

Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Posílení technické infrastruktury stávající distribuční sítě nízkého
napětí

Autor práce:

Bc. Daniel Chvála

Vedoucí práce:

doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Daniel CHVÁLA**
Osobní číslo: **E22N0022P**
Studijní program: **N0713A060013 Výkonové systémy a elektroenergetika**
Specializace: **Elektroenergetika**
Téma práce: **Posílení technické infrastruktury stávající distribuční sítě nízkého napětí**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky**

Zásady pro vypracování

- Uveďte základní údaje projektu posílení technické infrastruktury stávající distribuční sítě nízkého napětí a seznam vstupních dat.
- Vypracujte souhrnnou technickou zprávu, ve které popíšete území stavby, její účel, bezpečnost při užívání, připojení na technickou infrastrukturu, vliv na životní prostředí a jeho ochranu.
- Provedte výpočet uzemnění, výpočet úbytků napětí soustavy nízkého i vysokého napětí a napájení sítě nízkého napětí
- Vypracujte projekt posílení distribuční sítě, nakreslete schéma připojení trafostanice a kabelových skříní, řez výkopem, křížení inženýrských sítí (telefon, plyn, vodovod, kanalizace) a vzhled nových kabelových skříní a nové trafostanice.
- Zhodnoťte nové posílení distribuční sítě NN a uveďte možnosti dalšího rozšíření novými prvky

Rozsah diplomové práce: **40-60**
Rozsah grafických prací: **10**
Forma zpracování diplomové práce: **elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Mertlová, J., Noháčová, L.: Elektrické stanice a vedení, ZČU v Plzni, 2008.
2. ČSN IEC, EN, odborný konzultant DP: pan Ing. Jindřich Zeman dodá odborné podklady.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.**
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání diplomové práce: **6. října 2023**
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2024**



L.S.

Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan

Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 6. října 2023

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na návrh posílení stávající kabelové sítě nízkého napětí. Důvodem je nárůst požadavku na zvýšení odběru elektrické energie. V práci je popsáno napojení nové kioskové transformační stanice k distribuční síti elektrické energie, její rozvržení a výbava. Z nové transformační stanice je pomocí nových kabelových vedení nízkého napětí zajištěno připojení nových a stávajících odběrných míst pro zajištění dodávky kvalitní elektrické energie. Dále byl proveden technický popis použitých zařízení. Na závěr byly provedeny výpočty úbytků napětí na kabelovém vedení vysokého a nízkého napětí, výpočty zatížení obou transformačních stanic a výpočty uzemnění nové transformační stanice a kabelového vedení nízkého napětí. Nové posílení sítě je navrženo tak, aby zajistilo spolehlivou dodávku kvalitní elektrické energie.

Klíčová slova

Distribuční soustava, stávající, nový, kabelové vedení, transformační stanice, transformátor, nízké napětí, vysoké napětí, kabelový pilíř, elektrická energie, návrh, posílení, technická infrastruktura

Abstract

This Master's thesis focuses on designing reinforcements to the current low-voltage cable network. The reason behind this is the increasing demand for higher electricity consumption. The thesis describes the connection of a new kiosk-type transformer station to the electrical distribution network, its layout and equipment. The new transformer station ensures the connection of new and existing consumption points through new low-voltage cable lines to secure the delivery of high-quality electrical energy. Additionally, a technical description of the used devices is provided. In the end, voltage drop calculations were conducted for both high and low-voltage cable lines, load calculations for both transformer stations, and grounding calculations for the new transformer station and low-voltage cable lines. The proposed reinforcement of the network is designed to secure a reliable supply of high-quality energy.

Key Words

Power distribution system, current, new, cable network, low voltage, medium voltage, transformer station, transformer, cable pillar, electric energy, design, reinforcement, technical infrastructure

Poděkování

Chtěl bych poděkovat odbornému konzultantovi, panu Ing. Jindřichu Zemanovi a svému vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Zbyňkovi Martínkovi, CSc. za odborné vedení mé diplomové práce.

Obsah

Úvod	- 1 -
1 Základní údaje o projektu	- 2 -
1.1 Údaje o stavbě	- 2 -
1.2 Údaje o žadateli	- 2 -
1.3 Seznam vstupních podkladů	- 2 -
1.4 Popis území stavby	- 2 -
1.4.1 Charakteristika stavebního pozemku	- 2 -
1.4.2 Územně plánovací dokumentace	- 3 -
1.4.3 Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů	- 3 -
1.4.4 Ochrana území	- 4 -
1.4.5 Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území	- 4 -
1.4.6 Vliv stavby na okolní pozemky a budovy, ochrana okolí	- 4 -
1.4.7 Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin	- 4 -
1.4.8 Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu	- 4 -
1.4.9 Územně technické podmínky, napojení na stávající infrastrukturu	- 5 -
1.4.10 Důvod projektu a jeho koordinace	- 5 -
1.4.11 Meteorologické a klimatické údaje	- 5 -
2 Použitá zařízení v projektu	- 6 -
2.1 Trafostanice	- 6 -
2.1.1 Zděná transformační stanice	- 6 -
2.1.2 Kiosková transformační stanice	- 6 -
2.2 Výbava transformační stanice	- 6 -
2.2.1 Transformátor	- 6 -
2.2.2 Jištění	- 7 -
2.2.3 Distribuční rozvaděč vn	- 8 -
2.2.4 Distribuční rozvaděč nn	- 9 -
2.2.5 Svodiče přepětí vn	- 9 -
2.2.6 Propojovací vedení vn	- 10 -
2.2.7 Propojovací vedení nn	- 10 -
2.2.8 Uzemnění a hromosvod	- 11 -

2.2.9	Vývody z transformační stanice	- 11 -
2.3	Kabelová vedení	- 11 -
2.3.1	Kabelové vedení vysokého napětí	- 11 -
2.3.2	Kabelové vedení nízkého napětí.....	- 12 -
2.3.3	Hlavní domovní vedení	- 13 -
2.4	Mechanická ochrana kabelového vedení	- 13 -
2.4.1	Plastová chránička	- 13 -
2.4.2	Betonový žlab.....	- 14 -
2.5	Kabelové pilíře.....	- 15 -
2.5.1	Smyčkový kabelový pilíř.....	- 15 -
2.5.2	Rozpojovací kabelový pilíř.....	- 15 -
2.5.3	Rozpojovací kabelový pilíř s dělenou přípojnici.....	- 16 -
2.6	Výbava kabelového pilíře	- 16 -
2.6.1	Jistící prvky	- 16 -
2.6.2	Pojistkový spodek.....	- 17 -
2.6.3	Připojovací svorky	- 17 -
2.6.4	Značení kabelového pilíře	- 18 -
3	Souhrnný technický popis	- 19 -
3.1	Celkový popis stavby.....	- 19 -
3.1.1	Základní charakteristika stavby a jejího využívání	- 19 -
3.1.2	Bezpečnost při užívání stavby	- 19 -
3.1.3	Technické specifikace.....	- 20 -
3.2	Technický popis budovaných zařízení.....	- 20 -
3.2.1	Nové kabelové vedení vn	- 20 -
3.2.2	Nové kabelové vedení nn	- 21 -
3.2.3	Uzemnění nové kabelové sítě nn.....	- 22 -
3.2.4	Nová kiosková trafostanice	- 22 -
3.3	Popis technických a technologických zařízení – silové kabely	- 23 -
3.3.1	Nové podzemní kabelové vedení vn – zemní kabel	- 23 -
3.3.2	Nové podzemní vedení E-SEK – zemní optické vedení.....	- 24 -

3.3.3	Nové podzemní kabelové vedení nn – zemní kabel	- 25 -
3.3.4	Transformační stanice vn/nn	- 25 -
3.3.5	Nové Hlavní domovní vedení – HDV	- 26 -
3.4	Popis technických a technologických zařízení – uzemnění	- 26 -
3.4.1	Uzemnění transformační stanice – TS Jakub 2	- 27 -
3.4.2	Uzemnění kabelové sítě nn – kabelové pilíře	- 28 -
3.5	Pokládka kabelového vedení vn	- 28 -
3.5.1	Ruční pokládka kabelů	- 29 -
3.5.2	Mechanizovaná pokládka kabelů	- 29 -
3.5.3	Pokládka kabelů pluhováním	- 29 -
3.6	Pokládka kabelového vedení nn	- 30 -
3.6.1	Ruční pokládka kabelů	- 30 -
3.7	Struktura nové kabelové sítě nn	- 30 -
3.7.1	Kabelové sítě smyčkové	- 30 -
3.7.2	Kabelové sítě s T přípojkami nn	- 31 -
3.8	Zásady požárně bezpečnostního řešení	- 32 -
3.9	Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí	- 33 -
3.10	Připojení na technickou infrastrukturu	- 33 -
3.10.1	Zásady napojení na technickou infrastrukturu, křížení technické a dopravní infrastruktury	- 33 -
3.10.2	Místní komunikace, dálnice, rychlostní silnice a silnice I., II. a III. třídy	- 33 -
3.10.3	Křížení se stávající a novou technickou infrastrukturou	- 33 -
3.10.4	Stávající ochranná a bezpečnostní pásma	- 34 -
4	Výpočty a dimenzování	- 36 -
4.1	Kontrolní výpočty na kabelovém vedení vn	- 36 -
4.1.1	Výpočet úbytku napětí	- 36 -
4.1.2	Výpočet úbytku napětí	- 37 -
4.2	Kontrolní výpočty na kabelovém vedení nn	- 38 -
4.2.1	Výpočet úbytku napětí na kabelovém vedení NAYY4x240	- 38 -
4.2.2	Výpočet úbytku napětí na kabelovém vedení NAYY4x150	- 39 -

4.3	Kontrolní výpočty na kabelovém vedení HDV	- 40 -
4.3.1	Výpočet úbytku napětí na HDV	- 40 -
4.4	Výpočet zatížení transformátoru.....	- 41 -
4.4.1	Zatížení stávající zděné trafostanice TS Jakub 1	- 41 -
4.4.2	Zatížení nové kioskové trafostanice TS Jakub 2	- 42 -
4.5	Výpočet uzemnění	- 43 -
4.5.1	Uzemnění kabelového vedení.....	- 43 -
4.5.2	Uzemnění kioskové trafostanice TS Jakub 2.....	- 44 -
4.6	Návrh jištění vedení	- 46 -
4.6.1	Jištění kabelového vedení vn v TS Jakub 2.....	- 47 -
4.6.2	Jištění transformátoru	- 47 -
4.6.3	Jištění vývodů nn z TS	- 47 -
4.6.4	Jištění smyčkové kabelové sítě.....	- 48 -
4.6.5	Jištění hlavního domovního vedení	- 48 -
	Zhodnocení a závěr.....	- 50 -
	Literatura	- 53 -
	Přílohy	I

Seznam symbolů a zkratk

Základní

I	Elektrický proud	(A)
L	Indukčnost	(H)
C	Kapacita	(F)
U	Elektrické napětí	(V)
Z	Impedance	(Ω)
R	Elektrický odpor	(Ω)
X	Reaktance	(Ω)
S	Zdánlivý výkon	(VA)
P	Činný výkon	(W)
Q	Jalový výkon	(Var)
f	Frekvence	(Hz)
$\cos\phi$	Účinník	(-)

Technická označení

nn	Nízké napětí
vn	Vysoké napětí
TS	Transformační stanice
DTS	Distribuční transformační stanice
DT	Distribuční transformátor
SS	Smyčkový kabelový pilíř
SR	Rozpojovací kabelový pilíř
SD	Rozpojovací kabelový pilíř s dělenou přípojnici
NK	Samostatně stojící plastový pilíř

Normy

$\check{C}SN$	České technické normy
$\check{C}SN EN$	České technické normy převzaté
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci
IEC	Mezinárodní elektrotechnické normy
PNE	Podnikové normy energetiky
TNS	Technické normy společnosti

Úvod

Předmětem diplomové práce bylo navrhnout nové posílení stávající technické infrastruktury sítě nízkého napětí z důvodu zrušení plánovaného plynovodu. Práce byla zpracována dle projektových podkladů firmy MAŠEK ELEKTRO s.r.o. a platných norem ČSN, ČSN EN, ČSN ISO, ČSN IEC, TNS a PNE. Tato práce navazuje na mou bakalářskou práci, ve které bylo navrženo připojení nové zástavby rodinných domů na rozvod elektrické energie. Nová zástavba byla připojena pomocí tří kabelových vývodů nn z TS Jakub 1. Vlivem nevybudování nového plynovodu v této lokalitě a dalšího rozšiřování zástavby rodinných domů je nutno provést posílení technické infrastruktury sítě nízkého napětí.

První část je zaměřena na popis oblasti, ve které se stavba nachází jako jsou typy pozemků, katastrální území, seznam vstupních podkladů, ochranu území a vliv stavby na okolní pozemky. V závěru kapitoly jsou popsány vnější vlivy, které budou v dané oblasti působit na nové zařízení

V druhé části jsou podrobně popsána technická zařízení použitá v projektu. Všechna zařízení musí splňovat hodnoty a úroveň bezpečnosti, jež jsou popsány v normách PNE a TNS.

Třetí část je věnována technickému popisu dané problematiky a jejího řešení. V této části je podrobně popsáno připojení nových rozvodných zařízení na stávající technickou infrastrukturu, včetně jeho jištění a dimenzování.

Čtvrtá část je zaměřena na kontrolní výpočty úbytků napětí na vedení, výpočty oteplení vodičů vlivem zkratových proudů, výpočet uzemnění a výpočty zatěžování transformátorů. Pro kontrolní výpočet úbytků napětí a oteplení vodičů vlivem zkratového proudu byl zvolen nejméně příznivý případ.

Výkresová část projektu obsahující situační výkresy, schémata zapojení, vzhledy kabelových pilířů a kioskové transformační stanice, řez kabelovým vedením včetně jeho uložení a křížení cizích technických infrastruktur je vloženo do příloh. V přílohách dále naleznete podrobný výpočet úbytků napětí na kabelové vedení a výpočet jeho jištění.

1 Základní údaje o projektu

1.1 Údaje o stavbě

Název projektu: Posílení stávající technické infrastruktury sítě nízkého napětí

Místo projektu: Jindřichův Hradec

Katastrální území: Jindřichův Hradec

Kraj: Jihočeský

Cíl práce: Posílení stávající technické infrastruktury sítě nízkého napětí za účelem zajištění stabilní a kvalitní dodávky elektrické energie

Stupeň dokumentace projektu: dokumentace pro realizaci stavby

1.2 Údaje o žadateli

Stavebník (investor): Energetická firma

1.3 Seznam vstupních podkladů

Diplomová práce byla zpracována v souladu s normou ČSN a níže uvedenými zákony.

Při zpracování práce byly využity aktuální mapové podklady získané z mapového serveru energetické společnosti a mapové evidence nemovitostí katastrálního úřadu.

Mapové podklady stávajících sítí a zařízení nn a vn byly získány ze serveru energetické společnosti a u technika TE (technická evidence).

Nově navrhované vedení je zakresleno v mapách skutečného stavu zájmového území v systému S-JTSK (světový seznam souřadnic) a katastrálních digitalizovaných mapách.

Mapy skutečného stavu zájmového území a katastrální mapy byly zpracovány geodetickou firmou vybranou investorem.

Projekt byl vypracován na základě vyjádření vlastníků, veřejné dopravní a technické infrastruktury, dotčených orgánů a majitelů dotčených pozemků. [86]

1.4 Popis území stavby

1.4.1 Charakteristika stavebního pozemku

Stavba se nachází na pozemcích katastrálního území Jindřichův Hradec v místní části Na Jakubu.

Tabulka 1 Stavba je umístěna na pozemcích [84]

Parcelní číslo	Katastrální území	Rozloha (m ²)	Druh pozemku
3215/1	Jindřichův Hradec	13653	ostatní plocha
1482/1	Jindřichův Hradec	5247	trvalý travní porost
1482/79	Jindřichův Hradec	2977	ostatní plocha
1481	Jindřichův Hradec	2187	lesní pozemek
1480	Jindřichův Hradec	2979	ostatní plocha
1484/33	Jindřichův Hradec	568	ostatní plocha
3303/1	Jindřichův Hradec	1916	ostatní plocha
3303/3	Jindřichův Hradec	281	ostatní plocha
3303/2	Jindřichův Hradec	775	ostatní plocha
3305/10	Jindřichův Hradec	11352	orná půda
3305/11	Jindřichův Hradec	8363	orná půda
1479	Jindřichův Hradec	867	ostatní plocha
1478	Jindřichův Hradec	350	trvalý travní porost
1477	Jindřichův Hradec	2346	orná půda
1476	Jindřichův Hradec	2367	zahrada
1475	Jindřichův Hradec	1750	orná půda

1.4.2 Územně plánovací dokumentace

Tato stavba je v souladu s územně plánovací dokumentací Města Jindřichův Hradec. [84]

1.4.3 Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů

Na nové distribuční síti byly provedeny kontroly na impedanci a úbytek napětí, na základě jejichž hodnot bylo navrženo jištění. Výstupní hodnoty jsou uvedeny v diplomové práci, části 4. Výpočty a dimenzování – Kontrolní výpočet na kabelovém vedení vn a části 4. Výpočty a dimenzování – Kontrolní výpočet na kabelovém vedení nn.

