

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

**ARCHITEKTONICKÉ OSVĚTLENÍ A JEHO
SPECIFIKA PŘI PROJEKTOVÁNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

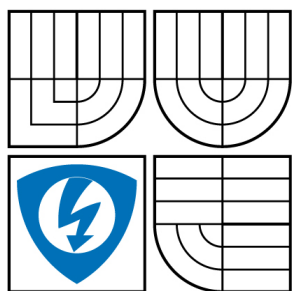
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MIROSLAV HALUZA

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Haluza Miroslav

ID: 78464

Ročník: 3

Akademický rok: 2007/2008

NÁZEV TÉMATU:

Architektonické osvětlení a jeho specifika při projektování

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

- specifika architektonického osvětlování, oblast využití
- svítidla pro architektonické osvětlení
- bezpečnost a odolnost elektrických zařízení
- projektování, instalace a údržba architektonického osvětlení

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího

Termín zadání: 17.12.2007

Termín odevzdání: 4.6.2008

Vedoucí práce: Ing. Petr Baxant, Ph.D.

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.

předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Miroslav Haluza
Bytem: Hasičská 36, 76302, Zlín - Louky
Narozen/a (datum a místo): 12.7.1986, Zlín

(dále jen "autor")

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 244/53, 60200 Brno 2
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.

(dále jen "nabyvatel")

Článek 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- disertační práce
- diplomová práce
- bakalářská práce

jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Architektonické osvětlení a jeho specifika při projektování

Vedoucí/školicel VŠKP: Ing. Petr Baxant, Ph.D.

Ústav: Ústav elektroenergetiky

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- tištěné formě - počet exemplářů 1
- elektronické formě - počet exemplářů 1

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2
Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ihned po uzavření této smlouvy
 - 1 rok po uzavření této smlouvy
 - 3 roky po uzavření této smlouvy
 - 5 let po uzavření této smlouvy
 - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3
Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....

Nabyvatel

.....

Autor

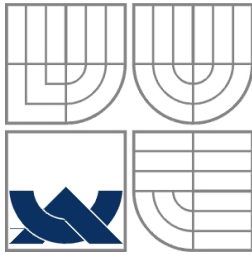
Bibliografická citace práce:

HALUZA, M. Architektonické osvětlení a jeho specifika při projektování. Bakalářská práce. Brno: Ústav elektroenergetiky FEKT VUT v Brně, 2008, 56 stran.

Prohlašuji, že jsem svou **bakalářskou práci** vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Zároveň bych na tomto místě chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Baxantovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky k mé práci, poskytnutou literaturu a svým rodičům za podporu během celé doby mého studia.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

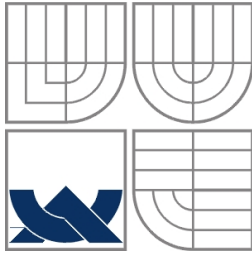
Architektonické osvětlení a jeho specifika při projektování

Miroslav Haluza

vedoucí: Ing. Petr Baxant, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2007

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Faculty of Electrical Engineering and Communication

Department of Electrical Power Engineering

Bachelor's Project

Architectural lighting and designing particularity

by

Miroslav Haluza

Supervisor: Ing. Petr Baxant, Ph.D.

Brno University of Technology, 2007

Brno

ABSTRAKT

Cílem této práce je sepsat teoretické postupy venkovního (architektonického) osvětlení a shrnout dostupné svítidla. Dále jsou v této práci obsažena základní pravidla pro vhodný návrh architektonického osvětlení podle technických norem a praktických doporučení, která je nutno při projektování tohoto osvětlení dodržovat. V neposlední řadě je zde zmíněna problematika instalace a údržby architektonického osvětlení a bezpečnost a odolnost elektrických zařízení.

KLÍČOVÁ SLOVA: osvětlení, svítidlo, projektování, instalace, údržba, bezpečnost, odolnost, oslnění, světelné znečištění

ABSTRACT

The goal of this thesis is make a list of theoretic routes outside (architectural) lighting and draw up accessible light fitting. Further are in those work included principle for handy suggestion architectural lighting after technical norms and practical recommendation that the is necessary at projection hereof lighting adhere. Last but not least is here mentioned problems installation and upkeep architectural lighting and safeness and immunity electric arrangement.

KEY WORDS: lighting, lamp, particularity, installation, upkeep, safeness, immunity, dazzlement, luminous pollution

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	13
SEZNAM TABULEK	15
1 ÚVOD.....	16
2 ZPŮSOBY OSVĚTLENÍ ARCHITEKTUR.....	17
2.1 TYPY OBJEKTŮ	17
2.1.1 KLASICKÉ BUDOVY	17
2.1.2 KOMERČNÍ A PRŮMYSLOVÉ BUDOVY	17
2.1.3 PŘÍRODNÍ MÍSTA	17
2.1.4 TECHNICKÉ STAVBY	17
2.1.5 UMĚLECKÁ DÍLA	17
2.1.6 PARKY, ZAHRADY A KVĚTINOVÉ ZÁHONY	17
2.2 SVĚTELNÉ EFEKTY	17
2.2.1 OSVĚTLENÍ STATICKÝMI SVĚTLOMETY	18
2.2.2 DYNAMICKÉ OSVĚTLENÍ	18
2.2.3 OSVĚTLENÍ OBRYSU	18
2.3 DEKORATIVNÍ OSVĚTLENÍ - NÁVRH A PROVEDENÍ	18
2.3.1 PŘEDBĚŽNÝ PRŮZKUM.....	18
2.3.2 SOUKROMÁ A ADMINISTRATIVNÍ POVOLENÍ.....	18
2.3.3 DOKUMENTACE	18
2.3.4 PŘEDBĚŽNÁ STUDIE MÍSTA	19
2.3.5 PŘEDBĚŽNÝ PLÁN	19
2.3.6 KONEČNÝ PROJEKT	19
2.3.7 REALIZACE A SEŘÍZENÍ	19
2.4 OSVĚTLENÍ STATICKÝMI SVĚTLOMETY	20
2.4.1 PRINCIPY	20
2.4.2 VOLBA OBJEKTU	20
2.4.3 TECHNIKY OSVĚTLOVÁNÍ	21
2.4.4 UMÍSTĚNÍ SVĚTLOMETŮ.....	23
2.4.5 CHARAKTERISTIKY SVÍTIDEL.....	23
2.4.6 HODNOTY PARAMETRŮ SVĚTELNÝCH ZDROJŮ	23
3 SVĚTELNÉ ZDROJE	27
3.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY ZDROJŮ PRO VHDNÝ VÝBĚR	27
4 SVÍTIDLA.....	30
4.1 SVĚTLOMETY	30
4.1.1 SVĚTLOMETY SE SYMETRICKOU OPTIKOU	30
4.1.2 SVĚTLOMETY S ASYMETRICKOU OPTIKOU.....	34
4.2 ZEMNÍ SVÍTIDLA	38
4.3 SVÍTIDLA S VĚJÍŘOVITOU OPTIKOU	42
4.4 SVÍTIDLA PRO SVĚTELNÉ EFEKTY.....	42
5 OSLNĚNÍ.....	44

6 SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ.....	45
7 BEZPEČNOST A ODOLNOST ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ.....	46
7.1 BEZPEČNOST ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ.....	46
7.1.1 ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM.....	46
7.1.2 ENERGETICKÉ NEBEZPEČÍ.....	46
7.1.3 POŽÁR	46
7.1.4 NADMĚRNÁ TEPLOTA	47
7.1.5 MECHANICKÉ NEBEZPEČÍ	47
7.2 OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKOVÝM NAPĚTÍM	47
7.3 OCHRANA PŘED DOTYKEM ŽIVÝCH ČÁSTÍ, VNIKUTÍM CIZÍCH PŘEDMĚTŮ A VODY	47
7.4 ODOLNOST ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ – SVÍTIDEL	48
7.4.1 ODOLNOST PROTI NÁRAZU	48
8 INSTALACE A ÚDRŽBA ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ.....	48
8.1 INSTALACE ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ.....	48
8.2 ÚDRŽBA ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ.....	48
8.2.1 ÚDRŽOVACÍ ČINITEL	49
8.2.2 VLIVY.....	49
8.2.3 VÝPOČET ČINITELE ÚDRŽBY	49
8.2.4 ČINITEL ÚDRŽBY A REALITA	50
9 MODERNÍ SYSTÉMY ŘÍZENÍ.....	51
10 PROJEKTY ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ	52
10.1 MOST RION-ANTIRION, ŘECKO	52
10.2 AKROPOLIS, ŘECKO	53
10.3 ROTTERDAMSKÁ RADNICE, NIZOZEMSKO	54
11 ZÁVĚR.....	55
POUŽITÁ LITERATURA	56

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 2-1 Šikmé nasvětlení pro zvýraznění reliéfu</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 2-2 Slabá textura vyžaduje větší úhel nasvětlení.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 2-3 Zeslabení stínu doplňkovým světlometem.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 2-4 Úhly pro stanovení osvětlenosti v bodě P.....</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 2-1 Doporučené hodnoty osvětlenosti.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 3-1 Diagram chromatičnosti - CIE 1931, s čarou teplotních, s čarou teplotních zářičů se stupnicí v K.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 3-2 Rozsahy měrných výkonů jednotlivých skupin světelných zdrojů</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 3-1 Základní parametry světelných zdrojů.....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 3-2 Využití světelných zdrojů pro architektonické osvětlení.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 4-1 Světlomet MaxiWoody (design shodný pro všechny sv. se sym. optikou.).....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 4-2 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 4-3 Použití světlometu MaxiWoody s velmi úzkou optikou.....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 4-4 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody.....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 4-5 Použití světlometu MaxiWoody s úzkou optikou</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 4-6 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 4-7 Použití světlometu MaxiWoody se středně širokou optikou.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 4-8 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 4-9 Použití světlometu MaxiWoody se širokou optikou.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 4-10 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 4-11 Použití světlometu MaxiWoody s vějířovitou optikou</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 4-12 Použití světlometu MaxiWoody s eliptickou optikou.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 4-13 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody.....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 4-14 Světlomet Platea (design shodný pro všechny světlometry s asymetrickou optikou).</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 4-15 Křivka svítivosti světlometu Platea</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 4-16 Použití světlometu Platea se širokou optikou</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 4-17 Křivka svítivosti světlometu Platea</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 4-18 Použití světlometu Platea s podélným vějířovým svazkem</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 4-19 Křivka svítivosti světlometu Platea</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 4-20 Použití světlometu Platea s příčným vějířovým svazkem.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 4-21 Křivka svítivosti světlometu Platea</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 4-22 Použití světlometu Platea s úzkou optikou.....</i>	<i>37</i>

<i>Obr. 4-23 Křivka svítivosti světlometu Platea</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 4-24 Použití světlometu Platea vyzařovací úhly 5 ° a 10 ° pro s úzkou optikou.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 4-25 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk.....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 4-26 Použití zemního svítidla Light Up Walk s optikou wall-washer (malý příkon)</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 4-27 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk.....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 4-28 Použití zemního svítidla Light Up Walk s optikou wall-washer (střední příkon).....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 4-29 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk.....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 4-30 Použití zemního svítidla Light Up Walk s optikou wall-washer (velký příkon).....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 4-31 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 4-32 Použití zemního svítidla Light Up Walk se širokou optikou, směrovatelnou.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 4-33 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk.....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 4-34 Použití zemního svítidla Light Up Walk se širokou optikou, směrovatelnou.....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 4-35 Svítidlo Radius s vějířovitou optikou.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 4-36 Křivka svítivosti svítidla s vějířovitou optikou Radius</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 4-37 Svítidlo pro světelné efekty Yota.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 4-38 Použití svítidel Yota pro světelné efekty</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 4-39 Svítidlo pro světelné efekty Flash a příklad jeho použití.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 4-39 Křivka svítivosti svítidla pro světelné efekty Flash</i>	<i>43</i>
<i>Tab. 6-1 Největší povolený podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 8-1 Průběh činitele znečištění, A-stárnutí světelných zdrojů, B-znečištění povrchů, C-znečištění svítidel.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 9-1 Blokové schéma systému řízení.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 10-1 Osvětlení mostu Rion-Antirion.....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 10-2 Osvětlení Akropole</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 10-3 Osvětlení Rotterdamské radnice</i>	<i>54</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 2-1 Doporučené hodnoty osvětlenosti.....</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 3-1 Základní parametry světelných zdrojů.....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 3-2 Využití světelných zdrojů pro architektonické osvětlení.....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 6-1 Největší povolený podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru.....</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 7-1 Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím.....</i>	<i>47</i>
<i>Tab. 7-2 Klasifikace IK</i>	<i>48</i>

1 ÚVOD

Venkovní, resp. architektonické, osvětlení objektů je problematika, kterou se v současnosti zabývá poměrně málo odborné literatury a dokonce je jen pár odborných firem, které mohou zpracovat projekt architektonického osvětlení na profesionální úrovni. Mnohé menší firmy, které jsou při realizaci svých zakázek postaveny před problém architektonického osvětlení řeší tuto záležitost, mnohdy, neodbornými postupy. Nejčastějšími případy je nasvětlení objektu ze stožáru, který je umístěn ne v závislosti na kvalitě osvětlení, ale tak jak jeho umístění dovolují vlastnické vztahy zadavatele projektu a také s jediným cílem a to nasvětlit objekt co nejkompaktněji co nejmenším počtem svítidel, protože zde hraje významnou roli i finanční stránka projektu. Přitom venkovní, resp. architektonické osvětlení je záležitost, která se týká řady lidí, kolemjdoucích a uživatelů nebo obyvatelů objektu. Zároveň není otázka architektonického osvětlení nijak extrémně složitá, je pouze třeba dodržet několik základních pravidel a výsledek může být velkolepý.

Architektonické osvětlení je působivou součástí nočního obrazu města i krajiny. Pomocí kontrastů světla a stínů dostávají objekty novou plasticitu a nezřídka působí při umělém osvětlení lépe než ve dne. Osvětlovány dnes nejsou jen objekty historické, ale i moderní stavby : obchodní centra, hotely, administrativní a správní budovy. Estetické působení osvětlených objektů po západu slunce je při dobře zpracovaném projektu architektonického osvětlení nesporné. Osvětlením objektu dosáhneme kromě estetického efektu i informativních dojmů. Člověk je díky nasvětlení budovy informován o její přítomnosti a poloze, a tím i poloze přilehlých prostorů a částí města nebo krajiny. Osvětlení objektu nám tedy může pomoci při orientaci a situační informovanosti.

Při projektování architektonického osvětlení je třeba dodržet určité podmínky ohledně bezpečnosti svítidel, jejich odolnosti. Proto zde budou kapitoly týkající se této problematiky spolu s oslněním, světelným znečištěním, instalací a údržbou architektonického osvětlení.

V této práci budou stručně nastíněny některé zásady architektonického osvětlení. Tuto práci nelze brát jako dogma či naprosto vyčerpávající soupis postupů, protože architektonické osvětlení je z velké části i jakýsi umělecký obor a tak je k němu i potřeba přistupovat, stejně tak se na něm podílí architektonické vnímání objektů, které má sice své zákonitosti, ale jako většina lidské činnosti i architektura se neustále vyvíjí a tedy se musí vyvíjet a přizpůsobovat i styly architektonického nasvětlování objektů.

2 ZPŮSOBY OSVĚTLENÍ ARCHITEKTUR

2.1 Typy objektů

Projektem osvětlení je převážně dekorativní osvětlení, jehož cílem je zdůraznit objekt jako celek nebo jen některý jeho architektonický prvek. Různé typy objektů si mohou vyžádat různý přístup k osvětlení.

