

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Bakalářská práce

2018

Jakub Černý

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd



Návrh elektroinstalace rodinného domu
Design of wiring in a family house

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Bakalant : Jakub Černý

Vedoucí práce: Ing. Stanislav Bouček

Akademický rok: 2017/2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci zpracoval sám s přispěním vedoucího práce a konzultanta a používal jsem pouze literaturu v práci uvedenou. Dále prohlašuji, že nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé bakalářské práce nebo její části se souhlasem katedry.

Datum:

.....

podpis bakalanta

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Černý** Jméno: **Jakub** Osobní číslo: **456974**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Studijní obor: **Elektrotechnika a management**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh elektroinstalace rodinného domu

Název bakalářské práce anglicky:

Design of wiring in a family house

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte návrh elektroinstalace v RD podle následujících bodů:

1. Navrhněte způsob připojení z distribuční sítě nízkého napětí
2. Proveďte výpočty související s návrhem elektroinstalace
3. Navrhněte elektroinstalaci včetně slaboproudé části
4. Proveďte odhad investičních a ročních provozních nákladů elektroinstalace

Seznam doporučené literatury:

- [1] Fencel.F.: Elektrický rozvod a rozvodná zařízení, skripta ČVUT 2008
- [2]. Příslušné legislativní dokumenty, ČSN EN a PNE.
- [3] Kunc J.: Elektroinstalace krok za krokem. Praha: Grada, 2010

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Stanislav Bouček, katedra elektroenergetiky FEL

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

Datum zadání bakalářské práce: **26.01.2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **25.05.2018**

Platnost zadání bakalářské práce: **30.09.2019**

Ing. Stanislav Bouček
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Anotace:

Tato práce se zabývá návrhem elektroinstalace v rodinném domě a veškerými zákony a vyhláškami, které s tímto tématem souvisejí. Dále pojednává o návrhu připojení rodinného domu k distribuční síti, včetně způsobu provedení elektrické přípojky připojené na stávající distribuční vedení. V další části se zabývá návrhem elektrické instalace správnými metodami zapojení ochrany a jejich principem. Ukazuje správný postup při výběru vodičů v elektrických rozvodech, možnosti jištění včetně jejich uložení. Zaměřuje se na druhy spotřebitelských obvodů jako je světelný či zásuvkový obvod z hlediska silnoproudých obvodů a z hlediska slaboproudých rozvodů, poté navazuje na využití a návrh sdělovacích sítí. Seznamuje čtenáře s uvedenými zásadami instalace v prostorech se zvýšeným nebezpečím úrazu a zaměřuje se na ochranu budov proti vnějším atmosférickým vlivům. Ve třetí kapitole se může čtenář seznámit se správným postupem dimenzování kabelu a jeho volbou s ohledem na maximální soudobý proud, také s tím, zda vodič vyhovuje v daném prostředí, kde je uložen s ohledem na jeho průřez a proudovou zatížitelnost. V práci najdete i za jakých podmínek vyhovuje vodič či kabel jeli namáhán zkratovými proudy a jaké hodnoty může zkratový proud nabývat, aniž by byla překročena dovolená hodnota oteplení vodiče, či vypínací schopnost ochranných prvků obvodu. V poslední kapitole je proveden odhad provozních a investičních nákladů pro konkrétní model spotřeby s možností výběru varianty instalace.

Cílem této práce je nastínit čtenáři teoretické možnosti pro realizaci elektroinstalace v rodinném objektu od přívodního vedení až k jednotlivým rozvodům pro napájení domácích spotřebičů.

Klíčová slova: elektroinstalace, jistič, přípojka, spotřebič, bilance, investiční náklady, proudový chránič, elektroměr, sazba, distributor, rozvaděč, zkratový výkon

Summary: This thesis deals with the design of wiring in a family house and all laws and decrees that are related to this topic. It is also a proposal to connect a family house to a distribution network, including the way of making an electrical connection connected to an existing distribution line. In the next part we deal with design of electrical installations with the correct methods of protection of interventions and their principle. It shows the correct procedure for selecting the wires in electrical wiring, the possibilities of securing, including their storage. in accordance with and safety of electrical circuits. It focuses on types of consumer circuits such as light or socket circuits from the point of view of power circuits, and from the point of view of light-current distribution, it continues to use and design the communication networks. It informs the reader about the installation principles in areas with increased risk of injury. It focuses on building protection against external atmospheric influences. In the third chapter, the reader can get to know the correct way of dimensioning the cable and choosing it with respect to the maximum current, even if the conductor is suitable for the environment where it is stored with respect to its cross-section and current load. You will find out under what conditions the wire or cable is subject to short-circuit currents and what value can be obtained for a short-circuit current without allowing the permitted thermal resistance of the conductor or the breaking capacity of the circuit protection elements. The last chapter provides an estimate of operating and investment costs for a specific consumption model with a choice of installation options. The aim of this work is to outline the theoretical possibilities for the realization of wiring in a family house from the supply line to the individual wiring for the supply of household appliances.

Index Terms: wiring, circuit breaker, connection, appliance, balance, investment cost, current protector, electricity meter, rate, distributor, switchboard, short-circuit power

Obsah

1. Připojení objektu k distribuční síti	6
1.1 Způsoby připojení:.....	6
1.2 Vztah mezi přípojkou a návazným objektem:	8
1.3 Přípojková skříň:	9
1.4 Hlavní domovní skříň:.....	9
1.5 Uložení kabelové přípojky do země:	10
2. Návrh elektroinstalace včetně slaboproudé části	10
2.1 Odbočky k elektroměrům:.....	10
2.2 Elektroměrová rozvodnice:	11
2.2.1 Elektroměr:.....	12
2.3 Přívodní vedení od elektroměru k podružným rozvaděčům nebo bytovým rozvodnicím.....	13
2.4 Rozvaděče v obytných objektech:	14
2.4.1 Bytová rozvodnice:	14
2.5 Elektrické ochrany v elektroinstalaci.....	15
2.5.1 Pojistky:	15
2.5.2 Jističe:	16
2.5.3 Proudové chrániče:.....	19
2.5.4 Svodiče přepětí:.....	20
2.6 Volba vodičů a jejich jištění včetně uložení:.....	22
2.7 Spotřebitelské obvody.....	23
2.7.1 Světelné obvody	23
2.7.2 Zásuvkové obvody	27
2.7.3 Elektrická instalace v prostorech se zvýšeným nebezpečím úrazu	29
2.8 Hromosvod (vnější ochrana):	30
3. Proveďte výpočty související s návrhem elektroinstalace.....	31
3.1 Dimenzování přívodního vedení (přípojka):.....	31
3.1.1 Přívodní kabel (přípojka):	33
3.1.2 Dimenzování přívodního kabelu z hlediska oteplení:.....	33
3.1.3 Dimenzování z hlediska úbytku napětí:.....	35
3.1.4 Dimenzování z hlediska jištění:.....	36
3.1.5 Zkratové poměry v napájecí síti:	37
3.1.6 Ekvivalentní oteplovací proud	39
3.1.7 Kontrola na minimální průřez:.....	40
4. Proveďte odhad investičních a ročních provozních nákladů elektroinstalace	41
4.1 Odhadované investiční náklady za elektroinstalační materiál:.....	41
4.1.1 Varianta A (Klasik):	41

4.1.2 Varianta B: (pro náročnější majitele).....	42
4.1.3 Společná část odhadu investice nákladů za slaboproudý rozvod a soustavu hromosvodu.....	43
4.2 Volba bojleru pro ohřev TUV:.....	43
4.3 Volba Sazby.....	45
4.4 Porovnání varianty A a varianty B.	46
4.5 Celkový odhad ročních provozních nákladů za spotřebu	46
Závěr:	47
Použitá literatura:.....	47
Odborná literatura:	49
Seznam schémat:.....	50
Seznam obrázků:	51
Seznam tabulek:	51

1. Připojení objektu k distribuční síti

Dle § 34 vyhlášky č.323/2017Sb. na základní požadavky na elektrické přípojky a vnitřní rozvody silnoproudých a elektronických komunikací, se objekty připojují na distribuční síť přípojkou nebo rozšířením distribuční soustavy elektřiny. Elektrický rozvod musí podle druhu provozu splňovat tyto požadavky:

- a) Bezpečnost zvířat, osob a majetku
- b) provozní spolehlivost v daném prostředí při určeném způsobu provozu a vlivu prostředí
- c) přehlednost rozvodu, umožňující rychlou lokalizaci a odstranění případných poruch,
- d) snadnou přizpůsobivost rozvodu při požadovaném přemísťování elektrických zařízení a strojů,
- e) dodávku elektrické energie pro zařízení, která musí zůstat funkční při požáru,
- f) zamezení vzájemných nepříznivých vlivů a rušivých napětí při křížování a souběhu silnoproudých vedení a vedení elektronických komunikací,
- g) v elektrických rozvodech staveb instalovat vždy zařízení s takovou elektromagnetickou kompatibilitou a odolností, aby tato zařízení v elektromagnetickém prostředí uspokojivě fungovala, aniž by sama způsobovala nepříznivé elektromagnetické rušení jiného zařízení v tomto prostředí.

Stavba musí umožňovat vstup silnoproudých kabelů a kabelů sítí elektronických komunikací do budovy, umístění rozvodných skříní a provedení vnitřních silnoproudých rozvodů a vnitřních rozvodů sítí elektronických komunikací až ke koncovým bodům sítí. Vnitřní silnoproudé rozvody a vnitřní rozvody sítí elektronických komunikací musí splňovat požadavky na zabezpečení proti zneužití. Každá stavba musí mít trvale přístupné a viditelně trvale označené zařízení umožňující vypnutí elektrické energie. U staveb se zřizuje hlavní ochranná přípojnice a její uzemnění se provede propojením se základovým zemničem. [2z]

1.1 Způsoby připojení:

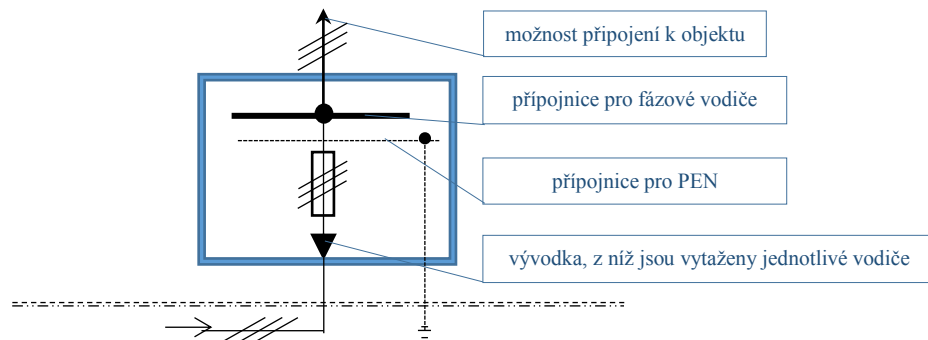
Vlastní provedení připojení především závisí na hladině napětí distribuční soustavy, v našem případě se jedná o hladinu nn – s napětíovou soustavou 3x400/230 V.

Náš rodinný dům, potažmo objekt se nachází v zastavěné obytné části, kde je elektrizace provedena kabelovým vedením. Zvolíme tedy nabízející se kabelovou přípojku¹ provedenou zasmyčkováním stávajícího kabelového vedení.

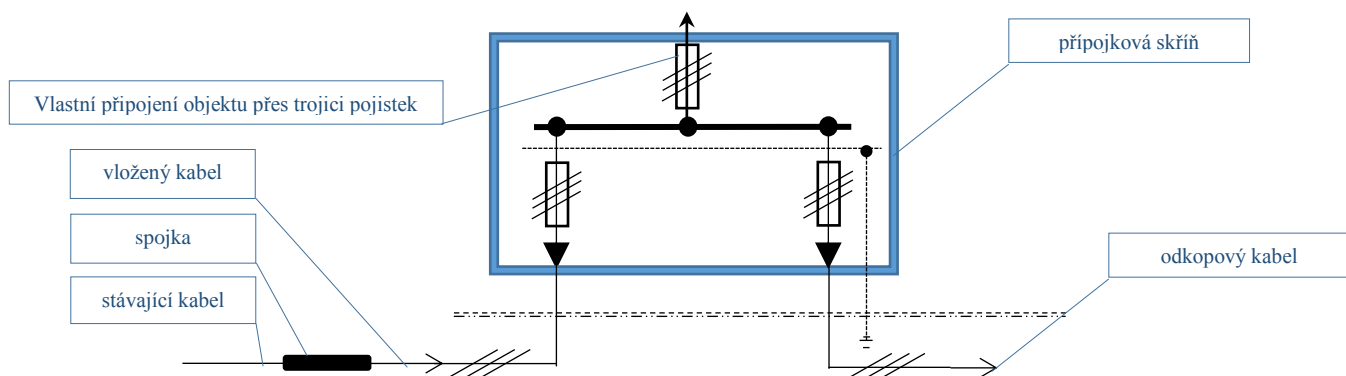
Zasmyčkování můžeme provést dvěma způsoby:

1.1.1 Koncové připojení s jednou trojicí pojistek za kabelovou koncovkou [3]

¹ Kabelová přípojka: Jedná se o kabelové vedení, které začíná odbočením od veřejné distribuční sítě směrem k odběrateli.



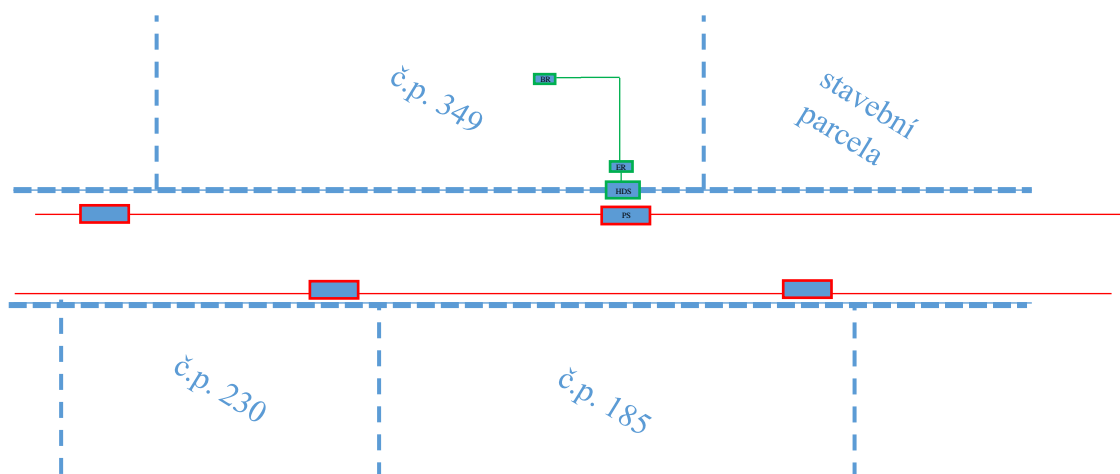
1.1.2 Připojení do smyčky se dvěma kabely ve smyčce z nich každý lze odpojit příslušnou trojicí pojistek [3]



Koncové připojení bychom využili, pokud by se náš objekt nacházel na konci ulice, a neuvažovalo by se o dalším připojení. Ale protože se náš objekt nachází před dvěma stavebními parcelami, které se jistě později také budou připojovat k distribuční síti, je vhodné se napojit na stávající kabel a realizovat přípojku tímto způsobem.

Kabelové přípojky jsou v dnešní době velmi časté, jednak pro jejich vysokou estetickou úroveň a jednak také splňují požadavky na prostorové uspořádání a na přenosové možnosti z hlediska jejich bezpečnosti a spolehlivosti dodávky. Proto je lze považovat za neoptimálnější způsob připojení k odběrnému místu.

1.1.3 Situační plán přípojky



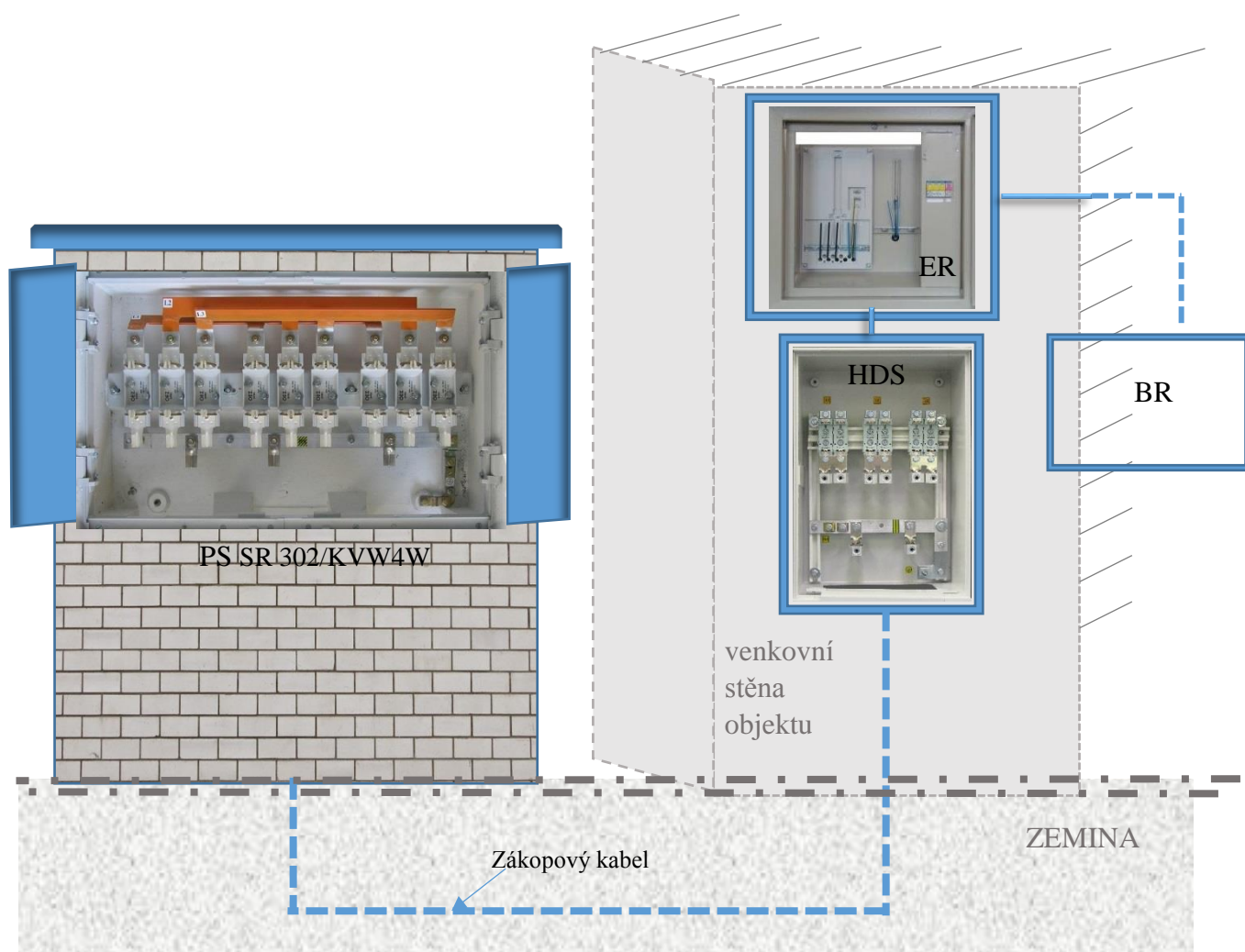
Přípojka nn² provedená kabelem slouží k připojení jen jednoho objektu (naš rodinný dům), pokud bychom se v pozdější době rozhodli přistavit další objekt, jeho připojení lze uskutečnit pouze se souhlasem provozovatele DS³ při splnění jím stanovených podmínek. Jedině tak lze provozovat přípojku i na více objektů. Tato skutečnost však musí být podle zákona vyznačena ve všech přípojkových skříních objektů.

Co se týče dodávky elektrické energie, rodinný dům spadá do 3. stupně důležitosti, kde nemusí být dodávka elektrické energie zajištěna zvláštními opatřeními jako jsou např. záložní zdroje či napájení ze dvou stran, jelikož zde při výpadku nedochází k žádným závažným hospodářským nebo jiným ztrátám. [3]

1.2 Vztah mezi přípojkou a návazným objektem:

Návrh elektrické přípojky musí být proveden tak, aby nedošlo k překročení dovolené hodnoty mechanického namáhání připojovaného objektu, pokud se s tímto namáháním počítá. Pokud není s tímto namáháním počítáno, nesmí mít vzájemné působení elektrické přípojky a objektu negativní vlivy na poškození stavby a naopak. Kabely a vodiče zaústějící do stavby, musí být opatřeny proti zatékání vody. Rovněž nesmí docházet k poškozování elektrické přípojky provedené zemním kabelem ze strany objektu, například pohybem stavby. [2]

1.2.1 Blokované schéma připojení:



² nn: hladina nízkého napětí 3x400/230V.

³ **Distribuční soustava:** Máme namysli síť nn přivádějící elektrickou energii z distribučních transformoven až ke spotřebiteli.

Abychom se mohli k distribuční soustavě připojit, je nutné splnit následující právní pokyny. Jak uvádí vyhláška č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. Nejprve žadatel zašle žádost o připojení příslušnému provozovateli dané DS. Pokud nejsou žádné důvody, pro které by objekt nemohl být připojen k distribuční soustavě, provozovatel DS žadateli předloží do 30 dnů návrh smlouvy o připojení nebo budoucím připojení k hladině nízkého napětí. Nepřijme-li žadatel do 30 dnů návrh smlouvy provozovatele, smlouva zaniká. Hradí-li žadatel veškeré náklady spojené s připojením a zajištěním požadovaného příkonu (výkonu), lze do těchto nákladů zahrnout pouze nutné vynaložené náklady, související s pořízením, výstavbou nebo úpravami DS. Můžeme do nich zahrnout náklady na pořízení projektové dokumentace, geodetická zaměření a další investiční náklady, které s tím souvisí. Žadatel hradí jen jistý podíl na nákladech spojených s připojením a zajištěním požadovaného příkonu (výkonu), který se stanoví jako součin měrného podílu žadatele a pro jednotlivé napěťové hladiny a způsob připojení jsou uvedeny v příloze 8 k vyhlášce č. 16/2016 Sb.

- Pro připojení DS nn pro 3 fázové připojení je měrný podíl žadatele 500Kč/A.
- Pro připojení DS nn pro 1 fázové připojení je měrný podíl žadatele 200Kč/A.

Podle uvedené smlouvy je pak žadatel povinen zaplatit zálohu na podíl na nákladech spojených s připojením a zajištěním požadovaného příkonu (výkonu), podle přílohy č.8 této vyhlášky, ve stanovené výši 50 % z hodnoty tohoto podílu. Žadatel je povinen tuto zálohu uhradit do 15 dnů ode dne uzavření smlouvy. [1z]

1.3 Přípojková skříň:

Jedná se o rozpojovací jistící skříň s nožovými pojistkami, která je součástí přípojky. Umísťuje se tak, aby k ní byl snadný přístup, a to i bez přítomnosti odběratele. Pro obslužné, revizní či jiné práce před ní musí být z bezpečnostních důvodů vymezen volný prostor v rozsahu minimálně 0,8 m. Standardní umístění nad definitivně upraveným povrchem, počítáno od spodní hrany skříňe je minimálně 0,6 m do maximální výšky 1,5 m, výše se již nedoporučuje. Nebo se dá umístit i jinak po projednání a schválení výjimky provozovatelem DS. Jištění je zpravidla o jeden stupeň vyšší, než je jištění v HDS⁴ (tedy před elektroměrem). U každé sady nožových pojistek je nutné označit, pro které místo odběru je určena. Minimální průřez vodičů pro přípojky provedené kabelem je 4x16 mm² pro kabel s hliníkovým (Al) jádrem a 4x10 mm² pro kabel s jádrem měděným (Cu) [3]

U našeho objektu použijeme přípojkovou skříň typu SR 302/KVW4W s rozměry (výška 570 mm, šířka 815 mm, hloubka 240 mm) se stupněm krytí IP44, dimenzovaná pro max $I_n=400$ A a U_n = do 690 V s maximálním průřezem vývodu a přívodu 240 mm². Dále obsahuje 3 sady pojistkových spodků s dvoubodovým uzavíráním neděleným zámkem. Samotné konstrukční provedení vestavěním do zděného domku.