Úbytky napětí byly kontrolovány i na hlavním domovním vedení (HDV) přípojek, viz. část 4. Výpočty a dimenzování – Výpočet úbytku napětí HDV. [3]

Součástí práce je i v části 4. Výpočty a dimenzování – Výpočet uzemnění se změřenými hodnotami zemního odporu, které bylo provedeno Wenerovou metodou. Na základě těchto hodnot byl stanoven způsob a délka uzemnění jednotlivých bodů distribuční sítě.

V dané lokalitě navrhované distribuční sítě byl proveden průzkum dotčené oblasti stávajících rozvodů nn a vn. [1]

1.4.4 Ochrana území

V dané lokalitě se nenachází žádná kulturní památka. Stavba je realizována na území s archeologickými nálezy, a proto je nutné dodržet a postupovat dle vyjádření Městského úřadu Jindřichův Hradec – Odboru rozvoje – oddělení památkové péče, Národního památkového ústavu a Jihočeského muzea.

V případě učinění archeologického nálezu během stavby musí být tato skutečnost dle zákona okamžitě oznámena Archeologickému ústavu AV ČR nebo nejbližšímu muzeu. Stavba i archeologický nálezy musí být ponechány beze změny až do prohlídky odborníky z archeologického ústavu nebo muzea. Toto období trvá nejméně pět pracovních dní.

Na základě ustanovení o ochraně památek musí plánované zásahy do terénu začít již od doby, kdy stavebník oznámí svůj záměr archeologickému ústavu.[47]

1.4.5 Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území

Daný typ stavby nemá negativní účinky na okolní pozemky a stavby.

Odtokové poměry se předmětnou stavbou nezmění.

Při stavbě nedojde k dotčení vodovodních toků a vodovodních ploch. [46]

1.4.6 Vliv stavby na okolní pozemky a budovy, ochrana okolí

Daný typ stavby nemá negativní účinky na okolní pozemky a stavby.

Odtokové poměry se předmětnou stavbou nezmění. [47]

1.4.7 Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Bude nutné provést asanaci lesních dřevin na parcele číslo 1481 v celé délce kabelového vedení. [47]

1.4.8 Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu

Rozsah odnětí zemědělského půdního fondu

Nově budované energetické zařízení je částí umístěno na parcelách, které spadají pod zemědělský půdní fond (ZPF). Při stavbě nového vedení nebude nutné provést odnětí půdy zemědělské výroby. Na pozemcích vedených na katastrálním úřadě jako pozemky ZPF bude provedena skrývka vrchní zeminy 30 cm. Po této skrývce budou provedeny výkopy pro kabelové vedení a uzemnění, poté dojde k položení kabelu a uzemnění včetně jeho zabezpečení. Dále se provede zahrnutí výkopu a jeho zhutnění a uložení zpět vrchní zeminy

30 cm. Nadbytečná zemina nesmí být rozprostřena do orné půdy. Tato nadbytečná zemina se odveze na skládku. [47]

1.4.9 Územně technické podmínky, napojení na stávající infrastrukturu

Nové distribuční energetické zařízení vn a nn bude zakomponováno do stávající distribuční sítě vn a nn ve vlastnictví energetické firmy.

Stavba nevyžaduje žádné další napojení na technickou infrastrukturu.

Pro dopravu materiálů, příjezd montážních mechanismů a osob se použije stávajících komunikací. [3]

1.4.10 Důvod projektu a jeho koordinace

Stavba bude realizována z důvodů navýšení odběru elektrické energie vlivem nevybudování plánovaného plynovodu v místě nově vybudované zástavby rodinných domů a budování nových odběrných míst. [3]

1.4.11 Meteorologické a klimatické údaje

Námrazová oblast: I-1, lehká námrazová oblast

Větrná oblast: III, referenční rychlost větru je 27 m/s

Kategorie terénu: II dle PNE 33 3301 a PNE 33 3302

Prostor je dle protokolu o vnějších vlivech vyhodnocen jako nebezpečný. [70]

2 Použitá zařízení v projektu

2.1 Trafostanice

Transformační stanice, zkráceně TS, představuje v elektrizační soustavě provozní, manipulační a napájecí uzel. Je vybavena rozvaděči s rozdílným napětím, propojené pomocí jednoho nebo více výkonových transformátorů. Transformační trafostanice dělíme na distribuční, odběratelské a mobilní. Distribuční TS, zkráceně DTS, představuje uzel, ze kterého je elektrická energie rozváděna většímu počtu maloodběratelů.

Stavební část stanice představuje ochranu technologické části před vnějšími vlivy, její konstrukce musí být požárně odolná a přeepsaného krytí. Technologická část stanice je určena pro zajištění základní funkce TS. Obsahuje transformátor, spínací a řídicí prvky, propojovací vedení apod., viz 2.2 Výbava transformační stanice. [4]

2.1.1 Zděná transformační stanice

Jedná se o transformační stanici s vnitřní obsluhou. Tako konstrukce se využívá v případě, že nelze postavit kioskovou TS nebo v případě vysoké ceny. Tato stanice je vybavena rozvaděčem vn v kompaktním provedení s izolací z plynu SF₆ a rozvaděčem RDD do maximálního jmenovitého proudu 630 A.

Vzhledem k použitým technologiím je nutno u TS tohoto typu počítat s delší dobou výstavby a zároveň pozdějším zahájením dodávky elektrické energie.[4]

2.1.2 Kiosková transformační stanice

Tento typ transformační stanice je umístěn v samostatně stojícím objektu, vzhledem charakteru stavby je do TS tohoto typu možné připojit pouze kabelové vedení nízkého a vysokého napětí.

Jedná se o standartní typ TS pro kabelové sítě nn a vn. Většinou je navržena vnější obsluhou, vnitřní obsluha je použita v místech, kde hrozí obsluze zařízení možné nebezpečí nebo jsou nutné časté kontroly a údržby. Uvnitř kioskové TS je umístěn rozvaděč vn kompaktního provedení, izolaci zajišťuje plyn SF₆ a rozvaděč RDD s výkonem 630 A nebo 1000 A. [4]

2.2 Výbava transformační stanice

2.2.1 Transformátor

Distribuční transformátory jsou navrhovány hermetizované s olejovou náplní. V distribučních sítích pro napětí 22/0,4 kV a 22/0,42 kV se používají transformátory do

výkonu 630 kVA. V paralelním provozu se připouští provozování transformátorů do 400 kVA. Nemusí se zde využívat kondenzátory na kompenzaci magnetizačního proudu transformátoru, protože používané transformátory vykazují velmi malé ztráty naprázdno. [4]

2.2.2 Jištění

Jištění vývodů vedení nízkého napětí z transformační stanice se určuje vzhledem k průřezu kabelového vedení a poměrů v síti. Jistící prvky mohou dosahovat hodnoty až 400 A. Transformační stanice nedisponují žádnými rezervními pojistkami. Hodnoty jištění transformátoru proti přetížení na straně vysokého a nízkého napětí lze vidět v tabulkách 1 a 2. [4]

Odpínač pojistkový lištový 160 A

Pojistkový lištový odpínač typové velikosti 00 se používá pro jištění vývodů z rozvaděče nn distribuční trafostanice. Pomocí soupravy dvou odpínačů typové velikosti 00 do proudového zatížení 160 A umístěných na adaptér lze provést záměnu s pojistkovým lištovým odpojovačem typové velikosti 2 do proudového zatížení 400 A.

Konstrukce pojistkového odpojovače je navržena pro jednopólové odpínání kabelových vývodů. Víko pólu je možné vyjmout ze základny odpínače. Hmotnost jistícího prvku je 1,9 kg. [6]

Odpínač pojistkový lištový 400 A

Pojistkový lištový odpínač typové velikosti 2 se používá pro jištění vývodů z rozvaděče nn distribuční trafostanice. Pomocí soupravy dvou odpínačů typové velikosti 00 do proudového zatížení 160 A umístěných na adaptér lze provést záměnu s pojistkovým lištovým odpojovačem typové velikosti 2 do proudového zatížení 400 A.

Konstrukce pojistkového odpojovače je navržena pro jednopólové odpínání kabelových vývodů. Hmotnost jistícího prvku je 4,38 kg. [5]

Tabulka 2 Jištění distribučních transformátorů s převodem 22/0,4 kV a 22/0,42 kV. [4]

Výkon stroje (kVA)	Jištění na straně vn		Jištění na straně nn	
	Jmenovitý proud vinutí (A)	Jmenovitá hodnota pojistky (A)	Jmenovitý proud vinutí (A)	Jmenovitá hodnota pojistky (A)
25	0,7	2	36/35	do 40
50	1,3	2	72/69	do 80
63	1,7	2	91/87	do 100
100	2,6	4	144/138	144/138
160	4,2	6	231/220	231/220
250	6,6	10	361/344	361/344
400	10,5	16	577/550	577/550
630	16,6	20	909/866	909/866

Tabulka 3 Jištění distribučních transformátorů s převodem 22/0,4 kV a 22/0,42 kV na straně vn provozovaných v paralelním provozu. [4]

Výkon stroje (kVA)	Jištění na straně vn	
	Jmenovitý proud vinutí (A)	Jmenovitá hodnota pojistky (A)
100	2,6	10
160	4,2	10
250	6,6	16
400	10,5	20
630	16,6	31,5

2.2.3 Distribuční rozvaděč vn

Typ KKT

Ke spínání dvou kabelových odboček a jednoho transformátorů v TS vn/nn se využívá kompaktní rozvaděč do 25 kV určený pro instalaci ve vnitřním prostředí. Rozvaděč je navržen tak, aby se instaloval vždy zády ke stěně. Jako izolace se využívá plyn SF₆, splňující požadavky na izolační a zhašecí funkce spínacích přístrojů. Plyn je hermeticky uzavřen v tlakové nádobě a nevyžaduje údržbu v celé době jeho životnosti. Rozvaděč dále obsahuje jištění transformátoru na straně vn a připojovací vedení vn. Toto zařízení je odzkoušeno, aby splňovalo platné normy IEC.

Konstrukce rozvaděče je sestavena ze dvou elektricky a mechanicky továrně spojených modulárních bloků spínacích polí. Výzbroj rozvaděče tvoří třípólové spínače s funkcí odpínače a uzemňovače se schopností zapnutí do zkratu. Třípólové spínače jsou umístěny

do plně uzavřených, nerozebíratelných, oddělitelných bloků. Všechny živé části jsou izolované v nádobách z ušlechtilé oceli, naplněných izolačním plynem SF₆.

Příchytky pro kabelové vedení s nastavitelným vnitřním průměrem otvoru jsou umístěny ve spodní části přípojovacího oddílu všech odboček. Pro kabelovou odbočku je rozmezí 36 až 52 mm a pro transformátorovou odbočku 24 až 38 mm. Odbočky pro kabelové vedení lze osadit svodiči přepětí.

Jako přívodní vedení se využívá jednožilových kabelů ukončených stíněnými konektory do 630 A. Propojovací vedení mezi transformátorem a rozvaděčem vn je řešeno jednožilovými kabely ukončenými stíněnými konektory do 250 A. [8]

2.2.4 Distribuční rozvaděč nn

Typ RDD norma

Rozvaděč RDD s maximálním proudovým zatížením do 630 A slouží k zabezpečení sekundárního okruhu transformátoru a přenosu výkonu z transformační stanice do distribuční sítě. Tento rozvaděč také jistí všechna kabelová vedení nn odcházejících z TS. Je vhodný pro použití u trafostanic s vnitřní i vnější obsluhou.

Rozvaděč nn je vyzbrojen hlavním jističem s možností nastavení elektronické spouště, přípojnicemi vyrobenými z měděné pásky s nominálním proudem do 630 A. Dále obsahuje připravené pozice pro 8 pojistkových lišt velikosti 2 do 400 A pro propojení výstupů. Jmenovité proudy přípojnic v rozvaděči s přípojnicemi jsou 630 A mají výbavu dvou jističů s funkcí nadproudové spouště, které jsou určeny pro různé velikosti transformátorů.

Hlavní jistič je částečně vsazený pod úroveň montážního rámu a je propojen s přípojnicemi. Na opačném konci jsou izolátory připevněny k rámu. Tento hlavní jistič má také pomocné kontakty a napěťovou spoušť, přičemž vodiče jsou směřovány ke stanovišti instalace pro univerzálnímu monitoru. V základní konfiguraci je rozvaděč dodáván s třemi pojistkovými lištovými odpínači velikosti 2 do 400 A. Prázdné pozice jsou zabezpečeny proti nechtěnému dotyku. [9]

2.2.5 Svodiče přepětí vn

Svodiče přepětí se využívají proti přepětí ze strany vn, které jsou dále specifikovány v normách TNS. Jsou navrhovány na provozní napětí 25 kV a jmenovité svodový proud 10 kA. [4]

2.2.6 Propojovací vedení vn

Provedení propojovacího vn vedení vždy závisí na jednotlivých typech transformačních stanic. Pokud se jedná o kobkovou konstrukci rozvaděče vn jsou na společných přípojnicích v krajních kobkách osazeny zkratovací třmeny. Vývody s odpínači vybavenými uzemňovačem, jenž nahrazuje zkratovací soupravu, nejsou vybaveny zkratovacími třmeny. Na straně transformátoru je propojovací vedení ukončeno přímo na svorníku průchodek vn. Propojovací vedení vn bude v samostatných prostorách pro transformátor vždy vyvedeno po levé straně při pohledu od vstupu. Umístění transformátoru a přístupnost k součástem na víku při montáži a údržbě jsou hlavními důvody tohoto řešení.

Propojovací vedení vn je na straně transformátoru ukončeno vnitřní kabelovou koncovkou. Do rozvaděče vn je pak kabelové vedení vn připojeno buď přes vnitřní kabelovou koncovku nebo přes kabelový konektor. Propojovací vedení vn musí být uloženo tak, aby nebránilo údržbě nebo výměně transformátoru.

Mezi transformátorem a pojistkami vn je propojovací vedení provedeno třemi jednožilovými kabely s hliníkovým jádrem o průřezu 70 mm². V případě prostorového omezení v TS je možné využít jako propojovací vedení jednožilové kabely s měděným jádrem o průřezu 35 mm², které splňují mechanické i elektrické požadavky. Ukončení kabelového vedení na straně transformátoru je provedeno vnitřní kabelovou koncovkou a na straně rozvaděče vn je kabelové vedení ukončeno buď vnitřní kabelovou koncovkou nebo kabelovým konektorem, v závislosti na typu rozvaděče.

U některých typů rozvaděčů vn lze propojovací vedení provést i z hliníkové pasoviny, která je ukončena přímo na přístrojích a průchodkách. Transformátor se poté připojuje pomocí dvou hliníkových tyčí s průměrem 10 mm proti sobě, které jsou spojeny nejméně dvěma proudovými svorkami. [4]

2.2.7 Propojovací vedení nn

Provedení propojovacího nn vedení vždy závisí na jednotlivých typech transformačních stanic. Na straně transformátoru je propojovací vedení ukončeno přímo na svorníku průchodek nn. Propojovací vedení nn bude v samostatných prostorách pro transformátor vždy vyvedeno po pravé straně při pohledu od vstupu. Klíčovým hlediskem je vhodné umístění transformátoru, poloha přívodu vn a snadný přístup k součástem umístěným na víku pro montáž a údržbu.

Jako propojovací vedení se využívají jednožilové vodiče s hliníkovým jádrem nebo vodiče typu NYY s měděnou žílou. [4]

2.2.8 Uzemnění a hromosvod

Při uzemňování uzlu transformátoru venkovního provedení se vždy používá uzemňovací soustava provedená z ekvipotenciálních obvodových zemničů. V praxi se to nazývá uzemnění pomocí kruhů.

Pro uzemnění pracovního uzlu zdroje transformátoru je u TS vnitřního provedení použita uzemňovací soustava, složená ze ztrojených zemničů různého uložení. Prvotní uzemnění je provedeno vložением zemniče do základového tělesa objektu v hloubce 0,1 m pod šterkovým kamenivem. Dále je použit obvodový zemnič uložený v zemi, v hloubce 0,6 m a ve vzdálenosti 1 m od objektu. Posledním uzemněním je ekvipotenciální práh uložený v hloubce 0,8 m a vzdálenosti 3 m od objektu. [1]

2.2.9 Vývody z transformační stanice

Vývody vn z TS jsou vždy dle typu stanice technikem označeny čitelně technickým písmem na štítku, na bloku, na dveřích skříně nebo na rámu dveří kobek. Na straně nn musí být text čitelně psaný nebo tištěný technickým písmem na štítku lištového odpínače, tento text musí být vždy nejprve schválen provozovatelem zařízení. [4]

2.3 Kabelová vedení

2.3.1 Kabelové vedení vysokého napětí

Kabely vysokého napětí jsou navrhována pro ukládání do vnitřních prostor, země a kabelových kanálů. V distribuční soustavě se využívají jako propojovací vedení na propojení transformátoru s rozvaděčem vysokého napětí, v rozvodnách, kabelových kolektorech a na propojení transformačních stanic.

