

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



**Elektrická instalace stavebního objektu
(budovy) pro specifické účely**

bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.

Autor práce: Radek Mašek

Praha 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radek Mašek

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Elektrická instalace stavebního objektu (budovy) pro specifické účely

Název anglicky

Electric grid on building for special purpose

Cíle práce

Přehledová studie předpisů pro návrh elektrické instalace stavebního objektu určeného pro integrovaný záchranný systém popř. hasiče. Sestavení normativních podkladů pro provedení elektrické instalace ze zřetelem ke specifickým provozním podmínkám případně zálohování dodávek energie.

Metodika

1. Zpracování literárních podkladů k návrhu elektrických instalací stavebních objektů specifického určení. Zjištění normativních standardů pro nově budované objekty obdobného druhu.

2. Osnova:

- obecná problematika silnoproudého napájení stavebního objektu.
- otázky zajištění osvětlení v objektu.
- otázky provedení zásuvkových obvodů 1-fázových/3-fázových
- otázky provozu vzduchotechnických zařízení
- problematika záložního napájení objektu
- problematika provozu nabíjecí techniky
- závěr

Doporučený rozsah práce

30 – 40 s.

Klíčová slova

Stavební objekt, záchranný systém, elektrická instalace, osvětlení, záložní napájení

Doporučené zdroje informací

Dvořáček, K. / Správná a bezpečná elektroinstalace ; ISBN:8086517462; Rok vydání:2001.
Marková, L., Pavlíček, I. / Umělé osvětlení, elektrorozvody, hromosvody ; Praha: ČVUT 1993 .
Normy ČSN 33 2XXX-Y-ZZ
Petrbok K., Klíma, J., Pokorný, K. / Cvičení z elektrotechniky a elektrizace-2 ; Praha: VŠZ 1982
Petrbok K., Pokorný, K. , Klíma, J. / ELEKTROTECHNIKA A ELEKTRIZACE-2 ; Praha: VŠZ 1985 .
Vurm A. / Základy elektrotechnického inženýrství 1 ; Praha:CVUT 1989, 178s.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra elektrotechniky a automatizace

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Elektrická instalace budov pro Integrovaný záchranný systém vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne:

Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Zbyňku Vondráškovi, Ph.D. za odborné vedení a podmětné připomínky, které mi pomohly při psaní této práce. Dále chci poděkovat své rodině a kolegům, kteří mě podporovali, a byly nápomocni, kdykoliv bylo zapotřebí.

Abstrakt

Tato bakalářské práce seznamuje čtenáře s problematikou budov sloužících pro potřeby Integrovaného záchranného systému. Obsahuje přehledovou studii předpisů potřebných pro návrh elektrické instalace stavebního objektu určeného pro Integrovaný záchranný systém. Součástí práce jsou normativní podklady pro provedení elektrické instalace se zřetelem ke specifickým provozním podmínkám a zálohování dodávek energie.

Klíčová slova: Stavební objekt, záchranný systém, elektrická instalace, osvětlení, záložní napájení

Electric grid on building for special purpose

Abstrakt

This bachelor thesis acquaints the readers with the problems of buildings which serve for needs of Integrate Rescue System. It contains an overview study for the proposal of the electrical installation the building determined for Integrated Rescue System. The part of work are normative materials for performance of the electrical installations with regard to the specific operating conditions and the backup of power supplies.

Keywords: Building facility, rescue system, electrical installation, lighting, backup power supply

Obsah

1	Úvod	1
2	IZS	1
2.1	HZS	2
2.2	PČR	2
2.3	ZZS	3
3	Vývoj stavebních objektů HZS	4
3.1	Hasičská stanice - historie	4
3.2	Hasičská stanice - současnost	5
3.3	Hasičská stanice - budoucnost	5
4	Obecná problematika rozvodů nízkého napětí budov IZS	6
4.2	Silnoproudé napájení objektu	9
4.3	Záložní napájení objektu	14
4.4	Kompenzace jalového výkonu	15
4.5	Provedení zásuvkových obvodů 1f/3f	17
4.5.1	Obecná instalace a vedení	18
4.5.2	Dimenzování a jištění elektrických zařízení, proudové chrániče	21
4.5.3	Přepět'ová ochrana	27
4.5.4	Zdroj nepřerušovaného napájení – on-line UPS	30
4.6	Zajištění osvětlení v objektu	30
4.6.1	Nouzové osvětlení	31
4.6.2	Osvětlení místností	32
4.6.3	Noční osvětlení	33
4.6.4	Osvětlení venkovní	33
4.6.5	Osvětlení ve výbušném prostředí	34
4.6.6	Poplachové osvětlení	34

4.7	Napájení motorů pro vzduchotechniku	35
4.8	Vybavení jednotlivých místností elektrickým zařízením.....	35
5	Závěr.....	36
	Seznam použitých zdrojů.....	38
	Příloha č.1 – Bezpečnostní značení [10].....	41
	Příloha č.2 - Kategorie odběratelů el. energie [21].....	42
	Příloha č.3 - Schéma zapojení dieselgenerátoru a sítě od distributora. [22]	43
	Příloha č.4 – Klasifikace UPS [21].....	44
	Příloha č.5 – Hodnoty součinitele k [14]	45
	Příloha č.6 – Počet doporučených vývodu [3].....	46
	Příloha č.7 – Použité zákony, předpisy a vyhlášky.....	48
	Příloha č.8 – Použité normy.....	50

Seznam obrázků

Obrázek 1	Prostup kabelu stěnou [10].....	11
Obrázek 2	Hlavní rozvaděč (schéma).....	13
Obrázek 3	Kompenzace [11]	16
Obrázek 4	Zóny instalace vedení [13]	19
Obrázek 5	Možné případy jištění [14]	22
Obrázek 6	Dimenzování a jištění [14]	24
Obrázek 7	Volba chrániče [15].....	26
Obrázek 8	Charakteristiky proudových chráničů [15].....	26
Obrázek 9	Umístění přepět'ové ochrany [16]	28
Obrázek 10	Zapojení přepět'ové ochrany s jištěním [16]	29
Obrázek 11	Zapojení osvětlení [20].....	31
Obrázek 12	Intenzita osvětlení venkovní prostory [19].....	34

Seznam použitých zkratek

UPS - zkratka z anglického názvu Uninterruptible Power Supply – nepřerušovaný zdroj energie

nn - nízké napětí

vn – vysoké napětí

V – volt

A – ampér

W – watt

m – metr

mm – milimetr

1f – jednofázový

3f – třífázový

AC – střídavé napětí

DC – stejnosměrné napětí

Hz – hertz (jednotka frekvence)

N/mm² – newton na milimetr čtvereční

TT, IT, TN-C, TN-S – druhy elektrických sítí

IZS – Integrovaný záchranný systém

HZS – Hasičský záchranný sbor

ZZS – Zdravotnická záchranná služba

RZP – rychlá zdravotnická pomoc

RLP – rychlá lékařská pomoc

LZS – letecká záchranná služba

ČSN – česká státní norma

BOZP – bezpečí a ochrana zdraví při práci

EZÚ – elektrotechnický zkušební ústav

Sb. – sbírka

HDO – hromadné dálkové ovládání

ČR – česká republika

MVČR – Ministerstvo vnitra české republiky

SOŠ – střední odborná škola

VOŠ – vyšší odborná škola

URNA - Útvar rychlého nasazení Policie ČR

ÚOOZ - Útvaru pro odhalování organizovaného zločinu

IEC – z anglického názvu International Electrotechnical Commission – mezinárodní elektrotechnická komise

HAR – harmonizace

CENELEC – z francouzštiny Comité Européen de Normalisation ELECTROTECHNIQUE
- Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice

OEZ - Orlické elektrotechnické závody (výrobce elektrotechniky)

CAD - z angličtiny computer-aided design - počítačem podporované projektování

ČSN EN – informace že ČSN je identická s původní evropskou normou

CE, GS – produktová certifikace

VDE - Asociace pro elektrické, elektronické a informační technologie

MaR – Měření a regulace

1 Úvod

Tato bakalářská práce popisuje problematiku elektrické instalace u budov Integrovaného záchranného systému. V první části jsou popsány jednotlivé složky Integrovaného záchranného systému a jejich hlavní úkoly, aby čtenář porozuměl jednotlivým složkám bezpečnostních sborů. Dále je popsán vývoj hasičské stanice od úplných počátků až po moderní budovy IZS.

V části vlastní řešení je popsáno návrh elektrické instalace stavebního objektu s přehledem platných zákonů, předpisů a norem. Jednotlivé kapitoly popisují podrobnou problematiku, která je odlišná od běžné elektrické instalace například pro občanskou výstavbu. Čtenáři jsou vysvětleny elektrické rozvody od distributora elektrické energie až po konečné zapojení jednotlivých přístrojů.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2 IZS

Integrovaný záchranný systém (dále jen IZS) je efektivní systém vazeb, pravidel spolupráce a koordinace záchranných a bezpečnostních složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací a přípravě na mimořádné události.¹ IZS vznikl při potřebě koordinace jednotlivých složek na místě mimořádné události. Nastavuje hierarchii velení, odpovědnosti a financování provedení záchranných a likvidačních prací. Základní složky IZS jsou:

- a) Hasičský záchranný sbor České republiky.
- b) Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany.
- c) Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby, zdravotnická záchranná služba.

¹ Česko. Zákon č. 239 ze dne 28. června 2000 o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 73. Dostupné z <http://www.zakonyprolidi.cz>

d) Policie České republiky.

Byla zřízená centrální tísňová telefonní linka číslo 112, kterou zaštiťují krajské operační střediska hasičského záchranného sboru České republiky.

2.1 HZS

Hasičský záchranný sbor se řadí mezi základní jednotky IZS. Mezi jeho hlavní úkoly patří ochrana životů a zdraví obyvatel, ochrana majetku a v neposlední řadě ochrana životního prostředí. Tyto činnosti provádí při požárech či jiných mimořádných událostech dle předpisu č. 320/2015 Sb. { Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů} a předpisu č. 133/1985 Sb. { Zákon České národní rady o požární ochraně}. Je také organizační složkou krizového řízení dle Předpisu č. 240/2000 Sb. { Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)}.

HZS je složen z:

- a) Generálního ředitelství HZS ČR (organizační složka MVČR).
- b) 14 krajských záchranných sborů.
- c) SOŠ a VOŠ požární ochrany ve Frýdku Místku.
- d) Záchranný útvar HZS ČR Hlučín a Zbiroh.
- e) Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč.
- f) Technický ústav požární ochrany Praha.

2.2 PČR

Policie České republiky se řadí mezi základní složky IZS. Jedná se o ozbrojený sbor České republiky s celostátní působností. Hlavním úkolem policie je chránit bezpečnost osob a majetku na území ČR, udržovat veřejný pořádek a předcházet trestné činnosti. Dále musí plnit úkoly dle trestního řádu a mnohé další úkoly na úseku vnitřního pořádku, bezpečnosti dle předpisu č. 273/2008 Sb. {Zákon o Policii České republiky}.

PČR je tvořena z následujících sekcí:

- a) Policejní prezidium (organizační složka MVČR).

- b) Útvary s celostátní působností (URNA, ÚOOZ atd.).
- c) 14 krajských ředitelství a útvary zřízených v jejich rámci.

2.3 ZZS

Poskytovatelé ZZS řadíme mezi základní složky IZS. Zřizování záchranné zdravotnické služby se řídí předpisem č. 374/2011 Sb. {Zákon o zdravotnické záchranné službě}. Zajišťuje neodkladnou přednemocniční péči, podléhá ministerstvu zdravotnictví a na rozdíl od předchozích složek její zaměstnanci nejsou ve služebním poměru. Její prací je péče o osoby na místě úrazu či náhlého onemocnění na místě vzniku, dále při transportu do zdravotnického zařízení.

Tato péče je poskytována zejména u stavů, které vyvolávají:

- a) Bezprostřední ohrožení života osoby.
- b) Stavy kde bez rychlé odborné pomoci může dojít k trvalým zdravotním následkům.
- c) Rizika náhlé smrti.
- d) Bolest a utrpení.
- e) Změny chování a jednání osob, které bezprostředně ohrožuje zdraví postižené osoby a jejímu okolí.

Organizace ZZS je členěna do výjezdových skupin kterými jsou:

- a) RZP rychlá zdravotnická pomoc (řidič a záchranář).
- b) RLP rychlá lékařská pomoc (řidič, záchranář a lékař).
- c) LZS letecká záchranná služba.

ZZS je tvořena 14 krajskými ZZS dále pak asociací samaritánů ČR a firmou Trans Hospitál. Dále by bylo možno uvést Horskou službu, která bohužel je pouze obecně prospěšnou společností a tak její financování je velice složité.

3 Vývoj stavebních objektů HZS

V této kapitole bude čtenář seznámen se stručnou historií hasičského záchranného sborů v souvislosti s elektrickým vybavením a předpokládanými elektrickými rozvody v tehdejších budovách Požárních domů až po budoucí předpoklad budov IZS.

3.1 Hasičská stanice - historie

První Český sbor dobrovolných hasičů byl založen roku 1864 Karlem Krohnem ve Velvarech. 18. července 1853 byl zřízen hasičský sbor města Prahy, který byl první profesionální placenou jednotkou v Čechách. Ostatní města po vzoru Prahy poté začaly také zakládat profesionální hasičské sbory, Brno 1864, České Budějovice 1866, Plzeň 1892 a další. Roku 1879 v Praze byl instalován požární automat, který pracoval na principu Morseova telegrafu. Požární automaty byly umístěny na klíčových bodech Prahy a svedeny do kasáren (První kasárna – stanice pražského hasičského sboru ve staroměstském obecním dvoře). 22. červen 1919 byl schválen zákon o vzniku všeužitečných elektrárenských společností, který měl významný vliv na rozvoj české elektroenergetiky a od této doby je předpokládáno zavádění elektrické energie do kasáren a požárních domů. Pro celou republiku byla zavedena proudová třífázová soustava 50 Hz s napětím 3 x 380/220 V pro místní síť a 100 000 V pro dálkové síť. Roku 1926 byla otevřena nová ústřední stanice požární v Praze. Budova před otevřením prošla komplexní rekonstrukcí pro účely tehdejších požadavků na požární stanici. V období protektorátu Čechy a Morava vzniklo v krátké době dalších 7 hasičských stanic v Praze. Tyto stanice byly provizorní a elektrická instalace byla jen minimální pro nejnужnější zařízení (tzv. telegraf – operační středisko). Největší vzrůst elektrické vybavenosti hasičských stanic byl v 70. letech 20. století, kdy se začaly stavět nové moderní hasičské stanice, které nahrazovaly provizorní dřevěné hasičárny z období protektorátu.² V těchto stanicích již bylo použito automatické rozsvícení, konzervátory baterií pro hasičská vozidla, dobíjecí stanice příručních osvětlení pro zásah a elektricky poháněná dvoukřídlá vrata. V roce 2000 vznikají nové zákony 238/2000 Sb. {Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů}, 239/2000 Sb. {Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně

² SZASZO, Zoltán. *Stručná historie profesionální požární ochrany v českých zemích*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2010. ISBN 9788086640600.

některých zákonů} a 240/2000 Sb. {Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)}, které vymezují základní složky IZS, jejich koordinaci a spolupráci při mimořádných událostech. Od této doby se staví hasičské stanice jako budovy IZS, tak aby bylo možné do nich umístit podle potřeby výjezdové jednotky Hasičského záchranného sboru, Policie a Záchrané služby. Tím jsou kladeny i větší požadavky na ochranu a stabilitu budovy a proto se začínají do nových budov IZS instalovat náhradní zdroje elektrické energie viz kapitola 4.3 {záložní napájení objektu} a popřípadě i záložní zdroje nepřerušovaného napájení kapitola 4.5.4 {Zdroj nepřerušovaného napájení – on-line UPS} pro operační střediska IZS.