Přípojková skříň je v našem případě místem odbočení od veřejné distribuční sítě.

Použijeme zde nožové pojistky typu: NP 1C 80A gG (NP-1C-80A-gG)

1.4 Hlavní domovní skříň:

Jedná se o pojistkovou skříň, také se jí říká přípojková a platí pro ni všechny zmíněné náležitosti jako pro PS. Nicméně v našem případě představuje konec kabelové přípojky, ale její celek jako takový je ještě součástí kabelové přípojky.

Pojistkové skříňe jsou určeny pro připojení kabelů do průřezu 50 mm² na přívodu u koncového připojení nebo do 240 mm² u průběžného připojení. Jsou dodávány sice s vnitřní výzbrojí, ale pojistkové vložky je nutné podle požadovaného výkonu koupit zvlášť.

⁴ HDS = hlavní domovní skříň: slouží k jištění proti zkratu a k možnosti odpojení odběrného zařízení.

U našeho objektu použijeme pojistkovou skříň typu SS102/NVF1S-E s rozměry (výška 535 mm, šířka 375 mm, hloubka 230 mm) se stupněm krytí IP44, dimenzovaná pro max $I_n=400A$ a $U_n = do690V$ s maximálním průřezem vývodu/přívodu $150\text{ mm}^2/240\text{ mm}^2$. Dále obsahuje 1 sady pojistkových spodků s jednobodovým uzavíráním energetickým zámkem. V ekonomickém provedení.

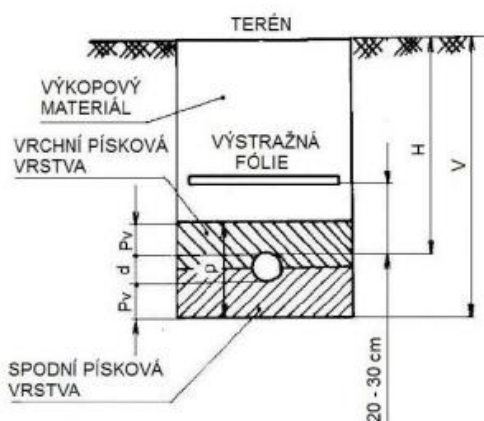
Použijeme zde nožové pojistky typu: NP 00C 50A gG (NP-00C-50A-gG)

Pro shrnutí, přípojková skříň (rozpojovací) je začátkem odbočení z DS a je součástí kabelové přípojky. HDS neboli také přípojková skříň (pojistková) je koncem kabelové přípojky a zároveň je také její součástí.

1.5 Uložení kabelové přípojky do země:

Pokud je kabel veden zemí, ukládá se do výkopu 80 cm hlubokého, s podestýlkou jemnozrnného písku vysokou 8 cm. Po uložení je kabel zasypán další vrstvou písku a ve výšce 20-30 cm je přikryt výstražnou folií, zbytek výkopu je zasypán zeminou.

Společně s kabelem lze do výkopu uložit i zemnicí pásy (s minimální vzdáleností 10 cm od kabelu) či slaboproudé kabely (s min vzdáleností 20 cm od kabelu) [9]



1.5.1 Schéma uložení vodiče do země [9]

H = hloubka uložení

V = hloubka výkopu rýhy = $H + d + P_v$

P_v = písková vrstva 8 cm do 52 kV včetně, pro 110 kV 12 cm

p = pískové lože = $d + 2 P_v$

d = vnější průměr kabelu

2. Návrh elektroinstalace včetně slaboproudé části

2.1 Odbočky k elektroměrům:

U rodinných domů, kde je obvykle jen jeden odběratel, lze provést odbočku k elektroměru přímo z HDS za předpokladu, že je osazena nezbytným počtem jisticích prvků. Pokud je objekt obsazen více jak třemi samostatnými odběrateli, zřizuje se dle potřeby jedno či více hlavních domovních vedení (HDV)⁵ na které tyto odbočky navazují, v tomto případě se musí pro každého odběratele zřídit odbočka k elektroměru samostatně (U bytových domů každý zvlášť). Na společný přívod odbočky lze už připojit dva nebo více elektroměrů téhož odběratele. [2]

Odbočky k elektroměrům⁶ mohou být jednofázové nebo třífázové, přípustné průřezy vodičů udává tabulka 2-1. Jejich zapojení musí být provedeno v soustavě TN-C a to tak, aby byl ztížen neoprávněný odběr elektřiny a bylo možné vodiče vyměnit bez dalších stavebních zásahů. Zpravidla se ukládají v kabelových kanálech, trubkách či dutinách stavební konstrukce s upraveným krytem z místa odbočení pro osazení plomb. [2]

⁵ HDV je vedení začínající do HDS až k odbočce k poslednímu elektroměru, provedeno v soustavě TN-C s nejkratší možnou trasou a v souladu s platnými technickými normami.

⁶ Odbočky k elektroměrům jsou vedení, která odbočují přímo z HDS nebo z HDV za účelem připojení jednotlivých měřicích míst spotřeby odběratele

Tabulka 2.1: Průřezy vodičů odboček pro příslušný stupeň elektrizace [2]

Stupeň elektrizace	A		B	
Maximální soudobý příkon bytu P_b [kW]	7		11	
Odbočka k elektroměru a přívodní vedení do bytu	Průřez jader vodičů [mm ²]			
	Al	Cu	Al	Cu
Trojfázová odbočka	10	6	16	10

- Stupeň elektrizace A zahrnuje běžné vybavení bytu (elektrické sušičky, myčky, pračky, pečící troubu do 2 kW dále pak i akumulaci ohřev vody TUV⁷)
- Stupeň elektrizace B zahrnuje stejné vybavení, ale k vaření a pečení se používají elektrické spotřebiče o příkonu nad 3,5 kVA.
- Stupeň elektrizace C zahrnuje stejné vybavení jako stupně A a B a ještě navíc elektrické vytápění či klimatizaci. Jeho soudobý příkon⁸ není stanoven, ale dá se vypočítat individuálně dle spotřeby.

Naší snahou je také zajistit bezpečný provoz celého elektrického rozvodu, včetně elektroměru, před který se musí dosadit hlavní jistič, se stejným počtem pólů jako má elektroměr fází. Hlavní jistič⁹ musí být použit pouze v souladu s navazujícími normami ČSN EN 61439-4 a ČSN EN 60 947-2 s charakteristikou typu B ve jmenovitých řadách, které obsahuje tabulka 2-2.

Tabulka 2.1: Jmenovité hodnoty proudů pro hlavní jističe.

Jmenovité hodnoty proudů pro hlavní jistič															
Pro charakteristiku typu B	I_n	[A]	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
Charakteristiku typu C nebo D	přípustná pouze u objektu jehož spotřebiče disponují velkým záběrným proudem (po projenání a odsouhlasení DS)														

Funkce hlavního jističe nespočívá jen v jištění a ochraně odbočky a celého vnitřního objektu před nadproudy a zkraty, ale odvíjí se od něj i velikost omezení rezervovaného příkonu v odběrném místě (maximální soudobý příkon objektu), zároveň (podle velikosti proudové hodnoty jističe) určuje výši sjednané sazby za dodávku elektrické energie a slouží k odvození poplatku za připojení odběrného místa k distribuční síti. Na trhu se vyskytují i jističe s dálkovou vypínací automatikou, které se používají za účelem požadavku požární bezpečnosti, ty se však ve funkci hlavního jističe používat nesmějí. [6]

- U jednofázových odběrů je stanovena maximální přípustná hodnota jističe na 25 A
- U třífázových odběrů se musí maximální přípustná hodnota jističe pohybovat v rozsahu jmenovité řady viz. Tabulka 2-2. Jeho přípojka nesmí být rozebíratelná, aby se nedaly samostatně ovládat jednotlivé fáze.

2.2 Elektroměrová rozvodnice:

Stejně jako rozvaděče se umísťují do snadno přístupných prostorů optimálně s rovným povrchem přístupové cesty a vnějším volným prostorem 0,8m, ale to jen zepředu, ze zadní strany k nim musí být přístup znemožněn, aby bylo zabráněno nezákonné manipulaci a nepovoleným odběrům před elektroměrem. Její zabudování ať už do plotového sloupku či vnější stěny domu musí být řešeno tak, aby mohla být opatřena plombou. Musí být chráněna před mechanickým poškozením a jinými nepříznivými vlivy prostředí. Kromě elektroměru se zaplombovanou krytkou svorkovnice a ochranné svorkovnice či

⁷ TUV = teplá užitková voda, dle současných platných norem jen TV = teplá voda

⁸ Soudobý příkon = smluvní výpočtová hodnota uvažovaná při výpočtech elektrických rozvodů u bytových domů.

⁹ „Zásady jištění a principy jisticích prvků budou uvedeny v kapitole 2.5 “

nulového můstku¹⁰, jsou obvykle vybaveny příslušným jističem či hlavním vypínačem. Dále mohou obsahovat sazbové spínače, ovládací stykače či relé, popřípadě další přístroje vyhrazené k měření. [2], [3]

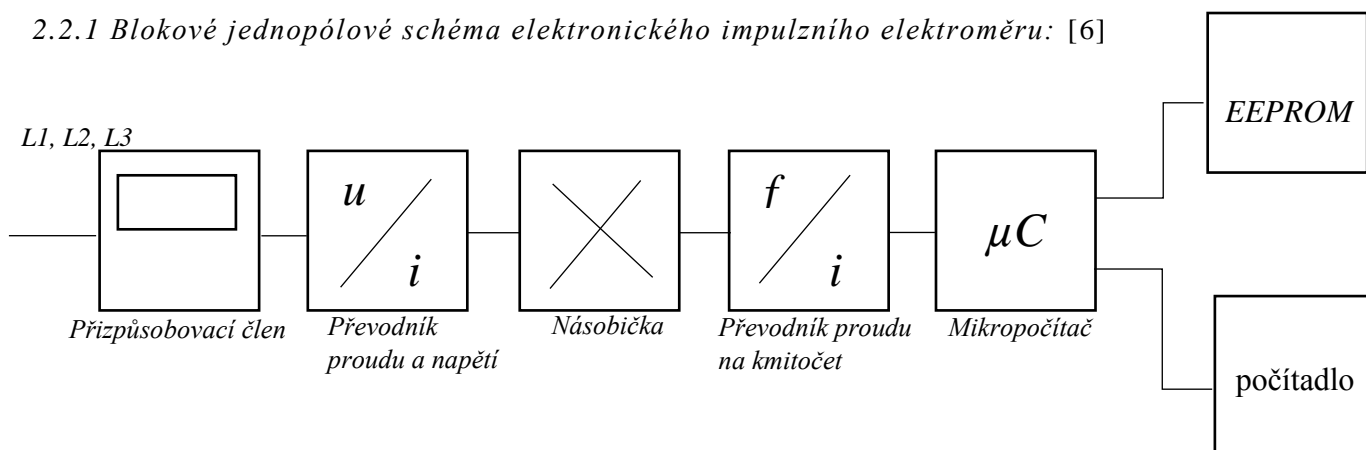
2.2.1 Elektroměr:

V současné době se používají tzv. statické elektroměry, které měří spotřebu z počtu impulzů elektronického wattmetru, jehož konstanta se uvádí v impulzech na 1 kWh. Jelikož nemají žádné pohyblivé součástky, jako tomu bylo u starších elektroměrů, jejichž měření vycházelo z počtu otáček rotoru indukčního motorku, nesou název statické. Umísťují se ve výšce 1,5-1,7 m od země počítáno ke středu displeje hodin elektroměru. Jeli umístěno více elektroměrů nad sebou potom se vymezuje rozmezí k umístění od 0,7 m do 1,7 m od země. Základ technického řešení tvoří mikroprocesor zastávající všechny technické funkce jako je například měření maximální spotřeby, vícesazbové měření, ukládání odběrového diagramu do paměti, komunikaci s počítačem či datovou komunikaci do rozvodné sítě a řadu dalších funkcí.

- **Odečet elektroměru:** Odečet se v současné době provádí manuálně (mobilním ručním terminálem) na místě (u zákazníka). Údaje se u elektronických elektroměru načítají přes optické rozhraní a dotykovou klávesu, dále jsou údaje terminálu zpracovány na počítači, do kterého jsou centrálním počítačem zadány základní údaje o zákazníkovi, a zpětnou vazbou obdržena odečtená data, ten je zpracuje a vytvoří fakturu k tisku. [6]
- **HDO¹¹:** Snahou distributora elektrické energie je mimo jiné i zohlednění elektřiny v době, kdy je v síti její přebytek, a naopak v době energetických špiček, proto pro toto období účtuje různé druhy sazeb, tedy ceny za jednu kWh. Převážně jsou v současné době montovány u maloobdobatelů vícetarifní jednofázové či třífázové statické elektroměry tak, že se spínací prvek (přijímač HDO) namontuje na kryt svorkovnice elektroměru, nebo může být i jeho součástí jako samostatný modul. Spojení elektroměru s modulem je technicky i ekonomicky velmi výhodné.

System HDO je plně ve vlastnictví distribučních sítí, které zajišťují téměř 100% pokrytí po celé české republice. Vysílače vysílají na frekvenci okolo 200 Hz a zajišťují tak, optimální využití sítí a rozložení říditelné spotřeby, za účelem zrovnoměření zatížení a s ním související snížení ztrát v sítích. [6], [7]

2.2.1 Blokové jednopólové schéma elektronického impulzního elektroměru: [6]



Legenda: [6]

- **Přizpůsobovací člen pro vytvoření činných a jalových složek napětí** – síťové napětí a odebírané proudy jsou transformovány na hodnoty vhodné k elektronickému zpracování.
- **Převodník proudu na napětí** – převodník vytváří napětový signál přímo úměrný proudu.

¹⁰ Slouží k připojení středního vodiče (N) a bývá připojen na zemnicí soustavu objektu společně s kostrou přípojkové skříně.

¹¹ Hromadné dálkové ovládání, umožňuje přepínání mezi nízkým a vysokým tarifem, přepínání zajišťuje dispečer, podle velikosti odběru v dané oblasti.

- *Násobička* – zesilovač, vytvářející proudový signál úměrný činnému výkonu (tj. součinu vstupních napěťových signálů reprezentujících napětí a celkový proudový odběr).
- *Převodník proudu na kmitočet* – generuje impulzní signály s kmitočty úměrnými odebíranému činnému a jalovému výkonu. Údaj počítadla odebrané elektrické energie je úměrný počtu impulzů v souladu s konstantou elektroměru.
- *Mikropočítač* – provádí výpočty spotřeby a řídí přepínání režimů elektroměru.
- *Počítadlo* – je zobrazovací rozhraní, například LCD displej, které zobrazuje naměřené hodnoty a informační údaje.
- *EEPROM* – paměť uchovávající naměřená data za stanovené období, která mohou být předána po vedení, např. do počítače dodavatele elektrické energie.

Obr. 2.2.2: Vzhled moderního elektroměru ECHELON 8331-3 [10]



V katalogu dostupných elektroměrů se nabízí elektroměr ECHELON 8331-3. Jedná se o třífázový statický elektroměr pro měření elektrické energie ve dvou tarifech s dálkovou komunikací.

Na LCD zobrazovací jednotce se střídavě zobrazuje stav číselníku ve vysokém tarifu (1), který se po čase změní na zobrazení stavu nízkého tarifu (2). Při správné funkci elektroměru se na displeji střídají pouze tyto dva údaje. Dále displej v levém horním rohu zobrazuje identifikaci aktivního tarifu a v levém dolním rohu přítomnost fázových napětí L1, L2 a L3. Blikání diody napravo od displeje signalizuje odebíranou elektrickou energii.

Z displeje elektroměru se odečítá elektrická energie v kWh zobrazená na 7 celých míst. Elektroměr po 8 sekundách přepíná zobrazení stavů číselníků v jednotlivých tarifech. [10]

2.3 Přívodní vedení od elektroměru k podružným rozvaděčům nebo bytovým rozvodnicím

Pro vedení od měřících zařízení k bytovým rozvodnicím či podružným rozvaděčům platí téměř stejné podmínky jako pro odbočky k elektroměrům. Opět mohou být jednofázové či třífázové. Průřezy vedení

musejí být dimenzovány tak, aby nebylo překročeno dovolené zatížení v jednotlivých fázích vedení a v případě třífázového vedení musíme zajistit u jednotlivých fází rovnoměrnost zatěžování, kterého docílíme správným rozpojením spotřebičů připojených v rozvodu objektu. Přívodní vedení musí být provedeno bez přerušení vodičů. [3]

- V případě, že je elektroměr umístěn ve sloupku či mimo stěny objektu, zavádí se přívodní vedení k rozvodnici kabelem vedeným zemí až k objektu, kde je vedeno zdi až k bytové rozvodnici, přívod by měl být proveden tak, aby u něj v případě poruchy byla možná výměna, a to bez jakýchkoli stavebních zásahů a úprav. Pokud je část kabelu vedena zemí, platí pro ni stejná pravidla jako pro uložení kabelové přípojky.
- V případě, že je elektroměr umístěn na stěně objektu, vede se přívodní vedení k rozvodnici v trubkách, bez krabic a bez přerušení vodičů nebo může být vedeno vodiči či kabely uloženými pod omítkou, popřípadě v podlaze v souladu s navazující normou ČSN 33-2000-5-52 ed.2

2.4 Rozvaděče v obytných objektech:

Jedná se o elektrická zařízení, která slouží k rozdělení přívodního vedení na jednotlivé obvody jako je světelný obvod, zásuvkový obvod případně další k nim příslušné rozvody. Jejich funkcí je chránit dílčí rozvody instalace, proti nadproudům a zkratům, především jističi, ale i proudovými chrániči, přepětovými ochranami, tak aby byla zajištěna bezpečnost a správná funkčnost elektrické instalace. Přesto že jsou vývody jednotlivých obvodů z rozvaděče dimenzovány na nižší zatížení než u přívodního vedení, jejich celkový arm. součet jednoznačně převyšuje společný možný příkon na přívodu. To je dáno skutečnými poměry zatěžování elektrických rozvodů, lépe řečeno soudobostí odběru na jednotlivých vývodech. [1] [4]

Při rozmístování rozvaděčů se dříve nevycházelo z velikosti rozvodů v objektu a pro každý byt či rodinný dům se uvažoval právě jen jeden rozvaděč. Tato hypotéza byla však nesprávná, protože se musel ve většině případů vést k centrálnímu rozvaděči velký počet kabelů na dlouhé vzdálenosti, což vedlo k nepřehlednosti a nehospodárnosti celé domovní elektroinstalace. Proto bylo z těchto důvodů výhodnější instalovat více rozvaděčů připojených k centrálnímu rozvaděči pouze jen jedním silovým kabelem, čímž se staly rozvody přehlednější a úspornější z hlediska spotřeby kabelů. [4] [1]

Pro případné změny či rozšiřování elektroinstalace se nechává v rozvaděčích dostatečná prostorová rezerva, alespoň 30 %.

Dále musí být rozvaděče ošetřeny z hlediska tepelných ztrát, jejichž hodnotu garantuje výrobce, a to pro každý osazený přístroj v typizovaném rozvaděči předepsaným způsobem. Proto se smí v rozvaděči instalovat jen tolik přístrojů, při jejichž použití ještě nedojde k překročení povolené velikosti tepelných ztrát. Jinak by došlo ke zvýšení tepelného zatížení přístrojů a sním by docházelo k jejich většímu namáhání a snižování životnosti. [4]

V současné době se nejběžněji používají zapuštěné typizované rozvaděče, které spolehlivě splňují nároky jak na bezpečnost, tak i na estetiku. Vyrábí se převážně v provedení modulárních přístrojů pro montáž na DIN-lištu. Jedním takovým typem rozvaděče je například bytová rozvodnice.

2.4.1 Bytová rozvodnice:

Bytová nebo také přístrojová rozvodnice je zapojena za elektroměrem a slouží k jištění všech spotřebitelských obvodů. Umísťuje se do vnitřních prostorů objektu jako chodby či kumbály, na přístupné místo. Je volně přístupná spotřebiteli a na základě jeho požadavků může obsahovat kromě jisticích a ochranných prvků i prvky doplňkové jako zásuvky, světla, signalizaci, napáječ domovního telefonu, pomocné relé či snižovací transformátor atd.... Jejich tvar a uzpůsobení si mohou zákazníci vybrat z řady mnoha modelů, kterých se na konkurenčním trhu vyskytuje velké množství. [3]

2.5 Elektrické ochrany v elektroinstalaci

V rozvedech domovní elektroinstalace se setkáváme s řadou přístrojů sloužících jako elektrické ochrany před nadproudy a zkraty, které mohou způsobit silové a tepelné namáhání. Jejich účinky jsou ovlivněny zejména velikostí a dobou trvání nadproudu. Při krátkodobém proudovém přetížení, které je blízké jmenovité hodnotě většinou nedochází k žádným negativním následkům, které by ovlivnili funkčnost spotřebičů, ale při stejném dlouhodobém proudovém zatížení může dojít k vážným následkům, které se projeví na funkčnosti spotřebičů z hlediska tepelného namáhání. Zatímco namáhání mnohonásobně vyššími proudy, než je hodnota jmenovitá je pro spotřebiče vždy nebezpečné a může způsobit na spotřebiči i nevratné tepelné či mechanické změny.

Mezi nejčastější poruchy patří zkraty. Zkratový proud může dosáhnout až desetinásobku jmenovité hodnoty a svými dynamickými silami a tepelným namáháním způsobit u vodičů, konstrukčních prvků a jejich izolaci, značné škody. Další častou poruchou, která se vyskytuje v elektrických rozvedech je přepětí nebo podpětí způsobené spínacími a rozpínacími pochody či atmosférickými jevy. [12], [1], [2]

Naší snahou je minimalizovat tyto škody a jimi způsobené následky v rozvedech, rychlým a včasným zareagováním ochranných prvků, které si popíšeme podrobněji v následujících kapitolách.

2.5.1 Pojistky¹²:

Pojistky jsou nejdéle používanými elektrickými přístroji, které chrání elektrické obvody před proudovým přetížením a zkraty. Jejich všeobecné požadavky na instalaci uvádí norma ČSN EN 60269-1. Jsou v elektrickém obvodu nejslabším místem, ve kterém dojde při nadproudu či zkratu k přerušení a zamezí se tak nepříznivým důsledkům poruchy v navazující části elektrického obvodu.



Jejich konstrukce je nejčastěji provedena z keramických či skleněných trubek, jejichž konce jsou opatřeny kovovými zátkami plnící funkci elektrického kontaktu. Zevnitř trubice jsou k nim pak pak přivařeny konce tavného (perforovaného) vodiče. Tavné vodiče mohou být vyrobeny ze slitin mědi či stříbra v podobě pásků nebo tenkého drátku. Velikost jejich průřezu se odvíjí od jmenovité hodnoty proudu pojistky.

Úkolem pojistky je přerušit obvod, uhasit elektrický oblouk, který se vytvoří při přerušení proudové cesty. Proto jsou pojistky opatřeny vhodným hasivem, jehož schopností je odebrat oblouku teplo a obnovit izolační pevnost daného prostředí v němž se oblouk zapálil, tak aby nedošlo k opětovnému zapálení. Takovým hasivem je například jemný křemenný písek. [12]

Princip přetavení je prostý, jestliže je tavný proud malý, ohřívá se tavný vodič pomalu a roztaví se ve kterémkoliv náhodném místě. Avšak při velkém nadproudu s velkou strmostí nárůstu se tavný vodič přetaví najednou po celé jeho délce, odpor vodivé cesty, tvořený odporovým kovem prudce vzroste a

tím klesne i velikost zkratového proudu.

¹² U domovních instalací a přírodních vedení do obytných objektů se uvažují zejména pojistky nízkonapěťové.

