

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky**

**Návrh standardu pro nouzové osvětlení budov a technického zázemí
transformoven 110/22 kV PREdistribuce, a.s.**

**Emergency lighting draft standard for technical facilities of electrical
substations 110/22 kV PREdistribuce, a.s.**

diplomová práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Studijní obor: Elektroenergetika

Vedoucí práce: Ing. Petr Gric, MBA

Bc. Gabriel Schneider

Praha 2015

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra elektroenergetiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. Gabriel Schneider**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Obor: Elektroenergetika

Název tématu: **Návrh standardu pro nouzové osvětlení budov a technického zázemí transformoven 110/22 kV PREDistribuce a.s.**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Popis provozu systému NO v prostorách R 110/22 kV PREDistribuce.
- 2) Pojmenování hlavních nedostatků současného systému NO.
- 3) Stanovení podmínek pro provoz NO, z hlediska norem ČSN-EN a požadavků PREDistribuce.
- 4) Vytvořit možné alternativy technických řešení.
- 5) Navrhnout znění standardu PREDistribuce.

Seznam odborné literatury:

- [1] Fencel F., Elektrický rozvod a rozvodná zařízení, skripta ČVUT v Praze, 2008
- [2] Pravidla provozování DS PREDistribuce, 2014
- [3] ČSN EN 1838 Nouzové osvětlení, ČSN 33 3220 Společná ustanovení pro elektrické stanice
- [4] Související technická dokumentace transformoven 110/22 kV

Vedoucí: Ing. Petr Gric, MBA

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015



vedoucí katedry

děkan

V Praze dne 12. 2. 2014

Prohlášení

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

V Praze dne 5.1.2015

Poděkování

Děkuji především vedoucímu této diplomové práce panu Ing. Petru Gricovi, MBA za mnoho podnětů a rad při jejím zpracování.

Další poděkování patří společnosti PREDistribuce a.s., zejména panu Petru Zimovi, za zprostředkování důležitých materiálů a rad ke zpracování této práce.

Anotace

Diplomová práce se zaměřuje na požadavky zřízení nouzového osvětlení, možnosti použití svítidel, světelných zdrojů a způsob ovládání a napájení systému nouzového osvětlení. V práci jsou definovány alternativy napájení a ovládání, dle požadavků společnosti PREdistribuce a.s. Vybraná alternativa je následně detailněji zpracována jako návrh standardu nouzového osvětlení na transformovnách 110/22 kV.

Summary

This diploma thesis focuses on the requirement of an emergency lighting establishment, the possibility of using lights, light sources and the method of controlling and supplying the emergency lighting system. In the thesis there are defined alternatives of supplying and handling the light emergency system, according to the company PREdistribuce a.s. The selected alternative is afterwards worked out in detail as a draft of standards emergency lighting on electrical substations 110/22 kV.

Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Transformovny 110/22 kV.....	9
3.	Důvod zřizování standardu nouzového osvětlení na transformovnách 110/22 kV.....	12
4.	Nouzové osvětlení.....	14
4.1.	Nouzové únikové osvětlení.....	14
4.1.1.	Nouzové osvětlení únikových cest.....	15
4.1.2.	Protipanické osvětlení.....	16
4.1.3.	Nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem.....	17
4.1.4.	Náhradní osvětlení.....	17
4.2.	Požadavky na NO.....	17
4.2.1.	Požadavky na umístění.....	17
4.2.2.	Požadavky na světelně technické veličiny.....	18
4.3.	Bezpečnostní značky.....	20
4.4.	Svítilna pro nouzové osvětlení.....	23
5.	Napájení nouzového osvětlení.....	25
5.1.	Normativní požadavky.....	25
5.2.	Centrální napájecí systém - baterie.....	26
5.3.	Centrální napájecí systém – dieselagregát.....	28
5.4.	Nouzová svítidla s vlastním zdrojem.....	28
6.	Světelné zdroje.....	30
6.1.	Základní parametry světelných zdrojů.....	30
6.1.1.	Světelný tok.....	30
6.1.2.	Měrný výkon.....	30
6.1.3.	Index podání barev.....	31
6.1.4.	Životnost.....	31
6.2.	Třídění světelných zdrojů.....	32
6.2.1.	Žárovky.....	32
6.2.2.	Zářivky.....	33
6.2.3.	LED.....	34
7.	Popis současného systému a nedostatků nouzového osvětlení na TR 110/22 kV.....	36
8.	Požadavky PREdistribuce a.s. na nouzové osvětlení.....	39
9.	Alternativy návrhu nouzového osvětlení.....	40
9.1.	Alternativa 1.....	41

9.2.	Alternativa 2	42
9.3.	Alternativa 3	43
9.4.	Alternativa 4	44
9.5.	Alternativa 5	45
9.6.	Alternativa 6	46
9.7.	Alternativa 7	47
9.8.	Výběr alternativy	48
10.	Návrh standardu nouzového osvětlení.....	49
10.1.	Zdroj napájení.....	49
10.2.	Baterie.....	50
10.3.	Svítlidla	51
10.4.	Ovládání.....	51
10.5.	Zapojení.....	52
11.	Závěr	53
	Seznam použité literatury.....	54

1. Úvod

Každodenní využívání elektrické energie je pro naši společnost naprostou samozřejmostí a jen těžko si tedy dovedeme představit život bez ní. Již krátkodobé výpadky elektrické sítě, ať z důvodu poruchy či plánované odstávky, mají celou řadu následků. V továrnách se zastaví provoz, světlené signalizační zařízení sloužící k řízení dopravy přestane fungovat, je ovlivněn také běžný chod domácností, celé postižené území upadne do tmy. Spolehlivost dodávky elektrické energie nesouvisí jen s omezením běžných činností, ale souvisí také s bezpečností osob a procesů. Proto je potřeba zřizovat záložní systémy, které mají za úkol zajistit dodávku elektrické energie po nezbytně nutnou dobu.

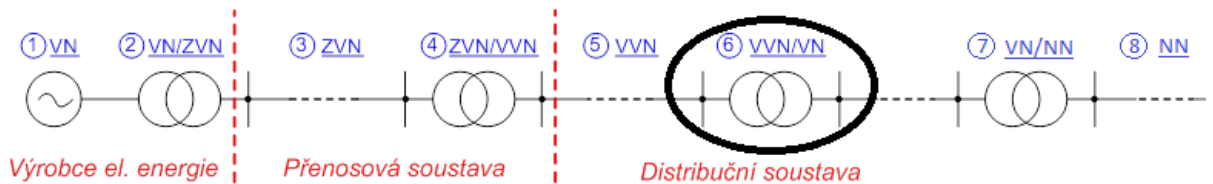
Mezi takové systémy, které je potřeba zálohovat patří i nouzové osvětlení. Cílem této diplomové práce je seznámení se s možnými alternativami napájení nouzového osvětlení, následná volba jedné z nich a návrh realizace standardu. Proto je důležité nejprve prostudovat požadavky dle technických norem a zároveň zmapovat aktuální stav a nedostatky na transformovnách.

V minulosti nebyl při výstavbách transformoven kladen důraz na nouzové osvětlení. Proto jsou dnes technická řešení a stupeň funkčnosti nouzového osvětlení na transformovnách 110/22 kV v majetku PREDistribuce a.s. velmi rozdílná. V současnosti, kdy se připravují nové standardy pro vlastní spotřebu transformoven, vznikl také požadavek na sjednocení nouzového osvětlení. Standardizace nouzového osvětlení by měla přinést vyšší přehlednost pro obsluhu a poruchovou četou, snížení provozních nákladů i nákladů na opravu.

V první části své diplomové práce se zabývám definicí transformoven 110/22 kV a důvodem zřizování standardu nouzového osvětlení. Následně jsou definovány požadavky technických norem na rozmístění svítidel, bezpečnostních značek, intenzitu osvětlení, dobu nouzového svícení a další parametry, které jsou s nouzovým osvětlením spojeny. V další části rozebrány druhy světelných zdrojů, jejich vlastnosti a vhodnost použití. Následuje kapitola, která popisuje současný stav nouzového osvětlení na transformovnách. Dále jsou zmíněny požadavky PREDistribuce a.s. ke zřízení nouzového osvětlení. V další části práce jsou navrženy možné alternativy, dle již zmíněných požadavků. Poslední kapitola práce nastiňuje návrh standardu nouzového osvětlení.

2. Transformovny 110/22 kV

Transformovny 110/22 kV (dále jen transformovny) slouží k transformaci elektrické energie z napětí 110 kV na 22 kV a dále k rozvodu této energie přes další prvky distribuční sítě až ke koncovému odběrateli. Na obrázku (Obr. 1) je schéma energetické soustavy od výroby, přes přenos až po distribuci elektrické energie. Černým orámováním je pro názornost označena ta část soustavy, kam transformovny 110/22 kV patří.



Obr. 1 Schéma přenosové a distribuční soustavy

PREdistribuce a.s. (dále jen PREdi) v současné době provozuje 22 transformoven. Rozvodny 110 kV můžeme dle typu rozdělit:

a) venkovní

Venkovní transformovny VVN se v dnešní době nacházejí spíše v okrajových částech měst, jelikož je z důvodu izolační vzdálenosti jednotlivých polí zapotřebí velká plocha pozemku. Izolační vzdálenost polí je dána dielektrickými vlastnosti vzduchu, který zde slouží jako izolant. Výzbroj transformovny musí vyhovovat venkovnímu pracovnímu prostředí, tzn. ochrana před atmosférickým přepětím, námrazou, vlhkostí, větrem atd.



Obr. 2 Venkovní rozvodna 110 kV – TR Sever

b) vnitřní (zapouzdřené)

V dnešní době nejpoužívanější typ rozvodny pro hladinu VVN. Izolantem zde není vzduch, ale plyn SF₆ (fluorid sírový), který má výborné dielektrické vlastnosti a také se dobře uplatňuje jako chladivo při odvodu tepelné energie při zhášení elektrického oblouku ve vypínačích. Díky plynu SF₆ a jeho vlastnostem, je možné mnohonásobně snížit izolační vzdálenosti jednotlivých polí a ve výsledku tedy mnohonásobně zmenšit potřebný prostor pro instalaci zapouzdřené rozvodny VVN, oproti rozvodně venkovní.

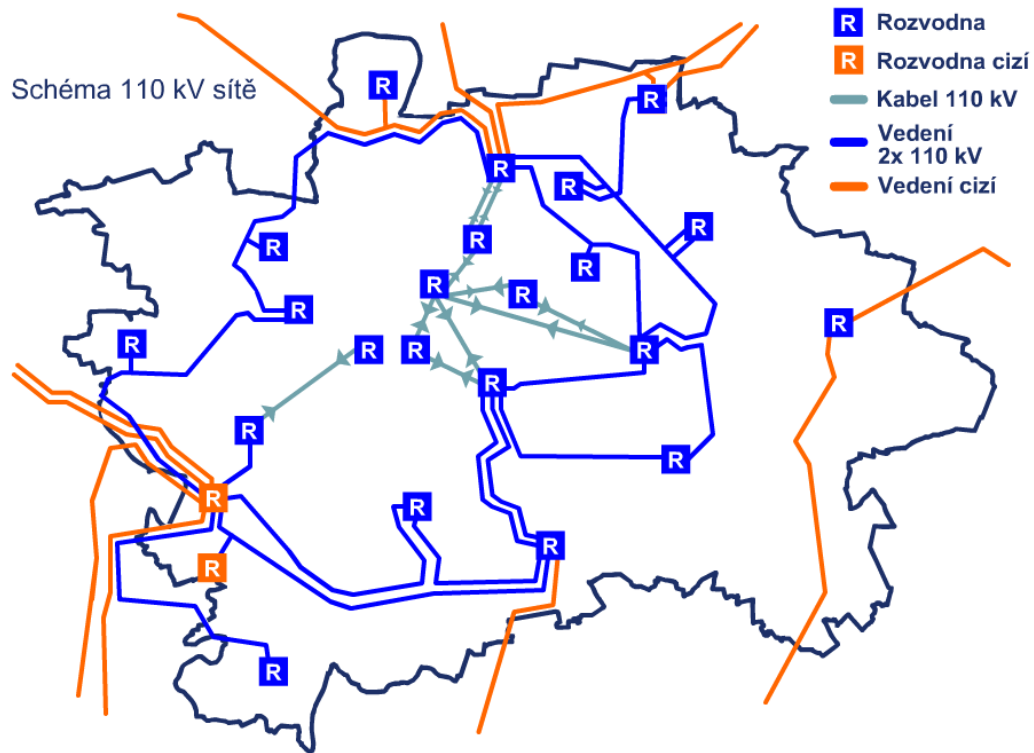
Další výhody zapouzdřených rozvodů jsou:

- zvýšení bezpečnosti provozu a obsluhy
- zapouzdření magneticky izoluje proti ovlivnění slaboproudých rozvodů magnetickým polem silových zařízení
- hořlavý olej, nahrazen nehořlavým SF₆



Obr. 3 Zapouzdřená rozvodna 110 kV – TR Střed

Na následujícím obrázku (Obr. 4) je znázorněno schéma sítě 110 kV v Praze s jednotlivým roz-místěním transformoven, kabelového a venkovního vedení.



obr. 4 Schéma sítě 110 kV v Praze (<http://www.predistribuce.cz/distribuce/distribucni-sit/technicke-informace/polohopisne-schema-vedeni-110-kv.html>)

Oba druhy rozvoden 110 kV, ať jde o venkovní nebo vnitřní, mají vždy v areálu budovu společných provozů (dále jen BSP) a vnitřní rozvodnu 22 kV. Pro účely napájení elektřinou tyto objekty, slouží vnitřní rozvod na hladině nízkého napětí, tzv. vlastní spotřeba transformovny.

Vlastní spotřeba se dle napájení dělí na:

- nezajištěné střídavé napájení
- zajištění střídavé napájení
- zajištěné stejnosměrné napájení

Nouzové osvětlení, které je tématem této práce, je jednou z částí vlastní spotřeby transformovny.

