

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

V zbirki je izvirna različica doktorske disertacije.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

University
of Ljubljana
Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is an original PDF file of doctoral thesis.

When citing, please refer as follows:

Rankel, S. 2014. LED in OLED svetila v urbanističnem oblikovanju ter njihov vpliv na urbane elemente bivalnega okolja. = LED and OLED lighting in urban design and their influence on the urban elements of the environment. Doctoral dissertation. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (Mentor Pogačnik, A.)

<http://drugg.fgg.uni-lj.si>

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



INTERDISCIPLINARNI PODIPLOMSKI
ŠTUDIJ PROSTORSKEGA IN
URBANISTIČNEGA PLANIRANJA

DOKTORSKI ŠTUDIJ

Kandidat:

SIMON RANKEL, univ. dipl. fiz.

**LED IN OLED SVETILA V URBANISTIČNEM
OBLIKOVANJU TER NJIHOV VPLIV NA URBANE
ELEMENTE BIVALNEGA OKOLJA**

Doktorska disertacija štev.: 243

**LED AND OLED LIGHTING IN URBAN DESIGN
AND THEIR INFLUENCE ON THE URBAN ELEMENTS
OF THE ENVIRONMENT**

Doctoral thesis No.: 243

Soglasje k temi doktorske disertacije je dal Senat Univerze v Ljubljani UL
na 16. seji 4. julija 2007.

Za mentorja je bil imenovan prof. dr. Andrej Pogačnik.

Ljubljana, 17. december 2014

"Ta stran je namenoma prazna."

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo



Komisijo za oceno ustreznosti teme doktorske disertacije v sestavi:

- prof. dr. Andrej Pogačnik,
- akad. prof. dr. Robert Blinc, UL FMF,
- prof. dr. Aleš Krainer,

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo na 7. redni seji 25. aprila 2007.

Poročevalce za oceno doktorske disertacije v sestavi:

- doc. dr. Tomaž Novljan, UL FA,
- izr. prof. dr. Primož Ziherl, UL FMF,
- prof. dr. Aleš Krainer,

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo na 33. redni seji 26. septembra 2012.

Komisijo za zagovor doktorske disertacije v sestavi:

- prof. dr. Matjaž Mikoš, dekan UL FGG, predsednik,
- prof. dr. Andrej Pogačnik, UL FGG, upok., mentor,
- doc. dr. Tomaž Novljan, UL FA,
- izr. prof. dr. Primož Ziherl, UL FMF,
- prof. dr. Aleš Krainer, UL FGG, upok.,

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo na 3. seji 25. septembra 2013.

"Ta stran je namenoma prazna."

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **SIMON RANKEL**, univ. dipl. fiz., izjavljam, da sem avtor doktorske disertacije z naslovom **LED in OLED svetila v urbanističnem oblikovanju ter njihov vpliv na urbane elemente bivalnega okolja**.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 17. december 2014

.....
(podpis)

"Ta stran je namenoma prazna."

Stran za popravke, Errata

"Ta stran je namenoma prazna."

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	628.971:711.54(043.3)
Avtor:	Simon Rankel
Mentor:	prof. dr. Andrej Pogačnik
Naslov:	LED- in OLED-svetila v urbanističnem oblikovanju ter njihov vpliv na urbane elemente bivalnega okolja
Tip dokumenta:	doktorska disertacija
Obseg in oprema:	167 str., 29 pregl., 86 sl.
Ključne besede:	LED, OLED, urbanistično oblikovanje osvetlitve, podoba urbanih prostorov

Izvelek

Bodoča osvetlitev na podlagi polprevodniških virov svetlobe bo spremenila nočno podobo mest. Možnosti njihove umestitve in uporabe v urbanem prostoru so številne. V disertaciji proučujemo, ali bi njihova prihodnja uporaba v splošni zunanji razsvetljavi pozitivno vplivala na človekovo sprejemanje tako osvetljenega urbanega prostora. Na podlagi inovativne uporabe LED- in OLED- svetil smo izoblikovali dva različna koncepta osvetlitve. Prvi koncept temelji na ploskovni osvetlitvi, drugi pa na detajlnem prikazu arhitekturno urbanih elementov. Predlogi osvetlitve so bili narejeni na različnih lokacijah mesta Ljubljane. Poleg izpolnjevanja funkcionalnih potreb upoštevajo tudi urbanistični in arhitekturni vidik osvetljevanja. Z ocenami afektivne kakovosti slikovnih prikazov smo predstavili in proučevali temeljna afektivna stanja anketiranih. Ugotovitve kažejo, da so se anketirani pri večini predlogov strinjali pri ocenah spremenljivk »prijetnost« in »pozornost. Statistika pokaže med konceptoma značilne razlike pri ocenah obeh spremenljivk. Pri neposredni primerjavi obeh konceptov smo ugotovili, da je naklonjenost anketirancev do določenega osvetlitvenega koncepta odvisna tudi od mestne lokacije. Ocene so pri več kot pol predlogih značilno odvisne od starosti anketiranih. K zmanjšanju porabe električne energije bi lahko pripomogel le detajlni koncept osvetlitve. Z disertacijo želimo poudariti pomen nočne podobe mest pri razvoju prihodnjih strategij osvetlitve, ki temeljijo na polprevodniških virih svetlobe.

"Ta stran je namenoma prazna."

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 628.971:711.54(043.3)
Author: Simon Rankel
Supervisor: Prof. Andrej Pogačnik, Ph.D
Title: LED and OLED lighting in urban design and their influence on the urban elements of the environment
Notes: 167 p., 29 tab., 86 fig.
Document type: Doctoral Dissertation
Key words: LED, OLED, Urban lighting design, Image of urban spaces

Abstract

Future lighting solutions based on solid-state lighting will transform the appearance of cities at night. They can be positioned and used in an urban environment in numerous ways. Our research studies whether their future use in general outdoor lighting will positively affect people's acceptance of urban space illuminated in this way. Two different lighting concepts were formed based on the innovative use of LED and OLED lighting. The first concept is based on plane lighting, and the second is based on a detailed depiction of architectural and urban elements. Lighting proposals were designed for different locations of Ljubljana city. They consider not only functional needs, but also urban planning and the architectural aspects of illumination. The study of the underlying core effects on the respondents through their assessment of the affective quality of graphic representations is presented. Our findings indicate that the respondents strongly agree with the assessment of the "pleasantness" and "arousal" variables of most proposals. However, the statistics show characteristic differences between the answers of both variables for both concepts. Direct comparison of the two concepts shows that the respondents' attitudes towards a certain lighting concept also depend on their location in the city. Significant effect of the respondents' age dependency on the assessment for more than half lighting proposals is observed. Only detailed concept could contribute to lowering the electrical energy consumption. Dissertation emphasises the importance of the appearance of a city at night in developing future lighting strategies based on solid-state light sources.

"Ta stran je namenoma prazna."

V spomin akademika prof. dr. Roberta Blinca

Zahvala

Moji Mini za vztrajno in ljubeznivo podporo.

Mami Ivi in očetu Karlu, ki mi vedno stojita ob strani.

Profesorju Andreju Pogačniku za pomoč, številne nasvete in opombe.

Milojki za lektorski pregled.

Tinetu za vso pomoč in Boštjanu za koristne napotke v ključnih trenutkih.

Mirku, Daši, Alešu in vsem drugim, ki ste mi pomagali z nasveti pri izdelavi ankete.

Lei, Marku, Mateju in Anžetu za nasvete pri statistiki.

Vsem tistim, ki so kakorkoli pripomogli k nastanku disertacije in jih nisem posebej omenil.

Vsem anketiranim za izpolnitev ankete in številna podana mnenja.

"Ta stran je namenoma prazna."

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Predstavitev problema	1
1.2 Namen in cilji disertacije.....	2
1.3 Pričakovani rezultati.....	4
1.4 Teoretične osnove in raziskovalne metode	5
1.5 Znanstveni prispevek disertacije	5
1.6 Organizacija dela.....	6
2 TEORETSKA IZHODIŠČA DOKTORSKE DISERTACIJE	8
2.1 Opredelitev obravnavanih terminov	8
2.2 Svetloba in človek	11
2.2.1 Kaj je svetloba.....	11
2.2.1 Vidni in cirkadialni sistem	11
2.2.3 Človekovo vidno zaznavanje	12
2.2.4 Umetna osvetlitev	13
2.3 Osvetlitev mesta.....	14
2.3.1 Mesta ponoči in njihova razsvetljava	14
2.3.2 Pomen vlog urbane razsvetljave in njihovo medsebojno prepletanje.....	15
2.3.3 Vloga urbane osvetlitve pri preprečevanju kriminalnih dejanj	17
2.3.4 Pomen cestne razsvetljave	18
2.3.5 Socialni pomen zunanje osvetlitve	19
2.4 Psihološki okvir	20
2.5 Urbanistično oblikovanje in osvetlitev mest.....	25
2.5.1 Svetloba kot medij oblikovanja v urbani osvetlitvi	26
2.6 Celostni pristop k osvetlitvi mest.....	28
2.6.1 Koncept trajnostnega razvoja v urbanem oblikovanju svetlobe.....	28
2.6.1 Celostni načrt osvetlitve mesta.....	30
2.6.2 Pomen lokalne svetlobe in identiteta mesta	31
2.7 Vidno zaznavanje in zunanja osvetlitev	32
2.7.1 Osvetlitev za starejše	34
2.7.2 Onstran standardov cestne razsvetljave	35
2.8 Svetila LED in OLED	36
2.8.1 LED-svetila	37
2.8.2 OLED-svetila	39
2.8.3 Konceptualna sprememba – nova svetlobna paradigma	40
2.8.4 Pomisleki glede uporabe svetil LED in OLED	42

3 SINTEZA IZHODIŠČ	45
3.1 Uporaba novih tehnologij za izboljšanje funkcionalnosti in podobe mesta	45
3.2 Zahteve Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja	47
3.3 Spomeniki naravne kulturne dediščine in razsvetljava	49
4 METODOLOGIJA RAZISKAVE	50
4.1 Izbira lokacij in oblikovanje konceptov osvetlitve	52
4.2 Opredelitev spremenljivk za izvedbo raziskave.....	52
4.2.1 Napovedne spremenljivke v raziskavi.....	53
4.2.2 Opredelitev spremenljivk izidov v raziskavi	53
4.3 Zasnova empirične analize javnega mnenja	55
4.3.1 Zbiranje podatkov in vzorec v raziskavi.....	57
4.3.2 Izbira metod pri statistični analizi	59
4.3.3 Tehnične posebnosti, domneve in pripombe ob izvedbi spletne ankete.....	60
4.4 Metoda analize predvidene porabe električne energije	61
5 ANALIZA IZBRANIH LOKACIJ.....	62
5.1 Izbira lokacij in njihove značilnosti	62
5.2 Analiza sedanje nočne osvetlitve izbranih lokacij	65
5.2.1 Gosposvetska cesta.....	66
5.2.2 Ajdovščina	67
5.2.3 Park slovenske reformacije.....	68
5.2.4 Trnovski pristan	69
5.2.5 Savsko naselje, tipski stanovanjski blok in njegova bližnja okolica	70
5.3 Testna območja in smernice za osvetlitev	71
6 KONCEPTA BODOČE OSVETLITVE	72
6.1 Opis konceptov bodoče osvetlitve	72
6.2 Prikazi bodočih rešitev osvetlitve	73
6.2.1 Gosposvetska cesta, ploskovni koncept.....	74
6.2.2 Gosposvetska cesta, detajlni koncept	75
6.2.3 Ajdovščina, ploskovni koncept	76
6.2.4 Ajdovščina, detajlni koncept.....	77
6.2.5 Park slovenske reformacije, ploskovni koncept.....	78
6.2.6 Park slovenske reformacije, detajlni koncept	79
6.2.7 Trnovski pristan, ploskovni koncept	80
6.2.8 Trnovski pristan, detajlni koncept.....	81
6.2.9 Savsko naselje – tipski blok, ploskovni koncept.....	82
6.2.10 Savsko naselje – tipski blok, detajlni koncept	83
6.3 Druge možnosti.....	84

6.4 Opombe	86
7 REZULTATI IN ANALIZA.....	87
7.1 Struktura vzorca	87
7.2 Analiza in interpretacija rezultatov ankete	88
7.2.1 Opisne statistike spremenljivk "prijetnost" in "pozornost"	88
7.2.2 Dvodimenzionalni prikaz rezultatov "prijetnosti" in "pozornosti"	99
7.2.3 Odvisnost med "prijetnostjo", "pozornostjo" in svetlobnimi značilnostmi predlogov	103
7.2.4 Primerjava povprečnih ocen "prijetnosti" in "pozornosti" med konceptoma.....	107
7.2.5 Rezultati izbire preferenčnega koncepta osvetlitve	108
7.2.6 Odvisnost izbire koncepta od starosti anketirancev.....	112
7.2.7 Odvisnost izbire koncepta od strokovne usmerjenosti anketirancev	118
7.2.8 ANOVA ocen.....	122
7.2.9 Rezultati izbire najljubših in najmanj ljubih prizorov	125
7.2.10 Rezultati ankete med študenti in razlike	126
7.3 Analiza okvirne predvidene porabe električne energije	131
7.3.1 Gosposvetska cesta.....	132
7.3.2 Ajdovščina	133
7.3.3 Park slovenske reformacije	135
7.3.4 Trnovski pristan	136
7.3.5 Savsko naselje, tipski blok in okolica.....	137
7.3.6 Domneve in opombe.....	138
8 SKLEPI	139
8.1 Razprava	139
8.2 Omejitve raziskave	143
8.3 Predlogi za nadaljnje raziskave.....	145
8.4 Urbanistično oblikovanje osvetlitve in svetila prihodnosti.....	146
POVZETEK.....	148
SUMMARY.....	150
VIRI.....	152
PRILOGA A: ANKETNI VPRAŠALNIK.....	A1
PRILOGA B: OPISNE STATISTIKE SPREMENLJIVK "OSVETLJENOST" IN "PORAZDELITEV SVETLOSTI"	B1
PRILOGA C: REZULTATI PRIMERJAVE DNEVNE PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE....	C1
PRILOGA D: 3D MODELI IZBRANIH LOKACIJ V LJUBLJANI V PROGRAMU RELUX....	D1

"Ta stran je namenoma prazna."

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 4.1:	Pregled trditev in spremenljivk prvega dela ankete	57
Preglednica 4.2:	Pregled vprašanj in spremenljivk drugega dela ankete	58
Preglednica 7.1:	Struktura vzorca anketiranih oseb	87
Preglednica 7.2:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri GK1	89
Preglednica 7.3:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri GK2	90
Preglednica 7.4:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri AK1	91
Preglednica 7.5:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri AK2	92
Preglednica 7.6:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri PK1	93
Preglednica 7.7:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri PK2	94
Preglednica 7.8:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri TK1	95
Preglednica 7.9:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri TK2	96
Preglednica 7.10:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri SK1	97
Preglednica 7.11:	Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri SK2	98
Preglednica 7.12:	Koeficienti korelacije med spremenljivkama "prijetnost" in "pozornost" za posamezne koncepte na izbranih lokacijah	103
Preglednica 7.13:	Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Gosposvetski cesti	104
Preglednica 7.14:	Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Ajdovščini	105
Preglednica 7.15:	Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Parku reformacije	105
Preglednica 7.16:	Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Trnovskem pristanu	106
Preglednica 7.17:	Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Savskem naselju	106
Preglednica 7.18:	Statistično značilne razlike ocen konceptov enakih spremenljivk	108
Preglednica 7.19:	Statistično značilne odvisnosti spremenljivk od starosti anketirancev	122
Preglednica 7.20:	Povprečja ocen spremenljivk v odvisnosti od starostnega razreda	123
Preglednica 7.21:	Statistično značilne odvisnosti spremenljivk od strokovne usmerjenosti	124
Preglednica 7.22:	Povprečja ocen spremenljivk v odvisnosti od strokovne usmerjenosti	124
Preglednica 7.23:	Poraba električne energije za osvetlitev Gosposvetske ceste	132
Preglednica 7.24:	Poraba električne energije za osvetlitev Ajdovščine	134
Preglednica 7.25:	Poraba električne energije za osvetlitev Parka slovenske reformacije	135
Preglednica 7.26:	Poraba električne energije v svetilih za osvetlitev nabrežja in mostu	136
Preglednica 7.27:	Poraba električne energije za osvetlitev stanovanjskega bloka in ulice v Savskem naselju	137

"Ta stran je namenoma prazna."

LIST OF TABLES

Table 4.1:	First part of the survey - overview of the statements and variables	57
Table 4.2:	Second part of the survey - overview of the questions and variables	58
Table 7.1:	Structure of the sample of respondents	87
Table 7.2:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for GK1	89
Table 7.3:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for GK2	90
Table 7.4:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for AK1	91
Table 7.5:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for AK2	92
Table 7.6:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for PK1	93
Table 7.7:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for PK2	94
Table 7.8:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for TK1	95
Table 7.9:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for TK2	96
Table 7.10:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for SK1	97
Table 7.11:	Descriptive statistics of "pleasantness" and "arousal" variables for SK2	98
Table 7.12:	Correlation coefficients between the "pleasantness" and "arousal" variables for separate concepts on the chosen locations	103
Table 7.13:	Correlation coefficients between variables for Gosposvetska cesta	104
Table 7.14:	Correlation coefficients between variables for Ajdovščina	105
Table 7.15:	Correlation coefficients between variables for Park reformacije	105
Table 7.16:	Correlation coefficients between variables for Trnovski pristan	106
Table 7.17:	Correlation coefficients between variables for Savsko naselje	106
Table 7.18:	Statistically significant differences between the assessment of the variables of both concepts	108
Table 7.19:	Statistically significant variable dependences on the age of respondents	122
Table 7.20:	Average assesment of variables depending on the respondents' age group	123
Table 7.21:	Statistically significant variable dependences on professional occupation	124
Table 7.22:	Average assesment of variables depending on professional occupation	124
Table 7.23:	Electric energy consumption for illumination of Gosposvetska cesta	132
Table 7.24:	Electric energy consumption for illumination of Ajdovščina	134
Table 7.25:	Electric energy consumption for illumination of Park reformacije	135
Table 7.26:	Electric energy consumption for illumination of the riverbank and the bridge in Trnovo	136
Table 7.27:	Electric energy consumption for illumination of the residential building and nearby street in Savsko naselje	137

"Ta stran je namenoma prazna."

KAZALO SLIK

Slika 2.1:	Delitev človeških potreb po osvetlitvi	16
Slika 2.2:	Russillov cirkumpleksni model emocionalnih stanj	22
Slika 2.3:	Model S-O-R odziva obiskovalcev na osvetljeno okolje	23
Slika 2.4:	Trajnostni pristop k osvetlitvi	29
Slika 4.1:	Metodološki postopek raziskave	51
Slika 4.2:	Predstavitev raziskovalnega modela v spletni anketi	56
Slika 5.1:	TTN prvega območja	62
Slika 5.2:	Posnetek ortofoto prvega območja	62
Slika 5.3:	TTN drugega območja	63
Slika 5.4:	Posnetek ortofoto drugega območja	63
Slika 5.5:	TTN tretjega območja	64
Slika 5.6:	Posnetek ortofoto tretjega območja	64
Slika 5.7:	Gospovetska cesta, sedanja nočna slika	66
Slika 5.8:	Ajdovščina, sedanja nočna slika	67
Slika 5.9:	Park Slovenske reformacije, sedanja nočna slika	68
Slika 5.10:	Trnovski pristan, sedanja nočna slika	69
Slika 5.11:	Tipski blok v Savskem naselju, sedanja nočna slika	70
Slika 6.1:	Gospovetska cesta, ploskovni koncept GK1	74
Slika 6.2:	Gospovetska cesta, detajlni koncept GK2	75
Slika 6.3:	Ajdovščina, ploskovni koncept AK1	76
Slika 6.4:	Ajdovščina, detajlni koncept AK2	77
Slika 6.5:	Park slovenske reformacije, ploskovni koncept PK1	78
Slika 6.6:	Park slovenske reformacije, detajlni koncept PK2	79
Slika 6.7:	Trnovski pristan, ploskovni koncept TK1	80
Slika 6.8:	Trnovski pristan, detajlni koncept TK2	81
Slika 6.9:	Savsko naselje – tipski blok, ploskovni koncept SK1	82
Slika 6.10:	Savsko naselje – tipski blok, detajlni koncept SK2	83
Slika 6.11:	Barvna "točkasta" svetila LED	84
Slika 6.12:	Toplejša barva linijskih svetil OLED	84
Slika 6.13:	Novoletno okrašen stanovanjski blok	85
Slika 7.1:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za GK1	89
Slika 7.2:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri GK1	89
Slika 7.3:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za GK2	90
Slika 7.4:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri GK2	90
Slika 7.5:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za AK1	91

Slika 7.6:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri AK1	91
Slika 7.7:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za AK2	92
Slika 7.8:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri AK2	92
Slika 7.9:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za PK1	93
Slika 7.10:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri PK1	93
Slika 7.11:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za PK2	94
Slika 7.12:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri PK2	94
Slika 7.13:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za TK1	95
Slika 7.14:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri TK1	95
Slika 7.15:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za TK2	96
Slika 7.16:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri TK2	96
Slika 7.17:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za SK1	97
Slika 7.18:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri SK1	97
Slika 7.19:	Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za SK2	98
Slika 7.20:	Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri SK2	98
Slika 7.21:	Prikaz povprečnih vrednosti spremenljivk "prijetnost" in "pozornost"	99
Slika 7.22:	Ocene "prijetnosti" ($\bar{x} \pm 1$ SD)	100
Slika 7.23:	Ocene "pozornosti" ($\bar{y} \pm 1$ SD)	100
Slika 7.24:	Prikaz ocen spremenljivke "prijetnost" s kvartilnimi diagrami	101
Slika 7.25:	Prikaz ocen spremenljivke "pozornost" s kvartilnimi diagrami	102
Slika 7.26:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Gosposvetski cesti	109
Slika 7.27:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Ajdovščini	109
Slika 7.28:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Parku slovenske reformacije	110
Slika 7.29:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Trnovskem pristanu	111
Slika 7.30:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Savskem naselju	111
Slika 7.31:	Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, GK	113
Slika 7.32:	Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, GK	113
Slika 7.33:	Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, AK	114
Slika 7.34:	Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, AK	114
Slika 7.35:	Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, PK	115
Slika 7.36:	Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketirancev, PK	115
Slika 7.37:	Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, TK	116
Slika 7.38:	Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, TK	116
Slika 7.39:	Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, SK	117
Slika 7.40:	Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, SK	117
Slika 7.41:	Prikaz deleža različne strokovne usmerjenosti znotraj starostnih razredov anketiranih	118

Slika 7.42:	Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, GK	119
Slika 7.43:	Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, AK	119
Slika 7.44:	Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, PK	120
Slika 7.45:	Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, TK	120
Slika 7.46:	Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, SK	121
Slika 7.47:	Histograma izbire najljubši prizorov	125
Slika 7.48:	Histograma izbire najmanj všečnih prizorov	125
Slika 7.49:	Prikaz ocen spremenljivke "prijetnost" iz vzorca študentov s kvartilnimi diagrami	126
Slika 7.50:	Prikaz ocen spremenljivke "pozornost" iz vzorca študentov s kvartilnimi diagrami	126
Slika 7.51:	Prikaz povprečnih vrednosti spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" na dvodimenzionalnem grafu za posamezne koncepte in lokacije na primeru vzorca študentov	127
Slika 7.52:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta v primeru Gosposvetske ceste pri študentih	128
Slika 7.53:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta v primeru Ajdovščine pri študentih	128
Slika 7.54:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta v primeru parka pri študentih	129
Slika 7.55:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta v primeru Trnovskega pristana pri študentih	130
Slika 7.56:	Prikaz izbire preferenčnega koncepta v primeru Savskega naselja pri študentih	130

"Ta stran je namenoma prazna."

