

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROENERGETIKY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Návrh rozšíření distribuční sítě nízkého napětí**

## ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2020/2021

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš SVĚDÍNEK**  
Osobní číslo: **E17N0019K**  
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**  
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**  
Téma práce: **Návrh rozšíření distribuční sítě nízkého napětí**  
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky**

#### Zásady pro vypracování

1. Popište technologie používané v sítích nízkého napětí (základní typy kabelů, rozvaděčů, druhy transformačních stanic a jejich technologií).
2. Pro konkrétní síť posuďte požadavek na připojení dalších odběrných míst, zvolte typ použitých zařízení a zvažte případné posílení sítě.
3. Posuďte a ověřte stávající stav sítě a zhodnoťte možný rozvoj sítě v dané lokalitě.
4. Rozpracujte výsledné řešení (zadání stavby), zvolte vhodné průřezy kabelů, typy rozvodných skříní, typ transformačních stanic atd.
5. Popište realizaci stavby.

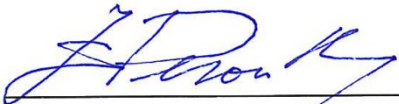
Rozsah diplomové práce: **40 – 60 stran**  
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Mertlová, J., Noháčová, L.: Elektrické stanice a vedení, ZČU v Plzni, 2008
2. Kříž, M.: Dimenzování a jištění elektrických zařízení – tabulky a příklady, IN-EL, 2015
3. ČSN 332000-5-523: Elektrická zařízení, část 5 Výběr a stavba el. zařízení – Dovolené proudy

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Miloslava Tesařová, Ph.D.**  
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání diplomové práce: **9. října 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2021**

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



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

V Plzni dne 9. října 2020

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce se zaměřuje na návrh rozšíření distribuční sítě v nové připojované lokalitě v obci Lipí, kde je plánována výstavba jednadvaceti nových rodinných domů. V úvodní části práce je uveden přehled jednotlivých prvků, které se objevují, popřípadě objevovaly v distribuční síti nízkého a vysokého napětí. Praktická část se zabývá návrhem rozšíření distribuční sítě. Zprvu je představena oblast, kde se nové odběrné místo nachází, jak je celá tato oblast napájena a jaké bude technické řešení pro připojení nového odběrného místa. Dále je ověřen stávající odběr v lokalitě. Následuje samotný návrh rozšíření distribuční sítě zabývající se určením instalovaného výkonu trafostanice, návrhem přívodních kabelů VN, zvolením vhodného rozvaděče VN a NN a ověřením kabelového rozvodu NN v programu Sichr. Závěr práce se věnuje problematikou projektování a realizace stavby.

## **Klíčová slova**

Distribuční síť, návrh, odběrné místo, transformátor, trafostanice, distribuční rozvaděč, kabelové vedení, projektování, realizace



**Abstract**

The diploma thesis focuses on the design of distribution network extension in a new connected locality in the Lipí village, where the construction of twenty-one new family houses is planned. Firstly, network element used in LV and MV distribution network are specified. The practical part deals with the design of the distribution network extension. Firstly, new connected locality is presented from point of view the technical solution for connecting the new supply point. Furthermore, the existing consumption in the locality is verified. The following is the design for the expansion of the distribution network dealing with the determination of the installed capacity of the transformer station, the design of MV supply cables, the selection of a suitable MV and LV switchboard and the verification of LV cables in the Sichr program. The conclusion deals with the design and realization of construction.

**Key words**

Distribution network, design, consumption point, transformer, transformer station, distribution switchboard, cable lines, designing, realization

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.



podpis

V Plzni dne 26.5.2021

Bc. Tomáš Svědínek

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval paní doc. Ing. Miloslavě Tesařové, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce a panu Ing. Davidu Šimáčkovi za pomoc při výběru lokality a radám k práci.

**OBSAH**

<b>Seznam symbolů a zkratk</b> .....	<b>10</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Prvky distribučních sítí NN a VN</b> .....	<b>12</b>
2.1 Venkovní síť .....	12
2.1.1 Vodiče venkovních vedení .....	12
2.1.2 Podpěrné body .....	16
a) Dřevěné sloupy .....	16
b) Betonové sloupy .....	18
c) Příhradové stožáry .....	20
d) Střešníky a konzoly .....	21
2.1.3 Konzoly a izolátory na podpěrné body .....	22
2.1.4 Venkovní distribuční trafostanice .....	25
a) Sloupová distribuční trafostanice .....	26
b) Příhradová distribuční trafostanice .....	28
c) Věžové distribuční trafostanice .....	28
2.2 Kabelové síť .....	30
2.2.1 Pokládka kabelového vedení .....	31
2.2.2 Druhy kabelů a kabelových souborů .....	32
2.2.3 Kabelové rozvodné skříně .....	37
2.2.4 Distribuční trafostanice na kabelovém vedení .....	39
a) Zděné distribuční trafostanice .....	42
b) Kioskové distribuční trafostanice .....	43
<b>3 Požadavek na připojení nového odběrného místa</b> .....	<b>46</b>
3.1 Lokalita nového odběrného místa .....	46
3.2 Současný stav distribuční sítě v obci .....	47
3.3 Parametry nového odběrného místa .....	48
3.4 Distribuční síť v lokalitě nového odběrného místa .....	50
3.5 Návrh technického řešení stavby .....	51
<b>4 Ověření stávajícího stavu sítě</b> .....	<b>54</b>
4.1 Měření odběru ve stávající trafostanici .....	54
4.2 Ověření výpočtovým programem .....	56
<b>5 Návrh rozšíření stávající distribuční sítě</b> .....	<b>58</b>
5.1 Vstupní parametry nového odběrného místa a distribuční sítě .....	58
5.1.1 Vstupní parametry nového odběrného místa .....	58
5.1.2 Vstupní parametry distribuční sítě .....	59
5.2 Výpočet zatížení pro připojovanou lokalitu .....	59
5.3 Velikost instalovaného výkonu distribučního transformátoru .....	61
5.3.1 Výběr vhodného transformátoru .....	62
5.4 Návrh a kontrola parametrů přívodního kabelového vedení VN .....	62
5.4.1 Úbytek napětí na kabelu VN .....	64
5.4.2 Tepelné účinky zkratových proudů na kabelu VN .....	65

---

5.5	Rozvaděč VN .....	67
5.6	Rozvaděč NN .....	71
5.7	Distribuční trafostanice .....	73
5.8	Návrh kabelového vedení NN .....	75
5.8.1	Návrh distribučního vedení NN v programu Sichr .....	78
5.8.2	Vyhodnocení návrhu distribučního vedení NN .....	80
<b>6</b>	<b>Projektování a realizace stavby .....</b>	<b>82</b>
6.1	Projekční činnost .....	82
6.1.1	Územní rozhodnutí .....	83
6.1.2	Územní souhlas .....	83
6.2	Realizace stavby .....	84
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>85</b>
	<b>Seznam literatury a informačních zdrojů .....</b>	<b>87</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>1</b>

## **Seznam symbolů a zkratk**

VN.....	Vysoké napětí
NN.....	Nízké napětí
ČSN.....	Česká technická norma
ČSN EN.....	Česká harmonická norma
TS .....	Distribuční trafostanice
ZTV .....	Základní technické vybavení
RD .....	Rodinný dům
GIS .....	Geografický informační systém
PVC .....	Polyvinylchlorid
HDPE .....	Vysokohustotní polyetylen
SR .....	Skříň rozpojovací
TNS .....	Technické normy společnosti
PNE .....	Podnikové normy energetiky
PP .....	Prováděcí pokyn

# 1 Úvod

Distribuční společnosti se v posledních letech potýkají s obrovským nárůstem počtu žádostí o připojení nového odběrného místa k distribuční soustavě. Ať už je to zapříčiněné vlivem rozšiřující se výstavby bytových domů, poptávce po rodinných domech v lokalitách se základní technickou vybaveností anebo se stále zvětšujícím se počtem dobíjecích stanic pro elektromobily. Ne všechny žádosti jdou řešit bez výstavby. Mnohé z těchto žádostí vedou k založení nové stavby, která si žádá rozšíření distribuční sítě v lokalitě nového odběrného místa.

Díky tomuto rozmachu jsou na rozvoj a obnovu sítě vynakládány obrovské finanční náklady. V dnešní době je však kladen důraz na hledání finančních rezerv v oblasti energetiky, a proto je při zpracování návrhu technického řešení připojení nového odběrného místa vyžadováno bezchybné zpracování. Důraz je kladen převážně na dodržení všech předepsaných bezpečnostních předpisů, zákonů a technických norem a zároveň na splnění ekonomických nároků.

V předkládané diplomové práci se v teoretické části zaměřím na jednotlivé prvky v distribučních sítích. Nejdříve popíši jednotlivé používané prvky venkovního vedení a následně se budu věnovat kabelovému vedení.

V praktické části této diplomové práce navrhnu technické řešení stavby pro nové odběrné místo s připojením jednadvaceti nových rodinných domů. Ověřím si stávající zatížení v připojované lokalitě a dále navrhnu velikost instalovaného výkonu distribuční trafostanice, zvolím vhodné kabely VN a NN, zvolím vhodné rozvaděče VN a NN v navržené trafostanici a na závěr se budu věnovat projektování a realizaci mnou navržené stavby nového odběrného místa.

## 2 Prvky distribučních sítí NN a VN

Distribuční soustava má za úkol propojit zařízení a vedení z přenosové soustavy s koncovými zákazníky – odběrateli. Hlavní páteř distribuční soustavy tvoří vedení o hladině velmi vysokého napětí 110 kV. Toto napětí se dále transformuje v rozvodnách na hodnotu vysokého napětí 22kV, v menší míře též i na 35, 10 nebo 6 kV a poté pomocí distribuční trafostanice na nízké napětí 0,4 kV. Na rozdíl od přenosové soustavy se pro rozvod elektrické energie nepoužívají pouze venkovní vodiče, ale je též využito kabelového vedení. Do této soustavy můžeme připojit kromě koncových uživatelů i malé zdroje elektrické energie, např. menší výrobní elektriny, elektrárny z obnovitelných zdrojů s výkony v řádu MW a jiné.

Distribuční soustavu, která přivádí elektrickou energii do odběrného místa, můžeme podle konstrukce za pomoci venkovního vedení a kabelového vedení, rozdělit na dvě základní skupiny.

### 2.1 Venkovní sítě

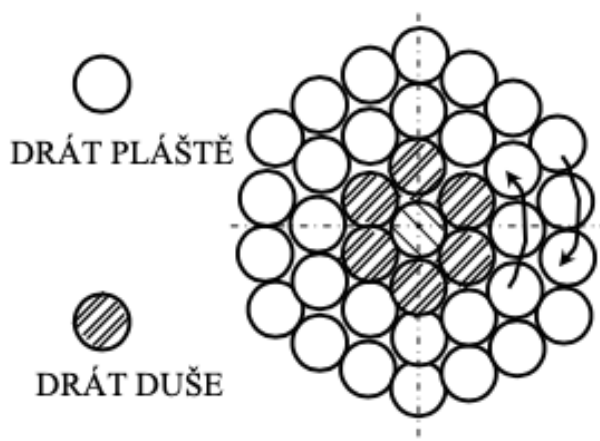
Venkovní vedení tvoří holé nebo izolované vodiče. Tyto vodiče jsou zavěšeny pomocí izolátorů nebo nosných svorek na konzolách jednotlivých podpěrných bodů. Největší výhodou oproti kabelovým sítím jsou jejich nižší investiční náklady na výstavbu. Naproti tomu je velikou nevýhodou jejich vystavení vnějším vlivům okolního prostředí, čímž jsou například: atmosférická přepětí, pády stromů do linek vedení, námrazy vedení aj. Vlivem těchto událostí se zvyšují náklady na údržbu a provoz venkovního vedení, protože je například nutná kontrola lesních průseků a v posledních letech také časté odstraňování kalamitních stavů.

Nové trasy venkovního vedení VN nebo NN se dnes staví spíše výjimečně, popřípadě se pouze obnovují stávající venkovní vedení VN. [1]

#### 2.1.1 Vodiče venkovních vedení

Pro venkovní vedení se v minulosti nejdříve využívaly měděné vodiče, které byly tvořeny obyčejným Cu drátem. Následně se mnoho let až doposud využívají holá ocelohliníková lana AlFe, která jsou složena z ocelového jádra a dalších vrstev hliníkových drátů viz. Obr. 2.1. Ocelové jádro má nosnou funkci. Jsou na něm napleteny hliníkové vrstvy, jimiž protéká proud, mají tedy vodivou funkci. Lze vyrobit mnoho konfigurací tohoto lana. Změnou průřezu nosné oceli a hliníku můžeme dosáhnout vodičů s vyšší pevností. Toho lze využít například v případě, že je potřeba pevnějších vodičů při námrazách na vedení. [2]





Obr. 2.1 - Řez AlFe lanem, převzato z [3]

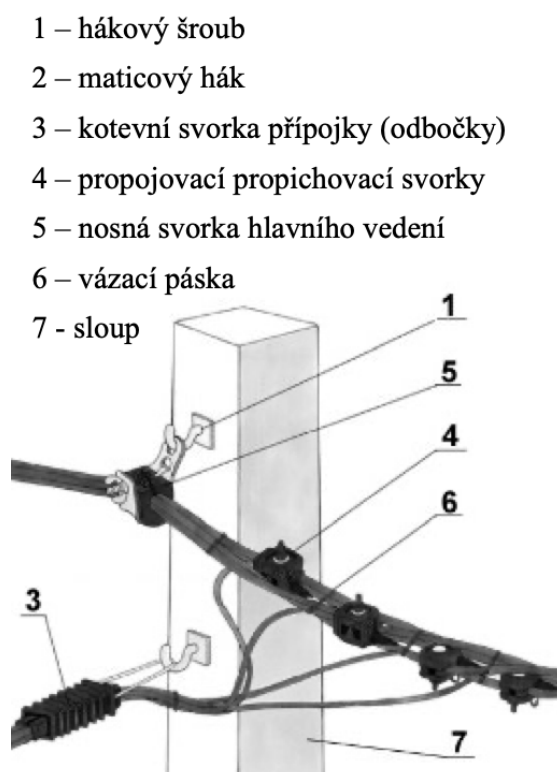
Připojení nového odběrného místa za pomoci AlFe lan, je realizováno zavedením odbočky z hlavního vedení k odběrnému místu, kde je připevněný koncový podpěrný bod na objektu, ke kterému je vzduchem dotaženo AlFe lano slabšího průřezu. Toto vedení je zde ukončeno na podpěrných izolátorech a dále vedeno kabelovým svodem do pojistkové skříně zabudované v objektu.

Od devadesátých let se dodnes používá čtyřvodičový systém – AES. Tento systém je tvořen třemi fázovými vodiči a ochranným, společně slaněným hliníkovým vodičem o stejném průřezu. Všechny čtyři vodiče jsou izolované v PE izolaci, která je odolná proti UV záření. Jsou uchyceny ve speciálních nosných a kotevních svorkách a díky své konstrukci a spletní do jednoho svazku jsou samonosné. Celý tento systém je konstruován tak, aby při mechanickém poškození vedení došlo k přerušení nejdříve fázových vodičů a nikoli nejdříve PEN vodiče. Jednotlivé vodiče jsou kvůli rozpoznání opatřeny výstupky na izolaci. Konstrukce AES vodiče je zobrazena na Obr. 2.2. [3][4]



Obr. 2.2 - Vodič AES - čtyřžilové provedení, převzato z [5]

Připojení nového odběrného místa za použití AES vodiče, se provádí následujícím způsobem. V místě spotřeby je od přípojkové skříně nepřerušeně veden nosný vodič AES, který je připevněn k objektu a podpěrnému bodu hlavního vedení kotevní svorkou. Od kmenového vedení NN se tato přípojka připojí k vodičům tzv. propichovací svorkou. Tuto svorku nelze rozebrat a její správné dotažení je zajištěno pomocí momentového klíče nebo trhací matice, která se utrhne při dosažení požadovaného momentu. Konstrukčně existuje mnoho způsobů, jak takovou přípojku zhotovit. Na Obr. 2.3 se nachází jeden z nich. [6]

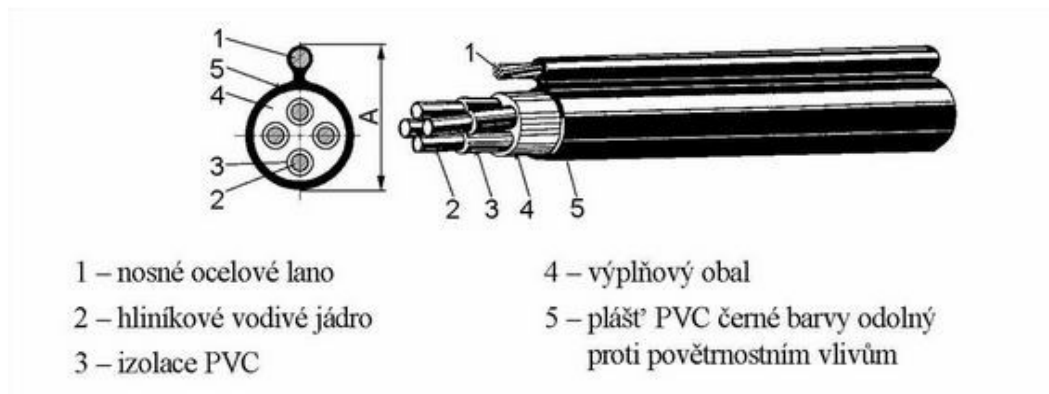


Obr. 2.3 - Konstrukční provedení odbočky k odběrnému místu, převzato z [5]

Výhodou oproti vodičům AlFe je zvýšená ochrana živých částí, a to jak polohou, tak i přídavnou izolací. Díky této přídavné izolaci je zamezeno zkratům mezi vodiči, a tím je umožněna snadná výstavba vícenásobných vedení na společných podpěrných bodech. Další výhodou je snazší možnost práce pod napětím díky propichovacím odbočným svorkám. A vzhledem ke své izolaci se zvyšuje i provozní spolehlivost sítě. [6]

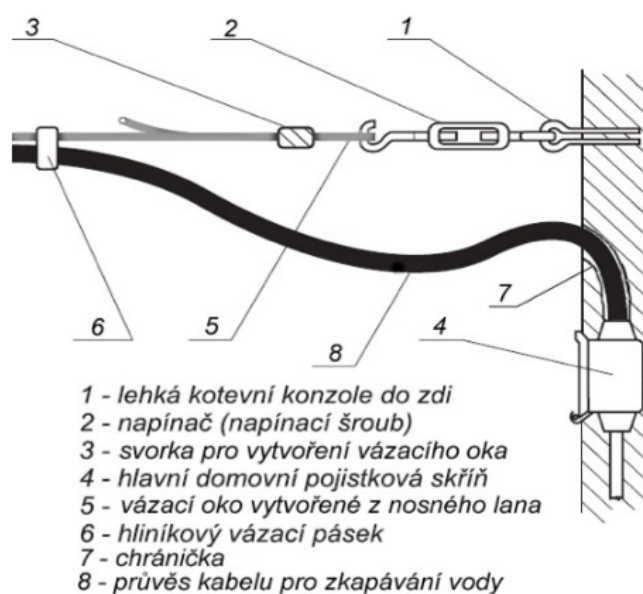
Další možností, jak připojit odběrné místo venkovním vedením, je za pomoci závěsného kabelu. Tento případ se většinou využívá v obcích, kdy vedle komunikace v obci vede hlavní venkovní vedení z AlFe lan a jednotlivé odbočky k nemovitostem jsou provedeny právě těmito závěsnými kabely.

Závěsný kabel značený jako AYKYz nebo CYKYz, se skládá z nosného ocelového lana a samotného kabelu, který je odizolovaný od nosného lana. Nicméně nosné lano a čtyřžilový kabel mají společný plášť, jak názorně ukazuje Obr. 2.4.



Obr. 2.4 - Skladba závěsného kabelu, převzato z [5]

Z konstrukčního hlediska se takováto přípojka provádí tak, že se dostatečně dlouhé nosné lano na obou koncích odholí a za pomoci lanových svorek se vytvoří tzv. vázací oka. Za tato oka je následně kabel upevněn k podpěrnému bodu a ke konzole na objektu. V případě nutnosti docílit dostatečného napnutí kabelu je využíván napínací šroub, který je připevněn k nosnému lanu. Samotný kabel je v připojovaném objektu sveden do přípojkové skříně a na druhém konci jsou jednotlivé vodiče připojeny svorkami k AlFe lanu. Existuje mnoho příkladů konstrukčního provedení takovéto přípojky. Na Obr. 2.5 je jeden z nich. [5] [7]



Obr. 2.5 - Přípojka závěsným kabelem, převzato z [5]

### 2.1.2 Podpěrné body

Podpěrné body představují nejpočetnější prvek venkovního elektrického vedení, pokud nepočítáme samotné vodiče. Využívají se pro vedení nízkého i vysokého napětí na velké vzdálenosti, popřípadě k rozvodu elektrické energie na okrajích měst nebo obcí. Jejich základní funkcí je ochrana polohou. V praxi to znamená zamezit náhodnému dotyku živých částí (vodičů) jejich umístěním mimo běžný dosah pro osoby a zvěř.

Podle účelu podpěrných bodů ve vedení je můžeme dělit na:

- N – Nosný: Jedná se o podpěrný bod v přímé trase rovného vedení, který nese lana venkovního vedení.
- V – Výztužný: Tento podpěrný bod slouží jako záchytný, je navrhnut tak, aby při šíření poruchy zamezil řetězovému pádu ostatních podpěrných bodů v lince a zamezil tak selhání například celé linky.
- R – Rohový: Umisťuje se v lomu vedení. Často se používá v kombinaci rohového a výztužného bodu.
- K – Křížovatkový: Tento bod je umisťován pro křížení pozemní komunikace, vodního toku nebo železniční tratě.
- Ko – Koncový: Slouží jako ukončovací bod venkovních vedení. Na tomto bodě se často nachází kabelový svod.
- O – Odbočný: Z tohoto bodu se odděluje venkovní vedení například k odbočce k transformátoru. Bod je konstruován tak, aby vydržel silové namáhání působící kolmo na směr vedení.

Z konstrukčního hlediska dělíme podpěrné body na dřevěné a betonové sloupy a příhradové stožáry. [3][4]

#### a) Dřevěné sloupy

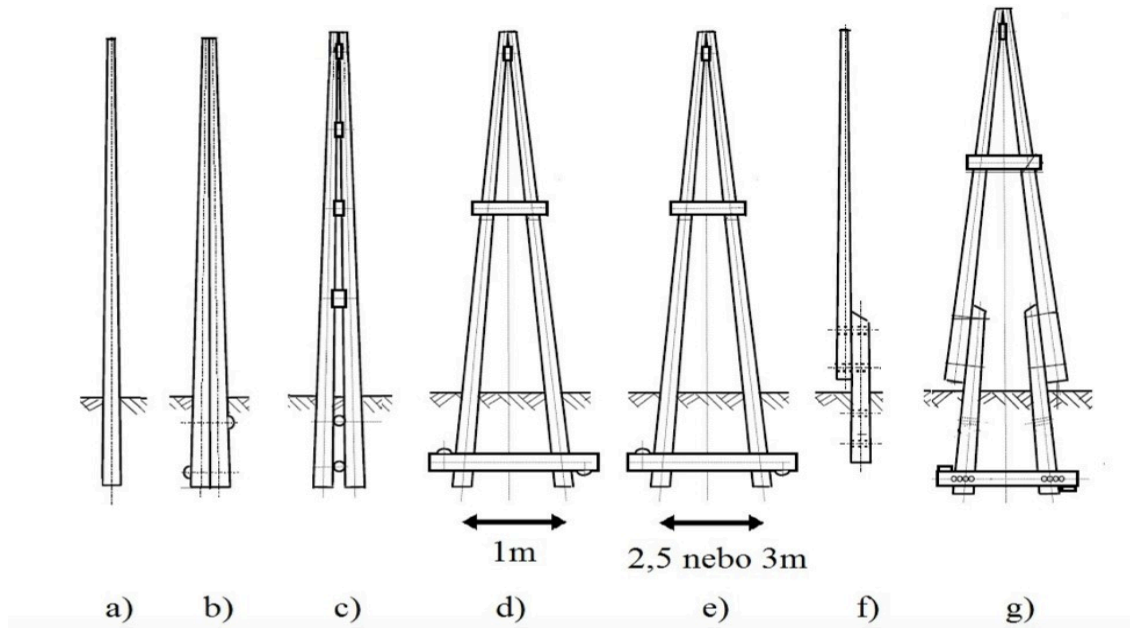
Dřevěné sloupy Obr. 2.6 se používaly pro venkovní vedení spíše v minulosti. Ale v odůvodněných případech je lze využít i dnes. Díky svojí váze a nižším pořizovacím nákladům se využívají v místech, kde je obtížně dostupný terén pro mechanizaci a dopravu nutnou pro výstavbu betonového sloupu. Díky svému přírodnímu vzhledu jsou umisťovány do chráněných krajinných oblastí. K výrobě dřevěných sloupů se využívá rostlých stromů, převážně jehličnatých, jako jsou jedle, smrk, modřín nebo borovice. V zahraničí je pak využíváno vrstvených laminovaných sloupů.



Obr. 2.6 - Dřevěný sloup zasazený přímo do země a na betonové patce, [Zdroj: Archiv autora]

Největším negativem u dřevěných sloupů je jejich náchylnost k hnilobě a napadání dřeva škůdci, čímž se snižuje jejich doba životnosti a pevnost. Aby se zamezilo těmto vlivům, jsou sloupy impregnovány za využití vakua a tlaku kreosotovým olejem. Dalším řešením, jak zamezit hnilobě, je nezapouštět sloup přímo do země, ale osadit ho pomocí dvou upevňovacích šroubů na železobetonovou patku, jak je vidět na Obr. 2.6. Tyto patky ovšem opět kladou větší nároky na logistiku v těžko přístupných místech. [11]

Vrcholové namáhání dřevěného podpěrného bodu se pohybuje v rozmezí od 5 do 15 kN a vyrábí se v délkách od 8 do 15 m. Existuje mnoho druhů konstrukčního provedení sloupů, které se označují např. J, což je dřevěný sloup jednoduchého typu, dále typy D, U, A, Š – sloupy s tímto označením jsou tzv. sloupy složené. To v praxi znamená, že se jedná o dva sloupy spojené v jeden celek a liší se navzájem v rozestupu sloupů. Pokud se nejedná o sloup osazený přímo do země, ale je umístěný na železobetonové patce, přidává se značení (p). Typy konstrukčního provedení zobrazuje Obr. 2.7 [8] [9]



Obr. 2.7 - Konstruktivní typy dřevěných podpěrných bodů - a) J b) D c) U d) Š e) A f) Jp g) Šp nebo Ap, převzato z [9]

### b) Betonové sloupy

V dnešní době se nejčastěji využívá pro stavbu nového nebo obnovu stávajícího venkovního vedení VN nebo NN betonových sloupů Obr. 2.8. Důvodem jsou jeho stálé pevnostní vlastnosti a dlouhá životnost bez nutnosti obnovení impregnace, na rozdíl od dřevěných sloupů, které snáze podléhají venkovním vlivům. Naproti tomu je jejich největší nevýhodou hmotnost, což zapříčiňuje nemožnost použití v hůře přístupných terénech. Například betonový sloup typu 10,5/3 má hmotnost kolem 1000 kg, oproti tomu typově srovnatelný dřevěný sloup má hmotnost pouze 200 kg. Tento rozdíl se projevuje v podobě nutné dopravy mechanizace, která je potřebná pro výstavbu takového podpěrného bodu.





Obr. 2.8 – Jednoduchý a dvojitý betonový sloup, [Zdroj: Archiv autora]

Základním výrobním prvkem sloupu je předpjatá výztuž z oceli. Tato napnutá ocel je součástí formy pro sloup. Forma je následně naplněna betonem a za pomoci odstředované technologie je dále sloup sušen vyhříváním. Celý proces výroby probíhá s ohledem na zachování soudržnosti betonu s ocelovou výztuží a vlastností betonu. Díky předpjaté oceli v ose sloupu je dosaženo vysoké pevnosti v tahu a tlaku.

Podpěrné body z betonu jsou vyráběny o délce 9 m, 10,5 m, 12 m, 13,5 m a 15 m s vrcholovými silami 1,5 kN, 3 kN, 4,5 kN, 6 kN, 10 kN, 12 kN, 15 kN, 20 kN a 25 kN. Pokud požadované vrcholové síly z projekčního hlediska nevyhovují, je možné pevnost sloupu navýšit pomocí dvojitého betonového sloupu, tzv. tupláku Obr. 2.8. Jedná se o vztyčení dvou shodných sloupů vedle sebe a spojených pomocí pásky a konzoly do jednoho celku. [10] [3] [9]

### c) Příhradové stožáry

Příhradové stožáry jsou používány hlavně pro napětovou hladinu VVN. V některých případech najdou své místo i v oblasti VN. Příhradové stožáry jsou nejčastěji využívány tam, kde je nutné umístit lana do vyšší polohy, a to z důvodu dodržení bezpečné vzdálenosti, která by jinak mohla být ohrožena způsobeným průvěsem vedení. Další možností využití těchto stožárů je při souběhu vedení a jeho upevnění na jeden podpěrný bod Obr. 2.9. Dále se používá tam, kde dochází k velkému vrcholovému namáhání nebo při křížení vodních toků, či dálniční komunikace. Nevýhodou příhradového stožáru je jeho vysoká pořizovací hodnota a oxidace ocelové konstrukce, které se zamezuje žárovým pozinkováním. [12] [18]



Obr. 2.9 - Příhradový stožár použitý při souběhu vedení VN a NN, [Zdroj: Archiv autora]

Příhradové stožáry jsou konstruovány z profilů oceli ve tvaru „L“, které jsou následně svařeny do jednotlivých dílů po 1,5 metrech. Tyto díly jsou poté spojeny šrouby. Jednou z částí příhradového stožáru je betonový základ, který se vytváří použitím formy a litého betonu, jak můžeme vidět na Obr. 2.10. Do litého betonu je před vylitím do formy zamíchána hydrofobizační látka, která slouží k upravení vlastností betonu. Tímto způsobem upravený beton dokáže po zatuhnutí odpuzovat vodu. Tato speciální příměs zabraňuje vlhnutí betonu a na povrchu základu vytváří tzv. lotosový efekt, při kterém se voda shlukuje do kapek a následně



odtéká pryč. Směs zároveň prodlužuje životnost základu stožáru a brání jeho rozpraskání vlivem mrazu. V betonovém základu je zasazen tzv. dřík, který je základní konstrukční částí stožáru a tvoří jeho tělo. Na vrcholu dříku se nachází tzv. hlava, která je vrcholem stožáru. K ní jsou připevněny jednotlivé konzoly pro izolátory. [14]



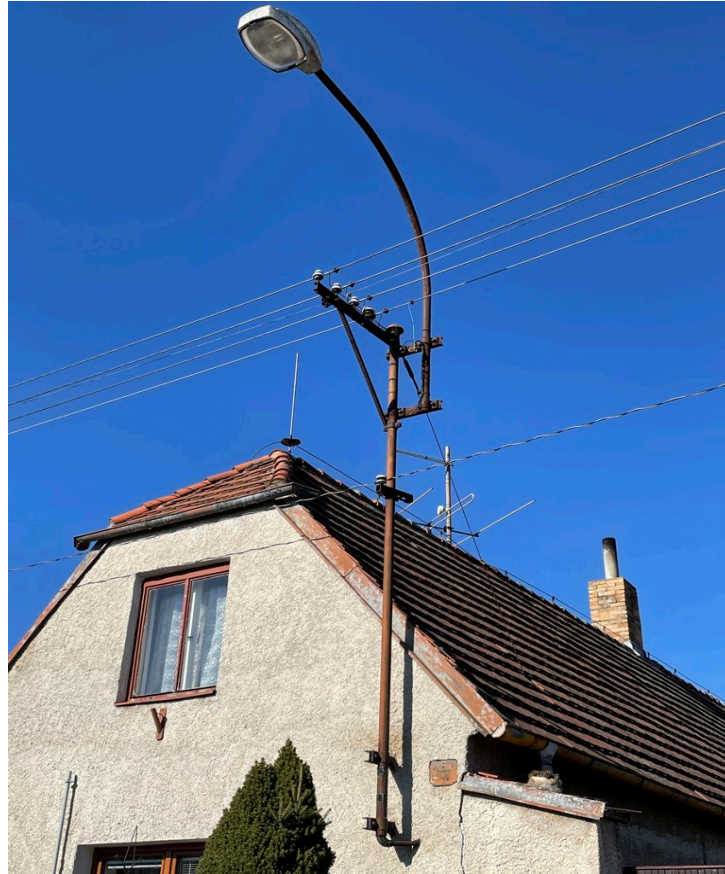
Obr. 2.10 - Konstrukční provedení základu příhradového stožáru, [Zdroj: Archiv autora]

Konstrukce stožárů se vyrábí v délce od 12 do 24 m po 1,5m krocích. Vrcholové síly pro příhradové stožáry se používají 12 kN, 20 kN, 30 kN, 40 kN, 50 kN, 60 kN, 70 kN a 80 kN. Použití a výběr konkrétního stožáru záleží na standardizované řadě distributora a výrobce. [13]

#### d) Střešníky a konzoly

Střešníky jsou ocelové trubky, která jsou upevněné přímo do konstrukce budovy. Používají se v případech, kde je nutné zvýšit závěsnou výšku vodičů mezi betonovými sloupy. Střešníky se využívají jako průběžné podpěrné body nebo jako přípojka k odběrateli Obr. 2.11. V případě nutnosti je možné stabilizovat střešník za pomoci vzpěr nebo kotev do střešní krytiny.

Konzoly jsou stejně jako střešníky zazděné přímo do konstrukce budov. Jsou to ocelové profily ve tvaru „U“ a využívají se též jako průběžný podpěrný bod a bod pro přípojku odběratele. [18]



Obr. 2.11 - Střešník s kabelovou přípojkou pro odběratele, [Zdroj: Archiv autora]

### 2.1.3 Konzoly a izolátory na podpěrné body

Veškeré síly, které působí na venkovní vedení, se přenáší přes izolátor a konzoly na sloup nebo stožár. Konzoly slouží k upevnění vedení na podpěrný bod a jsou konstrukčně rozlišeny podle druhu, fázové rozteče a vrcholové síly.

Konzoly jsou ocelové svařované konstrukce, které jsou chráněné proti nepříznivým povětrnostním podmínkám žárovým zinkováním a nátěry. Na podpěrné body se přichytávají za pomoci svorníku a třmenových objímek se šrouby.