Obr. 2.5.1 Nožová pojistka typu NH gG/gL [11]

V současné době se vyrábí mnoho různých druhů pojistek, které lze rozdělit do několika skupin podle jejich vlastností:

Podle konstrukce je dělíme na: [11] [3]

- *Závitové* – spíše ve starších instalacích pro menší proudy
- *Nožové* – nejpoužívanější, vyznačují se velkou rychlostí vypínání a vyrábějí se v rozsahu od 6 A do 1600 A
- *Válcové* – jsou jednodušší na výrobu, mají téměř stejné vlastnosti jako nožové a vyrábí se v menších proudových rozsazích od 0,25 A do 125 A
- *S kontaktními praporce¹³* – velmi rychlá doba vypínání a omezovací schopnost, jištění citlivých zařízení

Nejčastěji používanými pojistkami pro pojistkové skříně v domovních instalacích bývají zejména nožové pojistky typu NH vyráběné ve jmenovitých hodnotách dle tabulky 2.5.2 a i pro řadu dalších aplikací.

Tabulka 2.5.1 [11]

Značení pojistek	
První písmeno	Udává rozsah vypínací schopnosti tavné vložky
g	plný rozsah vypínací schopnosti
a	částečný rozsah vypínací schopnosti
Druhé písmeno	Udává kategorii užití
G	pro všeobecné použití
M	pro jištění motorových vývodů
R	pro jištění polovodičových prvků
Tr	pro jištění distribučních transformátorů
PV	pro jištění fotovoltaických systémů

2.5.2 Jističe:

Jističe jsou elektrické přístroje, které samočinně vypínají nadproudy a zkraty v obvodu, před kterými jsou zapojeny. Jsou tvořeny kombinací nadproudové a zkratové spouště, od níž se odvíjí průběh vypínací charakteristiky proudu v závislosti na čase v souladu s normou ČSN EN 60898 (35 4170).

Vypínací charakteristiku jističe, lze rozdělit z hlediska zaúčinkování jednotlivých spouští na dvě části.

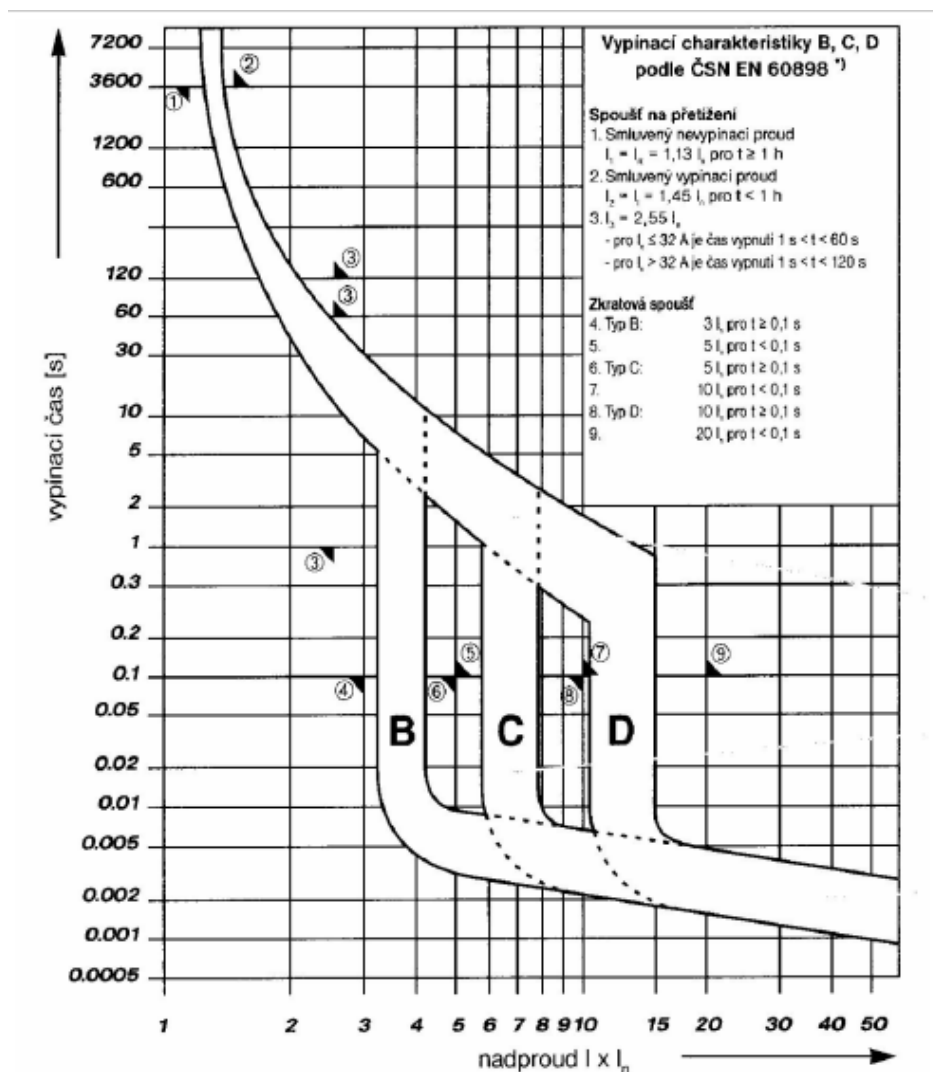
- První část charakterizuje zaúčinkování nadproudové spouště při malých přetíženích s časovou prodlevou vypínacího mechanismu pro včasnou eliminaci nepříznivých tepelných účinků.

¹³ Tyto pojistky mají upravené pojistkové spodky pro připevnění pojistkových patron za kontaktní praporce šroubovými spoji.

- Na kterou navazuje druhá část, charakterizující zaúčinkování zkratové spouště při velkých zkratových proudech, při kterých se vodič adiabaticky¹⁴ ohřívá. Tento proud dosahuje, velmi vysokých hodnot proudu v násobku jmenovitého, proto je nutné dosáhnout co nejkratší doby vypnutí. Spodní část charakteristiky je možné ještě rozdělit podle druhu jištěného zařízení na charakteristiku typu B, C a D. [12]

- Charakteristika typu B je určena pro jištění vedení nebo spotřebičů bez proudového rázu při zapnutí. Doba vypnutí = do 0,1 s. Vypíná při $3-5 \times I_n$
- Charakteristika typu C je určena pro jištění zařízení s menšími proudovými rázy (žárovkové skupiny, vedení s motory) Doba vypnutí = do 0,1 s. Vypíná při $5-10 \times I_n$
- Charakteristika typu D je určena pro jištění zařízení s většími proudovými rázy (transformátory, dvoupólové motory) Doba vypnutí = do 0,1 s. Vypíná při $10-20 \times I_n$

Obr. 2.5.2 Vypínací charakteristiky jističe pro jištění obvodů do 100 A [12]



¹⁴ Ohřev bez významnějšího odvodu tepla do okolního prostředí.

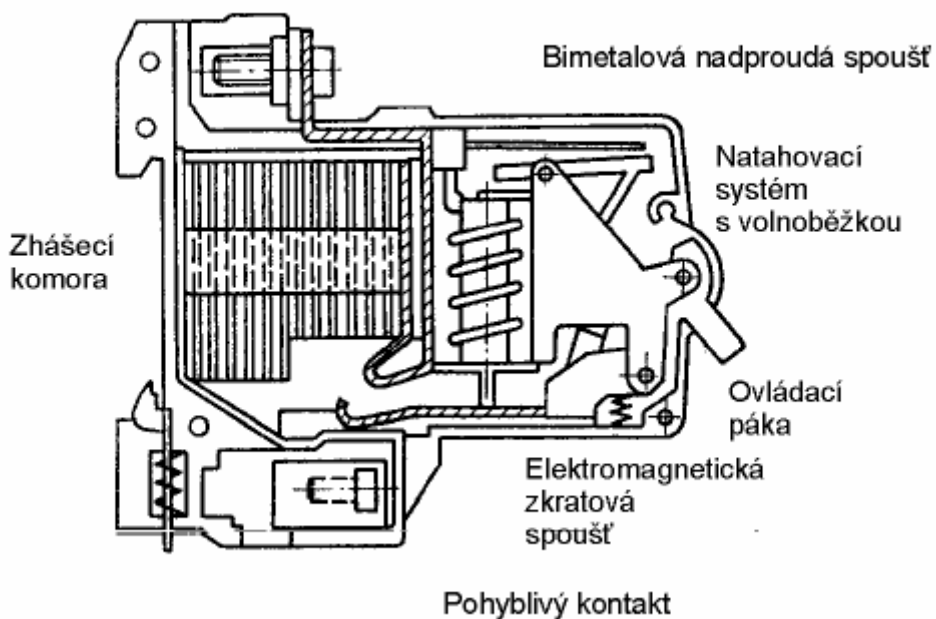
a) Nadproudová spoušť (tepelná):

- S bimetalem: Procházející nadproud postupně ohřívá bimetalový element, dokud nedojde do takové fáze mechanické deformace, při které je táhlem uvolněna západka volnoběžky pohyblivého kontaktu, čímž dojde k vypnutí poruchové části obvodu.
- S kataraktem¹⁵: Při průchodu malých nadproudů dochází k pomalému posouvání jádra hydraulicky tlumeného olejem směrem k pohyblivé kotvě. Po přitažení jádra ke kotvě dojde k uvolnění volnoběžky, čímž opět dojde k vypnutí poruchové části obvodu.

b) Zkratová spoušť: Je tvořena pohyblivým elektromagnetem, jehož reakce je tak rychlá, že dokáže vypnout zkratový proud v řádu několika milisekund, tedy dříve, než stihne zkratový proud dosáhnout svého maxima.

Jistič musí být také vybaven zhášecí komorou, pro zhášení oblouku, který se vytvoří při rozpojování obvodu na kontaktech jističe. Nejčastěji se pro střídavé proudy využívají roštové komory, oblouk se rozdělí do jednotlivých segmentů na malé části, čímž se oblouku odebere teplo a snáze se tak uhasí. [12]

Obr. 2.5.2.1 Sestava jističe pro domovní rozvody [12]



Při výběru jističů vycházíme ze štítkových hodnot, kde je uvedena charakteristika jističe, jmenovitá hodnota proudu a zkratová odolnost¹⁶, údaje mohou být uvedeny následovně (B-16-6000) tj. jistič s charakteristikou B, na jmenovitý proud 16 A se zkratovou odolností 6 kA. [4]

¹⁵ Katarakt je speciálně upravená elektromagnetická spoušť, jejíž pohybující se jádro je tlumeno silikonovým olejem.

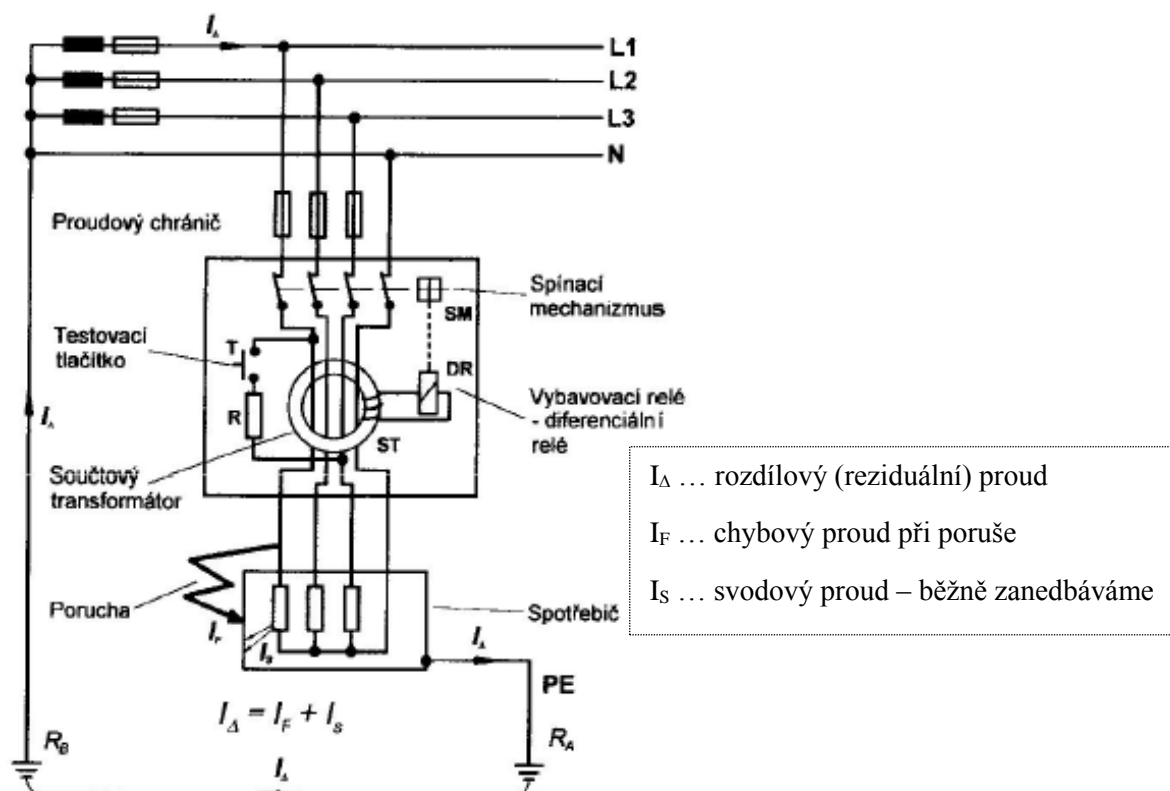
¹⁶ Zkratová odolnost vyjadřuje velikost krátkodobého špičkového proudu [A], který je jistič schopen při zkratu vydržet.

2.5.3 Proudové chrániče:

Proudový chránič spadá pod doplňkové ochrany a zajišťuje ochranu před nebezpečným dotykovým napětím, ale současně může plnit i ochranu při poruše nebo ochranu před požárem v důsledku plazivých proudů. Princip funkce spočívá ve zjišťování a vyhodnocování vektorového součtu okamžitých hodnot proudů protékajících v pracovních vodičích. V případě nulového součtu proudů se na sekundárním vinutí součtového transformátoru (ST) neindukuje žádné napětí a diferenciální relé (DR) zůstává přitažené permanentním magnetem v diferenciální poloze. Pokud součtový transformátor zjistí součtový rozdíl v primárním vinutí (pracovní vodiče), začne se v sekundárním vinutí indukovat proud úměrný rozdílu proudů vinutí. Díky citlivosti DR dojde k jeho aktivaci již při velikosti rozdílu primárních proudů v hodnotě desítek miliampér a DR odpadne, což způsobí rozepnutí spínače primárního obvodu ST. [12]

DR se skládá z magnetického obvodu kotvy a jha, buzeného permanentním magnetem. Kotva je předeprnuta pružinou v přitaženém stavu udržována v pohotovosti permanentním magnetem. Budící cívka řazena v magnetickém obvodu DR je napájena ze sekundárního vinutí ST. Jakmile dojde k zaznamenání vzniku rozdílu proudů v primárním vinutí, proud indukovaný v sekundárním vinutí, vytvoří v cívice magnetický tok, jenž zeslabí permanentní magnet DR → kotva DR odpadne a vybavovací mechanismus rozepne spínač s primárním obvodem a přeruší tak napájení poškozeného zařízení. Měl by být schopen přerušit napájený obvod za podstatně kratší dobu, než je jedna perioda srdečního cyklu. Jedná se o dobu v řádu desítek milisekund. [12]

2.5.3 Schéma principu proudového chrániče [12]

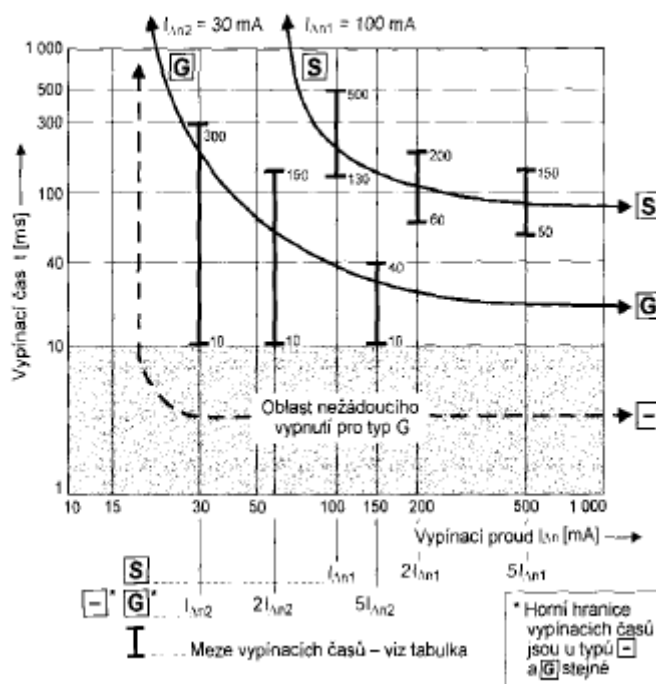


Podle předmětové normy mohou proudové chrániče vypínat již při dosažení 50 % reziduálního proudu. Lze je sehnat ve jmenovitých řadách reziduálního proudu $I_{\Delta n} = 10, 30, 100, 300$ mA. Dle platných norem ČSN 33 2000 se již vyžaduje používat proudové chrániče s vybavovacím proudem nejvýše 30 mA téměř pro veškeré zásuvkové obvody. [14]

Proudové chrániče lze rozdělit do několika kategorií: [14]

- a) Podle funkční závislosti na napájecím napětí
- Funkčně nezávislé (vypnutí v případě vzniku reziduálního proudu je zajištěno energií nastřádanou jeho zapnutím či samotným reziduálním proudem)
 - Funkčně závislé (nejsou vhodné pro bytovou výstavbu)
 - Vypínací (po každém výpadku napájecího zdroje je potřeba je znovu zapnout)
 - Nevypínací (mohou zajišťovat ochranu při poruše jen tehdy, jeli ochrana při poruše zajištěna jiným způsobem)
- b) Podle citlivosti na druhu proudu
- Chrániče typu AC (v obvodech kde se vyskytují jen střídavé reziduální proudy¹⁷) - rozšířené v bytové výstavbě
 - Chrániče typu A (v obvodech, kde se vyskytují střídavé, tak i pulzující stejnosměrné reziduální proudy) -omezené použití v bytové výstavbě
 - Chrániče typu B (v obvodech, kde se vykytují střídavé, pulzující stejnosměrné, ale i hladké stejnosměrné reziduální proudy) -nepoužívají se v bytové výstavbě
- c) Podle vypínací charakteristiky (časového zpoždění vypnutí)
- Chrániče pro všeobecné použití bez zpoždění (vybavují zcela okamžitě, vypínací čas není zdola omezen, rázový proud min. 250 A)
 - Chrániče se zpožděním 10 ms (vybavují se zpožděním min. 10 ms, maximální vypínací doby jsou stejné jako u chráničů pro obecné použití, rázový proud je 3 kA)
 - Chrániče se zpožděním 40 ms (vybavují se zpožděním min.40 ms, umožňují dosažení selektivního jištění¹⁸, rázový proud je 5kA)

Obr. 2.5.3.1 Vypínací charakteristiky proudových chráničů (čas-proud) [12]



2.5.4 Svodiče přepětí:

Jedná se o elektrické přístroje určené k ochraně elektrických zařízení před účinky přepět'ové vlny. Abychom se mohli dále zabývat přepět'ovými ochranami, je důležité si definovat co je přepětí a jak může vzniknout.

¹⁷ Reziduální proud = jmenovitý poruchový proud

¹⁸ Selektivita jištění zajišťuje selektivní (kaskádní) působení ochran v průběhu zkratu

„Přepětí je každé napětí, které je vyšší než nejvyšší přípustné provozní napětí“ [12]

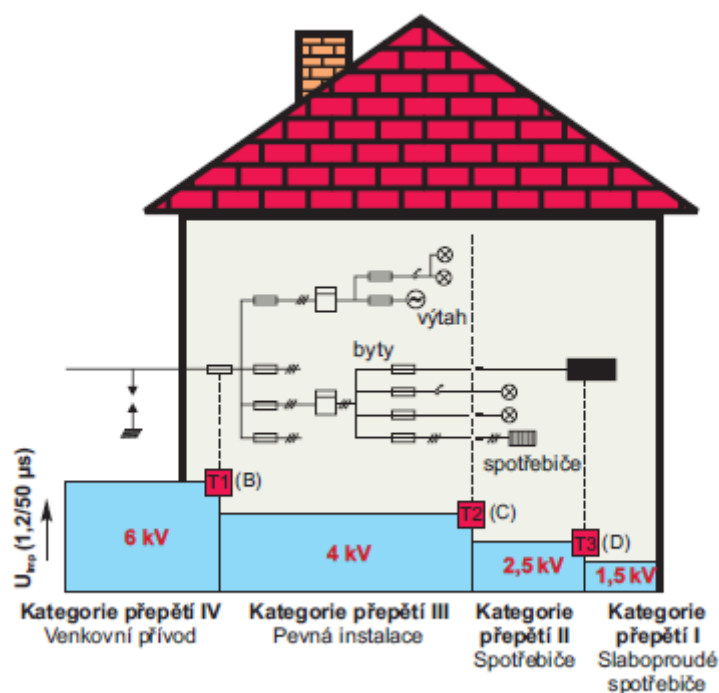
Časové trvání přepětí je velmi krátké. Napěťové impulzy svou špičkovou hodnotou dosahují velmi vysokých hodnot.

Mohou být způsobeny atmosférickými výboji, například při přímém úderu blesku do vedení. Tím se na vedení dostane přepěťová vlna se strmým čelem šířící se na obě strany vedení s tak vysokým energetickým obsahem, že bez patřičných ochranných opatření může proniknout až do rozvodů domovní elektroinstalace a způsobit tak značné škody. Stejně tak se může do rozvodů přepětí naindukovat, například při svedení přepětí po hromosvodu. Proto je naší snahou tyto přepětí eliminovat. To však nejde provést jen jedním omezovacím přístrojem, proto se přepěťové ochrany sestavují do kaskád, které mají za úkol postupně vzniklé přepětí omezit. Kaskáda se zpravidla provádí podle odstupňování jednotlivých tříd ochranných. První se instaluje na vstup vedení do objektu základní ochrana třídy B (1.stupeň), která omezí hodnotu přepětí maximálně na 2,5 kV. Jako další se do hlavního rozvaděče instaluje ochrana třídy C (2.stupeň), které omezí přepětí maximálně na 1,5 kV. A v místech připojení drahé elektroniky se pak mohou instalovat ochrany třídy D a D1 (3.stupeň), které nepropustí vyšší hodnotu přepětí jak 1,5 kV a 400 V. Tyto ochrany 3.stupně chrání již konkrétní zařízení a měli by se k němu instalovat co nejbližší. [4], [12]

Tabulka 2.5.4. Impulzní výdržná napětí U_{imp} dle ČSN EN 60664-1 a napěťové ochranné hladiny U_p [15]

Stupeň	Typ	Třída	U_{imp}	U_p	Typ OEZ
1	T1	B	$\leq 4 \text{ kV}$	$\leq 1,5 \text{ kV}$	SJB-25E-...
2	T2	C	$\leq 2,5 \text{ kV}$	$\leq 1,4 \text{ kV}$	SVC-350-...
3	T3	D	$\leq 1,5 \text{ kV}$	$\leq 1,2 \text{ kV}$	SVD-253-...

