

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V PRAZE**



**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
PROJEKTOVÁNÍ
ELEKTRICKÉHO VEDENÍ
NÍZKÉHO NAPĚTÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

KVĚTEN 2024

**ONDŘEJ JAROSLAV
VILD**

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Víld** Jméno: **Ondřej Jaroslav** Osobní číslo: **507611**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra elektroenergetiky**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Specializace: **Aplikovaná elektrotechnika**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Projektování elektrického vedení nízkého napětí

Název bakalářské práce anglicky:

Designing low voltage power lines

Pokyny pro vypracování:

- 1) Uveďte postupy a hlediska uplatňující se při návrhu či rekonstrukci elektrických sítí nízkého napětí.
- 2) Proveďte návrh elektrického vedení s ohledem na budoucí rozvoj dané lokality.
- 3) Vypracujte souhrnnou technickou zprávu, ve které popíšete území stavby, její účel, bezpečnost při užívání, připojení na technickou inštruktoru, vliv na životní prostředí.
- 4) Sestavte rozpočet stavby.

Seznam doporučené literatury:

PNE 33 0000-1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě.
PNE 33 0000-2 Stanovení základních charakteristik vnějších vlivů působících na rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy.
TLUSTÝ, Josef. Návrh a rozvoj elektroenergetických sítí. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04939-8.
TOMAN, Petr. Provoz distribučních soustav. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04935-8.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jiří Kvaček ELEKTROTRANS a.s.

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

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2024** Termín odevzdání bakalářské práce: **24.05.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: **21.09.2025**

Ing. Jiří Kvaček
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Zdeněk Müller, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

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

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Mé upřímné poděkování patří panu Ing. Jiřímu Kvačkovi za jeho odborné vedení, trpělivost, podporu a cenné rady v průběhu mé bakalářské práce. Rovněž děkuji Mgr. Ing. Vítu Kleinovi, Ph.D., za jeho ochotu, vstřícnost a připomínky k této práci a za čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále děkuji panu Ing. Tomáši Prachařovi za poskytnutí potřebných informací a materiálů a za jeho technické podněty vedoucí ke zdokonalení mé práce. V neposlední řadě děkuji také své rodině a přátelům, kteří mě při vytváření této práce podpořili.

Ondřej Jaroslav Vild

PROHLÁŠENÍ

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

V Praze dne 22. května 2024

.....

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá průběhem a postupy projektování nových zemních kabelových vedení v distribuční soustavě na hladině nízkého napětí.

Součástí této práce je projektová dokumentace pro vydání územního rozhodnutí včetně celkového vyhodnocení nákladů v běžných cenách materiálu a práce.

Klíčová slova: Elektrická distribuční soustava, elektrické kabelové vedení nízkého napětí, pojistková skříň.

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on the course and procedures of designing new ground cable lines, in the distribution system, at low voltage level.

The thesis includes design documentation for the issue of planning permission, including an overall cost assessment at current material and labour prices.

Keywords: Electrical distribution system, low voltage electrical cable lines, fuse box.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	XI
ÚVOD.....	1
KAPITOLA 1: ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE.....	2
1.1 ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVA	2
1.2 LINIOVÁ STAVBA	3
1.3 OCHRANNÉ PÁSMO	3
1.4 SLUŽEBNOST	3
1.5 ELEKTRICKÁ PŘÍPOJKA.....	4
1.6 KABELOVÉ VODIČE.....	4
1.7 KABELOVÁ SKŘÍŇ	6
1.8 ROZDĚLENÍ ROZVODNÝCH SÍTÍ TN, IT A TT.....	10
1.9 TOPOLOGIE SÍTÍ.....	13
KAPITOLA 2: PRÁVNÍ PŘEDPISY A NORMY PRO NAVRHOVÁNÍ DISTRIBUČNÍCH SÍTÍ NÍZKÉHO NAPĚTÍ.....	16
2.1 ZÁKONY ČESKÉ REPUBLIKY	16
2.2 ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY	17
2.3 TECHNICKÉ NORMY EVROPSKÉ UNIE.....	22
2.4 PODNIKOVÉ NORMY PROVOZOVATELŮ ELEKTRICKÉ PŘENOSOVÉ A DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY	23
2.5 SMĚRNICE PROVOZOVATELE DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY	24
KAPITOLA 3: OBSAH DOKUMENTACE PRO VYDÁNÍ ÚZEMNÍHO ROZHODNUTÍ.....	25
3.1 A PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	25
3.2 B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	26
3.3 C SITUAČNÍ VÝKRESY	26
3.4 D DOKUMENTACE OBJEKTŮ	27
3.5 DOKLADOVÁ ČÁST	27
KAPITOLA 4: ZÁKLADNÍ PARAMETRY DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY NÍZKÉHO NAPĚTÍ	28
4.1 KVALITA NAPĚTÍ	28
4.2 ZKRATOVÁ IMPEDANCE (VZTAŽNÁ)	31
4.3 PARAMETRY KABELOVÝCH VEDENÍ.....	31
KAPITOLA 5: DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ	34
5.1 URČENÍ VÝPOČTOVÉHO ZATÍŽENÍ A PROUDU VEDENÍ.....	34

5.2	DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ S OHLEDEM NA PŘÍPUSTNÉ OTEPLENÍ	35
5.3	DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ S OHLEDEM NA ÚČINKY ZKRATOVÝCH PROUDŮ.....	36
5.4	DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ S OHLEDEM NA MECHANICKÉ NAMÁHÁNÍ.....	37
5.5	DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ PODLE DOVOLENÉHO ÚBYTKU NAPĚTÍ.....	38
5.6	DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ S OHLEDEM NA HOSPODÁRNOST	39
5.7	DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ S OHLEDEM NA SPRÁVNOU FUNKCI OCHRANY PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM	39
5.8	JIŠTĚNÍ.....	40
KAPITOLA 6: POSTUP ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU STAVBY V DISTRIBUČNÍ SOUSTAVĚ		
	44	
6.1	DŮVOD STAVBY.....	44
6.2	ZADÁNÍ STAVBY	44
6.3	POSTUP PROJEKTU	46
KAPITOLA 7: PROJEKT REKONSTRUKCE A ROZŠÍŘENÍ STÁVAJÍCÍ ELEKTRICKÉ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY.....		51
7.1	STAVEBNÍ OBJEKT SO 01 – STOŽÁROVÁ DISTRIBUČNÍ TRAFOSTANICE	51
7.2	STAVEBNÍ OBJEKT SO 06 – DEMONTÁŽ VZDUŠNÉHO VEDENÍ NN	52
7.3	STAVEBNÍ OBJEKT SO 07 – KABELOVÉ VEDENÍ NN	56
7.4	STAVEBNÍ OBJEKT SO 07 – HLAVNÍ DOMOVNÍ VEDENÍ	60
7.5	JIŠTĚNÍ A DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ	65
7.6	ROZPOČET NAVRŽENÉHO TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	69
	ZÁVĚR	71
	LITERATURA	73
	SEZNAM PŘÍLOH	76

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1-1 Úroveň výroby, přenosu, distribuce a spotřeby elektrické energie; zdroj: [15]	2
Obr. 1-2 Kabel 1-AYKY 3x240+120; zdroj: [27].	5
Obr. 1-3 3D model kabelové skříňe typu SSXXX/NK; zdroj: [21].	6
Obr. 1-4 Kabelové skříňe typu SP; zdroj: [20]	7
Obr. 1-5 Vnitřní uspořádání rozpojovací skříňe (vlevo typ SR522/NKW2 a vpravo typ SD022/NKW2). Zdroj: autor.	7
Obr. 1-6 Vypínací charakteristiky pojistek 6 - 160 A gG; zdroj: [31]	9
Obr. 1-7 Síť IT: Síť může být zcela oddělena od země, nebo mít jeden uzel zdroje spojen se zemí přes velkou impedanci (zde nulový vodič). Neživé části elektrických zařízení jsou zemněny; zdroj: [50].	11
Obr. 1-8 Síť TT: Neživé části elektrických zařízení jsou zemněny nezávisle na uzemnění sítě, první spotřebič zleva samostatným zemničem, zbývající dva skupinovým zemničem; zdroj: [50].	11
Obr. 1-9 Síť TN-C: Funkce nulového a ochranného vodiče je sloučena (vodič PEN); zdroj: [50].	12
Obr. 1-10 Síť TN-S: Nulový (N) a ochranný vodič (PE) jsou v celé síti vedeny odděleně; zdroj: [50].	12
Obr. 1-11 Síť TN-C-S: V první části sítě je funkce ochranného a nulového vodiče sloučena (PEN), ve druhé části je vodič PEN rozdělen na ochranný (PE) a nulový vodič (N); místo rozdělení má být přizemněno; zdroj: [50].	13
Obr. 1-12 Schéma radiální paprskové sítě (vlevo) a radiální paprskové sítě s průběžným rozvodem (vpravo); zdroj: [45].	14
Obr. 1-13 Schéma okružní sítě; zdroj: [45].	14
Obr. 1-14 Schéma uzlové sítě; zdroj: [45].	15
Obr. 4-1 Ztrátový činitel; zdroj: autor.	33
Obr. 5-1 Vypínací charakteristika jističe LSN 10B a přetěžovací charakteristika jištěného kabelu CYKY 4 x 1,5 mm ² ; přetěžovací charakteristika kabelu CYKY 4 x 1,5 stanovena v souladu s normami ČSN 33 2000-4-43 a ČSN 33 2000-5-523 pro způsob uložení B, 2 seskupené obvody, teplotu okolí: 30 °C; zdroj: [30].	41
Obr. 5-2 Selektivita jištění při poruše; kde JP je jisticí prvek; t _v je celkový čas vypnutí zkratového proudu; zdroj: [18].	42

SEZNAM TABULEK

Tab. 1-1 značení silových kabelů podle ČSN 34 7401 Silové kabely. [14]	5
Tab. 1-2 Značení tavných pojistkových vložek nízkého napětí. [31][49]	10
Tab. 2-1 Nejmenší dovolené vodorovné vzdálenosti při souběhu podzemních sítí v m). [43]	21
Tab. 4-1 Technické parametry kabelů 1-AYKY-J; zdroj: převzato z technického standardu PDS.	31
Tab. 5-1 Označení způsobu uložení. [18]	36
Tab. 5-2 příklady hodnot parametrů pro kabelová a holá vedení. [18]	39
Tab. 5-3 Nejdelší možné časy odpojení pro síť TN v závislosti na velikosti napětí. [18].	39
Tab. 7-1 Délky výkopů rozdělné podle velikosti. ...	60
Tab. 7-2 Rozpočet stavby.	69
Tab. 7-3 Bodový rozpočet stavebního objektu S0 01 – Stožárová distribuční trafostanice.	70

Obr. 5-3 Porovnání průběhu omezeného a neomezeného zkratového proudu; kde i_{omez} a i_o je vrcholová hodnota omezeného proudu; i_p je vrcholová hodnota neomezeného proudu; t_{vyp} je celkový čas vypnutí zkratového proudu omezujícím jistícím prvkem. Zdroj: [30].	42
Obr. 5-4 Princip ochrany samočinným odpojením od zdroje; zdroj: [18].	43
Obr. 6-1 Situace demontáže; zdroj: PDS.	45
Obr. 6-2 Situace montáže; zdroj: PDS.	45
Obr. 6-3 Vývojový diagram postupu stavby; zdroj: autor.	47
Obr. 7-1 Situace demontáže mezi PB č. 49 – PB č. 51; zdroj: autor.	53
Obr. 7-2 Situace demontáže mezi PB č. 55 – PB č. 60. Zdroj: autor.	55
Obr. 7-3 Provedení připojení nosného lana na holé vodiče a ukončení lana na betonovém sloupu, který je osazen konzolí VVS 1200 mm; zdroj: [22].	55
Obr. 7-4 Umístění nové rozpojovací skříně R8; na fotografii poloha vyznačena červeným kruhem; zdroj: autor.	56
Obr. 7-5 Pohled na PB č. 84; zdroj: autor.	58
Obr. 7-6 Ukázka rýhy o rozměru 35x85 cm a 50x120 cm; zdroj: autor.	60
Obr. 7-7 Odběrné místo č. p. 47; zdroj: autor.	61
Obr. 7-8 Odběrné místo č. p. 68; zdroj: autor.	62
Obr. 7-9 Odběrné místo č. p. 69; zdroj: autor.	63
Obr. 7-10 Odběrné místo č. p. 75; zdroj: autor.	64
Obr. 7-11 Schéma paprsků sítě řešených v projektu; zdroj autor, vytvořeno v programu Sichr.	68
Obr. 7-12 Vypínací charakteristiky paprsku 1; zdroj: autor, vytvořeno v programu Sichr.	68

SEZNAM ZKRATEK

ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DPS	Dokumentace pro provedení stavby
DS	Distribuční soustava
DSP	Dokumentace pro vydání stavebního povolení
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
DTS	Distribuční trafostanice
DÚR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
DÚR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
ER	Elektroměrový rozváděč
EU	Evropská unie
HDS	Hlavní domovní skříň
HDV	Hlavní domovní vedení
L	Fázový vodič
MTP	Měřicí transformátor proudu
NN	Nízké napětí
PB	Podpěrný bod
PD	Projektová dokumentace
PDS	Provozovatel distribuční soustavy
PE	Uzemnění sítě
PEN	Společný vodič PE a N
PNE	Podnikové normy energetiky
PS	Přípojková skříň
R	Rozpojovací skříň
RNN	Rozváděč NN
SOBS VB	Smlouva o budoucí smlouvě o věcném břemeni
TN	Zapojení sítě – chráněná část s PE/PEN (z franz.: terre neutre)
TR	Transformátor
TT	Zapojení sítě – jeden bod přímo uzemněný (z franz.: terre terre)
VN	Vysoké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí
VXY	Vývod číslo XY
IT	Zapojení sítě – živé části izolované od země (z franz.: isolé terre)

ÚVOD

Bakalářská práce se zaměřuje na projektování elektrických zařízení v distribuční soustavě nízkého napětí. Ukazuje postup projektování na konkrétním projektu v Plzeňském kraji, kterým je rekonstrukce a rozšíření stávající elektrické sítě. Rekonstrukce zahrnuje částečné přechody ze vzdušného vedení na nové kabelové vedení a rozšíření sítě je motivováno výstavbou nové obytné lokality.

Cílem práce je seznámit čtenáře s problematikou projektování elektrických sítí v distribuční soustavě. V rámci práce jsou popsány legislativní požadavky týkající se projektování elektrických sítí, technické požadavky na zařízení distribuční soustavy a osobní doporučení pro postup při projektování.

Bakalářská práce je rozčleněna do sedmi kapitol. V první části se práce zabývá popisem základních pojmů, se kterými se dotčené osoby při projektování setkávají. V další dvou kapitolách se zaměřuje na legislativní úpravu elektrických sítí. V posledních čtyř kapitolách práce jsou popsány technické parametry distribuční soustavy a reálný projekt, na kterém jsou demonstrovány postupy a konkrétní technická řešení. Součástí bakalářské práce je také kompletní rozpočet stavby.

Hlavním přínosem práce je vytvoření projektové dokumentace na základě, které bude provedena realizace rekonstrukce a rozšíření elektrické distribuční soustavy. Tato práce však může být užitečná i pro začínající projektanty, kteří se chtějí seznámit s osvědčenými postupy při projektování elektrické kabelové sítě.

Při tvorbě této práce byly využity AI nástroje (Gemini, Copilot) na úpravu stylistiky a vyhledávání zdrojů k dané problematice. Veškeré nástroje byly použity v souladu s metodickým pokynem Rámcová pravidla používání umělé inteligence na ČVUT pro studijní a pedagogické účely v Bc a NM studiu, č. j.: CVUT00017192/2023.

KAPITOLA 1: ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE

Kapitola pojednává o základních pojmech týkajících se elektrizační soustavy. Zaměřuje se především na typické pojmy, které jsou užívané při projektování distribučních sítí.

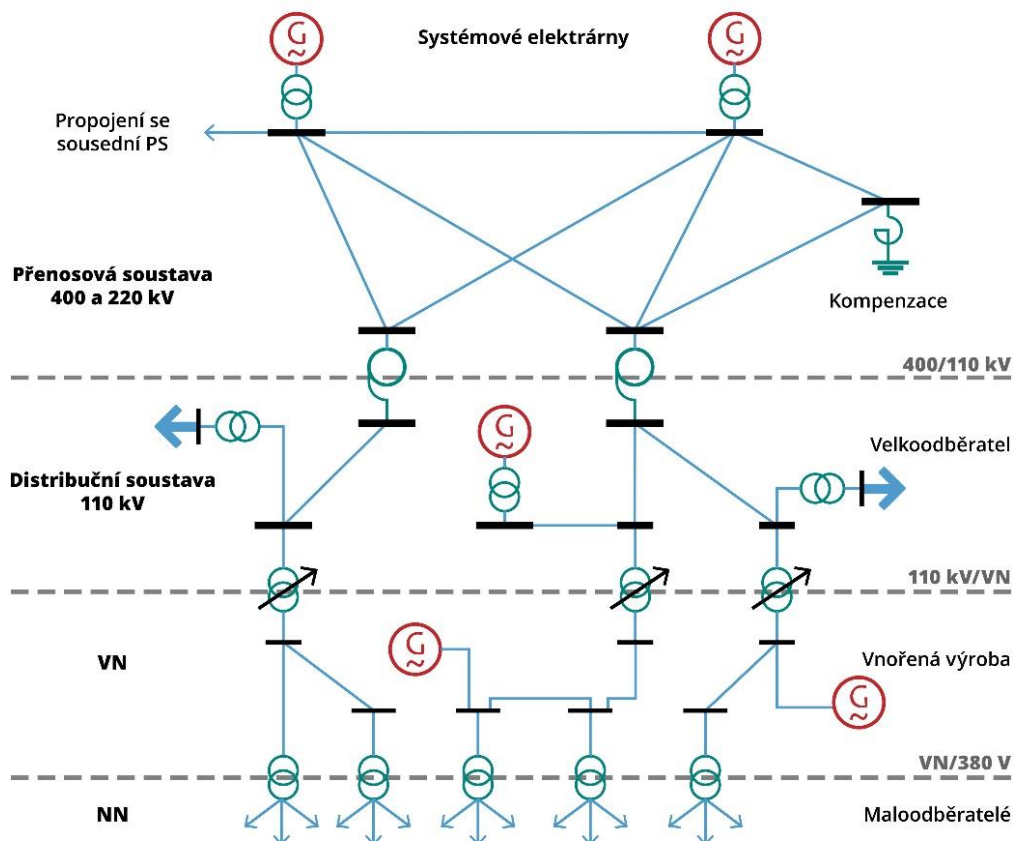
Cílem kapitoly je seznámit čtenáře s důležitými pojmy pro pochopení problematiky projektování vyhrazených zařízení.

1.1 Elektrizační soustava

Elektrizační soustava je elektrická soustava složená ze zdrojů, sítě a spotřebičů. Základem elektrizační soustavy je přenosová soustava, která je charakterizována sítí o jmenovitém napětí 400 kV a 220 kV (včetně vybraných vedení 110 kV), vyvedením výkonu velkých elektráren, transformační vazbou na napětí 110 kV a propojením se soustavy sousedních států. [41]

Na přenosovou soustavu navazuje distribuční soustava (dále DS), kterou lze charakterizovat několika napěťovými úrovněmi od 110 kV až po síť nízkého napětí (400/230 V). Distribuční síť jsou většinou realizovány jako okružní či radiální. Největší odlišností od přenosové soustavy je, že distribuční soustava slouží pro přenos elektrické energie ke koncovému odběrateli. [41]

Odběratele můžeme rozdělit na velkoodběratele (připojení z vyšších napěťových hladin) nebo maloodběratele (připojení na síť nízkého napětí 400/230 V). [41]



Obr. 1-1 Úrovně výroby, přenosu, distribuce a spotřeby elektrické energie; zdroj: [15].

1.2 Liniová stavba

Liniová stavba je stavba, u níž převládá jeden rozměr, tj. šířka či délka. Typicky se jedná o stavby drah a inženýrských sítí (elektrické vedení, vodovod, plynovod atd.). Zvláštností liniové stavby je, že netvoří součást pozemku, jako to je u jiných staveb. Tuto charakteristickou vlastnost upravuje zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon a zákon č. 416/2009 Sb., o urychlení výstavby dopravní, vodní a energetické infrastruktury a infrastruktury elektronických komunikací (liniový zákon). [1]

1.3 Ochranné pásmo

Ochranná pásma jsou ohraničená území, ve kterém jsou zakázány či omezeny některé činnosti převážně z důvodu zájmů ochrany zařízení.

V rámci zařízení elektrizační soustavy pojem ochranného pásma definuje ust. § 46 zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (dále jen jako „energetický zákon“).

Dle odstavce shora uvedeného ustanovení energetického zákona se stanoví: (1) „*Ochranným pásmem zařízení elektrizační soustavy je prostor v bezprostřední blízkosti tohoto zařízení určený k zajištění jeho spolehlivého provozu a k ochraně života, zdraví a majetku osob. Ochranné pásmo vzniká dnem nabytí právní moci rozhodnutí o povolení záměru podle stavebního zákona, a pokud není takové povolení vyžadováno, potom dnem uvedení zařízení elektrizační soustavy do provozu.*“ [6]

U podzemních vedení do 110 kV je vymezeno ochranné pásmo svislými rovinami na obě strany od vedení ve vzdálenosti 1 m. U vzdušných vodičů o napětí od 1 kV do 35 kV bez izolace je zákonem určeno ochranné pásmo 7 m na obě strany od vedení. V případě vzdušných vodičů se základní izolací je vzdálenost pásma 2 m, u závěsných kabelů 1 m. [6]

1.4 Služebnost

Služebnost je povinnost vlastníka určitou věc strpět, nebo se určité činnosti zdržet. Pojem služebnosti upravuje zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník (ust. § 1257 a násl.) a slouží k omezení vlastnických práv k nemovitosti ve prospěch jiné osoby. [2]

Příkladem služebnosti může být chůze přes pozemek, kdy vlastník pozemku musí strpět, aby oprávněný chodil přes jeho pozemek.

Služebnost je vázána na věc, nikoli na osobu oprávněného. To znamená, že i po změně vlastníka oprávněného ze služebnosti tato služebnost trvá i nadále. Zřízení služebnosti vyžaduje písemnou smlouvu, která musí být vložena do katastru nemovitostí. [2]

V právním řádu ČR se objevuje také pojem „věcné břemeno“. Tento pojem je zmíněn v energetickém zákonu a v praxi hojně využíván. Nicméně pojem nemá oporu v jiném právním předpisu.

U nových staveb v rámci DS je provozovatel distribuční soustavy (dále PDS) povinen ve smyslu ust. § 25 odst. 4 energetického zákona zřídit věcné břemeno při využití cizí nemovitosti za účelem výstavby a provozování zařízení distribuční soustavy. [6][16]

1.5 Elektrická přípojka

Elektrická přípojka je část elektrické distribuční soustavy, která začíná odbočením od spínacích prvků nebo přípojnic v elektrické stanici a mimo ni odbočením od vedení přenosové soustavy nebo distribuční soustavy a je určeno k připojení odběrného elektrického zařízení. [17]

Elektrické přípojky v zastavěných a nezastavěných územích, která jsou vzdálená 50 metrů nebo méně od zastavěných oblastí, jsou zřizovány PDS. Pokud je elektrická přípojka vzdálená více než 50 metrů od zastavěného území, žadatel o připojení se stává zřizovatelem této přípojky. Vlastníkem tohoto zařízení se stává osoba, která uhradila náklady na její zřízení. [6]

Vlastník elektrické přípojky je povinen zajistit její provoz, údržbu a opravy tak, aby se nestala příčinou ohrožení života a zdraví osob či poškození majetku. PDS je povinen za úplatu elektrickou přípojku provozovat, udržovat a opravovat, pokud o to její vlastník písemně požádá. [6]

Elektrická přípojka standardně slouží k propojení jedné nemovitosti s DS a končí u kabelového vedení v hlavní domovní kabelové skříni (dále HDS). HDS jsou součástí samotné přípojky. [6]

HDS je umístěna na nemovitosti zákazníka nebo na její hranici nebo v její blízkosti. V případě absence HDS končí venkovní přípojka nízkého napětí posledním kotvícím bodem na dané nemovitosti nebo na svorkách hlavního jističe nemovitosti. V případě absence HDS končí elektrická přípojka nízkého napětí na svorkách hlavního jističe nemovitosti. [6]

Elektrická přípojka s vyšším napětím, než je nízké napětí, končí na venkovním vedení pomocí kotvících izolátorů na stanici zákazníka nebo pomocí kabelové koncovky v odběratelově stanici. Tyto izolátory a kabelové koncovky jsou součástí celé přípojky. [6]

1.6 Kabelové vodiče

Kabel se skládá z více izolovaných žil. Jádru kabelu tvoří vodivé žíly, které jsou obvykle vyrobeny z mědi nebo hliníku, nejčastěji kruhového tvaru. Žíly lze rozdělit podle provedení jádra:

- Plné jádro je tvořené kompaktním materiálem, používá se pro menší průřezy.
- Složené jádro - průřez je tvořen jednotlivými lanky, což zaručuje značné omezení skinefektu.

Každá z těchto žil má vlastní izolační vrstvu, která zabraňuje vzájemnému kontaktu. Žíly poté mohou mít společnou izolační vrstvu tzv. plášť a tvořit ucelený soubor. Počet izolačních vrstev a typ izolace se liší v závislosti na typu kabelu a aplikaci. Obvykle materiálem izolace jednotlivých žil a pláště je plast (PVC, PE). K izolační vrstvě mohou být přidány další ochranné prvky, jako je stínění, pancíř apod.

Výrobci označují alfanumerickým značením typy kabelů (viz níže), kde každý znak má svůj význam. Význam jednotlivých písmen dle velmi často používané neharmonizované normy ČSN 34 7401 Silové vodiče je uveden v tab. 1-1.

1 - 2 3 4 5 6 7 8 9

Tab. 1-1 značení silových kabelů podle ČSN 34 7401 Silové kabely. [14]

1	2	3
2	Poloha znaku	Význam označení
3	1	jmenovité napětí
4	2	materiál jádra vodiče
5	3	materiál izolace
6	4	charakteristika značení, provedení
7	5	materiál pláště
8	6	tvar kabelu, zvláštnost ve struktuře
9	7	materiál ochranného obalu
10	8	počet žil a jejich průřez
11	9	tvar jádra vodiče

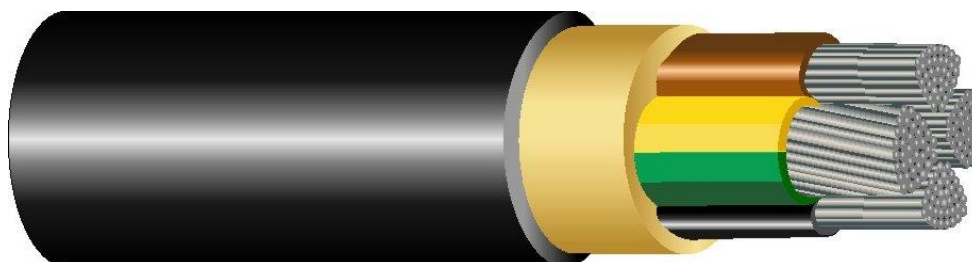
Pro příklad může sloužit kabel

1 - C Y K Y D Y 3 x 120 + 70 SM/RM

Jedná se o kabel s parametry: 1 → jmenovité napětí 1 kV, C → materiál jádra vodiče měď, Y → materiál izolace PVC, K → kabel, Y → materiál pláště PVC, D → zvláštnost ve struktuře – pancíř (pozinkované ocelové dráty), Y → materiál ochranného obalu PVC, 3 x 120 + 70 → čtyřžilové provedení (tři jádra o průřezu 120 mm² a jedno jádro o průřezu 70 mm²), SM/RM → tři žíly mají jádro sektorové mnohohrátové a jedna žíla má jádro kulaté mnohohrátové. [14]

V současné době se v rámci DS ČEZ Distribuce a.s. napětíové hladiny nízkého napětí (dále nn) nejvíce využívají silové kabely, typu AYKY a CYKY (typicky hlavní domovní vedení). Jedná se o kabely složené ze čtyř žil. Tři žíly jsou použity jako fázové vodiče (barevně označené – hnědá, černá, šedá) a jedna žíla je použita jako střední vodič (barevně označené zelenožlutá). Písemné označení kabelu je doplněno číselným označením například 3x240+120. První číslo číselného označení reprezentuje průřez fázového vodiče, číslo za znamínkem plus reprezentuje průřez středního vodiče.