Dříve se využívala především rovinná konzola s šikmými vzpěrami, která je vidět na Obr. 2.12. Vodiče jsou díky této konzole nesené v jedné rovině. Tento typ je možné vidět i dnes na venkovním vedení VN a NN, ale z důvodu většího množství úhynu ptactva se na vybraných linkách VN začaly instalovat ochrany ptactva před úrazem elektrickým proudem anebo měnit tyto typy konzol za novější.[3]



Obr. 2.12 - Rovinná konzola, [Zdroj: Archiv autora]

Tento nový typ konzoly, který se dnes nejvíce používá pro vysoké napětí, se nazývá „pařát“. Díky jeho konstrukčnímu uspořádání a tvaru zajišťuje ochranu proti dohledu ptactva. Skládá se ze tří ramen, které nesou na podpěrných izolátorech lanové vodiče. Středový nosník je umístěn vertikálně na samém vrcholu podpěrného bodu a dvě ramena jsou upevněna šikmo vzhůru. Název tato konzola dostala díky svému vzhledu připomínajícímu ptačí pařát Obr. 2.13. [16] [17]



Obr. 2.13 - Konzola Pařát II JB 180–250, [Zdroj: Archiv autora]

Konzoly pro příhradové stožáry jsou instalovány jako jednostranné, oboustranné nebo montované konstrukce. Jedná se o ocelové svařované konstrukce, tvořené z profilů ve tvaru „U“, které jsou stejně jako příhradové stožáry ochráněny žárovým zinkováním, popřípadě ochranným nátěrem proti korozi. Tyto konzoly jsou umístovány na hlavu stožáru. Pro dvojitě vedení se nejčastěji používá upevnění ve tvaru oboustranného soudku, kdy jsou vodiče umístěny ve třech výškách na jedné konzole. [19]

Pro mechanické upevnění a zároveň odizolování vodičů od podpěrného bodu, se využívá izolátor. Nejdůležitějšími požadavky na izolátor jsou jeho nevodivost a odolnost vůči velkému mechanickému namáhání, které způsobují vodiče, na něž působí vnější vlivy. Dalším požadavkem je jeho konstrukční stálost, což znamená, že nemění svůj tvar při změně teploty.

Izolátory se nejčastěji vyrábějí z porcelánu, skla nebo z kompozitního materiálu, které se vyznačují dlouhou životností, nízkými nároky na údržbu a malou hmotností. Rozdělují se na izolátor podpěrný nebo závěsný.

Podpěrný izolátor se umísťuje na nosných a rohových podpěrných bodech a většinou drží vodič nad konzolou. Jsou dimenzovány na 2,5násobek síly, kterou vyvine vodič při různých klimatických změnách. Používají se pro bezpečnostní závěs holých vodičů nebo k propojení vodičů na stožárech.



Závěsné izolátory se spíše používají pro vysoká napětí od 22 kV jako upevnění holých a izolovaných vodičů, dále jsou pak určeny pro nosné a kotevní řetězce. Obvykle nesou tíhu vodiče. Krátkodobě musí vydržet trojnásobné zatížení vyvolané vodičem. [20] [18]

#### 2.1.4 Venkovní distribuční trafostanice

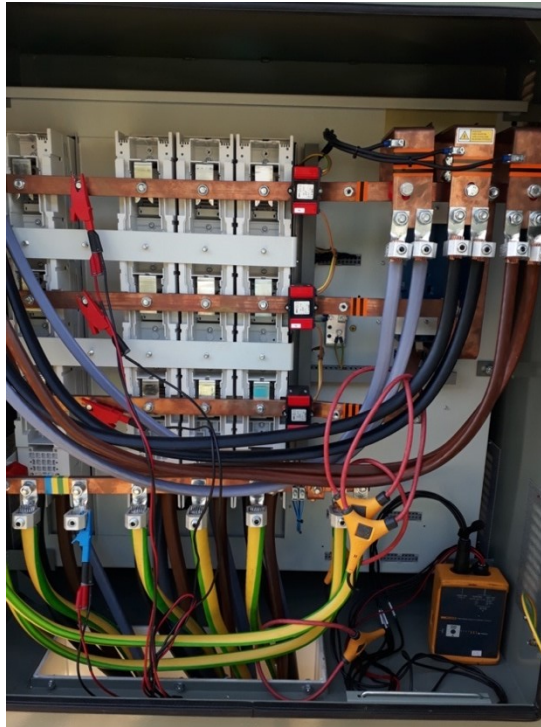
Venkovní transformační stanice jsou nejpoužívanějším a nejlevnějším typem distribučního prvku. Převádí vysoké napětí za pomoci transformátoru na nízké napětí o hodnotě 400/230 V. Transformátor je nejdůležitější součástí všech distribučních trafostanic. Je to netočivý elektrický stroj sloužící k přenosu elektrické energie mezi dvěma obvody střídavého proudu prostřednictvím střídavého magnetického pole. V distribuční soustavě se transformátor využívá pro změny napětí v elektrických sítích. Nejčastěji používáme olejový hermetizovaný transformátor Obr. 2.14, ve výjimečných případech suchý transformátor, a to například v prostředí, kde by při úniku oleje došlo k znečištění zdroje pitné vody. [22]



Obr. 2.14 - Hermetizovaný distribuční transformátor, [Zdroj: Archiv autora]

Dalším prvkem, který je součástí každé distribuční trafostanice, je rozvaděč NN. Jak je patrné na Obr. 2.15, za pomoci jednoho svazku ze tří vodičů paralelně připojených ze sekundárního vinutí transformátoru, je veden přívod na hlavní jistič NN rozvaděče. Za hlavním jističem jsou napojeny měděné přípojnice, na kterých jsou dále paralelně připojeny jednotlivé vývody z rozvaděče. Tyto vývody jsou jistěny výkonovými pojistkami, které se nachází v pojistkových odpínačích nebo pojistkových lištách. Výkonové pojistky slouží k jistění jednotlivých vedení při přetížení a zkratu a zajišťují ochranu automatickým odpojením od zdroje. Rozvaděč je umístěn do skříně hned nad zem, aby zůstal přístupný obsluze a odolal

povětrnostním vlivům. Aby se zamezilo vniknutí neoprávněné osobě, je tato skříň opatřena zámkem. [23] [24]



**Obr. 2.15 - Zadní pohled na rozvaděč NN ve sloupové trafostanici, [Zdroj: Archiv autora]**

Součástí rozvaděče je též univerzální monitor sítě MEg. Tento přístroj slouží k monitorování kvality napětí a plní funkci elektroměru. Proudů jsou na přístroji měřeny nepřímou metodou za pomoci měřících transformátorů proudu. Dlouhodobě zaznamenává průběhy napětí a proudu a již zmíněnou kvalitu napětí dané normou ČSN EN 50 160. Data z tohoto přístroje jsou využívána jako podklady pro rozvoj a návrhy rekonstrukce sítě NN a pomáhají předcházet stížnostem odběratelů ohledně kvality dodávané elektrické energie. [21]

### **a) Sloupová distribuční trafostanice**

Tato distribuční trafostanice je umístována na odbočkách nebo přímo do osy venkovního VN vedení. Umístování přímo do osy vedení má nevýhodu v nutnosti vypnutí celé linky vedení z důvodu některých typů prací. Při umístění distribuční trafostanice v odbočce vedení, například k přilehlé obci, je v případě nutnosti vypnuta pouze tato odbočka za pomoci úsekového odpínače a kmenové vedení zůstává pod napětím.

Tento typ trafostanice je tvořen jedním sloupem z předpjatého betonu ukotveného v betonovém základu, který tvoří nosný prvek celé stanice. Na jeho samotném vrcholu je umístěna pro ukončení přívodu vedení VN konzola s kotevními izolátory. Pod takto ukončeným vedením se za pomoci AlFe lan připojí jednotlivé fáze ke svodiči přepětí s pojistkami. Pod

svodiče přepětí se připojuje transformátor, který se umísťuje na konzoly do takové výšky, aby jeho živé části byly v minimální výšce 5 m od povrchu. Nejbližší k zemi je umísťován NN rozvaděč z důvodu dostupnosti obsluhy. Na jednosloupovou distribuční trafostanici se pro jeho hmotnost osazuje transformátor maximálně do výkonu 400 kVA. Pro transformátory o výkonu až 630 kVA se využívá dvou a více sloupů, které jsou obdobou jednosloupové distribuční trafostanice. V ojedinělých případech se ještě můžeme setkat s historickými dřevěnými sloupy, kterou můžeme vidět vpravo na Obr. 2.16.

Výhodami sloupové trafostanice jsou rychlá výstavba a nízká pořizovací cena. Naopak nevýhodami jsou vystavení celé technologie povětrnostním vlivům, relativní dosah živých částí pod napětím laické veřejnosti a v případě poruchy těsnosti olejového transformátoru i kontaminace okolí. [25] [26]



**Obr. 2.16 - Sloupová distribuční trafostanice a historická trafostanice na dřevěných sloupech, [Zdroj: Archiv autora]**



## b) Příhradová distribuční trafostanice

Příhradová distribuční trafostanice je obdobou sloupové. Celá výzbroj stanice je však nesena na ocelovém stožáru. Konstrukce se skládá z dřívku stožáru svařeného z ocelových „L“ profilů a montované konzoly, na které je uložen transformátor Obr. 2.17. Na příhradové trafostanice se osazují transformátory s výkonem 160, 250, 400 a 630 kVA. Díky své konstrukci jsou schopny vyšší pevnosti a tím jsou schopny odolat většímu zatížení tahem vodičů.

Konstrukce příhradové trafostanice musí být pravidelně kontrolována a ošetřována nátěry proti korozi. Toto je současně s její vyšší pořizovací hodnotou její nevýhoda. [25]



Obr. 2.17 - Příhradová distribuční trafostanice, [Zdroj: Archiv autora]

## c) Věžové distribuční trafostanice

Historicky nejstarší používané trafostanice jsou věžové trafostanice. Jsou zděného provedení, popřípadě stavebnicově seskládané z jednotlivých prefabrikovaných betonových dílů, které se sestaví, vyrovnají a sešroubují. Trafostanice je opatřena rovnou případně sedlovou střechou. Je určena pro distribuční transformátory do maximálního výkonu 630 kVA s příslušným rozvaděčem a jištěním. Přívod vysokého napětí je proveden venkovním vedením a pokud nelze umístit úsekový odpínač mimo budovu, je trafostanice opatřena svislým



odpínačem pro potřeby vypnutí. Vývody z rozvaděče NN jsou provedeny kabelovým případně venkovním vedením, které je ukončeno na zbylých třech stěnách této trafostanice.

Budovu trafostanice lze pomyslně rozdělit na tři poschodí, jak můžeme vidět na Obr. 2.18. V horním patře se nachází obdélníková okna, která jsou uzavřena deskami se vstupy a výstupy venkovního vedení NN a VN, s větrací žaluzií, popřípadě okenní výplní. V prostřední části se na vnitřním sestupném vedení VN nachází proudové pojistky. V dolní části je na úrovni země umístěn distribuční transformátor a v okenici osazen rozvaděč NN pro venkovní obsluhu. Pro případy poruchy je pod olejovým transformátorem vybudována jímka pro zachycení uniklého oleje. [25] [27]



Obr. 2.18 - Věžová trafostanice s venkovním přívodem VN a kabelovými vývody NN, [Zdroj: Archiv autora]

## 2.2 Kabelové sítě

Rozvody elektrické energie jsou zhotovené z kabelů VN a NN v takovém provedení, že je možné je uložit do země. Pro uložení kabelového vedení se využívá kabelové rýhy, podvrty, případně protlaku. Z důvodu ochrany kabelu před mechanickým poškozením se pokládá do pískového lože nebo se využívá mechanické ochrany, jako je například kabelový žlab nebo plastová chránící trubka. Nová kabelová vedení se budují v zastavěném území, k nahrazení stávajícího venkovního vedení, dále k připojení nového odběratelského místa nebo jako náhrada venkovního vedení tam, kde dochází vlivem povětrnostních vlivů k jeho častým poruchám.

Jednotka délky kabelového vedení je v porovnání s venkovním vedením dražší. Zvýšení ceny je dáno zpravidla náročností zemních výkopových prací, které mohou obsahovat podvrty a řízené protlaky při křížení komunikace, vodního toku či železniční tratě. Další velkou položkou v rozpočtu pro výkopové práce při pokládání kabelového vedení, je definitivní úprava povrchu, jako je zadláždění chodníků a zaasfaltování překopané vozovky.

Ovšem díky těmto zvýšeným nákladům lze kabelovou sít' uložit do dlouhodobě stabilního prostředí, tedy do země. Vzhledem k tomuto umístění je zajištěna ochrana před vznikem atmosférického přepětí a povětrnostními vlivy, z čehož na druhou stranu plynou nízké náklady na provoz a údržbu těchto vedení. Toto bohužel obnáší horší přístup v případě poruch a oprav.

Kabelovou sít' můžeme rozdělit na tři typy vedení:

- Páteřní vedení: Hlavní vedení, které vyvádí výkon z rozvaděče NN v distribuční trafostanici. Toto vedení se obvykle okružně vrací zpět do napájecího bodu, popřípadě propojuje kabelovou sít' s další distribuční trafostanicí. Pro tato vedení se využívá průřezů kabelů  $4 \times 240$  a  $150 \text{ mm}^2$ .
- Odbočka: Je zpravidla část sítě menšího průřezu a slouží k napájení menší skupiny odběratelů. Pro odbočky je využíváno kabelu o průřezu  $4 \times 95$  a  $50 \text{ mm}^2$ .
- Přípojka: Je koncová část kabelového vedení NN s nejmenším průřezem. Slouží k připojení jednoho přípojného místa. Pro energeticky náročnější objekty se využívá průřezu  $4 \times 50 \text{ mm}^2$  a ostatní přípojky jsou řešeny pomocí průřezu  $4 \times 25$  a  $16 \text{ mm}^2$ . Ukončení se provádí v přípojkové skříni, která se umísťuje do zdiva budovy nebo pilíře na hranici pozemku. Z důvodu manipulace na vedení a možné opravy je požadováno, aby přípojková skříň byla umísťována z veřejně přístupného místa.

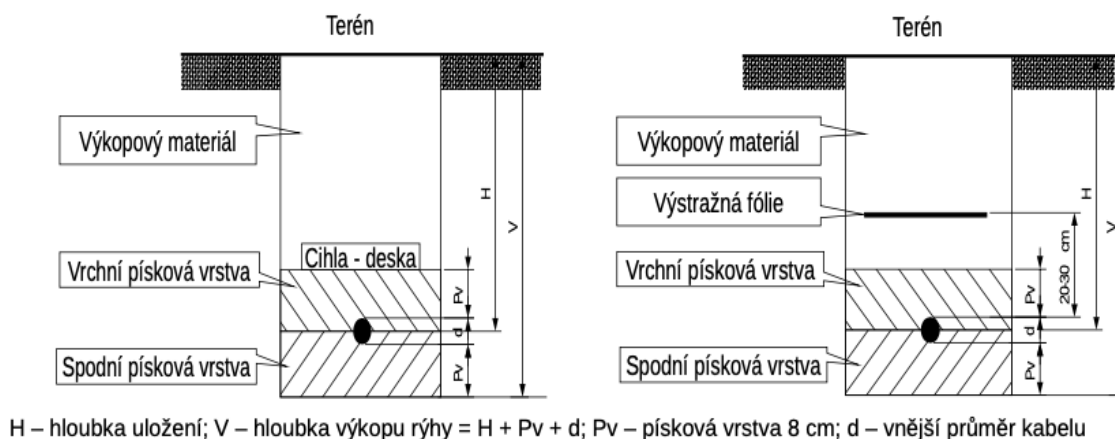
Základním požadavkem na jištění kabelových distribučních sítí NN je, aby při vzniku zkratu v jakémkoliv místě sítě byla vadná část odpojena do 30 s. Na kabelovém vedení je nutno dodržet selektivitu jištění. K jištění se využívá tavných pojistek s charakteristikou gG, které jsou osazeny v rozvaděči distribuční trafostanice a dále v kabelových pilířích a skříních. [28] [29]

### 2.2.1 Pokládka kabelového vedení

Kabely můžeme klást na rovný podklad, kabelové lávky, do kabelových kanálů, kolektorů, tvárnic, země apod. Při pokládce je nutno zohlednit v jakém prostředí se kabely nachází, aby na ně toto prostředí nepůsobilo nepříznivě, čímž by byla snížena jejich životnost. Při zvýšeném mechanickém namáhání se umísťují do chrániček, betonových žlabů, ocelových rour apod. V zemi jsou ochráněny tak, aby se nepoškodily při výkopech nebo sesedání půdy. Jejich pokládka nesmí probíhat při teplotách nižších než 4 °C, popřípadě je nutné je předtím předehrát.

Při pokládce kabelů do země se volí trasa výkopů směrově a koordinovaně s místními komunikacemi. Upřednostňuje se volný nezpevněný terén přilehlý ke komunikaci. Pokud toto není možné, volí se možnost uložení do chodníku. Při souběhu většího množství kabelů je vhodné mezi nimi zvětšit vzdálenost, jelikož takto může docházet k vysušování půdy a následně k jejich zhoršené možnosti ochlazování. Při pokládce kabelů více druhů napěťových hladin se pokládají kabely s vyšším napětím nejhlouběji. [31]

Kabelové vedení pokládáme do země na vrstvu jemnozrnného písku o tloušťce nejméně 8 cm a následně jej zasypeme stejnou vrstvou. V případě, že se společně s kabely pokládá i uzemnění, je toto uzemnění položeno do samostatné rýhy na okraji dna výkopu a je zasypáno zeminou. Až poté se umísťuje pískové lože pro kabel. Pokud pokládáme kabelové vedení VN, umísťujeme na vrchní vrstvu písku destičku nebo betonovou cihlu, a to v celé délce trasy. Pakliže se jedná o kabely NN, označuje se trasa kabelu nepřerušenou červenou fólií po celé délce výkopu. Obě varianty krytí musí z bezpečnostních důvodů přesahovat kabel minimálně o 4 cm na obou stranách. Vzorový řez výkopu je znázorněn na Obr. 2.19. Tam, kde je zvýšené nebezpečí mechanického poškození kabelu, je nutné je opatřit mechanickou ochranou, například plastovými chráničkami, žlaby, aj.

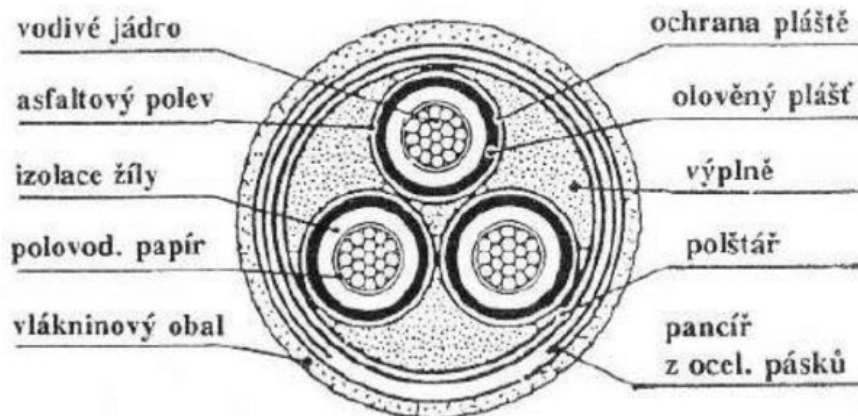


Obr. 2.19 - Uložení kabelu VN a NN, převzato z [30]

Pro uložení kabelů do země je důležité dodržení minimální hloubky výkopu. V případě nízkého napětí ve volném terénu je tato hloubka 35 cm s mechanickou ochranou, bez této ochrany je to minimálně 70 cm. Pokud se jedná o chodník, platí hloubka minimálně 35 cm a pro vozovku a krajnici minimálně 100 cm. [28] [30]

### 2.2.2 Druhy kabelů a kabelových souborů

Zprvu se využíval pro rozvod elektrické energie v napětové hladině 22 kV tzv. olejový kabel. Tento druh vysokonapětového kabelu byl označován ANKTOYPV, jehož řez je na Obr. 2.20. Jádrem kabelu je z hliníku (A) o třech žilách a je obaleno napuštěným papírem (N). Jedná se o kabel (K) se samostatně opláštěnými žilami (T) olovem (O) se souvislým bezešvým obalem z PVC (Y) a pancířem ze dvou pásků včetně polštáře s asfaltovou polevou (P). Toto vše je zakryto vláknitým asfaltovým obalem (V). Tento kabel byl mokrého provedení, takže muselo být zajištěno, aby byl napuštěný papír neustále nasáknut. Proto se používal systém dolévacích koncovek, kterými byl kabel na obou koncích opatřen a pomocí nich se doplňoval vhodný kabelový olej, aby nedocházelo k jeho vysychání. Tento vysokonapětový kabel klade vysoké nároky na údržbu a v případě poruchy je nutné provedení opravy za pomoci spojky velice důkladným způsobem. [32]



Obr. 2.20 - Příčný řez kabelem ANKTOYPV, převzato z [37]

Olejoyé kabely najdeme v dnešní době spíše ve stávajícím vedení a při jeho obnově jsou likvidovány jakožto nebezpečná ekologická zátěž. Jsou nahrazovány novým typem kabelů založených na modernější technologii využívající plasty a polymery.

Tento typ plastového VN kabelu je izolovaný pomocí zesíťovaného polymeru. Má lepší mechanické a elektrické vlastnosti než olejové kabely. Zesíťování se provádí chemickou přeměnou vnitřního uspořádání molekul a spočívá ve vytvoření nevratných příčných vazeb mezi polymerickými řetězci, čímž vznikne uspořádání podobné síti. Tato změna výrazně zlepšuje mechanické vlastnosti polymeru, jeho stálost, elektrické vlastnosti i chemickou odolnost. Polymery si zmíněné vlastnosti zachovávají i při krátkodobém působení vysokých teplot.

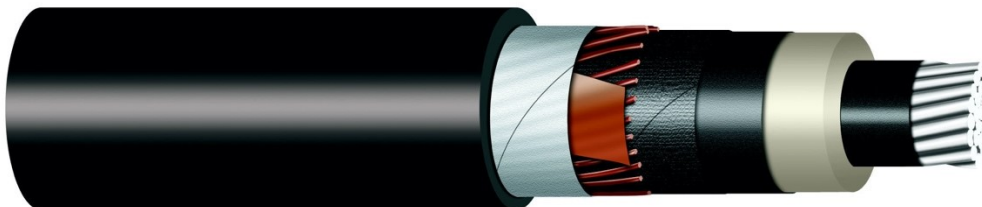
V distribuční síti EG.D se využívá dvou typů VN kabelů. Na Obr. 2.21 je vyznačen první typ, který se označuje AXEKVCEY. V distribuční síti se pokládá na rozdíl od jejich předchůdců každá žíla zvlášť, které se následně svazkují. Používají se kabely o jmenovitém průřezu 150 mm<sup>2</sup> a 240 mm<sup>2</sup>. Kabel se skládá ze slaného kruhového jádra z hliníkových vodičů (A). Na tomto hliníkovém jádře je nanášena vnitřní polovodivá vrstva a izolace ze zesíťovaného polyetyleny, na které se nachází další polovodivá vrstva (XE). Jedná se o kabel (K), na kterém je dále polovodivá vodu blokující páska s měděným stíněním z drátků a páskovou protispirálou (VC). Mechanickou ochranou kabele je plášť z polyetyleny (E) a konečně na tomto plášti je nanášen vrchní plášť z PVC černé barvy (Y). [33][35]



Obr. 2.21 - Řez kabelem AXEKVCEY, převzato z [38]

Díky jeho dvojitě izolaci se tento kabel používá pro venkovní prostředí, v zemi, pro vnitřní prostředí a v kabelových kanálech. Dále je využíván jako propojovací vedení mezi distribučním transformátorem a rozvaděčem VN, v rozvodnách a tam, kde je nutná ochrana proti šíření plamene po plášti.

Druhým používaným typem kabelu VN, který se využívá v distribuční síti, je kabel NA2XS(F)2Y znázorněn na Obr. 2.22. Konstrukce je podobná předchozímu kabelu. Jedná se o kabel odpovídající VDE normám (N), který má hliníkové jádro (A), izolaci ze zesíťného polyethylenu (2X), na které se nachází měděné drátové stínění (S) a ochrana proti podélnému šíření vody pod pláštěm (F). Celý tento kabel je opatřen pláštěm z PE (2Y).



Obr. 2.22 - Řez kabelem NA2XS(F)2Y, převzato z [38]

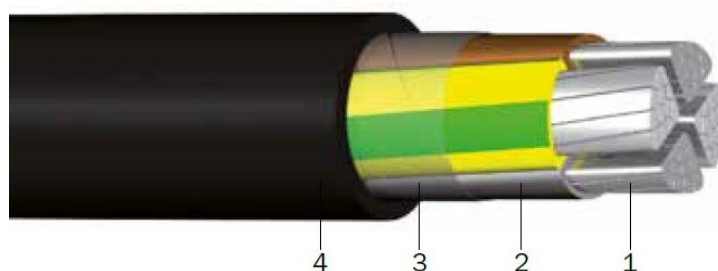
Tomuto typu chybí plášť z PVC a je určen pro pevné uložení v základním, popřípadě vlhkém prostředí. Využívá se jako propojovací vedení mezi jednotlivými distribučními trafostanicemi a jako kabelový svod z venkovního vedení. Z požárních důvodů se nesmí instalovat do kolektorů a kabelových prostor v budovách. [36] [34]

Výhodou u obou druhů kabelů oproti jeho předchůdci je jeho nízká hmotnost a ohebnost. Dále jeho stálá izolace, což znamená že nepotřebuje dolévat olej. Tím pádem se snáze pokládá a neklade žádné nároky na údržbu.

Pro rozvod elektrické energie v napětové hladině do 1 kV se dříve využívalo silového kabelu typu ANKOY. Tento typ kabelu využívá k izolaci papír napuštěný olejem, ale již není potřeba tento olej dolévat. Kabel se skládá ze čtyř žil, přičemž ochranný vodič má vždy menší průřez než ostatní tři fáze. Žíly jsou tvořeny hliníkovým jádrem ze slaněných vláken, obalených izolací z papíru napuštěným olejem, a to celé ve svazku obalené stejnou izolací. Následuje vrstva z PVC a pancířový obal ze dvou pásků. Tento celek je obalen vrstvou juty.

Tento druh olejového NN kabelu se již nevyužívá, každopádně stále se v distribuční síti nachází. Je postupně nahrazován za nový kabel označením AYKY.

V distribuční soustavě se kabel AYKY využívá pro rozvod elektrické energie NN. Tento kabel, jehož řez vidíme na Obr. 2.23, má jádro z vodivého hliníku, které se skládá ze tří plných nebo lanových fázových žil s barevným označením hnědá, černá, šedá a žíly pro PEN vodič s barevným označením žlutozelená. Tyto čtyři žíly jsou od sebe jednotlivě odizolovány za pomoci izolace z PVC a jsou stočeny dohromady. Mezi nimi se nachází výplňový obal, který je do průřezu 70 mm<sup>2</sup> z pryže a od průřezu 95 až 240 mm<sup>2</sup> vinutý ze dvou pásků z PVC. Konečný plášť kabelu je taktéž z polyvinylchloridu. [39]



- 1 | Al jádro (RE, RM, SM)
- 2 | Izolace (PVC), žíly jsou stočené do duše kabelu
- 3 | Obal (plastová páska nebo výplňová guma)
- 4 | Plášť (PVC černý, odolný proti UV záření)

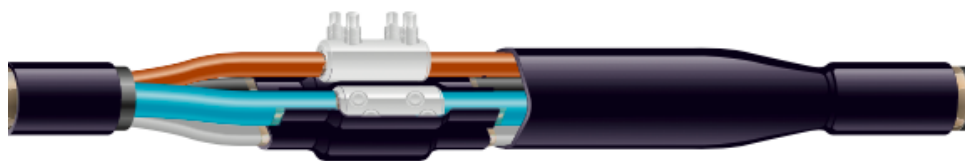
**Obr. 2.23 - Řez kabelem AYKY, převzato z [40]**

Tyto kabely jsou dostatečně mechanicky odolné, takže se nepoužívají žádné další ochranné obaly nad pláštěm. Neobsahují žádné tekuté impregnační hmoty jako kabely ANKOY, takže mohou být uloženy svisle anebo v trasách se značnými výškovými rozdíly. Díky své konstrukci umožňují spojení za využití jednoduchých spojek, čímž je snazší a méně časově náročná i jejich oprava. Vzhledem k použitým materiálům je lze považovat za kabely, které nešíří požár. [39]



Kabelovými soubory rozumíme kabelové spojky a koncovky. Tyto části kabelového vedení jsou z hlediska poruch nejslabším článkem, a proto záleží na jejich kvalitním provedení. Dříve se při opravě olejového kabelu využívalo spojky složené z napuštěného papíru, olova a litinového lože. Provedení této spojky je časově náročné a klade vysoké nároky na prostor. Nejdříve je potřeba spojit jednotlivé žíly lisovacími trubičkami z hliníku, omotat je napuštěným papírem a hliníkovými pásky, čímž se doplní chybějící izolace. Dále se vytvořený soubor zaletuje do olověné rakvičky a vloží do litinové lože. V posledním kroku se zaleje asfaltem.

V současné době se díky plastovým kabelům a pokročilejší technologii využívá souprava pro kabelové spojky, které jsou za tepla nebo studena smrštitelné. Jejich montáž je několikanásobně rychlejší, snazší a výsledné spojení kvalitnější. Takováto spojka obsahuje vzájemně izolované lisovací nebo šroubovací spojovače, pomocí kterých se spojí obnažená jádra kabelů. To vše se vloží do trubice, která je za tepla nebo studena smrštitelná a zajišťuje voděodolnost, mechanickou stálost, odolnost a elektrickou izolaci. Řez za tepla smrštitelnou spojkou je na Obr. 2.24. [41]

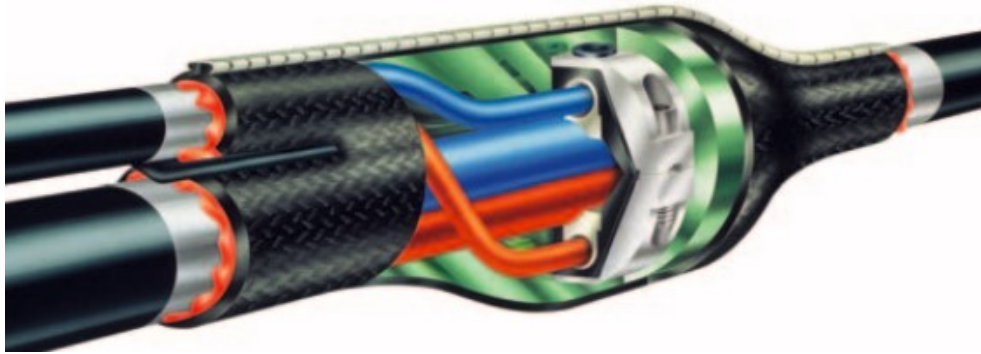


Obr. 2.24 - Řez přímkou kabelovou spojkou pro kabely s plastovou izolací, převzato z [44]

V případě nutnosti spojení starého typu olejového kabelu s novým plastovým typem, se k tomuto účelu využívá tzv. Hybridní spojka. Ta se skládá z transparentních separačních trubic, odolné výplňové pásky, rozdělovací tříprsté hlavy, násuvných silikonových elementů pro řízení pole, silnostěnných teplem smrštitelných izolačních trubic, měděné pletené stínící punčochy a silnostěnné teplem smrštitelné plášťové trubice. [42]

Speciální druh spojky používaný u kabelů NN je tzv. T-spojka na Obr. 2.25. Tento druh spojky se používá k odbočení z hlavního vedení k přípojkové skříni odběratele menším průřezem kabelu. Skládá se z kompaktní odbočné svorky, skořepiny a izolační zalévací hmoty. Skořepina je využívána jako forma pro zalévací hmotu, popřípadě i jako mechanická ochrana spojky. Izolační hmota je tvořena na bázi pryskyřice nebo polyuretanu a je vždy dvousložková. Největší nevýhodou těchto spojek je krátká životnost, kdy v případě porušení skořepiny dochází k postupnému nasávání vlhkosti do spojky. Další nevýhodou je obtížnější hledání poruchy na vedení. [43]





Obr. 2.25 - Řez odbočné T-spojky, převzato z [44]

Kabelové koncovky se využívají pouze pro VN kabely. Koncovky slouží k řízení elektrického pole kabelu a jsou zakončeny kabelovým okem pro uchycení. Pro olejové kabely se využívalo tzv. dolévacích koncovek, aby nedocházelo k vysoušení kabelu. Po nástupu kabelů s izolací ze zesíťovaného polyetylenu přišly nové technologie koncovek, které byly za tepla nebo studena smrštitelné.

### 2.2.3 Kabelové rozvodné skříně

Kabelovou rozvodnou skříní nazýváme jak přípojkovou skřín, tak rozpojovací jistící skřín. Každý druh této skříně nebo pilíře má dle provedení různé množství sad pojistkových spodků, provedení apod.

Prvním typem je rozpojovací skřín nebo pilíř na Obr. 2.26. Oba slouží k rozpojení, rozbočení nebo průběžnému jištění kabelových sítí nízkého napětí, ale je možné je využít i k připojení odběrného místa. Jedná se o rozpojovací skříně a pilíře, které se mohou použít za normálních provozních podmínek ve venkovním i vnitřním prostoru.

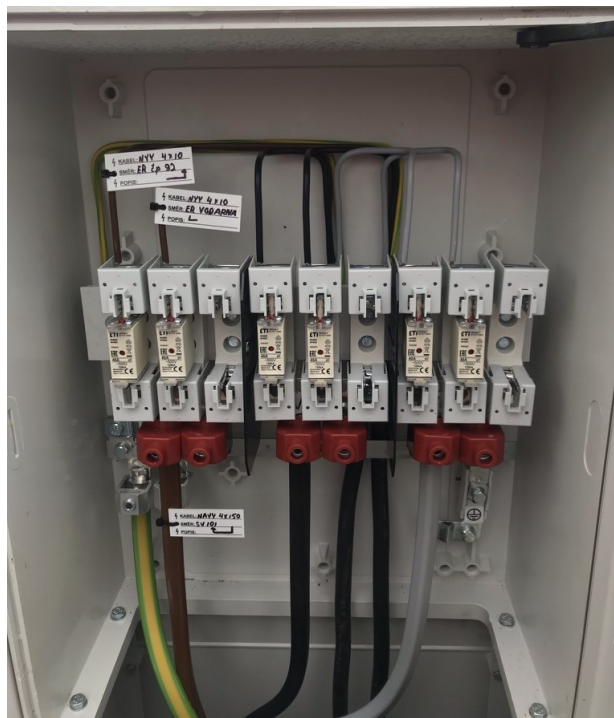


Obr. 2.26 - Rozpojovací pilíř SR522, [Zdroj: Archiv autora]

V distribuční síti nízkého napětí se využívají tři typy rozpojovacích jisticích skříní a pilířů:

- S nedělenou přípojnicí pro kabelové rozvody distribuční sítě
- S dělenou přípojnicí pro kabelové rozvody distribuční sítě
- Pro venkovní rozvody distribuční sítě

Druhým typem jsou přípojkové skříně a pilíře. Ty slouží výhradně k připojení a jistění jednotlivých odběrných míst. V distribuční síti se nachází dva druhy přípojkových skříní, popřípadě pilířů. Prvním je typ SP, který se využívá pro koncové připojení odběrného místa na kabelové nebo venkovní síti a současně k jistění přívodního vedení k odběrnému místu. Druhým typem je skříň nebo pilíř označení SS na Obr. 2.27. Tento typ skříně se používá pro průběžné připojování, proto se mu říká smyčkovací.