Sch.2.5.4 Schématické uspořádání ochranných přístrojů pro impulzní výdržná napětí U_{imp} pro síť nn 230/400 V dle ČSN EN 60664-1 [15]



2.6 Volba vodičů a jejich jištění včetně uložení:

Přípojka je obvykle realizována v systému sítě TN-C. Změna systému se provádí až v bytové rozvodnici, kde se kombinovaný vodič plní funkci ochranného a středního vodiče PEN, rozdělí (separuje) na dva samostatné vodiče PE (ochranný) a N (střední). Od bytové rozvodnice, jenž napájí jednotlivé spotřebitelské bytové obvody, je rozvod v systému sítě TN-S. Způsob uložení vodiče rozhoduje o volbě jisticího prvku. Způsoby uložení vodičů a kabelů udává ČSN 33 2000-5-52 ed.2, uložení vodičů na hořlavý podklad pak udává norma ČSN 332312. [2] [4]

Tab.2.6.1 Způsoby uložení kabelů a vodičů¹⁹ [2]

MATERIÁL A JMENOVITÝ PRŮŘEZ VODIČŮ	A1	A2	B1	B2	C
[MM ²]	IZOLOVANÉ VODIČE V TRUBKÁCH V TEPELNĚ IZOLOVANÉ STĚNĚ	VÍCEŽILOVÝ KABEL ULOŽENÝ V IZOLAČNÍ STĚNĚ V TRUBCE	IZOLOVANÉ VODIČE V TRUBKÁCH (LIŠTÁCH) NA DŘEVĚNÉ STĚNĚ	VÍCEŽILOVÝ KABEL ULOŽENÝ V TRUBCE NA DŘEVĚNÉ STĚNĚ	KABELY JEDNO I VÍCEŽILOVÉ NA DŘEVĚNÉ STĚNĚ
MĚĎ					
1,5	14,5	14	17,5	16,5	19,5
2,5	19,5	18,5	24	23	27
4	26	25	32	30	36
6	34	32	41	38	46
10	46	43	57	52	63
16	61	57	76	69	85
25	80	75	101	90	112
35	99	92	125	111	138
50	119	110	151	133	168
70	151	139	192	168	213
95	182	167	232	201	258

Z hlediska jištění světelných a zásuvkových okruhů, vycházím z doporučených hodnot v souladu s ČSN 332130 ed.2 dle následující tabulky. S respektováním, že jmenovitý proud jisticího prvku obvodu musí být stejný nebo větší, než je celkový součet jmenovitých proudů připojených spotřebičů.

Tab.2.6.2 Maximální délky rozvodů s vodiči s měděnými jádry v závislosti na dovoleném úbytku napětí [2]

PRŮŘEZ (MM ²)	ÚBYTEK NAPĚTÍ	JISTĚNÍ (A)	DÉLKA VEDENÍ (M)	URČENÍ
1,5	2	6	27	
1,5	2	10	16	SVĚTELNÉ OBVODY
1,5	3	10	25	CHLADNIČKY, MRAZNIČKY
2,5	2	16	17	BYTOVÁ JÁDRA ATD.
2,5	3	16	26	AUT. PRAČKY, SUŠIČKY ATD.
2,5	5	16	45	OBECNÉ ZÁSUVKY
4	2	16	28	BYTOVÁ JÁDRA
4	3	16	44	AUT. PRAČKY, SUŠIČKY ATD.
4	5	16	75	OBECNÉ ZÁSUVKY

¹⁹ Jmenovitý průřez vodičů podle způsobu uložení je brán pro měděni izolovaný vodič s izolací PVC s max. teplotou jádra 70°C při okolní teplotě 30°C ve vzduchu, 20°C v zemi. U zvýrazněných hodnot u vícežilových kabelů vhodné zvolit o stupeň vyšší dimenzování.

Tab.2.6.3 Průřezy jader vodičů s přiřazením jmenovitého proudu jističe pro konkrétní spotřebitelský obvod²⁰[2]

OBVOD	JMENOVITÝ PROUD JISTIČE S CHARAKTERIS- TIKOU B [A]	PRŮŘEZ JADER CU VODIČŮ VEDENÍ [MM ²]	
		REFERENČNÍ ZPŮSOB ULOŽENÍ B A C	REFERENČNÍ ZPŮSOB ULOŽENÍ A
SVĚTELNÝ	10	1,5	1,5
ZÁSOBNÍKOVÝ PRO CHLADNIČKU NEBO MRAZNIČKU	10	1,5	1,5
ZÁSUVKOVÝ	16	2,5	2,5
PRO PRAČKU	16	2,5	2,5
PRO MYČKU	16	2,5	2,5
PRO BYTOVÉ JÁDRŮ	16	2,5	2,5
PRO SPORÁK DO 10 kW	16	2,5	4
PRO PRŮTOKOVÝ OHŘÍVAČ VODY DO 6 kW	10	1,5	2,5
PRO AKUMUL. KAMNA DO 6 kW	10	1,5	2,5

S dodržení maximální délky vodičů a respektováním jmenovité hodnoty jističího prvku je možné tyto tabulky využít při volbě vodiče a jističího prvku, aniž bychom museli provádět výpočty spojené s dimenzováním na účinky zkratových proudů a na minimální průřez vodiče.

2.7 Spotřebitelské obvody

Jedná se o vnitřní obvody pro napájení spotřebičů, které ústí z bytové rozvodnice. Mohou být jednofázové či třífázové. Zásadou navrhování elektrických vnitřních rozvodů je, že v obytné místnosti by měli být alespoň dva různé samostatně jištěné obvody, zpravidla jeden zásuvkový a jeden světelný. Elektrická zařízení, jejichž příkon je 2 kW nebo větší, musejí mít zvlášť navržený samostatný elektrický obvod, i v případě, že se jedná o zařízení s běžným zapojením do zásuvky.

2.7.1 Světelné obvody

Světelný obvod je zpravidla jednofázový obvod určený především pro pevné připojení svítidel ovládaných mechanickými vypínači, automaticky nebo čidly snímajícími pohyb. Zpravidla se vyžaduje zapojit na světelný obvod pouze tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jističího prvku v daném obvodu. Světelné zdroje se zvlášť nejistí, jistí se pouze jejich přívodní vedení, tedy začátek přívodu světelného obvodu, jističem v bytové rozvodnici. Pro optimální regulaci osvětlení velkých prostorů, kde je nutné umístit více světelných zdrojů a kdy nevyžadujeme osvětlit celou plochu současně, je možné členit světelné obvody do několika samostatně ovládaných skupin. Za předpokladu, že součet jmenovitých proudů všech svítidel musí být menší, než je jmenovitý proud společného přístroje pro jejich ovládání. Větší obezřetnost musíme také klást na připojení většího počtu zářivkových svítidel, kdy je vhodnější zatěžovat klasické 10 A spínače pouze 2,5 A, vlivem zvýšené indukčnosti obvodu, způsobené zářivkovými zdroji.

Jsou-li součástí světelného obvodu i zásuvky ovládané spínači, nesmí být předřazený jistič na větší jmenovitý proud, než je jmenovitý proud spínače a jím ovládané zásuvky. [2]

Ovládání světelných obvodů:

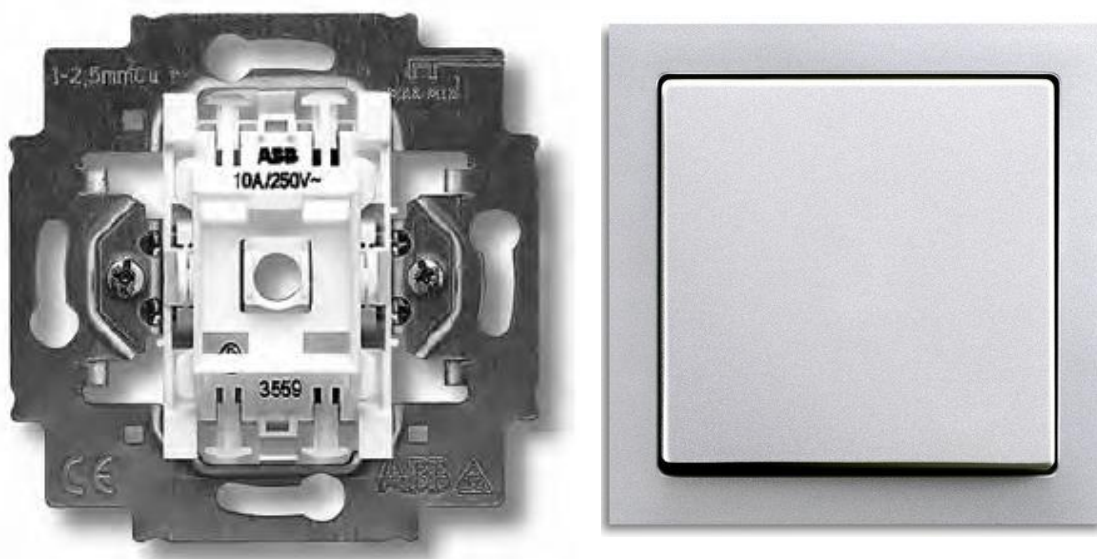
²⁰ Hodnoty průřezů vodiče jsou voleny na základě starších typů jističů s horší vypínací charakteristikou.

a) Elektromechanické spínače:



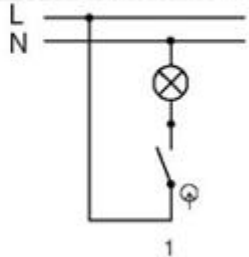
Jedná se o nejčastěji používané spínače pro prosté spínání osvětlení. Díky jejich dlouhé životnosti, cenové dostupnosti, bezhlučnému chodu a vysokému komfortu při obsluze se stali pro běžnou instalaci nejrozšířenějšími. Každý spínač řazený do příslušného obvodu musí být z hlediska svých parametrů pro daný obvod vyhovující. Především musí být dimenzován na jmenovitý proud jističe²¹ v rozvaděči a na napětí o něco větší, než je napětí síťové. [1]

Elektromechanické spínače dělíme obecně dle způsobu spínání na vypínače, přepínače a tlačítkové ovladače. Mají dvě krajní polohy (zapnuto "I" a vypnuto "O"). Dále je můžeme dělit podle počtu současně spínaných pólů na jednopólové, dvoupólové a trojpólové, popř. vícepólové. Zapojení různých kombinací řazení spínačů je zobrazeno v „Tabulka 2.6.1“


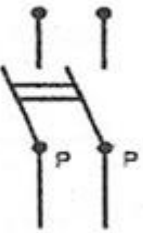
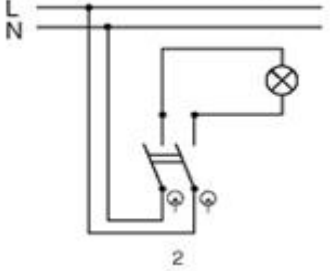

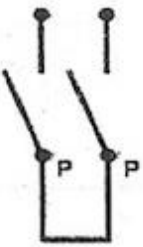
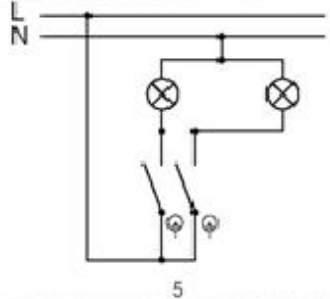
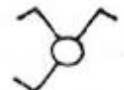
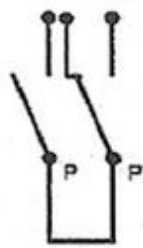
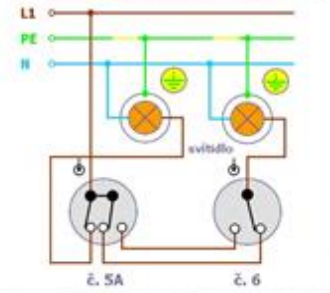
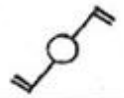
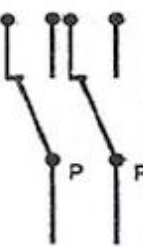
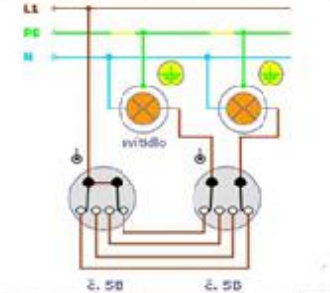


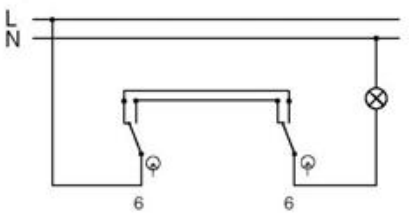
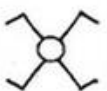
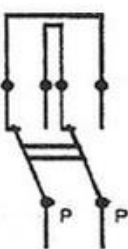
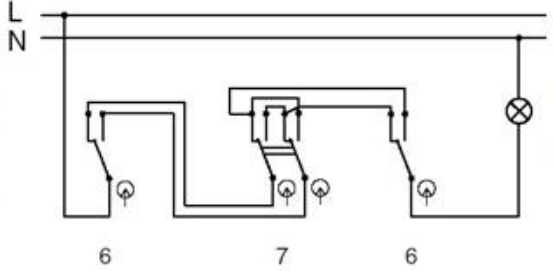
Umísťují se, tak aby byly snadno dostupné při vcházení a opouštění místnosti, zpravidla v blízkosti vstupních dveří. Montážní výška se pohybuje v rozmezí od 1,2 m do 1,4m od podlahy. Montují se do elektroinstalačních krabic, kde je vložen nejprve spodek spínače, na který se postupně připojují přívodní vodiče z rozvaděče a vodiče vedoucí ke světelnému zdroji.



Obr. 2-7-1.1 Spodek spínače pro zapuštěnou montáž [1] Obr. 2-7-1.2 Ovládací kolébka domovního spínače
Tabulka 2.7.1 Přehled řazení elektromechanických spínačů [16], [17]

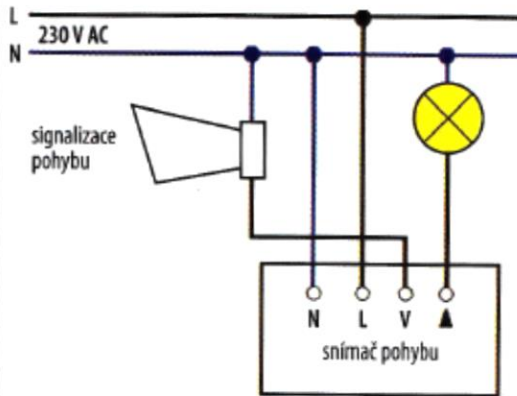
Řazení	Název a značka ČSN 01 3330	Značka / ČSN 01 33313 ST SEV 287-76	Schéma charakteristického užití
1	JEDNOPÓLOVÝ VYPÍNAČ 		

²¹ Například jeli světelný obvod jištěn jističem o jmenovitém proudu 10 A ve kterém je zapojena žárovka s příkonem 40 W a síťovým napětím 230V, potom musí být v pevné instalaci její spínací prvek dimenzován alespoň na jmenovitý proud 10 A pro napětí do 250V

2	<p>DVOUPÓLOVÝ VYPÍNAČ</p> 		
5	<p>SÉRIOVÝ PŘEPÍNAČ</p> 		
5A (6+1)	<p>SÉRIOVÝ PŘEPÍNAČ STŘÍDAVÝ</p> 		
5B (6+6)	<p>DVOJITÝ PŘEPÍNAČ STŘÍDAVÝ</p> 		
6	<p>STŘÍDAVÝ PŘEPÍNAČ</p> 		
7	<p>KŘÍŽOVÝ PŘEPÍNAČ</p> 		

b) Elektronické spínače:

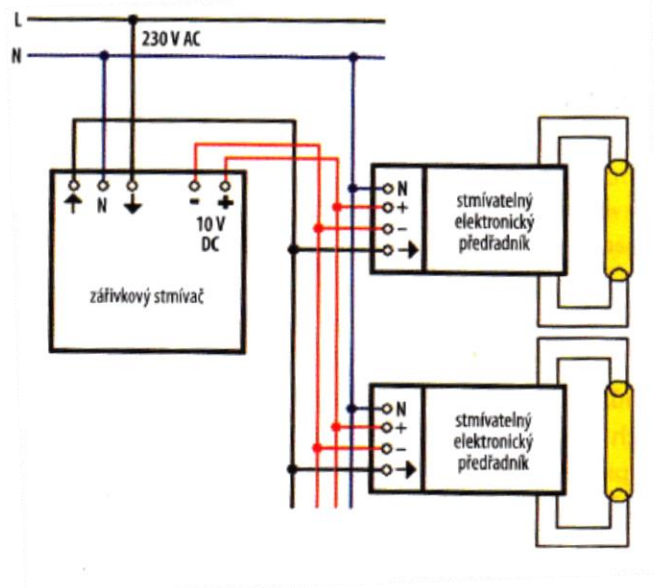
Na trhu se již běžně vyskytuje celá řada těchto přístrojů. Jejich principem je automatické spínání osvětlení. Často užívanými elektronickými spínači jsou například *pasivní snímače pohybu*, instalují se v místnostech na chodbách či ve venkovních prostorách s občasným pohybem. Jsou tvořeny elektrooptickými systémy s elektronickými obvody pro vyhodnocení zaznamenaného pohybu a ovládacími výstupními obvody pro silové řízení připojených světelných okruhů. Dále jsou vybaveny *snímači intenzity přirozeného osvětlení*²² a dalšími součástkami pro časově zpožděné vypínání. Vyrábějí se v různých modifikacích, tak aby splňovali požadavky zákazníka a efektivně vystihli nároky spínání pro prostor do kterého byly navrženy. [4]



Sch.2.7.1 Schéma zapojení snímače pohybu se signalizací pohybu [4]

Dalším typem elektronických spínačů jsou elektronické regulátory intenzity osvětlení tzv. stmívače. Rovněž je lze používat pro spínání osvětlení na chodbách či schodištích za účelem omezení proudových špiček a postupného náběhu osvětlení při zapínání. Lze je ovládat tlačítky manuálně nebo dálkovými ovladači na principu infračerveného spektra. Při volbě stmívače je nutné znát typ světelného zdroje, jeho příkon a variantu montáže (zapuštěnou montáž či montáž na lištu). Rovněž musí být, pro regulaci osvětlení svítidla, vybavena elektronickými stmívatelnými předřadníky²³. U zářivkových svítidel jsou stmívače opatřeny výstupním spínacím kontaktem a regulovatelným výstupem v rozsahu (0 – 10 V DC). Vyrábějí se i v kombinaci se snímači pohybu. [4]

Sch.2.6.1.1 Schéma zapojení stmívače pro zářivková svítidla [4]



²² Zablokují činnost snímače v době, kdy přirozené osvětlení překračuje nastavenou úroveň

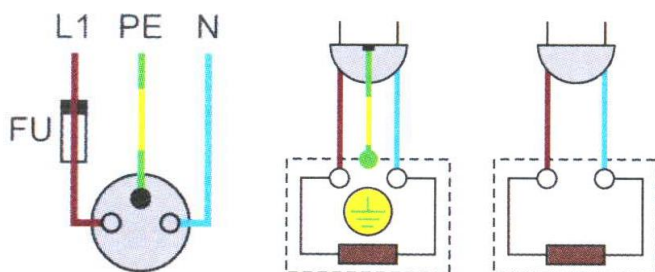
²³ Nové stmívatelné předřadníky zajišťují rovnoměrné světlo bez blikání a mají pouze 5 % výkonovou ztrátu z celkového příkonu svítidla oproti klasickým nestmívatelným předřadníkům, které měly ztrátu až 30%.

Realizace:

Světelné obvody budou realizovány kabelem CYKY-J 3x1,5 a CYKY-O 3x1,5 a jištěny jističem 10 A, jelikož celkový příkon všech světelných zdrojů nepřesáhne tuto hodnotu není třeba volit vyšší hodnotu jističe. Ze světelného obvodu bude napájena i ventilační jednotka. Vzhledem k tomu, že z tohoto obvodu budou napájena i světla venkovní a světla v prostorách koupelny a toalety, budou tyto obvody chráněny proudovým chráničem s vybavovacím proudem 30 mA. Vypínače budou umístěována zpravidla u dveří dle výše uvedených pravidel. U venkovního osvětlení budou použity snímače pohybu s možností vypnutí a ve společných prostorách garáže a chodby včetně předsíně budou světelné zdroje vybaveny stmívači. Kably k světelným zdrojům a vypínačům povedou ve stěnách uložených v trubkách pod omítkou v souladu s principy správného uložení kabelu.

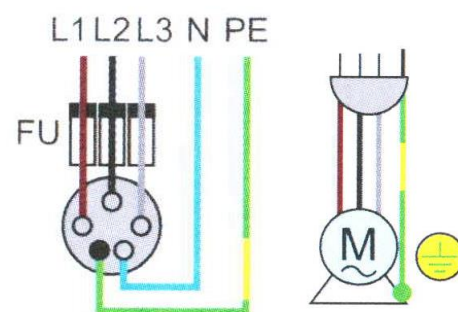
2.7.2 Zásuvkové obvody

Jedná se o jednofázové nebo trojfázové proudové obvody se zásuvkami určenými k připojování spotřebičů do celkového příkonu 2 kVA. Zásuvky mohou být instalovány jako pevné formou zapuštěné elektroinstalace, popřípadě mohou být pohyblivé²⁴. Možné zapojení zásuvek s variantami provedení vidlic od spotřebičů je znázorněno na Obr. 2.6.2.1 a Obr. 2.6.2.2 [2]; [17]



Obr. 2.7.2.1 [17]

- Jednofázová zásuvka v síti TN-S
- Elektrický spotřebič I. Třídy (s ochranným vodičem)
- Elektrický spotřebič II. Třídy (bez ochranného vodiče, s dvojitou izolací)



Obr. 2.7.2.2 [17]

- Trojfázová zásuvka v síti TN-S
- Zapojení ASM, trojfázový

Běžně se umísťují ve výšce 30 cm na podlahou. V jiných prostorách pak dle příslušných norem ČSN EN 33 2000-7 /5.

a) Jednofázové zásuvky:

Příslušné normy dovolují připojit na jeden společný zásuvkový okruh nejvýše deset zásuvkových vývodů, avšak pod pojmem zásuvkový vývod se skrývá nejen samostatně namontovaná jednoduchá či dvojnásobná zásuvka, ale i skupina několika dílčích zásuvek v jenom společném rámečku. Pro které platí, že při jištění jednoho samostatného zásuvkového okruhu 16 ampéry nesmí být překročen celkový příkon všech připojených spotřebičů 3520 VA, při jištění 10 ampéry je to pak 2200 VA. Vícenásobné zásuvky se nesmí připojovat na dva různé okruhy ani se nesmí přerušit jejich vnitřní propojení za účelem provozovat každý zásuvkový vývod samostatně na jiném okruhu.

Zároveň se doporučuje, aby byly zásuvky pro spotřebiče jako jsou ledničky či mrazničky z praktických důvodů jištěny a napájeny zvlášť ze samostatného obvodu. V obvodech, na které se chystáme připojovat citlivější elektroniku je vhodné použít zásuvky s ochranou proti přepětí. Při návrhu se běžně počítá s počtem zásuvek nikoli s počtem zásuvkových vývodů, jelikož jsme téměř vždy schopni odhadem stanovit počet spotřebičů, které budeme na daný obvod připojovat. [1,2,4]

²⁴Pohyblivá zásuvka je zásuvka, která má být připojena k ohebným kabelům nebo šňůrám, nebo má být jejich nedílnou částí, kterou je možno snadno přemístit z jednoho místa na druhé, zatímco je připojena k napájení.

b) Trojfázové zásuvky:

Zásuvky se zřizují za předpokladu, že se očekává připojení takových spotřebičů jejichž příkon je vyšší než 3 kW. Na jeden trojfázový obvod je možné připojit i několik těchto zásuvek, ale jen za předpokladu, že mají všechny stejný jmenovitý proud jinak se na stejný obvod připojovat nesmějí. Vyrábějí se v proudových řadách 16 A, 32 A, 63 A, 125 A, pro jmenovitá napětí 400 V, 500 V, 660 V. Nejčastěji se využívají zásuvky 16 A, 400 V, pro napájení menších 3f. spotřebičů.