3.2 Hasičská stanice - současnost

V současné době elektrická instalace odpovídá zapojení, které je popsáno v této bakalářské práci. Elektrická a elektronická vybavenost budov IZS je velmi závislá na financích, kterých je v dnešní době nedostatek, kvůli špatné politické situaci. Nové stanice s dostatkem financí při výstavbě jsou vybaveny špičkovým automatizačním řízením celé budovy včetně staničních digitálních informačních panelů, na kterých se zobrazují veškeré informace od operačního střediska a tím členové výjezdové jednotky při pohybu po stanici vědí veškeré potřebné informace.

3.3 Hasičská stanice - budoucnost

V blízké budoucnosti je předpoklad využívání hybridních pohonů nebo plně elektrických pohonů u staničních vozidel. Tím nastává problematika stability dobíjení těchto vozidel, jelikož ze zákona musí být zásoba pohonných hmot alespoň na 90% tedy i kapacita baterie. Toho nelze dosáhnout při dlouhodobém a častém využití. Tyto vozidla budou moc být využívána jen pro plánované služební cesty a nebudou zařazena mezi zásahová vozidla. Také jeden z problémů je případná závada na propojení elektromobilu a dobíjecí stanice, která by vedla k odpojení a tím nedobití vozidla. Tento problém lze vyřešit bezkontaktním dobíjením, které je instalováno v podlaze garáže, ve stání vozidla. Další užitečný předpoklad pro budovy IZS by mohl být elektrický box pro výjezdová vozidla, který by po každém výjezdu dezinfikoval pomocí nějaké „ionizace“ celé vozidlo a jeho vybavení. Tím by velmi usnadnil hlavně záchranné zdravotní službě práci při dezinfekci a osoby by byly schopny rychleji být připraveny na další zásah. Také by mohly

být okolo vrat bezpečnostní rámy, které by zjistili kompletní vybavenost vozidla a tím by byla snadnější kontrola po zásahu a opětovně rychlejší doplnění materiálu a příprava na další zásah.

VLASTNÍ ŘEŠENÍ

4 Obecná problematika rozvodů nízkého napětí budov IZS

Budovy Integrovaného záchranného systému specifického využití, které slouží k držení pohotovosti jednotek IZS se řídí zákony a technickými normami. V současné době není vydána žádná česká technická norma, která by stanovila konkrétní požadavky pro budovy tohoto typu, jako má například ČSN 33 2000-7-702 {Elektrická instalace plaveckých bazénů a fontán}. Elektrická instalace v budově IZS musí splňovat základní požadavky na elektrické rozvody.

- a) *Bezpečnost osob, chovaných zvířat za normálního stavu i při předpokládaných poruchových událostech v napájecí distribuční soustavě.*
- b) *Provozní spolehlivost (v daném prostředí při způsobu provozu a vlivu prostředí).*
- c) *Přehlednost rozvodu, umožňující rychlou lokalizaci a odstranění případných poruch).*
- d) *Snadnou přizpůsobivost rozvodu, při přemísťování elektrických spotřebičů a strojů.*
- e) *Hospodárnost rozvodu (v investičních i provozních nákladech).*
- f) *Hospodárné použití typizovaných jednotek a celků (např. rozvaděče, rozvodnice atd.).*
- g) *Vzhled.*
- h) *Zamezení nepříznivých vlivů a rušení napětí při křížování a souběhu se sdělovacím vedením.*

Při návrhu elektrického rozvodu je zapotřebí brát v potaz nebezpečí a ochranu před bleskem dle normy ČSN EN 62305 ed.2 {Ochrana před bleskem} tato problematika nebude dál rozvíjena, protože není cílem této bakalářské práce.

Jednou z dalších problematik je určení vnějších vlivů působících na elektrické rozvody, které musí být jednoznačně určeny! Při určování vnějších vlivů u jednotek HZS

ČR se stanovuje komise, ve složení: velitel stanice, pracovník oddělení správy budov, příslušníka z oddělení požární prevence, příslušníka z oddělení bezpečnosti a odborný poradce. Při určování vlivů se přihlíží technickým normám elektrotechnického zaměření např. ČSN 33 2000-4-42 {Elektrická zařízení – bezpečnost - ochrana před účinky tepla}, ale také dále se musejí respektovat normy protipožární bezpečnosti např. ČSN 73 0802 {požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty} a zohlednit vyhlášku č.73/2010 Sb. {Vyhláška o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti}.³ Veškerá elektroinstalace musí být ve shodě s ČSN 73 08XX {Požární bezpečnost staveb}.

Největší důraz je kladen na bezpečnost a ochranu proti úrazům způsobeným elektrickým proudem a nehodám způsobujícím škody na majetku. Stát proto vydává zákony, vyhlášky a bezpečnostní předpisy, aby zabránil nebo alespoň minimalizoval vznik úrazu a škod. Bezpečnost lze rozdělit do různých úrovní podle jednotlivých bezpečnostních předpisů:

- a) Bezpečnostní předpisy pro zařízení nízkého napětí.
- b) Předpisy o bezpečnosti elektrických předmětů – ČSN 33 2000.
- c) Předpisy sloužící k ochraně před úrazy.
- d) Zákony týkající se bezpečnosti práce.
- e) Všeobecné předpisy o rozvodu elektrické energie.

Bezpečnostní předpisy pro zařízení nízkého napětí jsou předpisy, pro elektrické spotřebiče a elektroinstalace do 1000V. Předpisy stanovují výrobci i dodavatelé elektrického zařízení (spotřebiče, nářadí, hračky, apod.), povinnost provádět základní zkoušky bezpečnosti elektrických předmětů a dodržet normy ČSN 33 1310 ed.2 {Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace}, ČSN EN 50110-1 ed.3 {Obsluha a práce na elektrických zařízeních - Část 1: Obecné požadavky} a všeobecné předpisy pro elektrická zařízení ČSN 33 2000-5-51 ed.3 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy}, tyto normy úzce souvisí s bezpečnostní, která

³ ČSN 33 2130 ed.3 *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2014 Třídící znak: 332130

je závazně stanovena v zákoně č.22/1997 Sb. {Zákon o technických požadavcích na výrobky}.⁴

Předpisy o bezpečnosti elektrických předmětů dle ČSN 33 2000. Požadavkem bezpečnostních předpisů je provoz elektrických zařízení, při kterém nedojde k žádným škodám na zdraví člověka, zvířat a majetku. Elektrické předměty splňující bezpečnostní předpisy, jsou označeny bezpečnostní značkou (GS, CE, CZ, VDE). Od 1. 11. 1997 je Česká republika členem sdružení CENELEC (Evropská komise pro elektrotechniku) a tím přejímá značení „HAR“ (harmonizace). Od 1. 1. 1995 v zemích Evropské unie, musí splňovat všechny přístroje evropským směrnícím a mají označení CE. Ostatní značení jako VDE, CZ a GS jsou přípustná. Při označení přístroje CE je výrobce povinen vyhotovit dokumentaci a návod k použití. Dokumentace obsahuje evropské směrnice, podle kterých byl přístroj vyroben a přezkoušen.⁴

Předpisy sloužící k ochraně před úrazy jsou zpracovány Českým úřadem bezpečnosti práce. V předpisu č. 22/1997 Sb. {Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů} vláda stanovuje výrobky, které musejí být posouzeny a vyhovit shodě s požadovanými technickými předpisy. Výrobci jsou povinni před uvedením výrobku (elektrického zařízení, spotřebiče) na trh v České republice, získat osvědčení například od EZÚ (Elektrotechnický zkušební ústav) Praha. Spotřebiče a elektrické zařízení musí být označeno předepsanou značkou shody CZ podle předpisu č.179/1997 {Nařízení vlády, kterým se stanoví grafická podoba české značky shody, její provedení a umístění na výrobku}.⁴

Zákony týkající se bezpečnosti práce, je zákoník práce tedy předpis č.262/2006 Sb., který ukládá zaměstnavatelům a zaměstnancům povinnost dodržovat předpisy BOZP (bezpečnost a ochranu zdraví při práci). Zákon 396/1992 Sb. {Zákon o státním odborném dozoru nad bezpečností práce (úplné znění s působností pro Českou republiku, jak vyplývá z pozdějších změn a doplnění)} upravuje a rozšiřuje povinnost dodržování BOZP.⁴

Všeobecné předpisy o rozvodu elektrické energie. V České republice platí pro elektroinstalace ČSN 33 2130 ed.3 {Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické

⁴ BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. 2., dopl. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2006. ISBN 80-86706-15-X.

rozvody} a pro připojení na rozvodné sítě platí ČSN 33 2000-5-51 ed.3 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy}. Bližší podmínky a normy elektroinstalace jsou vymezeny v konkrétních kapitolách této práce. Zařízení mohou instalovat, rozšiřovat, opravovat, udržovat jen osoby s příslušnou kvalifikací podle vyhlášky 50/1978 Sb. {Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice}.⁴

4.2 Silnoproudé napájení objektu

Podmínky pro dodávku elektrické energie jsou zakotveny v zákoně č.458/2000 Sb., energetický zákon, na který navazují vyhlášky a dokumenty vydávané distributory elektřiny.⁵

Vstup kabelů vnějších sítí do objektu IZS a uložení kabelů v budově musí odpovídat stavebním úpravám v souladu s projektem vnějších sítí, tedy zajištění prostoru pro instalaci rozvaděčů.³ Elektrická přípojka se realizuje kabelovým vedením v zemi a je provozována na hladině nízkého napětí (nn). Začátek elektrické přípojky začíná odbočením od rozvodného zařízení distribuční soustavy nebo přenosové soustavy směrem k zákazníkovi, tedy majiteli budovy IZS. Konec přípojky nízkého napětí končí na přívodních svorkách hlavního jističe budovy IZS. U budov IZS se nepoužívá přípojková skříň s nožovými pojistky vně budov nebo areálu z důvodu možnosti narušení dodávky elektrické energie třetí osobou jelikož se jedná o zájmovou budovu MVČR. Přípojka musí splňovat požadavky norem ČSN EN 62305 1-4 ed.2 {ochrana před bleskem} a ČSN 33 2000 {elektrická instalace nízkého napětí}. Uzemnění je realizováno podle ČSN 33 2000-5-54 ed.3 {Elektrická instalace nn – uzemnění a ochranné vodiče}. Jištění přípojky tedy v našem případě vstupního hlavního jističe musí být o jeden stupeň vyšší podle normalizované řady hodnoty proudu, která je definovaná v ČSN EN 60059 {Normalizované hodnoty proudů IEC}, než je jištění před elektroměrem.⁶

Kabelové přípojky realizované zemním kabelem odbočující od distribuční soustavy nebo přenosové soustavy nízkého napětí, není zapotřebí chránit proti přepětí, ale zařízení

⁵ DVOŘÁČEK, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací*. 2., přeprac. vyd. Praha: IN-EL, 2011. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-53-5.

⁶ ČSN 33 3320 ed.2 *Elektrotechnické předpisy – Elektrické přípojky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2014 Třídící znak: 333320

jako je HDO (hromadné dálkové ovládání – regulace odběru elektrické energie na dálku.) je zapotřebí chránit individuálně vhodným způsobem, protože jsou na přepětí citlivá.⁷

Zemní ukládání kabelu přívodního vedení do budovy se provádí dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení}. Kabel se klade do výkopu, který je zbaven všech nerovností (kameny, kořeny a jiné nerovnosti), na jemnozrnný písek o minimální tloušťce 80 mm písečného polštáře v celé délce vedení. Pokládka kabelu se provádí pomocí kabelových kladek rozmístěných od sebe 3 - 4 m. U výkopů s hranami je zapotřebí použít rohové kladky kvůli ochraně kabelu (ochrana izolace proti prodření a dodržení minimálního ohybu kabelu). K tažení kabelu výkopem se používá hlavice nebo punčocha na tažení kabelů. Maximální přípustná tažná síla pro měděný kabel je 50 N/mm² a 30 N/mm² pro kabely s hliníkovým jádrem. Kabel se ukládá do výkopu mírně vlnitě, aby kabel při změně délky důsledkem roztažnosti teplem se mohl vyrovnat. Kabel se zasype jemnozrnným pískem do výšky minimálně 80 mm od pláště kabelu. Pokud je kabel uložen v místě předpokládaného zatížení (silnice, chodníky apod.) je zapotřebí chránit kabel kryty, např. cihlami, betonovými deskami, ochrannými panely. Popřípadě změnit typ uložení dle normy. Kabel je uložen minimálně v hloubce 800 mm pod vozovkou a 600 mm pod chodníky.⁴ Minimálně 200 mm nad kabel se pokládá výstražná folie o minimální šíři 50 mm a s přesahem na obě strany chráněného vedení. Ochranná folie má barvu ČERVENOU, která značí silnoproudé kabely.⁸ Kabely, uložené v zemi, která obsahuje kyseliny, soli nebo hnojící látky, je zapotřebí chránit např. bloky, trubkami, chráněnými tunely, nebo kanály, který odolá chemickému a mechanickému působení nepříznivého prostředí. V případě, že kabel je veden podél budovy, tak je zapotřebí dodržet alespoň 600 mm odstup od budovy, nebo se řídit ČSN 73 6005 {Prostorové uspořádání sítí technického vybavení}.⁹

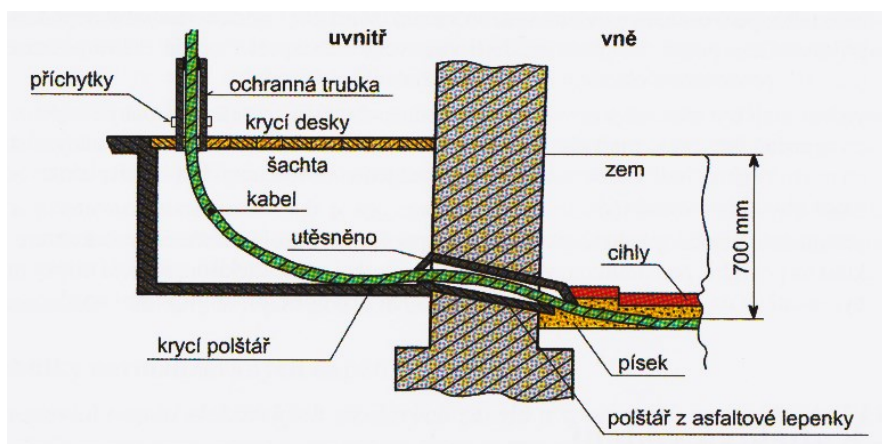
Při vstupu kabelu ze země do budovy se musí kabel v průchodu utěsnit proti pronikání vlhkosti do budovy. Například jako je znázorněno na obrázku č. 1. Kabel chrání

⁷ ČSN 38 0810 *Použití ochrany před přepětím v silových zařízeních*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2014 Třídící znak: 380810

⁸ ČSN 73 6006 *Výstražné fólie k identifikaci podzemních vedení technického vybavení*. Praha: Český normalizační institut 2003 Třídící znak: 736006

⁹ ČSN 33 2000-5-52 ed.2 *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2012 Třídící znak: 332000

průchodem vyplněná nehořlavá hmota, která má spád ven, aby voda nemohla zatékat do budovy.¹⁰



Obrázek 1 Prostup kabelu stěnou [10]

Před elektroměrem je hlavní jistič, který je nutno dimenzovat podle příkonu odběru budovy. Hodnota hlavního jističe omezuje výši rezervovaného příkonu. Hlavní jistič s vypínací charakteristikou typu B (Po písemné dohodě a odůvodněných případech lze použít jistič typu C okamžitého vypínacího proudu) musí mít stejný počet pólů jako elektroměr fází. Fáze na elektroměru musí mít správný sled fází (zleva L1,L2,L3). Před elektroměrem se používají hlavní jističe s neměnitelnou hodnotou jmenovitého proudu. Jistič musí být trvale označen symbolem označující okamžitý vypínací proud jističe a hodnotou jmenovitého proudu, bez symbolu „A“ např. B 64. Hodnoty jmenovitého proudu jističe jsou podle normalizované řady, která se řídí ČSN EN 60898 ed.2 {Elektrická příslušenství - Jističe pro nadproudové jištění domovních a podobných instalací - Část 2: Jističe pro střídavý a stejnosměrný proud}. Tyto hodnoty jsou pro menší budovy IZS (od 6A – 125A). Větší budovy IZS využívají hlavní jističe se jmenovitou hodnotou nad 125A a vztahuje se na ně norma ČSN EN 60 947-2 {Spínací a řídicí přístroje nízkého napětí - Část 2: Jističe}.¹⁰ Liší se i způsob zapojení elektroměru, u budov IZS s velkým odběrem elektrické energie se elektroměr zapojuje pomocí měřících transformátorů proudu.

