

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta elektrotechnická**

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**

Studijní obor: **Management energetiky a elektrotechniky**



**Návrh napájení satelitního komplexu  
elektrickou energií**

Design of electricity supply of satellite complex

Diplomová práce

Vedoucí práce:

**Ing. Miroslav Vítek, CSc.**

2023

Zpracovala:

**Bc. Eliška Urbanová**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Urbanová** Jméno: **Eliška** Osobní číslo: **457080**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**  
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**  
Specializace: **Management energetiky a elektrotechniky**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Návrh napájení satelitního komplexu elektrickou energií**

Název diplomové práce anglicky:

**Design of electricity supply of satellite complex**

Pokyny pro vypracování:

Trend vývoje spotřeby elektrické energie ve vybrané lokalitě,  
Návrh variantního řešení napájení lokality vedením VN a NN,  
Výběr optimální varianty z ekonomického hlediska

Seznam doporučené literatury:

VÍTEK, Miroslav. Ekonomika dopravních energetických systémů. Vyd. 2. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2008. ISBN 978-80-01-04181-9  
FENCL, F.: Elektrický rozvod a rozvodná zařízení. Skriptum ČVUT FEL, Praha, 2006.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Miroslav Vítek, CSc. 13116**

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

Datum zadání diplomové práce: **16.06.2022**

Termín odevzdání diplomové práce: \_\_\_\_\_

Platnost zadání diplomové práce: **19.02.2024**

\_\_\_\_\_  
Ing. Miroslav Vítek, CSc.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

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

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studentky

## **Prohlášení**

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

V Praze dne 25.května 2023

.....

Bc. Eliška Urbanová

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla srdečně poděkovat svému vedoucímu práce, panu Ing. Miroslavovi Vítkovi, CSc., za odborný dohled nad prací, věcné připomínky a rady, poskytnutí potřebných informací pro diplomovou práci a v neposlední řadě za trpělivost a za strávený čas, který mi byl ochoten věnovat.

## **Anotace**

Tato diplomová práce se zabývá reálným návrhem projektu na vybudování nového vedení nízkého napětí v obci Jenštejn, jenž byl zadán na základě developerského záměru. Na začátku jsou vysvětleny základní pojmy a veličiny se zaměřením na požadavky platných norem, které musí distribuční síť splňovat a jsou popsány potřebné náležitosti pro zpracování projektu. V praktické části práce jsou uvedeny všechny technické výpočty a stanovení parametrů pro návržení vhodných variant reálného vedení. Dále práce obsahuje srovnávací ekonomické úvahy, z nichž je určeno, která varianta je ekonomicky výhodnější.

## **Klíčová slova**

Distribuční soustava, nízké napětí, kabelové vedení, dimenzování kabelu, odběratel elektrické energie, odběrná místa, projektování, normy, náklady, výnosy, ekonomické hodnocení investic.

## **Abstract**

This thesis deals with a real project proposal for the construction of a new low voltage line in the village of Jenštejn, which was commissioned on the basis of a development plan. At the beginning, the basic terms and quantities are explained with a focus on the requirements of the applicable standards that the distribution network must meet and the necessary requirements for the project are described. In the practical part of the work, all technical calculations and determination of parameters for the design of suitable variants of the real line are presented. Furthermore, the thesis contains comparative economic considerations, from which it is determined which variant is more economically advantageous.

## **Key Words**

Distribution system, low voltage, cable line, cable sizing, power consumer, points of consumption, design, standards, costs, proceeds, economic evaluation of investments.

# OBSAH

Úvod .....	1
1. Vymezení pojmů .....	3
1.1. Distribuční soustava.....	3
1.1.1. Úroveň velmi vysokého napětí.....	4
1.1.2. Úroveň vysokého napětí.....	5
1.1.3. Úroveň nízkého napětí .....	6
1.1.4. Možnost rozšíření sítě .....	7
1.2. Elektrotechnická zařízení.....	7
1.2.1. Distribuční trafostanice .....	7
1.2.2. Rozpojovací skříň.....	8
1.2.3. Domovní elektrická přípojka.....	9
1.2.4. Kabelová vedení nízkého napětí.....	10
2. Technické požadavky na stavbu.....	11
2.1. Požadavky na venkovní vedení .....	11
2.2. Požadavky na kabelová vedení .....	12
2.3. Bezpečnost práce .....	14
2.4. Ochranné pásmo .....	15
2.5. Developerský záměr .....	16
3. Představení developerského záměru .....	17
3.1. Seznámení se s danou lokalitou .....	17
3.2. Zadání projektu.....	18
4. Technické předpoklady projektu.....	19
4.1. Instalovaný příkon $P_i$ jednoho rodinného domu .....	19
4.2. Výpočtové zatížení $P_b$ jednoho rodinného domu.....	19
4.3. Výpočtové zatížení $P_p$ všech rodinných domů .....	20
4.4. Výpočtové zatížení $P_p$ jednotlivých větví kabelového vedení.....	21
4.5. Výpočtový proud $I_p$ .....	22
4.6. Velikost instalovaného výkonu DTR.....	22
4.7. Kabelová přípojka VN .....	23
4.7.1. Dimenzování vodiče dle dovolené provozní teploty .....	25
5. Připojení NN .....	26
5.1. Vlastnosti kabelů .....	26
5.2. Výpočet úbytku napětí .....	27

5.2.1.	Výpočet úbytku napětí pro větev s 12 novými odběrateli.....	29
5.2.2.	Výpočet úbytku napětí pro větev s 18 novými odběrateli.....	30
5.3.	Hospodárný průřez vodiče .....	30
5.3.1.	Denní diagram zatížení odběratelů.....	32
5.3.2.	Výpočet výdajů vodičů při provozu .....	35
5.3.3.	Výpočet ztracené energie .....	37
5.3.4.	Provozní výdaje jednotlivých průřezů vodičů.....	38
5.4.	Dimenzování vodiče dle dovolené provozní teploty .....	40
6.	Ekonomické předpoklady projektu .....	42
6.1.	Stanovení investic vybraných variant.....	42
6.1.1.	Kabel AYKY-J 3x150+70.....	42
6.1.2.	Kabel AYKY-J 3x185+95.....	45
6.1.3.	Kabel AYKY-J 3x240+120.....	48
6.2.	Stanovení příjmů z nového vedení NN.....	51
6.2.1.	Výpočet velikosti hlavního jističe .....	51
6.2.2.	Stanovení roční spotřeby elektřiny rodinného domu .....	52
6.2.3.	Výběr vhodné distribuční sazby .....	52
6.2.4.	Roční příjmy z nového vedení NN.....	53
6.2.5.	Poplatek za připojení .....	54
6.3.	Stanovení výdajů pro nové vedení NN .....	54
7.	Modelový výpočet developerského záměru .....	56
7.1.	Použité metody pro porovnání investic .....	56
7.2.	Vzorce pro ekonomická kritéria .....	56
7.3.	Porovnání variant.....	59
7.3.1.	Kabel AYKY-J 3x150+70.....	59
7.3.2.	Kabel AYKY-J 3x185+95.....	59
7.3.3.	Kabel AYKY-J 3x240+120.....	60
7.4.	Citlivostní analýza .....	60
7.5.	Zhodnocení investic vybraných variant.....	60
	Závěr.....	62
	Seznam použitých zdrojů .....	65
	Seznam použité literatury.....	65
	Seznam zdrojů obrázků .....	68
	Seznam tabulek .....	69
	Seznam grafů.....	70



Seznam příloh.....	70
--------------------	----

# Úvod

Elektřina se stala nedílnou součástí života v civilizovaných zemích. S elektřinou a elektrickými výrobky se setkáváme dnes a denně, a to od výrobků, které slouží pro lidské potěšení, přes nezbytné pracovní pomůcky, až po život zachraňující přístroje, které umožní člověku žít déle nebo v horším případě přežít. Dalo by se říci, že bez elektrické energie se již prakticky nemůžeme obejít.

Se vzrůstající se populací vzniká masivní nárůst poptávky po bydlení. S tím se však pojí problém nedostatku místa na bydlení pro dospělé samotné nebo pro nově zakládající rodinu. Tento vzniklý efekt se řeší výstavbou nových domů, bytových jednotek nebo chat a chalup. V dnešní době přeplněných měst, kde prakticky není šance naleznout místo pro nová obydlí, lidé utíkají za jejich hranice. Tím se objevuje nový trend výstavby ve formě satelitních městeček. Jedná se o obec či malý uměle vytvořený sídelní celek ležící poblíž velkých měst nebo industriálních lokací. Pro vytvoření takové oblasti je zapotřebí dovést sem potřebné sítě a jednou z nich je elektřina. A proto cílem mé práce je rozvoj satelitního městečka z pohledu vytvoření projektu pro zasíťování nových domů elektřinou.

Dostatečný potenciál rozvoje satelitního městečka má obec Jenštejn, která je situována jen několik kilometrů od hlavního města Prahy. V této obci se nacházejí významně velké pozemky pro rozparcelování a vytvoření nových stavebních pozemků pro rodinné domy. Toho využila developerská firma a rozhodla se pro vytvoření projektu výstavby nových 30 rodinných domů v ulici Kovářská. Obec Jenštejn sídlí na území středočeského kraje a spadá tak do distribuční sítě společnosti ČEZ Distribuce, a.s. Za pomoci architektů a oblastních techniků z ČEZ Distribuce (ČEZd) byl vytvořen projekt, který je náplní mé diplomové práce.

Na začátku své práce popíšu technické specifikace, které jsou důležité pro můj projekt. A proto se v první části zaměřím na vysvětlení nejdůležitějších pojmů, které budu v dalších částech mé práce používat. Objasním zde hlavní pojmy, se kterými se setkám při řešení připojování nových odběratelů do elektrické soustavy.

Ve druhé části mé práce se budu zabývat technickými požadavky na elektrické vedení, které vycházejí z platných norem a zákonů. Dále jsou zde budou uvedeny metody a prostředky, které jsou použity pro návrh elektrizace.

Ve třetí části představím developerský záměr, tedy co je žádáno, aby bylo náplní mého projektu. Představím zde vybranou lokalitu obec Jenštejn, kde se nachází a jaké má kvality. Dále zpracuji schématický návrh dle daného zadání projektu, který použiji pro své praktické výpočty.

Ve čtvrté části mé práce se budu zabírat potřebnými technickými předpoklady, které jsou potřeba znát pro navržení nové elektrické sítě pro napájení nových rodinných domů. Nejprve je zapotřebí ověřit, jestli se v dané lokalitě nachází zdroj pro napájení nových domů a zda se dají na tento zdroj nové domy připojit. K tomu je potřeba vypočítat příkon a zatížení všech nových domů.

Pátá část mé práce je věnována připojení rodinných domů, to se nachází na nízké napěťové hladině. Důležitým bodem se stává výběr vhodného vodiče neboli typu kabelu pro připojení vedení nových rodinných domů. Představím zde různé typy kabelů, které jsou běžně používány v nízké napěťové hladině. Vypočítám zde technické požadavky těchto kabelů. Vyberu pár variant, které pak použiji do svého projektu, pomocí metody výpočtu hospodárného průřezu vodiče. A ověřím, zda vybrané varianty vyhovují technickým požadavkům.

V šesté části mé práce vyhotovím rozpočet pro vybrané varianty, tedy vytvořím výše počátečních investic. Stanovím příjmy a výdaje, které nově vzniknou pro distribuční společnost ČEZd, neboť se jedná o rozšíření jejich majetku.

V poslední části mé práce porovnáám všechny vypočtené údaje a vyhodnotím, která z vybraných variant bude ekonomicky výhodnější. K tomu použiji výnosová a nákladová kritéria a dobu návratnosti investic vybraných variant projektu.

# 1. Vymezení pojmů

## 1.1. Distribuční soustava

Distribuční soustava je propojovacím článkem mezi přenosovou soustavou a koncovými místy odběru elektrické energie. Při distribuci elektřiny jsou postupně upravovány její parametry, především napěťová úroveň, s cílem minimalizace ztrát a dodávky elektřiny v požadovaném množství a kvalitě. Z fyziky je známo, že ztráty vzniklé při transportu elektrické energie závisí na odporu přenosového vedení a od kvadrátu protékajícího proudu. [1]

Proto se k přenosu velkých výkonů na velké vzdálenosti (dlouhá vedení) využívá zvlášť vysoké napětí 400 nebo 220 kV s relativně malým protékajícím proudem. Vysokonapěťový přenos má ale svá specifika, vedení jsou drahá, rozměrově velká, práce s vysokým napětím vyžaduje náročná zařízení, a proto není možné dopravovat elektřinu ke koncovým odběratelům tímto způsobem. Úlohou navazující distribuční soustavy je postupné snižování napětí transportované energie prostřednictvím transformátorů a dalších zařízení a rozdělování přenášeného výkonu do více větví o nižším napětí. Čím je nižší napětí, tím by mělo být distribuční vedení kratší. [1]

K zajištění plynulé a bezpečné distribuce elektřiny slouží kromě samotných vedení i řada dalších systémů, zajišťujících řízení, ochranu a zabezpečení soustavy, měření jejich parametrů nebo přenos informací. O zařízení jednotlivých distribučních soustav se starají jejich provozovatelé. Na území České republiky jsou dominantní provozovatelé distribučních soustav společnosti ČEZ Distribuce, a. s., E.ON Distribuce, a.s. a PREdistribuce, a. s. [1]

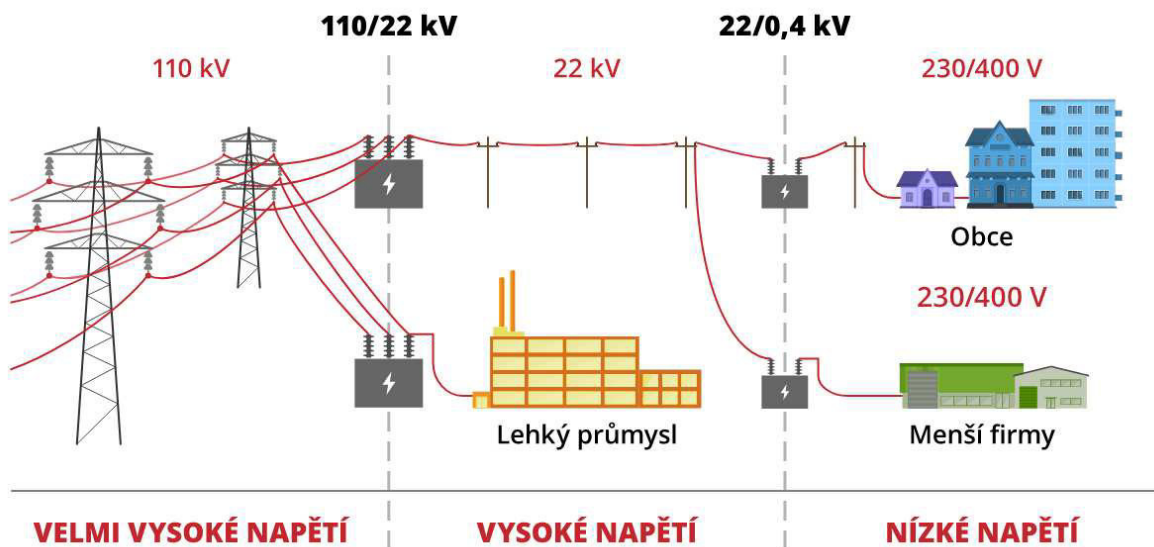
Distribuce elektřiny je v Čechách a na Moravě založena na sítích třech napěťových úrovní:

- Síť na úrovni velmi vysokého napětí 110 kV,
- Síť na úrovni vysokého napětí 3, 6, 10, 22 a 35 kV,
- Síť na úrovni nízkého napětí 400/230 V. [1]

Důležitou součástí přenosu elektrické energie od uzlových elektrických stanic ke spotřebitelům tvoří distribuční síť. Pracují s různým napětím, které většinou definuje jejich provedení i způsob provozu. Koncovým zákazníkům je nejbližší nejrozsáhlejší distribuční síť nízkého napětí. Varianta s kabelovým vedením je charakteristická pro rozvod elektrické energie

v hustě osídlených oblastech, venkovní vedení ještě stále dominují ve vesnicích a v malých aglomeracích. U nadřazených distribučních sítí vyšších napětí převládá vzdušné nadzemní vedení. [1]

Na distribuční síť jsou kladeny, především při jejich výstavbě, různé i protichůdné požadavky, takže je vždy potřeba najít určitý kompromis mezi náklady, zajištěním dodávky a kvality elektřiny, jednoduchostí rozvoje a bezpečností. [1]



Obr. 1: Schéma distribuční soustavy [A]

### 1.1.1. Úroveň velmi vysokého napětí

Linky o sdruženém napětí 110 kV zprostředkovávají napojení distribuční soustavy na uzlové transformovny přenosové soustavy a zajišťují tranzit elektrické energie k dalšímu stupni transformace na vysoké napětí. Síť 110 kV linek se vyznačuje vysokou mírou spolehlivosti, je dostatečně propojená, zálohovaná a chráněná distančními ochranami. Výjimečně vzniklé poruchy v této síti obvykle díky okružnímu uspořádání a režimu provozu nezpůsobí přerušení dodávky elektřiny. [1]

Do základní 110 kV distribuční úrovně je také vyveden výkon menších zdrojů v řádu desítek MW. Jsou to zpravidla vodní elektrárny, historické tepelné elektrárny a větší teplárny s přidruženou výrobou elektřiny. [1]

Venkovní vedení velmi vysokého napětí (110 kV) je ve většině případů tvořeno příhradovými stožáry, na kterých jsou na porcelánových izolátorech v dostatečné výšce zavěšena tři kovová lana s průřezem přibližně 2 cm<sup>2</sup>. Nejvyšším bodem stožáru ještě prochází čtvrté zemnicí lano, tvořící ochranu vedení před zásahem bleskem. Vnitřkem zemnicího lana obyčejně vedou komunikační a informační optické kabely. Jedno třívodičové vedení velmi vysokého napětí přenese elektrický výkon kolem 100 MW, co stačí k zásobování elektrickou energií asi 10 000 domácností. Často se ovšem vedení projektují a staví jako dvojitá, někdy dokonce čtyřnásobná. [1]



Obr. 2: Příhradové stožáry úrovně VVN [B]

### 1.1.2. Úroveň vysokého napětí

V transformačních stanicích distribuční soustavy se velmi vysoké napětí 110 kV snižuje na úroveň vysokého napětí. V různých částech republiky je historicky rozdílná napěťová úroveň linek vysokého napětí. Převládá napěťová hladina 22 kV, v části severních a východních Čech se lze setkat s napětím 35 kV a spíše lokálně se vyskytují distribuční sítě s napětím, které je

nižší než 22 kV (obvyčně 10, 6 a 3 kV). Tyto nižší napěťové úrovně se již dále nerozvíjejí a při rekonstrukcích se spíše nahrazují standardní úrovní 22 kV. [1]

Topologicky se většinou jedná o paprskové sítě, kdy z transformační stanice vybíhá do všech směrů několik vysokonapěťových vedení, napájejících jeden nebo několik nízkonapěťových distribučních transformátorů pro pokrytí menších oblastí se zástavbou nebo průmyslem. Důležitá vysokonapěťová vedení, tzv. kmenové linky, jsou často napájena ze dvou i více transformoven. Z důvodu zajištění distribuce elektřiny i při nestandardních stavech v síti mohou být tyto hlavní linky ještě vzájemně propojeny. Přípojky jednotlivých koncových transformačních stanic na nízké napětí se nachází na odbočkách základních kmenových linek. [1]



Obr. 3: Sloupová distribuční trafostanice úroveň VN [C]

### 1.1.3. Úroveň nízkého napětí

Distribuční síť nízkého napětí tvoří poslední stupeň transformace elektrické energie a slouží přímo k napájení odběrných míst koncových zákazníků. Nízkonapěťová vedení nebo kabely vychází většinou paprskovitě z transformační stanice, kde se energie transformuje z vysokého napětí na standardní unifikované napětí  $3 \times 400/230$  V s frekvencí 50 Hz. V městské

zástavbě se spíše používá uzlová síť nízkého napětí, tvořená systémem podzemních kabelových rozvodů. [1]



Obr. 4: Připojení odběratele na úrovni nízkého napětí (přípojková a elektroměrová skříň) [D]

#### 1.1.4. Možnost rozšíření sítě

Zvyšováním odběru, připojováním dalších odběratelů nebo případně vybudováním nových celých zásobovacích oblastí nastávají požadavky na další rozvoje distribučních sítí. Ideálním stavem je možnost postupného rozšiřování sítě beze změn již existujících částí. Dalším důležitým faktorem je využití výkonové rezervy distribučních transformátorů nebo využití zvýšené přenosové kapacity jednotlivých vedení.

## 1.2. Elektrotechnická zařízení

### 1.2.1. Distribuční trafostanice

Distribuční transformační stanice (DTS) - jde o zařízení pro transformaci vysokého napětí na nízké napětí pro potřeby koncového spotřebitele. Na hladině nízkého napětí dochází k rozvětvení vedení pro oddělení daných skupin spotřebitelů. Provedení DTS může být na



sloupech, v plechovém kontejneru nebo v betonovém skeletu. Dle umístění v síti lze rozdělit DTS na uzlové, smyčkové a koncové. [2]



Obr. 5: Kiosková trafostanice [E]

### 1.2.2. Rozpojovací skříně

Rozpojovací jistící skříně se používají na rozpojení, rozbočování, průběžné připojení nebo jištění rozvodů nízkého napětí. Jedná se o rozvaděče, které využívají zejména distribuční společnosti, a proto jejich používání přísluší pouze osobám znalým. [5]

– Typ SR – rozpojovací jistící skříně: Skříně a pilíře rozpojovací se používají pro rozbočování a jištění kabelových elektrorozvodných sítí.

– Typ SD – rozpojovací jistící skříně s dělenou přípojnici: Skříně a pilíře rozpojovací s jistící lištou slouží pro rozpojování, rozbočování, průběžné připojení a jištění kabelových elektrorozvodných sítí.

– Typ SV – rozpojovací jistící skříně venkovní: Venkovní rozpojovací skříně se používají pro rozpojení, rozbočování a jištění rozvodů nízkého napětí s umístěním na sloupech elektrického vedení. [6]



Obr. 6: Rozpojovací skříň typu SR502 [F]

### 1.2.3. Domovní elektrická přípojka

Elektrickou přípojkou je zařízení, které začíná odbočením od spínacích prvků nebo přípojníc v elektrické stanici a mimo ni odbočením od vedení přenosové nebo distribuční soustavy, a je určeno k připojení odběrného elektrického zařízení. [3]

Pojistkové nebo také přípojkové skříně slouží k jištění domovních přípojek a připojení kabelové sítě k odběrnému místu. Někdy se také označují jako hlavní domovní skříně, zkráceně HDS. Přípojkové pojistkové skříně u nás najdete osazené pojistkovými sadami, vestavné se zámky, do různé velikosti odběru elektrického proudu i v dalších variantách.

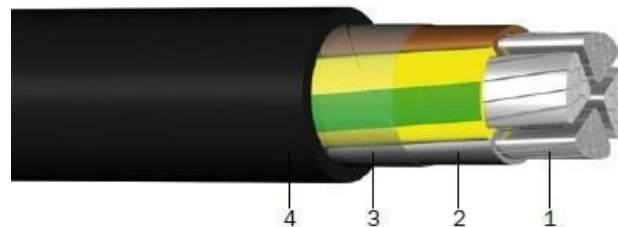
Pojistkové skříně jsou většinou majetkem distribuční společnosti, na kterou je odběrné místo napojené. V mnoha případech tak patří společnostem (PRE, ČEZ, EON), které pojistkové skříně dodávají a spravují. Pojistková skříň pak slouží jako předávací místo, tedy místo, kde končí síť a majetek distributora. Další vedení a skříň na elektroměr je vždy již v majetku odběratele. Je však mnoho případů, kdy na své odběrné místo budete potřebovat pojistkovou skříň pořízenou na vlastní náklady. [4]

#### 1.2.4. Kabelová vedení nízkého napětí

V mé práci se zabývám pouze výstavbou sítě pro připojení nových rodinných domů, a proto zde představím kabely na úrovni nízkého napětí.