Jádro kabelu vysokého napětí je kruhového tvaru, složeného z laněných hliníkových vodičů. Na jádro přiléhá vnitřní polovodivá vrstva a izolace ze síťovaného polyethylenu černé barvy. Na to je následně umístěn vrchní plášť z polyvinylchloridu černé barvy. [9]

Kabel typu AXEKVCEY

Kabel se skládá z laněného kruhového jádra z hliníkových vodičů. Na jádře je nanášena vnitřní polovodivá vrstva a izolace ze zesíťovaného polyethylenu. Na izolaci je nanášena vnější polovodivá vrstva. Dále je na kabelu polovodivá vodoblokující páska, měděné stínění z drátků s páskovou protispirálou a vodoblokující páska. Jako mechanická ochrana je kabel potažen pláštěm z polyethylenu černé barvy. Na tento plášť je nanášena vrchní plášť z PVC černé barvy. [12]

Tabulka 4 Užívaná kabelová vedení vn typu AXEKVCEY. [12]

Počet a průřez žil (mm ²)	Tvar jádra	Průměr inf. (mm)	Hmotnost inf (kg/km)	Poloměr ohybu (mm)	Činný odpor (Ω/km)	Zatížitelnost na vzduchu (A)	Zatížitelnost v zemi (A)
1x70/16	RM	36,0	1215	540	0,443	226/267	205/232
1x240/25	RM	43,9	2030	660	0,125	496/581	417/455

Kabel typu NA2XS2Y

Kabel má jádro vyrobené z hliníkových vodičů uspořádaných do laněného kruhu. Toto jádro je pokryto vnitřní polovodivou vrstvou a izolací ze síťovaného polyethylenu. Vně této izolace je další polovodivá vrstva. Kabel má také vodotěsnou pásku a měděné stínění, které zahrnuje dráty s páskovou protispirálou. Pro mechanickou ochranu je kabel obalen černým pláštěm z polyethylenu. [11]

Tabulka 5 Užívaná kabelová vedení vn typu NA2XS2Y. [11]

Počet a průřez žil (mm ²)	Tvar jádra	Průměr inf. (mm)	Hmotnost inf (kg/km)	Poloměr ohybu (mm)	Činný odpor (Ω/km)	Zatížitelnost na vzduchu (A)	Zatížitelnost v zemi (A)
1x150/25	RM	34,5	1268	585	0,206	432	352
1x240/25	RM	38,5	1618	630	0,125	581	455

2.3.2 Kabelové vedení nízkého napětí

Kabelové vedení typu NAYY

Jsou určeny pro pevné uložení do země, kabelových kanálů a do vnějšího prostředí. Používají se jako distribuční vedení pro přívod elektrické energie ke spotřebitelům. Kabely nn jsou vyváděny z distribučních transformačních stanic do kabelových skříní. Dále mohou být použity jako kabelový svod z venkovního vedení nn.

Kabel typu NAYY, používaný pro kabelové vedení nn, je složen ze čtyř žil. Jádro tvoří jednotlivé hliníkové žíly o stejném průřezu. Tvar jádra je odvozen od jeho průřezu. Kulaté jádro je využíváno u menších průřezů, zatímco u větších průřezů se využívá sektorový tvar jádra, které je buď plné, nebo laněné. Každá žíla má izolaci z PVC a jsou od sebe barevně odlišeny. Hnědou barvou je značena první fáze, černou druhá fáze, šedou třetí fáze a zelenožlutou barvu má ochranný vodič PEN. Pro mechanickou ochranu je kabel opatřen pláštěm z PVC černé barvy a mezi žíly a plášť je umístěna výplňová guma. Z požárního hlediska je kabel definovaný jako samozhášivý a je UV odolný. [15]

Tabulka 6 Užívaná kabelová vedení nn typu NAYY. [15]

Počet a průřez žil (mm ²)	Tvar jádra	Průměr inf. (mm)	Hmotnost inf (kg/km)	Činný odpor (Ω/km)	Zatížitelnost na vzduchu (A)	Zatížitelnost v zemi (A)
4x16	RE	21,5	650	1,910	82	65
4x25	RE	27,0	963	1,200	102	82
4x50	SM	31,8	1375	0,641	144	119
4x95	SM	40,7	2290	0,320	215	186
4x150	SE	47,7	3120	0,206	275	246
4x240	SM	57,0	5172	0,125	364	338

2.3.3 Hlavní domovní vedení

Pro hlavní domovní vedení, zkráceně HDV, se využívá kabel typu NYY. Kabely typu NYY jsou určeny pro pevné uložení do země, zdi a do vnějšího prostředí.

Kabel typu NYY, používaný pro HDV, je složen ze čtyř žil. Jádro tvoří jednotlivé měděné žíly o stejném průřezu. Tvar jádra je odvozen od jeho průřezu. Kulaté jádro je využíváno u menších průřezů, zatímco u větších průřezů se využívá sektorový tvar jádra, které je buď plné, nebo laněné. Každá žíla má izolaci z PVC a jsou od sebe barevně odlišeny. Hnědou barvou je značena první fáze, černou druhá fáze, šedou třetí fáze a zelenožlutou barvu má ochranný vodič PEN. Pro mechanickou ochranu je kabel opatřen pláštěm z PVC černé barvy a mezi žíly a plášť je umístěna výplňová guma. Z požárního hlediska je kabel definovaný jako samozhášivý a je UV odolný. [14]

2.4 Mechanická ochrana kabelového vedení

2.4.1 Plastová chránička

Pro základní mechanickou ochranu a při souběhu nebo křížení optických a silových kabelových vedení s cizími inženýrskými sítěmi se využívá ohebných plastových chráničků. Plastové chráničky nemají ochranu proti UV a jsou proto určeny pro uložení do země.

Chráničky typu HDPE jsou plastové roury s vroubkovanou vnitřní stranou pro snížení tření při zatahování optického nebo silového kabelu. Vnější strana trubky je hladká.

Chráničky mají buď červenou, nebo modrou barvu, v závislosti na místě uložení. Pro případ uložení více kabelových chráničků do souběhu nebo křížení kabelových vedení opatřených chráničkami se jednotlivé plastové chráničky opatřují bílými pruhy.

Při pokládce je kabelová chránička umístěna do pískového lože nebo do lože s jemnou zemínou, v závislosti na hloubce výkopu.

Plastové chráničky jsou určeny pro provozní teploty od -40 °C do 60 °C .

Platové chráničky nijak nepoškozují životní prostředí a jsou plně recyklovatelné. [28]

2.4.2 Betonový žlab

Typ TK1

Betonový žlab typu TK1 se využívá jako ochrana kabelového vedení nn, pokud dochází k souběhu nebo křížení kabelového vedení s cizí sítí, například vodovodním potrubím nebo sdělovacím vedením. Kabelové nebo optické vedení je uloženo v betonovém žlabu a zakryto kabelovým víkem. Víko betonového žlabu se dá využít i na oddělení jednotlivých kabelových vedení nebo jako krytí kabelové lože. Žlab typu TK1 je dimenzován na odolání účinkům obloukového zkratu. Lze ho využít pro uložení do země i na vzduch.

Materiál, ze kterého je žlab vyroben, vydrží tlak až 20 N/mm^2 , tato hodnota se mění vzhledem k charakteru tlaku. Dále je tento materiál velmi odolný proti nepříznivým účinkům mrazu a deště.

Konstrukce je navržena tak, aby víko zapadlo do žlabu. To zajistí, že při následném zásypu výkopu nedojde k posuvu víka ve žlabu. Vnitřek žlabu je navržený tak, aby při pokládce vedení nedošlo k porušení jeho vnějšího PVC pláště.

Materiál betonových žlabů lze plně recyklovat. [30]

Typ KZ2

Betonový žlab typu KZ2 se využívá jako ochrana kabelového vedení vn, pokud dochází k souběhu nebo křížení kabelového vedení s cizí sítí, například vodovodním potrubím nebo sdělovacím vedením. Kabelové nebo optické vedení je uloženo v betonovém žlabu a zakryto kabelovým víkem. Víko betonového žlabu se dá využít i na oddělení jednotlivých kabelových vedení nebo jako krytí kabelové lože. Žlab typu KZ2 je dimenzován na odolání účinkům obloukového zkratu. Lze ho využít pro uložení do země i na vzduch.

Materiál, ze kterého je žlab vyroben, vydrží tlak až 20 N/mm^2 , tato hodnota se mění vzhledem k charakteru tlaku. Dále je tento materiál velmi odolný proti nepříznivým účinkům mrazu a deště.

Konstrukce je navržena tak, aby víko zapadlo do žlabu. To zajistí, že při následném zásypu výkopu nedojde k posuvu víka ve žlabu. Vnitřek žlabu je navržený tak, aby při pokládce vedení nedošlo k porušení jeho vnějšího PVC pláště.

Materiál betonových žlabů lze plně recyklovat. [31]

2.5 Kabelové pilíře

2.5.1 Smyčkový kabelový pilíř

Monolitické smyčkové pilíře využíváme v distribuční síti ke koncovému nebo smyčkovému připojení objektu. Jsou navrženy tak, aby jistily pouze své vývody a nikoli kabelové vedení, které pilíř připojuje. Jde o standartní typ pilíře využívaný v distribuční síti nn.

Výbavu smyčkového pilíře tvoří jedna až tři sady pojistkových spodků, v závislosti na typu. Na ně jsou umístěny nožové pojistky do hodnoty 160 A.

Největší průřez přívodního kabelu nn do skříně tohoto typu je 240 mm² a největší průřez vývodního kabelu je 50 mm².

Materiál pilíře typu SS je z termosetického kompozitního materiálu na bázi nenasyčených polyesterových pryskyřic vyztužených skelnými vlákny, zkráceně SMC. Jedná se o tuhý, zdravotně nezávadný materiál, odolný proti statickému i dynamickému namáhání, s omezenou hořlavostí.

Přívodní i vývodní vodiče jsou do pilíře připojeny přes V svorky. Každá skříň disponuje zkušební svorkou. Vzhledem ke konstrukci skříně lze provádět výměnu poškozené výzbroje i případné přezbrojení z jedné sady pojistek na dvě nebo tři sady pojistek. Stupeň krytí pilíře je IP44. [18]

2.5.2 Rozpojovací kabelový pilíř

Monolitické rozpojovací pilíře typu SR využíváme v distribuční síti k rozpojování, odbočování a jistění kabelového vedení v distribučních sítích nn. Jsou navrženy tak, aby jistily pouze své vývody a nikoli kabelové vedení, které pilíř připojuje. Jde o standartní typ pilíře využívaný v distribuční síti nn. V praxi slouží jistící prvek na přívodu pouze jako vodivé propojení.

Výbavu rozpojovacího pilíře tvoří čtyři až pět sad pojistkových lišt, s pojistkami nebo pojistkovými odpínači do hodnot 400 A. V případě potřeby lze pilíř osadit až dvěma lištami pro jistící prvky do 160 A.

Největší průřezy přívodních a vývodních kabelů nn do pilíře tohoto typu je 240 mm². Přívodní i vývodní vodiče jsou do pilíře připojeny přes V svorky. Každá skříň disponuje zkušební svorkou.

Materiál pilíře typu SR je z termosetického kompozitního materiálu na bázi nenasyčených polyesterových pryskyřic vyztužených skelnými vlákny, zkráceně SMC. Jedná se o tuhý,

zdravotně nezávadný materiál, odolný proti statickému i dynamickému namáhání, s omezenou hořlavostí.

Vzhledem ke konstrukci skříně lze provádět výměnu poškozené výzbroje i případné přezbrojení z jedné sady pojistek na dvě nebo tři sady pojistek. Stupeň krytí pilíře je IP44. [19]

2.5.3 Rozpojovací kabelový pilíř s dělenou přípojnici

Monolitické rozpojovací pilíře s dělenou přípojnici typu SD využíváme v distribuční síti k rozpojování, rozbočování a jištění kabelových distribučních sítí nn. Jsou navrženy tak, aby jistily pouze své vývody, a nikoli kabelové vedení, které pilíř připojuje. V praxi slouží jistící prvek na přívodu pouze jako vodivé propojení. Jde o standartní typ pilíře využívaný v distribuční síti nn.

Výbavu dělicího pilíře tvoří čtyři až šest sad pojistkových lišt, s pojistkami nebo pojistkovým odpínačem do hodnot 400 A. V případě potřeby lze pilíř osadit až dvěma lištami pro jistící prvky do 160 A. Pro podélné jištění přípojnice se používá jistící prvek do velikosti 400 A. Uzemnění je v tomto kabelovém pilíři připojováno přes třmenovou svorku.

Největší průřezy přívodních a vývodních kabelů nn do pilíře tohoto typu je 240 mm². Přívodní i vývodní vodiče jsou do pilíře připojeny přes V svorky. Každá skřín disponuje zkušební svorkou.

Materiál pilíře typu SD je z termosetického kompozitního materiálu na bázi nenasyčených polyesterových pryskyřic vyztužených skelnými vlákny, zkráceně SMC. Jedná se o tuhý, zdravotně nezávadný materiál, odolný proti statickému i dynamickému namáhání, s omezenou hořlavostí.

Vzhledem ke konstrukci skříně lze provádět výměnu poškozené výzbroje i případné přezbrojení z jedné sady pojistek na dvě nebo tři sady pojistek. Stupeň krytí pilíře je IP44. [20]

2.6 Výbava kabelového pilíře

2.6.1 Jistící prvky

Nožová pojistka

V kabelových pilířích se používají nožové pojistkové vložky s charakteristikou gG, která udává, že jistící prvek chrání proti nadproudu i zkratu. Jsou určeny pro jištění kabelového i venkovního vedení nn.

Nožová pojistka je složena z těla pojistky v porcelánovém pouzdru a z měděných postříbřených kontaktů. Na čele pojistky je umístěn ukazatel přetavení pojistky a držadlo pro manipulaci pomocí pojistkového držadla. [17]

Pojistky pro SS pilíř

V kabelových pilířích typu SS se pro jištění kabelových vedení odcházejících z kabelového pilíře používá pojistková lišta s proudovým zatížením až 160 A, velikost 0. V pojistkové liště se používají výhradně nožové pojistky s proudovým zatížením 160 A.

Do pojistkové vložky tohoto typu lze připojovat kabelová vedené do průřezu 95 mm². Vodiče jsou připojeny přes třmenovou svorku. [24]

Odpínač pojistkový lištový do SR a SD

Pro jištění vývodů z kabelových pilířů typu SR a SD se používají dva typy pojistkového lištového odpínače. První typ má proudové zatížení až 160 A, typová velikost 00. Nová souprava dvou odpínačů, které jsou umístěné na adaptéru, nahrazuje předešlou verzi s pojistkami do 160 A. Pro odpínač se používají pojistkové vložky o velikosti 160 A. Druhý typ má proudové zatížení až 400 A, typová velikost 2. Nová souprava dvou odpínačů, které jsou umístěné na adaptéru, nahrazuje předešlou verzi s pojistkami do 400 A. Pro odpínač se používají pojistkové vložky o velikosti 400 A.

Pojistkové odpínače jsou konstruovány pro jednopólové odpínání kabelových vývodů. Víko pólu je možné vyjmout ze základny odpínače. Kabelový vývod odchází z pilíře vždy směrem dolů. [25]

2.6.2 Pojistkový spodek

Pojistkové lišty využívané v kabelových pilířích typu SS mají proudové zatížení do 160 A, typová velikost 0 a 00. V rozpojovacích pilířích a rozpojovacích pilířích s dělenou přípojnici se využívají buď dvě lišty typové velikosti 00 nebo jedna lišta typové velikosti 2 s proudovým zatížením do 400 A. Do pojistkové lišty jsou následně zapojovány nožové pojistky.

Vodiče jsou připojeny V-svorkou nebo třmenovou svorkou v závislosti na typu připojení pilíře. [24]

2.6.3 Připojovací svorky

V svorka

Tento typ svorky je určen pro připojování vodičů do kabelových skříní typu SS, SR a SD, popřípadě typu SV, používaných pro kabelový svod z venkovního vedení nn. Svorka je

tvořena ze dvou součástí, jedná se o pomocný W praporec sloužící k připojení odizolovaných konců kabelů a V třmen. V-svorka se používá pro připojení kabelového vedení do pojistkových spodků a pojistkových lišt s typovou velikostí 2 nebo na PEN přípojnicí.

Do svorky tohoto typu lze připojit kabelové vedení s průřezem 10 až 240 mm². Tento typ svorky se zejména využívá v kabelových pilířích typu SR a SD, protože neumožňuje smyčkové připojení kabelového vedení. [21]

Třmenová svorka

Pro přímé připojení jednoho nebo dvou vodičů ke kontaktům s měděnou či hliníkovou žílou se používá třmenová svorka typu H/M8. Touto svorkou lze připojit i vodiče různého průřezu pomocí šroubového spoje M8. Vodiče s rozdílným průřezem lze připojit pouze v případě, že se velikosti jejich průřezů neliší o více než 4 řády po sobě jdoucích velikostí průřezu.