3. Důvod zřizování standardu nouzového osvětlení na transformovnách 110/22 kV

V předchozí kapitole bylo zmíněno, že společnost PREDi provozuje dvaadvacet transformoven 110/22 kV. Transformovny byly uvedeny do provozu v období let 1928 – 2008, jak lze vidět v tabulce (Tab. 1). Dále se zde nachází i údaj roku rekonstrukce, při které se zasahovalo do nouzového osvětlení transformovny. V průběhu let kdy docházelo k výstavbám a rekonstrukcím transformoven se k realizaci nouzového osvětlení nepřistupovalo jednotně. Patrně technické řešení nouzového osvětlení a jeho funkčnost nebyly prioritní a důraz byl kladen na jiné technické problémy. Proto se dnes můžeme setkat s různorodým technickým řešením.

Transformovna	Rok výstavby	Rekonstrukce
Jih	1928	1993
Běchovice	1956	2007
Východ	1957	-
Sever	1958	1999
Malešice	1963	2003
Západ	1966	-
Měcholupy	1967	1996
Letňany	1970	2012
Lhotka	1973	2013
Střed	1974	-
Chodov	1979	-
Holešovice	1980	2011
Jinonice	1985	-
Pražáčka	1985	-
Zbraslav	1991	-
Třeboradice	1993	-
Zličín	1994	-
Červený Vrch	1998	-
Černý Most	2004	-
Karlov	2004	-
Pankrác	2008	-
Smíchov	2008	-

Tab. 1 Průběh výstavby transformoven ve vlastnictví PREDistribuce a.s.

V minulosti byl na transformovnách nepřetržitý provoz 24 h a 7 dní v týdnu a místní obsluha znala perfektně ovládání celé transformovny. Postupem času se provoz změnil na osmihodinový, pět dní v týdnu, ale stále obsluhovala transformovnu stejné osoby. Novou výstavbou dalších

transformoven a odchodem obsluh do důchodu, se postupně přechází na bezobslužný provoz, dálkově řízený z centrálního dispečinku. V případě poruchy vyjíždí na postižené místo poruchová služba, která je dnes také centrální pro všechny transformovny a není reálné, aby tito lidé znali všechna nestandardní řešení transformoven. Ve výsledku rozdílná řešení mohou nejen prodloužit dobu obnovy napájení vlastní spotřeby, což může být v mnoha krizových situacích stěžejní, ale i úplně znemožnit v případě poruchy v noci, bez dalších externích zdrojů osvětlení.

Druhým problémem je zajištění bezpečného úniku osob provádějící obsluhu, opravy, revize či údržbu z budovy transformovny v případě neočekávaných událostí, jakými jsou výpadky napětí, požár či poruchy napájení.

Důvodů proč standardizovat nouzové osvětlení je tedy více:

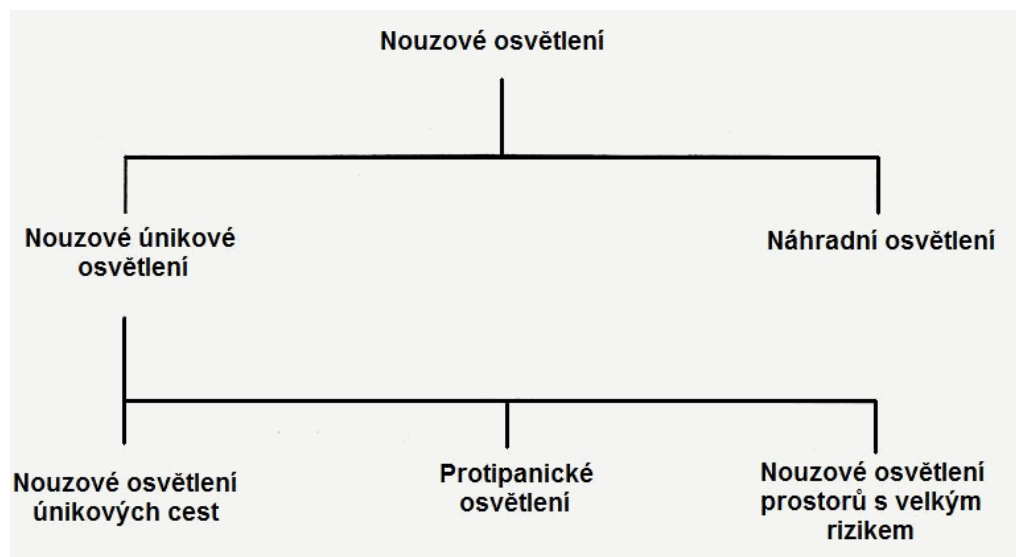
- výše zmíněná centralizace poruchové služby, obsluhy transformoven a z toho vyplývající potřeba celý systém sjednotit a tím zpřehlednit
- sjednocení náhradních dílů, dokumentace pro zjednodušení případné opravy a nákupy náhradních dílů
- jednotná servisní smlouva, která přináší snížení provozních nákladů
- v současné době probíhá vypracování standardu vlastní spotřeby a nouzové osvětlení je jednou z částí

Ze všech těchto důvodů dnes vyvstává důležitá otázka, jakým způsobem nově přistoupit k systému nouzového osvětlení.

4. Nouzové osvětlení

Nouzové osvětlení se zřizuje pro použití v případě selhání normálního osvětlení a je proto napájeno ze zdroje nezávislého na tom, který napájí normální osvětlení. Důvody selhání mohou být různé, ať už jde o výpadek části distribuční sítě nebo o požár v budově. Při těchto událostech je na prvním místě zajištění ochrany osob. Hlavním účelem tohoto osvětlení je tedy umožnění bezpečného odchodu osob z budovy, za poskytnutých vhodných podmínek pro vidění a určení směru na únikových cestách a také zajištění snadného nalezení protipožárních a bezpečnostních zařízení. [1]

Dle normy ČSN EN 1838 dělíme nouzové osvětlení na jednotlivé druhy, dle obrázku (Obr. 5).



Obr. 5: Druhy nouzového osvětlení [1]

4.1. Nouzové únikové osvětlení

Účelem nouzového únikového osvětlení je zajistit, aby osvětlení bylo poskytnuto včas, automaticky a po potřebnou dobu na určeném místě v době, kdy má normální napájení běžného osvětlení výpadek. Instalace musí zajistit, aby nouzové únikové osvětlení splňovalo tyto podmínky [2]:

- a) osvětlovalo označení únikové cesty,

- b) zajišťovalo osvětlení na těchto cestách a po celé délce tak, aby byl umožněn bezpečný pohyb směrem k východům a těmito východy na místo bezpečí,
- c) zajišťovalo to, aby požární hlásiče a požární zařízení podél únikových cest mohla být snadno lokalizována a použita,
- d) umožňovalo provádět činnost související s bezpečnostními opatřeními

Dle druhu prostoru se dále dělí na nouzové osvětlení únikových cest, protipanické osvětlení a nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem.

4.1.1. Nouzové osvětlení únikových cest

Únikové cesty jsou dle normy ČSN 73 0802 definovány jako komunikace v objektu nebo na objektu umožňující bezpečnou a včasnou evakuaci všech osob z požárem ohroženého objektu nebo jeho části na volné prostranství a přístup požárních jednotek do prostorů napadených požárem. Únikové cesty musí být dostatečně osvětleny denním nebo umělým světlem alespoň během provozní doby objektu a jsou dále členěny dle stupně ochrany na nechráněné a chráněné. [3]

Nechráněná úniková cesta je každý trvale volný komunikační prostor, v němž není umístěn žádný materiál nebo zařízení bránící úniku osoby, směřující k východu na volné prostranství nebo do chráněné únikové cesty. Za nechráněnou únikovou cestu se také považují vnější komunikace (balkóny, schodiště), které nejsou od vnitřních prostorů požárně odděleny [3]. Nouzové osvětlení se požaduje pouze v případě, kdy nechráněná úniková cesta, v souladu s příslušnou normou řady ČSN 73 08xx, nahrazuje chráněnou únikovou cestu. V ostatních případech se nouzové osvětlení jen doporučuje.

Chráněná úniková cesta je trvale volný komunikační prostor vedoucí k východu na volné prostranství a tvořící samostatný požární úsek, chránění proti požáru (zplodinám hoření, vysokým teplotám a kouři) požárně dělícími konstrukcemi. Osoby vycházející z chráněných únikových cest na volné prostranství nesmí být ohroženy požárem či jeho důsledky. Chráněné únikové cesty se podle doby, po kterou se při požáru mohou osoby v únikové cestě bezpečně zdržovat v závislosti na způsobu větrání a oddělení od ostatních požárních úseků, dělí na chráněnou únikovou cestu typu A, B a C. [3]

Chráněná úniková cesta typu A je taková úniková cesta, která je od ostatních požárních úseků komunikačně oddělena požárními uzávěry otvorů a je odvětrávána přirozeným nebo umělým větráním. Doba, po kterou se osoby při požáru na únikové cestě typu A bezpečně zdržovat je nejvýše 4 minuty. [3]

Chráněná úniková cesta typu B je úniková cesta, která je od ostatních požárních úseků komunikačně oddělena požárními uzávěry otvorů, jejíž součástí je i samostatně větraná požární předsíň s dveřmi zabraňujícími průniku kouře. Tento typ únikové cesty může být dispozičně shodný s chráněnou únikovou cestou typu A, avšak navíc vybavený přetlakovou ventilací. Doba, po kterou se osoby při požáru na únikové cestě typu B bezpečně zdržovat je nejvýše 15 minut. [3]

Chráněná úniková cesta typu C je úniková cesta, která je od ostatních požárních úseků komunikačně oddělena požárními uzávěry otvorů, jejichž součástí je i požární předsíň s dveřmi zabraňujícími průniku kouře. Doba, po kterou se osoby při požáru na únikové cestě typu B bezpečně zdržovat je nejvýše 30 minut. [3]

V chráněných únikových cestách typu A, B a C musí být zřízeno nouzové osvětlení [3], které se navrhuje podle normy ČSN EN 1838.

Nouzové osvětlení musí být funkční i v době požáru v objektu u chráněných únikových cest typu A nejméně po dobu 15 min, typu B po dobu 30 minut a typu C po dobu 45 minut. Chráněné únikové cesty sloužící současně jako vnitřní zásahové cesty musí mít nouzové osvětlení funkční nejméně po dobu 60 minut. [3]

4.1.2. Protipanické osvětlení

Protipanické osvětlení slouží k omezení nebezpečí paniky a umožňuje tak bezpečný pohyb osob daných prostor směrem k únikovým cestám tím, že se jim zajistí dostatečné zrakové podmínky a udá směr úniku. Používá se v prostorech, v kterých nejsou určeny únikové cesty, tj. v halách nebo prostorech s podlahovou plochou větší než 60 m², nebo i v menších prostorech, pokud v nich je přídavné riziko, jako je používání prostoru velkým množstvím lidí. [2]

4.1.3. Nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem

Účelem nouzového osvětlení prostorů s velkým rizikem je zajistit bezpečnost lidí zúčastněných na potenciálně nebezpečných procesech nebo situacích a umožnit jim, aby řádně provedli ukončovací procesy pro bezpečnost ostatních uživatelů těchto prostorů. [2]

4.1.4. Náhradní osvětlení

Náhradní osvětlení slouží jako přímá náhrada normálního osvětlení. V případě že hladina náhradního osvětlení nedosahuje minima normálního osvětlení, nemůže být použito k pokračování v běžné činnosti, ale může být použito pouze pro přerušení nebo dokončení činnosti.

4.2. Požadavky na NO

4.2.1. Požadavky na umístění

Svítlidla mají být dle ČSN EN 1838 umístěna tak, aby zajišťovala dostatečnou osvětlenost v blízkosti každých únikových dveří a v místech, kde je nezbytné zdůraznit možné nebezpečí nebo bezpečnostní zařízení. Místa, která musí být zdůrazněna:

- a) každé dveře určené pro nouzový východ
- b) v blízkosti schodiště, tak aby každá řada schodů byla osvětlena přímým světlem
- c) v blízkosti každé změny úrovně
- d) nařízené únikové východy a bezpečnostní značky
- e) při každé změně směru
- f) při každém křížení chodeb
- g) vně a v blízkosti každého konečného východu
- h) v blízkosti každého místa první pomoci
- i) v blízkosti každého hasicího prostředku a požárního hlásiče

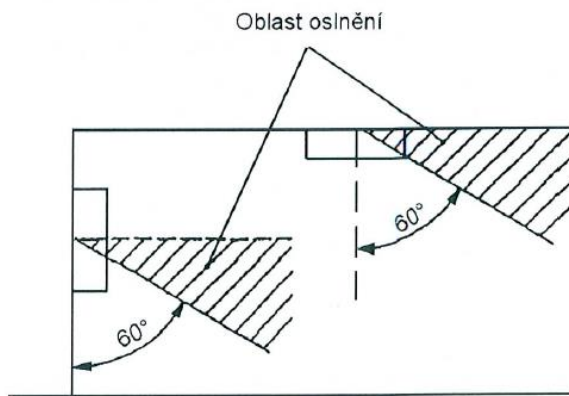
Blízkosti se rozumí naměřené vodorovná vzdálenost menší než 2 m.

4.2.2. Požadavky na světelně technické veličiny

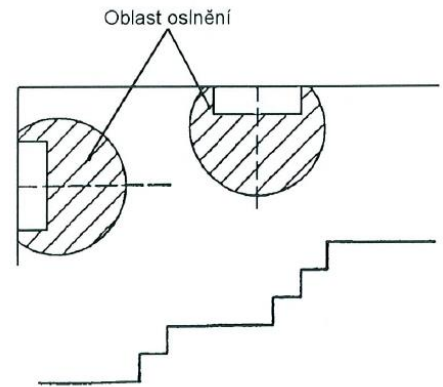
Zrak jednotlivých lidí se liší, jak co do množství světla potřebného ke zřetelnému vnímání předmětu, tak i časem potřebným k adaptaci na změny osvětlení. Obecně starší lidé potřebují více světla a trvá jim delší dobu, než se adaptují na nižší osvětlení na nebezpečné nebo únikové cestě. Minimální požadavky světelně technické veličiny jsou uvedeny v normě ČSN EN 1838.