LIST OF FIGURES

Figure 2.1:	Human needs served by lighting	16
Figure 2.2:	A circumplex model of affect by James A. Russell	22
Figure 2.3:	S-O-R model of visitors' response to illuminated environment	23
Figure 2.4:	A sustainable approach to lighting	29
Figure 4.1:	Methodological procedure of the research	51
Figure 4.2:	Overview of the research model used in the online survey	56
Figure 5.1:	Topographic map of the first location	62
Figure 5.2:	Orthophotograph of the first location	62
Figure 5.3:	Topographic map of the second location	63
Figure 5.4:	Orthophotograph of the second location	63
Figure 5.5:	Topographic map of the third location	64
Figure 5.6:	Orthophotograph of the third location	64
Figure 5.7:	Gospovetska cesta, current image at night	66
Figure 5.8:	Ajdovščina, current image at night	67
Figure 5.9:	Park Slovenske reformacije, current image at night	68
Figure 5.10:	Trnovski pristan, current image at night	69
Figure 5.11:	Typical residential building in Savsko naselje, current image at night	70
Figure 6.1:	Gospovetska cesta, GK1 plane concept	74
Figure 6.2:	Gospovetska cesta, GK2 detailed concept	75
Figure 6.3:	Ajdovščina, AK1 plane concept	76
Figure 6.4:	Ajdovščina, AK2 detailed concept	77
Figure 6.5:	Park slovenske reformacije, PK1 plane concept	78
Figure 6.6:	Park slovenske reformacije, PK2 detailed concept	79
Figure 6.7:	Trnovski pristan, TK1 plane concept	80
Figure 6.8:	Trnovski pristan, TK2 detailed concept	81
Figure 6.9:	Typical residential building in Savsko naselje, SK1 plane concept	82
Figure 6.10:	Typical residential building in Savsko naselje, SK2 detailed concept	83
Figure 6.11:	Color LED "point" luminaires	84
Figure 6.12:	Warmer color of linear OLED luminaires	84
Figure 6.13:	Residential building in New Year's decoration	85
Figure 7.1:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for GK1	89
Figure 7.2:	Normal Q-Q plots of both variables for GK1	89
Figure 7.3:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for GK2	90
Figure 7.4:	Normal Q-Q plots of both variables for GK2	90
Figure 7.5:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for AK1	91

Figure 7.6:	Normal Q-Q ploths of both variables for AK1	91
Figure 7.7:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for AK2	92
Figure 7.8:	Normal Q-Q ploths of both variables for AK2	92
Figure 7.9:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for PK1	93
Figure 7.10:	Normal Q-Q ploths of both variables for PK1	93
Figure 7.11:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for PK2	94
Figure 7.12:	Normal Q-Q ploths of both variables for PK2	94
Figure 7.13:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for TK1	95
Figure 7.14:	Normal Q-Q ploths of both variables for TK1	95
Figure 7.15:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for TK2	96
Figure 7.16:	Normal Q-Q ploths of both variables for TK2	96
Figure 7.17:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for SK1	97
Figure 7.18:	Normal Q-Q ploths of both variables for SK1	97
Figure 7.19:	Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for SK2	98
Figure 7.20:	Normal Q-Q ploths of both variables for SK2	98
Figure 7.21:	The average assesment values of the "pleasantness" and "arousal" variables on two-dimensional diagram for separate concepts and locations	99
Figure 7.22:	Assesments of the "pleasantness" variable ($\bar{x} \pm 1 SD$)	100
Figure 7.23:	Assesments of the "arousal" variable ($\bar{y} \pm 1 SD$)	100
Figure 7.24:	Box plots used to illustrate the assesment of the "pleasantness" variable	101
Figure 7.25:	Box plots used to illustrate the assesment of the "arousal" variable	102
Figure 7.26:	Representation of the selection of the preferred concept for Gosposvetska cesta	109
Figure 7.27:	Representation of the selection of the preferred concept for Ajdovščina	109
Figure 7.28:	Representation of the selection of the preferred concept for Park reformacije	110
Figure 7.29:	Representation of the selection of the preferred concept for Trnovski pristan	111
Figure 7.30:	Representation of the selection of the preferred concept for Savsko naselje	111
Figure 7.31:	Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, GK	113
Figure 7.32:	Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, GK	113
Figure 7.33:	Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, AK	114
Figure 7.34:	Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, AK	114
Figure 7.35:	Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, PK	115
Figure 7.36:	Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, PK	115
Figure 7.37:	Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, TK	116
Figure 7.38:	Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, TK	116
Figure 7.39:	Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, SK	117
Figure 7.40:	Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, SK	117
Figure 7.41:	Representation of different professional occupation shares between the	

	specific age groups of the respondents	118
Figure 7.42:	Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, GK	119
Figure 7.43:	Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, AK	119
Figure 7.44:	Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, PK	120
Figure 7.45:	Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, TK	120
Figure 7.46:	Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, SK	121
Figure 7.47:	Histograms of the selection of the most favourite proposals	125
Figure 7.48:	Histograms of the selection of the least favourite proposals	125
Figure 7.49:	Box plots used to illustrate the assesment of the "pleasantness" variable among students	126
Figure 7.50:	Box plots used to illustrate the assesment of the "arousal" variable among students	126
Figure 7.51:	The average assesment values of the "pleasantness" and "arousal" variables on two-dimensional diagram for separate concepts and locations on the sample of student respondents	127
Figure 7.52:	Selection of the preferred concept for Gosposvetska cesta among students	128
Figure 7.53:	Selection of the preferred concept for Ajdovščina among students	128
Figure 7.54:	Selection of the preferred concept for Park slovenske reformacije among Students	129
Figure 7.55:	Selection of the preferred concept for Trnovski pristan among students	130
Figure 7.56:	Selection of the preferred concept for Savsko naelje among students	130

"Ta stran je namenoma prazna."

SEZNAM PRILOG

Priloga A: ANKETNI VPRAŠALNIK

Priloga B: OPISNE STATISTIKE SPREMENLJIVK "OSVETLJENOST" IN
"PORAZDELITEV SVETLOSTI"

Priloga C: REZULTATI PRIMERJAVE DNEVNE PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Priloga D: 3D MODELI IZBRANIH LOKACIJ V LJUBLJANI V PROGRAMU RELUX

"Ta stran je namenoma prazna."

OKRAJŠAVE

ANOVA	Analiza variance
CCFL	Fluorescenčna sijalka s hladno katodo
CCT	Najpodobnejša barvna temperatura
CFL	Kompaktna fluorescenčna sijalka
CMH	Keramična metalhalogenidna sijalka
CRI	Indeks barvnega videza
FL	Fluorescenčna sijalka
HST	Visokotlačna natrijeva sijalka
LCD	Zaslona narejen na osnovi tehnologije tekočih kristalov
LED	Svetleča dioda
MH	Metalhalogenidna sijalka
MOVE	Mezopska optimizacija vidne učinkovitosti
OLED	Organska svetleča dioda
SD	Standardni odklon
SSL	Razsvetljava, ki temelji na polprevodniških virih svetlobe
TTN	Temeljni topografski načrt

"Ta stran je namenoma prazna."

“Vse naše znanje izvira iz našega zaznavanja”
Leonardo da Vinci

"Ta stran je namenoma prazna."

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Kakovostna zunanja osvetlitev in svetlobna signalizacija sta ključni pri ureditvi modernih urbanih okolij tako ponoči kot tudi podnevi. V nočnem času so poleg funkcionalne osvetlitve zunanjega prostora pomembni tudi ustvarjanje nočne podobe mesta, varnost, poraba energije, svetlobno onesnaženje in številni drugi učinki osvetlitve. Vse to naj bi upoštevalo primerno urbanistično oblikovanje osvetlitve.

Vidiki oblikovanja osvetlitve segajo od fizike in tehničnih disciplin, psihologije, sociologije, ekologije in biologije, do urbanističnega oblikovanja in načrtovanja, arhitekture, umetnosti in zgodovine. Da bi bila osvetlitev kar se da primerno vključena v strukturo urbanega okolja, morajo vse discipline dobro sodelovati med seboj.

Osvetlitev mest je namenjena zgolj človekovim potrebam. Pri sodobnem oblikovanju mestne osvetlitve govorimo o celostnem načrtovanju osvetlitve, kjer v ospredje poleg funkcionalnih zahtev ne prihaja le vprašanje stroškov, vzdrževanja in porabe energije, temveč tudi arhitekturnih, estetskih in čustvenih vrednot. V skladu s širšim razumevanjem urbanističnega oblikovanja, osredinjenega na ustvarjanje urbanega prostora za ljudi (Carmona, 2003), lahko analogno tudi urbanistično oblikovanje osvetlitve opišemo kot proces ustvarjanja primernejših nočnih krajev, kot bi bili ti sicer ustvarjeni.

Osvetliti mesto je zahteven izziv. Arhitekturno-urbanistični vidik pri osvetljevanju mesta je ideja drugačnega nočnega mesta (Brandi, 2007). Nočni značaj mesta se pri uporabi umetne osvetlitve ne bi smel izgubiti. Nočna podoba mesta lahko naredi strukturne in oblikovne urbane povezave bolj čitljive. Mesto lahko poveže s pokrajino in ponazori njegove funkcionalne sklope (Schmidt, 2006). Joels (2006) poudari razumevanje pomena oblikovanja osvetlitve kot načina za izboljšanje harmonije med funkcionalnimi in vizualnimi trditvami v urbanem kontekstu.

Z razsvetljavo, ki temelji na polprevodniških virih svetlobe - tako imenovano tehnologijo SSL (angl. *Solid State Lighting*), h kateri spadajo tudi anorganske svetleče diode LED (angl. *Light Emitting Diode*) in organske svetleče diode OLED (angl. *Organic Light Emitting Diode*), naj bi v bližnji prihodnosti lažje reševali celostno problematiko urbane osvetlitve. Ta tehnologija svetil naj bi imela velik potencial zaradi svojih tehničnih značilnosti, energetske učinkovitosti in njenega še vedno hitrega razvoja. Nove možnosti umestitve svetil LED in OLED v mestno arhitekturno strukturo oziroma grajeni del mesta ponujajo dodatno funkcionalnost in oblikujejo nove oblikovalske okvire.

Medtem ko se v mestni razsvetljavi delež svetil na podlagi tehnologije LED v zadnjih letih hitro povečuje, bo do začetka množičnejše uporabe svetil OLED v urbanem prostoru minilo še nekaj let.

Ob umeščanju nove tehnologije svetil v urbani prostor se odpirajo tudi številna vprašanja in problemi. Premalo premišljena umestitev brez upoštevanja raznovrstnih disciplin in na novo nastalih parametrov ne pomeni avtomatično tudi primernejše in prijetnejše, niti bolj varčne, trajnostno oziroma za ljudi in okolje sprejemljivejše osvetlitve.

Vprašanje, kako povečati pozitivne in zmanjšati morebitne negativne učinke LED- in OLED-svetil v urbanem prostoru, je ključno. Osnova za empirični del naše raziskave je vprašanje o tem, kako bi bodoča podoba nočnega urbanega prostora na podlagi umestitve polprevodniške tehnologije svetil lahko vplivala na uporabnike mest. S primerjalno analizo predvidene porabe električne energije predlaganih predlogov osvetlitve sočasno ugotavljamo smiselnost in upravičenost takšne umestitve.

LED- in OLED-svetila kljub podobni tehnološki osnovi ponujajo različne možnosti umestitve v grajeni prostor. Z različnimi koncepti osvetlitve skušamo pridobiti odgovore o najljubši izbiri načina umestitve svetil in posledično o izbiri preferenčne tehnologije. Ti rezultati bi omogočili lažjo določitev smernic za bodočo uporabo polprevodniških tehnologij svetil v urbanem prostoru.

1.2 Namen in cilji disertacije

Vprašanje, ali lahko bodoča umestitev LED- in OLED-svetil pozitivno vpliva na videz in oblikovanje urbanih okolij ter doživljanje mest ponoči je rdeča nit disertacije. Namen raziskave je tudi primerjalno opredeliti porabo električne energije predlaganih LED- in OLED-svetil. V raziskavi želimo opredeliti argumente za in proti glede takšne umestitve.

V teoretičnem delu doktorske disertacije so predstavljena fiziološka, tehnološka, sociološka, psihološka in urbanistična izhodišča o pomenu osvetlitve za ljudi, ki so bila podlaga pri oblikovanju teoretične sinteze. V metodološkem delu je predstavljen potek raziskave. Tu sta opredeljena tudi pristopa, na podlagi katerih so bili ustvarjeni idejni koncepti osvetlitve. V empiričnem delu raziskave želimo ugotoviti, kako predlogi konceptov bodoče osvetlitve na izbranih lokacijah mesta Ljubljane vplivajo na temeljne emocionalne reakcije in mnenje anketirancev. Raziskati želimo tudi njihovo stališče do konceptov v medsebojni primerjavi. Na koncu raziščemo razlike med predlaganima konceptoma še na podlagi analize z energetskega vidika.

Skladno s tem je bila oblikovana hipoteza doktorske disertacije:

- Bodoče možnosti uporabe LED- in OLED-svetil v splošni zunanji mestni osvetlitvi bi pozitivno vplivale na človekovo sprejemanje tako osvetljenega urbanega prostora.

Poleg preverjanja hipoteze nas zanimajo še odgovori na naslednja raziskovalna vprašanja:

- Je določen koncept osvetlitve na izbrani lokaciji bolj prijeten in pritegne večjo pozornost kot drugi?
- Je določen koncept osvetlitve na izbrani lokaciji anketiranim bolj všeč in se jim zdi varnejši, bolj pregleden in primernejši od drugega ter ali je to povezano z mestno lokacijo?
- Je izbira varnejšega in primernejšega koncepta odvisna od starosti anketiranih?
- Je izbira lepšega in primernejšega koncepta odvisna od stroke anketiranih?
- Je izbira prijetejšega in zanimivejšega koncepta povezana s starostjo in stroko anketiranih oseb?
- Ali lahko določimo povezavo med izbranimi kriteriji svetlobnih značilnosti posameznih konceptov in temeljnimi emocionalnimi reakcijami?
- Ali predstavitev konceptov in podrobnejši prikaz rešitev osvetlitve vplivata na oceno spremenljivk oziroma na izbiro preferenčnega koncepta?
- Je prijetejši oziroma privlačnejši koncept osvetlitve rešitev, ki bi porabila manj energije?

V odgovorih na raziskovalna vprašanja iščemo smernice za čimbolj smiselno bodočo umestitev LED- in OLED-svetil v urbani prostor ter želimo posledično opredeliti najprimernejšo smer razvoja te tehnologije svetil za uporabo pri zunanji mestni razsvetljavi.

Osrednji cilj doktorske disertacije je preveriti veljavnost omenjene hipoteze in odgovoriti na raziskovalna vprašanja. Poleg tega želimo z njo doseči še naslednje cilje:

- pri prehodu na nove tehnologije svetil celostno razmisliti o pomenu osvetlitve mesta in omenjeni prehod izkoristiti tudi za izboljšanje videza mesta;
- v teoretičnem delu naloge prikazati interdisciplinarno razsežnost obravnavane tematike;
- pokazati, da je javno mnenje tehten dejavnik pri predlogih umestitve bodočih svetil v mestni prostor ter da so rezultati takšne raziskave zelo pomembni za nadaljnjo obravnavo;
- pokazati, da je tematika osvetljevanja mest tudi v Sloveniji zelo aktualna in da je za uspešen nadaljnji razvoj potreben konstruktiven diskurz med predstavniki različnih disciplin;

- pokazati, da je pri urbani osvetlitvi nujno upoštevati potrebe uporabnikov različnih starostnih skupin, in se zavedati, da so te potrebe med seboj lahko precej različne;
- pokazati, da prehitri prehod na nove tehnologije, dokler v svojem vsestranskem razvoju ne dozori dovolj, ni trajnosten, v najslabšem primeru lahko prehitra umestitev napačno izbranih in umeščanih svetil privede celo do poslabšanja urbane osvetlitve;
- pokazati, da pod vplivom tržnih mehanizmov gnani tehnološki razvoj svetil ne bi smel narekovati smernic urbanega osvetljevanja, ampak bi moral razvoj svetil na podlagi polprevodniških tehnologij potekati skladno s številnimi ugotovitvami interdisciplinarnih raziskav, ki se tičejo urbanističnega oblikovanja osvetlitve;
- pokazati, da bi morale imeti celostno urbanistično oblikovanje osvetlitve prostor tudi v strategijah prostorskega razvoja slovenskih mest;
- izsledki raziskave naj bodo tudi eno od izhodišč za nadaljnje študije o inovativni in smotni uporabi novih tehnologij svetil v urbanem prostoru.

1.3 Pričakovani rezultati

Bistveni rezultati, ki jih pričakujemo od disertacije, so:

- pregledna predstavitev interdisciplinarnih vidikov urbanega osvetljevanja;
- prikaz prednosti in pomanjkljivosti SSL;
- analiza in ocena stanja trenutne osvetlitve izbranih lokacij;
- izdelava in prikaz bodočih konceptov osvetlitve na podlagi SSL;
- statistični prikaz mnenj in ocen občutenj prebivalcev, obiskovalcev ter strokovnjakov o predlaganih bodočih konceptih kot rezultat javnomnenjske raziskave;
- izdelava tridimenzionalnih prikazov obravnavanih predelov mesta, ki jih lahko pri svojem delu uporabijo strokovnjaki s področja osvetljevanja;
- rezultati analize predvidene porabe električne energije različnih predlogov osvetlitev;
- podane smernice za primeren nadaljnji razvoj tehnologije za uporabo v urbanem prostoru;
- ovrednotenje predlagane metodologije kot zadovoljivega modela za namen takšne raziskave.

1.4 Teoretične osnove in raziskovalne metode

V širokem naboru interdisciplinarnih področij, ki se tičejo zunanje razsvetljave, opredelimo teoretična izhodišča. Ta so osnova za empirični del raziskave. Raziskava vključuje tako kvalitativne kot kvantitativne metode. V empiričnem delu naredimo analizo stanja sedanje osvetlitve na izbranih lokacijah Ljubljane, opredelimo bodoča koncepta in izvedemo anketo.

Z anketo raziskujemo mnenja in temeljne emocionalne reakcije anketirancev o predlogih osvetlitve. Poleg anketirancev, ki so reševali anketo po spletu, izvedemo tudi anketo pred študenti prostorskega planiranja. Njim podrobneje razložimo ozadje predlaganih konceptov in natančneje predstavimo predlagane rešitve. Rezultate kvantitativno ovrednotimo z različnimi statističnimi metodami.

Problematiko okoljsko-energetske ustreznosti in smiselnosti takšne osvetlitve obravnavamo z analizo predvidene porabe električne energije.

1.5 Znanstveni prispevek disertacije

Raziskav fizioloških, fotobioloških in medicinskih vplivov svetlobe je bilo že veliko. V zadnjem času se vanje vključujejo tudi LED-svetila (npr. Boyce, 2009). Poudarek sodobnih razprav o LED-virih svetlobe je bil do nedavnega na tehnično-razvojnih in funkcionalnih vprašanjih ter vprašanjih investicije.

Raziskav, ki bi se ukvarjale s podobo bodoče nočne podobe mest, spremenjene zaradi umestitve novih tehnologij svetil, je bistveno manj. Razprave o novih možnostih uporabe OLED-svetil za arhitekturne namene je sicer precej, vendar predlogi bodočih svetlobnih konceptov še niso bili raziskani tako, kot so v pričujoči raziskavi.

Raziskava ni novost samo v slovenskem prostoru, temveč tudi v svetu. Raziskave osvetlitve prostorov s slikovnimi stimulansi oziroma fotografijami se izvajajo tudi v novejšem času. Taki sta na primer raziskavi, ki sta ju izdelala Casciani (2012) in Ünver (2009). Vendar ti dve raziskujeta obstoječe stanje in nista vezani na bodoče možnosti osvetlitve, ki bi jih lahko omogočila LED- in OLED-tehnologija svetil.

Disertacijo razumemo kot prispevek k razvoju bodočih strategij osvetlitve, temelječih na LED- in OLED-svetilih.

1.6 Organizacija dela

Doktorska disertacija je sestavljena iz osmih delov. Njena zasnova sledi zastavljenim ciljem oziroma potrjevanju delovnih hipotez in iskanju odgovorov na raziskovalna vprašanja. V uvodu so opredeljeni namen in cilji disertacije. Sledi poglavje, kjer so predstavljena osnovna teoretična izhodišča.

Teoretični del je razdeljen na osem podpoglavij, v katerih so podane teoretske osnove izbranih interdisciplinarnih tematik.

Začnemo s splošnejšo obravnavo pomena svetlobe za ljudi in nadaljujemo z različnimi vlogami osvetlitve v urbanem prostoru. Posebno podpoglavje, ki sledi, je namenjeno obravnavi psiholoških dejavnikov pri osvetljevanju, ki jih raziskuje okoljska psihologija. Predstavimo teorijo temeljnih emocionalnih stanj in zaznavanja afektivne kakovosti, katere okvir služi za oblikovanje raziskovalnega modela pri empirični analizi javnega mnenja.

Opredelimo pomen poznavanja urbanističnega oblikovanja in njegovih teorij pri prenosu na proces oblikovanja osvetlitve. S pomočjo urbanistične literature, ki proučuje vizualno-čutno zaznavanje podob sodobnih urbanih okolij, želimo predstaviti vidike urbane oblike, katere prenos v nočno podobo mest je redkeje obravnavan. V nadaljevanju je predstavljen koncept celostne osvetlitve mest. V tem delu je obdelano tudi vprašanje trajnosti, ki spremlja celotno raziskavo. V sedmem podpoglavju na kratko opišemo delovanje človeškega vida. Zadnji del teoretičnega dela je namenjen predstavitvi tehnoloških osnov svetil na podlagi polprevodniške tehnologije. To pomeni uvod v nove možnosti uporabe oziroma njihove umestitve v urbano strukturo.

V tretjem poglavju disertacije podamo sintezo izbranih interdisciplinarnih izhodišč. Tu opišemo predloge uporabe novih tehnologij svetil v urbanem prostoru za izboljšanje funkcionalnosti in podobe mesta. V tem poglavju obravnavamo zahteve določenih členov slovenske Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja in omenimo varovalne zahteve Zakona o varstvu kulturne dediščine za nekatere stavbe, ki so v območjih, obravnavanih v disertaciji.

Sledi metodološki del, kjer so predstavljene tako kvalitativne kot kvantitativne metode dela. V tem poglavju opredelimo spremenljivke za izvedbo raziskave. V disertaciji je glavni del javnomnenjska raziskava, ki ji na koncu sledi še analiza predvidene porabe električne energije predlaganih konceptov.

Empirični del disertacije je sestavljen iz treh sklopov. Prvi je v petem poglavju namenjen analizi izbranih lokacij mesta Ljubljane, kjer so podani razlogi za izbiro specifičnih lokacij mesta in njihov

pomen v urbanem kontekstu. Ob tem so bile narejene dnevne in nočne fotografije izbranih lokacij mesta.

V drugem delu empirične raziskave so v šestem poglavju na podlagi sinteze interdisciplinarnih izhodišč izoblikovani bodoči koncepti osvetlitve. Dva konceptualno različna vidika bodoče osvetlitve sta implementirana na petih različnih izbranih lokacijah mesta Ljubljane. Tu so podrobno razloženi načini umestitve, izbor in nove možnosti uporabe LED- in OLED-svetil.

Sedmo poglavje je namenjeno izsledkom raziskav in prikazuje statistične rezultate javnomnenjske raziskave ter razloži njihov pomen. Na koncu so predstavljeni krajši izsledki analize energetske upravičenosti predlaganih konceptov osvetlitve. V tem poglavju hkrati odgovorimo na zastavljena raziskovalna vprašanja ter preverimo veljavnost glavne hipoteze.

V sklepnem poglavju povzamemo pridobljene rezultate. Poleg tega v njem podamo oceno ustreznosti uporabljenega pristopa in metod ter opredelimo njihove prednosti in pomanjkljivosti. Hkrati ocenjujemo primernost trenutnega stanja urbane osvetlitve in podamo smernice za nove možnosti implementacije polprevodniških tehnologij svetil v urbani prostor. Na koncu poudarimo pomen rezultatov in predstavimo možnosti za nadaljnje raziskave.

2 TEORETSKA IZHODIŠČA DOKTORSKE DISERTACIJE

2.1 Opredelitev obravnavanih terminov

Svetlobnotehniški izrazi v slovenščini so opredeljeni v Svetlobnotehniškem slovarju (Antončič et al., 1998), pri določenih terminih prostorsko-načrtovalske stroke pa še vedno prihaja do dvomnosti (Turk, 2005). Pri zadnjih ne gre le za vprašanje slovenskih prevodov in terminološke neenotnosti (Grabar, 2010), temveč predvsem za široko interdisciplinarnost vede, kjer se dostikrat že osnovne definicije terminov precej razlikujejo. V svetlobnotehniškem izrazoslovju je ključna tudi problematika hitrega tehnološkega razvoja, ki prinaša popolnoma nove izraze in besedne zveze.

Tema disertacije združuje obe področji, kar pomeni, da pri določenem izrazoslovju še vedno lahko prihaja do neenotnosti. Vendar se bomo skušali čim bolj držati skladnosti novejših literature (Turk, 2005) in v dvomljivih primerih problem določenega termina tudi omenili.

Opredelitve urbanističnih terminov so v tuji literaturi različne. Urbanistični terminološki slovar (Železnikar, 1975) poimenuje urbanistično načrtovanje (ang. *city planning, town planning*) kot načrtovanje in oblikovanje razvoja urbanih aglomeracij, mest in naselij, kjer se poleg inženirsko-tehničnih vidikov enakovredno upoštevajo tudi gospodarske, socialne, okoljevarstvene, pravne, umetniške in druge komponente. Urbanistično oblikovanje (ang. *urban design*) poimenuje kot del procesa prostorskega (urbanističnega) načrtovanja, ki se ukvarja z arhitekturno kompozicijo stavb in prostorov in ki je osrednja in najbolj kompleksna komponenta urbanizma, tj. sinteza funkcije, strukture in oblike.

V literaturi se čedalje pogosteje omenja urbanistično oblikovanje za blagor ljudi. Carmona (2003) pri tem opredeljuje štiri glavne prvine. Prva poudarja, da je urbanistično oblikovanje namenjeno ljudem in njih tudi obravnava, druga pa govori o vrednosti in pomenu "krajev". Tretja je osredinjena na razpoznavo dejstva, da se urbanistično oblikovanje udejanja v resničnem svetu, kjer so območja priložnosti vezana na ekonomske in politične sile. Kot zadnjo prvino omenja pomen urbanističnega oblikovanja kot procesa, pri čemer naj bi bila ideja urbanističnega oblikovanja o ustvarjanju boljših krajev usmerjevalna diskusija o tem, kakšno naj bi to oblikovanje bilo, in ne toliko, kakšno v določenem času to pravzaprav je.

Mušič v svojem predgovoru k Lynchevi knjigi (2010) omenja, da se zdi sintagma *urbanistično oblikovanje* celo pretrda in bi jo bilo bolje zamenjati z mehkejšo sintagmo *mestno oblikovanje*. To je predvsem posledica ugotovitve v 50. in 60. letih dvajsetega stoletja, da modernistični sen o vseobsežnem načrtovanju ni več mogoč. Pri tem bistvo ostane in pomeni obravnavanje celovitosti

mesta in soodvisnosti delov tudi takrat, ko obravnavamo posamezne fragmente (Lynch, 2010, cit. po Mušič).

Ko obravnavane termine združimo s pojmom osvetlitve, pridemo do osrednjega termina v disertaciji, urbanističnega oblikovanja osvetlitve (angl. *urban lighting design*). Po statutu nekdanje evropske organizacije poklicnih oblikovalcev osvetlitve, Professional Lighting Designer's Association (PLDA), je oblikovanje osvetlitve (angl. *lighting design*) neodvisna dejavnost, katere glavni cilj je oblikovanje osvetlitve za grajeno človeško okolje. Združuje umetnost in znanstvenost oblikovanja dnevne in električne osvetlitve kot podporo pri ustvarjanju visokokakovostnih življenjskih in delovnih okolij za ljudi. Njen skupni namen je podpiranje in pospeševanje boljšega razumevanja in prepoznave ključne vloge svetlobe in pomena osvetlitve v grajenem okolju.