Tyto svorky tvoří součást pojistkového spodku velikosti 00 a jejich příslušných přípojníc PEN. Při připojování na přípojnicí PEN je třmenová svorka doplněna o čtvercovou Cupalovou podložku.

Tento typ svorky se využívá v kabelových skříních typu SS. [22]

2.6.4 Značení kabelového pilíře

Všechny kabelové pilíře typu SR, SD a SV, které představují uzly distribuční soustavy nn, mají na vnější straně provozní číselné značení.

Toto jedinečné číslo, které bude umístěno na dvířka kabelového pilíře, je automaticky generováno geografickým informačním systémem, zkráceně GIS. Vlivem tohoto značení je jednodušší orientace v kabelové síti při odstraňování poruch.

Označení se sestává z velkého písmene S nebo R a číslic od 0 do 9. [23]

3 Souhrnný technický popis

3.1 Celkový popis stavby

3.1.1 Základní charakteristika stavby a jejího využívání

Druh stavby

Jedná se o stavbu trvalého charakteru.

Cílem této stavby je realizovat výstavbu nových podzemních rozvodů vysokého a nízkého napětí. K tomu patří také výstavba nové kioskové transformační stanice a nového uzemnění. Rovněž se plánuje úprava stávajících elektrických sítí nízkého napětí a demontáže částí stávajících podzemních rozvodů vysokého napětí. Dále bude součástí práce návrh a výpočet uzemnění sítě nízkého napětí a nové transformační stanice TS Jakub 2.

Účel stavby

Tato stavba je určena k dodávce elektrické energie odběratelům napojených na distribuční síť v majetku energetické společnosti.

Účelem stavby je zabezpečení dodávky elektrické energie odběratelům v požadované kvalitě, při zajištění hospodárnosti vynaložených nákladů. [86]

Dodržení podmínek dotčených orgánů

Při navrhování bylo nutné postupovat dle vyjádření dotčených orgánů. Nová kabelová vedení nn, vn a nová kiosková trafostanice budou vybudovány v souladu s požadavky dotčených orgánů. [45]

Parametry stavby

Stavba řeší vybudování nové distribuční sítě elektrické energie a posílení stávající technické infrastruktury sítě nízkého napětí. Rozsah a navržená dimenze navrhovaného vedení viz přílohy.

Znečištění způsobené provozem zařízení

Jelikož se jedná o výstavbu distribučních sítí elektrické energie, po dokončení stavby nebudou při jejím provozu vznikat žádné odpady a nebude docházet ani ke spotřebě médií a hmot. [86]

Orientační náklady stavby

Orientační investiční náklady stavby jsou **3 152 400,- Kč** [86]

3.1.2 Bezpečnost při užívání stavby

Charakter stavby je elektrické zařízení, proto je z hlediska úrazu elektrickým proudem nutno posoudit prostory dle platných norem ČSN a PNE.

Dle protokolu o určení vnějších vlivů uvedeném v normě PNE 33 0000-2 byl vnější prostor označen jako „prostor nebezpečný“.

Tento protokol byl zpracován na základě podnikové normy energetiky. [70]

3.1.3 Technické specifikace

Napěťová soustava nn 3 x 50 Hz 22 kV

Napěťová soustava nn 3 + PEN 50 Hz 230/400 V

Provedení ochrany živých částí rozvodných elektrických zařízení do 1000 V (nn) i nad 1000 V (vn) v distribuční soustavě bude polohou nebo izolací v závislosti na typu distribuční sítě. [70]

Ochrana neživých částí rozvodných el. zařízení v distribuční soustavě:

- a) nad 1000 V (vn) – ochrana zemněním v sítích s nepřímým uzemněným uzlem – ochrana v sítích IT.
- b) do 1000 V (nn) – přímo uzemněný střed zdroje – ochrana v sítích TN-C, automatické odpojení od zdroje nadproudovými jisticími prvky.

Ochrana proti vlivům atmosférického přepětí dle ČSN je vyznačena ve výkresu V01 a S03.

3.2 Technický popis budovaných zařízení

Stavba řeší posílení stávajícího připojení zástavby rodinných domů a připojení 20 nových objektů na distribuční rozvod elektrické energie.

Výstavbu nové transformační stanice „Jakub 2“ a nového kabelového vedení vn a nn je nutné koordinovat s výstavbou nové kanalizace a vodovodního potrubí v nové zástavbě rodinných domů.

3.2.1 Nové kabelové vedení vn

Na parcele č. 3170/5 bude u stávajícího opěrného bodu ES01 provedeno přerušení stávajícího podzemního kabelového vedení vysokého napětí (dále jen vn) 22 kV 3x NA2XS2Y 1x150. Toto stávající kabelové vedení vn bude pomocí dvou nových kabelových spojek vn a dvou nových podzemních kabelových vedení vn 3x NA2XS2Y 1x150 naspojováno a přepojeno do nové transformační stanice (dále jen TS) „TS Jakub 2“.

První nové kabelové vedení vn 3x NA2XS2Y 1x150 bude za pomoci spojky připojeno na stávající kabelové vedení vn 3x NA2XS2Y 1x150 u stávajícího opěrného bodu ES01. Dále

bude toto nové kabelové vedení vn 3x NA2XS2Y 1x150 vedeno po okraji prašné komunikace na parcele č. 3215/1. Tuto komunikaci překročí na hranici parcel č. 1480/1 a 3305/7. Následně bude kabelové vedení vn 3x NA2XS2Y 1x150 vedeno podél nezpevněné komunikace na parcele č. 1480/1 až k nové TS Jakub 2 na parcele č. 3303/1, kde dojde k jeho ukončení.

Druhé nové kabelové vedení vn 3x NA2XS2Y 1x150 bude vyvedeno z nové TS Jakub 2 a bude vedeno v souběhu s prvním kabelovým vedením vn 3x NA2XS2Y 1x150 až k opěrnému bodu EXX. Zde bude nové kabelové vedení vn 3x NA2XS2Y 1x150 pomocí spojky napojeno na stávající kabelové vedení vn 3x NA2XS2Y 1x150, které připojuje stávající zděnou TS Jakub 1.

3.2.2 Nové kabelové vedení nn

Z nové transformační stanice TS Jakub 2 na parcele č. 3303/1 budou vyvedeny čtyři nové kabelové vývody NAYY 4x240. Nová kabelová vedení NAYY 4x240 budou vedena v souběhu podél nezpevněné komunikace na parcele č. 1480/1 až do bodu NP01.

První kabelové vedení nn NAYY 4x240 bude z bodu NP01 pokračovat podél parcel č. 3303/1 a 3303/4 a bude ukončeno v novém rozpojovacím pilíři SR552/NK (N3303_4, S087207) na parcele č. 3303/4. Z tohoto vývodu nn NAYY 4x240 bude provedeno napájení objektů v nové zástavbě rodinných domů.

Z nového rozpojovacího pilíře SR552/NK (N3303_4, S087207) budou vedena dvě nová kabelová vedení nn NAYY 4x150, které smyčkově připojí odběrná místa v nové zástavbě rodinných domů na rozvod elektrické energie. První kabelové vedení nn NAYY 4x150 přejde místní komunikaci na parcele č. 1482/79 a dále povede v chodníku podél parcel č. 3303/17, 3303/16, 3303/15 a 3303/14, kde bude připojovat nové smyčkové kabelové pilíře SS200/NK (N3303_16) a SS200/NK (N3303_14). Toto kabelové vedení bude ukončeno v novém rozpojovacím pilíři s dělenou přípojnici SD852/NK (N3303_12, S087208). Druhé kabelové vedení bude vedeno v komunikaci podél parcel č. 3303/5, 3303/6, 3303/7, 3303/8, 3303/9, 3303/10, 3303/11 a 3303/12, kde bude připojovat SS200/NK (N3303_6), SS200/NK (N3303_8) a SS200/NK (N3303_10). Následně bude toto kabelové vedení ukončeno v rozpojovacím pilíři s dělenou přípojnici SD852/NK (N3303_12, S087208).

Druhé kabelové vedení nn NAYY 4x240 bude z bodu NP01 pokračovat v souběhu s prvním kabelovým vedením nn NAYY 4x240 až k novému rozpojovacímu pilíři SR552/NK (N3303_4, S087207) na parcele č. 3303/4. Dále bude druhé kabelové vedení nn NAYY 4x240 vedeno podél parcel č. 3303/5, 3303/6, 3303/7, 3303/8, 3303/9, 3303/10, 3303/11,

3303/12 a bude ukončeno v dělicím pilíři SD852/NK (N3303_12, S087208) na parcele č. 3303/12. Toto kabelové vedení nn NAYY 4x240 představuje zálohu pro napájení nové zástavby rodinných domů.

Třetí kabelové vedení nn NAYY 4x240 bude z bodu NP01 dále pokračovat podél nezpevněné komunikace na parcele č. 1480/1. Poblíž stávajícího dělicího pilíře SD622/NK (NS1484/32, S087206) přejde nové kabelové vedení NAYY 4x240 nezpevněnou komunikaci překopem a bude připojeno do stávajícího pilíře SD622/NK (NS1484/32, S087206) na parcele č. 1484/32. Toto kabelové vedení představuje zálohu pro napájení stávající zástavby rodinných domů.

Čtvrté kabelové vedení nn NAYY 4x240 bude z bodu NP01 vedeno v nové komunikaci na parcele č. 1482/79 ve směru ke stávající zástavbě rodinných domů. Toto nové kabelové vedení nn NAYY 4x240 následně přejde místní komunikaci na parcele č. 1482/79 a bude ukončeno ve stávajícím rozpojovacím pilíři SR422/NK (NS1482/64, S087205). Z tohoto vývodu nn NAYY 4x240 bude provedeno napájení objektů na parcelách 1482/51 až 1482/57 a 1482/61 až 1482/63.

Nová kabelová vedení nn budou vybudována jako okružní síť, ale budou provozována paprskově. Důvodem je větší zkratová impedance při poruše, lepší zálohování a snazší lokalizace poruch.

3.2.3 Uzemnění nové kabelové sítě nn

Uzemnění nové kabelové sítě nn bude provedeno ve dvou bodech tak, aby ani jedno z přípojných míst nebylo od uzemnění vzdáleno více než 100 m. První uzemnění bude provedeno v novém rozpojovacím pilíři SR552/NK (N3303_4, S087207). rozpojovací pilíř bude uzemněn pomocí 20 m zemnicího pásku typu FeZn 30x4. Druhé uzemnění bude provedeno v rozpojovacím pilíři s dělenou přípojnici SD852/NK (N3303_12, S087208). Tento pilíř bude uzemněn 50 m zemnicího pásku typu FeZn 30x4, protože se nachází na konci soustavy kabelového vedení nn.

3.2.4 Nová kiosková trafostanice

Na parcele č. 3303/1 bude postavena nová kiosková transformační stanice v bloku z betonu s vnitřní obsluhou o výkonu 1x 630 kVA, typ UF 2538. Název transformační stanice bude „Jakub 2“ (10016590). Transformační stanice bude vybavena olejovým hermetickým transformátorem o výkonu 630 kVA.

Část pozemku na parcele č. 3303/1, kde bude umístěna nová transformační stanice, bude odkoupena. Pozemek pro odkoupení pro umístění nové TS a jejího okolí je výměra cca 30 m². Pozemek musí být odkoupen před zahájením výkopových prací. Před novou TS Jakub 2 bude vybudována nová zámková dlažba, která bude navazovat na nezpevněnou cestu na parcele č. 1480/1.

Transformační stanice typu UF 2538 je tvořena železobetonovou buňkou se základovou deskou a stěnami, odlítnými jako jeden celek z betonu typu C35/45. Ocelová výztuž buňky je svářena a připojena na hlavní ochranný vodič. Pro ekologickou bezpečnost jsou stěny a příčky navrženy tak, aby nepropouštěly olej a tvoří záchytnou i havarijní olejovou jímku o objemu 1000 l. Trafostanice bude vybudována dle TNS 36 8341 a TNS 35 8340.

Na výkresu č. V01 je znázorněno umístění nové TS Jakub 2, viz přílohy – výkresová část. Na výkresech S01 a S02, viz přílohy – výkresová část, je blíže popsán vzhled a vnitřní uspořádání transformační stanice. [4]

3.3 Popis technických a technologických zařízení – silové kabely

3.3.1 Nové podzemní kabelové vedení vn – zemní kabel

Provozní napětí: 22 kV, 50 Hz

Tabulka 7 Nové podzemní kabelové vedení vn

Zemní kabel NA2XS(F)2Y	Délka trasy (km)
3 x (1x 150) mm ²	0,443

Pro zemní vedení vn bude využit jednožilový kabel vn s pláštěm z polyethylenu, který zajišťuje základní mechanickou ochranu žíly. Tento typ kabelu byl využit proto, že v tomto případě nepotřebujeme zvýšenou ochranu proti šíření požáru po kabelu, vlivem požáru nedojde k případnému poškození ostatních zařízení.

Tento typ kabelu je typicky používán pro budování kabelových tras vn mezi jednotlivými transformačními stanicemi nebo jejich připojování. V tomto případě bude kabelové vedení ukončeno v rozvaděči vn uvnitř nové kioskové transformační stanice.

Mimo část kabelového vedení umístěné uvnitř TS Jakub 2 bude kabelové vedení vn opatřeno doplňující mechanickou ochranou tvořenou plastovou chráničkou nebo betonovým žlabem. V případě kabelového svodu je vedení tvořeno jednožilovými kabely vn, které jsou až do výšky 2,5 m nad zemí chráněny kabelovým krytem.

Pro případy křížení kabelového vedení vn s cizí sítí vyžadující zvýšenou ochranu proti šíření požáru, je bude využito jednoplášťové kabelové vedení s doplňující ochranou pláště proti šíření požáru a ohnivzdornou páskou.

Typ dvouplášťového kabelového vedení vn bude využit pro propojovací vedení mezi rozvaděčem vn a vn stranou transformátoru. Tento postup je nutný, protože propojovací kabelové vedení je ve většině prostoru na vzduchu v malých vzdálenostech. [10]

3.3.2 Nové podzemní vedení E-SEK – zemní optické vedení

Tabulka 8 Nové podzemní vedení E-SEK

Chránička HDPE	Délka trasy (km)
HDPE 40 modrá	0,443

Ke kabelovému vedení vn bude přiloženo optické kabelové vedení, jedná se o standardní postup při budování nového kabelového vedení vn nebo při jeho obnově. Příloha optického vedení bude realizována pomocí plastové chráničky pro optiku, která bude uložena v souběhu s novým kabelovým vedením vn.

Na dlouhých etapách nebo při napojování na stávající technickou infrastrukturu budou plastové chráničky spojovány pomocí spojek určených pro plastové chráničky pro optiku. [27]

Při budování tras optických kabelů je nutné dodržet:

- Krytí optické chráničky musí být stejné jako krytí kabelového vedení vn.
- Optický kabel bude vždy instalován v plastové chráničce.
- V případě uložení v nezastavěné části bude na plastovou chráničku umístěn identifikační štítek každých 20 m.
- Pro mechanickou ochranu bude nad kabelové vedení vn a sdělovacím vedením umístěna betonová nebo plastová deska a výstražná fólie červené barvy.
- Pokládka sdělovacího vedení musí dodržet pravidla pro pokládku kabelového vedení. [27]

3.3.3 Nové podzemní kabelové vedení nn – zemní kabel

Provozní napětí: 400/230 V, 50 Hz

Tabulka 9 Nové podzemní kabelové vedení nn

Zemní kabel NAYY	Délka trasy (km)
4 x 150	0,423
4 x 240	0,291

Obecně jsou kabelové sítě nízkého napětí navrhovány jako zkruhované sítě, zároveň musí být co nejjednodušší a nejpřehlednější. Při výstavbě je cílem vybudovat bezpečnou a spolehlivou distribuční síť, která musí být přehledná pro manipulaci a lokalizaci poruch, možnost přepojování sítí, integrace vysokého podílu obnovitelných zdrojů, smart technologií a snížení impedance sítě.

Zásady pro budování kabelového vedení nn:

- Vybudování bezpečné a spolehlivé distribuční sítě,
- Přehlednosti pro manipulaci a pro lokalizaci poruch,
- Možnost přepojování sítí pro snižování SAIDI, SAIFI,
- Integrace vysokého podílu OZE a smart technologií,
- Pokrytí potřeb předpokládaného růstu elektromobility,
- Snížení impedance sítí, zejména s ohledem na připojení rozptýlené výroby.

Nové sítě nn se přednostně budují jako zemní kabelové sítě. [13]

3.3.4 Transformační stanice vn/nn

Tabulka 10 Nová kiosková TS v bloku s vnitřní obsluhou do výkonu 1x 630 kVA, typ UF 2538

	typ	parcela
Transformační stanice	UF 2538	3303/1

Jako distribuční transformátory (dále jen „DT“) s kapalným dielektrikem byl navržen olejový transformátor s výkonem 630 kVA v hermetickém provedení. U DT tohoto typu není nutné provádět kontroly oleje v průběhu jeho provozu a není možné olej v případě úniku doplnit. Pokud by při kontrole byl zjištěn únik oleje, je nutné neprodleně zajistit výměnu a opravu DT.