Ukázka typicky využívaného kabelu v distribuci pro páteřní síť nn je uvedena na obr. 1-2.



Obr. 1-2 Kabel 1-AYKY 3x240+120; zdroj: [31].

1.7 Kabelová skříň

Kabelová skříň je elektrické zařízení (distribuční rozváděč nízkého napětí), která slouží k ochraně a uložení kabelů nebo venkovních rozvodů v distribuční soustavě na hladině nízkého napětí jako místo rozdělení pro různé účely. [11]

Tyto kabelové skříně jsou konstrukčně provedeny v souladu s normou ČSN EN 61439-1 ed. 2 Rozváděče nízkého napětí - Část 1: Všeobecná ustanovení.

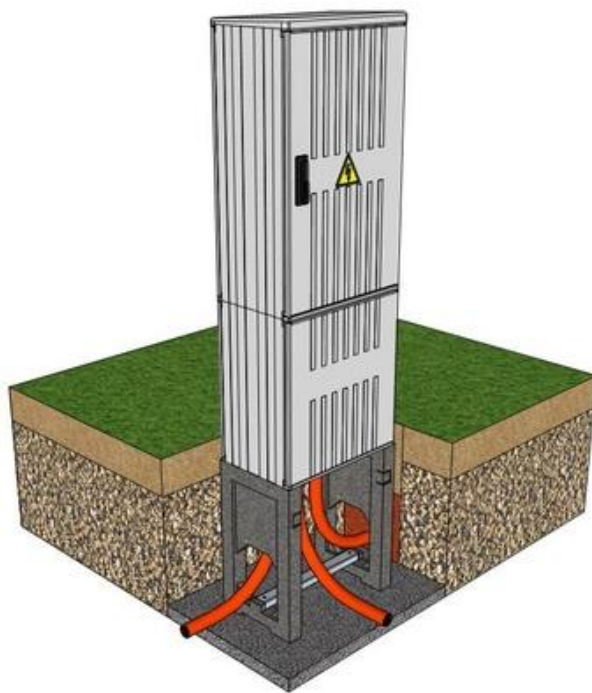
Skříně lze dělit na několik dalších podruhů na základě účelu použití. Konkrétně se jedná o přípojkové, rozpojovací a elektroměrové skříně. První dva vyjmenované typy jsou systémově značeny, značení podléhá podnikové normě PNE 35 7040 ed. 3 Značení kabelových rozvodných skříní používaných v distribuční soustavě a elektrických přípojkách. [11]

1.7.1 Přípojková skříň

Přípojková skříň (taktéž označována jako hlavní domovní skříň) je distribuční rozváděč nízkého napětí sloužící k jištění domovních přípojek a připojení kabelových sítí k odběrnému místu.

Společnost ČEZ distribuce a.s. ve svém spravovaném území v současné době osazují tři typy těchto skříní. V případě prvního typu se jedná o zemní kabelovou skříň typu SSXXX/NKX, kde první X označuje počet jisticích sad, druhá dvojice XX rozměr pojistkových spodků. Za lomítkem následují další písmena, která označují konstrukční parametry skříní. V případě druhého typu se jedná o pojistkové skříně, typu SSXXX/NVX osazované do zdí domů. Třetí typ SPXXX/NSX instalován je opěrné body. [22]

Pojistkové skříně odběrného místa jsou ve většině případech majetkem PDS. Skříně velmi často tvoří tzv. předávací místo, kde končí distribuční síť a majetek PDS. Z HDS dále pokračuje hlavní domovní vedení (dále HDV) do elektroměrového rozváděče (dále ER). HDV i ER je v drtivé většině majetek odběratele. [22]



Obr. 1-3 3D model kabelové skříně typu SSXXX/NK; zdroj: [23].



Obr. 1-4 Kabelové skříňe typu SP; zdroj: [22].

1.7.2 Rozpojovací skříň

Rozpojovací skříň je obdobně jako přípojková skříň distribuční rozváděč nízkého napětí. Liší se v účelu použití. Tyto skříňe se používají pro rozpojení, rozbočování, průběžné připojení nebo jištění rozvodů nízkého napětí.

Rozpojovací skříňe se dělí se na dva hlavní typy podle jejich vnitřního uspořádání a způsobu jištění: typ SR a typ SD.

- Skříňe typu SR (spojovací rozpojovací) jsou vnitřně uspořádány tak, že fázové vodiče uvnitř skříňe jsou propojené a každý vývod skříňe je samostatně jištěn pomocí nožové pojistky.
- Skříňe typu SD (spojovací dělený) jsou vnitřně uspořádány podobně jako typ SR s rozdílem, že obsahují odjištěný podélný propoj mezi sadou vývodů, obvykle v jejich polovině.



Obr. 1-5 Vnitřní uspořádání rozpojovací skříňe (vlevo typ SR522/NKW2 a vpravo typ SD022/NKW2). Zdroj: autor.

1.7.3 Elektroměrový rozváděč

Elektroměrové rozváděče jsou skříně, do kterých se umísťují elektrické přístroje pro jištění, měření a ovládání elektřiny. Jedním z klíčových prvků elektroměrových rozváděčů je elektroměr, který měří spotřebu elektrické energie a umožňuje fakturaci spotřeby. [21]

Rozváděče se dělí do několika typů podle způsobu jejich umístění a velikosti měřeného proudu. Z hlediska umístění mohou být rozváděče instalovány buď v pilíři nebo do zdi. Každý PDS má specifické požadavky na technické parametry rozváděče. [21]

Dále lze elektroměrové rozváděče rozdělit podle způsobu měření proudu na přímé a nepřímé měření. Přímé měření se používá pro odběry s hlavním jističem o jmenovité hodnotě 80 A nebo nižší, kdy je elektroměr připojen přímo k odběrnému místu. U odběrů s vyšším hlavním jističem se používá nepřímé měření, při kterém je mezi odběrným místem a elektroměrem umístěn měřicí transformátor proudu. [21]

1.7.4 Pojistkový spodek

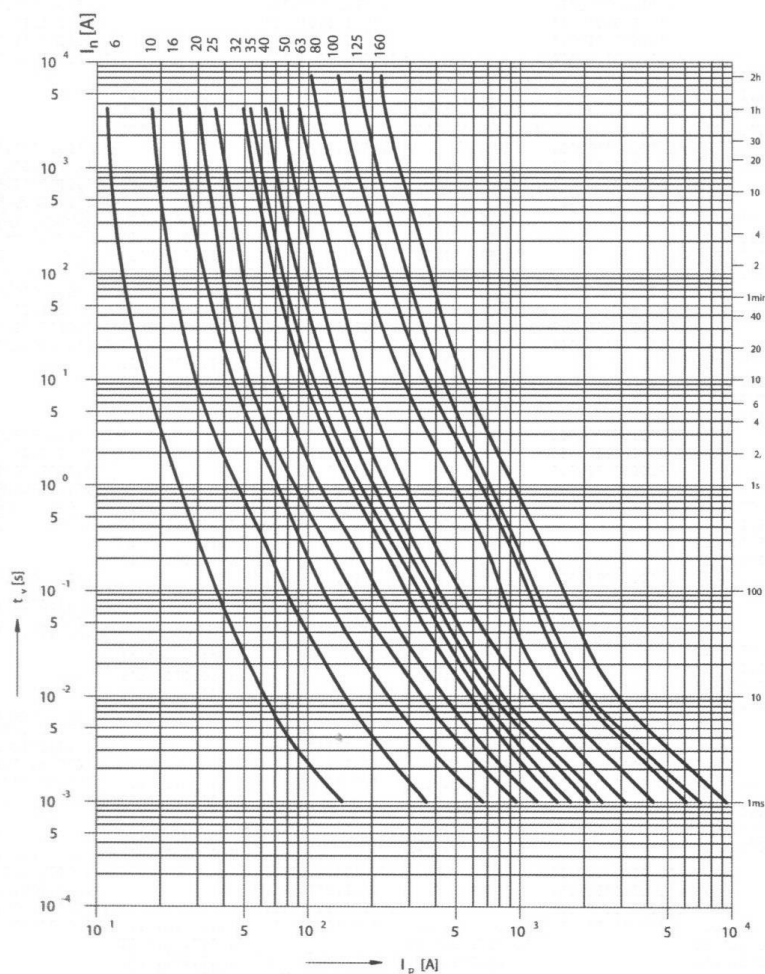
Pojistkové spodky jsou jedním ze složek jističového systému. Spodky slouží jako pouzdro pro upevnění pojistky (v případě DS v hladině nn se většinou jedná o nožové pojistky). Jsou vyrobeny z plastu, vyztužené sklem pro zvýšení mechanické a tepelné odolnosti. [24]

1.7.5 Nožová pojistka

Nožová pojistka je elektrická součástka používaná k ochraně elektrických obvodů před přetížením a zkratem. Její funkce spočívá v tom, že při překročení násobku jmenovitého proudu je vyvolán tepelný účinek nadproudu či zkratovým proudem, díky kterému dojde k přetavení tavného drátku ve vložce. Tavný drátek je úmyslně vytvořené nejslabší místo. [33][36][37]

S rostoucím protékajícím proudem se zkracuje doba zapůsobení ochrany. Z toho vyplývá, že pojistky mají nelineární charakteristiku, to lze vyzorovat na obr. 1-6.

Velkou výhodou pojistek je, že vypínají velice rychle velké zkratové proudy, vypínací časy se řádově pohybují v setinách sekund. Nevýhodou je však malá citlivost na malé nadproudy. V těchto případech se vypínací časy pohybují v řádech desítek minut. Tyto charakteristické vlastnosti se promítají ve vypínací charakteristice pojistky. Další výhodou je možnost viditelného rozpojení obvodu v pojistkové skříně. Nejen z tohoto důvodu jsou hojně využívány v distribučních sítích nízkého napětí. [36][37][19]



Obr. 1-6 Vypínací charakteristiky pojistek 6 - 160 A gG; zdroj: [37].

Nožové pojistky rozdělujeme podle několika parametrů. Jedná se o:

- Nominální proud (I_n) označuje hodnotu proudového zatížení, které nožová pojistka dokáže po určitou dobu nést, aniž by došlo k přepálení tavného drátku. Tato hodnota je vyjádřena v ampérech či násobcích. [37][38]
- Provozní napětí určuje provozní hodnoty napětí, při které nožová pojistka může být použita.
- Jmenovitou vypínací schopnost I_V je hodnota předpokládaného proudu, kterou je tavná vložka pojistky schopna přerušit. Hodnota je udávána v kA.
- Vypínací charakteristika je závislost doby vypnutí jistícího prvku (v našem případě pojistky) na velikosti nadproudu. Jinými slovy graficky znázorňuje rychlost reakce pojistky na nadproud. V praxi jsou pojistky rozděleny podle aplikace písemným označením (například gG, aM). Význam jednotlivých písmen je uveden v tab. 1-2. Různé typy jsou vhodné pro různé aplikace, například pojistky s charakteristikou "gG" poskytují ochranu proti přetížení a zkratu (neboli v celém rozsahu). [37][38]

Hodnoty těchto parametrů jsou uvedeny přímo na součástce či v technickém listu (tzv. data sheet) součástky.

Tab. 1-2 Značení tavných pojistkových vložek nízkého napětí. [37][38]

1	2	3
2	Funkční třída	Kategorie užití
3	g – jištění v celém rozsahu	G – všeobecné použití
4		Tr – jištění transformátorů
5		M – jištění motorů
6	a – vypíná pouze část rozsahu nadproudů	R – jištění polovodičů
7		L – jištění vedení

1.8 Rozdělení rozvodných sítí TN, IT a TT

Elektrické rozvodné sítě pro zajištění bezpečného a efektivního provozu se klasifikují do kategorií na základě dvou klíčových parametrů: vztahu zdroje k zemi a způsobu uzemnění neživých částí. První písmeno vyjadřuje vztah k uzlu zdroje. Zdroj může být izolovaný od země (označení I – isolé, z francouzštiny „izolovaný“) nebo uzemněný (označení T – terré, z francouzštiny „uzemněný“). Druhé písmeno označuje způsob ochrany neživé části, která může být provedena:

- uzemněním (T) – spojení se zemí ochranným vodičem,
- spojení s uzlem zdroje (označení N – neutré, z francouzštiny „neutrální“ nebo „nulový“), které je realizováno ochranným vodičem. [35]

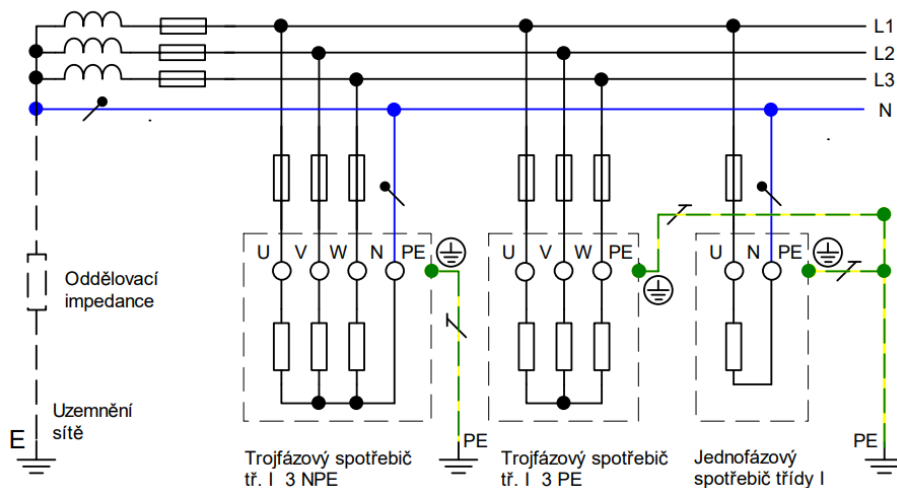
V praxi se používají pouze tři typy zapojení sítí. Ve výše zmíněném označení se jedná o kombinace písmen TN, IT a TT. Nejrozšířenějším typem sítě je síť TN. U tohoto typu se používají další dvě doplňková písmena, která dále specifikují provedení této sítě. Jedná se o písmena:

- Písmeno C (combiné, z francouzštiny „kombinovaný“) značí sdružení ochranného i středního (pracovního) vodiče do jednoho vodiče PEN. [35]
- Písmeno S (separé, z francouzštiny „oddělený“) značí rozdělení ochranného vodiče PE a středního vodiče N na dva samostatné vodiče. [35]

1.8.1 Síť IT

Síť IT má všechny živé části izolované od země, nebo je jeden pól spojený se zemí přes velkou impedanci. Neživé části elektrických zařízení jsou spojeny ochranným uzemněním přímo se zemí, buď jednotlivě, nebo po skupinách. Tento systém se vyznačuje bezproblémovým provozem, avšak za cenu vyšších nákladů na provoz sítě, jelikož je nutné síť monitorovat a zajistit ochranu nulového vodiče. V případě zemního spojení se síť automaticky neodpojí od zdroje. [35]

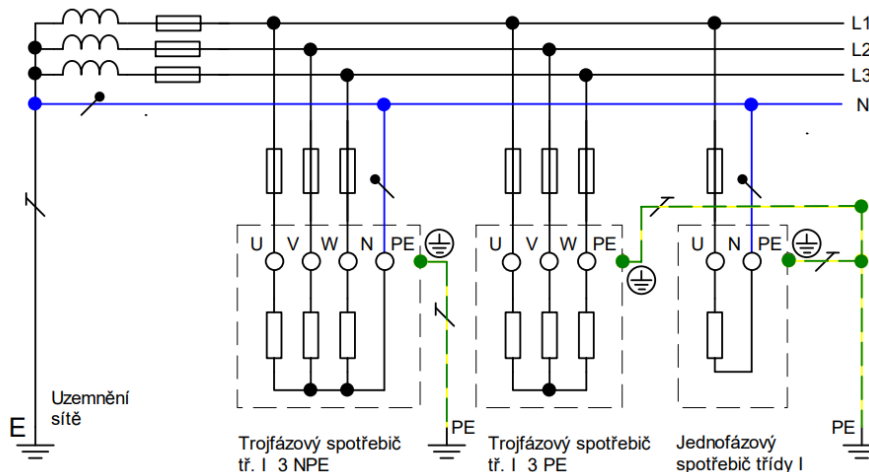
Tento typ sítě se používá převážně v nemocnicích, kde by ztráta napájení znamenala smrtelné nebezpečí pro pacienta. Dalším příkladem použití jsou průmyslové podniky, například v hutnictví. Ztráta napájení v těchto případech by způsobila velké ekonomické ztráty. [35]



Obr. 1-7 Síť IT: Síť může být zcela oddělena od země, nebo mít jeden uzel zdroje spojen se zemí přes velkou impedanci (zde nulový vodič). Neživé části elektrických zařízení jsou zemněny; zdroj: [32].

1.8.2 Síť TT

Síť TT má jeden bod přímo uzemněný. Neživé části připojených elektrických zařízení jsou spojeny přímo se zemí nezávisle na pracovním uzemnění sítě. Připojení může být realizováno individuálním nebo skupinovým ochranným uzemněním. Hlavní výhodou této sítě je jednoduchý návrh a provedení instalace. Významná nevýhoda sítě spočívá v přerušení dodávek elektrické energie při poruše izolace. [35]



Obr. 1-8 Síť TT: Neživé části elektrických zařízení jsou zemněny nezávisle na uzemnění sítě, první spotřebič zleva samostatným zemničem, zbývající dva skupinovým zemničem; zdroj: [32].

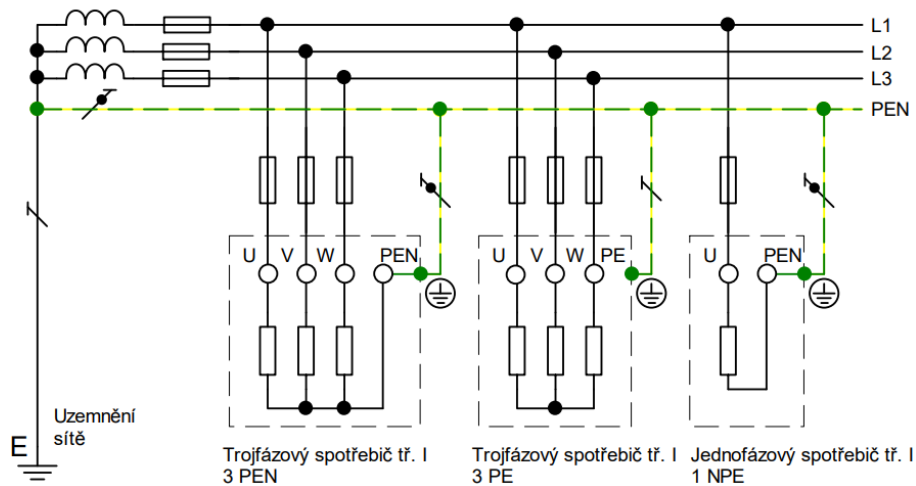
1.8.3 Síť TN (TN-C, TN-S, TN-C-S)

Sítě typu TN jsou charakterizovány spojením neživých částí s uzemněným bodem sítě prostřednictvím ochranného vodiče PEN. [35]

1.8.3.1 Síť TN-C

V sítích TN-C se pro funkci ochranného vodiče PE využívá střední vodič sítě N, označovaný jako vodič PEN. Hlavní výhodou je ekonomická úspora na provedeném kabelovém vedení. Závada na vodiči PEN je za určitých podmínek snadno zjistitelná tím, že obvod není schopen dalšího provozu. Vzniklá závada, při přerušení vodiče PEN, však může způsobit nebezpečné dotykové napětí na neživých částech. Toto provedení soustavy nedovoluje použití proudových chráničů. [35]

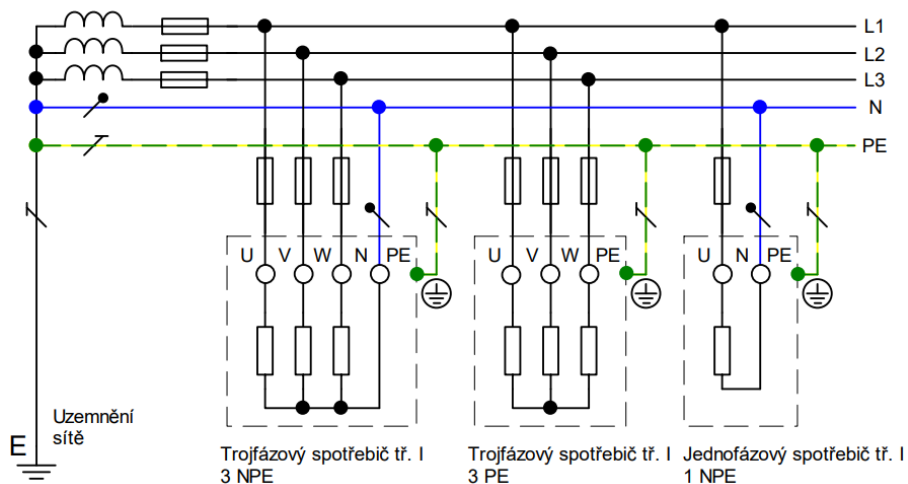
Jedná se o typ sítě, který byl v České republice hojně využíván a stále se provozuje v mnoha instalacích. Z důvodu možného výskytu dotykového napětí při poruše se tento typ sítě v instalacích, kde se pohybují osoby neznalé, nepoužívá. [35]



Obr. 1-9 Síť TN-C: Funkce nulového a ochranného vodiče je sloučena (vodič PEN); zdroj: [32].

1.8.3.2 Síť TN-S

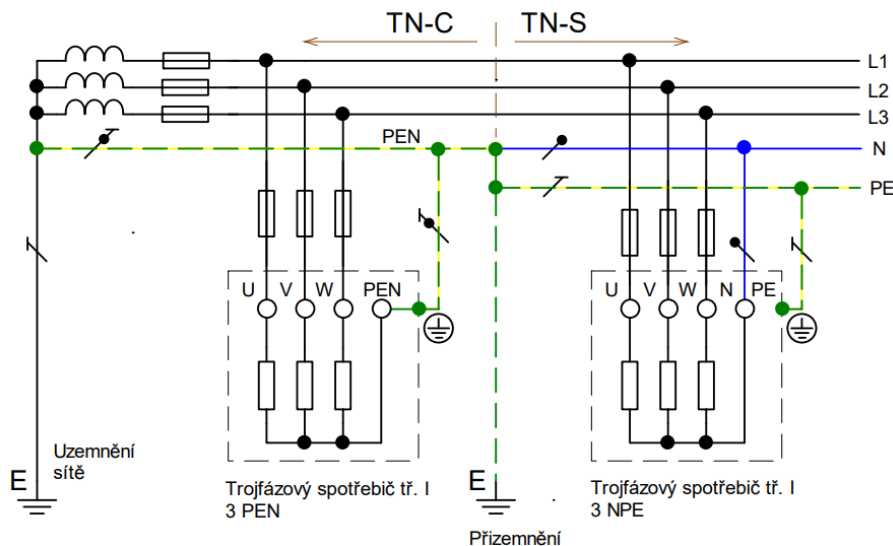
Síť TN-S je charakteristická rozdělením ochranného a středního vodiče na dva samostatné vodiče. Řeší některé nedostatky sítě TN-C, jako je například možnost použití proudových chráničů. Nevýhodou rozdělení vodiče PEN na dva samostatné vodiče je neschopnost zjistit přerušení ochranného vodiče a tím i nefunkčnost ochrany před nebezpečným dotykovým napětím na neživých částech. Z toho důvodu je nutné provádět pravidelné revize. [35]



Obr. 1-10 Síť TN-S: Nulový (N) a ochranný vodič (PE) jsou v celé síti vedeny odděleně; zdroj: [32].

1.8.3.3 Síť TN-C-S

Síť TN-C-S je kombinací sítí TN-C a TN-S. V určitém bodě (například v bytové rozvodnici) dochází k rozdělení vodiče PEN na ochranný vodič PE a střední vodič N. Po tomto rozdělení již nesmí dojít ke spojení vodičů PE a N. [35]



Obr. 1-11 Síť TN-C-S: V první části sítě je funkce ochranného a nulového vodiče sloučena (PEN), ve druhé části je vodič PEN rozdělen na ochranný (PE) a nulový vodič (N); místo rozdělení má být přizemněno; zdroj: [32].

1.9 Topologie sítí

Sítě distribuční soustavy se v praxi různými způsoby zapojují (tzv. topologie sítí). Každý způsob zapojení má své vlastní specifika, například spolehlivost, velikost zkratové impedance. Mezi klíčové faktory, které ovlivňují způsob zapojení, lze zařadit rozmístění a velikost zdrojů elektrické energie a velikost spotřebičů. Dále se jedná o vzdálenost mezi prvky pracující do distribuční soustavy a důležitost spolehlivého a kontinuálního napájení spotřebičů v síti. [40]

V dalších podkapitolách jsou rozebírány ty nejpoužívanější typy topologií elektrických sítí.

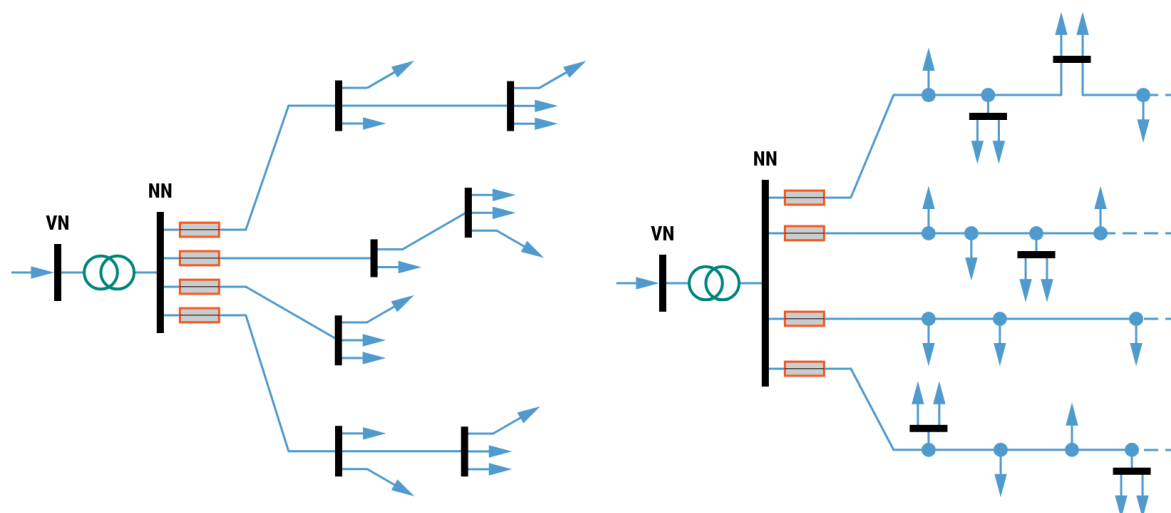
1.9.1 Radiální paprsková síť

Paprskové sítě jsou tím nejjednodušším typem sítě, který lze realizovat s minimálními prostředky, a to finančními i materiálovými. Naproti tomu se jedná o síť s nejnižší mírou provozní spolehlivosti. Při poruše paprskové sítě dochází ke ztrátě napájení všech připojených spotřebičů za místem poruchy od napájecího zdroje. [40]

Tento typ sítě je charakteristický tím, že se od jednoho zdroje radiálně „rozbíhají“ jednotlivá vedení, které napájí připojené spotřebiče. V případech, kdy je napájecí paprsek dlouhý a dochází k průběžnému připojování spotřebičů pomocí odboček, mluvíme o tzv. radiální síti s průběžným rozvodem. [40]

Takovéto jednostranné napájení dlouhých paprsků má často za následek kolísání velikosti jmenovitého napětí na druhém konci vedení od zdroje. Kolísání poté může nepříznivě působit na funkci spotřebičů (například pokles momentu motoru). [40]

Paprsková topologie je používána sítích nízkého a vysokého napětí. [40]



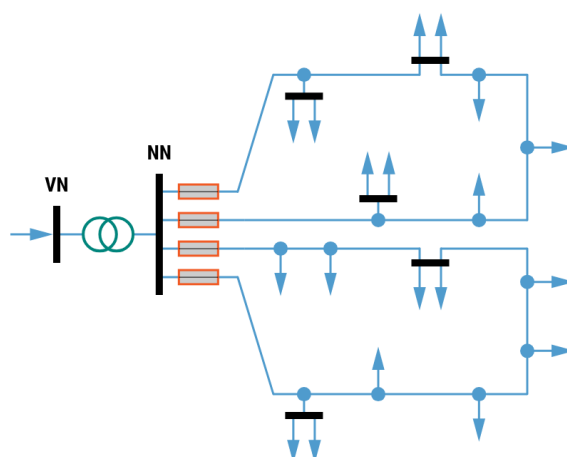
Obr. 1-12 Schéma radiální paprskové sítě (vlevo) a radiální paprskové sítě s průběžným rozvodem (vpravo); zdroj: [40].