2.1.1 Klasické budovy

Jedná se o jakékoliv budovy, jež jsou významné z architektonického, estetického nebo tvarového hlediska. Patří sem katedrály, zámky, kostely, divadla, různé veřejné i soukromé budovy a další.

2.1.2 Komerční a průmyslové budovy

Budovy využívané jako kanceláře nebo továrny mohou být také velmi působivě osvětleny, zvláště když se jedná o budovy se vzhledově hezkou fasádou. Způsob osvětlení je nicméně poněkud kontroverzní v porovnání s dekorativním osvětlením. Cílem bývá obvykle bezpečnostní charakter osvětlení nebo komerční či soukromé zvýraznění objektu.

2.1.3 Přírodní místa

Příroda je vynikající architekt. Útesy, rokliny nebo vodopády mohou skvěle přispět k noční animaci města nebo zviditelnit zajímavá místa mimo město.

2.1.4 Technické stavby

Jedná se o technické konstrukce, které nejsou určeny pro bydlení, přesto svým tvarem jsou ideální pro světelné zvýraznění. Například se jedná o mosty, viadukty, věže, nádraží, zdi, přehradu a podobně.

2.1.5 Umělecká díla

Do této kategorie patří veškerá díla vytvořená z nejrůznějších materiálů určených k dekorativním účelům jako jsou sochy, plastiky a další.

2.1.6 Parky, zahrady a květinové záhony

Tato kategorie zahrnuje veškeré krajinné oblasti, zvláště ty, které jsou určeny pro okrasu a odpočinek jako jsou lesy, křoviny a záhony.

2.2 Světelné efekty

Vhodným rozložením jasů, kontrastů a barev lze určité části objektu vizuálně zdůraznit a upoutat k nim pozornost.

Pro vytvoření noční dekorace zastavěných oblastí může být nejrůznějšími způsoby použito osvětlení. Na výběr je široká škála nejrůznějších typů svítidel i světelných zdrojů. V následujícím výpisu jsou uvedeny základní typy tvorby světelné dekorace.

2.2.1 Osvětlení statickými světly

Osvětlení světly je vhodné pro osvětlení plochých nebo trojrozměrných objektů jako jsou fasády objektů, monumenty nebo umělecká díla. Osvětlením dosáhneme zviditelnění objektů, zvýraznění jejich plasticity nebo historický význam.

Díky vyššímu jas vyniknou objekty oproti svému pozadí nebo prostředí, ve kterém stojí. Světelný efekt je stálý a statický. Tento způsob osvětlení se tvoří precizně umístěnými světly okolo objektu.

2.2.2 Dynamické osvětlení

Dynamické osvětlení je téměř shodné se statickým osvětlením, ale světelný efekt je zesílen použitím různé úrovně osvětlení na různých částech objektu.

2.2.3 Osvětlení obrysu

Tento styl využívá efektu založeného na velkém kontrastu obrysů objektu, jeho plochami a také pozadím.

Siluetu se získá osvětlením pozadí a ponecháním objektu ve tmě, tím vytvoříme dostatečný kontrast mezi jasným pozadím a tmavým objektem. Tento způsob je vhodný pro kolonády, cimbuří nebo ocelové konstrukce. [3]

2.3 Dekorativní osvětlení - návrh a provedení

Vypracování technického a architektonického řešení venkovního (architektonického) osvětlení je pouze jedna část činností, které je potřeba učinit mezi návrhem a konečným zprovozněním dekorativního osvětlení. V této kapitole budou stručně nastíněny další činnosti, které jsou s návrhem a realizací osvětlení spojeny. [3]

2.3.1 Předběžný průzkum

Součástí každého projektu architektonického osvětlení by měla být obhlídka okolí objektu či místa osvětlení. S cílem získat informace o charakteru objektu, jeho historickým či kulturním významu a realizačních omezeních z pohledu umístění svítidel. [3]

2.3.2 Soukromá a administrativní povolení

Tato netechnická část projektu může být bohužel jeho nejdůležitější částí. Jestliže nebudeme mít zajištěno povolení k umístění svítidel na námi zvolených místech, může být projekt výborně zpracován, ale jeho realizace se neuskuteční. U historických objektů bude nutné získat povolení památkářů, mezi tyto objekty nepatří jen budovy z dávných století, ale již i ze století minulého. [3]

2.3.3 Dokumentace

Znalost okolí objektu nám usnadní volbu umístění svítidel, stejně tak znalost povrchů omítek či stěn objektu umožní správnou volbu světelných zdrojů. K tomuto nám pomůže studium map a plánů (včetně leteckých snímků), k detailnějšímu poznání objektu, hlavně jeho povrchů nám nejlépe poslouží fotografie. [3]

2.3.4 Předběžná studie místa

Zde je cílem určit specifika nočního osvětlení, rozdílů mezi vzhledem objektu ve dne a v noci, dále sezónních změn, zvláště u osvětlení zahrad a parků.

Nezanedbatelnou částí studie je dostupnost míst se svítidly, nejen kvůli jejich instalaci, ale také údržbě. Zároveň při této studii hledáme místa odkud bude objekt nejčastěji pozorován kolemjdoucími, tak abychom osvětlení uzpůsobili tomuto směru pozorování.

Do předběžné studie místa zahrneme i možnosti napájení, bez kterého by nebylo možné projekt realizovat.

Na závěr předběžné studie je na místě zjistit hranici finančních nákladů. Nejedná se sice o studii místa jako takového, ale i tak je tato část s předběžným průzkumem lokality úzce spojená. [3]

2.3.5 Předběžný plán

Po dokončení předchozích úkonů může projektant začít s předběžným plánováním. Měl by již mít přehled jaké světelné efekty může použít, jaké jsou buď zadány zadavatelem projektu nebo jaké jsou nejvhodnější pro daný objekt z pohledu historického, estetického či užitného významu. [3]

Celkové schémata nebo dokonce modely pro testovací osvětlení pomohou projektantovi připravit nejlepší variantu osvětlení. V nejlepším případě se provede testování přímo na osvětlovaném objektu pomocí přenosných světlometů. Tento způsob se však vzhledem k nákladům na realizaci používá spíše pro velké a významné objekty, nicméně je použitelný pro jakékoli objekty.

Předběžný plán může obsahovat:

- stanovení počtu, výkonů a typů světelných zdrojů
- odhad elektrického příkonu
- odhad finančních nákladů na realizaci a provoz
- předběžné schválení zadavatelem, projekčním dozorem a kompetentními úřady
- předběžný test osvětlení v citlivých oblastech

2.3.6 Konečný projekt

Informace získané v předběžném plánování a přípravách projektu budou velmi cenné při sestavení konečného projektu provedení osvětlení. Tento projekt bude obsahovat konečný soupis použitých svítidel i zdrojů a jejich parametry. Elektrické rozvody nutné pro realizaci a provoz osvětlení nemusí být součástí tohoto projektu, mohou být zpracovány dalším odpovědným projektantem na základě koordinace mezi architektem projektu a projektantem na osvětlení.

Konečný projekt umožní sestavení konečného rozpočtu na realizaci i provoz osvětlení. Také je vhodný pro finální schválení dotčených úřadů. [3]

2.3.7 Realizace a seřízení

Realizaci provede firma pověřená zadavatelem projektu nebo projektantem v závislosti na realizační smlouvě projektu. Mělo by se jednat o odbornou firmu, která má s podobnými projekty nejlépe již předchozí zkušenosti.

Seřízení lze považovat za závěrečnou část celého projektu. Jedná se o doladění orientace svítidel před konečným spuštěním osvětlení do provozu. U větších projektů pak sladění s dalšími prvky projektu jako jsou například zvukové efekty či příležitostné barevné doplňky osvětlení. [3]

2.4 Osvětlení statickými světly

2.4.1 Principy

Svítidla jsou umístěna v bezprostřední blízkosti objektu a osvětlují jeho různé povrchy. Někdy také mohou být svítidla umístěna přímo na nasvětlovaném objektu, ať už z důvodu doplňkového světelného efektu nebo kvůli nemožnosti umístit svítidla mimo objekt.

Pro určení parametrů svítidel a jejich pozice je nutné brát v úvahu několik faktorů:

- kvalitu a barvu povrchů a úroveň požadovaného zvýraznění
- směry pozorování
- vzdálenosti svítidel od objektu
- plánovaný světelný efekt

2.4.2 Volba objektu

Kvalita osvětlení není dána jen správnou volbou materiálu a techniky osvětlení, ale také studiem a respektováním charakteristiky objektu a okolí.

Architektonický a estetický charakter

Zámky, kostely a další majestátní objekty mají zřejmý význam, ale nejen pro ně je vhodné nasvětlení tak, aby nebyly přehlédnuty.

Je však zcela žádoucí, aby každý objekt vybraný k osvětlení měl svůj architektonický, historický, umělecký nebo technický význam.

Volba objektu musí respektovat následující pravidlo:

"světlo krásu odkrývá, nevytváří ji"

Hierarchie objektů

Když lidi ve dne zaujme pohled z určitého místa, mají sklon stanovit si hierarchie významu různých objektů v pohledu. Například, zámek je nejvýznamnějším objektem, následuje přírodní skála v blízkosti, stromy, zahrady. Osvětlení by mělo pomocí světelného schématu vytvořit stejnou hierarchii v noci tak, jako ji známe ve dne.

Charakteristika okolí

Jedním z principů osvětlení je vytažení určitého prvku z pozadí, které zůstane ve stínu. Jestliže nasvětlujeme objekt, který je ve svém okolí jediným významným prvkem, pak je velmi vhodné nasvětlit do určité míry i samotné pozadí tak, aby byla opticky vytvořena vazba mezi nasvětlovaným objektem a ke němu podobným, esteticky nebo historicky, objektům ve vzdálenějším okolí. V zastavěných oblastech plní tuto funkci pouliční osvětlení.

Výběr a stanovení hierarchie a charakteristiky okolí provedený ve dne je potřeba ověřit i nočním pozorováním.

2.4.3 Techniky osvětlování

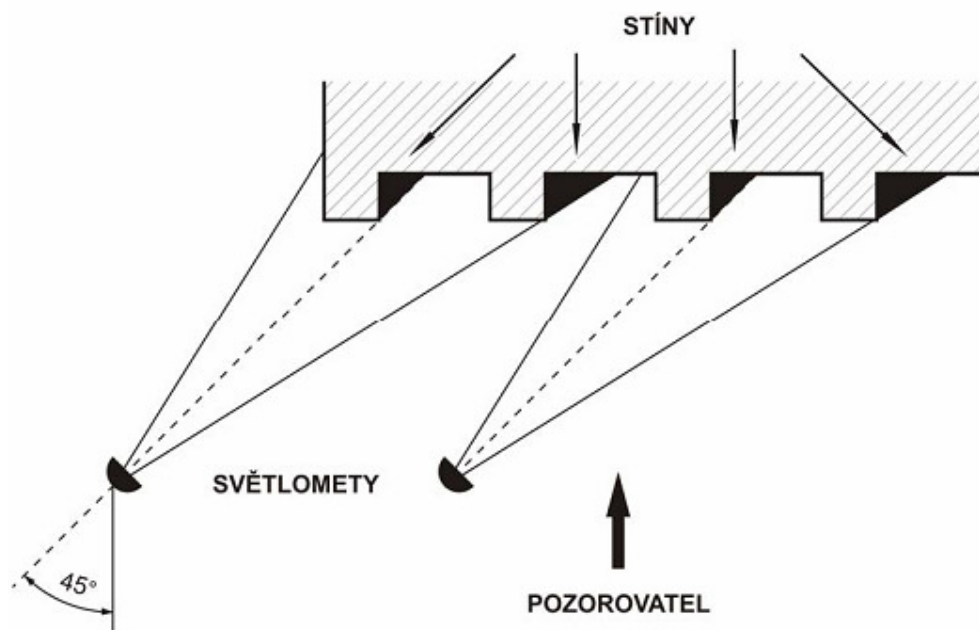
Osvětlení nesmí ponořit objekt do spousty světla. Zvýrazněním určitých ploch větším osvětlením oproti jiným plochám nasvětleným slaběji vytvoříme plastický reliéf povrchu objektu.

Při návrhu a provedení je třeba dodržovat následující pravidla:

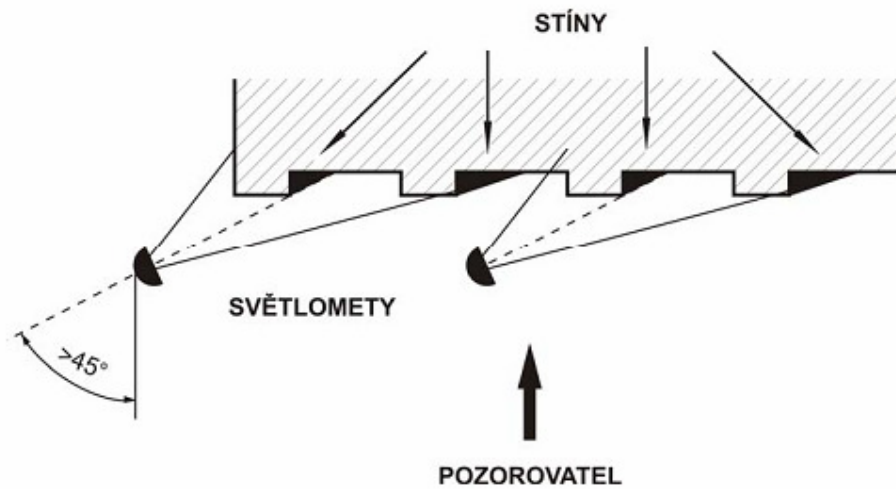
Úhel dopadu světla

Přítomnost stínů je to co vytváří reliéf fasády. Osvětlení musí být navrženo tak, aby tento reliéf modelovalo. Přímé čelní nasvícení nevytvoří žádné stíny a fasáda tak ztratí jakoukoli plastičnost, bude se zdát pozorovateli plochá.