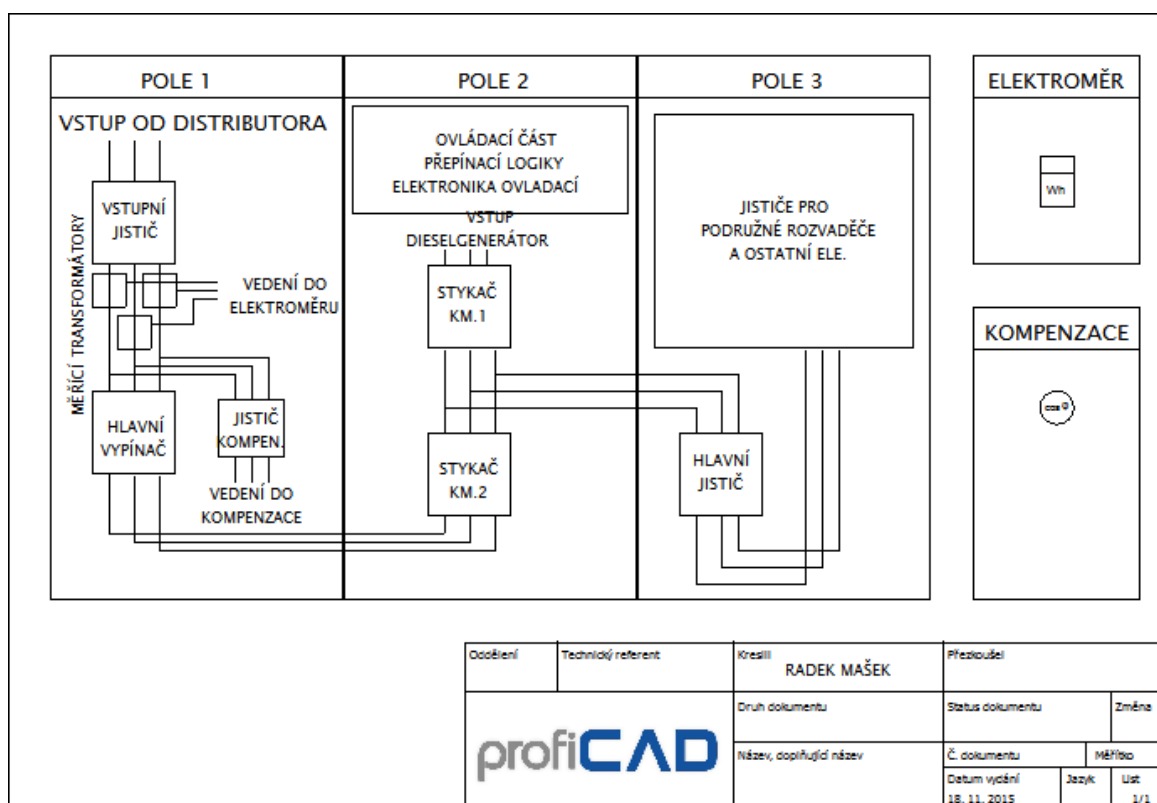
Elektroměrové rozvaděče musí splňovat bezpečnostní předpisy ochrany před úrazem elektrickým proudem. Použit může být jen elektroměrový rozvaděč vybavený

¹⁰ BEK, Jaroslav, Zdeněk HANUS, Jan HEJHAL, et al. *PRŮVODCE ELEKTRIKÁŘE: PRE*. Druhé vydání. Praha, 2013.

dokumentací dle zákona č. 102/2001 Sb. {Zákon o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů} také musí být ve shodě se zákonem 22/1997 Sb. {Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů} a shoda s příslušnými normami. Elektroměrový rozvaděč musí vyhovovat vnějším vlivům dle ČSN 33 2000-1 ed.2 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice} působící v daném prostředí a ČSN EN 60439 {Rozváděče nízkého napětí}.¹⁰

U velkých budov IZS se používá sestava rozvaděčových skříní jako hlavní rozvaděč. Rozvaděčové skříně musí být ve shodě s normou ČSN EN 62208 {Prázdné skříně pro rozváděče nízkého napětí - Obecné požadavky}. Jednotlivé dveře skříní oddělují vždy část rozvodu elektrické energie. Jednou z možností použití instalace je zobrazeno na obrázku č. 2. V prvních dveřích (pole 1) skříňového rozvaděče je přívod elektrické energie od distribuční sítě zapojený na vstupní jistič například BA 51-37-50 odkud pokračuje do hlavního vypínače BN 51-37-50. Mezi těmito jističi jsou na sběrnicích instalovány měřicí transformátory proudu, vyvedené do elektroměrového rozvaděče na elektroměr. K sběrnicím je také paralelně zapojené vedení s jističem BA 51-33-50, od kterého vede vedení na kompenzační jednotku, viz kapitola 6.4 {kompenzace jalového výkonu}. Od hlavního vypínače vedou kabely do druhých dveří (pole 2) na stykač KM2 K3-450A-22. Stykač KM2 je propojen s druhým stykačem KM1 K3-450A-22 na který je připojen přívod od dieselgenerátoru, viz kapitola 6.3 {záložní napájení objektu}. Mezi stykači je paralelně napojené vedení vedoucí do třetích dveří (pole 3) na hlavní jistič BN-51-37. Skříňový rozvaděč pole 2 ještě obsahuje elektroniku a logiku k přepojování mezi dodávkou elektrické energie mezi distribuční sítí a dieselgenerátorem. Třetí dveře (pole 3) obsahuje přívodní vedení od stykačů (pole 2) na hlavní jistič BN-51-37, vedení pokračuje na šiny, z kterých vede vedení na jednotlivé jističe, které jsou určeny k jistění vstupů podružných rozvaděčů. V hlavním rozvaděči se rozdělují také druhy sítí, pole 1 je striktně jen síť typu TN-C, v poli 2 je síť TN-C-S pro silnoproudou síť typu TN-C a napájení elektroniky ovládaní typu TN-S. Od pole 3 je typ návazné sítě TN-S. Veškeré jističe jdoucí po sobě musí dodržet odstupňování dle normalizovaného proudu, tedy od největšího na vstupu až po nejmenší na konci vedení podle ČSN EN 60059 {Normalizované hodnoty proudů IEC}.

Rozvodná místnost, hlavní rozvaděč, podružný rozvaděč a kompenzační rozvaděč musí být označen bezpečnostními značkami dle nařízení vlády č.11/2002Sb. ze dne 14. listopadu 2001. {Nařízení vlády, kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů}. Vnitřní značení vodičů a bezpečnostní značení se řídí dle ČSN EN 60073 ed.2 {Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk – stroj, značení a identifikaci – Zásady kódování sdělovačů a ovladačů} a ČSN EN 60445 ed.4 {Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk – stroj – identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů}. Ukázka značení je zobrazena v příloze č. 1



Obrázek 2 Hlavní rozvaděč (schéma)

Bezpečnostní značení slouží k jednoznačnému a zřetelnému upozornění na zařízení nebo situace, které mohou ohrozit zdraví člověka a jeho bezpečnost. Jedná se o preventivní opatření, které nenahrazuje ostatní reálné zabezpečení zařízení či situace. Bezpečnostními tabulkami se doporučuje označit všechny místa s náhlým nebezpečím, kde osoby musí zareagovat na dané nebezpečí v dané situaci. Bezpečnostní značky jsou

tvořeny kombinací piktogramů a barev. Značka doplněná textem podává bezpečnostní informaci.¹⁰

Značení vodičů a svorek elektrických předmětů se řídí normami ČSN 33 0165 de. 2 {Značení vodičů barvami, nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení} a ČSN EN 60445 ed.4 {Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů}. Uvedené normy určují barevné rozlišení vodičů a značení holých vodičů.

Podružné rozvaděče musí mít označení kombinace písmen a čísel například R1.1. Písmena se skládají z písmene R – rozvaděč (samotné R, pokud se jedná o rozvaděč, který obsahuje kombinaci pro světla, zásuvky, motory a podobně) a popřípadě druhého písmena S – světelný, M – motorový nebo měřící, T – transformátor, Z – zásuvkový, H - hlavní a podobně. Číselné označení se strukturuje od hlavního rozvaděče RH. 1, až po koncový podružný rozvaděč např. R. 1.3. Pro zásady strukturování lze využít ČSN EN 81346-2 {Průmyslové systémy, instalace a zařízení a průmyslové produkty - Zásady strukturování a referenční označování - Část 2: Třídění předmětů a kódy tříd}. Problematikou tohoto značení je skutečnost, že každý projektant, firma, investor či provozovatel distribuční sítě interní značení provádí rozdílně a není pevně stanoveno přesné značení.

4.3 Záložní napájení objektu

U budov IZS je zapotřebí zajistit náhradní zdroj elektrické energie, v případě výpadku elektrické energie dodávané od distributora. Budovy IZS jsou řazeny do II. Kategorie dle odběratelů elektrické energie ve vztahu k spolehlivosti napájení viz příloha č. 2. Požadavkem na nouzové napájení je, aby v případě výpadku elektrické energie, řídicí jednotka provedla odpojení budovy od elektrické sítě distributora a automaticky provedla start dieselgenerátoru s kontrolou vyráběné elektrické energie a sepnula stykač, který propojí dieselgenerátor se sítí v budově a tím zajistí náhradní zdroj napájení budovy. Dieselgenerátor se volí podle velikosti budovy IZS a jeho výkon je většinou navržen tak, aby dokázal pokrýt energeticky odběr celé budovy tak, jako síť od distributora (pokud je příkon budovy IZS předpokládán 250kVA tak dieselgenerátor musí být také dimenzován 250kVA). Zapojení sítě od distributora a sítě od dieselgenerátoru musí být řešen tak, aby nemohlo nikdy dojít k propojení těchto dvou sítí. Zapojení se provádí pomocí stykačů,

kteře odpovídá hodnotě předpokládaného protékajícího proudu. Zapojení se provádí například, jako na obrázku v příloze č.3. Zapojení dieselgenerátoru musí být provedeno s tlačítkem TOTAL STOP, který v případě nebezpečí zajistí odpojení a zastavení dieselgenerátoru dle ČSN 33 2000-5-537 {Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje - Oddíl 537: Přístroje pro odpojování a spínání}.

V budovách IZS je zapojeno na síť elektrické energie poplachový systém, stolní počítače pro přijímání událostí pro vyhlášení operativního řízení, poplachové světlo, otvírání vrat pro výjezdovou techniku, stacionární radiostanice, server a celkové automatické řízení poplachových stavů. Tento systém nesmí nikdy být ohrožen výpadkem proudu, kolísajícím napětím, napěťovými špičkami, dlouhodobým podpětím nebo přepětím, účinky blesku, změnou kmitočtu, harmonickým zkreslením. Podle uvedených nežádoucích stavů elektrické energie, lze tuto problematiku řešit pomocí on-line UPS viz kapitola 4.5.4. {Zdroj nepřerušovaného napájení – on-line UPS}.

4.4 Kompenzace jalového výkonu

Elektrické spotřebiče odebírající proud z elektrické sítě, odebírají kromě činného výkonu také jalový výkon. V budovách IZS jsou instalovány řádově desítky asynchronních motorů pro vzduchotechniku, u kterých vzniká jalový výkon induktivního charakteru a velké množství zářivkových těles.

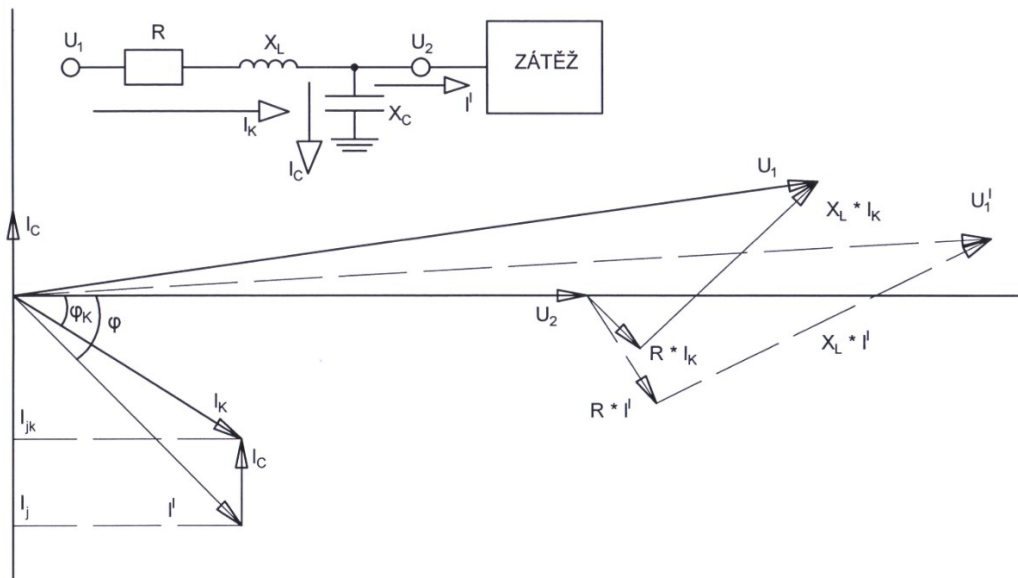
Podle legislativy je povinen každý odběratel elektrické energie, trvale kompenzovat jalový odběr elektrických zařízení tak, aby účinník byl v rozsahu $\cos \varphi = 0,95$ až $\cos \varphi = 1,00$.¹¹ Tato povinnost je předepsána v předpisu č. 16/2016 Sb. {Vyhláška o podmínkách připojení k elektrizační soustavě} a ČSN 33 3080 {Kompenzace indukčního výkonu statickými kondenzátory}.

Při nedodržení předepsané úrovně $\cos \varphi$ jsou stanoveny cenové přírážky. Určují se dle sazby a jsou uvedeny v procentech platby za výkon a elektrickou energii. Ve výjimečných případech lze uskutečnit dohodu o jiném pásmu, kterou uzavírá odběratel

¹¹ KORENC, Vladimír a Jiří HOLOUBEK. *Kompenzace jalového výkonu v praxi*. Vyd. 1. Praha: IN-EL, 1999. Knižnice Elektro. ISBN 80-86230-07-4.

elektrické energie s dodavatelem elektrické energie. Dohoda stanovuje jiné pásmo tzv. neutrálního účinníku například $\cos \varphi=0,93_{\text{IND}}$ až $\cos \varphi=0,98_{\text{IND}}$.

Základní teoretické úvahy o kompenzaci jalového výkonu lze popsat jako: rozvod, výroba, přenos a spotřeba elektrické energie realizované v trojfázové soustavě. Provoz některých zařízení vyžaduje vytvoření elektromagnetického nebo elektrického pole, které se vytváří vinutím (indukčností) nebo elektrodami (kapacitou). Při vytváření pole vzniká fázový posun. U indukčnosti dochází ke zpoždění proudu za napětím a u kapacity dochází k fázovému opoždění napětí za proudem. U jednotlivých prvků elektrické soustavy je možné pospat jejich impedanci, která se skládá ze složky činné (ohmické) a ze složky jalové (induktivní nebo kapacitní). Název jalová vznikl tím, že energie vložená do této složky nelze nikterak zužítkovat, ale mezi zdrojem a spotřebičem se přenáší. Přenos této složky v přenosové a distribuční soustavě vyvolávají ztráty, které se projevují ve formě tepla. Částečně se dají tyto ztráty eliminovat vkládáním obvykle kondenzátorů do elektrických sítí a tím se změní charakter (impedance) odběru. Kondenzátory zapojené sériově ke spotřebičům mění charakter sítě a kondenzátory zapojené paralelně ke spotřebičům mění charakter zatížení sítě.¹¹ Nejvíce v praxi využívané zapojení je střídavá síť s paralelním kondenzátorem, kdy při připojení kondenzátoru dojde ke změně fázoru proudu, tak že z velikosti I' se změní na velikost I_K tak jak je znázorněno na zjednodušeném schématu a vektorovém diagramu obr. č. 3.