Na úrovni nízkého napětí se kabelová vedení používají běžně, dá se říct, že převažují. Závěsná vedení nahrazují starší čtyřvodičové nadzemní rozvody neizolovanými dráty především na vesnicích a okrajích měst. Tvoří i elektrické přípojky do rodinných domů v místech, kde je distribuce nízkého napětí realizována pomocí dřevěných a betonových sloupů. Závěsné kabely jsou tvořeny jádrem s hliníkovými izolovanými žilami, nad kterými je nosné ocelové lano. Celá sestava je zalita do společného pláště z PVC. [12]

V městských aglomeracích se podzemní kabelová vedení většinou používají k rozvodu vysokého i nízkého napětí. Výhodou je absence jakýchkoli drátů a vedení v ulicích, co zvyšuje spolehlivost i bezpečnost a je to pozitivně vnímáno veřejností. Zároveň odpadá dodržování ochranných pásem nadzemních vedení, i když určitá omezení pokládka kabelů například pod chodníky přináší. Nízkonapěťové sítě se ve městech provozují v mřížové topologii. Každý uzel takové sítě je tvořen rozvodnou skříní s pojistkami. [12]



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

Obr. 6: Kabel nízkého napětí [G]

## 2. Technické požadavky na stavbu

Elektrická energie je dopravována pomocí venkovního nebo kabelového vedení. V případě venkovního vedení jsou lano zavěšena na stožárech nebo na sloupech. V případě kabelového vedení jsou kabely uloženy v zemi, v drážce a, nebo na lávce.

Mezi základní elektrovedné materiály patří měď a hliník. Na venkovních vedeních se tak můžeme setkat s měděnými lany a dráty, s hliníkovými a bronzovými vodiči. Všechny uvedené materiály mají své výhody a nedostatky.

Nevýhodou mědi je vysoká cena, nevýhodou železa je nízká elektrická vodivost a hliník má pro změnu pro běžné použití příliš malou mechanickou pevnost. K potlačení negativních vlastností uvedených materiálů byly vyvinuty různé slitiny vyznačující se vhodnými parametry. Mezi využívané slitiny patří například slitiny hliníku Aldrey a Condal. [7]

### 2.1. Požadavky na venkovní vedení

Venkovní vedení musí být postaveno tak, aby bylo spolehlivé, tedy splňovalo podmínky určité minimální životnosti, a odolávalo šíření poruchy. Současně by vedení mělo být ekonomické, bezpečné pro okolní prostředí, čímž se rozumí nejen bezpečnost z pohledu zdraví zvířat či osob, ale také bezpečnost taková, kdy nedojde k ohrožení majetku, a to jak během chodu, tak i při výstavbě nebo při údržbových pracích nebo opravách. Zvláště důležité je to u vedení NN, u kterých není na rozdíl od vedení VN a VVN stanoveno ochranné pásmo. Vedení by také mělo být v rámci možností estetické a nehyzdit okolí, nebo jinak nenarušovat přírodní prostředí [9]. [30]

Jedním z parametrů při budování venkovních vedení jsou jejich mechanická zatížení, a to stálá i nahodilá. Stálá zatížení zahrnují tíhu podpěrných bodů, vodičů, izolátorů, konzol i ostatní trvalé výzbroje, dále tahy z předpětí kotevních lan a také tahy vlastních vodičů při referenční teplotě. Nahodilá zatížení zohledňují místní a klimatické podmínky, jako jsou vliv větru – ve výjimečných případech u dlouhých úseků vedení umístěných ve volném terénu, zatížení námrazou a vliv teploty [9]. Nedílnou součástí návrhu vodičů jsou výpočty jejich zatížení a

průhybu za zohlednění parametrů daných vodičů podle norem ČSN EN 50 182 [15] a PNE 34 7509 [16].

Z elektrického hlediska je důležité zachování předepsaných nejmenších vzdáleností pro vodiče. [30]

Do jejich výčtu patří:

- vzdálenost mezi samotnými vodiči a vzdálenost vodičů od podpěrného bodu.
- vzdálenost vodičů od země – tak aby pod vodiči mohla bezpečně projít osoba nebo projet dopravní prostředek [9].
- vzdálenost vodičů od přírodních porostů – ta musí být taková, aby nebylo v ohrožení zdraví osob na stromech při jejich prořezávání či ocesávání. Tyto vzdálenosti jsou zpravidla 0,5 m pro izolované vodiče a kabely a 1 m pro holé vodiče [9].
- vzdálenost vodičů od budov – tato vzdálenost záleží na tom, zda je vodič umístěn nad budovou, vedle budovy nebo přímo na budově.
- vzdálenost vodičů od zařízení dopravní infrastruktury, vodních ploch a od jejich hladiny, vzdálenost od sdělovacích vedení, venkovních vedení a vzdálenost od rekreačních ploch a dalších ploch. Podrobnější informace o předepsaných vzdálenostech jsou k nalezení v podnikové normě PNE 33 3302. [30]

Kromě samotných vodičů jsou součástí vedení též podpěrné body vedení a jejich základy. Při jejich návrhu je nutno vzít v úvahu předpokládané zatížení, tvar základů a terén, ve kterém budou základy umístěny, zvláštními případy jsou kupříkladu základy ve svazích, na březích vodních toků nebo v záplavové oblasti [9]. Volba podpěrných bodů a jejich parametry jsou rozebrány v normách PNE 34 8210 pro dřevěné sloupy, PNE 34 8220 pro betonové sloupy a PNE 34 8240 pro příhradové stožáry. [30]

## 2.2. Požadavky na kabelová vedení

Celá kabelová vedení nebo jejich části mohou být uloženy ve výkopu v zemi, tudíž se požadavky na jejich vlastnosti liší od požadavků kladených na venkovní vedení. Vzhledem k uložení kabelu je nutné, aby po jeho dohotovení byly koncovky kabelů uloženy tak, aby k nim byl zajištěn bezpečný přístup umožňující jejich zkoušení a údržbu [10]. [30]

Stejně jako u venkovních vedení je při kladení kabelu nutno dbát, aby vedení svým uložením, konstrukcí nebo použitými materiály nevedlo ke vzniku nebezpečí, jež by mohlo ohrozit zdraví osob či zvířat, nebo vést k poškození hmotných věcí. Zároveň nesmí umístění kabelu překážet v běžném užívání prostoru a v případě rizik mechanického poškození kabelu musí být uložení provedeno tak, aby byl kabel před nebezpečím poškození vhodně chráněn. Kabely by měly být kladeny přehledně, přímočaře v co nejkratších vzdálenostech a takovým způsobem, aby se vedení co nejméně křížila. V případě nutného ohnutí kabelu je stanoven nejmenší poloměr ohybu na dvanáctinásobek průměru u kabelů o průměru od 20 do 40 mm a na patnáctinásobek průměru u kabelů o průměru nad 40 mm. Při zatahování kabelů do kabelových skříní a při potřebném jednorázovém ohybu může být tento poloměr poloviční [10]. [30]

Přestože bývají kabelová vedení uložena v zemi, podléhají vlivům prostředí podobně jako vedení venkovní. Vlivy, které je zapotřebí zohlednit jsou:

- teplota okolí – kabely musí být dimenzovány tak, aby při normálním provozu nebo při zkratu nedošlo vlivem okolí k překročení jejich nejvyšší povolené teploty.
- vnější zdroje oteplení – těmito zdroji mohou být teplovodní systémy, jiná kabelová vedení v souběhu nebo i v křížení nebo vliv slunečního záření.
- voda nebo vysoká vlhkost, cizí tělesa nebo prašnost a výskyt živočichů
- ochrana proti korozi, znečištění a ochrana proti mechanickému poškození
  - typickým příkladem ochrany proti mechanickému poškození je uložení kabelu v chrániče při jeho křížování pozemní komunikace.
- ochrana proti vibracím – vedení, které je podepřeno konstrukcí nebo upevněno ke konstrukci zařízení, jež je vystaveno zvýšeným vibracím, například kabelová vedení v mostních konstrukcích nebo stanoviště transformátorů, musí být pro takové podmínky uzpůsobeno. Tato ochrana se obzvláště týká kabelů a kabelových spojek [10].

Podrobnější informace o předepsaných ochranách jsou k nalezení v podnikové normě PNE 34 1050 [10]. [30]

Neživé části vedení musí být chráněny před úrazem elektrickým proudem a nebezpečným dotykovým napětím. Možnosti ochrany jsou uzemněním, zábranou, izolací či pospojováním. Kovové pláště trubek nebo pancíře vodičů nesmí být použity jako zpětný vodič, střední vodič musí být veden vždy společně s fázovými vodiči [8]. [30]

Kabely nízkého napětí umístěné ve výkopu musí být uloženy v hloubce alespoň 700 mm pod povrchem volného terénu, 350 mm pod chodníkem a 1000 mm pod vozovkou. Dno výkopu musí být zarovnané vyložené vrstvou nekompaktního materiálu různé zrnitosti o výšce 50-70 mm. Samotné kabely jsou uloženy na loži z písku o výšce 80 mm a přikryty stejnou vrstvou písku. Pokud je v kabelové rýze uložen i zemnič, musí být uložen na dně výkopu nejméně 100 mm od kabelu, zemnič musí být zakryt zemí. [30]

Nad kabelovým vedením je umístěna informační fólie, tato fólie smí být nejméně 200 mm nad položeným vedením a v hloubce alespoň 200 mm pod povrchem, v případě uložení pod chodníkem může být její hloubka pouze 150 mm, přesah fólie na obě strany od krajního vodiče je 40 mm. Hloubka výkopu je závislá na celkové hloubce potřebné pro uložení vedení, šířka výkopu není stanovena. Měla by být co nejmenší, ale zároveň dostatečně veliká, tak aby byl ve výkopu dostatečný prostor pro práci a montáž. [10] [30]

### 2.3. Bezpečnost práce

Jediným uživatelem řešené stavby bude její provozovatel – ČEZ Distribuce, a.s., PRE Distribuce nebo E.ON Distribuce. Při práci a obsluze nově instalovaných zařízení budou dodržovány stejné předpisy a pravidla jako u ostatních zařízení obdobného charakteru ve stávajících rozvodných soustavách NN, VN.

Zásadním předpisem je PNE 33 000-6 „Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro výrobu, přenos a distribuci elektrické energie“ v platném znění. Dále musí být respektovány požadavky a nařízení platných zákonů, vyhlášek, vládních nařízení a ČSN, která se problematikou bezpečnosti práce zabývají a které jsou uvedeny v Předpisové dokumentaci provozovatele soustavy.

Jedná se zejména o tyto předpisy:

- Vyhláška ČUBP a ČBÚ č. 50/1978 o odborné způsobilosti v elektrotechnice, ve znění vyhlášky 98/1982 Sb.
- Vyhláška ČUBP č. 48/1982 Sb. kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, ve znění vyhlášky č. 324/1990 Sb., č. 207/1991 Sb. a vyhlášky č. 192/2005 Sb. a nařízení vlády č. 352/2000 Sb.



- Vyhláška 73/2010 Sb. Vyhláška o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhl. o vyhrazených elektrických technických zařízeních)
- Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Zákon č. 309/2006, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích..., vč. novelizace 362/2007 Sb., 189/2008 Sb., 223/2009 Sb., 365/2011 Sb a 375/2011 Sb. ve znění prováděcích předpisů:
  - Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.
  - Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ve znění Nařízení vlády 68/2010 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
  - Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. O bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Práce a údržbu na elektrických zařízeních smí provádět pouze osoby splňující podmínky nařízení vlády č. 194/2022 Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice. Pracovníci musí být s předpisy k zajištění bezpečnosti práce seznámeni prokazatelně, alespoň v rozsahu potřebném pro provádění práce. Při práci musí být používány předepsané ochranné a pracovní pomůcky dle příslušné PNE.

Před uvedením elektrického zařízení do provozu musí být provedena výchozí revize dle ČSN 33 1500 a zkoušky funkčnosti. Elektrická zařízení se musí udržovat ve stavu, který odpovídá platným elektrotechnickým normám, v průběhu provozu budou nová elektrická zařízení pravidelně revidována ve lhůtách stanovených ČSN a směrnicemi výrobce.

U elektrických zařízení, která nejsou delší dobu v provozu, se musí před novým uvedením do provozu prověřit jejich bezpečný a provozuschopný stav. Elektrická zařízení, u kterých se zjistí, že ohrožují život nebo zdraví osob, musí být ihned odpojena a zajištěna.

## 2.4. Ochranné pásmo

Ochranná pásma elektrického vedení jsou stanovena zákonem č. 458/2000 Sb. [17] §46:

- odst. 3 – ochranné pásmo nadzemního vedení je souvislý prostor vymezený svislými rovinami vedenými po obou stranách vedení ve vodorovné vzdálenosti měřené kolmo



na vedení, která činí od krajního vodiče vedení na obě jeho strany u napětí nad 1kV a do 35 kV včetně pro vodiče bez izolace 7 m. pro vodiče s izolací základní 2 m, pro závěsná kabelová vedení 1 m.

- odst. 5 - ochranné pásmo podzemního vedení elektrizační soustavy do napětí 110 kV včetně a vedení řídicí a zabezpečovací techniky 1 m po obou stranách krajního kabelu.
- odst. 6, b) - Ochranné pásmo stožárových stanic s převodem 52/1 kV a menším je 7 metrů ve všech směrech.
- Nadzemní vedení NN do 1kV nemá ochranné pásmo.

## 2.5. Developerský záměr

Prodej nebo pronájem nové nebo zrekonstruované budovy třetím osobám je klíčové pro označení “developerský projekt”. Pojem se tedy netýká budov, které podnikatelé budují pro své potřeby.

Hlavní fáze developerského projektu:

- **Výběr lokality** – Pro prodej nebo pronájem postavené budovy je důležitý výběr místa, jedná se především o lokalitu, dopravní dostupnost, technickou infrastrukturu, občanskou vybavenost, okolní přírodu a cenu.
- **Výběr projektanta** – Projekt budovy a technické specifikace jsou založeny na výběru projektové kanceláře, která projekty bytových domů nebo jiných nemovitostí navrhne.
- **Schválení stavby** – Developerské projekty se samozřejmě neobejdou bez stavebních a právních procesů schvalování projektové dokumentace, stavebního povolení a dalších podkladů pro výstavbu.
- **Financování** – Financovat výstavbu lze několika způsoby, nejčastěji se setkáváme s vlastními zdroji developera, využitím hypotečního úvěru nebo spolupráce se soukromými investory.
- **Výstavba** – Po schválení všech dokumentů a získání potřebných financí následuje samotná výstavba, která zahrnuje vybudování technické infrastruktury a následně samotnou výstavbu. [13]

## 3. Představení developerského záměru

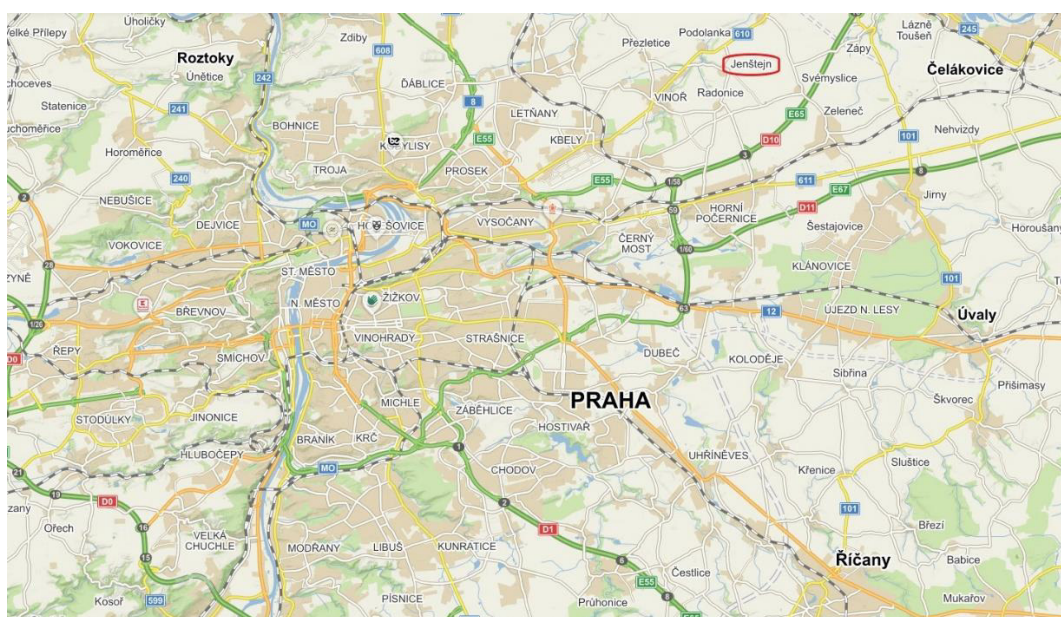
### 3.1. Seznámení se s danou lokalitou

Obec Jenštejn se nachází severovýchodně od Prahy směrem na Mladou Boleslav. Obec leží necelý 1 km od hranic s Prahou. Jenštejn je tudíž velmi dobře dostupný hromadnou dopravou do hlavního města. V obci žije 1 360 obyvatel.

Jenštejn se v současnosti rychle rozrůstá díky nové čtvrti řadových domů nazvané Nový Jenštejn. Značná část obyvatel obce dojíždí za prací, za nákupy i za kulturou do Prahy. V Jenštejnu chybí obchody, obec má však vlastní poštu a dvě restaurace. Nejbližší kostely jsou ve Svémyslicích, Dřevčicích a Vinoři.

Od roku 2013 v obci funguje Mateřská škola Jenštejn. MŠ má dvě třídy po 24 dětech. V obci není základní škola, obec nemá uzavřený školský obvod ani nemá spádovou oblast. Děti jsou umisťovány podle volné kapacity do ZŠ Praha-Vinoř, ZŠ Satalice, ZŠ Dřevčice, ZŠ Brandýs nad Labem Palachova a ZŠ Brandýs nad Labem Na Výsluní. [11]

Stavba nevyžaduje provádět žádné zvláštní průzkumy, měření nebo rozměry. Prostor, ve kterém bude stavba realizována, byl geodeticky zaměřen a bylo provedeno místní šetření s vizuální prohlídkou území dotčeného stavbou.



Obr. 8: Označení lokality obce Jenštejn [H]

Stavba splňuje územně technické podmínky dotčeného území. Pro příjezd na pozemky budou využity stávající veřejné a soukromé komunikace.

Stavba nevyžaduje realizaci žádných přeložek inženýrských sítí, ani nebude připojena na zdroje vody a energií, krom energie elektrické, pro jejíž distribuci je stavba určena. Stavební pozemky není nutno odvodňovat.

Zásobování elektrickou energií lze zajistit v místě stavby ze stávající sítě NN nebo mobilních zdrojů, vodní zdroj lze zajistit rovněž v místě stavby, nebo se přiveze cisterna či kanystry s vodou.

### 3.2. Zadání projektu

Požadovaný odběr elektřiny pro 30 rodinných domů (RD) bude možno zajistit výstavbou nového kabelového vedení 0,4kV do určené lokality. Kabelové vedení 0,4kV bude napojeno ze stávající trafostanice PY\_1776 Nový Jenštejn 1 a bude pokračovat směrem do nové lokality. Jednotlivé domy budou připojovány pomocí přípojkových skříní SS 100 nebo v případě umístění skříně na hranici dvou parcel SS 200. Nové vedení bude rozděleno na dvě větve. Jedna větev povede do nové rozpojovací skříně R66 typu SD922 a vedení bude dlouhé 236 m. Na toto vedení bude smyčkově napojeno 12 nových odběratelů. Druhá větev povede do nové rozpojovací skříně R67 typu SD922 a vedení bude dlouhé 307 m. Na toto vedení bude připojeno smyčkově 18 nových odběratelů. Umístění kabelových skříní bude řešit zpracovatel PD s žadatelem.

**Výkres č. C.1 – Celková situace stavby:** Výkres znázorňuje trasu nového a stávajícího vedení a umístění nových odběrných míst, podložených katastrální mapou a geodetickým zaměřením infrastruktury obce Jenštejn.

**Výkres č. C.2 – Jednopolové schéma:** Výkres představuje schématické zapojení jednotlivých odběrných míst, typů skříní a jejich jištění.

Výkresy jsou součástí přílohy mé diplomové práce.

## 4. Technické předpoklady projektu

Developerský projekt je navržený pro 30 nových odběrných míst elektrické energie pro rodinné domy. Během vypracování projektu se zabývám odběry elektrické energie pro odběratele, kteří budou využívat elektrickou energii k provozu základních elektrických spotřebičů, svícení, vaření, ohřevu teplé užitkové vody a vytápění rodinného domu.

### 4.1. Instalovaný příkon $P_i$ jednoho rodinného domu

Prvním krokem, který je nezbytné určit, je výpočet instalovaného příkonu. Ten se vypočítá jako součet všech odběrů jednoho rodinného domu podle vzorce, kde ve variantě A počítám s odběrem elektrické energie pro běžné elektrické spotřebiče, vaření a svícení:

$$P_i = P_{\text{osvětlení}} + P_{\text{vaření}} + P_{\text{ohřev TV}} + P_{\text{el. vytápění}} + P_{\text{ostatní}}$$

$$P_i = 1 \text{ kW} + 6,4 \text{ kW} + 2 \text{ kW} + 9 \text{ kW} + 6 \text{ kW} = 24 \text{ kW}$$

### 4.2. Výpočtové zatížení $P_b$ jednoho rodinného domu

Výpočtové zatížení  $P_b$  (jinak řečeno soudobý příkon) jednoho rodinného domu musím určit z důvodu, že žádný z rodinných domů nebude nikdy využívat sto procent instalovaného výkonu. Maximální reálné zatížení jednoho rodinného domu se udává pomocí soudobého příkonu, ten se vypočte dle následujícího vztahu:

$$P_b = P_i * \beta$$

Kde  $\beta$  ... je koeficient soudobosti pro jeden rodinný dům,

$P_i$  ... je instalovaný výkon jednoho rodinného domu.

V praxi je používána hodnota soudobosti v rozmezí 0,6 až 0,8. Abych předešla případnému poddimenzování nově vybudovaného elektrického vedení, ve svých výpočtech použiji hodnotu 0,8.

$$P_b = 24 * 0,8 = 20 \text{ kW}$$

### 4.3. Výpočtové zatížení $P_p$ všech rodinných domů

Dále je důležité vzít na vědomí soudobost mezi jednotlivými domy pro reálné určení celkového zatížení dané části distribuční soustavy nízkého napětí. Skutečnost je taková, že rodinné domy nebudou využívat ve stejném čase maximální zatížení  $P_b$ . Proto je nutné spočítat výpočtové zatížení  $P_p$  podle ČSN 33 2130 ed. 3 [14] ze vzorce:

$$P_p = \left( \sum_{i=1}^n P_{bi} \right) * \beta_n$$

Kde  $n$  ... je počet rodinných domů,

$\beta_n$  ... je soudobost pro  $n$  rodinných domů.