DT jsou určeny pro distribuční síť s frekvencí 50 Hz. Jmenovité sdružené napětí na primární straně je 22 kV a jmenovité sdružené napětí na sekundární straně je 400 V. Jmenovitý převod

DT bude 22/0,4 kV. V TS bude využit transformátor v zapojení Dyn1. Napětí nakrátko pro transformátor o výkonu 630 kVA bude $u_k = 6 \%$.

DT bude vybaven 5 polohovým přepínačem odboček na straně VN. Rozsah přepínače bude $\pm 2 \times 2,5 \%$. Přepínání odboček nebude možné provádět pod zatížením. [4]

Výbava transformátoru

Transformátor je vybaven svorníkovými oky na průchodkách nn. Pomocí vodiče PEN se zelenožlutou izolací je provedeno propojení uzlu transformátoru s uzemňovacím bodem na víku transformátoru, tento vodič je poté zakončen svorkou pro spojení s uzemňovací soustavou trafostanice tvořenou zemnicím páskem FeZn 30x4.[7]

3.3.5 Nové Hlavní domovní vedení – HDV

Tabulka 11 Nové hlavní domovní vedení

	Počet (ks)
Hlavní domovní vedení	14

Hlavní domovní vedení, zkráceně HDV, je část elektrického vedení mezi kabelovým pilířem a elektroměrovým rozvaděčem. Toto vedení po vybudování nezůstane ve vlastnictví energetiky.

Pro připojení odběrných míst se využijí smyčkové kabelové pilíře, zkráceně SS, rozpojovací kabelové pilíře, zkráceně SR a rozpojovací kabelové pilíře s dělenou přípojnici, zkráceně SD. Z ekonomického hlediska budou použity typy pilířů SD a SR, které mají ve výbavě dva pojistkové spodky do 160 A, kabelové pilíře SD a SR jsou běžně vybaveny pojistkovými spodky do 400 A. Pilíře SS disponují standartní výbavou pojistkových spodků do 160 A.

HDV bude jištěno v kabelových pilířích typu SD, SR a SS, ze kterých bude vyvedeno do nových elektroměrových rozvaděčů.

Pilíře typu SS budou sloužit ke smyčkovému připojení páteřního kabelu a pro odjištění jednotlivých HDV vedoucích z přípojkové skříně do elektroměrového rozvaděče. [13]

3.4 Popis technických a technologických zařízení – uzemnění

Navrhované uzemnění musí splňovat následující podmínky:

- Zajištění mechanické pevnosti a odolnosti proti korozi
- Odolnost proti oteplení vlivem maximálního poruchového proudu
- Zamezení poškození elektrických zařízení a majetku

- S ohledem na napětí na uzemnění, které se objeví vlivem maximálního poruchového proudu, zajisti bezpečnost osob

Parametry určující dimenzování uzemnění

- Velikost poruchového proudu
- Doba trvání poruchy
- Vlastnosti půdy

Pro zjištění parametrů a vlastností půdy bylo provedeno měření rezistivity půdy předepsanou Wenerovou metodou. Pomocí této metody změříme rezistivitu půdy v předem určených místech v prostorách budoucí stavby. Z výsledků měření bude navržena délka zemnicích pásků FeZn 30x4 pro novou distribuční síť nn. Počet uzemněných míst byl navržen tak, aby žádný kabelový pilíř nebyl vzdálen od uzemnění více než 100 m.

Velká pozornost musí být při navrhování nové uzemňovací soustavy věnována vhodnému rozložení uzemnění vodiče PEN. To platí nejen v distribuční soustavě, ale i v elektrických přípojkách, aby byla zajištěna bezpečnost celé sítě. Uzemňovací body ve venkovní soustavě se rozmisťují s ohledem na ochranu před přepětím.

Bližší popis nově navrhované uzemňovací soustavy naleznete v podkapitole 3.1.3 Technický popis stavby. Umístění a struktura nového uzemnění sítě nn je zobrazen na schématu S03 a výkresu V01. Umístění a struktura uzemnění nové TS Jakub 2 je zobrazena na schématech S01 a S02. [2]

3.4.1 Uzemnění transformační stanice – TS Jakub 2

Tabulka 12 Uzemnění nové TS Jakub 2

Zemnicí páska FeZn	Délka trasy (km)
FeZn 30x4	0,07

Odpor uzemnění pracovního uzlu zdroje by neměl být větší než 5 Ω . V případě, že tato podmínka nemůže být splněna, například vlivem ztížených půdních podmínek, je dovolen zvýšený odpor uzemnění, který nesmí být větší než 15 Ω .

Jako ztížené půdní podmínky je klasifikována každá půda, která má v hloubce 1 až 3 m velikost měrného odporu větší než 200 Ω m.

Celkový odpor uzemnění v neztížených půdních podmínkách pro síť s uzemněným uzlem zdroje by neměla přesahovat 2 Ω .

U blokových kompaktních trafostanic se nerealizuje pokládka strojeného zemniče do betonové směsi v základu tělesa. Důvodem je velké kolísání rezistivity půdy v závislosti na druhu půdy a její povrchové struktuře, hustotě a vlhkosti. Rozsah měrné rezistivity půdy dosahuje od 5 do 50 000 Ωm v závislosti na vlastnostech půdy. Rezistivitu půdy ovlivňuje do hloubky několika metrů i vlhkost půdy, která může způsobit její značné kolísání. [2]

3.4.2 Uzemnění kabelové sítě nn – kabelové pilíře

Tabulka 13 Uzemnění nové kabelové sítě nn

Zemnicí páska FeZn	Umístění	Délka trasy (km)
FeZn 30x4	SR542/NK (N3303_4)	0,02
FeZn 30x4	SD852/NK (N3303_12)	0,05

Uzemnění kabelové sítě nn musí být provedeno tak, aby žádný pilíř nebyl vzdálen od místa uzemněného bodu více než 100 m. Jednotlivá uzemnění vodiče PEN nesmí v celé trase kabelové sítě nn překročit hodnotu 15 Ω . V průběhu kabelové sítě uzemňujeme páskem FeZn 30x4 o délce 20 m.

Na koncích kabelového vedení nesmí hodnota odporu uzemnění vodiče PEN překročit 5 Ω , proto uzemňujeme konec vedení zemnicím páskem FeZn 30x4 o délce 50 m.

Uzemnění kabelové sítě nn musí být vhodně rozmístěno, aby zajistilo bezpečný chod sítě a bylo co nejekonomičtější.[2]

3.5 Pokládka kabelového vedení vn

Prostředí, do něhož je kabelové vedení vn uloženo, nesmí mít na něj nepříznivé vlivy. Pro případy zvýšeného mechanického namáhání je kabelové vedení vn uloženo do betonových žlabů nebo plastových chrániček.

Kladení kabelů vn se provádí při teplotách vyšších než 4 °C, v opačném případě je nutné kabel předehrát. Při přepravě a uskladnění jsou kabelové konce opatřeny smrštitelným ochranným uzávěrem.[10]

Zásady při pokládání kabelového vedení vn:

- Kabely jsou zatahovány za tažnou punčochu.
- Pro omezení nejvyššího tahu musí být použito předepsané zařízení.
- Nutno používat ukládací kladky a válečky.
- Při ukládání nesmí být překročen povolený poloměr ohybu. [10]

3.5.1 Ruční pokládka kabelů

Pokládka kabelů bez použití mechanismů se využívá při kladení kabelů menších průřezů v krátkých trasách nebo kvůli ekonomické náročnosti přípravy trasy pro mechanizované kladení kabelů. Při pokládce kabelu nesmí dojít k jeho tažení po zemi, odírání o hranu výkopu, ocelovou konstrukci, betonový žlab apod. Pokud hrozí jeden z těchto případů je nutné využití vhodně umístěné kabelové kladky.

V případě spojování dvou kabelových vedení pomocí spojky je nutno počítat s rezervou délky kabelů v případě nutné úpravy jednotlivých žil. Při pokládce kabelového vedení se nesmí překročit povolený ohyb kabelového vedení, tato podmínka platí zejména při zaúst'ování kabelu do DT.

Po uložení kabelového vedení do pískového lóže je provedena kontrolní pláš'ová zkouška kabelu. Pokud zkouška zjistí poruchu na plášti kabelu, výkop se nesmí zahodit až do dokončení opravy a provedení druhé zkoušky.

Před uvedením kabelového vedení do provozu se provede provozní zkouška dle PNE 34 7626. [10]

3.5.2 Mechanizovaná pokládka kabelů

Pokládka kabelů za použití mechanismů se využívá při kladení většího počtu kabelů. Podél celé trasy výkopu pro kabelové vedení jsou rozmístěny kladky. Kabely se táhnou za pláš' s použitím punčochy.

Konec kabelu musí být chráněn proti vnikání vlhkosti do jádra a pod pláš' pomocí kabelové koncovky až do momentu, kdy dojde k jeho pokládce a následnému připojení. Kabel nesmí být ve výkopu napjatý, ale má tvořit mírné vlnky.

Ostatní postup je obdobný jako u ruční pokládky kabelu. [10]

3.5.3 Pokládka kabelů pluhováním

Tato metoda pokládání kabelů se realizuje pomocí strojního zaorávání a musí splňovat následující podmínky:

- Zároveň s kladením kabelu musí probíhat geodetické zaměřování trasy, včetně hloubky uložení.
- Zaváděcí zařízení nesmí překročit dovolený poloměr ohybu kabelu.
- Zaváděcí stroj musí být možno v případě potřeby okamžitě vypnout.
- Při pokládce nesmí být překročena maximální dovolená tažná síla kabelu.

Tato metoda pokládky kabelu vn se využívá pro dlouhé úseky bez překážek, nejméně 500 m. Pro tento projekt není tato metoda vhodná a nebude použita. [10]

3.6 Pokládka kabelového vedení nn

Prostředí, do něhož je kabelové vedení nn uloženo, nesmí mít na něj nepříznivé vlivy. Pro případy zvýšeného mechanického namáhání je kabelové vedení nn uloženo do betonových žlabů nebo plastových chrániček. Výstupy z chrániček jsou ošetřeny tak, aby nepoškodili izolaci kabelu.

Kladení kabelů vn se provádí při teplotách vyšších než 4 °C, v opačném případě je nutné kabel předežhřát. Při přepravě a uskladnění jsou kabelové konce opatřeny smrštitelným ochranným uzávěrem. Kabel se s neuzavřeným koncem nechává pouze po nezbytně nutnou dobu pro jeho instalaci. [14]

3.6.1 Ruční pokládka kabelů

Ruční pokládka kabelů je nejčastěji využívanou metodou u sítí nn, kabelová vedení jsou lehká a nevyžadují obtížnou manipulaci. Při pokládce kabelu nesmí dojít k jeho tažení po zemi, odírání o hranu výkopu, ocelovou konstrukci, betonový žlab apod. Pokud hrozí jeden z těchto případů je nutné využití vhodně umístěné kabelové kladky.

V případě zapojování kabelového vedení do kabelových pilířů, rozvaděčů nn a spojování dvou kabelových vedení pomocí spojky je nutno počítat s rezervou délky kabelů v případě nutné úpravy jednotlivých žil. Při pokládce je kabelového vedení se nesmí překročit povolený ohyb kabelu. Kabelového vedení ve výkopu nesmí být napjaté, ale má tvořit mírné vlnky. [14]

3.7 Struktura nové kabelové sítě nn

3.7.1 Kabelové sítě smyčkové

Jedná se o běžný způsob připojení odběrů do 160 A s přípojným kabelem pro hlavní domovní vedení o průřezu 50 mm². Má-li být kabelové vedení nn využité pro smyčkové připojení průřez 50 mm², doporučuje se připojit maximálně 4 odběrná místa s předpokládanou nejvyšší hodnotou hlavního jističe 3x 32 A. V práci je použito kabelové vedení s průřezem 150 mm², které může smyčkově připojit až 12 odběrných míst s nejvyšší hodnotou hlavního jističe 3x 32 A.

Smyčková kabelová síť je složena z kmenového vedení vedeného z DTS do rozpojovacího kabelového pilíře, dále je pak toto vedení vyvedeno z rozpojovacího pilíře smyčkově připojí

smyčkové kabelové pilíře a je ukončeno v jiném rozpojovacím pilíři nebo rozpojovacím pilíři s dělenou přípojnici na konci úseku. Kmenové vedení je jištěno v rozpojovacích pilířích. V případě krátkých vývodů je smyčkové vedení jištěno v DTS. Do smyčkových kabelových pilířů je kabel pouze zasmyčkován, není jištěn. Pokud chceme propojit dvě DTS, využijeme rozpojovací kabelový pilíř s dělenou přípojnici.

Názorný příklad této sítě je zobrazen ve výkresu V01. Zde je kabelové vedení NAYY 4x240 mm² vyvedeno z TS Jakub 2 (10016590) a připojuje rozpojovací kabelový pilíř SR542/NK (N3303_4, S087207). Z tohoto rozpojovacího pilíře jsou následně vyvedena dvě kabelová vedení NAYY 4x150 mm², která smyčkově připojí smyčkové kabelové pilíře a jsou ukončena v novém rozpojovacím pilíři s dělenou přípojnici SD852/NK (N3303_12, S087208). Schéma zapojení viz. S03. [13]

3.7.2 Kabelové sítě s T přípojkami nn

Jedná se o běžný způsob připojení odběrů, jako jsou garáže, chatové osady, zahrádky nebo dobíjecí stanice. Kabelová síť s přípojkami provedenými pomocí T-spojek se skládají z páteřního kabelu, nejčastěji NAYY 4x150 mm², vyvedeného z DTS do rozpojovacího kabelového pilíře. Z tohoto pilíře je následně vyvedeno kabelové vedení, které pomocí T-spojek a kabelového vedení připojuje přípojkové kabelové pilíře a je ukončeno v rozpojovacím pilíři nebo v pilíři s dělenou přípojnici. [13]

Pravidla pro budování sítě s T-spojkami:

- Přípojka musí být v délce do 35 m, jinak nelze použít.
- Jedna přípojka může sloužit jako dodávka elektrické energie pro maximálně dva odběratele.
- Celkový výkon na odběrném místě nesmí převýšit maximální zatížení kabelové přípojky.
- Kabelové přípojky se zaústějí do přípojkových kabelových pilířů (SP), které musí být volně přístupné.
- Páteřní kabel je uložen na volně přístupném prostoru, aby k němu v případě poruchy byl neomezený přístup.
- Z jednoho páteřního kabelu lze naspojovat pomocí T-spojek pouze tři přípojkové kabely, v součtu maximálně 6 odběrných míst.
- Přípojkové vedení z T-spojky nesmí křížovat vozovku.

Tato struktura kabelové sítě není v práci použita. [13]

3.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Vlivem výstavby nového kabelového vedení nn a vn nedojde ke zvýšení požárního rizika v místě stavby

Stavba nevytváří požárně nebezpečné prostory.

Řešení požární bezpečnosti a vymezení požárně bezpečných prostor kioskové trafostanice je popsáno ve výkresové části, výkresové schéma S01.

Budované zařízení nevyžaduje, aby bylo v oblasti dostupné hasivo. [44]

Vybavení stavby požárně bezpečnostními prvky a stanovení jejich provedení

Na pracovišti musí být s ohledem na požární bezpečnost zajištěny tyto podmínky dle ČSN EN 73 0810 – požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení:

- Zajištění zákazu kouření, svařování, manipulace s otevřeným ohněm a požárně nebezpečnými látkami, zejména v prostorách se zvýšeným požárním nebezpečím.
- Zajištění volného přístupu k hasicím přístrojům, požárním hydrantům a požárním zařízením.
- Řádné označení pracoviště vzhledem k požární ochraně
- Nahlášení přesného množství a typu skladovaných hořlavých látek a materiálů zástupci firmy zadávající projekt.
- Bezodkladné nahlášení každého vzniklého požáru v prostorách stavby zástupci firmy zadávající projekt.
- Nahrazení veškerých škod a nákladů vzniklých s případným zaviněním požáru, použití prostředků požární ochrany a použitím požární techniky nebo požárně bezpečnostního zařízení.
- Dodržení technických podmínek a návodů, vztažených na požární bezpečnost výrobků a činností
- Dodržení bezpečnost při svařování v souladu s vyhláškou Ministerstva vnitra ČR č. 87/2000 Sb.
- Zajištění volných příjezdových komunikací a nástupních ploch pro požární techniku, únikových cest a volného přístupu k nouzovým východům, rozvodným zařízením elektrické energie, uzávěrům vody, plynu, topení a produktvodům, k věcným prostředkům požární ochrany a k ručnímu ovládní požárně bezpečnostního zařízení v prostorách, vztahujících se na dané pracoviště.

Stavba nebude negativně ovlivňovat stávající nástupní plochy pro požární techniku. Výkop bude zahrnut ihned po provedení práce. Při stavbě nedojde ke změně šířky místních komunikací a nebude ovlivňovat podzemní nebo nadzemní hydranty. [44]

3.9 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

Pro ochranu před vnějšími vlivy ve venkovním prostředí jsou všechny kovové součásti opatřeny ochranným zinkovaným nátěrem.