V disertaciji bomo uporabljali pojem urbanistično oblikovanje osvetlitve kot disciplino, ki ne združuje le obravnave funkcije, strukture in oblike pri načrtovanju zunanje osvetlitve, temveč tudi obravnavo socioloških, fizioloških in psiholoških dejavnikov ljudi ter obravnavo okoljskih vidikov osvetlitve.

Pogosto se srečujemo tudi z izrazom urbanistično načrtovanje osvetlitve (nem. *Stadtlicht – Planung; Urbane Lichtplanung*), ki bi ga lahko sicer sprva po analogiji z urbanističnim načrtovanjem na podoben način definirali kot širši pojem urbanističnega oblikovanja osvetlitve, vendar pa v tem primeru ni tako. Gre predvsem za to, da se v angleško govorečem prostoru večkrat uporablja izraz *urban lighting design*, v nemško govorečem pa *urbane Lichtplanung*, a gre tako rekoč za isto stvar. Znotraj omenjenega lahko prihaja do razlik v definiciji oziroma v razsežnosti obravnavanih tematik.

Izraz urbanistično načrtovanje osvetlitve se precej redko uporablja v slovenskem strokovnem prostoru. Razlog tiči verjetno v tem, da v slovenskem prostoru urbanističnega oblikovanja osvetlitve oziroma urbanističnega načrtovanja osvetlitve uradno še vedno ni mogoče zaslediti kot samostojno disciplino. Zato tudi v razvojnih načrtih mest ni vključeno oziroma je v njih omenjeno le redko. Načrtovanje osvetlitve namreč pri nas povečini velja za zgolj tehnično-inženirski problem, javna razsvetljava pa se po navadi še vedno načrtuje ločeno od širših urbanističnih projektov.

Izraze, kot so *urban lighting masterplan*, *urban lighting concept* in *plan lumiere*, bomo podrobneje omenili v nadaljnjih poglavjih. Ti so bili na novo skovani v zadnjih nekaj desetletjih v razpravah o prihodnosti mest. Danes, ko se razvijajo tudi praktični svetlobno-načrtovalski procesi, se sočasno razvijajo tudi definicije omenjenih terminov.

Na tem mestu omenimo še izbiro naslova disertacije. Med pisanjem disertacije smo ugotovili, da bi ji pravzaprav bolj ustrezal bolj specifičen naslov: *Nove možnosti uporabe LED- in OLED-svetil v urbanističnem oblikovanju osvetlitve ter njihov vpliv na podobo urbanih prostorov*.

Prvotno izbiro naslova, ki opredeljuje LED- in OLED-svetila v urbanističnem oblikovanju in ne specifično v urbanističnem oblikovanju osvetlitve, lahko utemeljimo s tem, da gre za uporabo svetil v urbanističnem oblikovanju in njihovo umestitev v urbani prostor. Po tej razlagi je oblikovanje osvetlitve tu že vključeno. Pripomnimo, da gre predvsem za nočni pogled na urbanistično oblikovanje. Drugi del prvotno predlaganega naslova, ki govori o vplivih svetil na urbane elemente bivalnega okolja, se je pokazal za bolj dvomljivega. Gre za urbani prostor, ki se zdi tu bolj smiseln kot izraz urbani elementi bivalnega okolja. Z urbani elementi se lahko namreč srečujemo tudi na podeželju, v disertaciji pa je obravnavano mestno okolje. Prav tako bi bilo ustrezneje govoriti le o podobi urbanih prostorov, na kateri je v disertaciji poudarek.

Slovar slovenskega knjižnega jezika (Bajec, 1994) besedo *element* definira kot sorazmerno samostojen del celote, prvino oziroma sestavni del. Urbani elementi torej pomenijo sestavine mestnega okolja. Obravnava se ne omeji na raziskovanje vpliva svetil LED in OLED na grajene elemente, kot bi se lahko sklepalo iz naslova, temveč gre predvsem za raziskavo človekovega doživljanja tako spremenjenega okolja.

Omenimo še opredelitev hierarhije pojmov okolja, prostora in kraja. Turk v svoji diplomski nalogi (2005) opiše, da okolje Zakon o varstvu okolja (2002) definira kot tisti del narave, v katerega seže ali bi lahko segel vpliv človekovega delovanja. Po Zakonu o urejanju prostora (2002) je pojem prostor sestav fizičnih struktur na zemeljskem površju, nad njim in pod njim, do koder sežejo neposredni vplivi človekovih dejavnosti. V tem primeru je prostor utemeljen kot ožji del okolja, to pa kot ožji del narave.

Joels (2006, cit. po Schulz, 1971) v svoji magistrski nalogi definira pojem kraja kot osnovni element eksistencialnega prostora, ki je globoko povezan s človeško prisvojitvijo. Pri razlagi oblikovanja osvetlitve označuje, da če naj bi le-to pripomoglo k pretvorbi določenih "prostorov" v "kraje", mora biti to potem namenjeno izpolnjevanju zahtev in želja lokalnih skupnosti nasproti javnemu prostoru. To je mogoče le skozi razumevanje socialne strukture in kulturne identitete. Gre za koncept kraja, ki je povezan tako z vizualno kot s funkcionalno rabo svetil v urbani namestitvi. Medtem ko je prostor le dimenzijska kategorija, je kraj socialna kategorija.

2.2 Svetloba in človek

2.2.1 Kaj je svetloba

Vprašanje, kaj je svetloba, je temeljna spodbuda vseh raziskav s področja svetlobe in človeka spremlja, odkar je postal razmišljajoče bitje. Grški misleci in filozofi so se že pred več kot 2000 leti ukvarjali z omenjenim vprašanjem. Veliko njihove miselnosti je zdržalo do srednjega veka, v določeni meri pa je uporabna še danes. Do današnjega dne, ko v znanosti še vedno prihaja do zanimivih novih odkritij o svetlobi predvsem na področju kvantne fizike, so se ves čas prepletali znanost, filozofija, religioznost, mitologija in spiritualizem (Zajonc, 1995).

Svetloba je popolnoma človeško občutenje, podobno kot so zvok, okus, vonj in toplota. Nekaj je potrebno, da prebudi naše čute. Pri svetlobi je to elektromagnetno valovanje, ki pade na mrežnico očesa. Svetlobo lahko razumemo kot kombinacijo sevanja in našega odziva nanj (Pritchard, 1995).

2.2.1 Vidni in cirkadialni sistem

Brez svetlobe človeški vidni sistem ne more delovati. Z absorbirano elektromagnetno energijo, ki jo imenujemo svetloba, tako zavestno kot podzavestno vrednotimo sporočila, ki nam jih ta narekuje o svetu okoli nas (Bean, 2004). Podatke, ki jih sprejemamo, nato primerjamo s prej prejetimi informacijami. V vsakem razvitem človeškem bitju je veliko referenčnih podatkov, ki jih naši čuti uporabljajo pri vrednotenju sedanjosti. Velik del teh podatkov so človeške izkušnje in zavedanje preteklosti. Ker je naš vid eden primarnih čutov, je veliko referenčnih podatkov shranjenih v obliki vidnih slik, ki so povezane z našimi čustvenimi reakcijami nanje.

Svetloba ne vpliva le na človekov vidni sistem, temveč vpliva na ljudi tudi biološko. V večini organizmov so prisotni biološki ritmi, ki zagotavljajo prilagajanje na nenehno spreminjajoče se okolje. Od vseh bioloških ritmov so najbolj raziskani cirkadialni ritmi, ki imajo periodo dolgo približno en dan in imajo velik vpliv na življenje skoraj vseh živih organizmov (Španinger, 2007). Fiziologija, ki kontrolira cirkadialne ritme, se imenuje cirkadialni sistem. Elektromagnetno valovanje, ki vstopa v človeško oko, vpliva tudi na spremembe v fazi in amplitudi sistema, ki sinhronizira cirkadialne ritme v ljudeh. Vloga cirkadialnega sistema je vpeljati notranje poustvarjanje zunanega dneva in noči. Ta reprodukcija pa ni zgolj pasivni odgovor na zunanje razmere, temveč ima tudi napovedovalno vlogo za zunanje značilnosti, ki prihajajo (Boyce, 2003). Cikel svetlobe in teme je ena najmočnejših zunanjih spodbud uravnavanja cirkadialnega sistema.

Medtem ko raziskovanje delovanja človeškega vidnega sistema poteka že dolgo, biološke učinke svetlobe intenzivneje raziskujejo šele zadnjih petdeset let. Odzivi vidnega in cirkadialnega sistema znotraj različnih značilnosti svetlobe razkrivajo temeljne razlike v delovanju omenjenih sistemov. V primerjavi z vidnim sistemom je človeški cirkadialni sistem bistveno manj občutljiv na svetlobo. Da lahko pri tem zaznamo merljiv odziv, morata biti jakost svetlobnega toka in izpostavljenost le-temu nekaj magnitud večja kot pri vidnem sistemu (Rea et al., 2002, McIntyre et al., 1989, cit po. Rea et al., 2010).

Ni več dvoma, da spektralna porazdelitev vira svetlobe vpliva na tvorbo melatonina in s tem najverjetneje tudi na druge vidike cirkadialnega sistema (Brainard et al., 2001; Thapan et al., 2001). Precej raziskav in študij je že dolgo predvidevalo obstoj tretje vrste receptorjev v človeškem očesu (poleg paličnic in čepnic). Leta 2007 je Zaidi skupaj s sodelavci dokazal obstoj teh fotoreceptivnih retinskih ganglionskih celic (okrajšano *pRGCs*) v človeškem očesu in ugotovil, da imajo tudi vidno funkcijo, občutljive pa so predvsem na svetlobo v modrem delu "vidnega" spektra.

Na tem področju je treba izvesti še veliko raziskav, še zlasti kar se tiče zunanje osvetlitve. Naše razumevanje tako vidnih kot drugih vplivov svetlobe ostaja nepopolno. Kljub dokazom o vplivih svetlobnih virov z določeno spektralno porazdelitvijo na stimulacijo človeškega cirkadialnega sistema v simulacijah praktičnih scenarijev zunanje osvetlitve (Rea et al., 2010) še ni dokazano, da bi tipsko izpostavljanje zunanji osvetlitvi neposredno negativno vplivalo na zdravje ljudi.

Raziskava bioloških vplivov polprevodniških virov svetlobe ni predmet disertacije. Vsekakor pa je izjemno pomembno, da se kakršnikoli vplivi, ki bi jih lahko imelo umeščanje takšnih svetil v urbani prostor, raziskujejo in upoštevajo sočasno. Pred implementacijo le-teh v urbani prostor je nujno imeti dobro znanje, razumevanje in zavedanje o vidnih in bioloških vplivih svetlobe na ljudi in na vsa druga živa bitja.

2.2.3 Človekovo vidno zaznavanje

Narboni (2004) definira vidno zaznavanje kot kompleksen proces, ki je odvisen od številnih pojavov: fizičnega (formacija slike na mrežnici), fiziološkega (prenos slike v možgane s kodirnimi signali) ter psiho-fiziološkega (pretvorbe omenjenih signalov v vidno zaznavanje). Vidno zaznavanje je skupek vseh informacij svetilnega izvora, ki prispejo do naših možganov. Značilnosti vidnega zaznavanja so:

- vidna ostrina, ki nam dovoljuje, da razlikujemo detajle predmetov glede na njihovo osvetljenost, kontrast, in je odvisna od naše starosti,

- zmožnost prilagajanja slike na mrežnici, ki s starostjo slabi,
- različna občutljivost na kontraste, ki dovoljuje razumevanje oblike predmetov glede na ozadje,
- hitrost zaznavanja, ki je določena z meritvijo časa opazovanja, potrebnega za določitev detajlov v razmerju s svetlobo in kontrasti.

Vidno zaznavanje deluje v povezavi z vsemi drugimi čuti in je za ljudi dominanten čut. Narboni (2004) omenja tudi evolucijo človeškega zaznavanja. Človeški način zaznavanja se spreminja s časom. Isti prostor človeku danes ne navdihuje enakih mediacij in ne spodbuja enakih tipov kontemplacije, kot jih je pred stoletji (Corbin, 2001, cit. po Narboni, 2004). Ta evolucija ljudi zavezuje, da spremenijo in prilagodijo svoj način predstave.

2.2.4 Umetna osvetlitev

Najbolj razpoložljiv naravni vir svetlobe je Sonce, katerega energija tudi v "obliki" svetlobe tako neposredno kot posredno (podnevi npr. kot sipanje sončne svetlobe v atmosferi, ponoči pa kot odboj le-te od zemeljske lune), omogoča življenje na našem planetu. Prvinska značilnost naravne svetlobe je njena spremenljivost (Boyce, 2003). Naravna svetloba se spreminja v jakosti, spektralnih značilnostih in trajanju glede na različne vremenske razmere, različen čas dneva in leta ter glede na zemljepisno širino.

Kot umetno osvetlitev definiramo osvetlitev bivalnega oz. življenjskega prostora s pomočjo uporabe virov svetlobe, ki jih je uporabil človek. Ta se je začela z uporabo oljnih svetilk in sveč.

Osvetlitev človekovega bivalnega okolja s pomočjo umetnih virov svetlobe je globoko vplivala na človeško družbo. Resničen socialni napredek v zgodovini umetne osvetlitve je bil v večjem obsegu dosežen približno pred 200 leti (z nekaj izjemami že prej) z uvedbo cestne razsvetljave, ki na začetku ni bila stalna (Brandt, 2007). Edinstven sociopolitični pregled pomena umetne osvetlitve je predstavil Dermatas v svoji magistrski nalogi (2007), v kateri postavlja v ospredje vpliv umetne osvetlitve na splošno družbeno populacijo skozi njeno zgodovino. Zastavlja si tudi vprašanje o sodobni družbi, ki jemlje umetno osvetlitev za nekaj samoumevnega, medtem ko del svetovnega prebivalstva še vedno živi brez električne osvetlitve.

2.3 Osvetlitev mesta

2.3.1 Mesta ponoči in njihova razsvetljava

Osvetlitev mest in odprtih prostorov ponoči ima dolgo zgodovino. Od začetka 20. stoletja naprej, ponekod tudi prej (v Londonu od leta 1880; v Škofji Loki od leta 1894 naprej (Podnar, 1994)), je stalna električna razsvetljava tista, ki je bistveno spremenila pomen noči v naših mestih. Dnevno življenje se je z njeno pomočjo podaljšalo v nastajajoče nočno življenje.

Privlačnost odprtega prostora se ne konča tedaj, ko se stemni. Ne samo v toplejših evropskih državah, temveč tudi drugod po stari celini in v drugih delih sveta se ob večerih čedalje bolj uporabljajo mestni prostori za številne urbano-socialne, kulturne, športne in zabavne aktivnosti, za katere so ljudje podnevi zaradi dela prikrajšani (Schmidt, 2006). Spremenila se je mentaliteta, pri kateri je uporaba odprtih urbanih prostorov do poznih nočnih ur postala nekaj vsakdanjega (Eastham, 2010). Vzroki so podaljšan obratovalni čas trgovin, splošna razširitev komercialne uporabe odprtih prostorov in čedalje večje zahteve po prostočasnih dejavnostih. Z omogočanjem teh zvečer in ponoči, varno uporabo urbanega prostora in s previdno izbiro zgodovinskih, kulturnih in arhitekturnih elementov, ki pomenijo neko socialno vrednost, lahko postanejo mesta za uporabnike privlačnejša in prijetnejša (Schmidt, 2006).

Liljefors (1999) poudarja, da se zunanji prostor vedno nanaša na odprto temno nebo. Nobena umetna svetloba ne more "pregnati" noči, zato mora zunanja osvetlitev vedno "sodelovati" s temo. Noč ni nič manj naravna, kot je naraven dan, nočni prostor pa ima svojo lepoto, ki je bistveno drugačna od tiste podnevi.

Do nedavnega so bili v ospredju predvsem tehnično-funkcionalni vidiki urbane osvetlitve, od prometne do subjektivne varnosti, vprašanja o energijsko varčni osvetlitvi in vidiki preprečevanja kriminala (Schmidt, 2006). V teh načelih se način osvetlitve po navadi ni bistveno razlikoval. Urbana razsvetljava je ob koncu dvajsetega stoletja v osnovi pomenila "funkcionalno" za namen vidljivosti in varnosti in "dekorativno" razsvetljava za ustvarjanje primerne videza mesta, podobno kot na začetku dvajsetega stoletja (Brandi, 2007).

Sodobno urbanistično oblikovanje osvetlitve se srečuje s številnimi izzivi. Oblikovanje urbane osvetlitve se v svojem dekorativnem delu od zgolj "lepšanja stavb" čedalje bolj pomika k ustvarjanju urbanih shem za blagor ljudi (Molony, 2010). Tudi pristop k projektom oblikovanja zunanje urbane osvetlitve se spreminja. Svetlobni učinki, ki bi bili sami sebi namen, izgubljajo na pomenu. Pomembna postaja njihova vloga v celostnem kontekstu in hkrati z njimi vprašanje trajnosti in inovativnih rešitev.

Ustvariti zanimivo, inovativno, kraju specifično in kulturnemu kontekstu primerno osvetljeno urbano okolje, ki bo povrhu vsega še ekonomsko upravičeno in bo mestu dalo tudi nočno razpoznavnost, še zdaleč ni lahko. Tudi zato splošnejši izraz "dekorativna razsvetljava" ni več najbolj primeren termin, ker pretirano določa zgolj t. i. "okraševalno" naravo razsvetljave. Omenjeni termin bomo v raziskavi zatorej uporabljali zgolj za kratkotrajno razsvetljavo, namenjeno na primer novoletni okrasitvi mesta.

Zelo pomembna je problematika svetlobnega onesnaženja. Ta obravnava problem uhajanja odvečnega svetlobnega toka v nebo in okolico, problem splošne preosvetljenosti urbanih prostorov ponoči, bleščanje in vprašanje uporabe najoptimalnejših svetlobnih virov. Urbana okolja ponoči za večino prebivalcev pomenijo čas počitka, zato je premišljena uporaba osvetlitve ključnega pomena. Poleg nenehno razvijajočih se tehničnih rešitev samih svetil, ki nam lahko omogočijo boljše usmerjanje svetlobe, zmanjšanje bleščanja in lažje zadostitve določenim zakonskim zahtevam, na izboljšanje vpliva tudi ustrezen konceptualni pristop k osvetlitvi. Urbana osvetlitev bi morala upoštevati tudi izsledke raziskav, ki se tičejo vpliva svetlobe na druga živa bitja. Neposredno in posredno sevanje svetlobe proti nebu moti življenje ali selitev ptic, netopirjev, žuželk in drugih živali. Zunanja razsvetljava prav tako moti profesionalno ali amatersko astronomsko opazovanje.

Precejšen del zunanje razsvetljave pripada prometni signalizaciji. To štejemo k "prometni razsvetljavi", ki pa ima v nasprotju s cestno za namen vidnosti in varnosti v prometu pomen tudi podnevi. Samostojna obravnava prometne signalizacije ni predmet raziskave, a jo na določenih mestih omenjamo, ker ima pri njej uporaba polprevodniških svetil velik potencial. Na tem področju vidimo veliko priložnost, ki se zna v bližnji prihodnosti pokazati za eno ključnih. Gre predvsem za vzpostavitev novih interaktivnih možnosti osvetlitve, prepletanje namembnosti in možnost integracije svetil LED in OLED za potrebe urejanja prometa v arhitekturni okvir mesta.

2.3.2 Pomen vlog urbane razsvetljave in njihovo medsebojno prepletanje

Splošna naloga umetne osvetlitve je, da služi potrebam ljudi. Osvetlitev vpliva na naša čustva, dejanja, zaznavo in zdravje (Rea, 2000). Glavna človeška potreba po osvetlitvi je vidljivost. To je zaznavanje in organizacija svetlobnih vzorcev, ki nam omogočajo analizirati in ovrednotiti okolje, v katerem živimo. Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) deli človeške potrebe po razsvetljavi poleg vidljivosti še na šest drugih področij (slika 2.1):

- zmožnost opravljanja nalog,
- vidno udobje,
- socialno komunikacijo,
- razpoloženje in vzdušje,
- zdravje, varnost in dobro počutje,
- estetsko vrednotenje.



Slika 2.1: Delitev človeških potreb po osvetlitvi (Vir: Rea, 2000)

Figure 2.1: Human needs served by lighting (Source: Rea, 2000)

Vidljivost je pomemben pogoj za kakovostno osvetlitev, a so ji dolgo dajali prevelik poudarek, pred vsemi drugimi potrebami. Zmožnost dobrega opravljanja nalog IESNA ne enači z vidljivostjo, ker na prvo vplivajo tudi nevizualni dejavniki. K razpoloženju in vzdušju se štejejo preference, zadovoljstvo, sprostitvev in stimulacija. Na vse to vpliva osvetlitev. Vidno udobje je bistvena človeška potreba, ki vpliva na naše delovanje, zdravje, varnost in dobro počutje. Estetsko vrednotenje se po tem načinu razčlenitve razlikuje od čustvenih odzivov; omenjajo se štiri dimenzije, po katerih se ocenjuje estetski vidik: jasnost, čitljivost, skrivnostnost in kompleksnost. Zdravje, varnost in dobro počutje so pomembne potrebe in so morda pri tej delitvi neupravičeno združene v eno. Potreba po socialni komunikaciji, ki velikokrat poteka v neverbalni obliki, pa je lahko omogočena le, če osvetlitev omogoča na primer zadovoljivo prepoznavanje obrazov. Na splošno vzorci teme in svetlobe učinkujejo tako na našo zaznavo sveta kot na naše čustvene in psihološke odzive in so bistveni pri pridobivanju informacij o fizičnem svetu.

Po Schmidtu (2006) zunanjo nočno urbano razsvetljavo razčlenimo na štiri glavne vloge, ki jih ta ima v urbanem prostoru:

- omogočanje vidljivosti za varnost v cestnem in peš prometu,
- preprečevanje kriminalnih dejanj,
- socialna vloga urbane razsvetljave,
- vloga osvetlitve pri podobi in trženju mesta.

V okviru teh so pomembne tudi naslednje vloge:

- omogočanje občutka varnosti,
- omogočanje orientacije v mestnem prostoru,
- komunikacija in sporočanje,
- vloga svetlobe za oživljanje mest v nočnem času,
- pomoč pri poudarjanju in oblikovanju identitete mesta,
- poudarjanje kulture in zgodovine mesta – turizem,
- lepota nočne podobe mesta,
- vpliv na vzdušje in počutje.

Omenjene vloge se medsebojno prepletajo in niso vedno ostro določene. Pogosto je težko določiti tudi njihovo medsebojno hierarhijo.

2.3.3 Vloga urbane osvetlitve pri preprečevanju kriminalnih dejanj

Preprečevanje kriminala je prva vloga, ki jo je imela mestna razsvetljava v svoji zgodovini (Schmidt, 2006). Osvetlitev za potrebe prometa je nastala pozneje. Po splošni uvedbi električne razsvetljave v mestih se je na osvetlitev kot dejavnik pri preprečevanju kriminala za nekaj časa pozabilo, pozornost pa se je obrnila na osvetlitev za pomen prometa (Boyce, 2003). Razprava se je znova začela v 60. letih dvajsetega stoletja, ko so se ZDA soočale s precejšnjo rastjo kriminalitete. Številne raziskave sprva niso dale znatnih dokazov o tem, da bi zunanja osvetlitev preprečevala kriminalna dejanja. Izboljšal se je le občutek varnosti pri anketiranih osebah (Tien et al., 1979, cit. po Boyce, 2003).

Nadaljnje študije so kazale na težavo pri pridobivanju objektivnih nedvoumnih dokazov učinkov urbane osvetlitve na stopnjo kriminala. Pri študijah, kjer so bila za obravnavo vzeta bolj lokalizirana območja in ne več tako velike površine (Painter, 1988, cit. po Boyce, 2003), so rezultati pokazali

znatno zmanjšanje dejanskega kriminala in izboljšanje subjektivnega občutka varnosti. Sledile so številne študije z mešanimi rezultati. Vse kaže na to, da ni preproste povezave med svetlobnimi pogoji in razširjenostjo kriminala.

Zaradi višje stopnje osvetljenosti se izboljša razpoznavanje detajlov in skrajša človekov reakcijski čas (Schmidt, 2006). Prav tako razpoznavanje barv postane mogoče šele pri določeni stopnji osvetljenosti. Raven osvetljenosti ni edini pomemben kriterij. Pomembno vlogo imajo tudi bleščanje, enakomernost osvetlitve, barva svetlobe in namestitve svetil (Boyce, 2003).

Osvetlitev nima neposrednega vpliva na stopnjo kriminala, vendar vpliva nanj indirektno (Boyce, 2003). Omogoča boljši nadzor urbanega prostora tako s strani prebivalcev kot s strani policije. Če prestopniki tak nadzor občutijo kot tveganje za zmanjšanje možnosti izvršitve kriminalnega dejanja, potem se bo stopnja kriminala najverjetneje znižala. Če povečanje nadzora za prestopnika ni pomembno, potem tudi boljša osvetlitev ne bo učinkovita. Drugi mehanizem, s katerim investicija v boljšo razsvetljavo lahko učinkuje na stopnjo kriminala, pa je povečanje zaupanja skupnosti in s tem zvišanje stopnje neformalnega socialnega nadzora, kot to opisuje tudi Jacobs (1961). Izboljšana vidljivost v nočnem času ta nadzor okrepi. Na območjih, kjer je manj potencialnih žrtev, je tako tudi manj kriminala. Res pa je, da na to vplivajo tudi številni drugi dejavniki in ne le osvetlitev (Boyce, 2003).