Obrázek 3 Kompenzace [11]

Z hlediska připojení paralelní kompenzace do sítě rozlišujeme kompenzaci:

- a) Individuální (jednotlivou) – Kompenzační zařízení je připojeno přímo na spotřebič. Tím je odlehčena celá soustava (zdroj - spotřebič) od jalového výkonu a tím nejvyšší úsporu ztrát. Toto zapojení je použito u zářivkových a výbojkových těles, motorů.
- b) Skupinová – Kompenzační zařízení je připojeno na vstupu hlavního rozvaděče a tím je odlehčeno vedení od zdroje k rozvaděči. Je nutná regulace vzhledem k soudobosti chodu spotřebičů.
- c) Centrální – kompenzace je připojena na přípojce vstupní transformátorové stanice, je nutná regulace a většinou je kompenzace prováděna na úrovni vysokého napětí. U budov IZS nevyužito. Budovy jsou připojeny od distributora na úrovni nízkého napětí a tak nemají vlastní transformátorovou stanici.
- d) Kombinovaná kompenzace – je logickou kombinací předchozích variant. U budov IZS je nejčastěji používána. Využívá individuální kompenzaci pro osvětlení a skupinovou kompenzaci pro asynchronní motory a případné zapojení dalších spotřebičů. Je zapojena na vstup elektrické energie viz obrázek 2 (přehledové schéma zapojení) se stupňovitou regulací kompenzátoru. ¹¹

4.5 Provedení zásuvkových obvodů 1f/3f

V budovách IZS se používají tři druhy 1 - fázových zásuvek.

1. První je obyčejná zásuvka pro běžné využití klasické bílé barvy. Zásuvky jsou využívány jako zdroj elektrické energie pro spotřebiče, které nejsou nijak závislé na chodu budovy IZS nebo informovanosti příslušníku bezpečnostních sborů. Např. lampičky, vrtačky a jiné ruční elektrické nářadí, informační zdroje (radia, televize).
2. Druhá skupina zásuvek, jsou zásuvky s plnou přepět'ovou ochranou, viz kapitola 6.5.3 – {Přepět'ové ochrany zásuvek}. Jsou označeny bílou barvou zásuvky s červenou kontrolkou.
3. Třetí skupina zásuvek označená hnědým krytem je specifická pro svůj účelem použití. Využívá se pro spotřebiče, které jsou nezbytné pro chod budovy IZS a organizační, nebo taktické řízení. Jsou napájené přes online – UPS. Viz kapitola 4.5.4 {Zdroj nepřerušovaného napájení}.

Zásuvkové obvody slouží k připojení spotřebičů vidlicí na zásuvku. Jednouúčelové spotřebiče do příkonu 2000W lze pevně připojit na zásuvkové obvody. Pro elektro spotřebiče s příkonem 2kW a více je zapotřebí samostatný obvod, i když se připojují vidlicí do zásuvky.¹² Na jeden zásuvkový obvod lze připojit maximálně 10 zásuvek, přičemž se dvojitá zásuvka bere jako jeden zásuvkový vývod. Instalovaný zásuvkový obvod nesmí překročit 3520W příkonu u jištění 16A. U zásuvkových vývodů pro spotřebiče účelové, jako jsou např. pračky, sušičky, myčky, lednice, mrazáky, a spotřebiče, u nichž je to výrobcem určeno v návodu k montáži, se zřizuje samostatný zásuvkový obvod pro daný spotřebič. Zásuvky se volí podle napětí a předpokládaného odběru proudu či prostředí, v kterém se nacházejí.¹³ V budovách IZS se instalují striktně 1- fázová zásuvka 16A/250V s ochranným kolíkem nahoře, nulovým vodičem v pravé zdířce a fáze v levé zdířce z předního pohledu. 3- fázové zásuvky jsou 16A/500V nebo 32A/500V s pěti zdířkami tedy zapojení typu sítě TN-S a vhodným jištěním. 3-fázové zásuvky se také instalují, jako příprava pro specifické zařízení a jako takové se nesmí na nic jiného využívat. Jedná se například o zásuvky 16A/500V připevněné na stěny, pro zapojení sekčních vrat poháněné elektrickým pohonem. Tyto zásuvky jsou jištěny nadproudovou ochranou přiměřenou ke konkrétnímu předpokládanému zařízení.

4.5.1 Obecná instalace a vedení

Elektrická instalace používaná u budov IZS se velmi podobá elektroinstalaci pro bytové a občanské výstavby. Instalace elektrických rozvodů musí být provedena dle platných předpisů a norem. Kabely a elektrické vodiče je zapotřebí chránit proti poškození, zakládáním do omítky nebo zakládáním do ochranných trubek či kanálů. Při instalaci kabelů a vodičů ve zdi je kladen důraz na orientaci vedení a místa instalace. Elektroinstalační pokládku lze rozdělit na zóny vodorovné a svislé, které se řídí doporučenými vzdálenostmi od hran místnosti a stavebních otvorů.

Vodorovné instalační zóny:

- a) Dolní (ZV-d) je 150 – 450 mm nad finálovou podlahou.

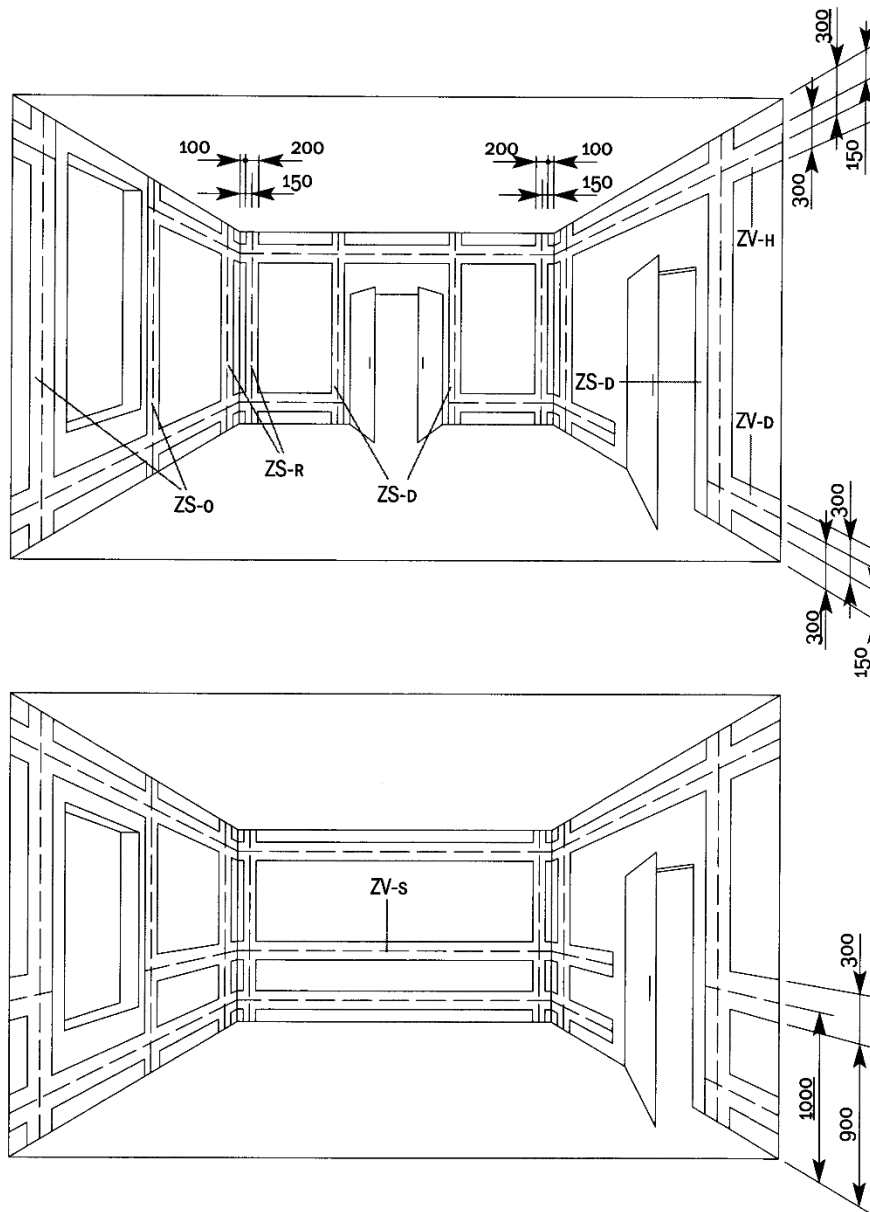
¹² DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2010. Stavíme. ISBN 978-80-251-3111-4.

¹³ DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. 5., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2012. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-57-3.

- b) Střední (ZV-s) je 900 – 1200 mm nad finální podlahou.
- c) Horní (ZV-h) je 150 - 450 mm pod dokončeným stropem.

Svislé instalační zóny:

- a) Rohová (ZS-r) je 100-300 mm od rohu místnosti.
- b) Okenní (ZS-o) je 100-300 mm od okenního otvoru.
- c) Dveřní (ZS-d) je 100 – 300 mm od dveřního otvoru.¹³



Obrázek 4 Zóny instalace vedení [13]

Při dodržení uvedených zón elektrických instalací nedochází k následnému poškození, při montáži či opravách dalších zařízení (vodovodní, plynové, TUV rozvody, kuchyňské linky a podobně). Na obrázku č. 4 je znázorněno prostorové vymezení uvedených zón. Do těchto zón se umísťují i vypínače a zásuvky, pokud není investorem požadováno jiné umístění.

Při elektrické instalaci je zapotřebí využít kladení kabelů a vodičů do stropu nebo podlahy. Pro podlahy a stropy nejsou definovány žádné zóny, ale je zapotřebí dodržet ČSN 33 2000-5-52 ed.2 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení}. Elektroinstalace v podlaze případně ve stropě se řeší stejně jako elektroinstalace do betonu. Elektroinstalace musí mít mechanickou odolnost a tvarovou stálost, protože montáže se provádí od -5°C a při tvrdnutí betonu může docházet k ohřevu až na 90°C . Všechny díly instalace musí být těsné, aby nedošlo při vylévání betonu k zatečení betonového mléka do instalovaného zařízení (krabice, trubky a podobně).¹²

U budov IZS se využívají parapetní žlaby (přístrojové instalační kanály z plastu, hliníku, nebo oceli, umístěné těsně pod okenním parapetem) pro jejich výhodu možnosti výměny, opravy či doplnění vedení bez narušení stěn, podlah a stropů. Parapetní žlaby prochází na jedné straně pod okny přes všechny místnosti až k podružnému rozvaděči a tak je zapotřebí dodržet zabezpečení požárních úseků, pomocí protipožárního utěsnění elektrických rozvodů dle ČSN 73 08XX {Požární bezpečnost staveb}. Nespornou další výhodou je, že někteří výrobci v žlabech mají oddělenou část od silnoproudého rozvodu pro slaboproudý rozvod a tím je umožněno vést ve stejném žlabu elektrický rozvod pro zásuvky i pro telekomunikaci. Přímo do žlabu se instalují krabice přístroje. Jedinou podmínkou je dodržení oddělených krabic pro silnoproudé zásuvky a pro telekomunikační zásuvky, alespoň 80 mm mezi středy krabic.

Velkým rozdílem oproti elektrické instalaci v bytové a občanské výstavbě, je logika vedení kabelů v rozvodu. U budov IZS jsou všechna světla ovládaná ze dvou míst (místnosti v kterých je světlo umístěno a dálkově z operačního střediska), tak aby v případě vyhlášení mimořádné události (poplachu pro určitou složku IZS) mohlo operační středisko budovu rozsvítit a po vyjetí zásahové techniky opět zhasnout. Toto zapojení se realizuje pomocí impulzního mechanického relé umístěného v podružných rozvaděčích. Místo

vypínače v místnosti je instalováno tlačítko, od kterého vede kabel do podružného rozvaděče. Z operačního střediska vede dálkové ovládání do všech podružných rozvaděčů a tak je schopno operační středisko rozsvítit nebo zhasnout všechny světla zapojená přes impulzní mechanické relé.

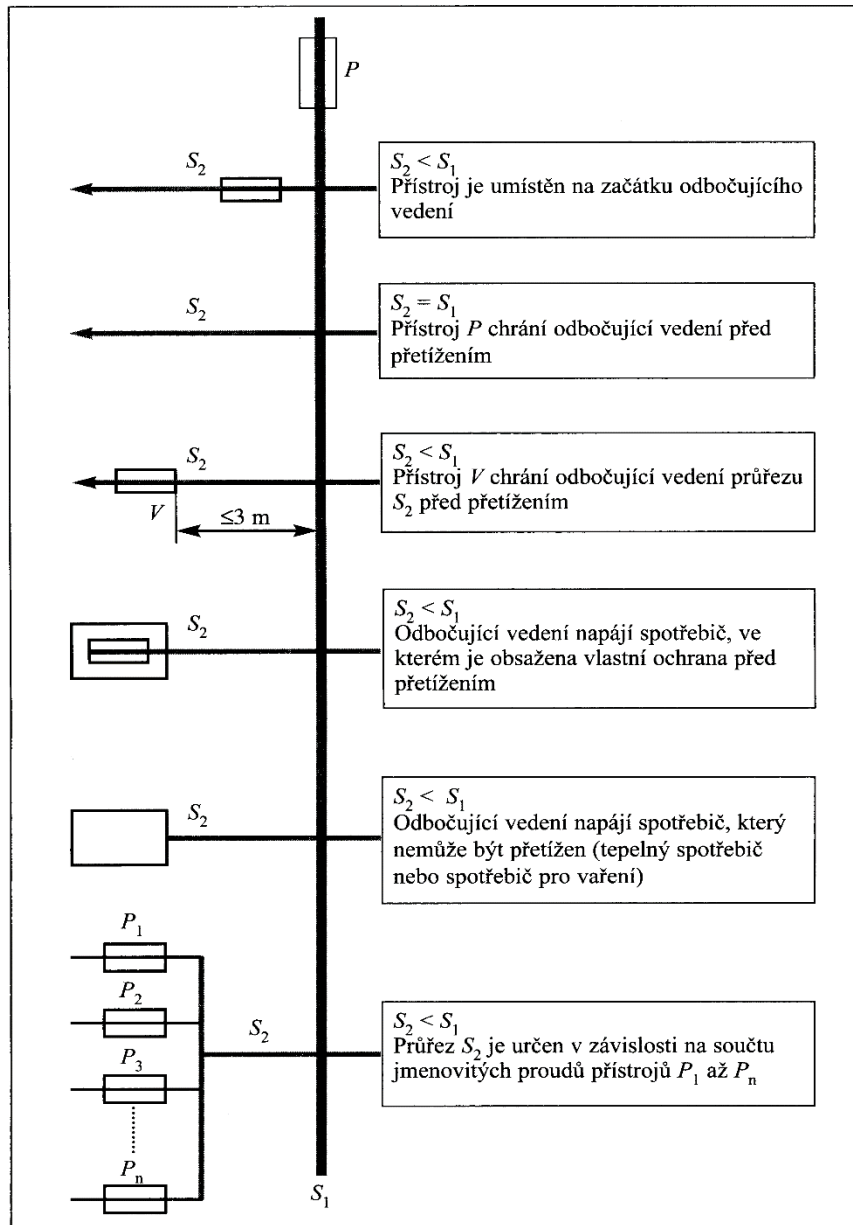
4.5.2 Dimenzování a jištění elektrických zařízení, proudové chrániče

Jištění elektrického vedení musí zajistit ochranu, proti zkratovým proudům a přetížení. Jediná výjimka kdy se elektrické vedení může ponechat bez jištění, je vedení určené pro speciální zařízení sloužící v případě nouze.