1.9.2 Okružní síť

Problém paprskových sítí (například kolísání jmenovité hodnoty napětí, chování při poruše) je možné vyřešit zasmykáním paprsků. To znamená připojení volného konce paprsku na tu samou přípojnicu, ze které tentýž paprsek je napájen. Tímto způsobem zapojení vzniká tzv. okružní síť. [40]

Nevýhodou této topologie může být nákladnější výstavba. Na druhou stranu velkou výhodou okružních sítí je možnost napájení odběrných míst ze dvou stran. Tudiž v případě poruchy lze izolovat poruchovou část vedení a dočasně provozovat síť ve formě samostatných paprsků. [40]

V sítích nízkého napětí se často takto zapojují kabelové vedení, avšak ne vždy se tak provozují. Častou situací v menších obcích je, že vedení je zapojeno do kruhu a v některé rozpojovací skříni není osazený jistící prvek, a tím je okruh rozdělen a paprsky jsou ze zdroje napájeny jednotlivě.



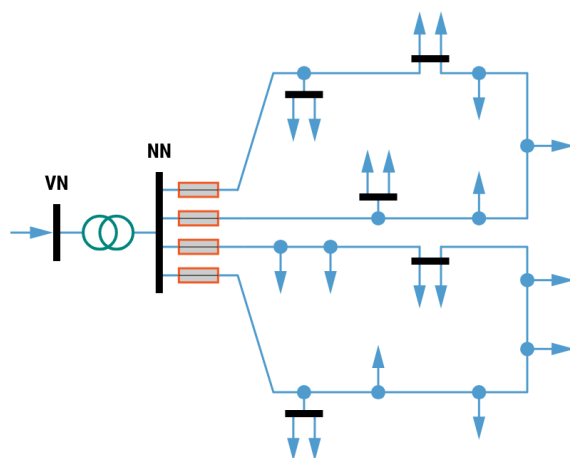
Obr. 1-13 Schéma okružní sítě; zdroj: [40].

1.9.3 Uzlová síť

Uzlové sítě jsou z pohledu dodávky elektrické energie bezpečnější než okružní sítě. Tento typ sítě vzniká vzájemným propojením většího množství podružných rozvaděčů, připojených prostřednictvím distribučních transformátorů na minimálně dva primární napájecí zdroje. [40]

Charakteristickou vlastností uzlových sítí je možnost napájet každé odběrné místo z několika stran. Tato topologie je nejčastěji používána na rozsáhlých územích s četnými odběry (například husté městské zástavby, velké průmyslové zóny apod.). Ze všech zmíněných způsobů zapojení se jedná o sítě s nejmenším kolísáním jmenovité hodnoty napětí a nejvyšší provozní spolehlivosti. Navzdory tomu se jedná o nejnákladnější typ sítě a sítě s většími zkratovými poměry. [40]

Pokud je distribuční síť nízkého napětí uzlová, je obvykle nadřazená místní síť vysokonapěťových napájecích vedení, čistě radiální. [40]



Obr. 1-14 Schéma uzlové sítě; zdroj: [40].

KAPITOLA 2: PRÁVNÍ PŘEDPISY A NORMY PRO NAVRHOVÁNÍ DISTRIBUČNÍCH SÍTÍ NÍZKÉHO NAPĚTÍ

Kapitola je věnována legislativní stránce projektování inženýrských sítí a zaměřuje se na vybrané zákony a technické normy, které je nutné zohlednit při návrhu a realizaci distribučních sítí. Cílem je poskytnout přehled o nejdůležitějších právních a technických požadavcích, které je nutné dodržovat.

Je důležité zdůraznit, že zákonů a technických předpisů týkajících se této problematiky existuje velké množství. V této kapitole se proto zaměříme pouze na nejstěžejnější z nich.

2.1 Zákony České republiky

Při návrhu nových kabelových sítí je třeba dodržet veškerá pravidla definovaná zákony, nařízením vlády a vyhlášky ministerstev. Všechna tato pravidla je třeba dodržet při návrhu, realizaci a při provozu zařízení elektrizační soustavy.

V následujících podkapitolách v podrobnostech k jednotlivým zákonům se definují požadavky na kabelové sítě.

2.1.1 Zákon č. 416/2009 Sb., o urychlení výstavby strategicky významné infrastruktury (liniový zákon)

Liniový zákon upravuje příslušné předpisy a postupy při přípravě, povolování staveb dopravní, vodní, energetické a dalších odvětví. Dále upravuje získávání práv k pozemkům a stavbám potřebných pro uskutečnění uvedených staveb a uvádění těchto staveb do užívání s cílem urychlit jejich majetkoprávní přípravu, povolování a následný soudní přezkum správních rozhodnutí v souvislosti s těmito stavbami. [1]

2.1.2 Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon

Zákon upravuje působnost orgánů stavební správy, orgánů územního plánování a orgánů územní samosprávy v oblasti územního plánování a stavebního řádu. Dále upravuje podmínky pro integrovanou ochranu veřejných zájmů při územním plánování, povolování staveb a výstavbě, povinnosti osob při přípravě a provádění staveb, podmínky pro projektovou činnost a provádění staveb. [5]

2.1.2.1 Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

V době psaní této práce bylo platné přechodné ustanovení, tj. právní úprava pokrývající období do nabytí účinnosti nového stavebního zákona. V důsledku zmíněného se stavby v rámci DS dají povolovat včetně získávání práv k pozemkům a stavbám v souhlasu se zákonem č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) těchto důvodů stojí za zmínku ust. § 79 - Rozhodnutí o umístění stavby. Podle ust. § 79 odst. 1 nevyžadují vybrané stavby vydání rozhodnutí o umístění stavby ani územní souhlas. V praxi to znamená, že při těchto vyjmenovaných stavebních záměrech se stavba stavební úřadu pouze oznamuje. [4]

Některé stavby, které jsou realizované v DS, spadají do definice ust. § 79 odst. 2) písmeno s) a písmeno w). Znění písmen dle [4] je následující:

- písmeno s) „výměna vedení technické infrastruktury, pokud nedochází k překročení hranice stávajícího ochranného nebo bezpečnostního pásma, nebo výměna vedení technické infrastruktury, pokud dochází k překročení hranice stávajícího ochranného nebo bezpečnostního pásma, bez rozšíření jeho stávajícího rozsahu, výměna vedení a změna hranice stávajícího ochranného a bezpečnostního pásma se dotýká pouze pozemků dotčených stávajícím vedením a stávajícím ochranným nebo bezpečnostním“;
- písmeno w) „připojení k distribuční soustavě pomocí elektrické přípojky nebo smyčky, to vše v hladině nízkého napětí a v maximální délce do 25 m od vedení stávající distribuční soustavy zřizované provozovatelem distribuční soustavy, jehož distribuční soustava je připojena k přenosové soustavě a k jehož soustavě je připojeno více než 90000 odběrných míst, pásmem a pro umístění výměny vedení mimo stávající trasu je s vlastníkem uzavřena smlouva o zřízení věcného břemene nebo smlouva o smlouvě budoucí o zřízení věcného břemene; v případě, že je předmětem těchto výměn výměna nadzemního vedení o napěťové hladině 110 kV, lze v zastavěném území zachovat jeho umístění nad zemí“.

Případy dle písmena s) jsou nejčastěji stavby, při nich dochází k výměně zařízení kus za kus (například kabel za kabel). Stavby spadající do definice písmena w) jsou nejčastěji nové elektrické přípojky.

2.1.3 Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)

Energetický zákon zpracovává příslušné právní předpisy Evropské unie a upravuje podmínky podnikání a výkon státní správy v energetických odvětvích. Energetická odvětví jsou elektroenergetika, teplárenství a plynárenství.

Tento zákon dále upravuje povinnosti právnických a fyzických osob, které jsou spojeny s energetickými odvětvími. [6]

2.2 České technické normy

České technické normy (dále ČSN) zajišťují kvalitu, bezpečnost a funkčnost produktů a procesů v různých oblastech průmyslu a stavebnictví. Normy definují požadavky na vlastnosti materiálů, konstrukce, výrobu, zkoušení a provoz produktů a zařízení.

Normy ČSN lze rozdělit do dvou skupin:

- Harmonizované normy, které jsou plně v souladu s příslušnými směrnici Evropské unie (dále EU). To znamená, že produkty, které splňují požadavky harmonizované normy, automaticky splňují požadavky příslušných směrnic EU a mohou být volně uváděny na trh v celé EU.
- Národní normy, které nejsou plně v souladu s příslušnými směrnici EU. Produkty, které splňují požadavky národní normy, stále podléhají hodnocení shody s příslušnými směrnici EU.

2.2.1 ČSN 33 0050-601 Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 601: Výroba, přenos a rozvod elektrické energie. Všeobecně

Norma ČSN 33 0050-601 je součástí rozsáhlého souboru norem „Mezinárodní elektrotechnický slovník“ a zabývá se terminologií v oblasti výroby, přenosu a rozvodu elektrické energie. Jedná se například o obecné pojmy a definice používané v oborech:

- elektrické jevy,
- elektrické obvody a sítě,
- elektrické stroje,
- měření a zkoušení v elektrotechnice,
- bezpečnost v elektrotechnice.

Cílem normy je usnadnit komunikaci a spolupráci v oblasti výroby, přenosu a rozvodu elektrické energie. [43]

2.2.2 ČSN 33 0165 ed. 2 Značení vodičů barvami nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení

Norma stanovuje barevné kódy pro označování vodičů podle jejich funkce v elektrickém obvodu (například fázové vodiče, nulový vodič, ochranný vodič). Upravuje pravidla pro použití číselného označení vodičů, pokud barevné kódy nejsou vhodné. [44]

2.2.3 ČSN 33 2000-1 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice

Norma stanovuje základní pravidla pro navrhování, stavbu a revize elektrických zařízení nízkého napětí, která zajišťují bezpečnost osob, zvířat a věcí před úrazem a poškozením. Norma též obsahuje opatření pro řádné fungování těchto zařízení. [45]

Mimo jiné konkrétně pojednává o zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem, tepelnými účinky, nadproudy, přepětím, elektromagnetickými vlivy a před přerušením napájení. [45]

Norma pojednává i o způsobech uzemnění sítí včetně uspořádání vodičů. [45]

2.2.4 ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Norma definuje požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem v nízkonapěťových instalacích (do 1 kV) v běžném provozu i při poruše.

Norma shrnuje principy základní ochrany (izolace, uzemnění) a ochrany při poruše (ochranné vodiče, jističe, chrániče) a dále specifikuje doplňková opatření. Norma se vztahuje na instalace v obytných, komerčních a průmyslových objektech. [46]

2.2.5 ČSN 33 2000-4-442 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-442: Bezpečnost - Ochrana instalací nízkého napětí proti dočasným přepětím v důsledku zemních poruch v soustavách vysokého napětí

Norma se zabývá ochranou zařízení nízkého napětí před přepětím způsobeným zemními poruchami v síti vysokého napětí (dále vn). V případě zemní poruchy ve vn síti může dojít k prudkému nárůstu napětí v síti nn. Následkem nárůstu mohou vzniknout škody na elektronických zařízeních a dalších citlivých komponentů. [47]

Norma stanovuje požadavky na ochranná opatření, která je nutné instalovat na zařízení nn, aby byla zařízení před přepětím chráněna. Mezi hlavní požadavky normy patří použití ochranných vodičů, použití ochranných přístrojů (například omezovače přepětí), uzemnění. [47]

2.2.6 ČSN 33 2000-5-51 ED.3+Z1+Z2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Obecné předpisy

Norma se zabývá výběrem a instalací elektrického zařízení v sítích nn. Stanovuje obecné předpisy pro dodržování ochranných opatření pro bezpečnost, požadavky na správnou funkci zařízení a požadavky odpovídající předpokládaným vnějším vlivům. [48]

Konkrétněji norma definuje faktory, které je nutné zohlednit při výběru elektrického zařízení, jako je napětí, proud, druh zátěže, okolní prostředí a stupeň krytí. Norma dále stanovuje požadavky na instalaci elektrického zařízení, včetně uložení kabelů a vodičů, upevnění zařízení a ochrany před mechanickým poškozením. Norma také definuje různá ochranná opatření, která je nutné zohlednit pro zajištění bezpečnosti, jako je uzemnění, izolace a použití ochranných přístrojů. [48]

2.2.7 ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení

Norma se zabývá výběrem a montáží elektrických vedení. Poskytuje pokyny pro instalaci kabelů a vodičů v závislosti na jejich typu, umístění vedení a v přílohách uvádí informace o proudové zatížitelnosti v závislosti na typu vedení, způsobu uložení a vnějších vlivech během provozu. Stanovuje také zásady pro realizaci vedení s ohledem na požární bezpečnost a blízkost rozvodů sdělovacích a neelektrických systémů. [49]

Normativní část je doplněna přílohami, které se zabývají kladením kabelů, dovolenými proudy, vlivem vyšších harmonických proudů, uspořádáním vodičů, kabelů a trubkových systémů. Další přílohy obsahují informace specifické pro vybrané země a rozsáhlá příloha se věnuje zvyklostem uplatňovaným v České republice. [49]

2.2.8 ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče

Norma se zabývá elektrickými vodičovými systémy v nn instalacích. Stanovuje pravidla pro výběr a montáž kabelů a vodičů používaných k rozvodu elektrické energie uvnitř budov a zařízení. [50]

Konkrétně definuje faktory, které je nutné zohlednit při výběru kabelů a vodičů. Jedná se o jmenovité napětí, proudovou zatížitelnost, typ obvodu, prostředí vedení a odolnost proti požáru. Určuje metody pro bezpečnou a správnou montáž kabelů a vodičů. To zahrnuje vedení kabelů, ohýbací poloměry, způsoby upevnění a oddělení od ostatních prvků budovy. Definuje požadavky na uzemňovací a ochranné pospojování pro zajištění bezpečnosti a správného provozu zařízení. Součástí jsou uzemňovací vodiče, vyrovnávací potenciál a opatření na ochranu před bleskem. Poskytuje pokyny pro ochranu kabelů a vodičů před fyzickým poškozením během instalace a provozu. Stanovuje požadavky na kabely a vodiče, aby splňovaly předpisy požární bezpečnosti. Například použití kabelů odolných proti požáru, ucpávky kabelových prostupů ohnivzdornými materiály a dodržování bezpečných vzdáleností od hořlavých materiálů. [50]

Norma doplňuje jednak požadavky ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem z hlediska ochrany automatickým odpojením od zdroje a je také výchozím dokumentem pro pospojování prováděné z hlediska ochrany před elektromagnetickým rušením. V normě jsou uvedeny požadavky na ochranné vodiče a vodiče pro uzemnění (minimální průřezy a materiál). [50]

2.2.9 ČSN 75 2130 Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními

Norma pojednává o zásadách pro navrhování křížení a souběhů vodních toků, nádrží, hrází, pozemními komunikacemi, nadzemními a podzemními vedeními všeho druhu, s kanály a jinými vodními toky. [51]

Norma stanovuje obecné požadavky na navrhování křížení a souběhů, včetně hydrologického a geotechnického posouzení. Norma dále definuje požadavky na konstrukční řešení při návrhu mostů, propustků atd. Zároveň je kladen důraz na ochranná opatření proti erozi, sedimentaci a znečištění vodního toku. [51]

Norma specifikuje požadavky pro různé typy křížení a souběhů. Konkrétně se jedná o křížení vodních toků s dráhami, kde norma stanovuje požadavky na vzdálenost mezi vodním tokem a tratí, výšku kolejí nad hladinou vody a další parametry. Dále upravuje křížení vodních toků s pozemními komunikacemi, kde norma uvádí požadavky na šířku mostů, propustků a nájezdových ramp, výšku vozovky nad hladinou vody a další parametry. Mimo jiné upravuje vzdálenost mezi vodním tokem a vedením, ochranu vedení před povodněmi atd. [51]

2.2.10 ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání vedení technického vybavení

Norma stanovuje zásady pro uspořádání sítí technického vybavení v zastavěných a nezastavěných územích, jako jsou veřejná prostranství (ulice, chodníky, parky, náměstí a další veřejně přístupná prostranství), prostory místních komunikací (silnice, dálnice, cyklostezky a další komunikace pro pěší a cyklisty) a průtahy silnic (silnice vyšších tříd a dálnice). [52]

Norma se zabývá koordinací prostorového uspořádání sítí technického vybavení s ostatními prvky infrastruktury, jako jsou vodovody, kanalizace, plynovody, kabelové vedení a dopravní komunikace. Ochranou sítí technického vybavení před poškozením v důsledku stavebních prací, provozu dopravy a dalších vlivů. Dostupností sítí technického vybavení pro údržbu a opravy. [52]

Přílohou této normy je tabulka s nejmenšími dovolenými vodorovnými a svislými vzdálenostmi při souběhu (vodorovné vzdálenosti) a křížení (svislé vzdálenosti). Ukázky části tabulky je uvedena v Tab. 2-1.

Tab. 2-1 Nejmenší dovolené vodorovné vzdálenosti při souběhu podzemních sítí v m¹). [52]

1	2	3	4	5	6
2	Druh sítí	Silové kabely do			
3		1 kV	10 kV	35 kV	
4	Silové kabely do	1 kV	0,05 ²⁾	0,15	0,2
5		10 kV	0,15	0,15	0,2
6		35 kV	0,2	0,2	0,2
7	sdělovací kabely	0,3 ³⁾			
8		0,1 ⁴⁾			
9	plynové potrubí ⁵⁾	do 0,005 Mpa	0,4	0,4	0,4
10		do 0,4 MPa	0,6	0,6	0,6
11	vodovodní sítě a přípojky		0,4	0,4	0,4
12	tepelné sítě		0,3	0,7	1
13	stokové sítě a kanalizační přípojky		0,5	0,5	0,5

¹ Vzdálenosti se měří mezi vnějšími povrchy kabelů, potrubí, stok, ochranné konstrukce, nebo kolejnice bližší k vedení.

² Mezi trakčními kabely různé polaritě musí být vzdálenost nejméně 0,15 m

³ Nechráněné.

⁴ V technickém kanálu nebo betonových chráničkách podle ustanovení ČSN 33 3300.

⁵ Pro nejmenší vzdálenosti mezi povrchy vysokotlakého plynovodního potrubí a ostatních sítí technického vybavení platí ČSN 38 6410. Pro vysokotlakou přípojku do regulační stanice se vzdáleností podle tabulky 5 ČSN 38 6410 zkracují v pol. 2, 3, 4 a 7 na polovinu. Plynovody provedené z IPE - viz technická pravidla COPZ G 702 01.

2.3 Technické normy Evropské unie

Technické normy Evropské unie mají za cíl zajišťování volného pohybu zboží a služeb v rámci jednotného trhu EU s ohledem na bezpečnost, kvalitu, funkčnost, interoperabilitu produktů a procesů v různých oblastech, od elektroniky až po potraviny a stavebnictví.

2.3.1 ČSN EN 60721-2-1 Klasifikace podmínek prostředí - Část 2-1: Podmínky vyskytující se v přírodě - Teplota a vlhkost vzduchu

Norma se zabývá klasifikací podmínek prostředí (klíma) podle teploty a vlhkosti vzduchu. Klasifikace slouží jako podklad pro výběr vhodných mezních hodnot teploty a vlhkosti vzduchu při testování a používání výrobků. [27]

Norma definuje různé kategorie klímatu na základě průměrných ročních a měsíčních teplot a relativní vlhkosti vzduchu. Kategorie klímatu jsou rozděleny do čtyř skupin:

- skupina A: mírné klíma,
- skupina B: suché klíma,
- skupina C: vlhké klíma,
- skupina D: velmi chladné klíma. [27]

Každá z těchto skupin je dále rozdělena na podskupiny s ohledem na specifické teplotní a vlhkostní podmínky.

2.3.2 ČSN EN 60721-2-2 Klasifikace podmínek prostředí - Část 2-2: Podmínky vyskytující se v přírodě - Srážky a vítr

Norma se zabývá klasifikací podmínek prostředí týkajících se srážek a větru, kterým jsou vystaveny elektrotechnické výrobky v různých venkovních prostředích. [28]

Norma klasifikuje typy srážek a větru:

- Typy srážek:
 - déšť,
 - sníh,
 - krupobití,
 - mrholení. [28]
- Typy větru:
 - rychlost větru,
 - směr větru,
 - turbulence větru. [28]

Pro každou kombinaci typů srážek a větru je definován kód prostředí. Kód se skládá z alfanumerických znaků, které jednoznačně identifikují dané podmínky. Kódy prostředí se používají pro snadnou identifikaci a specifikaci podmínek srážek a větru v technické dokumentaci, při výběru produktů a testování odolnosti. [28]

Jedná se o jednu ze základních norem pro klasifikaci podmínek prostředí.

2.4 Podnikové normy provozovatelů elektrické přenosové a distribuční soustavy

Podnikové normy energetiky (dále PNE) jsou soubory norem vydávané Českým sdružením regulovaných elektroenergetických společností (zkr. ČSRES). Normy jsou nižším stupněm technických norem a doplňují soustavu norem ČSN v oblasti elektroenergetiky.

2.4.1 PNE 33 0000-1 ed.7 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě

Podniková norma se zabývá ochranou osob před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě. Stanovuje technické požadavky na navrhování, výrobu, montáž, údržbu a provoz elektrických zařízení v distribučních a přenosových soustavách. Dále zaměřuje se na prevenci úrazů elektrickým proudem. Mimo jiné stanovuje požadavky na ochranná opatření, která minimalizují riziko úrazu elektrickým proudem. [7]

2.4.2 PNE 33 0000-2 ed.5 Stanovení základních charakteristik vnějších vlivů působících na rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy

Podniková norma se zabývá stanovením vnějších vlivů, kterým mohou být vystaveny rozvodná zařízení v distribuční a přenosové soustavě elektrické energie. Jinými slovy, norma definuje a popisuje různé typy vnějších faktorů, které mohou působit na rozvodná zařízení. Mezi tyto vnější vlivy patří například:

- klimatické vlivy (teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, sluneční záření, vítr, námraza, déšť, sníh),
- mechanické vlivy (zemětřesení, námraza, vibrace, větrné zatížení),
- chemické vlivy (korozivní látky v ovzduší, znečištění),
- biologické vlivy (působení hmyzu, hlodavců, ptáků).

Pro každý z těchto vnějších vlivů norma stanovuje jeho charakteristiky (intenzitu, pravděpodobnost výskytu, dobu trvání atd.). [8]

2.4.3 PNE 33 0000-6 ed. 4 Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro přenos a distribuci elektrické energie

Podniková norma se zabývá oblastí bezpečnosti a technických požadavků týkajících se obsluhy a práce na elektrických zařízeních v elektrizační soustavě. Stanovuje pokyny pro bezpečnost práce na elektrických zařízeních v různých provozních stavech (například v provozu, při údržbě, při zkouškách), požadavky na technickou způsobilost a vybavení osob vykonávající práci na elektrických zařízeních. Dále upravuje postupy pro zajištění bezpečnosti při práci v blízkosti živých částí a při manipulaci s nimi a požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem (například používání ochranných pomůcek). [9]

2.4.4 PNE 34 1050 ed. 3 Kladení kabelů NN, VN a 110 kV v distribučních sítích energetiky

Podniková norma stanovuje požadavky na správné kladení kabelů od hladiny nn až po hladinu vvn 110 kV. Norma je rozčleněna do třech částí. V první části stanovuje obecné zásady a požadavky platné pro všechny typy kabelů (nn, vn a 110 kV). Pojednává například o kabelových trasách, kde určuje proces výběru tras s ohledem na okolní terén. Dále stanovuje hloubku uložení kabelů v závislosti na typu užívání povrchu nad kabelovým vedením, napětím, zemních podmínkách a zatížením. Mimo jiné tato část upravuje mechanickou ochranu kabelů. [10]

Druhá část podnikové normy se zaměřuje na specifické požadavky pro kladení kabelů nn a vn do 35 kV. Rozvíjí obecné principy z první části a přizpůsobuje pro danou napěťovou hladinu. Mezi hlavní rozebíraná téma patří - výběr typu kabelu, spojování kabelů, uzemnění kabelů (implementace účinného uzemňovacího systému pro ochranu kabelů a zařízení před bleskem a indukovanými napětími) a ochranu kabelů před korozí. [10]

Třetí část je věnována požadavkům na kladení kabelů 110 kV. [10]

2.5 Směrnice provozovatele distribuční soustavy

V rámci staveb pro PDS je projektant povinen dodržovat technické standardy a materiálové standardy vydané provozovatelem. Technické standardy specifikují požadavky upravené normami ČSN, ČSN EN a PNE. V případě materiálových standardů se jedná o katalogové listy schválených prvků pro použití v DS. Standardy obecně specifikují požadavky na způsob užití, montážní postupy a technické parametry prvku.

KAPITOLA 3: OBSAH DOKUMENTACE PRO VYDÁNÍ ÚZEMNÍHO ROZHODNUTÍ

Projektová dokumentace je soubor výkresů, plánů a textových popisů. Dokumentace se podle účelu a realizace stavby člení do několika skupin. Skupiny upravuje vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb a jedná se o:

- dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby nebo zařízení (zkr. DÚR),
- dokumentace pro vydání rozhodnutí o změně využití území (zkr. DZVÚ),
- dokumentace pro vydání rozhodnutí o změně vlivu užívání stavby na území,
- společné dokumentace pro vydání společného územního rozhodnutí a stavebního povolení,
- projektové dokumentace pro ohlášení stavby nebo projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení (zkr. DSP),
- dokumentace pro provádění stavby (zkr. DPS),
- dokumentace skutečného provedení stavby (zkr. DSPS). [3]

Bakalářská práce se věnuje stavbě, ke které je vytvořena dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby nebo zařízení. Dle přílohy č. 2 vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb jsou obsahem dokumentace čtyři části – průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva, situační výkresy a dokumentace objektů. Ke kompletní dokumentaci je dále přiložena dokladová část. [3]

Vyhláška jednotlivé části dělí podle písmen (A–D). Části jsou následně strukturovány podle čísel a písmen pro větší přehlednost projektových dokumentací. Přesný strukturovaný obsah je uveden v podkapitolách této kapitoly⁶.

Konkrétní projektová dokumentace (dále PD) řešící projektovanou stavbu je součástí příloh této práce.

3.1 A Průvodní zpráva

Průvodní zpráva, jakožto součást projektové dokumentace, je klíčovým prvkem projektu, neboť poskytuje stručné informace o veškerých aspektech daného projektu a orientaci nezúčastněným osobám.

Samotná zpráva se dělí na tři části. První část je věnována základním informacím o stavbě, jako jsou název stavby, místo a předmět stavby. V dalších dvou částech se zpráva věnuje informacím o zainteresovaných osobách – stavebník a zpracovatel projektové dokumentace.

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

A.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace

⁶ Jednotlivé části vyhlášky jsou převzaty z [3]

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

A.3 Seznam vstupních podkladů

3.2 B Souhrnná technická zpráva

Souhrnná technická zpráva shrnuje klíčové technické informace o dané stavbě. Poskytuje komplexní přehled o technických detailech. Zpráva se skládá z devíti částí. Části se věnují popisu území stavby, charakterizují území stavby, bezpečnost, vlivy na životní prostředí atd.

B.1 Popis území stavby

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

B.2.2 Bezpečnost při užívání stavby

B.2.3 Základní charakteristika objektů

B.2.4 Základní charakteristika technických a technologických zařízení.

B.2.5 Zásady požárně bezpečnostního řešení

B.2.6 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

B.2.7 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu

B.4 Dopravní řešení

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

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

B.7 Ochrana obyvatelstva Splnění základních požadavků z hlediska plnění úkolů ochrany obyvatelstva.

B.8 Zásady organizace výstavby

B.9 Celkové vodohospodářské řešení

3.3 C Situační výkresy

Situační výkresy graficky reprezentují konkrétní prostředí. Jejich hlavním cílem je poskytovat vizuální pohled na danou stavbu. Jednotlivé výkresy zobrazují umístění objektů stavby a podávají geografické informace, například pomocí kót.

C.1 Situační výkres širších vztahů

Hlavním cílem výkresu je umístit geograficky stavbu. V případě, že výkres se dostane k neseznámenému čtenáři, měl by bez velkých obtíží zjistit, kde je stavební záměr plánován.