Na všech stávajících kovových konstrukcích se provede odstranění rzi a nový zinkový nátěr. [71]

3.10 Připojení na technickou infrastrukturu

3.10.1 Zásady napojení na technickou infrastrukturu, křížení technické a dopravní infrastruktury

Nové posílení využije k napojení na technickou infrastrukturu stávající distribuční soustavu energetické společnosti.

Pro tento druh stavby není vyžadován žádný další způsob napojení na stávající infrastrukturu. [14]

3.10.2 Místní komunikace, dálnice, rychlostní silnice a silnice I., II. a III. třídy:

Při stavbě nedojde k dotčení místní komunikace, silnice II a III třídy.

Před započítáním stavby je nutné mít povolení příslušného silničního správního úřadu dopravy na zvláštní užívání pozemních komunikací k provedení stavebních prací.

Na silnici musí být umístěno dopravní značení na omezení silničního provozu. [14]

3.10.3 Křížení se stávající a novou technickou infrastrukturou

Ve výkresu V01 jsou na základně podkladů od jejich provozovatelů orientačně zakresleny stávající a nové podzemní inženýrské sítě nacházejících se v prostoru nového projektu.

Umístění nového kabelového vedení plně respektuje požadavky na ochranu stávajících podzemních inženýrských sítí.

Před zahájením výkopových prací je nutné provést přesné zaměření pozemních inženýrských sítí a jejich následné vytýčení, aby nedošlo k jejich omezení nebo poškození. [14]

Jedná se o tato stávající zařízení:

- podzemní vodovodní potrubí

- podzemní kanalizace
- podzemní silové kabelové vedení
- nadzemní vedení vn
- podzemní vedení vn

Jedná se o tato nová zařízení:

- podzemní vodovodní potrubí
- podzemní kanalizace

3.10.4 Stávající ochranná a bezpečnostní pásma

Vymezení **ochranného pásma elektrické stanice** je stanoveno dle TNS 54 1710. Vymezeno pomocí svislých rovin vedených po obvodu stanice ve vodorovné vzdálenosti.

Kompaktních (monolitických) trafostanic vn/nn – 2 m

Vymezení **ochranného pásma elektrizační soustavy nadzemního a podzemního vedení** je stanoveno dle TNS 54 1710. Vymezeno pomocí svislých rovin vedených po obou stranách vedení ve vodorovné vzdálenosti.

Nadzemního vedení vn (holé vodiče) – 7 m

Podzemního vedení vn – 1 m

Podzemního vedení nn – 1 m

Telekomunikační sítě držitele licence (E-SEK – u zařízení vlastní držitele licence) - 1 m

Ochranná pásma vodovodních řádů a kanalizačních stok je vymezeno vodorovnou vzdáleností od vodovodního, kanalizačního potrubí nebo kanalizační stoky 1,5 m na každou stranu, při průměru potrubí 500 mm.

Pro potrubí o průměru 200 mm a uložení do 2,5 m je ochranné pásmo 2,5 m.

Vymezení ochranného pásma komunikačních vedení je stanoveno dle TNS 54 1710. Vymezeno pomocí svislých rovin vedených po obou stranách vedení ve vodorovné vzdálenosti.

Podzemního vedení – 0,5 m

Nadzemní vedení – stanoveno individuálně v územním rozhodnutí stavebního úřadu na návrh vlastníka tohoto vedení.

Vymezení **ochranného pásma plynárenského zařízení**, plynovodu, plynovodní přípojky je stanoveno dle TNS 54 1710. Vymezeno pomocí svislých rovin vedených po obou stranách vedení ve vodorovné vzdálenosti.

Nízkotlaké a středotlaké plynovody a plynovodní přípojky, jimiž se rozvádí plyn v

zastavěném území obce – 1 m

Ostatní plynovody a plynovodní přípojky – 4 m

Vymezení **ochranného pásma technologických objektů** je stanoveno dle TNS 54 1710.

Vymezeno pomocí svislých rovin vedených ve vodorovné vzdálenosti 4 m na všechny strany od půdorysu. [14]

4 Výpočty a dimenzování

4.1 Kontrolní výpočty na kabelovém vedení vn

4.1.1 Výpočet úbytku napětí

Výpočet pro kabelového vedení 3x NA2XS(F)2Y 1x 240 připojící novou trafostanici TS Jakub 2.

Parametry kabelového vedení vn

$$U = 22 \text{ kV}$$

$$I = 352 \text{ A}$$

$$X_K = 0,2 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$R_K = 0,124 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_{ved} = 230 \text{ m}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$\cos\varphi = 0,97$$

Výpočet parametrů kabelového vedení vn

$$X = X_K \cdot l_{ved} = 0,12 \cdot 0,230 = 0,028 \text{ } \Omega \quad 1$$

$$R = R_K \cdot l_{ved} = 0,129 \cdot 0,230 = 0,032 \text{ } \Omega \quad 2$$

Výpočet úbytku napětí NA2XS(F)2Y o průřezu 240 mm², při maximálním provozním proudu

$$\begin{aligned} \Delta U_f &= R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \sin\varphi = 0,0248 \cdot 352 \cdot 0,97 + 0,0377 \cdot 352 \cdot 0,243 \\ &= 13,58 \text{ V} \end{aligned} \quad 3$$

$$\Delta U_{f\%} = \frac{\Delta U_f}{U} \cdot 100 = 0,062 \text{ } \% \quad 4$$

$$\Delta U_S = \sqrt{3} \cdot \Delta U_f = 23,52 \text{ V} \quad 5$$

- Kabelové vedení vyhovuje podmínce na úbytek napětí, kde úbytek na úseku vedení nesmí být větší než 10 % ze jmenovitého napětí. Úbytek napětí na tomto úseku kabelového vedení vn byl 0,062 %.

4.1.2 Výpočet úbytku napětí

Výpočet úbytku napětí na kabelovém vedení vn typu 3xNA2XS(F)2Y 1x240 vyvedeného z TS Jakub 2, které nově připojí stávající TS Jakub 1. Ve výpočtu je zahrnuta délka nového a stávajícího kabelového vedení vn typu 3x NA2XS(F)2Y 1x 240 spojeného přes kabelovou spojku vn.

Parametry kabelového vedení vn

$$U = 22 \text{ kV}$$

$$I = 352 \text{ A}$$

$$X_K = 0,12 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$R_K = 0,129 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_{ved} = 481 \text{ m}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$\cos\varphi = 0,97$$

Výpočet parametrů kabelového vedení vn

$$X = X_K * l_{ved} = 0,12 * 0,481 = 0,068 \text{ } \Omega \quad 6$$

$$R = R_K * l_{ved} = 0,129 * 0,481 = 0,073 \text{ } \Omega \quad 7$$

Výpočet úbytku napětí NA2XS(F)2Y o průřezu 240 mm², při maximálním provozním proudu

$$\begin{aligned} \Delta U_f &= R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \sin\varphi = 0,0248 \cdot 352 \cdot 0,97 + 0,0377 \cdot 352 \cdot 0,243 \\ &= 30,63 \text{ V} \end{aligned} \quad 8$$

$$\Delta U_{f\%} = \frac{\Delta U_f}{U} \cdot 100 = 0,14 \text{ } \% \quad 9$$

$$\Delta U_S = \sqrt{3} * \Delta U_f = 53,05 \text{ V} \quad 10$$

- Kabelové vedení vyhovuje podmínce na úbytek napětí, kde úbytek na úseku vedení nesmí být větší než 10 % ze jmenovitého napětí. Úbytek napětí na tomto úseku kabelového vedení vn byl 0,14 %.

4.2 Kontrolní výpočty na kabelovém vedení nn

4.2.1 Výpočet úbytku napětí na kabelovém vedení NAYY4x240

Výpočet pro druhý vývod kabelového vedení NAYY 4x240 z trafostanice TS Jakub 2 do dělicího pilíře SD632/NK (N32).

Parametry kabelového vedení

$$U = 420 \text{ V}$$

$$I = 224 \text{ A}$$

$$X_K = 0,080 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$R_K = 0,129 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_{ved} = 172 \text{ m}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$\cos\varphi = 0,97$$

Výpočet parametrů vedení kabelového vedení

$$X = X_K \cdot l_{ved} = 0,08 \cdot 0,172 = 0,0138 \text{ } \Omega \quad 11$$

$$R = R_K \cdot l_{ved} = 0,129 \cdot 0,172 = 0,0222 \text{ } \Omega \quad 12$$

Výpočet úbytku napětí na vedení NAYY4x240, při maximálním provozním proudu

$$\begin{aligned} \Delta U_f &= R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \sin\varphi = 0,0222 \cdot 224 \cdot 0,97 + 0,0138 \cdot 224 \cdot 0,243 \\ &= 5,57 \text{ V} \end{aligned} \quad 13$$

$$\Delta U_{f\%} = \frac{\Delta U_f}{U} = 2,42 \text{ } \% \quad 14$$

$$\Delta U_S = \sqrt{3} * \Delta U_f = 9,65 \text{ V} \quad 15$$

Ověření podmínky pro bezpečný provoz

$$\Delta U_{Smax} = U * 0,1 = 42 \text{ V} \quad 16$$

$$\Delta U_{Smax} > \Delta U_S \quad 17$$

- Kabelové vedení vyhovuje podmínce na úbytek napětí, kde úbytek na úseku vedení nesmí být větší než 10 % ze jmenovitého napětí. Úbytek napětí na tomto úseku kabelového vedení vn byl 2,42 %.

4.2.2 Výpočet úbytku napětí na kabelovém vedení NAYY4x150

Výpočet pro kabelového vedení NAYY 4x150, vyvedené z rozpojovacího pilíře SR552/NK (N3303_4), které smyčkově připojuje nové kabelové pilíře SS200/NK (N3303_6, N3303_8 a N3303_10) a je ukončeno v novém dělicím pilíři SD852/NK (N3303_12).

Parametry kabelového vedení

$$U = 420 \text{ V}$$

$$I = 186 \text{ A}$$

$$X_K = 0,080 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$R_K = 0,206 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_{ved} = 153 \text{ m}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$\cos\varphi = 0,97$$

Výpočet parametrů vedení kabelového vedení

$$X = X_K \cdot l_{ved} = 0,08 \cdot 0,153 = 0,0122 \text{ } \Omega \quad 18$$

$$R = R_K \cdot l_{ved} = 0,206 \cdot 0,153 = 0,0315 \text{ } \Omega \quad 19$$

Výpočet úbytku napětí na vedení NAYY 4x150, při maximálním provozním proudu

$$\begin{aligned} \Delta U_f &= R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \sin\varphi = 0,0315 \cdot 186 \cdot 0,97 + 0,0122 \cdot 186 \cdot 0,243 \\ &= 6,23 \text{ V} \end{aligned} \quad 20$$

$$\Delta U_{f\%} = \frac{\Delta U_f}{U} = 2,7 \text{ \%} \quad 21$$

$$\Delta U_S = \sqrt{3} * \Delta U_f = 10,79 \text{ V} \quad 22$$

Ověření podmínky pro bezpečný provoz

$$\Delta U_{Smax} = U * 0,1 = 42 \text{ V} \quad 23$$

$$\Delta U_{Smax} > \Delta U_S \quad 24$$

- Kabelové vedení vyhovuje podmínce na úbytek napětí, kde úbytek na úseku vedení nesmí být větší než 10 % ze jmenovitého napětí. Úbytek napětí na tomto úseku kabelového vedení vn byl 2,7 %.

4.3 Kontrolní výpočty na kabelovém vedení HDV

4.3.1 Výpočet úbytku napětí na HDV

Výpočet pro hlavní domovní vedení mezi novým rozpojovacím pilířem SR552/NK (N3303_4) a elektroměrovým rozvaděčem ER04.

Parametry kabelového vedení

$$U = 420 \text{ V}$$

$$I = 50 \text{ A}$$

$$X_K = 0,095 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$R_K = 1,880 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_{ved} = 7 \text{ m}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$\cos\varphi = 0,97$$

Výpočet parametrů vedení kabelového vedení

$$X = X_K * l_{ved} = 0,095 * 0,007 = 0,00067 \text{ } \Omega \quad 25$$

$$R = R_K * l_{ved} = 1,88 * 0,007 = 0,0132 \text{ } \Omega \quad 26$$

Výpočet úbytku napětí na vedení NYY 4x10

$$\Delta U_f = R * I * \cos\varphi + X * I * \sin\varphi = 0,65 \text{ V} \quad 27$$

$$\Delta U_{f\%} = \frac{\Delta U_f}{U} = 0,15 \text{ \%} \quad 28$$

$$\Delta U_S = \sqrt{3} * \Delta U_f = 1,12 \text{ V} \quad 29$$

Ověření podmínky pro bezpečný provoz

$$\Delta U_{Smax} = U * 0,02 = 8,4 \text{ V} \quad 30$$

$$\Delta U_{Smax} > \Delta U_S \quad 31$$

- Kabelové vedení vyhovuje podmínce na úbytek napětí, kde úbytek na úseku vedení nesmí být větší než 2 % ze jmenovitého napětí. Úbytek napětí na tomto úseku kabelového vedení vn byl 0,15 %.

4.4 Výpočet zatížení transformátoru

4.4.1 Zatížení stávající zděné trafostanice TS Jakub 1

Stávající TS Jakub 1 je vybavena dvěma transformátory o výkonu 400 kVA s odděleným provozem. Stávající zatížená transformační stanice je 130 kVA. Velikost odběru jednoho rodinného domu je 13,5 kW a počet odběrů je 23.

Parametry transformační stanice:

$$S_T = 800 \text{ kVA}$$

$$S_{z1s} = 130 \text{ kVA}$$

$$P = 13,5 \text{ kW}$$

$$k = 23$$

$$\beta = 0,8$$

$$\cos\varphi = 0,97$$

Výpočet zatížení TS Jakub 1

$$S_{z1n} = \frac{P \cdot k \cdot \beta}{\cos\varphi} = \frac{13,5 \cdot 23 \cdot 0,8}{0,97} = 248,4 \text{ kVA} \quad 32$$

$$S_{z1c} = S_{z1s} + S_{z1n} = 130 + 248,4 = 386,08 \text{ kVA} \quad 33$$

$$\gamma = \frac{S_{z1c}}{S_T} = \frac{386,08}{800} = 0,48 \quad 34$$

Kde $S_{T1} \dots$ je výkon transformační stanice TS Jakub 1

$S_{z1n} \dots$ je velikost odebíraného výkonu z odběrů nové zástavby

$S_{z1s} \dots$ je velikost stávajícího odebíraného výkonu z ostatních odběrů

$S_{z1c} \dots$ je celková velikost odebíraného výkonu

$P \dots$ je výkon jednoho odběrného místa

$k \dots$ je počet odběrných míst

$\gamma \dots$ je činitel zatížení

$\beta \dots$ je činitel soudobosti

$\cos\varphi \dots$ je účinník

Zatížení transformační stanice je v povolených mezích a nedojde tak ke snížení doby její životnosti vlivem nadměrného zatěžování. Zároveň je výkon zátěže menší než polovina výkonu transformační stanice, to nám umožňuje provádět revize a opravy na jednou

z transformátorů ve stanici bez nutnosti přerušení elektrické energie. Krátkodobé velké zatížení fungující stroje při revizi či opravě druhého nebude snižovat jeho životnost.

4.4.2 Zatížení nové kioskové trafostanice TS Jakub 2

Stávající TS Jakub 2 je vybavena transformátorem o výkonu 630 kVA. Velikost odběru jednoho rodinného domu je 10,5 kW a počet odběrů je 24.

Parametry transformační stanice:

$$S_T = 630 \text{ kVA}$$

$$P = 13,5 \text{ kW}$$

$$k = 24$$

$$\beta = 0,8$$

$$\cos\varphi = 0,97$$

Výpočet zatížení TS Jakub 2

$$S_{z2c} = \frac{P \cdot k \cdot \beta}{\cos\varphi} = \frac{13,5 \cdot 24 \cdot 0,8}{0,97} = 267,22 \text{ kVA} \quad 35$$

$$\gamma = \frac{S_z}{S_T} = \frac{207,84}{630} = 0,42 \quad 36$$

Kde $S_{T2} \dots$ je výkon transformační stanice TS Jakub 2

$S_{z2c} \dots$ je celková velikost odebíraného výkonu

$P \dots$ je výkon jednoho odběrného místa

$k \dots$ je počet odběrných míst

$\gamma \dots$ je činitel zatížení

$\beta \dots$ je činitel soudobosti

$\cos\varphi \dots$ je účinník

Zatížení transformační stanice je v povolených mezích a nedojde tak ke snížení doby její životnosti vlivem nadměrného zatěžování. Zároveň máme dostatečnou rezervu pro budoucí rozšíření nové zástavby. Prozatím bude rezerva ve výkonu sloužit jako záloha pro stávající zástavbu rodinných domů. V budoucnu může TS Jakub 2 napájet až 35 odběrných míst s odběrem 13,5 kW, kdy její činitel zatížení nepřekročí hodnotu 0,6. Při překročení této hodnoty by mohlo dojít k rychlejšímu stárnutí transformátoru. V případě poruchy lze tuto hodnotu krátkodobě překročit.