Obr. 2.27 - Smyčkovací pilíř SS300, [Zdroj: Archiv autora]

Pojistkové spodky u přípojkového pilíře nebo skříně tvoří pomyslné rozhraní mezi distribuční společností a odběratelem, k jehož elektroměru pokračuje hlavní domovní vedení. Přípojkové skříně a pilíře se umísťují na veřejně přístupném místě objektu odběratele, popřípadě na hranici parcely pozemku. [45]

#### 2.2.4 Distribuční trafostanice na kabelovém vedení

Distribuční trafostanice na kabelovém vedení je určena pro trvalý provoz v zastavěných částech obcí a měst, tam kde nelze použít trafostanici s přívodem venkovního vedení VN. Představuje provozní, manipulační a napájecí uzel v elektrizační soustavě. Je konstruována pro připojení do rozvodné sítě VN kabelovým vedením a k zásobování kabelové distribuční sítě nízkým napětím.

Tyto trafostanice se umísťují dle potřeb zásobování odběratelů, způsobnosti terénu a architektonickému členění okolních objektů. Prostor pro umístění je nutné volit takový, aby byl ke stanici přístup z veřejného pozemku i v budoucnu a nebyl časově omezován. Dále k ní musí být přístup z komunikace průjezdné nákladními vozidly a mechanizací pro manipulaci při výměně zařízení. Trafostanici musíme orientovat tak, aby byl zachován přístup k transformátoru v místech příjezdu mechanizace.

Všechny distribuční trafostanice, které jsou konstruovány na kabelovém vedení, obsahují totožné přístrojové a technologické vybavení. Jako první prvek, který se nachází v trafostanici po přivedení vysokého napětí za pomoci kabelu, je rozvaděč VN. Dříve se používaly rozvaděče VN v kobkovém provedení, ovšem toto provedení se již nepoužívá z důvodu prostorové náročnosti, celkové bezpečnosti a pokroku technologie. V současné době se využívá kompaktních rozvaděčů VN, které jsou konstruovány v nerozebíratelném bloku se všemi živými částmi plně izolovanými v jedné kovové nádobě naplněné izolovaným plynem SF<sub>6</sub> na Obr. 2.28 vpravo. Tento plyn splňuje požadavky na izolační a zhášecí funkce spínacích přístrojů. Spínání provádíme třípolohovými rotačními paketovými odpínači s funkcí spínače a zkratovače. Kompresní křídla otáčející se na hřídeli spínače, dělí spínací komory vždy na dvě části, které se při otáčení mění. Při spínacím pohybu vytvářejí rozdíl tlaku mezi oběma dílčími komorami. SF<sub>6</sub> proudí přes trysku, cíleně ofukuje vypínací elektrický oblouk a hasí jej v co nejkratším čase. Přívodní vedení je realizováno kabely s koncovkami opatřenými T adaptéry. Propojovací vedení je realizováno kabely s koncovkami a úhlovými adaptéry. Kabelové prostory jsou uzavřeny blokovými zákryty. Pro přístup k výkonovým pojistkám je nutno zkratovat odbočky transformátoru na Obr. 2.28 vpravo, jinak je kryt pojistek zablokován. Pokud dojde k přetavení pojistky, odpínač třífázově vypíná transformátor a přetavení je indikováno na ukazateli stavu pojistek. Tento druh rozvaděče představuje nejvyšší bezpečnost pro obsluhu, které nelze dosáhnout na žádném jiném rozvodném zařízení VN. V případě poruchy a vzniku obloukového zkratu uvnitř rozvaděče vyrazí vzniklá tlaková vlna pojistné prolisy a projde do kabelového kanálu, aniž by ohrozila obsluhu. [21]



Obr. 2.28 - Kompaktní VN rozvaděč se zhášecím plynem SF<sub>6</sub>, [Zdroj: Archiv autora]



Od spodků pojistek z VN rozvaděče je přívod na transformátor proveden třemi jednožilovými kabely o průřezu  $70 \text{ mm}^2$  a je ukončen z obou stran vhodnou kabelovou koncovkou. Toto propojovací vedení je v trafostanici vedeno kabelovými kanály až k transformátoru. V dřívějších dobách se u kobkového provedení využívalo tzv. přípojníc, což byly hliníkové pásy, které byly přivedeny venkovním provedením přímo na svorníky transformátoru. Přípojnice se upevňovaly ke zdi za pomoci izolátorů. Do zděných trafostanic se osazuje olejový hermetizovaný transformátor maximálně do výkonu 630 kVA. Ze svorníku sekundárního vinutí transformátoru je poté připojen, opět za pomoci propojovacích kabelů, které vedou v kabelovém kanálu, NN rozvaděč. Rozvaděče nízkého napětí slouží k vyvedení výkonu z trafostanice do elektrické distribuční rozvodné sítě nebo k odběrateli. Dále jsou jištěním sekundární strany transformátoru a jištěním odcházejících vedení z trafostanice na Obr. 2.29. Rozvaděč se skládá z třífázového jističe, který se na přívodu od transformátoru připojuje za pomoci kabelových ok. K jednotlivým měděným přípojnicím pásového tvaru je připojen přímo na kontaktech a je umístěn v levé nebo pravé části rozvaděče. Vývody z jednotlivých fázových přípojníc jsou jištěny pomocí lištového odpínače. V tomto odpínači jsou umístěny jednotlivé fázové pojistky. Dále jsou rozvaděče vybaveny jednofázovou zásuvkou a univerzálním monitorem, který je popsán výše. Celý rozvaděč je umístěn do příslušné skříň. Tato skříň je oceloplechová, jednostranně nebo oboustranně přístupná. A konstruována tak, aby odpovídala typu a druhu rozvaděče nízkého napětí. [21]



Obr. 2.29 - NN rozvaděč s lištovými odpínači, [Zdroj: Archiv autora]

### a) Zděné distribuční trafostanice

Tento typ distribuční trafostanice je jedním ze základních používaných druhů trafostanic, který se využívá v hustě zastavěných centrech měst a tam, kde jsou stísněné prostorové možnosti. Výhodou těchto druhů trafostanic je možnost osazení libovolným množstvím technologie, variabilita a bezpečnostní hledisko. Jejich nevýhodou je délka doby výstavby a pořizovací cena.

Tyto trafostanice jsou navrhovány pouze s vnitřní obsluhou, kdy transformátory, VN a NN rozvaděče jsou přístupny zvenčí dveřmi. Dispozičně jsou řešeny podle typu trafostanice, technologie a prostorových dispozic objektu, kdy jsou odděleny jednotlivé technologie a jejich propojení je realizováno pomocí uloženého propojovacího kabelu v kabelových kanálech.

Z konstrukčního hlediska tento typ trafostanic rozdělujeme na samostatně stojící a vestavěné distribuční trafostanice. Samostatně stojící tvoří samostatný objekt a slouží pouze k účelu transformace elektrické energie na Obr. 2.30. Vestavěné trafostanice jsou součástí většího stavebního celku, jako například výrobní haly, administrativní budovy apod. Jejich technologická část je oddělena v samostatné místnosti přímo v objektu, kde je vchod do místnosti z veřejného prostranství a je opatřen bezpečnostními dveřmi z důvodu zamezení přístupu laické veřejnosti.[21]



Obr. 2.30 - Samostatně stojící zděná trafostanice s dvěma transformátory, [Zdroj: Archiv autora]

## b) Kioskové distribuční trafostanice

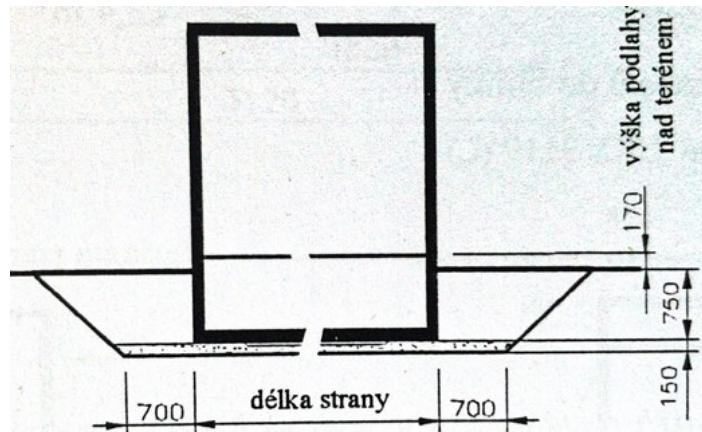
Kioskové distribuční trafostanice jsou nejmodernějším typem trafostanic. Tento typ trafostanice je vhodný pro napájení výrobních závodů, průmyslových zón a obytných lokalit, popřípadě slouží pro vyvedení výkonu z různých zdrojů elektrické energie, jako jsou například větrné, fotovoltaické a malé vodní elektrárny. Technická zařízení jsou umístěna v betonovém kiosku a díky tomu mají vynikající provozní vlastnosti, ekonomické, bezpečnostní a architektonické parametry. Dalším kladným prvkem je rychlá výstavba a nízké provozní náklady.

Základním stavebním prvkem je monolitická železobetonová buňka. Stavební těleso tvoří základová deska, vnější stěny a příčky. Toto těleso je odlito jako jeden celek tzv. zvonovým litím. To znamená, že je celá trafostanice otočena dnem vzhůru a speciální rychletvrdnoucí beton je vylit do připravené formy na trafostanici. Vzniklé těleso je bezesparové, vodotěsné a má výbornou stabilitu, díky tomu, že armovací rohože jsou vedeny bez přerušení okolo všech hran konstrukce. Otvory pro dveře, ventilační prvky, prostupy a kabelové průchodky jsou vytvořeny již před vlastním odléváním. Vana se odlévá monoliticky spolu s tělesem. Je odlita jako poslední a přebírá funkci základových pásů. Slouží též jako kabelový prostor a olejová jímka. Po zatvrdnutí betonu je celé těleso otočeno a vyjmuta z formy. Následně je odlitek trafostanice opatřen nátěrem a fasádou. V případě varianty s vnitřní obsluhou se montuje konstrukce pro překližkovou podlahu a následně je umísťována a připojována technologie. Střecha trafostanice je odlévána zvlášť jako prefabrikovaný dílec s mírným spádem pro odtékání deště, ve zvláštních případech může střechu rovného provedení nahradit střecha sedlová. Aby bylo možné snáze měnit technologii v trafostanici, je celá střecha odnímatelná.

Kompletně vybavenou a typově odzkoušenou trafostanici včetně distribučního transformátoru, přepraví výrobce do místa usazení. Vzhledem k rozměrům a hmotnosti se při přepravě a manipulaci jedná o nadměrný náklad. Před usazením trafostanice za pomoci jeřábu, je nutné připravit terén pro usazení. To spočívá ve vykopání jámy hluboké 90 cm, přípravě uzemnění pro trafostanici a položení na rovné dno výkopu s 15ti cm vrstvou drobného štěrku. Řez výkopem pro usazení trafostanice vidíme na Obr. 2.31. Následně dojde k usazení trafostanice a umístění a upevnění střechy. [46]

Technickým vybavením kioskových trafostanic je zpravidla VN a NN rozvaděč a jeden nebo dva distribuční transformátory do 630 kVA.





Obr. 2.31 - Řez výkopem pro usazení trafostanice, převzato z [46]

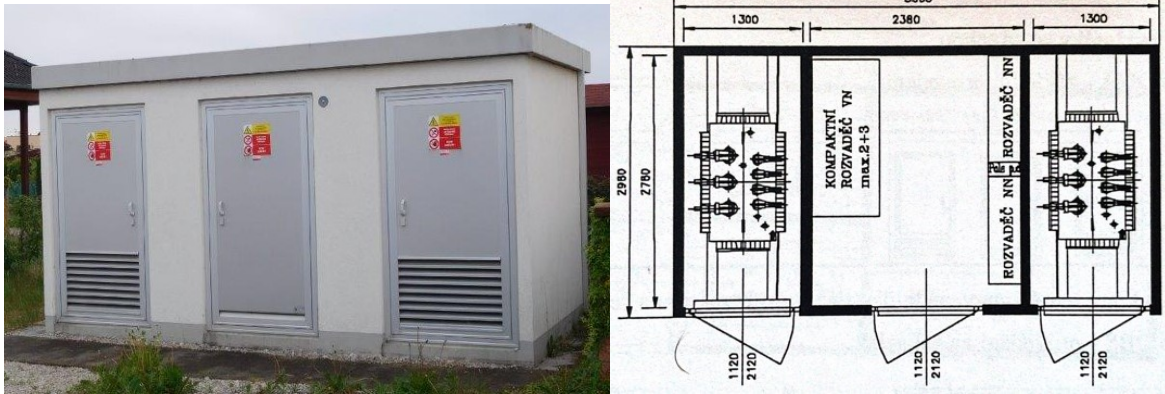
Kioskové distribuční trafostanice se vyrábějí ve dvou variantách obsluhy. První varianta je s venkovní obsluhou, kdy jsou všechny části dostupné zvenku a je nutné zajistit okolo trafostanice manipulační prostor alespoň ze tří stran – k VN části, NN části a transformátoru. Tyto trafostanice se vyznačují svou kompaktní nízkou výškou a malou zastavěnou plochou na Obr. 2.32.



Obr. 2.32 - Kiosková trafostanice s vnější obsluhou do výkonu 1 x 630 kVA, typ UKL 3119, převzato z [46] a [Zdroj: Archiv autora]



Druhá varianta je trafostanice s vnitřní obsluhou na Obr. 2.33. Tato trafostanice je prostorově uzpůsobena pro vstup obsluhy do vnitřních prostor trafostanice. Výškově je uzpůsobená tak, aby po montáži překližkové podlahy opatřené samozhášivou úpravou, vznikl prostor se světlou výškou 2,4 m. Jednotlivé technické místnosti jsou odděleny příčkou o tloušťce 10 cm. Dveře jsou u obou variant vyrobeny z pevných hliníkových slitin a odolávají působení vnitřního obloukového zkratu 16 kA po dobu 1 s. [47]



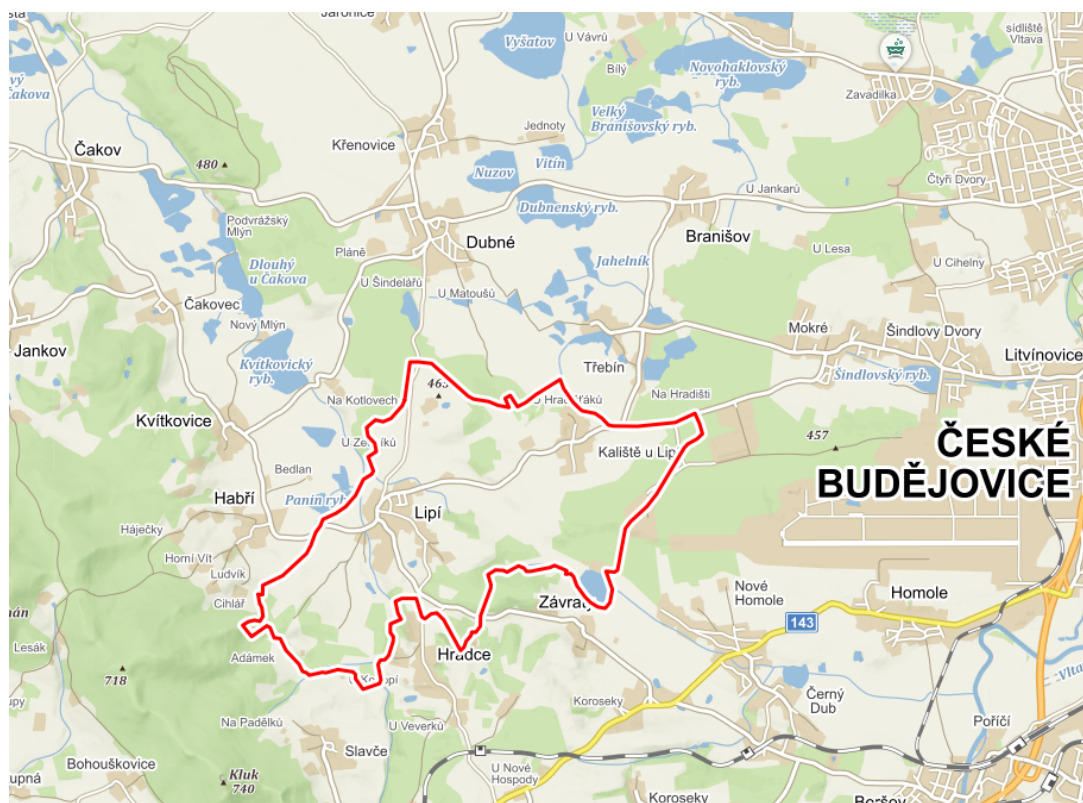
Obr. 2.33 - Kiosková trafostanice s vnitřní obsluhou do výkonu 2 x 630 kVA, typ UF 3054, převzato z [47] a [Zdroj: Archiv autora]

### 3 Požadavek na připojení nového odběrného místa

V následující kapitole bude popsána lokalita, kde vzniká nové odběrné místo. Také to, jak je daná oblast napájena, jaké parametry jsou zvoleny v žádosti o připojení nového odběrného místa a prvotní návrh technického řešení.

#### 3.1 Lokalita nového odběrného místa

Nové odběrné místo se nachází v obci Lipí na úpatí chráněné krajinné oblasti Blanský les v okrese České Budějovice, které jsou vzdáleny 11 km od dané obce. V Lipí trvale žije 635 obyvatel a vzhledem k výhodné vzdálenosti od krajského města se předpokládá, že v budoucnu dojde k nárůstu počtu obyvatel a tím k nárůstu počtu odběrných míst. Tato obec leží v nadmořské výšce 440 m n. m. s katastrální výměrou 7,8 km<sup>2</sup> a je rozdělená na části Lipí a Kaliště u Lipí, jak vidíme na Obr. 3.1. V práci se budu dále věnovat pouze části Lipí. [48]



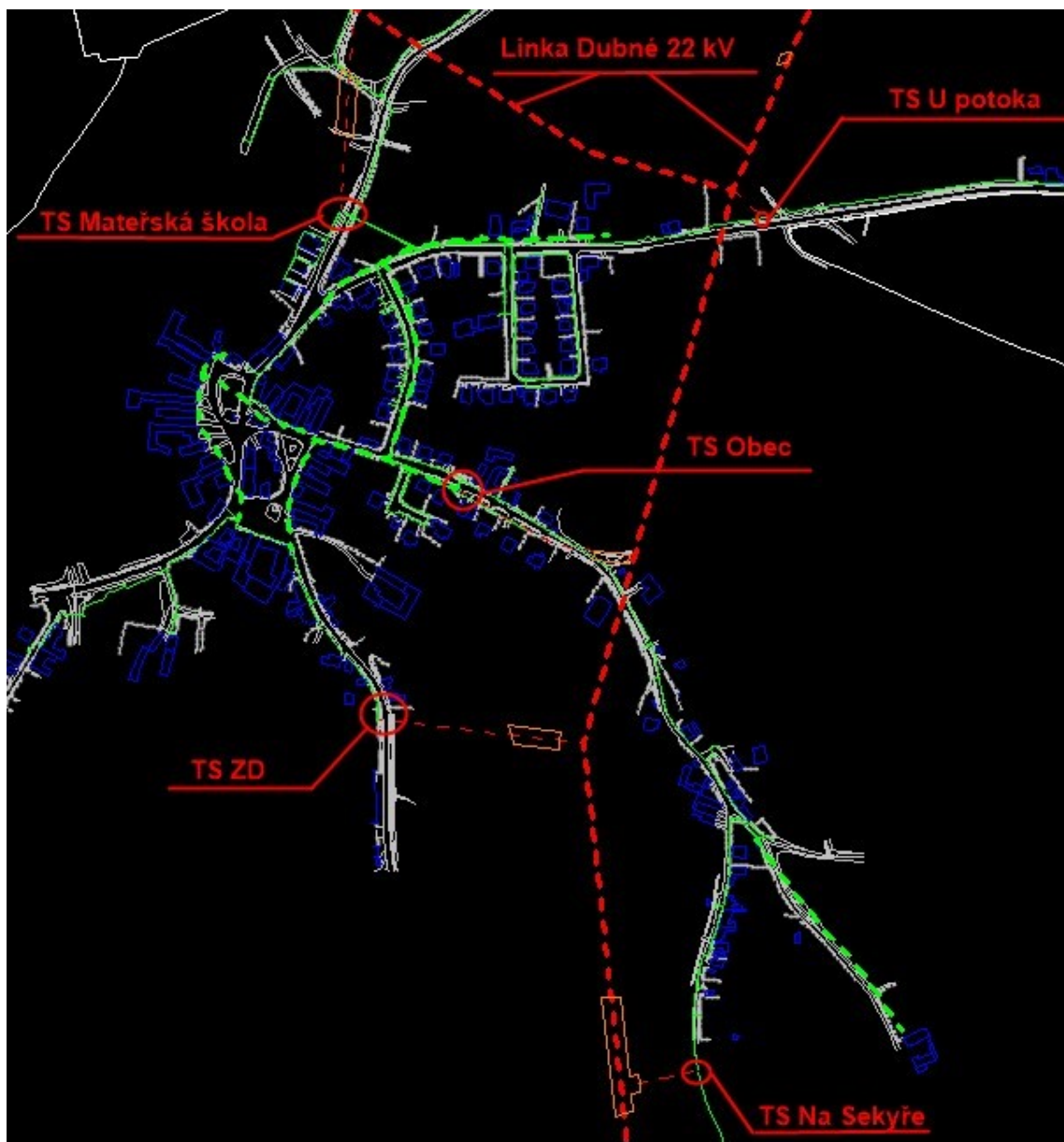
Obr. 3.1 - Poloha obce Lipí, převzato z [49]

### 3.2 Současný stav distribuční sítě v obci

V obci Lipí se v současné době nachází 309 odběrných míst připojených na distribuční síť společnosti EG.D, a.s. (dříve E.ON Distribuce, a.s.). Daná oblast náleží k regionální správě sítě VN, NN České Budějovice.

V současné době je rozvod elektrické energie v celé obci zajištěn smíšenou sítí venkovního a kabelového vedení NN. Venkovní vedení je realizováno AlFe vodiči, které jsou uchyceny na betonových sloupech, železných konzolách a střešnicích v obvodových zdech a štítech domů skrze celou obec. Přípojky k jednotlivým objektům jsou realizovány odbočkami venkovního vedení nebo závěsným kabelem AYKYz, popřípadě kabelovým svodem. Nyní probíhají přípravné a projektové práce na postupném nahrazení venkovní sítě kabelovou sítí. Tato venkovní síť je dále doplněna v celé obci kabelovým vedením.

Obec je napájena za pomoci pěti distribučních trafostanic, ke kterým je přivedeno vysoké napětí venkovní kmenovou linkou Dubné 22 kV, jak můžeme vidět na Obr. 3.2 První trafostanice je též nejstarší trafostanicí a nachází se v centru obce, od čehož se odvíjí i její název TS Obec. Jedná se o zděnou věžovou trafostanici z roku 1928, která je osazena transformátorem o výkonu 400 kVA. Druhá trafostanice byla vybudována roku 1975 a má název TS Mateřská škola. Jedná se o třísloupovou trafostanici s venkovním přívodem a osazenou transformátorem o jmenovitém výkonu 400 kVA. Třetí trafostanice byla vybudována k napájení zemědělského družstva roku 1980 a nese název TS ZD. Jde o dvousloupovou trafostanici venkovního provedení s osazeným transformátorem o jmenovitém výkonu 400 kVA. Čtvrtá trafostanice je jednosloupová TS Na Sekyře, osazena transformátorem o jmenovitém výkonu 250 kVA a vybudována roku 2000. Poslední trafostanicí je TS U potoka z roku 2008, která je jednosloupového provedení, osazená transformátorem o výkonu 160 kVA. Rozmístění jednotlivých trafostanic je znázorněno na Obr. 3.2, kde je červenou barvou vyznačena trasa vedení 22 kV a zelenou barvou je vyznačeno zaměřené vedení NN.



Obr. 3.2 - Umístění trafostanic v obci Lipí, výřez z programu Netviewer, [Zdroj: Archiv autora]

### 3.3 Parametry nového odběrného místa

Podaná žádost o připojení nového odběrného místa do distribuční soustavy obsahuje prvotní informace o připojovaném odběru. Na základě této žádosti má distribuční společnost ze zákona povinnost vynaložit veškeré úsilí k připojení žadatele.

Podaná žádost byla pro okrajovou lokalitu obce Lipí, v oblasti nazývané Na klíně, která je poblíž čističky odpadních vod. Zájmové území investora se rozkládá celkem na 9 parcelách, z nichž některé jsou již rozděleny do požadované velikosti, jak je patrné z Obr. 3.3.



Obr. 3.3 - Oblast nového odběrného místa, převzato z [50]

Červeně vyznačené území na Obr. 3.3 se nachází v uzemním plánu obce a v tomto plánu jsou tyto pozemky vedeny jako zastavitelná plocha. Čímž je dosaženo podmínky, že žadatel o připojení uhradí poplatek za požadovaný příkon a veškeré ostatní náklady spojené s realizací přípojky následně hradí distributor elektrické energie, společnost EG.D, a.s., která bude po dokončení realizace i vlastníkem distribuční sítě.

Na vyznačeném zájmovém území je investorem zamýšleno připojení celkem 21 nových rodinných domů, u kterých je uvažována jmenovitá hodnota hlavního jističe před elektroměrem 3 x 25 A typu B. Tyto rodinné domy spadají do kategorie odběru T3, což znamená, že elektrická energie je využívána pro osvětlení, standartní spotřebiče a kde se pro pečení a vaření využívají spotřebiče o výkonu nad 3,5kVA a kde se pro ohřev vody používá elektrická energie mimo průtokového ohříváče.

Výše zmíněné informace o připojované lokalitě poskytl investor na základě podané žádosti o trvalé připojení z hladiny nízkého napětí. Tato žádost obsahovala požadovaný instalovaný příkon jednoho objektu, velikost hlavního jističe před elektroměrem, počet připojovaných objektů a vyznačenou oblast kde se budou jednotlivé objekty nacházet. Na základě poskytnutých informací investorem, byla určena soudobost jednoho připojovaného objektu, která vycházela z interního pokynu ECD-PP-046 [51]. Uvažované hodnoty jsou uvedeny v Tab. 3.1



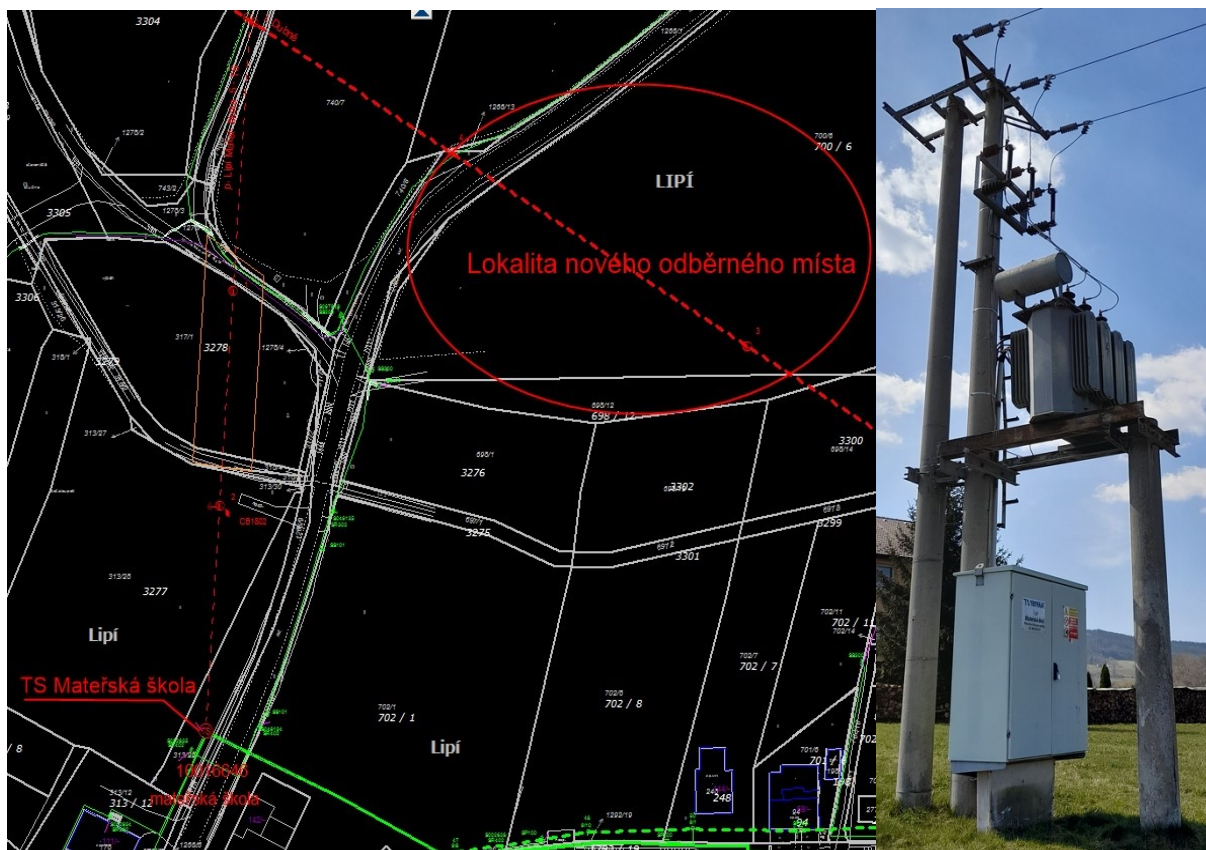
Tab. 3.1 – Navrhovaný instalovaný příkon a doporučená soudobost

Charakter stavby	Počet připojovaných objektů	Navrhovaný instalovaný příkon jednoho objektu $P_i$ [kW]	Soudobost $\beta$ [-]
Rodinný dům	21	26	0,3

### 3.4 Distribuční síť v lokalitě nového odběrného místa

Důvodem vzniku stavby je připojení nového odběrného místa a posílení stávající distribuční soustavy. Stávající distribuční síť je v lokalitě stavby napájena z trafostanice TS Mateřská škola. Jak již bylo zmíněno, tato distribuční trafostanice je třísloupového venkovního provedení Obr. 3.4 vpravo. Osazena je distribučním transformátorem o výkonu 400 kVA a připojena pomocí venkovního vedení odbočkou z kmenové linky VN Dubné 22 kV. Rok výstavby této distribuční trafostanice je 1975. Vzhledem ke stáří, technickému stavu a skutečnosti, že tato distribuční trafostanice se nachází v tzv. intravilánu neboli v zastavitelném území uvnitř obce na Obr. 3.4 vlevo, budeme uvažovat při tomto návrhu stavby s kompletní demontáží této trafostanice a jejího venkovního přívodu VN. Čímž splníme strategii distribuční společnosti EG.D, a.s., která se snaží o kompletní vymístění venkovních distribučních trafostanic uvnitř obcí a jejich náhradu za trafostanice s kabelovým přívodem. Popřípadě o úplné vymístění mimo zastavitelné území obcí. S přihlédnutím k uvedeným skutečnostem nahradíme stávající distribuční trafostanici novou stanicí kioskového provedení s kabelovým přívodem VN.





Obr. 3.4 - Stávající umístění trafostanice a lokalita odběrného místa, [Zdroj: Archiv autora]

Předmětem zadání stavby bude následující rozsah úprav distribuční soustavy:

- Demontáž stávající distribuční trafostanice a její přípojky VN.
- Vybudování nové distribuční trafostanice 22/0,4 kV.
- Vybudování nového kabelového vedení VN (délka kabelového vedení cca 140 m).
- Vybudování nového kabelového vedení NN (délka kabelového vedení cca 1080 m).

### 3.5 Návrh technického řešení stavby

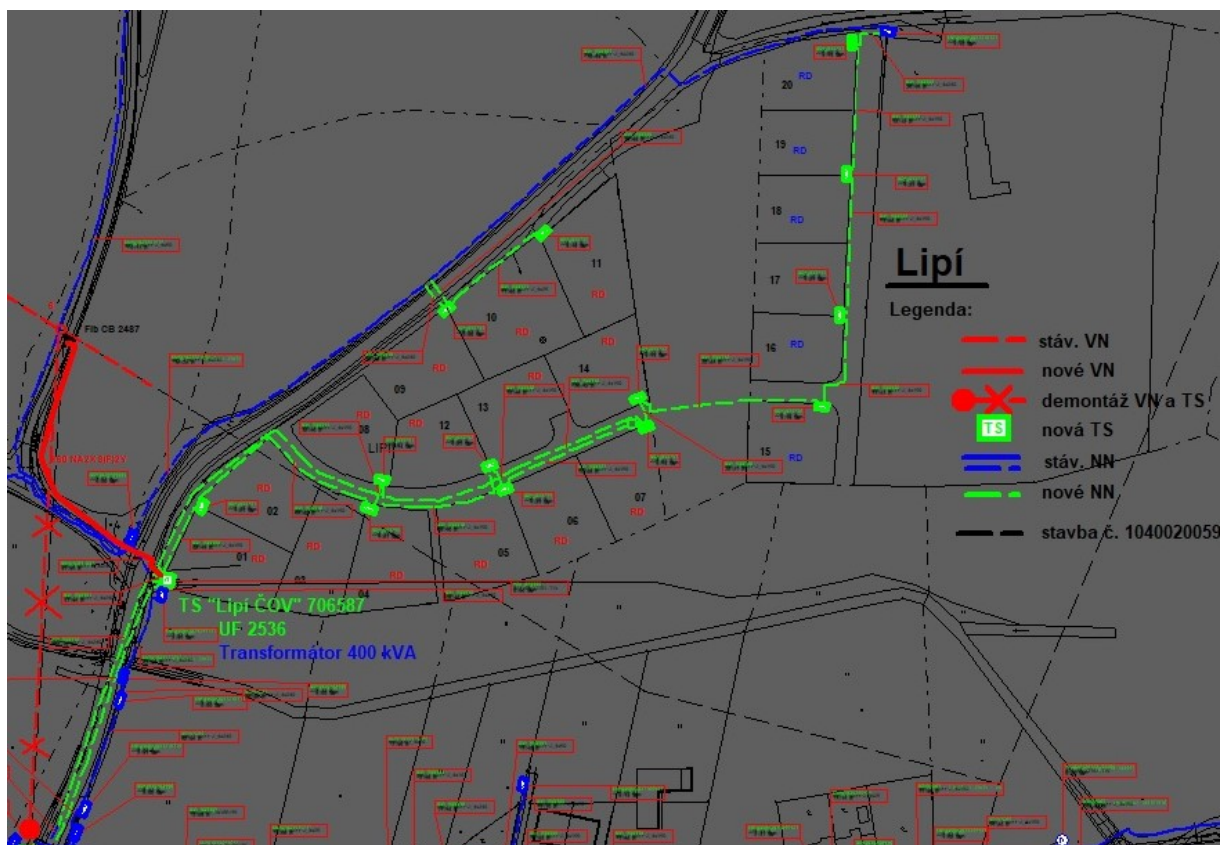
Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem dojde k následující úpravě distribuční sítě NN a VN.

Stávající trafostanice TS Mateřská škola se demontuje, včetně její venkovní přípojky VN složené z vodičů AlFe 6 o průřezu 35 mm a celkové délce této odbočky 200 m. Rozvaděč NN z této demontované stanice bude využit k dalším potřebám oprav na regionální správě sítě České Budějovice. Místo této demontované trafostanice bude vybudována nová kiosková trafostanice typu UF 2536 do výkonu 630 kVA, která bude umístěna blíže k novému odběrnému místu na parcele č. 698/12 a 700/6 se souhlasem jeho majitele. Tento pozemek bude odkoupen distribuční společností. Nová trafostanice ponese název TS „Lipí ČOV“ a bude

vybavena transformátorem o výkonu 400 kVA, novým rozvaděčem VN a sekundárním rozvaděčem NN. Okolo této trafostanice se vybuduje chodník z litého betonu.