C.2 Katastrální situační výkres

Katastrální situační výkres je uváděn v měřítku s aktuálním podkladem katastru nemovitostí. Na výkresu jsou vyznačena veškerá nová zařízení. Z těchto údajů lze vyčíst veškeré dotčené parcely stavbou. Výkres je důležitý pro pracovníky stavebního úřadu.

C.3 Koordinační situační výkres

V dokumentacích týkajících se distribuční soustavy jsou na koordinačním výkresu vyznačena všechna nová zařízení (tj. nová vedení, pojistkové skříně, opěrné body apod.) a stávající zařízení jiných inženýrských sítí. Například při stavbě nového elektrického kabelového vedení se ve výkresech uvádějí veškeré jiné inženýrské sítě s okótovanými vzdálenostmi, aby byla ověřena proveditelnost.

C.4 Speciální situační výkres

3.4 D Dokumentace objektů

Dokumentace objektů podrobně zobrazuje stavební záměr. V dokumentacích pro stavbu nových inženýrských sítí se jedná například o montážní výkresy, jednopólové schémata, řezy výkopových rýh.

D.1 Charakteristické půdorysy

D.2 Charakteristické řezy

D.3 Základní pohledy

3.5 Dokladová část

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

- závazná stanoviska, stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů,
- dokumentace vlivů záměru na životní prostředí (pokud stavba podléhá posuzování vlivů na životní prostředí),
- stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury,
 - stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury k možnosti a způsobu napojení,
 - stanovisko vlastníka nebo provozovatele k podmínkám zřízení stavby, provádění prací a činností v dotčených ochranných a bezpečnostních pásmech podle jiných právních předpisů,
- geodetický podklad pro projektovou činnost,
- ostatní stanoviska, vyjádření, posudky, studie a výsledky jednání vedených v průběhu zpracování dokumentace.

KAPITOLA 4: ZÁKLADNÍ PARAMETRY DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY NÍZKÉHO NAPĚTÍ

Distribuční soustava nízkého napětí je částí energetické soustavy, která slouží k rozvodu a distribuci elektrické energie ke koncovým odběratelům, jako jsou například domácnosti, firmy a průmyslové podniky. Mezi základní parametry lze zařadit velikost a tvar napětí, frekvence, zkratová impedance, ztráty apod.

Kapitola je věnována parametrům napětí a kabelů. Tyto parametry jsou důležité pro správný návrh a provoz sítě.

4.1 Kvalita napětí

Norma ČSN EN 50160 ed.4 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných elektrických sítí udává hlavní charakteristiky napětí v místech připojení uživatelů z veřejných distribučních sítí nízkého, vysokého a velmi vysokého napětí za normálních provozních podmínek. Za mimořádný provoz se přitom považuje dočasné přerušení napájení během poruchy nebo údržby či výstavby sítě, nevyhovující stav instalace uživatele (neodpovídá podmínkám provozování DS), výjimečné situace. Mezi výjimečné situace lze zařadit mimořádné povětrnostní podmínky a přírodní katastrofy, cizí zavinění, nařízení úřadů, průmyslové činnosti, vyšší moci, nedostatek výkonu zaviněného vnějšími okolnostmi. [26]

Kvalita napětí je zkoumána z celé škály parametrů v daném bodě elektrizační soustavy. Kvalita je jeden z nejzákladnějších parametrů posuzovaných v DS. Mezi základní parametry kvality napětí patří kmitočet sítě, velikost napájecího napětí a jeho odchylky, rychlé změny napětí, krátkodobé poklesy napájecího napětí, nesymetrie jednotlivých fází, harmonická a meziharmonická napětí, krátkodobá a dlouhodobá přerušení v napájecím bodě elektrizační soustavy, vjem přepětí. [41]

Vlivem rostoucího využívání výkonové elektroniky a s tím spojeného přibývání nelineárních spotřebičů připojených do DS ve všech napěťových úrovních vznikají zpětné vlivy, které mají negativní vlivy na kvalitu napětí (velikost a tvar napětí). V důsledku toho mohou být rušivě ovlivňována elektrotechnická zařízení, která jsou připojena k DS. [41][26]

Další podkapitoly se zaměřují na charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z DS na hladině nn. Jsou popisované vybrané jevy, které norma ČSN EN 50160 ed.4 rozděluje do třech skupin:

- spojitě jevy,
- napěťové události,
- další jevy.

K „dalším jevům“ dochází, kde jsou k síti připojena napětí síťové signalizace a zařízení využívající technologii spínání režimů. Dále nebude řešeno.

4.1.1 Spojité jevy

Jedná se o odchylky napětí od jmenovité hodnoty, které jsou způsobeny především charakterem zatížení (změny zatížení nebo nelineární zatížení) nebo výroby. [12][26]

4.1.1.1 Kmitočet sítě

Kmitočet napájecího napětí je definovaný jako počet cyklů základní vlny napájecího napětí měřený po dobu určitého intervalu.

V distribučních sítích na hladině nízkého napětí a vysokého napětí musí být v soustavě se synchronním připojením střední hodnota kmitočtu základní harmonické, která je měřená v 10minutových intervalech, v mezích: [41][26]

50 Hz \pm 1 %	(tj. 49,5 – 50,5 Hz)	během 99,5 % roku
50 Hz + 4 %, 50 Hz – 6 %	(tj. 47,0 – 52,0 Hz)	po 100 % času

U systému bez synchronního připojení k propojenému systému (tj. některé ostrovní napájecí soustavy): [41][26]

50 Hz \pm 2 %	(tj. 49,0 – 51,0 Hz)	během 99,5 % roku
50 Hz \pm 15 %	(tj. 42,5 – 57,5 Hz)	po 100 % času

4.1.1.2 Odchylky napájecího napětí

Podle normy ČSN EN 50160 ed.4 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných elektrických sítí musí být velikost napětí během každého týdne 95 % průměrných efektivních hodnot napájecího napětí v měřících intervalech 10 minut v rozsahu $U_N \pm 10$ %. Dále platí, že pro sítě nízkého napětí musí všechny průměrné efektivní hodnoty napájecího napětí v měřících 10minutových intervalech musí být v rozsahu $U_N +10$ %/-15 %. [41][26][12]

4.1.1.3 Rychlé změny napětí

Rychlé změny napětí jsou definovány jako jednotlivé rychlé změny efektivní hodnoty napětí mezi dvěma po sobě jdoucími úrovněmi, které trvají nespecifikovaně konkrétní dobu.

V důsledku rychlých změn se objevu jev zvaný flickr. Jedná se o pocit nestálého zrakového vnímání vyvolaný světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální rozložení kolísá v čase.

Rychlé změny napětí jsou způsobeny především změnami zatížení nebo výroby v instalacích zákazníků. Mezi další příčiny se řadí spínací operace nebo poruchy v elektrizační soustavě. [26][12]

4.1.1.4 Nesymetrie napájecího napětí

Nesymetrie je stav, při kterém nejsou stejné efektivní hodnoty sdružených napětí nebo fázové posuny mezi sousedícími sdruženými napětími.

Za normálních provozních podmínek musí být v každém období jednoho týdne 95 % 10minutový hodnot zpětné složky napájecího napětí v rozsahu 0 % až 2 % sousledné složky. [26][12]

4.1.1.5 Harmonické a meziharmonické napětí

Harmonické napětí U_h je napětí sinusového tvaru s kmitočtem rovným celočíselnému násobku základního kmitočtu napájecího napětí. Index „h“ označuje řád harmonické napětí, který lze vyhodnocovat jednotlivě podle relativní amplitudy (harmonické napětí je vztaženo k základnímu napětí) nebo souhrnně v podobě činitele celkového harmonického rušení THD. Činitel lze určit dle vztahu a je počítán do 40. řádu všech harmonických. [26][12]

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_n}{U_n}\right)^2} \quad (4-1)$$

Sítě následně musí splňovat, že THD napájecího napětí je menší nebo rovno 8 %.

Meziharmonické napětí je definováno jako napětí sinusového tvaru s kmitočtem, který není roven celočíselnému násobku základního kmitočtu napájecího napětí. [26][12]

4.1.2 Napěťové jevy

Jedná se o náhlé a závažné odchylky od normálního nebo požadovaného tvaru vlny, které jsou typicky způsobeny neočekávanými událostmi (tj. poruchy) nebo vnějšími vlivy (tj. počasí, cizí zavinění apod.). [26][12]

Mezi napěťové jevy řadíme přerušování napájecího napětí, poklesy a zvýšení napájecího napětí přechodná přepětí. Poklesy napětí jsou nejčastěji způsobeny poruchami. Zvýšení napětí jsou obvykle způsobena spínacími operacemi a odpojováním zatížení nebo připojováním zdrojů do sítě. Přechodná přepětí v předávacích místech (tj. místo v DS, ve kterém dochází předávání elektrické energie mezi PDS a zákazníkem) jsou způsobena působením blesku (indukovaným napětím) nebo spínacími operacemi v soustavě. [26][12]

4.1.3 Ukazatele nepřetržitosti distribuce

Četnost výpadků dodávek elektrické energie je sledovaná pomocí ukazatelů nepřetržitosti dodávky elektrické energie. Množství výpadků plánovaných a nahodilých je limitováno a v případě překročení PDS je překročení sankcionováno. Mezi ukazatele nepřetržitosti dodávky elektrické energie patří:

- Průměrný počet přerušování distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném období – SAIFI. Parametr SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) je systémový ukazatel četnosti přerušování, který vyjadřuje průměrnou četnost přerušování za rok u zákazníka systému.
- Průměrná souhrnná doba trvání přerušování distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném SAIDI. Parametr SAIDI (System Average Interruption Duration Index) je systémový ukazatel trvání přerušování, který vyjadřuje průměrnou celkovou dobu přerušování za rok na zákazníka systému.
- Průměrná doba trvání jednoho přerušování distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném období CAIDI. Parametr CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) je ukazatel průměrného přerušování zákazníka vyjadřuje průměrnou dobu trvání jednoho přerušování zákazníka systému. [42][17]

4.2 Zkratová impedance (vztažná)

Zkratová impedance v síti nízkého napětí se dělí na třífázovou zkratovou impedanci a jednofázovou zkratovou impedanci.

Třífázová zkratová impedance reprezentuje impedanci sítě při symetrickém třífázovém zkratu. Při třífázovém zkratu se nezahrnuje impedanci vodiče PEN, jelikož proud v tomto vodiči je při takovém zkratu roven nule. Jednofázová zkratová impedance reprezentuje, jak již název napovídá, impedanci sítě při jednofázovém zkratu a zahrnuje tedy i impedanci vodiče PEN, protože přes tento vodič se uzavírá obvod (přes vodič PEN se vrací proud ke zdroji). [12][13]

Impedance se buďto počítá nebo měří, jelikož má velký vliv na kvalitu napětí pro připojené spotřebiče a na velikost zkratového proudu.

4.2.1 Impedance poruchové smyčky

V sítích TN-C je prováděna tzv. ochrana samočinným odpojením od zdroje. Blíže je ochrana popsána v kapitole 5.8.1.4 Ochrana samočinným odpojením od zdroje. V případě poruchy se vytvoří tzv. poruchová smyčka procházející ochranným vodičem PE spotřebiče. V této smyčce je osazen jistící prvek (pojistka nebo jistič), který při poruše zareaguje na nadproud a zapůsobí. Pro co nejrychlejší a spolehlivou reakci jistícího prvku je klíčová co nejnižší impedance poruchové smyčky. Vysoká impedance by omezila proud procházející smyčkou a mohla by zabránit správné funkci jistícího prvku. Z toho vyplývá, že impedance by měla být co nejnižší pro zajištění správné funkce jistícího prvku. [12][13]

4.3 Parametry kabelových vedení

Mezi základní parametry kabelů patří velikost činného odporu, indukčnosti, svodu a kapacity. Tyto parametry jsou důležité pro správný návrh vedení a hlavně pro popis jevů při různých provozních stavech. U napěťové hladiny nn se u kabelových vedení uvažuje pouze činný odpor a v některých případech i indukčnost. Ostatní parametry jsou zanedbatelné. [30]

Nicméně zmíněné parametry velmi často udává výrobce kabelu. Příklady pro kabel typu 1-AYKY-J různých průřezů je uveden v tab. 4-1.

Tab. 4-1 Technické parametry kabelů 1-AYKY-J; zdroj: převzato z technického standardu PDS.

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Počet a průřez žil (mm ²)	Průměr kabelu (inf.) (mm)	Hmotnost (inf.) (kg · km ⁻¹)	Induktivní reaktance ωL ($\Omega \cdot \text{km}^{-1}$)	Max. činný odpor vodivých jader při 20 °C ($\Omega \cdot \text{km}^{-1}$)	Proudová zatížitelnost	
3						na vzduchu	v zemi
4						A	A
5	4x25	24	830	0,089	1,200	81	103
6	4x35	26,5	1020	0,086	0,868	99	123
7	4x50	30	1370	0,086	0,641	119	144
8	4x70	33,5	1750	0,083	0,443	152	197
9	3x120+70	38,5	1950	0,081	0,253/0,443	216	245
10	3x240+120	54	3800	0,080	0,125/0,253	338	364
11	4x240	56	4129	0,080	0,125	338	364

4.3.1 Činný odpor

Činný odpor vedení závisí na řadě faktorů. Jedná se především o materiál vodiče, teplotu, skin efekt atd. Velikost činného odporu R u souměrně ztíženého třífázového vedení (tj. také trojžilového kabelu) se vypočítá dle vztahu (4-2). [30]

$$R = \frac{\rho}{S} (\Omega \cdot \text{km}^{-1}) \quad (4-2)$$

kde: ρ ... měrný odpor (rezistivita) materiálu ($\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{km}$)
 S ... průřez vodiče (mm^2)

Referenční rezistivita materiálu je stanovena při teplotě 20 °C. V případě potřeby výpočtu činného odporu při jiné teplotě. Je třeba změnu rezistivity vlivem teploty přepočítat dle vztahu (4-3). [30]

$$\rho = \rho_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (t - t_0)] (\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{km}) \quad (4-3)$$

kde: ρ_0 ... měrný odpor (rezistivita) materiálu při 20 °C ($\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{km}$)
 α ... teplotní součinitel odporu ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
 t ... aktuální teplota ($^{\circ}\text{C}$)
 t_0 ... referenční teplota ($^{\circ}\text{C}$)

4.3.2 Indukčnost

Indukčnost trojfázové plastového kabelu, za podmínky že indukčnosti jednotlivých fázových vodičů mají stejné velikosti, lze stanovit dle (4-4). [30]

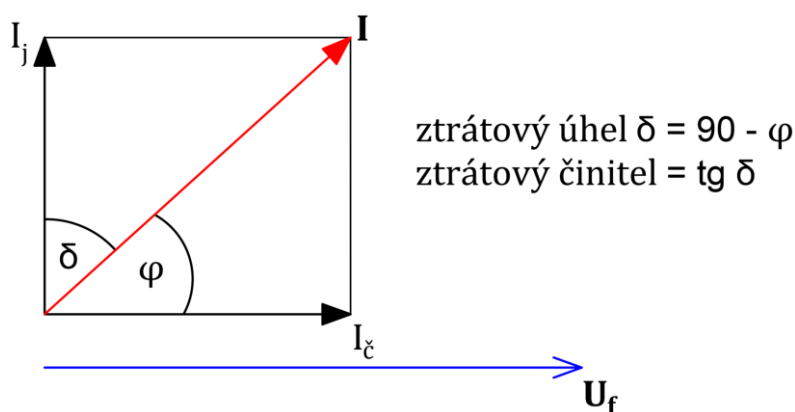
$$L = 0,46 \cdot \log \frac{a_s}{r} 0,05 (\text{mH} \cdot \text{km}^{-1}) \quad (4-4)$$

kde: a_s ... střední vzdálenost vodičů (m)
 r ... poloměr vodiče (m)

Vliv vířivých proudů se projevuje pouze u jednožilových kabelů s kovovým pláštěm nebo pancířem (například vysokonapěťové kabely). [30]

4.3.3 Svod

Velikost svodu kabelového vedení je ovlivněna dielektrickými ztrátami v izolaci jednotlivých žil. Tyto ztráty lze určit pomocí ztrátového činitele $\text{tg}(\delta)$, který je definován tangens doplňku fázového posunu proudu vůči napětí. [30]



Obr. 4-1 Ztrátový činitel; zdroj: autor.

Hodnota dielektrických ztrát P_d trojfázového vedení je dána vztahem (4-5) pro činný výkon.

$$P_d = 3 \cdot U_f \cdot I_j \cdot \operatorname{tg} \delta = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_j \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (\text{W}) \quad (4-5)$$

kde: U_f ... fázové napětí (V)
 U ... sdružené napětí (V)
 I_j ... jalový proud (A)

Po vyjádření I_j z rovnice pomocí Ohmova zákona pro reaktanci dostáváme vztah pro ztráty (4-6).

$$P_d = \omega \cdot C \cdot U^2 \operatorname{tg} \delta \quad (\text{W}) \quad (4-6)$$

kde: U ... sdružené napětí (V)
 ω ... kruhová frekvence ($\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$)
 $\operatorname{tg} \delta$... ztrátový činitel (-)

Hodnota svodu G o délce vedení l pro napětí U je následně dána vztahem (4-7).

$$G = \frac{P_d}{U^2 \cdot l} \quad (\text{S}) \quad (4-7)$$

kde: P_d ... dielektrické ztráty (W)
 U ... sdružené napětí (V)
 l ... vzdálenost vodiče (m)

4.3.4 Kapacita

Kapacita kabelů je závislá na jejich konstrukci a způsobu uložení. U jednožilových a vícežilových kabelů s kovovým pláštěm se uplatňuje pouze kapacita vůči stínění, která je zároveň kapacitou provozní. Naopak u vícežilového kabelu se společným kovovým pláštěm se vyskytují kapacity mezi jednotlivými žilami a kovovým pláštěm a vzájemné kapacity jednotlivých žil.

Kapacity kabelů dosahují mnohem větších hodnot (až 50násobných) oproti kapacitám venkovních vedení. [34]

KAPITOLA 5: DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ

Práce se zabývá výstavbou nového kabelového vedení. Z tohoto důvodů je třeba problematice dimenzování kabelových vedení věnovat pozornost. Projektant při navrhování staveb, kde dochází k výměně vzdušné přípojky za zemní kabelovou, je povinen navrhnout i technické řešení pro nové HDV. V případě zakázek pro PDS je u nově budovaných distribučních kabelů (mimo HDV) určen průřez i typ nového kabelového vedení. Technik rozvoje při zadávání stavby na základě naměřených dat z odběrných míst a s ohledem na ekonomickou stránku výstavby zadá průřez nového kabelového vedení.

Kabelové vedení se dimenzují, tak aby splňovaly požadavky na:

- dovolené oteplení,
- mechanickou pevnost,
- odolnost vůči účinkům zkratového proudu,
- dovolené úbytky napětí,
- hospodárnost provozu,
- spolehlivou funkci ochrany před úrazem elektrickým proudem. [18]

5.1 Určení výpočtového zatížení a proudu vedení

Při návrhu nových kabelových vedení musí být určen maximální odběr, na který musí být nové kabelové vedení dimenzováno. Na tento odběr musí být dimenzován napájecí zdroj, jistící prvky, pojistkové skříně atd.

Pokud bychom kabelové vedení dimenzovali na prostý součet instalovaných příkonů (vyjadřuje kolik elektrické energie jsou spotřebiče schopny maximálně odebírat) všech zapojených spotřebičů, jednalo by se o nevhodné dimenzování. Jelikož je velmi malá pravděpodobnost současného provozu všech připojených spotřebičů a jejich současné práce na plný výkon. Z tohoto důvodů je nutné určit tzv. výpočtové zatížení P_V (někdy odznačován jako soudobý výkon). [18]

Pro určení výpočtového zatížení je nutné znát činitel náročnosti, který lze vypočítat z činitelů zatížitelnosti a činitele současnosti. Činitel současnosti k_s určuje poměr současně připojených spotřebičů a celkového instalovaného výkonu. Parametr lze stanovit na základě vztahu (5-1). [39]

$$k_s = \frac{\sum P_{iS}}{\sum P_i} (-) \quad (5-1)$$

kde: P_{iS} ... celkový instalovaný výkon současně připojených spotřebičů (W)
 P_i ... celkový instalovaný výkon (W)

Činitel zatížitelnosti k_z vyjadřuje poměrné zatížení současně připojených spotřebičů dané skupiny. Činitel lze vypočítat dle vztahu (5-2).

$$k_z = \frac{\sum P_S}{\sum P_{iS}} (-) \quad (5-2)$$

kde: P_S ... okamžitý výkon současně připojených spotřebičů (W)
 P_{iS} ... celkový instalovaný výkon současně připojených spotřebičů (W)

Činitel náročnosti β se stanoví na základě výpočtu (5-3).

$$\beta = \frac{k_s \cdot k_z}{\eta_m \cdot \eta_s} \quad (-) \quad (5-3)$$

kde: k_s ... činitel náročnosti dané skupiny spotřebičů a druhy provozů (-)
 k_z ... činitel zatížitelnosti (-)
 η_m ... účinnost spotřebičů při daném zatížení (-)
 η_s ... účinnost napájecí soustavy (-)

Výpočtové zatížení P_V pro homogenní skupinu spotřebičů se určí na základě rovnice (5-4).

$$P_V = \beta \cdot \sum P_i \quad (W) \quad (5-4)$$

kde: β ... činitel náročnosti dané skupiny spotřebičů a druhy provozů (-)
 P_i ... výkony jednotlivých instalovaných spotřebičů, tzv. instalovaný výkon (-)

V případě nehomogenní skupiny spotřebičů je nutné výpočtové zatížení ověřit na tři největší spotřebiče. [39]

Z výpočtového zatížení lze následně určit výpočtový proud I_V . Výpočet proudu pro případ trojfázového rozvodu je uveden v rovnici (5-5).

$$I_V = \frac{P_V}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (A) \quad (5-5)$$

kde: U ... sdružené napětí (V)
 $\cos \varphi$... střední účinník pro danou skupinu zatížení (-)

5.2 Dimenzování vedení s ohledem na přípustné oteplení

Průchod elektrického proudu vodičem způsobuje jeho zahřívání. Množství vyvinutého tepla závisí na odporu vodiče a na druhé mocnině procházejícího proudu. V ustáleném stavu se vyvinuté teplo ve vodiči rovná teplu předanému do okolí a je přímo úměrné teplotnímu rozdílu mezi vodičem a okolím. [18]

Teplota vodiče nesmí dlouhodobě překročit teplotu, která by vedla ke zkrácení životnosti jeho izolace. Izolace vodičů a kabelů je méně odolná než kovové jádro, proto je nejvyšší dovolená teplota vodiče dána druhem izolace. [18]

Na oteplení vodiče kromě velikosti procházejícího proudu má vliv také teplota okolí a možnosti odvodu tepla z povrchu vodiče, které závisí na jeho způsobu uložení. Například kabel uložený v zemi se chladí lépe než kabel na volném vzduchu. Naproti tomu kabel v plastové izolační trubce se chladí hůře než kabel uložený volně. [18]






Výrobce udává pro každý typ vodiče a kabelu jmenovitou proudovou zatížitelnost I_{NV} (při uložení ve vzduchu a v zemi při konkrétní teplotě). Tato hodnota však slouží pouze jako referenční údaj a je nutné ji upravit na dovolené proudové zatížení I_{DOV} , které zohledňuje skutečné podmínky instalace, jako je způsob uložení vodiče a okolní teplotu apod. [18]

$$I_{DOV} = I_{NV} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_i \text{ (A)} \quad (5-6)$$

kde: $k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_i \dots$ součinitelé, respektující snížení zatížení v závislosti na způsobu uložení vodiče, jeho seskupení, okolní teplotu atd.

Norma ČSN 33 2000-5-523 Elektrické instalace budov - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech uvádí technické parametry většiny vodičů a kabelů vyráběných v České republice, rozlišuje několik způsobu uložení vodičů označených písmeny A až Q. Význam některých písmen je uveden v tab. 5-1. [18]

Tab. 5-1 Označení způsobu uložení. [18]

způsob uložení	označení	popis
	A	Izolované vodiče v trubkách zapuštěných v izolačních stěnách.
	B	Izolované vodiče v trubkách nebo lištách na stěně.
	C	Kabely vícežilové na zdi., ve zdivu, na podlaze
	D	Kabely vícežilové v trubkách v zemi, nebo přímo v zemi.
	E	Kabely 2+3 žilové na vzduchu

5.3 Dimenzování vedení s ohledem na účinky zkratových proudů

Při provozu vedení může dojít k průrazu izolace v důsledku vnějších vlivů a k následnému dotyku živých částí nebo živé části s neživou částí⁷. Dotyk tzv. zkrat je následně odpojen ochranným prvkem (pojistkou, jističem nebo jinou ochranou), avšak po určitou krátkou dobu (setiny sekundy až jednotky sekund) protéká obvodem zkratový proud (zkratový proud je mnohonásobně větší než nominální proud). Důsledkem zkratových proudů je namáhání vodiče, které lze rozdělit na mechanické (dva vodiče protékané proudem na sebe působí silou) a tepelné (zahřívání). [18]

Silové účinky jsou nebezpečnější tam, kde jsou vodiče pevné uloženy, například přípojnice připevněné na izolátorech, kde by vyvolaná síla mohla přípojnicí vytrhnout z izolátoru. [18]

⁷ Záležení na typu sítě.

Sílu působící mezi dvěma rovnoběžnými vodiči lze určit vztahem (5-7).

$$F = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I^2}{a} \cdot l \text{ (N)} \quad (5-7)$$

kde: I ... proud protékající vodičem (A)
 a ... vzdálenost mezi vodiči (m)
 l ... délka vodičů (m)

Například při proudu 15 kA, délce vodičů 1 m a vzdálenosti mezi vodiči 30 cm je síla vyvolaná zkratovým proudem 150 N.

Tepelné účinky zkratových proudů je důležité sledovat u volně uložených vodičů a kabelů. V důsledku zkratového proudu dochází k nadměrnému ohřátí vodiče (při zkratu teplota i nad 200 °C, které by mohlo způsobit požár a u izolovaných vodičů poškození izolace. [18]

Čím větší průřez vodiče je použit, tím menší má odpor. To vede k menšímu vývoji tepla vlivem zkratového proudu. Zároveň má vodič s větším průřezem větší tepelnou setrvačnost, takže se při zkratu méně zahřeje. [18]

Při návrhu průřezu vedení s ohledem na zkratové účinky je důležité zohlednit tzv. zkratový výkon. Jedná se o maximální výkon, který může být dodán do místa zkratu v daném časovém intervalu. Další důležitým parametrem je počáteční rázový zkratový proud, tj. proud, který teče v daném místě rozvodu v prvním okamžiku po zkratu, než zareagují ochranné prvky. Tato hodnota se liší v závislosti na umístění v síti (například v blízkosti transformátoru bude zkratový proud mnohem větší než na konci několikakilometrového vedení). [18]

Minimální průřez vodičů lze stanovit dle vztahu (5-8), který zohledňuje tepelnou kapacitu materiálu vodiče, délku a velikost zkratového proudu.

$$S_{\min} = \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{\sqrt{c_0 \cdot \frac{(20 + \vartheta_f)}{\rho_{20}} \cdot \ln\left(\frac{\vartheta_f + \vartheta_k}{\vartheta_f + \vartheta_1}\right)}} \text{ (mm}^2\text{)} \quad (5-8)$$

kde: I_{ke} ... ekvivalentní oteplovací proud (A)
 t_k ... čas trvání zkratu (s)
 c_0 ... tepelná objemová kapacita vodiče ($\text{J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{°C}^{-1}$)
 ϑ_f ... fiktivní teplota vodiče dle jeho materiálu (°C)
 ρ_{20} ... odpor vodiče při 20 °C ($\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$)
 ϑ_k ... maximální dovolená teplota při zkratu (°C)
 ϑ_1 ... maximální dovolená provozní teplota vodiče (°C)

Navržený skutečný průřez vodiče musí být roven nebo větší než vypočítaný průřez vodiče.