4.2.2.1. Osvětlení únikových cest

- Na únikových cestách do šířky 2 m nesmí být horizontální osvětlenost na podlaze podél osy únikové cesty menší než 1 lx a středový pás, široký alespoň polovinu šířky cesty, musí být osvětlen minimálně na 50 % této hodnoty. Pokud by šířka únikové cesty byla větší než 2 m, uvažuje se jako s několika 2 m širokými pásy nebo je možné takovou cestu opatřit protipanickým osvětlením.
- Poměr maximální a minimální osvětlenosti podél osy únikové cesty nesmí být větší než 40 : 1.
- Omezující oslnění musí být zmenšeno omezením svítivosti svítidel v zorném poli. Pro rovné a vodorovné únikové cesty nemá svítivost překročit hodnoty v tabulce (Tab. 2) v oblasti úhlů od 60° do 90° od svislice pro všechny úhly azimutu, viz Obr. 6. Pro všechny ostatní únikové cesty a prostory nesmí být limitní hodnoty překročeny v žádném úhlu, viz Obr. 7. Tento parametr je velice důležitý, jelikož jas svítidla může oslnit a znemožnit viditelnost překážek nebo značek.
- Pro rozlišení bezpečnostních barev musí být minimální hodnota indexu podání barev R_a světelných zdrojů rovna 40. Svítidla nesmí tuto hodnotu podstatně snížit.
- Minimální doba svícení nouzového únikového osvětlení přípustná pro únikové účely musí být 1 hodina.
- Nouzové osvětlení únikových cest musí dosáhnout 50 % požadované osvětlenosti do 5 s a plné požadované osvětlenosti do 60 s.



Obr. 6 Oblast oslnění pro rovné vodorovné únikové cesty [1]



Obr. 7 Oblast oslnění pro všechny ostatní únikové cesty [1]

Montážní výška nad úroveň podlahy h (m)	Maximální svítivost svítidel osvětlení únikových cest a protipanického osvětlení I_{max} (cd)	Maximální svítivost svítidel nouzového osvětlení prostorů s vysokým rizikem I_{max} (cd)
$h < 2,5$	500	1 000
$2,5 \leq h < 3,0$	900	1 800
$3,0 \leq h < 3,5$	1 600	3 200
$3,5 \leq h < 4,0$	2 500	5 000
$4,0 \leq h < 4,5$	3 500	7 000
$h \geq 4,5$	5 000	10 000

Tab. 2 Limity omezujícího oslnění [1]

4.2.2.2. Protipanické osvětlení

- Vodorovná osvětlenost nesmí být menší než 0,5 lx v úrovni podlahy uvnitř prázdného prostoru s výjimkou obvodového pruhu o šíři 0,5 m.
- Poměr maximální a minimální osvětlenosti protipanického osvětlení v prostoru nesmí být větší než 40 : 1.
- Pro rozlišení bezpečnostních barev musí být minimální index podání barev R_a světelných zdrojů roven 40. Svítidla nesmí tuto hodnotu podstatně snižovat.
- Minimální dovolená doba pro únik musí být 1 hodina.

- 50 % požadované hodnoty osvětlenosti protipanického osvětlení musí být dosaženo do 5 s a plné hodnoty do 60 s.
- Směr světla má být dolů k pracovní rovině, osvětleny však mají být také všechny překážky do výšky 2 m nad touto plochou.

4.2.2.3. Osvětlení prostorů s velkým rizikem

V prostorech s velkým rizikem nesmí udržovaná osvětlenost na srovnávací rovině být menší než 10% požadované udržované osvětlenosti pro danou činnost, avšak nesmí být menší než 15 lx. Osvětlení nesmí způsobovat škodlivý stroboskopický jev. Rovnoměrnost osvětlení nesmí být menší než 0,1 a index podání barev R_a světelných zdrojů musí být minimálně 40. Minimální doba svícení musí být rovna době trvání nebezpečí pro osoby. [1]

4.2.2.4. Náhradní osvětlení

Použije-li se náhradní osvětlení pro nouzové únikové osvětlení, musí splňovat rozhodující požadavky této normy. Je-li hladina náhradního osvětlení nižší než u minimálního normálního osvětlení, může být použito pouze pro přerušování nebo dokončení činnosti.

4.3. Bezpečnostní značky

Značky, poskytující obecné bezpečnostní sdělení, získané kombinací barvy a geometrického tvaru a které přidáním grafické značky podávají konkrétní bezpečnostní sdělení [4].






Základní normou pro návrh bezpečnostních značek je ČSN ISO 3864-1 Grafické značky – Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky – Část 1: Zásady navrhování bezpečnostních značek a bezpečnostního značení. Tato mezinárodní norma je velice důležitá, z důvodu normalizace systému sdělování bezpečnostních informací, který co nejméně spoléhá na použití slov. Růst mezinárodního obchodu, cestování a mobilita pracovních sil vyžaduje společný způsob sdělování informací o bezpečnosti. Nedostatek normalizace může vést k nedorozumění a riziku nehod [4].

Je zřejmé, že bezpečnostní značky jsou úzce spjaty s nouzovým osvětlením únikových cest, kde nestačí pouze osvětlit danou cestu, ale je velice důležité pomocí značek označit směr úniku. Pocit úzkosti a zmatku mohou být zmírněny strategicky umístěnými značkami, ukazujícími cestu ven z prostoru. Je velmi důležité, aby východy byly jasně označeny značkami a tyto byly viditelné po celou dobu, kdy jsou v prostoru uživatelé.

Požární norma ČSN 73 0802 uvádí, že se v objektech musí zřetelně označit směr úniku všude, kde východ na volné prostranství není přímo viditelné. Toto označení má usnadnit evakuaci osob, a proto musí být únikové cesty vybaveny bezpečnostními značkami, tabulkami apod., a to zejména pro označení:

- směru pohybu k únikovému východu, včetně změny směru pohybu k únikovému východu a křížení chodeb
- schodiště nebo jiné změny úrovně, je-li určeno k úniku
- každých dveří určených pro únikový východ
- v blízkosti místa první pomoci nebo jiných zdravotnických zařízení
- v blízkosti každého hasicího prostředku, požárního hlásiče nebo jiných požárních zařízení
- místa bezpečí, vně a v blízkosti každého konečného východu

Pro odlišení významu bezpečnostních značek, se využívá odlišných geometrických tvarů a barev, viz Tab. 3.

Geometrický tvar	Význam	Bezpečnostní barva	Kontrastní barva k bezpečnostní barvě	Barva grafické značky	Příklad použití
 Kruh s úhlopříčným pásem	Zákaz	Červená	Bílá ^{a)}	Černá	– Nekuřit – Nepít – Nedotýkat se
 Kruh	Příkaz	Modrá	Bílá ^{a)}	Bílá ^{a)}	– Nosit ochranu očí – Nosit ochranný oděv – Umývat ruce
 Rovnostranný trojúhelník	Výstraha (upozornění)	Žlutá	Černá	Černá	– Výstraha; horký povrch – Výstraha; biologické nebezpečí – Výstraha; elektřina
 Čtverec	Bezpečný stav	Zelená	Bílá ^{a)}	Bílá ^{a)}	– První pomoc – Nouzový východ Únikový východ – Místo ke shromáždění při evakuaci
 Čtverec	Požární bezpečnost (zařízení)	Červená	Bílá ^{a)}	Bílá ^{a)}	– Místo k vyhlášení požárního poplachu – Soubor vybavení pro likvidaci požáru – Hasicí přístroj

Bílá barva obsahuje barevný materiál, s fotoluminiscenčními vlastnostmi denního světla, podle ISO 3864-4.

Tab. 3 Geometrické tvary, barvy a kontrastní bezpečnostní barvy pro bezpečnostní značky [4]

Základními tvary a barvami pro účely poskytnutí informace o bezpečných podmínkách, možnosti úniku a bezpečnostních zařízení jsou obdélník nebo čtverec tmavě zelené barvy, se kterou lze použít pouze bílou barvu pro grafický symbol nebo jako kontrastní barvu. Pro názornost je na obrázku (Obr. 8) zobrazena bezpečnostní značka zobrazující směr úniku vpravo k nouzovému východu.



Obr. 8 Bezpečnostní značka zobrazující směr úniku
(<http://www.labyrinth-cz.cz/img/ilustrace/05.jpg>)

Bezpečnostní značka je sama o sobě nevyhovující, neboť v případě výpadku napájení nebo snížení viditelnosti z jiných důvodů nemusí být vidět. Nevhodné světelné podmínky mohou vést ke zhoršení orientace a k prodloužení doby potřebné k úniku. Z toho důvodu je důležité spojení návrhu bezpečnostních značek s nouzovým osvětlením.

Značky, jež jsou na všech východech a podél únikových cest určeny k použití ve stavu nouze, musí být osvětleny, aby jednoznačně ukazovaly cestu úniku k bezpečnému místu. Tam, kde není možný přímý pohled na únikový východ, musí být zajištěna osvětlená směrová značka (nebo série značek) tak, aby se usnadnil postup směrem k nouzovému východu. [1]

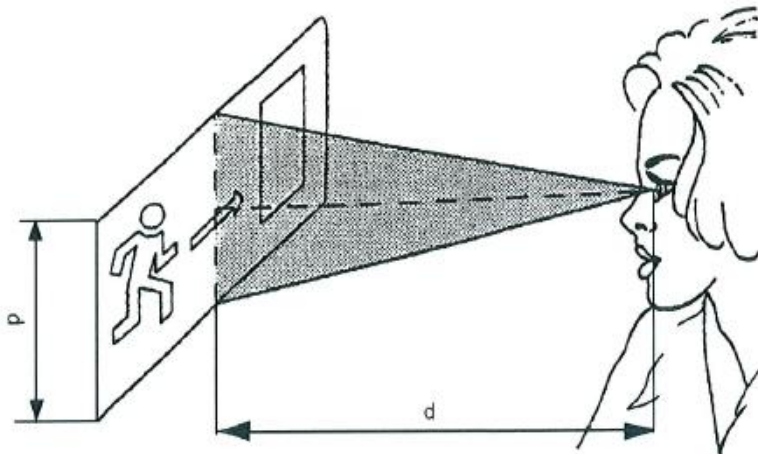
Požadavky na osvětlení značek jsou dle normy ČSN EN 1838 následující:

- musí být osvětleny na 50 % požadované hodnoty do 5 s a na plnou požadovanou hodnotu do 60 s
- barvy musí odpovídat požadavkům ISO 3864
- jas kterékoliv plochy bezpečnostní barvy značky musí být nejméně 2 cd/m^2 ve všech důležitých úhlech pohledu
- poměr maximálního a minimálního jasu v bíle nebo bezpečnostní barvě nesmí být větší než 10 : 1

Osvětlení bezpečnostních značek můžeme rozdělit na vnější a vnitřní. Prvním typem se rozumí tabulka s bezpečnostní značkou osvětlená vnějším světelným zdrojem se zajištěným napájením při výpadku energie, tedy nouzovým osvětlením. Druhým typem je nouzové svítidlo, které má na samotném krytu umístěný piktogram. Toto dělení je důležité z hlediska rozeznatelné vzdálenosti. Značky s vnitřním osvětlením jsou rozeznatelné z větší vzdálenosti, než značka s vnějším osvětlením. Maximální pozorovací vzdálenost se určuje pomocí následujícího vztahu:

$$d = s \cdot p$$

kde d je pozorovací vzdálenost, p je výška piktogramu, s je konstanta (100 pro značky s vnějším osvětlením a 200 pro značky s osvětlením vnitřním).



Obr. 9 Pozorovací vzdálenost [1]

4.4. Svítidla pro nouzové osvětlení

Svítidla dělíme dle normy ČSN EN 60598-2-22 na tyto typy:

- **Svítidlo pro trvalé nouzové osvětlení** – takové svítidlo, ve kterém jsou světelné zdroje pro nouzové osvětlení zapnuté po celou dobu, po kterou je potřebné normální nebo nouzové osvětlení
- **Svítidlo pro dočasné nouzové osvětlení** – svítidlo, ve kterém jsou světelné zdroje pro nouzové osvětlení v činnosti pouze tehdy, když je napájení normálního osvětlení přerušeno.

- **Kombinované svítidlo pro nouzové osvětlení** – svítidlo pro nouzové osvětlení, ve kterém jsou dva nebo více světelných zdrojů, ze kterých alespoň jeden je připojen na napájení nouzového osvětlení a ostatní na napájení normálních osvětlení. Kombinované svítidlo může být pro trvalé nebo dočasné nouzové osvětlení.
- **Samostatné svítidlo pro nouzové osvětlení** – svítidlo na trvalé nebo dočasné nouzové osvětlení, které má všechny součásti, jako je baterie, světelný zdroj, ovládací jednotky, zkušební a monitorovací zařízení, pokud existují, uvnitř svítidla, nebo v jeho blízkosti (tj. ve vzdálenosti do 1 m délky kabelu).
- **Centrálně napájené svítidlo pro nouzové osvětlení** – svítidlo pro trvalý nebo dočasný provoz, které je napájené z centrální nouzové napájecí soustavy, jež není obsažena ve svítidle.

5. Napájení nouzového osvětlení

V přechodí kapitole je uvedeno, že v případě výpadku napájení, se musí nouzové osvětlení automaticky spustit a pomoci tak lidem v potenciálním nebezpečí, bez potíží opustit daný objekt. Aby celý systém nouzového osvětlení mohl korektně fungovat, je potřeba zajistit spolehlivý nezávislý zdroj napájení. Možnosti jakým způsobem toto zajistit budou uvedeny v následujících podkapitolách.