4.5 Výpočet uzemnění

4.5.1 Uzemnění kabelového vedení

Pro uzemnění byl zvolen paprskové zemnič, který bude proveden páskem FeZn 30x4. Na místě bylo provedeno měření zemního odporu půdy.

Tabulka 14 Naměřené hodnoty odporu půdy Wenerovou metodou

Číslo měření	Odpor půdy (Ω)	Místo
1	16	TS Jakub 2 (10016590)
2	15	SR552/NK (N3303_4)
3	18	SD852/NK (N3303_12)

Parametry pro výpočet uzemnění

$$l_1 = 20 \text{ m}$$

$$l_2 = 50 \text{ m}$$

$$l_m = 1 \text{ m}$$

$$r_{W1} = 15 \Omega$$

$$r_{W1} = 18 \Omega$$

$$n = 4$$

$$\eta_{pns} = 0,7$$

$$d = 0,015 \text{ m}$$

Výpočet měrného odporu půdy v místě SR552/NK (N3303_4), průběh vedení

$$\rho_{Ep1} = 2 \cdot \pi \cdot r_W \cdot l_m = 2 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 1 = 94,2 \Omega m \quad 37$$

Výpočet odporu zemního pásku pro paprskový zemnič v průběhu vedení

$$R_{Ep1} = \frac{\rho_{Ep}}{2 \cdot \pi \cdot l_1} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_1}{d} + \ln \frac{l_1}{2 \cdot \eta_{pns}} \right) = \frac{94,2}{2 \cdot \pi \cdot 20} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 20}{0,015} + \ln \frac{20}{2 \cdot 0,7} \right) \quad 38$$

$$= 7,9 \Omega$$

$$R_{Ep1n} = \frac{R_{Ep}}{x} \cdot \frac{1}{\eta_{pns}} = \frac{5,37}{4} \cdot \frac{1}{0,7} = 2,78 \Omega \quad 39$$

Výpočet měrného odporu půdy v místě SD852/NK (N3303_12), konec vedení

$$\rho_{Ep1} = 2 \cdot \pi \cdot r_W \cdot l_m = 2 \cdot \pi \cdot 18 \cdot 1 = 113,04 \Omega m \quad 40$$

Výpočet odporu zemního pásku pro paprskový zemnič na konci vedení

$$R_{EP2} = \frac{\rho_{Ep}}{2 \cdot \pi \cdot l_2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_2}{d} + \ln \frac{l_2}{2 \cdot \eta_z} \right) = \frac{113,04}{2 \cdot \pi \cdot 50} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 50}{0,015} + \ln \frac{50}{2 \cdot 0,7} \right) \quad 41$$

$$= 4,45 \Omega$$

$$R_{EP2n} = \frac{R_{Ep}}{x} * \frac{1}{\eta_{pn}} = \frac{3,4}{4} * \frac{1}{0,71} = 1,57 \Omega \quad 42$$

Kde $R_{EP1} \dots$ je odpor paprskového zemniče o délce 20 m (Ω)

$R_{EP2} \dots$ je odpor paprskového zemniče o délce 50 m (Ω)

$R_{EP1N} \dots$ je výsledný odpor paprskového zemniče o délce 20 m (Ω)

$R_{EP2N} \dots$ je výsledný odpor paprskového zemniče o délce 50 m (Ω)

$r_W \dots$ je naměřený odpor půdy Wenerovou metodou

$\rho_{Ep} \dots$ je měrný odpor půdy (Ωm)

$x \dots$ počet zemních pásků

$l_1 \dots$ délka paprsku SR542/NK (m)

$l_2 \dots$ délka paprsku SD820/NK (m)

$\eta_{pns} \dots$ koeficient využití paprskových zemničů

Uzemnění kabelové sítě nn splňuje podmínky pro zabezpečení ochrany uživatelů a majetku. Výsledný odpor uzemnění rozpojovacího pilíře s dělenou přípojnici SD852/NK (N3312, nepřesahuje mezní hodnotu 5 Ω , která je požadována na konci vedení. V průběhu vedení

4.5.2 Uzemnění kioskové trafostanice TS Jakub 2**Parametry pro výpočet uzemnění TS Jakub 2**

$$T_{\xi} = 3,78 \text{ m}$$

$$\eta_{z1} = 1$$

$$T_H = 2,5 \text{ m}$$

$$\eta_{z2} = 0,6$$

$$O_{\xi} = 5,78 \text{ m}$$

$$\eta_{pns} = 0,7$$

$$O_H = 4,5 \text{ m}$$

$$\eta_{pn1} = 1$$

$$r_W = 16 \Omega$$

$$\eta_{pn2} = 0,83$$

$$d = 0,015 \text{ m}$$

$$\eta_{op} = 0,9$$

$$l = 20 \text{ m}$$

$$l_m = 1 \text{ m}$$

Výpočet měrného odporu půdy

$$\rho_{Ep1} = 2 \cdot \pi \cdot r_W \cdot l_m = 2 \cdot \pi \cdot 16 \cdot 1 = 100,48 \Omega m \quad 43$$

Výpočet zemního odporu kruhového zemniče

$$D_{ekv1} = \frac{2 \cdot (T_{\xi} + T_H)}{\pi} = \frac{2 \cdot (3,78 \cdot 2,5)}{\pi} = 4 \Omega \quad 44$$

$$D_{ekv2} = \frac{2 \cdot (O_{\xi} + O_H)}{\pi} = \frac{2 \cdot (5,78 \cdot 4,5)}{\pi} = 6,55 \Omega \quad 45$$

Výpočet zemního odporu obvodového zemniče

$$R_{EB1} = \frac{\rho_{Ep}}{2 \cdot \pi^2 \cdot D_{ekv1}} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot D_{ekv1}}{d} + \ln \frac{\pi \cdot D_{ekv1}}{2 \cdot \eta_{z1}} \right) \quad 46$$

$$= \frac{100,48}{2 \cdot \pi^2 \cdot 4} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 4}{0,015} + \ln \frac{\pi \cdot 4}{2 \cdot 1} \right) = 12,11 \Omega$$

$$R_{EB2} = \frac{\rho_{Ep}}{2 \cdot \pi^2 \cdot D_{ekv2}} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot D_{ekv2}}{d} + \ln \frac{l}{2 \cdot \eta_{z2}} \right) \quad 47$$

$$= \frac{100,48}{2 \cdot \pi^2 \cdot 6,55} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 6,55}{0,015} + \ln \frac{\pi \cdot 6,55}{2 \cdot 0,6} \right) = 8,56 \Omega$$

Celkový zemní odpor obvodových zemničů

$$R_C = \frac{R_{EB1} \cdot R_{EB2}}{R_{EB1} + R_{EB2}} = \frac{9,4 \cdot 6,64}{9,4 + 6,64} = 7,06 \Omega \quad 48$$

Odpor paprskového zemniče v jedné kabelové trase

$$R_{EP} = \frac{\rho_{Ep}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \ln \frac{l}{2 \cdot \eta_{z3}} \right) = \frac{78}{2 \cdot \pi \cdot 20} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 20}{0,015} + \ln \frac{20}{2 \cdot 0,7} \right) \quad 49$$

$$= 7,91 \Omega$$

$$R_{EPN} = \frac{R_{EP}}{n} * \frac{1}{\eta_{pn}} = \frac{5,37}{4} * \frac{1}{0,71} = 2,79 \Omega \quad 50$$

Výsledný odpor při použití jednoho paprsku zemničního pásku a obvodového zemniče

$$R_{EOP1} = \frac{1}{\frac{\eta_{pn2} \cdot x}{R_C} + \frac{1}{R_{EP}}} \cdot \frac{1}{\eta_{op}} = \frac{1}{\frac{1 \cdot 1}{5,48} + \frac{1}{5,37}} \cdot \frac{1}{0,9} = 5,21 \Omega \quad 51$$

Výsledný odpor při použití dvou paprsků zemničního pásku a obvodového zemniče

$$R_{EOP2} = \frac{1}{\frac{\eta_{pn2} \cdot x}{R_C} + \frac{1}{R_{EP}}} \cdot \frac{1}{\eta_{op}} = \frac{1}{\frac{0,87 \cdot 2}{5,48} + \frac{1}{5,37}} \cdot \frac{1}{0,9} = 8,95 \Omega \quad 52$$

- Kde $T_{\text{š}}$... šířka transformační stanice (m)
 T_{H} ... hloubka transformační stanice (m)
 $O_{\text{š}}$... okrajová šířka uzemnění transformační stanice (m)
 O_{H} ... okrajová hloubka uzemnění transformační stanice (m)
 D_{ekv1} ... ekvivalentní průměr obvodového zemniče nekruhového tvaru – TS (Ω)
 D_{ekv2} ... ekvivalentní průměr obvodového zemniče nekruhového tvaru – okraj (Ω)
 R_{EB1} ... zemní odpor obvodového zemniče – TS (Ω)
 R_{EB2} ... zemní odpor obvodového zemniče – okraj (Ω)
 R_{EP} ... odpor paprskového zemniče v jedné kabelové trase o délce 20 m (Ω)
 R_{EPN} ... výsledný odpor paprskového zemniče v jedné kabelové trase o délce 20 m (Ω)
 η_{z1} ... koeficient využití paprskového zemniče ve stěně TS
 η_{z2} ... koeficient využití paprskového zemniče po obvodu
 η_{pns} ... koeficient celkového využití paprskových zemničů
 η_{pn1} ... koeficient využití jednoho paprskového zemniče v jedné kabelové trase
 η_{pn2} ... koeficient využití jednoho paprskového zemniče v jedné kabelové trase
 η_{op} ... koeficient využití obvodového a paprskového zemniče
 l ... délka zemničího pásu (m)
 d ... šířka zemničího pásu (m)
 x ... počet paprsků zemniče

Vzhledem k nízkému odporu půdy bude v projektu použito pouze dvojité obvodové uzemnění a prahové uzemnění umístěné před novou TS Jakub 2, viz S02 a S03. Dle platných technických norem společnosti bude toto vedení uzemňovací vybudováno v délce 50 m. Dodatečné uzemnění přídatnými zemničími paprsky nebude v tomto projektu použito, vzhledem k malému odporu půdy.

4.6 Návrh jištění vedení

Výpočet a návrh jištění byl proveden dle platných norem TNS. Výpočty byly zaměřeny na zajištění selektivity jištění, úbytky napětí na vedení a proudové zatížení. Výpočetní a grafické výsledky byly umístěny do příloh.

4.6.1 Jištění kabelového vedení vn v TS Jakub 2

Jako rozvaděč pro kabelové vedení vn bude použit kompaktní rozvaděč. Jedná se o nerozebíratelný blok, který je plně uzavřený a všechny jeho části jsou úplně izolovány v kovové nádobě s izolačním plynem SF₆. Dále jsou kabelová pole odděleno plechovou stěnou.

Parametry izolačního média jsou stanoveny v normě ČSN EN 60 376.

Kabelové vedení vn připojované do kompaktního rozvaděče je typu NA2XS(F)2Y, jedná se jednožilový kabel s izolací ze síťovaného polyethylenu. Pro připojení je kabelové vedení opatřeno stíněnými T-konektory do 630 A.

Kabelový přívod z venkovního napětí musí být vždy opatřen přepětovou ochranou za pomoci stíněných konektorů na průchodku rozvaděče. [8]

4.6.2 Jištění transformátoru

Pro propojení kompaktního rozvaděče vn a trafa se využívá jednožilové, dvouplášťové kabelové vedení vn typu 3x22-CXEKVCY 1x35 mm², které je ukončeno stíněnými konektory do 250 A.

Jako jistící prvky propojovacího vedení budou využity standartní pojistky IEC, které budou umístěny v kabelovém prostoru pro odbočku na transformátor. Pojistky budou umístěny tak, aby byly přístupné pouze po vypnutí a zkratování této odbočky. V provozním stavu bude kryt zablokován a pojistky IEC znepřístupněny.

V případě poruchy vedoucí na přetavení pojistky vypne odpínač třífázový transformátor a tato skutečnost bude zobrazena na ukazateli stavu pojistky na čelním panelu. Při montáži bude kladen důraz na správné umístění pojistky, aby mohl vybavovací kolík správně reagovat. Při špatné montáži by mohlo dojít k vyhoření pojistkového pouzdra. [8]

4.6.3 Jištění vývodů nn z TS Jakub 2

Z nově vybudované transformační stanice „TS Jakub 2“ budou vyvedena čtyři nová kabelová vedení nn typu NAYY 4x240.

První kabelový vývod bude připojovat nový kabelový pilíř SR552/NK (N3303_4, S087207). Nové kabelové vedení bude na obou koncích jištěno pojistkovými odpínači o velikosti 3x224 A, aby nedošlo k poškození izolace vlivem průchodu nadměrného proudu.

Druhý kabelový vývod bude připojovat nový kabelový pilíř SD852/NK (N3303_12, S087208). Nové kabelové vedení bude na obou koncích jištěno pojistkovými odpínači o velikosti 3x224 A, aby nedošlo k poškození izolace vlivem průchodu nadměrného proudu.

Třetí kabelový vývod bude připojovat nový kabelový pilíř SD632/NK (N32, S087206). Nové kabelové vedení bude jištěno pouze na straně TS Jakub 2 a bude sloužit jako záloha pro stávající zástavbu rodinných domů, velikost pojistkových odpínačů bude 3x224 A, aby nedošlo k poškození izolace vlivem průchodu nadměrného proudu.

Čtvrtý kabelový vývod bude připojovat nový kabelový pilíř SR432/NK (N33, S087205). Nové kabelové vedení bude na obou koncích jištěno pojistkovými odpínači o velikosti 3x224 A, aby nedošlo k poškození izolace vlivem průchodu nadměrného proudu.

4.6.4 Jištění smyčkové kabelové sítě

Z nového rozpojovacího pilíře SR552/NK (N3303_4, S087207) budou vyvedena dvě nová kabelová vedení nn typu NAYY4x150.

První kabelový vývod bude smyčkově připojovat smyčkové kabelové pilíře SS200/NK (N3303_16) a SS200/NK (N3303_14) a bude ukončeno v rozpojovacím pilíři s dělenou přípojnici SD852/NK (N3303_12, S087208). Kabelové vedení bude na straně SR552/NK (N3303_4, S087207) jištěno pojistkovými odpínači o velikosti 3x160 A, aby byla zajištěna selektivita jištění a ochrana kabelového vedení před průchodem nadměrného proudu. Na straně rozpojovacího pilíře s dělenou přípojnici SD852/NK (N3303_12, S087208) bude kabelové vedení za provozu rozpojeno, bude sloužit jako záloha při poruše.

Druhý kabelový vývod bude smyčkově připojovat smyčkové kabelové pilíře SS200/NK (N3303_6), SS200/NK (N3303_8) a SS200/NK (N3303_10) a bude ukončeno v rozpojovacím pilíři s dělenou přípojnici SD852/NK (N3303_12, S087208). Kabelové vedení bude na obou stranách jištěno pojistkovými odpínači o velikosti 3x160 A, aby byla zajištěna jejich ochrana a selektivita jištění.

4.6.5 Jištění hlavního domovního vedení

Pro nové i stávající objekty bylo počítáno s odběrem 13,5 kW pro elektrické vytápění při součiniteli soudobosti 0,8. Tento odběr byl zadán pracovníkem energetické firmy. Velikost součinitele soudobosti byla navýšena z důvodu rezervy. Tento odběr dále zahrnuje energii na ohřev vody, vaření a osvětlování vnějších a vnitřních prostor.

Pro jištění odběrů budou použity hlavní jističe v elektroměrových rozvaděčích 3x25 A. V případě stávající rodinné zástavby, na kterou tento projekt navazuje, bude ponechána stávající hodnota hlavních jističů. Jako kabelové vedení pro HDV bude využito kabelové vedení typu NYY 4x10.

Pilíře typu SS, SR a SD, ze kterých budou připojeny nové objekty, budou pro jištění HDV vybaveny těmito jistícími prvky. Pro jištění HDV vedeného mezi pilířem distribuční soustavy nn a elektroměrovým rozvaděčem vytápěním bude v pilířích instalována pojistková sada 3x40 A. Dle platných norem musí být hodnota pojistky vždy minimálně dvakrát větší než hodnota hlavního jističe v elektroměrovém rozvaděči.

Zhodnocení a závěr

Tato diplomová práce je zaměřena na posílení stávající infrastruktury sítě nízkého napětí. První část je soustředěna na popsání základních parametrů stavby jako je její umístění, druh parcel, na kterých bude stavba umístěna a charakterizování vnějších vlivů v dané lokalitě.

Druhá část je zaměřena na technický popis zařízení použitých v projektu.

Třetí část následně popisuje technické provedení posílení stávající technické infrastruktury sítě nízkého napětí. V této části je popsána struktura nové kabelové sítě nn, uložení kabelových vedení nn a vn, mechanická ochrana kabelového vedení nn a vn, uzemnění nové kabelové sítě nn a nové kioskové transformační stanice a způsoby křížení cizích sítí a místních komunikací.