2.3.4 Pomen cestne razsvetljave

Osvetlitev cestnih površin je namenjena temu, da lahko objekte, ki se gibljejo oziroma so na njih, vidimo dovolj kontrastno. Osvetlitev cest je nastala kot protiutež prometnim nesrečam, v katerih so bili udeleženi predvsem pešci (Boyce, 2003). Standardi in priporočila za osvetlitev cest, enakomernost osvetlitve in stopnje bleščanja so zelo dobro opredeljeni in definirani za različne hitrosti in gostoto prometa. Priporočil glede spektralne porazdelitve virov svetlobe v teh svetilih za zdaj še ni. Slabše vremenske razmere, kot so dež, megla in sneg, znatno spremenijo osvetlitev. Boyce (2003) omenja problem razvoja komponent svetlobnih sistemov, ki so bili narejeni za pomoč voznikom. Te naj bi bile razvite brez posebnega upoštevanja razmer, na katere naletijo vozniki v prometu. Avtomobilske luči namreč osvetljujejo predvsem vertikalne površine predmetov, cestna razsvetljava pa horizontalne površine cestišč. Sestavljen učinek lahko tudi izniči potreben kontrast predmeta glede na cestišče. Ta problem je le redkokdaj poudarjen. Prav tako opozarja, da manjka celostni premislek o vseh ključnih dejavnikih, ki omogočajo, da bi bili predmeti na cesti in ob cestišču za voznika vidni v vseh okoliščinah.

2.3.5 Socialni pomen zunanje osvetlitve

Eastham (2010) poudarja pomen socialne interakcije v mestih ponoči. Kot pravi, pomen "nočnega mesta" ni samo v ekonomskih razlogih, temveč ima tudi socialno in kulturno vrednost. V naši z delom obsedeni družbi je večerni oziroma nočni čas tisti, ko smo dejansko najbolj prosti. To je čas za izmenjavo idej, praznovanje, navezovanje stikov, sklepanje prijateljstev, pogovorov in kulturnih doživetij. Hkrati se izogiba izrazu "*ekonomija nočnega časa*", ki je po njegovem mnenju pomensko preozek in ne more izražati kompleksnega medsebojnega sodelovanja osvetlitve, rabe prostora, aktivnosti pešcev in grajenih urbanih oblik, ki so potrebne za ustvarjanje uspešnih krajev.

Joels (2006) v svojem delu poudarja pomen aktivnega odnosa in možnosti soustvarjanja oblikovalcev osvetlitve pri mestnem načrtovanju. Ti niso le oskrbovalec tehničnih rešitev za vnaprej izmišljene naloge, temveč celostni izdelovalci predlogov, ki sodelujejo z urbanističnimi in sociološkimi profesionalci.

Petty (2007) omenja, da šele potem, ko osvetlitev javnega prostora pritegne ljudi zaradi skrbnega oblikovanja, ljudje spremenijo svoj odnos do osvetljevanja urbanih prostorov. Šele takrat urbana osvetlitev pridobi na pomenu, ki gre prek gole funkcionalnosti in varnosti. Opozori na vprašanje smiselnosti ustvarjanja posebne osvetlitve za privabljanje ljudi. Po avtorjevih besedah je nesmiselno vabiti ljudi, da bi počeli stvari, za katere nimajo interesa, oziroma tega sploh ne morejo početi. Bistveno vprašanje torej je, kaj v mestu osvetljevati in kakšen pomen ima to za njegove uporabnike. Tu govori o sociološkem pristopu k oblikovanju osvetlitve.

Osvetlitev vpliva tudi na razvoj nočnega turizma. Taghvaei (2011) v svoji študiji prikaže tesno povezavo med osvetlitvijo in privlačnostjo osvetljenih zgradb za turiste. Osvetlitev vpliva na njihovo udobje in občutek varnosti. Zaradi primerne osvetlitve se turistični obiski mestnih znamenitosti časovno podaljšajo.

S svetlobo lahko pomembno izboljšamo obstoječe prostorske situacije. S tem se ponuja priložnost za oživitev mestnega življenja. Vendar pa šele upoštevanje urbane osvetlitve v kontekstu nočnih funkcij mesta (rabe in aktivnosti, cest in prostorov, uporabnikov in opazovalcev) dodeli strategijam urbane osvetlitve pomembnejšo vlogo (Eastham, 2010). K urbanemu ustvarjanju, kulturi in umetnosti pripomorejo tudi kratkotrajnejši svetlobni dogodki in festivali.

2.4 Psihološki okvir

Dandanes je splošno sprejeto, da je svetloba oziroma osvetlitev eden najpomembnejših dejavnikov pri ustvarjanju podobe za človeka zgrajenih okolij in vpliva na človeško doživljanje urbanega prostora (Narboni, 2004, Mahnke, 1987, Ritter, 2006, cit. po Ünver, 2009). Petty (2007) pojasnjuje, da pri urbani osvetlitvi ne gre za to, kaj si kot uporabniki zunanjega prostora ponoči ogledujemo, temveč za to, kako se v tem prostoru počutimo.

Človekovi čustveni odzivi na osvetlitev spadajo med psihološke dejavnike. Najrazličnejše študije dokazujejo, da osvetlitev močno vpliva na to, kako naš um spoznava prostor in kako se v njem počutimo. Omenjeno preučuje okoljska psihologija (angl. *Environmental psychology*). To je področje, ki raziskuje odnose med okoljem in ljudmi; njihovim vplivom, spoznavanjem in obnašanjem (Bechtel in Churchman, 2002, Gifford, 2007, Stokols in Altman, 1987, cit po De Young, 2013). Ta definicija v širšem pomenu združuje tako naravna okolja kot socialno in grajeno okolje. Okoljsko psihologijo lahko razumemo in definiramo le v kontekstu okoljskih znanosti v splošnem, ki so interdisciplinarne in vključujejo preučevanje človeka kot bistven del vsakega problema. Okoljske znanosti se ukvarjajo s človekovimi problemi v odnosu do okolja, v katerem je človek hkrati žrtev in osvajalec (Proshansky, 1970).

Objektivni fizični svet s svojimi značilnostmi vpliva na obnašanje in izkušnje oseb, pogosto brez njihovega zavedanja (Proshansky, 1986, cit. po Bechtel, 2002). Pod takimi pogoji posameznik ne more niti določiti niti ubesediti teh vplivov. Tako lahko le prek objektivne analize zunanjega opazovalca določimo vpliv zunanjega okolja na človekovo obnašanje in izkustva.

Pojem čustva ima vedno pomen kvalitativne reakcije osebe na življenjsko situacijo. Subjekt, ki se na določeno dogajanje odzove čustveno, ne vzpostavlja samo neposrednega odnosa do tega dogajanja, temveč sočasno tudi odnos svojega odziva na to dogajanje (cit. po Milivojević, 2008). V takšnem čustvenem odzivu se združi zaznavanje določenega dogodka in zaznavanje lastnega odziva na ta dogodek. Tak dogodek človek ne le zaznava, ampak ga tudi doživlja. Milivojević poudari razliko med občutkom (senzacija) in čustvom (emocija). Občutke opredeli kot tisto, kar nenehno čutimo, čustva pa kot nekaj, kar doživljamo samo občasno. Čustva občutimo le v situacijah, ki se nam zdijo pomembne. V grobi topografiji osebnosti, ki deli osebnost na telesni in psihični del, občutki spadajo na telesno področje osebnosti, čustva pa na psihično področje osebnosti (cit. po Milivojević, 2008).

Psihologi razlikujejo med angleškim terminom "feeling" in čustvom (angl. *emotion*). V nasprotju z občutki, gre tu pri obeh za fiziološke spremembe, ki jih povzroči naš um. Berkowitz (2000) razloži, da večina psihologov razume čustvo kot kompleksno zaporedje odzivov na osebno relevanten stimulans.

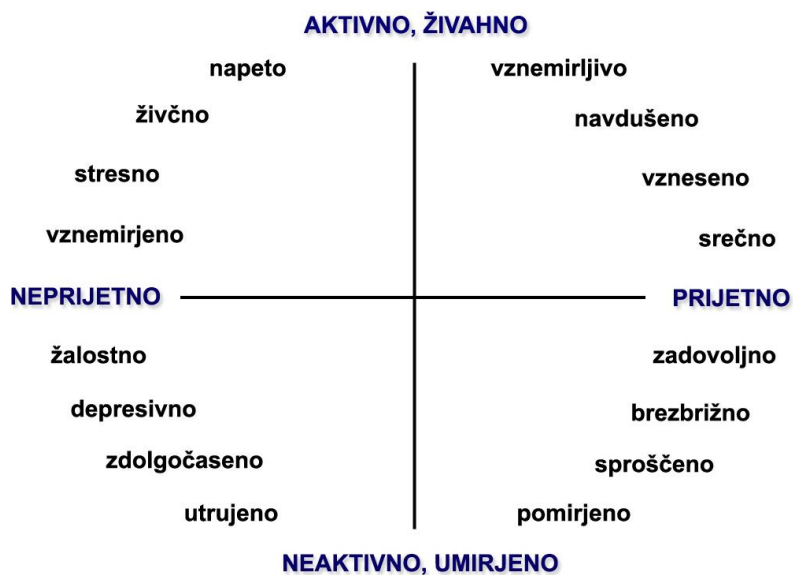
Izraz "feeling", ki ga enači z afektom (angl. *affect*), pa se nanaša le na zavestno izkustvo in ne toliko na skupek čustvenih reakcij.

V teoriji čustev je večna dilema, ali je čustvene reakcije bolje proučevati kot širšo dimenzijo ali kot diskretne enote (Bedard, 2008). Teorija temeljnega afekta (angl. *core affect theory*) (Russell, 2003, Barrett, 2006, cit po. Bedard, 2008) privzame dimenzijski okvir. Temeljni afekt Russell (2003) definira kot nevrofiziološko stanje, ki ga človek doživlja zavestno v danem trenutku. To čustveno stanje je enostavno in nereflektivno. Iz teh temeljnih čustvenih stanj nastanejo čustva. Po Russellu je temeljni afekt prvi elementarni temelj v psihološki razlagi čustev.

Wundt, ki velja za očeta okoljske psihologije, je že na prelomu 20. stoletja predlagal, da lahko čustva opišemo s tremi osnovnimi dimenzijami: zadovoljstvom (angl. *pleasure*, nem. *Lust*), vzbujanjem oziroma pomiritvijo (angl. *arousal*, nem. *Erregung* oziroma *Beruhigung*) in napetostjo (angl. *tension*, nem. *Spannung*) (Wundt, 1896, cit. po Bradley, 1994).

Mehrabian in Russell (1974) sta razvila ogrodje za proučevanje vplivov okolja na čustvene reakcije posameznikov. Njun tridimenzionalni model predvideva tri relativno neodvisne odzivne dimenzije: zadovoljstvo, vzbujanje in prevlado (angl. *dominance*). Prva dimenzija določa, ali posameznik dojema okolje kot prijetno ali neprijetno. Druga dimenzija označuje stopnjo stimulacije. Tretja dimenzija določa, v kolikšni meri se posameznik počuti svobodnega, da lahko deluje v raznolikosti poti omejenega v nadvladi (da lahko kontrolira) oziroma je podrejen izpostavljenemu okolju. Ta model je uporaben za raziskovanje fizično-prostorskih značilnosti urbanega okolja in njihovega vpliva na človekovo subjektivno zadovoljstvo, vzbujanje in nadvlado. Ti dejavniki pa nato določajo posameznikovo obnašanje.

Dimenzija nadvlade, ki meri interakcijo z okoljem, pogosto ni glavni dejavnik v raziskavah in velikokrat tudi ni izmerjena (Russell, 1980). Russellov cirkumpleksni model čustvenih stanj (angl. *Circumplex Model of Affect*) (1980) predvideva, da so afektivni doživljaji oziroma čustvena stanja najbolje označeni z dvema glavnima dimenzijama: vzbujanjem in valentnostjo (angl. *valence*). Stopnja valentnosti sega od visoko pozitivne do visoko negativne, stopnja vzbujanja pa od pomirjajočega oziroma umirjenega do razburljivega. Russell v svojem bipolarnem modelu strukturo čustvenih stanj predstavi v geometrijskem prostoru z dvodimenzionalno mrežo, kjer na osi nanašamo stopnjo vzbujanja in raven prijetnosti. V ta dvodimenzionalni prostor lahko umestimo vsa mogoča stanja našega počutja (slika 2.2). Tu gre za predpostavko, da čustvena stanja niso popolnoma neodvisna drugo od drugega, temveč so med seboj povezana.



Slika 2.2: Russlllov cirkumpleksni model čustvenih stanj (prirejeno po Russell, 1980)

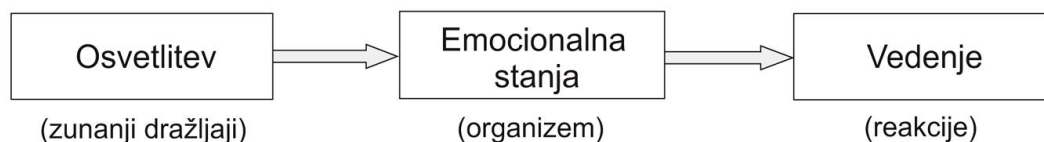
Figure 2.2: A circumplex model of affect by James A. Russell (revised from Russell, 1980)

Russell je izraz *temeljni afekt* kot osnovno čustveno stanje opisano z omenjenima dimenzijama, uvedel pozneje. Izraz *afekt* pa se na splošno lahko nanaša na katerokoli stanje, ki kaže kako objekt ali situacija vplivata na določeno osebo (Duncan, 2007). Pri Russllu je torej afekt že prvotno pomenil temeljni afekt.

Zaznavanje prijetnih oziroma neprijetnih in vzbujajočih oziroma nevzbujajočih značilnosti zunanjih dražljajev (stimulansov), kot so objekti, kraji in dogodki, je po Russllu (2003) drugi elementarni temelj v psihološki razlagi čustev. To poimenuje zaznavanje afektivne kakovosti (angl. *affective quality*). Afektivno kakovost definira kot lastnost, ki zmore povzročiti spremembo v temeljnem afektu. Medtem ko so temeljni afekti notranja čustvena stanja posamezne osebe, je afektivna kakovost značilnost dražljaja, ki zmore povzročiti spremembo v temeljnem afektu. Zaznava afektivne kakovosti temelji torej na tem, kako prijeten, neprijeten, vznemirljiv, dolgočasen, razburljiv ali pomirjevalen je določen dražljaj (Russell, 2003), in vpliva na poznejše reakcije na omenjene dražljaje. Afektivno kakovost po navadi merimo z enakima dimenzijama kot temeljni afekt.

Teoretični okvir lahko širše predstavimo s paradigmo SOR Stimulus-Organism-Response (Woodworth, 1929), ki predvideva, da okolje vsebuje dražljaje (angl. *stimulus* = S), ki sprožajo čustvene reakcije oziroma spreminjajo človekova notranja stanja (angl. *organism* = O), ki potem vplivajo na človekovo vedenje (angl. *response* = R). To je lahko pozitivno (želja po nečem) ali negativno (izogibanje nečemu). K dražljajem štejemo vse okoljske vidike, ki določajo posameznikovo

vrednotenje. K organizmu štejemo človekove emocionalne reakcije na podlagi zadovoljstva in vznujanja, k odzivom pa posledično človekovo vedenje. Slika 2.3 prikazuje okvir paradigme S-O-R v kontekstu človekovega zaznavanja umetno osvetljenega urbanega okolja.



Slika 2.3: Model S-O-R odziva obiskovalcev na osvetljeno okolje

Figure 2.3: S-O-R model of visitors' response to illuminated environment

Rea (2000) razstavi svetlobo na njenih pet primarnih dimenzij: intenziteto, spektralno porazdelitev, porazdelitev osvetljenosti, čas in trajanje. Vidno zaznavanje literatura splošneje definira kot način, kako zaznavamo v prostoru svetlost, barve, velikosti in obliko. Veitch (1996) pojasnjuje, da so osvetljenost, svetlost, porazdelitev svetlobe, uniformnost, bleščanje, utripanje in spektralna porazdelitev svetlobe pomembne značilnosti osvetljenega okolja. Ob tem skuša razložiti, kako so te spremenljivke povezane s človekovim vidnim udobjem, možnostjo izpolnjevanja nalog, preferencami in dobrim počutjem. V eni prvih raziskav o vplivu osvetlitve na človekovo čustveno razpoloženje Flynn (1973) povzame, da svetlobni pogoji dejansko vplivajo na razpoloženje. Neenakomerna osvetlitev ustvarja sprostitev, zaznavna jasnost pa se okrepi z uporabo višje sredinske ter vodoravne osvetlitve prostora. Občutek prostornosti se okrepi s svetlimi in enakomerno osvetljenimi prostori.

Različne študije dokazujejo, da imajo ljudje pozitivnejše emocionalne reakcije v manj svetlih prostorih s toplejšimi barvami svetlobe. Slabša osvetljenost ustvarja bolj intimna okolja (Gifford, 1988, cit po. Ūnver). Medtem ko je bilo raziskav vpliva osvetlitve na ljudi v notranjih prostorih veliko, je takšnih raziskav v zunanjem prostoru precej manj. Ūnver (2009) v svoji raziskavi človekovih izkustev urbane razsvetljave v javnem prostoru raziskuje človekov odziv in nagnjenost k določenemu tipu osvetlitve ali barv. Njegov namen je bil predstaviti zanesljivo povezavo med zaznavnim vrednotenjem znotraj prostorskega konteksta. Vpliv literatura po navadi deli na dve glavni veji. Ena je vpliv stopnje osvetljenosti prostora in druga vpliv svetlobne porazdelitve ter barv. Ūnver opredeli najpomembnejše zaznavne lastnosti svetlobe in z njimi povezana emocionalna vrednotenja. Določi pet lastnosti, ki so do določene mere skupne vsem obravnavanim urbanim delom. Te so po njegovem mnenju svetlost, kontrast, porazdelitev svetlobe, čitljivost in barva.

Liljeforsu (1999) razdeli vidne dejavnike na dve ravni. Prva določa pogoje doživljanja okolja v celoti, torej kako doživljamo prostor in kako dobro vidimo detajle, ki nas zanimajo. Njeni kriteriji so:

- prostor (ki ga definirajo prostornost, atmosfera in vidljivost),
- obliko,
- površino in teksturo,
- barve in
- svetlobo.

Znotraj tega določi vizualne vtise, ki so povezani s svetlobo in barvami. Ti vtisi so druga raven.

Vidljivost se nanaša na zmožnost videti in opravljati naloge, ki jih zahteva neka dejavnost (npr. vožnja z avtomobilom ali branje časopisa). Prostorskost oziroma prostornost (angl. *spaciousness*) se nanaša na zmožnost določanja fizičnega prostora, njegove velikosti, proporcev, površin in materialov. Vzdušje oziroma ambient (angl. *atmosphere*) se nanaša na psihološko razpoloženje, ki ga ustvarja osvetlitev, torej občutenje varnosti, prijetnosti ali nasprotno.

Ljefors (1999) kot sedem osnovnih terminov, ki opisujejo zaznavanje svetlobe v prostoru, zaznamuje raven osvetljenosti, porazdelitev svetlobe, barvo svetlobe, sence, odboje, bleščanje in barve. Omenjeni dve ravni po njegovem mnenju lahko določamo in analiziramo posamezno, pri obravnavi vidnega doživljanja kot celote pa ne smeta biti ločeni. Človekove preference za določene barve se razlikujejo glede na funkcijo, velikost, konfiguracijo, podnebje in socialno-kulturno ozadje.

Ünver (2009) opredeli najpomembnejše emocionalne ocene (angl. *emotional appraisal*), ki so po njegovem mnenju bistvene pri raziskavi slikovnih stimulijev: preferenca, zanimanje, udobje in občutek varnosti. V študiji človekovega doživljanja osvetlitve v okolju, ki jo je izvedel Casciani s sodelavci (2012), odvisne spremenljivke določijo širše in poleg spremenljivk varnosti in estetike dodajo še spremenljivki zabave (angl. *entertainment*) in socialne angažiranosti (angl. *social engagement*), torej lastne udeležbe. Pri neodvisnih spremenljivkah Casciani poleg svetlobne porazdelitve, barve in intenzitete, doda še spremenljivko svetlobne dinamike. Po teh spremenljivkah razvrsti slikovne stimulije izbranih urbanih lokacij, za raziskavo dinamičnosti pa uporabi video-prikaze. Estetika je tu definirana kot osvetlitev prostora, ki okrepi identiteto mesta. Zabava pomeni kategorijo, ki okrepi odnos med uporabniki in mestom. Socialna udeležba pa je kategorija, ki okrepi odnose med uporabniki urbanega prostora.

Človekovi zaznavni sistemi se prekrivajo. Vonj ali zvok lahko ustvari drugačno občutenje svetlobe. Tudi naši spomini vplivajo na zaznavanje svetlobe. Zaznava določene osvetlitve je odvisna od konkretne situacije, vplivov drugih zaznavnih dejavnikov in naših izkušenj iz preteklosti.

2.5 Urbanistično oblikovanje in osvetlitev mest

Urbanistično oblikovanje osvetlitve bi lahko šteli k širšemu poimenovanju urbanističnega oblikovanja. Predvsem nas zanima vprašanje, kako noč in svetloba vplivata na urbano obliko. Vprašanje vsebinske domene urbanističnega oblikovanja predstavi Madanipour v svojem pregledu urbanističnega oblikovanja (1996, cit. po Carmona, 2003). Poudari vprašanje, ali naj se urbanistično oblikovanje usmeri le na vizualne lastnosti urbanega okolja ali širše, tudi na organizacijo in urejanje urbanega prostora. Sprašuje se, ali gre pri tem le za spreminjanje prostorske ureditve ali za globlje socialne in kulturne odnose med prostori in družbo. Prav tako postavi vprašanje, ali naj bo usmeritev urbanističnega oblikovanja njegov izdelek (urbano okolje) ali proces, v katerem nastane. Čeprav te dileme namerno predstavi kot nasprotujoče si, gre za obravnavo obojega hkrati in ne za izločanje. Podobna vprašanja si lahko zastavimo tudi pri urbanističnem oblikovanju osvetlitve.

Dve široko uveljavljeni "tradiciji" poimenovanja in obravnave urbanističnega oblikovanja sta vizualno-umetniška tradicija in tradicija družbene rabe (Carmona, 2003). Pri prvi je šlo za zgodnejšo, bolj arhitekturno definicijo in ožje razumevanje urbanističnega oblikovanja. Ta se je omejila predvsem na vidne lastnosti in estetsko doživljanje urbanih prostorov in ne toliko na kulturne, sociološke, politične in prostorske dejavnike ter procese, ki pripomorejo k uspešnim mestnim krajem. Značilni predstavniki te so Sitte, Le Corbusier, Gibberd in Cullen (Carmona, 2003).

Pri tradiciji družbene rabe gre za poudarek na načinu, kako ljudje uporabljajo in zavzemajo prostor. Ta obsega predmet zaznavanja in občutka prostora. Kevin Lynch kot glavni zagovornik takšnega pristopa po Jarvisu (1980, cit. po Carmona, 2003) preusmeri pozornost urbanističnega oblikovanja na dve smeri. Prvič v smislu vrednotenja oziroma ocenjevanja urbanega okolja in poudarka na dejstvu, da je užitek v urbanih prostorih vsakdanji doživljaj. Kot drugič pa v smislu študije, kjer je namesto proučevanja fizične in materialne oblike urbanih okolij predlagal raziskovanje človekovega zaznavanja in mentalnih slik. Med zagovornike te tradicije spadajo tudi Jane Jacobs, Gehl, Whyte in Alexander (Carmona, 2003).

V zadnjih desetletjih je postal prevladujoč tretji vidik, tradicija "izdelovanja" oziroma oblikovanja krajev za ljudi. Bistvo urbanističnega oblikovanja tako postane ustvarjanje krajev, kjer kraji niso le specifični prostori, temveč tudi vse aktivnosti in dogodki, ki to omogočajo (Buchanan, 1988, cit. po Carmona, 2003). Zaobjemajoč tako zgodnejši tradiciji se sodobno urbanistično oblikovanje torej ukvarja z oblikovanjem urbanega prostora, sočasno kot estetske vrednosti in vedenjskega prizorišča. Poudarek je na raznolikosti in aktivnostih, ki omogočajo ustvarjanje uspešnih urbanih krajev. Pri tem je pomembno vedeti, kako fizično okolje podpira funkcije in aktivnosti, ki se odvijajo na tem kraju. Tak koncept določa urbanistično oblikovanje kot oblikovanje in menedžment javnega prostora

(Gleave, 1990, cit. po Carmona, 2003). Podobna ideja se je razvila tudi v urbanističnem oblikovanju osvetlitve. Carmona (2003) poudarja, da je urbanistično oblikovanje oblikovalski proces, v katerem ni pravih ali napačnih odgovorov, temveč so samo boljši ali slabši, njihova kakovost pa se pokaže s časom. Po njegovem mnenju je pomembno, da se ohranja radoveden pristop k tematiki in ne dogmatičen pogled nanjo.

2.5.1 Svetloba kot medij oblikovanja v urbani osvetlitvi

Urbana osvetlitev je "orodje za ustvarjanje" in ni namenjena le razstavljanju oziroma dekoraciji tistega, kar je že bilo zgrajeno (Brandi, 2007). Svetloba je po navadi tisto prvo, kar nam omogoči, da doživljamo prostor. Oblikovanje osvetlitve je posledično ena bistvenih arhitekturnih sestavin. Vsaka zgradba je postavljena v specifično krajino in okolje pod določenimi pogoji dnevne osvetlitve. Videz mesta se pri menjavi dneva in noči bistveno spremeni. Prav tako se ta lahko spreminja glede na letni čas in vremenske razmere.