Já si mohu dovolit výše zmíněný vztah zjednodušit, neboť v této variantě počítám s tím, že všechny rodinné domy mají stejné odběry:

$$P_p = (P_b * n) * \beta_n$$

Pomocí Ruscova vzorce uvedeného v ČSN 33 2130 ed. 3 [14] určím soudobost  $\beta_n$  jako,

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

Kde  $\beta_\infty$  ... je soudobost pro nekonečně velký počet obytných jednotek a dle normy je možno počítat s hodnotou 0,15.

Pro tento projekt počítám se 30 novými rodinnými domy, tedy  $n = 30$ . Dosadím do předchozího vzorce:

$$\beta_n = 0,15 + (1 - 0,15) * \frac{1}{\sqrt{30}} = 0,31.$$

Nyní tuto hodnotu dosadím do vzorce pro výpočtové zatížení  $P_p$ :

$$P_p = (P_b * n) * \beta_n = (20 * 30) * 0,31 = 186 \text{ kW}.$$

#### 4.4. Výpočtové zatížení $P_p$ jednotlivých větví kabelového vedení

Vzhledem k tomu, že napájení rodinných domů bude z trafostanice, která má dva transformátory, bude kabelové vedení rozděleno na dvě větve, které budou samostatně jištěny. Proto je zapotřebí také spočítat výpočtové zatížení  $P_p$  pro každou větev samostatně.

##### ***Výpočet větve s 12 novými odběrateli:***

Určení soudobosti dle Ruscova vzorce

$$\beta_n = 0,15 + (1 - 0,15) * \frac{1}{\sqrt{12}} = 0,4$$

Pro výpočet výpočtového zatížení  $P_p$  dosadím soudobost do vzorce

$$P_{p12} = (20 * 12) * 0,4 = 96 \text{ kW}.$$

##### ***Výpočet větve s 18 novými odběrateli:***

Určení soudobosti dle Ruscova vzorce

$$\beta_n = 0,15 + (1 - 0,15) * \frac{1}{\sqrt{18}} = 0,35$$

Pro výpočet výpočtového zatížení  $P_p$  dosadím soudobost do vzorce

$$P_{p18} = (20 * 18) * 0,35 = 126 \text{ kW}.$$

Dále potřebuji, aby platilo:

$$P_{pV} = P_{p12} + P_{p18}$$

Kde  $P_{pV}$  ... je výpočtové zatížení  $P_p$  všech rodinných domů,

$P_{p12}$  ... je výpočtové zatížení  $P_p$  větve s 12 novými odběrateli,

$P_{p18}$  ... je výpočtové zatížení  $P_p$  větve s 18 novými odběrateli.

Po dosazení do rovnice dostávám:

$$186 \neq 96 + 126$$

$$186 \neq 222.$$

Výpočtové zatížení všech rodinných domů se nerovná výpočtovým zatížením obou větví dohromady, proto je nutné rovnici rozšířit o soudobost trafostanice:

$$P_{pV} = (P_{p12} + P_{p18}) * \beta_r$$

$$186 = (96 + 126) * \beta_r \rightarrow \beta_r = 0,84$$

Kde  $\beta_r$  ... je soudobost trafostanice.

## 4.5. Výpočtový proud $I_p$

Výpočtový proud  $I_p$  určím z výsledků výpočtového zatížení  $P_p$  podle vzorce:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} * U_s * \cos\varphi}$$

Kde  $U_s$  ... je sdružené napětí sítě,  $U_s = 400$  V,

$\cos \varphi$  ... je střední účinník, v distribučních sítích NN mohou počítat s hodnotou účinníku 0,8.

***Tedy výpočtový proud  $I_p$  pro všechny rodinné domy bude:***

$$I_p = \frac{186 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 336 \text{ A.}$$

***Výpočtový proud  $I_p$  větve s 12 novými odběrateli:***

$$I_p = \frac{96 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 173 \text{ A.}$$

***Výpočtový proud  $I_p$  větve s 18 novými odběrateli:***

$$I_p = \frac{126 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 227 \text{ A.}$$

## 4.6. Velikost instalovaného výkonu DTR

Všechny plánované rodinné domy budou připojeny z místní trafostanice PY\_1776 Jenštejn/300751 (PY), Nový Jenštejn 1.

Trafostanice je vybavená dvěma transformátory s výkony 160 kVA (T1) a 630 kVA (T2), které jsou propojené na sekundární straně v hlavních rozvaděčích. Stávající domy v obci Jenštejn jsou připojené do rozvaděče ANA, který je napájen trafem T1. Nově vystavěné domy v mém projektu budou připojené do druhého rozvaděče ANB, který je napájen trafem T2. V případě výpadku jednoho z transformátorů, jsou trafo spojena v rozvaděčích pomocí zkratového propoje.

Abych zjistila, jestli daný transformátor bude mít dostačující výkony pro připojení 30 nových rodinných domů, musím vypočítat potřebnou hodnotu instalovaného výkonu DTR na základě výpočtových zatížení  $P_p$  jednotlivých větví kabelového vedení, které jsem vypočítala v kapitole 4.3., dosadím do rovnice:

$$S_T = \frac{P_p}{\gamma * \cos \varphi}.$$

Kde  $\gamma$  ... je koeficient využití DTR, ten by neměl podle doporučení DSO ME 0083 [22] přesáhnout hodnotu 70 % ze jmenovitého výkonu DTR, tedy  $\gamma = 0,7$ .

Pro **30 nových odběrných míst** bude použito trafo **T2** s výkonem **S = 630 kVA**, tedy dosadím do rovnice:

$$S_T = \frac{186}{0,7 * 0,8} = 332 \text{ kVA}.$$

Nyní použiji podmínku pro vyhovění transformátoru:

$$S > S_T \Rightarrow 630 \text{ kVA} > 332 \text{ kVA}$$

Transformátor T2 o výkonu S = 630 kVA je více než vyhovující. Byla splněna podmínka. Mohu říct, že je to až předimenzované, ale vzhledem k rostoucí se populaci a nedostatkem bydlení se v dané oblasti budou určitě stavět další domy, a to pak bude velikost trafo T2 dostačující.

## 4.7. Kabelová přípojka VN

Trafostanice PY\_1776 je napájena VN kabelem typu 3x 22 – AXEKVCEY 1x120, který vede do trafostanice PY\_1745, Nový Jenštejn. Tento kabel je dvouplášťový a skládá se z následujících vrstev:



- Hliníkové jádro,
- Vnitřní polovodivá vrstva,
- Izolace ze sítěného polyetylenu,
- Vnější polovodivá vrstva,
- Polovodivá blokující páska,
- Stínění měděnými dráty s protispirálou z měděné pásky,
- Vodoblokující páska
- Vnější PE + PVC plášť.

**Vlastnosti kabelu:**

Jmenovité napětí $U_f/U$	12,7/22 kV	Maximální teplota pokládky	-5 °C
Maximální napětí	25 kV	Barva izolace	přírodní
Zkušební napětí	50 kV	Barva pláště	červená/černá
Provozní teplota jádra	+70 °C	Odolnost proti šíření plamene	ČSN IEC 332-1
Max. provoz. teplota při zkratu	+250 °C	Balení	bubny
Rozsah teplot při provozu	-35 až +90 °C	Označení CE prohlášení	ANO
Minimální teplota skladování	-25 °C	Jmenovitý průřez S	1x120/16 C
Činný odpor jádra $R_v$	0,253 Ohm/km	Kapacita C	0,24 $\mu$ F/km
Indukčnost v $\Delta L_\Delta$	0,4 mH/km	Proudová zatížitelnost v zemi $I_n$	285 A

*Tabulka č.1: Vlastnosti kabelu 22-AXEKVCEY 1x120 a některé parametry uvedené výrobcem.*



*Obr. 9: Konstrukce dvouplášťového kabelu 22-AXEKVCEY 1x120 [1]*

Výrobce tohoto kabelu informuje, že kabel se dá uložit volně ve vzduchu na nosné konstrukce, do země, do tvárnic nebo do trubek z magnetického materiálu. Podle normy ČSN 33 2000-5-52 se může ukládat kabel v prostředí obyčejném i vlhkém. [20]

#### 4.7.1. Dimenzování vodiče dle dovolené provozní teploty

Oteplení vodičů nesmí dosahovat příliš vysokých hodnot z hospodářských a bezpečnostní důvodů. Vlivem vysoké teploty je způsobena změna materiálu jádra, a to má dopad na mechanické vlastnosti vodiče, a způsobuje degradaci použité izolace. Je důležité stanovit nejvyšší dovolenou trvalou provozní teplotu  $\vartheta_{dov}$  a proud  $I_n$ , kterým se smí při daných podmínkách vodič trvale zatěžovat. Dovolенý proud je udáván normou [21] anebo přímo výrobcem. Další aspekty, které mají vliv na oteplování vodiče jsou: teplota prostředí, tepelný odpor půdy, uložení vodičů a druh prostředí, v mém případě se jedná o půdní prostředí.

Podle normy [21] předpokládám základní teplotu okolí pro kabely a vodiče v zemi 20 °C.

Nejprve zkontroluji, jestli vybraný vodič vyhovuje podmínce

$$I_{dov} \geq I_p$$

Výpočtový proud  $I_p$  spočítám pomocí vzorce, který je uvedený v kapitole 4.4., kde  $U_s$  ... je sdružené napětí sítě, tedy v tomto případě počítám s hladinou VN tedy  $U_s = 22$  kV, a  $\cos \varphi$  ... je střední účinník, v distribučních sítí VN mohou počítat s hodnotou účinníku 0,8.

$$I_p = \frac{186}{\sqrt{3} * 22 * 0,8} = 6 \text{ A.}$$

Následně dosadím do předchozí nerovnice:

$$I_{dov} \geq I_p \Rightarrow 285 \text{ A} \geq 6 \text{ A.}$$

Tato podmínka je splněna.

Dále bych měla kabel zkontrolovat, jestli je splněna podmínka dovoleného oteplení. Kabel je uložen v běžném prostředí a jeho hodnota proudové zatížitelnosti  $I_n$  několikanásobně překračuje hodnotu výpočtového proudu  $I_p$ , nemusím tento výpočet provádět. Z toho vyplývá, že podmínka dovoleného oteplení je splněna.

## 5. Připojení NN

Pro připojení nových rodinných domů na napěťové úrovni NN bylo potřeba vybrat správný typ kabelu. Jako materiál jednotlivých žil jsem použila hliník a pomocí výpočtů jsem vybrala správnou velikost průřezu. Tento typ kabelu je nejběžněji používaným kabelem na úrovni nízkého napětí.

Kabely pro distribuční soustavu se 4 hliníkovými jádry, PVC izolací, výplňovou vrstvou a PVC pláštěm černé barvy odolným proti šíření plamene. Pro průřezy 50, 70, 120, 150, 185 a 240 mm<sup>2</sup> jsou všechna jádra lanovaná sektorová (tři stejného průřezu, jedno průřezu menšího). Fázové vodiče mají izolaci barvy hnědé, černé a šedé, ochranný a pracovní vodič je barvy žlutozelené. [25]

### 5.1. Vlastnosti kabelů

	<i>AYKY-J 4x50</i>	<i>AYKY-J 4x70</i>	<i>AYKY-J 3x120+70</i>
<b>Jmenovité napětí <math>U_n/U</math></b>	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV
<b>Provozní teplota jádra</b>	+70 °C	+70 °C	+70 °C
<b>Max. provoz. teplota při zkratu</b>	+160 °C	+160 °C	+160 °C
<b>Činný odpor jádra <math>R_v</math></b>	0,641 Ohm/km	0,443 Ohm/km	0,253/0,443 Ohm/km
<b>Proudová zatížitelnost v zemi <math>I_n</math></b>	144 A	179 A	245 A
<b>Induktivní reaktance (<math>x_k</math>)</b>	0,086 ohm/km	0,083 ohm/km	0,081 ohm/km
<b>Průměr kabelu</b>	30,0 mm	33,5 mm	38,5 mm
<b>Maximální teplota pokládky</b>	+4 °C	+4 °C	+4 °C
<b>Barva izolace</b>	přírodní	přírodní	přírodní
<b>Barva pláště</b>	černá	černá	černá
	<i>AYKY-J 3x150+70</i>	<i>AYKY-J 3x185+90</i>	<i>AYKY-J 3x240+120</i>
<b>Jmenovité napětí <math>U_n/U</math></b>	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV
<b>Provozní teplota jádra</b>	+70 °C	+70 °C	+70 °C
<b>Max. provoz. teplota při zkratu</b>	+160 °C	+160 °C	+160 °C
<b>Činný odpor jádra <math>R_v</math></b>	0,253/0,443 Ohm/km	0,164/0,32 Ohm/km	0,125/0,253 Ohm/km

<b>Proudová zatížitelnost v zemi</b> <b>I<sub>n</sub></b>	284,4 A	313 A	364 A
<b>Induktivní reaktance (x<sub>k</sub>)</b>	0,081 ohm/km	0,081 ohm/km	0,080 ohm/km
<b>Průměr kabelu</b>	42,0 mm	48,0 mm	54,0 mm
<b>Maximální teplota pokládky</b>	+4 °C	+4 °C	+4 °C
<b>Barva izolace</b>	přírodní	přírodní	přírodní
<b>Barva pláště</b>	černá	černá	černá

Tabulka č.2: Vlastnosti kabelů AYKY-J 4x50; AYKY-J 4x70; AYKY-J 3x120+70; AYKY-J 3x150+70 AYKY-J 3x185+90; AYKY-J 240+120 a některé parametry uvedené výrobcem. [25]

Kabely jsou určeny k pevnému i volnému uložení ve vnitřních prostorech a v kabelových kanálech, ve venkovním prostředí a v zemi [25]. Podle normy ČSN 33 2000-5-52 se může ukládat kabel v prostředí obyčejném i vlhkém [20].

## 5.2. Výpočet úbytku napětí

V elektrizační soustavě má každé vedení svůj odpor a indukčnost. Úbytky napětí vznikají v důsledku procházejícího střídavého proudu ve vodičích způsobují právě odporem a reaktancí vodiče. Jedním z hlavních problémů při návrhu delších vedení je v projektování toto negativní vlastností. Úbytek napětí dle normy PNE 33 3430-7 [31] nemá být více než  $\pm 10\%$ . Výpočet úbytku napětí na jedné fázi vedení se vypočítá podle vzorce, který je uveden v ČSN 34 1610 [18]:

$$\Delta U_v = I * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Kde  $\Delta U_v$  ... je celkový úbytek napětí na 1 km vedení [V],

I ... je celkový protékající proud [A], u nově vzniklého vedení uvažují rovnoměrné zatížení sítě, a proto budu pro výpočet úbytku napětí dělit protékající proud dvěma,

R<sub>v</sub> ... je odpor kabelu na 1 km vedení [ $\Omega$ ],

Cos  $\varphi$  ... je fázový posun, počítá se 0,8 a z něj vypočítáme úhel  $\varphi$

$$\varphi = \arccos 0,8 = 36,9^\circ,$$

$X_l \dots$  je reaktance vedení [ $\Omega$ ].

V katalogovém listu daného kabelu jsou výrobcem uvedeny odpor a reaktance na jednotku délky, musím vzorec upravit na vztah

$$\Delta U_v = I * l * (R_l * \cos \varphi + X_l * \sin \varphi)$$

Kde  $l \dots$  je délka vodiče,

$R_l \dots$  je odpor vodiče vztažený na jeden kilometr délky,

$X_l \dots$  je reaktance vztažená na jeden kilometr délky.

Zároveň chci vypočítat úbytek napětí pro sdružené napětí, tedy po úpravě vypadá vztah následovně

$$\Delta U_v = I * l * (R_l * \cos \varphi + X_l * \sin \varphi) * \sqrt{3}.$$

Dále bych také měla vzít na vědomí úbytek napětí na transformátoru, který určím podle vzorce

$$\Delta U = Z_t * I$$

Kde  $Z_t \dots$  impedance transformátoru,

$I \dots$  je proud na transformátoru.

Podle vzorce [19] vypočítám impedanci na transformátoru:

$$Z_t = \frac{u_k}{100} * \frac{U_t^2}{S_n}$$

Kde  $u_k \dots$  je napětí transformátoru nakrátko,

$S_n \dots$  je jmenovitý zdánlivý výkon transformátoru,

$U_t \dots$  je sekundární napětí na transformátoru.

Z následujícího vztahu vypočítám procentní úbytek napětí:

$$\Delta u_{\%} = \frac{\Delta U_v + \Delta U_t}{U_s} * 100$$

Kde  $\Delta U_v \dots$  je sdružený úbytek napětí na vedení,

$\Delta U_t \dots$  je sdružený úbytek napětí na transformátoru,

$\Delta U_s$  ... je sdružené napětí sítě elektrického vedení.

### 5.2.1. Výpočet úbytku napětí pro větev s 12 novými odběrateli

Z výše uvedených údajů jsem vypočítala úbytek napětí pro větev s 12 odběrnými místy výsledky jsou v následující tabulce:

Příklad výpočtu: kabel AYKY-J 4x50:

$$\Delta U_k = 86,5 * \frac{236}{1000} * (0,641 * 0,8 + 0,086 * \sin 36,9^\circ) * \sqrt{3} = 19,96 V$$

$$\Delta U_t = \left( \frac{6}{100} * \frac{400}{630\ 000} \right) * 86,5 = 1,318 V$$

$$\Delta U = 44,96 + 2,636 = 21,27 V$$

$$\Delta u_{\%} = \frac{15,96}{400} * 100 = 5,32 \%$$

	$\Delta u_k$ [V]	$\Delta U$ [V]	$\Delta u_{\%}$
AYKY 4x50	19,96	21,27	5,32
AYKY 4x70	9,58	10,90	2,73
AYKY 3x120+70	5,95	7,27	1,82
AYKY 3x150+70	5,95	7,27	1,82
AYKY 3x185+95	4,26	5,58	1,40
AYKY 3x240+120	3,51	4,83	1,21

Tabulka č.3: Výpočet úbytku napětí pro větev s 12 OM pro jednotlivé typy kabelů.

Výsledky musí splňovat podmínku na maximální dovolený úbytek napětí, který je  $\pm 10 \%$ . Z tabulky vyplynulo, že tuto podmínku splňují všechny typy kabelů a tím pádem je mohu použít do dalších výpočtů.

### 5.2.2. Výpočet úbytku napětí pro větev s 18 novými odběrateli

Pro výpočet úbytku napětí pro větev s 18 odběrnými místy jsem použila stejný vzorec jako v předchozí kapitole a výsledky jsem opět zapsala do tabulky:

	$\Delta u_k$ [V]	$\Delta U$ [V]	$\Delta u\%$
AYKY 4x50	34,06	35,79	8,95
AYKY 4x70	16,33	18,06	4,52
AYKY 3x120+70	10,14	11,87	2,97
AYKY 3x150+70	10,14	11,87	2,97
AYKY 3x185+95	7,27	9,00	2,25
AYKY 3x240+120	5,98	7,71	1,93

Tabulka č.4: Výpočet úbytku napětí pro větev s 18 OM pro jednotlivé typy kabelů.

Výsledky opět musí splňovat podmínku na maximální dovolený úbytek napětí, který je  $\pm 10\%$ . Z tabulky vyplynulo, že tuto podmínku opět splňují všechny typy kabelů, a proto je mohu použít do následujících výpočtů.

### 5.3. Hospodárný průřez vodiče

Nejdůležitějším technickým parametrem elektrického vedení je jeho průřez. Jedná se o určení hlavních elektrických parametrů. Především činný odpor, který ovlivňuje ztráty Jouleovým teplem a tím provozní proměnné náklady. Čím větší průřez, tím menší činný odpor a zároveň menší ztráty. Tím ale také vznikají větší náklady na pořízení vodiče. Je tedy důležité nalézt rovnováhu mezi co nejnižšími ztráty na vedení a co nejnižšími investičními výdaji.

Vlastnosti vybraných kabelů pro můj projekt jsou vypsány v tabulce č.2 výše v kapitole 5.1. Dále je potřeba zjistit cenové vyčíslení vybraných průřezů kabelů na 1 km. Ceny jednotlivých kabelů viz níže v tabulce jsou převzaté od prodejce a jsou uváděné bez DPH.

AYKY-J 4x50	167,68 Kč/m
AYKY-J 4x70	222,68 Kč/m
AYKY-J 3x120+70	291,39 Kč/m
AYKY-J 3x150+70	378,01 Kč/m
AYKY-J 3x185+95	483,37 Kč/m
AYKY-J 3x240+120	524,64 Kč/m

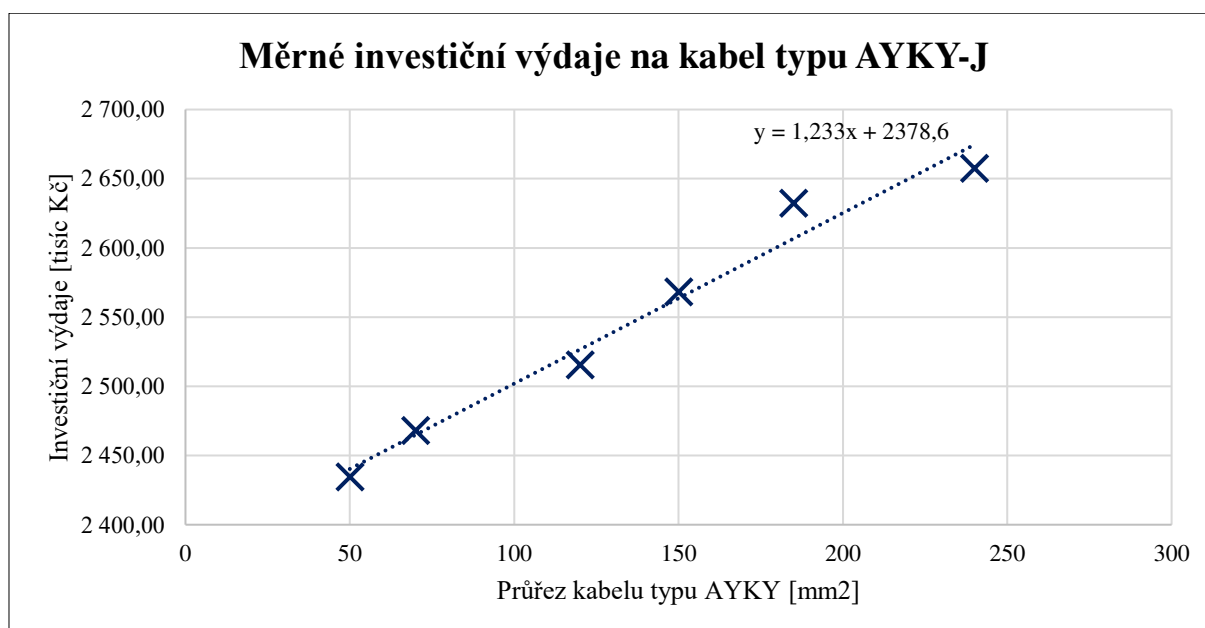
Tabulka č. 5: Ceny kabelů typu AYKY-J. [27]

Z cen kabelů jsem mohla určit jejich investiční výdaje, které zahrnují výdaje na výkopy, uložení kabelů, úprava povrchů po zakopání kabelů a dalších výdajů. Podrobnější popis investiční výdajů bude uveden následující kapitole 6.1.

Typ kabelu	Investiční výdaje na kabely [tisíc Kč]
AYKY-J 4x50	2 434,70
AYKY-J 4x70	2 468,19
AYKY-J 3x120+70	2 515,51
AYKY-J 3x150+70	2 568,26
AYKY-J 3x185+95	2 632,42
AYKY-J 3x240+120	2 657,56

Tabulka č. 6: Investiční výdaje jednotlivých typů průřezů kabelu.