Ochrana vedení před zkratem vychází ze vzorce $\sqrt{t} = k * \frac{S}{I}$. Odpojení zdroje od chráněného vedení pomocí například pojistky, musí dojít dříve než za dobu t . I je efektivní hodnota zkratového proudu. Doba zkratu t od počátku do úplného přerušení. S je průřez vodiče v mm^2 a k je materiálová konstanta dle tabulky v příloze č.5.

Prvky chránící vedení před zkratem a přetížením se umísťují tam, kde je změna charakteristiky, která snižuje hodnotu dovoleného proudu protékajícího vodičem. Například změna průřezu vedení, změna materiálu vodiče, změna uložení a podobně. Podle tohoto pravidla by znamenalo, že od místa odbočení až k místu s jistícím prvkem musí být průřez vodiče stejný, jako průřez přívodního vedení. To je nepraktické a proto z uvedeného důvodu jsou možné výjimky, které ale musejí být ve shodě s ČSN 33 2000-4-43 ed.2 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy} i ČSN 33 2000-4-473 {Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům}. V uvedených normách je uvedeno, že může být jistící prvek kdekoliv na chráněném vedení, s podmínkou že na vedení mezi změnou průřezu a místem kde je jistící prvek není zásuvka nebo další odbočka. A také s podmínkou že na předcházejícím vedení je ochrana před zkratovým proudem či přetížením. Možné případy umístění a vynechání ochrany vedení před zkratem či přetížením je na obrázku č. 5.¹⁴

¹⁴ 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.



Obrázek 5 Možné případy jištění [14]

Hlavní zásady, podle kterých se postupuje při určování průřezů vodičů, a volbě jisticích prvků jsou zobrazeny na obrázku č. 6. Na obrázku je zobrazen postup dimenzování v souladu s normami ČSN 33 2000 – XXX tak, aby prvek jištění odpovídal určenému průřezu elektrického vedení. Tento postup je využíván v praxi. Dimenzování vedení a jištění probíhá v sedmi jednotlivých krocích.

1. Výpočet proudu v daném obvodu.
2. Zvolení vhodného jisticího prvku k vypočítanému proudu v obvodu.

3. Výpočet nebo volba průřezu vodičů v obvodu s ohledem na jištění.
4. Výpočet zkratových proudů s ověřením zda vyhovují vodiče a přístroje zkratovým proudům a jestli je zajištěna ochrana i při minimálních zkratových proudech.
5. Kontrola ochrany při poruše automatickým odpojením (ochrana před dotykem neživých částí).
6. Kontrola úbytku napětí ve vedení.
7. Kontrola selektivity jisticích prvků.¹⁴

Z obrázku č. 6. jsou patrné jednotlivé postupné kroky a odkazy na české státní normy, podle kterých lze provést výpočty nebo dohledat z tabulek koeficienty například pro uložení kabelů a podobně. Tento postup je dosti pracný a může se stát v postupu chyba. Tento postup nahrazují softwary, v kterých projektant nakreslí vedení s ochranami a program průběžně kontroluje správné dosazení s výpočty. Z databáze doporučí konkrétní typy kabelů, jističů, pojistek a zakreslí je do schématu. Jeden z programů je výpočtový program Sichr který slouží k návrhu a kontrole paprskových sítí TN-C , TN-C-S a IT sítí bez vyvedeného středního vodiče ve všech obvyklých napěťových hladinách. Program v sobě zahrnuje databázi jisticích a spínacích prvků, proudových chráničů a svodičů přepětí z produkce OEZ, dále pak otevřené databáze transformátorů a silových kabelů.

Použití proudových chráničů je ustanoveno v normách a elektrotechnických předpisech. Jejich použití je povinné nebo doporučené podle konkrétního užití. Proudové chrániče lze rozdělit na tři oblasti užití.

- 1. Doplnková ochrana proudovým chráničem s citlivostí $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$** (podle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 čl. 411.1 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem}).
- 2. Ochrana automatickým odpojením v případě poruchy** (podle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 čl. 411.3.2 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem}).
- 3. Ochrana před vznikem požáru od plazivých proudů proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$** (podle ČSN 33 2000-4-482 čl. 482.1.7 {Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 48: Výběr ochranných opatření

podle vnějších vlivů - Oddíl 482: Ochrana proti požáru v prostorách se zvláštním rizikem nebo nebezpečím}).

		kapitoly a články ČSN 33 2000
1 VÝPOČET PROUDU VEDENÍ		311
dovolené proudové zatížení způsob uložení		523 52 tab. A 52.3 B 52.1
přepočítací součinitele: - na teplotu k_1 - na seskupení k_2 k_3		523 tab. B 52.14 až B 52.21
celkový součinitel $k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$		523.2
Je na začátku obvodu umístěn prvek jistící proti přetížení?		473.1.1 433.2, 433.3
2 VOLBA JIŠTĚNÍ		433.1
určení dovoleného proudu vodičů - bez přepočítacích součinitelů - s přepočítacími součiniteli		
3 PRŮŘEZY VODIČŮ		523, 524 tab. B 52.2 až B 52.14
4 OCHRANA PŘED ZKRATY		434.5.1
Vypínací schopnost jisticího prvku		434.5.2
Doba odpojení zkratu (tepelné namáhání zatížených vodičů)		
Maximální délka vedení, které je ještě chráněno před zkraty		
5 OCHRANA PŘI PORUŠĚ		
Sítě TN a IT Určení poruchového proudu		411.4.4 411.6.4
Maximální délky vedení, při nichž je zajištěna ochrana při poruše		
Průřezy ochranných vodičů (s uvážením tepelného namáhání)		543.1
Sítě TT: jmenovitý residuální proud proudových chráničů		411.5.3
6 ÚBYTEK NAPĚTÍ Ověření úbytku napětí		525 tab. G 52.1

Obrázek 6 Dimenzování a jištění [14]

Proudové chrániče a jejich konkrétní parametry přímo vycházejí z výzkumu, který se zabýval působením elektrického proudu na člověka. Z výsledků tohoto výzkumu byl zpracován dokument IEC 479, který má dnes již druhé vydání ČSN IEC/TS 60479-1

{Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo - Část 1: Obecná hlediska} na tento předpis se přímo odvolává ČSN EN 61140 ed. 2 {Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení} a ČSN 33 2000-4-41 ed.2 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem}, tyto normy a předpisy stanovují bezpečnostní limity střídavého proudu s frekvencí do 100Hz nebo stejnosměrného proudu na člověka. Tyto předpisy určují, jakým způsobem lze zabránit úrazům elektrickým proudem. Zejména zabránit elektrickému proudu průchod tělem, nebo omezit velikost proudu procházejícím tělem na bezpečnou hodnotu, nebo rychle odpojit elektrické zařízení s poruchou od zdroje.

V elektrických instalacích se využívá selektivita proudových chráničů tak, aby v případě poruchy byla odpojena jen ta konkrétní část, kde vznikla porucha, a nedošlo k výpadku elektrické energie v celé budově. Předřazený proudový chránič by měl mít 2x větší hodnotu reziduálního proudu než následující chránič, kvůli toleranci vypínání která je 50 - 100% $I_{\Delta n}$. Tímto je zajištěno, že se nepřekrývají toleranční pásma proudových chráničů a při poruše dojde k automatickému odpojení jen nejbližšího proudového chrániče.¹⁵

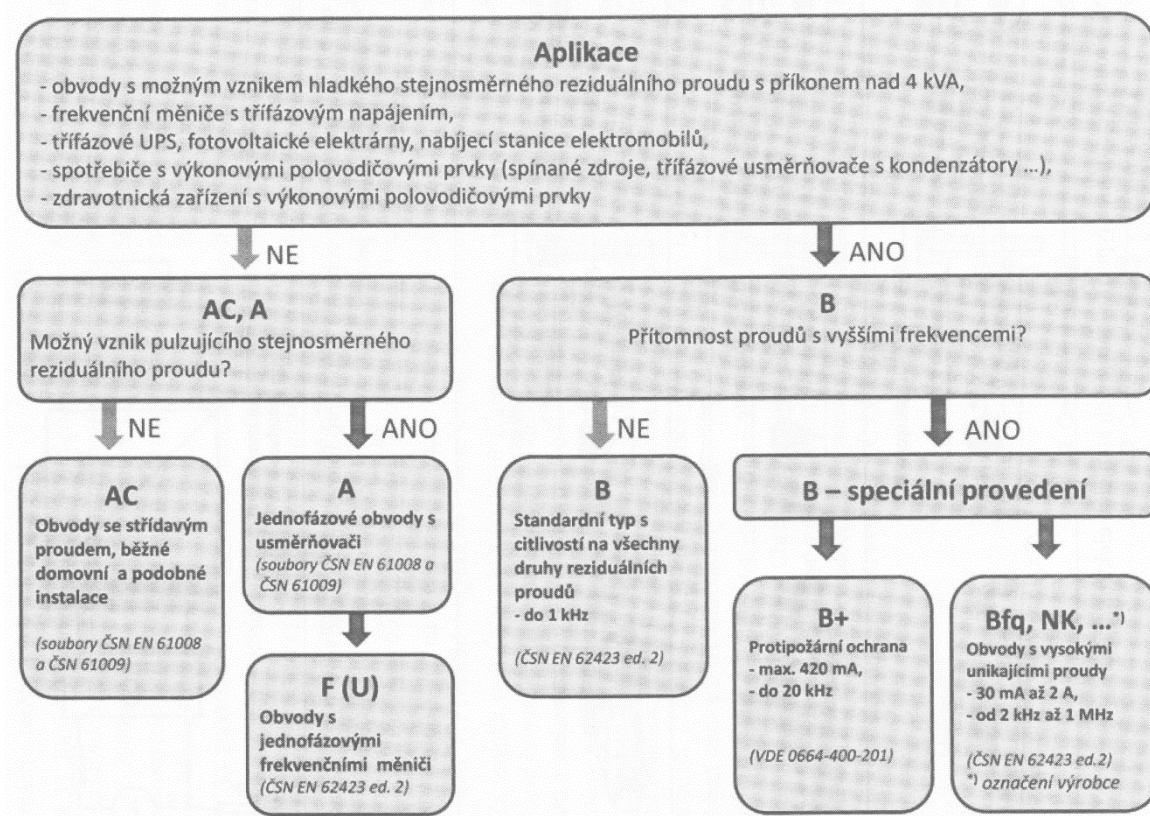
Proudové chrániče se nesmí použít v nouzových obvodech (stabilní hasicí zařízení, evakuační výtahy a podobně) a nemusí se využít při zapojení spotřebičů, ke kterým nemají přístup laici z pohledu elektrotechnické kvalifikace, tedy §1-4 vyhláška 50/1978 Sb. {Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice}. Naopak musí jich být použito v případě dostupnosti laikům, nebo v konkrétních zapojeních, jako jsou koupelny, bazény a podobné prostory.

Proudové chrániče se musí volit s ohledem citlivosti na různé druhy reziduálních proudů. S volbou správného proudového chrániče pomůže obrázek č. 7.

Jednotlivé typy proudových chráničů, jejich vlastnosti s ohledem na jejich citlivost a normy jsou uvedeny na obrázku č. 8.¹⁵

¹⁵ ŠTĚPÁN, František. *Proudové chrániče*. Třetí - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2015. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-10-9.

Jaký typ proudového chrániče zvolit ?



Obrázek 7 Volba chrániče [15]

Typ	Symbody	Citlivost na reziduální proudy a vlastnosti	Normy
AC		sinusový AC se jmenovitou frekvencí	ČSN EN 61008 ČSN EN 61009
A		sinusový AC a pulzující DC, s DC složkou do 6 mA, se jmenovitou frekvencí	ČSN EN 61008 ČSN EN 61009
F		sinusový AC a pulzující DC, s DC složkou do 10 mA, s frekvencí do 2 kHz, pro jednofázové frekvenční měniče	ČSN EN 62423 ed. 2
B		všechny druhy proudů, s frekvencí do 2 kHz	ČSN EN 62423 ed. 2, ČSN IEC 755
B+		všechny druhy proudů, s frekvencí do 20 kHz, zejména pro FV elektrárny, protipožární ochrana do 420 kH	VDE 0664-440
Bf_q NK^{*)}		všechny druhy proudů, s frekvencí do 20 kHz (a více), pro frekvenční měniče, protipožární ochrana do 300 mA	ČSN EN 62423 ed. 2

Obrázek 8 Charakteristiky proudových chráničů [15]

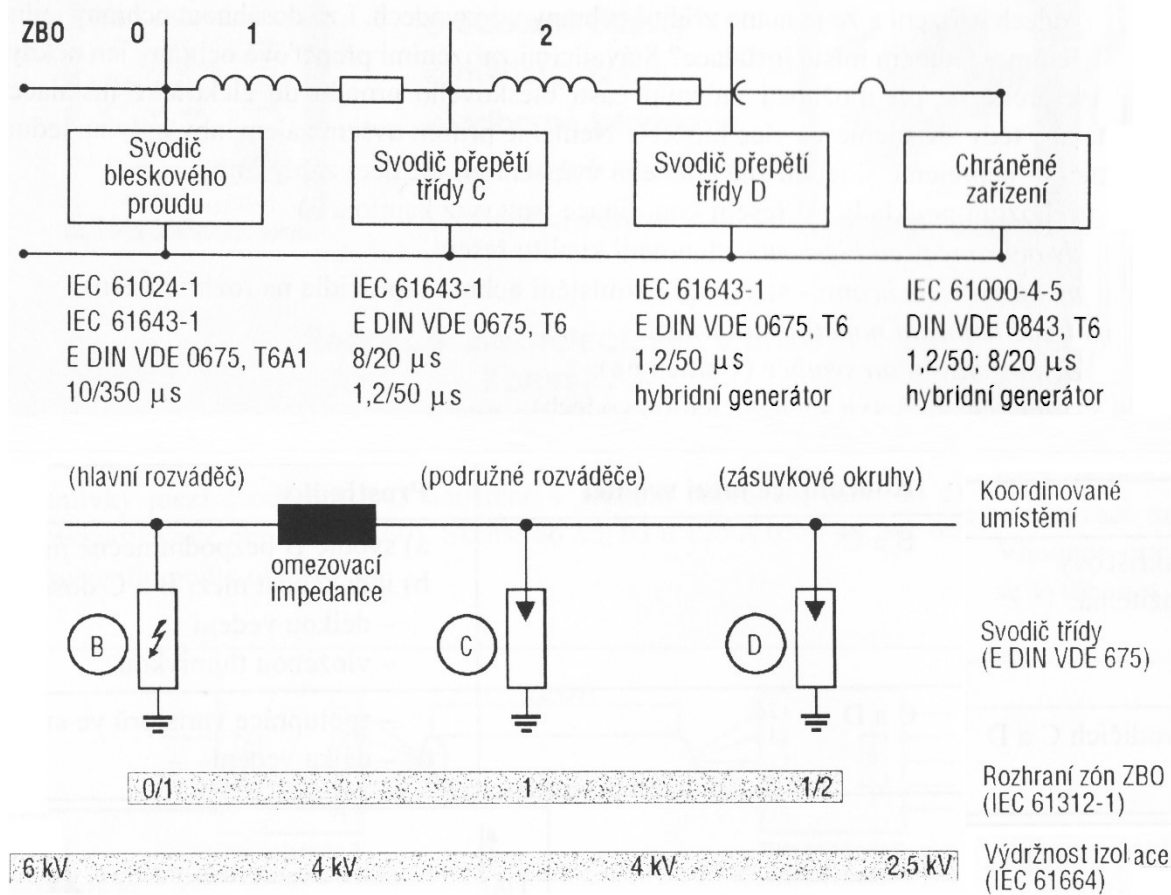
4.5.3 Přepět'ová ochrana

Přepět'ová ochrana ochraňuje elektrické spotřebiče a vnitřní rozvody před napětím, které je vyšší než nejvyšší provozní napětí včetně jeho tolerance. Vzniká přechodným přepětím atmosférického původu přenášené vedením distribuční soustavy a spínacím přepětím. Přepětí atmosférického původu je obvykle větší než spínací přepětí a proto ochrana proti atmosférickému přepětí, zajistí ochranu i proti spínacímu přepětí. Také může nastat přepětí vzniklé při výbojích statické elektřiny, nebo přepětí způsobená nukleárním výbuchem. Většinou se jedná o přepětí impulzního charakteru, trvající několik milisekund a velikosti až stovky kilovoltů.