5.1. Normativní požadavky

V požární normě ČSN 73 0802 je uvedeno, že elektrické rozvody zajišťující funkci nebo ovládní zařízení sloužících k protipožárnímu zabezpečení stavebních objektů, mezi které patří i nouzové osvětlení, musí mít zajištěnou dodávku elektrické energie alespoň ze dvou na sobě nezávislých napájecích zdrojů, z nichž každý musí mít takový výkon, aby při přerušení dodávky z jednoho zdroje byly dodávky plně zajištěny po dobu předpokládané funkce zařízení ze zdroje druhého. Trvalou dodávku elektrické energie z druhého zdroje lze zajistit např. akumulátorovými bateriemi, samostatným generátorem apod.

Dalším požadavkem je samočinné přepnutí na druhý napájecí zdroj nebo manuální přepnutí musí zajistit obsluha stále služby, ale v takovém případě musí být porucha na kterékoliv napájecí soustavě signalizována do požární ústředny nebo jiného místa se stálou službou. V poznámce této normy je doplněno, že za nezávislou dodávku elektrické energie se rovněž považují případy, kde požárně bezpečnostní zařízení, která musí zůstat funkční v případě požáru, jsou napájena jen z náhradních zdrojů, tedy druhých zdrojů elektrické energie po projektově stanovenou dobu v případě poruchy a výpadku jednoho zdroje. Tato poznámka je velice důležitá, jelikož nám u nouzového osvětlení umožňuje napájení pouze ze záložního zdroje energie, bez nutnosti primárního síťového přívodu.

Jsou-li trvalou dodávkou elektrické energie zajištěna i jiná zařízení, která neslouží protipožárnímu zabezpečení objektu, musí být v případě požáru vypnuta dodávka elektrické energie k těmto zařízením alespoň v požárním úseku, kde je požár a probíhá jeho hašení. Výjimku činí zařízení, jejichž vypnutím by mohlo dojít k rozšíření požáru, výbuchu či jinému zhoršení podmínek zásahu. V těchto případech musí mít požární jednotky možnost tato zařízení operativně ovládat buď přímo z prostoru nástupu nebo přes ohlašovnu požáru apod. [3]

V případě použití centrálního záložního zdroje energie pro napájení nouzového osvětlení, je nutné vzít v potaz celou trasu vodičů a kabelů od zdroje ke svítidlům, která musí mít takové parametry, aby zůstala funkční po celou požadovanou dobu. Tuto problematiku také obsahuje norma ČSN 73 0802, kde je uvedeno, že vodiče a kabely zajišťující funkci a ovládání zařízení sloužících k protipožárnímu zabezpečení stavebních objektů:

- a) mohou být volně vedeny prostory a požárními úseky bez požárního rizika, včetně chráněných únikových cest, pokud vodiče a kabely splňují třídu funkčnosti P15-R a jsou třídy reakce na oheň B2_{ca} s1, d0; nebo
- b) mohou být volně vedeny prostory a požárními úseky s požárním rizikem, pokud kabelové trasy splňují třídu funkčnosti požadovanou požárně bezpečnostním řešením stavby s ohledem na dobu funkčnosti požárně bezpečnostních zařízení a jsou třídy reakce na oheň alespoň B2_{ca} s1, d0; nebo
- c) musí být uloženy či chráněny tak, aby nedošlo k porušení jejich funkčnosti a pokud odpovídají normě ČSN IEC 60331, mohou být např. vedeny pod omítkou s krytím nejméně 10 mm, popř. vedeny v samostatných drážkách, uzavřených truhlících či šachtách a kanálech určených pouze pro elektrické vodiče a kabely, nebo mohou být chráněny protipožárními postřiky, popř. deskami z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2, rovněž tloušťky nejméně 10 mm apod.

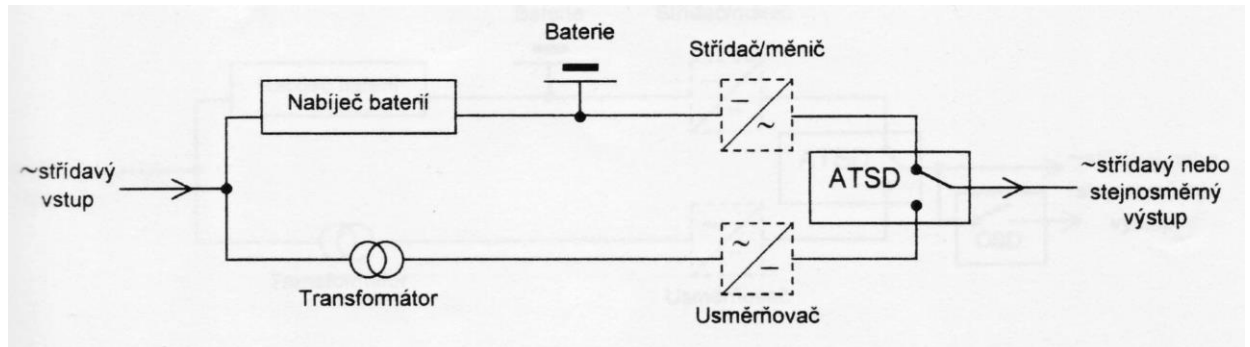
5.2. Centrální napájecí systém - baterie

Centrální napájecí systémy jsou určeny pro napájení nouzového únikového osvětlení v případě poruchy normálního napájení a mohou být vhodné pro napájení základních bezpečnostních zařízení. [7]

Všeobecně jsou definovány dva základní způsoby silového napájení, tj. přepínací provoz a nepřerušovaný provoz. Hlavní rozdíl mezi nimi spočívá v době odezvy (přepnutí). Při přepínacím provozu není doba odezvy delší než 0,5 s, zatímco při nepřerušovaném provozu je napájení, z principu tohoto provozu, nepřetržité, to znamená, že neexistuje žádná doba odezvy. [7]

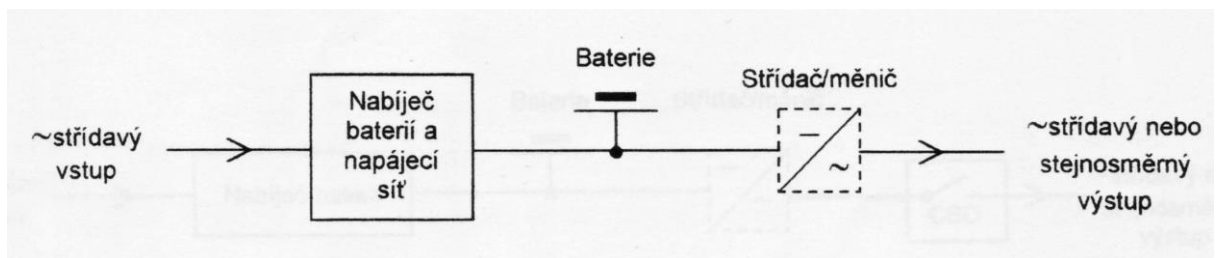
Při přepínacím provozu je základní bezpečnostní zařízení napájeno přímo ze systému (viz Obr 10.). Pokud se napětí zátěže liší od napětí systému, použije se k přizpůsobení napětí oddělovací transformátor. V případě selhání přívodu energie, přepne hlídač napětí, který je součástí

automatického převodního spínacího přístroje (ATSD), napájení na baterii. Řízené nabíječe baterií zajišťují jejich nabíjení a trvalé dobíjení. [7]



Obr. 10 Přepínací provoz [7]

Při nepřerušovaném provozu nabíječ napájí základní bezpečnostní zařízení a řízené a/nebo udržovací nabíjení baterie (viz Obr. 11). [7]



Obr. 11 Nepřerušovaný provoz [7]

Zatížení, úroveň vybití a kapacita baterie určují jmenovitou dobu trvání systému v případě poruchy napájení. Pokud zatížení vyžaduje napájení střídavým proudem, je do obvodu začleněn střídač. Pokud se vyžaduje napájení stejnosměrným proudem, je do obvodu začleněn měnič. [7]

Zdrojem nouzového napájení je v těchto případech baterie. Pojem baterie vyjadřuje, že se jedná o soubor více propojených primárních nebo sekundárních článků. U primárního článku nelze po vybití obnovit napětí článku opětovným nabitím. Vybití je tedy nevratný proces. Naopak sekundární články tuto obnovu umožňují a lze je znovu nabít. Pro naše potřeby se dále budeme zabývat jen články sekundárními.

Z důvodů provozních a užitných vlastností se používají nejčastěji olovené baterie sestavené z jednotlivých článků nebo více článkových bloků. Výstupní napětí a kapacita baterie je dána počtem článků a jejich sérioparalelní kombinací.

Baterie pro centrální napájecí systémy musí být takových typů, u nichž je deklarována životnost alespoň 10 let při 20 °C teploty okolí. [7]

5.3. Centrální napájecí systém – dieselagregát

Místo baterií lze v centrálním napájecím systému použít dieselagregát. Jde o rotační zdroj přeměňující primární energii (palivo) na energii elektrickou, složený ze spalovacího hnacího motoru a elektrického generátoru. Dle potřeby je možné použít agregát s výkonem jednotek kVA až jednotek MVA.

V případě použití pro nouzové osvětlení není možné použít samotný agregát, jelikož bychom nemohli splnit požadavek normy na dosažení 50 % požadované osvětlenosti do 5 s. Při výpadku napájení se automaticky nastartuje agregát, ale trvá minimálně 15 s, než je schopen do sítě dodávat výkon. Časový úsek od výpadku po najetí agregátu je tedy potřeba zabezpečit jiným zdrojem, který nám zabezpečí okamžité přepnutí, bez výpadku. Takovým zdrojem je například bateriová UPS.

Energie spalovacího motoru je jednoznačně dána formou fosilních paliv, což má výhody ve velké hustotě energie, stálým “dobíjením“ dle tankování a prakticky neomezený provoz, který závisí jen na zásobách paliva.

Jelikož PREdistribuce a.s. nesouhlasí s použitím rotačních zdrojů pro záložní napájení vlastní spotřeby, nebude s tímto zdrojem uvažováno v návrhu možných alternativ pro zálohování nouzového osvětlení.

5.4. Nouzová svítidla s vlastním zdrojem

Napájení nouzového osvětlení je možné vyřešit decentralizovaně, tedy autonomními svítidly s vlastním zdrojem, kterým je baterie. Baterie je integrována ve svítidle a trvale dobývá z běžné sítě. Při přerušení dodávky energie se svítidlo samočinně rozsvítí a svítí do doby vybití baterie nebo doby kdy dojde k obnovení dodávky energie. Na trhu jsou běžně k dostání svítidla s udávanou dobou svícení v nouzovém režimu 1 h, 3h a výjimečně až 6 a 8 h.

Výhody autonomních svítidel spočívají v jednoduché proveditelnosti nouzového osvětlení. Není potřeba použití kabelů s vysokou odolností proti požáru, ale stačí svítidlo připojit běžným kabelem do nejbližšího rozvaděče, jelikož zdroj je přímo ve svítidle. Tímto je dána i maximální variabilita umístění. Další výhodou je nízká pořizovací cena u svítidel dimenzovaných na jednohodinový nebo tříhodinový provoz.

Nevýhody spočívají v nižším světelném výkonu svítidel a z toho vyplývající větší počet svítidel. Životnost baterie je velmi závislá na teplotě prostředí a pohybuje se mezi dvěma až pěti lety. Z toho vyplývají vyšší provozní náklady, jelikož je potřeba kontrolovat baterie ve všech svítidlech a v případě potřeby baterie vyměnit.

6. Světelné zdroje

Světelným zdrojem se rozumí předmět vyzařující elektromagnetické záření, zpravidla viditelné lidským okem, tedy světlo. Rozlišujeme světelné zdroje přírodní a umělé. Pro potřeby nouzového osvětlení se budeme dále zabývat pouze zdroji umělými, vytvořenými člověkem.

6.1. Základní parametry světelných zdrojů

Pro správnou volbu světelného zdroje je důležité znát jejich parametry. K základním parametrům, které popisují vlastnosti světelných zdrojů patří světelný tok, měrný výkon, náhradní teplota chromatičnosti, index podání barev a životnost. Kromě nich jsou však důležité i geometrické rozměry, druh použité patice, dovolená provozní poloha světelného zdroje, napětí, provozní teplota atd. [5]

6.1.1. Světelný tok

Světelný tok Φ představuje množství světla vyzařeného světelným zdrojem za jednotku času. Světelný tok závisí a druhu a typu světelného zdroje. Pro konkrétní typ světelného zdroje lze tento údaj najít v katalogu nebo na obalu světelného zdroje. Jednotkou světelného toku je lumen (lm). [5]

6.1.2. Měrný výkon

Měrný výkon η představuje u světelného zdroje míru přeměny elektrické energie na světelnou, tedy definuje vztah mezi produkovaným světelným tokem a elektrickým příkonem světelného zdroje. Nejúčinnější světelné zdroje dosahují měrných výkonů až $200 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$. Přehled měrných výkonů různých typů světelných zdrojů je uveden v tabulce (Tab. 4). [5]

Světelný zdroj	Příkon [W]	Měrný výkon [$\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$]
Žárovka	15 - 200	6 - 15
Halogenová žárovka	10 - 2000	14 - 26
Kompaktní zářivka	5 - 60	56 - 88
Lineární zářivka	10 - 80	65 - 104
LED	1 - 20	až 140

Tab. 4 Přehled měrných výkonů světelných zdrojů

6.1.3. Index podání barev

Index podání barev R_a určuje, do jaké míry je člověk schopen při daném spektru záření daného světelného zdroje věrně vnímat barvy. Čím je hodnota indexu vyšší, tím lepší je podání barev. [5]

Hodnota R_a může nabývat hodnot 0 až 100, kdy hodnota $R_a = 0$ znamená, že při tomto osvětlení není možné rozeznat barvy.