Graf č. 1: Závislost investičních výdaje na průřezu vybraných typů kabelů:





Z grafu je vidět, že závislost investičních výdajů na průřez kabelu je lineární, tedy čím je větší průřez vodiče, tím je výstavba dražší. Ze směrnice přímky jsem určila investiční výdaje závislé na průřezu.

Abych mohla spočítat hospodárný průřez vodiče bylo nejprve potřeba podívat se na charakter zatížení vedení pro nové odběratele. Předpokládám, že odběratelé budou mít distribuční sazbu D57d vzhledem k použití tepelných čerpadel (podrobnější popis výběru této sazby bude v následující kapitole). V této oblasti se nepředpokládá zavedení plynu v budoucnosti. Na stránkách OTE [25] jsem získala normované hodnoty spotřeby odběratelů pro sazbu D57d za rok 2022 po hodinách. Sazba D57d je dle [29] třída 7 typového diagramu dodávky.

V rámci výpočtů technických a ekonomických kritérií jsem musela provést množství dílčích výpočtů a přijmout různé předpoklady. Všechny výpočty a dosažené výsledky jsou k nahlédnutí v příloženém souboru z programu Excel.

**Doba využití maxima** je součet poměrných zatížení v jednotlivých hodinách:  
 $T_m = 3\,839,04 \text{ h/rok.}$

Dále jsem poměrná zatížení umocnila na druhou a součtem jsem získala **dobu plných ztrát**:  
 $T_z = 2\,029,06 \text{ h/rok.}$

### 5.3.1. Denní diagram zatížení odběratelů

Vzhledem k tomu, že roční maximum zatížení elektrizační soustavy ČR lze očekávat během zimních měsíců v pracovních dnech, vybrala jsem si data za zimní období, tedy leden, únor a prosinec 2022 pouze pracovní dny a ty jsem použila pro zjištění průměrného DDZ odběratelů v řešené oblasti. V následující tabulce a grafu jsou hodinové spotřeby tohoto DDZ. Pro zimní období uvažuji časová pásma ŠT (špičkové pásmo), VT (denní pásmo) a NT (noční pásmo) → od 6:00 do 11:00 a od 16:00 do 19:00; od 22:00 do 6:00.

Hodina [h]	Poměrné zatížení $p_t$	Kvadrát poměrné zatížení $p_t^2$	Standardizované zatížení
1	0,54652	0,29869	0,45910
<b>2</b>	<b>0,51756</b>	<b>0,26787</b>	<b>0,41173</b>
3	0,56189	0,31572	0,48527
4	0,54691	0,29911	0,45975
5	0,56827	0,32293	0,49636
6	0,60681	0,36821	0,56596
7	0,69208	0,47897	0,73620
8	0,63825	0,40737	0,62614
9	0,65454	0,42842	0,65851
10	0,69728	0,48620	0,74732
11	0,72867	0,53097	0,81612
12	0,66452	0,44159	0,67874
13	0,66272	0,43919	0,67506
14	0,70690	0,49971	0,76807
15	0,66427	0,44126	0,67823
16	0,73725	0,54354	0,83545
17	0,80297	0,64477	0,99103
<b>18</b>	<b>0,80660</b>	<b>0,65060</b>	<b>1,00000</b>
19	0,79910	0,63855	0,98149
20	0,78760	0,62031	0,95345
21	0,79025	0,62450	0,95989
22	0,74267	0,55155	0,84776
23	0,69103	0,47753	0,73398
24	0,62916	0,39584	0,60842
<b>Celkem</b>	<b>16,24</b>	<b>11,17</b>	<b>17,17</b>

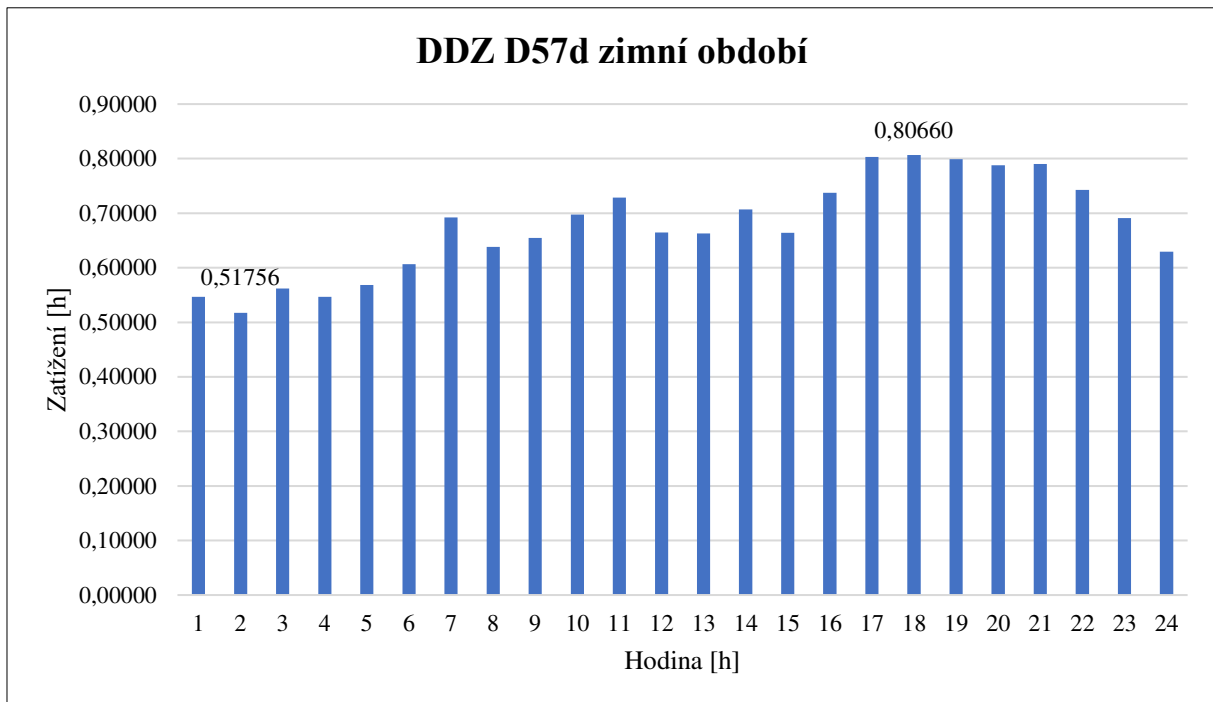
Tabulka č. 7: Výpočet denního průměrného poměrného zatížení v zimním období viz příloha excel.

Z tabulky mi vyšly hodnoty potřebné k dalším výpočtům:

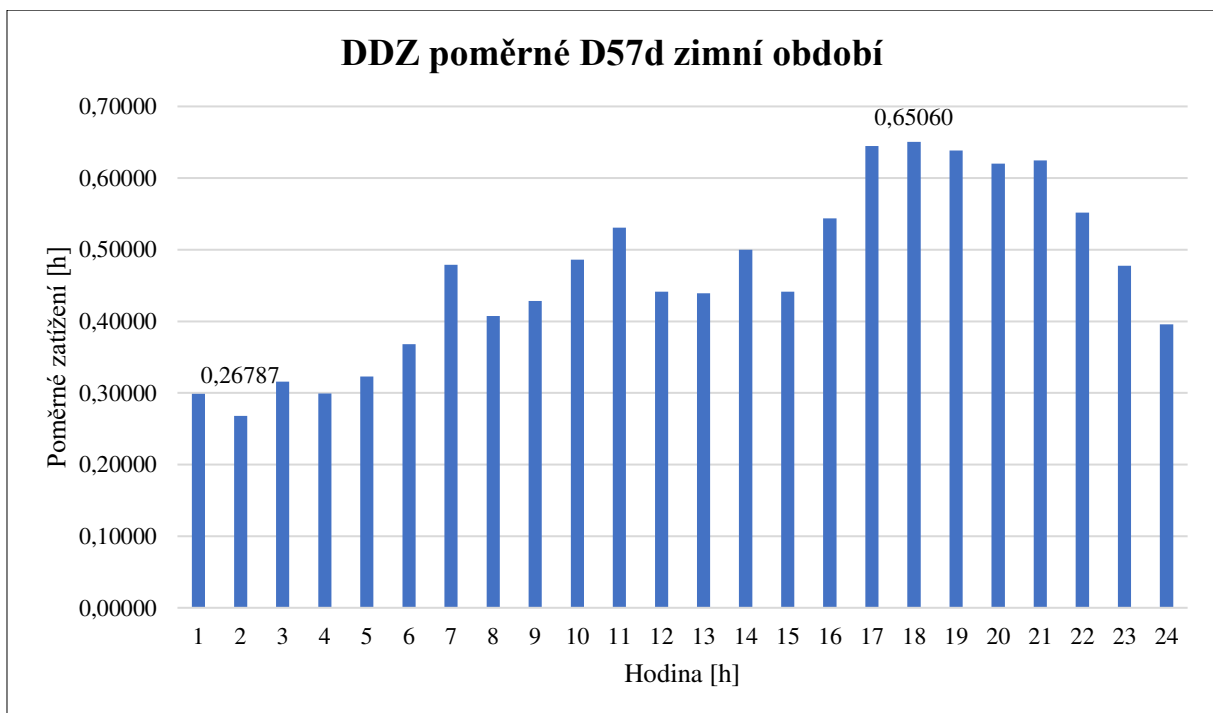
maximální zatížení  $p_m = 1$ ,

minimální zatížení  $p_{min} = 0,41173$ .

**Graf č. 2: Denní diagram poměrného zatížení průměrného pracovního dne v zimním období sazby D57d:**



**Graf č. 3: Denní diagram ztrátového zatížení (kvadrátu poměrného zatížení) průměrného pracovního dne v zimním období sazby D57d (úměrné jouleovým ztrátám v kabelech):**



### 5.3.2. Výpočet výdajů vodičů při provozu

Pro výpočet **marginálních nákladů k ocenění ztrát na vedení** jsem použila metodu reprezentantů. Reprezentanty se rozumí takové typy závěrných elektráren a sítí, které mohou v blízké budoucnosti krýt nárůst zatížení, případně vyřazování dožitých prvků soustavy bez vážnějších omezení, jakými jsou:

- 1) nedostatek paliva (uhlí, plyn, ...)
- 2) nedostatek lokalit vhodných pro výstavbu a provoz (ekologie, životní prostředí, ...)
- 3) závislost výroby elektřiny na jiných vlivech, jako je např.: počasí (teplárny, ...).

Nejvhodnějšími typy závěrných elektráren v ČR jsou jaderné a přečerpávací vodní elektrárny. [26]

Vzorec pro výpočet **marginálních nákladů**:

$$n_m(k_m; j; T_m) = p_A * (n_{pAj} + 8760 * n_{wAj}) + p_V * n_{pVj} + k_m * n_{pSj}$$

Kde  $p_A$  ... podíl závěrné JE na krytí ztrát [-],

$n_{pAj}$  ... měrné stálé náklady na výkon závěrné JE včetně ztrát výkonu až do j-té napěťové hladiny [Kč/kWr/rok],  $n_{pA} = 18\,268$  Kč/kWr/rok (údaj převzat z tabulky LRMC) [29],

$n_{wAj}$  ... měrné proměnné náklady na práci závěrné JE včetně ztrát výkonu až do j-té napěťové hladiny [Kč/kWr/rok],  $n_{wA} = 0,478$  Kč/kWr/rok (údaj převzat z tabulky LRMC) [29],

$p_V$  ... podíl závěrné PVE na krytí ztrát [-],

$n_{pVj}$  ... měrné stálé náklady na výkon závěrné PVE včetně ztrát výkonu až do j-té napěťové hladiny [Kč/kWr/rok],  $n_{pV} = 3\,294$  Kč/kWr/rok (údaj převzat z tabulky LRMC) [29],

$n_{pSj}$  ... měrné stálé náklady na dopravu výkonu v závěrných sítích až do j-té napěťové hladiny [Kč/kWr/rok],  $n_{pS} = 3\,236$  Kč/kWr/rok (údaj převzat z tabulky LRMC) [29].

**Koeficient  $k_m$**  je koeficient soudobosti odběratele se všemi ostatními odběrateli v soustavě. Nejvyšší odběr v soustavě měl odběratel v 18 hodin. V mém případě maximum odběratele nastává ve špičkovém pásmu ES, a proto je koeficient účasti maxima odběratele na maximu soustavy roven jedné.

$$k_m = \frac{P_{sm}}{P_m} = \frac{0,65060}{0,65060} = 1$$

Pro výpočet **podílu závěrné JE** jsem použila vzorec [26]:

$$p_A = \frac{P_{stř} + \Delta P}{P_m} = \frac{P_{střc}}{P_m}$$

Kde  $P_m$  ... maximální zatížení soustavy [W],

$P_{střc}$  ... průměrné zatížení soustavy [W],

$\Delta P$  ... delta zatížení soustavy [W].

Pro výpočet **podílu závěrné PVE** jsem použila vzorec [26]:

$$p_V = \max_{roz} \left( \frac{P_{sm} - P_{stř}}{P_m}; \frac{P_{stř} - P_{min}}{P_m} \right)$$

PVE může mít účinnost přečerpání zhruba kolem  $\eta_c = 0,78$ , čili převrácená hodnota vyjádřená koeficientem  $k_v = 1/\eta_c = 1,28$ . Z toho plyne, že do JE je potřeba instalovat vyšší výkon než pouze ve výši středního zatížení odběratele  $P_{střc}$ .

$$P_{stř} = 0,46556$$

Hodnotu  $P_{střc}$  jsem získala pomocí ztrátového diagramu a podmínky, že poměr čerpací práce ku energii vyrobené v turbínovém provozu se musí rovnat koeficientu přečerpání  $k_v = 1,28$  (výpočet této hodnoty je v příloženém programu excel).

$$\Delta P = P_{střc} - P_{stř} = 0,47752 - 0,46556 = 0,01196$$

Nyní mám všechny potřebné údaje a mohu vypočítat **podíl závěrné JE**:

$$p_A = \frac{0,47752}{0,65060} = 0,73397$$

**Podíl závěrné PVE:**

$$p_V = \max_{roz} \left( \frac{0,65060 - 0,47752}{0,65060}; \frac{0,47752 - 0,26787}{0,65060} \right) \\ = \max_{roz} (0,26603; 0,32224) = 0,32224$$

**Marginální náklady:**

$$n_m(k_m; j; T_z) = 0,73397 * (12\,268 + 8760 * 0,478) + 0,32224 * 3\,294 + 1 * 3\,236 \\ = 16\,375 \text{ Kč/kW/rok}$$

### 5.3.3. Výpočet ztracené energie

Pro stanovení **celkové ztracené energie na vedení za rok** jsem musela nejprve vypočítat maximální ztrátový výkon na vedení  $P_{zm}$  a to jsem pak vynásobila dobou plných ztrát  $T_z$  [26]:

$$P_{zm} = 3 * \frac{\rho * l}{s} * I_m^2$$

Kde  $\rho$  ... je měrný odpor vodiče [ $\Omega/\text{km}$ ],

$l$  ... je délka vedení [km],

$s$  ... je průřez vodiče [ $\text{mm}^2$ ],

$I_m$  ... je maximální zatížení vedení [A].

Příklad výpočtu pro větev s 12 OM a kabel typu AYKY-J 4x50:

$$P_{zm} = 3 * \frac{0,641 * 0,236}{50} * 58^2 = 30,53 \text{ W}$$

$$W_{zr} = 30,53 * 2\,029,06 = 61\,954 \text{ Wh}$$

	$P_{zm}$ [W]	$W_{zr}$ [kWh]
AYKY 4x50	30,53	61,95
AYKY 4x70	15,07	30,58
AYKY 3x120+70	5,02	10,19
AYKY 3x150+70	4,02	8,15
AYKY 3x185+95	2,11	4,28
AYKY 3x240+120	1,24	2,52

Tabulka č.8: Výpočet ztracené energie pro větev s 12 OM pro jednotlivé typy kabelů.

	$P_{zm}$ [W]	$W_{zr}$ [kWh]
AYKY 4x50	68,20	138,38
AYKY 4x70	33,67	68,31
AYKY 3x120+70	11,22	22,76
AYKY 3x150+70	8,97	18,21
AYKY 3x185+95	4,72	9,57
AYKY 3x240+120	2,77	5,62

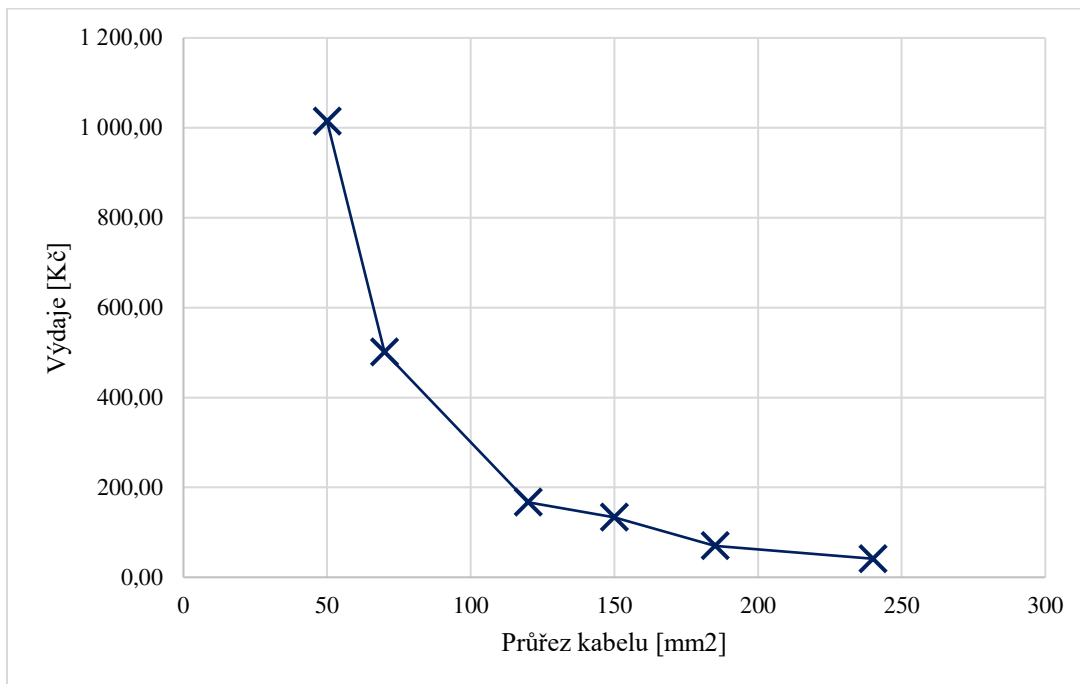
Tabulka č.9: Výpočet ztracené energie pro větev s 18 OM pro jednotlivé typy kabelů.

#### 5.3.4. Provozní výdaje jednotlivých průřezů vodičů

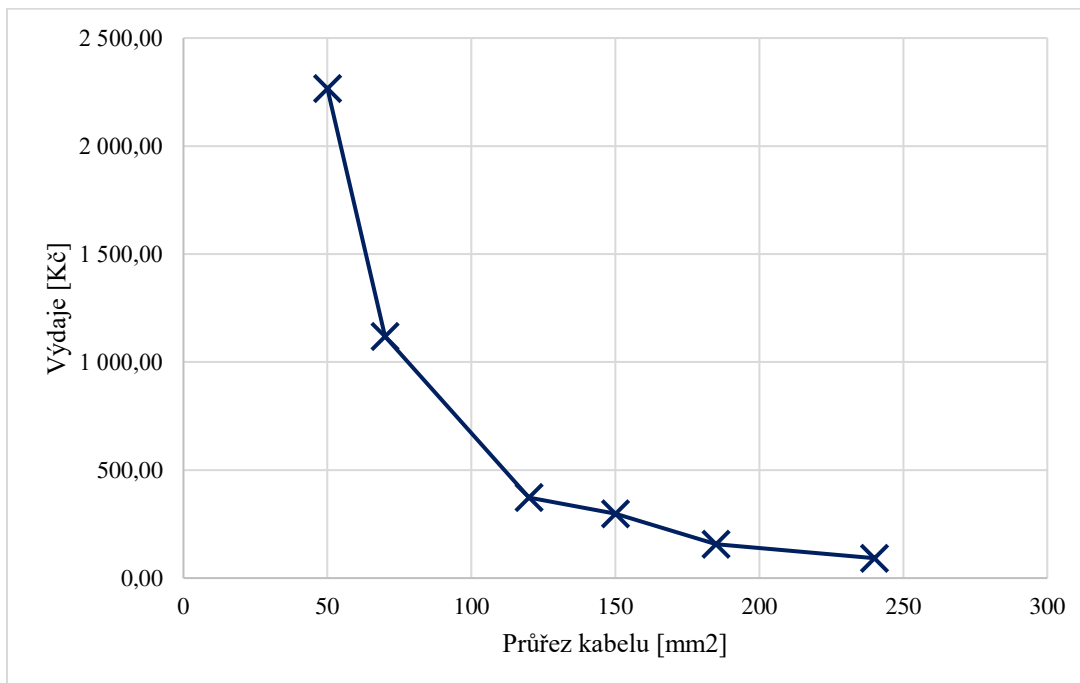
	12 OM [Kč]	18 OM [Kč]
AYKY 4x50	1 014,51	2 265,96
AYKY 4x70	500,81	1 118,59
AYKY 3x120+70	166,84	372,65
AYKY 3x150+70	133,47	298,12
AYKY 3x185+95	70,15	156,69
AYKY 3x240+120	41,22	92,06

Tabulka č. 10: Provozní výdaje ztrát na jednotlivé průřezy vodičů pro větev s 12 a s 18 OM.

**Graf č. 4: Provozní výdaje jednotlivých průřezů kabelu pro větev s 12 OM:**



**Graf č. 5: Provozní výdaje jednotlivých průřezů kabelu pro větev s 18 OM:**



Z grafů vyplynula nepřímá lineární závislost mezi provozními výdaji jednotlivých průřezů kabelů, tedy že čím je větší průřez kabelu, tím jsou provozní výdaji na tento kabel menší.



## 5.4. Dimenzování vodiče dle dovolené provozní teploty

Než jsem se pustila do ekonomické rozvahy, abych zjistila, který kabel je ekonomicky výhodnější, musela jsem se podívat na technickou stránku kabelů, tedy jestli jsou kabely technicky přijatelné a mohou je použít pro svou práci. K tomu jsem potřebovala spočítat dimenzi podle dovolené provozní teploty.

Pro výpočet dimenze je nutný výpočtový proud  $I_p$ , který jsem si vypočítala v kapitole 4.5. a dosadila do vztahu z kapitoly 4.7. V následující tabulce jsou shrnuté proudové zatížitelnosti jednotlivých průřezů kabelů a jsou porovnané s proudovými zatížitelnosti jednotlivých větvích nově vzniklých odběrných míst.

	Proudová zatížitelnost [A]	12 OM	18 OM
AYKY 4x50	144	< 173	< 227
AYKY 4x70	179	> 173	< 227
AYKY 3x120+70	245	> 173	> 227
AYKY 3x150+70	284	> 173	> 227
AYKY 3x185+95	313	> 173	> 227
AYKY 3x240+120	364	> 173	> 227

Tabulka č. 11: Porovnání proudových zatížitelností průřezů kabelů dle větví vedení.