Naravna osvetlitev razkriva in poudarja pokrajino. Narboni (2004) razlaga, da umetna osvetlitev ustvarja komplementarne prizore, ki vodijo k drugačnemu prebiranju pokrajine, in lahko popolnoma spremeni dnevno sliko pokrajine. Hkrati trdi, da morajo biti tema, sence in kontrast pri vseh oblikah osvetlitve upoštevani kot osnovni elementi, ki so potrebni za ustvarjanje celotne scene. Mojstrska instrumentacija senc in svetlobe pomeni ohranjanje duha, skrivnostnosti in žara določenega kraja.

Schmidt (2006) primerja svetlobno kompozicijo v mestnem prostoru s fotografijo prostora in označuje možnosti pojmov svetlobe pri takem ustvarjanju. Svetloba po njegovem mnenju:

- vpliva na to, kako resno dojemamo prostor,
- vidno razširi ali omeji določen prostor,
- "vodi oko" po prostoru,
- vpliva na objekte, tako da bodisi poudari, spremeni ali skrije njihove značilnosti,
- lahko ustvari romantično ali dramatično vzdušje, hlad ali toploto, mir ali dinamiko, občutek skrivnostnosti ali radovednosti,
- členi prostor; kombinacija svetlobe in senc pa lahko poustvarja tudi iluzije.

Brandi (2007) razlaga, da bi se moralo oblikovanje umetne osvetlitve prilegati arhitekturi in biti v harmoniji z okolico, obstoječo dnevno osvetlitvijo in uporabljenimi materiali. Svetloba se uporabi za

poudarjanje specifičnih lastnosti zgradb ali odprtega prostora, osvetlitev pa je namenjena ustvarjanju harmonije med uporabniki in prostorom.

Veliko mestnih trgov je ovitih v umetniško svetlobo s poudarjenimi umetniškimi objekti in posebnimi svetlobnimi inštalacijami (Brandi, 2007). V tem primeru je osvetlitev poleg poudarjanja arhitekturnih značilnosti tudi svojevrsten doživljaj za obiskovalce urbanih prostorov. Nad takimi ukrepi so meščani po navadi očarani. Promet v okoliških trgovinah in obrti se poveča, kar kaže na to, da ima svetloba kot oblikovalski element pozitivne učinke. Brandi opozarja, da je v časih zmanjšanih proračunov številnih občin to lahko tudi način, da se mestnemu trženju in trgovini omogoči nov zagon. S svetlobo lahko namensko izključujemo tisto, kar je v prostoru nelepo, narobe postavljeno, megleno in žalostno, s tem pa nočna mestna slika pridobi tudi pozitiven psihološki učinek (Schmidt, 2006).

Schmidt (2006) poudarja, da so se v preteklih desetletjih za podobo mesta osvetljevale predvsem znamenitosti in zgradbe, ki so tako in drugače prispevale svoj delež k mestni sliki. Te so bile osvetljene kot samostojni objekti umeščeni v nočno mestno podobo, ki so hkrati poudarjali "mestno zgodovino". Danes so v veliki meri zaradi reklamnih razlogov tako osvetljene tudi samostojne upravne stavbe velikih koncernov in nakupovalnih središč. Tako osvetljene zgradbe s svojo gradbeno maso dominirajo nad drugimi zgradbami in se prikazujejo kot predimenzionirane reklamne inštalacije (cit. po Schmidt, 2006). To vpliva na povečanje skupne svetlosti nočne slike mest. Poleg tega prihaja do fragmentiranja mesta zaradi samovoljnega umeščanja svetlobnih območij, ki vodijo k neorientiranosti in zmedi v urbanem prostoru. Njihova naključnost zmanjšuje čitljivost prostora. Svetloba pa se pogosto brez pravega koncepta in zadržkov uporablja samo zato, da se z njo zasenči konkurenčnega soseda in zbudi pozornost. Zaradi neprimerne osvetlitve kraji ponoči postanejo slabo razpoznavni.

Davoudian in Fotios (2009) raziskujeta vpliv prostorskih značilnosti osvetlitve urbanega ozadja na vidni poudarek urbanih objektov. Proces oblikovanja osvetlitve naj bi upošteval razmerje med objektom in njegovim kontekstom. Osvetlitev ozadja v urbanem prostoru namreč vpliva na oblikovanje osvetlitve na urbanih objektih, poudarki pa so odvisni od vidnega konteksta. To pomeni, da je lahko isti predmet obravnave bodisi poudarjen bodisi ne, to pa je odvisno od tega, kako je vstavljen v prizorišče.

Umetna osvetlitev postaja ena glavnih komponent pri prenovitvenih urbanih projektih. Omogoča nam znova odkriti glavne vidike mestne strukture in ponovno vzpostaviti ključne značilnosti mestne identitete, ki dandanes postaja čedalje bolj negotova. Cilj takšne urbane osvetlitve je poudariti detajle in preurediti celotno sliko. Z njo želimo znova vzpostaviti originalno hierarhijo pomenov, ki jih v vidni zmedi dnevnega okolja težko zaznamo (cit. po Brandi, 2007).

Novljan (2008) poda pregled vidikov, ki vplivajo na oblikovanje kakovostnega svetlobnega ambienta. Z izrazom »svetlobno degradiran ambient« označi posebno prostorsko raven v arhitekturi, na kateri neustrezna osvetlitev škoduje zaznavi in uporabi sicer kakovostnega dela grajenega prostora. Z orodjem, ki je bilo razvito v sklopu pedagoškega procesa, opiše dvanajst meril, s katerimi lahko analiziramo izbrani svetlobni ambient. Med drugim opozori na premočno oziroma preveč enakovredno osvetljenost kakovostnih arhitekturnih elementov in sklopov, ki lahko pomeni njihovo degradacijo. Omeni tudi pomen odbite svetlobe, senc ter upoštevanje strukture, teksture in barv osvetljenih objektov. Med merili navede tudi možnost prilagoditve osvetlitve začasnim spremembam funkcije ambienta. Ob koncu članka navede eno temeljnih pravil osvetljevanja, ki velja v teoriji in praksi, in se glasi: "Enako pomembno kot kaj osvetliti je tudi česa ne osvetliti." (cit. po Novljan, 2008)

Svetila so del urbane opreme, ki s svojo prisotnostjo v prostoru gradijo zunanji prostor tudi podnevi, ko je njihova primarna funkcija osvetljevanja izklopljena. Urbana oprema, med katero spadajo tudi svetila, naj bi bila v sozvočju z obstoječimi likovnimi elementi grajenih struktur mesta.

2.6 Celostni pristop k osvetlitvi mest

2.6.1 Koncept trajnostnega razvoja v urbanem oblikovanju svetlobe

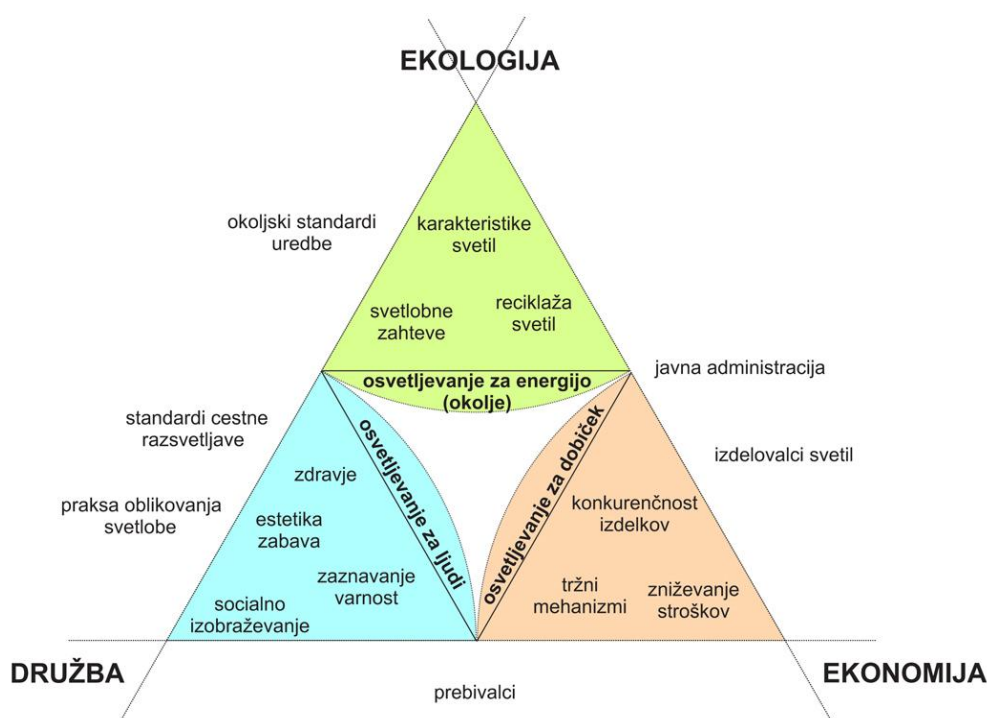
Da razvoj lahko postane trajnosten, mora upoštevati in združevati socialno, okoljsko in ekonomsko trajnost (Goodland, 1995). Kates (2005) poudari, da je eden izmed uspehov trajnostnega razvoja v tem, da dobro služi kot velik kompromis med tistimi, ki se ukvarjajo predvsem z naravo in okoljem, tistimi, ki cenijo ekonomski razvoj, in tistimi, ki se posvečajo izboljševanju človekovih razmer. Bistvo tega sporazuma pa je neločljivost okolja in razvoja, kot ga opisuje Mednarodna komisija za okolje in razvoj (angl. *World Commission on Environment and Development*).

Tradicionalna ideja urbane osvetlitve temelji predvsem na ekonomskih in tehničnih vidikih. Trajnostna osvetlitev naj bi enakovredno upoštevala tudi okoljske in socialne vidike. Pri osvetlitvi urbanih prostorov so pomembne tudi kulturne značilnosti. Kultura je pogosto obravnavana kot četrti steber trajnosti (glej Hawkes, 2001).

Narboni (2004) navede nekaj temeljnih načel za ustvarjanje trajnostne osvetlitve. To so: varčevanje z energijo, izogibanje škodovanju živalim in rastlinam, nadzorovanje svetlobnega onesnaženja in poudarjanje pomena noči in teme. Poudari tudi aplikativna načela, kot so uporaba reciklirajočih in okolju manj škodljivih izdelkov, uporaba ali preoblikovanje obstoječe svetlobne opreme, uvajanje energetske analize in rezultatov za vsak svetlobni projekt ter sistematično vrednotenje delovanja. Po

Loefflerju (2002) mora trajnostno oblikovanje svetlobe zadoščati potrebam vidnega okolja s čim manjšim vplivom na fizično okolje. Temeljne zahteve, ki morajo biti upoštevane, da lahko govorimo o trajnostnem pristopu k oblikovanju osvetlitve, so po njegovem mnenju: sodelovanje z drugimi disciplinami za podpiranje "zelenih" gradbenih praks, maksimiranje uporabe dnevne svetlobe, minimiziranje porabe energije, izogibanje osvetljevanju neba, zagotavljanje dolgoživosti svetlobnih sistemov in čim preprostejše ter nepotrdatno vzdrževanje. Ob tem poudari še spodbujanje okoljsko odgovornih proizvodnih procesov svetil, zavzemanje za razvoj in uporabo obnovljivih virov energije ter drugih "trajnostnih" gradbenih materialov in tehnologij.

Socialni in kulturni vidiki trajnostnega razvoja morajo biti po našem mnenju enakovredni okoljskemu in gospodarskemu vidiku razvoja. Trajnosta implementacija ne pomeni samo zmanjšanja skupne porabe električne energije, stroškov vzdrževanja in podaljšanja življenjske dobe svetil, temveč tudi splošno zadovoljstvo uporabnikov s samimi svetlobnimi koncepti. Casciani (2012) koncept trajnostnega razvoja priredi zunanjemu osvetljevanju. Po trajnostnih načelih naj bi poleg okoljsko-ekonomskih vidikov upoštevali tudi estetsko izboljšanje videza prostora, zaznavanje varnosti, vzpostavitev socialnih kontaktov in dobrega počutja prebivalcev mest. Urbana trajnostna osvetlitev kliče po uravnovešenem socialnem, okoljskem in ekonomskem pristopu (slika 2.4).



Slika 2.4: Trajnostni pristop k osvetlitvi (prirejeno in povzeto po Casciani, 2012)

Figure 2.4: A sustainable approach to lighting (revised and adapted from Casciani, 2012)

Po njegovem mnenju bi morale današnje metode analize in oblikovanja osvetlitve preusmeriti pozornost k človeku in ne dajati poudarka le energetske vprašanju in ekonomskemu izračunu.

2.6.1 Celostni načrt osvetlitve mesta

Celostni načrt osvetlitve mesta (angl. *Urban Lighting Master Plan*) v nočni silueti mesta ne poudarja le njegove identitete, svojevrstnosti, potencialov in razpoloženja, temveč pripomore tudi k njegovemu nastajanju (Schmidt, 2006). Združeval naj bi inovativnost in trajnostne energetske politike z estetskim izboljšanjem urbanega okolja, pri čemer je velikega pomena upoštevanje okoljskih dejavnikov. Tak načrt naj bi bil praktični vodnik za mesto za vse odločitve, ki se tičejo javne razsvetljave. Določal naj bi tehnične, organizacijske in proračunske okvire. Osrednji koncept naj bi nastal s sodelovanjem oblikovalcev osvetlitve, arhitektov, elektroprojektantov, ekologov, energetikov, politikov, medicinskih strokovnjakov, izdelovalcev in prodajalcev svetil, urbanistov, krajinskih arhitektov, astronomov, varstvenikov kulturne dediščine, sociologov in javnosti (cit. po Schmidt, 2006).

Skupaj s celostnimi načrti osvetlitve so se razvile t. i. "svetlobne politike", ki omogočajo nazorno delovanje in določanje investicij v mestno razsvetljavo na daljši rok (Narboni, 2004). V številnih evropskih mestih je načrtovanje osvetlitve vključeno v vse ravni razvojnih strategij. Nova urbana osvetlitev ustvari nov vidni vtis in je lahko obetavna naložba. V primerjavi z drugimi inženirskimi in infrastrukturnimi projekti, kot je na primer obnova cest in trgov, so izboljšave v razsvetljavi med stroškovno najučinkovitejšimi (Schmidt, 2006). Do prihrankov pridemo z manjšo porabo energije in krajšimi vzdrževalnimi intervali za zamenjavo žarnic, sijalk ali samih svetil. Za delo z razmeroma velikim številom strokovnjakov, ki imajo različne interese, potrebujemo obsežno koordinacijo in dober menedžment. Širše tu že lahko govorimo o splošnih izzivih urbanega menedžmenta (glej na primer Bačlija, 2011).

Dober celostni načrt osvetlitve mesta je prilagojen individualnemu značaju okolja (Stanten, 2006). Tak načrt določa tudi krajevne značilnosti in povezuje različno svetlobno tematiko posameznih delov mesta (Brandi, 2007). V nekaterih evropskih mestih, kot so npr. Lyon, Metz in Edinburg, so izvedli že drugo generacijo celostnih načrtov osvetlitve mesta. Prvo so nekatera mesta, kot npr. francoski Lyon, začela že konec 80. prejšnjega stoletja. Za Ljubljano, razen konceptualno preiščenih pristopov osvetlitve središča mesta (Košak, 2000), uradni celostni načrt osvetlitve še ni bil narejen. Novoletna osvetlitev Ljubljane pa je že postala dobra praksa in stalnica (Košak, 2008).

Urbani prostor s kombinacijo arhitekture starih in novih zgradb ter mešanih funkcionalnosti, kot so ceste, kolesarske steze in območja za pešce, kliče k visoki stopnji fleksibilnosti pri razsvetljavi. Ob

vsem tem se nam zastavlja vprašanje konceptualne, praktične in interaktivno smiselne združitve različnih vidikov razsvetljave. V novejši literaturi zasledimo nekaj novih pristopov k urbanemu osvetljevanju (Brandi, 2007). Tak je na primer strateški koncept osvetlitve, temelječ na celovitih pobudah, ki se odmaknejo od togega razlikovanja med funkcionalno in umetniško oziroma spomeniško osvetlitvijo. Pri tem se omenja izraz okoljski načrt osvetlitve (angl. *Environmental Lighting Plan*). Tako poimenovanje poudari vključitev umetniške osvetlitve v širšo strategijo in hkrati zadosti potrebi po uskladitvi funkcionalne in arhitekturne osvetlitve za enoten vidni rezultat.

2.6.2 Pomen lokalne svetlobe in identiteta mesta

Ker je vsako mesto drugačno, specifično in kompleksno, bi moral biti takšen tudi pristop k njegovi osvetlitvi. Joels (2006) razlaga, da je kompleksnost izraz različnih socialnih in kulturnih struktur, zgrajenih v zgodovini. Poudarja, da je treba vrednost pomena lokalne kulture razumeti kot temeljni del bodočih strategij. Lokalna kultura namreč po njenem mnenju vključuje tudi t. i. "lokalno svetlobo", ki jo lahko definiramo kot način osvetlitve, prilagojene značilnostim krajev in kulturnim posebnostim, značaju in vedenju njihovih prebivalcev. Javna razsvetljava pa se glede razumevanja omenjene problematike razvija iz zgolj funkcionalnega v vprašanje kulturnega vidika (Brandi, 2007).

Gre torej za že omenjeni "humanistični pristop" k urbanemu oblikovanju, h kateremu so se še posebej nagibali ameriški avtorji v 60. in 70. letih, ki so videli omenjene ideje kot reakcijo na modernizem, tako v teoriji kot v realnem urbanem življenju (Joels, 2006). Ista avtorica trdi, da morajo biti sodobna mesta obravnavana skozi problematiko značilnosti sedanjega časa, odgovori na to pa razviti kot odziv na nove probleme, ki so nastali s procesom globalizacije in členjenja.

Lokalna podoba oziroma identiteta (Butina-Watson, 1997, cit. po Nikšič, 2005) je prepoznavnost naselja, kar se kaže v fizičnih oblikah, vzorcih in prostorski organizaciji skupaj z elementi naravnega okolja. V teoriji urbanističnega oblikovanja se ta kakovost imenuje tudi *genius loci* ali duh prostora (Norberg-Schulz, 1984, cit. po Nikšič, 2005).

Ünver (2009) poudarja slabo stran stereotipskih nočnih prizorišč, ki so nastala pred nekaj desetletji. Takrat je osvetlitev temeljila predvsem na svetlobnem krašenju in poudarjanju vsake zgodovinske stavbe v mestu ter "zlivanju" pretirane svetlobe na ceste in na cone za pešce. Tak pristop je presegal golo funkcionalnost urbane razsvetljave, vendar so pri tem pozabili, da bi moral biti glavni poudarek na ljudeh. Načrtovalci so prevzeli uspešno formulo osvetlitve enega mesta ter jo aplicirali na drugo mesto, ne da bi se pri tem posvetili raziskavi lokalnih potreb prebivalcev po njej.

Schmidt (2006) meni, da s posameznimi svetlobnimi uprizoritvami poskušamo izboljšati tudi orientacijo v neurejenih medmestjih in s tem okrepiti izgubljeno identiteto. Oblikovalec osvetlitve lahko ohrani dragocene pobude za prostorske kontekstne povezave in svetlobne inštalacije, vendar gre pri odprtem prostoru predvsem za osvetlitev, ki primerno obravnava potrebe uporabnikov zunanjih prostorov. Urbano osvetljevanje se ne omeji zgolj na posamezne dele, temveč na celoto, torej tudi na predmestja, strukturiranje obrtnih območij in vključevanje perifernih bivanjskih četrti. Urbani vidik nove osvetlitve daje tako mestu identiteto in izboljšuje orientacijo.

2.7 Vidno zaznavanje in zunanja osvetlitev

Človekova zaznava svetlobe temelji na kontrastu. Beseda kontrast označuje razlike v svetlosti in barvi, ki jih zaznamo v vidnem polju. Kontrast opiše srečanje dveh vizualno različnih območij in ni določen le z razlikami v svetlosti in barvi, temveč tudi z načini, kako se različni območji "srečata". Ti so lahko ostri, difuzni ali gradientni (Liljefors, 1999). Različni tipi kontrasta v svetlosti in barvi tvorijo osnovo našega vida. Literatura razlikuje sedem osnovnih tipov kontrasta (Novljan, 2008).

Liljefors (1999) opozarja, da premočna osvetljenost v zunanji osvetlitvi lahko "uniči" duha lepote temnega prostora. S primerno obravnavo osvetlitve, upoštevajoč številne dejavnike delovanja vida in prostorskih entitet obravnavanega kraja, njegove vidne kvalitete okrepimo. Ponoči več svetlobe ne pomeni vedno večjega učinka na uporabnika ali opazovalca. Človeški zaznavni aparat je uglasen tako, da se zelo hitro prilagodi razlikam v osvetljenosti. Liljefors trdi, da je z vidika zaznave povečevanje osvetljenosti velikokrat nepotrebno. Po njegovem mnenju je bistven problem v dostikrat previsokem nivoju splošne osvetlitve, ki jo prispevata predvsem javna razsvetljava in v določenih primerih osvetlitev bližnjih objektov.

Funkcija relativne spektralne občutljivosti človeškega očesa V_λ (angl. *relative spectral sensitivity function*) se podnevi (fotopsko območje) razlikuje od tiste pri nizkih stopnjah osvetljenosti (skotopsko območje). V osnovi je bila izpeljana iz raziskav, temelječih na centralnem vidu pri določenih pogojih. Ko se raven osvetljenosti zmanjšuje iz "fotopskih" v "skotopske" vrednosti se vrh spektralne občutljivosti očesa premakne proti krajšim valovnim dolžinam svetlobe, iz rumenega območja k modro-zelenemu (Purkinjev premik). Fotopsko odzivno krivuljo običajno vzamemo kot reprezentativno za čepnice. To so receptorji, ki so najbolj aktivni pri visokih vrednostih svetlobnega toka. Skotopska krivulja prikazuje odziv paličnih receptorjev (paličnic) pri nizkih vrednostih osvetljenosti. Problem nastane, ker ni ostro določene meje, katere stopnje osvetljenosti ustrezajo fotopski in katere skotopski krivulji. V vmesnem območju govorimo o mezopskem območju, kjer težko definiramo dejansko občutljivostno funkcijo povprečnega človeškega očesa. V to območje spada

večji del urbane osvetlitve. Mezopske vrednosti svetlosti površin so običajno med $0,005 \text{ cd/m}^2$ in 5 cd/m^2 (Halonen, 2011).

V preteklosti je veljalo, da lahko pri visoki stopnji osvetljenosti zanemarimo omenjene spektralne učinke. Problem je, ker se ta največkrat zanemari tudi pri nizkih vrednostih osvetljenosti, torej pri zunanji razsvetljavi. Leta 2010 je tudi Mednarodna komisija za razsvetljavo CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) po številnih letih razprav določila sistem za mezopsko fotometrijo (Halonen, 2011). Predlagani sistem opiše funkcijo relativne spektralne občutljivosti v mezopskem območju kot linearno kombinacijo fotopske in skotopske funkcije. Predlagani sistem povzema ugotovitve tako sistema UPS (angl. *Unified System of Photometry*), ki so ga predlagali Rea in sodelavci (2004), kot sistema evropskega projekta MOVE (Marjukka, 2005). Kratica pomeni mezopsko optimizacijo vidne učinkovitosti (angl. *Mesopic Optimisation of Visual Efficiency*). Pri računanju si pomagamo z upoštevanjem razmerij S/P (angl. *scotopic-to-photopic ratio*) posameznih virov svetlobe (Rea, 2009). Podobno je tudi pri metodi lumenskih multiplikatorjev (Lewin, 2001). Zaradi ne vedno enako opredeljenega območja mezopskega vida in specifičnosti vidnega zaznavanja pa tudi takšne metode težko popolnoma natančno opredelimo. Kriteriji izbire ustreznih svetil pri zunanji razsvetljavi zato ne bi smeli temeljiti le na omenjenih računskih metodah, temveč na celostnem poznavanju oblikovanja urbane osvetlitve.

S svetili, katerih večji del energije izsevane svetlobe je v območju krajših valovnih dolžin, lahko pri nizkih osvetljenostih dosežemo enake učinke na človeško oko že s precej nižjimi jakostmi svetlobnega toka (po fotopskih podatkih). S takšnimi viri svetlobe torej hitro presežemo potrebne učinke, katerim bi morali zadostiti po fotopskih standardih, kar lahko povzroči negativne vplive na zaznavanje okolice (bleščanje, preosvetljenost površin, po nepotrebnem velika poraba energije ipd.).

Občutek bleščanja, ki ga povzroča svetlobni vir, je odvisen tudi od spektralnih značilnosti izsevane svetlobe. Ker se pri slabši osvetljenosti vrh funkcije spektralne občutljivosti človeškega očesa premakne proti krajšim valovnim dolžinam "vidnega spektra", se svetlobni viri, katerih gostota svetlobnega toka izsevane svetlobe je večja pri krajših valovnih dolžinah, bolj bleščijo. V očesu se svetloba krajših valovnih dolžin tudi bolj siplje.

Vidni proces združuje delovanje optičnega dela s precej kompleksnim interpretacijskim sistemom. Informacije v vidnem procesu so pridobljene z dvema sodelujočima vidnima funkcijama z drugačnim načinom delovanja, ki ju lahko poimenujemo (Liljefors, 1999):

- "retinalni vid" (angl. *retinal vision*), ki nam daje prostorske informacije,
- "fovealni vid" (angl. *foveal vision*), ki nam daje informacije o detajlih.

Zanju se najpogosteje uporabljata besedi periferni (stranski) vid in centralni vid. Liljefors trdi, da je uporaba te terminologije neustrezna, ker namiguje na to, da je periferni vid manj vreden kot centralni. Centralna fovea (lat. *fovea centralis*) je vdolbinica v sredini rumene pege na mrežnici (Kališnik, 2012), kjer je največja gostota čepnic. "Retinalni vid", ki deluje v območju 170°, nam omogoča prostorski vid. S hitrim pregledovanjem z glavo in očesnim premikanjem zbiramo informacije o prostoru, kar nam daje vtis okoliškega prostora. "Retinalnemu vidu" manjka ostrina, vendar je osnova naše vidne izkušnje. Informacije z mrežnice nam dajejo možnost, da se orientiramo v prostoru, in nas ves čas oskrbujejo z dojetjem obkrožajočega prostora in njegovih glavnih objektov. "Retinalni vid" ima velik pomen tudi glede čustvenih vplivov prostora na ljudi. Dojetje prostora je dopolnjeno s "fovealnim vidom", ki nam daje informacije o detajlih s premikanjem v vse smeri. Ta nam omogoča vidno ostrino in deluje v območju 2°. Sodelovanje med obema omogoča, da ostro zaznavamo okolico v celotnem vidnem območju (Liljefors, 1999).