Velikost stínů závisí jak na reliéfu fasády, tak i na úhlu nasvětlení. Za optimální úhel bylo stanoveno 45° (Obr. 2-1). K nasvícení malého reliéfu bude vhodné tento úhel zvýšit tak, aby se dosáhlo dostatečně velkého stínu (Obr. 2-2). [3]



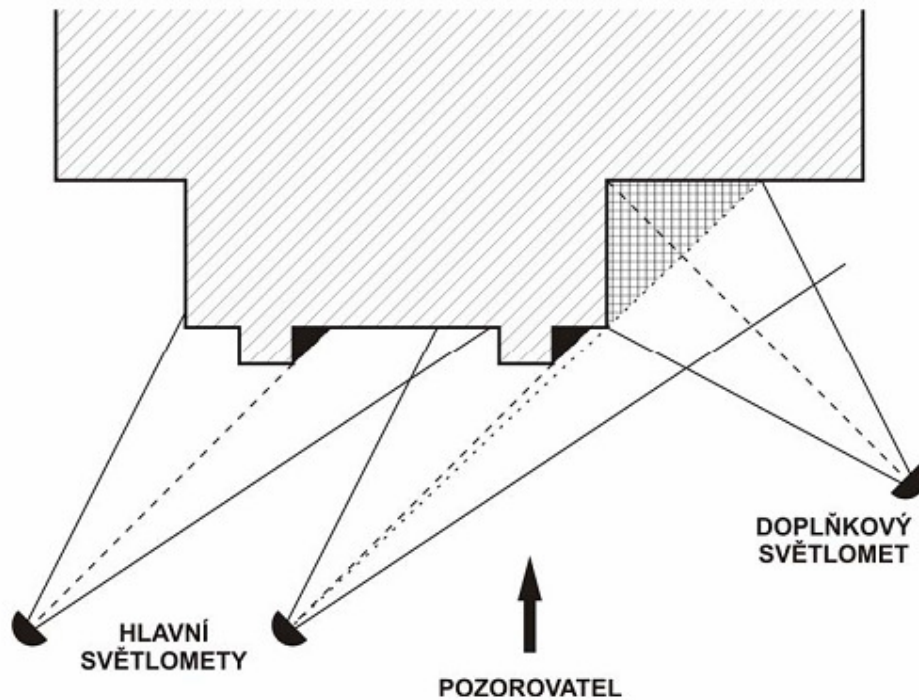
Obr. 2-1 Šikmé nasvětlení pro zvýraznění reliéfu [3]



Obr. 2-2 Slabá textura vyžaduje větší úhel nasvětlení [3]

Směr nasvícení

K dosažení vyváženého nasvětlení je třeba dodržet stále stejný směr nasvícení. Avšak při nasvícení velkých převisů může světlo vytvořit zbytečně velký stín, který zcela zastíní velkou část fasády, v takovém případě je vhodné zjemnit stín pomocným nasvícením o slabší intenzitě a s úhlem 90° k hlavnímu směru nasvícení (Obr 2-3). [3]



Obr. 2-3 Zeslabení stínu doplňkovým světlometem [3]

Směr pozorování a nasvícení

Směr nasvícení musí být rozdílný od směru pozorování, aby byly stíny, a tím i reliéf, viditelné ze směru pozorování. Úhel mezi těmito dvěma směry by měl být minimálně 45°. Pro monumenty pozorované z úhlu může být tato podmínka nesplnitelná, potom je třeba stanovit jeden směr jako hlavní a nasvícení uzpůsobit pozorování z tohoto směru jakoby byl jediný. [3]

2.4.4 Umístění světlometů

Určení pozice

K rozhodnutí, kde umístit světlometry, musíme brát v úvahu pravidla uvedená v předešlých kapitolách. V zastavěných oblastech to obvykle nebude zcela možné, proto je zapotřebí korigovat umístění svítidel obhlídkou přímo na místě a hledat nejvhodnější kompromis. [3]

Vzhled za denního světla

Po zvolení pozic svítidel pro noční osvětlení je třeba provést obhlídku pozic za denního světla tak, aby nebyly světlometry umístěny neesteticky nebo dokonce aby nebránily ve výhledu za dne. [3]

Oslnění

Oslnění může vzniknout nevhodnou volbou světelných zdrojů, svítidel a jejich umístěním. Oslnění může být přímé, odražené, může rušit obyvatele okolních budov nebo dokonce přímo pozorovatele objektu. Tento aspekt je nutné brát v úvahu a světlometry umisťovat se zřetelem na tento problém. [3]

2.4.5 Charakteristiky svítidel

Fotometrické charakteristiky

- Tvar křivky svítivosti
- Účinnost
- Úhel poloviční svítivosti
- Osová svítivost

Mechanické charakteristiky

- Rozsah nastavení
- Korozní odolnost
- Odolnost proti prachu a vodě (doporučené minimum IP 54)

2.4.6 Hodnoty parametrů světelných zdrojů

Doporučený jas objektu

Volba jasu osvětlované fasády musí být v souladu s jasnem okolí. Hodnota jasu osvětleného objektu by měla být vyšší než jas pozadí.

K vytvoření dostatečného zvýraznění malé plochy je potřeba vyšší hladina jasu, velkým plochám v podobném pozadí stačí nižší hladina jasu. Naproti tomu objekt v oblasti s podobnými objekty stejné velikosti vyžaduje vyšší hladinu jasu.

Následující hodnoty odpovídají různým typům objektů a prostředí:

- 4cd/m^2 ve slabě osvětlených oblastech (vesnické oblasti, slabě nebo vůbec osvětlené)
- 6cd/m^2 ve středně osvětlených oblastech (malá města, předměstí velkých zastavěných zón)
- 12cd/m^2 v jasně osvětlených oblastech (rekreační a komerční zóny v městských centrech)

Osvětlenost a činitel odrazu

Po stanovení jasu je třeba určit hodnotu osvětlenosti, ta je závislá na činiteli odrazu plochy fasády. Odraz nebude ve všech místech fasády stejný, proto se určí průměrná hodnota odrazu. Pro určení činitele odrazu můžeme použít buď přímé měření s pomocí určené aparatury (luxmetr a jasoměr) nebo odhadnout na základě známých hodnot podobných nebo stejných povrchů fasád.

Hodnota odrazu je využitelná pro určení spektrální kvality světelného zdroje a barvy osvětlovaného povrchu.

Osvětlenost se stanoví ze vztahu:

$$E = L \cdot \frac{\pi}{\rho} \quad (\text{lx;cd/m}^2,-) \quad [3] \quad (2.1)$$

- kde: L - průměrný jas (cd/m^2)
- E - průměrná osvětlenost povrchu (lx)
- ρ - činitel odrazu povrchu (-)

Tabulka 2-1 obsahuje hlavní hodnoty osvětleností pro různé povrchy a materiály v závislosti na jasu okolí. Tyto hodnoty odpovídají zdrojům s teplotou chromatičnosti 2800 K. Tabulka obsahuje i korekční faktory pro jiné zdroje.

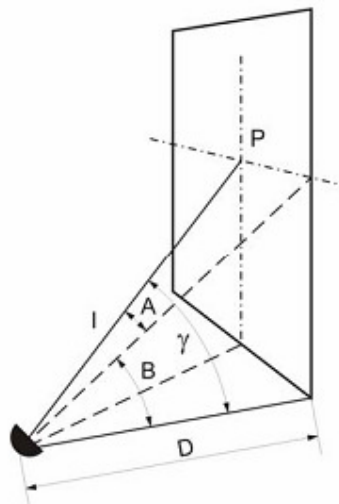
Materiály uvedené v tabulce odpovídají čistým povrchům, opět jsou uvedeny i korekční faktory pro znečištěné povrchy. Je-li objekt pozorován z velké vzdálenosti, pak je vhodné zvýšit hodnotu intenzity o 30%.

Jestliže jsou povrchy tvořeny vysoce lesklými materiály (sklo, leštěná ocel, zrcadla, ...), převládá zrcadlový odraz a pro určení hodnoty osvětlenosti je třeba použít přesná měření. U nízko umístěných svítidel dojde k odrazu mimo úhel pozorování, ale u svítidel umístěných výše může být odraz nežádoucí.

Po zvolení typu zdroje a svítidla je potřeba určit pozici svítidla. Nasměrování svítidla určíme dle následujícího vztahu:

$$E_v = \frac{I}{D^2} \cos^3 \gamma \quad (\text{lx;cd,m}) \quad [3] \quad (2.2)$$

- kde: E_v - vertikální osvětlenost povrchu v bodě P (lx)
- I - svítivost svítidla ve směru k bodu P (cd)
- D - vzdálenost mezi svítidlem a povrchem (m)
- γ - úhel mezi spojnicí svítidla s bodem P a normálou povrchu ($\cos\gamma = \cos A \cdot \cos B$)



Obr. 2-4 Úhly pro stanovení osvětlenosti v bodě P [3]

Světelný tok

Po stanovení osvětlenosti můžeme stanovit potřebný světelný tok zdroje ze vztahu:

$$\phi = \frac{E \cdot S}{U} \quad (\text{lm}; \text{lx}, \text{m}^2) \quad [3] \quad (2.3)$$

- kde: ϕ - celkový světelný tok (lm)
- E - udržovaná osvětlenost (lx)
- S - celková osvětlená plocha (m^2)
- U - souhrnný koeficient účinnosti systému (typicky 0,30)

Určení počtu svítidel

K osvětlení fasády můžeme použít jedno svítidlo s dostatečným rozptylem světelného toku tak, aby osvětlilo celý povrch fasády nebo můžeme použít několik svítidel s užším světelným svazkem.

K dosažení rovnoměrného efektu osvětlení lze použít obou způsobů a výsledek bude podobný, ale použití osvětlení více svítidly nám nabídne jemnější doladění světelného efektu. Na druhou stranu bude nárůst svítidel znamenat i nárůst finančních nákladů a to jak na pořízení, tak i na provoz. Volba by měla být také závislá na vzdálenosti svítidla od objektu. u velkých vzdáleností je mnohem lepší použít více svítidel než jedno o velkém výkonu a širokém rozptylu paprsku, naopak u menších vzdáleností bude použití jednoho svítidla vhodnější. [3]

Tab. 2-1 Doporučené hodnoty osvětlenosti[3]

Materiál osvětlovaného povrchu	Doporučená osvětlenost (lx)	Korekční faktory					
		Jas povrchu	Korekce pro jiné zdroje		Korekce pro znečištění povrchu		
			rtuťové, halogenové	sodíkové (nízko i vysokotlaké)	čistý	špinavý	velmi špinavý
světlý kámen, bílý mramor	30	1	0,9	3	5	10	
průměrný kámen, cement, světlý barevný mramor	60	1,1	1	2,5	5	8	
tmavý kámen, šedá žula, tmavý mramor	150	1	1,1	2	3	5	
světlá žlutá cihla	50	1,2	0,9	2,5	5	8	
světle hnědá cihla	60	1,2	0,9	2	4	7	
tmavě hnědá cihla, růžová cihla	80	1,3	1	2	4	6	
červená cihla	150	1,3	1	2	3	5	
tmavá cihla	180	1,3	1,2	1,5	2	2,5	
architektonický beton	100	1,3	1,2	1,5	2	3	
přírodní hliník, lakovaný povrch	300	1,2	1	1,5	2	2,5	
silně barevný povrch (10%)	180	-	-	1,5	2	2,5	
červená - hnědá - žlutá	-	1,3	1	-	-	-	
modrá - zelená	-	1	1,3	-	-	-	
středně barevný povrch (30-40%)	60	-	-	2	4	7	
červená - hnědá - žlutá	-	1,2	1	-	-	-	
modrá - zelená	-	1	1,2	-	-	-	
pastelové barvy (60-70%)	30	-	-	3	5	10	
červená - hnědá - žlutá	-	1,1	1	-	-	-	
modrá - zelená	-	1	1,1	-	-	-	

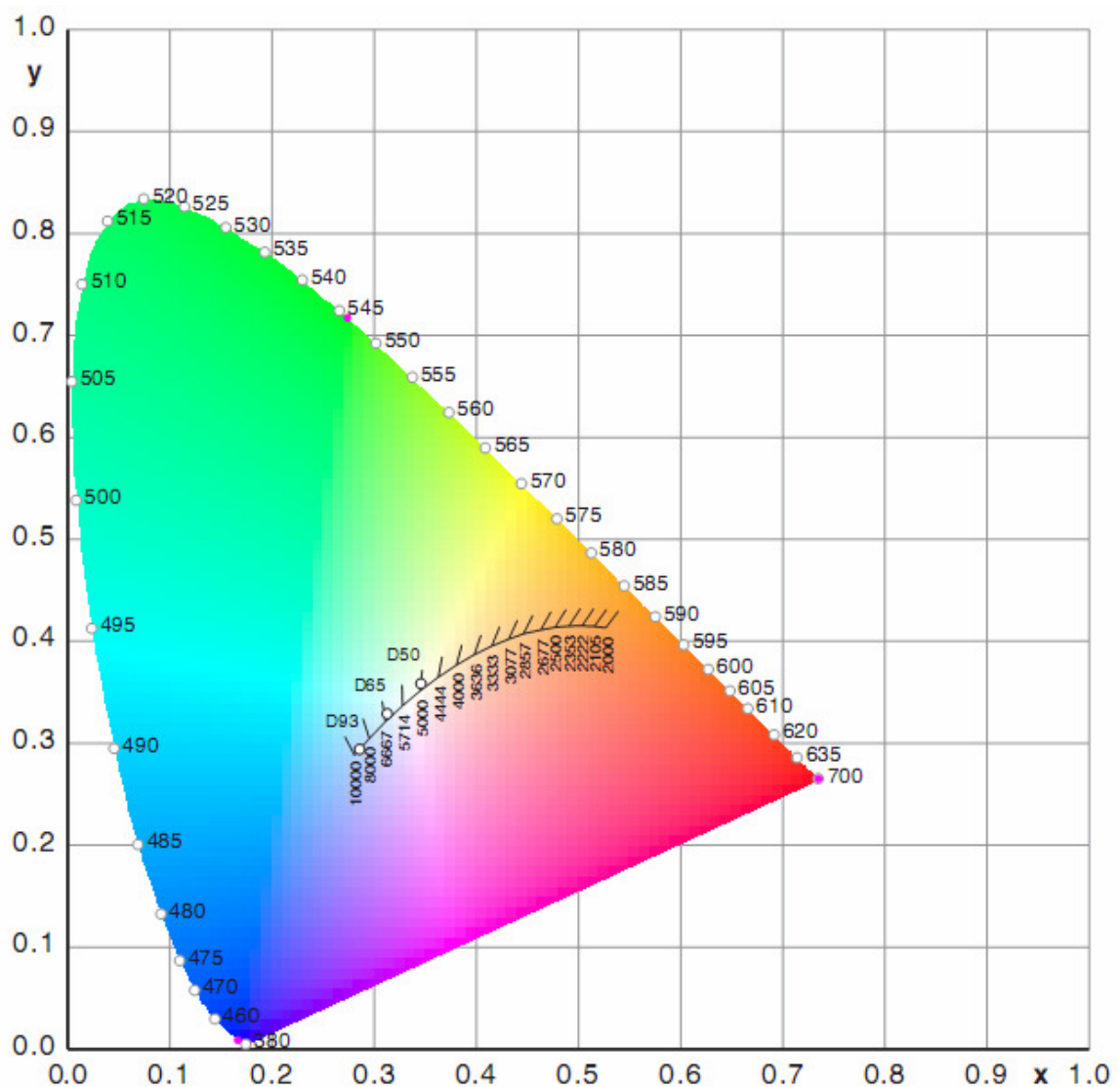
3 SVĚTELNÉ ZDROJE

3.1 Základní parametry zdrojů pro vhodný výběr

Aby bylo možné vybírat pro architektonické osvětlení vhodná svítidla, budou stručně popsány důležité parametry zdrojů.

Mezi základní parametry světelných zdrojů pro architektonické osvětlování patří teplota chromatičnosti, index podání barev, měrný světelný výkon a doba života.

Teplota chromatičnosti je rovna teplotě černého zářiče, jehož záření má tutéž chromatičnost jako záření uvažovaného světelného zdroje. Udává se v Kelvinech (K).