Realizace:

Zásuvky se ve vnitřních budovách instalovat ve výšce 30 cm nad podlahou, v prostorech kuchyně se pak instalují nad pracovní desku kuchyňské linky. Každý zásuvkový obvod bude opatřen proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA. Každý zásuvkový obvod bude jištěn jističem o jmenovité hodnotě 16 A s charakteristikou B. Celkem bude zřízeno 6 zásuvkových okruhů, dva budou trojfázové a zbytek jednofázové. Jednofázový okruh bude zvlášť proveden pro napájení automatické pračky a sušičky, použijeme zde kabel o průřezu 4mm² CYKY-J 3x4. Další samostatně jištěný zásuvkový okruh bude zřízen pro ledničku a mrazák, použijeme zde kabel o průřezu 1,5mm² CYKY-J 3x1,5. Zvlášť bude zřízen zásuvkový okruh pro místnosti jako je ložnice, obývací pokoj, dětské pokoje+(včetně venkovní 1f. zásuvky) a zvlášť pro sušárnu, chodbu s před síní, koupelnu s toaletou, pracovní místnost a kuchyň. Pro ně použijeme kabel CYKY- J 3x4 a CYKY-J 3x2,5.

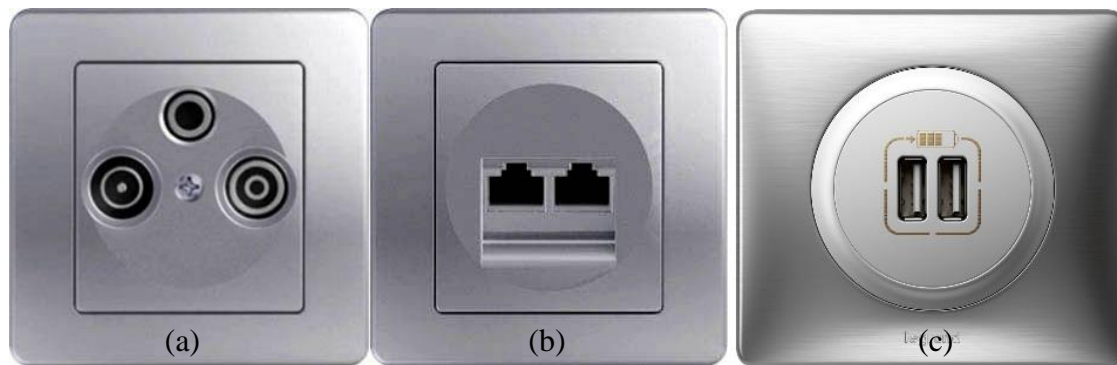
Zásuvky instalované venku na stěnách vnější strany domu, musejí být opatřena alespoň krytím IP44 a vyšším. Na obvodových zdech objektu budou dohromady instalovány tři zásuvky, z nichž jedna bude jednofázová (230V) pro napájení sekačky a ostatních jednofázových zahradních spotřebičů a další dvě budou trojfázové v proudové řadě 16A s napětím (400V) na společném obvodu pro napájení kotoučové pily, a další trojfázová zásuvka pak bude zřízena v garáži pro napájení kompresoru a v kuchyni pro napájení varné desky, opět v proudových řadách 16A s napětím 400V. Trojfázové obvody budou realizovány kabelem CYKY-J 5x4mm². Tímto vodičem bude rovněž napájen bojler s předřazeným proudovým chráničem. Bojler bude ovládán signálem HDO v NT a VT, možnosti volby bojleru budou uvedeny v kapitole 4.

Zásuvka ovládaná HDO příkazy:

Jedná se o zásuvku 230 V/50 Hz s maximální proudovou zátěží 10 A, zapojenou do běžné zásuvky. Je možné jí nastavit na kód HDO podle zvolené tarify. V běžném nastavení spíná zásuvka vždy když se přepne na NT a rozezne a rozezne při přepnutí na VT. Umožňuje pracovat i v opačném režimu, tzn. že v době NT je vypnutá a na ní připojený spotřebič není napájen, při přepnutí na VT sepne a spotřebič co je na ní připojen je napájen energií ve VT. Rovněž jí lze přednastavit čas zpoždění v rozsahu 0-90 min. Zásuvka tak může napájet daný spotřebič i po nastavenou dobu po přepnutí na NT/VT. Tato funkce by byla vhodná například: že byste se rozhodli prát nebo rušit prádlo, či mít nádobí v NT. S předpokladem, že distributor garantuje dobu NT min. 1 h by cykly praní či mytí nesměly přesáhnout dobu 150 min. Rovněž je nutné uvážit umístění těchto spotřebičů s ohledem na jejich hlučnost. [25]

c) Sdělovací a ostatní obvody

Sdělovací a řídicí obvody zajišťují přenos různých signálů, zpravidla na nízkoenergetické úrovni, které jsou dále zpracovány v připojených zařízeních. Instalují se za účelem připojení počítačů do informačních sítí IP a internetu, pro připojení televizí na přijímací antény nebo satelitní přijímače. Dále mohou sloužit k napájení různých ovládacích zařízení bezpečným napětím, jako jsou sítě diagnostiky zabezpečovacích systémů, kamer, elektronickým řídicím obvodům zajišťující provoz chytrých domácností, popřípadě mohou napájet obvody sběrnic pro ovládání žaluzií, zvonku, hlásičů požáru, ventilace, řízení osvětlovacích systémů a dalších měřicích zařízení.



Obr.2.7.2.3

- a) Zásuvka TV + R + SAT koncová 3 dB ES
- b) Zásuvka TLF dvojnásobná KS 2x RJ11 6/4 ES
- c) Zásuvka USB dvojnásobná nabíjecí

Realizace:

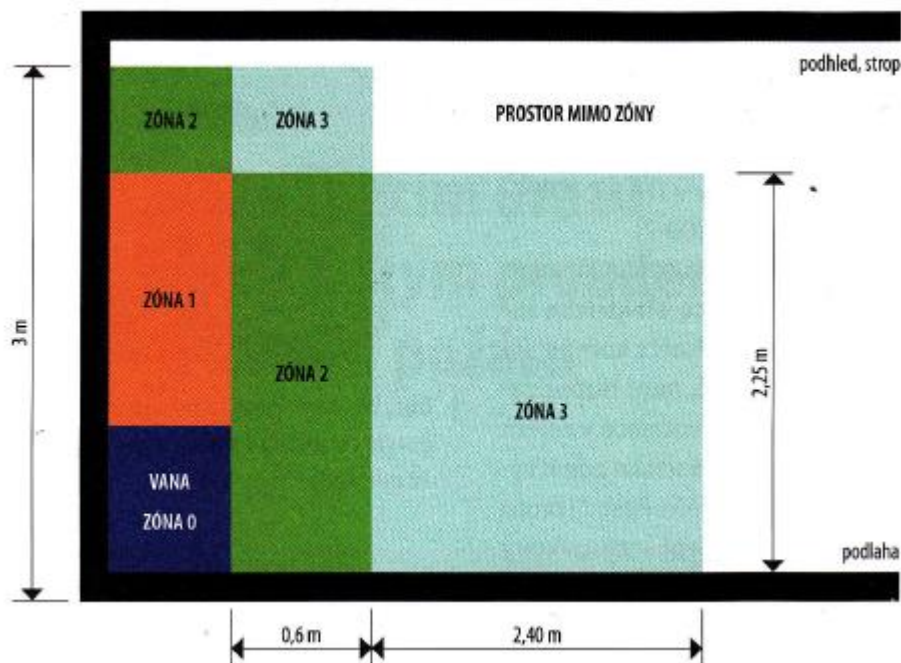
Slaboproudé rozvody budou použity pro rozvod televizního a rádiového signálu včetně ethernetové sítě. Rozvody budou vedeny společně se silnoproudými rozvody v předepsané vzdálenosti v souladu s ČSN 34 2300 ed. 2. Pro slaboproudé rozvody bude instalován společný rozvaděč NTS-450A4/GL/ZS od firmy Moeller. Do rozvaděče povedou slaboproudé kabely, od antény (koaxiální kabel AQ KWX100), od přijímače sítě ethernet (ethernet kabel UTP RJ-45 (LAN)) do routeru umístěného v rozvaděči. Výběr připojení internetové sítě je ponecháno na uživateli, nejrozšířenější je však ADSL/VDSL (realizované přes telefonní kabely), popřípadě internet přes kabelovou televizi (CATV), méně časté jsou pak ethernetové či optické přípojky. Mnoho modemů dnes disponuje i možností bezdrátové sítě pomocí Wi-Fi signálu, což je zřejmě nejvýhodnější varianta. Z rozvaděče budou slaboproudé kabely vedeny v trubkách pod omítkou k jednotlivým zásuvkám. Zásuvky USB není třeba napájet nízkým napětím, obsahují snížovací transformátor a dají se připojit jako běžná zásuvka k zásuvkovému obvodu.

2.7.3 Elektrická instalace v prostorech se zvýšeným nebezpečím úrazu

Jedná se o prostory se zvýšenou vlhkostí, především koupelny a umývárny, dále pak vlhké sklepy či venkovní prostory. V takovýchto prostorech je nutné zajistit vyšší krytí v souvislosti s nároky na vyšší bezpečnost a ochranu před úrazem elektrickým proudem. Často prováděnou ochranou v takovýchto prostorech je ochrana místním pospojováním, která by měla splňovat požadavky dle ČSN 33 2000-5-54, pospojování by se mělo provádět měděním vodičem o minimálním průřezu 2,5mm² za předpokladu, že je vodič chráněn před mechanickým poškozením. Není-li chráněn nasazuje se vodič o minimálním průměru 4,5mm². Nezbytnou ochranou jsou také proudové chrániče, jež by měli být součástí každého zásuvkového okruhu.

Z hlediska vyšší ochrany a přehlednější elektroinstalace v těchto prostorách se provádí rozdělení do jednotlivých zón.

Obr.2.7.3 Členění zón v místnosti s vanou [4]



- Zóna 0:** Vnitřní prostor se zdrojem vody (vany, sprchové kouty). Elektrická zařízení musejí mít stupeň ochrany alespoň IPX7. Prostory sprchového koutu jsou vymezeny podlahou a rovinou ve výšce 0,1m nad podlahou. Prostory se snímatelnou sprchovou hlavicí s možností horizontálního pohybu mají stejné hranice, jak horizontální, tak vertikální. Hlavice s možností horizontálního pohybu v zóně 0 a 1 jsou stejné s vodorovnou hranicí po níž se sprchová hlavice pohybuje ve vzdálenosti 1,2 m.
- Zóna 1:** Prostory se sprchovou vanou ohraničeny horní rovinou zóny 0 a vodorovnou rovinou ve výšce 2,25m nad podlahou. Elektrická zařízení musejí mít stupeň ochrany alespoň IPX4 v případě proudu vody pro čištění pak IPX5. Pro snímatelné sprchové hlavice jako u zóny 1, pro nesnímatelné sprchové hadice jsou prostory ohraničeny svislou plochou s poloměrem 1,2m od sprchové hlavice.
- Zóna 2:** Ohraničena v rozmezí 0,6m od zóny 1, podlahou a vodorovnou rovinou ve výšce 2,25 m nad podlahou. Pokud je strop vyšší sahá zóna 2 do tří metrů včetně prostoru nad zónou 1. Zóna 2 není v prostorách bez sprchové vany se smíšenou zónou. Stupeň ochrany elektrických spotřebičů je stejný jako v zóně 1.
- Zóna 3:** Prostory se sprchovou vanou jsou ohraničeny vnější stranou zóny2 a hranicí prostoru s vanou či sprchou. Sprchy s bez sprchové vany jsou ohraničeny vnější stranou smíšené zóny0 a 1 a hranicí prostoru s vanou či sprchou. Elektrická zařízení musejí mít stupeň ochrany alespoň IPX5.

Realizace:

V těchto místnostech se při instalaci zásuvek a světel budeme tedy řídit výše uvedenými pravidly s ohledem na instalační zóny.

2.8 Hromosvod (vnější ochrana):

Ochrana objektu proti vnějším atmosférickým vlivům je především rozhodnutím majitele objektu, který je povinen se v případě rizika chránit, tak jak udává občanský zákoník, ale vyplývá to i ze stavebního zákona a vyhlášky o technických požadavcích na stavby č.268/2009Sb. Pokud se tedy rozhodneme pro ochranu, je nutné dle normy ČSN EN 62305-2 provést kvalifikovaný odhad, který se odvíjí od typu stavby a jeho využití, podle něho lze pak provést patřičnou ochranu před bleskem. Základní kvalitativní úrovně ochrany uvádí norma LPL (Lighting protection level). Rodinné domy spadají do třetí třídy ze čtyř možných. Pravděpodobnost úderu bleskem do

rodinného domu je především závislá na jeho rozměrech a umístění. Dnes se na trhu vyskytuje velké množství materiálů, které lze na konstrukci hromosvodu využít, počínaje od pozinkované mědi či oceli až po kvalitní umělé hmoty. Hromosvod by měl být samozřejmostí pro každého, kdo chce mít určitou jistotu z hlediska ochrany nemovitosti. Na hromosvod pak navazují svodiče bleskových proudů a ochrany přepětí. [2]

Realizace:

Vzhledem ke konstrukci střechy ve tvaru čtyřbokého jehlanu zvolím jímací soustavu s tyčovým jímačem, tím zajistím ochranu nejen objektu před atmosférickými vlivy, ale i antény pro televizní a radiový signál umístěné na střeše. Jímací soustava bude navržena dle metody ochranného úhlu, jak je uvedeno v ČSN EN 62305-3. Ochranný úhel určím na základě úvahy rozměru jímací tyče. Jímací vedení, tyče, oka a dráty vytváří ochranný prostor v němž musí ležet všechna zařízení a konstrukční části, které jsou součástí chráněného objektu. Pro jímače a svody bude použit materiál AlMgSi (hliníková slitina). Jímací vedení po obvodu střechy je spojeno s jímací tyčí. Svody jsou realizovány drátem o průměru 8mm² a od 1,5m nad zemí navazují na dráty o průměru 10mm² spojeny ve zkušební svorce. Celá jímací soustava je pak zakončena zemničem.

3. Provedte výpočty související s návrhem elektroinstalace

Výpočty související s návrhem provedeme pro fiktivní jednopodlažní rodinný dům, který disponuje dvěma dětskými pokoji, obývacím pokojem, ložnicí, šatnou, předsíní, sušárnou a dále pak kuchyní, pracovní místností a koupelnou +WC, a je obydlen běžnou rodinou (předpokládáme dva dospělé a dvě děti). Novostavba bude připojena k inženýrským sítím jako je plyn, voda, kanalizace a elektrická síť. Ta bude připojena navrženou kabelovou přípojkou zasmyčkováním stávajícího kabelového vedení s kabelem CYKY-J 3x240+120 v přípojkové skříně vestavěné do zděného pilíře situovaného před hranicí pozemku stavební parcely, ze které povede přívodní kabel (o délce 7 metrů) zemí a částečně obvodovým zdívkem (garáže, jenž je součástí novostavby) do HDS. Nad níž bude umístěn elektroměrový rozvaděč s elektroměrem a přepínačem HDO včetně jeho jištění, tím zajistíme volný přístup pro odečty z elektroměru dodavatelí. Vytápění bude provedeno pomocí plynového kotle za použití radiátorů. Samotné připojení se váže na vyhlášku č. 16/2016 Sb. uvedené v kapitole 1.2. Připojení včetně instalace a osazení provádí sám distributor jímž je pro danou lokalitu ČEZ Distribuce a.s, a dle energetického zákona č. 458/2000 Sb. se stává i vlastníkem elektrické přípojky.

3.1 Dimenzování přívodního vedení (přípojka):

Jak již bylo řečeno, elektronická přípojka (soustavy nn) slouží k připojení jedné nemovitosti, proto si při jejím dimenzování můžeme naši nemovitost představit jako jeden odběr s příkonem 37, 89 kW a síť pro zjednodušení jako jeho napájecí zdroj.

V praxi se s tímto dimenzováním přívodního vedení však pojí mnoho problémů, protože ve skutečnosti dimenzujeme přívod pro napájení větší či menší skupiny elektronických spotřebičů a jak uvádí literatura [1](str. 15) “Pokud bychom při určování výkonu napájecího zdroje vycházeli z prostého součtu výkonů či příkonů všech spotřebičů v uvažované skupině $P_i = \sum P_n$, kde instalovaný příkon je počítán jako suma všech příkonů jednotlivých spotřebičů, počínali bychom si značně nevhodně, protože takto navržený zdroj by byl ve skutečném provozu málo využíván.” Pokud tedy navrhujeme zdroj, je nutné vycházet z reálných poznatků, kdy pravděpodobnost, že by byli všechny spotřebiče připojeny a používány současně na plný jmenovitý výkon, je téměř nulová. Proto se při návrhu stanovuje tzv. soudobost, která je prezentována různými činiteli soudobosti jako je činitel současnosti k_S ²⁵:

$$\textcircled{1} \quad k_S = \frac{\sum P_{na}}{\sum P_n} \leq 1 \quad [-; kW; kW]$$

²⁵ Vyjadřuje poměr jmenovitých výkonů spotřebičů, které jsou současně v chodu k instalovanému výkonu všech spotřebičů.

A činitel zatížitelnosti k_Z ²⁶:

$$\textcircled{2} \quad k_Z = \frac{\sum P_{ns}}{\sum P_n} \leq 1 \quad [-; kW; kW]$$

Soudobost²⁷/náročnost²⁸ se pak stanoví jako:

$$\textcircled{3} \quad \beta = \frac{k_S * k_Z}{\eta_m * \eta_s} \quad [-]$$

η_m je účinnost spotřebičů

η_s je účinnost od navrhovaného zdroje až ke spotřebiči

Normy ČSN 33 2130 ed.3 uvádí součinitele soudobosti pouze ve smyslu soudobosti mezi jednotlivými byty v objektu, ale pro ostatní výstavby především individuální rodinné stavby už tabulky neexistují. Výpočet soudobosti je tak ve většině případů velmi pracný. Existuje proto řada softwaru a různých výpočtových aplikací, které soudobý příkon dokáží stanovit jako je např. Sichr nebo Moeller, na základě počtu obvodů a k nim připojených spotřebičů dokáží podle praxí stanovených činitelů zatížení a současného využívání stanovit poměrně přesný výsledek. Je mi známo, že projektanti stanovují soudobost na základě předchozích zkušeností s podobnými provozy. Často se také provádí rozdělení spotřebičů do jednotlivých skupin podle toho, zda mohou či nemohou pracovat současně. Shrneme-li tyto fakta, tak určení koeficientu soudobosti v RD asi nelze provést bez následujících znalostí jako je počet obyvatel domku, počet hodin, kdy je kolik lidí doma a množstvím automatizace.

Řada těchto výše zmíněných programů je většinou licencovaná, popřípadě je k dispozici jen firmám, které se touto problematikou zabývají, proto jsem neváhal kontaktovat nejmenovaného soukromníka, jenž se touto problematikou zabývá již řadu let. Z poskytnutých dat jsem obdržel výsledek stanovení soudobého příkonu $P_s = 18\,002\text{ W}$. Sám jsem si pak ověřil jeho správnost formou výpočtu uvedeného v příloze s názvem *Bilance*. V podstatě se jedná o tabulku (matic), kde v řádcích jsou jednotlivé obvody m.j. charakterizované zátěží a ve sloupcích pak vypočtené proudy v jednotlivých fázích. Zkusmo se potom přehazováním 1f obvodů na různé fáze dostanete na minimální proudy předřazeného jističe. Součinitele soudobosti pro skupiny spotřebičů jsem stanovil na základě poskytnutých dat z podobného rodinného domu, jehož roční spotřeba a počet obyvatel je téměř totožný s navrhovanou novostavbou. Výsledek se lišil přibližně pouze o 5 %, což je možné brát jako menší rezervu, která je schopná pokrýt větší soudobé zatížení a umožní nám tak respektovat rezervu pro případnou budoucí přístavbu či zahrnutí většího soudobého odběru.

Dalším klíčovým výpočtem je stanovení soudobého proudu, od kterého se odvíjí velikost hlavního jističe, a také cena z celkové platby za elektřinu a možnost připojení spotřebičů v domácnosti.

Pokud bychom použili příliš silný předdimenzovaný hlavní jistič. Umožnil by nám sice připojit velké množství spotřebičů současně, ale za cenu vyšší měsíční platby za kapacitu jističe. Naopak použitím slabého poddimenzovaného jističe sice snížíme měsíční náklady za daný jistič, ale na úkor velkého omezení používaných spotřebičů. V případě že bychom ho nerespektovali, docházelo by k častým výpadkům, což by mohlo vést ke snížené době živostnosti rozvodu.

²⁶ Vyjadřuje poměr skutečně odebíraného výkonu spotřebičů, které jsou současně v chodu k instalovanému výkonu všech spotřebičů.

Pro upřesnění, rozdíl mezi náročností (součinitelem náročnosti) a soudobostí (součinitelem soudobosti).

Vyjadřují shodná tvrzení, rozdíl je jen v tom, že:

²⁷ Součinitel soudobosti se používá při návrhu dimenzování rozvodů pro průmyslové provozovny a jeho hodnoty udává norma ČSN341610.

²⁸ Součinitel soudobosti se používá při návrhu dimenzování rozvodů u budov a domů pro sociální zázemí a jeho hodnoty udává norma ČSN332130.

Proto je naším úkolem vhodně stanovit tuto hodnotu, tak aby splňovala požadavky, jak ze strany maximálního soudobého odběru, tak i ze strany ekonomické (tak aby byly náklady za sazbu jističe co nejmenší s ohledem na možné zatížení sítě).

Vyjdeme tedy ze soudobého příkonu ($P_s = 18 \text{ kW}$).

$$\textcircled{4} \quad P_s = \beta \cdot \sum P_n = \beta \cdot P_i \quad [W]$$

Obecně lze napsat, že činný výkon lze vyjádřit pomocí vztahu

$$\textcircled{5} \quad P = U_f \cdot I \cdot \cos\varphi \quad [W] \quad \text{pro jednofázový proud}$$

$$\textcircled{6} \quad P = \sqrt{3} \cdot U_S \cdot I \cdot \cos\varphi \quad [W] \quad \text{pro třífázový proud}$$

$$P = 3 \cdot U_f \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot U_S \cdot I \cdot \cos\varphi \quad [W]$$

Vycházíme tedy ze vztahu pro trojfázový soudobý výkon a vyjádříme si z něj soudobý proud

$$\textcircled{7} \quad I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot \cos\varphi} = \frac{18002}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 27,35A$$

Z Tabulky 2-2, kde jsou uvedeny hodnoty proudu pro hlavní jistič, pak zvolím nejbližší vyšší proudovou hodnotu jističe, než kterou jsem vypočítal v podobě soudobého proudu, tj. maximálního proudu, který přes jistič proteče bez toho, aniž by jistič vybavil. Zvolil jsme tedy normalizovaný jistič 3x32A typu MBN132 s charakteristikou typu B a vypínací schopností 6kA od firmy Hager. Před hlavní jistič v HDS jsem zvolil nožové pojistky, které jsou o dva řády vyšší, než je jmenovitá hodnota jističe. Jedná se o pojistky NP 00C 50A gG (NP-00C-50A-gG)

Návrh spotřebičů a stanovení celkového soudobého příkonu a proudu je uveden v příloze (viz DataSheed1 list

3.1.1 Přívodní kabel (přípojka):

Jedná se o čtyř-žilový kabel CYKY-J 4x10 (samostatně položený) s plným měděným vodičem, izolací a pláštěm z PVC. V základním uložení v zemi s měrným tepelným odporem půdy 0,7 Km/W, při základní teplotě jádra vodiče $\vartheta_{zákl} = 20^\circ\text{C}$ a maximální dovolenou teplotou jádra $\vartheta_{dov} = 70^\circ\text{C}$. Jeho proudová zatížitelnost (země) je $I_{nv} = 73 \text{ A}$ a délka činí 7 metrů. Vzhledem k tomu, že je kabel uložen z podstatné části v zemi, budeme ho dimenzovat právě pro zemní uložení. Podrobnější informace jsou uvedeny v příloze (DataSheed1 s listem 3.1.1)

3.1.2 Dimenzování přívodního kabelu z hlediska oteplení:

Vycházíme ze vstupních údajů (viz DataSheed1, list 3.1.1)

Sdružené napětí [V]	U_S	400
Fázové napětí [V]	U_f	230
Celkový instalovaný příkon všech spotřebičů [W]	P_i	37889,5
Maximální soudobý příkon všech spotřebičů [W]	P_s	18002
Celkový soudobý proud [A]	I_s	27,35
Zdánlivý příkon všech spotřebičů [VA]	S	18949,5
Součinitel soudobosti (soudobost) [-]	β	0,48
Účinnost [-]	$\cos\varphi$	0,95

Aby silnoproudý vodič za všech okolností dobře plnil svou funkci, je třeba aby se teplota vodičů pohybovala v dovolených mezích. Proto se udává takzvaná dovolená provozní teplota vodiče, jejíž hodnota

závisí na použitém materiálu izolace a na provozních podmínkách. Jedná se o nejvyšší teplotu vodiče, při které je možné vodič trvale používat, aniž by byl jakkoli tepelně poškozen. Dovolená provozní teplota je ovlivněna proudovým zatížením, teplotou a způsobem uložení v daném prostředí. Dochází-li u vodiče k častému překračování dovolené provozní teplotě či je jinak teplotně namáhán, než na jaké prostředí je dimenzován, dochází k rychlejšímu stárnutí izolace a celkovému opotřebení, což může mít za následek snížení jeho doby životnosti. Nejvyšší dovolené provozní teploty vodičů jsou uvedeny v normě ČSN 33 2000-5-523 tab. 52-NF20.