6.1.4. Životnost

Životnost světelných zdrojů je velmi důležitým parametrem, který nám říká, jak dlouho vydrží daný světelný zdroj svítit. U žárovek je přitom životnost daná mezním stavem – přepálením vlákna. U jiných zdrojů, např. výbojových nebo LED, si však s takovou definicí nevystačíme. Během funkčního života zářivky, výbojky nebo LED dochází k poklesu světelného toku. Po určitém čase, i když ještě daný zdroj funguje, svítí neekonomicky a vyžaduje výměnu. Rozlišujeme tedy dvě definice životnosti:

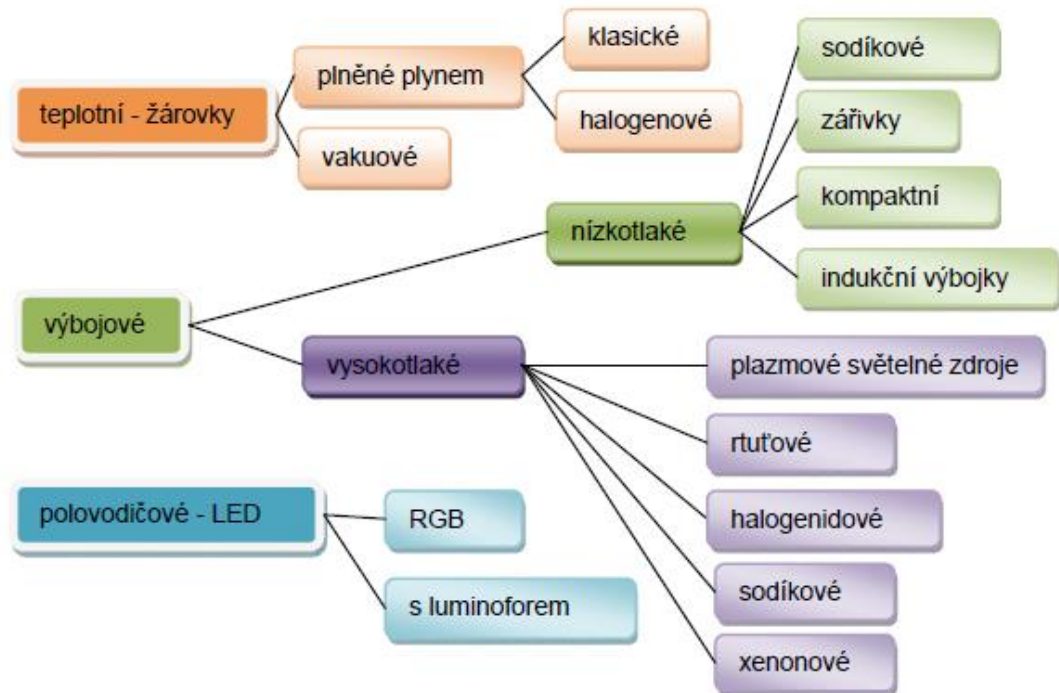
- Průměrná životnost – průměr životností jednotlivých světelných zdrojů osvětlovací soustavy provozované za předem stanovených podmínek. Doba je daná časem, za který bude svítit přesně polovina ze sledovaného počtu světelných zdrojů, tedy místa výpadku dosáhne 50%.
- Užitečná (ekonomická) životnost se definuje vzhledem k postupnému poklesu světelného toku zdrojů během života. Konec užitečného života se dosáhne tehdy, když světelný tok zdroje bude na úrovni 80 % počáteční hodnoty světelného toku (pro LED se často uvažuje 70 %). [5]

Světelný zdroj	Průměrná životnost [h]	Užitečná životnost [h]
Žárovka	1000	1000
Halogenová žárovka	2000 - 3000	2000 - 3000
Kompaktní zářivka	15000	6000 - 15000
Lineární zářivka	20000	10000 - 18000
LED	50000 - 100000	25000 - 50000

Tab. 5 Přehled životnosti světelných zdrojů

6.2. Třídění světelných zdrojů

Všeobecně můžeme elektrické zdroje rozdělit do třech základních skupin, a to teplotní (žárovky a halogenové žárovky), výbojové (zářivky či výbojky) a světelné diody (LED).



Obr. 12 Třídění světelných zdrojů [5]

6.2.1. Žárovky

Klasické žárovky jsou v dnešní době stále nejběžnějším světelným zdrojem díky své jednoduché konstrukci, nízké ceně, okamžitému startu, výbornému podání barev $R_a = 100$, široké škále příkonů a napětí. Nevýhody žárovek spočívají v malé životnosti (viz Tab. 5), malém měrném výkonu (viz Tab. 4) a také velké závislosti parametrů na stabilitě napájení. Změna napětí o 1 % vyvolá změnu měrného výkonu o 3,6 %. [5]

Žárovky je možné napájet jak ze stejnosměrné, tak střídavé sítě, bez nutnosti přidavných elektronických prvků. Připojíme-li žárovku na běžnou střídavou soustavu o frekvenci 50 Hz, tak pouhým okem nepoznáme, že za jednu vteřinu stokrát zhasla a stokrát se rozsvítila a to díky velké tepelné setrvačnosti vlákna žárovky, které zůstane dostatečně rozžhavené i v okamžiku průchodu proudu nulou.

Z důvodu malého měrného výkonu, tedy nízké účinnosti, kdy se až 95 % dodané elektrické energie přemění na teplo a pouhých 5 % se mění na světelné záření. Vzhledem k nízké účinnosti přeměny energie na světelné záření dochází postupně k omezování prodeje klasických žárovek.



Obr. 123 Klasická žárovka

Vylepšením klasické žárovky se stala žárovka halogenová. Princip funkce halogenových žárovek je podobný principu klasických žárovek. Vylepšením je náplň s příměsí halových prvků ve vnitřním prostředí baňky. Halogenové žárovky mají oproti klasickým delší životnost, vyšší měrný výkon, vyšší teplotu chromatičnosti, menší průměr baňky (vyšší tlak plynů, menší rychlost odpařování wolframu) a také stabilní světelný tok během celé životnosti. [5]

6.2.2. Zářivky

Zářivky jsou nízkotlaké rtuťové výbojky, které vyzařují hlavně v oblasti ultrafialového záření. Toto se transformuje ve viditelné záření pomocí luminoforu. Volbou luminoforu je možné ovlivnit spektrum světla vyzařované zářivkou. Jako všechny výbojky se ani zářivky neobejdou bez předřadných přístrojů. V případě použití magnetického předřadníku se na tlumivce vytvoří úbytek napětí, který omezí proud tekoucí zářivkou, v případě použití elektronického předřadníku je proud řízen elektronickými obvody. [5]

Zářivky se vyrábějí ve formě trubice o různých průměrech a délkách nebo jako kompaktní zářivky, které slouží pro přímou náhradu žárovek, viz obrázky (Obr. 14 a Obr. 15).



Obr. 14 Trubicová zářivka



Obr. 15 Kompaktní zářivka

Na rozdíl od žárovek, u kterých světelný tok dosahuje jmenovité hodnoty téměř okamžitě, zářivky dosahují jmenovité hodnoty až po cca 3 min provozu. Zářivky jsou také velmi teplotně závislé, a proto se nehodí pro osvětlování venkovních prostorů. Vyrábějí se v širokém spektru teplot chromatičnosti od 2700 do 8000 K a s indexem podání barev 60 – 98. [5]

Kompaktní zářivky jsou principem shodné s lineárními zářivkami. Jejich trubice jsou však ohnuty nebo zatočeny pro dosažení kompaktnějších rozměrů. Kompaktní zářivky se vyskytují jak s integrovaným elektronickým předřadníkem, tak bez předřadníku (ten je vestavěný ve svítidle). Měrný výkon kompaktních zářivek je nižší (maximálně cca $88 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$) a to kvůli vlastnímu stínění trubic a patice atd. [5]

Z tabulek (Tab. 4 a Tab. 5) je patrné, že životnost zářivek je několikanásobně větší než u žárovek, stejně tak i měrný výkon.

6.2.3. LED

Light emitting diode neboli světlo vyzařující dioda je světelný zdroj, kde na polovodičovém přechodu P-N dochází k přeměně elektrické energie na světelnou. Z materiálu přechodu se uvolňují fotony a tím vzniká světlo. Barva je závislá na vlnové délce světla, která je dána materiálem a jeho úpravou.

LED se v posledních letech ve stále větší míře využívají ve všech oblastech osvětlovací techniky. Za své rozšíření vděčí především rostoucímu měrnému výkonu. Používá jiný fyzikální princip než žárovky nebo výbojky a má mnoho vlastností, kterými se od předchozích klasických zdrojů světla odlišuje. Polovodičový přechod vyzařuje velmi úzké spektrum. Primární záření je v podstatě monochromatické. LED jsou již dnes vysoce účinný světelný zdroj, který se prosazuje namísto konvenčních světelných zdrojů. Technologie LED má velký potenciál rozvoje do budoucna. [5]

Oproti výše zmíněným světelným zdrojům (žárovky a zářivky) mají LED zdroje vyšší měrný výkon a hlavně také životnost. Jsou odolné vůči nárazům a vibracím a na rozdíl od zářivek a žárovek jsou vhodné pro časté zapínání a vypínání. Další velká výhoda oproti zářivkám je okamžité rozsvícení na jmenovitou hodnotu a neobsahují rtuť.

Mezi nevýhody LED patří vyšší pořizovací cena a problém vyrobit zdroj o velkých výkonech, z důvodu odvodu tepla. Proto se vyrábějí LED zdroje o příkonu řádově v jednotkách a desítkách wattů.

LED světelné zdroje se dají pořídit buď jako LED žárovky nebo LED moduly. LED žárovky slouží jako náhrada klasických žárovek, vyrábějí se tedy pro běžně používané patice (E27, E14, GU10 atd.). LED žárovky obsahují potřebnou elektroniku pro fungování na běžné střídavé síti 230 V a 50 Hz. Nevýhodou je nemožnost použití pro stejnosměrném napájení.



Obr. 16 LED Žárovka

LED moduly jsou velice variabilní. Vyrábějí se v různých tvarech, s různými počty světelných čipů, na různé velikosti napětí a je možné dle použité elektroniky použít stejnosměrné i střídavé napětí. Moduly jsou určeny zejména pro výrobce svítidel, kteří díky velké variabilitě mohou nabídnout široké spektrum svítidel s parametry dle přání zákazníků.



Obr. 17 LED modul

7. Popis současného systému a nedostatků nouzového osvětlení na transformovnách 110/22 kV

V kapitole č. 1 bylo zmíněno, že PREDi provozuje dvaadvacet transformoven. Tím, že nebyl kladen důraz na standardizaci, se dnes setkáváme s nejednotným řešením nouzového osvětlení. V této kapitole se budeme zabývat popisem současného stavu a také nedostatků stávajících systémů.

Na transformovnách se setkáme ve svítidlech nouzového osvětlení se dvěma světelnými zdroji. Prvními jsou klasické žárovky, které byly v minulosti volbou, vzhledem k nízké pořizovací ceně, spolehlivosti a možnosti použití při napájení střídavým i stejnosměrným proudem, bez nutnosti dalších elektronických prvků. Nevýhodou je velká energetická náročnost, která na některých transformovnách dosahuje i jednotek kW instalovaného výkonu. Vzhledem k této nevýhodě, je postupně začaly vytlačovat zářivkové světelné zdroje.

Pro napájení svítidel nouzového osvětlení se na většině transformoven využívá zajištěné stejnosměrné napětí ze staničních baterií. Výjimkou je transformovna Běchovice, kde se v některých nouzových svítidlech využívá integrovaných baterií. Další jsou napájena ze zajištěného střídavého napětí vlastní spotřeby, kde mají vlastní střídač, ale společné staniční baterie s celou transformovnou. Další výjimkou je i transformovna Zličín, kde se k napájení zářivkových nouzových svítidel používá zajištěné střídavé napětí.

Další aspektem jsou způsoby, jakými dochází k sepnutí nouzového osvětlení na transformovnách. V následujících bodech si je popíšeme:

- Při ztrátě nezajištěného napájení dochází k samočinnému sepnutí všech nouzových svítidel na transformovně. Svítidla svítí do obnovení nezajištěného napájení nebo do bezpečnostního odpojení staničních baterií před úplným vybitím a není možné je ručně rozsvěcet, či zhasínat. Tento systém využívá samostatných svítidel, která jsou rozmístěna po celé budově a běžném provozu nejsou využívána. Velkou nevýhodou je značná spotřeba energie ze staničních baterií na rozsvícení celé budovy i ve chvíli, kdy se v ní nikdo nenachází a dojezdový čas poruchové služby může být v desítkách minut až jednotek hodin, v závislosti na rozsahu poruch v distribuční síti. Zbytečně se tedy zkracuje čas pro napájení ostatních důležitých prvků na transformovně.