Boyce (2003) navaja kot raziskovalna področja pri zunanji razsvetljavi, kjer se še posebej kaže potreba po nadaljnjih raziskavah: mezopski vid, "retinalni vid" in raziskave vpliva svetlobe na človekov cirkadialni sistem.

2.7.1 Osvetlitev za starejše

Zaradi bioloških procesov v očeh se človekov vid s starostjo spreminja. Svetovno prebivalstvo se hitro stara in čedalje več ljudi živi v mestih. Burton (2006) s starostjo povezane vidne probleme opisuje takole:

- Zmanjšanje vidne ostrine in s tem povečanje potrebe po višjih stopnjah osvetlitve. Hkrati s tem povečanje občutljivosti za bleščanje ter zmanjšana zmožnost preklapljanja ostrenja med bližnjimi in daljnimi predmeti.
- Zmanjšanje občutljivosti na barve. Očesne leče začnejo s starostjo rumeneti in postanejo bolj motne ter manj prosojne (to poteka različno za različne valovne dolžine svetlobe).
- Poslabšanje globinskega zaznavanja, ki povzroči, da starejši napačno razpoznajo ostre barvne kontraste ali vzorce recimo na tleh, kot so luknje in stopnice. Močne sence v kontrastu s svetlobo so videti kot spremembe v višini. Svetleče in reflektirajoče površine so videti mokre in spolzke.

Omenjene starostne težave starejše ljudi pri zaznavanju javnega urbanega prostora prikrajšajo že podnevi, kaj šele ponoči. Tem problemom se velikokrat pridruži še starostna demenca. Burton (2006) v svojem raziskovalnem projektu o splošnem občutenju doživljanja starejših v urbanem okolju poudarja občutenje sreče, udobja, varnosti in tudi nivoje strahu, dolgočasje, zmedenosti, sramu (ko

se izgubijo) ter osamljenosti. Negativna občutenja, kot sta strah in nervoza, so še posebej izrazita ponoči. Tak je recimo strah pred tem, da bi se izgubili. Za starejše ni tako pomembno oblikovanje okolja kot funkcionalnost. Pomembne se jim zdijo jasne označbe in znaki, kot so označena križišča, pa tudi sedeži ipd.

Sodobni oblikovalci naj bi se zavedali dejstva, da je oblikovanje za "povprečne" uporabnike stvar preteklosti. Izziv oblikovanja "prijazne ulice" je velikanski. Končni izdelki ne bi smeli pomeniti nevarnosti za nikogar, mladega ali starega, zdravega ali slabotnega (Lavery, 1996, cit. po Burton, 2006). Burton (2006) poudarja nekaj temeljnih atributov, kot so domačnost (ang. *familiarity*), ki označuje dobro in preprosto razpoznavanje okolice, čitljivost, ki označuje zmožnost orientacije in razpoznavanja informacij, značilnost oziroma posebnost prostora (ang. *distinctiveness*) in tudi dostopnost, udobje in varnost. Pojem čitljivosti je tu definiran drugače, kot ga definira Lynch (2010).

Burton (2006) poudarja, da z oblikovanjem prostora za starejše lahko pridobijo uporabniki vseh starosti. Omenja potrebo po jasnih znakih oziroma podajanju informacij in potrebo starejših po močnejši osvetljenosti. Prostori in zgradbe naj bi bili oblikovani in orientirani tako, da ni območij temnih senc in močne svetlobe.

2.7.2 Onstran standardov cestne razsvetljave

Sodobna literatura obravnava tudi problematiko golega upoštevanja standardov ob neupoštevanju kvalitativnih vizualnih meril osvetlitve. Standardi zunanje osvetlitve so bili primarno razviti za potrebe prometne varnosti in večinoma temeljijo na študijah vidljivosti za voznike. Le redkokdaj se opirajo na informacije glede pešcev (Brandi, 2007).

Načrti osvetlitve mest so bili do nedavnega večinoma izdelani kot dodatek drugim načrtom, izključno prek inženirske stroke (Schmidt, 2006). To je posledica narave teme, kjer je šlo za to, da se ceste in trgi osvetlijo čim bolj enakomerno in dovolj močno. Razdalje med svetili, višina svetlobnih virov in moč osvetlitve so predpisani z različnimi standardi in smernicami. Pristojnost za osvetlitev zunanjih prostorov pa je bila do uvedbe posebnih načrtov osvetlitve na komunalni ravni in ne v skladu z urbanističnim načrtovanjem.

Delovanje v skladu z zakonodajo in upoštevanje predpisov tehničnih standardov osvetlitve naj bi bil prvi pogoj, ne pa cilj kateregakoli urbanega projekta (Brandi, 2007). Namen urbanega oblikovanja osvetlitve je integracija mestne osvetlitve cest, trgov in fasad v harmonično celoto. Standardi skorajda ekskluzivno določajo le stopnje osvetljenosti in enakomernost porazdelitve svetlobe. To so

kvantitativni parametri, ki se ne opirajo na kvalitativne vidike zunanje razsvetljave. Standardi so bili ustvarjeni na podlagi številnih raziskav, študij in analiz realnih situacij, vendar so kljub vsemu lahko le priporočila in ne bi smeli absolutistično določati svetlobnih kriterijev.

Priporočila so nujna, ker svetlobne inštalacije in svetila velikokrat izberejo in določijo ljudje z omejenim znanjem o osvetljevanju (Boyce, 2003). Vendar pa naj bi bila ta uporabljena s premislekom, upoštevajoč značilnosti posameznih situacij, prostorov in krajev. Vidno zaznavanje ni vedno povezano z izmerljivimi kriteriji.

Pri tehnologiji svetil LED in OLED veliko standardov oziroma priporočil še ni določenih. Treba je določiti nova priporočila, ki bodo obravnavala tako svetlobno tehnične kot varnostne dejavnike (zaščita oči pred viri svetlobe s premočno svetilnostjo, vplivi različne spektralne porazdelitve virov svetlobe ipd.). Prav tako nastaja potreba po dodatnih standardih glede svetlobnega onesnaževanja in prepletanja namembnosti med funkcionalno in "dekorativno" osvetlitvijo.

2.8 Svetila LED in OLED

Tehnologiji virov svetlobe OLED in LED temeljita na polprevodnikih, vendar omogočata različne svetlobne učinke. Posamezni čipi LED-vira svetlobe so običajno majhni. Za uporabo v splošni razsvetljavi komponente LED združujemo v sistem, za to pa običajno potrebujemo tudi ustrezno optiko. Osnovne OLED-komponente so dimenzijsko večje in izsevajo svetlobo »ploskovno«. Čeprav sta tehnologiji danes komplementarni, se lahko zgodi, da si bosta nekega dne konkurirali (Hohl-Abi Chedid, 2012). Polprevodniška svetila obljublajo manjšo porabo energije, manj vzdrževanja in spremembo celotne svetlobne infrastrukture. Vendar njihove značilnosti prinašajo številne nove parametre, ki so odvisni od različnih dejavnikov. Poznavanje teh značilnosti je ključnega pomena za njihovo učinkovito in okolju sprejemljivo umestitev v urbani prostor. Visokokakovostna svetila na podlagi polprevodniške tehnologije niso odvisna le od zmogljivosti posameznih komponent, ampak tudi od načina njihove združitve v celoto. Slaba združitve pripelje do slabe kakovosti svetlobe in poslabšanja delovanja celotnega sistema.

LED-tehnologija svetil je že dosegla zrelo stopnjo svojega razvoja. Napovedi za tržni delež LED-svetil v zunanji razsvetljavi kažejo, da naj bi se na območju Evrope, Azije in Severne Amerike s 6 odstotkov v letu 2011 povečal na več kot 70 odstotkov v letu 2020 (McKinsey, 2012). Za OLED-svetila so napovedi različne. Njihov razvoj za splošno razsvetljavo je v intenzivni fazi, napovedovanje njihove prihodnosti pa je precejšen izziv (glej na primer Parandian in Rip, 2013). Nekateri predvidevajo do

leta 2020 le postransko vlogo OLED-svetil v splošni razsvetljavi, drugi pa za takrat napovedujejo začetek njihove široke uporabe na vseh področjih (Hendy, 2011).

Večina napovedi ne omenja OLED-svetil za splošno uporabo, ker še ni jasno, v kolikšni meri naj bi ta začela prodirati na trg splošne razsvetljave. Vzroki za to so trije. Cena OLED-svetil je višja od cene LED-svetil, čeprav so OLED-svetila v sedanji fazi razvoja manj učinkovita in imajo krajšo življenjsko dobo. Nekateri sodobni LED-izdelki že omogočajo podobne oblikovne rešitve in zmogljivosti kot OLED-svetila pri bistveno nižjih cenah. Razvoj OLED-svetil je hiter, še vedno pa napreduje tudi razvoj LED-svetil. Svetila OLED naj bi dosegla fotopske učinkovitosti 140 lm/W v letu 2020, LED-sistemi pa celo več kot 220 lm/W v istem času (McKinsey, 2012).

V bližnji prihodnosti bodo svetilom LED in OLED morda komplementarna tudi svetila, ki temeljijo na polprevodniški laserski tehnologiji. Z njimi bi lahko dosegli velike svetlobne izkoristke tudi pri precej večjih gostotah električnega toka, kot jih je mogoče doseči s svetili LED in OLED. Da bi bilo mogoče z laserji različnih valovnih dolžin svetlobe kljub ozkim širinam spektralnih črt ustvariti kakovostno belo svetlobo za splošno osvetlitev, potrjujejo tudi poskusi (Neumann, et al., 2011).

2.8.1 LED-svetila

O pojavu elektroluminiscence iz polprevodniške diode je prvi poročal Henry Joseph Round (1907), za izumitelja LED pa lahko štejemo ruskega tehnika Olega Vladimirovicha Loseva, ki je leta 1927 objavil svoj prvi članek o izsevu svetlobe iz silicijevo-karbidnih diod (Zheludev, 2007). Prve uporabne svetleče diode, ki so sevale vidno svetlobo, so bile prvič izdelane v 60. letih dvajsetega stoletja kot rezultat odkritij Nicka Holonyaka jr. in sodelavcev (1962) ter Roberta N. Halla (1962) in Marshalla I. Nathana (1962) in njunih sodelavcev. Slednja sta zaslužna za odkritje polprevodniškega laserja na kristalih galijevega arzenida. Sprva so se svetleče diode uporabljale le za signalno-informacijske namene. Po odkritju visoko zmogljivih modrih svetlečih diod leta 1993 in s tem možnosti izdelave svetlečih diod z belo barvo svetlobe se je začel njihov hitri razvoj za uporabo v splošni razsvetljavi.

Čip svetleče diode je polprevodniški element, ki ob zadostni napetosti izseva svetlobo določene valovne dolžine. Ta je odvisna od materialne sestave čipa. Bela svetleča dioda je LED-komponenta, v kateri polprevodniški čip prekrijemo z ustreznim fosforim nanosom. Po navadi ustvarimo belo svetlobo tako, da z uporabo različnih vrst fosforim nanosov monokromatsko modro svetlobo LED-čipa "pretvorimo" v belo svetlobo. Več LED-komponent skupaj na tiskanem vezju pomeni LED-modul. LED-modul z ustrežno elektroniko, optiko in ustreznim hladilnim telesom je LED-svetilo. Ko temu dodamo še zunanji LED-napajalnik in specifično kontrolno elektroniko, imenujemo vse skupaj

svetlobni sistem LED. LED-žarnica je tudi LED-svetilo. LED-svetilka (angl. *LED luminaire*) pa je svetilka, v kateri za vir svetlobe uporabimo integriran LED-element ali LED-žarnico. Ti pojmi se pogosto pomensko prekrivajo. LED-svetilo sestavlja različno število elementov. Od vsakega posameznega elementa pričakujemo ustrezno kakovost delovanja, ki je odvisna od številnih parametrov. Za dobro delovanje LED-svetila je pomembna tudi ustrezna kompatibilnost uporabljenih elementov.

LED-čipi niso nikoli popolnoma enaki. To velja tudi za LED-komponente. Izdelovalci že narejene komponente razvrstijo v posamezne razrede (angl. *bins*) glede na jakost in njihove spektralne značilnosti. Kakovostnejši izdelovalci imajo strožja merila in komponente razvrščajo v manjše razrede. To je zelo pomembno pri sestavljenih LED-sistemih, kjer deluje več svetlečih diod skupaj. Sodobna kakovostna svetila LED lahko izsevajo svetlobo z dobro reprodukcijo barv predvsem pri nižjih koreliranih barvnih temperaturah bele svetlobe. To dosežemo z uporabo mešanice ustreznih fosfornih nanosov ali z dodajanjem svetlečih diod, ki izsevajo določeno enobarvno svetlobo, na primer rdečo.

Življenjska doba LED-komponente ali sistema je čas delovanja, po katerem svetilnost pade pod določen odstotek začetne vrednosti, v tem času pa prav tako ne sme priti do opaznih sprememb v barvi svetlobe (Bullough et al., 2005). Za življenjsko dobo modulov LED se običajno navaja vrednost pri 70 % začetne svetilnosti - $L_{70\%}$. Navedbe proizvajalcev so tu po navadi okrog 50.000 ur, v praksi pa so te številke nižje, saj je življenjska doba celotnega sistema povezana z življenjsko dobo krmilne elektronike. Na to vpliva tudi temperatura okolja. Časovnim spremembam so izpostavljeni tudi fosforni nanosi v LED-komponentah. To pomeni, da se lahko v določenem obdobju barva svetlobe posameznih LED-komponent opazno spremeni. LED-svetila redko, a včasih tudi popolnoma odpovedo. Omenjeno obravnava zanesljivost, ki pomeni pogostnost naključnih popolnih odpovedi populacije izdelka (Mao, 2010). Zanesljivost LED-sistema ustreza zanesljivosti njegove najšibkejše komponente.

Pri svetlečih diodah se nezanemarljiv del porabljene energije pretvarja v toploto. Medtem ko je pri žarnicah in sijalkah odločilnejša termična obremenitev okoliških komponent, moramo pri svetlečih diodah paziti tudi na morebitne okvare samega vira svetlobe. Že pri daljši obratovalni temperaturi LED-komponente nad 80 °C se občutno skrajša življenjska doba LED-čipa. Ob zvišanju temperature LED-čipa se zmanjša tudi njegova svetilnost in hkrati poslabša kakovost izsevane svetlobe. Temperatura okolice močno vpliva na delovanje LED-sistema. Zunanja svetila so lahko izpostavljena velikim temperaturnim razlikam med dnevom in nočjo. Na vse to vplivajo še temperaturne razlike zaradi sprememb letnih časov in menjavanje sušnih in vlažnih obdobj med letom.

Kljub dobremu oblikovanju LED-svetila in ustreznemu odvajanju toplote brez kakovostne napajalne elektronike ni mogoče izdelati kakovostnega LED-svetila. To je še posebno pomembno pri projektih, kjer je amortizacija investicije merjena v letih. Tu so dolge garancije poslovna nuja, zmanjševanje vzdrževalnih stroškov pa je pomemben del povračila začetne investicije. Eden ključnih členov v svetilih LED je tudi ustrezna optika. Ta lahko bistveno izboljša svetlobni izkoristek svetila. Kakovost leče vpliva tudi na izhodno barvno reprodukcijo. Pri svetilih LED za uporabo v cestni razsvetljavi je pomembna natančna svetlobna porazdelitev. Tu lahko le z ustrezno optiko hkrati zmanjšamo svetlobno onesnaževanje in z usmerjanjem svetlobe na želeno območje povečamo učinkovitost svetil.

Z regulacijo jakosti svetlobnega toka svetil se lahko izboljša vidno udobje uporabnikov, podaljša življenjska doba svetil in prihrani električna energija. Medtem ko ima regulacija jakosti svetlobnega toka pri notranji osvetlitvi že dolgo tradicijo, je bila pri zunanji osvetlitvi uporabljena večinoma le kot dvostopenjsko spreminjanje jakosti. Z novimi tehnologijami lahko pokrijemo tudi širše območje regulacije. Dodatni možnosti sta tu delovanje svetil v kombinaciji z inteligentno senzoriko in spreminjanje barvne temperature bele svetlobe. Pri zunanji osvetlitvi je pomembno tudi določanje ustrezne jakosti svetlobnega toka posameznih LED-svetil zaradi morebitnih odstopanj med izkoristki in močmi posameznih svetil ter še vedno potekajočega tehnološkega razvoja. Takšna regulacija omogoča tudi vzdrževanje enake ravni jakosti svetlobnega toka v življenjski dobi svetila in prilagajanje spreminjajočim se nivojem zunanje osvetlitve. Prav tako z njo v mezopskem območju vida lažje usklajujemo nazivne fotopske učinkovitosti svetlobnih virov z različnimi spektralnimi porazdelitvami. Z uporabo ustrezne elektronike skušamo pri regulaciji jakosti svetlobnega toka LED-svetil čim bolj zmanjšati tudi možnost motečega utripanja.

2.8.2 OLED-svetila

Pri OLED-svetilih gre za aktivne organske plasti, ki potrebujejo za svoje delovanje napajalno elektroniko na osnovi tankoslojnih tranzistorjev. Več organskih plasti se običajno nanaša na steklo s procesom vakuumskega termičnega naparevanja. V zadnjem času postaja čedalje pomembnejša izdelava OLED-svetil s tako imenovanimi procesi tiskanja na osnovi raztopin (angl. *solution based printing processes*). Te tehnike omogočajo cenejšo in učinkovitejšo izdelavo večjih OLED-modulov, prav tako pa lahko z uporabo novih materialov izboljšajo njihovo delovanje (glej na primer Wang, 2013). Uporaba tehnologije na gibljivih substratih pomeni možnost izdelave tankih, upogibljivih in prosojnih virov svetlobe, ki bi jih lahko namestili v stropne, zidove, okna ipd. Pri tem je zelo pomemben razvoj tehnologije za doseganje enakomerne svetlosti OLED-svetil (Slawinski et al., 2013). Zdaj so že na voljo serijski moduli OLED, katerim pa do splošne uporabnosti manjkajo predvsem bistveno daljši čas delovanja (močan vpliv zunanjih dejavnikov), ohranjanje enake

kakovosti svetlobe v tem obdobju in občutno nižja cena. Prav tako učinkovitost OLED-svetil še zdaleč ne dosega tiste, ki jo dandanes dosegajo anorganske svetleče diode. Do njihove množičnejše uporabe lahko torej mine še nekaj časa. Uspeh komercializacije OLED-naprav pa ni odvisen le od zmogljivosti samih naprav, ampak v veliki meri tudi od tehnologije in stroškov proizvodnje (Müllen, 2006). Eden glavnih tehnoloških problemov pri tem je možnost izdelave naprav v velikih količinah (angl. *large scale fabrication*). Razvoj poteka tudi v smeri razvoja hibridnih anorgansko-organskih materialov, pri katerih bi bile izkoriščene prednosti obojih (Müllen, 2006). Dandanes so učinkovitosti serijskih OLED-modulov za splošno notranjo razsvetljavo še vedno veliko manjše od veliko cenejših LED-komponent. Njihova življenjska doba je občutno krajša od slednjih.

Serijski moduli OLED za splošno razsvetljavo dandanes niso upogljivi. Poleg študij modelov mehanskih karakteristik upogljivih svetil (glej Chiang et al., 2009) je v tem času poudarek tudi na raziskavah optičnih značilnosti prosojnih svetil OLED (Lee et al., 2011) in ustreznem hlajenju pri njihovem delovanju (glej na primer Schwamb et al., 2013). Kisik in vlaga v zraku povzročata hitro degradacijo svetil OLED, zato je zelo pomembna ustrezna zaščita organskih plasti. Pri tem ima še vedno velik potencial nanašanje ustreznih dodatnih tankih organskih plasti z metodo termičnega naprejanja (Grover et al., 2011).

Zaradi postopkov izdelave je velikost OLED-modulov omejena. Izdelovalci za leto 2020 napovedujejo povečanje velikosti posameznih modulov do 50 x 50 cm in podaljšanje življenjske dobe. Te dandanes običajno znašajo med 5000 in 10000 urami ($L_{70\%}$). Moduli OLED za dekorativno-ambientalne namene bodo na voljo z občutno manjšo svetilnostjo oziroma svetlostjo, a s podobnimi izkoristki. Večina izdelovalcev za to obdobje napoveduje prodor fleksibilnih svetil OLED na osnovi folij.

Svetila OLED zaradi svojih specifičnih termičnih lastnosti, najučinkoviteje delujejo v zmerno toplem okolju (glej na primer Bergemann, 2012), medtem ko so svetila LED najučinkovitejša v zmerno hladnem okolju. Ta dejavnik zna prav tako določati izbiro med omenjenima tehnologijama v prihodnosti.

2.8.3 Konceptualna sprememba – nova svetlobna paradigma

LED- in OLED-tehnologija svetil prinaša tudi idejo o novi "digitalni svetlobni paradigmi" (Kennedy, 2005). Polprevodniška tehnologija svetlobe tako ni več del "žarnične" kulture osvetljevanja, temveč ponuja nov digitalni model svetlobe. Z njim se spremeni razmerje med svetlobo in informacijo; torej kako uporabnik doživlja svetlobo, kako jo nadzoruje in uporablja v vsakdanjem življenju. Kultura žarnice je bila zgrajena na ideji o razsvetljavi kot objektih. To so svetilke oziroma naprave, ki so

najpogosteje krhke, težke in nepremične. Do nedavnega je razsvetljava pomenila predmete, ki so drugačni od pohištva, urbane opreme ali arhitekturnih elementov, kot so stene, fasade in stropi. Z novo paradigmo se to spreminja. Miniaturizacija, ki jo lahko dosežemo z LED-svetili, dovoljuje, da so lahko svetila vgrajena tudi v materiale oziroma arhitekturne površine. To je drugačno od kategorij, ki so jih ustvarile oblikovalske stroke, in ponuja nov način razmišljanja o predstavi, ki jo imamo o materialih. V primerjavi s "kulturo žarnic", LED-svetila omogočajo nov način uporabe in izkustev, dodatne možnosti regulacije svetlobe ter interakcijo med uporabnikom in svetlobnim virom.

Kljub temu se postavlja vprašanje, v kolikšni meri to lahko pripomore h kakovostni urbani osvetlitvi. Dinamično osvetljena pročelja stavb v središču mesta lahko pripomorejo k mestni orientaciji in reklamiranju, še zdaleč pa niso primerna za vsako mesto oziroma mestni predel. V mestih, kjer celostni koncepti osvetlitve niso narejeni, neredko prevzame glavno vlogo komercialna, nekoordinirana, za preprosto polepšanje mesta zlorabljen osvetlitev (Schmidt, 2006). Neprimerno uporabljena LED-svetila s svojimi vsestranskimi možnostmi implementacije lahko nočni videz mesta tudi poslabšajo. Ob številnih možnostih, ki jih ponuja nova tehnologija, so torej izjemno pomembni preiščeni celostni koncepti osvetlitve. Razvoj gre k ekološko ustrežnejšim alternativam obstoječemu sistemu. Uporaba novih tehnologij naj bi znižala tudi stroške porabe in vzdrževanja. Cilj je najti pravi način, kako diskretnost in funkcionalnost združiti z oblikovanjem in ustvariti nočni ambient, ki bo prijeten, zanimiv in v katerem se bodo uporabniki dobro počutili.

Tudi uporaba LED- in OLED-svetil za nestalne dekorativne namene ima veliko možnosti. Umestitev OLED-svetil bi lahko poleg svoje stalne vloge v času novoletne razsvetljave brez dodatnih stroškov umeščanja omogočila spremembo barve svetlobe iz bele v barvno. To pomeni zmanjšanje investicije in porabe električne energije za novoletno razsvetljavo. Če upoštevamo še čas, ki bi ga porabili za nameščanje in odstranjevanje le-te, so stroški še nižji. Tu ne govorimo o spreminjanju barve svetil funkcionalne razsvetljave, kot so cestna svetila, temveč razsvetljave, ki je namenjena ustvarjanju podobe mesta. Takšna osvetlitev z estetskega vidika ne bi mogla v celoti nadomestiti novoletne razsvetljave in bi pripomogla k okrašeni sliki mesta le delno. Čar novoletne razsvetljave je namreč prav v njeni edinstvenosti in praznični drugačnosti.

Največja prednost sistemov svetil na osnovi svetlečih diod je v zmanjšanju porabe energije in številnih inovativnih možnostih nadzora svetilnosti svetil glede na dejanske potrebe po osvetlitvi. To pomeni, da osvetljujemo zunanji prostor le takrat, ko je to potrebno. Ko za to ni potrebe, se svetilnost svetil zmanjša na najmanjšo mogočo. Nova tehnologija nam omogoča, da se lahko to zmanjšanje izvede hitro, na preprost način in pregledno. Ritter (2012) omenja, da le takrat, ko so prostori prijetni za življenje in delo, lahko pričakujemo, da bodo uporabniki razumeli in sprejeli merila za varčevanje z energijo.

2.8.4 Pomisleki glede uporabe svetil LED in OLED

Svetila LED s svojo majhnostjo in hkrati robustnostjo v osnovi omogočajo veliko svobode pri oblikovanju in možnosti za nove aplikacije. Z njimi lahko osvetljujemo detajle, ki jih prej s tako natančnostjo nismo mogli. Svetila LED in OLED laže umestimo v že obstoječe urbane elemente, ne da bi pri tem bistveno spremenili njihov dnevni videz. Podnevi so skrita, ponoči pa se (ali podnevi, po potrebi) pokažejo v drugačni podobi. V urbanem prostoru so bila na tem področju prva LED-svetila za signalizacijo, v obliki majhnih svetil za opozarjanje na prehode za pešce in semaforji.