5.4 Dimenzování vedení s ohledem na mechanické namáhání

Vodiče musí být konstruovány tak, aby odolaly různým formám mechanického namáhání, které může nastat při jejich instalaci nebo provozu. [18]

Vodiče pro vnitřní rozvod jsou vystaveny největšímu mechanickému namáhání během instalace vodiče a působení zkratových proudů. U venkovního vedení se k mechanickému namáhání při montáži přidává navíc namáhání povětrnostními vlivy, zejména námraza a síla větru. Průřezy vodičů musí být dimenzovány tak, aby byly dostatečně mechanicky odolné vůči nejvyšším

namáháním, která mohou během provozu nastat. Normy stanovují minimální průřezy pro jednotlivé druhy vedení, ale také jejich upevnění. Například pro veškeré elektrické přípojky je stanoven nejmenší průřez na 16 mm² a pro HDV je stanoven nejmenší průřez na 10 mm². [18]

5.5 Dimenzování vedení podle dovoleného úbytku napětí

Na vedení protékaném proudem I dochází k úbytku napětí v důsledku impedance vedení, která se skládá z činného odporu R a reaktance X . Úbytek napětí ΔU vede k poklesu napětí na spotřebiči, což může ovlivnit jeho provozní vlastnosti (například moment motoru). Z tohoto důvodu jsou úbytky napětí ΔU limitovány a jsou závislé na druhu rozvodu. [18]

Pro třífázové střídavé vedení při účinníku $\cos \varphi > 0,5$ se úbytek napětí určití dle rovnice (5-9).

$$\Delta U_f = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (\text{V}) \quad (5-9)$$

kde: ΔU_f ... úbytek fázového napětí (V)

R ... činný odpor (Ω)

I ... proud (A)

φ ... fázový posun, fázový rozdíl střídavého napětí a proudu ($^\circ$)

X ... reaktance (Ω)

Pro větší přehlednost je vhodné úbytek napětí ΔU_f uvádět v jeho poměrné hodnotě. Poměrná hodnota fázového úbytku napětí se vypočítá dle vztahu (5-10).

$$\Delta u_f = \frac{\Delta U}{U_f} \cdot 100 = (R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{U_f} \quad (\%) \quad (5-10)$$

Pro třífázové střídavé vedení při účinníku $\cos \varphi < 0,5$ se úbytek napětí určití dle rovnice (5-11).

$$\Delta U_f = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi + \frac{(R \cdot I \cdot \sin \varphi - X \cdot I \cdot \cos \varphi)^2}{2 \cdot U_f} \quad (\text{V}) \quad (5-11)$$

U jednofázových střídavých vedení vzniká úbytek napětí na fázovém i nulovém vodiči a má v případě stejné velikosti proudu, účinníku, odporu, reaktance, dvojnásobnou hodnotu oproti třífázovému vedení. [18]

V případě stejnosměrných vedení se neuplatní reaktance vedení, tedy $X = 0$ a $\cos \varphi = 0$.

Procentní hodnota úbytku napětí se poté vypočítá dle vztahu (5-12).

$$\Delta u = 2 \cdot R \cdot I \cdot \frac{100}{U} \quad (\%) \quad (5-12)$$

U vedení nn s průřezem vedení do 16 mm² je úbytek napětí na reaktanci téměř zanedbatelný. Z tohoto důvodu je uvažován pouze úbytek na činném odporu vedení. Parametry vedení (odpor a reaktance) výrobce nejčastěji uvádí v měrné délce ($\Omega \cdot \text{km}^{-1}$). Příklad jsou uvedeny v tab. 5-2. [18]

Tab. 5-2 příklady hodnot parametrů pro kabelová a holá vedení. [18]

1	2	3	4	5	6
2	Průřez S (mm ²)	Kabelová vedení		Holá vedení	
3		r (Ω/km)	x (Ω/km)	r (Ω/km)	x (Ω/km)
4	4	4,7	-	-	-
5	6	3,133	0,09	-	-
6	10	1,88	0,085	-	0,346
7	16	1,18	0,008	1,88	0,338
8	25	0,752	0,078	1,215	0,325
9	35	0,537	0,075	0,778	0,311

Činný odpor vedení je možno určit úpravou vztahu (4-2). Po úpravě dostáváme známý vztah (5-13).

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \quad (\Omega) \quad (5-13)$$

kde: ρ ... měrný odpor (rezistivita) materiálu vodiče (Ω · m)
 S ... průřez vodiče (m²)
 l ... délka vodiče (m)

Průřez vodiče musí být navržen tak, aby při nejvyšším předpokládaném zatížení nepřekročil úbytek napětí hodnotu povolenou normou. [18]

5.6 Dimenzování vedení s ohledem na hospodárnost

Hospodárnost dimenzování vedení je důležitým ekonomickým aspektem. Zvolí-li se nadbytečně velký průřez vodičů, realizace daného projektu se zbytečně prodraží. Na druhou stranu s rostoucím průřezem klesá činný odpor, čímž se snižují i Jouleovy ztráty. Díky tomu je provoz levnější. [18]

Cílem návrhu je nalezení hospodárného průřezu vedení, který minimalizuje celkové náklady během předpokládané životnosti a při daném provozním zatížení.

5.7 Dimenzování vedení s ohledem na správnou funkci ochrany před úrazem elektrickým proudem

Průřez pracovního a ochranného vodiče je nutné volit tak, aby impedance vypínací smyčky nepřekročila hodnotu, vyplývající z podmínky pro vypnutí ochranného prvku (přístroje) v požadované době. Doba je závislá na tom, zda se jedná o přenosný spotřebič s držením v ruce při jeho používání nebo pevně umístěný spotřebič. Nejdelší možné doby odpojení pro síť TN jsou závislé na velikosti napětí vodiče proti zemi a jsou uvedeny v tab. 5-3 (pro DS v sítích nn je doba vypnutí upravena PNE 33 000-1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě upravena na 30 s). [18]

Tab. 5-3 Nejdelší možné časy odpojení pro síť TN v závislosti na velikosti napětí. [18]

1	2	3	4	5	6	7
2	Druh zařízení	Smluvní vypínací časy				
3		120 V	230 V	277 V	400 V	580 V
4	držené v ruce	0,8 s	0,4 s	0,4 s	0,2 s	0,1 s
5	pevné	5 s				

5.8 Jištění

Účelem jištění je preventivní ochrana před škodami zařízení a ohrožením osob před úrazem elektrickým proudem. Jeho implementace spočívá v eliminaci nenormálních stavů a minimalizaci rizik vzniku následných poruch. Za nenormální stav lze považovat přetížení, zkrat, zemní spojení, přerušení obvodu atd. [18][36]

Podle časové následnosti reakce rozdělujeme jištěné jevy do dvou skupin:

1. Skupina obsahuje poruchy vyžadující okamžitý, přímý a na napětí sítě nezávislý zásah ochrany. Jedná se především o zkrat.
2. Skupina obsahuje nebezpečné stavy dovolující zpožděný zásah. Jedná se například o přetížení, zemní spojení. Ve většině zmíněných případů dochází k vyhodnocení stavu, jeho signalizaci a k následnému řízenému vypnutí obvodu. [18]

5.8.1 Požadavky na jisticí přístroje

Mezi hlavní základními požadavky kladené na jisticí přístroje v sítích na hladině nn spadá:

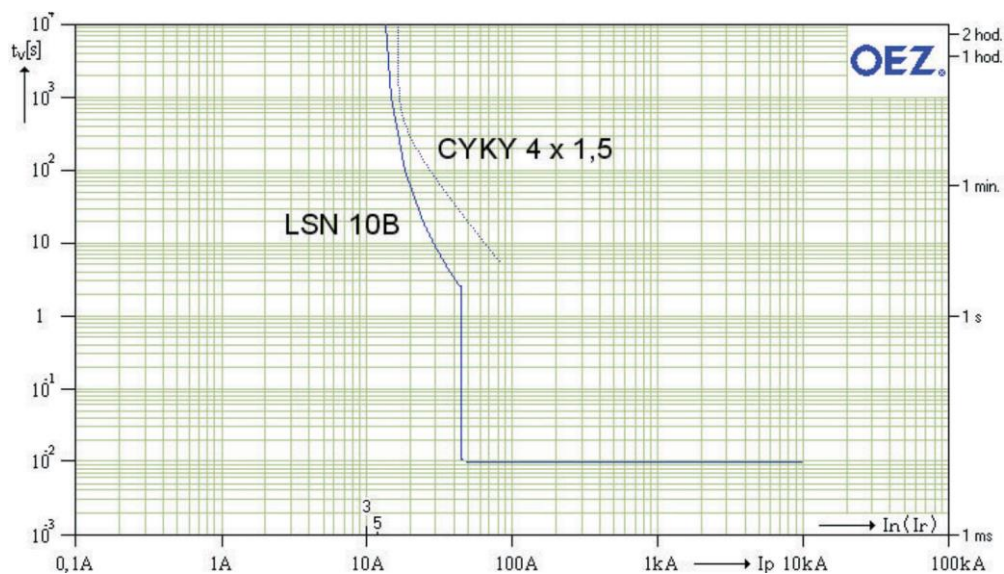
- ochrana elektrického zařízení před nadproudy,
- selektivita jisticích přístrojů,
- omezování proudu a kaskádování,
- ochrana samočinným odpojením od zdroje. [18]

5.8.1.1 Ochrana elektrického zařízení před nadproudy

Ochrana elektrického zařízení před nadproudy spočívá v ochraně zařízení před tepelnými a elektrodynamickými účinky nadproudů s tolerancí dovoleného krátkodobého přetěžování. Zároveň pro elektrického zařízení musí být zajištěna:

- možnost trvalého zatěžování,
- ochrana proti nedovoleným přetížením,
- ochrana proti zkratovým proudům. [18]

Při ochraně proti nedovolenému přetížení musí jisticí prvek vypnout dříve, než dojde k poškození elektrického zařízení (k nedovolenému oteplení). Při dimenzování je ochrana ověřena skrze vypínací charakteristiku, do které je promítnuta vypínací charakteristika jisticího prvku a přetěžovací charakteristika zařízení. Pokud je ochrana zajištěna vypínací charakteristikou leží celá vlevo respektive pod přetěžovací charakteristikou zařízení. Ukázka je uvedena obr. 5-1. [18][36]



Obr. 5-1 Vypínací charakteristika jističe LSN 10B a přetěžovací charakteristika jištěného kabelu CYKY 4 x 1,5 mm²; přetěžovací charakteristika kabelu CYKY 4 x 1,5 stanovena v souladu s normami ČSN 33 2000-4-43 a ČSN 33 2000-5-523 pro způsob uložení B, 2 seskupené obvody, teplotu okolí: 30 °C; zdroj: [36].

Ochrana proti zkratovým proudům spočívá ve vypnutí obvodu jisticím prvkem dostatečně rychle a spolehlivě. To znamená, že jmenovitá zkratová vypínací schopnost (I_{cu}) jisticího přístroje musí být větší nebo rovna hodnotě zkratového proudu I_k , který se může vyskytnout v místě poruchy, tj. $I_{cu} \geq I_k$. [36]

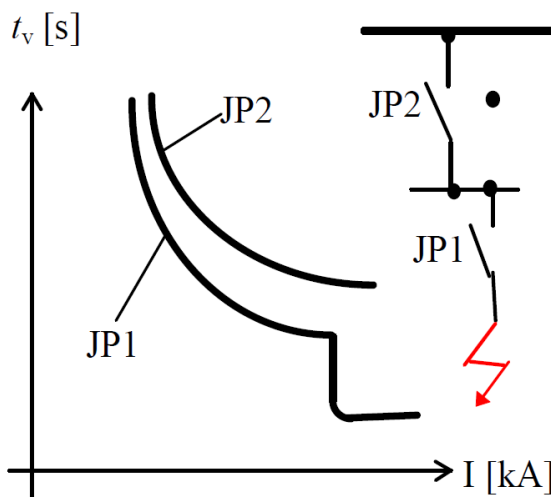
5.8.1.2 Selektivita jisticích přístrojů

Selektivita mezi jisticími přístroji v obvodu zajišťuje, že při poruše zapůsobí ochranný prvek, který je nejbližší k závadě. Tím se dosahuje požadovaného postupu vypínání s cílem minimalizovat ztráty, neboť neporušené větve v rozvodu nejsou omezeny. Selektivitu lze dosáhnout volbou jisticího přístroje, jeho charakteristikou nebo nastavením. V praxi se nejčastěji selektivitu nejčastěji dosahuje odstupňováním jmenovitých proudů jisticích přístrojů. Další možností je použít jisticí přístroje s časovým zpožděním, blíže ke spotřebiči je instalován rychlejší jisticí přístroj, se vzrůstající vzdáleností od spotřebiče je použit přístroj s větším časovým zpožděním. [18][36]

Z hlediska působení v rozsahu velikosti zkratového proudu lze selektivitu rozdělit na

- plnou,
- částečnou (působí do určité hodnoty zkratového proudu).

V oblasti nadproudů do hodnoty vybavovacího proudu lze selektivitu u jisticích přístrojů jednoduše zjistit z jejich vypínacích charakteristik. Pro dosažení selektivitu je nutné, aby vypínací oblast předřazeného jisticího prvku ležela nad nebo vpravo od vypínací charakteristiky přiřazeného prvku. Příklad je uveden na obr. 5-2. [18][36]



Obr. 5-2 Selektivita jištění při poruše; kde JP je jistící prvek; t_v je celkový čas vypnutí zkratového proudu; zdroj: [18].

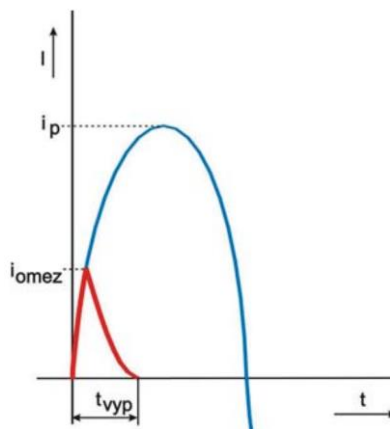
5.8.1.3 Omezení zkratového proudu a kaskádování

Vypínací čas běžných jističů není kratší než 10 ms. To znamená, že zkratový proud stačí dosáhnout své maximální vrcholové hodnoty a tím i maximální hodnoty dynamické síly. Také Jouleův integrál (oteplení) dosáhne značné hodnoty. Při překročení dovolených hodnot jištěného zařízení je nezbytné použít omezující jistící prvek (nejčastěji pojistka), který omezí zkratový proud a minimalizuje Jouleův integrál. Omezující jistící prvek tak vypíná zkratový proud dříve, než dosáhne svého maxima. Porovnání průběhu zkratového proudu bez omezení a s omezením, je uvedeno na obr. 5-3. [18] [36]

Například pro ochranu vodičů před nedovolenými tepelnými účinky zkratových proudu musí platit vztah (5-14):

$$[I^2 \cdot t] \leq k^2 S^2 \quad (5-14)$$

kde: $[I^2 \cdot t]$... Jouleův integrál charakterizující energii propuštěnou jističem ($A^2 \cdot s$)
 k ... činitel zohledňující vlastnosti jádra a izolace vodiče (-)
 S ... průřez vodiče (mm^2)



Obr. 5-3 Porovnání průběhu omezeného a neomezeného zkratového proudu; kde i_{omez} a i_o je vrcholová hodnota omezeného proudu; i_p je vrcholová hodnota neomezeného proudu; t_{vyp} je celkový čas vypnutí zkratového proudu omezujícím jistícím prvkem. Zdroj: [36].

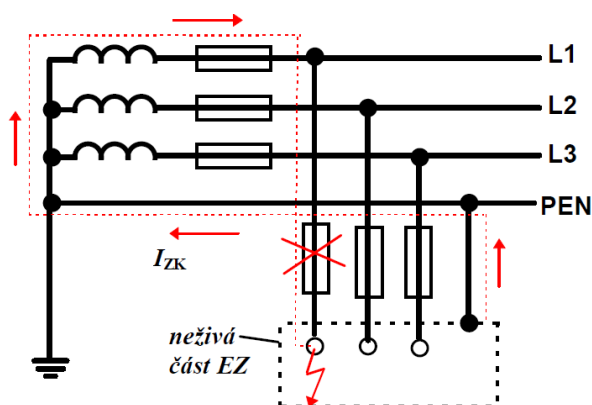
5.8.1.4 Ochrana samočinným odpojením od zdroje

Jedná se nejrozšířenější druh ochrany, kterou lze použít ve všech druzích sítí. Při poruše, kdy dojde ke spojení živé části zařízení s neživou částí (například při porušení izolace, zalití vodou), dojde ke zkratu. V takovém případě se dříve neživá část zařízení stává živou, která je nebezpečná na dotek.

Zkratový proud prochází od zdroje fázovým vodičem L1 přes jistící prvek do místa poruchy a zpět přes ochranný vodič, tzv. PEN ke zdroji. Dráha zkratového proudu, tzv. impedanční smyčka musí mít malou impedanci, aby velikost zkratového proudu byla rovna nebo větší než je velikost proudu jistícím přístrojem zajišťující vypnutí v požadované době. Velikost proudu jistícím prvkem se stanoví z jeho vypínací charakteristiky pro maximální dobu odpojení 5 s (čas odpojení pro síť TN v DS je normou PNE 33 000-1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě upraven na 30 s). Velikost zkratového proudu lze stanovit dle vztahu (5-15). [36]

$$I_{ZK} = \frac{U}{Z} \text{ (A)} \quad (5-15)$$

kde: U ... napětí obvodu (V)
 Z ... impedance poruchové smyčky (Ω)



Obr. 5-4 Princip ochrany samočinným odpojením od zdroje; zdroj: [18].

KAPITOLA 6: POSTUP ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU STAVBY V DISTRIBUČNÍ SOUSTAVĚ

Kapitola popisuje postupy a důležité kroky, kterými se projekční kancelář, respektive projektant stavby musí provést při tvorbě projektové dokumentace. Některé kroky jsou uváděny na reálném příkladu rekonstrukce vzdušného vedení a výstavby nového kabelového vedení na hladině nízkého napětí.

6.1 Důvod stavby

Důvodem vyvolání stavby PDS je připojení nové bytové zóny v obci Poděvousy. Konkrétně se jedná o připojení 14 nových odběrů, z nichž je 13 odběrů o velikosti hlavního jističe 3 x 25 A a 1 odběr o velikosti hlavní jističe 3 x 16 A. Stávající distribuční soustava v obci s ohledem na budoucí výstavbu domů včetně nových elektrických přípojek bude v dotčené části rekonstruována a posílena.

V rámci stavby bude v části dotčeného území stávající vzdušné vedení včetně stávajících elektrických přípojek vyměněno za nové kabelové vedení. Dále bude provedeno posílení výkonu na stávající DTS. Jedná se o výměnu stávajícího Tr a výzbroje.

6.2 Zadání stavby

Na základě parametrů stávající elektrické sítě a přijatých žádostí PDS vyhodnotí technik rozvoje PDS technické řešení. Následně je vytvořeno zadání stavby, které je předáno či vybráno v rámci výběrového řízení projekční kanceláři.

Zadání stavby obsahuje:

- číslo stavby,
- obecné údaje a bližší specifikace stavby,
- seznam příloh a požadovanou dokumentaci,
- příčinu vyvolání stavby,
- technické řešení a situační schéma,
- vyjádření ostatních oddělení.

Technické řešení v případě stavby v obci Poděvousy bylo zadáno ve znění:

Dle PDS: *"Na stávající distribuční trafostanici DO_0249 bude vyměněn stávající transformátor 160kVA za nový 400 kVA, včetně výměny stávajícího rozvaděče za nový s odpovídajícím jištěním a stejným počtem vývodů.*

Z rozvaděče DTS bude vyvedeno nové podzemní vedení 2x AYKY 240+120, které bude zavedeno do nové rozpojovací skříně SD822 na pozemku p.č. 69/9.

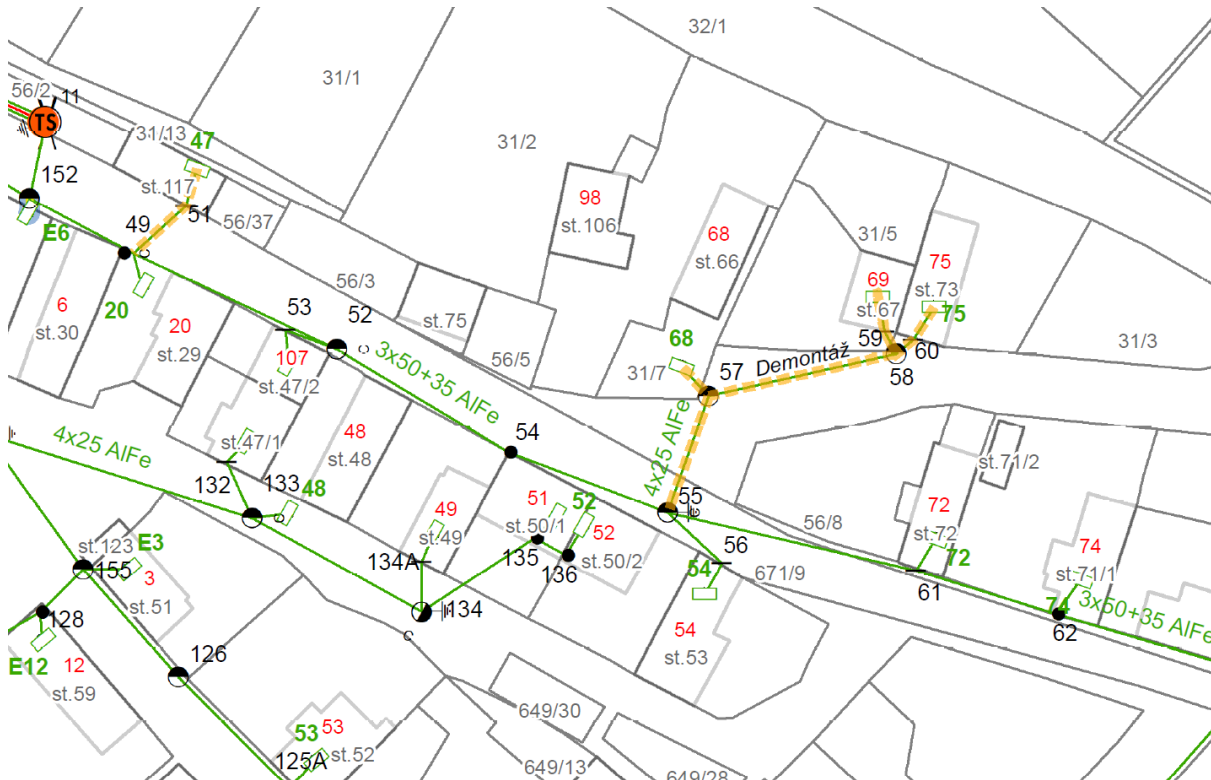
První AYKY 240 bude smyčkovat novou SS100 pro objekt obecního úřadu č.p.47 a poté zavedena na jednu stranu SD822. Z této strany SD bude dále vyvedeno nové vedení AYKY 120, které bude smyčkovat nové SS100/200 pro objekty č.p. 68, 69 a 75.

Druhá AYKY 240 bude vedena jako přímá na druhou stranu SD822. Z této strany bude poté pokračovat AYKY 240 až do zájmové lokality, kde bude smyčkovat nové přípojkové skříně SS200 pro vždy dvě sousední parcely a bude zakončeno v rozpojovací skříně SR502 u pozemku p. č. 711. Z této SR502 bude zároveň připojen tento pozemek.

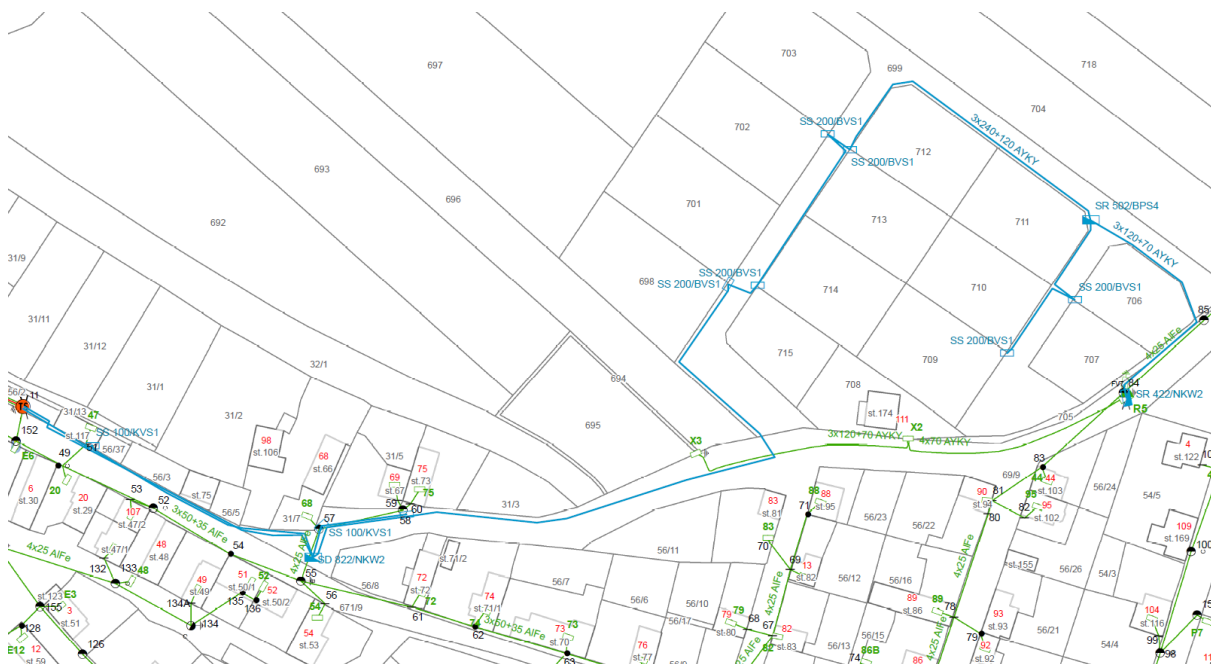
Dále bude z SR502 vyvedeno vedení AYKY 120, které bude smyčkovat SS200 pro pozemky p.č.707+706 a p.č.709+710.

Z SR502 poté pokračovat AYKY 120 do rozpojovací skříně R5, která bude vyměněna za novou SR422 včetně přepojení stávajících vývodů.

Vzdušné vedení demontovat dle plánu demontáže.“



Obr. 6-1 Situace demontáže; zdroj: PDS.

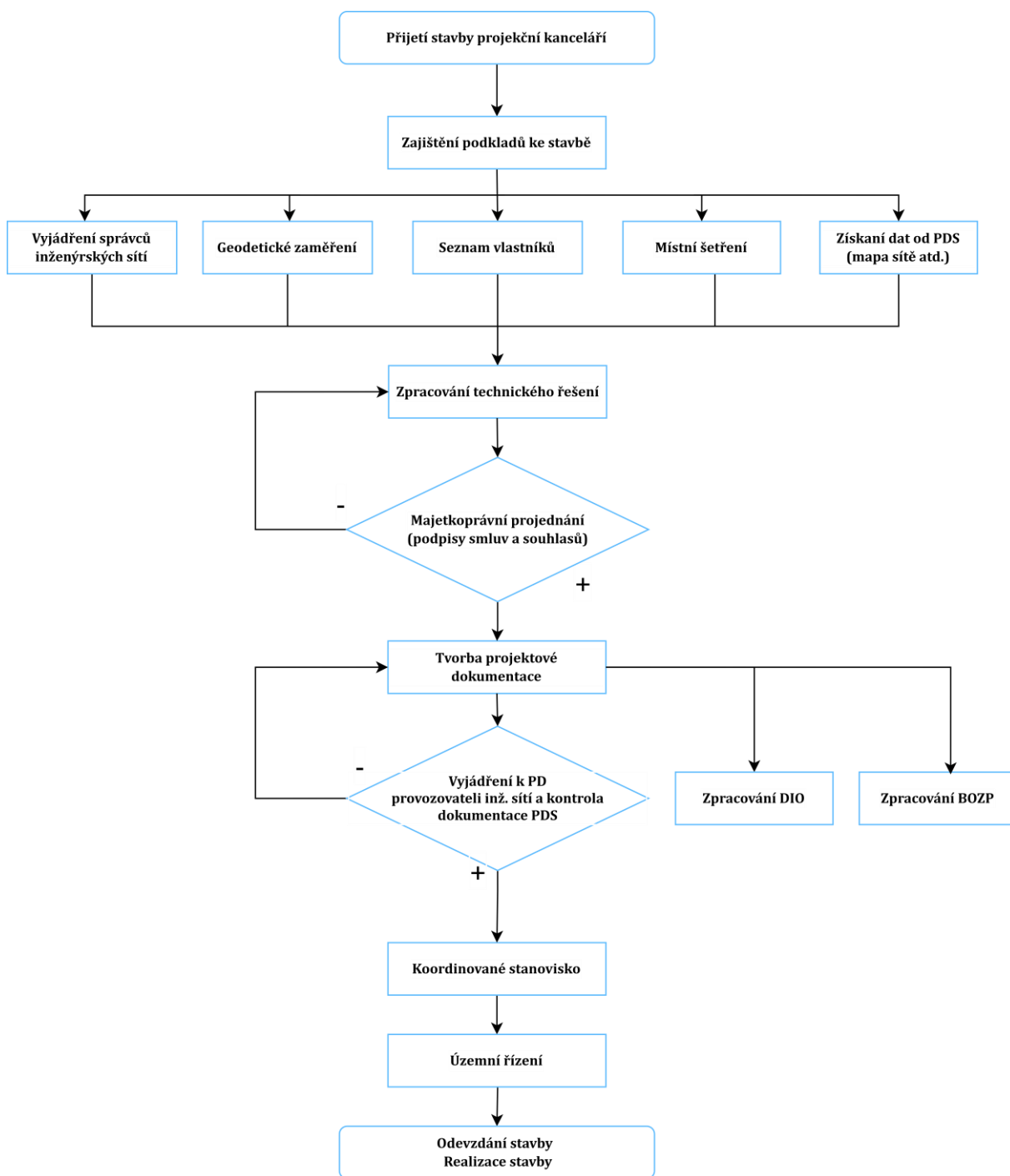


Obr. 6-2 Situace montáže; zdroj: PDS.