Čtvrtá část se zabývá výpočty a dimenzováním navrženého posílení. Obsahuje kontrolní výpočty úbytků napětí na novém kabelovém vedení nn a vn, zatížení nové kioskové a stávající zděné transformační stanice, uzemnění nové kabelové sítě nn, uzemnění nové kioskové transformační stanice a návržení vhodného jištění. Jištění kabelové sítě nn bylo navrženo dle výpočtů v programu Sichr od firmy OEZ s.r.o., podrobné výpočty jsou obsahem příloh. Jištění kabelového vedení vn a transformátoru v nové kioskové transformační stanici bylo navrženo dle příslušných norem pro maximální nedestruktivní proudové zatížení.

Celkový situační výkres, výkresy vzhledů, schémata zapojení a uložení jsou součástí výkresové části vložené v přílohách. Všechny příslušné výkresy byly vytvořeny v programu MicroStation V8, poskytnutý firmou MAŠEK ELEKTRO s.r.o. Veškeré legendy pro kabelová vedení, vzhledy nových pilířů typu SS, SR a SD, způsoby uložení a schémata zapojení jsou navržena tak, aby odpovídala příslušným normám ČSN, PNE a ISO. Tato data byla rovněž poskytnuta firmou MAŠEK ELEKTRO s.r.o.

Vzhledy kabelových pilířů byly vytvořeny na základě volně přístupných předloh na stránkách firmy DCK Holoubkov Bohemia a.s., tyto předlohy byly následně upraveny, aby odpovídaly požadavkům stanovených v normách TNS.

Schémat kioskové transformační stanice S01 a S02 byla vytvořena na základě volně přístupných informací na stránkách firmy BETONBAU s.r.o. a technických popisů stanovených v normách TNS.

Posílení nové distribuční sítě bylo navrženo dle podkladů poskytnutých distributorem elektrické energie v dané lokalitě. Posílení stávající distribuční sítě mělo dva hlavní důvody.

Prvním důvodem byl nárůst odběrů vlivem nevybudování plynovodu v místní části města. Velikost nového odběru se i s energetickým plánem pro novostavby téměř ztrojnásobil. Druhým důvodem bylo rozšiřování sítě a zajištění větší spolehlivosti dodávky elektrické energie.

Pro vyřešení tohoto nedostatku stávající soustavy byla navržena nová TS Jakub 2 s výkonem 630 kVA, která bude napájet 10 objektů v původní zástavbě a 14 objektů v nové navazující zástavbě. Dále má tato nová TS dostatečnou rezervu pro zálohování stávající rodinné zástavby přes třetí kabelový vývod NAYY4x240 připojený do SD622/NK (NS32, S087206). V budoucnu se počítá s rozšířením nové zástavby a využitím nynější rezervy v TS Jakub 2. Pro tuto možnost byly ponechány dvě rezervní pojistkové sady velikosti 2 s proudovým zatížením do 400 A v rozpojovacím pilíři s dělenou přípojnici SD852/NK (N3303_12, S087208) na parcele č. 3303/12. Tyto pojistky mohou být využity pro napájení nového navazujícího projektu nebo pro napájení budoucího veřejného osvětlení.

Páteř nové sítě nn budou tvořit čtyři kabelová vedení NAYY 4x240 vyvedená z TS Jakub 2. První vývod NAYY 4x240 bude připojovat nový pilíř SR552/NK (N3303_4, S087207), ze kterého budou vyvedena dvě nová kabelová vedení NAYY 4x150 pro napájení 14 nových odběrných míst. Druhý vývod NAYY 4x240 bude ukončen v novém pilíři SD852/NK (N3303_12, S087208) a bude prozatím sloužit jako záloha při poruše. Třetí kabelový vývod NAYY 4x240 bude ukončen ve stávajícím pilíři SD632/NK (NS32, S087206), toto kabelové vedení bude sloužit jako záloha pro stávající kabelovou síť nn v případě poruchy. Poslední vývod NAYY 4x240 bude ukončen v SR432 (NS33, S087205), z tohoto pilíře pak bude pomocí dvou stávajících kabelových vedení NAYY 4x150 napájeno 10 stávajících objektů v rodinné zástavbě.

Uzemnění kabelové sítě nn bylo provedeno ve dvou bodech. První uzemnění bylo provedeno zemnicím páskem FeZn 30x4 o délce 20 m v novém pilíři SR552/NK (N3303_4, S087207). Druhé uzemnění bylo provedeno zemnicím páskem FeZn 30x4 o délce 50 m na konci vedení v novém pilíři SD852/NK (N3303_12, S087208). Uzemnění TS Jakub 2 bylo vzhledem k malému odporu půdy provedeno kombinací dvojitého obvodového uzemnění a prahového uzemnění umístěného před TS Jakub 2.

Kabelové vedení vn NA2XS(F)2Y bylo navrženo s průřezem 240 mm² z důvodu budoucího propojení se zbytkem primárního kabelového vedení v dané lokalitě jako součást navazujících projektů pro zlepšení bezpečnosti a spolehlivosti dodávky elektrické energie. Pro připojení TS Jakub 2 ke stávajícímu rozvodu elektrické energie byl použit stávající svod, který původně sloužil pro připojení stávající TS Jakub 1. Stávající kabelové vedení vn

připojovací TS Jakub 1 bylo přerušeno a pomocí nového kabelového vedení 3x NA2XS(F)2Y 1x240 a kabelové spojky vn připojeno přes novou TS Jakub 2.

Literatura

Normy TNS

- [1] TNS 00 4900.08: 2006, *Uzemnění elektrických zařízení v distribučních sítích a objektech*
- [2] TNS 00 4910.08: 2006, *Uzemnění elektrických zařízení – Projektování, výstavba a provoz*
- [3] TNS 04 0000.02: 2007, *Elektrické přípojky NN – Navrhovaná technická řešení*
- [4] TNS 30 0000.1: 2006, *Transformační stanice – Zásady volby typů a jejich provedení*
- [5] TNS 30 5211.03: 2007, *Odpínač pojistkový lištový vel. 2 do 400 A (sada)*
- [6] TNS 30 5215.03: 2007, *Odpínač pojistkový lištový vel. 00 do 160 A (sada)*
- [7] TNS 30 6110.01: 2013, *Distribuční transformátory – Zásady volby typů a jejich provedení*
- [8] TNS 36 7220.06: 2007, *Rozvaděč vysokého napětí – Kompaktní rozvaděče izolované plynem SF6 od firmy Ormazabal*
- [9] TNS 37 7422.03: 2013, *Distribuční rozvaděč NN do 630 A – RDD 0663(25)/4525*
- [10] TNS 52 1710.03: 2007, *Kabelové vedení VN – Kabely VN*
- [11] TNS 52 1711.02: 2007, *Kabelové vedení VN – Kabel typu NA2XS2Y*
- [12] TNS 52 1712.01: 2007, *Kabelové vedení VN – Kabel typu AXEKVCEY*
- [13] TNS 54 1700.02: 2012, *Kabelové vedení NN – Zásady pro budování kabelového vedení NN*
- [14] TNS 54 1710.01: 2012, *Kabelové vedení NN – Kabely NN*
- [15] TNS 54 1711.01: 2012, *Kabelové vedení NN – Kabel typu NAYY*
- [16] TNS 54 1712.01: 2012, *Kabelové vedení NN – Kabel typu NYY*
- [17] TNS 54 4111: 2008, *Kabelové pilíře (příslušenství) - Vložka pojistková nožová vel. 000*
- [18] TNS 54 7522.00: 2013, *Kabelové pilíře – Pilíř monolitický smyčkový SS*
- [19] TNS 54 7541.04: 2007, *Kabelové pilíře – Skříň kabelová rozpojovací SR (odpojovačová)*
- [20] TNS 54 7542.04: 2007, *Kabelové pilíře – Skříň kabelová dělicí SD (odpojovačová)*
- [21] TNS 54 7582: 2007, *Kabelové pilíře (příslušenství) - Praporec pro V svorku*
- [22] TNS 54 7583: 2007, *Kabelové pilíře (příslušenství) – Svorka třmenová H/M8*

- [23] TNS 54 7584: 2018, *Kabelové pilíře (příslušenství) – Provozní značení (číslování) kabelových skříní NN*
- [24] TNS 54 7587: 2010, *Kabelové pilíře (příslušenství) – Lišta pojistková do 160 A s adaptérem (sada)*
- [25] TNS 54 7591: 2022, *Kabelové pilíře (příslušenství) – Odpínač pojistkový lištový vel. 00 do 160 A (sada), pro rozpojovací skříně*
- [26] TNS 54 7592: 2022, *Kabelové pilíře (příslušenství) – Odpínač pojistkový lištový vel. 2 do 400 A (sada), pro rozpojovací skříně*
- [27] TNS 59 1610.02: 2018, *Kabelové vedení NN a VN – Příloha optického vedení*
- [28] TNS 59 1631.00: 2017, *Mechanická ochrana kabelových vedení – Plastová chránička ohebná pro optiku*
- [29] TNS 59 1631: 2017, *Mechanická ochrana kabelových vedení – Koncovka pro HDPE chráničku pro optická vedení*
- [30] TNS 78 9211.00: 2018, *Mechanická ochrana kabelových vedení – Betonový žlab TKI včetně víka*
- [31] TNS 78 9212. 00: 2018, *Mechanická ochrana kabelových vedení – Betonový žlab TKI včetně víka*

Normy ČSN

- [32] ČSN 33 0050: 1994, *Mezinárodní elektrotechnický slovník – Výroba, přenos a rozvod elektrické energie*
- [33] ČSN 33 0165 ED.2: 2014, *Značení vodičů barvami nebo číslicemi – Prováděcí ustanovení*
- [34] ČSN 33 2000-1 ED.2: *Elektrické instalace nízkého napětí 1. část – Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*
- [35] ČSN 33 2000-4-41 ED.3: 2018, *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41 – Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti, ochrana před úrazem elektrickým proudem*
- [36] ČSN 33 2000-4-442 ED.2: 2012, *Elektrické instalace nízkého napětí – Ochrana instalací nízkého napětí proti dočasným přepětím v důsledku zemních poruch v soustavě vysokého napětí*
- [37] ČSN 33 2000-5-51 ED.3+Z1+Z2: 2022, *Elektrické instalace nízkého napětí – Výběr a stavba elektrických zařízení – obecné předpisy*

- [38] ČSN 33 2000-5-52 ED.2: 2012, *Elektrické instalace nízkého napětí – Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení*
- [39] ČSN 33 2000-5-54 ED.3: 2012, *Elektrické instalace nízkého napětí – Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče*
- [40] ČSN 33 2000-6 ED. 2: 2017, *Elektrické instalace nízkého napětí – Revize*
- [41] ČSN 38 0810: 1987, *Použití ochran před přepětím v silových zařízeních*
- [42] ČSN 50 341-1 ED. 2: 2013, *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV – Obecné požadavky*
- [43] ČSN 65 0201: 2003, *Hořlavé kapaliny – Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci*
- [44] ČSN 73 0810: 2016, *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení*
- [45] ČSN 73 6005: 2020, *Prostorové uspořádání vedení technického vybavení*
- [46] ČSN 75 2130: 2012, *Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními*
- [47] ČSN 83 9061: 2006, *Technologie vegetačních úprav v krajně – Ochrana stromů, prostorů a vegetačních ploch při stavebních pracích*

Normy ČSN EN

- [48] ČSN EN 50 110-1 ED. 3: 2015, *Obsluha a práce na elektrických zařízeních – Obecné požadavky*
- [49] ČSN EN 50 110-2 ED. 3: 2021, *Obsluha a práce na elektrických zařízeních – Národní dodatky*
- [50] ČSN EN 50 341-1 ED. 2: *Elektrická venkovní vedení s napětím na AC 1 kV – Obecné požadavky*
- [51] ČSN EN 52 341-2-19: 2017, *Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV – Národní informativní aspekty (NNA) pro Českou republiku*
- [52] ČSN EN 52 423-1 ED. 2: 2016, *Olověné startovací baterie – obecné požadavky a metody zkoušek*
- [53] ČSN EN 50 464-1: 2003, *Poplachové systémy – Systémy přivolání pomoci – Systémové požadavky*
- [54] ČSN EN 50 5222: 2011, *Uzemňování elektrických instalací AC nad 1 kV*
- [55] ČSN EN 60 529: 1993, *Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)*
- [56] ČSN EN 60 721-2-1: 2014, *Klasifikace podmínek prostředí – Podmínky vyskytující se v přírodě – Teplota a vlhkost vzduchu*

- [57] ČSN EN 60 721-2-2: 2014, *Klasifikace podmínek prostředí – Podmínky vyskytující se v přírodě – Srážky a vítr*
- [58] ČSN EN 61 140 ED. 3: 2016, *Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení*
- [59] ČSN EN 61 439-1 ED. 2: 2012, *Rozvaděče nízkého napětí – Všeobecná ustanovení*
- [60] ČSN EN 61 439-2 ED. 2: 2012, *Rozvaděče nízkého napětí – Výkonové rozvaděče*
- [61] ČSN EN 61 936-1: 2011, *Elektrické instalace na AC 1 kV – Všeobecná pravidla*
- [62] ČSN EN 62 208 ED. 2: 2012, *Prázdné skříně pro rozvaděče nízkého napětí – Obecné požadavky*
- [63] ČSN EN 62 302 -
- [64] ČSN EN 62 271-1 ED. 2, *Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Společná ustanovení pro spínací a řídicí zařízení střídavého proudu*
- [65] ČSN EN 62 271-200 ED. 2: *Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Kovově kryté rozvaděče na střídavý proud pro jmenovitá napětí nad 1 kV do 52 kV včetně*
- [66] ČSN EN 62 271-202 ED. 2: *Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Blokované transformovny vn/nn*

Normy ČSN ISO

- [67] ČSN ISO 3864: 2012, *Grafické značky – Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky – Zásady navrhování bezpečnostních značek a bezpečnostního značení*

Normy ČSN IEC

- [68] ČSN IEC 60 050-614: 2017, *Mezinárodní elektrotechnický slovní – Výroba přenos a rozvod elektrické energie – Provoz*

Normy PNE

- [69] PNE 33 0000-1 ED. 7: 2023, *Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě*
- [70] PNE 33 0000-2 ED. 6: 2024, *Stanovení základních charakteristik vnějších vlivů působících na rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy*
- [71] PNE 33 0000-3 ED. 4: 2017, *Revize a kontroly elektrických zařízení přenosové a distribuční soustavy*
- [72] PNE 33 0000-4 ED. 4: 2018, *Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektřiny*

- [73] PNE 33 0000-6 ED. 3: 2018, *Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro přenos a distribuci elektrické energie*
- [74] PNE 33 3201 ED. 2: 2023, *Elektrické stanice – Navrhování a stavba elektrických stanic na 1 kV AC pro DS a PS*
- [75] PNE 33 3301 ED. 4: 2019, *Elektrická a venkovní vedení s napětím nad 1 kV do 45 kV včetně*
- [76] PNE 33 3301-1: 2019, *Uzemnění vedení vn a DTS vn/nn*
- [77] PNE 33 3303 -
- [78] PNE 33 3303-1 -
- [79] PNE 34 1050 ED. 3: 2020, *Kladení kabelů nn, vn a 110 kV v distribučních sítích energetiky*
- [80] PNE 35 7149 ED. 5: 2021, *Distribuční rozvaděče nízkého napětí – Rozvaděče pro distribuční transformovny vn/nn do 630 kVA*

Webové zdroje

- [81] DCK Holoubkov Bohemia a.s. *Elektrické rozvaděče*. Online. 2021 Dostupné z: <https://www.dck.cz/new/kategorie-produktu/elektricke-rozvadece/>. [cit. 2024-04-14].
- [82] Elfetex. *Rozvaděče a skříně pro distribuci a veřejné osvětlení*. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.elfetex.cz/products/rozvadece/rozvadece-a-skrine-pro-distribuci-a-verejne-osvetleni>. [cit. 2024-04-14].
- [83] BETONBAU. *Pochozí trafostanice*. Online. 2024. Dostupné z: <https://gritec.com/cz/technicke-budovy/produkty/elektrotechnika/pochozi-trafostanice/>. [cit. 2024-04-14].
- [84] CUZK. *Nahlížení do katastru nemovitostí*. Online. 2024. Dostupné z: <https://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>. [cit. 2024-04-14].
- [85] OEZ. *Výpočtový program sichr*. Online. 2024 Dostupné z: <https://www.oez.cz/podpora/softwarova-podpora/vypoctovy-program-sichr> [cit. 2024-04-14].

Ostatní

- [86] MASEK ELEKTRO s.r.o. *Projektová dokumentace*. PDF. Jindřichův Hradec, 2022.
- [87] MASEK ELEKTRO s.r.o. *Projektová dokumentace*. dgn. Jindřichův Hradec, 2022.

- [88] CHVÁLA, Daniel. *Návrh nové distribuční sítě NN*. Bakalářská práce. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická, 2022. Vedoucí práce doc. Ing. Zbyněk Martínek, Csc.

Přílohy