Svetlobni izkoristek svetil LED se je zelo povečal in tako imajo relativno majhni viri LED lahko precejšnjo svetilnost. Velike svetilnosti iz dimenzijsko majhnih svetlobnih virov pomenijo ne samo nelagodje za vid (bleščanje), temveč so lahko tudi nevarne za človeško oko. LED-svetila morajo ustrezati fotobiološkim varnostnim zahtevam (Lyons, 2012). Za zmanjšanje motečega bleščanja se predvsem pri večjih površinskih virih uporabljajo dodatni polprepustni materiali, ki pa zmanjšajo učinkovitost in podražijo investicijo. Nelagodje v obliki bleščanja se lahko pojavi tudi pri indirektni svetlobi, če je te glede na okolico preveč. Za zmanjšanje bleščanja in enakomernejšo porazdelitev svetlobe izdelovalci LED-svetil čedalje pogosteje uporabljajo tehnologijo odmaknjenih fosfornih plasti (angl. *remote phosphor coating technology*).

Uporaba LED-tehnologije v urbani osvetlitvi je lahko hitro zlorabljena. S svojo majhnostjo, preprostim nameščanjem in dostopnostjo omogoča nenadzorovano nameščanje tako za osvetljevanje arhitekturnih elementov kot za poudarjanje reklamnih sporočil. Povečevanje rabe, kakršne prej nismo poznali, kljub boljši učinkovitosti svetil, bistveno zmanjša prihranek oziroma celo poveča porabo. Omenjeno je poznano kot Jevonsov paradoks (Alcott, 2005). Tsao (2010) pokaže, da bogatejši ko so ljudje in bolj ko je cenovno dostopna razsvetljava, več električne energije se porabi za osvetlitev. Če to drži za prihodnost, bodo izboljšani izkoristki svetil znižali ceno "svetlobe", kar bo sprožilo povečanje števila svetil in aplikacij. Poraba energije za razsvetljava bo tako ostala najmanj na enaki ravni kot dandanes. Nekateri trdijo, da se bo v prihodnosti število aplikacij v vsakem primeru povečevalo in da lahko vsaj z novimi tehnologijami ohranimo porabo na isti ravni. Vendar menimo, da je to slab izgovor, ker sama poraba še zdaleč ni edino merilo. Pomembni so tudi dodatni stroški vzdrževanja, količina odpadkov izrabljenih svetil novih aplikacij in povečano svetlobno onesnaženje.

Svetleče diode ne vsebujejo živega srebra, a je poraba energije za izdelavo LED-svetila relativno velika. Za izdelavo belih svetlečih diod uporabljamo različne fosforje, toplotno prevodna lepila in silikon, precejšen delež uporabljenih surovin pa odpade na pripadajočo elektroniko. Problem reciklaže še zdaleč ni rešen. Pri razvoju LED-svetil se nenehno srečujemo z novimi tehnološkimi dosežki. Izdelek, ki je danes aktualen, lahko že leto pozneje postane nekonkurenčen. Novejši, učinkovitejši in

hkrati cenejši izdelek lahko izpodrine starejšega, čeprav življenjska doba le-tega še ni pretekla. To pomeni dodatno obremenitev za okolje. Kdaj je pravi trenutek, da bo investicija v nov izdelek smiselna, je pomembno vprašanje. Svetila za urbano razsvetljavo naj bi "zdržala" tudi do petnajst let. Pri izkoristkih LED-čipov izboljšave niso več tako drastične kot zadnjih nekaj let. Veliko potenciala pa je v skupnem izkoristku LED-svetil, ki je odvisen od kakovosti posameznih elementov LED-sistema in optimizacije njihovega medsebojnega delovanja.

Pri "ploskovnih" svetilih OLED se zastavi tudi vprašanje primerne združevanja modulov v večji svetlobni sistem, kot so na primer diskretno svetleče fasade stavb. Veliko težavo bi pomenilo ustrezno združevanje posameznih modulov v razrede tako po svetilnosti kot po barvi svetlobe, ki bi jo izsevali. Posameznim modulom se jakost svetlobnega toka zmanjšuje različno in neenakomerno. Avtomatsko uravnavanje le-tega bi morala prevzeti kakovostna regulacijska elektronika. To ni preprosto, ker človeško oko zazna že zelo majhne razlike v kontrastu. Te niso odvisne le od svetlosti posameznega vira, temveč tudi od barve oziroma spektralne porazdelitve svetlobe, ki jo ta izseva. Določene module bi bilo treba po določenem času zamenjati pred drugimi, to pa zahteva ustrezno in predvsem drago vzdrževanje. V homogeno svetli površini bi bile temnejše ploskve hitro opazne in precej moteče. Prav tako spoji med posameznimi moduli ne bi smeli motiti videza svetlobne inštalacije. Veliko truda bi zahtevala tudi izvedba električne inštalacije. Tu bi se srečali s problematiko ustreznega napajanja posameznih nizkonapetostnih modulov in precej velikimi razdaljami med moduli.

Ustrezna namestitvev prepustnih folij OLED na pročelja stavb ne bi bila lahka naloga. Površina pročelij ni ravna. Že manjša odstopanja folij od podlage bi pomenila težavo tako za tehnično izvedljivost namestitve kot za njen videz. Prazni prostori med pročeljem in folijo pa bi bili potencialna zbirališča za umazanijo, žuželke in vlago. Kakovostna namestitvev tankoplastnih modulov OLED na večje površine bi bila mogoča le ob zahtevni prilagoditvi izbranih površin. Namestitvev na steklene površine bi bila preprostejša in lažje izvedljiva. Na polprepustnih svetilih OLED, nameščenih na pročeljih stavb, bi morale biti nameščene tudi ustrezne "antirefleksivne" plasti, ki bi podnevi preprečevale odboj sončne svetlobe, ponoči pa odboj svetlobe iz avtomobilskih žarometov in okoliških svetil.

Svetila za zunanjo uporabo morajo ustrezati še dodatnim zahtevam, kot so primerna stopnja IP-zaščite, odpornost proti poškodbam in udarcem, manjša občutljivost na omrežna nihanja ipd. (glej npr. (Gil-de-Castro idr., 2013)). Pri uporabi LED- in OLED-svetil v zunanem prostoru se veliko razpravlja o svetlobni onesnaženosti. Z njimi lahko tehnično veliko lažje uravnavamo in usmerjamo svetlobni tok, kar pomeni, da lahko premišljena in kvalitetna namestitvev zmanjša uhajanje svetlobe. Prav tako je mogoče z uporabo pametnih inštalacij bolje uravnavati jakost svetlobnega toka svetil, ga zmanjšati na najmanjšo raven oziroma svetila avtomatično izklopiti, kadar jih ne potrebujemo (glej Juntunen idr., 2013). Pri LED-svetilih je lahko problematično bleščanje, ki ga poskušamo omejiti z različnimi

rešitvami (glej npr. Sun idr., 2012). Veliko raziskav je bilo narejenih tudi o povečanju sija neba zaradi uporabe LED-svetil v zunanjem prostoru (glej npr. Bierman, 2012). Splošna razprava naj tu ne bi bila omejena le na LED-svetila, temveč tudi na obravnavo primerjave z drugimi tehnologijami virov svetlobe s podobnimi spektralnimi značilnostmi (glej Falchi idr., 2011).

3 SINTEZA IZHODIŠČ

Javna urbana osvetlitev lahko pripomore k doživljanju nočne krajine in grajenega okolja, vendar moramo pri njej dobro razmisliti o samem razmerju med ljudmi, svetlobo in mestom. Z novimi možnostmi, ki jih ponuja polprevodniška tehnologija svetil, bi v prihodnosti lahko pripomogli k doživljanju mest ponoči. Vprašanje pa je, do kolikšne mere bi bila takšna osvetlitev skladna z okoljsko-energetskimi zahtevami. Temeljito je treba pretehtati, kam, katere in koliko novih tehnoloških rešitev osvetlitve je v prostor smiselno umestiti, da bo končni rezultat prijetno nočno urbano okolje z manjšo skupno porabo električne energije, manjšimi vplivi na okolje in nižjimi stroški vzdrževanja. Z raziskavo poskušamo posredno ugotoviti tudi, kako bi lahko nove tehnologije svetil LED in OLED pripomogle k zagotavljanju kriterijev trajnosti.

Osvetlitev mest je več kot le izpolnjevanje tehničnih zahtev za doseganje učinkovitosti in varnosti. Raziskave se čedalje bolj posvečajo tudi temu, kako osvetljeno urbano okolje sprejemajo uporabniki mest (Casciani, 2012). Le tako lahko bolje razumemo socialni vpliv osvetlitve, njegov pomen pa uporabimo pri osvetlitvi mest.

V tem poglavju opišemo določene predloge umestitve bodočih svetil LED in OLED v mestni prostor in mogoče prednosti omenjenih rešitev. Ob tem diskusija obravnava različne kriterije, zahteve in spečificne značilnosti urbane osvetlitve. Opisane rešitve so osnova za izoblikovanje predlogov bodoče osvetlitve v raziskavi.

3.1 Uporaba novih tehnologij za izboljšanje funkcionalnosti in podobe mesta

Določeni urbani prostori so v nočnem času za ljudi še posebej privlačni. Ti so lahko začetna mesta za izboljšave osvetlitve in umestitev novih tehnologij. Po Schmidtu (2006) so to glavne ceste, stranske ulice, trgi, mostovi, krožišča, parkirišča, postajališča javnega prevoza, bencinske črpalke, postajališča, podhodi, pločniki, pešpoti ter tudi izložbe trgovin in prometni znaki.

Inovativna umestitev svetil LED in OLED v urbani prostor omogoča prepletanje funkcionalne razsvetljave in razsvetljave za izboljšanje podobe mesta. Polprevodniška tehnologija svetil nam omogoča preprostejše prilagajanje jakosti svetlobnega toka svetil glede na vremenske razmere oziroma osvetljenost okolice in s tem zmanjšanje prevelikih kontrastov. Tako lahko preprečimo bleščanje in premočne sence. Osvetlitev bi se lahko pametno prilagajala tudi gostoti prometa ter številu obiskovalcev. Cilj je, da se čim bolj zmanjša osvetljenost prostora, ko za to ni potrebe. To

pomeni očiten prihranek pri porabi električne energije in zmanjšanje svetlobnega onesnaženja. Na tem področju je velikanski potencial, ki ga z dosedanjo tehnologijo ne moremo tako dobro izkoristiti. Za obstoječo tehnologijo pomeni takšna regulacija pogosto prevelik tehnični izziv oziroma ni mogoča (dvostopenjsko uravnavanje jakosti svetlobnega toka pri halogenidnih sijalkah) in predvsem večje stroške. Polprevodniška tehnologija svetil omogoča takšno uravnavanje z manjšimi finančnimi izdatki.

Priložnost za uporabo svetil LED ali OLED je tudi pri prometni signalizaciji, znakih in informacijskih tablah. Z uravnavanjem svetlosti le-teh bi izboljšali tudi čitljivost prostora. Potratne halogenske žarnice v semaforjih so v nekaterih državah že pred leti uspešno zamenjala signalna LED-svetila, ki omogočajo bistveno daljše vzdrževalne presledke. Obstoječe "prostorninsko" obsežne semaforje bi zamenjali plitvi in veliko lažji OLED-semaforji. Te bi oblikovalci, če bi to cestnoprometne zahteve dopuščale, lahko tudi domiselno oblikovali, skladno s krajevnimi oziroma regionalnimi značilnostmi.

Znaki in označbe so v mestih večinoma osvetljeni s fluorescenčnimi sijalkami. Pri teh gre kljub uporabi primerne optike in senčnikov po navadi veliko svetlobnega toka mimo površine znaka, ki ga želimo osvetliti. S primernimi znaki oziroma tablam OLED, ki bi same sijale, bi lahko zmanjšali porabo električne energije in uhajanje svetlobnega toka. Njihova svetlost bi se prilagajala svetlosti okolice, torej razlikam v dnevu in noči ter različnim vremenskim razmeram. Morebitno uhajanje svetlobnega toka nad vodoravnico bi popolnoma omejili z ustrezno tankoslojno optiko.

Polprevodniška tehnologija svetil ponuja veliko možnosti tudi na področju interaktivne osvetlitve. Te v naši raziskavi ne obravnavamo, vendar bo ta v prihodnosti gotovo vplivala na urbano osvetlitev mest. Interaktivni prometni znaki bi lahko s prižiganjem ali spreminjanjem svetlosti opozarjali voznike na gnečo, na nevarnosti ali na storjene prometne prekrške. Ambientalna interaktivna osvetlitev bi lahko imela poleg vloge igrivosti tudi vlogo povezovalcev družabnega urbanega življenja oziroma sporočanja. Morala pa bi se vključevati v celostni koncept osvetlitve in ne delovati kot moteči element nočne podobe mesta.

Prosojna svetila OLED bi se lahko umestila v grajeni del mesta. Dnevne podobe mesta zaradi njihove značilne prosojnosti ne bi skorajda nič spreminjali, medtem ko bi bila nočna slika precej drugačna. Ena takšnih možnosti je umestitev tankih prosojnih plasti svetil na fasade izbranih zgradb, ki bi ponoči ob določenih urah nežno svetile. Z napredno tankoslojno optiko bi poskrbeli, da takšna svetila ne bi svetila nad vodoravnico. Po potrebi bi pripomogla tudi k osvetlitvi pešpoti ali pločnikov, ki se nahajajo v neposredni bližini stavb. Te plasti bi lahko hkrati varovale pred zunanjimi vplivi. Ta svetila bi lahko bila združena s hibridnimi svetlobnimi sistemi (Mayhoub, 2011), ki za osvetlitev notranjosti stavb uporabljajo dnevno svetlobo in umetne vire svetlobe sočasno.

Svetila OLED bi lahko umestili tudi na okna izbranih stavb. Takšna okna bi podnevi ohranila svojo sedanjo funkcijo, ponoči pa bi imela za stanovalce funkcijo rolet. Na zunanji strani bi nežno svetila in tako vplivala na nočno podobo mesta. V novoletnem času bi takšna okenska svetila OLED omogočala tudi prikazovanje dekorativnih elementov. Če bi ponoči takšno okno odprli, bi se svetlobna roleta nežno ugasnila, okno pa bi dobilo svojo običajno dnevno funkcijo. Tudi v tem primeru bi sevanje svetil nad vodoravnico popolnoma omejili z napredno tankoslojno optiko.

Prosojna svetila OLED bi uporabili tudi za poudarjanje cestnih označb, kot so prehodi za pešce, kolesarske steze ali robovi pločnikov. Svetlost takšnih svetil bi bilo treba primerno nadzorovati. Tako bi se ustrezno vključevala v preostalo podobo in ne bi bila v prevelikem kontrastu z ozadjem oziroma preostalimi elementi mestnega prostora. Njihovo umestitev bi bilo treba pretehtati tudi s stališča prometne varnosti in vidnega zaznavanja. Veliko informacij o tem dajejo raziskave o osvetlitvi cest in predorov. OLED-prehodi za pešce bi se vključili le ob rdeči luči za voznike. Umestitev bi morala upoštevati tudi lokacijo urbanega območja oziroma kategorijo cest. Paziti bi bilo treba tudi na ustrezno hrapavost površin tankoslojnih talnih svetil, ki bi ustrezala hrapavosti cestnega asfalta. Pomembno je tudi vprašanje vzdržljivosti pri vremenskih pojavih, kot so dež, sneg in led, vpliv soljenja cest pozimi in odpornost proti udarcem. Z velikostjo svetil se po navadi povečuje tudi vpliv omenjenih dejavnikov.

Svetila OLED (ali ustrezne nadomestke svetil LED) bi bilo po našem mnenju smiselno uporabiti za prikaz hišnih števil ali imen ulic. Te so v nočnem času slabo vidne. Imena ulic in hišnih števil bi se lahko prikazovala tudi interaktivno. Ko bi se uporabnik s svojo navigacijsko napravo v avtu ali s pametnim telefonom peš približal cilju, bi se mu ime ulice ali hišna številka v bližini zasvetila. To bi bilo učinkovito le v čutno osvetljenem urbanem okolju in ne tam, kjer prevladujejo svetleče oglasne table in neurejena osvetlitev.

Izboljšanja podobe mesta in funkcionalnosti osvetlitve pa ne dosežemo zgolj neposredno. To bi lahko storili tudi posredno, s spreminjanjem narave zgradb in materialov ali pa s posebnimi arhitekturnimi koncepti (Behnisch, 2010). Behnisch govori predvsem o svetlobnih rešitvah v notranjih prostorih, vendar bi lahko marsikatero vzporednico povlekli pri zunanji urbani osvetlitvi.

3.2 Zahteve Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja

Slovenska uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja (Ur. list RS, št. 81/2007) omenja tudi osvetlitev fasad. V 10. členu pravi, da mora upravljavec razsvetljave fasade zagotoviti, da svetlost osvetljenega dela fasade, izračunana kot povprečna vrednost celotne površine osvetljenega dela

fasade, ne presega 1 cd/m^2 . Svetlost fasade se ugotavlja z meritvami svetlosti najmanj desetih točk osvetljene fasade, enakomerno porazdeljenih po celotni površini osvetljenega dela fasade.

V raziskavi predvidevamo, da bi bile bodoče tankoslojne plasti OLED obravnavane kot drugačna kategorija razsvetljave. V tem primeru ne bi šlo za osvetljene, temveč svetleče fasade, ki pa jih ne bi šteli v kategorijo reklamnih panojev. Takšne kategorije svetil sedanja uredba ne obravnava.

Bodoče svetleče plasti bi sicer lahko zadostile sedanjim zahtevam uredbe glede svetlosti osvetljenih fasad, a bi bil njihov učinek viden le ob predpostavki, da bi bila svetloba cestnih svetil omejena na osvetljevanje tal in ne bi prihajalo do neželenega osvetljevanja fasad obcestnih stavb. Svetloba cestnih svetil se odbija od tal in neposredno osvetljuje tudi fasade. Odbojnost je odvisna od materiala in vpliva na svetlost površin. Pri asfaltu je ta nižja kot pri betonskih tleh (Adrian, 2005). Bistveno drugače je pozimi, ko zapade sneg, od katerega se svetloba še bolj odbija. Odbojnost je odvisna tudi od spektralnih značilnosti reflektirajoče se svetlobe. Svetlost fasad bi se morala torej prilagoditi vremenskim razmeram, če bi želeli doseči enak učinek. Uredba določa le absolutne vrednosti svetlosti fasad in ne upošteva različnih svetlosti okolice. Sijavost snega je večja od sijavosti oblačnega neba celo podnevi, na kar vplivajo tako fizikalni kot fiziološki dejavniki (Koenderink, 1992).

Poleg ambientalne vloge bi lahko imela ob primerni umestitvi svetila OLED na fasadah tudi vlogo osvetljevanja bližnjih talnih površin. S posebnimi površinskimi nanosi bi spreminjali njihove sevalne značilnosti. Poleg njihove svetlosti bi nadzirali tudi delež svetlobnega toka, ki "pade" s takšnih fasad na tla. To bi pomenilo novo hibridno kategorijo razsvetljave, ki v uredbi prav tako še ni obravnavana. V podobno kategorijo bi lahko umestili "svetleča okna OLED".

Po uredbi se fasada stavbe lahko osvetljuje le, če je stavba na območju naselja, ki je opremljeno z javno razsvetljavo. Hkrati osvetljena stena stavbe ne sme biti oddaljena od zunanje roba najbližje osvetljene javne površine več kakor 240 m, merjeno v vodoravni smeri. Za osvetljeno javno površino se šteje javna površina s povprečno osvetljenostjo najmanj 3 luxov. Temu pogoju je pri predlogih osvetlitve v raziskavi zadoščeno.

Takšna razsvetljava se ne bi uporabljala vso noč, temveč le v večernih urah. Čas delovanja bi se prilagajal letnemu času in gostoti prometa ter pešcev. Ob koncu tedna bi razsvetljava, namenjena podobi mesta, delovala do 1. ure ponoči. V začetku tedna bi se izklopila pozimi že ob 21. uri, poleti pa ob 23. uri. Delovala bi le tedaj, ko bi gostota obiskovalcev ali vozil presegla določeno prednastavljeno mejo. Sevanje nad vodoravnico bi bilo onemogočeno z uporabo napredne tankoslojne optike. Za svetila, vgrajena v tla, ki so namenjena izboljššanju prometne varnosti, uredba ne velja. Z uvajanjem polprevodniške tehnologije svetil bi torej bilo treba spremeniti v nekatere člene slovenske uredbe,

predvsem kot dodatna pojasnila in napotke. Vzrok je predvsem prepletanje funkcionalnih lastnosti LED- in OLED-svetil.

3.3 Spomeniki naravne kulturne dediščine in razsvetljava

Nekatere stavbe na območjih, ki jih obravnavamo v raziskavi, spadajo med spomenike naravne in kulturne dediščine. To velja za pročelja hiš na Gosposvetski cesti, določene elemente Parka slovenske reformacije in nekaj stavb na območju Ajdovščine (Ur. list RS, št. 60/1993). Po zakonu moramo varovati ulično traso in strnjeno ulično fasado Gosposvetske ceste. To velja tudi za Dukičeve bloke v Štefanovi ulici.

Zahteve Zakona o varstvu kulturne dediščine (Ur. list RS, št. 16/2008) ne opredeljujejo osvetlitve fasad, če ne posegamo v arhitekturno strukturo oziroma ne uničujemo samih fasad. Za kakršnokoli umeščanje prosojnih plasti svetil na pročelja stavb, ki so zaščitene kot urbanistični spomenik, bi bilo treba za poseg pridobiti kulturovarstveno soglasje.

4 METODOLOGIJA RAZISKAVE

Metodologija raziskave temelji na javnomnenjski raziskavi in analizi porabe električne energije bodočih predlogov osvetlitve. Hipoteza predvideva, da bi bodoče možnosti uporabe LED- in OLED-svetil v zunanji mestni osvetlitvi pozitivno vplivale na človekovo doživljanje tako osvetljenega urbanega prostora. S terminom pozitivno opredelimo raven ugodnih odzivov anketiranih oseb.

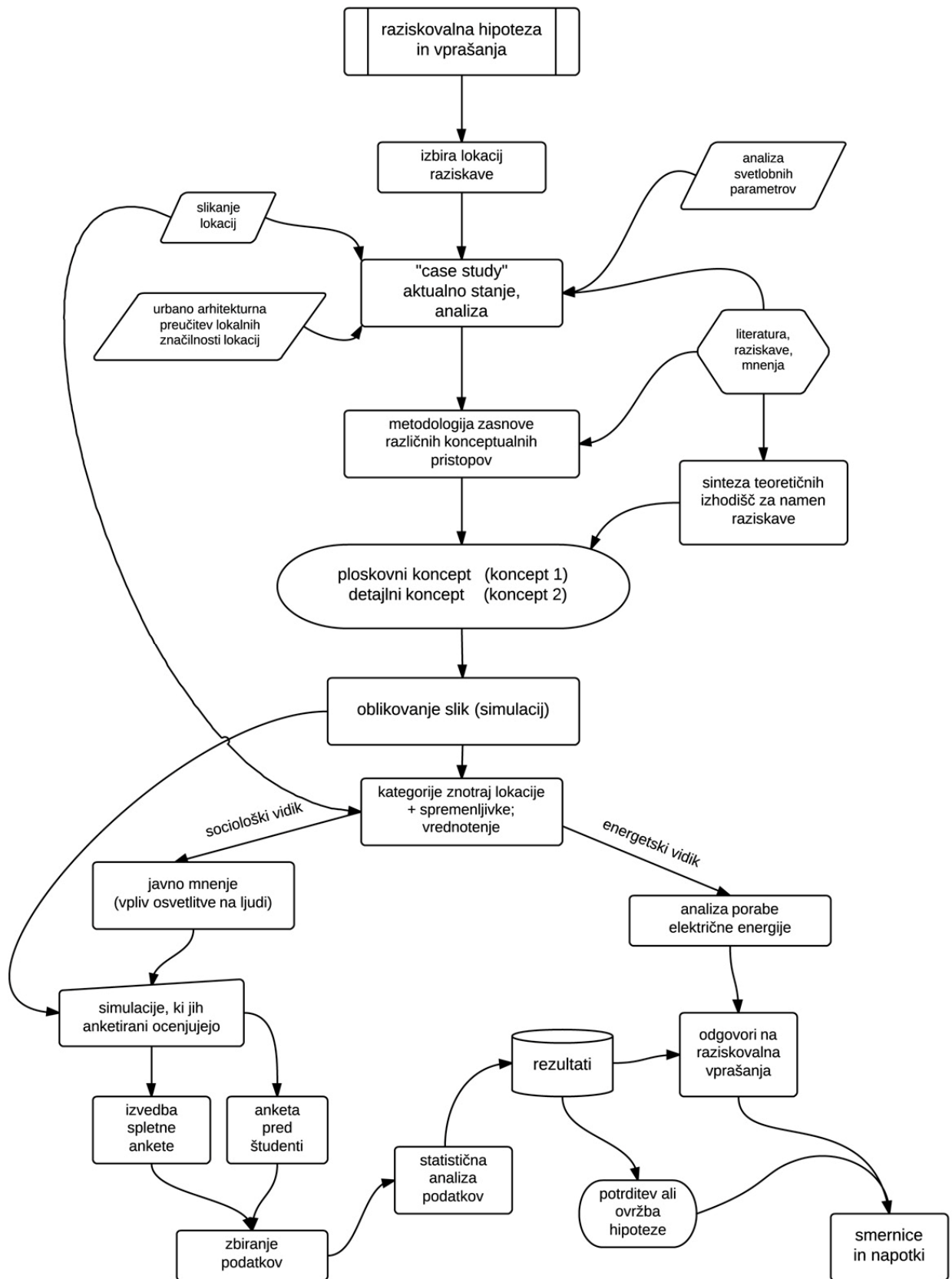
Raziskava vključuje kvalitativne metode (pregled literature, zbiranje slikovnega gradiva lokacij, analiza trenutnega stanja osvetlitve oziroma študije primerov) in kvantitativne metode (raziskava javnega mnenja s pomočjo spletne ankete, analiza porabe električne energije bodočih predlogov osvetlitve). Uporablja kombinacijo teoretičnega znanja in empiričnih ugotovitev. Metoda raziskave ne sledi le zaporedni strukturi, temveč se procesi v njej prepletajo. Poslužujemo se eksperimentalnega raziskovanja, pri katerem pri posameznih konceptih manipuliramo določene spremenljivke in pri tem ugotavljamo njihov učinek na preostale (Field, 2009).