Připojení nové trafostanice bude provedeno ze stávajícího podpěrného bodu číslo 5, linky Dubné 22 kV. Na tomto podpěrném bodu se osadí svislý úsekový odpínač a za pomoci kabelového svodu dojde k připojení nové trafostanice kabelovým vedením VN typu 3x1x150mm<sup>2</sup> NA2XS(F)2Y o celkové délce vedení 140 m. K tomuto kabelovému vedení VN se přiloží do výkopu dle pokynu distribuční společnosti HDPE chránička pro potřebu optického kabelu.

Stávající kabelové vedení NN NAYY 4x240 mm<sup>2</sup>, vedoucí okolo nově vybudované trafostanice, bude přerušeno, naspojováno a ukončeno v rozvaděči NN v trafostanici. Dále budou z rozvaděče NN vyvedeny dva nové kabely NAYY 4x240 mm<sup>2</sup> do místa demontované trafostanice, kde se naspojkují na stávající vedení NAYY 4x185 mm<sup>2</sup>. V tomto místě dojde též k přepojení stávajících kabelů NN z demontované TS do kabelové skříně SR 402, umístěné na hranici parcel č. 313/29. Z rozvaděče NN v nové kioskové trafostanici bude vyvedeno nové kabelové vedení NN typu NAYY 4x150 mm<sup>2</sup>. Toto vedení bude sloužit k napájení nového odběrného místa v celém prostoru ZTV spolu se stávajícím vedením NAYY 4x240 mm<sup>2</sup>, které slouží k napájení samoty na parcele č. 246. Nad uvažovanou lokalitou ZTV se přeruší, naspojuje a ukončí v kabelovém pilíři SS 300, umístěném na hranici parcely č. 700/7. Celou situaci stavby pro nové odběrné místo spolu s demontáží stávající trafostanice a odbočky venkovního vedení VN můžeme vidět na Obr. 3.5



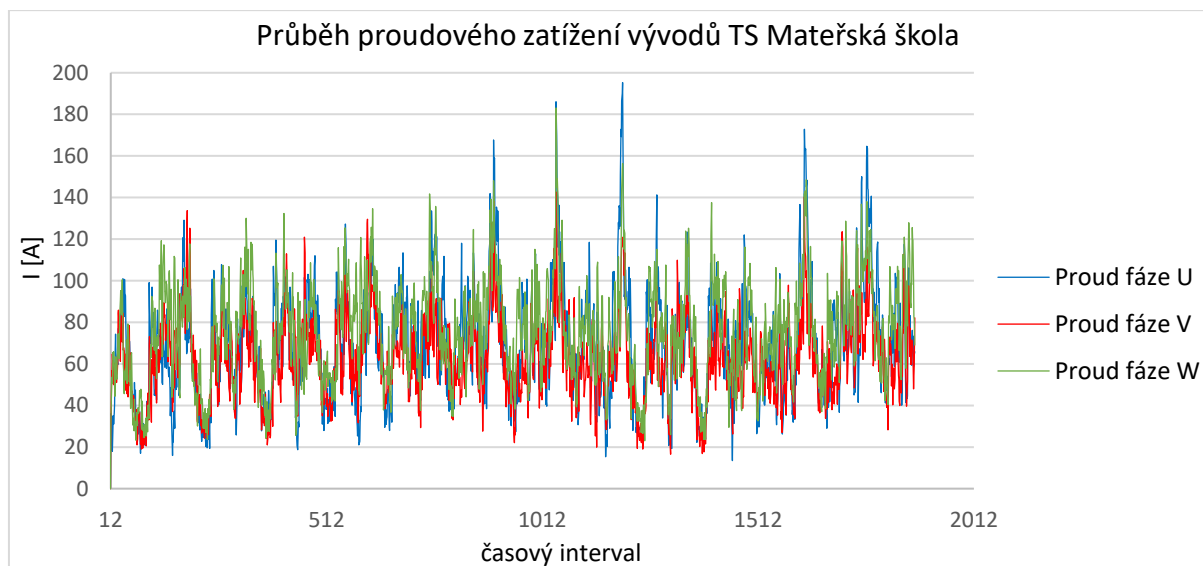
Obr. 3.5 - Situace stavby nové distribuční trafostanice a kabelových tras VN a NN návrh z programu PAS DAISY Bizon, [Zdroj: Archiv autora]

## 4 Ověření stávajícího stavu sítě

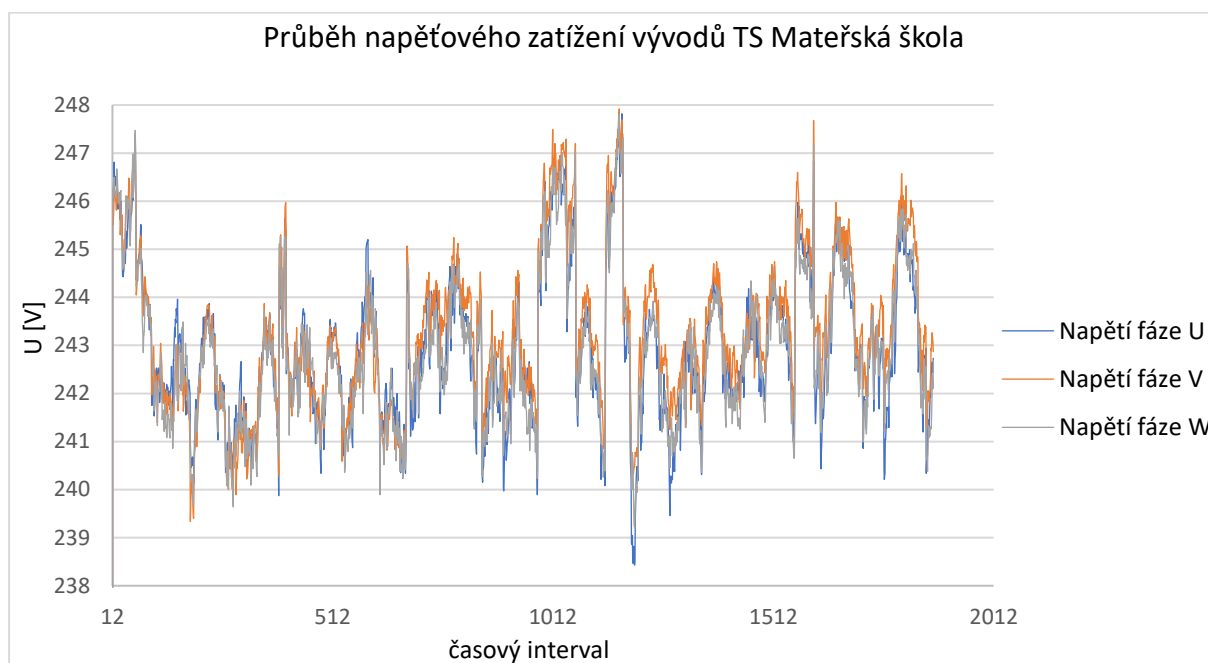
Jedním z důležitých kroků pro návrh rekonstrukce nebo rozšíření sítě nízkého napětí je měření skutečného zatížení jednotlivých vývodů z distribuční trafostanice, která danou oblast napájí. Měření se zpravidla provádí v týdenním intervalu a době maximálního zatížení. Pro toto měření je vhodné zimní období. V případě, že jde o již zastavěnou lokalitu a nenachází se zde již žádné plochy k zastavění, uvažujeme pro dimenzování sítě nárůst zatížení 18,6 %. Tato hodnota je uvažována jako meziroční nárůst 0,9 % po dobu 20 let. Tento interval je zhruba polovina životnosti kabelového vedení nízkého napětí. V našem případě uvažujeme nad rámec této úvahy, protože v naší lokalitě je plánováno budoucí rozšíření výstavby a růstu obce. Výkon transformátoru tedy budeme volit podle maximálního stávajícího a nově připojovaného zatížení. [51]

### 4.1 Měření odběru ve stávající trafostanici

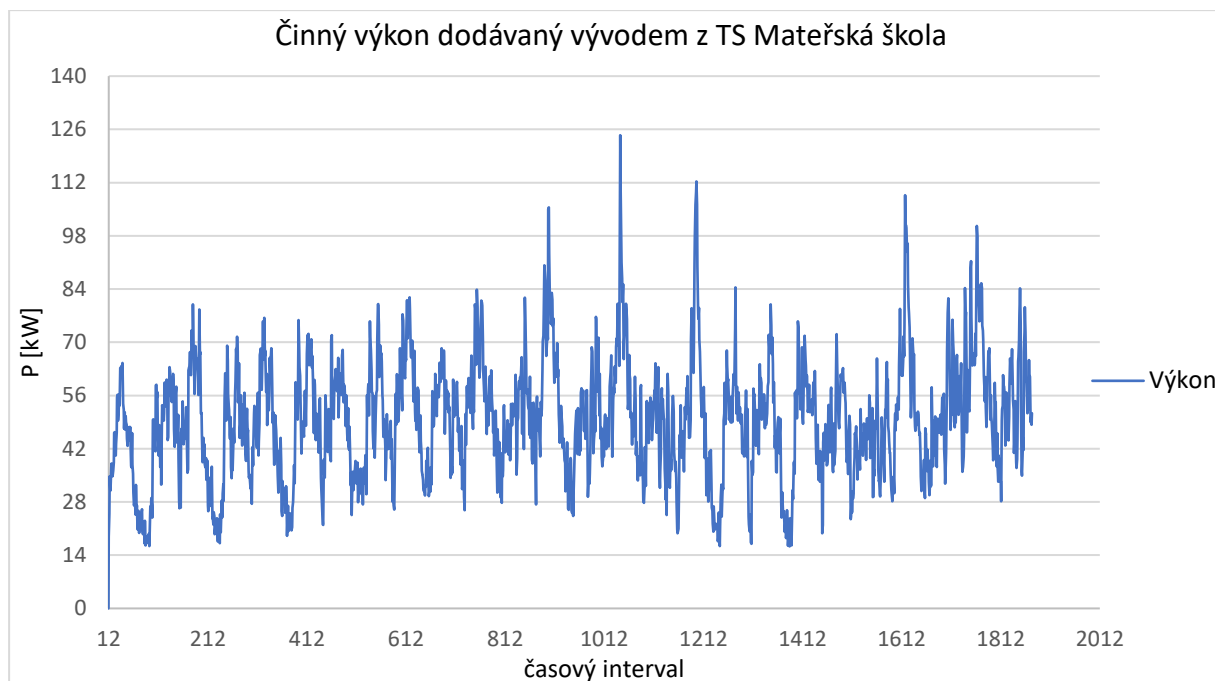
Pro ověření odběru ve stávající trafostanici jsem spolu s technikem rozvoje distribuční sítě umístil do trafostanice měřící soupravu a po ukončení měření mi následně mi poskytl výsledky toho měření pro vyhodnocení. Měření probíhalo z kraje jara v termínu od 1.4. 2021 do 14.4.2021, čímž jsme splnili podmínku maximálního zatížení dané oblasti. Měření zatížení vývodů probíhalo přímo v nahrazované trafostanici TS Mateřská škola. Toto zatížení vývodů bylo měřeno za pomoci třífázového záznamníku kvality elektrické energie Fluke 1744. Tento přístroj zaznamenává efektivní hodnoty fázových napětí, efektivní hodnoty proudů, činný, jalový a zdánlivý výkon a flicker na vývodech z trafostanice. Přístroj byl na vývodech instalován po dobu 14 dnů, přičemž zaznamenával průměrné hodnoty měřených veličin během desetiminutových intervalů. Na Obr. 4.1, Obr. 4.2, Obr. 4.3 můžeme vidět proudové zatížení, napět'ové poměry a činný výkon dodávaný vývodů z TS Mateřská škola.



Obr. 4.1 - Průběh proudů v TS Mateřská škola



Obr. 4.2 - Průběh napětí v TS Mateřská škola



Obr. 4.3 - Výkon dodávaný do sítě TS Mateřská škola

Jelikož všechny změřené průměrné efektivní hodnoty napětí na Obr. 4.2 nevykazují vyšší odchylku od jmenovitého napětí než 10 %, elektrická energie dodávaná v této oblasti je z pohledu odchylky napájecího napětí v souladu s normou ČSN EN 50160. [52] Jak můžete vidět na Obr. 4.3, maximální zatížení bylo naměřeno ve středu 8. 4. 2021 v 17:20 a jeho hodnota byla 124,46 kW.

## 4.2 Ověření výpočtovým programem

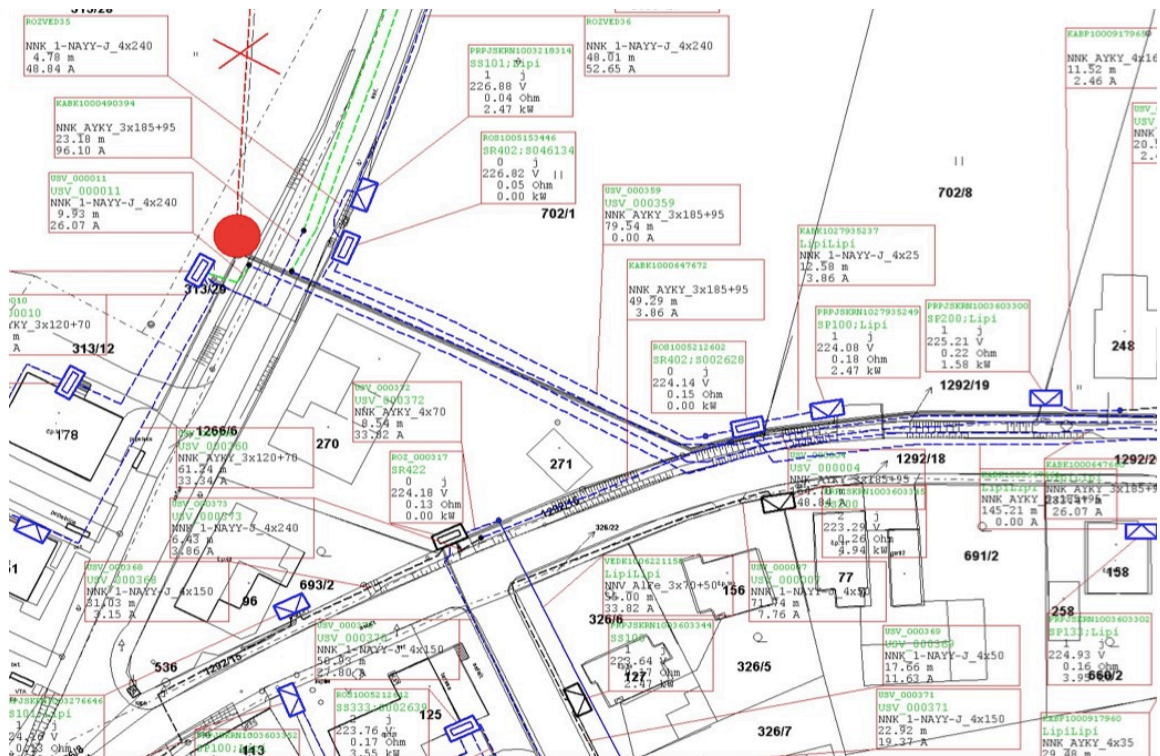
Druhá možnost ověření je za pomoci výpočtového programu. Použit byl program PAS DAISY Bizon verze 4.51 od společnosti DAISY spol. s.r.o. Tento software je určen pro plánování rozvoje, projektování a dlouhodobou přípravu provozu distribučních sítí NN, VN a VVN. Jeho výhodou je spolupráce a přístup k databázím distribuční společnosti, jako jsou NetViewer a GIS. Z těchto technických systémů lze čerpat zdrojová data, což ulehčuje a urychluje zadávání potřebných údajů. Ve zmíněném programu byla vyznačena oblast stávajícího vedení, které napájí stávající TS Mateřská škola, což znázorňuje Obr. 4.4. Výpočetní program z databáze distribuční společnosti s hlavními jističi odběratelů vypočetl výkonové zatížení kabelů, které budeme připojovat do nové trafostanice TS Lipí ČOV. V našem případě se jedná o čtyři vývody, které se připojují na stávající distribuční síť za pomoci kabelu NAYY 4 x 240 mm<sup>2</sup>. Tyto vývody mají zatížení viz. Tab. 4.1. Jak můžeme vidět, součet zatížení dle programu odpovídá hodnotě 162,658 kW, což je výrazně vyšší hodnota než námi změřená. S touto vyšší hodnotou budeme uvažovat při výpočtech, čímž nám vznikne rezerva, která by



mohla být potřebná při růstu zatížení sítě nebo při manipulaci na síti. Na Obr. 4.4 můžeme vidět výstup dat v programu PAS DAISY Bizon.

Tab. 4.1 - zatížení vývodů dle PAS DAISY Bizon

Kabel I [kW]	Kabel II [kW]	Kabel III [kW]	Kabel IV [kW]
34,050	62,993	34,512	31,103



Obr. 4.4 - Výstup dat z programu PAS DAISY Bizon, [Zdroj: Archiv autora]

## 5 Návrh rozšíření stávající distribuční sítě

Tato kapitola se bude věnovat návrhu trafostanice, kabelových vedení VN a NN a souvisejícího zařízení. Návrh bude zahrnovat výpočet zatížení v dané oblasti, stanovení výkonu distribuční trafostanice, dimenzování kabelových vedení VN a NN, rozvaděčů VN a NN v distribuční trafostanici.

Vhodný návrh kabelového vedení VN, distribuční trafostanice a její vybavení technologií ověřím výpočtem. Veškeré níže uvedené početní úkony vycházejí ze zdrojů [18], [53], [54]. K ověření dimenzování kabelového vedení NN je využito programu Sichr od společnosti OEZ. Tento program se zabývá kontrolou paprskových sítí a jeho využití je vzhledem k počtu odběrných míst vhodné.

### 5.1 Vstupní parametry nového odběrného místa a distribuční sítě

Základním podkladem pro návrh elektrické sítě je údaj o spotřebě elektrické energie v připojované oblasti a parametry sítě, která toto místo bude napájet. Uvedené instalované příkony a hodnoty jsou pouze orientační.

#### 5.1.1 Vstupní parametry nového odběrného místa

Bližší informace o připojovaném místě jsme si uvedli v kapitole 3.3 a nyní si je pouze zopakujeme.

Nová distribuční stanice bude napájet oblast základního technického vybavení tzv. ZTV, ve které uvažuje investor výstavbu 21 rodinných domů, jejichž požadovaná a zaplacená hodnota hlavního jističe je 3x25A s navrhovaným instalovaným příkonem jednoho domu 26 kW se soudobostí 0,3 viz. Tab. 5.1. Navrhovaný instalovaný příkon překračuje hodnotu hlavního jističe nicméně vlivem doporučené soudobosti, se tento příkon sníží a tím je možné s jističem uvedeným v žádosti uvažovat.

Tab. 5.1 – Charakteristika nového odběrného místa

Charakter stavby	Počet připojovaných objektů [Ks]	Hodnota hlavního jističe [A]	Kategorie odběru	Navrhovaný instalovaný příkon jednoho objektu $P_i$ [kW]	Soudobost $\beta$ [-]
Rodinný dům	21	3 x 25	T3	26	0,3

### 5.1.2 Vstupní parametry distribuční sítě

Vstupní parametry distribuční sítě jsou stanoveny provozovatelem distribuční sítě a jednotlivé hodnoty byly zjištěny od Dispečinku 22 kV a plynu v Českých Budějovicích a od oddělení Rozvoje sítí západ ve společnosti EG.D, a.s.:

- Parametry sítě VN: 3 ~ 50 Hz, 22 000 V/IT
- Parametry sítě NN: 3 + PEN ~ 50 Hz, 400/230 V/TN – C
- Uvažovaný účinník:  $\cos \varphi = 0,95$
- Třífázový zkratový výkon v místě připojení TS na hladině VN:  $S_{k3}'' = 80,3 \text{ MVA}$
- Maximální velikost kapacitního proudu sítě VN:  $I_c = 96 \text{ A}$   
(smíšená síť – venkovní a kabelové vedení)
- Maximální čas zkratové ochrany na přívodu:  $t_k = 0,5 \text{ s}$

## 5.2 Výpočet zatížení pro připojovanou lokalitu

Jako první si stanovíme soudobý příkon  $P_b$  pro jeden rodinný dům, který se vypočítá ze zadaného instalovaného příkonu  $P_i$  a soudobosti  $\beta$ . Tento soudobý příkon je dán vztahem:

$$P_b = P_i \cdot \beta \quad (5.1)$$

Výpočet soudobého příkonu  $P_{bRD}$  jednoho rodinného domu:

$$P_{bRD} = P_{iRD} \cdot \beta = 26 \cdot 0,3 = 7,8 \text{ kW} \quad (5.2)$$

Dále vypočítáme hodnotu soudobosti v soustředěné bytové zástavbě  $\beta_n$  podle Ruscova vzorce:

$$\beta_n = \beta_\infty + (1 - \beta_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (5.3)$$

$$\beta_n = 0,2 + (1 - 0,2) \cdot \frac{1}{\sqrt{21}} = 0,38$$

Kde  $\beta_\infty$  je soudobost pro nekonečně velký počet bytů, můžeme volit  $\beta_\infty = 0,2$   
 $n$  je počet domů ve skupině  $n = 21$

Zatížení v připojované lokalitě se vypočítá:

$$P_{pn} = \beta_n \cdot \left( \sum_{i=1}^n P_{brd} \cdot n \right) = 0,38 \cdot (7,8 \cdot 21) = 62,244 \text{ kW} \quad (5.4)$$

Abychom získali výsledné zatížení, které bude trafostanice napájet, musíme k zatížení v připojované lokalitě též přičíst zatížení stávajících odběrů viz. Tab. 5.2.

**Tab. 5.2 - Zatížení stávajících odběrů**

Odběr I [kW]	Odběr II [kW]	Odběr III [kW]	Odběr IV [kW]
34,050	62,993	34,512	31,103

Výsledný součet zatížení v připojované lokalitě poté bude:

$$\sum P_p = P_{pn} + P_{p1} + P_{p2} + P_{p3} + P_{p4} = 224,902 \text{ kW} \quad (5.5)$$

Díky vypočítané hodnotě  $P_p$  můžeme vypočítat proud  $I_p$  potřebný k návrhu přípojky VN. Tento proud  $I_p$  na primární straně transformátoru získáme z rovnice:

$$I_{pVN} = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} \quad (5.6)$$

$$I_{pVN} = \frac{224,902 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 6,212 \text{ A}$$

Výpočtový proud na sekundární straně transformátoru získáme obdobně, pouze změním hodnotu jmenovitého napětí:

$$I_{pNN} = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} \quad (5.7)$$

$$I_{pNN} = \frac{224,902 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 420 \cdot 0,95} = 325,431 \text{ A}$$

### 5.3 Velikost instalovaného výkonu distribučního transformátoru

Při stanovení instalovaného výkonu distribučního transformátoru je nutné brát ohledy na to, aby transformátor nebyl předimenzován a odpovídal požadavkům provozu. Nevhodně navržený transformátor klade zvýšené investiční a provozní náklady.

Kiosková trafostanice může být vybavena transformátorem do výkonu 630 kVA. V našem případě si ověříme osazení transformátoru o výkonu 400 kVA.

Instalovaný výkon trafostanice  $S_T$  vypočítáme ze zatížení v připojované oblasti  $P_p$  a z předpokladu, že zatížení transformátoru nemá překročit 70 % jmenovitého výkonu. Z této skutečnosti vyplývá koeficient využití  $\gamma = 0,7$ , čímž splníme ekonomické a provozní aspekty.

$$S_T = \frac{P_p}{\gamma \cdot \cos \varphi} \quad (5.8)$$

$$S_T = \frac{224,902 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 0,95} = 338,20 \text{ kVA}$$

Při návrhu osazení transformátoru vyjdeme z výpočtu (5.8) a výkonové řady distribučních transformátorů 50, 100, 160, 250, 400, 630 kVA, kterou využívá společnost EG.D. Zvolíme nejbližší vyšší transformátor o jmenovitém výkonu  $S_n = 400 \text{ kVA}$ . Takto zvolený výkon zaručuje dostatečnou rezervu pro možné připojení sousedních částí sítě NN z důvodů oprav a nepředvídatelných událostí na síti.

Nyní ověříme, zda námi zvolený transformátor vyhovuje podmínce  $\gamma \geq \gamma_T$ , která nám říká, že skutečný součinitel zatížení  $\gamma_T$  nemá být vyšší než dovolený součinitel zatížení  $\gamma$ .

$$\gamma_T = \frac{P_p}{n \cdot S_n \cdot \cos \varphi}$$

$$\gamma_T = \frac{224,902 \cdot 10^3}{1 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 0,59 \quad (5.9)$$

$$\gamma \geq \gamma_T$$

$$0,7 \geq 0,59$$

Z výpočtu (5.9) je patrné, že zvolený transformátor bude zatížen z 59 %, čímž je splněna výše uvedená podmínka o skutečném součiniteli zatížení a námi zvolený transformátor o jmenovitém výkonu  $S_n = 400 \text{ kVA}$  tedy vyhovuje.

### 5.3.1 Výběr vhodného transformátoru

Distribuční společnost EG.D, a.s. standardně instaluje distribuční transformátory s převodem napětí 22/0,42 kV do jmenovitého výkonu 630 kVA od výrobců BEZ, Končar, SGB a dalších. Distribuční společnost si před stavbou vybírá zvolený transformátor sama dle jejích skladových zásob. Ten je následně převezen do výrobní kioskové trafostanice, kde je instalován spolu s dalším zařízením, popřípadě přímo na stavbu. V našem případě můžeme využít například transformátor od společnosti BEZ typ aTOHn 358/22. Jde o třífázový olejový hermetizovaný transformátor, který je vhodný pro použití v kioskových trafostanicích a je chlazen přirozeným prouděním vzduchu. Jeho parametry jsou uvedeny v Tab. 5.3

Tab. 5.3 - Parametry vybraného transformátoru [55]

Typ	Jmenovitý výkon $S_n$ [kVA]	Jmenovité napětí $U_n$ [kV]	Napětí nakrátko $u_k$ [%]	Ztráty naprázdno $P_0$ [W]	Ztráty nakrátko $P_k$ [W]
aTOHn 358/22	400	22/0,42	6	430	4600

### 5.4 Návrh a kontrola parametrů přívodního kabelového vedení VN

Vodiče elektrického proudu VN i NN jsou dimenzovány tak, aby plnily požadovanou funkci za všech okolností. Což zahrnuje volbu správného vodiče pro uložení v daném prostředí a provozních podmínkách a vhodný způsob uložení a stanovení potřebného průřezu. Aby zvolený vodič správně plnil svou funkci, musíme dále vycházet z následujících základních zásad [56]:

- Provozní teplota vodiče při provozu musí být v povolených mezích.
- Hospodárnost průřezu vodiče.
- Úbytek napětí ve vodiči nesmí přesáhnout dovolenou mez.
- Tepelná odolnost vodiče při účincích zkratových proudů.

Kabelová vedení VN se v městských zástavbách budují jako kruhová, přičemž vedení bývá rozpojeno s možností využití napájení z druhé strany, například v případě odstávky nebo poruchy. V našem konkrétním případě se však jedná o trafostanici na paprsku, což znamená, že má pouze jeden přívodní kabel VN. Avšak výhledově je uvažováno s jejím zasmyčkováním



s dalšími trafostanicemi, které se nachází v obci. V distribuční síti nejčastěji využíváme kabely o průřezech 70, 150 a 240 mm<sup>2</sup>.

Nová distribuční trafostanice bude připojena kabelovým svodem z podpěrného bodu č. 5 kmenové linky Dubné 22 kV, která je napájena z rozvodny Západ v Českých Budějovicích. Tento kabelový svod bude proveden jedním kabelovým vedením typu 3x (1x150mm<sup>2</sup> NA2XS(F)2Y). Délka tohoto vedení je 140 m. Jak již bylo zmíněno výše, tato trafostanice se bude nacházet na paprsku. To znamená, že nebude jiná možnost napájení, pouze z našeho navrhovaného vedení.

Zvolený typ kabelového vedení VN 3x (1x150mm<sup>2</sup> NA2XS(F)2Y) je silový kabel s izolací ze zesíťovaného polyetyleny s hliníkovým jádrem a podélnou odolností proti vodě. Více o tomto kabelu nalezneme v kapitole 2.2.2.

V Tab. 5.4 se nachází konkrétní parametry dané výrobcem NKT cables, pro námi zvolený kabel.

**Tab. 5.4 - Parametry kabelu VN 1x150mm<sup>2</sup> NA2XS(F)2Y, [57]**

Jmenovité napětí $U_n$ [kV]	Průřez $S$ [mm <sup>2</sup> ]	Provozní teplota jádra $\vartheta_z$ [°C]	Maximální teplota při zkratu $\vartheta_k$ [°C]	Proudová zatížitelnost v zemi (svazek) $I_n$ [A]	Činný odpor při 20°C $R_k$ [Ω.km <sup>-1</sup> ]	Indukčnost v zemi (svazek) $L_k$ [mH.km <sup>-1</sup> ]
22	1x150	+90	+250	319	0,206	0,37

Pro tento zvolený typ kabelu provedeme v následujících podkapitolách ověření, zda je vyhovující a můžeme ho využít při výstavbě.

Jako první zkontrolujeme, jestli vybraný kabel vyhovuje podmínce dovolené proudové zatížitelnosti.

$$I_n \geq I_{pVN} \quad (5.10)$$

$$319 \text{ A} \geq 6,212 \text{ A}$$

Tato podmínka je splněna.

Kabel by měl být prověřen, zda vyhovuje podmínce dovoleného oteplení. Navržený kabel je uložen v běžném prostředí, které odpovídá teplotě ve vzduchu 30 °C a v zemi 20 °C. Pokud by byl kabel uložen v jiném než běžném prostředí, bylo by nutné jeho dovolenou proudovou zatížitelnost přepočítat vhodnými koeficienty, které jsou dány normou. Tyto koeficienty

respektují jednotlivé vlivy, které působí na kabel a snižují jeho proudovou zatížitelnost. Vzhledem k tomu, že námi uložený kabel se nachází v běžném prostředí a proudová zatížitelnost  $I_n$  několikanásobně překračuje hodnotu výpočtového proudu  $I_{pVN}$ , není nutné tento výpočet provádět. Můžeme tedy konstatovat, že podmínka dovoleného oteplení je splněna.

#### 5.4.1 Úbytek napětí na kabelu VN

Kabely se dimenzují tak, aby při jmenovitém zatížení nezpůsobily hodnotu úbytku napětí přesahující 5 % jmenovitého napětí sítě. Tuto podmínku si nyní ověříme výpočtem úbytku napětí  $\Delta U_{VN}$  u našeho přívodního kabelu VN, který vede z podpěrného bodu č. 5 k navrhované distribuční trafostanici v trase dlouhé  $l = 140m$ .

Abychom mohli vypočítat úbytek napětí  $\Delta U_{VN}$  u přívodního kabelu VN. Musíme přepočítat činný odpor  $R_k$  při teplotě 20 °C na provozní teplotu kabelu 90 °C za pomoci vztahu:

$$\begin{aligned} R_{\vartheta} &= R_{20} \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\vartheta - \vartheta_{20})] \\ R_{90} &= 0,206 \cdot [1 + 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot (90 - 20)] = 0,2603 \Omega \end{aligned} \quad (5.11)$$

Kde  $R_{\vartheta}$  je odpor při teplotě  $\vartheta$  v našem případě 90 °C

$R_{20}$  je odpor při teplotě 20 °C

$\alpha_{20}$  je teplotní součinitel v našem zvolíme  $\alpha_{20} = 3,77 \cdot 10^{-3} K^{-1}$  pro hliník

Nyní můžeme vypočítat úbytek napětí  $\Delta U_{VN}$  u přívodního kabelu VN:

$$\begin{aligned} \Delta U_{VN} &= R_{90} \cdot l \cdot I_{pVN} \cdot \cos \varphi + X_k \cdot l \cdot I_{pVN} \cdot \sin \varphi \\ \Delta U_{VN} &= R_{90} \cdot l \cdot I_{pVN} \cdot \cos \varphi + 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_k \cdot l \cdot I_{pVN} \cdot \sin \varphi \\ \Delta U_{VN} &= 0,2603 \cdot 0,140 \cdot 6,212 \cdot 0,95 + 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,37 \cdot 10^{-3} \\ &\quad \cdot 0,140 \cdot 6,212 \cdot 0,312 = 0,247 \text{ V} \end{aligned} \quad (5.12)$$

Procentní určení úbytku napětí  $\Delta u_{\%}$  vztahované k jmenovité hodnotě napětí vypočítáme:

$$\begin{aligned}\Delta u_{\%} &= \frac{\sqrt{3} \cdot \Delta U_{VN}}{U_n} \cdot 100 \\ \Delta u_{\%} &= \frac{\sqrt{3} \cdot 0,247}{22 \cdot 10^3} \cdot 100 = 1,945 \cdot 10^{-3} \% \\ 1,945 \cdot 10^{-3} \% &< 5\%\end{aligned}\tag{5.13}$$

Procentní úbytek  $\Delta u_{\%}$  na kabelu VN dle rovnice (5.13) nepřekračuje přípustnou hodnotu úbytku jmenovitého napětí 5 % a navržený kabel tedy vyhovuje podmínce dovoleného úbytku napětí.

#### 5.4.2 Tepelné účinky zkratových proudů na kabelu VN

Dalším z kroků při návrhu je překontrolování, zda vodič vyhovuje požadavkům na dimenzování s ohledem na tepelné účinky zkratových proudů v místě připojení. V tomto případě musíme splnit podmínku, že skutečný průřez vodiče  $S$  je větší nebo roven minimálnímu průřezu vodiče  $S_{min}$ .

Abychom mohli vypočítat minimální průřez vodiče  $S_{min}$ , musíme si nejprve určit hodnotu počátečního rázového zkratového proudu  $I_k''$ , kterou lze určit z třífázového zkratového výkonu  $S_{k3}''$  v místě připojení TS.

$$\begin{aligned}I_k'' &= \frac{S_{k3}''}{\sqrt{3} \cdot U_n} \\ I_k'' &= \frac{80,3 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 10^3} = 2,107 \text{ kA}\end{aligned}\tag{5.14}$$

Hodnotu  $I_k''$  získanou výpočtem (5.14) použijeme pro výpočet ekvivalentního oteplovacího proudu  $I_{th}$ . Tato hodnota je nutná k vypočítání minimálního průřezu s ohledem na dovolené oteplení vodiče při účincích zkratového proudu.

K výpočtu ekvivalentního oteplovacího proudu  $I_{th}$  je nutné určit součinitel pro tepelné účinky střídavé složky zkratového proudu  $n$  a součinitel pro tepelné účinky stejnosměrné složky zkratového proudu  $m$  dle normy ČSN EN 60909-0 ed.2, která uvádí, že je možné pro distribuční síť uvažovat s  $n = 1$ . A pro vzdálené zkraty s dobou trvání  $I_k \geq 0,5 \text{ s}$  je možné  $m + n = 1$ . [58]

Nyní můžeme vypočítat ekvivalentní oteplovací proud  $I_{th}$ .