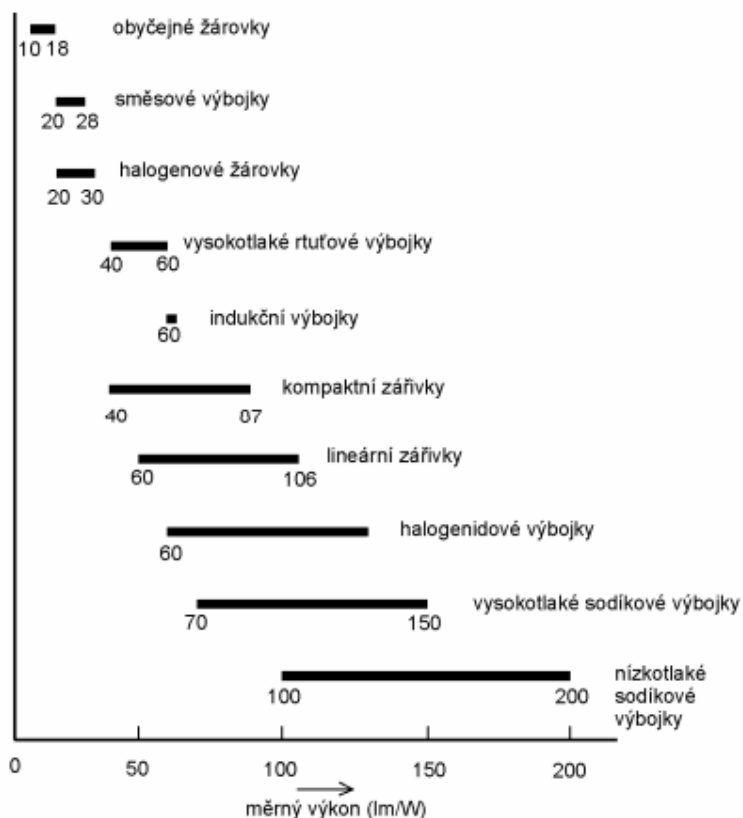


Obr. 3-1 Diagram chromatičnosti - CIE 1931, s čarou teplotních, s čarou teplotních zářičů se stupnicí v K [2]

Vjem barvy určitého předmětu je v zásadě podmíněn jednak spektrálním složením záření zdroje osvětlujícího předmět a jednak spektrálním činitelem odrazu či prostupu pozorovaného předmětu. Vjem barvy je však ovlivněn i samotným zrakem, a to s ohledem na různou citlivost k jednotlivým barvám i s ohledem na stav adaptace zraku podle převládajícího druhu osvětlení zorného pole. V průběhu svého vývoje, trvajících desítky tisíc let, byl člověk v průběhu dne každodenně vystaven podmínkám denního světla. V noci pak využíval světlo ohně. To je s největší pravděpodobností hlavní důvod, proč vjem předmětů ve světle světelných zdrojů, jejichž spektrum se blíží spektru denního světla nebo ke světlu plamene, považuje za normální, přirozený. Takovými světelnými zdroji jsou teplotní zdroje, mezi které patří například žárovka. Proto při pozorování předmětů ve světle výbojových zdrojů může dojít ke značnému zkreslení vjemu barev osvětlených předmětů.

Vliv spektrálního složení světla světelných zdrojů na vjem barvy osvětlených předmětů charakterizuje index podání barev. Vjem barvy se přitom vědomě či nevědomě srovnává s jejich vzhledem ve světle smluvního či obvyklého zdroje světla. Při takto pojatém hodnocení barev v souladu s doporučením Mezinárodní komise pro osvětlování neuvažují ani estetické ani psychologické vlivy. Index podání barev popisuje věrnost vnímání barev při osvětlení daným světelným zdrojem. Hodnoty se nachází v rozmezí 0 - 100. Pro výpočet indexu podání barev se používá referenčních barevných vzorků a srovnávacích zdrojů světla.

Měrný výkon je podíl vyzařovaného světelného toku (lm) a příkonu (W) světelného zdroje. Měrný výkon se udává v lumenech na watt (lm/W). Jde o jeden z nejdůležitějších ukazatelů jakosti světelného zdroje, který charakterizuje účinnost přeměny energie elektrické na světelnou. Měrný výkon světelných zdrojů se pohybuje v rozmezí 10 - 200 lm/W.



Obr. 3-2 Rozsahy měrných výkonů jednotlivých skupin světelných zdrojů [9]

Doba života světelného zdroje je doba funkce zdroje od okamžiku, kdy přestal splňovat stanovené požadavky. Obvykle se vyjadřuje v hodinách. V průběhu provozu probíhají ve světelném zdroji různé procesy, které způsobují postupné změny jeho parametrů, a určují tak možnost jeho funkce. V této souvislosti se používá pojem efektivní doba života.

Efektivní doba života je doba funkce zdroje, během níž si jeho parametry zachovávají hodnoty ležící v určitých stanovených mezích. Například u zářivek je efektivní doba života definována jako doba, během níž neklesne jejich světelný tok pod 70% počáteční hodnoty.

Střední doba života je doba, kdy je ze sledované testovací skupiny zdrojů v provozu právě 50% světelných zdrojů.

Při výběru zdrojů pro architektonické osvětlení objektů hrají roli všechny parametry. Teplotu chromatičnosti a index podání barev je třeba zvolit tak, aby výsledek vyhovoval záměrům architekta nebo zákazníka. Mnohdy může být záměrem zobrazit objekt při umělém osvětlení ve zcela jiných barvách než jak je možné jej vidět ve dne. Měrný výkon je parametr, který je významný u všech aplikací světelných zdrojů a tedy i v případě architektonického osvětlení, snahou je samozřejmě vybrat zdroje s co nejvyšší hodnotou měrného výkonu. Doba života je sice opět parametrem významný u všech aplikací světelných zdrojů, nicméně u architektonického osvětlení je významnější z důvodu pracnější výměny zdrojů, kdy svítidla bývají umístěna na nepřístupných místech.

Tab. 3-1 Základní parametry světelných zdrojů [4]

Typ zdroje	Počáteční světelný tok (lm)	Příkon (W)	Měrný výkon (lm/W)	Teplota chromatičnosti (K)	Index podání barev (-)	Doba života (h)
Obyčejné žárovky	50 - 5 000	10 - 300	10 - 18	2 700	100	1 000
Halogenové žárovky	150 - 45 000	10 - 2 000	20 - 30	3 000	100	2 000 - 5 000
Lineární zářivky	150 - 7 000	4 - 80	60 - 106	2 700 - 6 500	80 - 95	12 000 - 16 000
Nízkotlaké sodíkové výbojky	1 500 - 35 000	15 - 200	100 - 200	1 700	-	10 000 - 15 000
Vysokotlaké rtuťové výbojky	až 60 000	50 - 1 000	40 - 60	3 000 - 6 000	25 - 60	10 000 - 20 000
Halogenidové výbojky	1 500 - 220 000	20 - 2 000	60 - 130	3 000 - 6 500	65 - 95	4 000 - 12 000
Vysokotlaké sodíkové výbojky	až 150 000	35 - 1 000	70 - 150	2 000	20	16 000 - 28 000
Svítilící diody (LED)	10 - 150	0,1 - 5	25 - 80	3 000 - 10 000	97	30 000 - 100 000

Tab. 3-2 Využití světelných zdrojů pro architektonické osvětlení [3]

Typ zdroje	Počáteční světelný tok (lm)
Obyčejné žárovky	Dekorativní osvětlení svítícím řetězem, světelné motivy, dekorativní osvětlení květinových záhonů
Halogenové žárovky	Osvětlení světlomety
Kompaktní zářivky	Osvětlení siluet a vývěsních štítů, použití v dopravě
Nízkotlaké sodíkové výbojky	Speciální (žluté) světelné efekty
Vysokotlaké rtuťové výbojky	Osvětlení stromů a vegetace
Halogenidové výbojky	Osvětlení projektory s velmi precizním barevným podáním
Vysokotlaké sodíkové výbojky	Osvětlení budov, primárně hnědých, červených nebo žlutých fasád
Svítilící diody (LED)	Osvětlení fasád, nasvětlování mostů, historických budov a památek

4 SVÍTIDLA

Pro architektonické osvětlení se uplatní svítidla nejrůznějších konstrukcí a provedení. K osvětlení objektu svítidla upevněnými přímo na průčelí nebo vestavěnými do různých prvků průčelí lze použít nejrůznějších typů svítidel. Většina budov se však osvětluje soustavou umístěnou v okolí objektu, a to svítidla, jejichž světelný tok je soustředěn do světelného kužele s různým úhlem poloviční svítivosti. Tato svítidla se nazývají světlomety.

4.1 Světlometry

Světlomet je svítidlo pro přímé osvětlení, jehož světelný tok je soustředěn do různě širokého prostorového úhlu. Jeho hlavní částí je odrazná plocha (reflektor), která soustředí světelný tok do požadovaného směru. Někdy je způsob vyzařování světelného toku ještě upraven refraktorem, u projektorů a speciálních zařízení čočkou.

Světlometry umožňují nasvícení usměrněným paprskem světla v různých úpravách. Díky těmto úpravám jsou světlometry děleny jako světlometry symetrickou a asymetrickou optikou.

4.1.1 Světlometry se symetrickou optikou

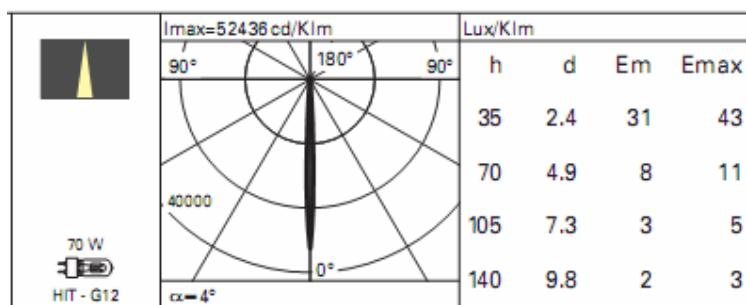
Světlometry s velmi úzkou optikou

Použití svítidel s touto optikou umožňuje zvýraznit architektonické detaily a současně potlačit rušivé světlo. Velmi úzká optika je vhodná pro osvětlování z velkých vzdáleností a pro zvýraznění architektonických prvků malých rozměrů.

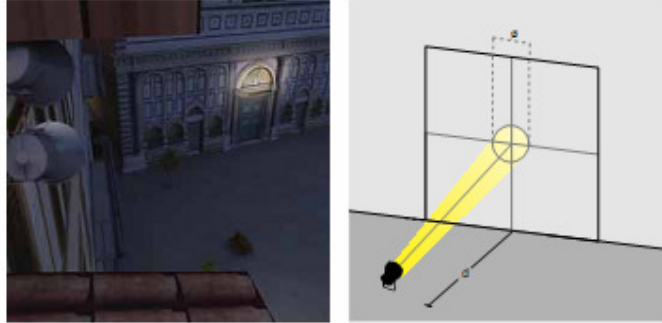
- zvýraznění pilířů a sloupů tečným způsobem osvětlení
- zvýraznění architektonických prvků z velké vzdálenosti



Obr. 4-1 Světlomet MaxiWoody (design shodný pro všechny sv. se sym. optikou) [4]



Obr. 4-2 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody [4]

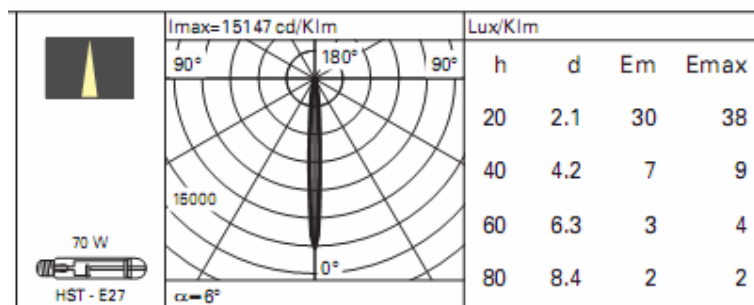


Obr. 4-3 Použití světlometu MaxiWoody s velmi úzkou optikou [4]

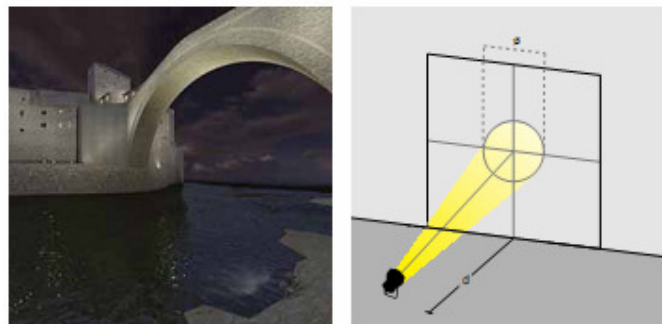
Světlometry s úzkou optikou

Použití svítidel s touto optikou umožňuje zvýraznit architektonické detaily a současně potlačit rušivé světlo (stejně jako svítidla s velmi úzkou optikou). Úzká optika je vhodná pro osvětlování několika vedle sebe blízko umístěných architektonických prvků a pro zvýraznění architektonických detailů ze střední vzdálenosti.

- zvýraznění pilířů a sloupů tečným způsobem osvětlení
- zvýraznění architektonických prvků ze střední vzdálenosti



Obr. 4-4 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody [4]

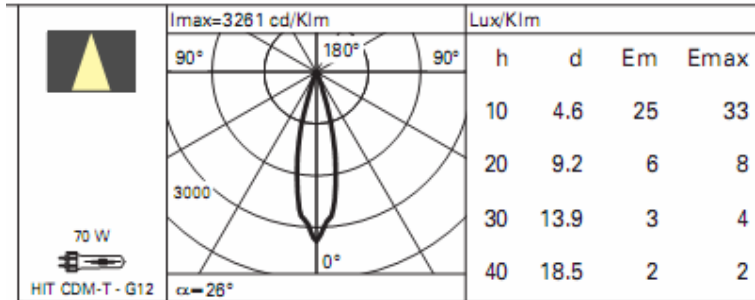


Obr. 4-5 Použití světlometu MaxiWoody s úzkou optikou [4]

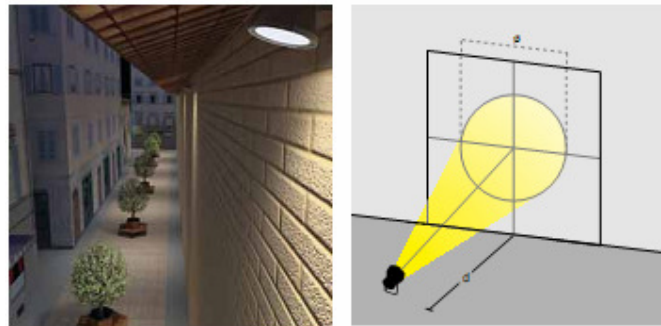
Světlometry se středně širokou optikou

Svítidla s touto optikou jsou vhodná pro osvětlení fasád vysokých budov seshora i zespoda. Tato svítidla lze také použít pro rovnoměrné osvětlení ploch pro pěší z přilehlých budov.

- zvýraznění věží a zvoníc
- zvýraznění náměstí



Obr. 4-6 Křivka svítivosti světloometu MaxiWoody [4]

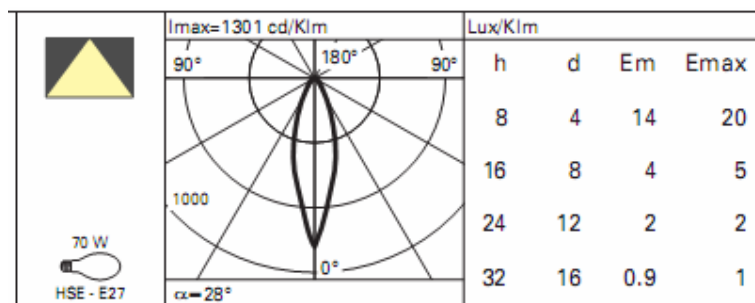


Obr. 4-7 Použití světloometu MaxiWoody se středně širokou optikou [4]

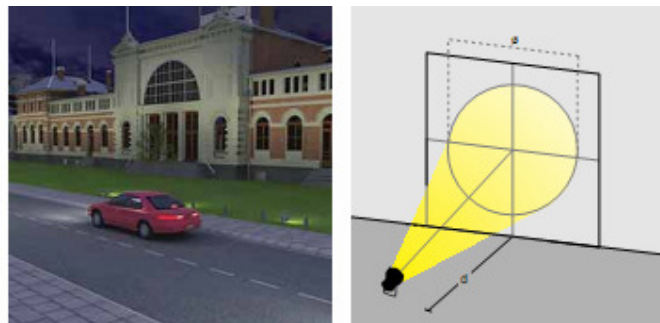
Světlometry se širokou optikou

Svítidla s touto optikou jsou vhodná pro osvětlení rozlehlých venkovních prostorů. Lze je také použít jako doplňující osvětlení.