- Při ztrátě nezajištěného napájení dochází k samočinnému sepnutí jen těch svítidel, která byla před ztrátou rozsvícena. V tomto systému se využívá kombinovaných svítidel, která jsou v běžném režimu napájena střídavým napětím a v nouzovém režimu napětím stejnosměrným. Tato kombinovaná svítidla lze v nouzovém režimu libovolně rozsvěcet, či zhasínat pomocí stejných vypínačů, jako při provozu běžném. V návrhu tohoto systému se přistupovalo s ohledem na nevýhodu systému výše zmiňovaného, kdy se rozsvítí všechna nouzová svítidla na transformovně. Tohoto cíle si ce bylo dosaženo, ale na druhou stranu nejsou splněny normy pro nouzové osvětlení a celý systém je velice složitý, z důvodu použitých elektronických prvků zajišťujících funkci sepnutí jen těch svítidel, která byla rozsvícena před ztrátou nezajištěného napájení.
- Další systém funguje tak, že při ztrátě nezajištěného napájení se nerozsvítí žádná svítidla nouzového osvětlení, ale u vchodových dveří je umístěn centrální vypínač, kterým je možno manuálně nouzové osvětlení zapnout. V budově jsou dále rozmístěny podružné vypínače, kterými je možno ovládat svítidla v určitých úsecích, při aktivovaném centrálním vypínači. Tento systém nesplňuje platné normy, není tedy vyhovující pro nouzové osvětlení.
- Dále najdeme na transformovnách kombinaci napájení svítidel nouzové osvětlení ze zajištěného stejnosměrného napětí vlastní spotřeby a pomocí baterií uvnitř svítidel. Tento systém je navrhnut tak, že svítidla sloužící jako nouzové únikové osvětlení mají baterii uvnitř svítidla a rozsvítí se automaticky při výpadku nezajištěného napájení. Další vytypovaná svítidla v budově jsou napájena ze zajištěného napájení a slouží spíše jako náhradní osvětlení, které je možno manuálně sepnout či vypnout.

V bodech výše jsou shrnuty nejdůležitější poznatky při mapování aktuálního stavu nouzového osvětlení na transformovnách a v tabulce (Tab. 6) níže je soupis použitých světelných zdrojů a druhu napájení na jednotlivých transformovnách.

Transformovna	Světelný zdroj	Napájení
Běchovice	zářivky	integrované baterie + AC zajištěné
Černý Most	zářivky + kompaktní zářivky	centrální baterie, DC
Červený Vrch	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Holešovice	zářivky	centrální baterie, DC
Chodov	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Jih	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Jinonice	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Karlov	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Letňany	zářivky + kompaktní zářivky	centrální baterie, DC
Lhotka	zářivky	Integrované baterie + AC zajištěné
Malešice	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Měcholupy	zářivky	centrální baterie, DC
Pankrác	zářivky	centrální baterie, DC
Pražička	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Sever	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Smíchov	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Střed	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Třeboradice	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Východ	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Západ	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Zbraslav	klasické žárovky	centrální baterie, DC
Zličín	zářivky	AC zajištěné

Tab. 6 Přehled použitých světelných zdrojů a typu napájení na transformovnách

8. Požadavky PREdistribuce a.s. na nouzové osvětlení

Dosud byly uvedeny jen požadavky na nouzové osvětlení dle platných technických norem, které jsou pro návrh nezbytné, ale dále je také důležité znát požadavky provozovatele. Provozovatel může požadovat prvky nad rámec technických norem, které jsou důležité pro jeho provoz. V požadavcích PREdi jsou následující body:

- Nouzové osvětlení musí být provedeno dle platných technických norem
- Manuálně ovládané náhradní osvětlení v místnosti velínu, vlastní spotřeby, rozvodny 22 kV a 110 kV
- Nouzové osvětlení musí být dimenzováno na minimálně 6 h provozu
- Pořizovací cena a provozní náklady by měly být co nejnižší

9. Alternativy návrhu nouzového osvětlení

Při návrhu nouzové osvětlení přichází v první řadě úvaha ohledně volby světelného zdroje a způsobu napájení celého systému. Obecné možnosti napájení jsou následující:

- z vlastní centrální baterie pro nouzové osvětlení
- z autonomních baterií ve svítidlech
- ze staničních baterií transformovny

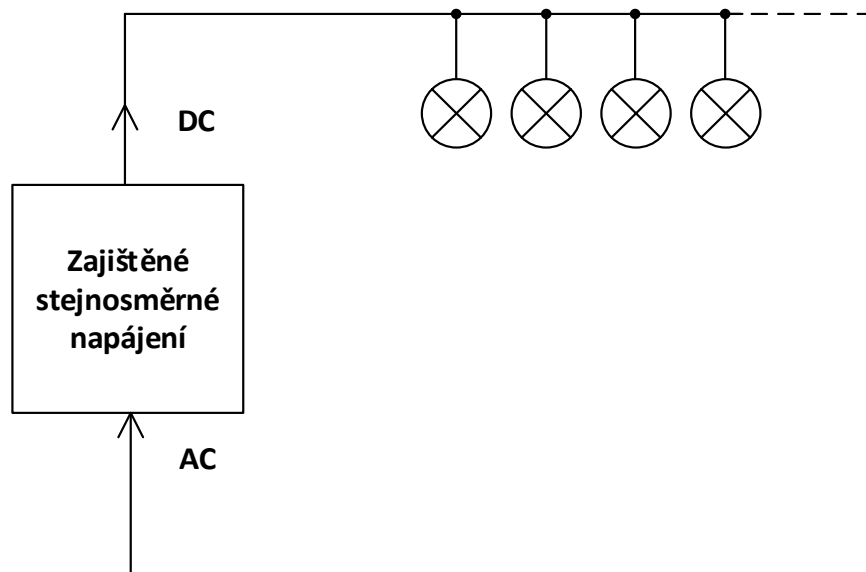
Možnosti světelných zdrojů:

- LED svítidla
- LED žárovky
- Zářivky
- Žárovky

V závislosti na světelných zdrojích je dále potřebné zvážit buď stejnosměrné nebo střídavé napájení z nouzového zdroje. V následujících podkapitolách budou zpracovány jednotlivé alternativy řešení napájení nouzového osvětlení.

9.1. Alternativa 1

Tato alternativa je založena na vlastním zajištěném stejnosměrném napájení. Toto napájení je zajištěno bateriovým zdrojem, který se skládá z nabíječe a baterie.



Obr. 18 Zajištěné stejnosměrné napájení

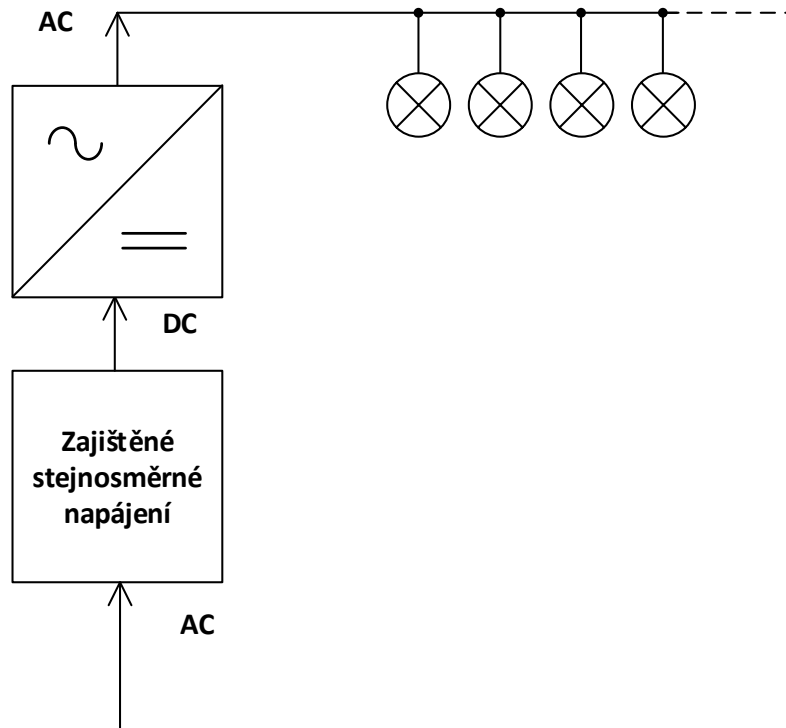
Vstupem zdroje je běžné střídavé síťové napětí 230 V, které je následně usměrněno v nabíječi (usměrňovač) a dobíjí tak staniční baterii. Baterie je následně zdrojem stejnosměrného napětí, v případě výpadku síťového napájení.

Mezi výhody určitě patří údržba zdroje. Baterie mají životnost přibližně 10 let a po uplynutí této doby se vymění. Další výhodou je vyšší světelný výkon svítidel a možnost volby potřebné doby funkce nouzových svítidel, dle navržené kapacity baterie.

Nevýhodou obecně centrálních systémů je nutnost používat požárně odolné kabely, trasy a patrové rozváděče. Pokud se přeruší napájecí vedení jednotlivého okruhu nouzových svítidel, tak celý tento okruh se stane nefunkčním. Další nevýhodou je omezené použití svítidel na stejnosměrné napětí, zejména LED svítidel, která musí být vybavena měničem.

9.2. Alternativa 2

Tato alternativa je téměř shodná s alternativou první, pouze s tím rozdílem, že za bateriovým zdrojem je zařazen střídač. Střídač zajišťuje převod vstupního stejnosměrného napájení na výstupní napájení střídavé.



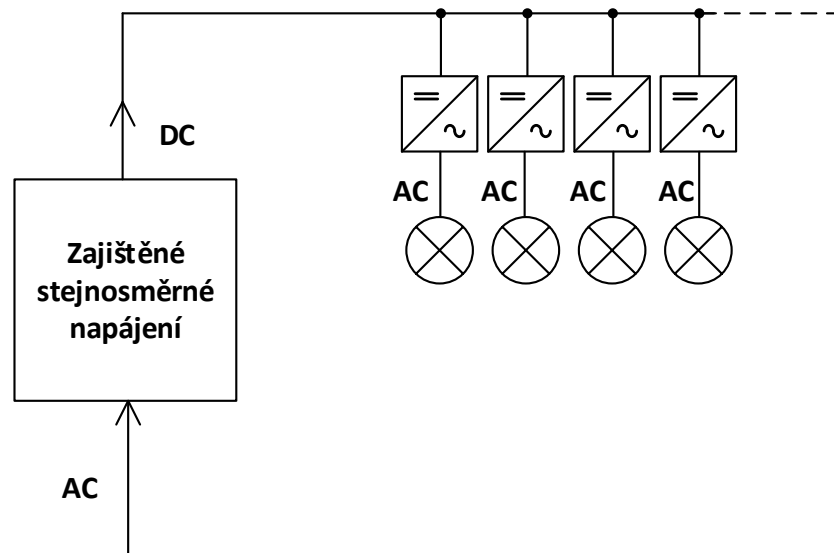
Obr. 19 Zajištěné napájení ze stejnosměrného zdroje se střídačem na výstupu

Střídavým výstupním napětí získáme výhodu širšího výběru svítidel určených pro nouzové osvětlení. Ostatní výhody jsou totožné s alternativou 1.

Nevýhoda oproti alternativě první je v použití střídače, který zvyšuje pravděpodobnost poruchy celého systému nouzového osvětlení. V případě poruchy střídače, se stane celý nouzový systém nefunkční. Nutnost používat požárně odolné trasy, kabely a patrové rozvaděče je totožná s alternativou předchozí.

9.3. Alternativa 3

Zdrojem nouzového napájení je stejnosměrný zdroj, složený z baterií a nabíječe, stejně jako v alternativě 1. Rozdíl je v přidání DC/AC měniče před každé svítidlo.

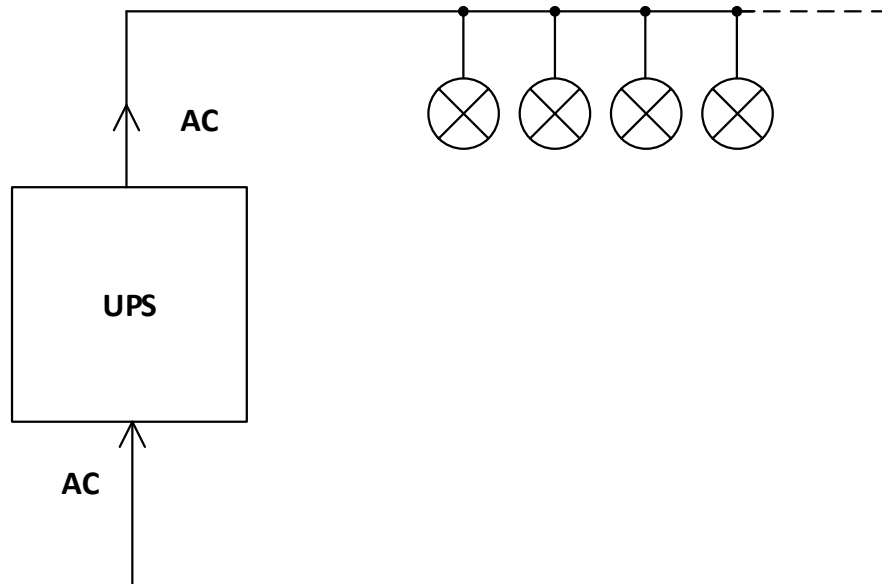


Obr. 20 Zajištěné stejnosměrné napájení s měniči zapojenými na vstupu svítidel

Použitý DC/AC měnič přináší výhodu v možnosti použití LED světelných zdrojů a také ve snížení pravděpodobnosti poruchy oproti alternativě 2. Jelikož v případě poruchy jednoho měniče nedojde k nefunkčnosti celého systému nouzového osvětlení, ale pouze jediného svítidla. Další výhody spočívají ve vyšším světelném výkonu svítidel a také ve výměně baterie po přibližně deseti letech provozu.

9.4. Alternativa 4

Další alternativou je použití nepřerušitelného zdroje energie, tedy UPS.