Ochranou před přepětím rozumíme souhrn opatření, která mají zabránit rušivým nebo ničivým účinkům přepětí na elektrické zařízení. Toto lze zajistit pomocí následujících opatření – zabránění přímého úderu blesku do budovy, ochranné pospojování, uzemnění, potenciálové vyrovnání, stínění budov, stínění prostorů, stínění místností, stínění vedení. Rozlišuje se: vnější ochrana před bleskem (hromosvodová ochrana budov), a vnitřní ochrana před bleskem (stínění a vyrovnání potenciálů uvnitř budovy).¹⁶ Částečně tuto problematiku řeší ČSN 33 2000-4-443 ed.2 {Elektrické instalace budov - Část 4-44: Bezpečnost - Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením - Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím}. Problematika přepět'ové ochrany je velmi rozsáhlá (třídění budov, třídy a zóny bleskové ochrany, impulzní výdrž napětí elektrické instalace, odolnost koncových zařízení, součásti pro ochranu před přepětím apod.) a nelze ji v této bakalářské práci popsat podrobně.

Při zapojení přepět'ových ochran v silových rozvodech je zapotřebí dodržet správnou koordinaci přepět'ových ochran v síti nízkého napětí. Tato problematika je znázorněna na obrázku č. 9. koordinace svodičů v síti nn – normy a zkušební hodnoty.

¹⁶ ROUS, Zdeněk. *Přepět'ové ochrany v elektrických instalacích do 1 000 V*. Vyd. 1. Praha: IN-EL, 1999. Knižnice Elektro. ISBN 80-86230-06-6.



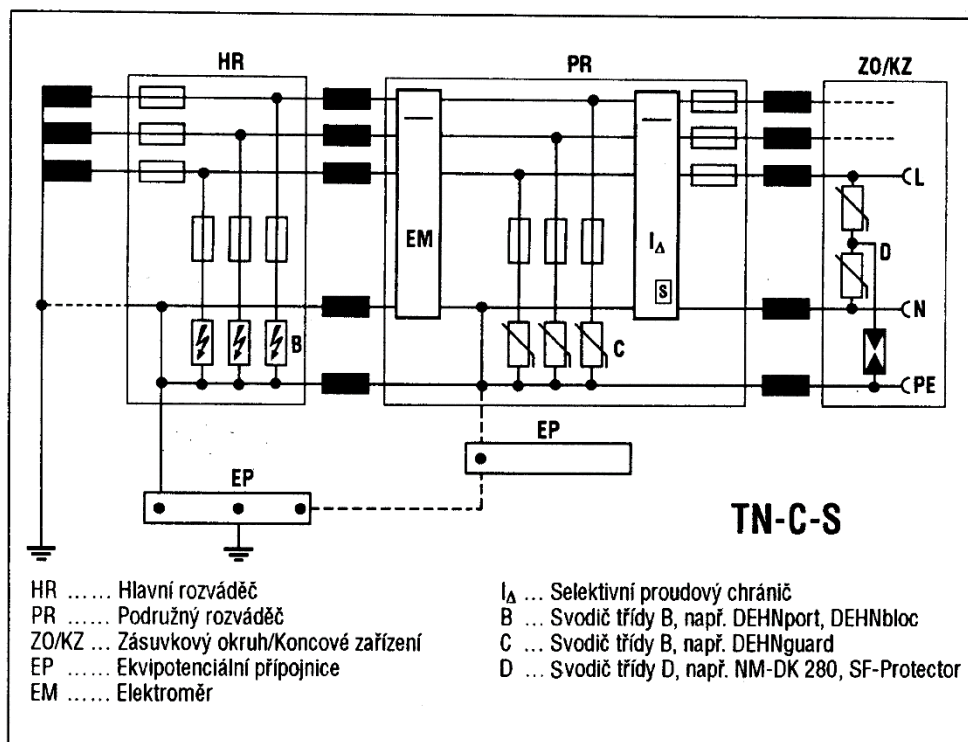
Obrázek 9 Umístění přepětové ochrany [16]

Z obrázku plyne, že na vstupu vedení do budovy je umístěn svodič bleskového proudu jiskřišťový. Kdyby byl na vstupu varistorový svodič přepětí, byl by již při poměrně nízkém proudu (5kA) zničen. Jiskřišťový svodič přepětí zapojený na vstupu do budovy, představuje „vlnolam“ pro velkou energii „přílivové vlny“ bleskového proudu. Další stupně přepětové ochrany zapojené uvnitř budov zpracovávají zbytek energie nezpracované jiskřišťovým svodičem. Tato energie odpovídá energetickému přepětí vzniklém indukci ve vnitřní instalaci nebo při jevech způsobené spínáním. Jiskřiště (B) zapálí, jakmile napětí na varistoru (C-D) a indukčnosti mezi uvažovanými stupni dosáhne hodnoty impulzního zapalovacího napětí jiskřiště. Běžně se v sítích nízkého napětí instalují svodiče typu (B), které jsou zapojeny co nejbližší vstupu do budovy. Většinou se jedná o jiskřiště s vysokou schopností zhaset následný proud. V posloupnosti se poté zapojí svodič typu (C), který se instaluje do podružných rozvaděčů, a jsou převážně na bázi varistorů. Poslední v řadě přepětové ochrany jsou svodiče typu (D) instalované do krabic v zásuvkových okruzích nebo přímo v zásuvkách. Koordinace přepětových ochrany spočívá

především ve výběru součástí a jejich zapojení v dostatečné délce vedení mezi jednotlivými ochranami nebo v užití omezovacích tlumivek.

Zjednodušený návod pro zapojení přepětové ochrany spočívá v dodržení koordinace a jednoduchými pravidly, že na vstupu do budovy musí být instalován svodič typu (B) jiskřišťový, mezi svodiči (B-C) musí být dostatečná indukčnost dosažena délkou vedením, nebo vloženou tlumivkou. U svodičů (C-D) spolupracují varistory a délka vedení. Pokud do spotřebiče vede sdělovací rozvod (koax, MaR, datový kabel) musí být zapojen svodič přepětí pro sdělovací rozvody.

U svodičů přepětí je zapotřebí součinnost nadproudového jištění. Svodič typu (B) při své činnosti při přepětí představuje prakticky zkrat, u svodičů přepětí varistorového typu (C-D) pak dochází ke zkratu v případě poruchy varistoru. Svodiče zkratované je zapotřebí jistit stejně jako v případě zapojení vadného spotřebiče. Podle typu sítě (TT, IT, TN-C, TN-S, TN-C-S) jsou různé druhy zapojení. U budov IZS se nejvíce využívá zapojení v sítích TN-C-S. Využívá se zapojení jako na obrázku č. 10. Zapojení svodičů v sítích TN-C-S.¹⁶



Obrázek 10 Zapojení přepětové ochrany s jištěním [16]

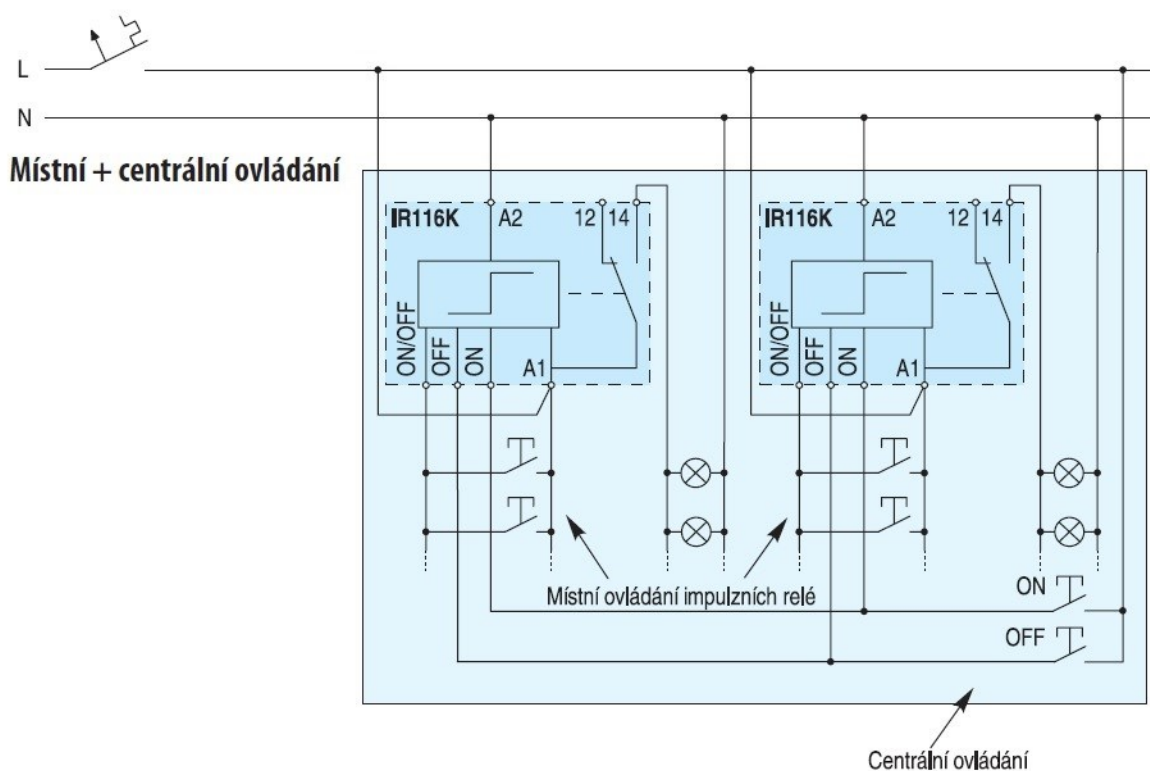
4.5.4 Zdroj nepřerušovaného napájení – on-line UPS

V budovách IZS je zapotřebí některé zařízení udržet neustále v provozu i při výpadku elektrické energie ze sítě od distributora a to kontinuálně, tedy bez přerušení. Na tyto zařízení jsou kladeny velké bezpečnostní požadavky, a tedy zdroj elektrické energie musí zajistit nepřetržitý chod i přes tyto druhy síťových poruch: napěťové špičky, výpadky proudu, kolísající napětí, dlouhodobé přepětí, dlouhodobé podpětí, změny kmitočtu, napěťové zkreslení „burst“, harmonické zkreslení, účinky blesku, přepětěová ochrana a napětí s dobou vybavení > 4 ms. Podle ČSN EN 62040-3 ed.2 {Zdroje nepřerušovaného napájení (UPS) - Část 3: Metoda stanovení požadavků na funkci a na zkoušení} lze tuto problematiku řešit On-line UPS viz příloha č. 4. klasifikace UPS podle normy ČSN EN 62040-3 v závislosti na stupni ochrany zařízení. On-line UPS je také značena jako VFI (voltage frequency independent) – napěťové i frekvenčně nezávislé zdroje. Od On-line UPS vede rozvod do všech podružných rozvaděčů a poté na označené zásuvky a konkrétní zařízení.

4.6 Zajištění osvětlení v objektu

Budovy IZS musí splňovat podmínky předpisu č. 361/2007 Sb. {Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci}. Tento předpis vymezuje podmínky ochrany zdraví při práci se zřetelovou zátěží. Osvětlení vnitřních prostor budovy se řídí dle ČSN EN 12464-1 {Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory} a ČSN EN 12665 {Světlo a osvětlení - Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení}. Budovy IZS mají před výjezdovými vraty manipulační prostor pro zkoušení techniky, který musí být také osvětlen. Osvětlení venkovních prostor se navrhuje dle ČSN EN 12464-2 {Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 2: Venkovní pracovní prostory}.

Elektrické zapojení osvětlení u objektu IZS je odlišné od běžného zapojení osvětlení. Hlavním rozdílem zapojení je dálkové ovládání veškerého osvětlení z operačního střediska složek IZS. Podstata je v zapojení veškerého osvětlení přes impulzní relé s centrálním ovládáním. Toto zapojení je z ekonomického hlediska náročnější, ale specifikum budovy si toto zapojení vyžaduje. Zjednodušené schéma zapojení je na obrázku č. 11.



Obrázek 11 Zapojení osvětlení [20]

4.6.1 Nouzové osvětlení

V případě výpadku elektrické energie je v budovách IZS instalováno nouzové osvětlení ve shodě s ČSN EN 1838 {Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení}. Nouzové osvětlení musí být napájeno z jiného zdroje než je zdroj elektrické energie pro standardní osvětlení (např. baterie, ups, a jiné).¹⁷ Nejčastěji je využito nouzového osvětlení s vlastními bateriemi, které se dobijí v průběhu bezporuchového stavu ze sítě elektrické energie stejně jako standardní osvětlení a v případě výpadku této energie dojde k automatickému rozsvícení. Automatické řízení nouzového osvětlení se řídí dle ČSN EN 61347-2-7 ed. 3 {Ovládací zařízení pro světelné zdroje - Část 2-7: Zvláštní požadavky na bateriemi napájená elektronická ovládací zařízení pro nouzové osvětlení (s vlastními bateriemi)}. Vlastní svítidla nouzového osvětlení musí být ve shodě s ČSN EN 60598-2-22 {Svítidla - Část 2-22: Zvláštní požadavky - Svítidla pro nouzové osvětlení}. V budovách IZS je náhradní zdroj elektrické energie o které, již bylo zmíněno v kapitole 6.3 {záložní napájení objektu}. Tím se nepředpokládá dlouhodobý výpadek elektrické energie, a proto je

¹⁷ ČSN EN 1838. *Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2015 Třídící znak: 360453

instalováno většinou jen nouzové únikové osvětlení, které se řídí podle ČSN EN 50172 {Systémy nouzového únikového osvětlení}.

4.6.2 Osvětlení místností

Osvětlení jednotlivých místností se provádí výpočty. Výpočty jsou závislé na mnoha proměnných, jako je rozměr, tvar, rozmístění strojů nebo překážek, pozice a intenzita přírodního osvětlení, nejnižší přípustná hodnota intenzity celkového osvětlení, rovnoměrnost osvětlení, odraznost, jas a druh úkolu nebo činnosti. Reálné výpočty se provádí nejčastěji bodovou a tokovou metodou.¹⁸ Zjednodušený postup výpočtu je:

- a) Stanovení požadavků kladených na osvětlení.
- b) Stanovení intenzity osvětlení.
- c) Stanovení druhu svítidla.
- d) Stanovení povrchů a jejich odraznosti světla.
- e) Stanovení rozměrů z půdorysu místnosti.
- f) Stanovení vhodné výpočtové metody.
- g) Realizace vlastního výpočtu podle jednotlivých stanovení.

Toková metoda je v praxi nejčastěji využívaná metoda pro výpočet počtu světelných zdrojů a svítidel, které musí dosáhnout průměrné časové minimální intenzity osvětlení.

Toková metoda vychází ze vzorce $\Phi = \frac{E_{pk} * A}{\eta * \mu}$ [lm, lx, m^2]. Φ je tok světelných zdrojů a svítidel nutných k dosažení E_{pk} [lm], η – činitel využití účinnosti osvětlení, μ – udržovací činitel, E_{pk} – průměrná, časově minimální intenzita osvětlení podle ČSN EN 12464-1 {Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory}. A – velikost osvětlené plochy podle půdorysu.¹⁹

Bodová metoda umožňuje výpočet osvětlení v konkrétních místech (bodové osvětlení). Osvětlenost v bodě lze vypočítat podle tohoto vzorce $E = \frac{I * \cos^3 \epsilon * \Phi * MF}{H^2}$ nebo jeho matematického ekvivalentu. E – udržovaná vodorovná světelnost v bodě, I – svítivost

¹⁸ SOKANSKÝ, Karel. *Světelná technika*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.

