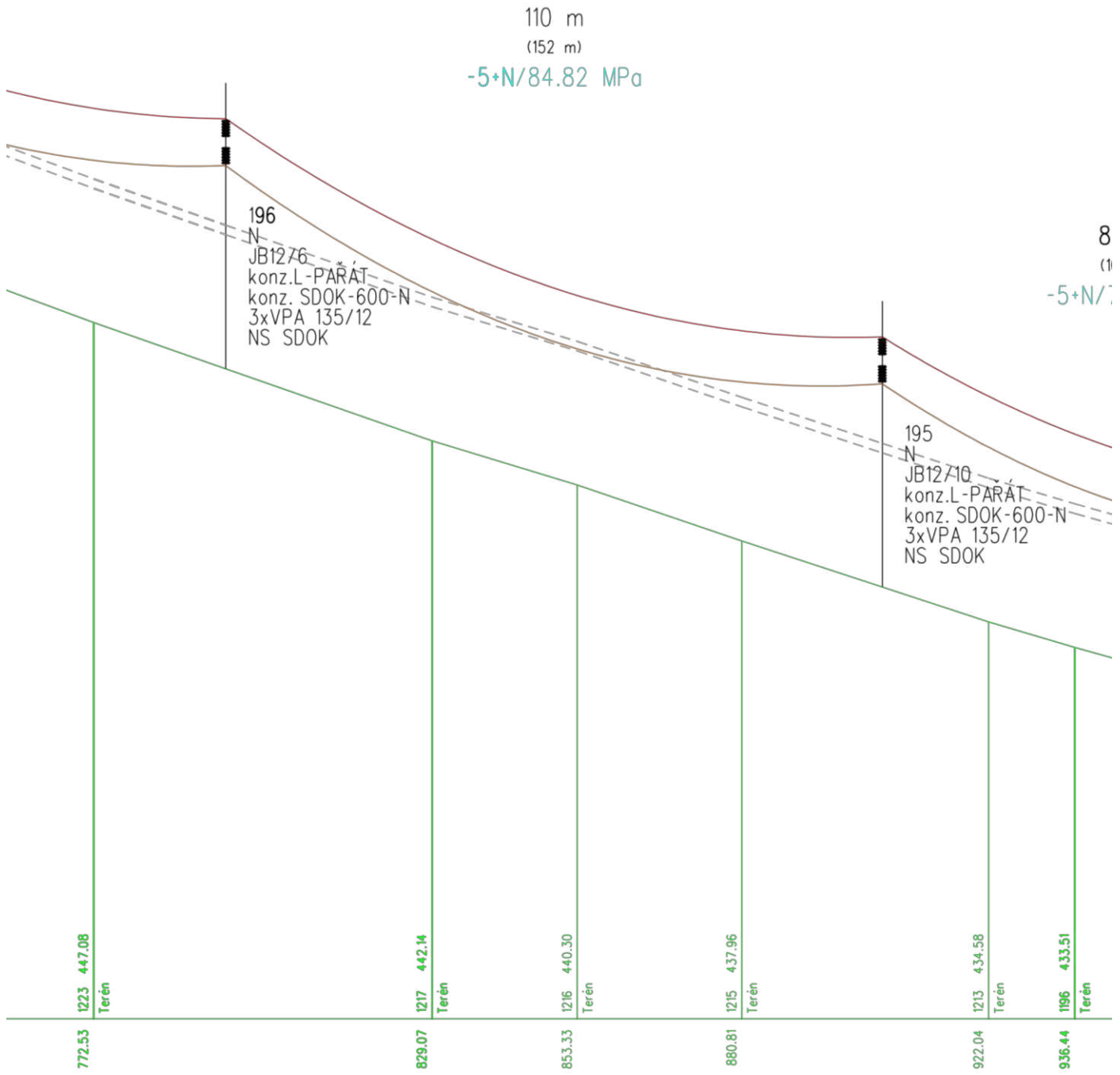
Námrazová oblast: I2

Č. PB:

196 - 195 3x 110-AL1/22ST1A - 30 MPa / -5°C

SDOK D15,5 - 20 MPa / -5°C

Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 196 a 195 pro -5 °C + námraza



Norma : ČSN EN 50 341 (2016) PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