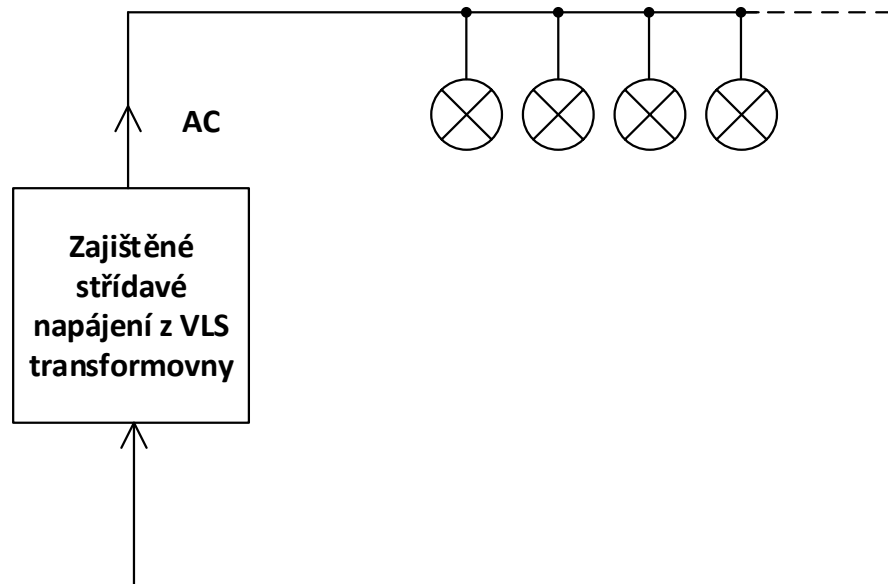
Obr. 21 Zajištěné střídavé napájení pomocí zdroje UPS

Jde o komplexní jednotku složenou z usměrňovače, baterie a střídače. Vstupem i výstupem je střídavé napájení. Výhody jsou v jednoduché výměně baterie po konci doby životnosti, vyšší světelný výkon nouzových svítidel a také použití LED světelných zdrojů.

Nevýhody jsou v nutnosti použít požárně odolné trasy, kabely i patrové rozvaděče. Stejně jako u ostatních centrálních zdrojů i zde je nevýhoda, že v případě přerušení napájecího vedení světelného okruhu, se stane celý okruh nefunkční.

9.5. Alternativa 5

Tato alternativa počítá se zajištěným střídavým napájením vlastní spotřeby transformovny. Zdrojem tohoto napájení jsou centrální staniční baterie transformovny a poté střídač zajišťující přeměnu stejnosměrného napětí na napětí střídavé.



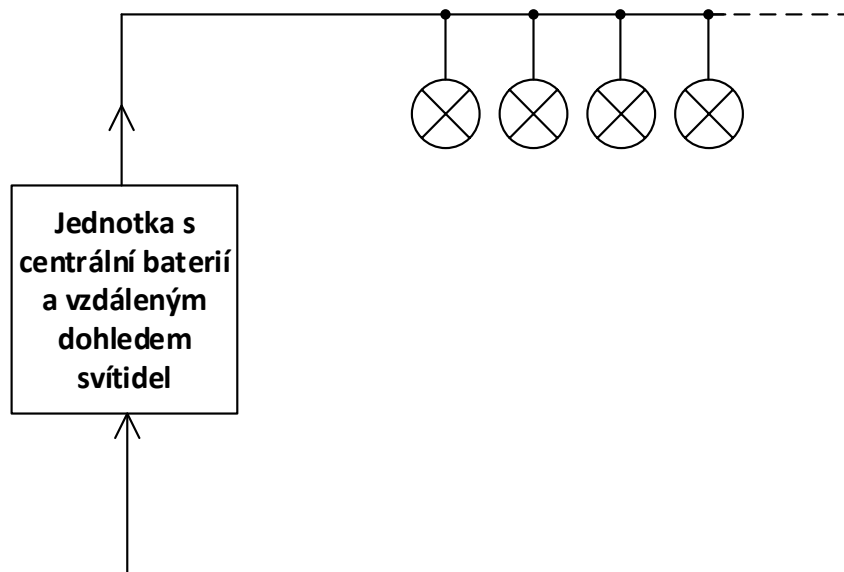
Obr. 22 Zajištěné střídavé napájení z vlastní spotřeby transformovny

Použití stávajících baterií transformovny přináší zlevnění pořizovacích a provozních nákladů na nouzové osvětlení, jelikož staniční baterie jsou součástí každé transformovny. Vzhledem k výstupnímu střídavému napájení je možné použít LED světelné zdroje.

Nevýhoda spočívá v energetické náročnosti nouzového osvětlení, které omezuje pohotovostní kapacitu zálohových systémů transformovny. Dále toto řešení neodpovídá normě ČSN 73 0802, jelikož na výstupu zdroje je i další zátěž, která může ovlivnit vlastnosti napájení nouzového osvětlení. Nutnost používat požárně odolné kabely, trasy a patrové rozvaděče platí i u této varianty.

9.6. Alternativa 6

Touto alternativou je míněna centrální jednotka pro nouzové osvětlení, která je jako celek dodávána výrobcí, které se touto problematikou zabývají. Jednotka obsahuje nabíječ, baterie, případně i střídač pro střídavý výstup a navíc také další elektronické prvky zajišťující vyhodnocení stavů jednotlivých svítidel a celého systému. Dále umožňuje např. konfiguraci svítidel pro různé režimy svícení.

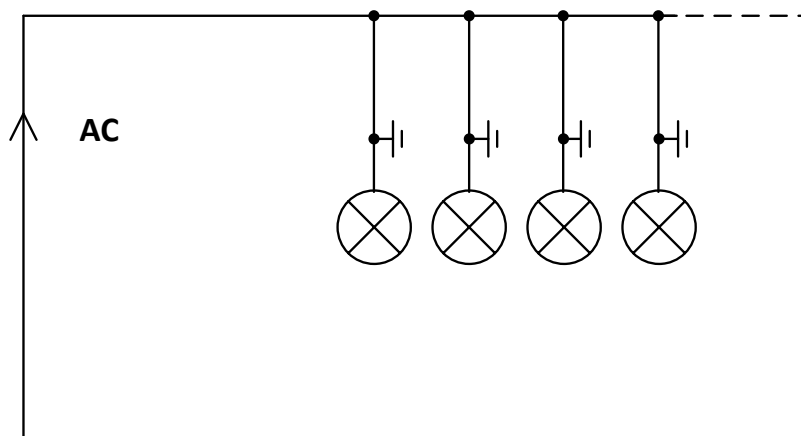


Obr. 23 Jednotka s centrální baterií a vzdáleným dohledem svítidel

Velká výhoda je v dodání systému jako celku, který umožňuje i vzdálenou správu celého nouzového osvětlení. Avšak tyto výhody jsou vykoupeny vyšší pořizovací cenou. Ostatní výhody a nevýhody jsou shodné s alternativou 4.

9.7. Alternativa 7

Poslední alternativa není založena na centrálním zdroji, ale naopak na autonomních svítidlech. Tato svítidla obsahují měnič, baterii a světelný zdroj.



Obr. 24 Autonomní nouzové zdroje v každém svítidle

Každé svítidlo je tedy nezávislé a rozsvítí se okamžitě po výpadku napájení. U této alternativy není potřeba zřizovat požárně odolné trasy a kabely, jelikož nouzový zdroj je obsažen v každém svítidle. Výhoda spočívá ve velké variabilitě a snadné proveditelnosti nouzového osvětlení za nízkou pořizovací cenu.

Nevýhody spočívají ve větších provozních nákladech, jelikož baterii ve svítidle je potřeba jednou za 2 – 5 let vyměnit, v závislosti na teplotě okolí. Další nevýhodou je nižší světelný výkon svítidla a z toho vyplývající větší počet svítidel. Na trhu jsou běžně dostupná svítidla s dobou nouzového svícení 1 nebo 3 hodiny. Výjimečně se vyrábí pro delší dobu provozu až 8 hodin, ale tato svítidla jsou podstatně dražší a výběr je velmi omezený.

9.8. Výběr alternativy

Prvních šest alternativ je založeno na centrálním zdroji a sedmá alternativa na autonomních zdrojích ve svítidlech. Poslední zmíněná alternativa by možná byla nejvhodnější výběrem při požadované době zálohy jednu nebo tři hodiny, ale v případě našeho požadavku na šest hodin provozu není tato alternativa vhodná. Výběr autonomních svítidel s dobou provozu šest hodin je velmi omezený a finančně velmi náročný jak do nákladů pořizovacích, tak nákladů provozních.

Dále tedy uvažujeme alternativy 1 – 6. V pořadí šestá alternativa je sice vhodná díky jednoduché proveditelnosti nouzového zdroje, jelikož celou tuto jednotku dodá výrobce jako celek. Další výhodou jsou funkce jako kontrola stavu připojených svítidel nebo výběr režimu svícení. Všechny tyto výhody jsou samozřejmě kompenzovány vyšší pořizovací cenou, což je v rozporu s požadavkem PREDi.

Alternativa číslo 5, kdy je použito zajištěné střídavé napájení z vlastní spotřeby je sice nejlevnější variantou jak na pořízení, tak údržbu, ale je v rozporu s požadavkem PREDi na dodržení platných technických norem.

Zbývají alternativy 1 – 4, které můžeme rozdělit na ty, které mají výstup zdroje střídavý nebo stejnosměrný. Vzhledem k použití LED svítidel pro nouzové osvětlení, je výhodnější střídavý výstup. Tedy alternativa 2 a 4.

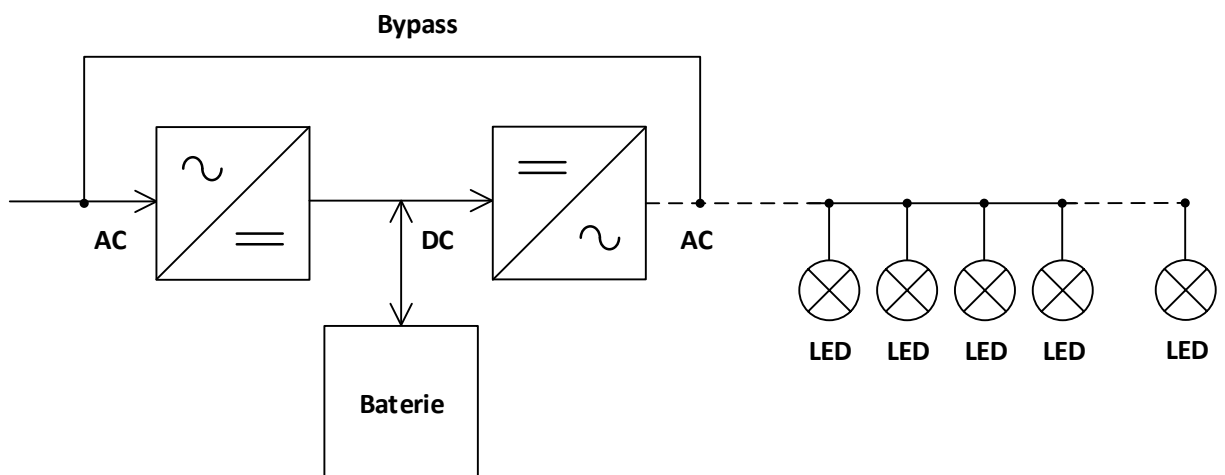
Rozdíl těchto alternativ je v použití zdroje UPS oproti zdroji zajištěného stejnosměrného napájení se střídačem. Vzhledem k jednoduchosti proveditelnosti a pořizovací ceně je výhodnější alternativa 4, tedy centrální zdroj se zajištěným napájením pomocí UPS. Vzhledem k výše popsaným informacím je tato alternativa nejvhodnější pro potřebu systému nouzového osvětlení na transformovnách.

10. Návrh standardu nouzového osvětlení

10.1. Zdroj napájení

Vybraná alternativa je založena na centrální jednotce se zajištěným napájením pomocí UPS, kde výstupem je střídavé napájení.

Pro výběr záložního zdroje je důležitým parametrem jeho zdánlivý výkon, který je definován pro jednofázové obvody jako součin efektivní hodnoty fázového napětí U a fázového proudu I , tedy $S = U \cdot I$. Udávaný výkon UPS zdroje je tedy v jednotkách VA, ale příkon našeho zařízení které požadujeme napájet, známe v jednotkách Watt (W). Výrobce tedy vždy udává výkon UPS v jednotkách VA a poté také údaj, jaký maximální příkon zátěže v jednotkách W můžeme k UPS připojit.



Obr. 25 Online UPS

V UPS jsou používány bezobslužné baterie, které zvláštní podmínky prostředí. Baterie může být součástí jednotky UPS, ale většinou jsou dimenzovány na krátkou dobu zálohy, např. pro dokončení určité činnosti. Pro potřeby větších kapacit je možné připojit externí baterii a tím dle potřeby zvýšit potřebnou dobu zálohy.

10.2. Baterie

Pro účely daného problému, tedy zálohování nouzového osvětlení jsem zvolil bezúdržbové ventilem řízené olověné akumulátory (tzv. VRLA). Ve srovnání s klasickými olověnými akumulátory mají tu výhodu, že mohou být umístěny kdekoliv, např. i uvnitř rozvaděče. Tato výhoda je dána konstrukcí baterie, která zabraňuje vysychání elektrolytu. Baterie mají ventily jen z bezpečnostních důvodů.

Dle normy ČSN EN 50171 musí být baterie pro centrální napájecí systémy takového typu, u nichž je deklarována životnost alespoň 10 let při 20 °C teploty okolí.

Tyto vlastnosti splňují např. baterie výrobce FAAM, série FHP. Jde o 12 V baterii, která se vyrábí se jmenovitými kapacitami 24, 33, 42, 55, 75, 100, 120, 134 a 150 Ah. [6]



Obr. 16 Baterie FAAM FHP 12-24

Při návrhu baterie je zapotřebí znát požadovaný příkon zálohovaných zařízení, výstupní napětí nouzového zdroje a požadovanou dobu zálohy.

- požadovaná doba zálohy je 6 hodin
- výstupní napětí zdroje 230 V AC
- příkon svítidel nelze určit a bude záviset na projektu pro daný objekt

Pro modelový příklad berme v úvahu 150 kusů svítidel s příkonem 5 W. Celkový příkon je tedy 500 W. Odebíraný proud ze zdroje vypočteme následovně:

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi \text{ [W]}$$

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{750}{230 \cdot 0,95} \cong 3,4A$$

Potřebnou kapacitu baterie je násobek požadované doby zálohy a odebíraného proudu:

$$Q = I \cdot t = 3,4 \cdot 6 \cong 20,4 Ah$$

Následně vybere nejbližší vyšší hodnotu z vyráběné série jmenovitých kapacit, tedy 24 Ah.