- dosvětlení fasád budov (doplňující osvětlení) s akcentově osvětlenými částmi
- průmyslové budovy



Obr. 4-8 Křivka svítivosti světloometu MaxiWoody [4]

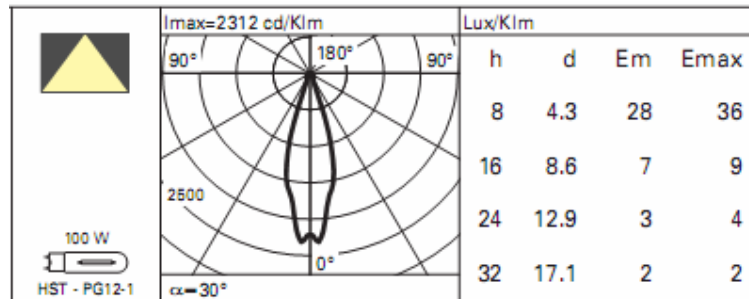


Obr. 4-9 Použití světloometu MaxiWoody se širokou optikou [4]

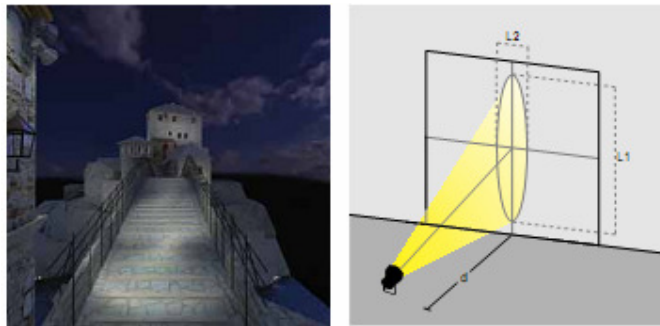
Světlometry s vějířovitou optikou

Svítidla s touto optikou jsou vhodná pro osvětlování vertikálních architektonických prvků

- osvětlení úzkých uliček a cest
- mimořádně vysoké a úzké věže nebo zvonice
- zvýraznění horizontálních prvků



Obr. 4-10 Křivka svítivosti světlometu MaxiWoody [4]

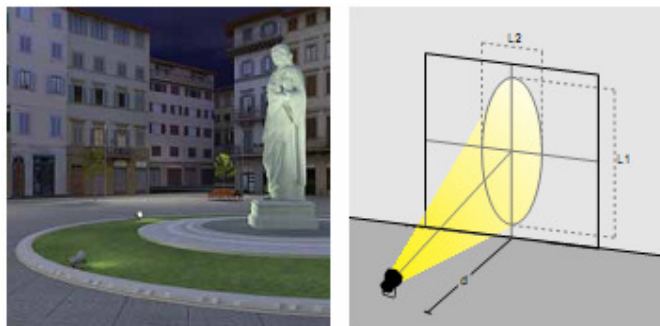


Obr. 4-11 Použití světlometu MaxiWoody s vějířovitou optikou [4]

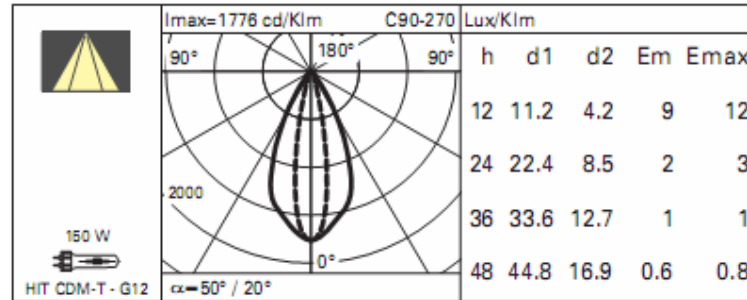
Světlometry s eliptickou optikou

Svítidla s touto optikou jsou kombinací vějířové optiky a středně široké optiky, a jsou vhodná pro osvětlení vertikálních i horizontálních ploch.

- celkové osvětlení náměstí a ploch pro pěší
- jemné osvětlení vertikálních i horizontálních ploch



Obr. 4-12 Použití světlometu MaxiWoody s eliptickou optikou [4]



Obr. 4-13 Křivka svítivosti světloometu MaxiWoody [4]

Příslušenství k symetrickým světlometům

Jako doplňující příslušenství nabízí výrobce v katalogu :

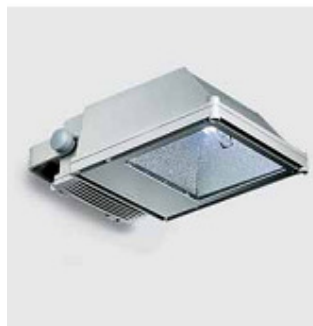
- refraktor pro eliptické rozložení světelného toku
- rozptylné sklo
- barevné filtry
- clony
- clonící klapku
- kruhovou clonu
- ochrannou mřížku
- kotvící desku se šrouby
- pojistné lanko

4.1.2 Světlometry s asymetrickou optikou

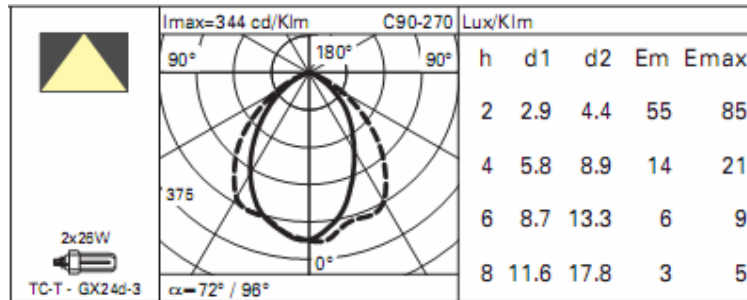
Asymetrická optika dosahuje maximální svítivosti v úhlu 45° . Svítidla s touto optikou vyzařují světelný tok dolů před sebe, bez nutnosti naklonění, což umožňuje omezit světelné znečištění i možné oslnění.

Světlometry se širokou optikou

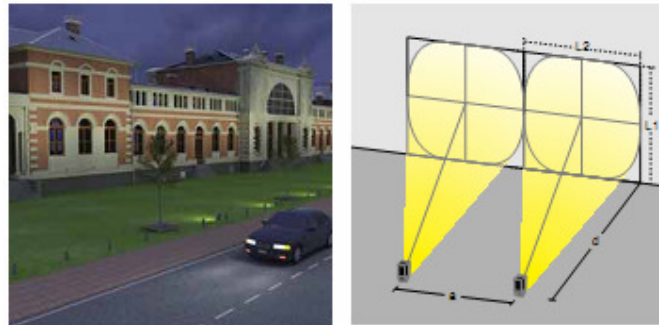
Svítidla s touto optikou jsou vhodná pro osvětlení venkovních rozlehlých prostor. Světlometry Platea (iGuzzini) lze osadit lamelovými nebo bočními clonami, kterými lze eliminovat možné oslnění a vyzařování světelného toku do nežádoucích směrů.



Obr. 4-14 Světlomet Platea (design shodný pro všechny světlometry s asymetrickou optikou.) [4]



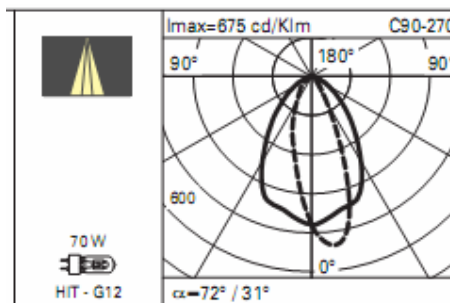
Obr. 4-15 Křivka svítivosti světloometu Platea [4]



Obr. 4-16 Použití světloometu Platea se širokou optikou [4]

Světlometry s podélným vějířovým svazkem

Optika s podélným vějířovým svazkem umožňuje velmi přesné usměrnění světelného svazku a výrazně omezuje rušivé osvětlení a oslnění. Svítidla s touto optikou jsou vhodná pro osvětlení úzkých uliček a průchodů v historických středech města.



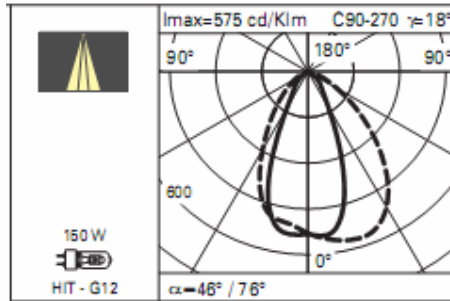
Obr. 4-17 Křivka svítivosti světloometu Platea [4]



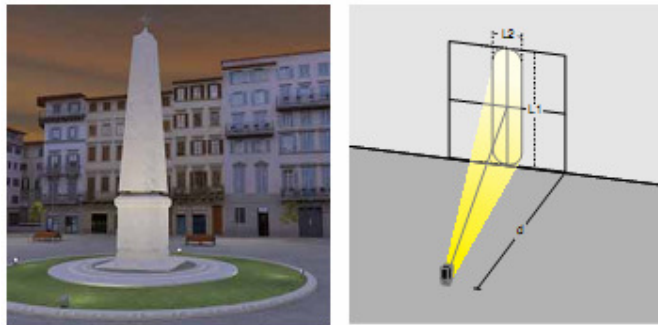
Obr. 4-18 Použití světloometu Platea s podélným vějířovým svazkem [4]

Světloomety s příčným vějířovým svazkem

Svítidla s optikou s příčným vějířovým svazkem jsou vhodná pro osvětlení vertikálních prvků budov.



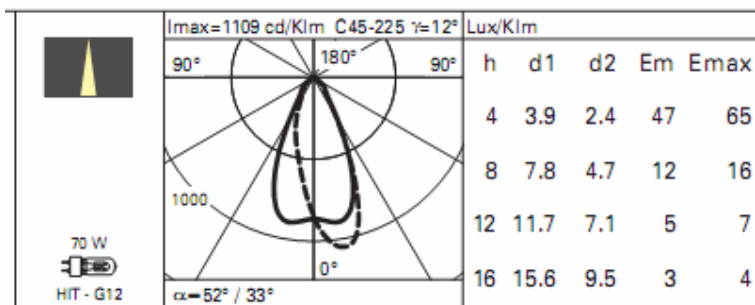
Obr. 4-19 Křivka svítivosti světloometu Platea [4]



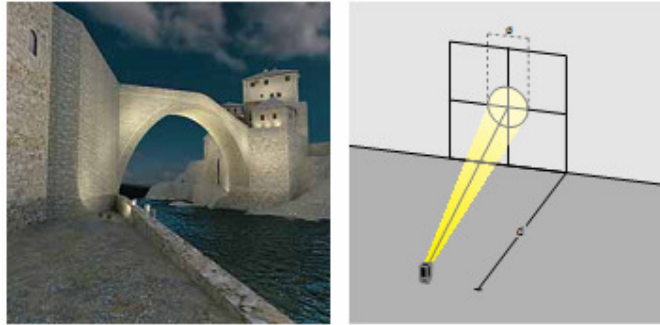
Obr. 4-20 Použití světloometu Platea s příčným vějířovým svazkem [4]

Světloomety s úzkou optikou

Úzká optika soustřeďuje světelný tok do úzkého svazku a výrazně omezuje světelný tok unikající do nežádoucích směrů. Svítidla s touto optikou jsou vhodná pro osvětlení významných architektonických detailů.



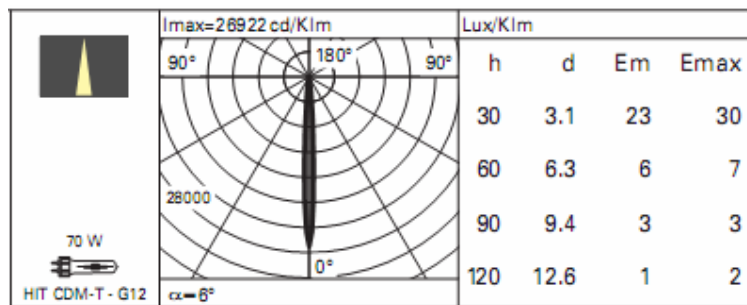
Obr. 4-21 Křivka svítivosti světloometu Platea [4]



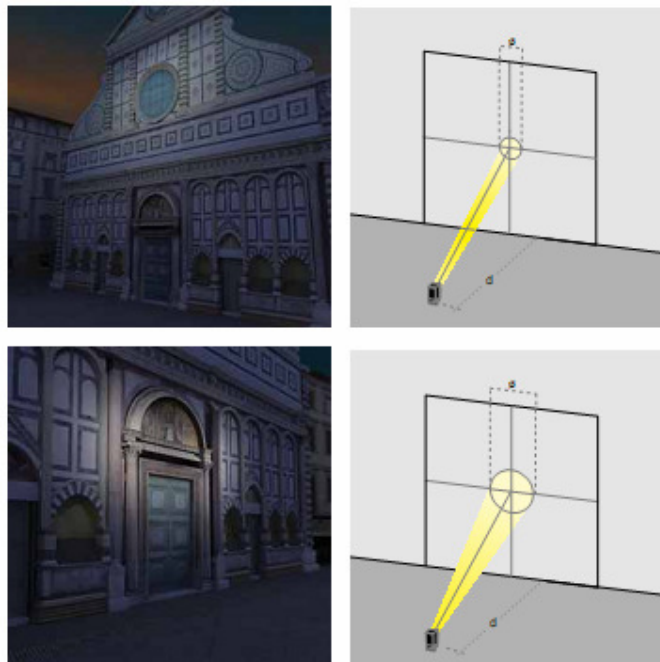
Obr. 4-22 Použití světlometu Platea s úzkou optikou [4]

Světlomety s velmi úzkou optikou

Světlomety s velmi úzkou optikou nabízejí projektantům nové možnosti v oblasti architektonického osvětlení. Tato nová optika usměrňuje světelný tok do velmi úzkého světelného svazku a je určena pro osvětlení zajímavých architektonických detailů.



Obr. 4-23 Křivka svítivosti světlometu Platea [4]



Obr. 4-24 Použití světlometu Platea vyzářovací úhly 5° a 10° pro s úzkou optikou [4]

4.2 Zemní svítidla

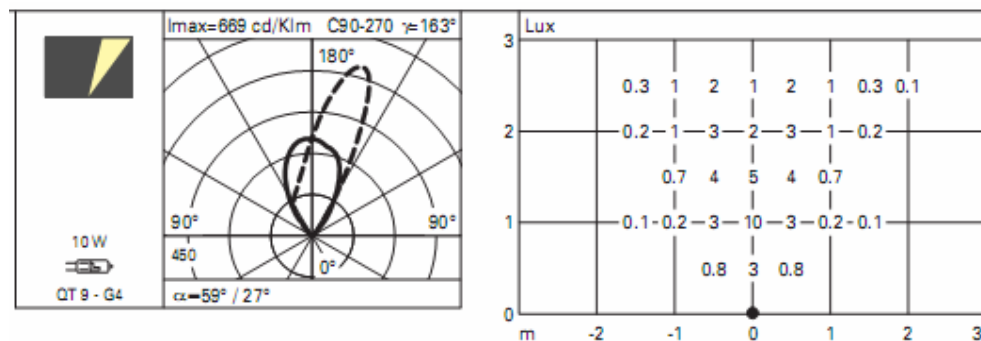
Zemní svítidla jsou svítidla montovaná přímo do země, čímž je dosaženo estetického ukrytí svítidla. Umístění svítidla do země sice znamená, že jej nelze použít k nasvětlení z velké vzdálenosti, protože úhel paprsku je omezen. Ale pro nasvětlení zdí, kolonád a podobných objektů jsou velmi vhodné, stejně tak jako doplňkové osvětlení.

Široká řada typů světelných zdrojů, optik a příslušenství a možnost směřování svítidel umožňuje splnit nejrůznější světelně technické požadavky při použití zemních svítidel.