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{m+n}$$

$$I_{th} = 2,107 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{1} = 2,107 \text{ kA} \quad (5.15)$$

Následně můžeme vypočítat minimální průřez kabelu  $S_{min}$ . Tento průřez musí být menší než průřez našeho navrhovaného kabelu  $S$ , díky čemuž nenastane při zkratu přehřátí kabelu nad nejvyšší dovolenou teplotu. K výpočtu jsou nutné materiálové konstanty pro hliník uvedené v Tab. 5.6 a hodnoty teplot, které udává výrobce kabelu v Tab. 5.4. Níže v Tab. 5.5 si tyto jednotlivé hodnoty teplot zopakujeme.

**Tab. 5.5 - Provozní teploty dle typu kabelu**

Typ kabelu	1x150mm <sup>2</sup> NA2XS(F)2Y
$\vartheta_z$ - Provozní teplota jádra [°C]	90
$\vartheta_k$ - Maximální teplota při zkratu [°C]	250

**Tab. 5.6 - Materiálové konstanty pro hliník, [54]**

Materiál	Al
$\rho_{20}$ – rezistivita při 20 °C [ $\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ ]	0,02941
$\vartheta$ – fiktivní teplota [°C]	228,0
$c_0$ – Objemová hustota tepelné kapacity [ $\text{J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{°C}^{-1}$ ]	2,417

Nyní můžeme přejít k výpočtu minimálního průřezu  $S_{min}$  kabelu:

$$S_{min} = \frac{I_{th} \cdot \sqrt{t_k}}{\sqrt{\frac{c_0}{\rho_{20}} \cdot (\vartheta + 20) \cdot \ln\left(\frac{\vartheta + \vartheta_k}{\vartheta + \vartheta_z}\right)}}$$

$$S_{min} = \frac{2,107 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{0,5}}{\sqrt{\frac{2,417}{0,02941} \cdot (228 + 20) \cdot \ln\left(\frac{228 + 250}{228 + 90}\right)}}$$

$$= 16,347 \text{ mm}^2 \quad (5.16)$$

$$S \geq S_{min}$$

$$150 \text{ mm}^2 \geq 16,347 \text{ mm}^2$$

Podmínka minimálního průřezu kabelu je splněna a navržený průřez kabelu VN je větší než minimální vypočítaný průřez. Z toho vyplývá, že odolá tepelným účinkům zkratových proudů a navržené přívodní kabely 3x (1 x 150 mm<sup>2</sup> NA2XS(F)2Y) vyhovují ve všech ověřovaných aspektech a jsou vhodné k použití na naší navrhované stavbě.

## 5.5 Rozvaděč VN

Navrhovaný VN rozvaděč musí být schopen vydržet dynamické a tepelné účinky zkratových proudů vycházejících z napájecího zdroje, k nimž je připojen. Zkratová odolnost rozvaděče musí být vyšší než proud při zkratu. Vzhledem k tomu, že distribuční společnost disponuje uzavřeným kontraktem na dodavatele VN rozvaděčů se standardní typizovanou řadou rozvaděčů, budeme vycházet z jeho dostupných katalogových listů. Na základě typizované řady rozvaděčů zvolíme vhodný typ viz. Tab. 5.7 od společnosti ORMAZABAL, jehož výhradním distributorem pro Českou republiku je společnost High Energy, se kterou má distribuční společnost uzavřený platný kontrakt na dodání v požadovaném termínu.

Tab. 5.7 - Parametry rozvaděče ORMAZABAL 3K + 1TS typ GA, [59]

Jmenovité napětí $U_n$ [kV]	Jmenovitý proud $I_n$ [A]	Jmenovitý krátkodobý proud ( $t_k = 1$ s) $I_{thROZV}$ [kA]	Jmenovitý dynamický proud $i_{pROZV}$ [kA]
22	630	20	50

Pro kontrolu návrhu vybraného rozvaděče VN vypočítáme impedanci napájecí trasy k rozvaděči VN  $Z_C$ . Nejdříve ze zkratového výkonu  $S_{k3}''$  v místě připojení trafostanice určíme velikost impedance síťového napájení  $Z_{sn}$ .

$$Z_{sn} = \frac{c \cdot U_n^2}{S_{k3}''} \quad (5.17)$$

$$Z_{sn} = \frac{1,1 \cdot (22 \cdot 10^3)^2}{80,3 \cdot 10^6} = 6,630 \Omega$$

Kde  $c = 1,1$  je napěťový součinitel pro napěťovou hladinu VN podle normy ČSN 60909-0 ed.2. Dále dle této normy určíme velikost jednotlivých složek vypočítané impedance  $Z_{sn}$  [58]

$$X_{sn} = 0,995 \cdot Z_{sn} \quad (5.18)$$

$$X_{sn} = 0,995 \cdot 6,630 = 6,597 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 R_{sn} &= 0,1 \cdot X_{sn} \\
 R_{sn} &= 0,1 \cdot 6,597 = 0,6597 \, \Omega
 \end{aligned}
 \tag{5.19}$$

$$\bar{Z}_{sn} = R_k + j \cdot X_k = 0,6597 + j \cdot 6,597 \, \Omega$$

Nyní si vypočítáme impedanci přívodního kabelu  $\bar{Z}_{kVN}$  z parametrů, které udává výrobce v technickém listě viz. Tab. 5.4.

$$\begin{aligned}
 \bar{Z}_{kVN} &= l \cdot (R_k + j \cdot X_k) \\
 \bar{Z}_{kVN} &= l \cdot (R_k + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_k) \\
 \bar{Z}_{kVN} &= 0,140 \cdot (0,206 + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,37 \cdot 10^{-3}) \\
 &= (0,028 + j \, 0,016) \, \Omega
 \end{aligned}
 \tag{5.20}$$

Nyní můžeme vypočítat celkovou impedanci napájecí trasy  $\bar{Z}_c$ , která je součtem impedance sítě  $\bar{Z}_{sn}$  a impedancí kabelu VN  $\bar{Z}_{kVN}$ .

$$\begin{aligned}
 \bar{Z}_c &= \bar{Z}_{sn} + \bar{Z}_{kVN} \\
 \bar{Z}_c &= 0,6597 + j \cdot 6,597 + 0,028 + j \, 0,016 \\
 &= (0,687 + j \cdot 6,613) \, \Omega \\
 Z_c &= \sqrt{0,687^2 + 6,613^2} = 6,649 \, \Omega
 \end{aligned}
 \tag{5.21}$$

Jako další krok vypočítáme počáteční rázový zkratový proud  $I_k''$ .

$$\begin{aligned}
 I_k'' &= \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_c} \\
 I_k'' &= \frac{1,1 \cdot 22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6,649} = 2,101 \, \text{kA}
 \end{aligned}
 \tag{5.22}$$

S vypočítaným počátečním rázovým zkratovým proudem  $I_k''$  můžeme vypočítat nárazový zkratový proud  $i_p$ . Hodnoty rezistence  $R$  a reaktance  $X$  potřebné k výpočtu součinitele  $\kappa$  získáme z celkové impedance  $\bar{Z}_c$ .



Výpočet tedy je:

$$\begin{aligned}\kappa &= 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R}{X}} \\ \kappa &= 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \cdot \left(\frac{0,687}{6,613}\right)} = 1,738\end{aligned}\quad (5.23)$$

Výpočet nárazového zkratového proudu  $i_p$  tedy bude:

$$\begin{aligned}i_p &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' \\ i_p &= 1,738 \cdot \sqrt{2} \cdot 2,101 \cdot 10^3 = 5,163 \text{ kA}\end{aligned}\quad (5.24)$$

Následně výsledek nárazového zkratového proudu  $i_p$  z výpočtu porovnáme s hodnotou uvedenou v katalogu:

$$\begin{aligned}i_{pROZV} &\geq i_p \\ 50 \text{ kA} &\geq 5,163 \text{ kA}\end{aligned}\quad (5.25)$$

Z porovnání můžeme usoudit, že mnou zvolený rozvaděč VN odolá dynamickým účinkům zkratových proudů.

V dalším kroku si ověříme odolnost VN rozvaděče proti tepelným účinkům zkratových proudů. Stejně jako v předchozí kapitole určíme ekvivalentní oteplovací proud  $I_{th}$ .

$$\begin{aligned}I_{th} &= I_k'' \cdot \sqrt{m+n} \\ I_{th} &= 2,101 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{1} = 2,101 \text{ kA}\end{aligned}\quad (5.26)$$

Z důvodu rozdílné uvažované doby trvání zkratu je nutné použít Joulův integrál a přepočítat ekvivalentní oteplovací proud  $I_{th_{1s}}$  na dobu trvání 1 s.

$$\begin{aligned}I_{th_{1s}} &= \sqrt{\frac{t_k}{t_{k_{1s}}} \cdot I_{th}^2} \\ I_{th_{1s}} &= \sqrt{\frac{0,5}{1} \cdot 2,101^2} = 1,486 \text{ kA}\end{aligned}\quad (5.27)$$

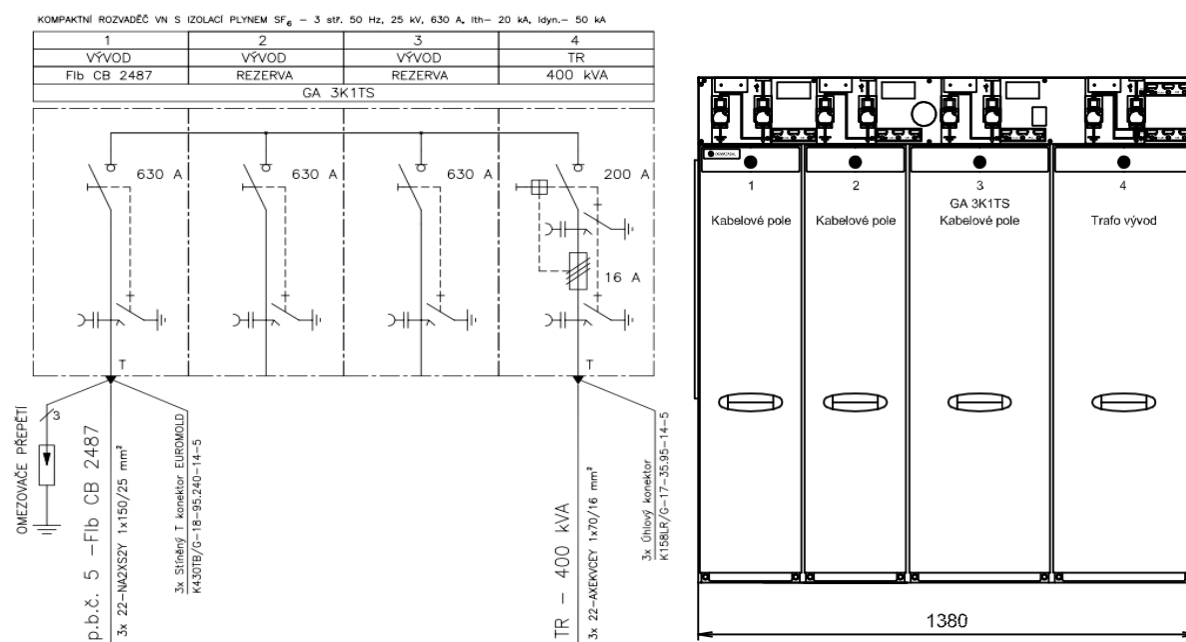
Nyní můžeme porovnat vypočítaný ekvivalentní oteplovací proud  $I_{th_{1s}}$  s hodnotou ekvivalentní oteplovací proud udávající výrobcem:

$$I_{thROZV} \geq I_{th1s}$$

$$20 \text{ kA} \geq 1,486 \text{ kA} \quad (5.28)$$

Dle porovnání vidíme, že navržený VN rozvaděč odolá tepelným zkratovým proudům.

Typizovaný rozvaděč VN do jmenovitého napětí 25 kV je typu GA, což znamená nerozšířitelného provedení. Je konstruován jako plně zapouzdřený, SF<sub>6</sub> plynem izolovaný a kompaktního provedení pro instalaci do kioskových trafostanic. Tento rozvaděč je vybaven vestavěným odpínačem, uzemňovačem a vypínačem, které jsou naplněné zhasčecím plynem SF<sub>6</sub>. V trafostanici budou instalována tři pole pro kabelové přívody a jedno pole pro vývod na transformátor. Tuto konfiguraci značíme 3K + 1TS. V instalované kioskové trafostanici bude přívod zajištěn navrženým VN kabelem přivedeným na spodní stranu rozvaděče přes kabelový prostor pod podlahou trafostanice a připojením do rozvaděče pomocí kabelových koncovek zvaných T – konektory. Vývod na transformátor bude taktéž realizován spodní stranou rozvaděče přes kabelový prostor, vedeným do místnosti pro transformátor, na který se připojí pomocí svorníku na transformátorové průchodky. Transformátorové pole v rozvaděči je vybaveno pojistkami VN a tím je transformátor chráněn před zkratem. Pojistky se umísťují do nástavby, která je násuvného provedení, a jsou uzemňovány na obou koncích pomocí uzemňovačů. Podrobnější popis rozvaděče VN je uveden v kapitole 2.2.4 a na Obr. 5.1 můžeme vidět schéma zapojení a přední pohled na VN rozvaděč pro naši navrhovanou distribuční trafostanici. [59][60]



Obr. 5.1 - Schéma zapojení rozvaděče VN a přední pohled, [Zdroj: Archiv autora]

## 5.6 Rozvaděč NN

Rozvaděč NN slouží k vyvedení výkonu z distribuční trafostanice do rozvodné sítě. Jeho hlavní funkcí je jištění transformátoru před přetížením a jištění odcházejících vedení. Více jsme si uvedli v kapitolách 2.1.4 a 2.2.4.

Podobně jako rozvaděč VN musí být navržen tak, aby odolal dynamickým a tepelným účinkům zkratových proudů. Při návrhu musíme dále uvažovat s maximálním proudem vytékajícím z transformátoru dle výpočtu (5.29)  $I_{max} = 550$  A a podle něj zvolit jmenovitý proud přípojnic rozvaděče.

$$I_{max} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (5.29)$$

$$I_{max} = \frac{400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 420} = 549,857 \text{ A}$$

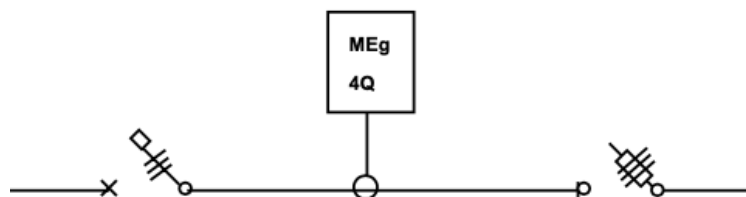
Dalším důležitým údajem je počet vývodů z rozvaděče. V našem případě se jedná o 6 kabelových vývodů z trafostanice. Dále musíme zohlednit rozměry rozvaděče, horní nebo spodní vyvedení kabelů a maximální připojitelný průřez přírodních a vývodních kabelů.

Distribuční trafostanice se vybavují standardními distribučními rozvaděči RST. Tento typ rozvaděče se skládá z montážního panelu, na nějž se osazují elektrické přístroje a montuje se do skříní nebo stojanů. Na přední straně se nachází ovládání a na zadní přípojnice. Pro navrhovanou distribuční trafostanici použijeme rozvaděč NN typu RST 1099/4835 umístěný ve stojanu ST – VK pro trafostanice s vnitřní obsluhou, jehož číselné označení je vysvětleno v Tab. 5.8. a na Obr. 5.2 můžeme vidět jeho schéma zapojení.

**Tab. 5.8 - Typové označení rozvaděče RST, [61]**

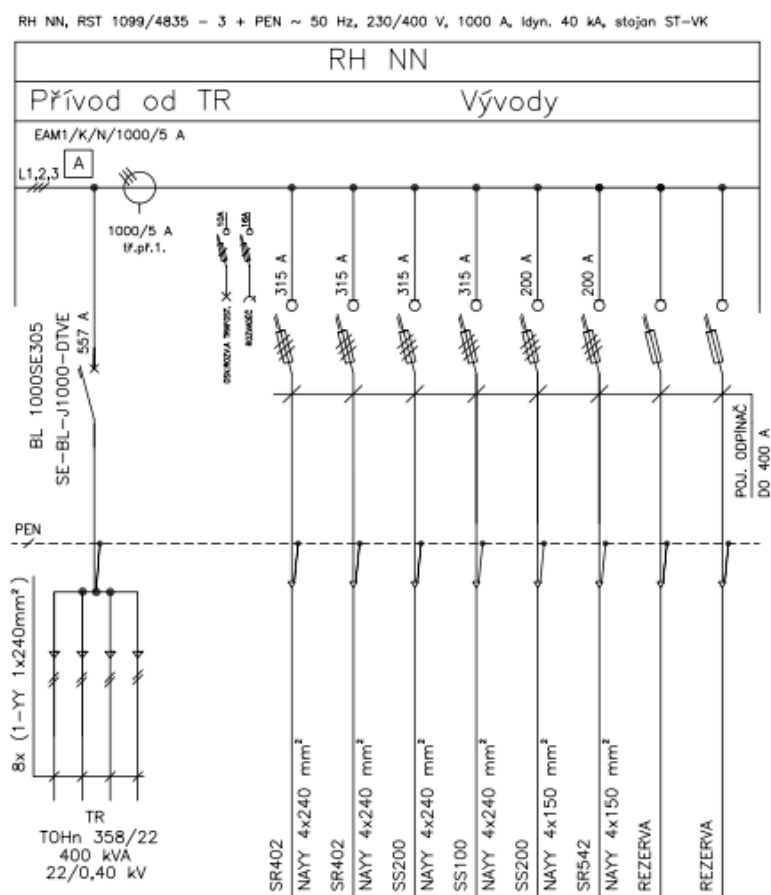
Znak	Význam znaku
10	Jmenovitý proud přípojnic - 1000 A
99	Jmenovitý proud hlavního jističe - 1000 A
/	
4	Způsob jištění vývodů – pojistkový odpínač
8	Počet vývodů z rozvaděče
3	Způsob měření el. energie – univerzální monitor
5	Číslo schéma zapojení viz. Obr. 5.2

### 5 - Jištěné vývody



Obr. 5.2 - Schéma zapojení rozvaděče NN, převzato z [61]

Rozvaděč bude osazen hlavním třífázovým jističem Modeion BL1000 do 1000 A s nastavitelnou nadproudovou spouští SE-BL-J1000-DVTE. Tato spoušť je vyměnitelná. Ze svorníku transformátoru jsou kabelovými oky připojeny propojovací kabely NN. Tyto kabely jsou kabelovým prostorem v trafostanici pod podlahou přivedeny na spodní stranu rozvaděče NN a ukončeny ve svorce hlavního jističe. Vývody z rozvaděče jsou jištěny lištovým třífázovým odpínačem velikosti 2 do 400 A s jednopólovým ovládním. Rozvaděč se dále osazuje jednofázovou zásuvkou pro obsluhu, která je jištěná jednofázovým pojistkovým odpínačem s válcovou pojistkou 16 A. Dále je do rozvaděče připojeno osvětlení trafostanice, které se jistí 10 A válcovou pojistkou. Měření je provedeno univerzálním monitorem MEg. K měření střídavého proudu se využívají měřicí transformátory proudu s převodem 1000/500/5 A, které jsou navlečeny na pásových přípojnicích. Schéma navrženého rozvaděče je na Obr. 5.3. [61][62]



Obr. 5.3 - Schéma rozvaděče NN, [Zdroj: Archiv autora]

## 5.7 Distribuční trafostanice

Pro zvolení typu distribuční trafostanice vycházíme z koncepce sítě VN v lokalitě a z toho, zda se jedná o trafostanici s venkovním nebo kabelovým přívodem. Dále musíme zohlednit počet a velikost výkonu instalovaných transformátorů, počet polí rozvaděče VN, počet vývodů z rozvaděče NN, prostorové možnosti v připojované lokalitě a dbát na bezpečnost osob, zvířat a majetku.

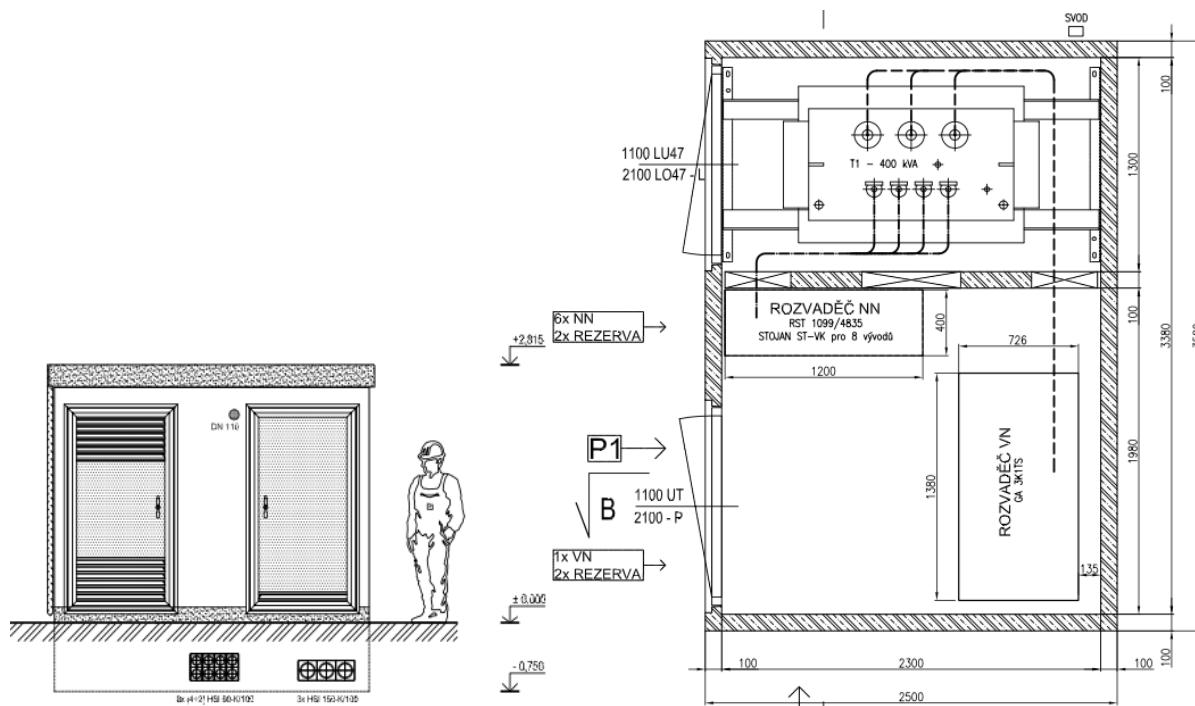
Před usazením distribuční trafostanice je nutné respektovat následující aspekty v lokalitě:

- Respektování ochranného pásma stávajícího a navrhovaného zařízení.
- Respektování ochranného pásma cizích zařízení a vedení s dodržением jejich podmínek.
- Zvážení možnosti přístupu pro obsluhu, údržbu a montážní techniku.
- Respektování charakteru zóny a zásahu do rázu okolní krajiny.
- Dodržení požárních, bezpečnostních rizik a hygienických limitů hluku.

Nová distribuční trafostanice je navržena s kabelovým přívodem VN a bude umístěna ve volném prostranství. Z těchto důvodů zvolíme trafostanici kioskového provedení. Distribuční společnost EG.D, a.s. instaluje standardně trafostanice od výrobce Betonbau, s.r.o. se kterým má uzavřený platný kontrakt na dodávku trafostanice. Proto budeme při návrhu vycházet z typizované řady výrobce trafostanic. Vzhledem k volnému prostoru okolo trafostanice a výhledovému rozšíření výstavby v okolí trafostanice zvolíme samostatně stojící prefabrikovanou kioskovou trafostanici typu UF 2536, kterou lze díky bezpečnosti a kompaktnosti umístit v hustě zastavěných částech měst a obcí. Výhodami prefabrikované trafostanice jsou její rychlá výstavba a nízké provozní náklady. Více o kioskové trafostanici nalezneme v kapitole 2.2.4 v oddělení Kioskové distribuční trafostanice.

Navržená distribuční trafostanice UF 2536 je konstruována jako pochozí provedení, což znamená, že obsluha technologie elektrické části se provádí zevnitř. Trafostanice je rozdělena betonovou příčkou na dvě místnosti. První místnost je určena pro transformátor. Prostor pod transformátorem v této místnosti slouží jako záchytná jímka pro transformátorový olej, který by v případě poruchy mohl uniknout do životního prostředí. Tato záchytná jímka pod transformátorem má objem 1000 l. Druhá místnost slouží pro technologii rozvaděčů NN a VN. Větrání transformátoru je realizováno přirozeným prouděním vzduchu, který je do místnosti s transformátorem přiveden a odveden větrací mřížkou ve dveřích. V trafostanici je instalován po obvodu ochranný vodič, realizovaný páskem FeZn 30/4 mm. Na tento pásek jsou společně připojeny všechny kovové neživé části a zemnicí body všech elektrických zařízení. K připojení vnější zemnicí soustavy se využívá dvou zemnicích průchodků, umístěných na boku trafostanice. Vnější zemnicí soustava se realizuje také páskem FeZn 30/4 mm za pomoci mřížové zemnicí sítě, která je pro dosažení požadovaného odporu uzemnění maximálně do 5  $\Omega$  opatřena tyčovými zemniči. Kabelové vstupy a výstupy do trafostanice jsou realizovány průchodkami 3 x HSI 150–K/100 pro přívodní kabely VN a 8 x HSI 90–K/100 pro vývody NN. Tyto průchodky při dodržení technického postupu zajišťují neproniknutelnost vody do trafostanice okolo kabelu za pomoci speciální gumy, která se po utažení roztáhne a utěsní prostup. Tato část je nejslabší místo celé trafostanice, protože v případě nedodržení náběhového poloměru kabelu dojde k porušení a nedokonalosti těsnění a tím vnikání vody do trafostanice. Vzhled pochozí trafostanice Betonbau typ UF 2536 a schéma zapojení trafostanice jsou zobrazeny na Obr. 5.4. [63][64]





Obr. 5.4 - Trafostanice Betonbau typ UF 2536 a schéma zapojení TS, převzato z [63]

## 5.8 Návrh kabelového vedení NN

Distribuční síť nízkého napětí začíná vývodem z distribučního rozvaděče nízkého napětí v distribuční trafostanici, dále pokračuje do rozpojovacích skříní, kde se rozvětjuje na další vývody a končí u odběratele v přípojkové skříní. Dle pokynu distribuční společnosti ECD-PP-046 se síť nízkého napětí navrhuje a provozuje jako okružní rozepnuté, čímž následně vznikne paprsková síť, která je nejjednodušší a nejprůhlednější. Výhoda takové sítě spočívá v možnosti volby přívodu napájení z druhé strany, přičemž se při plánovaném bezproudí nebo při poruše odběratel omezí minimálně.

Distribuční společnost se snaží o sjednocení používaných elektrických zařízení. Z toho vyplývá používání typizovaných řad kabelů, transformátorů, rozpojovacích skříní, trafostanic, aj. Díky tomuto řešení dochází k zpřehlednění sítí, snazší údržbě a možnosti budoucího rozvoje sítě.

V současné době se při budování nových sítí NN a rekonstrukci stávajících sítí NN upřednostňuje zemní kabelové vedení. Důvodem tohoto upřednostňování je zvýšení spolehlivosti dodávky elektrické energie, zvýšení bezpečnosti, snížení provozních nákladů na údržbu a snížení impedance sítě. Pro kabelový rozvod NN se v distribuční síti využívají kabely typu NAPP – J o typizovaných průřezích. Tyto kabely jsou určeny pro pevné uložení v zemi a lze je instalovat do prostředí obyčejného nebo vlhkého. Kabel je složen ze čtyř hliníkových

vodičů stejného průřezu. Pro kabel o malém průřezu se využívá plné jádro a o větším průřezu se využívá slané sektorové jádro. Více o kabelovém vedení nalezneme v kapitole 2.2.

Jak již bylo uvedeno výše, síť NN je budována jako okružní. Síť dále navrhujeme tak, aby z hlediska proudové zatížitelnosti bylo možné tyto kruhy jednostranně napájet. Proudové zatížení při tomto náhradním provozním stavu by mělo být do 80 % jmenovitého proudu kabelu. V případě, že se v dané oblasti nachází více trafostanic, navrhujeme síť NN tak, abychom využili možnost zkruhování hlavních napáječů mezi různé trafostanice a tím vytvořili podmínky pro částečně náhradní provozní stav. Délka kabelového vedení mezi trafostanicemi by neměla přesáhnout 1,5 km. Obecně se snažíme délku vedení zkracovat. Impedance obvodu a charakteristiky nadproudových ochranných přístrojů musí být takové, aby v případě poruchy došlo k automatickému odpojení porušené části distribuční sítě od zdroje v předepsaném čase 30 s. Při návrhu distribuční sítě NN musíme dodržet hodnoty uvedené v Tab. 5.9. [51]

**Tab. 5.9 - Požadované parametry distribuční sítě NN, [51]**

Parametr	Hodnota	Závaznost
Napětí v napájecí TS	243 V	Doporučená
Minimální napětí na konci sítě	220 V	Závazná
Maximální zatížení transformátoru 22/0,4 kV	70 %	Doporučená
Maximální zatížení kabelu	80 %	Doporučená
Maximální doba odpojení od zdroje	30 s	Závazná

Další zásadou je zvolení vhodného způsobu připojení odběrného místa. V kabelových sítích NN jsou možné následující způsoby připojení:

- Zasmýčkování
- Samostatný vývod z kabelové skříně
- Samostatný vývod z trafostanice
- Výjimečně v odůvodněných případech T – odbočení

Síť se rozčleňuje pomocí rozpojovacích skříní (SR, SD) kvůli možnosti manipulace, odbočení od kmenového vedení, z důvodu odjištění vedení z hlediska zatížení a pro ochranu před nebezpečným dotykem. Dále umísťujeme mezi rozpojovací skříně smyčkovací skříně (SS) pro další vymezení úseku vedení v případě poruchy.

Připojení zasmýčkováním se využívá pro odběry do 160 A s průřezem připojeného kabelu (HDV) do 50 mm<sup>2</sup>. Jedná se o běžný způsob připojení.

Připojení samostatným vývodem z kabelové skříně se využívá v běžném připojení ze smyčkovací skříně pro odběr do 160 A. Z rozpojovací skříně se takto připojují odběry nad 160 A. Tento způsob lze však využít i pro připojení odběru do 160 A s kabely v celém rozsahu průřezů.

Připojení samostatným vývodem z trafostanice využijeme v případě velkých odběrů, v případě připojení odběrů nebo výroben, kde je to nutné z pohledu dodržení limitu zpětných vlivů anebo pokud se jedná o dobíjecí stanici v případě elektromobility. [51]

Při návrhu rozvodu kabelů v připojované oblasti budu vycházet z kapitoly 2.2 a výše uvedených zásad. Z nově navržené trafostanice TS Lipí ČOV bude vyvedeno celkem 6 vývodů kabelového vedení NN, které probíhá následujícím způsobem:

- Vývod č.1: Je realizovaný kabelem typu NAYY – J 4 x 240 mm<sup>2</sup>. Tento kabel je přiveden až do místa rušené trafostanice TS Lipí mateřská škola, kde se naspojkuje na stávající kabelové vedení typu NAYY – J 4 x 240 mm<sup>2</sup>, které je ukončeno ve stávající rozpojovacím pilíři SR402.
- Vývod č.2: Je taktéž realizovaný kabelem NAYY – J 4 x 240 mm<sup>2</sup>. Jeho trasa povede souběžně s kabelem z vývodu č. 1 až do oblasti rušené trafostanice. V této oblasti bude naspojkován na stávající kabelové vedení NAYY – J 4 x 240 mm<sup>2</sup>.
- Vývod č.3: Do tohoto vývodu umístíme kabelové vedení, které prochází okolo nově navržené trafostanice. Stávající kabelové vedení NAYY – J 4 x 240 mm<sup>2</sup> se přeruší a přivede do nově navržené trafostanice TS Lipí ČOV.
- Vývod č. 4: Z tohoto vývodu půjde druhá část přerušeno vedení NAYY – J 4 x 240 mm<sup>2</sup>. Toto vedení přichází na pojistkové spodky ve stávajícím smyčkovacím pilíři SS200 a pokračuje dál podél připojované oblasti. Po cca. 150 m dojde k jeho opětovnému přerušení a naspojkování kabelem NAYY – J 4 x 240 mm<sup>2</sup>. Tento kabel nově naspojkovaný kabel je přiveden do nového smyčkovacího pilíře SS300. V tomto pilíři jsou dvě pozice určeny pro připojení dvou nových RD a třetí pozice je určena pro kabel NAYY – J 4 x 25 mm<sup>2</sup>, který vede do přípojkového pilíře SP100 a zde napájí jedno odběrné místo. Z pilíře SS300 dále pokračuje kabel NAYY – J 4 x 240 mm<sup>2</sup> do pilíře SS200 a končí v novém rozpojovacím pilíři SR322. V tomto pilíři je ukončen a v případě potřeby manipulace na vedení může dále napájet další část připojované oblasti.
- Vývod č. 5: Tento vývod je určen pro pátevní kabel připojovaného ZTV. Je realizován kabelem NAYY – J 4 x 150 mm<sup>2</sup> a smyčkuje jednotlivé pilíře v následujícím pořadí

SS200, SS200, SS100, SS200, SS200 a končí v rozpojovacím pilíři pro případ manipulace SR542.

- Vývod č. 6: Tento vývod je veden přímo do rozpojovacího pilíře SR542. Odtud je dále přiveden do druhé části ZTV. Tento kabel NAYY – J 4 x 150 mm<sup>2</sup> smyčkuje jednotlivé pilíře následujícím způsobem SS200, SS100, SS200, SS200 a je ukončen stejně jako kabel z vývodu č. 4 v SR322.

Tímto návrhem jsem docílil vytvoření okružní sítě v nově připojovaném ZTV. Tato navržená síť je na dvou místech rozpojena, a to ve skříni SR542 a skříni SR322. Tyto body slouží i k možnému přepojení z důvodu nutnosti manipulace na distribuční síti. Správně navržené průřezy kabelů prověřím v kapitole níže.

### 5.8.1 Návrh distribučního vedení NN v programu Sichr

Správný návrh kabelového vedení NN ověříme ve výpočtovém programu Sichr od společnosti OEZ. Tento program obsahuje databáze elektrických zdrojů, kabelů a holých vodičů, jisticích prvků, spínačů a přepěťových ochran. Při návrhu jsem čerpal pouze z databáze transformátorů, kabelů s hliníkovým jádrem a pojistek s charakteristikou gG. [65]

Postup návrhu je popsán v následujících bodech:

1. Jako první krok si zvolíme napájení navrhované sítě NN. Vložíme transformátor od společnosti BEZ typ TOHn 358 s výkonem 400 kVA a jmenovitým převodem 22/0,42 kV a zvolíme jištění strany VN pojistkami typu PM 45 se jmenovitým proudem 25 A.
2. Dalším krokem je propojovací vedení v trafostanici mezi transformátorem a rozvaděčem NN. Toto vedení je typu 7 x 1 YY 240 mm<sup>2</sup>.
3. V dalším kroku je zvoleno jištění sekundární strany transformátoru, který zajišťuje jistič v rozvaděči NN typu Modeion BL1000 do 1000 A s nastavitelnou vyměnitelnou nadproudovou spouští SE-BL-J1000-DTVE.
4. Po sestavení jednotlivých prvků trafostanice byla vytvořena přípojnice NN rozvaděče, která je označena jako R NN.
5. Z rozvaděče NN jsou přes pojistky vyvedeny jednotlivé kabelové vývody jako paprsky do nových smyčkovacích a rozpojovacích pilířů. U každého kabelu je určen typ, průřez, délka a způsob uložení a stanovení přepočítávacích koeficientů  $k$ . Tento koeficient bere v úvahu rozdíly uložení od referenčního uložení.