10.3. Svítidla

Vzhledem k úspoře kapacity baterie jsou jasnou volbou LED svítidla, viz kapitola 6. Svítidla budou napájena z centrálního zdroje napětím 230 V AC. Celkově pro potřeby nouzového osvětlení transformoven budou potřeba tři typy svítidel. K osvětlení únikových cest, svítidla s piktogramem a svítidla pro náhradní osvětlení. Počet svítidel a jejich rozmístění bude záležet na konkrétním projektu dané transformovny. V příloze je přiložen katalogový list univerzálního nouzového svítidla od výrobce Schrack Technik, které je možné použít jak pro osvětlení únikových cest, tak jako svítidlo s piktogramem nebo pro potřeby náhradního osvětlení.

10.4. Ovládání

Ovládání nouzového osvětlení můžeme v našem případě rozdělit na osvětlení únikových cest a náhradní osvětlení. Osvětlení únikových cest nelze ovládat manuálně, ale musí být samostatně sepnuto ihned po výpadku napájení, podrobnosti viz kapitola 4. Minimální doba svícení je 1 hodina, ale požadavek PREDi je 6 hodin.

Náhradní osvětlení je možné spínat více možnostmi, ale z hlediska úspory kapacity baterie a provozu bezobslužných transformoven jsem zvolil variantu následující. Náhradní osvětlení se bude zapínat pomocí vypínače v místnosti, ve které se dané náhradní osvětlení nachází. Z požadavku PREDi jde o místnost velínu, vlastní spotřeby, rozvodny 22 kV a zapouzdřené rozvodny 110 kV. Pro rozlišení od ostatních vypínačů běžného osvětlení je možná volba otočného vypínače na klíč, viz obrázek (Obr. 26).



Obr. 26 (http://www.eatonelektrotechnika.cz/pictures/sortiment/21_560_obr_uzam_vyp_1.jpg)

10.5. Zapojení

Vzhledem k použití centrálního zdroje je potřeba zajistit funkčnost nouzového osvětlení i během požáru. Pokud by došlo k přehoření napájecího vedení světelného okruhu, tak by se celý tento okruh stal nefunkční. Tuto problematiku řeší technická norma ČSN 73 0802, že vodiče a kabely zajišťující funkci a ovládání zařízení sloužících k protipožárnímu zabezpečení stavebních objektů:

- mohou být volně vedeny prostory a požárními úseky bez požárního rizika, včetně chráněných únikových cest, pokud vodiče a kabely splňují třídu funkčnosti P15-R a jsou třídy reakce na oheň B_{2ca} s1, d0; nebo
- mohou být volně vedeny prostory a požárními úseky s požárním rizikem, pokud kabelové trasy splňují třídu funkčnosti požadovanou požárně bezpečnostním řešením stavby s ohledem na dobu funkčnosti požárně bezpečnostních zařízení a jsou třídy reakce na oheň alespoň B_{2ca} s1, d0; nebo
- musí být uloženy či chráněny tak, aby nedošlo k porušení jejich funkčnosti a pokud odpovídají normě ČSN IEC 60331, mohou být např. vedeny pod omítkou s krytím nejméně 10 mm, popř. vedeny v samostatných drážkách, uzavřených truhlících či šachtách a kanálech určených pouze pro elektrické vodiče a kabely, nebo mohou být chráněny protipožárními postříky, popř. deskami z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2, rovněž tloušťky nejméně 10 mm apod.

Dle ČSN EN 50172 je nezbytné zajistit spolehlivost nouzového osvětlení. Osvětlení samostatné části únikové cesty musí být provedeno pomocí dvou nebo více svítidel. Je to proto, aby se při poruše jednoho svítidla úniková cesta neponořila do naprosté tmy.

11. Závěr

Tato diplomová práce se zabývá tématem nouzového osvětlení na transformovných 110/22 kV. Konkrétně se jedná o transformovny v majetku PREDistribuce a.s. Téma je tedy zpracováno s ohledem na interní požadavky a specifika provozu transformoven v této společnosti. Nouzové osvětlení je součástí vlastní spotřeby transformovny, u které v současné době probíhá vytváření standardů. Je proto důležité nalézt vhodné řešení systému nouzového osvětlení.

Cílem práce bylo nastínění možných alternativ napájení nouzového osvětlení, následná volba jedné z nich a návrh realizaci standardu. Část práce se zaměřuje na zmapování technických požadavků pro návrh nouzového osvětlení. Definováno je například napájení nouzového osvětlení či světelné zdroje. V neposlední řadě je popsán současný systém nouzového osvětlení a specifické požadavky PREDistribuce a.s.


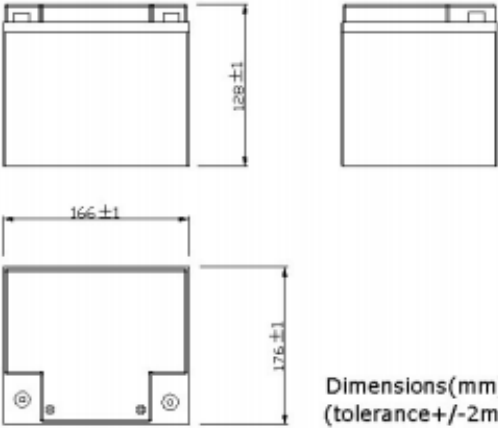
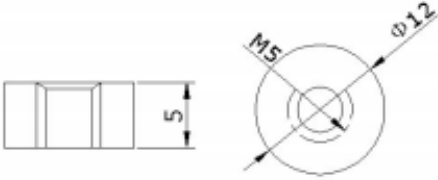
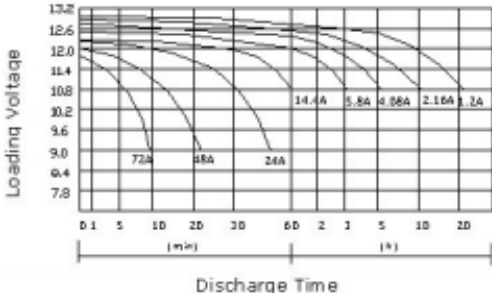
V této práci bylo navrženo sedm alternativ napájení nouzového osvětlení a jako nevhodnější z nich byla zvolena centrální jednotka se zajištěným napájením pomocí UPS. Nejen u vybrané alternativy, ale i u ostatních, jsou vhodná svítidla s LED zdrojem. Je tomu tak z důvodu nízkého příkonu, který snižuje potřebnou kapacitu baterií nouzového zdroje.

Seznam použité literatury

- [1] ČSN EN 1838. *Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [2] ČSN EN 50172. *Systémy nouzového osvětlení*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [3] ČSN EN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [4] ČSN ISO 3864-1. *Grafické značky - Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky - Část 1: Zásady navrhování bezpečnostních značek a bezpečnostní značení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [5] SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, Zdeněk BLÁHA, Zbyněk CARBOL, Daniel DIVIŠ, Blahoslav SOCHA, Jaroslav ŠNOBL, Jan ŠUMPICH a Petr ZÁVADA. *Světelná technika*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 255 s. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [6] Baterie FHP - VRLA AGM - PEG spol. s.r.o. *PEG s.r.o. - PEG spol. s.r.o.* [online]. 2014 [cit. 2014-12-29]. Dostupné z: <http://peg.cz/peg/produkty/stanicni-baterie/baterie-faam>
- [7] ČSN EN 50171. *Centrální napájecí systémy*. Praha: Český normalizační institut, 2001.
- [8] Nouzové svítidlo KC, LED 230V AC/DC pro CBS. *Schrack Technik* [online]. 2013 [cit. 2015-01-05]. Dostupné z: http://www.schrack.cz/eshop/nouzove-osvetleni/nouzova-svitidla/nouzove-svitidlo-kc-led-230v-ac-dc-pro-cbs-ip54-nlkcwp009.html?__SID=U

Přílohy

Příloha č. 1 – Katalogový list baterie FAAM FHP 12-24 [6]

 <p>BATTERIE - VEICOLI ELETTRICI</p>		<h2>FHP 12-24</h2>								
<h3>PHYSICAL SPECIFICATION</h3>										
Nominal Voltage Nominal Capacity (20HR)		12V 24Ah								
Dimension	Length	176±1mm (6.93 inches)								
	Width	166±1mm (6.54 inches)								
	Container Height	128±1mm (5.04 inches)								
	Total Height	128±1mm (5.04 inches)								
Weight		Approx. 8.5 Kg (19.2lbs)								
Standard Terminal		B2(Bolt-and-nut terminal) Bolt Type: M5								
 <p>Dimensions(mm) (tolerance+/-2mm)</p>		Bolt-and-nut terminal Bolt Type:M5  <p>(in mm)</p>								
<h3>ELECTRICAL SPECIFICATION</h3>										
<h4>Characteristics</h4>		<h4>Discharge curves @ 25°C (77 ° F)</h4>								
Capacity	20 hour rate (1.2A)	24Ah	 <p>Discharge Characteristics(25°C/77 °F)</p>							
	10 hour rate (2.2A)	22Ah								
5 hour rate (3.7A)	18.5Ah									
3 hour rate (5.7A)	17Ah									
1 hour rate (16.3A)	16.3Ah									
Capacity affected by temperature	40°C (104 °F)	102%								
	20°C (68 °F)	100%								
	0°C (32 °F)	85%								
Internal Resistance		Full charged battery (20°C,68 °F) 10mΩ								
Constant Voltage Charge	Cycle	Initial Charging Current less than 7.2A Voltage 14.1~14.4V at 20°C (68 °F) Temperature Coefficient -18mV/°C								
	Standby	No limit on Initial Charging Current Voltage 13.5~13.8V at 20°C (68 °F) Temperature Coefficient -18mV/°C								
<h4>Constant Current(Amp) and Constant Power (Watt) Discharge Table at 20°C(68 °F)</h4>										
Time	5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min
9.9V	A	76,4	53,1	40,0	34,9	26,5	20,5	16,9	12,1	6,8
	W	1243,6	802,9	615,3	453,8	329,0	255,7	199,4	146,6	86,4
10.2V	A	75,6	52,9	39,3	34,2	26,2	20,4	16,8	12,0	6,7
	W	1178,2	794,2	606,5	440,7	327,3	254,4	198,5	145,7	86,0
10.8V	A	71,3	50,9	38,4	33,6	25,6	20,1	16,4	11,8	6,7
	W	1130,2	754,9	589,1	432,0	321,6	248,7	195,9	144,0	85,1

Příloha č. 2 – Katalogový list nouzového svítidla SCHRACK KC [8]

DESIGN KC – UNIVERZÁLNÍ / MULTIPURPOSE



KC ERT-LED



KC ERT-LED



KC - LEŠTĚNÝ REFLEKTOR



KC - S AUTOTESTEM

NOVINKA
ERT-LED PŘEVEDENÍ

SCHRACK-INFO

Nouzové svítidlo v atraktivním konvexním designu pro všestranné použití s nejnovější LED technologií.

Svítidlo je určeno pro osvětlení únikové cesty. Vysoká účinnost v nouzovém režimu díky odraznému reflektoru, k dispozici také s technologií ERT-LED. Výrobek je plně v souladu s požadavky ČSN EN 60598-2-22, ÖVE/ÖNORM E 8002 a VDE 0108.

PŘEDNOSTI

- konvexní design
- provedení s ERT-LED technologií
- optimalizace provozních nákladů
- nastavitelná doba autonomie u verzí ERT-LED s vlastním akumulátorem
- jediné svítidlo pro všechny aplikace: nástěnné, stropní nebo vestavné provedení

TECHNICKÉ ÚDAJE

materiál tělesa:	plast
barva:	bílá
piktogram:	výmenné, RAL 6032, 3 kusy
reflektor:	leštěný, s vysokou odrazností
pozorovací vzdálenost:	30 m
světelný zdroj:	8W LL, 11W PL, 6 HP-LED (3W), 5 ERT-LED (5W)
jmenovité napětí AKU:	230V AC 50 Hz ± 20%
jmenovité napětí CBS:	230V AC 50 Hz ± 20%; 230V DC ± 20%
krytí:	IP54
třída ochrany	II
možnosti montáže:	standardní provedení pro: nástěnnou, stropní, vestavnou montáž volitelně (k objednání zvlášť): penda, řetízek, lanko
okolní teplota:	-5 °C až 40 °C -30 °C až 55 °C (ERT-LED pro CBS)
hmotnost:	0,75 kg

SCHRACK-INFO

Convex-shaped plastic safety light, also with double sided screen adhering EN 60598-1, EN 60598-2-22 and EN 1838 for the marking and lighting of escape and re-scue routes.

Variants with highly efficient ERT-LED's for achieving evenly illuminated escape routes and optimizing running costs over many years.

TIPS & TRICKS

- available with ERT-LEDs.
- notable running costs cutdown
- adjustable burning period for SC ERT-LED variants
- all in one solution - safety lighting and escape route indication
- NiMH accumulator without memory effect
- 2 cable feed-trough (wall, ceiling, bracket)

SPECIFICATIONS

body:	plastic
colour:	white
pictogram:	foil silk-screen printed RAL 6032
reflector:	specular, polished
viewing distance:	30 m
light source:	8W LL, 11W PL 6 HP-LED (3W) or 5 ERT-LED (5W)
voltage self-contained:	230V AC 50 Hz ± 20%
voltage CPS:	230V AC 50 Hz ± 20%; 230V DC ± 20%
ingress protection:	IP54
insulation class	II
installation:	standard mounting incl.: wall, ceiling, flushed mounting optional : ceiling pendant, wire suspension
permissible temp.:	-5 °C až 40 °C -30 °C až 55 °C (ERT-LED for CBS)
weight:	0,75 kg