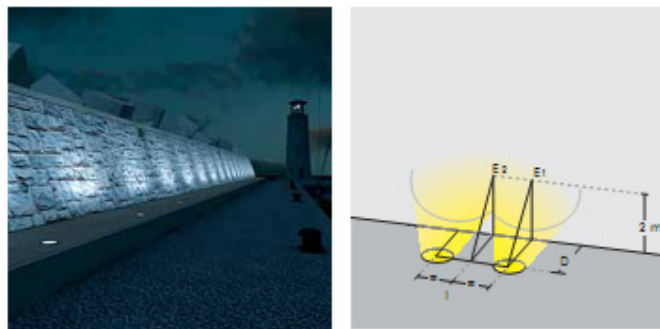
Zemní svítidla s optikou wall-washer, malý příkon

Účinně osvětlují vodorovné dlouhé prvky nebo plochy s nízkou výškou.

- zvýraznění nápisů na vodorovných fasádách
- nízké zdi a živé ploty
- fasády, nevhodné pro vysoké budovy



Obr. 4-25 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk [4]

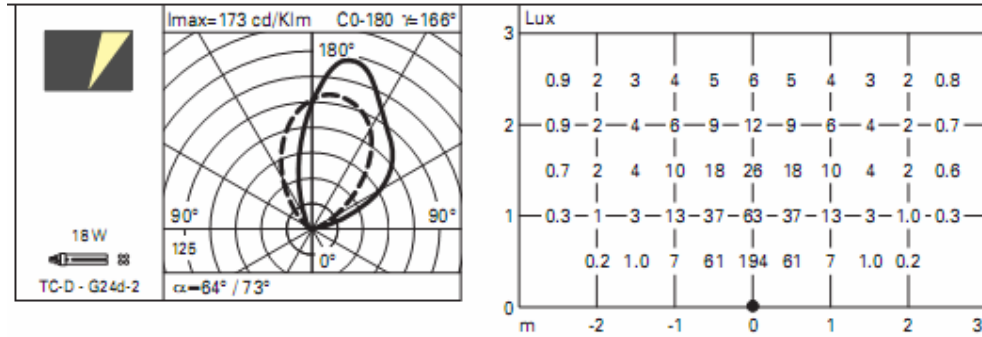


Obr. 4-26 Použití zemního svítidla Light Up Walk s optikou wall-washer (malý příkon) [4]

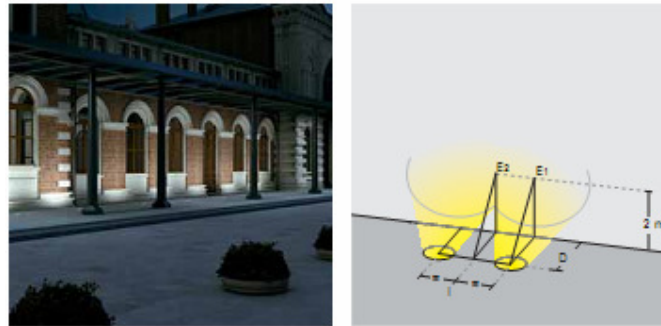
Zemní svítidla s optikou wall-washer, střední příkon

Široká křivka svítivosti s jemnými přechody na okrajích a maximální svítivosti v úhlu 60° od vodorovné roviny je vhodná pro osvětlení fasád.

- kancelářské objekty
- víceúčelové budovy
- hotely



Obr. 4-27 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk [4]

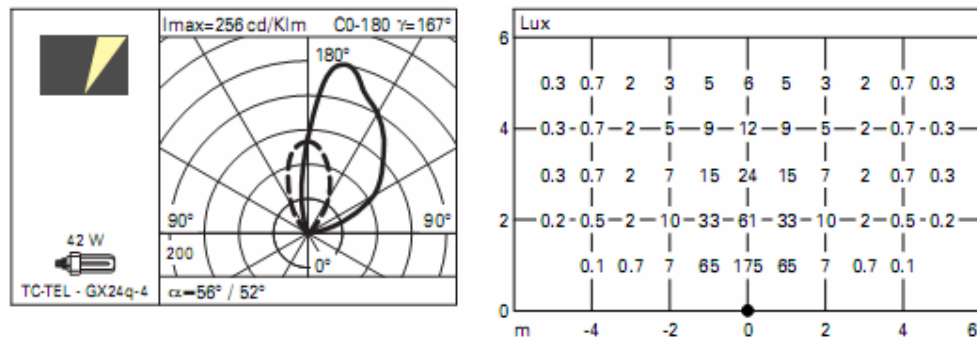


Obr. 4-28 Použití zemního svítidla Light Up Walk s optikou wall-washer (střední příkon) [4]

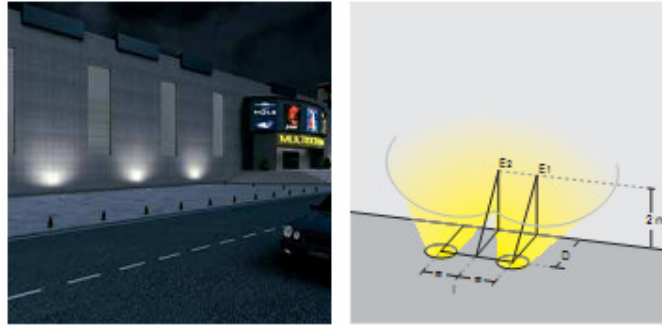
Zemní svítidla s optikou wall-washer, velký příkon

Velmi široká křivka s jemnými přechody na okrajích a maximální svítivostí v úhlu 70 od vodorovné roviny je vhodná pro rovnoměrné osvětlení fasád.

- fasády velkých budov (např. obytné budovy, kancelářské objekty, sportovní haly, velké hotely)



Obr. 4-29 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk [4]

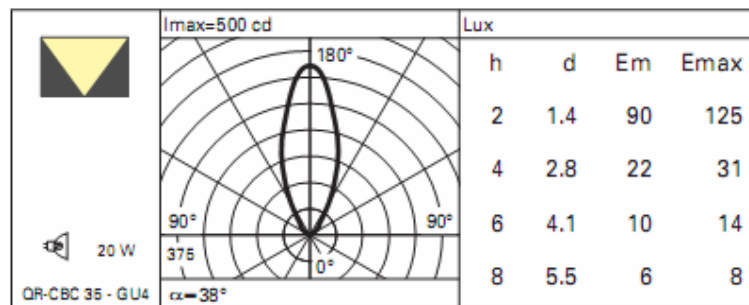


Obr. 4-30 Použití zemního svítidla Light Up Walk s optikou wall-washer (velký příkon) [4]

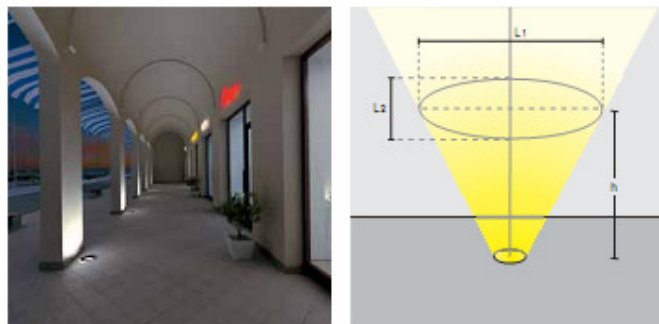
Zemní svítidla s širokou optikou, směrovatelná

Svítidla pro kompaktní zářivky lze vytvořit měkké osvětlení omezených venkovních prostorů.

- kolonády a podloubí
- čekárny a zastřešená nástupiště



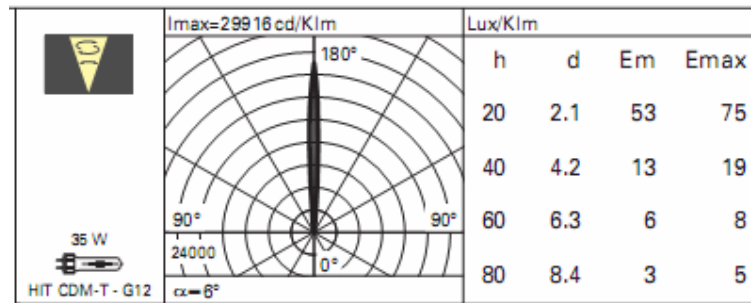
Obr. 4-31 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk [4]



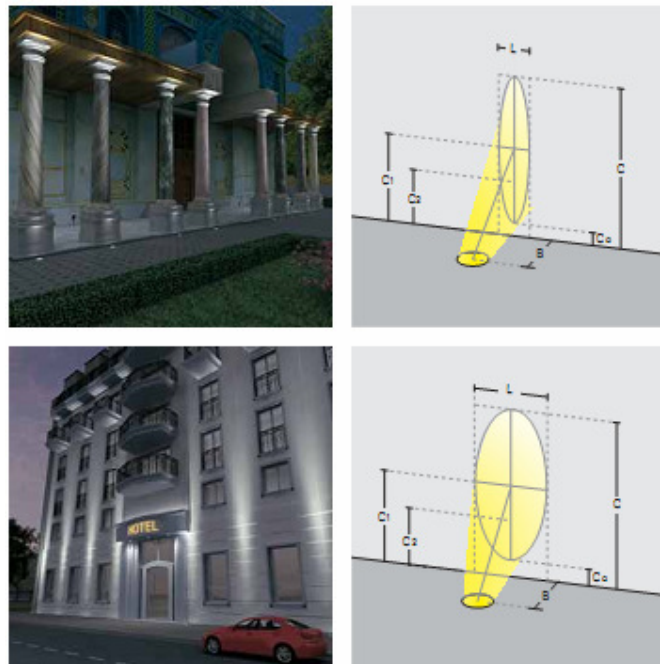
Obr. 4-32 Použití zemního svítidla Light Up Walk se širokou optikou, směrovatelnou [4]

Zemní svítidla s úzkou optikou, směrovatelná

Slouží ke zvýraznění architektonických detailů na fasádách budov.



Obr. 4-33 Křivka svítivosti zemního svítidla Light Up Walk [4]



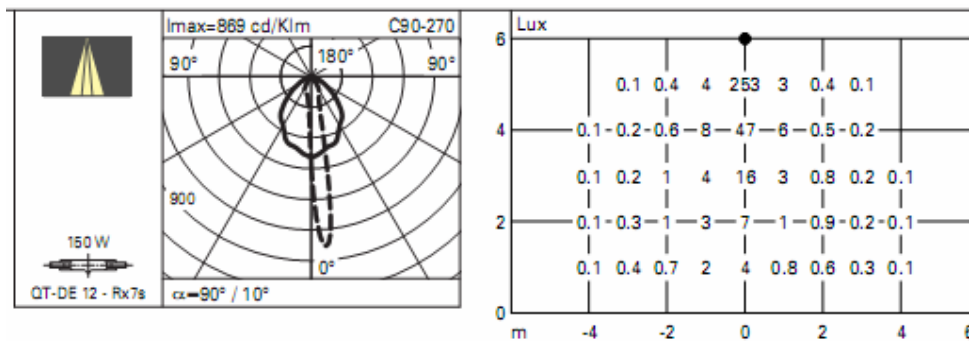
Obr. 4-34 Použití zemního svítidla Light Up Walk se širokou optikou, směrovatelnou[4]

4.3 Svítidla s vějířovitou optikou

Jedná se o svítidla, kde je světelný tok usměrněn do požadovaného vějířovitého tvaru křivky svítivosti optickým systémem svítidla, zpravidla refraktorem. Je tedy vhodné pro umístění přímo na fasádu objektů a díky své konstrukci tak osvětlí dostatečně velkou plochu.



Obr. 4-35 Svítidlo Radius s vějířovitou optikou [4]



Obr. 4-36 Křivka svítivosti svítidla s vějířovitou optikou Radius [4]

4.4 Svítidla pro světelné efekty

Do této kategorie je možno zařadit nejrůznější typy svítidel, které jsou většinou zaměřeny na určitý světelný efekt. Jejich škála je omezena pouze kreativitou návrhářů a požadavky architektů.

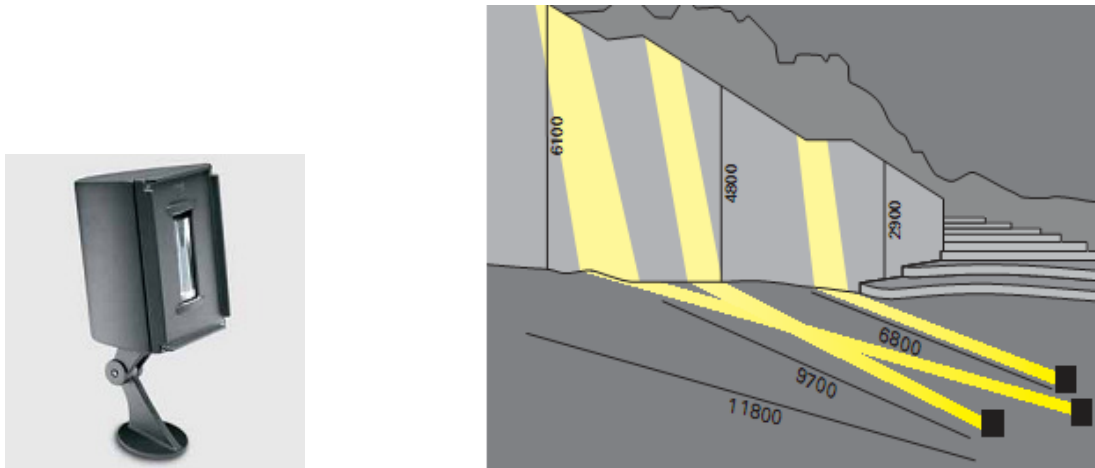
Budou zde uvedeny pouze dva příklady svítidel pro světelné efekty.



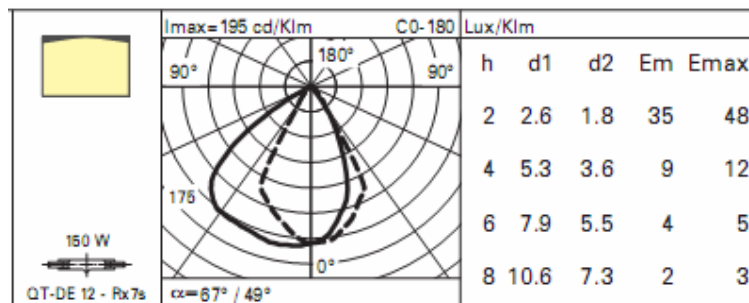
Obr. 4-37 Svítidlo pro světelné efekty Yota [4]



Obr. 4-38 Použití svítidel Yota pro světelné efekty[4]



Obr. 4-39 Svítidlo pro světelné efekty Flash a příklad jeho použití[4]



Obr. 4-39 Křivka svítivosti svítidla pro světelné efekty Flash [4]

5 OSLNĚNÍ

Mluvíme-li o oslnění, máme na mysli stav, při kterém zrak zaznamenává jisté narušení funkce vlivem světla, které vychyluje zrakovou činnost od ideálního stavu.