Pro mnou zvolené technické řešení jsem uvažoval s následujícím způsobem uložení s přepočítávacím koeficientem  $k$ :

- Referenční způsob uložení: D – V zemi, D1 – V trubkách v zemi a to z důvodu, že pro každé křížení komunikace v oblasti ZTV a v místech vjezdů na parcely je nutné kabel mechanicky ochránit za pomoci chrániček.
  - Teplota okolí: 20°C
  - Měrný tepelný odpor [ $K \cdot m/W$ ]: 1.0 = mírně zvlhlá půda
  - Uspořádání seskupených obvodů: V mém případě se nachází nejvýše dva kabely v jednom výkopu, a tak volím 2 x v trubkách v zemi. Pokud se nachází ve výkopu pouze jeden kabel, zvolil jsem možnost 1 x v trubkách v zemi.
  - Vzdálenost: pokud jsem zvolil možnost uložení dvou a více kabelů ve výkopu nastavuji jejich vzájemnou vzdálenost 0,25 m
6. Dva vývody vedou jako páteří kabelové vedení typu NAYY 4 x 150 mm<sup>2</sup> do rozpojovací skříně SR542. První vedení je zasmyčkováno do smyčkovacích pilířů, které jsou nadefinovány jako jednotlivé vývody. Druhé vedení jde přímo do rozpojovacího pilíře SR 542 a přes tento pilíř pokračuje do druhé části připojované oblasti, kde napojuje jednotlivé vývody přes smyčkovací pilíře a je ukončeno v rozpojovací skříně SR322.
  7. Třetí vývod je proveden kabelovým vedením typu NAYY 4 x 240 mm<sup>2</sup>. Je naspojován na stávající vedení a zaveden do smyčkovací skříně SS200. Zde napájí stávající odběr a pokračuje přes tuto skříň do smyčkovací skříně SS300, kde napájí tři vývody a z této skříně je veden až do rozpojovací skříně SR322.
  8. Zbýlé tři vývody z rozvaděče NN napájí zbývající stávající odběry.
  9. Navržené kabely jsou jištěny pomocí výkonových pojistek velikosti 2 s charakteristikou gG.
  10. Maximální doba odpojení příslušné části distribuční sítě od zdroje je v předepsaném čase nastavena na 30 s.
  11. Po takto sestaveném obvodu byly definovány velikosti jednotlivých vývodů. Každý vývod představuje přípojkovou smyčkovací skříň, popřípadě rozpojovací skříň, ze které je připojen odběratel. Hodnotu odběru stanovíme rozpočítáním na jednotlivé rodinné domy, které jsou z přípojkové skříně napájeny. Pro jednotlivý počet rodinných domů napájených na vývodu trafostanice byl stanoven skupinový soudobý příkon dle [66]. Jednotlivé hodnoty zatížení vývodů z trafostanice jsou v Tab. 5.10.

Tab. 5.10 - Zatížení vývodů z trafostanice v programu Sichr

Vývod z TS v programu Sichr	Počet rodinných domů na vývodu	Skupinová soudobost $\beta_s[-]$	Soudobý příkon skupiny domů $P_{skup}[\text{kW}]$
1	9	0,47	70,2
2	7	0,50	54,6
3	5	0,56	39,0

### 5.8.2 Vyhodnocení návrhu distribučního vedení NN

Program Sichr během návrhu kontroluje zkratové proudy, úbytky napětí, zatížení, impedanční smyčky, selektivitu jištění a vypínací charakteristiky. Tyto hodnoty porovnává s dovolenými hodnotami a vyhodnocuje správnost navrženého obvodu. V Tab. 5.11 jsou uvedeny sledované hodnoty, které jsou výsledkem návrhu v programu Sichr. Jsou to dovolené zatěžovací proudy kabelů  $I_z$ , dále předpokládané výpočtové proudy  $I_{vypoč}$  procházející kabely, zatížení kabelů a procentní odchylky od jmenovitého napětí  $u_{\%}$ .

Tab. 5.11 - Použité typy kabelů a jejich zatížení

Směr vývodu vedení	Typ kabelu	$I_z[\text{A}]$	$I_{vypoč}[\text{A}]$	Zatížení kabelu [%]	$u_{\%}[\%]$
TS→SR542	NAYY 4x150 mm <sup>2</sup>	180	50,1	27,83	2,2
TS→SR542→SR 322	NAYY 4x150 mm <sup>2</sup>	180	41,5	23,06	1,7
SR542→SR 322	NAYY 4x150 mm <sup>2</sup>	200	35,6	17,80	1,6
TS→SS300→SR 322	NAYY 4x250 mm <sup>2</sup>	258	80,4	31,16	1,8
SS300→SP100	NAYY 4x25 mm <sup>2</sup>	50	6,67	13,34	1,8
TS→Kab. spojka 1	NAYY 4x250 mm <sup>2</sup>	258	52,4	20,31	2,2
TS→Kab. spojka 2	NAYY 4x250 mm <sup>2</sup>	232	51,7	22,29	1,9
TS→SR 402	NAYY 4x250 mm <sup>2</sup>	232	95,7	41,25	1,6

Zatížení kabelových vedení NN se pohybuje od 13,34 až 41,25 %. Tím je splněna podmínka dovolené hodnoty maximálního zatížení kabelu 80 % a kabely typu NAYY spolehlivě přenesou veškeré provozní proudy a poskytují dostatečnou rezervu. Procentní úbytek napětí vyhovuje nejvyššímu dovolenému přípustnému úbytku napětí 5 %. Z uvedeného



vyplývá, že kabely jsou vhodně navrženy a dimenzovány. Všechny výpočty programu Sichr jsou uvedeny v příloze diplomové práce.

## 6 Projektování a realizace stavby

Na základě získaných informací o instalovaném příkonu odběratele, následně po ověření stávajícího stavu sítě v připojované lokalitě a zvolení potřebných průřezů kabelů, typu trafostanice a použité technologie v trafostanici vznikne zadání stavby. Toto zadání obsahuje veškeré výše zmíněné informace, které jsou potřebné k vypracování projektové dokumentace zodpovědným projektantem. Následně projde schvalovacími procesy uvnitř distribuční společnosti a dorazí k technikovi výstavby. Technik výstavby distribuční společnosti EG.D, a.s. je zodpovědný za celou investiční etapu stavby. Do této investiční etapy stavby spadá zadávací a realizační příprava dokumentace a následná realizace stavby.

### 6.1 Projekční činnost

Projektování stavby spadá do investiční etapy stavby. Projektant je fyzická nebo právnická osoba oprávněná k projektové činnosti dle zákona 360/1992 Sb. Úkolem projektanta je při vypracování projektu ověřit informace ze zadání stavby a dodržet postupy, které jsou stanoveny legislativou, normami, vyhláškami a nařízeními, aby byla zajištěna bezporuchová a bezpečná funkce realizované stavby. Dále zapracovat do projektu požadavky ostatních profesí, a to s minimálními provozními a investičními náklady. Zodpovědný projektant nese za svoji práci právní zodpovědnost a jeho projekt zajišťuje právní ochranu při komplikacích nebo haváriích během provozu a uchovává informace o realizované stavbě distribuční sítě.

Projektová dokumentace musí dodržet stanovenou skladbu a strukturu, kterou stanovuje vyhláška č. 499/2006 Sb. ve znění novely č. 405/2017 Sb. O dokumentaci staveb. [67]

Základní skladbou projektové dokumentace pro provádění stavby je:

- Průvodní zpráva
- Souhrnná technická zpráva
- Situace stavby
- Dokumentace stavby a technických a technologických zařízení
- Dokladová část

Z legislativního hlediska je nutné získat při návrhu distribučních sítí územní rozhodnutí, popřípadě územní souhlas od stavebního úřadu. Bez vydání jednoho z těchto povolení nemůže dojít k realizaci stavby. Dle zákona č. 183/2006 Sb. (stavební zákon) §103 u staveb distribučních soustav v elektroenergetice s výjimkou budov není třeba stavební povolení ani

ohlášení stavby. Tím pádem jsou územní rozhodnutí nebo územní souhlas jedinou podmínkou k povolení stavby stavebním úřadem.

### 6.1.1 Územní rozhodnutí

Stavební úřad posuzuje a stanovuje podmínky realizace pro navržený stavební záměr. Dále je zde posuzováno, jaký bude mít stavba při realizaci vliv na využití území a jeho okolí. Platnost územního rozhodnutí je standardně dva roky od vydání a nabití právní moci, ve výjimečných případech, například z důvodu vyvlastnění pozemku dotčeného stavbou, může stavební úřad vydat rozhodnutí s platností na 5 let.

Účastníky v územním řízení jsou:

- Žadatel, popřípadě jeho zástupce na základě plné moci.
- Obec, na jejímž území má být požadovaná stavba realizována.
- Vlastníci pozemků přímo dotčených stavbou.
- Vlastníci sousedních pozemků, kteří mohou být dotčeni realizací stavby.

Stavební úřad je povinen oznámit termín konání ústního jednání územního řízení nejméně 15 dnů předem všem účastníkům řízení, aby případně mohli včas vznést námitky. Pokud upustí od ústního jednání, stanoví lhůtu, dokdy mohou účastníci řízení uplatnit námitky a dotčené orgány svá závazná stanoviska, a to ve lhůtě nejméně 15 dnů.

Územní rozhodnutí je možné znovu prodloužit a distribuční společnost tento typ povolení využívá při rozsáhlých obnovách vedení, popřípadě u velkých staveb, kde by mohlo vzniknout prodloužení zahájení realizace stavby. [68]

### 6.1.2 Územní souhlas

Územní souhlas se využívá v zastavěném území nebo zastavitelné ploše, kde se poměry po dokončení stavby prakticky nezmění. Místo se po konci stavby bude moci využívat jako doposud. Výhodou územního souhlasu je absence správního řízení a nelze se proti němu odvolat, popřípadě podat námitku. Stavební úřad pouze posuzuje, jestli povolovaná stavba splňuje všechny zákonem dané podmínky. Proto je vydání územního souhlasu mnohem rychlejší. Podmínkou územního souhlasu je ovšem získání kladného stanoviska všech vlastníků pozemků, kteří mohou být dotčeni stavbou do vzdálenosti 2 m. Proto se nevyužívá pro rozsáhlé stavby.

Územní souhlas má platnost 2 roky od vydání stavebním úřadem a tuto platnost nelze více prodloužit. Z tohoto důvodu se využívá pro stavby menšího rozsahu. [68]

## **6.2 Realizace stavby**

Na základě odevzdané projektové dokumentace zahájí technik výstavby a obnovy distribuční sítě výběrové řízení na zhotovitele stavby. Distribuční společnost má na určité časové období vysoutěžené kontrakty se zhotoviteli a z tohoto seznamu vybraných zhotovitelů technik výstavby vychází při poptávkovém řízení. Zvolený zhotovitel následně zabezpečí odborné vedení provádění stavby stavbyvedoucím a dále musí zajistit, aby práce na stavbě, k jejichž provádění je předepsáno zvláštní oprávnění, vykonávaly jen osoby, které jsou držiteli tohoto oprávnění.

Při realizaci stavby je zhotovitel povinen provádět stavbu v souladu s rozhodnutím nebo jiným opatřením stavebního úřadu a s ověřenou projektovou dokumentací. Dále musí dodržet obecné požadavky na výstavbu, popřípadě jiné technické předpisy a předepsané normy. Za dodržování povinností ochrany života, zdraví, životního prostředí a bezpečnosti práce vyplývajících ze zvláštních právních předpisů. [68]

## 7 Závěr

Předmětem této diplomové práce bylo uvedení do problematiky návrhu rozšíření distribuční sítě. Hlavním cílem práce bylo navržení vhodného technického řešení pro připojení nového odběrného místa elektrické energie spolu s ověřením vhodného použití jednotlivých prvků v distribuční síti. Předmětem tohoto návrhu byla stavba nové distribuční trafostanice 22/0,4 kV a kabelového vedení VN a NN.

V teoretické části práce se věnuji rozdělení distribuční sítě na dva hlavní prvky. Tyto prvky jsou venkovní vedení a kabelové vedení. U venkovního vedení se věnuji jednotlivým typům vodičů používaných v síti, dále pak druhům podpěrných bodů, které se využívají a na závěr se věnuji distribučním trafostanicím používaných u venkovních sítí. U kabelového vedení se zabývám problematikou pokládky a uložení kabelů, dále pak jednotlivými typy kabelů a technologií, které se využívají na spojení kabelů v distribuční síti vysokého a nízkého napětí. Na závěr uvádím jednotlivé distribuční trafostanice, které se využívají pro kabelová vedení.

V další, již praktické části práce se zabývám prvotním seznámením s lokalitou, kde nové odběrné místo vzniká a navrhuji technické řešení pro připojení tohoto místa. Následně ověřuji zatížení vývodů ve stávající trafostanici TS Lipí Mateřská škola, kterou jsem nahradil novou kioskovou trafostanicí. Zatížení, se kterým musí být minimálně uvažováno, je  $P_{st} = 124,46$  kW. V našem případě jsem uvažoval ještě s větším zatížením nové trafostanice, a to z důvodu potřebné rezervy pro manipulaci, růst spotřeby elektrické energie a provozních potřeb sítě.

Následně jsem ověřil mnou zvolené technické řešení stavby, a to, zda byla správně navržena distribuční trafostanice, kabelové vedení VN a NN a související zařízení.

Jako první krok bylo potřeba vhodně stanovit výpočtové zatížení dané oblasti  $P_p = 224,902$  kW. Na základě určení výpočtového zatížení, které musí navrhovaná trafostanice napájet, jsem určil instalovaný výkon trafostanice  $S_T = 338,20$  kVA a ověřil možnost použití transformátoru o jmenovitém výkonu  $S_n = 400$  kVA. Z výsledků jsem zjistil, že navržený transformátor 400 kVA poskytuje dostatečnou rezervu a může se pro naši stavbu použít.

Následně jsem ověřil návrh dimenzování přívodního kabelového vedení VN do trafostanice. Navržený přívodní kabel jsem kontroloval na dovolené provozní oteplení a zatížení, úbytek napětí a tepelné účinky zkratových proudů.

Rozvaděče VN a NN jsem zvolil s ohledem na zkratové proudy a typizovanou řadu distribuční společnosti.

Všechna navržená zařízení jsem umístil do samostatně stojící kioskové trafostanice od společnosti Betonbau, s.r.o. typu UF 2536. Tato trafostanice splňuje všechny výkonové požadavky.

Ověření správného návrhu kabelového vedení NN jsem provedl v programu Sichr od společnosti OEZ. Zatížení jednotlivých kabelových vývodů z distribuční trafostanice se pohybuje v rozmezí od 13,34 do 41,25 % a odchylka napětí na vývodu ze skříně se pohybuje v rozmezí 1,6 až 2,2 %. Zatížení kabelu i odchylky napětí na kabelech se pohybuje v dovolených mezích a můžu tedy považovat použité typy kabelů NAYY o průřezech 4 x 25, 150 a 250 mm<sup>2</sup> za schopné přenést veškeré provozní proudy s možností dostatečné rezervy pro budoucí nárůst a provozní události v síti.

V poslední části uvádím problematiku investiční etapy stavby, do které spadá její projektování a s tím spojené povolení a následná realizace, aby bylo možné zahájit její poslední část, kterou je provozní etapa neboli provozování mnou navržené stavby.



## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] TNS 10 1111 ed. 02. *Vodiče pro venkovní vedení Lano AlFe. Technická norma společnosti EG.D, a.s.* EG.D, a.s. 2021.
- [2] KVAČEK, J. *Vliv přídavného zatížení na mechanické vlastnosti fázových vodičů a zemnicích lan v rozpětí na vedení VVN a ZVN*. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická. Praha. 2020. 82 s.
- [3] TÄUBER, J. *Distribuční venkovní vedení – konstrukce, způsob provozu a návrh*. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta elektrotechnická. Plzeň. 2017. 51 s.
- [4] PNE 33 3302 ed. 4. *Elektrická venkovní vedení s napětím do 1 kV AC*. Praha: Česká energetická společnost. 2019.
- [5] *Připojení objektu k síti dodavatele elektrické energie*. [online]. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z <[https://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/studijni\\_materialy/provedeni\\_pripojek.pdf](https://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/studijni_materialy/provedeni_pripojek.pdf)>
- [6] MADEROVÁ, P., PROCHÁZKA, J., KOPÁČEK, M. *Venkovní vedení NN s izolovanými vodiči AES*. ENSTO CZECH s.r.o. 2017. 66 s.
- [7] TNS 14 1311 ed.02. *Vodiče venkovních vedení NN – Vodiče izolované slaněné. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2020.
- [8] PNE 34 8210 ed.3. *Dřevěné sloupy a dřevěné sloupy na patkách pro elektrická venkovní vedení do 45 kV*. Praha: Česká energetická společnost. 2015.
- [9] KŘEPELA, P. *Projektování podpěrných bodů venkovního vedení VN*. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Brno. 2012. 45 s.
- [10] PNE 34 8220 ed. 3. *Odstředované betonové sloupy pro elektrická venkovní vedení do 45 kV*. Praha: Česká energetická společnost. 2015.
- [11] PNE 34 8211 ed. 3. *Železobetonové patky pro dřevěné sloupy venkovních vedení do 45 kV*. Praha: Česká energetická společnost. 2015.
- [12] TNS 12 3610 ed. 06. *Příhradové stožáry pro venkovní vedení do 45 kV – Stožáry dle Typizační směrnice ECZR. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2018.
- [13] PNE 34 8240 ed. 3. *Příhradové stožáry pro elektrická venkovní vedení do 45 kV*. Praha: Česká energetická společnost. 2015.

- [14] TNS 10 3020. *Montáž příhradových stožárů VVN a VN a jejich kotvení při montáži, provozu, rekonstrukci, opravě a demontáži. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2019.
- [15] PNE 34 8401 ed. 2. *Součásti venkovních vedení do 1 kV.* Praha: Česká energetická společnost. 2015
- [16] TNS 12 3110. *Ocelová výzbroj na betonové sloupy – Konzoly rovinné. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2018.
- [17] TNS 12 3120 ed.02. *Ocelová výzbroj na betonové sloupy – Konzoly Pařát B. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2013.
- [18] TOMAN, P. a kol. *Provoz distribučních soustav.* Vyd. 1. České vysoké učení technické v Praze. Praha. 2011. ISBN 978-01-04935-8.
- [19] TNS 12 3621 ed. 04. *Příhradové stožáry pro venkovní vedení do 45 kV – Konzoly na příhradové stožáry VN – oboustranné. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o.* E.ON Česká republika, s.r.o. 2016.
- [20] PNE 34 8002. *Izolátory pro venkovní vedení do 1kV AC – podpěrné a kladkové izolátory a jejich použití.* Praha: Česká energetická společnost. 2020.
- [21] TNS 30 0000 ed. 01. *Transformační stanice – Zásady volby typů a jejich provedení. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o.* E.ON Česká republika, s.r.o. 2013.
- [22] TNS 30 6110. *Distribuční transformátory – Zásady volby typů a jejich provedení. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o.* E.ON Česká republika, s.r.o. 2013.
- [23] TNS 30 7400 ed. 03. *Transformační stanice, rozváděče nízkého napětí RST se skříněmi, stojany. Technické normy společnosti EG.D, a.s.* EG.D, a.s. 2021.
- [24] PNE 35 7149 ed. 5. *Distribuční rozváděče nízkého napětí – Rozváděče pro distribuční transformovny vn/nn do 630 kVA.* Praha: Česká energetická společnost. 2021.
- [25] *Sloupová, příhradová nebo věžová transformační stanice* [Online]. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z <<https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/sloupova-prihradova-nebo-vezova-transformacni-stanice/vyklad>>
- [26] TNS 32 3110 ed. 02. *Transformační stanice na betonových sloupech TS 100 kVA. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2020.

- [27] TNS 36 8211. *Věžová TS stavebnicová betonová s vnější obsluhou do výkonu 1 x 630 kVA, typ koncový. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o. E.ON Česká republika, s.r.o. 2012.*
- [28] TNS 54 1700 ed. 02. *Kabelové vedení NN – Zásady pro budování kabelového vedení NN. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s. E.ON Distribuce, a.s. 2020.*
- [29] PNE 34 1050 ed. 03. *Kladení kabelů NN, VN a 110 kV v distribučních sítích energetiky. Praha: Česká energetická společnost. 2020.*
- [30] ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2012.*
- [31] ČSN 736005. *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 1994.*
- [32] PLAČEK, I. *Diagnostika kabelů vysokého napětí. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta elektrotechnická. Plzeň. 2012. 54 s.*
- [33] TNS 52 171 ed. 02. *Kabelové vedení VN – Kabely VN. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o. E.ON Česká republika, s.r.o. 2013.*
- [34] PNE 34 7625 ed. 5. *VN kabely se zesíťnou PE izolací pro distribuční sítě 35 kV. Praha: Česká energetická společnost. 2017.*
- [35] TNS 52 1712 ed. 01. *Kabelové vedení VN – kabel typu AXEKVCEY. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s. E.ON Distribuce, a.s. 2019.*
- [36] TNS 52 1711 ed. 02. *Kabelové vedení VN – kabel typu NA2XS2Y. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s. E.ON Distribuce, a.s. 2019.*
- [37] ZEIFART, T. *Rozložení elektrického pole ve vysokonapěťových kabelových koncokách a spojkách. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická. Praha. 2016. 54 s.*
- [38] *Silové kabely s izolací ze zesíťného polyetylénu: Katalogový list. [online]. Nkt cables. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z < <https://www.nkt.cz/nase-vyrobky/vn-kabely-do-50-kv/energeticke-kabely> >*
- [39] TNS 54 1710 ed. 1. *Kabelové vedení NN – Kabely NN. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o. E.ON Česká republika, s.r.o. 2013.*
- [40] *Kabel AYKY-J 4x16. Katalogový list. [online]. Elektrospoj. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z < <https://eshop.elektrospoj.cz/kabel-ayky-j-4x16/> >*
- [41] TNS 54 1721 ed. 01. *Kabelové vedení NN – Přímá spojka NN. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o. E.ON Česká republika, s.r.o. 2018.*

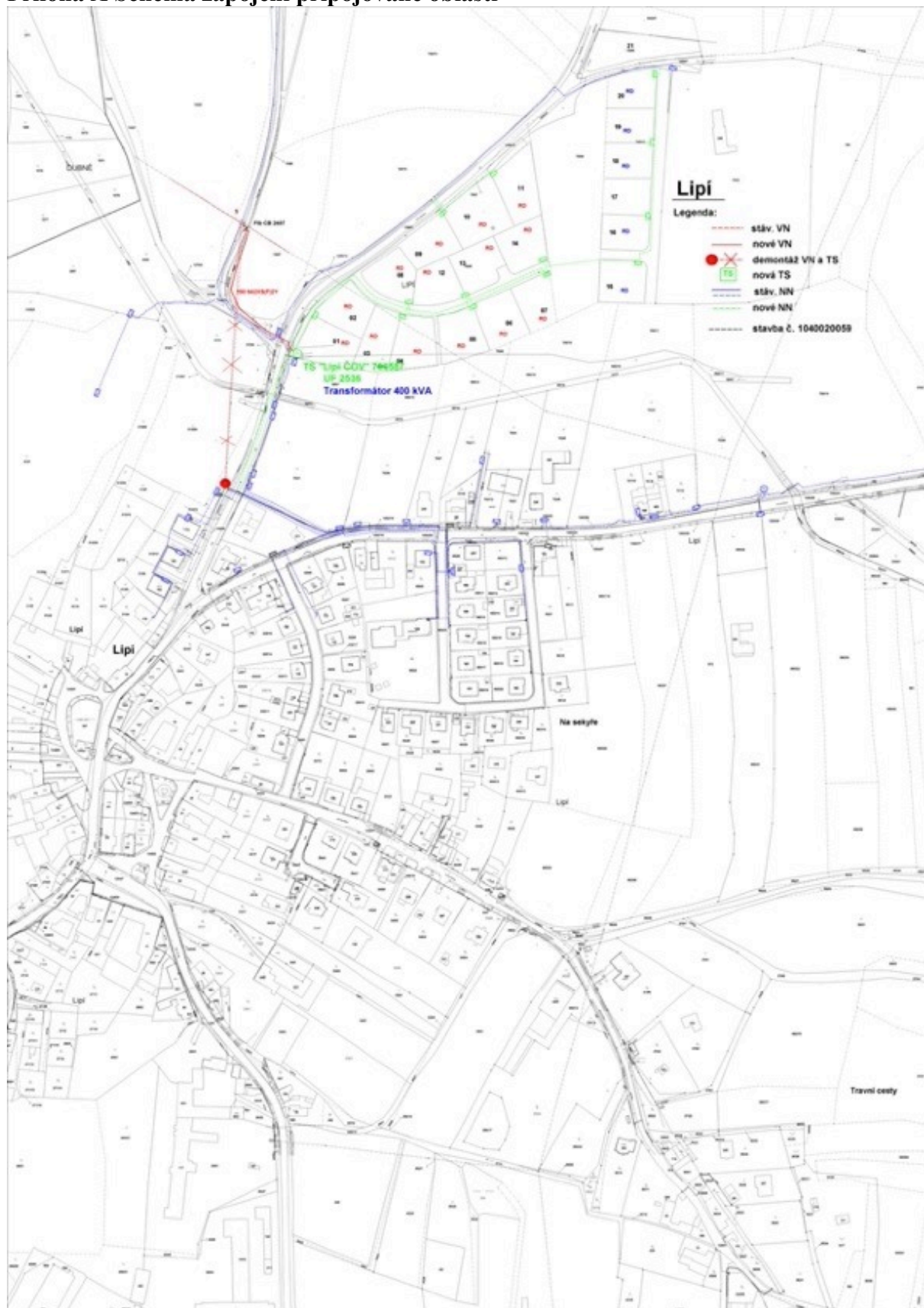
- [42] TNS 52 1724 ed. 02. *Kabelové vedení VN – Spojka přechodová ENSTO, typ CJTH31. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o. E.ON Česká republika, s.r.o. 2018.*
- [43] TNS 54 1723 ed. 02. *Kabelové vedení NN – Odbočná T-spojka NN. Technické normy společnosti E.ON Česká republika, s.r.o. E.ON Česká republika, s.r.o. 2019.*
- [44] *Silové kabelové soubory – Spojky NN. Katalogový list.* [online]. Tyco Electronics Czech s.r.o. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z < [http://www.konex.sk/files/2015-10-19-094042-Kapitola\\_3\\_SPOJKY\\_NN\\_-\\_EPP-0500-SK-09-15.pdf](http://www.konex.sk/files/2015-10-19-094042-Kapitola_3_SPOJKY_NN_-_EPP-0500-SK-09-15.pdf) >
- [45] PNE 35 7000 ed. 2. *Distribuční rozváděče nízkého napětí – kabelové rozvodné skříně.* Praha: Česká energetická společnost. 2020.
- [46] TNS 36 8312 ed. 02. *Kiosková TS v bloku z betonu s vnější obsluhou BETONBAU do výkonu 1 x 630 kVA, typ UKL 3119. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s. E.ON Distribuce, a.s. 2019.*
- [47] TNS 36 83 43 ed. 03. *Kiosková TS v bloku z betonu s vnější obsluhou BETONBAU do výkonu 2 x 630 kVA, typ UKL 3054. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s. E.ON Distribuce, a.s. 2018.*
- [48] *Obec Lipí okres České Budějovice.* [Online]. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z < <https://www.lipi.cz/obec/o-obci/> >
- [49] *Obec Lipí okres České Budějovice.* [Online]. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z < <https://mapy.cz/s/balufegete> >
- [50] *Obec Lipí okres České Budějovice.* [Online]. Nahlížení do katastru nemovitostí. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z < <https://nahliznidokn.cuzk.cz> >
- [51] ECD-PP-046. *Koncepce sítě nízkého napětí 0,4 kV. Prováděcí pokyn PP-046 společnosti E.ON Distribuce, a.s. E.ON Distribuce, a.s. 2019.*
- [52] ČSN EN 50160 ed. 3. *Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2011.
- [53] *Dimenzování – Dimenzování rozvodného zařízení.* [Online]. [cit. 2021-04-22]. Dostupné z < <http://home.zcu.cz/~hejtman/PEC/Prednasky/pred4.pdf> >
- [54] ORSÁGOVÁ, J. *Elektrické stanice a vedení.* Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Brno. 2017. 149 s.
- [55] *Třífázové olejové hermetizované transformátory: Katalogový list* [Online]. BEZ Transformátory. [cit. 2021-04-22]. Dostupné z < <http://www.bez.sk/subor/50-1000-kva-7-2-24-kv-ekodizajn-straty-a0ck-max-al-vinutie.pdf> >

- [56] *Dimenzování vodičů a kabelů*. [Online]. [cit. 2021-04-22]. Dostupné z < <https://publi.cz/books/260/03.html> >
- [57] *Silové kabely s izolací ze zesíťovaného polyetylenu NA2XS(F)2Y 18/30*. [Online]. NKT cables [cit. 2021-04-22]. Dostupné z < [https://nkt.widen.net/content/iwmsklzrxk/pdf/NA2XSF2Y\\_1830\\_kVDSCZEN.pdf?u=gj0nly](https://nkt.widen.net/content/iwmsklzrxk/pdf/NA2XSF2Y_1830_kVDSCZEN.pdf?u=gj0nly) >
- [58] ČSN EN 60909-0 ed. 2. *Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách – Část 0: výpočet proudů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2016.
- [59] *Rozváděče vysokého napětí ORMAZABAL do 25 kV: Katalogový list*. [Online]. High Energy. Praha. [cit. 2021-04-22]. Dostupné z < <https://high-energy.cz/wp-content/uploads/2020/01/katalog-rozvadecce-GA-GAE-HIGH-ENERGY-ORMAZABAL.pdf> >
- [60] TNS 36 7224 ed. 02. *Kompaktní rozváděč do 25 kV, Typ GA, zapojení KKKT. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2020.
- [61] PNE 35 7149 ed. 4. *Distribuční rozváděče nízkého napětí – Rozváděče pro distribuční transformovny VN/NN do 630 kVA*. Praha: Česká energetická společnost. 2017.
- [62] TNS 30 7430 ed. 04. *Rozváděče nízkého napětí se skříněmi – typy RST do 1000 A. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2020.
- [63] *Pochozí trafostanice: Katalogový list*. [Online]. Betonbau. Praha. [cit. 2021-04-25]. Dostupné z < [http://i0.cz/s/nosf/JFEaFI/847890/Betonbau\\_pochozi\\_trafostanice\\_UF.pdf](http://i0.cz/s/nosf/JFEaFI/847890/Betonbau_pochozi_trafostanice_UF.pdf) >
- [64] TNS 36 8341 ed. 03. *Kiosková TS v bloku z betonu s vnitřní obsluhou BETONBAU do výkonu 1 x 630 kVA, typ UF 2536. Technická norma společnosti E.ON Distribuce, a.s.* E.ON Distribuce, a.s. 2018.
- [65] *Manuál výpočtového programu Sichr*. [Online]. OEZ. s.r.o. 2020. [cit. 2021-04-25]. Dostupné z < <http://home.zcu.cz/~tesarova/files/PE/OEZ-Manual-Sichr-15.pdf> >
- [66] ČSN 33 2130 ed. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí – vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2014.
- [67] Vyhláška č. 499/2006 Sb. *o dokumentaci staveb*. In: Sběrka zákonů České republiky. 2006. 163/2006.
- [68] Zákon č. 183/2006 Sb. *o územním plánování a stavebním řádu*. In: Sběrka zákonů České republiky. 2006. 63/2006.