Velký vliv na vodiče a kabely z hlediska jejich namáhání má také proudová zatížitelnost. Proto se udává takzvaná jmenovitá hodnota proudové zatížitelnosti I_{nv} , jež udává, jak možné je trvale zatěžovat vodič(kabel) v základním uložení, aniž by byla překročena jeho provozní teplota. Pro každý vodič je hodnota jmenovité proudové zatížitelnosti uváděna výrobcem v základním uložení. Pokud je vodič v základním uložení, hodnota jmenovité proudové zatížitelnosti odpovídá dovolenému proudovému zatížení I_z . Pokud ne, je nutné hodnotu přepočítat podle přepočítávacích činitelů $k_1, k_2, k_3 \dots \dots k_n$ s ohledem na podmínky jeho uložení v určitém prostředí dle vztahu:

$$\textcircled{8} \quad I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \dots \dots k_n \cdot I_{nv} \quad [A]$$

Jelikož je přívodní vodič uložen v jiném než základním prostředí, je nutné jeho jmenovitou proudovou zatížitelnost přepočítat podle přepočítávacích činitelů uvedených v normě ČSN 33 2000-5-523, čímž dostaneme hodnotu dovoleného proudového zatížení. [3]

- Kabel není uložen v zemi pro základní teplotě 20% ale při $\vartheta_{základní} = 25^\circ\text{C}$, přepočítávací činitel $k_1 = 0,95$
- Základní měrný tepelná odpor půdy (0,7 Km/W) v které je kabel uložen se liší a dosahuje hodnoty 1Km/W, přepočítávací činitel $k_2 = 0,9$

Dovolené proudové zatížení potom stanovíme jako

$$\textcircled{9} \quad I_z = I_{nv} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 73 \cdot 0,95 \cdot 0,71 \cdot 1 = 62,42A$$

Abychom však zjistili vyhovuje-li přívodní kabel připojené zátěži domácích spotřebičů je nutné vypočtené proudové zatížení porovnat se soudobým proudem zátěže a musí platit.

$$\textcircled{10} \quad I_z \geq I_s$$

$$I_{nv} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \geq I_s$$

$$62,42A \geq 27,35A$$

Přívodní kabel tedy vyhovuje z hlediska proudové zatížitelnosti.

To, zdali kabel vyhovuje z hlediska provozní teploty pak můžeme posoudit z uvedené podmínky.

$$\textcircled{11} \quad S \geq \frac{I_z}{J} \quad [mm^2]$$

S.....je potřebný průřez vodiče [mm²]

J.....je dovolená proudová hustota pro daný materiál vodiče [A/mm²]

Orientační hodnota dovolené proudové hustoty pro měď je 12A/mm²

Potom

$$\textcircled{12} \quad A \geq \frac{I_z}{J} = \frac{62,42}{12} = 5,2mm^2$$

$$10mm^2 \geq 5,2mm^2$$

Přívodní kabel vyhovuje i z hlediska dovolené provozní teploty.

3.1.3 Dimenzování z hlediska úbytku napětí:

Aby se ke spotřebiteli dostávala elektrická energie požadované kvality, je nutné respektovat pásmo dovolených úbytků napětí, tím zamezíme poklesu napětí pod hranici jmenovitého napětí, na které jsou domácí spotřebiče navrženy. Pro určení úbytku napětí v rozvodu budeme vycházet z následující tabulky.

Tab.3.1.3 Dovolovaných úbytků napětí

ČSN 332130 - vnitřní rozvody občanské a zemědělské výstavby.	
Mezi přípojkovou skříní a rozvodnicí za elektroměrem je dovolený úbytek:	
- u světelného a smíšeného odběru	2 %
- u jiného než světelného	3 %
Mezi rozvodnicí za elektroměrem a spotřebičem:	
- u světelných obvodů	2 % (nejvýše 4 %)
- u tepelných obvodů	3 % (nejvýše 6 %)
- u ostatních obvodů	5 % (nejvýše 8 %)
Není-li dovolený pokles předepsán, platí zásada, že v místě spotřebiče nemá být pokles napětí větší než 5 %. V pevných instalacích v budovách 4 %.	

Dle normy ČSN 332130 povolený úbytek pro občanské stavby mezi přípojkovou skříní a rozvodnicí nesmí překročit 3% U_s . $\rightarrow \Delta U_{Dov} = 3\%$

Velikost úbytku napětí potom jistým způsobem rozhoduje i o velikosti průřezu vodiče a jeho délce tak aby byli v souladu s přenášeným výkonem spotřebiče.

Úbytek napětí v soustavě nízkého napětí lze vyjádřit vztahy:

- Vztah úbytku napětí pro jednofázovou soustavu

$$(13) \Delta U_f = \frac{2 \cdot l \cdot \rho_{Cu}}{S} \cdot I_s \cdot \cos\varphi = \frac{2 \cdot l \cdot P_s \cdot \rho_{Cu} \cdot 1000}{S \cdot U_f} [V]$$

- Vztah úbytku napětí pro trojfázovou soustavu

$$(14) \Delta U_f = \frac{l \cdot \rho_{Cu}}{S} \cdot \sqrt{3} \cdot I_s \cdot \cos\varphi = \frac{l \cdot P_s \cdot \rho_{Cu} \cdot 1000}{S \cdot U_s} [V]$$

Kde ΔU_f ... je fázový úbytek napětí [V]

l ... je délka vodiče(kabelu) [m]

ρ_{Cu} ... je rezistivita mědi [Ω/mm^2]

S ... je průřez vodiče [mm^2]

Vstupní data: (viz DataSheed1 list 3.1.2)

Sdružené napětí	$U_s = 400V$	Celkový soudobý proud (přípojka) $I_s = 27,35A$	
Délka přívodního kabelu	$l = 7m$	Účinník	$\cos\varphi = 0,95$
Průřez jádra kabelu	$S = 10\text{mm}^2$	Dovolovaný úbytek napětí	$\Delta U_{dov} = 3\% U_s \rightarrow 12V$
Rezistivita mědi	$\rho_{Cu} = 0,0169\Omega/r$	Celkový soudobý výkon	$P_s = 18kW$

Instalace je navržena v trojfázové soustavě, proto použijeme tento vztah:

$$\Delta U_f = \frac{l \cdot \rho_{Cu}}{S} \cdot \sqrt{3} \cdot I_s \cdot \cos\varphi = \frac{l \cdot P_s \cdot \rho_{Cu} \cdot 1000}{S \cdot U_s} \quad [V]$$

$$\textcircled{15} \Delta U_f = \frac{7 \cdot 18 \cdot 0,0169 \cdot 1000}{10 \cdot 400} = 0,53V = 0,13\%U_s$$

Musí být splněna podmínka:

$$\textcircled{16} \Delta U_{dov} > \Delta U_f$$

$$12V > 0,53V$$

$$3\%U_s > 0,13\%U_s$$

Přívodní kabel vyhovuje z hlediska úbytku napětí.

3.1.4 Dimenzování z hlediska jištění:

Z hlediska selektivity jištění je přívodní kabel jištěn následující kaskádou jisticích prvků. Postupují vzestupně, takže první v pořadí je zvolený trojfázový jistič (3x32A), jehož velikost byla stanovena podle celkového soudobého proudu $I_s = 27,35A$, budu ho uvažovat jako maximální celkový proud, který může protéci přípojkou při běžném provozu domácnosti.

Dle normy ČSN 33 2000-4-43 ed.2 pracovní charakteristika jističe jisticího rozvodu před přetížením musí splňovat následující podmínky a musí tedy platit že $I_s \leq I_n \leq I_z$ a zároveň $I_k \leq I_z \cdot 1,45$.

Kde celkový soudobý proud $I_s = 27,35A$

jmenovitý proud jističe $I_n = 32A$

dovolené proudové zatížení $I_z = 62,42A$

I_k je proud zajišťující účinné zapůsobení ochranného přístroje ve smluvené době (smluvený vypínací proud), který je stanoven pro jističe s charakteristikou B, s vodiči s PVC izolací jako $I_k = 1,45 \cdot I_n$

Podle ČSN EN 60898-1 je smluvený vypínací proud, při jehož překročení dojde k vybavení (vypnutí) jističe:

- $1,13 \cdot I_n$ – dojde k vybavení jističe za déle než hodinu (≥ 1 hod)
- $1,45 I_n$ – dojde k vybavení jističe za méně než hodinu (< 1 hod)

Dosadíme-li do výše uvedených podmínek:

$$\textcircled{17} I_s \leq I_n \leq I_z$$

$$27,35A \leq 32A \leq 62,42A$$

$$\textcircled{18} I_k \leq I_z \cdot 1,45$$

$$I_n \cdot 1,45 \leq I_z \cdot 1,45$$

$$32 \cdot 1,45 \leq 62,42 \cdot 1,45$$

$$46,4A \leq 90,51A$$

Vidíme, že jsou obě podmínky splněny \rightarrow navržený jistič vyhovuje.

Po jističi následují pojistky instalované v HDS, jejichž hodnotu volíme o dva řády vyšší tedy 50 A a další pojistky které jsou v PS volíme opět o dva řády vyšší tedy 80 A.

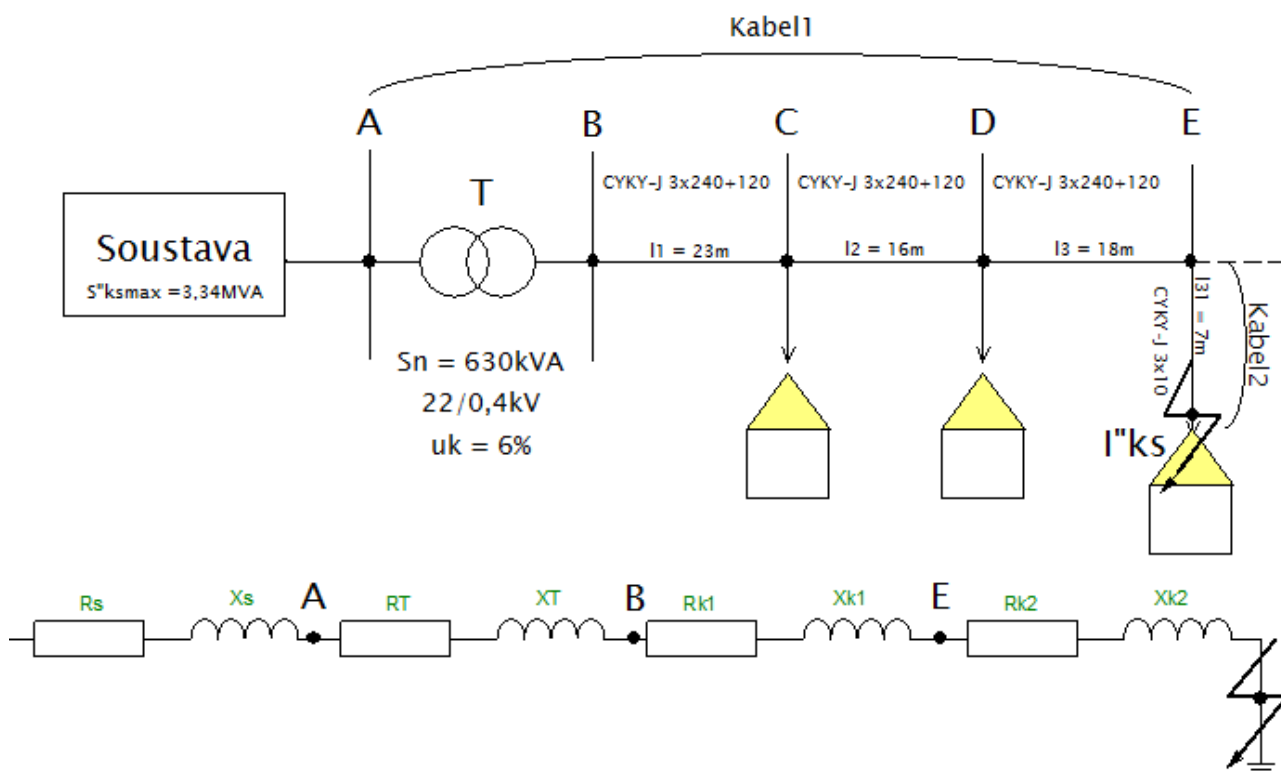
3.1.5 Zkratové poměry v napájecí síti:

Výpočet zkratových poměrů se odvíjí od hodnot transformátoru, který napájí distribuční soustavu nn. Jedná se o transformátor 22/0,4 kV o výkonu 630 kVA, který je majetkem distribuční soustavy ČEZ Distribuce.

Mým cílem je stanovit rázový zkratový proud, jehož velikost by neměla překročit zkratovou odolnost nadproudových ochran, použitých k jištění přípojky → vypínací schopnost ochranných prvků (pojistky, jističe) by měla být větší, než je hodnota rázového zkratového proudu.

Při výpočtu počítám s trojfázovým souměrným rázovým zkratovým proudem, jehož výsledky obvykle vedou k nejvyšším hodnotám možného zkratového proudu, na který musejí být přístroje dimenzované.

Sch.3.1.5 Schéma zkratového obvodu



Transformátor:

Výkon transformátoru	S_n	630	kVA
Napětí na primární straně transformátoru	U_1	22	kV
Napětí na sekundární straně transformátoru	U_2	0,4	kV
Převod	p	55	
Poměrné napětí na krátko	u_k	6%	

Výpočet celkové impedance transformátoru z poměrného napětí na krátko a ztrát nakrátko:

$$\textcircled{19} Z_T = u_k \cdot \frac{U_2^2}{S_n} = 0,06 \cdot \frac{400^2}{630000} = 15,24 \text{ m}\Omega$$

Vzhledem k tomu, že neznám přesně velikost zkratového výkonu napájecí soustavy, ze které je transformátor napájen, vyjdu z předpokladu, že znám procentní napětí na krátko a výkon transformátoru. Potom

$$\textcircled{20} \frac{S_n}{u_k} = \frac{630\,000}{0,06} = 10,5\text{MVA} = S''_{kT}$$

je maximální zkratový výkon transformátoru, který by mohl v síti nn protéct. Výší zkratový výkon na straně nn tedy neočekáváme. Zkratový proud transformátoru potom stanovíme ze vztahu pro zdánlivý výkon:

$$\textcircled{21} S''_{kT} = \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I''_{kT} \text{ [VA]}$$

Potom trojfázový rázový zkratový proud transformátoru vypočítám jako:

$$\textcircled{22} I''_{kT} = \frac{S''_{kT}}{\sqrt{3} \cdot U_2} \text{ [A]}$$

$$\textcircled{23} I''_{kT} = \frac{630\,000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 15,16\text{kA}$$

S uvažováním 10% kolísání napětí v soustavě nn, které respektuje konstanta „c“ $\rightarrow c = 1,1[-]$ je $I''_{kT1} = 16,67\text{kA}$

Vypínací schopnost pojistek řazených v obvodu přípojky je 120kA, měli by proto být z hlediska zkratových proudů v síti vyhovující.

Napájecí síť:

Abych však mohl daný zkratový proud v místě přípojky určit přesněji, je pro mě hodnota rázového zkratového výkonu napájecí soustavy rozhodující (resp. hodnota ekvivalentní impedance soustavy), jelikož se od ní odvíjí velikost minimálního průřezu přívodního kabelu v souvislosti s namáháním zkratovými proudy.

Pokud by byl transformátor připojen k nekonečně tvrdé napájecí síti, potom trojfázový rázový zkratový výkon napájecí soustavy $S''_{kS} \rightarrow \infty$

$$\textcircled{24} Z_s = \frac{c}{S''_{kS}} \cdot \frac{U_1^2}{p^2} \rightarrow \lim_{S''_{kS} \rightarrow \infty} \frac{c}{S''_{kS}} \cdot \frac{U_1^2}{p^2} = 0 \Omega^{29}$$

A ekvivalentní impedance napájecí soustavy by byla nulová.

V tomto případě by však zkratový proud v místě přípojky dosahoval hodnoty 6,88kA a přívodní kabel by z hlediska min průřezu nevyhověl a museli bychom zvolit průřez větší.

Proto je nutné vymezit maximální přípustnou hodnotu zkratového výkonu napájecí soustavy, který by mohla napájecí soustava mít, aniž bychom museli měnit průřez přívodního kabelu.

Dle citlivostní analýzy (viz příloha DataSheed1 s listem 3.1.4.) je tato maximální hodnota zkratového výkonu napájecí soustavy $S''_{kSmax.} = 3336,86\text{kVA}$ s níž budeme dále počítat.

$$\textcircled{25} Z_s = \frac{c}{S''_{kSmax.}} \cdot \frac{U_1^2}{p^2} = \frac{1,1}{3\,336\,859} \cdot \frac{22000^2}{55^2} = 52,74\text{m}\Omega$$

Bude-li distribuční transformátor připojen k napájecí soustavě s rázovým zkratovým výkonem $S''_{kS} \leq 3336,86\text{kVA}$ potom velikost přívodní vodič CYKY-J 4x10 bude z hlediska tepelného namáhání zkratovými proudy vyhovující.

²⁹ Pro výpočet rázového zkratového proudu na straně nn, je nutné stanovit ekvivalentní impedanci soustavy Z_s přepočtenou na napěťovou hladinu v místě zkratu, závislé na zkratovém výkonu napájecí soustavy.

Kabely:

Výpočet impedance kabelů v obvodu zkratové smyčky. Hodnoty činného odporu a indukční reaktance jsou převzaty z tabulek pro dimenzování vodičů [21]. (viz příloha DataSheed1 s listem 3.1.4.)

- a) Kabel1 (1-CYKY-J 3x240+120) → kabel distribuční sítě

Činný odpor kabelu	$R_{k1} = 5,13 \text{ m}\Omega$
Indukční odpor kabelu	$X_{k1} = 3,99 \text{ m}\Omega$
Délka	$l_{k1} = 57 \text{ m}$

$$\text{Impedance kabelu: } \quad \textcircled{26} \quad Z_{k1} = \sqrt{R_{k1}^2 + X_{k1}^2} = \sqrt{5,13^2 + 3,99^2} = 6,5 \text{ m}\Omega$$

- b) Kabel2 (CYKY-J 4x10) → kabel přípojky

Činný odpor kabelu	$R_{k2} = 15,19 \text{ m}\Omega$
Indukční odpor kabelu	$X_{k2} = 0,6 \text{ m}\Omega$
Délka	$l_{k2} = 57 \text{ m}$

$$\text{Impedance kabelu: } \quad \textcircled{27} \quad Z_{k2} = \sqrt{R_{k2}^2 + X_{k2}^2} = \sqrt{15,19^2 + 0,6^2} = 15,2 \text{ m}\Omega$$

Celková impedance zkratové smyčky:

$$\textcircled{28} \quad Z_c = Z_T + Z_S + Z_{k1} + Z_{k2} = 15,24 + 52,74 + 6,5 + 15,2 = 89,68 \text{ m}\Omega$$

Počáteční souměrný rázový zkratový proud se vypočítá dle vztahu pro zkrat v trojfázové síti:

$$U_n = U_2 = 400 \text{ V} \quad \textcircled{29} \quad I''_k = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_c} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_c^2 + X_c^2}} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 89,68 \cdot 10^{-3}} = 2832,58 \text{ A}$$

3.1.6 Ekvivalentní oteplovací proud [3]

Tepelné účinky zkratových proudů jsou závislé na době trvání časově proměnného zkratového proudu $i_k(t)$ a na parametrech kabelu. Doba trvání zkratu je dána dobou zapůsobení zkratové spouště, která je tak krátká, že teplo vyvinuté v kabelu se nestačí odvést, což se projeví v podobě zvýšené teploty kabelu z původní hodnoty ϑ_1 před zkratem na hodnotu ϑ_K po vypnutí zkratu. Časově proměnný zkratový proud $i_k(t)$ lze nahradit konstantní hodnotou ekvivalentního oteplovacího proudu, který vyvolá stejné tepelné účinky jako časově proměnný zkratový proud.

Vztah pro ekvivalentní oteplovací proud udává norma ČSN 33 3015:

$$\textcircled{30} \quad I_{ke} = k_e \cdot I''_k \text{ [A]}$$

I_{ke} ...ekvivalentní oteplovací proud [A]

k_e ...činitel zohledňující dobu trvání zkratu v závislosti na napěťové soustavě [-] (určí se z následující tabulky Tab.3.1.44)

Tab.3.1.44. Tabulka hodnot činitele k_e v závislosti na době trvání zkratu pro danou napěťovou soustavu

Doba trvání zkratu t_k (s)	Činitel k_e		
	Zkrat na svorkách alternátoru	Zkrat v soustavě	
		vvv, vn	nn
pod 0,05	1,70	1,60	1,50
0,05 – 0,1	1,60	1,50	1,20
0,1 – 0,2	1,55	1,40	1,10
0,2 – 1,0	1,50	1,30	1,05
1,0 – 3,0	1,30	1,10	1,00
nad 3,0	1,15	1,00	1,00

$$t_k = 0,2 \text{ s}$$

$$k_e = 1,05$$

Pro získání větší rezervy, použijí delší dobu trvání zkratu, tím se mi zvýší i možnost výběru zkratové spouště v katalogu výrobce.

Hodnota ekvivalentního oteplovacího proudu je:

$$(31) I_{ke} = k_e \cdot I''_k = 1,05 \cdot 2832,58 = 2794,21 \text{ A}$$

3.1.7 Kontrola na minimální průřez:

Norma ČSN 33 3015 udává vztah pro velikost minimálního průřezu vodiče při tepelném namáhání zkratovými proudy.

$$(32) S_{min.} = \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{K}$$

kde K je materiálová konstanta

$$(33) K = \sqrt{\frac{c_{v0}}{\rho_{20}} \cdot (\vartheta_F + 20) \cdot \ln \frac{\vartheta_F + \vartheta_K}{\vartheta_F + \vartheta_1}}$$

Maximální dovolené teploty přívodního kabelu (CYKY-J 4x10) jsou:

Nejvyšší dovolená provozní teplota (trvale): ϑ_1 70 °C

Nejvyšší dovolená teplota při zkratu (krátkodobě): ϑ_k 200 °C

Fiktivní teplota vodiče (stanovena normou pro Cu): ϑ_F 234,5°C

Materiáloví činitelé (stanoveni normou pro Cu): ρ_{20} 0,0179 Ω·mm²/m

c_{0v} 3,5 J/cm³·m·K

$$(34) K = \sqrt{\frac{c_{v0}}{\rho_{20}} \cdot (\vartheta_F + 20) \cdot \ln \frac{\vartheta_F + \vartheta_K}{\vartheta_F + \vartheta_1}} = \sqrt{\frac{3,5}{0,0179} \cdot (234,5 + 20) \cdot \ln \frac{234,5 + 200}{234,5 + 70}} = 133 \text{ A} \cdot \text{s}^{\frac{1}{2}} / \text{mm}^2$$

Minimální průřez přívodního kabelu:

$$(35) S_{min.} = \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{K} = \frac{2794,21 \cdot \sqrt{0,2}}{133} = 10 \text{ mm}^2$$

Podmínka minimálního průřezu vodiče $S_{min} \leq S \rightarrow 10 \text{ mm}^2 \leq 10 \text{ mm}^2$ je splněna.