Z tabulky bylo vidět, že kabely typu AYKY-J 4x50 a AYKY-J 4x70 by nebylo vhodné použít, neboť proudové zatížitelnosti obou větví vedení jsou menší nebo se rovnají dovoleným proudovým zatížením těchto typů kabelů. Kabel typu AYKY-J 3x120+70 by bylo možné použít v případě napájení nové větve s 12 OM. Pro napájení větve s 18 novými odběrateli mohou použít ostatní typy kabelů. Podle podmínky splnění dimenze vodiče dle provozní teploty jsem si vybrala 3 varianty napájení nové sítě NN, kterými jsou:

- 1) *napájení obou větví kabelem typu AYKY-J 3x150+70,*
- 2) *napájení obou větví kabelem typu AYKY-J 3x185+95,*
- 3) *napájení obou větví kabelem typu AYKY-J 3x240+120.*

Dále bych měla vybrané kabely zkontrolovat, jestli je splněna podmínka dovoleného oteplení. Stejně tak jako v kapitole 4.7. jsou tyto vybrané kabely uloženy v běžném prostředí a jejich hodnota proudové zatížitelnosti  $I_n$  je větší než  $I_p$ , proto nemusím tento výpočet provádět. Z toho vyplývá, že podmínka dovoleného oteplení je splněna u všech vybraných typů kabelů.

## 6. Ekonomické předpoklady projektu

### 6.1. Stanovení investic vybraných variant

#### 6.1.1. Kabel AYKY-J 3x150+70

<b>Celkové výdaje na stavbu [tisíc Kč]</b>	<b>2 568,26</b>
<b>I. Projektové a průzkumné práce</b>	<b>261,37</b>
Cena PD	232,44
Administrace SOBS VB a dohod o omezení	4,41
Geodetické práce při zpracování PD	12,66
Správní poplatky včetně ostatních nákladů	2,49
Zajištění BOZP v rámci PD	9,38
<b>II.+III. Provozní a stavební objekty</b>	<b>932,07</b>
Materiály dodávané DSO	424,53
Materiály dodávané zhotovitelem	71,48
Práce	436,06
<b>VII. Ostatní náklady</b>	<b>393,84</b>
Vytýčení podzemních zařízení	18,65
Doprava výkonového materiálu, odvoz zeminy	32,62
Revize	9,32
Zábory	142,61
Skládkovné	100,68
Koordinační činnost zhotovitele	20,24
Archeologický dohled	5,65
Dopravní značení	64,07
<b>IX. Jiné investice</b>	<b>181,42</b>
Inženýring DSO	46,67
Manipulace, vypínání, diagnostika a činnost ČSD	32,72
Koordinátor BOZP	12,69
Věcná břemena vklady	13,73
Věcná břemena náhrady	17,18
Geometrické plány pro VB	14,80
Geodetické vytýčení před. zaháj. stavby	22,28
Geodetické zaměření skutečného stavu	21,36
<b>Stavebně montážní činnost</b>	<b>799,56</b>

<b>Bodový rozpis stavebně montážních činností</b>				
<b>Název</b>	<b>Množství celkové</b>	<b>MJ</b>	<b>Cena jednotková</b>	<b>Cena celková</b>
<b>SO01_Montáž kNN_vedení kabelové NN</b>				
<b>VÝKOPY</b>		<b>KS</b>		
VYKOP KABEL.RYHY 50X80 CM RUCNE,ZEM.TR.3	65,00	M	145,18	9 436,86
ZAHOZ KABEL.RYHY 50X60 CM RUCNE,ZEM.TR.3	65,00	M	62,90	4 088,23
VYKOP KABEL.RYHY 50X120CM RUCNE,ZEM.TR.3	478,00	M	217,53	103 976,95
ZAHOZ KABEL.RYHY 50X100CM RUCNE,ZEM.3	478,00	M	104,66	50 027,77
KAB.LOZE PISKOVE SIRE 50 CM,BEZ ZAKRYTI	80,00	M	44,00	3 520,18
FOLIE VYSTRAZNA Z PE ,SIRKA 33 CM	543,00	M	14,38	7 811,00
NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4	70,00	M3	49,72	3 480,40
<b>CHRÁNIČKY</b>		<b>KS</b>		
TRUBKA KORUG. PE KORUFLEX 160/135 OHEBNA	425,00	M	82,81	35 192,72
PRIPL.NA ZATAZENI TR.HDPE ZOK VCHRANICCE	425,00	M	5,25	2 233,16
UCPAVKA 16 CM	44,00	KS	92,16	4 055,16
ZAKL.BETON C12/15 DO 5M3 BEZ BEDN.A DOPR	4,20	M3	2 186,80	9 184,55
<b>KABELY NN</b>		<b>KS</b>		
KABEL 1-AYKY-J 3X150+70MM2,VOLNE ULOZEN	543,00	M	378,01	205 259,43
KABEL 1-AYKY-J 3X150+70MM2,PEVNE ULOZEN	66,00	M	378,01	24 948,66
ZNACENI SJZ KABEL.TRAS+SOUBORU-NOVA VED.	274,00	KS	16,14	4 421,37
CEPICKA KABEL.SMRST. TYP KTK70/25 SKELDO	66,00	KS	170,98	11 284,70
<b>PŘÍPOJKOVÉ SKŘÍŇĚ SS100, ZNAČENÍ, POJISTKY</b>		<b>KS</b>		
SKRIN SS100/NVE1P-C DCK 3X160A DO ZDI	30,00	KS	1 806,32	54 189,49
POJISTKA NOZOVA NN VEL.000 GG 40A	90,00	KS	38,40	3 455,77
ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED	60,00	KS	17,98	1 078,70
UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	60,00	KS	473,26	28 395,32
UKONC.KAB.DO 4X 25 BEZ TRMENU,BEZ OK	30,00	KS	121,55	3 646,62
DRZAK 7 CISEL 16X35,PLAST,DCK,SJZ SKRIN	30,00	KS	123,77	3 713,07
POPIS POJ.KAB.SKRINI SJZ LAK.POPISOVACEM	30,00	KS	49,04	1 471,26
CISLO 0 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 1 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 2 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 3 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 4 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 5 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 6 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 7 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 8 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 9 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO REZERVA PLAST,16X34,DCK,SJZ SKRIN	148,00	KS	2,09	309,39
<b>NOVÉ SD922 - PLASTOVÉ</b>		<b>KS</b>		

SKRIN SD922/NKW2 DCK 24X400+1RL LIST PIL	2,00	KS	24 570,20	49 140,40
VYKOP JAMY RUCNE,ZEMINA TRIDY 3-4	1,80	M3	743,31	1 337,97
ZAHOZ JAMY RUCNE, ZEMINA TRIDY 3	0,90	M3	208,82	187,94
NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4	0,90	M3	49,72	44,75
PISEK ZASYPOVY FR.0-4	0,50	M3	495,21	247,61
KERAMZIT VEL.1 PYTEL 15 LITRU PRO SKRINE	11,00	BAL	86,90	955,87
UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	2,00	KS	473,26	946,51
POJISTKA NOZOVA NN VEL.2 GG 250A	6,00	KS	119,86	719,15
ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED	2,00	KS	17,98	35,96
DRZAK 7 CISEL 16X35,PLAST,DCK,SJZ SKRIN	2,00	KS	123,77	247,54
PISMENO R PLAST,16X34,DCK,SJZ KAB.SKRIN	2,00	KS	2,09	4,18
CISLO 6 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 7 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	1,00	KS	2,09	2,09
CISLO REZERVA PLAST,16X34,DCK,SJZ SKRIN	8,00	KS	2,09	16,72
<b>UZEMNĚNÍ SR</b>		<b>KS</b>		
VYKOP KABEL.RYHY 10X10 CM RUCNE ZEM.TR.3	100,00	M	18,15	1 814,78
ZAHOZ KABEL.RYHY 10X10 CM RUCNE,ZEM.TR.3	100,00	M	2,24	223,74
UZEM.V ZEMI-FEZN 30X4 V PODM.MEST.ZAST.	100,00	M	77,19	7 719,03
UZEMNENI NA POVRCHU-PASKA FEZN 30X4MM	2,00	M	109,42	218,84
VYRAZENI HODNOTY UZEMNENI DO PASKY 30/4	2,00	KS	29,43	58,85
ZNACENI UZEMNENI FEZN 30/4 SMRST.TRUBICI	2,00	KS	46,21	92,41
SVORKA ZKUSEBNI SR03, SPOJ PAS/LANO FEZN	4,00	KS	25,17	100,66
SPOJENI UZEM.LAN FEZN 50MM UNIVERZ.SVORK	4,00	KS	43,45	173,79
SVORKA ODBOCNA SR02 PRO PAS/PAS FEZN30/4	2,00	KS	16,09	32,18
<b>TR PY_1776</b>		<b>KS</b>		
UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	6,00	KS	473,26	2 839,53
POJISTKA NOZOVA NN VEL.2 GG 250A	12,00	KS	119,86	1 438,31
ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED	6,00	KS	17,98	107,87
<b>POVRCHY</b>		<b>KS</b>		
ODSTRAN. CHODNIKU KAMEN.DLAZBA NAD VYKOP	3,50	M2	343,52	1 202,32
ZRIZENI CHODNIKU KAMEN. DLAZBA NAD VYKOP	3,50	M2	832,29	2 913,02
ODSTRAN.CHODNIKU KAMEN.DLAZBA MIMO VYKOP	4,00	M2	48,59	194,36
ZRIZENI CHODNIKU KAMEN.DLAZBA MIMO VYKOP	4,00	M2	642,28	2 569,12
ODSTRAN.VOZOVKY ZAMK. DLAZBA NAD VYKOPEM	10,50	M2	458,78	4 817,19
ZRIZENI VOZOVKY STAV.ZAMK.DLAZ.NAD VYKOP	8,50	M2	793,76	6 746,94
ZRIZENI CHODNIK NOVA ZAMK.DLAZ.NAD VYKOP	2,00	M2	878,03	1 756,07
ODSTRAN. VOZOVKY ZAMK. DLAZBA MIMO VYKOP	34,00	M2	51,98	1 767,32
ZRIZENI VOZOVKY STAV.ZAMK.DLAZ.MIMOVYKOP	30,00	M2	421,12	12 633,51
ZRIZENI CHODNIK NOVA ZAMK.DLAZ.MIMOVYKOP	4,00	M2	688,02	2 752,09
ODSTRAN.VOZOVKY ASFALT. KRYT NAD VYKOPEM	12,50	M2	832,97	10 412,10
ZRIZENI VOZOVKY ASFALT. KRYT NAD VYKOPEM	12,50	M2	1 476,54	18 456,71
ODSTRAN. VOZOVKY ASFALT. KRYT MIMO VYKOP	10,00	M2	318,66	3 186,60

ZRIZENI VOZOVKY ASFALT. KRYT MIMO VYKOP	10,00	M2	772,69	7 726,94
SEJMUTI DRNU	210,00	M2	36,05	7 569,87
POLOZENI DRNU	210,00	M2	15,66	3 288,98
OSETI POVRCHU TRAVOU	260,00	M2	15,98	4 154,33
ODSTRANENI OBRUBNIKU CHODNIK	2,00	M	97,18	194,36
ZRIZENI OBRUBNIKU CHODNIK	2,00	M	235,76	471,53
ODSTRANENI OBRUBNIKU VOZOVKA	58,00	M	116,39	6 750,62
ZRIZENI OBRUBNIKU VOZOVKA	58,00	M	268,73	15 586,07
<b>KŘÍŽENÍ A SOUBĚHY</b>		<b>KS</b>		
ZAJISTENI KABELU PRI KRIZENI	20,00	KS	191,87	3 837,48
ZAJISTENI KABELU PRI SOUBEHU	200,00	M	58,31	11 661,60
ZAJISTENI POTRUBI PRI KRIZENI	20,00	KS	99,32	1 986,31
<b>DEPOZIT ZEMINY</b>		<b>KS</b>		
NASYP ZEMIN TR.3-4,SLOZENI,ROZPROSTRENI	71,70	M3	269,73	19 339,71
NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4	71,70	M3	49,72	3 564,92

Tabulka č. 12: Rozpočet pro kabel AYKY-J 3x150+70 z programu KROS.

### 6.1.2. Kabel AYKY-J 3x185+95

<b>Celkové výdaje na stavbu [tisíc Kč]</b>	<b>2 632,42</b>
<b>I. Projektové a průzkumné práce</b>	<b>261,37</b>
Cena PD	232,44
Administrace SOBS VB a dohod o omezení	4,41
Geodetické práce při zpracování PD	12,66
Správní poplatky včetně ostatních nákladů	2,49
Zajištění BOZP v rámci PD	9,38
<b>II.+III. Provozní a stavební objekty</b>	<b>932,07</b>
Materiály dodávané DSO	424,53
Materiály dodávané zhotovitelem	71,48
Práce	436,06
<b>VII. Ostatní náklady</b>	<b>393,84</b>
Vytýčení podzemních zařízení	18,65
Doprava výkonového materiálu, odvoz zeminy	32,62
Revize	9,32
Zábory	142,61
Skládkovné	100,68
Koordinační činnost zhotovitele	20,24
Archeologický dohled	5,65
Dopravní značení	64,07
<b>IX. Jiné investice</b>	<b>181,42</b>
Inženýring DSO	46,67
Manipulace, vypínání, diagnostika a činnost ČSD	32,72

Koordinátor BOZP	12,69
Věcná břemena vklady	13,73
Věcná břemena náhrady	17,18
Geometrické plány pro VB	14,80
Geodetické vytyčení před. zaháj. stavby	22,28
Geodetické zaměření skutečného stavu	21,36
<b>Stavebně montážní činnost</b>	<b>863,72</b>

<b>Bodový rozpis stavebně montážních činností</b>				
Název	Množství celkové	MJ	Cena jednotková	Cena celková
<b>SO01_Montáž kNN_vedení kabelové NN</b>				
<b>VÝKOPY</b>		<b>KS</b>		
VYKOP KABEL.RYHY 50X80 CM RUCNE,ZEM.TR.3	65,00	M	145,18	9 436,86
ZAHOZ KABEL.RYHY 50X60 CM RUCNE,ZEM.TR.3	65,00	M	62,90	4 088,23
VYKOP KABEL.RYHY 50X120CM RUCNE,ZEM.TR.3	478,00	M	217,53	103 976,95
ZAHOZ KABEL.RYHY 50X100CM RUCNE,ZEM.3	478,00	M	104,66	50 027,77
KAB.LOZE PISKOVE SIRE 50 CM,BEZ ZAKRYTI	80,00	M	44,00	3 520,18
FOLIE VYSTRAZNA Z PE ,SIRKA 33 CM	543,00	M	14,38	7 811,00
NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4	70,00	M3	49,72	3 480,40
<b>CHRÁNIČKY</b>		<b>KS</b>		
TRUBKA KORUG. PE KORUFLEX 160/135 OHEBNA	425,00	M	82,81	35 192,72
PRIPL.NA ZATAZENI TR.HDPE ZOK VCHRANICCE	425,00	M	5,25	2 233,16
UCPAVKA 16 CM	44,00	KS	92,16	4 055,16
ZAKL.BETON C12/15 DO 5M3 BEZ BEDN.A DOPR	4,20	M3	2 186,80	9 184,55
<b>KABELY NN</b>		<b>KS</b>		
KABEL 1-AYKY-J 3X185+95MM2,VOLNE ULOZEN	543,00	M	483,37	262 469,91
KABEL 1-AYKY-J 3X185+95MM2,PEVNE ULOZEN	66,00	M	483,37	31 902,42
ZNACENI SJZ KABEL.TRAS+SOUBORU-NOVA VED.	274,00	KS	16,14	4 421,37
CEPICKA KABEL.SMRST. TYP KTK70/25 SKELDO	66,00	KS	170,98	11 284,70
<b>PŘÍPOJKOVÉ SKŘÍŇĚ SS100, ZNAČENÍ, POJISTKY</b>		<b>KS</b>		
SKRIN SS100/NVE1P-C DCK 3X160A DO ZDI	30,00	KS	1 806,32	54 189,49
POJISTKA NOZOVA NN VEL.000 GG 40A	90,00	KS	38,40	3 455,77
ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED	60,00	KS	17,98	1 078,70
UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	60,00	KS	473,26	28 395,32
UKONC.KAB.DO 4X 25 BEZ TRMENU,BEZ OK	30,00	KS	121,55	3 646,62
DRZAK 7 CISEL 16X35,PLAST,DCK,SJZ SKRIN	30,00	KS	123,77	3 713,07
POPIS POJ.KAB.SKRINI SJZ LAK.POPISOVACEM	30,00	KS	49,04	1 471,26
CISLO 0 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 1 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 2 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 3 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27

CISLO 4 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 5 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 6 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 7 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 8 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 9 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO REZERVA PLAST,16X34,DCK,SJZ SKRIN	148,00	KS	2,09	309,39
<b>NOVÉ SD922 - PLASTOVÉ</b>		<b>KS</b>		
SKRIN SD922/NKW2 DCK 24X400+1RL LIST PIL	2,00	KS	24 570,20	49 140,40
VYKOP JAMY RUCNE,ZEMINA TRIDY 3-4	1,80	M3	743,31	1 337,97
ZAHOZ JAMY RUCNE, ZEMINA TRIDY 3	0,90	M3	208,82	187,94
NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4	0,90	M3	49,72	44,75
PISEK ZASYPOVY FR.0-4	0,50	M3	495,21	247,61
KERAMZIT VEL.1 PYTEL 15 LITRU PRO SKRINE	11,00	BAL	86,90	955,87
UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	2,00	KS	473,26	946,51
POJISTKA NOZOVA NN VEL.2 GG 250A	6,00	KS	119,86	719,15
ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED	2,00	KS	17,98	35,96
DRZAK 7 CISEL 16X35,PLAST,DCK,SJZ SKRIN	2,00	KS	123,77	247,54
PISMENO R PLAST,16X34,DCK,SJZ KAB.SKRIN	2,00	KS	2,09	4,18
CISLO 6 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 7 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	1,00	KS	2,09	2,09
CISLO REZERVA PLAST,16X34,DCK,SJZ SKRIN	8,00	KS	2,09	16,72
<b>UZEMNĚNÍ SR</b>		<b>KS</b>		
VYKOP KABEL.RYHY 10X10 CM RUCNE ZEM.TR.3	100,00	M	18,15	1 814,78
ZAHOZ KABEL.RYHY 10X10 CM RUCNE,ZEM.TR.3	100,00	M	2,24	223,74
UZEM.V ZEMI-FEZN 30X4 V PODM.MEST.ZAST.	100,00	M	77,19	7 719,03
UZEMNENI NA POVRCHU-PASKA FEZN 30X4MM	2,00	M	109,42	218,84
VYRAZENI HODNOTY UZEMNENI DO PASKY 30/4	2,00	KS	29,43	58,85
ZNACENI UZEMNENI FEZN 30/4 SMRST.TRUBICI	2,00	KS	46,21	92,41
SVORKA ZKUSEBNI SR03, SPOJ PAS/LANO FEZN	4,00	KS	25,17	100,66
SPOJENI UZEM.LAN FEZN 50MM UNIVERZ.SVORK	4,00	KS	43,45	173,79
SVORKA ODBOCNA SR02 PRO PAS/PAS FEZN30/4	2,00	KS	16,09	32,18
<b>TR PY_1776</b>		<b>KS</b>		
UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	6,00	KS	473,26	2 839,53
POJISTKA NOZOVA NN VEL.2 GG 250A	12,00	KS	119,86	1 438,31
ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED	6,00	KS	17,98	107,87
<b>POVRCHY</b>		<b>KS</b>		
ODSTRAN. CHODNIKU KAMEN.DLAZBA NAD VYKOP	3,50	M2	343,52	1 202,32
ZRIZENI CHODNIKU KAMEN. DLAZBA NAD VYKOP	3,50	M2	832,29	2 913,02
ODSTRAN.CHODNIKU KAMEN.DLAZBA MIMO VYKOP	4,00	M2	48,59	194,36
ZRIZENI CHODNIKU KAMEN.DLAZBA MIMO VYKOP	4,00	M2	642,28	2 569,12
ODSTRAN.VOZOVKY ZAMK. DLAZBA NAD VYKOPEM	10,50	M2	458,78	4 817,19



ZRIZENI VOZOVKY STAV.ZAMK.DLAZ.NAD VYKOP	8,50	M2	793,76	6 746,94
ZRIZENI CHODNIK NOVA ZAMK.DLAZ.NAD VYKOP	2,00	M2	878,03	1 756,07
ODSTRAN. VOZOVKY ZAMK. DLAZBA MIMO VYKOP	34,00	M2	51,98	1 767,32
ZRIZENI VOZOVKY STAV.ZAMK.DLAZ.MIMOVYKOP	30,00	M2	421,12	12 633,51
ZRIZENI CHODNIK NOVA ZAMK.DLAZ.MIMOVYKOP	4,00	M2	688,02	2 752,09
ODSTRAN.VOZOVKY ASFALT. KRYT NAD VYKOPEM	12,50	M2	832,97	10 412,10
ZRIZENI VOZOVKY ASFALT. KRYT NAD VYKOPEM	12,50	M2	1 476,54	18 456,71
ODSTRAN. VOZOVKY ASFALT. KRYT MIMO VYKOP	10,00	M2	318,66	3 186,60
ZRIZENI VOZOVKY ASFALT. KRYT MIMO VYKOP	10,00	M2	772,69	7 726,94
SEJMUTI DRNU	210,00	M2	36,05	7 569,87
POLOZENI DRNU	210,00	M2	15,66	3 288,98
OSETI POVRCHU TRAVOU	260,00	M2	15,98	4 154,33
ODSTRANENI OBRUBNIKU CHODNIK	2,00	M	97,18	194,36
ZRIZENI OBRUBNIKU CHODNIK	2,00	M	235,76	471,53
ODSTRANENI OBRUBNIKU VOZOVKA	58,00	M	116,39	6 750,62
ZRIZENI OBRUBNIKU VOZOVKA	58,00	M	268,73	15 586,07
<b>KŘÍŽENÍ A SOUBĚHY</b>		<b>KS</b>		
ZAJISTENI KABELU PRI KRIZENI	20,00	KS	191,87	3 837,48
ZAJISTENI KABELU PRI SOUBEHU	200,00	M	58,31	11 661,60
ZAJISTENI POTRUBI PRI KRIZENI	20,00	KS	99,32	1 986,31
<b>DEPOZIT ZEMINY</b>		<b>KS</b>		
NASYP ZEMIN TR.3-4,SLOZENI,ROZPROSTRENI	71,70	M3	269,73	19 339,71
NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4	71,70	M3	49,72	3 564,92

Tabulka č. 13: Rozpočet pro kabel AYKY-J 3x185+95 z programu KROS.