Současná teorie rozlišuje dva základní typy oslnění – oslnění fyziologické a méně výrazné oslnění psychologické. Oba typy se dále dělí na méně a více významné složky. V literatuře je možné se střetnout s různými pohledy na třídění oslnění, ale podstata vychází vždy ze dvou výše jmenovaných typů. [9]

Jelikož v osvětlovacích soustavách se fyziologické oslnění prakticky nesmí objevit, je hodnocení oslnění zaměřeno především na mírnější složku – psychologické rušivé oslnění. Pokud se zabrání této složce, je automaticky zabráněno i všem vyšším stupňům oslnění. Pokud se zdroje rušivého oslnění podaří odstranit, při současném zajištění potřebné intenzity osvětlení, lze hovořit o tom, že daná soustava disponuje jak kvantitativními tak kvalitativními parametry. [9]

Měření psychologického oslnění je poměrně nesnadná záležitost. Jak již bylo řečeno, přesná příčina vzniku oslnění není zcela známa a vychází pouze z poznatků, že oslnění je vyvoláváno oslňujícími zdroji, umístěnými v zorném poli pozorovatele tak, že vyvolají u pozorovatele vědomé narušení zrakové činnosti. V podstatě všechny metody z tohoto faktu vycházejí a jsou rovněž na podobných experimentech založeny. Výzkumy prováděné v historii znamenaly řadu experimentálních a statistických pozorování při větších či menších skupinách vybraných osob. Na jejich základě vznikly empirické, více či méně vypovídající vztahy a byly určeny tabulky hodnot, kde se mohou hodnoty oslnění vypočtené těmito vztahy pohybovat, aby soustava odpovídala danému standartu. [9]

Jelikož špatně navržené nebo špatně umístěná svítidla mohou velkou částí svého výkonu působit jen oslnění, které silně zhoršuje vidění chodců, cyklistů a řidičů, a místo zvýšení bezpečnosti vytváří nové riziko, je třeba brát při návrhu architektonického osvětlení zřetel na vhodnou volbu svítidel a jejich umístění.

Při návrhu architektonického osvětlení je vzhledem k problému oslnění potřeba vhodně svítidla umístit a nasměrovat tak, aby nedocházelo k nežádoucímu oslnění. Pro architektonické osvětlení není žádná norma, která by přesně definovala rozsah hodnot oslnění, tudíž je na každém projektantovi, jak k této problematice přistoupí. Podle všeobecných předpokladů by se však oslnění mělo plně zamezit.

6 SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ

Světelným znečištěním se rozumí viditelné záření umělých zdrojů světla, které může obtěžovat osoby nebo zvířata, způsobovat jim zdravotní újmu nebo narušovat některé činnosti a vychází z umístění těchto zdrojů ve vnějším ovzduší nebo ze zdrojů světla, jejichž záření je do vnějšího ovzduší účelově směřováno. [7]

Jeden z hlavních dopadů světelného znečištění je dopad ekonomický. Tím, že do prostoru uniká značná část světelného toku (odhaduje se, že se jedná až o 30% světla) je pro dostatečné osvětlení potřeba vyšší hladiny osvětlenosti a tím i vyšší náklady na provoz.

Problémem světelného znečištění se zabývá i Směrnice pro minimalizaci záře oblohy CIE 126-1997, kde jsou zformulovány všeobecné zákony pro regulaci světelného znečištění při návrhu osvětlovacích soustav. [7]

Jsou v ní uvedeny i limitní hodnoty podílu světelného toku svítidel do horního poloprostoru pro jednotlivé kategorie zón prostředí z hlediska potřeb astronomického pozorování.

Tab. 6-1 Největší povolený podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru [7]

Zóna	Podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru v %
E1	0
E2	≤ 5
E3	≤ 15
E4	≤ 25

- kde: E1 – oblasti se skutečně tmavým prostředím, např. národní parky

E2 – oblasti s nízkými jasy, obecně venkovské obytné oblasti

E3 – oblasti se středně nízkými jasy, obecně městské obytné oblasti

E4 – oblasti s vysokými jasy, obecně městské čtvrti s pozemky k bydlení i komerčnímu využití se značnými aktivitami v noci

Při návrhu a instalaci soustav architektonického osvětlení je nutno brát ohledy na případné dopady osvětlení na obyvatele okolních nemovitostí a na účastníky dopravy v dosahu osvětlovací soustavy.

Kde je to možné, měla by být používána osvětlovací zařízení směřující světelný tok přímo dolů. V ostatních případech je třeba omezovat unikající světelný tok vhodnými mřížkami, clonami apod. V případě osvětlování vodorovných ploch světlomety nepřekračovat úhel směrování 70° od svislice. Přednostně používat asymetrické světlomety, které umožňují dodržet vodorovnou polohu výstupního otvoru (čelního optického krytu). [7]

7 BEZPEČNOST A ODOLNOST ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Část bezpečnost a odolnost elektrických zařízení je zde uvedena pouze pro všeobecný přehled ohledně bezpečnosti elektrických zařízení. Z větší části se těmito problémy zabývá samotný výrobce svítidel pro architektonické osvětlení. Výrobce by měl zabezpečit konstrukci svítidla na bezpečnost a odolnost dle daných norem a doporučení.

Budou zde uvedeny základní hlediska ohledně bezpečnosti elektrických zařízení, kterých by si měl být projektant architektonického osvětlení vědom při výběru vhodných svítidel.

7.1 Bezpečnost elektrických zařízení

Bezpečnost elektrických zařízení se dá shrnout do několika základních požadavků, zaměřených na snížení pravděpodobnosti poranění uživatele a vzniku jakýchkoliv škod. Každé elektrické zařízení musí být konstruováno tak, aby nebylo příčinou především:

- úrazu elektrickým proudem
- energetického nebezpečí
- požáru
- vzniku nadměrné teploty
- mechanického nebezpečí
- ohrožení ze záření
- chemického nebezpečí

U svítidel pro architektonického osvětlení nebudeme brát v úvahu ohrožení ze záření a chemické nebezpečí.

7.1.1 Úraz elektrickým proudem

Úraz elektrickým proudem je způsoben průchodem elektrického proudu lidským tělem. Ne vždy musí být průchod elektrického proudu tělem nebezpečný. Za běžných podmínek, tedy v normálním prostředí, je za nebezpečnou považována hodnota vrcholového napětí od 60V a výše. [5]

7.1.2 Energetické nebezpečí

K problematice bezpečnosti elektrických zařízení patří také energetická bezpečnost. Obecně se jedná o to, že nesmí být možné se dotknout zároveň dvou vodivých částí s rozdílnou nebezpečnou úrovní energie. Například u zařízení napájeného ze sítě, která používá síťový filtr s kondenzátory, musí být zabezpečeno jejich vybití na bezpečnou úroveň ještě dříve než by mohlo dojít k dotyku dvou vodivých částí s rozdílným elektrickým potenciálem. [5]

7.1.3 Požár

Mezi nejběžnější příčiny vzniku požáru patří zkrat mezi dvěma různými energetickými potenciály v důsledku porušení elektrické izolace, přetížení, porucha některého z použitých prvků, vznik odporu nedokonalého spoje.

Kromě předcházení tomuto nebezpečí již při konstrukci elektrického zařízení by mělo být zařízení konstruováno tak, aby se případný oheň vzniklý uvnitř zařízení nemohl rozšířit do svého okolí a aby nezpůsobil ani jiné škody. [5]

7.1.4 Nadměrná teplota

Nadměrné oteplení částí přístupných obsluze, např. krytu zařízení, může osobě způsobit popáleniny, ale i náhlý úlek, jehož následky mohou být mnohdy daleko horší než lokální popálení.

7.1.5 Mechanické nebezpečí





Zajištění mechanické stability je dalším důležitým požadavkem pro bezpečnost elektrických zařízení.

7.2 Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím

Za běžných provozních podmínek stejně tak jako během údržby a obsluhy, mají svítidla vykazovat přiměřenou ochranu před nebezpečným dotykovým napětím. Bezpečnost svítidla je dána hledisky elektrickými, mechanickými a tepelnými za běžných podmínek i poruchových podmínek. Svítidla jsou klasifikována jako třída I, II nebo III. Třída 0 (základní izolace) není u svítidel pro architektonické osvětlení využívána.

Svítidla vhodná pro architektonické osvětlení by měla mít stupeň ochrany nejméně II.

Tab. 7-1 Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím [5]

Třída	Symbol	Ochrana
0		Základní izolace (nedoporučuje se)
I		Základní izolace plus svorka pro ochranný vodič
II		Dvojitá nebo zesílená izolace
III		Svítidla na bezpečné napětí

7.3 Ochrana před dotykem živých částí, vniknutím cizích předmětů a vody

Systém IP (Ingress Protection) popsáný v IEC (CIE/IEC 529:1989) definuje různé stupně ochrany proti vniknutí cizích částic, prachu a vody do svítidla. Termín „cizí částice“ zahrnuje předměty jako prsty a nářadí, které by mohlo přijít do styku s živými částmi. Přesná metoda pro zkoušení IP je popsána v IEC 529. Podmínky během zkoušení mohou být jiné podle specifických podmínek v různých aplikacích. Označení stupně krytí se skládá ze dvou písmen IP následovaných dvěma číslicemi, kde první číslice vyjadřuje stupeň ochrany před nebezpečným dotykem a vniknutím cizích předmětů (0-6) a druhá číslice je stupeň ochrany před vniknutím vody (0-8). Minimální klasifikace IP je IP20 (ochrana proti dotyku prstů s živými částmi). Je nutné si uvědomit, že bezpečnost svítidel je zaručena pouze tehdy je-li prováděna údržba včas a podle instrukcí výrobce. [5]

Svítidla vhodná pro architektonické osvětlení by měla mít krytí nejméně IP 43/44.

7.4 Odolnost elektrických zařízení – svítidel

Vzhledem k tomu, že svítidla pro architektonické osvětlení jsou navrhována především pro venkovní prostory, kde dochází k různým atmosférickým vlivům a vnějším zásahům do svítidel, je nutné zohlednit odolnost svítidel.

7.4.1 Odolnost proti nárazu

Odolnost proti nárazu svítidla určuje ochranu svítidla určuje ochranu svítidla proti mechanickému úderu. Evropská norma EN 50102 definuje stupeň ochrany proti vnějšmu nárazu (kód IK) a metodu měření. Těleso svítidla musí vydržet mechanický náraz o definované energii aniž by ztratilo svou elektrickou bezpečnost a základní funkčnost. Převáděno do praktické řeči to znamená, že po nárazu může být těleso i optika zdeformovány, ale nesmí dojít k rozbití zdroje světla, nebezpečí úrazu elektrickým proudem a nedodržení IP. Nárazuvzdornost je popsána skupinou čísel, jako například IK 06, která určuje energii nárazu v joulech. Všechna kvalitní svítidla by měla mít nárazuvzdornost minimálně 0,2 J. V tabulce 7.2 je uvedena IK klasifikace a definovaná energie nárazu.

Neexistují zcela nerozbitná svítidla, nejlepší možná klasifikace je „chráněné proti vandalismu“ (IK 08) a „odolné proti vandalismu“ (IK 10). Bývalé národní standarty používaly jednoduché číslo pro určitou nárazovou energii. Aby bylo zabráněno nedorozuměním, bylo vybráno charakteristické označení tvaru „IKxx“. [5]

Tab. 7-2 Klasifikace IK [5]

IK kód	IK 00	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Nárazová energie [J]	-	0,15	0,2	0,3	0,5	0,7	1	2	5	10	20

8 INSTALACE A ÚDRŽBA ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ

8.1 Instalace architektonického osvětlení

Instalaci provede firma pověřená zadavatelem projektu nebo projektantem v závislosti na realizační smlouvě projektu. Mělo by se jednat o odbornou firmu, která má s podobnými projekty nejlépe již předchozí zkušenosti. [8]

Seřízení lze považovat za závěrečnou část celého projektu. Jedná se o doladění orientace svítidel před konečným spuštěním osvětlení do provozu. U větších projektů pak sladění s dalšími prvky projektu jako jsou například zvukové efekty či příležitostné barevné doplňky osvětlení. [8]

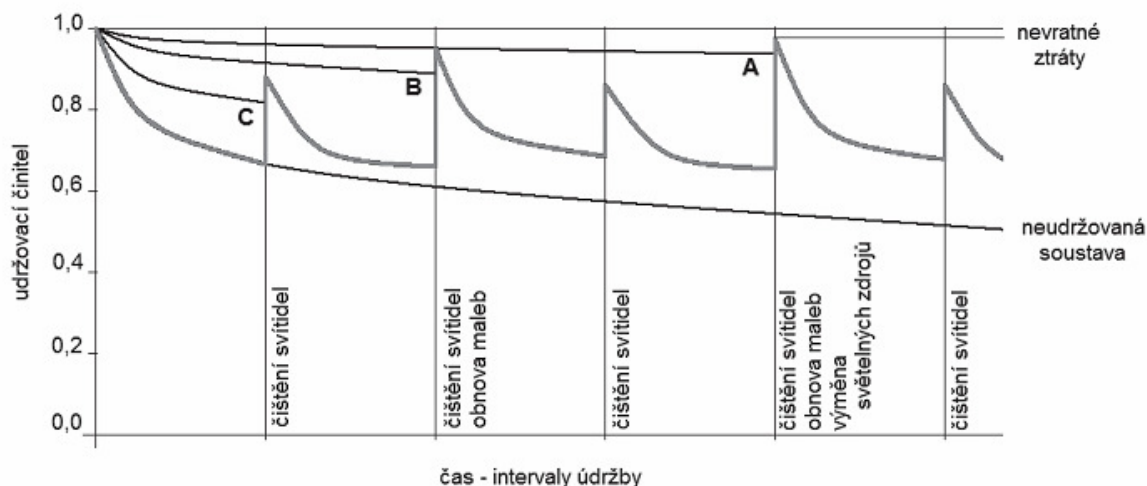
8.2 Údržba architektonického osvětlení

Ve většině literatury věnované osvětlování je kapitola o údržbě obvykle na některém z posledních míst. Tím je už podceňovaná údržba i svým umístěním odsunuta do pozadí zájmu. Zanedbává se i v praxi. Provádí se tam, kde není zbytí – například ve výrobních halách, kde by prach z obráběného materiálu mohl způsobit požár. V jiných případech je již velmi vzácná. [8]

Přitom je možné dobrou údržbou dosáhnout významných investičních i energetických a provozních úspor. [8]

8.2.1 Udržovací činitel

Na osvětlovací soustavu působí okolí a čas. Osvětlovací soustava mění své vlastnosti. Některé lze zásahem údržby uvést do původního stavu, jiné jsou nevratné. [8]



Obr. 8-1 Průběh činitele znečištění, A-stárnutí světelných zdrojů, B-znečištění povrchů, C-znečištění svítidel [8]

Ty vratné jsou změny způsobené znečištěním, k „neopravitelným“ patří například koroze reflektoru nebo změna optických vlastností difuzorů. Slovo „neopravitelné“ je v uvozovkách, protože v principu i ty lze uvést do původního stavu výměnou dílu nebo celého svítidla. Pak je ovšem již na pováženu, zda již není soustava „zralá“ k odpisu a není na místě provést její rekonstrukci. Jeden prvek soustavy se však jako „neopravitelný“ vyměňuje, tím jsou pochopitelně světelné zdroje. [8]

Některé změny nelze ovlivnit. Nebo jen obtížně. V horkých nebo naopak velmi chladných provozech většinou není technicky možné zajistit optimální teplotu v okolí svítidla. Každá odchylka teploty od optimální má za následek pokles měrného výkonu většiny světelných zdrojů. [8]

8.2.2 Vlivy

Chování osvětlovací soustavy ovlivňuje především její znečištění – znečištění svítidel, světelných zdrojů a okolních ploch, které se podílejí na rozdělení (odrazech) světla v prostoru. Na znehodnocení se také podepisuje čas. Jak na svítidlech, tak i na světelných zdrojích, v některých případech i na okolních plochách. Dále to je fyzikálně-chemické působení na materiál odrazných nebo světlopropustných ploch, na hořáky nebo luminofory světelných zdrojů. [8]

Vliv má již zmíněná okolní teplota, ale také vlhkost, frekvence a velikost napájecího napětí. Nedocenená je kvalita použitých materiálů – kvalitní prvky mají předpoklad lépe odolávat vlivům okolí. [8]