6.3 Postup projektu

Podkapitola je věnována klíčovým fázím projektu, než může být zrealizován. Kroky lze rozdělit do těchto částí:

1. přijetí projektu,
2. předprojektová příprava,
3. tvorba návrhu technického řešení,
4. majetkoprávní projednání,
5. tvorba projektové dokumentace,
6. získání souhlasu dotčených orgánů a správcům inženýrských sítí,
7. získání souhlasu stavebního úřadu a
8. kompletní projektové dokumentace k odevzdání investorovi.



Obr. 6-3 Vývojový diagram postupu projektu; zdroj: autor.

6.3.1 Přijetí projektu projekční kanceláří

Jako první krok je přijetí projektu projekční kanceláří, přijetí může proběhnout v různých režimech (rámcové smlouvy, soutěže atd.). Součástí přijetí stavby je předání podkladů od PDS. Typicky se jedná o zadávací návrh (textové zadání), celkovou situaci, situaci – detail a případně situaci demontáže. Podklady mohou být doplněny o koordinační výkresy (častým případem jsou přeložky stávajících zařízení).

6.3.2 Předprojektová příprava

Po přijetí stavby následuje zajišťování podkladů. Tento krok lze nazvat jako předprojektovou přípravu. Spočívá v získání veškerých podkladů pro následnou tvorbu projektové dokumentace.

- Vyjádření správců inženýrských sítí: Prostřednictvím portálu MAVIS je zaslána jednotlivým provozovatelům v závislosti na umístění stavby situace s rozsahem plánované stavby, tj. v katastrální mapě vyznačený polygon uvažované lokality pro stavbu. Na základě situace se provozovatelé vyjadřují k existenci sítí. V případech, kdy se v místě plánované stavby síť nachází, provozovatel prostřednictvím portálu poskytuje podklady k trase inženýrské sítě. V praxi tyto podklady mají velice rozlišnou podobu. Velké společnosti jako například CETIN zasílají podklady ve vektorové podobě. Zákres sítě může být geometricky zaměřený nebo jen přibližný. Oproti tomu podklady od malých obcí často bývají v podobě naskenovaných ruční nákresů na katastrálním podkladu. V takovém to případě musí projektant posoudit, zda je nutné inženýrskou síť nechat v průběhu projekční činnosti vytýčit, anebo postačuje upozornit zhotovitele stavby na nepřesnost zákresu. Pro doplnění je třeba dodat, že před zahájením výkopových prací je zhotovitel povinen veškeré podzemní síť vytýčit.
- Geodetické zaměření: V tomto kroku je vyhotoven polohopisný plán. Plán se nejčastěji vytváří v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Během geodetických prací se vkládají do katastrálního podkladu význačné body metodou GPS. Vyhotovený polohopisný plán následně slouží jako základní podklad pro zákres nového kabelového vedení, vzdušného vedení apod.
- Místní šetření: Po přijetí projektu je vhodné provést místní prohlídku v uvažované lokalitě stavby. V rámci pochůzky může projektant uvažovat například o umístění nových podpěrných bodů nebo kabelových skříní. Jsou zajištěny informace o stávajících zařízeních DS (velikost jištění v kabelových skříních, osazené prvky na DTS nebo PB atd.). Dále jsou zjišťovány informace o stávajících površích, příjezdových cestách a mnoho dalšího pro správné nacenění prací do rozpočtu stavby.
- Získání dat od PDS: V rámci portálu PDS je zažádáno o mapu stávající DS, která obsahuje trasy sítí a informace o osazených prvcích v majetku DS. Mimo jiné může být v rámci toho kroku také zažádáno o SJZ (systém jednotného značení). Jedná se o názvy PS, DTS apod.

V rámci této fáze projekční kancelář volí mimo jiné způsob projednání dle charakteru stavebního záměru. V drtivé většině případů je pro realizaci projektu nutné získat rozhodnutí o umístění stavby, to je získáváno v rámci územního řízení.

Výsledkem územního řízení může být:

- Územní rozhodnutí (dále ÚR): Využívá se v případě staveb, které vyžadují rozsáhlejší posouzení, například u velkých projektů nebo staveb v chráněných oblastech. K jeho vydání stavebním úřadem je nutný souhlas všech vlastníků dotčených pozemků. Z pohledu projekční kanceláře se o ÚR žádá tiskopisem žádost o vydání rozhodnutí o umístění stavby.
- Územní souhlas (dále ÚS): Jedná se o zjednodušenou podobu ÚR. ÚS je typický pro stavby malého rozsahu, například přeložky zařízení. Aby bylo možné vydat ÚS musí se stavba nacházet v zastavěném území nebo v zastavitelné ploše. Pro jeho vydání stavebním úřadem je nutný souhlas všech vlastníků dotčených pozemků a také vlastníků sousedních pozemků v okruhu dvou metrů od stavby. Z pohledu projekční kanceláře se o ÚR žádá tiskopisem oznámení záměru.

Pro výše uvedené v rámci povoloovacího procesu existuje alternativa, která je upravena ust. § 79 odst. 1 písm. s) nebo w) zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební

zákon). Jedná se o stavby, při nichž dochází k výměně stávajícího zařízení za podmínky zachování stávajícího ochranného pásma, například výměna kabelu. Dále se jedná o výstavby elektrických přípojek do 25 m za podmínky, že je zřizovatelem PDS. V těchto případech se stavební záměr stavebnímu úřadu pouze oznamuje a je nutné získat souhlas všech vlastníků dotčených pozemků a vlastníků sousedních pozemků v okruhu dvou metrů od stavby.

6.3.3 Tvorba návrhu technického řešení

Po získání všech podkladů je zpracován návrh situace stavby. Jedná se o vytvoření samostatné situace, která obsahuje katastrální a geodetický podklad. Podklad je doplněn o zákres stávajících sítí a návrh nového vedení s popisem úprav a prvků. Na základě této situace je sestaven seznam vlastníků dotčených pozemků.

6.3.4 Majetkoprávní projednání

Po vytvoření návrhu technického řešení následuje majetkoprávní projednání, které spočívá v projednání stavebního záměru s vlastníky pozemků. Podle způsobu projednání plánovaného zásahu jsou zaslány majitelům souhlasy se stavbou, smlouvy o budoucí smlouvě o věcném břemeni (dále SOBS VB), smlouvy o budoucí smlouvě kupní (odkup pozemku pod budoucí DTS), oznámení o stavbě a další. Typ dokumentu závisí na charakteru zásahu. Výše zmíněné smlouvy jsou generovány skrze portál PDS tzv. Geoportál. V případech, kdy je zasílána SOBS VB, je za zřízení VB poskytnuta PDS jednorázová náhrada. Výše náhrady je vypočítána na základě ust. §16b zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku. Na výši náhrady hraje roli rozsah VB, druh pozemku (například komunikace, trvalý travní porost, stavební parcela). Pro stanovení náhrady je v praxi využíván portál eBřemena. Smlouvy a souhlasy jsou následně zasílány majitelům poštou na adresu trvalého bydliště, která je zjištěna skrze katastr nemovitostí. Tato fáze bývá často kritická, jelikož dotčený vlastník nemusí souhlasit se stavbou a je třeba na základě jeho požadavku upravit technické řešení.

6.3.5 Tvorba projektové dokumentace

Po vyřešení majetkoprávních vztahů následuje krok zpracování projektové dokumentace včetně rozpočtu stavby. Obsah projektové dokumentace je řízen vyhláškou a interními předpisy PDS. Blíže popisováno v kapitole 3: Obsah dokumentace pro vydaní územního rozhodnutí.

Po zpracování projektové dokumentace je dle potřeby doplněna o dopravně inženýrské označení (pouze ve stavbách v blízkosti komunikace) a dokumentaci BOZP.

6.3.6 Získání souhlasu dotčených orgánů

Mezi další kroky patří získání koordinovaného stanoviska. O stanovisko se žádá u obce s rozšířenou působností. PD je předložena k posouzení různým odborům, například odboru dopravy, odboru památkové péče, odboru životního prostředí. Vyřízení stanoviska trvá 30 dní. Obec s rozšířenou působností následně vydává kladné nebo záporné stanovisko. Opět může být stanovisko doplněno o podmínky.

Pokud se stavba nachází v blízkosti železnice nebo vodního toku je nutné získat vyjádření drážního úřadu a správce vodního toku.

V průběhu s vyřizováním koordinovaného stanoviska je PD zaslána provozovatelům dotčených inženýrských sítí. Provozovatelé na základě poskytnuté PD vydávají souhlasy či nesouhlasy se stavbou. Pokud je vydán souhlas, je v drtivé většině podmíněn. Podmínky je nutné prokontrolovat, zda je vypracována PD splňuje.

Zároveň je PD prostřednictvím portálu PDS zaslána k odsouhlasení. PDS jako investor má možnost v rámci kontroly zasáhnout do podoby PD, upravit technické řešení, případně trasu, pokud by nevyhovovala jeho představě. K PD se vyjadřují jednotliví technici PDS (například technik rozvoje, technik přípravy), zda je v souladu se zadávacím návrhem a zda navržené technické řešení je v souladu s interními předpisy.

6.3.7 Získání souhlasu stavebního úřadu

Následuje krok zaslání PD na stavební úřad. V případě malých staveb – přípojky do 25 m nebo stavby, při nichž dochází k výměně zařízení „kus za kus“ nebo nedochází ke změně stávajícího ochranného pásma se stavby stavebnímu úřadu pouze oznamují (viz kapitola 6.3.2 Předprojektová příprava). V ostatních případech jsou PD, koordinované stanovisko, souhlasy se stavbou a stanoviska zaslány v papírové podobě na stavební úřad. Následně pracovník stavebního úřadu zahájí kroky v souladu se stavební zákonem. V případě ÚS je proces dlouhý do 30 dní a u územního rozhodnutí trvá řízení cca 90 dní.

6.3.8 Kompletace projektové dokumentace a odevzdání investorovi

V tomto bodě se kompletní PD zasílá v tiskové podobě, to znamená určitý počet paré – jednoduše řečeno výtisků kompletní PD) technikovi inženýringu. Technik na základě poskytnutých podkladů provede kontrolu PD včetně rozpočtu. Pokud je dokumentace v pořádku, převezme ji a následují další kroky pro zrealizování projektu.

KAPITOLA 7: PROJEKT REKONSTRUKCE A ROZŠÍŘENÍ STÁVAJÍCÍ ELEKTRICKÉ DISTRIBUTUČNÍ SOUSTAVY

Projekt rekonstrukce a rozšíření stávající distribuční soustavy na hladině nízkého napětí v obci Poděvousy je členěn do několika samostatných stavební objektů a provozních souborů, v nichž jsou detailně popsána technická řešení. Projekt je rozdělen následovně:

- SO 01 – Stožárová distribuční trafostanice,
- SO 06 – Demontáž vzdušného vedení NN,
- SO 07 – Kabelové vedení NN,
- SO 07 – Hlavní domovní vedení.

Stavební objekt SO 01 obsahuje dva provozní soubory PS 01 Technologická část DTS a PS 05 Transformátor VN/NN.

Při návrhu projektu bylo stanoveno obecné technické řešení, které je použito v souhrnné technické zprávě. Cílem tohoto řešení je ucelení objektů, provozních souborů a reflektovat hlavní plánované práce. Znění technické řešení je následovné: „Bude provedena úprava stávající příhradové DTS DO_0249 (výměna Tr a rNN).

Z nového rozváděče NN bude vyvedeno nové podzemní vedení 2 x AYKY 240+120, které bude zavedeno do nové rozpojovací skříň R8. Nový zemní kabel AYKY 3x240+120 z V05 bude smyčkovat novou PS č. 47 a PS č. 68 a bude zaveden do R8 (V05). Z R8 (V06) bude dále vyvedeno nové kabelové vedení AYKY 3x120+70, které bude smyčkovat nové PS pro objekty č. p. 69 a č. p. 75. Kabelové vedení AYKY 3x240+120 z V04 nového rNN povede do R8 (V01). Z R8 (V02) bude pokračovat nový kabel AYKY 3x240+120 až do nové lokality, kde bude smyčkovat nové PS pro vždy dvě sousední parcely a bude zakončeno v rozpojovací skříni R9 (V01).

Z R9 (V02) bude vyvedeno vedení AYKY 3x120+70, které bude smyčkovat nové PS pro pozemky p. č. 707, p. č. 706, p. č. 709 a p. č. 710.

Z R9 (V03) bude veveden nový AYKY 3x120+70 do rozpojovací skříň R5, která bude vyměněna za novou včetně přepojení stávajících vývodů.

Nevyužité vzdušné vedení bude demontováno.“

7.1 Stavební objekt SO 01 – Stožárová distribuční trafostanice

Stavební objekt řeší úpravu na stávající úzké⁸ stožárové trafostanice. Jedná se o výměnu stávajícího transformátoru o zdánlivém výkonu 160 kVA za nový o výkonu 400 kVA. Nový Tr má oproti stávajícímu Tr vyšší hmotnost. Z tohoto důvodu musí být provedena výměna konzole pod Tr. Dále je řešena výměna stávajícího rozváděče nn za nový, který bude obsahovat modernější technologie (měření apod.) a bude vybaven vyšším počtem vývodů.

Z důvodu osazení nového Tr vyšší výkonové řady (z 160 kV na 400 kV) musí být vyměněny VN pojistky do stávajících pojistkových spodků. Hodnotu nominálního proudu nových VN pojistek určuje výrobce Tr. Zde byla zvolena jmenovitá hodnota 20 A. Správnost vybrané hodnoty pojistky

⁸ V současné době se v rámci DS využívají dva typy stožárových DTS. Konkrétně se jedná o úzké a široké stožárové trafostanice. Rozdíl spočívá v rozměru půdorysu a možnostech umístění zařízení/konstrukcí na dřík stožáru.

lze ověřit jednoduchým výpočtem dle vztahu (7-1). Vztah uvažuje pouze statické chování stroje, jde tedy pouze o přibližný výpočet. Chování reálného Tr není pouze statické, je třeba zohlednit i dynamické jevy (například magnetizační proud apod.). Problematika dynamických jevů je velice komplexní a není předmětem této práce.

$$I_n = \frac{S}{U_n} = \frac{4 \cdot 10^5}{22 \cdot 10^3} = 18,2 \text{ A} \quad (7-1)$$

Pro přenos maximálního výkonu Tr je třeba na nízké straně provést dva kabelové svody o průřezu fázových vodičů 240 mm² (navrženy dva kabely typu 1-AYKY 3x240+120 mm²). Svodové kabely povedou po dříku v plastových trubkách a budou zapojeny z vrchu do nového rozváděče NN, který bude typu RST-1063/4835 skříň SVS-B.

Nový rozváděč NN je oproti stávajícímu obsluhovaný z obou stran, z tohoto důvodu je navrženo osazení nové konzole a otočení rozvaděče o 90°, aby byla zajištěna přístupnost pro obsluhu. Rozváděč bude vybaven 8 sadami pojistkových odpínačů, hlavním jističem BH630NE s nastavitelnou nadproudovou spouští SE-BL-J800-DTV3 a měřicí soustavou MEG včetně MTP s převodem 600 V / 1 A. Nadproudová spoušť bude dle zdánlivého výkonu transformátoru nastavena na 577 A. Hodnotu proudu udává výrobce. Z vývodů č. 1 až č. 3 budou vyvedeny nové kabely 1-AYKY 3x120+70 mm². Kabely budou opětovně napojeny na stávající vzdušné vedení AES 4x120 mm², které je ukotveno na konzoli na dříku stávajícího stožáru. Napojení bude provedeno pomocí 12 ks polopropichovacích proudových svorek SLIP22.127. Nové kabely budou na dříku vedeny v plastových trubkách. Vývody č. 4 a č. 5 budou využity pro vyvedení nového paprsku a vývody č. 6 až č. 8 budou sloužit jako rezervní. Do pojistkových spodků využitých vývodů budou vloženy nové nožové pojistky.

Pro objekt SO 01 a provozní soubory PS 01, PS 05 – Stožárová distribuční trafostanice bylo zvoleno následující technické řešení: „Na stávající distribuční trafostanici číslo DO_0249 bude vyměněn stávající transformátor 160 kVA za nový 22/0,40 kV 400 kVA, výrobce Elpro-Energo Transformers ČR. Pod novým Tr bude vyměněna konzole.

Stávající VN pojistky budou vyměněny za nové 20 A do stávajících pojistkových spodků. Následně bude nový Tr připojen na VN straně stávající pasovými vodiči.

Na NN straně nového Tr bude proveden 2 x kabelový svod AYKY 3x240+120 v nových svodových trubkách do nového rNN, typ RST-1063/4835. V novém rNN bude použito hl. jištění BH630NE + SE-BE-J630-DTVE a nastaveno na 577 A. Nový rNN bude osazen MTP s převodem 600/1 A.

Z nového rNN bude opětovně propojeno stávající NN vzdušné vedení AES v nových trubkách.

Nový rNN a Tr bude propojen se stávajícím uzemněním DTS.“

7.2 Stavební objekt SO 06 – Demontáž vzdušného vedení NN

Objekt SO 06 řeší demontáž stávajícího vzdušného vedení, které je nahrazeno nově navrženým kabelovým vedením. Konkrétně se jedná o demontáž dvou betonových sloupů včetně části vzdušného vedení (AlFe 4x25 mm² a AYKYz 4x16 mm²) a čtyř vzdušných přípojek. Tři ze vzdušných přípojek jsou provedeny z demontovaných podpěrných bodů (dále PB) a jedna je provedena ze vzdušného vedení, které bude ponecháno. Přípojky jsou provedeny různými způsoby. V některých případech je proveden svod do přípojkové skříň SP200/NSP1P, umístěné na PB, a některé přípojky jsou vedeny na konzoli, která je upevněna v obvodové zdi připojovaného objektu. Mezi HDS a konzolí je provedeno kabelové propojení.

V následujících podkapitolách jsou popsány navržené demontáže jednotlivých prvků. Zároveň pro úplnost textu práce bylo stanoveno následující technické řešení: „V rámci stavby bude provedena demontáž stávající vzdušné přípojky 2x AYKYz 4x16 mezi PB č. 55 a PB č. 51 včetně PB č. 51 (konzole typu U) a PS č. 47.

Poté bude provedena demontáž vzdušného vedení mezi PB č. 55 – PB č. 57 – PB č. 69. Včetně vzdušných přípojek AYKYz 4x16 mezi PB č. 58 – PB. 59 a PB č. 58 – PB. 60.

Dále budou demontovány stávající PB. 60 (2x konzole VVS, č.p. 75), PB. 59 (1x konzole VVS, č.p. 69), pojistkové skříně PS č. 75, č. 69 (umístěná na PB č. 58) a č. 68.

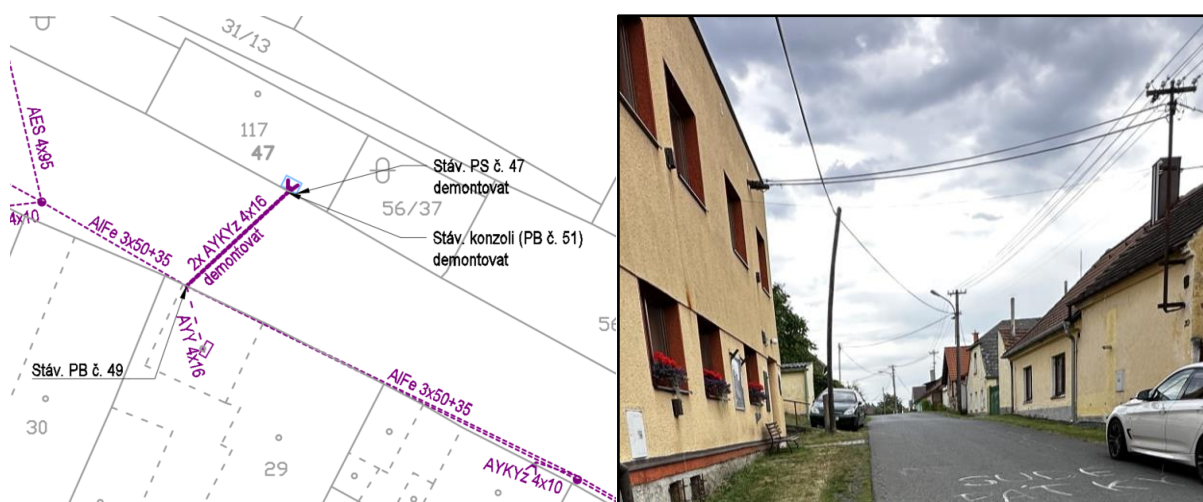
Následně bude provedena demontáž stávajících betonových sloupů č. 57 a č. 58 včetně izolátorů a konzolí.

Veškeré povrchy musí být vráceny do původního stavu.“

7.2.1 Úsek mezi podpěrným bodem číslo 49 a objektem číslo popisné 47

V úseku mezi PB č. 49 (střešník) a PB č. 51 (konzole typu U) bude provedena demontáž stávajících kabelů s nosným lanem AYKYz 4x16 mm². V případě PB č. 49 budou nosné kabely odpojeny ze stávajících holých vodičů AlFe 3x50+35 mm² (odpojení šroubových svorek) a v případě PB č. 51 bude odštířen kabel vedoucí ve fasádě objektu do stávající PS. Následně budou demontovány napínací šrouby M16 s okem ze střešníku a konzole typu U. Po sundání lan bude vybourána stávající konzole na objektu č. p. 47. Otvory po konzoli společně s odštířeným kabelem budou zazděny do obvodové zdi objektu. Po hrubých stavebních pracích bude obnovena finální vrstva fasády.

Obdobný postup bude použit v případě demontáže stávající přípojkové skříně č. 47. Vybouraný otvor bude zazděn společně s distribučním kabelem a HDV. Následně bude obnovena finální vrstva fasády.



Obr. 7-1 Situace demontáže mezi PB č. 49 – PB č. 51; zdroj: autor.

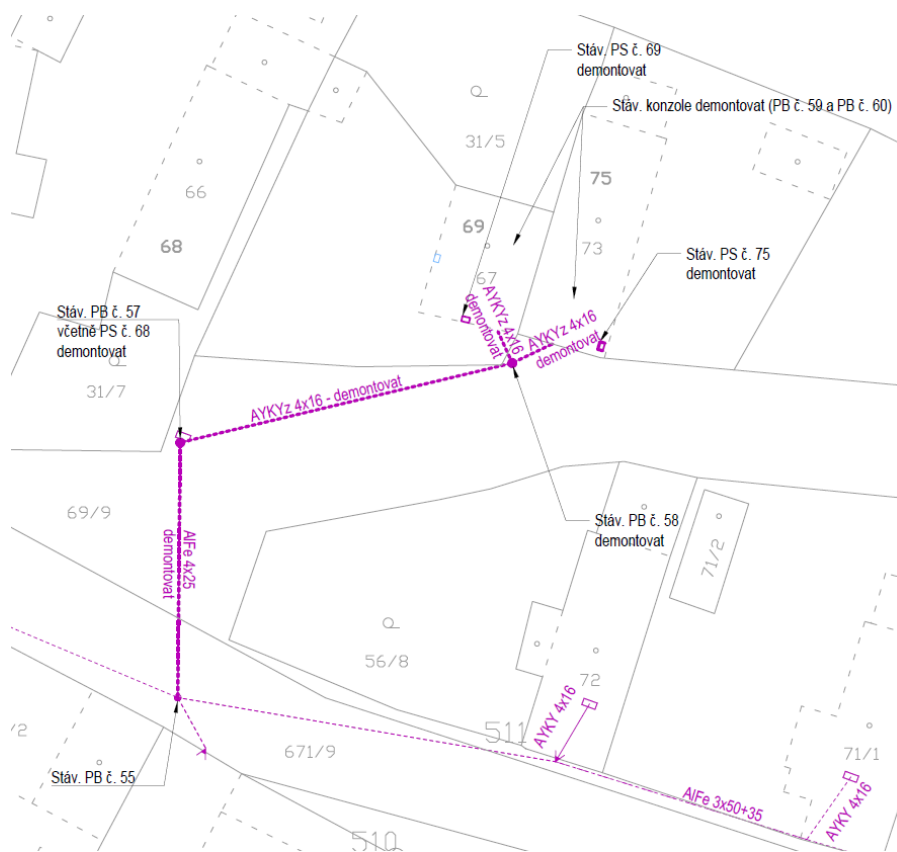
7.2.2 Úsek mezi podpěrným bodem číslo 55 a objekty číslo popisné 68, 69 a 75

V úseku mezi betonovými sloupy č. 55, č. 57, č. 58 a konzolemi č. 59 a č. 60 bude provedena demontáž stávajících kabelů s nosným lanem AYKYz 4x16 mm² a holých vodičů AlFe 4x25 mm². Na PB č. 55 budou stávající holé vodiče odpojeny ze stávajících holých vodičů AlFe 3x50+35 mm² (odpojení šroubových svorek). Dále bude provedena demontáž ocelové sloupové konzoli typu VPS 600/280 mm a čtyř keramických roubíkových izolátorů VR1B. Jedná se o typ izolátoru, který je uchycen šroubem z jedné strany ke konzoli.

V případě PB č. 57 bude provedena demontáž vzdušného vedení AYKYz a AlFe společně s nosnými konstrukcemi (sloupové konzole VPS 600/280 mm, třmenové objímky D220-250 mm, napínacího šroubu M16 s okem) a čtyř izolátorů VR1B. Dále na PB bude demontován svod, který je proveden kabelem 1-AYKY 4x16 mm², a pojistková skříň typu SP200/NSP1P včetně osazených nožových pojistek 40 A. Po demontáži veškeré výzbroje betonového sloupu (typ Jb 9 m/6 kN) bude rozbourán betonový základ sloupu a sloup bude odstraněn. Jáma po základu sloupu bude zasypana.

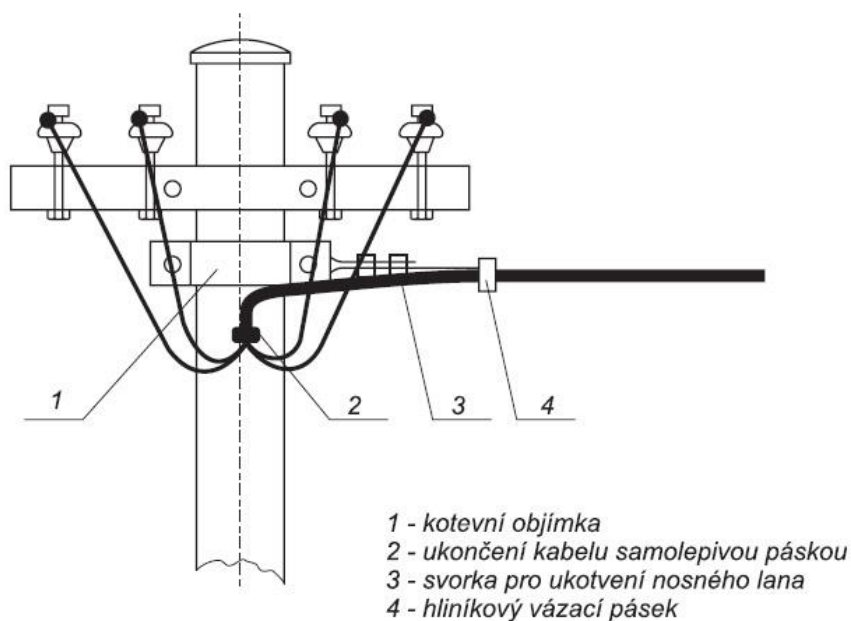
V případě PB č. 58 bude provedena demontáž vzdušného vedení AYKYz a vzdušných přípojek objektů č. p. 69 a č. p. 75, které jsou provedeny obdobným nosným lanem. Přípojky budou odstřiženy před vstupem do objektu. Z betonového sloupu budou odstraněny tři kusy třmenových objímek D220-250 mm a tři kusy napínacího šroubu M16 s okem. Po demontáži veškeré výzbroje betonového sloupu (typ Jb 9 m / 6 kN) bude rozbourán betonový základ sloupu a sloup bude odstraněn. Jáma po základu sloupu bude zasypana. Z odpojených objektů budou demontovány stávající konzole. U objektu č. p. 75 se jedná o dvě konzole typu VVS 1500 mm a u objektu č. p. 69 pouze o jednu konzoly totožného typu. Konzole budou z objektu vybourány, otvory následně zazděny společně s odstřiženým distribučním kabelem AYKY 4x16 mm² a začištěny.