### 6.1.3. Kabel AYKY-J 3x240+120

<b>Celkové výdaje na stavbu [tisíc Kč]</b>	<b>2 657,56</b>
<b>I. Projektové a průzkumné práce</b>	<b>261,37</b>
Cena PD	232,44
Administrace SOBS VB a dohod o omezení	4,41
Geodetické práce při zpracování PD	12,66
Správní poplatky včetně ostatních nákladů	2,49
Zajištění BOZP v rámci PD	9,38
<b>II.+III. Provozní a stavební objekty</b>	<b>932,07</b>
Materiály dodávané DSO	424,53
Materiály dodávané zhotovitelem	71,48
Práce	436,06
<b>VII. Ostatní náklady</b>	<b>393,84</b>
Vytýčení podzemních zařízení	18,65
Doprava výkonového materiálu, odvoz zeminy	32,62
Revize	9,32

Zábory	142,61
Skládkovné	100,68
Koordinační činnost zhotovitele	20,24
Archeologický dohled	5,65
Dopravní značení	64,07
<b>IX. Jiné investice</b>	<b>181,42</b>
Inženýring DSO	46,67
Manipulace, vypínání, diagnostika a činnost ČSD	32,72
Koordinátor BOZP	12,69
Věcná břemena vklady	13,73
Věcná břemena náhrady	17,18
Geometrické plány pro VB	14,80
Geodetické vytyčení před. zaháj. stavby	22,28
Geodetické zaměření skutečného stavu	21,36
<b>Stavebně montážní činnost</b>	<b>888,86</b>

<b>Bodový rozpis stavebně montážních prací</b>				
<b>Název</b>	<b>Množství celkové</b>	<b>MJ</b>	<b>Cena jednotková</b>	<b>Cena celková</b>
<b>SO01_Montáž kNN_vedení kabelové NN</b>				
<b>VÝKOPY</b>		<b>KS</b>		
<i>VYKOP KABEL.RYHY 50X80 CM RUCNE,ZEM.TR.3</i>	<i>65,00</i>	<i>M</i>	<i>145,18</i>	<i>9 436,86</i>
<i>ZAHOZ KABEL.RYHY 50X60 CM RUCNE,ZEM.TR.3</i>	<i>65,00</i>	<i>M</i>	<i>62,90</i>	<i>4 088,23</i>
<i>VYKOP KABEL.RYHY 50X120CM RUCNE,ZEM.TR.3</i>	<i>478,00</i>	<i>M</i>	<i>217,53</i>	<i>103 976,95</i>
<i>ZAHOZ KABEL.RYHY 50X100CM RUCNE,ZEM.3</i>	<i>478,00</i>	<i>M</i>	<i>104,66</i>	<i>50 027,77</i>
<i>KAB.LOZE PISKOVE SIRE 50 CM,BEZ ZAKRYTI</i>	<i>80,00</i>	<i>M</i>	<i>44,00</i>	<i>3 520,18</i>
<i>FOLIE VYSTRAZNA Z PE ,SIRKA 33 CM</i>	<i>543,00</i>	<i>M</i>	<i>14,38</i>	<i>7 811,00</i>
<i>NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4</i>	<i>70,00</i>	<i>M3</i>	<i>49,72</i>	<i>3 480,40</i>
<b>CHRÁNIČKY</b>		<b>KS</b>		
<i>TRUBKA KORUG. PE KORUFLEX 160/135 OHEBNA</i>	<i>425,00</i>	<i>M</i>	<i>82,81</i>	<i>35 192,72</i>
<i>PRIPL.NA ZATAZENI TR.HDPE ZOK VCHRANICCE</i>	<i>425,00</i>	<i>M</i>	<i>5,25</i>	<i>2 233,16</i>
<i>UCPAVKA 16 CM</i>	<i>44,00</i>	<i>KS</i>	<i>92,16</i>	<i>4 055,16</i>
<i>ZAKL.BETON C12/15 DO 5M3 BEZ BEDN.A DOPR</i>	<i>4,20</i>	<i>M3</i>	<i>2 186,80</i>	<i>9 184,55</i>
<b>KABELY NN</b>		<b>KS</b>		
<i>KABEL 1-AYKY-J 3X240+120MM2,VOLNE ULOZEN</i>	<i>543,00</i>	<i>M</i>	<i>524,64</i>	<i>284 879,52</i>
<i>KABEL 1-AYKY-J 3X240+120MM2,PEVNE ULOZEN</i>	<i>66,00</i>	<i>M</i>	<i>524,64</i>	<i>34 626,24</i>
<i>ZNACENI SJZ KABEL.TRAS+SOUBORU-NOVA VED.</i>	<i>274,00</i>	<i>KS</i>	<i>16,14</i>	<i>4 421,37</i>
<i>CEPICKA KABEL.SMRST. TYP KTK70/25 SKELDO</i>	<i>66,00</i>	<i>KS</i>	<i>170,98</i>	<i>11 284,70</i>
<b>PŘÍPOJKOVÉ SKŘÍŇĚ SS100, ZNAČENÍ, POJISTKY</b>		<b>KS</b>		
<i>SKRIN SS100/NVE1P-C DCK 3X160A DO ZDI</i>	<i>30,00</i>	<i>KS</i>	<i>1 806,32</i>	<i>54 189,49</i>
<i>POJISTKA NOZOVA NN VEL.000 GG 40A</i>	<i>90,00</i>	<i>KS</i>	<i>38,40</i>	<i>3 455,77</i>
<i>ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED</i>	<i>60,00</i>	<i>KS</i>	<i>17,98</i>	<i>1 078,70</i>

UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	60,00	KS	473,26	28 395,32
UKONC.KAB.DO 4X 25 BEZ TRMENU,BEZ OK	30,00	KS	121,55	3 646,62
DRZAK 7 CISEL 16X35,PLAST,DCK,SJZ SKRIN	30,00	KS	123,77	3 713,07
POPIS POJ.KAB.SKRINI SJZ LAK.POPISOVACEM	30,00	KS	49,04	1 471,26
CISLO 0 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 1 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 2 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 3 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 4 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 5 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 6 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 7 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 8 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	13,00	KS	2,09	27,18
CISLO 9 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO REZERVA PLAST,16X34,DCK,SJZ SKRIN	148,00	KS	2,09	309,39
<b>NOVÉ SD922 - PLASTOVÉ</b>		<b>KS</b>		
SKRIN SD922/NKW2 DCK 24X400+1RL LIST PIL	2,00	KS	24 570,20	49 140,40
VYKOP JAMY RUCNE,ZEMINA TRIDY 3-4	1,80	M3	743,31	1 337,97
ZAHOZ JAMY RUCNE, ZEMINA TRIDY 3	0,90	M3	208,82	187,94
NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4	0,90	M3	49,72	44,75
PISEK ZASYPOVY FR.0-4	0,50	M3	495,21	247,61
KERAMZIT VEL.1 PYTEL 15 LITRU PRO SKRINE	11,00	BAL	86,90	955,87
UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	2,00	KS	473,26	946,51
POJISTKA NOZOVA NN VEL.2 GG 250A	6,00	KS	119,86	719,15
ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED	2,00	KS	17,98	35,96
DRZAK 7 CISEL 16X35,PLAST,DCK,SJZ SKRIN	2,00	KS	123,77	247,54
PISMENO R PLAST,16X34,DCK,SJZ KAB.SKRIN	2,00	KS	2,09	4,18
CISLO 6 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	3,00	KS	2,09	6,27
CISLO 7 PLAST,16X34,DCK,SJZ NA KAB.SKRIN	1,00	KS	2,09	2,09
CISLO REZERVA PLAST,16X34,DCK,SJZ SKRIN	8,00	KS	2,09	16,72
<b>UZEMNĚNÍ SR</b>		<b>KS</b>		
VYKOP KABEL.RYHY 10X10 CM RUCNE ZEM.TR.3	100,00	M	18,15	1 814,78
ZAHOZ KABEL.RYHY 10X10 CM RUCNE,ZEM.TR.3	100,00	M	2,24	223,74
UZEM.V ZEMI-FEZN 30X4 V PODM.MEST.ZAST.	100,00	M	77,19	7 719,03
UZEMNENI NA POVRCHU-PASKA FEZN 30X4MM	2,00	M	109,42	218,84
VYRAZENI HODNOTY UZEMNENI DO PASKY 30/4	2,00	KS	29,43	58,85
ZNACENI UZEMNENI FEZN 30/4 SMRST.TRUBICI	2,00	KS	46,21	92,41
SVORKA ZKUSEBNI SR03, SPOJ PAS/LANO FEZN	4,00	KS	25,17	100,66
SPOJENI UZEM.LAN FEZN 50MM UNIVERZ.SVORK	4,00	KS	43,45	173,79
SVORKA ODBOCNA SR02 PRO PAS/PAS FEZN30/4	2,00	KS	16,09	32,18
<b>TR PY_1776</b>		<b>KS</b>		
UKONC.KAB.DO 4X240 BEZ TRMENU,BEZ OK	6,00	KS	473,26	2 839,53

POJISTKA NOZOVA NN VEL.2 GG 250A	12,00	KS	119,86	1 438,31
ZNACENI SJZ KABELU SKRIN,ROZVAD-NOVA VED	6,00	KS	17,98	107,87
<b>POVRCHY</b>		<b>KS</b>		
ODSTRAN. CHODNIKU KAMEN.DLAZBA NAD VYKOP	3,50	M2	343,52	1 202,32
ZRIZENI CHODNIKU KAMEN. DLAZBA NAD VYKOP	3,50	M2	832,29	2 913,02
ODSTRAN.CHODNIKU KAMEN.DLAZBA MIMO VYKOP	4,00	M2	48,59	194,36
ZRIZENI CHODNIKU KAMEN.DLAZBA MIMO VYKOP	4,00	M2	642,28	2 569,12
ODSTRAN.VOZOVKY ZAMK. DLAZBA NAD VYKOPEM	10,50	M2	458,78	4 817,19
ZRIZENI VOZOVKY STAV.ZAMK.DLAZ.NAD VYKOP	8,50	M2	793,76	6 746,94
ZRIZENI CHODNIK NOVA ZAMK.DLAZ.NAD VYKOP	2,00	M2	878,03	1 756,07
ODSTRAN. VOZOVKY ZAMK. DLAZBA MIMO VYKOP	34,00	M2	51,98	1 767,32
ZRIZENI VOZOVKY STAV.ZAMK.DLAZ.MIMOVYKOP	30,00	M2	421,12	12 633,51
ZRIZENI CHODNIK NOVA ZAMK.DLAZ.MIMOVYKOP	4,00	M2	688,02	2 752,09
ODSTRAN.VOZOVKY ASFALT. KRYT NAD VYKOPEM	12,50	M2	832,97	10 412,10
ZRIZENI VOZOVKY ASFALT. KRYT NAD VYKOPEM	12,50	M2	1 476,54	18 456,71
ODSTRAN. VOZOVKY ASFALT. KRYT MIMO VYKOP	10,00	M2	318,66	3 186,60
ZRIZENI VOZOVKY ASFALT. KRYT MIMO VYKOP	10,00	M2	772,69	7 726,94
SEJMUTI DRNU	210,00	M2	36,05	7 569,87
POLOZENI DRNU	210,00	M2	15,66	3 288,98
OSETI POVRCHU TRAVOU	260,00	M2	15,98	4 154,33
ODSTRANENI OBRUBNIKU CHODNIK	2,00	M	97,18	194,36
ZRIZENI OBRUBNIKU CHODNIK	2,00	M	235,76	471,53
ODSTRANENI OBRUBNIKU VOZOVKA	58,00	M	116,39	6 750,62
ZRIZENI OBRUBNIKU VOZOVKA	58,00	M	268,73	15 586,07
<b>KŘÍŽENÍ A SOUBĚHY</b>		<b>KS</b>		
ZAJISTENI KABELU PRI KRIZENI	20,00	KS	191,87	3 837,48
ZAJISTENI KABELU PRI SOUBEHU	200,00	M	58,31	11 661,60
ZAJISTENI POTRUBI PRI KRIZENI	20,00	KS	99,32	1 986,31
<b>DEPOZIT ZEMINY</b>		<b>KS</b>		
NASYP ZEMIN TR.3-4,SLOZENI,ROZPROSTRENI	71,70	M3	269,73	19 339,71
NAKLADANI VYKOPKU DO 100M3,ZEM.1-4	71,70	M3	49,72	3 564,92

Tabulka č. 14: Rozpočet pro kabel AYKY-J 3x240+120 z programu KROS.

## 6.2. Stanovení příjmů z nového vedení NN

### 6.2.1. Výpočet velikosti hlavního jističe

Velikost hlavního jističe pro jeden rodinný dům jsem spočítala podle vzorce [14]:

$$I_b = \frac{P_b * 1000}{\sqrt{3} * U_S * \cos \varphi}$$

Kde  $P_b$  ... je soudobý výkon jednoho rodinného domu, výpočet v kapitole 4.2.

$$I_b = \frac{P_b * 1000}{\sqrt{3} * U_S * \cos \varphi} = \frac{21,2 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 38,25 \text{ A}.$$

Pro jeden rodinný dům volím podle možných velikostí hlavní jistič o velikosti 3x40 A. [22]

### 6.2.2. Stanovení roční spotřeby elektřiny rodinného domu

Nové rodinné domy jsou plánované pro rodinu, která má dva dospělé lidi a dvě malé děti. Vzhledem k tomu, že se jedná o moderní novostavbu, tak předpokládám, že dům bude velmi dobře zateplen a tím nebude spotřeba elektřiny na vytápění vysoká. Roční spotřebu elektrické energie vypočítám ze vztahu:

$$\text{Celková spotřeba} = S1 + S2 + S3$$

Kde  $S1$  ... je spotřeba pro osvětlení, vaření a ostatní spotřebiče,

$S2$  ... je spotřeba pro ohřev teplé užitkové vody,

$S3$  ... je spotřeba pro elektrické vytápění domu.

$$\text{Celková spotřeba} = 4100 \text{ kWh} + 2400 \text{ kWh} + 8500 \text{ kWh} = 14\,900 \text{ kWh} (14,9 \text{ MWh}).$$

### 6.2.3. Výběr vhodné distribuční sazby

Podle přehledu všech dostupných sazeb u ČEZ Distribuce [24] se musím rozhodnout, které tarifní sazby by pro nové domy byly nejvhodnější. V projektu počítám se spotřebou elektrické energie pro běžné spotřebiče, vaření, ohřevu vody a vytápění domu. K tomu se mi nabízí varianta, která počítá s elektrickým topením tedy vytápění pomocí hybridních nebo přímotopných spotřebičů. Jedná se o dvoutarifní sazbu, to znamená, že má vysokou a nízkou tarifní sazbu, z čehož nízký tarif má nižší sazbu. Nízký tarif je brán na 20 hodin denně, vysoký

tarif je pak brán na 4 hodiny denně. Odběratel je povinen zajistit, aby v době platnosti vysokého tarifu nebyly spuštěny elektrické spotřebiče určené k vytápění a ohřevu užitkové vody.

V následující tabulce je výčet cen dané sazby v tomto projektu je to sazba označena jako D57d a jsou to ceny, které se hradí distributorovi na území ČEZ Distribuce.

<i>Platby distributorovi</i>		<i>D57d</i>
Cena za distribuci elektřiny	Vysoký tarif [Kč/MWh]	228,82
	Nízký tarif [Kč/MWh]	173,98
Cena za jistič (nad 3x40A)	[Kč/měsíc]	1 016,40

*Tabulka č.15: Ceny elektrické energie na území ČEZ Distribuce z roku 2022 na dobu neurčitou. [23]*

Po prozkoumání vyúčtování za elektřinu pro obě tarifní sazby jsem určila, že spotřeba elektřiny ve VT bude 25 % pro spotřebu na osvětlení, vaření a provoz ostatních elektrických spotřebičů. U sazby D57d je povinnost v době VT jejich zapínání blokovat, a proto spotřebu elektřiny pro vytápění a ohřev vody do výpočtu nelze zahrnout.

Podle vzorce níže vypočtu spotřeby v nízkém a vysokém tarifu:

$$\text{Spotřeba VT} = S1 * 0,25 = 4100 * 0,25 = 1\,050 \text{ kWh (1,05 MWh)}$$

$$\begin{aligned} \text{Spotřeba NT} &= \text{Celková spotřeba} - \text{Spotřeba VT} = 14\,900 - 1\,050 \text{ kWh} \\ &= 13\,850 \text{ kWh (13,85 MWh)} \end{aligned}$$

#### 6.2.4. Roční příjmy z nového vedení NN

Abych mohla určit příjmy, musím spočítat výše poplatků ročně, které zaplatí noví odběratelé ročně ČEZ Distribuci. Tyto platby se skládají ze stálého měsíčního poplatku za jistič a z poplatku za množství odebrané elektrické energie v MWh ve vysokém a nízkém tarifu. Všechny tyto ceny jsou uvedené v tabulce č.15.

*Celkové platby jednoho odběratele za distribuci elektřiny: 14 847 Kč/rok.*

*Celkové platby všech odběratelů za distribuci elektřiny: 445 401 Kč/rok.*

### 6.2.5. Poplatek za připojení

Podle velikosti hlavního jističe před elektroměrem si ČEZ Distribuce účtuje poplatek za připojení. Tento poplatek je jednorázový a je nutné ho zaplatit pro připojení nového odběrného místa. Za každou ampéru u třífázového jističe zaplatí nový odběratel za každou ampéru 630 Kč.

V mém projektu podle výpočtu v kapitole 6.2.1. budou mít rodinné domy jističe o velikosti 3x40 A.

Poplatek pro jeden rodinný dům s třífázovou přípojkou bude:

$$\text{Poplatek 3fáz} = 40 * 630 = 25\,200 \text{ Kč}$$

Poplatek pro 30 rodinných domů s třífázovou přípojkou bude:

$$\text{Poplatek 3fáz} = 25\,200 * 30 = 756\,000 \text{ Kč.}$$

Nesmím zapomenout, že v poplatku je zahrnuto DPH, které bude odevzdáno státu. Proto musím odečíst 21 % z celkem vybraných poplatků. Příjem z poplatků za připojení bude:

$$Pp = 756\,000 - 21\% = 597\,240 \text{ Kč}$$

### 6.3. Stanovení výdajů pro nové vedení NN

Pomocí výpočtu výdajů investic jsem mohla dopočítat roční výdaje na provoz vedení NN sítě pro vybrané varianty.

Z tabulky č. 10 jsem vybrala roční výdaje na ztráty vedení pro mé varianty kabelů:

- 1) *Kabely typu AYKY-J 3x150+70:  $V_{ztr} = 431\,591 \text{ Kč/rok}$ ,*
- 2) *Kabely typu AYKY-J 3x185+95:  $V_{ztr} = 226\,840 \text{ Kč/rok}$ ,*
- 3) *Kabely typu AYKY-J 3x240+120:  $V_{ztr} = 133\,280 \text{ Kč/rok}$ .*

Výdaje na údržbu nového vedení jsem vypočítala jako 1 % z investičních výdajů mých variant:

- 1) *Kabely typu AYKY-J 3x150+70:  $V_{\text{údržba}} = 25\,683$  Kč/rok,*
- 2) *Kabely typu AYKY-J 3x185+95:  $V_{\text{údržba}} = 26\,324$  Kč/rok,*
- 3) *Kabely typu AYKY-J 3x240+120:  $V_{\text{údržba}} = 26\,576$  Kč/rok.*



## 7. Modelový výpočet developerského záměru

### 7.1. Použité metody pro porovnání investic

Pro popis ekonomického zhodnocení je potřeba vysvětlit několik základních pojmů a rovnic, pomocí níž lze tyto veličiny vypočítat.

- **Prostá doba návratnosti** je nejjednodušší ekonomické kritérium k hodnocení investic, jeho nevýhodou je, že zanedbává možnost peníze vložit do jiných investicí.
- **Čistá současná hodnota** představuje diskontovanou hodnotu peněžních toků. Zahrnuje jak faktor životnosti projektu, tak možnost peníze vložit do jiného projektu.
- **Vnitřní výnosové procento** je hodnota, která nám říká, kolik procent na dané investici vyděláme. V podstatě nám říká, při jakém diskontu je čistá současná hodnota nulová.
- **Diskontovaný Cash Flow:** Když se určuje CF za delší časové období, aktualizuje se jeho hodnota pomocí diskontu a dalších kategorií složeného úrokování. Prostým součtem diskontovaného Cash Flow získáme kritérium pro hodnocení ekonomické efektivity investic. [24]
- **Roční ekvivalentní peněžní tok:** Jedná se o čistou současnou hodnotu projektu vydělenou anuitním faktorem. Tím dojde k rovnoměrnému rozdělení diskontovaných peněžních toků do jednotlivých let celé doby životnosti projektu. [32]

### 7.2. Vzorce pro ekonomická kritéria

Ukazatel současné hodnoty čistého toku hotovosti vychází ze vzorce:

$$NPV = \sum_{t=0}^{Th} CFt * (1 + r)^{-t}$$

Kde CFt ... je Cash flow v daném roce [Kč],

Th ... je doba hodnocení (životnost projektu) [rok],

r ... je diskontní míra [-].

K přepočtu příjmů a výdajů na stejný časový okamžik používám diskontní míru, která v energetice je 7 % (údaj převzatý z ERÚ [17]).

**Prostá doba návratnosti  $T_s$**  se vypočte dle vztahu:

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

Kde  $IN$  ... jsou investice [Kč],

$CF$  ... roční peněžní tok [Kč].

**Diskontovaná doba návratnosti investice** se vypočte:

$$\sum_{t=0}^{Tsd} CFt * (1 + r)^{-t} - IN = 0$$

Kde  $Tsd$  ... je diskontovaná doba návratnosti [rok].

**Vnitřní výnosové procento** vychází z rovnice:

$$\sum_{t=0}^{Th} CFt * (1 + IRR)^{-t} = 0$$

Kde  $Th$  ... je doba hodnocení (životnost projektu) [rok],

$IRR$  ... je vnitřní výnosové procento [-].

Pro ekonomické zhodnocení je nezbytné nejprve určit **Cash flow neboli tok hotovostí:**

$$CF = P - V$$

Kde  $CF$  ... je Cash flow [Kč] (zde ze zisku),

$P$  ... jsou příjmy [Kč],

$V$  ... jsou výdaje [Kč].

### Roční ekvivalentní peněžní tok:

$$RCF = a(r, T_z) * NPV$$

Kde  $a(r, T_z)$  ... je annuita za doby životnosti vedení [-],

$r$  ... je diskontní míra, která v energetice pro nová vedení činí 7 % (údaj převzatý z ERÚ [17]),

$T_z$  ... je doba životnosti vedení [roky], která je 30 let, životnost investice se rovná životnosti použitých kabelů podle katalogových listů,

NPV ... je čistá současná hodnota [Kč], výpočet viz výše. [24]

### Vzorec pro annuitu:

$$a(r, T_z) = \frac{(1+r)^{T_z} * r}{(1+r)^{T_z} - 1} = \frac{(1+0,07)^{30} * 0,07}{(1+0,07)^{30} - 1} = 0,081 = 8,1 \%$$

Nezbytnou součástí výpočtu ročních výdajů jsou daně. Do výpočtu základu daně potřebuji připočítat náklad ve formě odpisů. Odpisy jsou technické a morální opotřebení nabytého majetku. Odepisování investice jsem zvolila rovnoměrné, protože předpokládám rovnoměrné příjmy po celou dobu životnosti projektu.

### Vzorec pro daňové rovnoměrné odpisy investice:

V prvním roce odpisy spočítám podle vzorce:

$$Odpis\ 1.\ rok = \frac{1}{(2 * T - 1)} * IN$$

Odpisy v dalších letech spočítám podle vzorce:

$$Odpis\ v\ dalším\ roce = 2 * Odpis\ 1.\ rok$$

Kde  $IN$  ... je počáteční investice [Kč],

$T$  ... je doba odepisování [-], ta je stejná jako doba životnosti.

Doplňující hodnoty	
Diskont	7 %
Daňová sazba	21 %
Roční růst	1,5 %
Roční růst zatížení	0,05 %
Doba životnosti	30
Anuita	8,1 %

Tabulka č. 16: Doplňující hodnoty pro výpočty ekonomických kritérií pro všechny varianty stejné.