8.2.3 Výpočet činitele údržby

Udržovací činitel z je číslo, které popisuje změny určitého parametru v průběhu času. V určitém časovém okamžiku t je velikost určitého parametru $P(t)$. Velikost onoho parametru na počátku byla $P(0)$. Potom je udržovací činitel dán poměrem [8]:

$$z(t) = \frac{P(t)}{P(0)} \quad (-) \quad [8] \quad (8.1)$$

Pro celkový činitel údržby se jako parametr používá osvětlenost pracovní plochy. Důvod je nasnadě – nejsnadněji ji lze měřit a tedy i vyhodnotit velikost udržovacího činitele. U dílčích udržovacích činitelů se využívají jiné parametry, kupříkladu u světelných zdrojů to je změna světelného toku v průběhu času. [8]

Aby bylo možné stanovit celkový udržovací činitel, je nutné jej rozložit do řady dílčích. Například takto [8]:

$$Z = Z_z \cdot Z_s \cdot Z_p \cdot Z_{fz} \cdot Z_{fs} \cdot Z_T \cdot Z_N \cdot \dots \quad (-) \quad [8] \quad (8.2)$$

- kde : Z_z – činitel stárnutí (a znečištění) světelných zdrojů
- Z_s – činitel znečištění (a stárnutí) svítidel
- Z_p – činitel znečištění (a stárnutí) povrchů ovlivňujících distribuci (odrazy) světla v prostoru
- Z_{fz} – činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů

Dosud uvedené parametry jsou našimi předpisy a normami vybrány jako ty, které se zahrnují do výpočtu. Další se již zanedbávají, což ovšem není vždy obrazem reality. Je na projektantovi, aby tyto vlivy do návrhu osvětlení zahrnul v případě, že jsou nezanedbatelné. Jedním z takových dílčích činitelů může být právě následující [8]:

Z_{fs} – činitel funkční spolehlivosti svítidel

Například tam, kde jsou svítidla obtížně přístupná, může být výhodné neprovádět opravu nefunkčního svítidla hned; pak se taková eventualita musí zahrnout do výpočtu udržované osvětlenosti a tedy i do stanovení velikosti udržovacího činitele. Další dílčí činitelé údržby jsou [8]:

Z_T – činitel teploty

Z_N – činitel napájecí soustavy (napětí)

a další (frekvence, vlhkost...). Jak již bylo zmíněno, pro praktický návrh se počítá jen s vybranými součiniteli. [8]

8.2.4 Činitel údržby a realita

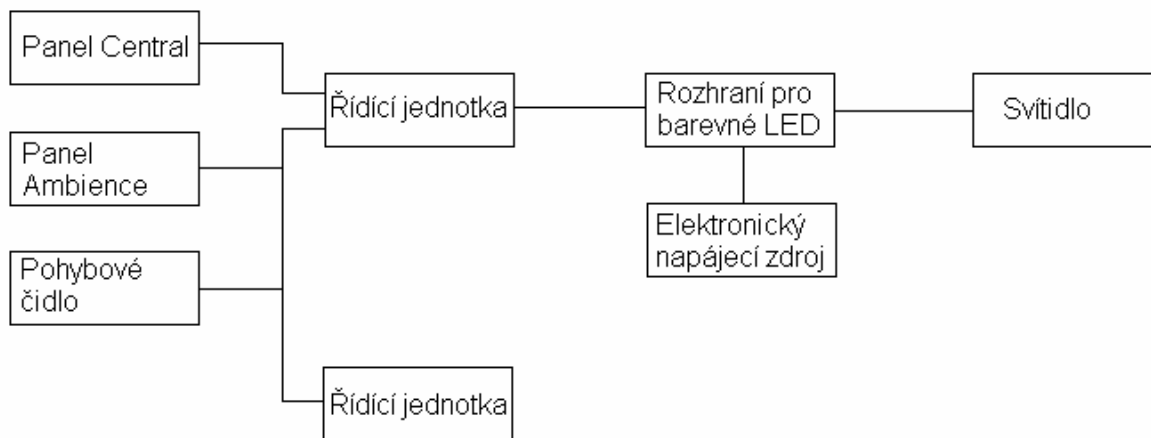
V době návrhu nejsou a někdy ani nemohou být známy všechny okolnosti ovlivňující velikost výsledného činitele údržby. Navíc je zřejmé, že uvedené vztahy jsou teoretické, vstupní data jsou teoretická, platná za určitých okolností. Důsledkem je to, že se skutečné hodnoty budou od vypočtených (někdy až značně) lišit. Proto je vhodné, a dobrý projekt to i požaduje, aby se provádělo kontrolní měření. Tak je možné korigovat navržený plán údržby. Je možné intervaly zásahů údržby prodlužovat nebo naopak zkracovat. To má dopady i na ekonomii osvětlovacích soustav. [8]

9 MODERNÍ SYSTÉMY ŘÍZENÍ

Dnešní prostředí, ve kterém žijeme, přináší velké množství vjemů, panoramat a rytmů. Systém Colour Equalizer je určen pro řízení barevného osvětlení RGB a jeho nastavení lze snadno přizpůsobit danému prostoru a požadovanému vjemu. Systém vytváří dynamicky se měnící svět, ve kterém barvy formují prostor a upoutávají pozornost. Vytvořené světelné sekvence a scény mohou mít orientační nebo komunikační funkci a nebo je lze využít pro upoutání pozornosti. Do systému lze připojit svítidla se zářivkami i svítícími diodami (LED) a jejich řízení a ovládání je jednoduché a přehledné. Základem úplného systému je ovládací panel Central, který lze propojit s dalšími ovládacími panely Ambience. Při instalaci se využívá technologie plug&play, která usnadňuje a urychluje zprovoznění systému. [4]

Ovládací panel Central má uživatelský displej a pro řízení systému lze použít čipovou kartu s naprogramovanými světelnými sekvencemi. Systém používá řadu časových efektů : dynamický nebo statický, programovaný nebo cyklický. Časový průběh jednotlivých sekvencí lze přímo ovlivňovat tlačítky na panelu (Fast, Slow). [4]

Tento systém je určen pro vytváření zajímavých světelných scén a nalézá využití i při architektonickém osvětlení. Při použití zářivkových svítidel RGB lze pracovat s barevností velkých ploch a povrchů a ovlivňovat tak celkový vjem velkých prostorů. Do systému lze zapojit pohybové čidlo.



Obr. 9-1 Blokové schéma systému řízení [4]

10 PROJEKTY ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ

10.1 Most Rion-Antirion, Řecko



Obr. 10-1 Osvětlení mostu Rion-Antirion [6]

Návrh osvětlení - Roger Narboni, agentura Concepto, Bagneux, Francie

Svítlidla - ArenaVision MVF 403 kat. A1 UP

Světelné zdroje - MHN-SA 1800 W, CDM-T 150 W /830

Osvětlení žluté mostovky je navrženo jako soustava překrývajících se směrových stínů, které této dráze zavěšené mezi nebem a mořem dodávají uvolněnost, strukturu a život. Pylony, ozářené zdola hlubokým modrým světlem, se na temné obloze pozvolna ztrácejí. Fasády osvětlují intenzivní modře zbarvená tečná světla, která jsou viditelná z velké vzdálenosti a v noci připomínají jehly. Pilíře a moře zůstávají v temnotě, odráží se od nich jen světlo z mostní struktury.

V srdci korintského zálivu panují nelítostné klimatické podmínky: vane zde vítr o rychlosti přes 200 km/h, stavba se musí vyrovnávat s mořskou korozí a se silnými vibracemi. Návrhář osvětlení Roger Narboni proto sáhl po vyzkoušených a prověřených reflektorech. Pro nasvícení pylonů od úrovně mostovky směrem vzhůru byla vybrána společnost Philips Lighting. Každý ze čtveřice sloupů je vždy nasvícen jen ze tří stran světlem s různými intenzitami, což zdůrazňuje prostorovou formu celého pilíře. Na straně přivrácené k moři nese vždy vnější povrch každého sloupu pět reflektorů s extrémně úzkým paprskem; na straně kotvicích lan jsou použity čtyři reflektory a na vnitřní stranu jsou nainstalovány dva reflektory. Celkem je zde rozmístěno 176 svítidel ArenaVision MVF 403 opatřených speciálními držáky filtrů a dichroickými modrými skly. Tato svítidla byla přesně zaměřena na most tak, aby světlo pokrývalo celou výšku betonových pylonů a přitom se do co největší vzdálenosti vyhýbalo kotvicím lanům.

Světelná instalace na úpatí jednotlivých sloupů je snadno dostupná pro údržbu. Osvětlení bylo uvedeno do provozu 8. srpna 2004 a pracuje denně od soumraku do půlnoci, jinými slovy svítí

2 000 hodin ročně. Díky ekonomické životnosti 1800W výbojek MHN-SA není třeba světelné zdroje vyměňovat častěji než jednou za dva roky. [6]

10.2 Akropolis, Řecko



Obr. 10-2 Osvětlení Akropole [6]

Návrh osvětlení - Pierre Bideau, CIEL, La Riche, Francie

Svítlidla - Decoflood MVF606, Diamant SNF300

Světelné zdroje - CDM-T 35-70-150 W /830, SDW-T 100W, SON-T-C 150-250W

V případě Akropole vycházel autor při návrhu osvětlení ze tří hlavních principů. Prvním z nich byla úcta k těmto prastarým památkám a rozhodnutí vyhnout se jakýmkoli okázalým efektům. Druhým byla myšlenka teplého světla vyzařujícího z interiéru budov a naznačujícího přítomnost proslavených učenců, kteří položili základy našeho současného matematického, filosofického i architektonického vědění. Poslední princip se týkal vzájemné harmonie nočního vzezření jednotlivých památek s cílem, aby celé místo působilo jako jeden celek.

Zvláštní péče byla věnována osvětlení sloupů Parthenónu a Erechtheionu. Byla použita světla dvou barevných teplot, teplé bílé a střední bílé (2500 K a 3000 K), zaměřená z protilehlých stran. Tato kombinace barevných teplot dodává hmotě objem a plastický profil v závislosti na pozorovacím úhlu. Aby světlo pokrylo celou výšku sloupů, byly použité světlomety Decoflood 606 opatřeny skleněnými refraktory, které paprsek lineárně rozšiřují. Navíc byly instalovány vodorovné skleněné refraktory ozařující násloupí Parthenónu s cílem změkčit osvětlení trojúhelníkového štítu.

Při instalaci světlometů bylo třeba dodržet požadavek na minimální narušení denního pohledu na stavby. Všechna svítidla proto byla umístěna na zemi, natřena na bílo a připevněna na nízké betonové podstavce přizpůsobené povaze místa. Celkem bylo použito 665 světlometů Decoflood a 140 světlometů Diamant. Světla za soumraku zapíná časový spínač kombinovaný s fotobuňkou. [6]

10.3 Rotterdamská radnice, Nizozemsko



Obr. 10-3 Osvětlení Rotterdamské radnice [6]

Návrh osvětlení - Ateliér LEK, Rotterdam a Marco de Boer, Primo Exposures, Hillegom

Produkty s LED diodami Střeška a stupňovitý štít: LEDline2 a 4

svíditla Proflood
Menší sochy: 26 LED modulů;
1 svítidlo LEDline2, 60 cm;
2 svíditla Proflood

Podél okraje majestátní střešky byl nainstalován světelný systém LEDline2. Jasně bílé světlo, lehce zbarvené do modra, zvýrazňuje šedomodrý odstín břidlicové krytiny. Také stupňovitý štít byl opatřen světelným systémem LEDline2 podpořeným čtyřmi reflektory Proflood, z nichž dva jsou zaměřeny na sochu uprostřed. Dvojice úzkých oken po obou stranách hlavního vchodu působí, jako by byla osvětlena kouzlem. Marco de Boer říká: „Tohoto efektu se nám podařilo dosáhnout použitím nejnovějších reflektorů Proflood, upevněných na dvou lehkých stožárech proti budově. Je to nizozemská premiéra.“ Každou z deseti soch rozmístěných podél fasády ozařují dva až čtyři moduly se svítivými diodami. Osvětlovací systém LEDline2 byl pak nainstalován ještě za velkou sochu Johana van Oldenbarnevelda ve výklenku rohové věže. Socha tak výrazně vystupuje oproti pozadí.

Marco de Boer se u tohoto projektu setkal s velmi příznivou odezvou.

Tečné světlo LED diod mimo jiné zdůraznilo barvy a detaily budovy tak, že jsou opět viditelné. Ve fasádě jsou vidět dokonce i otvory po kulkách, o nichž už věděli pouze rotterdamsí pamětníci.” [6]

11 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo shrnout informace o metodách návrhu a realizace architektonického osvětlení a shrnout dostupná svítidla pro venkovní použití. Hlavním přínosem této práce by mělo být ucelení základních předpokladů a dodržení podmínek vyplývajících z norem a obecných doporučení při návrhu architektonického osvětlení. Tato práce by měla být příručkou a návodem pro návrh architektonického osvětlení. Práce se nezabývá detailními postupy návrhu osvětlení složitých historických objektů, téma je natolik obsáhlé, že by si zasloužilo vlastní práci. Dále se práce příliš nezabývá sladěním osvětlení se samotnou architekturou nebo celkovým záměrem architekta navrhujícího budovu, kterou se snažíme nasvětlit, protože v praxi je tento krok nejhodnější konzultovat přímo s architektem objektu a je mimo rámec Fakulty elektrotechniky.

Návrh a realizace architektonického osvětlení je specifická a rozsáhlá problematika, sahající od znalostí z oboru světelné techniky až po architekturu.

Byla zde nastíněna problematika oslnění a světelného znečištění. Zmíněny jsou i základní pravidla pro instalaci a údržbu architektonického osvětlení. Je zde přidán i systém řízení pro osvětlovací soustavu, díky kterému je umožněno měnit a libovolně navrhovat požadované světelné scény a efekty.

Popis svítidel vhodných pro architektonické osvětlení je omezen pouze na výrobky firmy iGuzzini. Hlavně z důvodu, že se jedná o velmi kvalitní svítidla a nabízený sortiment firmy iGuzzini plně zahrnuje požadavky architektonického osvětlení. Neznamená to však, že by na trhu nebyli i jiní výrobci a nejedná se tedy o snahu propagace výrobků této firmy.

Škála svítidel pro architektonické osvětlení je velmi rozsáhlá a volba vhodného typu je zcela v rukou projektanta, kdy jediné omezení může představovat pouze jeho vlastní fantazie. Omezení popisu pouze na výrobky jedné firmy neznamená omezenost informací, popis je plně dostačující pro získání představy možných řešení.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BAXANT, P., PLCH *Světelná technika*, [Elektronický text], *Přednášky a cvičení*. Brno: 2006. s. 1-82.
- [2] GERNOT, H. CIE Color Space [online], [cit. 2007-12-2]
Dostupné z URL: <www.fho-empden.de/~hoffmann/ciexyz29082000.pdf>
- [3] CIE 94/1993 *Guide For Floodlighting*
- [4] Katalog exteriérových svítidel iGuzzini, Italy 9/2007
- [5] VLČEK, J. *Bezpečnost elektrických zařízení, Příručka pro konstruktéry*, BEN – Technická literatura, Praha: 2007. s. 1-105.
- [6] Philips – *Projekty* [online], [cit. 2008-4-10] Dostupné z URL:
<http://www.lighting.philips.com/cz_cs/project/index.php?main=cz_cs&parent=1&id=cz_cs_project&lang=cs>
- [7] KOTEK, J. *Legislativní úprava světelného znečištění v ČR* [Online], [cit. 2008-4-10]
Dostupné z URL :<<http://www.dql.cz/texty/legislativa.htm>>
- [8] HEŘMAN, J., TRINKEWITZ, Z., *Elektrotechnické a komunikační instalace* [Online], [cit. 2008-2-11], Dostupné z URL<<http://www.stavebniklub.cz/ele/>>
- [9] BAXANT, P., *Užití elektrické energie* [Elektronický text], Brno: 2003. s. 1-186.