Obdobný postup bude použit v případě demontáže stávajících přípojkových skříní č. 69 a č. 75. Vybouraný otvor bude zazděn společně s distribučním kabelem a HDV. Po hrubých stavebních pracích bude obnovena finální vrstva fasády.



Obr. 7-2 Situace demontáže mezi PB č. 55 – PB č. 60. Zdroj: autor.

Způsob připojení kabelů s nosným lanem včetně jeho uchycení na betonový sloup na holé vodiče je zobrazen na obr. 7-3. Obdobným způsobem je připojení provedeno i na PB č. 57 s rozdílem v osazené konzoli. V obci je použito čtvercové osazení vodičů, to znamená že holé vodiče jsou po dvojicích osazeny pod sebou.



Obr. 7-3 Provedení připojení nosného lana na holé vodiče a ukončení lana na betonovém sloupu, který je osazen konzolí VVS 1200 mm; zdroj: [25].

7.3 Stavební objekt SO 07 – Kabelové vedení NN

Stavební objekt SO 07 – Kabelové vedení NN je nejrozsáhlejším objektem tohoto projektu. Jeho hlavním cílem je vybudování nového paprsku do lokality nově budovaných domů. Součástí projektu je také připojení stávajících odběrů a propojení stávající distribuční sítě, která je v obci tvořena převážně vzdušným vedením.

Při navrhování nového paprsku byla nejdříve zvolena místa rozdělení, tj. tři místa pro vybudování nových rozpojovacích skříní. Při tvorbě technického řešení bylo nejdříve zvoleno umístění pro novou pojistkovou skříň R8, která bude typu SD822/NKW2 (skříň obsahuje podélné propojení). Umístění bylo zvoleno s ohledem na přístupnost pro pracovníky PDS a výhledové poměry v křižovatce. Popisované umístění je uvedeno na obr. 7-4. Umístění ostatních rozpojovacích skříní, tedy R9 typu SR522/NKW2 a R5 typu SR422/NKW2, bylo určeno s ohledem na budoucí výstavu místní příjezdové komunikace pro novou lokalitu domů (případ skříně R9) a na plnění funkce – přechod kabelového vedení na vzdušné vedení, to znamená umístění v blízkosti PB č. 84 (případ skříně R5).



Obr. 7-4 Umístění nové rozpojovací skříně R8; na fotografii poloha vyznačena červeným kruhem; zdroj: autor.

Po zvolení poloh nových rozpojovacích skříní byla navržena trasa nového kabelového vedení. Trasa byla navržena s ohledem na stávající inženýrské sítě a způsob zapojení nového kabelového vedení. V úseku mezi novým rNN DTS a novou pojistkovou skříň R8 byla navržena dvě kabelová vedení 1-AYKY 3x240+120 mm². Jedno kabelové vedení bude vyvedeno z rNN (V04)⁹ a povede do nové skříně R8 (V01). Ve své trase nebude smyčkovat žádné odběrné místo (to znamená kabel bude zapojen mezi rozváděči přímo). Druhé kabelové vedení povede z rNN (V05) v souběhu s prvním kabelovým vedením a ve své trase bude připojovat nové přípojkové skříně stávajících odběrných míst č. p. 47 a č. p. 68 (v praxi toto připojování v průběhu trasy je nazýváno jako smyčkové zapojení). Umístění nových skříní je blíže řešeno v kapitole 7.4 Stavební objekt SO 07 – Hlavní domovní vedení. Kabelové vedení vedoucí z rNN (V05) bude ukončeno v rozpojovací skříni R8 (V05). Trasa kabelů je navržena převážně v zeleni v souběhu se stávající kanalizací a asfaltovou komunikací. U PB č. 57 kabelové vedení odbočí a přejde stávající asfaltovou komunikaci. Přechod přes komunikaci je navržen překopem.

⁹ RNN (V04) je označení rozváděče a jeho vývodu. V uváděném příkladu se myslí, že kabel bude zapojen na vývod číslo 4 rozváděče nízkého napětí, umístěném na stožárové distribuční trafostanici.

Z nové skříně R8 (V06) bude vyvedeno nové kabelové vedení 1-AYKY 3x120+70 mm², které připojí nové přípojkové skříně pro stávající objekty č. p. 75 a č. p. 69. Kabelové vedení bude ukončeno v PS č. 69. Trasa nového vedení je navržena ve stejném přechodu přes komunikace jako vedení mezi rNN (V05) a R8 (V05) s následným souběhem se stávající asfaltovou komunikací a kanalizací.

Z vývodu č. 2 skříně R8 povede nové kabelové vedení 1-AYKY 3x240+120 mm², které propojí čtyři nové přípojkové skříně (č. X5, č. X6, č. X7 a č. X8), typu SS200/NKE1P-C, a bude ukončeno v nové rozpojovací skříně R9, typ SR5222/NKW2. Trasa nového kabelového vedení je navržena v souběhu s vedením mezi R8 (V06) – PS č. 69, následně v souběhu se stávajícím distribučním kabelem 1-AYKY 4x70 mm² a v oblasti nových odběrných míst je trasa zkoordinována s budoucí místní komunikací (souběhy a přechody). Pozice nových přípojkových skříní je navržena na rozhraní stavebních parcel pro připojení nových HDV dvou objektů.

Z nové rozpojovací skříně R9 budou vyvedena dvě kabelová vedení. Jedno kabelové vedení 1-AYKY 3x120+70 mm² vedoucí z R9 (V03) připojí dvě nové přípojkové skříně č. X9 a č. X10. V obou případech se bude jednat o kabelové skříně typu SS200/NKE1P-C. Druhé kabelové vedení 1-AYKY 3x120+70 mm² vedoucí z R9 (V02) povede přímo do nové rozpojovací skříně R5 (V03). Nová skříně R5 bude umístěna vedle stávajícího betonového sloupu č. 84 a bude se jednat o typ SR422/NKW2. Trasa obou vedení je taktéž zkoordinována s budoucí komunikací.

Následně je navržena demontáž stávající rozpojovací skříně R5, typ SV101/NSD1W-C, která je v současné době umístěna na PB č. 84. Z této skříně bude přepojeno stávající kabelové vedení AYKY 4x70 mm² vedoucí do stávající přípojkové skříně č. X2 do nové rozpojovací skříně R5 na vývod č. 2. Zároveň je navržena demontáž stávajícího svodového kabelu a provedení nového kabelového svodu kabelem 1-AYKY 3x120+70 mm² ze stávajícího vzdušného vedení z holých vodičů AlFe 4x25 mm². Nový kabelový svod bude na PB chráněn plastovou svodovou trubicí a následně povede v zemi až do nové R5 (V01). V poslední řadě bude přechod země-vzduch ochráněn proti přepětovým jevům svodiči přepětí, které budou instalovány na PB č. 84.



Obr. 7-5 Pohled na PB č. 84; zdroj: autor.

Způsoby uložení kabelových vedení s ohledem na způsob využití povrchu nad kabelem je popsáno v následující podkapitole.

Pro objekt SO 07 – Kabelové vedení NN bylo zvoleno následující technické řešení: „Z nového RNN DTS DO_0249 vývodu V04 a vývodu V05 budou vyvedeny dva nové zemní kabely AYKY 3x240+120. Nové kabely budou ukončeny v nové rozpojovací skříni R8, typ SD822/NKW2, na vývodech V01 a V05. Nová rozpojovací skříň bude umístěna před oplocením na parcele č. 69/9.

Nový kabel AYKY 3x240+120 mezi DTS DO_0249 (V05) a R8 (V05) bude ve své trase smyčkovat novou PS č. 47, typ SS100/NVE1P-C a novou PS č. 68, typ SS200/NKE1P-C. Nová PS č. 47 bude umístěna nalevo od stávajícího ER. Kabel bude vyveden do této PS v kabelové drážce ve stávající fasádě. PS č. 68, typ SS200/NKE1P-C, bude umístěna před oplocením napravo od stávajícího ER.

Nový kabel AYKY 3x240+120 mezi DTS DO_0249 (V04) a R8 (V01) bude mezi rNN a R8 zapojen přímo.

Z nové rozpojovací skříně R8 (V06) bude vyveden nový zemní kabel AYKY 3x120+70, který bude smyčkovat novou PS č. 75 a bude ukončen v nové PS č. 69. PS č. 75, typ SS100/NVE1P-C, bude umístěna ve zděném sloupu stávajícího oplocení. Nový kabel bude do skříně zaveden ve vysekané kabelové drážce. PS č. 69, typ SS100/NKE1P-C, bude umístěna za stávajícím dřevěným oplocením. V oplocení bude vytvořen manipulační prostor pro dvířka PS.

Z nové rozpojovací skříně R8 (V02) bude vyveden nový zemní kabel AYKY 3x240+120, který bude ve své trase smyčkovat nové pojistkové skříně č. X5, č. X6, č. X7 a č. X8. Ve všech případech se bude jednat o typ SS200/NKE1P-C. Přípojkové skříně budou umístěny na rozhraní budoucích stavebních parcel. Nový kabel bude ukončen v nové rozpojovací skříně R9 (V01), typ SR522/NKW2. Nová rozpojovací skříně bude umístěna na parcele č. 699.

Z nové rozpojovací skříně R9 (V03) bude vyveden nový zemní kabel AYKY 3x120+70, který bude ve své trase smyčkovat novou PS č. X9, typ SS200/NKE1P-C, a bude ukončen v nové PS č. X10, typ SS200/NKE1P-C. Nové přípojkové skříně budou umístěny na rozhraní budoucích stavebních parcel.

Dále bude provedena výměna stávající rozpojovací skříně R5, typ SV101/NSD1W-C, umístěné na stávajícím PB č. 84. Stávající R5 bude vyměněna za novou R5, typ SR422/NKW2, která bude umístěna vedle stávajícího OB č. 84. Do nové R5 (V02) bude přepojen stávající kabel AYKY 4x70 (směr X3 přes X2).

Ze stávajícího vzdušného vedení AlFe 4x25 bude proveden přímý svod po PB č. 84 kabelem AYKY 3x120+70. Nový zemní kabel bude zapojen do nové R5 na vývod V01.

Stávající PB č. 84 bude osazen svodiči přepětí.

Z nové R9 (V02) bude vyveden nový zemní kabel AYKY 3x120+70, který bude ukončen v nové R5 (V03).

Jednotlivé HDV jsou řešeny v technické zprávě D.4.1. “

7.3.1 Uložení kabelů

Nové zemní kabely nízkého napětí jsou ukládány ve volném terénu ve výkopu 35x85 cm ve vrstvě písku zbaveného cizích předmětů. Vrstva písku má nejméně 16 cm, 8 cm pod kabelem a 8 cm nad kabelem.

V případě nutnosti přechodu přes cestu je kabel umístěn v kabelovém krytu (chránička KORUFLEX červené barvy). Pro kabely 1-AYKY 3x120+70 mm² je využita chránička o průměru 110 mm a pro kabely 1-AYKY 3x240+120 mm² o průměru 160 mm. Kabely v těchto případech jsou kladeny do rýh 50x120 cm.

Pokud trasa kabelu vede pod chodníkem jsou využity výkopy o rozměru 35x50 cm s uložením kabelu do pískového lože jako u rýh 35x85 cm.

Ve všech zmíněných případech je položený kabel částečně zasypán zeminou a nad kabel je položena výstražná PE folie červené barvy šířky 33 cm tak, aby byla cca 25 cm nad kabelem. Místo červené folie lze využít krycí PVC desky červené barvy pro zvýšení mechanické ochrany ukládaného kabelového vedení.

V případě nutnosti neporušení povrchové úpravy (asfaltová komunikace, chodníky apod.) jsou kabely protlačeny pod objektem zemním protlakem. Zemní protkaly mohou být řízené a neřízené.

Veškeré zmíněné uložení kabelů musí splňovat podnikovou normu PNE 34 1050 ed. 3 Kladení kabelů NN, VN a 110 kV v distribučních sítích energetiky.

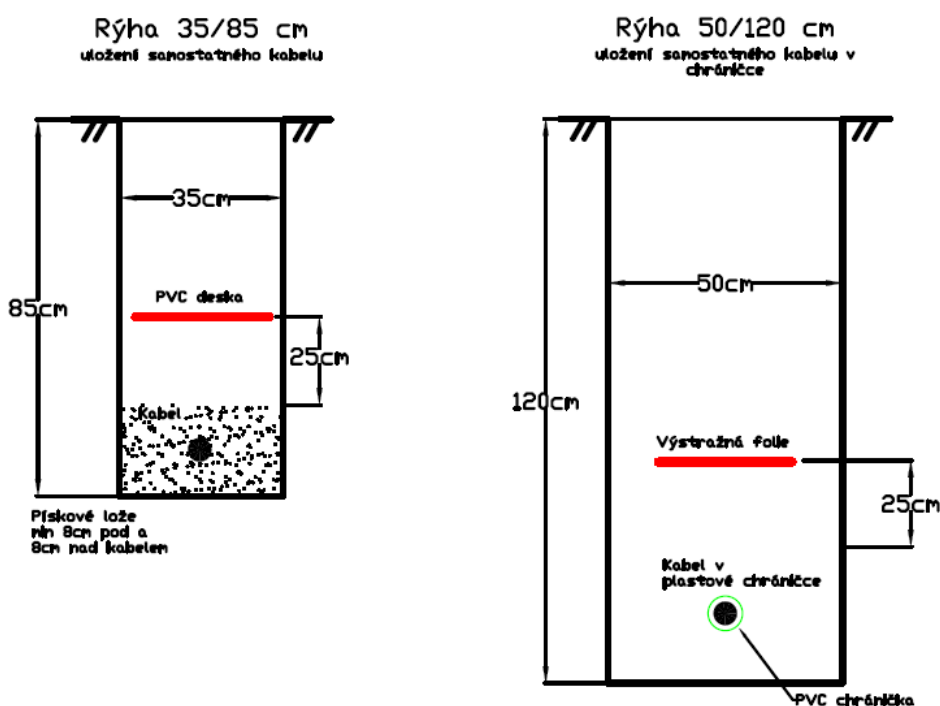
V předmětném projektu Poděvousy jsou využity rýhy 35x85 cm a rýhy 50x120 cm s ohledem na typ povrchů (silnice, volný terén apod.). Konkrétní způsob uložení je promítnut do výkresů D. 3. 2. Montáž a do D. 3. 3. Řez kabelovou rýhou, které jsou přílohou této práce.

Při realizaci staveb jsou v některých případech nová kabelová vedení kladeny v blízkosti jiných inženýrských sítí, a proto je nutné výkopové práce provádět ručně bez těžké techniky. Tento způsob výkopových prací je jinak oceněn, z tohoto důvodu se výkopy rozdělují na běžné a ztížené.

Pro projekt v obci Poděvousy byly výkopové práce vypočteny na délku 662 m. Rozdělení délek dle typů rýh je uvedeno v tab. 7-1.

Tab. 7-1 Délky výkopů rozdělné podle velikosti.

Výkop	Délka výkopu běžný [m]	Délka výkopu ztížený [m]
Výkop 35x50 cm:		
Výkop 35x85 cm:	388,5	131,5
Výkop 35x65 cm:		
Výkop 50x120 cm:	107,5	34,5
Výkop atyp:		
Zemní protlak:		
Celková délka všech výkopů:	662	



Obr. 7-6 Ukázka rýhy o rozměru 35x85 cm a 50x120 cm; zdroj: autor.

7.4 Stavební objekt SO 07 – Hlavní domovní vedení

Ve stavbách, při kterých dochází k demontáži vzdušných elektrických přípojek (mimo přeložky), je PDS povinen opětovně připojit dotčené odběrné místo. Ve stavbě popisované touto prací je návrhem nového propojení DS a odběrných míst věnován objekt SO 07 – Hlavní domovní vedení. V rámci objektu jsou detailně řešena umístění nových přípojkových skříní.

Ve stavebním objektu byla navržena demontáž čtyř vzdušných elektrických přípojek. Při návrhu byl brán ohled na rozsah stavebních prací způsobených demontáží a výstavbou nových zařízení.

7.4.1 Objekt číslo popisné 47

Na odběrném místě na adrese č. p. 47 bylo navrženo umístění nové přípojkové skříně do obvodové zdi vedle stávajícího elektroměrového rozvaděče. Nová pojistková skříň bude typu SS100/NVE1P-C, tedy konstrukce skříně s jednou sadou nožových pojistek. Pojistková skříň bude následně propojena s elektroměrovým rozváděčem pomocí nové kabelového vedení, které bude taženo ve vysekané fasádní drážce. Nové HDV bude zataženo do stávajícího ER vrchem a spojeno s jisticím a měřícím prvkem odběrného místa.

Formulace technické řešení bylo formulováno do technické zprávy následovně:

„Z nové PS č. 47, umístěné ve zdi, povede nové HDV, kabel CYKY 4Jx10, ve vysekané fasádní drážce až do ER, kde bude ukončen.“

Navržené technické řešení je schematicky ukázáno na obr. 7-7.



Obr. 7-7 Odběrné místo č. p. 47; zdroj: autor.

7.4.2 Objekt číslo popisné 68

Na odběrném místě na adrese č. p. 68 bylo navrženo umístění nové přípojkové skříně před oplocením vedle stávajícího elektroměrového rozvaděče z důvodu snadné přístupnosti. Nová pojistková skříň bude typu SS200/NKE1P-C, tedy konstrukce skříně v kabelovém pilíři s dvěma sady nožových pojistek. Pojistková skříň bude následně propojena s elektroměrovým rozváděčem pomocí nového kabelového vedení, které bude taženo pod oplocením. Dále bude kabel protažen provrtaným otvorem v pilíři z bílých cihel. Nové HDV bude ve stávajícím ER spojeno s jisticím a měřícím prvkem odběrného místa.

Formulace technické řešení bylo formulováno do technické zprávy následovně:

„Z nové PS č. 68, umístění před oplocením napravo od ER, bude vyvedeno nové HDV, kabel CYKY 4Jx10, do stávajícího ER.“

HDV bude taženo skrze vytvořený průchod podezdívkou oplocení a následně skrze provrtaný průchod do ER za oplocením.“

Navržené technické řešení je schematicky ukázáno na obr. 7-8.



Obr. 7-8 Odběrné místo č. p. 68; zdroj: autor.

7.4.3 Objekt číslo popisné 69

Na odběrném místě na adrese č. p. 69 bylo navrženo umístění nové přípojkové skříň před dřevěným oplocením vedle vstupní branky z důvodu snadné přístupnosti. Nová pojistková skříň bude typu SS100/NKE1P-C, tedy konstrukce skříňe v kabelovém pilíři s jednou sadou nožových pojistek. Pojistková skříň bude následně propojena s elektroměrovým rozváděčem pomocí nového kabelového vedení, které bude protaženo pod oplocením. Dále bude nový kabel pokračovat ve výkopu, rozměr 35x85, k objektu a kolem objektu s odstupem 1 m až pod stávající umístění ER. Poté bude kabel dotažen do stávajícího ER vysekanou fasádní drážkou. Nové HDV bude ve stávajícím ER spojeno s jisticím a měřícím prvkem odběrného místa.

Formulace technické řešení bylo formulováno do technické zprávy následovně:

„Z nové PS č. 69, umístěné před oplocením, bude vyvedeno nové HDV, kabel CYKY 4Jx10, do stávajícího ER.

HDV bude protaženo pod stávajícím oplocením, následně povede kolem domu až pod ER. Do ER bude taženo ve vysekané fasádní kabelové drážce.“

Navržené technické řešení je schematicky ukázáno na obr. 7-9.



Obr. 7-9 Odběrné místo č. p. 69; zdroj: autor.

7.4.4 Objekt č. p. 75

Na odběrném místě na adrese č. p. 75 bylo navrženo umístění nové přípojkové skříně do zděného plotového pilíře vedle vstupní branky. Nová pojistková skříň bude typu typ SS100/NVE1P-C, tedy konstrukce skříně s jednou sadou nožových pojistek. Pojistková skříň bude následně propojena s elektroměrovým rozváděčem pomocí nové kabelového vedení. Kabelové vedení bude protaženo prostupem přes pilíř. Následně bude nový kabel pokračovat ve výkopu, rozměr 35x85 cm, k objektu a kolem objektu s odstupem 1 m až pod stávající umístění ER. Poté bude kabel dotažen do stávajícího ER vysekanou fasádní drážkou. Nové HDV bude ve stávajícím ER spojeno s jisticím a měřicím prvkem odběrného místa.

Formulace technické řešení bylo formulováno do technické zprávy následovně:

„Z nové pojistkové skříně PS č. 75, umístění v plotovém pilíři, bude vyvedeno nové HDV, kabel CYKY 4Jx10, do stávajícího ER.

HDV bude protaženo prostupem skrze pilíř, následně povede kolem domu až pod ER. Do ER bude taženo ve vysekané fasádní kabelové drážce.“

Navržené technické řešení je schematicky ukázáno na obr. 7-10.



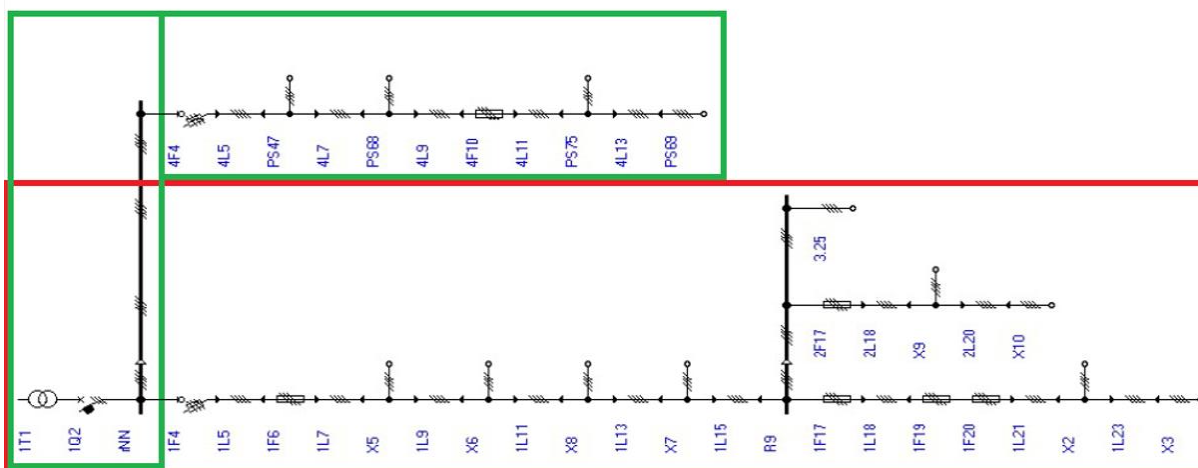
Obr. 7-10 Odběrné místo č. p. 75; zdroj: autor.

7.5 Jištění a dimenzování vedení

Při návrhu nových kabelových sítí je nutné správně dimenzovat nové kabelové vedení, aby vyhovělo požadavkům distribuční soustavy, a to včetně požadavkům jednotlivých odběrných míst.

V následující podkapitolách je stanoven výpočtový proud pro jednotlivé větve nového kabelového vedení. Tento proud je následně využit pro zadávané parametry do výpočtového programu Sichr. Současně s výpočtem jsou ukázány výstupy z programu.

Určení výpočtového proudu bylo zjednodušeno na dva paprsky z pohledu zdroje, respektive transformátoru. Zmíněné paprsky jsou vyznačeny na obr. 7-11.



Obr. 7-11 Schéma paprsku 1 (rozsaah označen červeně) a paprsku 2 (rozsaah označen zeleně); zdroj autor, vytvořeno v programu Sichr.

7.5.1 Instalovaný výkon jednoho odběrného místa

Jak již bylo popisováno v kapitole 5: Dimenzování vedení prvním krokem je určení výpočtového zatížení. Pro získání výpočtového zatížení je třeba znát instalovaný výkon spotřebičů. V následujících výpočtech bude uvažováno s elektrickým vytápěním (mimo jeden odběr) u jednotlivých odběrných míst, jelikož v současné době není předpokládáno využití plynového vytápění.

Nejdříve je třeba stanovit instalovaný výkon jednoho odběrného místa, v projektovaném případě se jedná o rodinné domy. Instalovaný výkon je stanoven součtem průměrných hodnot instalovaných výkonů jednotlivých skupin spotřebičů, jako je osvětlení, vaření, ohřev vody a elektrické vytápění. Pro odběry s hlavním jističem s nominální hodnotou 3 x 25 A se vypočte dle (7-2) a pro odběr s hlavním jističem s nominální hodnotou 3 x 16 A se vypočte dle (7-3). Výpočty uvedené v rovnicích (7-2) a (7-3) jsou pouze orientační, každé odběrné místo má a bude mít nainstalované jiné spotřebiče.

$$P_{i(25)} = P_{i \text{ osvětlení}} + P_{i \text{ vaření}} + P_{i \text{ ohřev/TUV}} + P_{i \text{ vytápění}} + P_{i \text{ ostatní}} = 2 + 6 + 2 + 9 + 4 = 23 \text{ kW} \quad (7-2)$$

$$P_{i(16)} = P_{i \text{ osvětlení}} + P_{i \text{ vaření}} + P_{i \text{ ohřev/TUV}} + P_{i \text{ ostatní}} = 2 + 6 + 2 + 4 = 14 \text{ kW} \quad (7-3)$$

7.5.2 Výpočtové zatížení jednoho odběrného místa

V předchozí kapitole byl stanoven instalovaný příkon všech spotřebičů, nicméně v praxi nenastane situace, kdy by veškeré spotřebiče byly zapnuty. Z tohoto důvodu se stanoví výpočtové zatížení (blíže v kapitole dimenzování vedení) dle následující rovnice (7-4) pro odběrné místo s jištěním 3 x 25 A a pro odběrné místo s jištěním 3 x 16 A dle rovnice (7-6). V praxi se používá hodnota činitele náročnosti v rozmezí 0,6 až 0,8. Aby se předešlo poddimenzování kabelového vedení je zvolena hodnota činitele na 0,8.

$$P_{V(25)} = \beta \cdot P_i = 0,8 \cdot 23 = 18,4 \text{ kW} \quad (7-4)$$

$$P_{V(16)} = \beta \cdot P_i = 0,8 \cdot 14 = 11,2 \text{ kW} \quad (7-5)$$

7.5.3 Výpočtové zatížení všech odběrných míst

Jak již bylo uváděno v předchozí kapitole 7.5.2, nepředpokládá se maximální odběr všech spotřebičů naráz v odběrném místě. To samé platí i skupinu odběrných míst, tedy nepředpokládá se plné zatížení všech odběrných míst ve stejném čase. Z těchto důvodů se zavádí tzv. soudobost mezi jednotlivými odběry. S ohledem na to lze stanovit výpočtové zatížení P_S . Pro výpočet P_S je nutné nejdříve stanovit koeficient soudobosti β_n . Koeficient soudobosti je možné určit podle Ruscova vzorce¹⁰.

$$\beta_n = \beta_\infty + (1 - \beta_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (7-6)$$

kde: β_∞ ... je soudobost pro nekonečně velký počet obytných jednotek (norma ČSN 33 2130 ed.3 upravuje soudobost na hodnotu 0,2)
 n ... počet skupin (například počet bytových jednotek)

V popisovaném projektu je předmětem připojení 14 nových odběrných míst. V rámci projektu bude připojeno do nového vedení 6 dalších stávajících odběrných míst. Z tohoto důvodu je počítáno s $n = 20$. Dosazením do rovnice (7-6) dostáváme:

$$\beta_n = \beta_\infty + (1 - \beta_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = 0,2 + (1 - 0,2) \cdot \frac{1}{\sqrt{20}} = 0,38. \quad (7-7)$$

Nyní lze stanovit výpočtové zatížení všech odběrných míst:

$$P_S = \beta_n \cdot \sum P_V = 0,38 \cdot (11,2 + 19 \cdot 18,4) = 137,10 \text{ kW}. \quad (7-8)$$

Ze získaného výpočtového zatížení lze dle vztahu (5-5) určit výpočtový proud I_S . Dle normy ČSN 33 2130 ed.3 je možné počítat s účinnkem $\cos \varphi = 0,95$.

$$I_S = \frac{P_P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{137\,100}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 208,3 \text{ A} \quad (7-9)$$

¹⁰ Výpočet soudobosti a výpočtového zatížení definuje norma ČSN 33 2130 ed.3 Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody. Hodnotu také upravuje PDS v technických standardech.