### 7.3. Porovnání variant

#### 7.3.1. Kabel AYKY-J 3x150+70

<b>Hotovostní kritéria</b>		
NPV	Čistá současná hodnota [Kč]	2 877 531
IRR	Vnitřní výnosové procento	17 %
RCF	Roční ekvivalentní peněžní tok [Kč]	231 890
Ts	Prostá doba návratnosti [let]	6
Tsd	Diskontovaná doba návratnosti [let]	14

Tabulka č.17: Výsledky hotovostních kritérií pro kabel AYKY-J 3x150+70 výpočet v příloze v programu excel.

#### 7.3.2. Kabel AYKY-J 3x185+95

<b>Hotovostní kritéria</b>		
NPV	Čistá současná hodnota [Kč]	2 813 522
IRR	Vnitřní výnosové procento	17 %
RCF	Roční ekvivalentní peněžní tok [Kč]	226 732
Ts	Prostá doba návratnosti [let]	6
Tsd	Diskontovaná doba návratnosti [let]	15

Tabulka č.18: Výsledky hotovostních kritérií pro kabel AYKY-J 3x185+95 výpočet v příloze v programu excel.

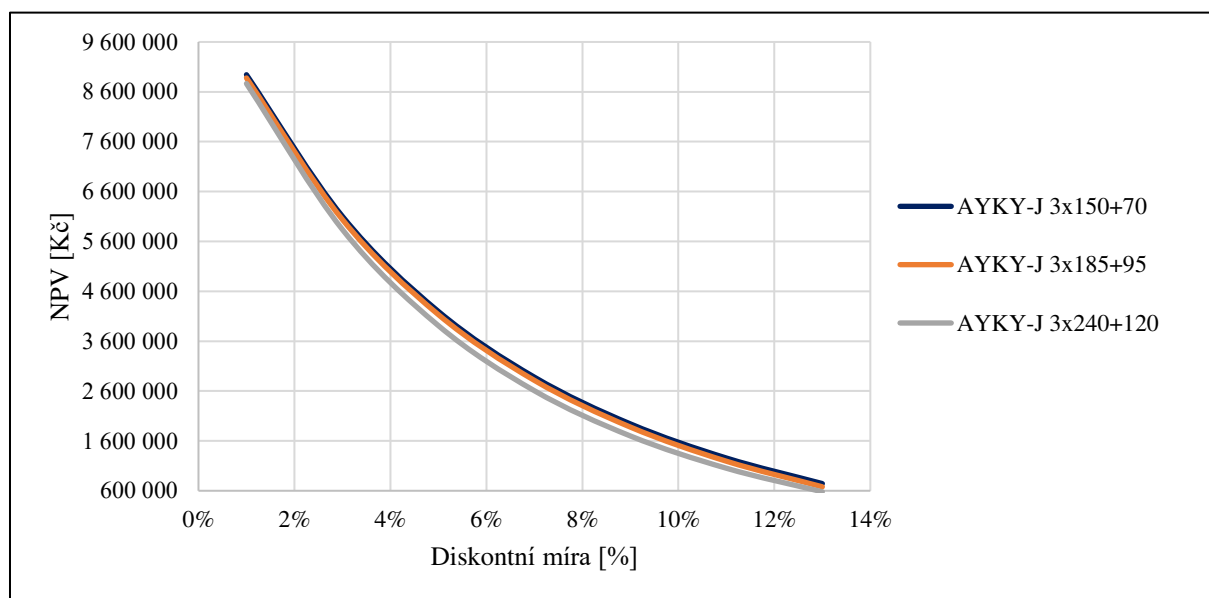
### 7.3.3. Kabel AYKY-J 3x240+120

<i>Hotovostní kritéria</i>		
NPV	Čistá současná hodnota [Kč]	2 606 145
IRR	Vnitřní výnosové procento	17 %
RCF	Roční ekvivalentní peněžní tok [Kč]	210 020
Ts	Prostá doba návratnosti [let]	6
Tsd	Diskontovaná doba návratnosti [let]	15

Tabulka č.19: Výsledky hotovostních kritérií pro kabel AYKY-J 3x240+120 výpočet v příloze v programu excel.

## 7.4. Citlivostní analýza

**Graf č. 6: Citlivostní analýza – Změna čisté současné hodnoty při změně diskontní míry:**



## 7.5. Zhodnocení investic vybraných variant

Pro navržení projektu své diplomové práce jsem si podle přijatých kritérií, vypočítaných vzorců a ověřených podmínky vybrala 3 varianty podle typu kabelu.

První typ kabelu je AYKY-J 3x150+70. Tento vodič splnil všechny technické i ekonomické předpoklady pro použití k projektování. Příjmy za poskytnutí nového vedení za první rok

provozu jsem propočítala na částku 1 042 641 Kč. Investiční výdaje na realizaci projektu s tímto vodičem vyšly na 2 568 260 Kč. Z investiční výdajů jsem vypočítala výdaje na údržbu, které činili 25 683 Kč. Výdaje na ztráty z provozování vedení jsem převzala z 5. kapitoly a ty jsem vypočítala na částku 432 Kč. K vypočtení hotovostních kritérií jsem přijala 7 % diskontní míru, která převzatá z ERÚ, životnost celé investice byla stanovena na 30 let, růst nákladů jsem stanovila 1,5 % ročně. Z těchto údajů jsem vypočítala NPV: 2 915 417 Kč a RCF: 234 943 Kč.

Druhý typ kabelu je AYKY-J 3x185+95. Tento vodič také splnil všechny technické i ekonomické předpoklady pro použití k projektování. Příjmy za poskytnutí nového vedení byly 1 042 641 Kč stejné jako u prvního typu kabelu. Investiční výdaje na realizaci projektu s tímto vodičem vyšly na 2 632 420 Kč. Z investičních výdajů jsem vypočítala výdaje na údržbu, které činili 26 324 Kč. Výdaje na ztráty z provozování vedení jsem znovu převzala z 5. kapitoly a ty jsem vypočítala na částku 227 Kč. Následně jsem vypočítala NPV: 2 852 353 Kč a RCF: 229 861 Kč.

Třetí typ kabelu je AYKY-J 3x240+120. Tento vodič také splnil všechny technické i ekonomické předpoklady pro použití k projektování. Příjmy za poskytnutí nového vedení byly 1 042 641 Kč stejné jako u prvního a druhého typu kabelu. Investiční výdaje na realizaci projektu s tímto vodičem vyšly na 2 657 560 Kč. Z investičních výdajů jsem vypočítala výdaje na údržbu, které činili 26 576 Kč. Výdaje na ztráty z provozování vedení jsem znovu převzala z 5. kapitoly a ty jsem vypočítala na částku 133 Kč. Následně jsem spočítala NPV: 2 827 778 Kč a RCF: 227 880 Kč.

Podle ekonomických hodnotících kritérií, kterými byly čistá současná hodnota a roční ekvivalentní peněžní tok, jsem došla k závěru, že varianta č. 1 tedy kabel typu AYKY-J 3x150+70 je optimální volbou pro rozšíření distribuční sítě NN s připojením 30 nových domů. Ovšem velký rozdíl mezi zbylými variantami nebyl tak vysoký a ze zkušeností v projektování si investor vybere variantu vodiče s největším průřezem, který poskytne nejmenší ztráty na vedení.

## Závěr

Cílem mé práce bylo vytvoření reálného návrhu projektu nové elektrické sítě nízkého napětí satelitního městečka obce Jenštejn dle požadavků developerského záměru a investora, kterým byla distribuční společnost ČEZ Distribuce, a.s. Jednalo se o rozšíření distribuční sítě pro připojení nových odběratelů konkrétně rodinných domů, které budou vybudovány za účelem posílení služeb úrovně populace.

Nejdříve jsem popsala technické specifikace, které byly důležitým zdrojem pro mou práci. Vysvětlila jsem, co je to distribuční síť, jaké stupně distribuční sítě máme. Dále jsem popsala jednotlivé elektrotechnické zařízení pro připojení nových odběratelů distribuční sítě jako je distribuční trafostanice, rozpojovací skříň, domovní elektrická přípojka, a to nejdůležitější kabelové vedení.

Ve druhé části mé práce jsem se zabývala technickými požadavky na elektrické vedení, které vycházejí z platných norem a zákonů. Dále jsem uvedla metody a prostředky, které jsou použity pro návrh elektrizace. Popsala jsem jednotlivé požadavky pro realizaci venkovního a kabelového vedení. Při projektování nesmíme opomenout bezpečnost práce a ochranné pásmo. A také jsem vysvětlila pojem developerský záměr.

Ve třetí části mé práce jsem představila vybranou lokalitu, která se nazývá Jenštejn. Toto satelitní městečko se nachází severovýchodně od Prahy směrem na Mladou Boleslav a leží necelý 1 km od hranic s hlavním městem Prahou. Všechny potřebné služby Jenštejn má, avšak za většími nákupy nebo za kulturou se musí dojíždět do Prahy. Zadání projektu znělo, že byl požadovaný odběr elektřiny pro 30 rodinných domů. Na základě požadavků jsem vypracovala schématický návrh připojení rodinných domů pomocí programu AutoCad. Kabelové vedení NN se připojí ze stávající trafostanice PY\_1776 Nový Jenštejn I a bude pokračovat směrem do rozšiřující se lokality. Jednotlivé domy budou napojeny smyčkově přes přípojkové skříňe typu SS100. Nové vedení bude rozděleno na dvě větve dlouhé 236 m a 307 m a budou ukončeny v rozpojovacích skříních typu SD922.

Ve čtvrté části mé práce jsem se zabývala potřebnými technickými předpoklady, které byly potřeba znát pro navržení nové elektrické sítě pro napájení nových rodinných domů. Nejprve jsem ověřila, jestli daná trafostanice je dostatečně dimenzovaná pro napájení nových 30 domů a zda se dají na tento zdroj nové domy připojit. K tomu jsem musela vypočítat příkon a zatížení

všech nových domů. Stávající trafostanice má trafo o výkonu 630 kVA a nové domy budou mít výpočtové zatížení 186 kW, z toho vyplynulo, že daný transformátor je více než dostačující ba dokonce předimenzovaný, ale vzhledem k rostoucí se populaci a nedostatku bydlení se v obci budou stavět další domy, a to pak bude transformátor dostačující. Dále jsem potřebovala ověřit přípojku, která stávající trafostanici napájí. Přípojka VN je kabel typu 3x22-AXEKVCEY1x120 a pomocí výpočtového proudu, který vyšel 6 A. Výrobce uvedené maximální zatížení tohoto kabelu je 285 A. Z toho vychází, že kabel je opět více než dostačující.

Pátá část mé práce byla věnována připojení rodinných domů, které se bude nacházet na nízké napěťové hladině. Důležitým bodem se stal výběr vhodného vodiče neboli typu kabelu pro připojení vedení nových rodinných domů. Běžnými používanými vodiči na hladině NN jsou hliníkové kabely typu AYKY-J 4x50, AYKY-J 4x70, AYKY-J 3x120+70, AYKY-J 3x150+70, AYKY-J 3x185+95 a AYKY-J 3x240+120. Pomocí katalogových listů, kde jsou uvedené všechny potřebné vlastnosti těchto kabelů, jsem vypočítala technické požadavky těchto kabelů. Úbytky napětí pro všechny vodiče pro obě větve vedení musely splnit podmínku maximálního dovoleného úbytku, která byla  $\pm 10\%$  a tu také splnily. Podle metody výpočtu hospodárneho průřezu vodiče jsem potřebovala přijmout několik nezbytných předpokladů. Nejprve jsem spočítala investiční výdaje na jednotlivé průřezy vodičů, vytvořila jsem graf závislosti investičních výdajů na průřez vodiče a ze směrnice tohoto grafu jsem získala směrnici, která vyšla 1 233 Kč. Dále jsem si stáhla z OTE normované hodnoty spotřeby odběratelů se sazbou D57d za rok 2022. Z těchto údajů jsem spočítala dobu využití maxima 3 839 h/rok a dobu plných ztrát 2 029 h/rok. Pro zjištění průměrného DDZ jsem vybrala data za zimní období, tedy leden, únor a prosinec 2022 pouze pracovní dny, protože roční maximum zatížení elektrizační soustavy ČR lze očekávat právě v tyto okamžiky. Dle DDZ jsem vypočítala marginální náklady pro ocenění ztrát na vedení, ty vyšly 16 375 Kč/kW/rok. Dále jsem spočítala ztracenou energii pro všechny vodiče na obou větvích vedení. Následně jsem tyto ztráty vynásobila oceněnými náklady a zhodnotila jsem, že čím větší průřez kabelu tím jsou výdaje na ztráty vedení menší. Nakonec jsem ověřila, jestli vodiče budou vyhovovat také technickým podmínkám. Kabely typu AYKY- J 4x50 a AYKY-J 4x70 není možné použít, protože jejich proudová zatížitelnost je nedostačující. Kabel AYKY-J 3x120+70 je vhodný pouze pro větev s 12 novými OM, proto jsem se přiklonila pro výběr ze 3 variant pro napájení sítě NN pro 30 OM, kterými se staly vodiči AYKY-J 3x150+70, AYKY-J 3x185 a AYKY-J 3x240+120.

V šesté části mé práce jsem vypočítala investiční výdaje, které jsem vyhotovila pomocí poskytnutého programu od ČEZ Distribuce, a.s., z nichž jsem vytvořila rozpočet pro výstavbu



nových 30 odběrných míst včetně uložení kabelů, jejich zapojení a dalších nezbytných prací pro realizaci projektu. Investiční výdaje na realizaci projektu s vodičem AYKY-J 3x150+70 vyšly na 2 568 260 Kč, pro vodič AYKY-J 3x185+95 vyšly 2 362 420 Kč a pro vodič AYKY-J 3x240+120 vyšly 2 657 560 Kč. Velikost hlavního jističe pro jeden rodinný dům vyšla 3x40 A, z tohoto údaje jsem dopočetla poplatek za připojení v počátečním roce za všechny domy 597 240 Kč. Dále jsem podle ceníku stanovila roční příjem za distribuci elektřiny 445 401 Kč/rok. Tedy příjem za počáteční rok činil 1 042 641 Kč pro všechny varianty stejný. Z investiční výdajů jsem vypočetla výdaje na údržbu, které činili pro první variantu 25 683 Kč/rok, druhou variantu 26 324 Kč/rok a třetí variantu 26 576 Kč/rok. Výdaje na ztráty byly pro první variantu 432 Kč/rok, pro druhou variantu 227 Kč/rok a pro třetí variantu 133 Kč/rok.

V poslední části mé práce jsem porovnála všechny vypočtené údaje a vyhodnotila, která z vybraných variant bude ekonomicky výhodnější. K tomu jsem zvolila metody čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento, prostá doba návratnosti, diskontovaná doba návratnosti a roční ekvivalentní peněžní tok. Dobu životnosti jsem zvolila podle ERÚ na 30 let, a diskontní míra (také vzata z ERÚ) byla pro elektrické vedení na hladině NN 7 %. Následovně jsem vypočetla čistou současnou hodnotu a roční ekvivalentní peněžní tok, což vyšlo nejlépe pro vodič typu AYKY-J 3x150+70: NPV = 2 877 531 Kč a RCF = 231 890 Kč. Podle tohoto výsledku je optimální volbou pro rozšíření distribuční sítě NN s připojením 30 nových domů. Ovšem velký rozdíl mezi zbylými variantami nebyl tak vysoký a ze zkušeností v projektování si investor vybere variantu vodiče s největším průřezem, který poskytne nejmenší ztráty na vedení. V případě nárůstu zatížení v budoucnu až o 50 %, bude stále vyhovující kabel typu AYKY-J 3x240+120, proto se přikláním k variantě připojení nových domů tímto vodičem největšího průřezu.

# Seznam použitých zdrojů

## Seznam použité literatury

- [1] *Svět energie – vzdělávací portál ČEZ – Energetika zblízka – Distribuční soustava* [online]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/distribucni-soustava/vyklad>
- [2] *ELVAC – řešení pro energetiku – Distribuční transformační stanice a kabelové sítě* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.rtu.cz/domu/reseni/distribucni-transformacni-stanice-a-kabelove-site>
- [3] *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]. Dostupné na adrese: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [4] *ELPLAST – KZP Rokycany, spol. s r.o. – Pojistková skříň* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.elplast-kpz.cz/pripojkove-skrine>
- [5] *ELPLAST Hradec Králové a.s. – Rozpojovací skříň* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.elplasthk.cz/cz/produkty/0/rozpojovaci-jistici-skrine.html>
- [6] *DCK Holoubkov Bohemia – Rozpojovací jističí skříňe* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.dck.cz/new/kategorie-produktu/elektricke-rozvadece/rozpojovaci-jistici/>
- [7] *Vodiče venkovních elektrických vedení. oEnergetice.cz - denní zpravodajství z energetiky* [online]. Dostupné na adrese: <https://oenergetice.cz/elektroenergetika/vodice-venkovnich-elektricky-vedeni>
- [8] FENCL, František. *Elektrický rozvod a rozvodná zařízení*. Vyd. 4. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 198 s. ISBN 978-80-01-04351-6.
- [9] PNE 33 3302. *Elektrická venkovní vedení s napětím do 1kV AC*. Čtvrté vydání 2019.
- [10] PNE 34 1050. *Kladení kabelů NN, VN a 110 KV v distribučních sítích energetiky*. Třetí vydání 2020.

- [11] *Základní informace – Oficiální stránky obce Jenštejn*. [online]. Dostupné na adrese: <https://www.jenstejn.cz/obec/o-obci/zakladni-informace/>
- [12] *Výklad – Energetika zblízka – Svět energie.cz* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/kabelova-vedeni/vyklad>
- [13] *Co je developerský projekt? | FAQ | MIRAS. MIRAS | Stavební firma Plzeň* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.mirascz.eu/faq/co-je-developersky-projekt.htm>
- [14] ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [15] ČSN EN 50 182. *Vodiče venkovního elektrického vedení – Lanované vodiče vinuté z koncentrických kruhových drátů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [16] PNE 34 7509. *Holé vodiče pro venkovní vedení ze soustředně slanéých kruhových drátů*. První vydání 2007.
- [17] *Zásady cenové regulace pro regulační období 2021-2025 pro odvětví elektroenergetiky, plynárenství, pro činnosti operátora trhu v elektroenergetice a plynárenství a pro povinně vykupující*. Energetický regulační úřad | eru.cz [online]. Dostupné na adrese: <https://www.eru.cz/zasady-cenove-regulace-pro-regulacni-obdobi-2021-2025-pro-odvetvi-elektroenergetiky-plynarenstvi>
- [18] ČSN 34 1610. *Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [19] PNE 33 3430-0. *Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav*. Páté vydání, 2015.
- [20] *Silový kabel pevný 22-AXEKVCEY 1x120/16 C*. Emas.cz - elektromateriál pro vás [online]. Dostupné na adrese: <https://www.emas.cz/22-axekvcey-1x120-16-c>
- [21] ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. *Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení – část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení – kapitola 52: Výběr a stavba vedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

- [22] ČEZ Distribuce, a.s. *Připojovací podmínky NN pro osazení měřicích zařízení v odběrných místech napojených z distribuční sítě nízkého napětí* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/pripojovacipodminkynn.pdf>
- [23] ČEZ Distribuce, a.s. *Ceník pro spotřebu elektrické energie vydané v roce 2022 na dobu neurčitou* [online]. Dostupné na adrese: [https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2022/moo/cez\\_cenik\\_elektrina\\_na-1-rok\\_moo\\_cezdi\\_07\\_2022\\_web.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2022/moo/cez_cenik_elektrina_na-1-rok_moo_cezdi_07_2022_web.pdf)
- [24] Převzato z přednášky bakalářského studia předmět *Ekonomika podnikání – Přednášky č.5 a 6 – Kritéria efektivity*.
- [25] Normalizované TDD. [online]. Dostupné na adrese: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/typove-diagramy-dodavek-elektriny/normalizovane-tdd?date=2022-12-31>
- [26] VÍTEK, Miroslav. *Ekonomika dopravních energetických systémů*. Vyd. 2. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04181-9.
- [27] Silové kabely Elektro S.M.S. - E-Shop od kabelu po svítidla [online]. Dostupné na adrese: <https://shop.elektrosms.cz/silove>.
- [28] Tabulka s výpočtem LRMC dodaná od vedoucího práce.
- [29] Vyhláška č. 408/2015 Sb. *Vyhláška o Pravidlech trhu s elektřinou – Příloha č. 6 – Třídy typových diagramů dodávek* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-408>
- [30] Bakalářská práce: *Návrh řešení přeložky sítě NN Kestřany tvrz*, autor: Štěpán Masojídek, rok 2015, z webové stránky: ČVUT DSpace [online]. Dostupné na adrese: [https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/61593/F3-BP-2015-Masojidek-Stepan-BP\\_S\\_Masojidek.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/61593/F3-BP-2015-Masojidek-Stepan-BP_S_Masojidek.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [31] PNE 33 3430\_Část 7: Parametry kvality elektrické energie – Část 7: Charakteristiky napětí elektrické energie ve veřejné distribuční síti. Třetí vydání, 2008.
- [32] Výpočtová pomůcka EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST INVESTIC tzbinfo.cz [online]. Dostupné na adrese: <https://stavba.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>

## Seznam zdrojů obrázků

- [A] Obr. 1: *Výklad – Energetika zblízka – Svět energie.cz* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elekriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/distribucni-soustava/vykklad>
- [B] Obr. 2: *Výstavba vedení VVN – plánování a schvalování. oEnergetice.cz – denní zpravodajství z energetiky* [online]. Dostupné na adrese: <https://oenergetice.cz/elektrina/vystavba-vedeni-vvn-planovani-a-schvalovani>
- [C] Obr. 3: *Antikorozní ošetření ocelových konstrukcí – Nord Kolor CZ s. r. o.. Home – Nord Kolor CZ s. r. o.* [online]. Dostupné na adrese: <https://nordkolorcz.cz/antikorozni-osetreni-ocelovych-konstrukci/>
- [D] Obr. 4: *Jak na zasítování pozemku: Elektrická přípojka* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.banky.cz/clanky/zasitovani-pozemku-elektricka-pripojka/>
- [E] Obr. 5: *Realizace kioskové trafostanice v Kopřivnici | MEC. Moravskoslezské energetické centrum – příspěvková organizace | MEC* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.mskec.cz/aktuality/realizace-kioskove-trafostanice-v-koprivnici-62#lg=1&slide=0>
- [F] Obr.6: *Kabelové rozpojovací, pojistkové skříně, měřící rozvaděče* [online]. Dostupné na adrese: <https://elmont.estranky.cz/fotoalbum/kabelove-rozpojovaci--pojistikove-skrine--merici-rozvadece/rozpojovaci-skrin-sr4.--.html>
- [G] Obr. 7: *1-AYKY-J 3x240+120 SM/SM - Elron.cz. Úvod: Elron.cz* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.elron.cz/cz/eshop/product-1-ayky-j-3x240-120-sm-sm-410>
- [H] Obr. 8: *Mapa umístění obce Jenštejn – Mapy.cz* [online]. Dostupné na adrese: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.5045000&y=50.0804000&z=11>
- [I] Obr. 9: *Silový kabel pevný 22-AXEKVCEY 1x120/16 C. Emas.cz – elektromateriál pro vás* [online]. Dostupné na adrese: <https://www.emas.cz/22-axekvcey-1x120-16-c>