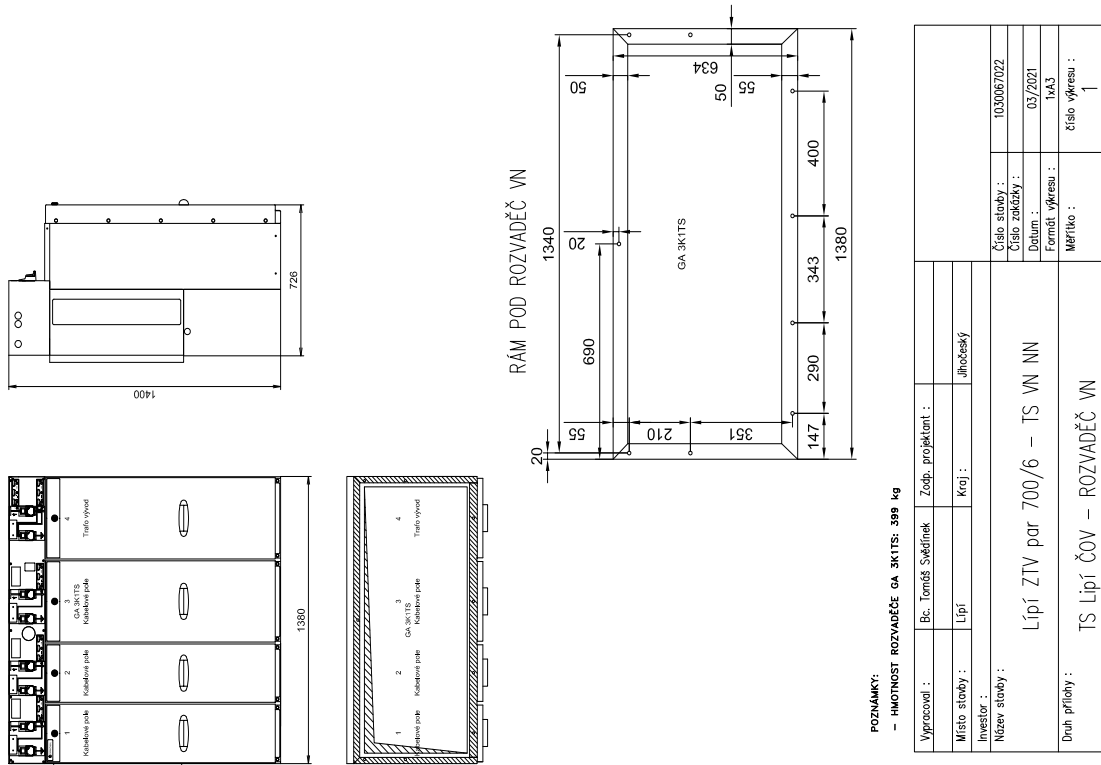


## Přílohy

### Příloha A Schéma zapojení připojované oblasti

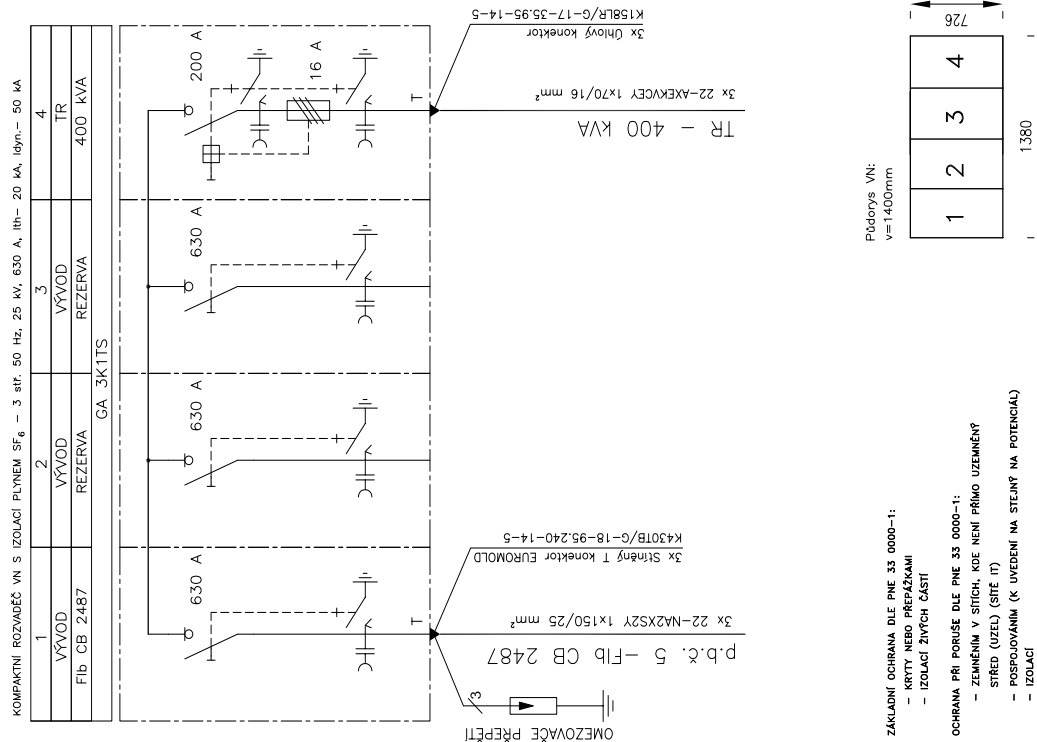


**Příloha B Schéma VN rozvaděče**

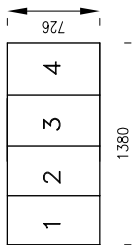


POZNÁMKY:  
- Hmotnost rozvaděče GA 3K1T5: 399 kg

Vypracoval :	Bc. Tomáš Svědinek	Zodp. projektant :	
Místo stavby :	Lipí	Kraj :	Jihočeský
Investor :			
Název stavby :	Lipí ZTV par 700/6 – TS VN NN		
Číslo stáby :	1030067022		
Číslo záložky :	03/2021		
Datum :	1x43		
Formát výřezu :	Číslo výřezu :		
Měřítko :	1		
Druh přílohy :	TS Lipí čOV – ROZVADĚČ VN		



Půdorys VN:  
v=1400mm



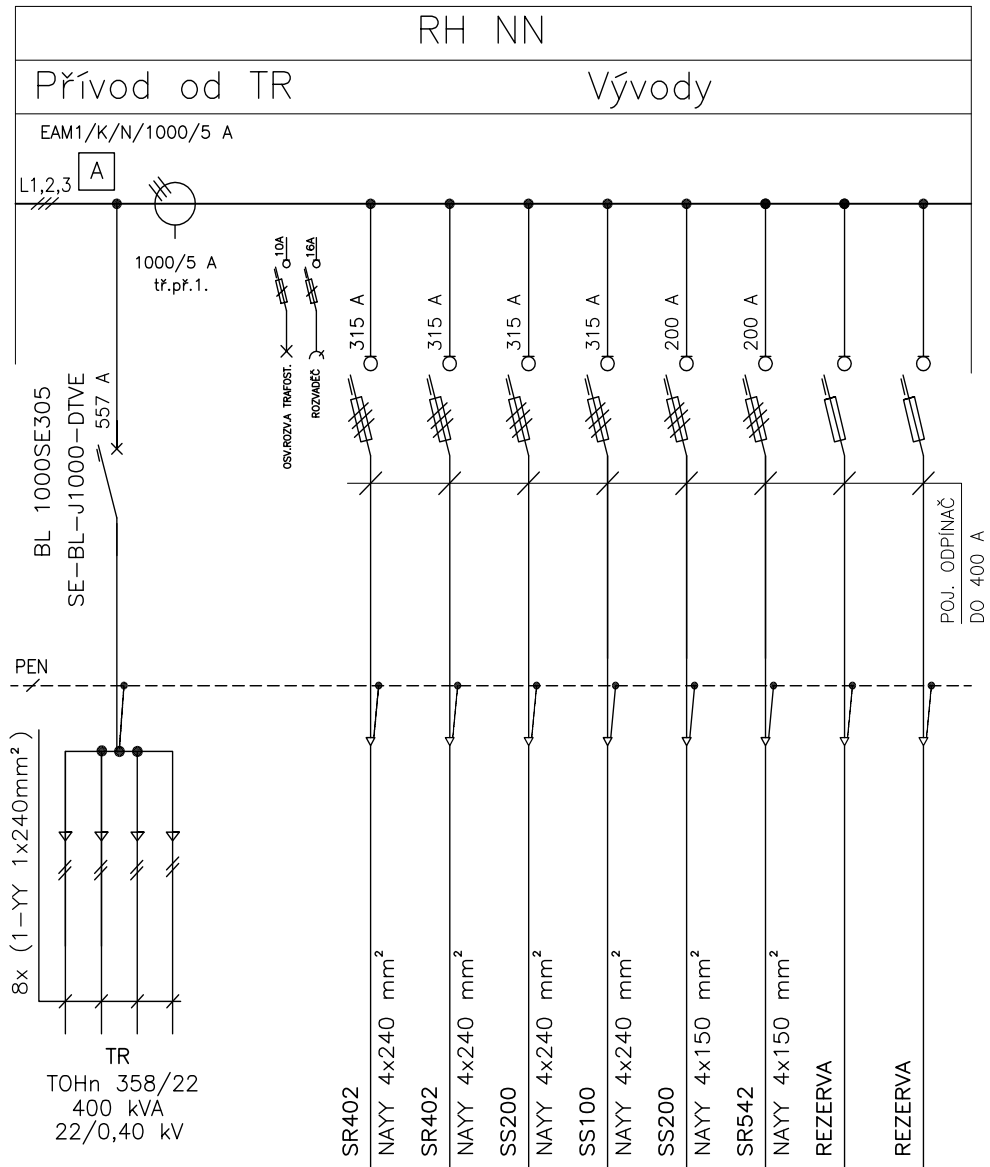
ZÁKLADNÍ OCHRANA DLE PNE 35 0000-1:  
- KRKY NEBO PŘEPÁKAMI  
- IZOLACI ŽIVÝCH ČÁSTÍ

OCHRANA PŘI PORUŠĚ DLE PNE 35 0000-1:  
- ZEMNĚNÍ V SÍTĚCH, KDE NENÍ PŘÁMO UZEMNĚNÍ  
- STŘED (UZE) (SÍŤE IT)  
- POSPOJOVÁNÍ (K UVEDENÍ NA STEJNÝ NA POTENCIÁL)  
- IZOLACI



**Příloha C Schéma NN rozvaděče**

RH NN, RST 1099/4835 - 3 + PEN ~ 50 Hz, 230/400 V, 1000 A, Idyn. 40 kA, stojan ST-VK

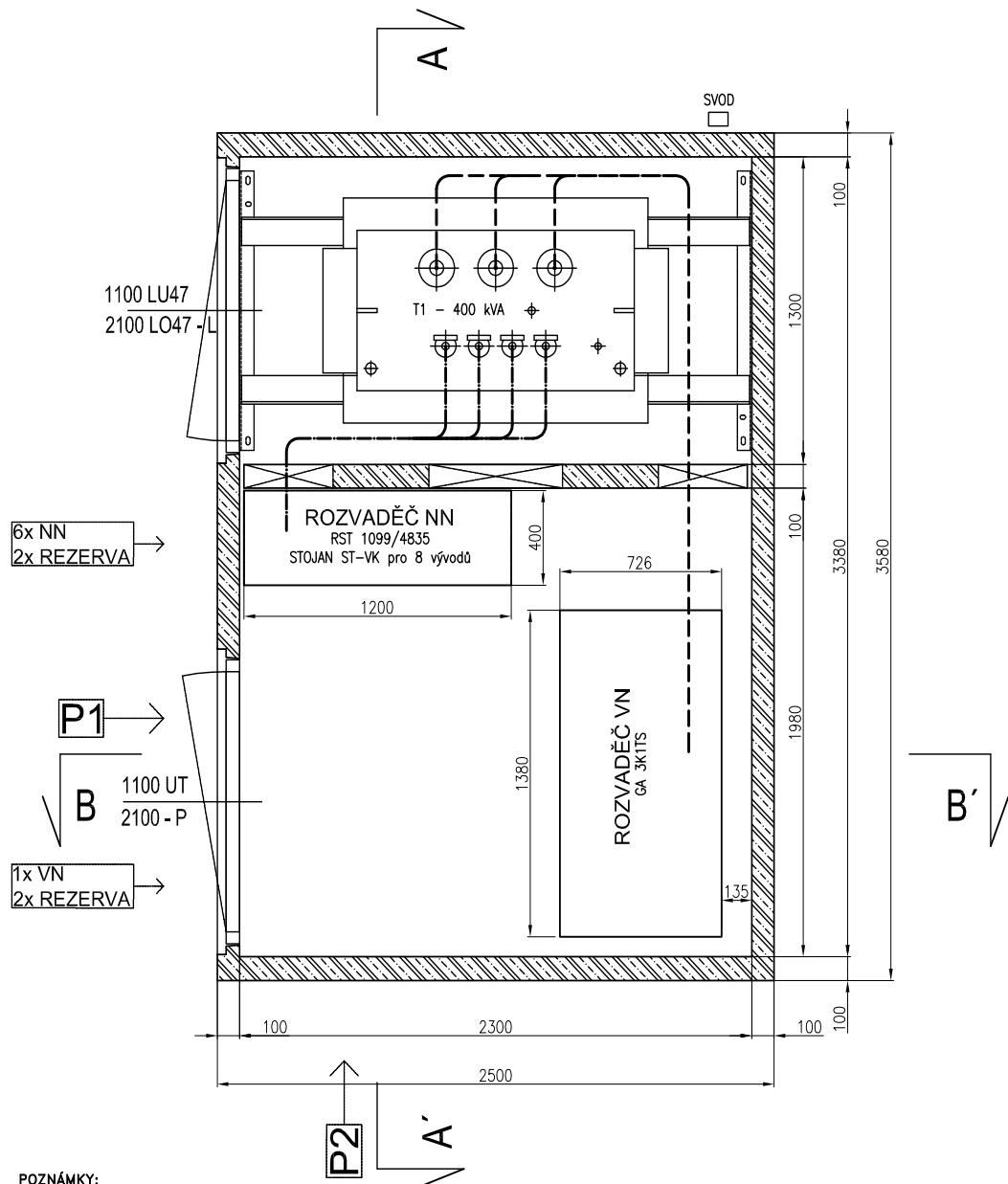


**POZNÁMKY:**

- NASTAVIT ELEKTRONICKOU SPOUŠŤ HLAVNÍHO JISTIČE PODLE JM.VÝKONU DT (400 kVA) A JEHO PŘEVODU (22/0,40 kV), I<sub>r</sub> = 577 A

Vypracoval :	Bc. Tomáš Svědínek	Zodp. projektant :	
Místo stavby :	Lípí	Kraj :	Jihočeský
Investor :			
Název stavby :	Lípí ZTV par 700/6 - TS VN NN		Číslo stavby : 1030067022
			Číslo zakázky :
			Datum : 03/2021
			Formát výkresu : 1xA4
Druh přílohy :	TS Lípí ČOV - ROZVADEČ NN		Měřítko : číslo výkresu : 2

**Příloha D Půdorys TS Lipí ČOV**



**POZNÁMKY:**

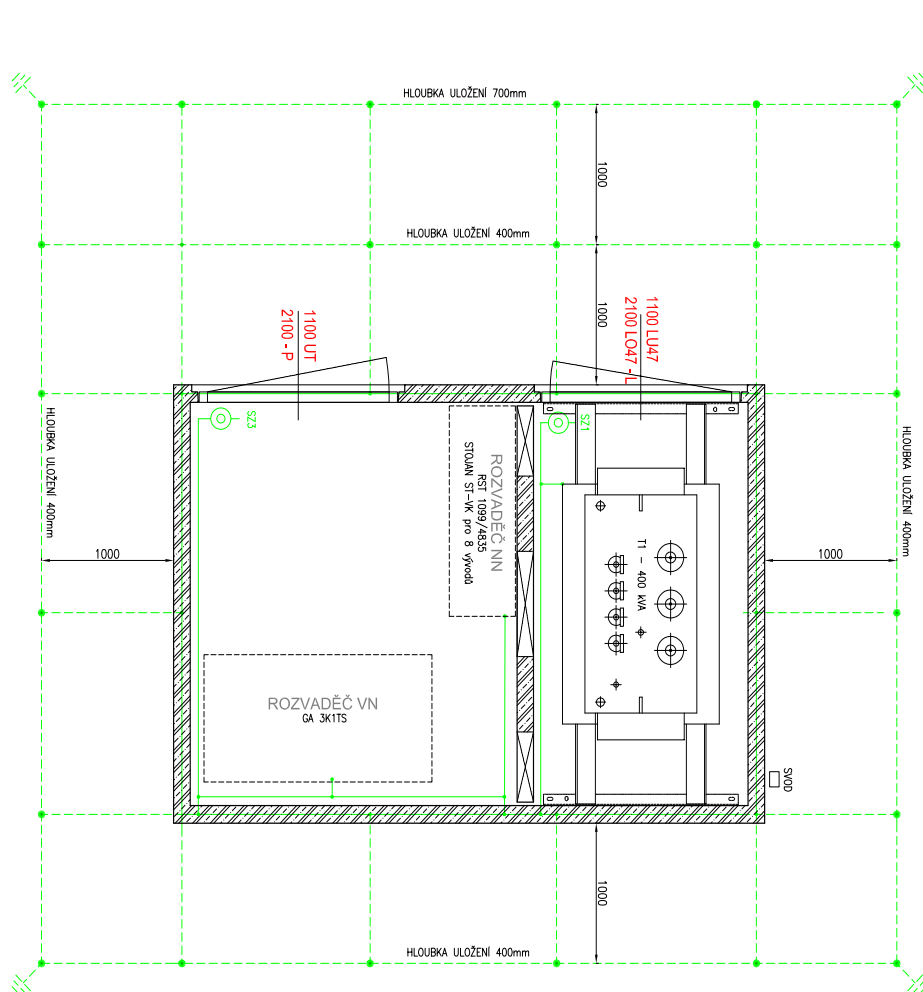
- VARIANTA TRAFOSTANICE BETONBAU UF 2536, Betonbau s.r.o.
- ZASTAVĚNÁ PLOCHA STANICE BEZ OBVODOVÉ DLAŽBY - 9,69 m<sup>2</sup>
- VNITŘNÍ OBESTAVĚNÝ PROSTOR - 34,56 m<sup>3</sup>
- VÁHA KORPUSU - 13,43 t
- VÁHA STŘECHY - 4,04 t
- VÁHA KOMPLETNĚ VYBAVENÉ TRAFOSTANICE - cca 19,82 t

**LEGENDA:**

- PROPOJOVACÍ VEDENÍ VN  
3x 22-AXEKVCEJ 1x70/16 mm<sup>2</sup>
- PROPOJOVACÍ VEDENÍ NN  
8x (1-YY 1x240mm<sup>2</sup>)

Vypracoval :	Bc. Tomáš Svědínek	Zodp. projektant :			
Místo stavby :	Lipí	Kraj :	Jihočeský		
Investor :					
Název stavby :	Lipí ZTV par 700/6 - TS VN NN			Číslo stavby :	1030067022
				Číslo zakázky :	
				Datum :	03/2021
				Formát výkresu :	1x A4
Druh přílohy :	TS Lipí ČOV - PŮDORYS TS			Měřítko :	1:25
				číslo výkresu :	3

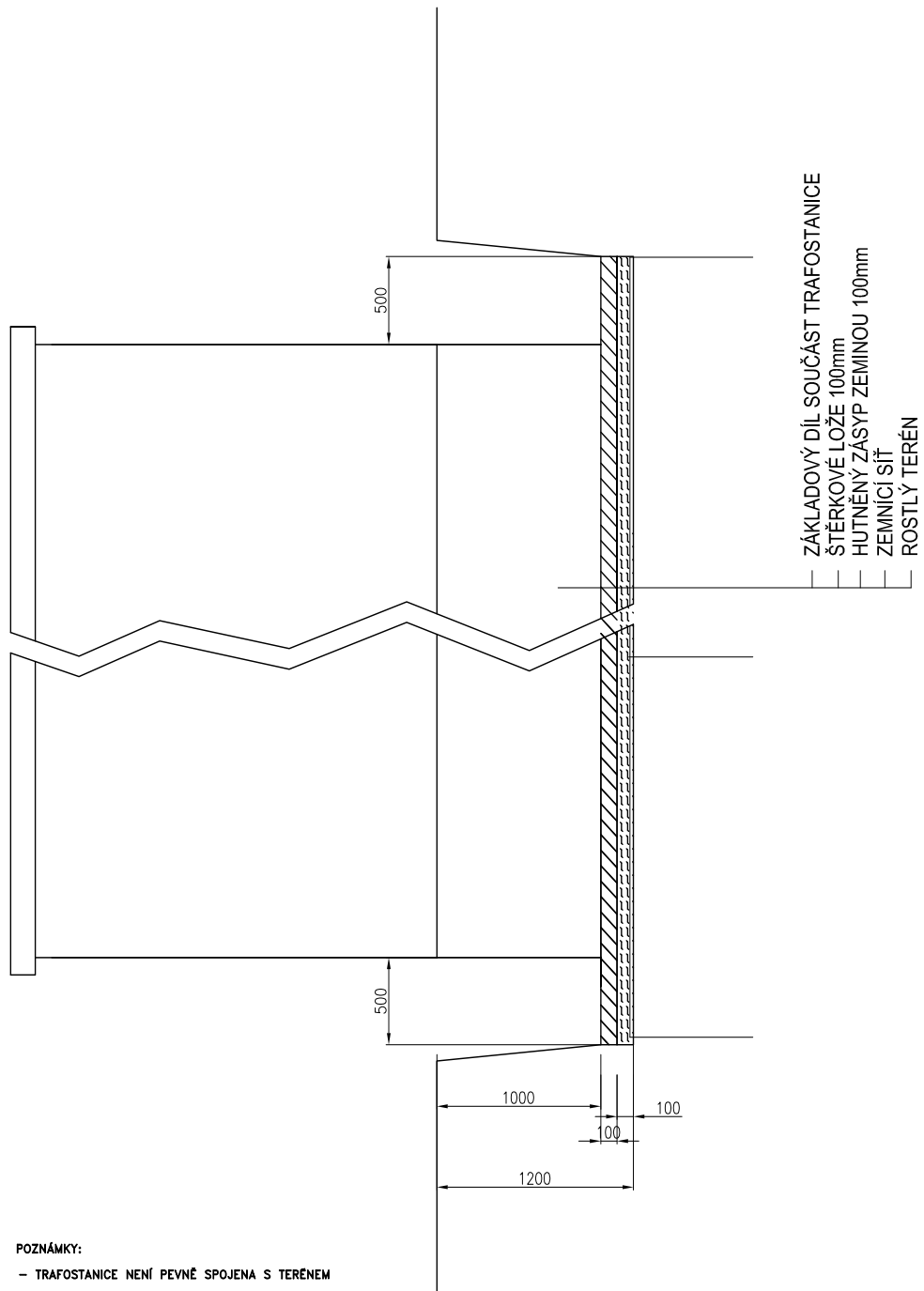
**Příloha E Uzemnění TS Lipí ČOV**



LEGENDA:  
 --- ZEMNÍCI PĚSKA NA POKRCHU TECHNOLOGIE  
 --- MRZOVÁ ZEMNÍCI SÍŤ V ZAKLADNÍ SPÁŘE POD KABELOVÝMI KANÁLY V ZEMI (STAVBA)  
 POZNÁMKA:  
 K ZEMNÍCI SOUTISNĚ PŘIPOJIT VŠECHNY KONKRE VNĚŠNÍ  
 PŘECHODY ZE ZEMĚ DO BETONU A ZE ZEMĚ NA VZDUCH CHRÁNIT 30+30cm ASFALTOVÝM NÁTĚREM  
 VNĚKDY PRO ZKOUŠENÍ SVOBKRY SZ1-SZ2 PRO TECHNOLOGII Z FAZY 30/4mm, 0,6m KAD PODJAKOU  
 CELKOVÝ ODPOR UZEMNĚNÍ MAX. 2 OHM

Vypracoval :	Bc. Tomáš Svědínek	Zodp. projektant :	
Místo stavby :	Lipí	Kraj :	středočeský
Investor :			
Název stavby :	Lipí ZTV par 700/6 – TS VN NN		
Druh přílohy :	TS Lipí ČOV – UZEMNĚNÍ TS		
		Číslo stavby :	103006/1022
		Číslo změny :	
		Datum :	03/2021
		Formát výkresu :	1x43
		Měřítko :	1:25
		Číslo výkresu :	4

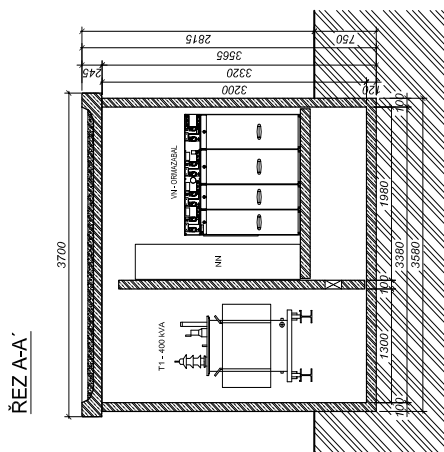
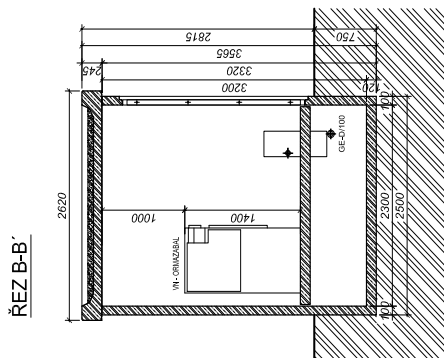
**Příloha F Řez montážní jámou TS Lipí ČOV**



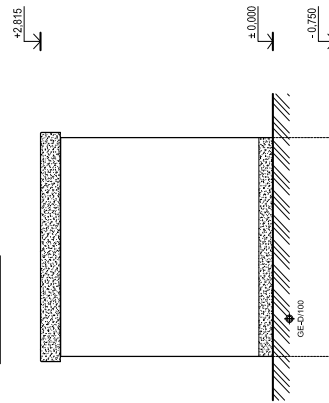
Vypracoval :	Bc. Tomáš Svědínek	Zodp. projektant :			
Místo stavby :	Lípí	Kraj :	Jihočeský		
Investor :				Číslo stavby :	1030067022
Název stavby :	Lípí ZTV par 700/6 – TS VN NN			Číslo zakázky :	
				Datum :	03/2021
				Formát výkresu :	1xA4
Druh přílohy :	TS Lipí ČOV – ŘEZ MONTÁŽNÍ JÁMOU TS			Měřítko :	číslo výkresu : 5

Příloha G Pohledy na TS Lipí ČOV

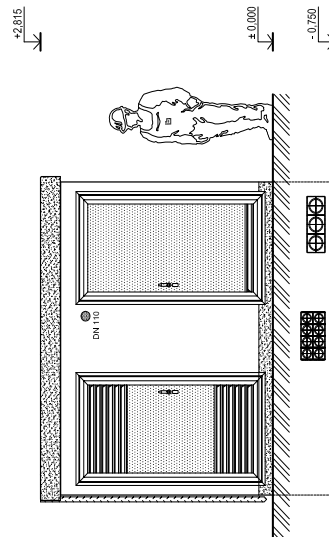
<b>BETONBAU</b>	
<b>POCHOZÍ STANICE 1x630 kVA</b>	
STANICE TYPU:	UF2536 + DV 2536
ZASTAVĚNÁ PLOCHA:	9,69 m <sup>2</sup>
OBESTAVĚNÝ PROSTOR:	34,56 m <sup>3</sup>
UŽITNÁ PLOCHA:	7,75 m <sup>2</sup>
HMOTNOST KORPUSU:	13,43 t
HMOTNOST STŘECHY:	4,04 t
HMOTNOST BETONU:	CCA 17,47 t
HMOTNOST TECHNOLOGIE:	2,35 t
HMOTNOST + TECH.:	CCA 19,82 t
<b>INFORMACE:</b>	
OBJEM OLEJOVÉ VANY JE 1000l KORPUS JE VYBAVEN NAVĚCÍMI BODY RD16 MONTÁŽNÍ KOTVY STANICE RD 42	
<b>PRŮCHODKY:</b>	
3x HSI 150-K/100 (PŘÍVOD VN) 8x HSI 90-K/100 (VÝVOD NN)	
<b>MATERIÁLY PRO STAVBU:</b>	
BETON C35/45 - XC4, XF1, XA1 VÝZTUŽ - SVAROVANÉ SÍŤE, OCEL B500A KRYTÍ VÝZTUŽE INTERIER 20mm KRYTÍ VÝZTUŽE EXTERIER 30mm	



POHLED P2



POHLED P1



Vypracoval :	Bc. Tomáš Svědinek	Zobp. projektant :	
Místo stavby :	Lipí	Kraj :	středočeský
Investor :	Lipí ZTV par 700/6 – TS VN NN		
Název stavby :	TS Lipí ČOV – POHLEDY NA TS		
Číslo stavby :	103.006.7022	Číslo zakázky :	03/2021
Datum :	03/2021	Formát výkresu :	A3
Měřítko :	1:50	Číslo výkresu :	6

**Příloha H Celkové schéma v programu Sichr**



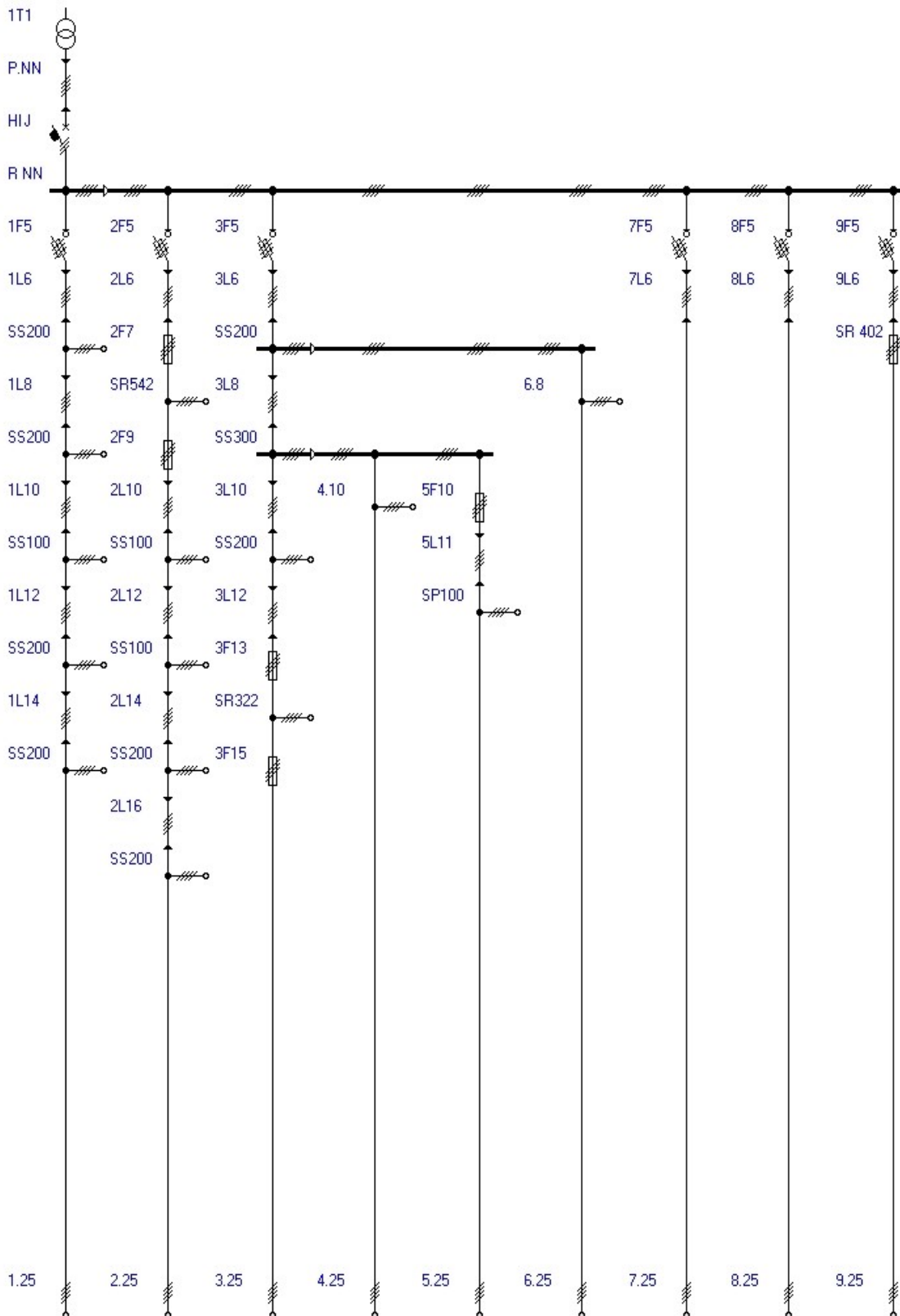
Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Celkové schéma**

Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par. 700,6-TS,VN,NN

Sít TN, Un = 230 / 400 V



**Příloha I Selektivita jištění vývodu 1 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Selektivita jištění**

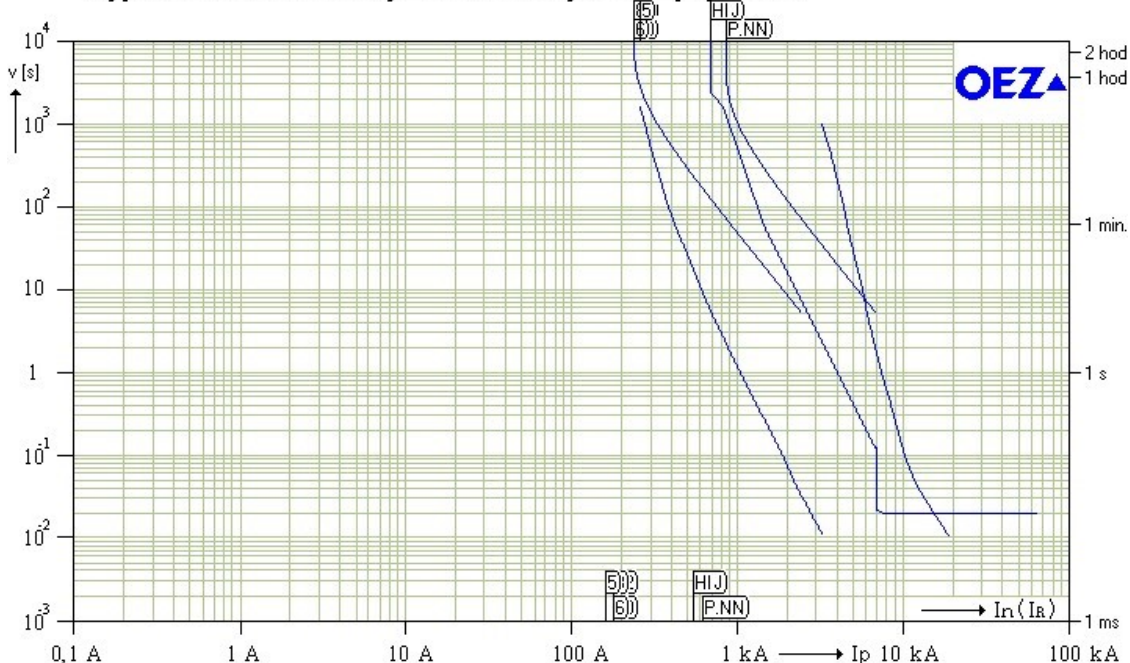
Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik''= 8.46 kA U2 = 242/420 V dU = 2.6 % uk = 6 % ip = 18.9 kA	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
P.NN	1-YY 1x240 Iz = 615 A tm = 99 ° C Ik''= 8.20 kA dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	10 m ve vzduchu vodorovně (G)
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA li = 6875 A	
R NN	Sběrnice B = 1 Ik''= 8.20 kA U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	
1F5	PNA2qG In = 160 A Icc = 120 kA	Připojeno pomocí FSD2
1L6	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C (Ik''= 7.06 kA) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 8.61 kA	34.3 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 (Ik''= 7.06 kA, ip = 13.0 kA) I = 11.1 A U = 409 V (Un + 2.2%) B = 1 io = 8.61 kA	
1L8	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C Ik''= 4.84 kA dU = 0.3 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.58 kA	88.89 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik''= 4.84 kA I = 11.1 A U = 408 V (Un + 2.0%) B = 1 ip = 7.58 kA	
1L10	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C Ik''= 4.62 kA dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.17 kA	12.28 m v zemi (D)
SS100	Vývod P = 3.7 kWxB=3.7 kW cos fi = 0.95 Ik''= 4.62 kA I = 5.57 A U = 408 V (Un + 2.0%) B = 1 ip = 7.17 kA	
1L12	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C Ik''= 3.92 kA dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 5.93 kA	46.88 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik''= 3.92 kA I = 11.1 A U = 408 V (Un + 1.9%) B = 1 ip = 5.93 kA	
1L14	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C Ik''= 3.78 kA dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 5.69 kA	11.22 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik''= 3.78 kA I = 11.1 A U = 407 V (Un + 1.9%) B = 1 ip = 5.69 kA	