4. Provedte odhad investičních a ročních provozních nákladů elektroinstalace

4.1 Odhadované investiční náklady za elektroinstalační materiál:

4.1.1 Varianta A (Klasik):

Pořadové číslo	Položka	Jednotka	Množství	Cena za kus	Celková cena
Přípojovací vedení					
1	Pojistky pro přípojkovou skříň NP 1C 80A gG (NP-1C-80A-gG)	ks	3	95 Kč	285 Kč
2	Pojistky pro HDS NP 00C 50A gG (NP-00C-50A-gG)	ks	3	57 Kč	171 Kč
3	Svorkovnice ekvipotenciální - s krytem	ks	1	200 Kč	200 Kč
4	Pojistková skříň SS 102/NVF1S-E	ks	1	3 600 Kč	3 600 Kč
5	Jistič 32A třífázový MBN332 Hager	ks	1	360 Kč	360 Kč
6	Elektroměr ECHELON 8331-3 + HDO přijímač FMX523	ks	1	1 300 Kč	1 300 Kč
7	Kabel přípojky CYKY-J 4x10	m	7	126 Kč	882 Kč
8	CYKY-J 2x1,5 pro připojení HDO	m	18	12 Kč	216 Kč
9	Spínací elektronické relé SR-5-24	ks	1	255 Kč	255 Kč
10	Jistič PEP-6J (6 kA) 1P B 2A (jištění HDO)	ks	1	112 Kč	112 Kč
Celková částka za elektroinstalační materiál přípojky					7 381 Kč
Podíl za připojení k DS			+	16 000 Kč	16 000 Kč
Celkem se započítáním přípojovacího polatku					23 381 Kč
Spotřebitelské obvody					
Společný materiál					
11	Rozvodnice zapuštěná volta, 3-řadá, 36 + 6 mod.VU36NE	ks	1	1 092 Kč	1 092 Kč
12	Mínorozvodnice GD110N nep 10M HAG	ks	1	271 Kč	271 Kč
13	Trubka ohebná LPE 125 N 2323/LPE-2_H100	m	400	10 Kč	4 000 Kč
14	Věneček + krapice a svorkovnice (celkem)	m	40	76 Kč	3 040 Kč
Celková cena za společný elektroinstalační materiál					8 403 Kč
Světelné obvody					
15	Kabel CYKY-J 3x1,5	m	210	16 Kč	3 360 Kč
16	Kabel CYKY-O 3x1,5	m	20	16 Kč	320 Kč
17	Jistič 1P 10A B 6kA Hager MBN110	ks	1	65 Kč	65 Kč
18	Proudový chránič s jističem 10A 1P 30mA 23-1010B0303	ks	1	479 Kč	479 Kč
19	Spínač jednopólový, řazení 1, jasně bílá, ABB Classic	ks	8	50 Kč	400 Kč
20	Přepínač sériový, řazení 5, jasně bílá, ABB Classic	ks	4	80 Kč	320 Kč
21	Přepínač dvojitý střídavý, řazení 6+6, jasně bílá, ABB Classic	ks	3	99 Kč	297 Kč
22	Spínač jednopólový se signal. doutnavkou, řazení 1S, jasně bílá, ABB Classic	ks	1	90 Kč	90 Kč
23	ABB 3558E-A05940 01 Time®, Element® Přepínač sériový IP 44, zapuštěný	ks	2	189 Kč	378 Kč
Celková cena za elektroinstalační materiál pro světelné obvody					5 709 Kč
Zásuvkové obvody					
24	Kabel CYKY-J 3x1,5	m	120	16 Kč	1 920 Kč
25	Kabel CYKY-J 3x2,5	m	40	25 Kč	1 000 Kč
26	Kabel CYKY-J 3x4	m	160	44 Kč	7 040 Kč
27	Kabel CYKY-J 5x4	m	50	68 Kč	3 400 Kč
28	Proudový chránič elektronický PEP-10P63e (10 kA) 2P pro 0 až 16A/ 30 mA	ks	2	522 Kč	1 044 Kč
29	Chránič s jističem 2P (1P+N), 10 A, 30 mA, B, 6 kA, typ: A Hager	ks	2	1 136 Kč	2 272 Kč
30	MBN116 Jistič 1P 16A B 6kA Hager	ks	2	64 Kč	128 Kč
31	Zásuvky ABB Classic jednonásobné 5517-2389	ks	12	60 Kč	720 Kč
32	Zásuvka dvojnásobná chráněná, 81x81 mm, jasně bílá, ABB Classic	ks	4	82 Kč	328 Kč
33	Zásuvka jednonásobná, s ochranou před přepětím, jasně bílá, ABB Classic	ks	2	660 Kč	1 320 Kč
34	Zásuvka venkovní IP44 na zeď vodotěsná ABB 5518-2929 B	ks	1	99 Kč	99 Kč
35	Proudový chránič magnetický PEP-10P63 (10 kA) 4P pro 0 až 25A/ 30 mA	ks	2	692 Kč	1 384 Kč
36	MBN316 Jistič 3P 16A B 6kA Hager	ks	2	253 Kč	506 Kč
37	Zásuvka vest. šikmá, min. průřeba 16A, 3p, IP44, černá ABB	ks	2	95 Kč	190 Kč
Celková cena za elektroinstalační materiál pro zásuvkové obvody					21 351 Kč
Celkem dohromady					58 844 Kč

4.1.2 Varianta B: (pro náročnější majitele)

Pořadové číslo	Položka	Jednotka	Množství	Cena za kus	Celková cena
Připojovací vedení					
1	Pojistky pro přípojkovou skříň NP 1C 80A gG (NP-1C-80A-gG)	ks	3	95 Kč	285 Kč
2	Pojistky pro HDS NP 00C 50A gG (NP-00C-50A-gG)	ks	3	57 Kč	171 Kč
3	Svorkovnice ekvipotenciální - s krytem	ks	1	200 Kč	200 Kč
4	Pojistková skříň SS 102/NVF1S-E	ks	1	3 600 Kč	3 600 Kč
5	Jistič 32A třífázový MBN332 Hager	ks	1	360 Kč	360 Kč
6	Elektroměr ECHELON 8331-3 + HDO přijímač FMX523	ks	1	1 300 Kč	1 300 Kč
7	Kabel přípojky CYKY-J 4x10	m	7	126 Kč	882 Kč
8	CYKY-J 2x1,5 pro připojení HDO	m	2	12 Kč	24 Kč
9	RF vysílač - Univerzální vysílací modul RFSG-1M	ks	1	1 490 Kč	1 490 Kč
Celková částka za elektroinstalační materiál přípojky					8 312 Kč
	Podíl za připojení k DS		+	16 000 Kč	16 000 Kč
Celkem se započítáním připojovacího polatku					24 312 Kč
Spotřebitelské obvody					
Společný materiál					
10	Rozvodnice zapuštěná volta, 3-řadá, 36 + 6 mod.VU36NE	ks	1	1 092 Kč	1 092 Kč
11	Minirozvodnice GD110N nep 10M HAG	ks	1	271 Kč	271 Kč
12	Trubka ohebná LPE 125 N 2323/LPE-2_H100	m	300	10 Kč	3 000 Kč
13	Věneček + krapice a svorkovnice (celkem)	ks	30	76 Kč	2 280 Kč
Celková cena za společný elektroinstalační materiál					6 643 Kč
Světelné obvody					
14	Kabel CYKY-J 3x1,5	m	210	16 Kč	3 360 Kč
15	Kabel CYKY-O 3x1,5	m	20	16 Kč	320 Kč
16	Jistič 1P 10A B 6kA Hager MBN110	ks	1	65 Kč	65 Kč
17	Proudový chránič s jističem 10A 1P 30mA 23-1010B0303	ks	1	479 Kč	479 Kč
18	Univerzální stmívač LED, CFL a žárovky 300W	ks	1	1 500 Kč	1 500 Kč
19	Elektronický stmívatelný předřadník stmívání 1-10V pro zářivku T8 nebo	ks	2	100 Kč	200 Kč
20	Detektor pohybu 360° antracit EE841	ks	2	1 430 Kč	2 860 Kč
21	Spínač jednopólový s krytem, řazení 1, jasně bílá, ABB Swing / Swing L	ks	8	52 Kč	416 Kč
22	Přepínač sériový s krytem, řazení 5, jasně bílá, ABB Swing / Swing L	ks	4	81 Kč	324 Kč
23	Přepínač střídavý dvojitý s krytem, řazení 6+6, jasně bílá, ABB Swing	ks	3	84 Kč	252 Kč
24	Spínač jednopólový s krytem, s průzorem, řazení 1, jasně bílá, ABB Swing	ks	1	66 Kč	66 Kč
25	ABB 3558E-A05940 01 Time®, Element® Přepínač sériový IP 44, zapuštěný,	ks	2	189 Kč	378 Kč
Celková cena za elektroinstalační materiál pro světelné obvody					10 220 Kč
Zásuvkové obvody					
26	Kabel CYKY-J 3x1,5	m	120	16 Kč	1 920 Kč
27	Kabel CYKY-J 3x2,5	m	40	25 Kč	1 000 Kč
28	Kabel CYKY-J 3x4	m	160	44 Kč	7 040 Kč
29	Kabel CYKY-J 5x4	m	50	68 Kč	3 400 Kč
30	Chráníč s jističem 2P (1P+N), 10 A, 30 mA, B, 6 kA, typ: A Hager	ks	2	1 136 Kč	2 272 Kč
31	MBN116 Jistič 1P 16A B 6kA Hager	ks	2	64 Kč	128 Kč
32	Proudový chránič s naproud. a oblouk. ochranou, In=16A, char.B, 10kA	ks	2	2 624 Kč	5 248 Kč
33	RF set s multifunkčním spínacím aktorem RFSA-61B/230V	ks	4	1 190 Kč	4 760 Kč
34	Zásuvka jednonásobná, jasně bílá, ABB Swing / Swing L	ks	12	59 Kč	708 Kč
35	Zásuvka dvojnásobná polozapuštěná, s clonkami, jasně bílá, ABB Swing L	ks	4	110 Kč	440 Kč
36	Zásuvka dvojnásobná s ochranou před přepětím, jasně bílá, ABB Swing	ks	2	765 Kč	1 530 Kč
37	Zásuvka jednonásobná, s ochranou před přepětím, jasně bílá, ABB Swing	ks	1	691 Kč	691 Kč
38	Garant zásuvka 5515N-C05761 vzor C vestavná, technická venkovní, Al,	ks	2	304 Kč	608 Kč
39	Chráníč s jističem 4P, 16 A, 30 mA, B, 10 kA, typ: A Hager	ks	2	2 927 Kč	5 854 Kč
40	Zásuvka nástěnná 16A, 3p, IP67, 6h ABB	ks	2	290 Kč	580 Kč
Celková cena za elektroinstalační materiál pro zásuvkové obvody					36 179 Kč
Celkem dohromady					77 354 Kč

Od různých výrobců jsem vybral sortiment elektroinstalačního materiálu ve dvou různých variantách (Varianta A a varianta B). Hodnoty cen elektroinstalačního materiálu odpovídají aktuální nabídce na trhu. Množství jsem stanovoval na základě uvážení přibližné velikosti objektu, počtu místností a na základě

vlastních zkušeností z provozu, s ohledem na jistou rezervu materiálu, jako jsou kabely, svorkovnice, ohebné protahovací trubky atd. Uvedené cena za materiál jsou včetně DPH.

Přípojková skříň je již zabudována, a proto jí nezahrnuji do pořizovací ceny za připojení. Co však do celkové ceny za připojení je nutné započítat je podíl žadatele pro 3 fázové připojení. Tento měrný podíl žadatele je 500Kč/A. Pokud bychom si vybrali, jistič 3x32A museli bychom uhradit zálohu za připojení ve výši 50 % což činí 8 000Kč, celkem je to tedy 16 000Kč. Pokud bychom se rozhodli pro jistič 3x25A tento podíl by celkem činil 12 500Kč, což je rozdíl 3500Kč, které bychom ušetřili.

Přípojovací kabel CYKY-J 4x10mm² stojí 126Kč/m, tento kabel bychom použili jen za předpokladu, že by zkratový výkon napájecí soustavy byl ≤ 3,34MVA. Pokud by měla ale napájecí síť větší zkratový proud použili bychom průřez větší a propočítali bychom ho stejným způsobem uvedeným v kapitole 3. Cenový rozdíl za metr vodiče o stupeň vyšší tedy vodiče CYKY-J 4x16 je cca 50Kč.

Pro spotřebitelské rozvody jsem ve Variantě A vybral klasické spotřebiče v levnějším provedení, ochranné a jistící přístroje jsou od firmy Hager. Celková odhadovaná cena za tuto instalace je dohromady 58 844Kč. Jedná se o cenu pouze za materiál, cena za práci a energie zde není uvedena. V ceně je zahrnut i připojovací poplatek a přibližná odhadovaná cena elektroměru včetně přijímače HDO. Jelikož je doporučený elektroměr od ČEZ Distribuce a.s, který si instalaci provádí sám a je tak i vlastníkem tohoto elektroměru, není samostatně dostupný na trhu, pouze s využíváním služeb distributora. Jeho cena se tak nedá přesně zjistit. Rovněž v této celkové částce nejsou zahrnuty náklady za slaboproudý rozvod a soustavu hromosvodu, pro ně jsem vytvořil jen jednu variantu společnou pro variantu A i B.

4.1.3 Společná část odhadu investice nákladů za slaboproudý rozvod a soustavu hromosvodu.

Pořadové číslo	Položka	Jednotka	Množství	Cena za kus	Celková cena
Slaboproudé rozvody					
	Eaton 108900 19Věžový rozváděč NTS-450A4/GL/ZS	ks	1	3 762 Kč	3 762 Kč
2	Koaxiální kabel AQ KWX100	m	75	10 Kč	750 Kč
3	Ethernet kabel UTP RJ-45 (LAN)	m	65	9 Kč	585 Kč
4	DATAKOM konektor STP CAT5E 8p8c- RJ45 lanko	ks	7	14 Kč	98 Kč
5	Spojka RJ45 kat.5e UTP, šedá	ks	2	45 Kč	90 Kč
6	Zásuvka TV + R + SAT koncová 3dB PW - lesklá bílá TEM	ks	4	305 Kč	1 220 Kč
7	Zásuvka CAT5e KS RJ45 8/8 PW - lesklá bílá TEM	ks	3	205 Kč	615 Kč
8	AC zásuvka do stěny s 2 porty pro nabíjení USB	ks	3	190 Kč	570 Kč
9	Držák se stožárem mezi krovy stavitelný 48/1300	ks	1	2 500 Kč	2 500 Kč
10	Anténa Televes DAT BOSS TFORCE LTE, 45 dB, LTE filtr (anténa se zesilovačem)		1	1 300 Kč	1 300 Kč
	Celková cena za slaboproudý rozvod				11 490 Kč
Hromosvod (soustava)					
11	Tyč jímací, JP 15/M16 (materiál AlMgSi, délka 1,5m)	ks	1	220 Kč	220 Kč
12	Podstavec pro jímací tyč	ks	1	225 Kč	225 Kč
13	Svorka k jímací tyči, SJ 01	ks	1	32 Kč	32 Kč
14	Ochranný úhelník FeZn	ks	2	150 Kč	300 Kč
15	Svorka spojovací SS	ks	8	9 Kč	72 Kč
16	Drát zemnicí AlMgSi (20 kg/bal = 148bm) (průměr 8)	ks	1	180 Kč	180 Kč
17	Páska NEREZOVA uzemňovací - svitek FeZn (prumer 10)	m	10	20 Kč	200 Kč
18	Pásoviva zemnicí 30X4 mm FeZn	m	65	25 Kč	1 625 Kč
18	Připojovací svorka	ks	14	3 Kč	42 Kč
20	Upevňovací svorky do zdíva	ks	12	60 Kč	720 Kč
	Celková cena za hromosvod				3 616 Kč

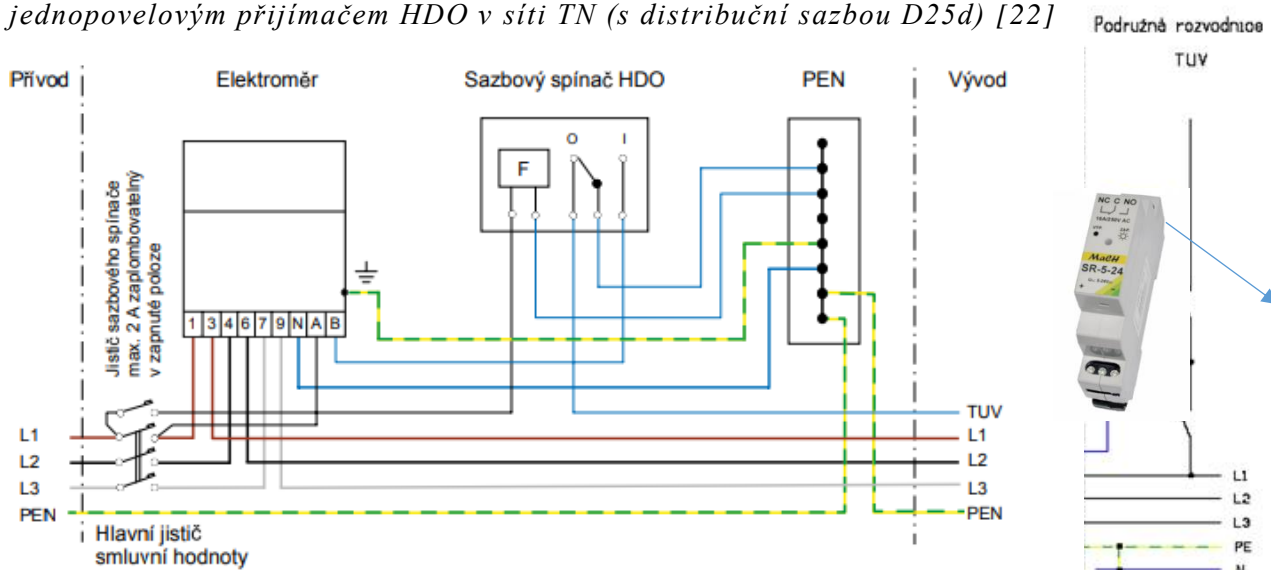
Než tyto dvě varianty začnu porovnávat. Je důležité si pro lepší souvislost uvést volby bojleru a následně i sjednaného tarifu.

4.2 Volba bojleru pro ohřev TUV:

Nabízí se tři možnosti, první možnost je použití jednopólového přijímače HDO napojeným na elektroměr, který bude dávat povel připojenému spínacímu relé v době nízkého tarifu, silové spínací relé bude spínat

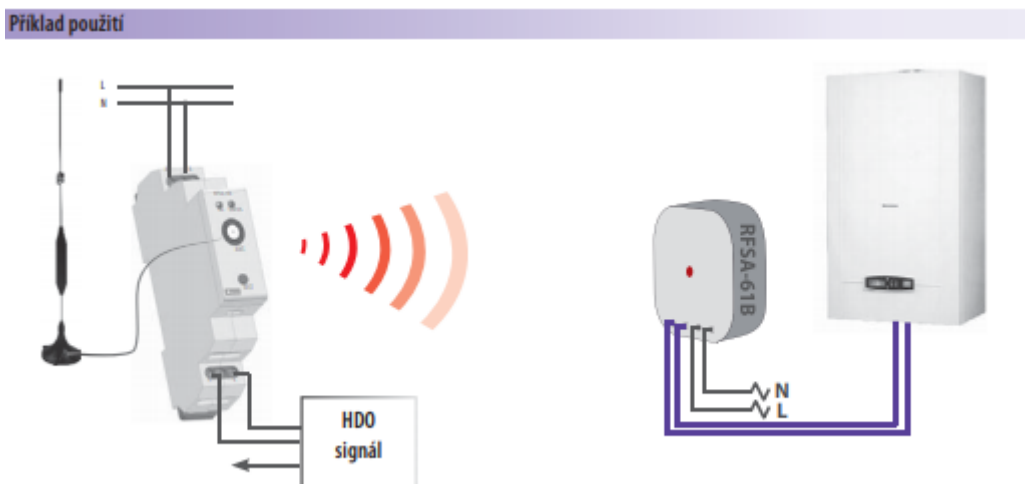
obyčejný elektrický bojler. Relé je možné pořídit za cenu 255Kč. S uvažováním slaboproudého kabelu pro ovládací impuls v ceně 120Kč.

Sch.4.1 Schéma zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN (s distribuční sazbou D25d) [22]



Druhou možností je, že se místo silového spínacího relé použije univerzální vysílací modul RFSG -1M z kterého lze bezdrátově ovládat spínací aktor RFSA-61B který je programovatelný (i několik zároveň), dal by se tedy i využít k napájení pračky a sušičky v nízkém tarifu(NT). Vzhledem k možnému naprogramování lze zajistit, že v době nízkého tarifu spustí prací cyklus, jenž je naplánován například na každou první a poslední středu v měsíci, a po skončení NT (garantovaná doba NT je 1h od distributora), bez přerušení dopere na nízký tarif. Stejným způsobem lze napájet například i myčku. Cena tohoto modulu se spínacím aktorem je 2680Kč.

Obr.4.1 Ukázka zapojení RF vysílače v praxi. [23]



Třetí volbou je bojler od firmy Dražice se smart technologií. Tento bojler je vybaven vnitřní jednotkou s inteligentním termostatem smart a vlastním přijímačem HDO signálu. Díky tomu je možné rozlišit NT a VT s využitím ve čtyřech režimech SMART, SMART HDO, MANUAL a MANUAL HDO. Bojler je ovladatelný jak přes mobilní telefon, tak i manuálně. Režim SMART HDO umožňuje na základě

pravidelně ukládaných dat spínání určit čas NT a začít natápět s předstihem, tak aby byla teplá vody vždy k dispozici. Umožňuje poměrně snadnou elektrickou instalaci, připojením jednofázově k síti 230 V/50 Hz pevně připojeným pohyblivým kabelem o průřezu 10 mm², zásuvka, do níž je ohřivač připojen nesmí být vypínána dle signálu HDO. Celkem lze bojler pořídít za 7 489Kč. (viz příloha DataSheet1 list HDO)

Obr.4.1.1 Obrazovka přepínání režimu bojleru [24]



4.3 Volba Sazby

Sazbu tarifu si volíme s ohledem na to, jaké spotřebiče jsou v domácnosti používány, vzhledem k tomu, že používáme běžné užitkové spotřebiče včetně spotřebičů pro vaření a k ohřevu TUV (teplá užitková voda), pro objekt je vhodné sjednat dvousazbový tarif D25. Dvoutarifová sazba s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu je určena především domácnostem, které využívají elektřinu k ohřevu teplé užitkové vody. Distributor nabízí i sazbu D26d, ta je však výhodná pro domácnosti, co mají vyšší odběr v NT například ty, které využívají NT k občasnému dotápění přímotopy. Proto je výhodné zvolit sazbu D25d. Podrobnější informace o sazbě i to jak na ní lze dosáhnout jsou uvedeny v příloze (viz DataSheet1 list Sazba. Na informačním portále info.tzb jsem zkoušel porovnávat různé prodejce a jejich ceny za elektrickou energii. Vybral jsem z nich nejpríjemnější dva, a ty jsem uvedl v příloze. Pokud bych měl tedy možnost volby, vybral bych si prodejce MND se sazbou AKU 8H produkt (MND / Proud - Online – Domácnosti, který nabízí tyto ceny elektřiny v prvním roce.