¹⁹ MARKOVÁ, Lidmila. Igor, PAVLÍČEK. TZB [Technická zařízení budov] III: Umělé osvětlení, elektrorozvody, hromosvody : Určeno pro stud. fak. stavební. 3. vyd. Praha: ČVUT, 1991. ISBN 80-01-00584-4.

v bodě, ε – úhel dopadu světelného paprsku, H – výška svítidla, Φ – počáteční světelný tok všech zdrojů ve svítidle, MF – součinitel stárnutí světelného zdroje a udržovací činitel. Tato metoda je využitelná v případě, kdy lze zanedbat odrazy.¹⁹

U uvedených metod výpočtů může dojít k chybě při výpočtu. K usnadnění práce výrobci a programátoři svítidel vytvořily světelně technický výpočetní software jako je například software RELUX. Program je propojen s databází výrobců osvětlení, a tak je umožněno po nakreslení rozměrů místnosti a její vybavení, importovat do výkresu konkrétní světelné zdroje a jejich charakteristiky. Program provede výpočty, a navrhne osvětlovací soustavu v půdorysu daného prostoru. Další výhodou tohoto programu je možnost exportu a importu dat s programy CAD.¹⁸

4.6.3 Noční osvětlení

V objektech IZS jsou otevřené stavební otvory v podobě požárních skluzů. Při vyhlášení poplachu slouží skluzy členům výjezdové jednotky k rychlému přemístění z horních pater budovy IZS k výjezdovým vozidlům. Je nutné zabezpečit osvětlení těchto skluzů, aby nemohlo dojít k úrazu propadnutím při snížené viditelnosti. Noční osvětlení slouží také k nízké intenzitě osvětlení komunikací v budově. Při vyhlášení poplachu a závadě na dálkovém ovládní osvětlení celé budovy, slouží noční osvětlení jako náhrada celkového osvětlení aby členové IZS byly schopni se rychle dostavit k výjezdové technice. Noční osvětlení je spínáno automaticky pomocí soumrakového spínače, nebo manuálně pomocí vypínačů z operačního střediska.

4.6.4 Osvětlení venkovní

Osvětlení před výjezdovými vraty a případně dvora budovy IZS, je realizováno pomocí venkovního osvětlení v podobě pouličních lamp nebo nástěnných světel s vhodným krytím alespoň IP 44. Venkovní osvětlení se dimenzuje a navrhuje ve shodě s ČSN EN 12464-2 {Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 2: Venkovní pracovní prostory} a intenzita osvětlení dvora se dimenzuje jako parkoviště referenční číslo 5.9.1 podle obrázku č. 12. Zapínání venkovního osvětlení je automatické pomocí soumrakového spínače, nebo ručně pomocí venkovního vypínače s vhodným krytím IP.

Referenční číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	\bar{E}_m lx	U_o -	R_{GL} -	R_a -	Specifické požadavky
5.9.1	slabý provoz, např. parkoviště obchodů, řadových a nájemních domů, stanoviště jízdních kol	5	0,25	55	20	
5.9.2	průměrný provoz, např. parkoviště obchodních domů, administrativních budov, podniků, sportovních a víceúčelových komplexů budov	10	0,25	50	20	
5.9.3	silný provoz, např. parkoviště hlavních nákupních středisek, významných sportovních a víceúčelových komplexů budov	20	0,25	50	20	

Obrázek 12 Intenzita osvětlení venkovní prostory [19]

4.6.5 Osvětlení ve výbušném prostředí

Výjezdová technika IZS se musí udržovat dotankovaná po každém zásahu minimálně na stavu 90% obsahu nádrže paliva podle pokynu generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR a náměstka ministra vnitra ze dne 13. 3. 2006, který vydal - Řád strojní služby Hasičského záchranného sboru České republiky. Aby toto nařízení mohlo být splněno, musí být každá budova IZS vybavena stanovištěm pro čerpání pohonných hmot (bencalor). Výbušné prostředí se také týká olejového hospodářství (stavebně oddělená garáž), kde je uskladněno větší množství hořlavých kapalin I. Třídy hořlavosti (benzín). V těchto prostorech je instalováno umělé osvětlení podle ČSN EN 12464-1 {Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory} a ČSN EN 12464-2 {Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 2: Venkovní pracovní prostory}. Elektrická instalace osvětlení ale musí být také ve shodě s ČSN EN 60079-14 ed. 4 {Výbušné atmosféry - Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací} a ČSN EN 60079-17 ed. 4 {Výbušné atmosféry - Část 17: Revize a preventivní údržba elektrických instalací}.

4.6.6 Poplachové osvětlení

Poplachové osvětlení je osvětlení, které se rozsvěcí pouze z operačního střediska IZS a oznamuje takzvaný předpoplach. Předpoplach je časový úsek od vytěžení mimořádné události od oznamovatele až po vyhlášení poplachu zvukovou signalizací. Zhasnutí poplachového osvětlení provede operační středisko po výjezdu jednotky

k případu. Poplachové osvětlení je v každé místnosti budovy přidělané pevně na stěně většinou nad dveřmi. Světlo je čočkového tvaru s červeným vodorovným pruhem, osazeno klasickou 40 W žárovkou s wolframovým vláknem. Klasické žárovky je využíváno pro rychlé osvětlení bez zpoždění.

4.7 Napájení motorů pro vzduchotechniku

Elektrické přívody k motorům se dimenzují vzhledem k jmenovitým proudům jisticích prvků motorů. Jisticí prvky musí zajistit ochranu vedení a podle výrobce a typu motoru také zařízení, proti přetížení nebo zkratu za všech provozních stavů. V úvahu se musí také brát druh zapojení (hvězda/trojúhelník) a případně způsob řízení otáček (frekvenční měniče) od MaR. Zapojení elektrické instalace pro motory musí být ve shodě s normami ČSN 33 2130 ed. 3 {Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody} a ČSN 33 2000 {Elektrické instalace nízkého napětí}. Kompenzace jalového výkonu u motorů zapojených v budovách IZS je řešeno skupinovou kompenzační jednotkou, která je zapojena na hlavní rozvaděč, jak již bylo popsáno v kapitole 6.4 {Kompenzace jalového výkonu}.

4.8 Vybavení jednotlivých místností elektrickým zařízením

Požadavek na minimální vybavení místností na počet zásuvkových i světelných vývodů v budovách IZS lze řešit podle normy ČSN 33 2130 ed.3 {Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody}, která stanovuje minimální počet vývodů podle tabulky viz. příloha č.6, nebo podle konkrétních požadavků místnosti tak, aby vyhovovaly každodennímu používání. V této kapitole uvedu jednotlivé místnosti a specifické odchylky od běžných elektrických rozvodů.

Denní místnost – slouží pro odpočinek členů výjezdové jednotky, velmi podobná obývacímu pokoji. V denní místnosti je ale předpoklad zdržování více osob (10-30) a tak místnost se vybavuje větším množstvím zásuvkových vývodů na více navzájem nezávislých obvodech.

Ohřívací místnost – Slouží pro ohřívání jídla členům výjezdové jednotky a je velmi podobná klasické domácí kuchyni. Vybavení ohřívací místnosti se skládá navíc oproti

běžně vybavené kuchyni z 6x vývod pro lednice, velká centrální digestoř přes všechny kuchyňské sporáky, 3f vývody s vypínači pro velké elektrické kuchyňské sporáky popřípadě myčku na nádobí.

Ložnice – Členové výjezdové jednotky slouží po dobu 24h a v době mezi 23:30 až 6:00 drží pohotovost na hasičské stanici. Ložnice jsou navrženy pro 6 osob, u každé postele je dvojitá zásuvka pro lampičku a případné osobní elektrické vybavení. U dveří a v parapetní liště je umístěna zásuvka pro úklidové elektrické spotřebiče.

Chodby – v budovách IZS se nachází většinou dlouhé spojovací chodby a pro jejich úklid je zapotřebí rozmístit zásuvky alespoň v rozestupech maximálně 10 m (délka přívodního kabelu vysavače 5 m).

Garáže – každé stání v garážích pro výjezdovou techniku musí obsahovat 1x 3f zásuvku pro elektrický pohon vrat, 1x 3f zásuvku pro startovací vozík, 1x 1f zásuvku na navíjecím bubnu pro předehřev motorů a převodovek výjezdových automobilů, 1x 1f klasickou zásuvku pro případné opravy zásahových automobilů, 1x 24V nebo 12V zásuvku dobíjení automobilů z konzervátoru.

Umývací prostor – je rozdělen na dvě části, v části sprchové nesmí být instalována žádná zásuvka a osvětlení se realizuje pomocí SELV nebo PELV napětí. Část kde jsou umístěna umyvadla, se řídí požadavkem, aby u každého umyvadla byla instalována zásuvka. Všechny spotřebiče a zásuvky v umývacích místnostech musí být zapojeny přes proudový chránič s reziduálním proudem nepřesahujícím 30 mA. Rozmístění zásuvek a elektrického vybavení musí být rozmístěno tak aby vyhovovalo jejich krytí (IP) a zóna podle ČSN 33 2000-7-701 ed.2 {Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou}.

5 Závěr

Bakalářská práce seznámila čtenáře s Integrovaným záchranným systémem, byly zde uvedené jednotlivé složky bezpečnostních sborů a záchranných služeb a jejich hlavní úkoly, včetně zákonů podle kterých se zřizují a jednotlivé složky řídí. Nebylo zapomenuto na vývoj Hasičských stanic od úplného počátku založení prvního sboru, po moderní

budovy Integrovaného záchranného sboru včetně vize předpokládaných elektrických zařízení, které by mohly být použity.

V části vlastní řešení byla vysvětlena problematika nízkého napětí u budov Integrovaného záchranného systému, které slouží k držení pohotovosti jednotek IZS. Při návrhu elektrické instalace pro budovy tohoto typu se projektant řídí zákony a technickými normami. V současné době není vydána žádná česká technická norma, která by stanovila konkrétní požadavky pro budovy tohoto typu. Čtenáři této bakalářské práce je vysvětleno postupně jednotlivé části elektrických rozvodů s ohledem na bezpečnost osob a právní shodou se zákony a normami v konkrétní problematice. Čtenář si mohl povšimnout, že některé části budovy nejsou v této bakalářské práci vůbec popsány, z důvodů zajištění ochrany utajovaných informací, kvůli tomu že, se jedná o budovy bezpečnostních sborů České republiky.

Seznam použitých zdrojů

- ¹ Česko. Zákon č. 239 ze dne 28. června 2000 o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 73. Dostupné z <http://www.zakonyprolidi.cz>
- ² SZASZO, Zoltán. *Stručná historie profesionální požární ochrany v českých zemích*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2010. ISBN 9788086640600.
- ³ ČSN 33 2130 ed.3 *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2014 Třídící znak: 332130
- ⁴ BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. 2., dopl. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2006. ISBN 80-86706-15-X.
- ⁵ DVOŘÁČEK, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací*. 2., přeprac. vyd. Praha: IN-EL, 2011. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-53-5.
- ⁶ ČSN 33 3320 ed.2 *Elektrotechnické předpisy – Elektrické přípojky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2014 Třídící znak: 333320
- ⁷ ČSN 38 0810 *Použití ochran před přepětím v silových zařízeních*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2014 Třídící znak: 380810
- ⁸ ČSN 73 6006 *Výstražné fólie k identifikaci podzemních vedení technického vybavení*. Praha: Český normalizační institut 2003 Třídící znak: 736006
- ⁹ ČSN 33 2000-5-52 ed.2 *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2012 Třídící znak: 332000
- ¹⁰ BEK, Jaroslav, Zdeněk HANUS, Jan HEJHAL, et al. *PRŮVODCE ELEKTRIKÁŘE: PRE*. Druhé vydání. Praha, 2013.

- ¹¹ KORENC, Vladimír a Jiří HOLOUBEK. *Kompenzace jalového výkonu v praxi*. Vyd. 1. Praha: IN-EL, 1999. Knižnice Elektro. ISBN 80-86230-07-4.
- ¹² DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2010. Stavíme. ISBN 978-80-251-3111-4.
- ¹³ DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. 5., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2012. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-57-3.
- ¹⁴ 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.
- ¹⁵ ŠTĚPÁN, František. *Proudové chrániče*. Třetí - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2015. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-10-9.
- ¹⁶ ROUS, Zdeněk. *Přepětové ochrany v elektrických instalacích do 1 000 V*. Vyd. 1. Praha: IN-EL, 1999. Knižnice Elektro. ISBN 80-86230-06-6.
- ¹⁷ ČSN EN 1838. *Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2015 Třídící znak: 360453
- ¹⁸ SOKANSKÝ, Karel. *Světelná technika*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
- ¹⁹ MARKOVÁ, Lidmila. Igor, PAVLÍČEK. *TZB [Technická zařízení budov] III: Umělé osvětlení, elektrorozvody, hromosvody : Určeno pro stud. fak. stavební*. 3. vyd. Praha: ČVUT, 1991. ISBN 80-01-00584-4.
- ²⁰ Impulzní relé. In: *OEZ* [online]. Letohrad: OEZ, 2015 [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: http://www.oez.cz/uploads/oez/files/ks/3232-Z01-06_CZ_SK.pdf
- ²¹ PODAL, Pavel. *Záložní zdroj energie (UPS)* [online]. Brno, 2009 [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/1586>. Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce Doc. Ing. MILAN CHMELAR, CSc.

²² *Elektrocentrally.cz* [online]. Praha: Karel Řehák, 2016 [cit. 2016-03-27]. Dostupné z:
<http://www.elektrocentrally.cz/automatika-startu/technicke-informace>

Příloha č.1 – Bezpečnostní značení [10]

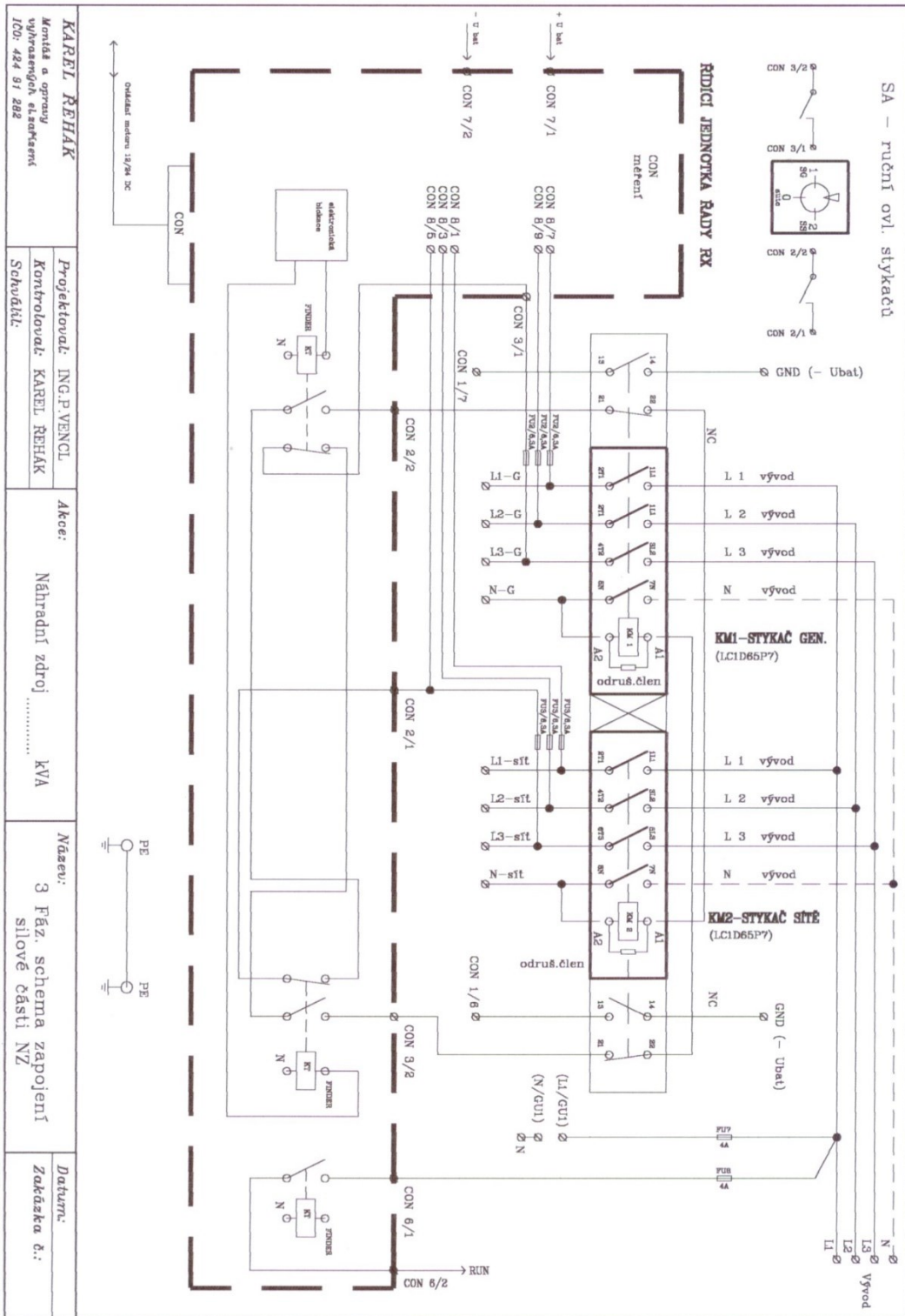
Bezpečnostní barva	Popis značky	Význam značky a použití	Příklad
ZÁKAZ ČERVENÁ	<i>tvar: kruhový</i> <i>barva pozadí: bílá</i> <i>kruhový a šikmý pás: červený</i> <i>symbol nebo text: černý</i>	značky zákazu; značky pro zastavení či přerušení práce	
VÝSTRAHA ŽLUTÁ	<i>tvar: trojúhelník</i> <i>barva pozadí: žlutá</i> <i>trojúhelníkový pruh: černý</i> <i>symbol nebo text: černý</i>	vyznačení nebezpečí, ohraničení nízkých průchodů, schodů nebo překážek	
PŘÍKAZ MODRÁ	<i>tvar: kruh</i> <i>barva pozadí: modrá</i> <i>symbol nebo text: bílý</i>	příkaz k použití příslušných osobních ochranných pracovních prostředků	
INFORMACE ZELENÁ	<i>tvar: čtverec</i> <i>barva pozadí: zelená</i> <i>symbol nebo text: bílý</i>	nouzové a únikové cesty, místa první pomoci	
INFORMACE PO ČERVENÁ	<i>tvar: čtverec</i> <i>barva pozadí: červená</i> <i>symbol nebo text: bílý</i>	věcné prostředky požární ochrany, požárně bezpečnostní zařízení	