Námrazová oblast: I2

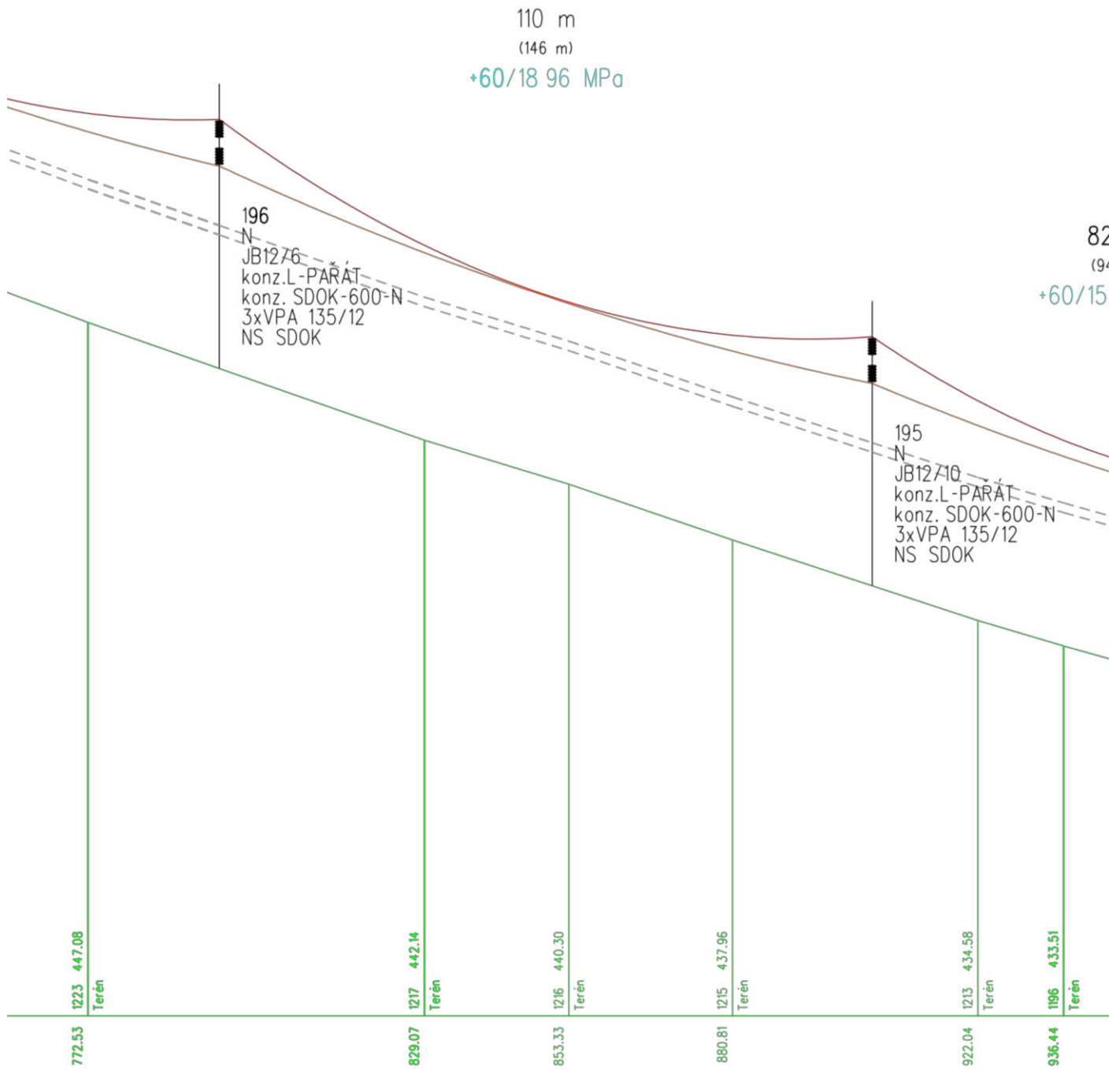
Č. PB:

196 - 195

3x 110-AL1/22ST1A - 30 MPa / -5°C

SDOK D15,5 - 20 MPa / -5°C

Podélný profil vedení Detail situace – PB č. 196 a 195 pro +60 °C



Norma : ČSN EN 50 341 (2016) PNE 33 3301 (2019) a PNE 33 3302 (2019)

Námrazová oblast: I2

Č. PB:

196 - 195 3x 110-AL1/22ST1A - 30 MPa / -5°C

SDOK D15,5 - 20 MPa / -5°C