## Seznam tabulek

Tabulka č.1: Vlastnosti kabelu 22-AXEKVCEY 1x120 a některé parametry uvedené výrobcem .....	24
Tabulka č.2: Vlastnosti kabelů AYKY-J 4x50; AYKY-J 4x70; AYKY-J 3x120+70; AYKY-J 3x150+70 AYKY-J 3x185+90; AYKY-J 240+120 a některé parametry uvedené výrobcem ...	27
Tabulka č.3: Výpočet úbytku napětí pro větev s 12 OM pro jednotlivé typy kabelů .....	29
Tabulka č.4: Výpočet úbytku napětí pro větev s 18 OM pro jednotlivé typy kabelů .....	31
Tabulka č. 5: Ceny kabelů typu AYKY-J .....	30
Tabulka č. 6: Investiční výdaje jednotlivých průřezů kabelu .....	31
Tabulka č. 7: Výpočet denního průměrného poměrného zatížení v zimním období viz příloha excel .....	33
Tabulka č. 8: Výpočet ztracené energie pro větev s 12 OM pro jednotlivé typy kabelů .....	38
Tabulka č. 9: Výpočet ztracené energie pro větev s 18 OM pro jednotlivé typy kabelů .....	38
Tabulka č. 10: Provozní výdaje ztrát na jednotlivé průřezy vodičů pro větev s 12 a s 18 OM .....	38
Tabulka č. 11: Porovnání proudových zatížitelností průřezů kabelů dle větví vedení .....	40
Tabulka č. 12: Rozpočet pro kabel AYKY-J 3x150+70 z programu KROS .....	45
Tabulka č. 13: Rozpočet pro kabel AYKY-J 3x185+95 z programu KROS .....	48
Tabulka č. 14: Rozpočet pro kabel AYKY-J 3x240+120 z programu KROS .....	51
Tabulka č. 15: Ceny elektrické energie na území ČEZ Distribuce z roku 2022 na dobu neurčitou .....	53
Tabulka č. 16: Doplnující hodnoty pro výpočty ekonomických kritérií pro všechny varianty stejné .....	59
Tabulka č.17: Výsledky hotovostních kritérií pro kabel AYKY-J 3x150+70 výpočet v příloze v programu excel .....	59

Tabulka č.18: Výsledky hotovostních kritérií pro kabel AYKY-J 3x185+95 výpočet v příloze v programu excel .....	59
Tabulka č.19: Výsledky hotovostních kritérií pro kabel AYKY-J 3x240+120 výpočet v příloze v programu excel .....	60

## Seznam grafů

Graf č.1: Závislost investičních výdajů na průřezu vybraných typů kabelů .....	31
Graf č.2: Denní diagram poměrného zatížení průměrného pracovního dne v zimním období sazby D57d .....	34
Graf č.3: Denní diagram kvadrátu poměrného zatížení průměrného pracovního dne v zimním období sazby D57d (úměrné jouleovým ztrátám v kabelech) .....	34
Graf č.4: Závislost provozních výdajů na jednotlivé průřezy vodičů pro větev s 12 OM .....	39
Graf č.5: Závislost provozních výdajů na jednotlivé průřezy vodičů pro větev s 18 OM .....	39
Graf č.6: Citlivostní analýza – Změna čisté současné hodnoty při změně diskontní míry .....	60

## Seznam příloh

- Příloha č. 1: Výkres č. C.1 – Celková situace stavby
- Příloha č. 2: Výkres č. C.2 – Jednopolové schéma

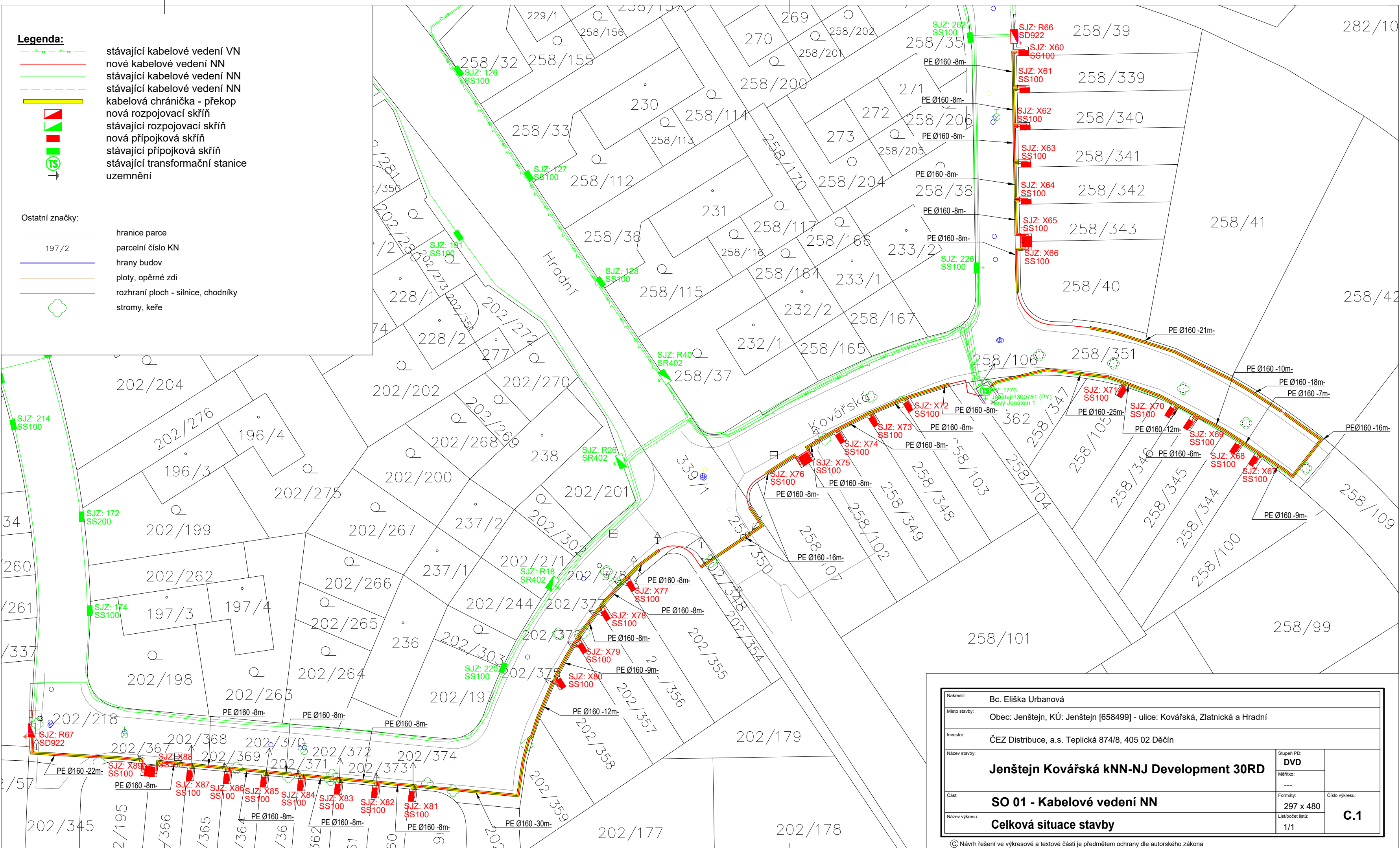


**Legenda:**

- stávající kabelové vedení VN
- nové kabelové vedení NN
- — — — — stávající kabelové vedení NN
- — — — — stávající kabelové vedení NN
- kabelová chránička - překop
- ▬ nová rozpojovací skříň
- ▬ stávající rozpojovací skříň
- ▬ nová přípojková skříň
- ▬ stávající přípojková skříň
- ⊕ stávající transformační stanice
- ⊕ uzemnění

**Ostatní značky:**

- hranice parce
- parcelní číslo KN
- hrany budov
- ploty, opěrné zdi
- rozhraní ploch - silnice, chodníky
- ⊕ stromy, keře

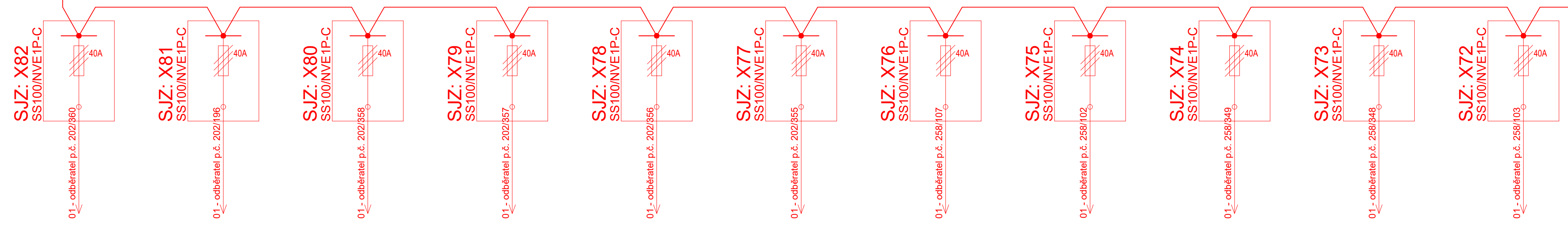
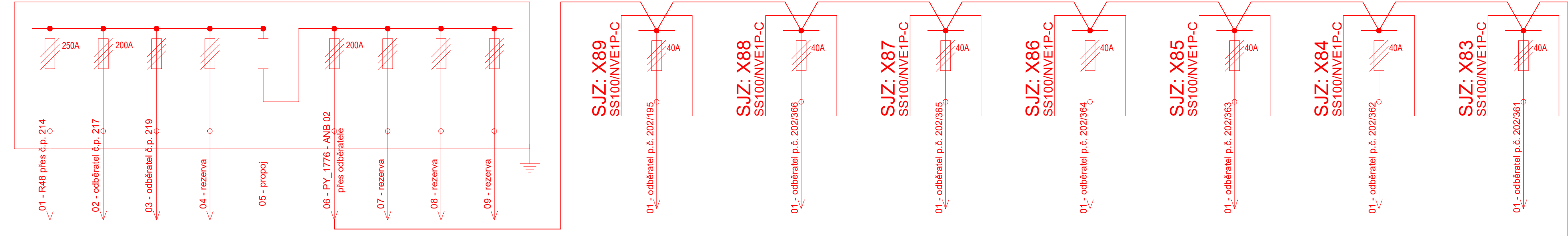


Nakreslil:	Bc. Eliška Urbanová		
Místo stavby:	Obec: Jenštejn, KÚ: Jenštejn [658499] - ulice: Kovářská, Zlatnická a Hradní		
Investor:	ČEZ Distribuce, a.s. Teplická 874/8, 405 02 Děčín		
Název stavby:	<b>Jenštejn Kovářská kNN-NJ Development 30RD</b>		Stupeň PD: <b>DVD</b>
Část:			Měřítko: ---
Název výkresu:	<b>SO 01 - Kabelové vedení NN</b>		Formáty: 297 x 480
			Číslo výkresu: <b>C.1</b>
	<b>Celková situace stavby</b>		Listopčet listů: 1/1

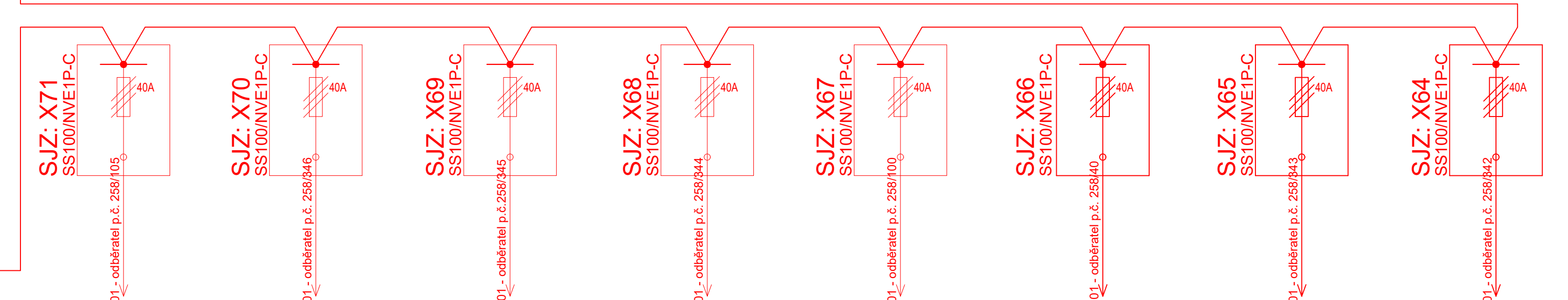
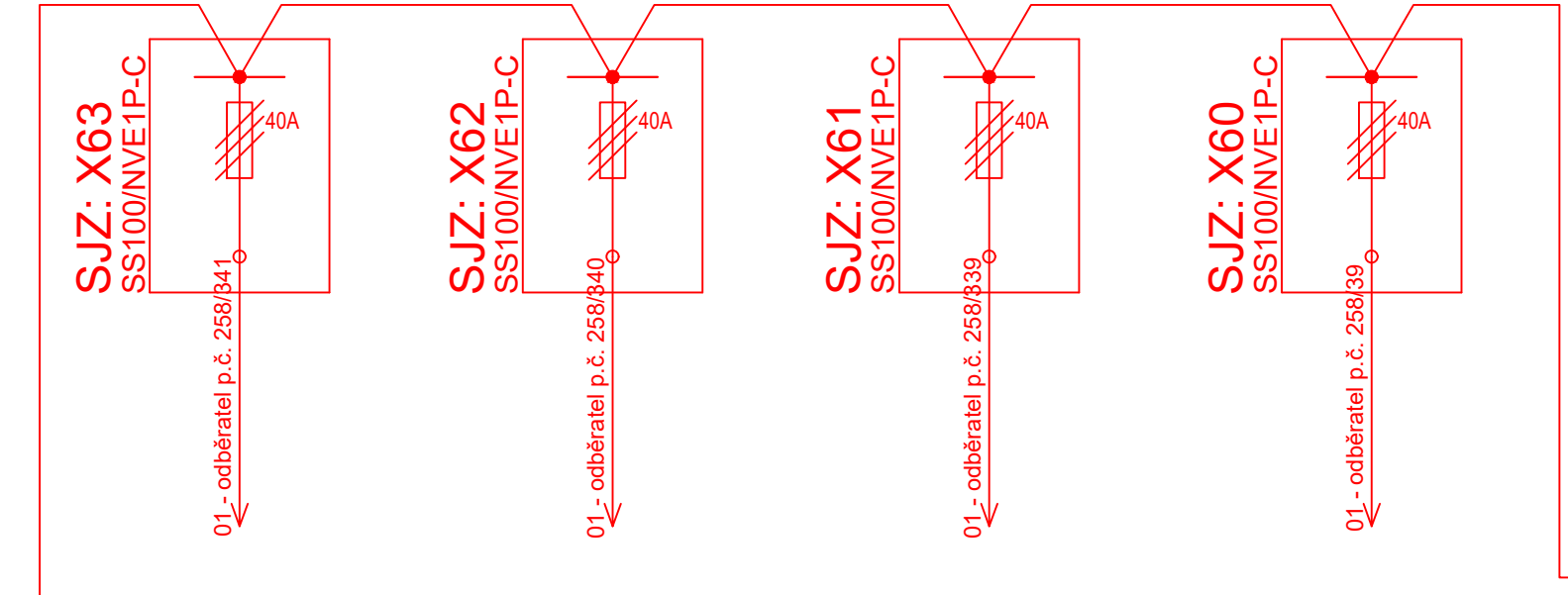
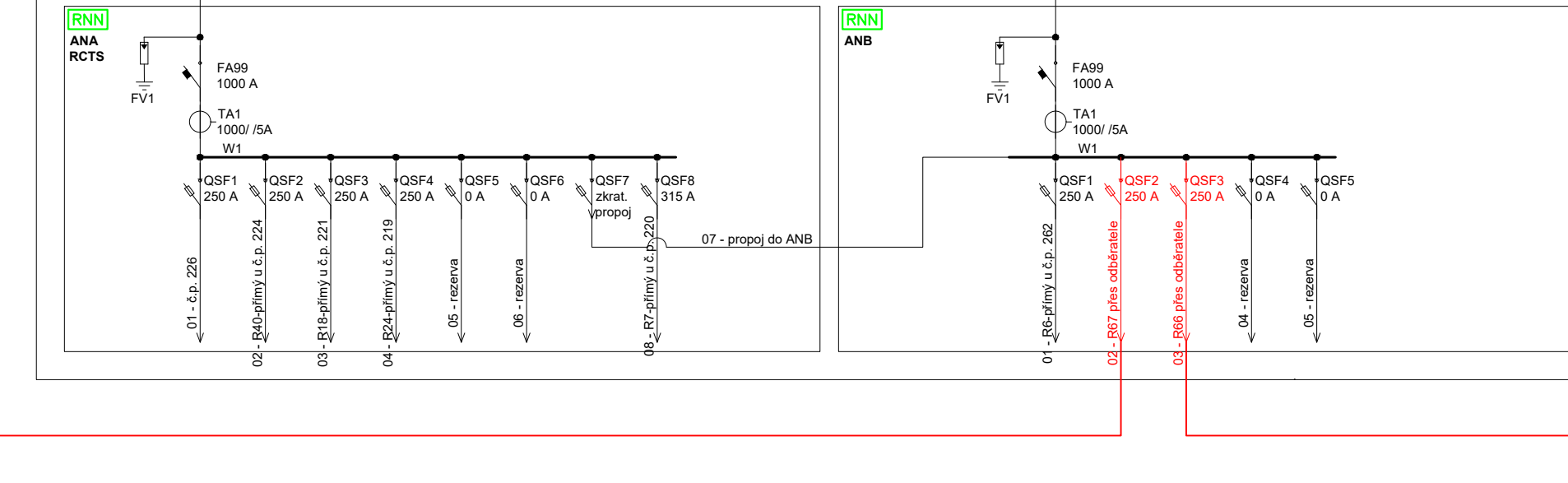
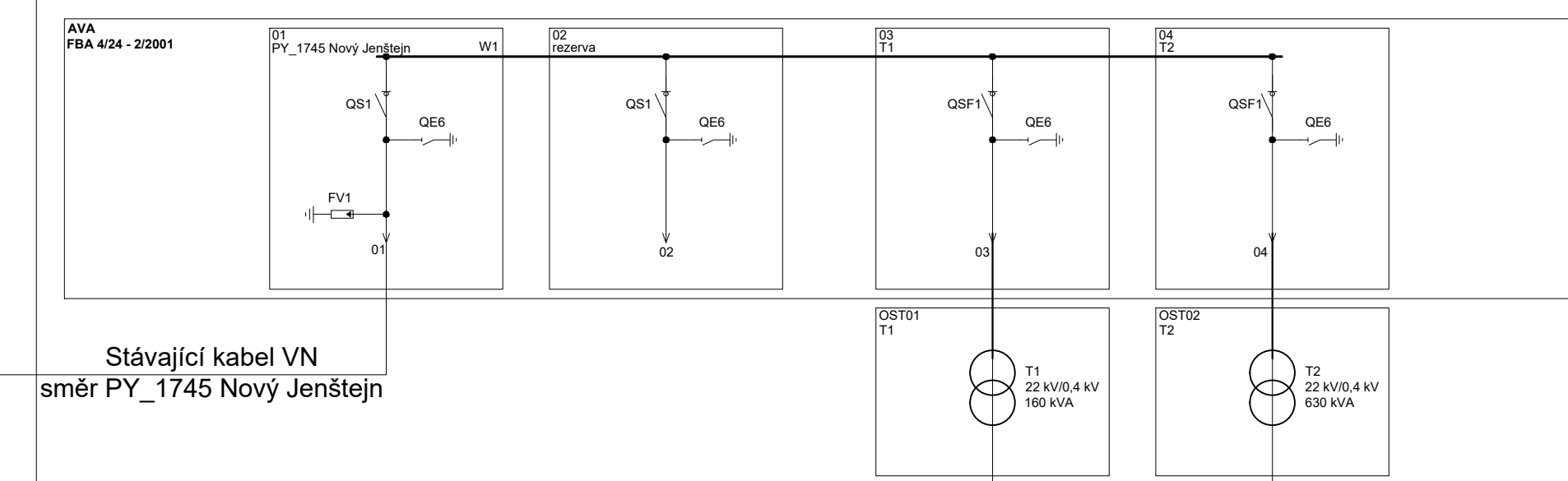
© Návrh řešení ve výkresové a textové části je předmětem ochrany dle autorského zákona



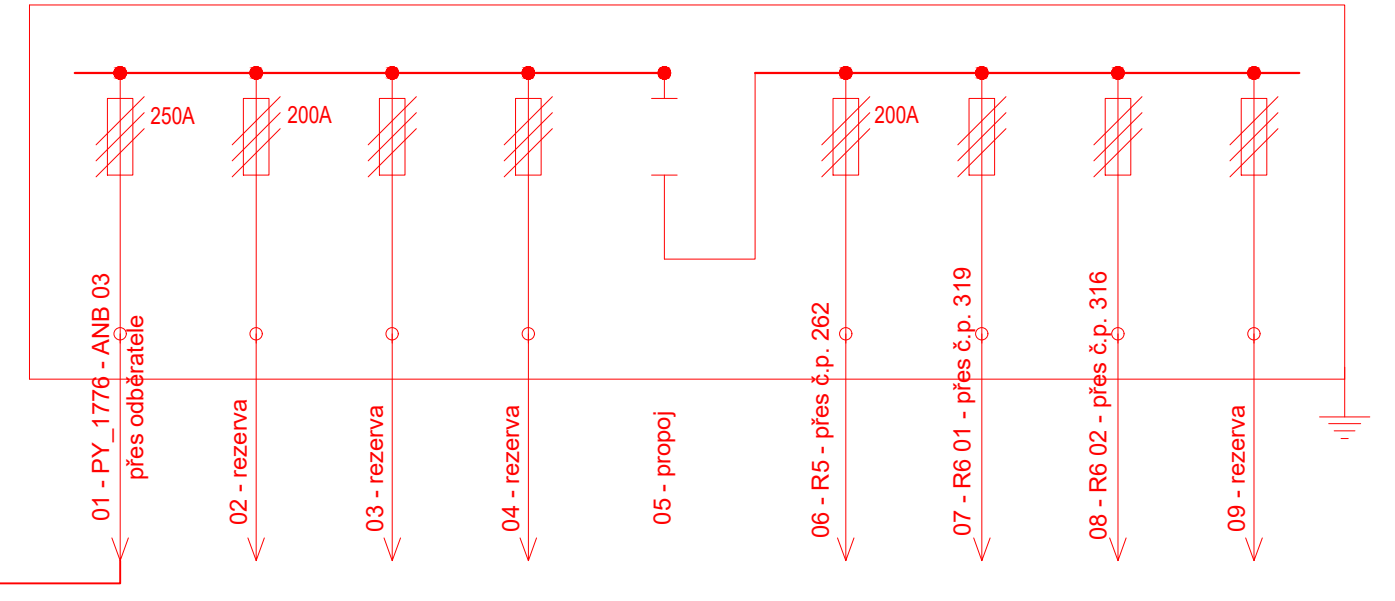
SJZ: R67  
SD922/NKW2  
nová SD



PY\_1776  
Jenštejn/300751 (PY)  
Nový Jenštejn 1



SJZ: R66  
SD922/NKW2  
nová SD



Legenda:  
ČERVENĚ - nové kabelové vedení NN a nové prvky  
ČERNĚ - stávající kabelové vedení NN a stávající prvky

Návrhář:	Bc. Eliška Urbanová		
Místo stavby:	Obec: Jenštejn, KÚ: Jenštejn [658499] - ulice: Kovářská, Zlatnická a Hradní		
Investor:	ČEZ Distribuce, a.s. Teplická 874/8, 405 02 Děčín		
Název stavby:	Jenštejn Kovářská kNN-NJ Development 30RD	Skupina PD: DVD	Číslo výkresu: C.2
Číslo:	SO 01 - Kabelové vedení NN	Formát: 297x1230	
Název výkresu:	Jednopolové schéma	Listopůl číslo: 1/1	