7.5.4 Výpočtové zatížení jednotlivých větví

Ve stavbě v obci Poděvousy jsou řešeny 2 kabelové paprsky z pohledu DTS. V paprsku 1 je připojeno 16 odběrných míst. V paprsku 2 jsou připojeny 4 odběrná místa. V následujících kapitolách je určen pro jednotlivé větve výpočtový proud.

7.5.4.1 Výpočet zatížení ve větví 1 s 16 odběrnými místy

Ve větví 1 je 15 odběrných míst se zatížením 18,4 kW a jedno odběrné místo s 11,2 kW.

Pro stanovení výpočtového zatížení je nutné nejdříve stanovit koeficient soudobosti.

$$\beta_n = \beta_\infty + (1 - \beta_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = 0,2 + (1 - 0,2) \cdot \frac{1}{\sqrt{16}} = 0,40 \quad (7-10)$$

Následně se stanoví výpočtové zatížení:

$$P_S = \beta_n \cdot \sum P_V = 0,40 \cdot (11,2 + 15 \cdot 18,4) = 114,88 \text{ kW}. \quad (7-11)$$

Ze získaného výpočtového zatížení se stanoví výpočtový proud I_S větve 1:

$$I_S = \frac{P_P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{114\,880}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 174,5 \text{ A}. \quad (7-12)$$

7.5.4.2 Výpočet zatížení ve větví 2 se 4 odběrnými místy

Ve větví 2 je 4 odběrných míst se zatížením 18,4 kW.

Pro stanovení výpočtového zatížení se vypočítá koeficient soudobosti:

$$\beta_n = \beta_\infty + (1 - \beta_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = 0,2 + (1 - 0,2) \cdot \frac{1}{\sqrt{4}} = 0,60. \quad (7-13)$$

Následně se stanoví výpočtové zatížení:

$$P_S = \beta_n \cdot \sum P_V = 0,60 \cdot 4 \cdot 18,4 = 44,16 \text{ kW} \quad (7-14)$$

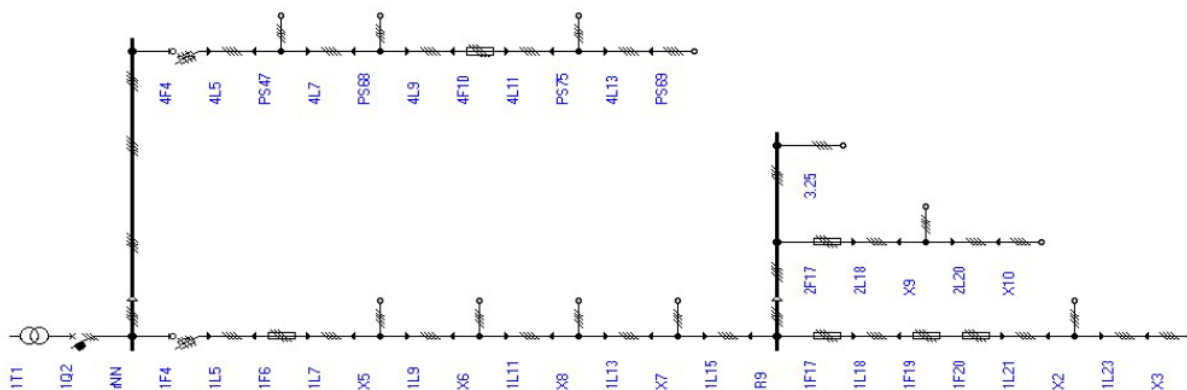
Ze získaného výpočtového zatížení se stanoví výpočtový proud I_S větve 2:

$$I_S = \frac{P_P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{44\,160}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 67,1 \text{ A}. \quad (7-15)$$

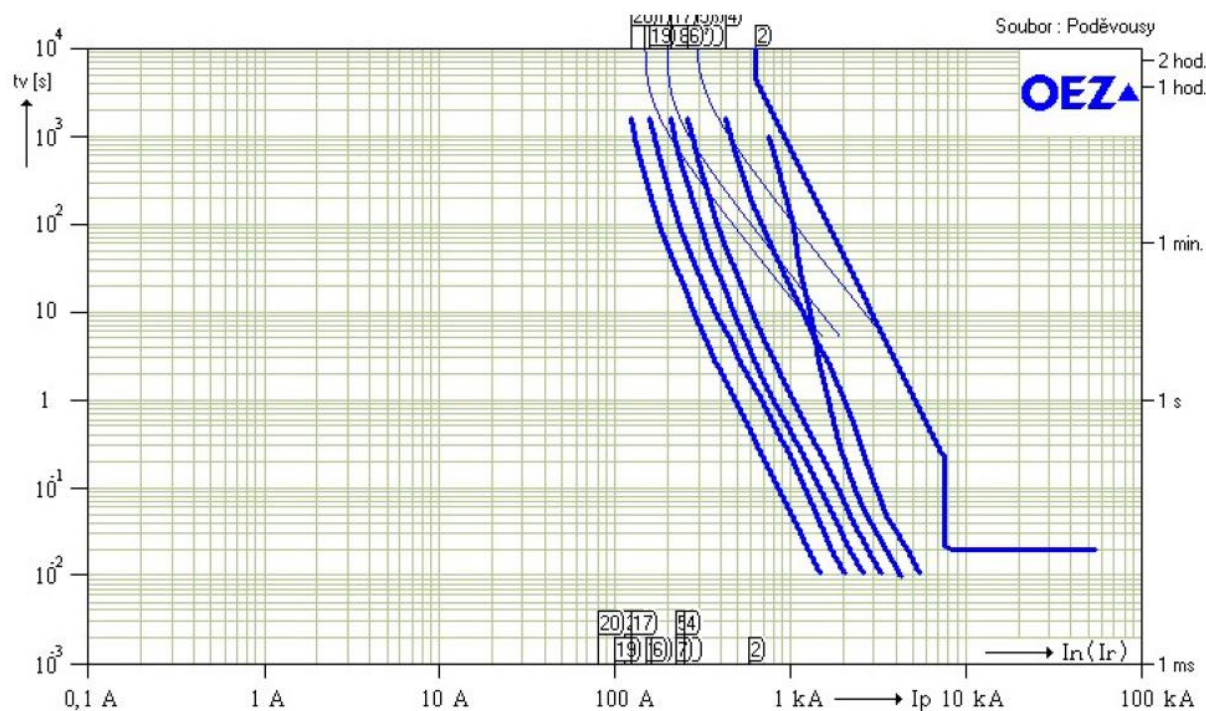
7.5.5 Jištění

Jištění v jednotlivých rozváděcích, respektive budovaných rozpojovacích skříních a rozvaděči nn DTS, bylo stanoveno na základě výpočtů z výpočtového programu SICHR. Jedná se o program, který na základě zadaných parametrů dokáže spočítat impedanci smyčky, úbytek napětí a kontrolovat selektivitu jištění pro statické stavy. Zároveň u kabelů program kontroluje na základě způsobu uložení dovolené oteplení a proudovou zatížitelnost.

Jištění v přípojkových skříních bylo stanoveno o dvě hodnoty vyšší, než má hodnotu osazený hlavní jistič v elektroměrovém rozvaděči.



Obr. 7-12 Schéma paprsků sítě řešených v projektu; zdroj autor, vytvořeno v programu Sichr.



Obr. 7-13 Vypínací charakteristiky vedení mezi deonem 1Q2 a PS X3; zdroj: autor, vytvořeno v programu Sichr.

7.6 Rozpočet navrženého technického řešení

Kapitola je věnována sestavení rozpočtu k navrhovanému řešení rekonstrukce a rozšíření DS. Stavby pro PDS se do března roku 2024 rozpočtovaly v softwaru KROS+. V následném období PDS přechází do nového rozpočtového systému pod zkratkou RPS. Na sestavení rozpočtů má PDS svá interní pravidla, které je nutné dodržet.

V rámci projektu v obci Poděvousy byl sestaven rozpočet se čtyřmi objekty, které téměř odpovídají svým rozdělením objektů popisovaným v této kapitole. Rozdílnost mezi zmíněnými objekty je způsobena omezením v nastavení rozpočtového softwaru. Kompletní položkový rozpočet stavby je uveden v příloze této práce.

V tab. 7-2 je uveden celkový rozpočet stavby a v tab. 7-3 je uveden bodový rozpočet stavebního objektu SO 01.

Tab. 7-2 Rozpočet stavby.

1	2	3
2	Název	Částka v tisících Kč bez DPH
3	Projektové a průzkumné práce	
4	Cena projektové dokumentace	330,9
5	Administrace SOBS VB a ostatních smluv	4,1
6	Geodetické práce při zpracování projektové dokumentace	22,8
7	Správní poplatky včetně ostatních nákladů	7,0
8	Zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci	12,6
9	Provozní soubory a stavební objekty	
10	Investiční dodávky (stroje a zařízení)	601,9
11	Materiály dodávané PDS (mimo strojů a zařízení)	654,3
12	Materiály dodávané zhotovitelem	75,0
13	Práce	789,4
14	Ostatní náklady	
15	Vytýčení podzemních zařízení	45,6
16	Doprava výkonového materiálu a odvoz zeminy	60,2
17	Revize	24,0
18	Skládkovné	38,0
19	Koordinační činnost zhotovitele	70,2
20	Archeologický dohled	5,5
21	Dopravní značení	39,3
22	Jiné investice	
23	Inženýring PDS a autorský dozor	106,5
24	Manipulace, vypínání, diagnostika a činnost PDS (s použitím metody práce pod napětím nebo bez)	56,8
25	Koordinátor bezpečnosti a ochrany zdraví při práci	12,1
26	Věcná břemena celkem (vklady, náhrady, geometrické plány pro VB)	110,9
30	Geodetické vytýčení před zahájením stavby	26,9
31	Geodetické zaměření skutečného stavu	40,4
32	Dokumentace skutečného provedení stavby	7,0
33	Stavebně montážní činnost	1 221,4
34	Celkové náklady stavby	3 141,3

Jak již bylo zmíněno stavební objekt SO 01 – Stožárová distribuční trafostanice je věnován rekonstrukci a posílení stávající stanice s ohledem na výstavbu nové lokality. V ukázce bodového rozpočtu si lze povšimnout, že se jedná v případě bodových rozpočtů o podrobný seznam položek, který je projektant stavby nucen sestavit. Bodový rozpočet obsahuje položky ze seznamu PDS, které obsahují cenu za materiál včetně práce. Cena materiálu je určena na základě soutěže mezi dodavateli materiálů.

Tab. 7-3 Bodový rozpočet stavebního objektu SO 01 – Stožárová distribuční trafostanice.

1	2	3	4	5	6	7		
2	Název	Množství celkové	MJ	Cena jednotková	Cena celková v Kč bez DPH			
3	PS 01	Technologická část DTS						
4	330	trafostanice VN/NN - technologická část						
5		MONTAZ TRAFU NA STOZAROVU TS-DO 400KVA	1	KS	2 114,70	2 114,70		
6		PTS630UZKA-KONZOLA POD 1 TRAFU DO 630KVA	1	KS	6 243,57	6 243,57		
7		VODIC AY 70 MM2,ZEL/ZL,VOLNE ULOZENY	2	M	97,98	195,96		
8		ROZ.RST-1063/4835,SVS-B NA KONZ.(8X400A)	1	KS	146 372,21	146 372,21		
9		VLOZKA ABLOY CY307N 30MM 90ST POZ.C	1	KS	1 173,83	2 347,66		
10		PTS630UZKA-KONZOLA POD ROZVADEC SVS-B(P)	2	KS	1 968,18	1 968,18		
11		MONTAZ SKRINE S ROZVADECEM NA KONSTR.	1	KS	606,02	606,02		
12		MONTAZ ROZVADECE DO SKRINE	1	KS	313,82	313,82		
13		ZAKRYT KABELOVY POD SKRIN SVS-P/B-NEREZ	1	KS	3 021,12	3 021,12		
14		SVORKA ODBOCNA SR02 PRO PAS/PAS FEZN30/4	1	KS	36,46	36,46		
15		PTS630UZKA-DRZAK TRUBEK DLOUHY 1,2M	2	KS	1 088,88	2 177,76		
16		TRUBKA SVODOVA PVC PR.75/6M PEVNE ULOZ.	5	KS	1 229,63	6 148,15		
17		HLAVICE VYVOD. PLAST. TRUBEK 60-90MM CWS	5	KS	395,92	1 979,60		
18		KABEL 1-AYKY-J 3X120+70MM2,PEVNE ULOZENY	43,5	M	370,07	16 098,05		
19		KABEL 1-AYKY-J 3X240+120MM2,PEVNE ULOZEN	23	M	714,85	16 441,55		
20		POJISTKA VN PRO 10-22 KV 20 A PR45/442	3	KS	854,51	2 563,53		
21		POJISTKA NOZOVA NN VEL.2 GG 160 A	9	KS	147,68	1 329,12		
22		POJISTKA NOZOVA NN VEL.2 GG 250 A	6	KS	147,68	886,08		
23		UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	2	KS	1 002,44	2 004,88		
24		UKONC.KAB.DO 4X150 BEZ TRMENU,BEZ OK	6	KS	836,98	5 021,88		
25		SVORKA POLOPR. SLIP32.21 PRO IZV 4X120	12	KS	333,33	3 999,96		
26		ZNACENI SJZ KABELU SKRIN, ROZVAD-NOVA VED	5	KS	30,04	150,2		
27		PRICHYTKA SONAP TYP 637554-KABEL D41-54	3	KS	73,36	220,08		
28		PRICHYTKA SONAP TYP 637574-KABEL D55-74	2	KS	91,19	182,38		
29		DEMONTAZ TRAFU NA STOZAROVU TS-DO 160KVA	1	KS	836,98	836,98		
30		DEMONTAZ POJISTKA VN PRO 10-22 KV 10 A PR45/442	3	KS	20,78	62,34		
31		DEMONTAZ TRUBKA SVODOVA PVC PR.90/6M PEVNE ULOZ.	4	KS	229,28	917,12		
32		DEMONTAZ SKRINE S ROZVADECEM NA KONSTR.	1	KS	249,31	249,31		
33		DEMONTAZ ROZVADECE DO SKRINE	1	KS	138,01	138,01		
34		PS 05	Transformátor VN/NN pro DTS					
35		331	transformátor VN/NN (DTR)					
36			TRANSFORMATOR400kVA 22/0,40kV OTC ALAL	1	KS	452 515,14	452 515,14	
36	Celková cena stavebního objektu v Kč				677 141,82			

ZÁVĚR

Bakalářská práce s názvem "Projektování elektrického vedení nízkého napětí" se zabývala návrhem nového kabelového vedení pro napájení nově budované lokality rodinných domů v obci Poděvousy. Práce vycházela ze zadání stavby a zohledňovala stávající stav distribuční soustavy nízkého napětí a plánované stavby v lokalitě.

Teoretická část práce shrnula základní pojmy v oblasti projektování elektrických sítí, legislativní úpravu a technické normy platné v České republice, strukturu projektové dokumentace a principy dimenzování kabelových vedení. Tato část sloužila jako podklad pro pochopení dané problematiky.

Praktická část práce se věnovala detailnímu návrhu čtyř stavebních objektů. Jedná se o úpravu stávajícího napáječe nízkonapěťového rozvodu, demontáž nevyužitých prvků distribuční soustavy, návrh nových kabelových vedení v lokalitě nově budovaných odběrných míst a úpravu stávajících odběrných míst.

Cílem úpravy stávajícího napáječe bylo posílení výkonu na stávající příhradové distribuční trafostanici tak, aby splňoval požadavky na napájení nově budované lokality rodinných domů. Prací stanovená úprava zahrnuje výměnu stávajícího transformátoru o zdánlivém výkonu 160 kVA s převodem 22 kV/0,4 kV za nový o zdánlivém výkonu 400 kVA s totožným převodem. S výměnou transformátoru byla navržena výměna stávajících VN pojistek za nové 20A do původních pojistkových spodků a kabelových propojení, které budou realizovány pomocí kabelů 1-AYKY 3x240+120 mm² a kabelů 1-AYKY 3x120+70 mm². Kabel slabšího průřezu bude použit pro napojení stávajícího vzdušného vedení a kabel silnějšího průřezu bude použit pro vyvedení nového paprsku a pro propojení mezi rozvaděčem nízkého napětí a nízko napěťovou stranou nového transformátoru. V rámci posílení byla navržena výměna stávajícího rozvaděče nízkého napětí za nový typu RST-1063/4835 skříň SVS-B.

V rámci demontáže nevyužitých prvků práce stanovila technické řešení pro demontáž prvků distribuční soustavy, které již nebyly potřebné pro napájení stávajících odběrných míst a které by byly v budoucnu nadbytečné. Jednalo se o demontáž nevyužitého vzdušného vedení AYKYz 4x16 mm² a AlFe 4x25 mm², třech betonových sloupů typu Jb 9 m/6 kN, nosných konstrukcí.

Stavební objekt kabelového vedení stanovil návrh nových kabelových vedení a výstavbu nových pojistkových skříní. Páteřní vedení bylo navrženo provést kabelem 1-AYKY 3x240+120 mm². Nová kabelová vedení mezi novými rozpojovacími skříněmi a přípojkovými skříněmi byla navržena provést kabelem 1-AYKY 3x120+70 mm². Návrh zahrnuje trasy vedení, dimenzování jištění a způsob uložení nových kabelů.

V poslední části projektu je navržena úprava stávajících odběrných míst. Úpravy zahrnovaly výměnu starých přípojkových skříní za nové od výrobce DCK Holoubkov Bohemia a.s. Převážně se jedná o typ SS100/NKE1P-C a SS100/NVE1P-C. Dále byla navržena nová hlavní domovní vedení, která ve všech případech budou provedena měděným kabelem 1-CYKY 4Jx10mm² s ohledem na jejich zatížení a způsob uložení.

Autor práce na základě návrhu sestavil kompletní rozpočet stavby, který zahrnuje ceny materiálu, práce a ceny projekčních a inženýrských činností. Celková cena stavby byla napočtena na 3 141 300 Kč bez DPH.

V rámci práce byly vytvořeny situační a objektové výkresy pro realizaci projektu.

Na základě provedených analýz a návrhů lze konstatovat, že navržené kabelové vedení splňuje všechny požadavky na napájení nově budované lokality rodinných domů v obci Poděvousy.

Vedení je navrženo s ohledem na stávající stav distribuční soustavy nízkého napětí a plánované stavby v lokalitě. Rozpočet stavby je sestaven s ohledem na aktuální ceny materiálu a práce.

Výsledkem této práce je kompletní projektová dokumentace podle, které lze realizovat navržené úpravy distribuční soustavy v obci Poděvousy.

LITERATURA

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 416/2009 Sb. Zákon o urychlení výstavby strategicky významné infrastruktury* [online]. 2009 [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-416>
- [2] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 89/2012 Sb. Zákon občanský zákoník* [online]. 2012 [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-89>
- [3] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška č. 499/2006 Sb. Vyhláška o dokumentaci staveb* [online]. 2006 [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499#f7719647>
- [4] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)* [online]. 2006 [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- [5] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 283/2021 Sb. Stavební zákon* [online]. 2021 [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283/zneni-20240101#f7205830>
- [6] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 458/2000 Sb. Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)* [online]. Sbírka zákonů. 2000 [cit. 2023-12-30]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [7] ČESKÉ SDRUŽENÍ REGULOVANÝCH ELEKTROENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *PNE 330000-1-ed.7 (330000) Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě*. 2023.
- [8] ČESKÉ SDRUŽENÍ REGULOVANÝCH ELEKTROENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *PNE 330000-2-ed.5 (330000) Stanovení základních charakteristik vnějších vlivů působících na rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy*. 2016.
- [9] ČESKÉ SDRUŽENÍ REGULOVANÝCH ELEKTROENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *PNE 330000-6-ed.4 (330000) Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro přenos a distribuci elektrické energie*. 2024.
- [10] ČESKÉ SDRUŽENÍ REGULOVANÝCH ELEKTROENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *PNE 341050-ed.3 (341050) Kladení kabelů nn, vn a 110 kV v distribučních sítích energetiky*. 2020.
- [11] ČESKÉ SDRUŽENÍ REGULOVANÝCH ELEKTROENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *PNE 357040-ed.3 (357040) Značení kabelových rozvodných skříní používaných v distribuční soustavě a elektrických přípojkách*. 2013.
- [12] ČESKÉ SDRUŽENÍ REGULOVANÝCH ELEKTROENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *PNE 333430-0-ed.6 (333430) Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav a přenosové soustavy*. 2024.
- [13] ČESKÉ SDRUŽENÍ REGULOVANÝCH ELEKTROENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *PNE 333042 (333042) Příklady výpočtů zkratových proudů ve střídavých sítích*. 2003.
- [14] ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. *Studijní materiály pro projekty s výukou Technických zařízení budov* [online]. 2020, 18.4.2021 [cit. 2024-05-09]. Dostupné z: https://tzb.fsv.cvut.cz/files/znamenani_vodicu_a_kabelu_podekovani.pdf
- [15] ČEZ A.S. *SVĚT ENERGIE* [online]. 2020 [cit. 2023-12-30]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/elektrizacni-a-prenosova-soustava/vyklad>
- [16] ČEZ DISTRIBUCE A.S. *Zřizování věcných břemen* [online]. c2024 [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/potrebuji-vyresit/ceny-a-podminky/zrizovani-vecnych-bremen>
- [17] ČEZ DISTRIBUCE A.S. *PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ DISTRIBUČNÍCH SOUSTAV*. In: 2016.
- [18] *Dimenzování a jištění elektrických vedení* [online]. Ostrava, 2005 [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: https://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/BC_FBI/Prednasky/dimenz_bc.pdf. Studijní materiál. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
- [19] ELEKTRIKA.INFO S.R.O. *Profi elektrika.cz. Základní požadavky na jistící přístroje a jejich hlavní parametry* [online]. 2013 [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/>

- [20] ELEKTROMATERIAL. *DCK SP200/NVP1P ČEZ Rozvaděč přípojkový *504200102* [online]. 2024 [cit. 2024-01-02]. Dostupné z: https://www.elektromaterial.cz/dck-sp200/nvp1p-cez-rozvadec-pripojkovy-504200102?gad_source=1&gclid=Cj0KCQIAhc_sBhCEARIsAOVwHuQBBu_g6GoMwKHSmlNYqEVv-NpqO3MepInrGsmMg7EPzD6woAUBQzwaAlceEALw_wcB
- [21] Elplast - KPZ Rokycany, spol. s r.o. *Elektroměrové rozvaděče* [online]. c2024 [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.elplast-kpz.cz/>
- [22] ELPLAST - KPZ ROKYCANY, SPOL. S R.O. *Pojistková (přípojková) skříň* [online]. 2024 [cit. 2024-01-01]. Dostupné z: <https://www.elplast-kpz.cz/pripojkoive-skrine>
- [23] ELPLAST - KPZ ROKYCANY, SPOL. S R.O. *Způsoby montáže pilířů systému 3D v nestandardních situacích* [online]. 2024 [cit. 2024-01-01]. Dostupné z: <https://www.elplast-kpz.cz/zpusoby-montaze-piliru-systemu-3d-v-nestandardnich-situacich>
- [24] ELPLAST Hradec Králové a.s. *Pojistkové spodky* [online]. b. r. [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.elplasthk.cz/>
- [25] ENERGETIKA info. *Zřizování elektrických přípojek nízkého napětí* [online]. 2010 [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: <https://www.energetikainfo.cz/>
- [26] EVROPSKÝ VÝBOR PRO NORMALIZACI V ELEKTROTECHNICE. *ČSN EN 50160 ed. 4 (330122) Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných elektrických sítí*. 2023.
- [27] EVROPSKÝ VÝBOR PRO NORMALIZACI V ELEKTROTECHNICE. *ČSN EN 60721-2-1 (038900) Klasifikace podmínek prostředí - Část 2-1: Podmínky vyskytující se v přírodě - Teplota a vlhkost vzduchu*. 2014.
- [28] EVROPSKÝ VÝBOR PRO NORMALIZACI V ELEKTROTECHNICE. *ČSN EN 60721-2-2 (038900) Klasifikace podmínek prostředí - Část 2-2: Podmínky vyskytující se v přírodě - Srážky a vítr*. 2014.
- [29] FEJT, Zdeněk a Jaroslav ČERMÁK. *Elektroenergetika*. Druhé vydání. Praha 1: Editační středisko ČVUT, 1985.
- [30] FEJT, Zdeněk a Jaroslav ČERMÁK. *Elektroenergetika*. Druhé vydání. Praha 1: Editační středisko ČVUT, 1985.
- [31] Kabel AYKY 3x240+120 hliníkový kabel NKT. *Toraka elektro - materiály* [online]. c2024 [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: <https://www.elektro-materialy.cz/kabel-ayky-3x240-plus-120>
- [32] KALÁB, Pavel a Miloslav STEINBAUER. *Bezpečnost v elektrotechnice*. Brno: VUT Brno, 2011
- [33] MORAVEC, Jan. *Elektrické ochrany v soustavách nízkého napětí - 1.díl: Pojistka*. OENERGETICE.CZ [online]. 2015 [cit. 2024-04-08]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/elektricke-ochrany-v-soustavach-nizkeho-napeti-pojistka>
- [34] NĚMEČEK, František. *Přenos a rozvod elektrické energie*. Druhé vydání. Praha 1: Editační středisko ČVUT, 1988
- [35] OENERGETICE.cz. *Rozvodné sítě TN, IT a TT - popis, výhody a nevýhody* [online]. 2015 [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/>
- [36] OEZ LETOHRAD. *Příručka elektrikáře* [online]. 2012.
- [37] OEZ S.R.O.: *Příručka elektrotechnika, Jistící přístroje I*
- [38] OEZ. *Nožové pojistky* [online]. c2021-2023 [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.oez.cz/>
- [39] PROCHÁZKA, Radek. *ENERGETICKÁ BILANCE DIMENZOVANÍ VODIČŮ* [online]. Praha, b. r. [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: https://www.powerwiki.cz/attach/EN2/EN2_pr13_dimenzovani.pdf?version=3. Studijní materiál. České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická.
- [40] SVĚT ENERGIE. *Topologie distribučních sítí* [online]. c2020 [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/>
- [41] TOMAN, Petr. *Provoz distribučních soustav*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN ISBN978-80-01-04935-8.

- [42] TR 50 555:2010 *Interruption definitions and continuity indices (Ukazatelé přerušeni dodávky elektrické energie*
- [43] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 0050-605 (330050) *Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 605: Výroba, přenos a rozvod elektrické energie. Elektrické stanice.* 1994.
- [44] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 0165 ED.2 (330165) *Značení vodičů barvami nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení.* 2014.
- [45] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 2000-1 ED.2 (332000) *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice.* 2009.
- [46] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 2000-4-41 ED.3 (332000) *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem.* 2018.
- [47] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 2000-4-442 ED.2 (332000) *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-442: Bezpečnost - Ochrana instalací nízkého napětí proti dočasným přepětím v důsledku zemních poruch v soustavách vysokého napětí.* 2012.
- [48] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 2000-5-51 ED.3+Z1+Z2 (332000) *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Obecné předpisy.* 2022.
- [49] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 2000-5-52 ED.2 (332000) *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení.* 2012.
- [50] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 2000-5-54 ED.3 (332000) *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče.* 2012.
- [51] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 75 2130 (752130) *Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními.* 2020.
- [52] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 73 6005 (736005) *Prostorové uspořádání vedení technického vybavení.* 2020.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Průvodní zpráva

Příloha B: Souhrnná technická zpráva

Příloha C: Situační výkresy

Příloha D: Dokumentace objektů

Příloha E: Bodový rozpočet

Příloha F: Výpočet jištění