--	--	--	--	--------------

Příloha č.2 - Kategorie odběratelů el. energie [21]

Kategorie	Omezení doby výpadku napájení	Možná řešení	Typy odběratelů
I. Základní	V řádu minut	Jeden přívod z elektrické sítě, pohotovostní napájení není vyžadováno	Rodinné domy
II. Střední	V řádu sekund	Diesel-agregáty	Výškové budovy
III. Vyšší	Desítky ms až jednotky s	Dva nezávislé přívody z el. distribuční sítě, pohotovostní napájecí systém vybavený automatickým přepínáním zdroje napájení	Velké hotely, nemocnice, letiště, nádražní domy, telekomunikace
IV. Nejvyšší	kontinuální	Nulový převod času v pohotovostním režimu, delší doba trvání diesel-agregát.	Bankovní domy

Příloha č.3 - Schéma zapojení dieselgenerátoru a sítě od distributora. [22]



Příloha č.4 – Klasifikace UPS [21]

Tab. 2.2. Klasifikace UPS podle normy ČSN EN 62040-3 v závislosti na stupni ochrany zařízení

Stupeň ochrany		Druhy síťových poruch	čas	UPS klasifikace (podle normy ČSN EN 62040-3)		Používaná klasifikace
				Výstupní závislost na síťovém napájení	Tvar výstupní vlny / Tvar napětového zkreslení *	
1	Ocharna vůči třem rušivým vlivům sítě	1 výpady proudu	> 10 ms	VFD = napětově a frekvenčně závislé na napájení sítě	SY = na výstupu UPS není napětí sinusového průběhu SX = není sinusový, THD > 0,08	Off-line
		2 kolísající napětí	< 16 ms			
		3 napětové špičky	< 16 ms			
2	Ocharna vůči pěti rušivým vlivům sítě	4 dlouhodobé podpěti	spojité	VI = napětově nezávislé na napájení sítě	SX = není sinusový, THD > 0,08 nebo SS = sinusový, THD <	Line-Interactive
		5 dlouhodobé přepětí	spojité			
3	Ocharna vůči všem deseti rušivým vlivům sítě	6 účinky blesku	ojedinelé	VFI = napětově a frekvenčně nezávislé na napájení sítě	SS = sinusový, THD < 0,08	On-line
		7 přepětí ochrana, přepětí	> 4 ms			
		8 změny kmitočtu	nepojité			
		9 napětové zkreslení ("burst")	periodické			
		10 harmonické zkreslení	spojité			
4	Ocharna vůči všem deseti rušivým vlivům sítě + zvýšená ochrana díky galvanickému oddělení	1 - 10 (všechna uvedená)	všechny uvedené	VFI = napětově a frekvenčně nezávislé na napájení sítě	SS = sinusový, THD < 0,08	On-line
		1 - 10 (všechna uvedená)	všechny uvedené			
5	Ocharna vůči všem deseti rušivým vlivům sítě + zvýšená ochrana díky galvanickému oddělení + Paralelně-redundantní N+1	1 - 10 (všechna uvedená)	všechny uvedené	VFI = napětově a frekvenčně nezávislé na napájení sítě	SS = sinusový, THD < 0,08	On-line
		1 - 10 (všechna uvedená)	všechny uvedené			

* - "SX" - první znak "S" odpovídá napětové vlně na vstupu UPS (sinus), druhý "X" je z (nesinusového) výstupu UPS, THD.

** - trojčíslí "nnn" hodnotí dynamické chování (přechodné odchylky vstupního napětí) při změně provozního režimu (první "n") nebo skokové změně zátěže (druhé "n" - lineární, třetí "n" - nelineární zátěž), kde "n" je hodnota od 1 (nejpřísnější tolerance, bez přerušování - kontinuální provoz) do 3 (nejméně přísná tolerance, s přerušováním do 10 ms)

Příloha č.5 – Hodnoty součinitele k [14]

Materiál izolace		PVC 70 °C Menší než 300 mm ²	PVC 70 °C Větší než 300 mm ²	PVC 90 °C Menší než 300 mm ²	PVC 90 °C Větší než 300 mm ²	EPR/XPE	Pryž 60 °C	Minerální s PVC	Minerální holá
Počáteční teplota ϑ_p		70	70	90	90	90	60	70	105
Konečná teplota ϑ_k		160	140	160	140	250	200	160	250
k pro materiál vodičů	měď	115	103	100	86	143	141	115	135
	hliník	76	68	66	57	94	93	–	–
	cínem pájené spoje měděných vodičů	115							

Příloha č.6 – Počet doporučených vývodu [3]

Číslo	Druh spotřebiče	Počet		
		Zásuvkových vývodů ¹⁾	Světelných vývodů	Samostatných obvodů pro spotřebiče 2 kW a více
Obývací pokoj nebo ložnice				
1	Zásuvky ²⁾ , svět. vývody při obytn. ploše pokoje: do 8m ²	2	1	
2	přes 8 m ² do 12 m ²	3	1	
3	přes 12 m ² do 20 m ²	4	1	
4	přes 20 m ²	5	2	
Kuchyně, kuchyňský kout				
5	zásuvky, svět. vývody: pro kuchyňský kout	3	2 ³⁾	
6	pro kuchyň	5	2 ³⁾	
7	větrák/digestoř	1 ⁴⁾		
8	sporák			1 ^{19) 20)}
9	chladnička, mraznička	1		1 ²²⁾
10	myčka nádobí			1
11	ohříváč vody			1 ⁵⁾
Koupelna				
12	zásuvky, svět. vývody:	2 ⁶⁾	2 ⁷⁾	
13	ventilátor		1 ^{4) 8)}	
14	pračka ⁹⁾			1 ¹⁰⁾
15	topidlo	1		
16	ohříváč vody (TUV)			1 ⁵⁾
WC				
17	zásuvky, svět. vývody	1 ¹¹⁾	1	
18	ventilátor			1 ^{4) 8)}
Místnost pro práce				
19	zásuvky, svět. vývody	3	1 ³⁾	
20	ventilátor		1 ⁴⁾	
21	pračka			1 ^{12) 21)}
22	sušička			1 ^{12) 21)}
23	mandl			1 ²¹⁾
Chodby				
24	zásuvky, svět. vývody u chodby do délky: do 2,5 m	1	1 ¹³⁾	
25	nad 2,5 m	1	1 ^{14) 18)}	

Číslo	Druh spotřebiče	Počet		
		Zásuvkových vývodů ¹⁾	Světelných vývodů	Samostatných obvodů pro spotřebiče 2 kW a více
Terasa, obytná lodžie, atrium				
26	zásuvky, svět. vývody	1	1 ¹⁵⁾	
Sklep, sklípek do 3 m²)				
27	světelný vývod		1	
Místnost pro „HOBBY“				
28	zásuvky, svět. vývody	3	1	
Sklep, půda náležící k bytu				
29	zásuvky, svět. vývody	1	1	
Společně užívaná půda, sklep				
30	zásuvky, svět. vývody při užité ploše:			
	do 20 m ²	1 ¹⁷⁾	1	
31	přes 20 m ²	1 ¹⁷⁾	2	
Půdní, sklepní chodba				
32	Osvětlení		1 ¹⁸⁾	
Vysvětlivky				
1) Včetně přípojovacích krabic pro spotřebiče s příkonem pod 2 kW.				
2) U postelí se umísťují minimálně dvozásuvky, u anténních zásuvek minimálně trojnásobná zásuvka.				
3) Pracovní plocha musí být osvětlena tak, aby se v max. míře zabránilo tvorbě stínu.				
4) Pokud je instalováno samostatné elektrické větrání.				
5) Pokud není zabezpečena příprava teplé užitkové vody z jiných zdrojů.				
6) V tomto případě je možná kombinace s nástěnným svítidlem nad umyvadlem.				
7) U koupelen do 4 m ² postačí světelný vývod nad umyvadlem.				
8) U koupelen nebo WC se ovládání větrání spojuje s ovládáním osvětlení. U větrání se předpokládá doběh.				
9) V jednom bytě pouze jednou.				
10) Pokud není místnost pro domácí práce a zařízení nelze umístit v jiné místnosti.				
11) Pro WC s umyvadlem.				
12) Pokud není v koupelně nebo v jiné samostatné místnosti.				
13) Z jednoho místa ovladatelné.				
14) Ze dvou nebo více míst ovladatelné, v závislosti na počtu vstupů a vzdálenosti spínačů od těchto vstupů.				
15) Od 8 m ² užité plochy.				
16) Neplatí pro půdní nebo sklepní kóje.				
17) Pro anténní zesilovač, pro každé anténní zařízení požadováno jen jednou.				
18) U chodeb delších než 6 m jeden světelný vývod i na každých dalších započatých 6 m délky.				
19) Pokud není užito plynového sporáku. Sporák z důvodů rovnoměrného rozložení zatížení se zásadně zapojuje třífázově, s výjimkou sporáků vyrobených pro dvoufázové připojení.				
20) Pokud je užito plynového sporáku s elektrickou pečí trouby osadí se další samostatný zásuvkový obvod pro připojení trouby.				
21) Pokud není užito samostatné podružné rozvodnice pro tuto místnost.				
22) Pro chladničky, mrazničky, či jejich kombinace, viz čl. 5.3.12.				

Příloha č.7 – Použité zákony, předpisy a vyhlášky.

Předpis č. **238/2000** Sb. Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů

Předpis č. **239/2000** Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů

Předpis č. **240/2000** Sb. Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)

Předpis č. **133/1985** Sb. Zákon České národní rady o požární ochraně

Předpis č. **320/2015** Sb. Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru)

Předpis č. **273/2008** Sb. Zákon o Policii České republiky

Předpis č. **374/2011** Sb. Zákon o zdravotnické záchranné službě

Předpis č. **361/2007** Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Předpis č. **22/1997** Sb. Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů

Předpis č. **102/2001** Sb. Zákon o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků)

Předpis č. **179/1997** Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví grafická podoba české značky shody, její provedení a umístění na výrobku

Předpis č. **262/2006** Sb. Zákon zákoník práce

Předpis č. **396/1992** Sb. Zákon o státním odborném dozoru nad bezpečností práce (úplné znění s působností pro Českou republiku, jak vyplývá z pozdějších změn a doplnění)

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

Předpis č. **73/2010** Sb. Vyhláška o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních)

Předpis č. **50/1978** Sb. Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice

Předpis č. **11/2002** Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů

Předpis č. **16/2016** Sb. Vyhláška o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

Příloha č.8 – Použité normy

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

ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy

ČSN 33 2000-4-443 ed. 2 Elektrické instalace budov - Část 4-44: Bezpečnost - Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením - Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím

ČSN 33 2000-4-473 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům

ČSN 33 2000-4-482 Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů - Oddíl 482: Ochrana proti požáru v prostorech se zvláštním rizikem nebo nebezpečím

ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy

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

ČSN 33 2000-5-537 Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje - Oddíl 537: Přístroje pro odpojování a spínání

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

ČSN 33 2000-7-702 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-702: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Plavecké bazény a fontány

ČSN EN 62305 ed. 2 Ochrana před bleskem

ČSN 73 08XX Požární bezpečnost staveb

ČSN 33 2130 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody

ČSN 33 2000 Elektrické instalace nízkého napětí – všeobecně

ČSN 33 1310 ed. 2 Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace

ČSN EN 50110-1 ed. 3 Obsluha a práce na elektrických zařízeních - Část 1: Obecné požadavky

ČSN EN 60059 Normalizované hodnoty proudů IEC

ČSN 33 3320 ed. 2 Elektrotechnické předpisy - Elektrické přípojky

ČSN 38 0810 Použití ochran před přepětím v silových zařízeních

ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení

ČSN 73 6006 Výstražné fólie k identifikaci podzemních vedení technického vybavení

ČSN EN 60898-1 Elektrická příslušenství - Jističe pro nadproudové jištění domovních a podobných instalací - Část 1: Jističe pro střídavý provoz (AC)

ČSN EN 60947-2 ed. 3 Spínací a řídicí přístroje nízkého napětí - Část 2: Jističe

ČSN EN 60439 Rozváděče nízkého napětí

ČSN EN 62208 ed. 2 Prázdné skříně pro rozváděče nízkého napětí - Obecné požadavky

ČSN EN 60073 ed. 2 Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Zásady kódování sdělovačů a ovládačů

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

ČSN 33 3080 Elektrotechnické předpisy. Kompenzace indukčního výkonu statickými kondenzátory

ČSN IEC/TS 60479-1 Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo - Část 1: Obecná hlediska

ČSN EN 81346-2 Průmyslové systémy, instalace a zařízení a průmyslové produkty - Zásady strukturování a referenční označování - Část 2: Třídění předmětů a kódy tříd

ČSN EN 61140 ed. 2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení

ČSN EN 62040-3 ed. 2 Zdroje nepřerušovaného napájení (UPS) - Část 3: Metoda stanovení požadavků na funkci a na zkoušení

ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory

ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 2: Venkovní pracovní prostory

ČSN EN 12665 Světlo a osvětlení - Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení

ČSN EN 61347-2-7 ed. 3 Ovládací zařízení pro světelné zdroje - Část 2-7: Zvláštní požadavky na bateriemi napájená elektronická ovládací zařízení pro nouzové osvětlení (s vlastními bateriemi)

ČSN EN 60598-2-22 Svítidla - Část 2-22: Zvláštní požadavky - Svítidla pro nouzové osvětlení

ČSN EN 50172 Systémy nouzového únikového osvětlení

ČSN EN 1838 Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení

ČSN EN 60079-14 ed. 4 Výbušné atmosféry - Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací

ČSN EN 60079-17 ed. 4 Výbušné atmosféry - Část 17: Revize a preventivní údržba elektrických instalací