D25d - Dvoutarifová sazba s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 8 hodin

Distribuční území	ČEZ
Cena silové elektřiny VT bez DPH / vč. DPH [Kč / kWh]	1,14 / 1,39
Celková cena VT bez DPH / vč. DPH [Kč / kWh]	3,48 / 4,21
Cena silové elektřiny NT bez DPH / vč. DPH [Kč / kWh]	0,78 / 0,95
Celková cena NT bez DPH / vč. DPH [Kč / kWh]	1,47 / 1,78
jistič	měsíční platba v Kč bez DPH / vč. DPH
jistič do 3x10 A a do 1x25 A včetně	81,19 / 98,24
jistič nad 3x10 A do 3x16 A včetně	111,19 / 134,54
jistič nad 3x16 A do 3x20 A včetně	131,19 / 158,74
jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	157,19 / 190,20
jistič nad 3x25 A do 3x32 A včetně	192,19 / 232,55
jistič nad 3x32 A do 3x40 A včetně	233,19 / 282,16
jistič nad 3x40 A do 3x50 A včetně	284,19 / 343,87
jistič nad 3x50 A do 3x63 A včetně	349,19 / 422,52
jistič nad 3x63 A do 3x80 A včetně	30,19 / 36,53
jistič nad 3x80 A do 3x100 A včetně	30,19 / 36,53
jistič nad 3x100 A do 3x125 A včetně	30,19 / 36,53
jistič nad 3x125 A do 3x160 A včetně	30,19 / 36,53
jistič nad 3x160 A za každou 1 A	0,00 / 0,00 + fixních 30,19 / 36,53
jistič nad 3x63 A za každou 1 A	5,07 / 6,13 + fixních 35,26 / 42,66
jistič nad 1x25 A za každou 1 A	1,69 / 2,04 + fixních 31,88 / 38,57

Tab.4.1.1 Ceny za NT a VT prodejce MND se sazbou AKU 8H

4.4 Porovnání varianty A a varianty B.

Celková cena varianty A včetně poplatku za připojení a přičtení ceny společné části návrhu pro hromosvod a slaboproudý rozvod, činí 77 354Kč. A u varianty B tato částka činí 91 270Kč. Varianta B je tedy celkem dražší o 18 510Kč. I takto jednoduše lze porovnat dvě investice, ale v tomto případě bychom asi nejednali správně, z hlediska racionálně uvažujícího člověka je nutné porovnat několik hledisek, například z pohledu budoucích ročních provozních nákladů za provoz.

Zatímco u varianty A mohou využívat pro provozování v NT jen bojler, u varianty B, se nabízí provoz spotřebičů v nízkém tarifu i pro pračku sušičku a myčku. Za pomoci RF vysílače napojeného na HDO signál dává impulsy svým aktrorům zapojených v obvodu pračky, sušičky a myčky, které na základě těchto kódů spínají jejich obvody v době NT. Aby se cyklus praní či mytí nezastavil, je možné RF set s multifunkčními spínacími aktory, nastavit se stejným zpožděním jako zásuvky ovládané impulzy HDO, jak bylo uvedeno v kapitole 2.7.

Za předpokladu následujícího modelu, elektrických spotřebičů, ze kterého jsem vycházel i při určování soudobého příhonu (viz příloha DataSheet1 list Spotřebiče) uveden na poslední straně. Pak můžu orientačně vypočítat očekávanou roční provozní spotřebu, pro obě varianty, a tím stanovit jaká varianta bude z hlediska nákladů za budoucí provoz výhodnější.

Tab.4.4 Tabulka porovnání variant z hlediska spotřebičů pracujících v nízkém tarifu

Varianta	Popis	Roční spotřeba kWh	Roční spotřeba Kč	Celkem
B	Celková předpokládaná roční spotřeba spotřebičů pracujících v NT	2628,1 kWh za rok	4678 Kč	4678 Kč
A	Bojler pracuje v nízkém tarifu	1762,1 kWh za rok	3137 Kč	
A	Myčka, pračka, sušička ve vysokém tarifu	865,9 kWh za rok	3646 Kč	6782 Kč

Tabulka 4.4 udává hodnoty roční spotřeby vzorových spotřebičů na základě Variant jejich napájení. Z tohoto vyplývá, že s variantou B ročně ušetřit při fixních cenách tarifu až 2 104Kč. Při fixních částkách za tarif a uvažovanou modelovou spotřebou by byla doba návratnosti v tomto modelu do 9 let provozování.

4.5 Celkový odhad ročních provozních nákladů za spotřebu

Celkový odhad ročních provozních nákladů za spotřebu elektrické energie pro rodinný dům v lokalitě, kterou udává tabulka Tab4.5 s následujícími vstupními daty pro vybraný tarif je uveden v tabulce Tab.4.5.1 a činí 26 113Kč ročně u varianty A a u varianty B 24 009Kč.

Tab.4.5 Vstupní data pro určení spotřeby [26]

Kraj:	Ústecký kraj		
Okres:	Louny		
Sazba:	D25d - Dvoutarifová sazba s dobou nízkého tarifu 8h		
Jistič:	jistič nad 3x25A do 3x32A včetně		
Spotřeba VT za období (rok):	3000kWh	Typická spotřeba domácnosti v tarifu D25d pro (3-5 osob)	
Spotřeba NT za období (rok):	6000kWh		

Tab.4.5.1 Roční platba distributorovy za spotřebu elektrické energie [26]

Souhrnné informace	Vybraná nabídka
Celková cena vč. DPH	26 113 Kč
Celková cena silové elektřiny VT vč. DPH	4 155 Kč
Celková cena silové elektřiny NT vč. DPH	5 688 Kč
Pravidelné platby obchodníkovi vč. DPH	360 Kč
Průměrná cena za kWh vč. DPH	2,90 Kč
Doporučená výše měsíční zálohy (11 záloh / rok)	2 140 Kč
Doporučená výše měsíční zálohy (12 záloh / rok)	1 960 Kč

Závěr:

V práci jsem uvedl možné metodiky správného návrhu elektroinstalace v rodinném domě s návazností na související zákony a vyhlášky, které s tímto tématem souvisejí. Začal jsem s možnými způsoby realizace přívodního kabelového vedení včetně návrhu jištění přípojky. V další části jsem se zabýval návrhem správné metody zapojení ochrany jejich funkcí a principem. Následně jsem uvedl správný postup při výběru vodičů pravidla a zásady jejich jištění a uložení pro dané prostředí. Zabýval jsem se tematikou spotřebitelských obvodů jako světelné a zásuvkové obvody včetně slaboproudých obvodů v podobě sdělovacích sítí ethernet a televizních sítí. Nastínil jsem čtenáři instalaci v prostorách s nebezpečím úrazu a jak by měl chránit své obvody před vnějšími atmosférickými vlivy. Ve třetí kapitole jsem čtenáře seznámil s správným postupem dimenzování kabelu a jeho volbou s ohledem na maximální soudobý proud a také s tím, zda vodič vyhovuje v daném prostředí s ohledem na jeho průřez a proudovou zatížitelnost. Stanovil jsem minimální průřez kabelu za předpokladu velikosti omezení zkratového výkonu napájecí sítě. V poslední kapitole jsem provedl odhad investičních a provozních nákladů pro konkrétní model spotřeby s možností volby varianty elektroinstalace.

Použitá literatura:

Příslušné legislativní dokumenty, ČSN EN a PNE

Elektrotechnické normy ČSN slouží k normalizaci a sjednocení výroby v elektrotechnickém průmyslu. Stanovují jakousi referenční úroveň, ke které se poměřují úrovně výrobků či služeb v elektroinstalaci a výrobě elektrických součástek a jejich montáže. Dále podporují rovnovážný stav mezi jakostí a náklady a stanovují kritéria pro bezpečnost. U veřejných zakázek jsou nezbytně vyžadovány a pro zhotovitele slouží jako efektivní nástroj v konkurenčním boji. Jejich obsahy jsou zpoplatněné a podléhají autorským právům.

Zde uvedeme přehled základních elektrotechnických norem a předpisů, podle kterých je vhodné postupovat při navrhování elektroinstalace v budově: (Soubor norem ČSN 33 2000 a ČSN 33 2130 a dalších)

- **ČSN 33 3320 ed. 2** Norma platí pro navrhování, zřizování a rekonstrukci elektrických přípojek nn, vn, vvn a zvn.

- ČSN 35 9754 Závěry a klíče pro zajišťování hlavních domovních skříní, rozpojovacích jističích skříní a rozvodných zařízení nn, umístěvaných v prostředí venkovním.
- ČSN 33 2000-5-51 ed.3 Elektrická instalace budov: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy.
- ČSN 33 2000-5-52 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrické vedení
- ČSN 33 2000-4-41 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem.
- ČSN 33 2000-4-42 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí: Bezpečnost – Ochrana před účinky tepla
- ČSN 33 2000-4-43 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí: Bezpečnost – Ochrana před nadproudy
- ČSN 33 2000-4-444 Elektrické instalace nízkého napětí: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením; Ochrana proti atmosférickým a spínacím přepětím.
- ČSN 33 2000-4-482 Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení 4. část: Bezpečnost – Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů; Ochrana proti požáru v prostorách se zvláštním rizikem nebo nebezpečím.
- ČSN 33 2000-5-537 Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení 5. část: Výběr a stavba elektrických zařízení – Spínací a řídicí přístroje; Přístroje pro odpojování a spínání.
- ČSN 33 2000-5-54 Elektrické instalace nízkého napětí: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče.
- ČSN 33 2000-5-559 Elektrická instalace budov: Výběr a stavba elektrických zařízení – Ostatní zařízení – Svítidla a světelné instalace.
- ČSN 33 2000-5-523 Elektrická zařízení Část 5 – Výběr a stavba elektrických zařízení Oddíl
- 523 – Dovolené proudy
- ČSN 33 2000-7-701 ed.2 Elektrická instalace budov 7. část: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Prostory s vanou nebo sprchou
- ČSN 33 2000-7-713 Elektrická instalace budov 7. část: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Nábytek.
- ČSN 33 2000-7-715 Elektrické instalace budov: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – světelná instalace napájená malým napětím.
- ČSN 33 2130 ed.2 Elektrická instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody
- ČSN EN 61439-4 Rozvaděče nízkého napětí 4.část: Zvláštní požadavky pro staveništní rozvaděče (ACS)
- ČSN EN 60909-0 (33 3022) 2002 Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách – Část 0: Výpočet proudů
- ČSN 34 0350 (340350) Pohyblivé přívody a šňůrová vedení
- IEC 60269-1 (ČSN EN 60269-1) Pojistky nízkého napětí - Všeobecné požadavky

Další dodatky, a komentáře k příslušným normám lze vyhledat v tzv. Technických normalizačních informacích (TNI)

Odborná literatura:

Knihy:

- [1] KUNC, Josef. Elektroinstalace krok za krokem. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010. 120 s. Profi & hobby; 139. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [2] DVOŘÁČEK, Karel. Správná a bezpečná elektroinstalace. 6. vyd. V Brně: CPress, 2012. 152 s. Stavíme. Sítě a rozvody. ISBN 978-80-264-0013-4.
- [3] FENCL, František. Elektrický rozvod a rozvodná zařízení. Vyd. 4. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. 198 s. ISBN 978-80-01-04351-6.
- [4] KUNC, Josef. Rekonstrukce elektroinstalace. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. 102 s. Profi & hobby; 165. ISBN 978-80-247-4789-7.
- [5] TKOTZ, Klaus a kol. Příručka pro elektrotechnika. Překlad Jiří Handlíř. 2. doplněné vydání. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel, 2014. 623 stran. ISBN 978-3-8085-3034-4.
- [6] PRE, publikace pro zákazníky, Elektroměry historie a současnost. Pražská energetika, a.s. Praha 10: 2009. Dostupné [online] na www.pre.cz
- [7] POHORSKÝ, Jiří. HDO - hromadné dálkové ovládání. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2002. 118 s. ISBN 80-7300-054-7.
- [8] Připojovací podmínky NN pro osazení měřicích zařízení v odběrných místech napojených z distribuční sítě nízkého napětí. ČEZ Distribuce a.s. [online]. 2011 [cit. 2015-02-21].
- [9] MACHÁČEK, Václav. Elektrické přípojky nízkého napětí a připojovací podmínky dodávky elektřiny. Praha: IN-EL, 1998, 182 s. ISBN 80-86230-01-5.
- [12] MĚŘIČKA, Jiří, Václav HAMATA a Petr VOŽENÍLEK. Elektrické stroje. Vyd. 2. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02109-2.
- [17] BERKA, Štěpán. Elektrotechnická schémata a zapojení 1. druhé vydání. Praha: BEN, 2008. ISBN 978-80-7300-239-8.
- [19] KRÍŽ, Michal. Dimenzování a jištění elektrických zařízení - tabulky a příklady. Čtvrté - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2015. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-07-9.
- [21] Němeček, F.: Přenos a rozvod elektrické energie. Skripta ČVUT, 1983.

Internetové zdroje, vyhlášky a odborné články:

- [10] ČEZ DISTRIBUCE – informace pro zákazníky – průvodce elektroměry [online] 2017 [citace 30.12.2017]. Dostupné z: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/technicke-informace/pruvodce-elektromery/echelon83331-3.html>
- [11] *Pojistkové systémy Eaton* [online], Dostupné z: http://www.profiklubelektrotechniku.cz/files/upload/content/Eaton_tour_2014_Pojistkove-systemy-Eaton.pdf
- [13] Modulové přístroje – Jističe -Charakteristika B,C. [online]. Dostupné z: <http://www.ceha-kdc.cz/eshop/cat/15/15-02-092-21060.pdf>
- [14] Proudové chrániče v bytových rozvodech – odborný časopis [online] 2008 ELEKTRO6. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37263.pdf>

[15] OEZ Aplikační příručka pro přepětové ochrany [online] 2012. Dostupné na <http://www.oez.cz/aktuality/aplikacni-prirucka-prepetove-ochrany>

[16] PaedDr. Petr Duchek a Bc. Daniel Trnka, Učební text pro obor Elektrikář – silnoproud, Code Creator, s.r.o. [online]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/168/Cover.html>

[18] ABB EPJ 2018 kompletní ceník (základní sortiment, DES, KNX, rozvodnice, modulární přístroje, elektroměry) [online], Dostupné z: <https://www.elima.cz/ke-stazeni/>

[20] On-line katalog elektro-produktů na trhu [online]. Dostupné na <http://www.ielektra.cz/kabel-cyky-j-4x10>

[22] Požadavky na umístění, provedení a zapojení malých výroben nn [online]. Dostupné z: <https://www.eon-distribuce.cz/dokumenty-ke-stazeni/elektrina-2/predpisy/ostatni-dokumenty/pozadavky-na-umisteni-provedeni-a-zapojeni-mericich-souprav-u-zakazniku-a-malych-vyroben-s-pripojovanim-vykonem-do-250-kw-pripojenych-k-elektricke-siti-nizkeho-napeti-platne-od-1-6-2013/EON-zapojeni-mericich-souprav.pdf>

[23] Manuál k univerzálnímu vysílači RF od firmy RF Control [online]. Dostupné z: <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.634-422.1.pdf>

[24] Návod k obsluze OKHE SMART [online] Dostupné z: https://warne.cz/get_dokument.php?id=1457509324

[25] Uživatelský manuál, zásuvky ovládaná HDO příkazy [online]. Dostupné z: http://www.uni-shop.cz/fotky1449/fotov/_ps_714hdomanual.pdf

[26] Informační web [online] Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz>

[1z] Vyhláška č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

[2z] Vyhláška č. 323/2017 Sb. § 34 připojení staveb k distribučním sítím

Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.

Seznam schémat:

1.1.1 Koncové připojení s jednou trojicí pojistek za kabelovou koncovkou [3]

1.1.2 Připojení do smyčky se dvěma kabely ve smyčce z nich každý lze odpojit příslušnou trojicí pojistek. [3]

1.1.3 Situační plán přípojky

1.2.1 Blokové schéma připojení:

1.5.1 Schéma uložení vodiče do země [9]

2.2.1 Blokové jednopólové schéma elektronického impulzního elektroměru: [6]

2.5.3 Schéma principu proudového chrániče [12]

Sch.2.5.4 Schématické uspořádání ochran pro Impulzní výdržná napětí U_{imp} pro síť nn 230/400 V dle ČSN EN 60664-1 [15]

Sch.2.7.1 Schéma zapojení snímače pohybu se signalizací pohybu [4]

Sch.2.6.1.1 Schéma zapojení stmívače pro zářivková svítidla [4]

Sch.3.1.5 Schéma zkratového obvodu

Sch.4.1 Schéma zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN (s distribuční sazbou D25d) [22]

Seznam obrázků:

Obr. 2.2.2: Vzhled moderního elektroměru ECHELON 8331-3 [10]

Obr. 2.5.1 Nožová pojistka typu NH gG/gL [11]

Obr. 2.5.2 Vypínací charakteristiky jističe pro jištění obvodů do 100 A [12]

Obr. 2.5.2.1 Sestava jističe pro domovní rozvody [12]

Obr. 2.5.3.1 Vypínací charakteristiky proudových chráničů (čas-proud) [12]

Obr. 2-7-1.1 Spodek spínače pro zapuštěnou montáž [1]

Obr. 2-7-1.2 Ovládací kolébka domovního spínače

Obr. 2.7.2.1 [17]

Obr. 2.7.2.2 [17]

Obr.2.7.2.3

Obr.2.7.3 Členění zón v místnosti s vanou [4]

Obr.4.1 Ukázka zapojení RF vysílače v praxi. [23]

Obr.4.1.1 Obrazovka přepínání režimu bojleru [24]

Seznam tabulek:

Tabulka 2.1: Průřezy vodičů odboček pro příslušný stupeň elektrizace [2]

Tabulka 2.1: Jmenovité hodnoty proudů pro hlavní jističe.

Tabulka 2.5.1 [11]

Tabulka 2.5.4. Impulzní výdržná napětí U_{imp} dle ČSN EN 60664-1 a napěťové ochranné hladiny U_p [15]

Tab.2.6.1 Způsoby uložení kabelů a vodičů [2]

Tab.2.6.2 Maximální délky rozvodů s vodiči s měděnými jádry v závislosti na dovoleném úbytku napětí [2]

Tabulka 2.7.1 Přehled řazení elektromechanických spínačů [16], [17]

Tab.3.1.3 Dovolonych úbytků napětí

Tab.3.1.44. Tabulka hodnot činitele ke v závislosti na době trvání zkratu pro danou napěťovou soustavu

Tab.4.1.1 Ceny za NT a VT prodejce MND se sazbou AKU 8H

Tab.4.4 Tabulka porovnání variant z hlediska spotřebičů pracujících v nízkém tarifu

Tab.4.5 Vstupní data pro určení spotřeby [26]

Tab.4.5.1 Roční platba distributorovy za spotřebu elektrické energie [26]

Tab.X Model spotřeby

pozn.	Pořadové číslo	Položka	Jednotka	Celková cena		Množství	Přikon v režimu Stand-by		Instalovaný příkon [W]	Přibližná doba provozu [hod/rok]	Roční spotřeba energie [kWh/rok]	Doba mimo provoz [hod/rok]	Spotřeba	
							Stand-by						[kWh/rok]	Stand-by [kWh/rok]
2. Spotřebiče														
	2.1	Oběhové čerpadlo	ks	2 630,00 Kč		1		45	146	6,6	8614			
	2.2	Hifi-věž	ks	7 638,00 Kč		1	3,2	2700	101,4	273,8	8658,6		28,1	
	2.3	Kávovar	ks	7 999,00 Kč		1	0,6	1450	12,4	17,9	8747,6		5,2	
	2.4	Kompresor	ks	2 498,00 Kč		1		1500	2,1	3,2	8757,9		0	
	2.5	Ruční koupelnové spotřebiče	ks	1 174,00 Kč		4	0,2	2070,5	60,8	126,0	8699,2		1,7	
A++	2.6	Lampy	ks	5 484,32 Kč		5	3,1	35	851,7	29,8	7908,3		24,1	
A+++	2.7	Lednice	ks	15 490,23 Kč		1		120	8760	164,3		0	0	
	2.8	Mikrovlnná trouba	ks	1 733,00 Kč		1	3	1250	30,4	38,0	8729,6		26,2	
	2.9	Mixér	ks	999,00 Kč		1		350	16,2	5,7	8743,8		0	
A+++	2.10	Mrazicí box	ks	8 367,00 Kč		1		90	8760	127,7		0	0	
A++	2.11	Myčka	ks	15 168,00 Kč		1		840	730	613,2	8030		0	
	2.12	Nabíječky pro užitkovou elektroniku	ks	2 275,00 Kč		4		108	334,6	36,1	8425,4		0	
A+, A+	2.13	Osvětlení na chodbách a schodišti	ks	520,00 Kč		7		61,5	212,9	13,1	8547,1		0	
A+, A+	2.14	Osvětlení v garáži	ks	1 196,00 Kč		3		52	60,8	3,2	8699,2		0	
A+	2.15	Osvětlení v ložnici	ks	58,00 Kč		1		12	228,1	2,7	8531,9		0	
A+	2.16	Osvětlení v místnostech pro zájmovou činnost	ks	1 138,00 Kč		2		40	365,0	14,6	8395,0		0	
A+, A+	2.17	Osvětlení v obývacím pokoji	ks	912,00 Kč		3		43	1216,7	52,3	7543,3		0	
A+, A+	2.18	Osvětlení koupelny a toalet	ks	551,00 Kč		3		25	304,2	7,6	8456		0	
A+, A+	2.19	Osvětlení v užitkových místnostech pro domácí práce	ks	212,00 Kč		3		28,5	273,8	7,8	8486,3		0	
A+, A+	2.20	Osvětlení venkovní	ks	8 066,00 Kč		6		113	486,7	55,0	8273,3		0	
A+++	2.21	Pračka	ks	5 999,00 Kč		1		600	160,5	96,3	8599,5		0	
	2.22	Router + modem	ks	517,00 Kč		1		10	8750	87,5	10		0	
	2.23	Rychlovarná konvice	ks	499,00 Kč		1		1630	48,7	79,3	8711,3		0	
	2.24	Stolní počítač (sestava)	ks	15 644,00 Kč		1	11	205	365	74,8	8395		92,3	
A+++	2.25	Sušička	ks	13 990,00 Kč		1		1500	104,3	156,4	8655,7		0	
	2.26	Tiskárna	ks	2 909,00 Kč		1	5	290	15	4,4	8745		43,7	
	2.27	Toustovač	ks	352,00 Kč		1		700	18,3	12,8	8741,8		0	
	2.28	Trouba	ks	12 981,00 Kč		1		2980	43,5	129,5	8716,5		0	
	2.29	TV	ks	21 695,00 Kč		1	1,0	75	1034,2	77,6	7725,8		7,3	
	2.30	Ventilační jednotka	ks	18 426,00 Kč		1		1,1	1332,3	14,7	7427,8		0	
	2.31	Vysavač	ks	3 177,00 Kč		1		1200	43,5	52,1	8716,5		0	
	2.32	Zahradní nářadí	ks	7 409,00 Kč		2		3200	60,8	194,7	8699,2		0	
A+	2.33	Žehlička	ks	1 399,00 Kč		1		2600	28,1	73,0	8731,9		0	
	2.34	Kuřilské nářadí	ks	6 724,00 Kč		3		4000	15,6	62,6	8744,4		0	
	2.35	Elektronický budík	ks	419,00 Kč		1		5	8760	43,8	0		0	
	2.36	Kuchyňský robot	ks	4 999,00 Kč		1		900	4,3	3,9	8755,7		0	
	2.37	Sklokeramická varná deska	ks	4 089,00 Kč		1		4000	202,8	811,1	8557,2		0	
	2.38	Topinkovač	ks	540,56 Kč		1		850	11,4	9,7	8748,6		0	
	2.39	Boiler	ks	5 187,00 Kč		1		2200	801	1762,1	7959		0	
				Celkem		72	27,0	37889,5	44752,8	5344,8	296887,2	228,7	228,7	

Přílohy k bakalářské práci:

DataSheet1.xlsx

Bilace.xls