**Vypínací charakteristiky - selektivita jištění - paprsek 1**





**Příloha J Impedanční smyčky vývodu 1 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Impedanční smyčky**

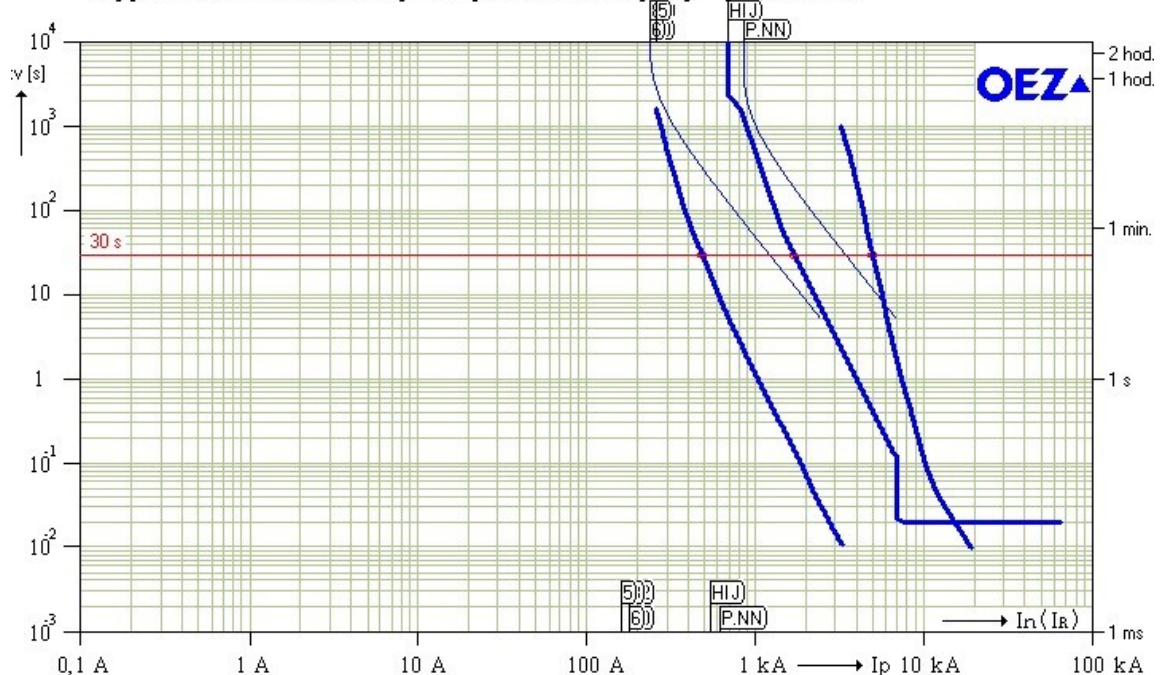
Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik''= 8.46 kA Zs(30s) = 40 mΩhm, Ia = 5.49 kA, R(50V/5s) = 7 mΩhm	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
P.NN	1:YY 1x240 Iz = 615 A tm = 99 °C Ik''= 8.20 kA 10 m, [209] (G) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 31.1 mΩhm < 40.0 mΩhm, 2/3 Zs = 26.6 mΩhm )
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA Zs(30s) = 118 mΩhm, Ia = 1.85 kA, R(50V/5s) = 17 mΩhm	li = 6875 A
R NN	<b>Sběrnice</b> B = 1 Ik''= 8.20 kA U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 30.6 mΩhm < 118 mΩhm, 2/3 Zs = 78.9 mΩhm )
1F5	PNA2qG In = 160 A Icc = 120 kA Zs(30s) = 408 mΩhm, Ia = 537 A, R(50V/5s) = 64 mΩhm	Připojeno pomocí FSD2
1L6	1:AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 °C (Ik''= 7.06 kA) 34.3 m, (D) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 8.61 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 42.8 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
SS200	<b>Vývod</b> P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 I = 11.1 A U = 409 V (Un + 2.2%) B = 1 io = 8.61 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 42.8 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
1L8	1:AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 °C Ik''= 4.84 kA 88.89 m, (D) dU = 0.3 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.58 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 84.6 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
SS200	<b>Vývod</b> P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik''= 4.84 kA I = 11.1 A U = 408 V (Un + 2.0%) B = 1 ip = 7.58 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 84.6 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
1L10	1:AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 °C Ik''= 4.62 kA 12.28 m, (D) dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.17 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 90.7 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
SS100	<b>Vývod</b> P = 3.7 kWxB=3.7 kW cos fi = 0.95 Ik''= 4.62 kA I = 5.57 A U = 408 V (Un + 2.0%) B = 1 ip = 7.17 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 90.7 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
1L12	1:AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 °C Ik''= 3.92 kA 46.88 m, (D) dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 5.93 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 114 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
SS200	<b>Vývod</b> P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik''= 3.92 kA I = 11.1 A U = 408 V (Un + 1.9%) B = 1 ip = 5.93 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 114 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
1L14	1:AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 °C Ik''= 3.78 kA 11.22 m, (D) dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 5.69 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 120 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )
SS200	<b>Vývod</b> P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik''= 3.78 kA I = 11.1 A U = 407 V (Un + 1.9%) B = 1 ip = 5.69 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 120 mΩhm < 408 mΩhm, 2/3 Zs = 272 mΩhm )

**Vypínací charakteristiky - impedanční smyčky - paprsek 1**



**Příloha K Vypínací charakteristiky vývodu 1 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Vypínací charakteristiky a nastavení spouští**

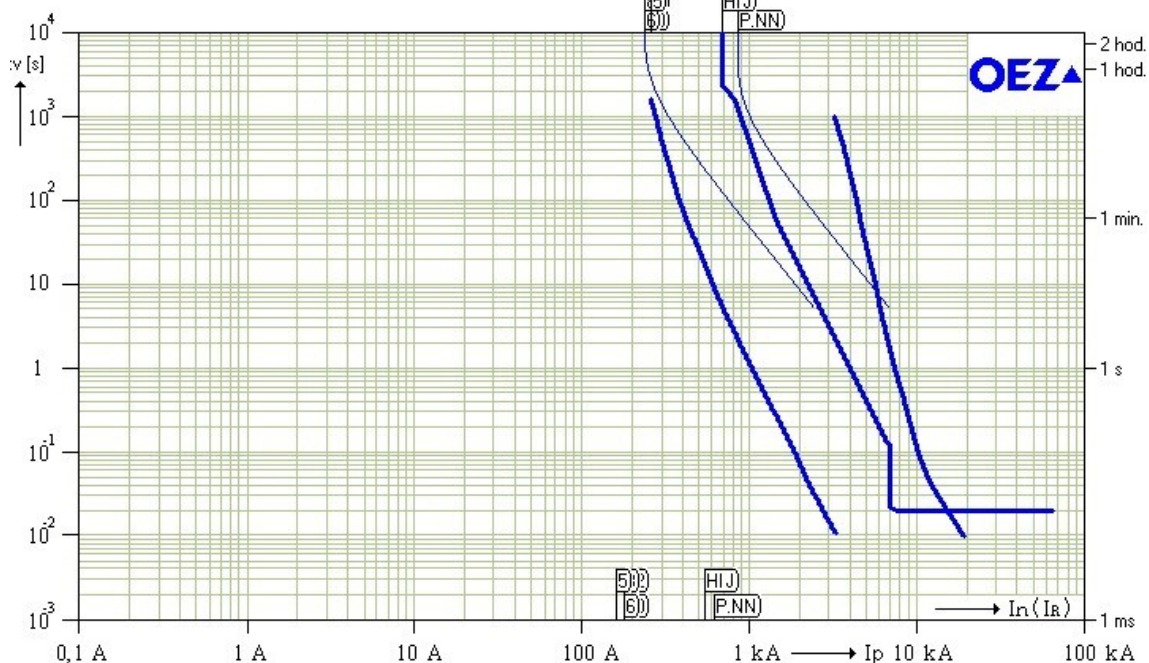
Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2

Sít TN, Un = 230 / 400 V

1F0	Přístroj	Poznámka
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik'' = 8.46 kA U2 = 242/420 V dU = 2.6 % uk = 6 % ip = 18.9 kA	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
P.NN	1-YKY 1x240 Iz = 615 A tm = 99 ° C Ik'' = 8.20 kA dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	10 m ve vzduchu vodorovně (G)
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA li = 6875 A ip = 17.9 kA	
R NN	Sběrnice B = 1 Ik'' = 8.20 kA U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	
1F5	PNA2qG In = 160 A Icc = 120 kA io = 8.93 kA	Připojeno pomocí FSD2
1L6	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C (Ik'' = 7.06 kA) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 8.61 kA	34.3 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 (Ik'' = 7.06 kA, ip = 13.0 kA) I = 11.1 A U = 409 V (Un + 2.2%) B = 1 io = 8.61 kA	
1L8	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C Ik'' = 4.84 kA dU = 0.3 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.58 kA	88.89 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik'' = 4.84 kA I = 11.1 A U = 408 V (Un + 2.0%) B = 1 ip = 7.58 kA	
1L10	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C Ik'' = 4.62 kA dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.17 kA	12.28 m v zemi (D)
SS100	Vývod P = 3.7 kWxB=3.7 kW cos fi = 0.95 Ik'' = 4.62 kA I = 5.57 A U = 408 V (Un + 2.0%) B = 1 ip = 7.17 kA	
1L12	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C Ik'' = 3.92 kA dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 5.93 kA	46.88 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik'' = 3.92 kA I = 11.1 A U = 408 V (Un + 1.9%) B = 1 ip = 5.93 kA	
1L14	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 96 ° C Ik'' = 3.78 kA dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 5.69 kA	11.22 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.3 kWxB=7.3 kW cos fi = 0.95 Ik'' = 3.78 kA I = 11.1 A U = 407 V (Un + 1.9%) B = 1 ip = 5.69 kA	

**Vypínací charakteristiky - paprsek 1**





**Příloha L Selektivita jištění vývodu 2 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Selektivita jištění**

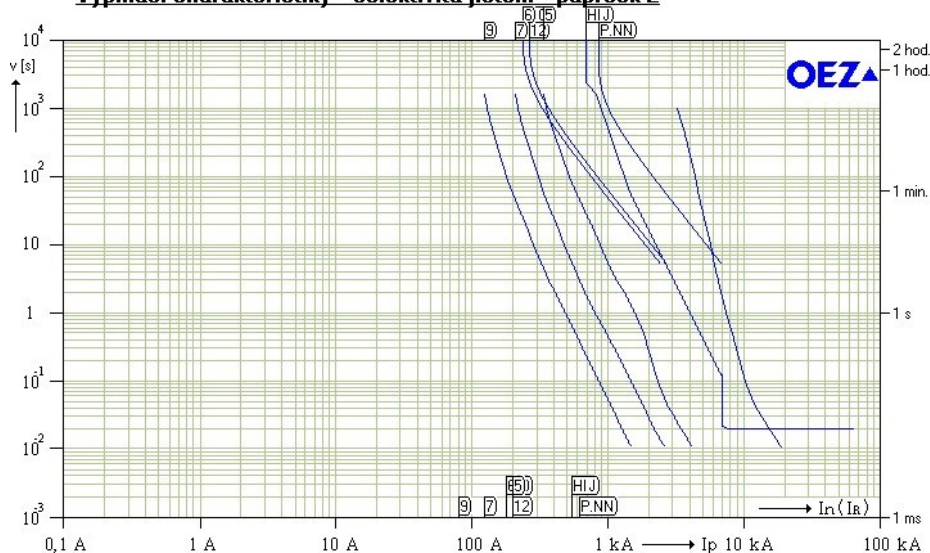
Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik''= 8.46 kA	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
P.NN	U2 = 242/420 V dU = 2.6 % uk = 6 % ip = 18.9 kA 1-YY 1x240 Iz = 615 A tm = 99 ° C Ik''= 8.20 kA dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	10 m ve vzduchu vodorovně (G)
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA li = 6875 A	
	1F0-HI zaručena úplná selektivita	
R NN	Sběrnice B = 1 Ik''= 8.20 kA U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	
2F5	PNA2qG In = 200 A Icc = 120 kA	Připojeno pomocí FSD2
	HI zaručena úplná selektivita	
2L6	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 64 ° C Ik''= 3.31 kA dU = 1.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.92 kA	238 m v zemi (D)
2F7	PNA2qG In = 125 A I1 = 120 kA	Připojeno pomocí SPB2
	2F5-2F7 zaručena úplná selektivita	
SR542	Vývod P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 Ik''= 3.31 kA I = 5.93 A U = 407 V (Un + 1.7%) B = 1 ip = 4.92 kA	
2F9	PNA2qG In = 80 A I1 = 120 kA	Připojeno pomocí SPB2
	2F7-2F9 zaručena úplná selektivita	
2L10	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 ° C (Ik''= 3.19 kA) dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 3.87 kA	13 m v zemi (D)
SS100	Vývod P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 (Ik''= 3.19 kA, ip = 4.73 kA) I = 5.93 A U = 406 V (Un + 1.6%) B = 1 io = 3.87 kA	
2L12	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 ° C (Ik''= 2.64 kA) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 3.69 kA	75 m v zemi (D)
SS100	Vývod P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 (Ik''= 2.64 kA, ip = 3.88 kA) I = 5.93 A U = 406 V (Un + 1.5%) B = 1 io = 3.69 kA	
2L14	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 ° C Ik''= 2.40 kA dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 3.51 kA	43 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.8 kWxB=7.8 kW cos fi = 0.95 Ik''= 2.40 kA I = 11.9 A U = 406 V (Un + 1.4%) B = 1 ip = 3.51 kA	
2L16	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 ° C Ik''= 2.14 kA dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 3.12 kA	57 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 7.8 kWxB=7.8 kW cos fi = 0.95 Ik''= 2.14 kA I = 11.9 A U = 405 V (Un + 1.3%) B = 1 ip = 3.12 kA	

**Vypínací charakteristiky - selektivita jištění - paprsek 2**



**Příloha M Impedanční smyčky vývodu 2 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Impedanční smyčky**

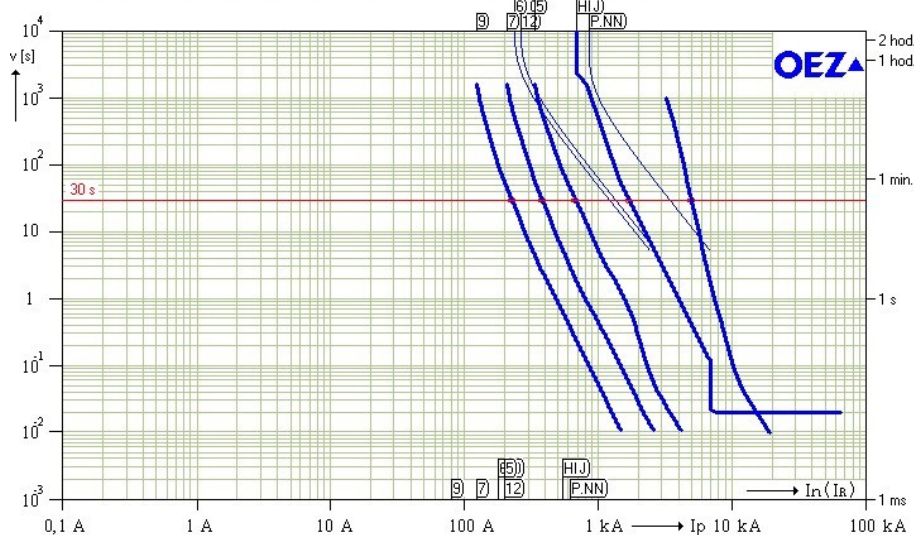
Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik'' = 8.46 kA Zs(30s) = 40 mΩhm, Ia = 5.49 kA, R(50V/5s) = 7 mΩhm	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
P.NN	1-YY 1x240 Iz = 615 A tm = 99 °C Ik'' = 8.20 kA 10 m, [209] (G) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 31.1 mΩhm < 40.0 mΩhm, 2/3 Zs = 26.6 mΩhm )
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA Zs(30s) = 118 mΩhm, Ia = 1.85 kA, R(50V/5s) = 17 mΩhm	li = 6875 A
R NN	<b>Sběrnice</b> B = 1 Ik'' = 8.20 kA U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 30.6 mΩhm < 118 mΩhm, 2/3 Zs = 78.9 mΩhm )
2F5	PNA2qG In = 200 A Icc = 120 kA Zs(30s) = 295 mΩhm, Ia = 744 A, R(50V/5s) = 45 mΩhm	Připojeno pomocí FSD2
2L6	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 64 °C Ik'' = 3.31 kA 238 m, (D) dU = 1.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.92 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 154 mΩhm < 295 mΩhm, 2/3 Zs = 197 mΩhm )
2F7	PNA2qG In = 125 A I1 = 120 kA Zs(30s) = 519 mΩhm, Ia = 423 A, R(50V/5s) = 84 mΩhm	Připojeno pomocí SPB2
SR542	Vývod P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 Ik'' = 3.31 kA I = 5.93 A U = 407 V (Un + 1.7%) B = 1 ip = 4.92 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 145 mΩhm < 519 mΩhm, 2/3 Zs = 346 mΩhm )
2F9	PNA2qG In = 80 A I1 = 120 kA Zs(30s) = 874 mΩhm, Ia = 251 A, R(50V/5s) = 141 mΩhm	Připojeno pomocí SPB2
2L10	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 °C (Ik'' = 3.19 kA) 13 m, (D) dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 3.87 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 149 mΩhm < 874 mΩhm, 2/3 Zs = 582 mΩhm )
SS100	Vývod P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 I = 5.93 A U = 406 V (Un + 1.6%) B = 1 io = 3.87 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 149 mΩhm < 874 mΩhm, 2/3 Zs = 582 mΩhm )
2L12	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 °C (Ik'' = 2.64 kA) 75 m, (D) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 3.69 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 183 mΩhm < 874 mΩhm, 2/3 Zs = 582 mΩhm )
SS100	Vývod P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 I = 5.93 A U = 406 V (Un + 1.5%) B = 1 io = 3.69 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 183 mΩhm < 874 mΩhm, 2/3 Zs = 582 mΩhm )
2L14	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 °C Ik'' = 2.40 kA 43 m, (D) dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 3.51 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 202 mΩhm < 874 mΩhm, 2/3 Zs = 582 mΩhm )
SS200	Vývod P = 7.8 kWxB=7.8 kW cos fi = 0.95 Ik'' = 2.40 kA I = 11.9 A U = 406 V (Un + 1.4%) B = 1 ip = 3.51 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 202 mΩhm < 874 mΩhm, 2/3 Zs = 582 mΩhm )
2L16	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 °C Ik'' = 2.14 kA 57 m, (D) dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 3.12 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 228 mΩhm < 874 mΩhm, 2/3 Zs = 582 mΩhm )
SS200	Vývod P = 7.8 kWxB=7.8 kW cos fi = 0.95 Ik'' = 2.14 kA I = 11.9 A U = 405 V (Un + 1.3%) B = 1 ip = 3.12 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 228 mΩhm < 874 mΩhm, 2/3 Zs = 582 mΩhm )

**Vypínací charakteristiky - impedanční smyčky - paprsek 2**



**Příloha N Vypínací charakteristiky vývodu 2 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

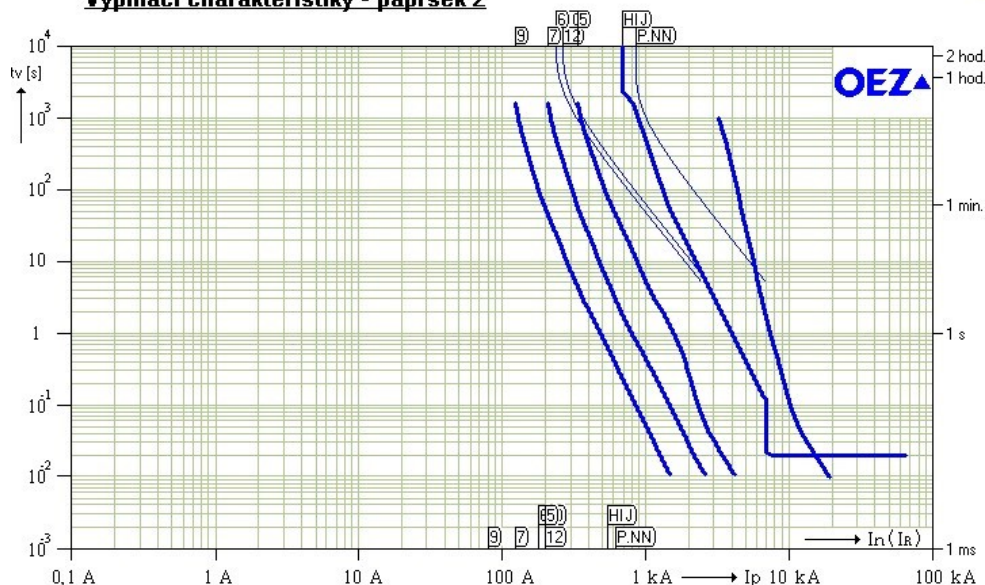
Datum : 07.05.2021

**Vypínací charakteristiky a nastavení spouští**

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2  
Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik''= 8.46 kA	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
	U2 = 242/420 V dU = 2.6 % uk = 6 % ip = 18.9 kA	
P.NN	1-YY 1x240 Iz = 615 A tm = 99 ° C Ik''= 8.20 kA	10 m ve vzduchu vodorovně (G)
	dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA li = 6875 A	
	ip = 17.9 kA	
R NN	<b>Sběrnice</b> B = 1 Ik''= 8.20 kA	
	U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	
2F5	PNA2qG In = 200 A Icc = 120 kA	Připojeno pomocí FSD2
	io = 10.7 kA	
2L6	1-AYKY 4x150 Iz = 180 A tm = 64 ° C Ik''= 3.31 kA	238 m v zemi (D)
	dU = 1.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.92 kA	
2F7	PNA2qG In = 125 A I1 = 120 kA	Připojeno pomocí SPB2
	ip = 4.92 kA	
SR542	<b>Vývod</b> P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 Ik''= 3.31 kA	
	I = 5.93 A U = 407 V (Un + 1.7%) B = 1 ip = 4.92 kA	
2F9	PNA2qG In = 80 A I1 = 120 kA	Připojeno pomocí SPB2
	io = 3.91 kA	
2L10	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 ° C (Ik''= 3.19 kA)	13 m v zemi (D)
	dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 3.87 kA	
SS100	<b>Vývod</b> P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 (Ik''= 3.19 kA, ip = 4.73 kA)	
	I = 5.93 A U = 406 V (Un + 1.6%) B = 1 io = 3.87 kA	
2L12	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 ° C (Ik''= 2.64 kA)	75 m v zemi (D)
	dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 3.69 kA	
SS100	<b>Vývod</b> P = 3.9 kWxB=3.9 kW cos fi = 0.95 (Ik''= 2.64 kA, ip = 3.88 kA)	
	I = 5.93 A U = 406 V (Un + 1.5%) B = 1 io = 3.69 kA	
2L14	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 ° C Ik''= 2.40 kA	43 m v zemi (D)
	dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 3.51 kA	
SS200	<b>Vývod</b> P = 7.8 kWxB=7.8 kW cos fi = 0.95 Ik''= 2.40 kA	
	I = 11.9 A U = 406 V (Un + 1.4%) B = 1 ip = 3.51 kA	
2L16	1-AYKY 4x150 Iz = 200 A tm = 29 ° C Ik''= 2.14 kA	57 m v zemi (D)
	dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 3.12 kA	
SS200	<b>Vývod</b> P = 7.8 kWxB=7.8 kW cos fi = 0.95 Ik''= 2.14 kA	
	I = 11.9 A U = 405 V (Un + 1.3%) B = 1 ip = 3.12 kA	

**Vypínací charakteristiky - paprsek 2**





**Příloha O Selektivita jištění vývodu 3 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Selektivita jištění**

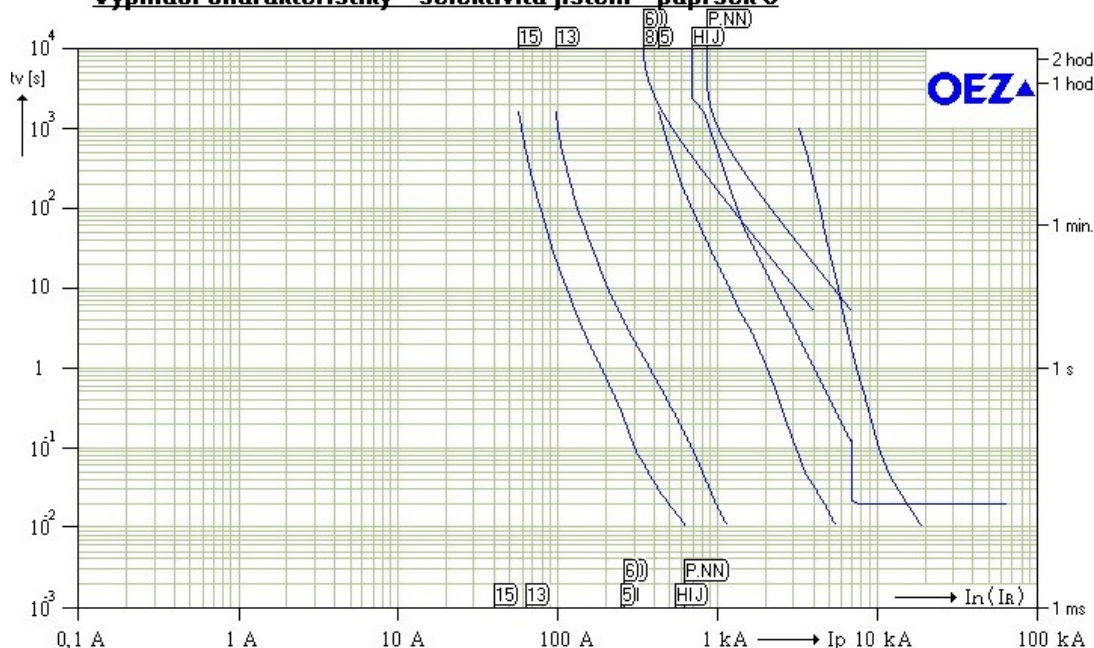
Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik''= 8.46 kA	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
P.NN	U2 = 242/420 V dU = 2.6 % uk = 6 % ip = 18.9 kA 1-Y Y 1x240 Iz = 615 A tm = 99 ° C Ik''= 8.20 kA dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	10 m ve vzduchu vodorovně (G)
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA li = 6875 A	
R NN	Sběrnice B = 1 Ik''= 8.20 kA U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	
3F5	PNA2qG In = 250 A Icc = 120 kA	Připojeno pomocí FSD2
3L6	1-AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C (Ik''= 7.53 kA) 24 m v zemi (D) dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 12.9 kA	
SS200	Sběrnice B = 1 (Ik''= 7.53 kA, ip = 15.1 kA) U = 409 V (Un + 2.2%) io = 12.9 kA	
3L8	1-AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C Ik''= 4.50 kA 167 m v zemi (D) dU = 0.4 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.27 kA	
SS300	Sběrnice B = 1 Ik''= 4.50 kA U = 408 V (Un + 1.9%) ip = 7.27 kA	
3L10	1-AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C Ik''= 2.79 kA 229 m v zemi (D) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.24 kA	
SS200	Vývod P = 4.4 kWxB=4.4 kW cos fi = 0.95 Ik''= 2.79 kA I = 6.64 A U = 407 V (Un + 1.8%) B = 1 ip = 4.24 kA	
3L12	1-AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 22 ° C Ik''= 2.71 kA 18 m v zemi (D) dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.11 kA	
3F13	PNA2qG In = 63 A I1 = 120 kA	Připojeno pomocí SPB2
SR322	Vývod P = 4.4 kWxB=4.4 kW cos fi = 0.95 (Ik''= 2.71 kA, ip = 4.11 kA) I = 6.64 A U = 407 V (Un + 1.8%) B = 1 io = 3.08 kA	
3F15	PNA2qG In = 40 A I1 = 120 kA	Připojeno pomocí SPB2

**Vypínací charakteristiky - selektivita jištění - paprsek 3**



**Příloha P Impedanční smyčky vývodu 3 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Impedanční smyčky**

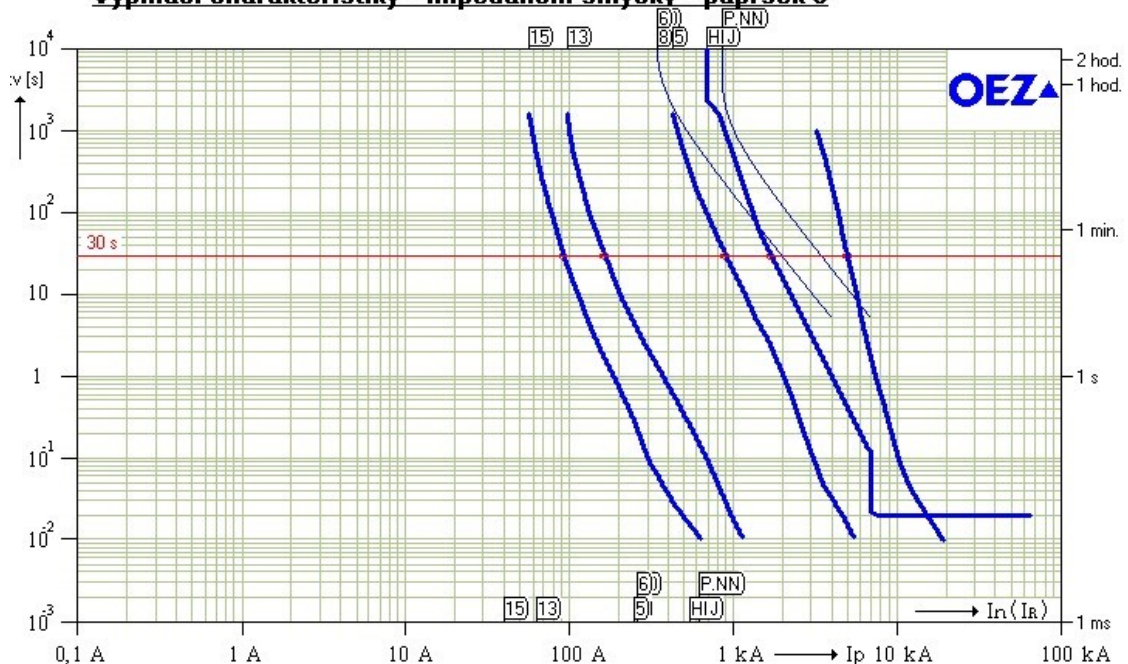
Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik'' = 8.46 kA Zs(30s) = 40 mΩhm, Ia = 5.49 kA, R(50V/5s) = 7 mΩhm	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
P.NN	1-YY 1x240 Iz = 615 A tm = 99 ° C Ik'' = 8.20 kA 10 m, [209] (G) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 31.1 mΩhm < 40.0 mΩhm, 2/3 Zs = 26.6 mΩhm )
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA Zs(30s) = 118 mΩhm, Ia = 1.85 kA, R(50V/5s) = 17 mΩhm	li = 6875 A
R NN	<b>Sběrnice</b> B = 1 Ik'' = 8.20 kA U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 30.6 mΩhm < 118 mΩhm, 2/3 Zs = 78.9 mΩhm )
3F5	PNA2qG In = 250 A Icc = 120 kA Zs(30s) = 222 mΩhm, Ia = 987 A, R(50V/5s) = 34 mΩhm	Připojeno pomocí FSD2
3L6	1-AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C (Ik'' = 7.53 kA) 24 m, (D) dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 12.9 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 36.7 mΩhm < 222 mΩhm, 2/3 Zs = 148 mΩhm )
SS200	<b>Sběrnice</b> B = 1 io = 12.9 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 36.7 mΩhm < 222 mΩhm, 2/3 Zs = 148 mΩhm )
3L8	1-AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C Ik'' = 4.50 kA 167 m, (D) dU = 0.4 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.27 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 91.9 mΩhm < 222 mΩhm, 2/3 Zs = 148 mΩhm )
SS300	<b>Sběrnice</b> B = 1 Ik'' = 4.50 kA U = 408 V (Un + 1.9%) ip = 7.27 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 91.9 mΩhm < 222 mΩhm, 2/3 Zs = 148 mΩhm )
3L10	1-AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C Ik'' = 2.79 kA 229 m, (D) dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.24 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 174 mΩhm < 222 mΩhm, 2/3 Zs = 148 mΩhm )
SS200	<b>Vývod</b> P = 4.4 kWxB=4.4 kW cos fi = 0.95 Ik'' = 2.79 kA I = 6.64 A U = 407 V (Un + 1.8%) B = 1 ip = 4.24 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 174 mΩhm < 222 mΩhm, 2/3 Zs = 148 mΩhm )
3L12	1-AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 22 ° C Ik'' = 2.71 kA 18 m, (D) dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.11 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 180 mΩhm < 222 mΩhm, 2/3 Zs = 148 mΩhm )
3F13	PNA2qG In = 63 A I1 = 120 kA Zs(30s) = 1.21 Ωhm, Ia = 181 A, R(50V/5s) = 191 mΩhm	Připojeno pomocí SPB2
SR322	<b>Vývod</b> P = 4.4 kWxB=4.4 kW cos fi = 0.95 I = 6.64 A U = 407 V (Un + 1.8%) B = 1 io = 3.08 kA	O.K. Zsv < Zs(30s) ( 173 mΩhm < 1.21 Ωhm, 2/3 Zs = 807 mΩhm )
3F15	PNA2qG In = 40 A I1 = 120 kA Zs(30s) = 2.18 Ωhm, Ia = 101 A, R(50V/5s) = 350 mΩhm	Připojeno pomocí SPB2

**Vypínací charakteristiky - impedanční smyčky - paprsek 3**





**Příloha Q Vypínací charakteristiky vývodu 3 v programu Sichr**



Projekt : Lipí ZTV par. 700/6 - TS, VN, NN

**Vypínací charakteristiky a nastavení spouští**

Datum : 07.05.2021

Lipí ZTV par.700,6-TS,VN,NN.ver.2

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	TOHn358 22/0.42 In = 550 A Sr = 400 kVA Ik''= 8.46 kA U2 = 242/420 V dU = 2.6 % uk = 6 % ip = 18.9 kA	VN pojistky PM45, 22/25kV, 25A
P.NN	1·YY 1x240 Iz = 615 A tm = 99 ° C Ik''= 8.20 kA dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 17.9 kA	10 m ve vzduchu vodorovně (G)
HIJ	BL1000S-DTVE In = 1000 A Ir = 550 A Icu = 65 kA li = 6875 A ip = 17.9 kA	
R NN	Sběrnice B = 1 U = 409 V (Un + 2.3%) ip = 17.9 kA	
3F5	PNA2qG In = 250 A Icc = 120 kA io = 13.2 kA	Připojeno pomocí FSD2
3L6	1·AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C (Ik''= 7.53 kA) dU = 0.1 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> io = 12.9 kA	24 m v zemi (D)
SS200	Sběrnice B = 1 U = 409 V (Un + 2.2%) io = 12.9 kA	(Ik''= 7.53 kA, ip = 15.1 kA)
3L8	1·AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C Ik''= 4.50 kA dU = 0.4 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 7.27 kA	167 m v zemi (D)
SS300	Sběrnice B = 1 U = 408 V (Un + 1.9%) ip = 7.27 kA	
3L10	1·AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 107 ° C Ik''= 2.79 kA dU = 0.2 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.24 kA	229 m v zemi (D)
SS200	Vývod P = 4.4 kWxB=4.4 kW cos fi = 0.95 Ik''= 2.79 kA I = 6.64 A U = 407 V (Un + 1.8%) B = 1 ip = 4.24 kA	
3L12	1·AYKY 4x240 Iz = 258 A tm = 22 ° C Ik''= 2.71 kA dU = 0.0 % I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> ip = 4.11 kA	18 m v zemi (D)
3F13	PNA2qG In = 63 A I1 = 120 kA io = 3.08 kA	Připojeno pomocí SPB2
SR322	Vývod P = 4.4 kWxB=4.4 kW cos fi = 0.95 (Ik''= 2.71 kA, ip = 4.11 kA) I = 6.64 A U = 407 V (Un + 1.8%) B = 1 io = 3.08 kA	
3F15	PNA2qG In = 40 A I1 = 120 kA io = 2.38 kA	Připojeno pomocí SPB2

**Vypínací charakteristiky - paprsek 3**