Metodologijo najlaže predstavimo z grafičnim prikazom (slika 4.1). Najprej smo določili hipotezo raziskave in definirali raziskovalna vprašanja. Sledila je izbira optimalnih lokacij, ki ustrezajo namenu raziskave. Nato so bile narejene fotografije izbranih območij, tako podnevi kot ponoči. Na podlagi izbranih dnevnih slik obravnavanih območij smo izoblikovali simulacije nočne osvetlitve. Nočne fotografije območij smo uporabili za analizo dejanskega stanja. S programskim paketom ReLux smo izoblikovali tudi okvirne 3D prikaze sedanjega stanja, ki se lahko uporabijo pri nadaljnjih raziskavah ali pri praktičnih projektih aplikacijah.

Analiza obstoječega stanja izbranih območij je bila narejena na podlagi lastne presoje. Na podlagi rezultatov analize stanja so bili s pomočjo praktičnega in tehnološkega poznavanja svetil LED in OLED simulirani bodoči predlogi osvetlitve.

Z izbranimi statističnimi metodami smo ugotavljali, ali hipoteza drži, ter analizirali odgovore na raziskovalna vprašanja. Pri analizi "okoljsko-energijskih" značilnosti konceptov smo primerjali porabo električne energije za osvetlitev.

Z rezultati obeh analiz dobimo dovolj podatkov, da lahko potrdimo ali ovržemo hipotezo raziskave. Ob tem utemeljimo prednosti, ki bi jih lahko prinesla umestitev novih svetil v urbani prostor, in hkrati opišemo pomanjkljivosti tehnologije glede na trenutno stanje razvoja. Opozorimo tudi na negativne učinke, ki bi jih lahko prinesli nekakovostni izdelki in njihova napačna umestitev. Prav tako podamo smernice za nadaljnje raziskave, ki bi pripomogle k razvoju polprevodniške tehnologije svetil.



Slika 4.1: Metodološki postopek raziskave

Figure 4.1: Methodological procedure of the research

4.1 Izbira lokacij in oblikovanje konceptov osvetlitve

Lokacije v raziskavi so bile izbrane glede na značilna urbana okolja. Tipične mestne elemente, kot so ceste in pešpoti, stavbe, mostovi, trgi, ploščadi, parkirišča, parki, krajinski elementi in obrežja, smo želeli zajeti z izbiro petih manjših območij, ki so znotraj avtocestnega obroča mesta Ljubljana. Izbrana območja se razlikujejo tudi po namembnosti prostora. Ta se lahko pri določenem območju prekriva. Pri analizi trenutnega stanja osvetlitve je bila uporabljena opisna metoda študije primerov (angl. *case study*). S pomočjo analize primerov je bila predlagana osnova za oblikovanje obeh bodočih konceptov osvetlitve.

Na podlagi dnevnih fotografij današnjega stanja smo izoblikovali po dva bodoča predloga osvetlitve za vsako od petih izbranih lokacij. Kriteriji za izbiro primernih fotografij so bili jasno prikazane značilnosti prostora, primerno izbrana perspektiva motiva in pomenska jasnost fotografij, ki predstavljajo določeno urbano območje. Slikovni prikazi, označeni z ustreznimi kraticami, so:

Gospodsvetska cesta, koncept 1 – GK1

Gospodsvetska cesta, koncept 2 – GK2

Ajdovščina, koncept 1 – AK1

Ajdovščina, koncept 2 – AK2

Park slovenske reformacije, koncept 1 – PK1

Park slovenske reformacije, koncept 2 – PK2

Trnovski pristan, koncept 1 – TK1

Trnovski pristan, koncept 2 – TK2

Savsko naselje, koncept 1 – SK1

Savsko naselje, koncept 2 – SK2

Prvi koncept smo poimenovali **ploskovni koncept**, drugega pa **detajlni koncept**. Natančen pomenski opis svetlobnih rešitev v konceptih je podan v šestem poglavju.

4.2 Opredelitev spremenljivk za izvedbo raziskave

Ustrezen izbor spremenljivk je osnova za oblikovanje naše raziskave. Literatura spremenljivke najpogosteje deli na neodvisne in odvisne. Field (2009) opozarja, da sta ta dva termina spremenljivk tesno povezana s popolnoma eksperimentalnimi metodami, kjer preizkuševalec direktno manipulira vzroke. V transverzalnem (angl. *cross-sectional*) raziskovanju, v katerega spadajo tudi javnomnenjske raziskave, s spremenljivkami ne manipuliramo direktno. Spremenljivke so tu odvisne med seboj in zato težko govorimo o popolnoma neodvisnih in odvisnih spremenljivkah. Field predlaga uporabo terminov napovedna spremenljivka oziroma prediktor (angl. *predictor variable*) in spremenljivka rezultata oziroma izida (angl. *outcome variable*).

4.2.1 Napovedne spremenljivke v raziskavi

Posamezni predlogi bodoče osvetlitve na različnih lokacijah pomenijo hkrati glavne napovedne spremenljivke v raziskavi. Ob tem opredelimo dve spremenljivki, ki določata splošne značilnosti posameznih predlogov: "**nivo osvetljenosti**" in "**porazdelitev svetlosti**". Preostalih kriterijev, kot so barve, barvna temperatura bele svetlobe, bleščanje, sence in odboji (Liljefors, 1999), s fotosimulacijami, ki jih uporabljamo v raziskavi, ne moremo primerno opredeliti. Vzrok so specifičnost delovanja človekovega vida in tehnične omejitve, omenjene v metodološkem delu raziskave.

Svetlost (angl. *luminance*) je edina svetlobnotehnična veličina, ki jo človeško oko neposredno zaznava. Definirana je kot skupni svetlobni tok, ki ga oddaja enota površine v prostorski kot. To je torej količina "vidne" svetlobe, ki doseže oko od določenega objekta. Osvetljenost (angl. *illuminance*) pa podaja vpadajoči svetlobni tok na enoto površine v vidnem delu spektra. Vendar pa verjetno večina ljudi osvetljenost pomensko povezuje z zaznavanjem svetlosti. Zato anketirane med drugim sprašujemo tudi, ali menijo, da je prostor na sliki dovolj osvetljen, čeprav s stališča fizikalno-tehnične terminologije spraševati o osvetljenosti prostorov na podlagi slik ni pravilno.

Svetlost je merilo za sijavost (angl. *brightness*) (Antončič, 1998), ki je svetlobni vtis o manj ali bolj svetli, svetleči ali osvetljeni površini. Sijavost je torej zaznavni korelat za svetlost in je odvisna tako od svetlobe, ki prihaja od objekta, kot od njegovega ozadja (Capó-Aponte et al., 2009). Anketirani prek računalniških zaslonov torej zaznavajo svetlost, ki jo interpretirajo kot sijavost.

Po Novljanu (2008) je nivo svetlosti osvetljenih površin tudi eno od meril, ki ovrednotijo izbran svetlobni ambient. Ljudje z očmi ločimo različno svetlost površin, vendar možgani slike interpretirajo po svoje. Zato se tehnično enako svetle površine lahko zdijo različno svetle (Bizjak, 2007).

4.2.2 Opredelitev spremenljivk izidov v raziskavi

Rikard Küller in sodelavci (2006) ugotavljajo, da na razpoloženje ljudi bolj kot objektivno merjene razlike v osvetljenosti vpliva subjektivna kakovost osvetlitve. Maria Johansson in sodelavci (2011) poudarjajo, da sta subjektivna ocena svetlosti in zaznana stopnja prijetnosti oziroma neprijetnosti osvetljenega prostora glavna elementa pri raziskovanju subjektivne kakovosti osvetlitve. Na tej podlagi se razvijajo tudi nova orodja za ocenjevanje kakovosti osvetlitve (Johansson et al., 2013).

V prvem delu raziskave merimo zaznavo afektivne kakovosti slik predlogov osvetlitve. Tu podobno kot Casciani (2012) na podlagi Russillovega dvodimenzionalnega cirkumpleksnega modela čustvenih stanj (1980), določimo spremenljivki, označeni z dimenzijama vzbujanja in valentnosti:

- **prijetnost** kot občutek, ki se pojavi ob opazovanju predlogov osvetlitve,
- pritegnitev **pozornosti** oziroma zanimanje, ki ga vzbudi dana osvetlitev.

Ti spremenljivki določata afektivno kakovost slik predlaganih osvetlitev in tako vplivata na temeljna čustvena stanja posameznika ob opazovanju slik.

V nadaljevanju kot spremenljivke izidov določimo še:

- občutek preglednosti prostora oziroma možnost **vidne orientacije** v prostoru,
- subjektivni **občutek varnosti**, ki ga daje podoba prostora,
- **estetski** kriterij osvetlitve oziroma **ugajanje** predlagane osvetlitve.

Spremenljivka vidna orientacija v osvetljenem prostoru pomeni možnost spoznavanja urbanih segmentov in njihove preglednosti (Schmidt in Töllner, 2006) in je povezana s pojmom berljivosti prostora (ang. *legibility*), kot ga definira Lynch (2010). K orientaciji spada tudi možnost zaznave hišnih števil in imen ulic. Do neke mere jo lahko povežemo tudi s kriterijem vidne dostopnosti prostora. Ta je definirana kot učinkovitost, s katero lahko uporabljamo vid za varno premikanje po prostoru (Legge idr., 2010).

V pravem okolju na omenjene spremenljivke vplivajo še drugi dejavniki, ki jih s slikovno predstavitvijo osvetlitev ne moremo v celoti prikazati. Kljub temu s takšno raziskavo pridobljeni rezultati lahko pojasnijo prvotne odzive in mnenja posameznikov. Diskusija in raziskave o tem, katere informacije nam lahko dajo slikovni prikazi predmetov oziroma okolja v primerjavi s pravim okoljem, so pomembna tema v psihologiji zaznavanja. James Gibson (1971) postavi teorijo, ki loči slikovno posredovano in neposredno zaznavanje okolja, kljub temu pa poudarja, da dajejo skupno informacijo značilnosti, ki so pri obeh enake. Tudi John M. Kennedy (1974) povzame, da je svetloba »informativna«, in predstavi različne teorije o tem, kako slike prinašajo informacije opazovalcu. Poudari, da je za razumevanje zaznave predmetov prek slik potrebno ozadje filozofije, fizike in psihologije. Milivojević (2008) razlaga, da je mentalna predstava o dražljaju temeljni pogoj za nastanek vsakršnega čustva. Da subjekt občuti ustrezno čustvo, sploh ni potrebno, da je zares v dražljajski situaciji. Dovolj je, da si takšno situacijo predstavlja, bodisi s spominjanjem bodisi v domišljiji, in se nato odzove s čustvom. Slike so torej lahko uporabno raziskovalno orodje, zavedati pa se moramo njihovih omejitev.

Opredelimo še dve spremenljivki:

- **primernost** osvetlitve za izbrano mestno lokacijo,
- **svetlobno onesnaženost**, ki bi jo povzročala prikazana osvetlitev v prostoru.

Z oceno primernosti osvetlitve raziskujemo, kako ustrezna se zdi posameznikom predlagana osvetlitev za izbrano lokacijo. Za to ni nujno, da se ujema z estetsko oceno predlagane osvetlitve. Svetlobna onesnaženost je kompleksen pojem, ki ga prav tako ne moremo prikazati le slikovno. Tu želimo z raziskavo mnenja preveriti le, kako se omenjeni pojem povezuje z določenim prikazom osvetlitve. Na ocene tu zelo verjetno vplivajo tudi lastno poznavanje in izkušnje posameznikov. Pri analizi rezultatov opozorimo na omejitve ocenjevanja takšnega kriterija. Z veliko verjetnostjo lahko pričakujemo, da bo ocena tega povezana s splošnim občutkom svetlosti predlogov osvetlitve.

V raziskavi ne proučujemo človekovih vedenjskih reakcij. Zgolj prek slikovnih dražljajev pridobljeni rezultati namreč ne bi bili dovolj za zanesljive rezultate o vedenju posameznikov.

4.3 Zasnova empirične analize javnega mnenja

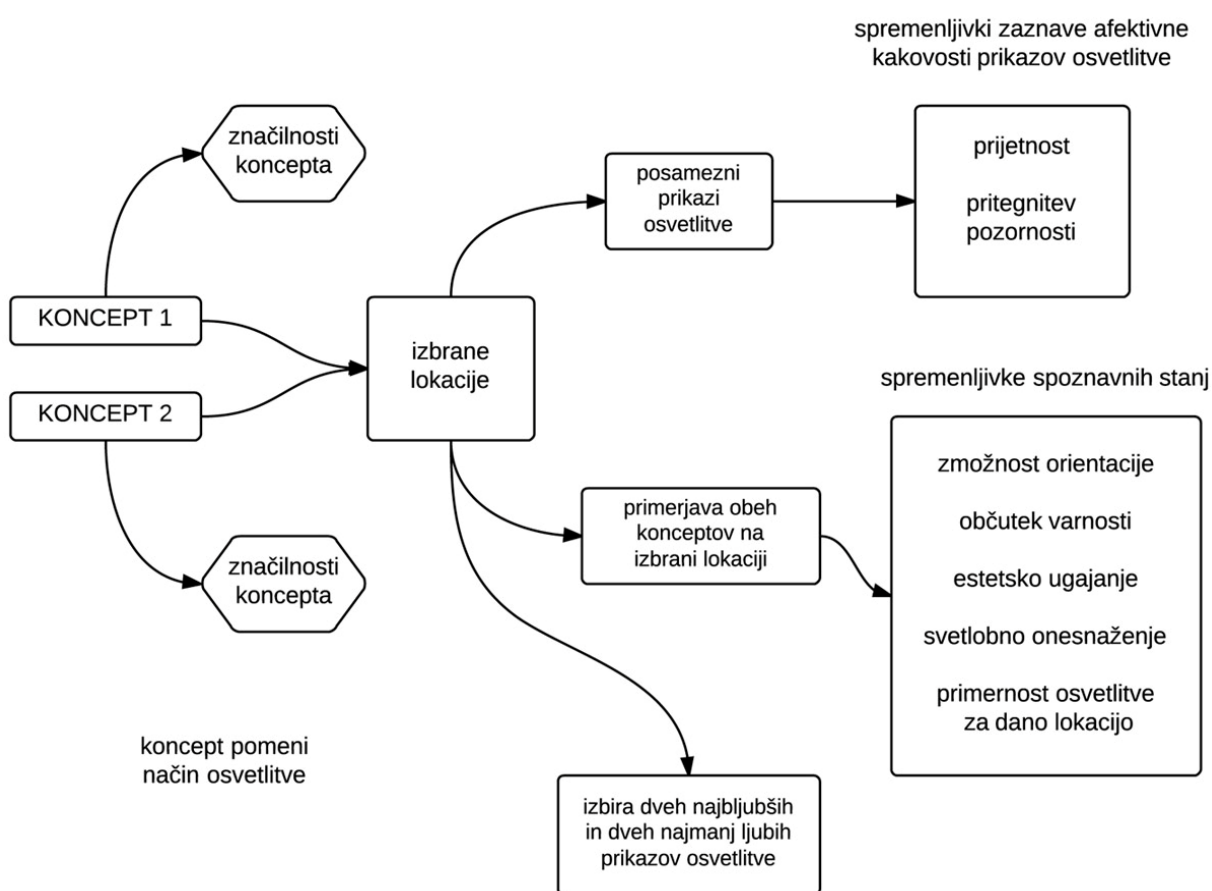
Za pridobitev informacij o zaznavnem, spoznavnem in čustvenem vplivu nočnega osvetljenega prostora na posameznike smo izoblikovali spletno anketo. Tak način elektronske javne participacije v povezavi z orodji spleta 2.0 omogoča lažje udeleževanje javnosti v postopkih načrtovanja (glej na primer Bizjak, 2012).

Temeljna čustvena stanja anketiranih smo proučevali z ocenami afektivne kakovosti slik bodočih predlogov urbane osvetlitve. Z vprašanji v spletni anketi smo merili stopnjo strinjanja oziroma nestrinjanja anketiranih o "prijetnosti" in "pozornosti" predlogov osvetlitve. Spremenljivko pritegnitve pozornosti smo na kratko poimenovali kar "pozornost". Z omenjenim dvodimenzionalnim modelom in s tema dvema indikatorjema smo sestavili spremenljivko, ki označuje raven vpliva oziroma človekovo doživljanje osvetljenega urbanega prostora.

V drugem delu spletne ankete smo predlagana koncepta primerjali neposredno na isti lokaciji mesta. Tu smo raziskali, kateri izmed konceptov osvetlitve je anketiranim bolj ustrezal glede vprašanj o preglednosti, subjektivnem občutku varnosti, estetskem učinku, primernosti lokacije in svetlobnem onesnaženju. S tem smo posredno ugotavljali, katere med novimi rešitvami na osnovi svetil LED in OLED anketiranim bolj ugajajo. Ob koncu ankete smo anketirane povprašali po dveh njim najljubših oziroma najbolj všečnih ter dveh najmanj "ljubih" prizorih osvetljenega urbanega okolja. S tem smo

želeli preveriti, ali je lokacija pri anketiranih odločilni dejavnik za izbiro najljubšega prizora, kar posledično vpliva tudi na mnenje o prijetnosti in privlačnosti osvetlitve. To vprašanje smo namenoma postavili ob koncu ankete. Proces raziskave javnega mnenja in prikaz spremenljivk sta grafično upodobljena na sliki 4.2.

Del raziskave javnega mnenja je bil namenjen tudi ugotavljanju, kako sta napovedni spremenljivki ustrezne svetlosti horizontalnih površin in porazdelitve svetlosti vertikalnih površin (kot na primer prikaz arhitekture) povezani z odzivi anketirancev. S pojmom nivo osvetljenosti smo opredelili občutek svetlosti osvetljenih horizontalnih talnih površin, ki pri vseh predlogih pomenijo velik del opazovanega prostora.



Slika 4.2: Predstavitev raziskovalnega modela v spletni anketi

Figure 4.2: Overview of the research model used in the online survey

S porazdelitvijo svetlosti smo opredelili predvsem prikaz tako osvetljenih kot svetlečih se vertikalnih površin. To so fasade in osvetljeni urbani elementi, ki pripomorejo k preglednosti v prostoru, orientaciji in ambientu. Pri prvih treh lokacijah smo spraševali, ali osvetlitev dobro prikazuje arhitekturo stavb in pročelja hiš, pri Trnovskem pristanu osvetlitev mostu, pri Savskem naselju pa

osvetlitev bloka. Z ocenami o porazdelitvi svetlosti smo želeli ugotoviti tudi preference anketiranih o bodočem načinu uporabe polprevodniških svetil za osvetlitev urbanih prostorov.

Zanimala nas je tudi odvisnost ocen anketiranih od njihove starosti in izobrazbe. Pri zadnji smo se spraševali, ali imajo anketirani, ki so dejavni na področju arhitekture, urbanizma, oblikovanja svetlobe ali krajinske arhitekture, drugačna mnenja o predlagani osvetlitvi kot tisti, ki se z omenjenimi področji ne ukvarjajo.

4.3.1 Zbiranje podatkov in vzorec v raziskavi

Podatke in informacije za raziskavo javnega mnenja smo zbirali s strukturiranim spletnim vprašalnikom, izvedenim z uporabo programa SurveyMonkey. Pri oblikovanju spletne ankete smo si pomagali s priporočili za pripravo in izvedbo spletnih anket (Berzelak, 2010, Henningsson, 2004).

Že v 70. letih 20. stoletja so bili razviti psihološki postopki za ocenjevanje subjektivnih občutkov in izkustev v raziskovanju osvetlitve ter uporaba različnih metod ocenjevanja, kot so na primer semantične diferencialne lestvice (Flynn idr., 1979). Vprašalnik v tej raziskavi je vseboval kombinacijo petstopenjske ocenjevalne lestvice Likertovega tipa, tristopenjske primerjalne lestvice in zbirnega vprašalnika. Na koncu smo dodali še vprašanje odprtega tipa za morebitne komentarje. Vprašalnik je obsegal 22 strani in je bil oblikovan v skladu s teoretičnimi izhodišči raziskave. Petstopenjsko lestvico, ki smo jo uporabili za ocenjevanje trditev v prvem delu raziskave (preglednica 4.1), smo obravnavali kot intervalno. To smo omogočili z možnostjo podajanja ocene od 1 do 5, ki označuje stopnjo strinjanja s podano trditvijo (1 – sploh se ne strinjam, 2 – ne strinjam se, 3 – sem neodločen/a, 4 – se strinjam, 5 – popolnoma se strinjam).

Preglednica 4.1: Pregled trditev in spremenljivk prvega dela ankete

Table 4.1: First part of the survey - overview of the statements and variables

Glede na sliko menim, da:	Spremenljivka
- bi se v tako osvetljeni ulici počutil/a prijetno.	"prijetnost"
- bi tako osvetljen prostor pritegnil mojo pozornost.	"pozornost"
- so talne površine primerno (ustrezno) osvetljene.	osvetljenost
- osvetlitev dobro prikazuje arhitekturo (pročelja zgradb, vhode).	porazdelitev svetlosti

Pri vprašanjih ob neposredni primerjavi dveh konceptov (preglednica 4.2) so imeli anketirani na izbiro le tri možnosti: odločitev za enega izmed dveh predlaganih konceptov ali odgovor, da med konceptoma glede obravnavane spremenljivke ni razlik.

Preglednica 4.2: Pregled vprašanj in spremenljivk drugega dela ankete

Table 4.2: Second part of the survey - overview of the questions and variables

Vprašanje	Spremenljivka
Pri kateri osvetlitvi bi se lažje orientirali?	vidna orientacija
V katerem prostoru bi se vam zdelo varneje sprehajati?	občutek varnosti
Katera osvetlitev vam bolj ugaja oziroma se vam zdi lepša?	estetski dejavnik
Katera osvetlitev prikazuje manjše svetlobno onesnaženje?	svetlobno onesnaženje
Katera osvetlitev se vam zdi primernejša za ta del mesta?	primernost načina osvetlitve

Omogočili smo večkratno izpolnjevanje spletne ankete na istem računalniku in možnost izpuščanja posameznih odgovorov med anketo. Izjema je bilo le vprašanje o starosti, katerega odgovor smo označili kot obveznega.

Anketiranje po spletu je potekalo v oktobru 2012 in trajalo tri tedne. Anketa je bila narejena v slovenskem jeziku. Poleg spletne ankete je bila narejena tudi raziskava na vzorcu dvajsetih študentov prostorskega in urbanističnega planiranja na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ta je bila del testne raziskave, s katero smo preverjali morebitno odstopanje dobljenih rezultatov od tistih, ki so bili pridobljeni s pomočjo spletne ankete. V tem primeru smo anketiranim podrobneje razložili ozadje raziskave in jim natančneje predstavili koncepte osvetlitve. Anketirani so imeli tu možnost izpolnjevanja ankete bodisi na spletu bodisi na natisnjem vprašalniku. Obojim so bile slike predstavljene v učilnici s pomočjo projektorskega prikazovalnika.

Spletni vprašalnik se je nahajal na spletni povezavi, ki smo jo po elektronski pošti poslali različnim skupinam ljudi. V vzorcu so bili avtorjevi prijatelji in znanci, ki so povezavo posredovali tudi naprej svojim znancem in sodelavcem ali jo objavili na spletnih družbenih omrežjih. Povezavo smo posredovali tudi različnim facebook skupinam, kot je npr. Ljubljana Moje Mesto. Te so jo objavile na svoji facebook strani. Anketo smo poslali tudi bazi 550 slovenskih arhitektov in izbranim slovenskim oblikovalcem osvetlitve. Poklicnih oblikovalcev osvetlitve v Sloveniji ni veliko, z osvetlitvijo pa se ukvarjajo tudi arhitekti.

Mestna občina Ljubljana je objavo ankete na njihovi strani zaradi tehtnih razlogov zavrnila. Od društev in zvez upokojencev Slovenije in Ljubljane ter Tretje univerze, katerim smo tudi poslali predlog objave spletne povezave, pa odgovora žal nismo dobili.

Za osebne podatke smo anketirane poprosili na koncu raziskave. Poleg opredelitve starostne skupine in spola smo dodali še strokovno oziroma poklicno usmerjenost (bodisi takih, ki se ukvarjajo z urbanizmom, arhitekturo oziroma oblikovanjem svetlobe ali ne) ter opredelitev kraja bivanja

(Ljubljana in okolica, drugo slovensko mesto, podeželje ali tujina). Starostne skupine smo razdelili v razrede (do 18 let, od 18 do 35 let, od 36 do 50 let, od 51 do 69 let in nad 70. letom).

Na koncu ankete smo postavili še vprašanje odprtega tipa. Predvideli smo, da bo zaradi aktualnosti teme veliko anketiranih oseb izrazilo tudi svoje mnenje.

4.3.2 Izbira metod pri statistični analizi

Statistično analizo smo izvedli s pomočjo programa za analiziranje družboslovnih podatkov SPSS (Statistical Package for Social Sciences). Rezultate smo najprej predstavili z opisnimi statistikami za posamezne kategorije vprašanj.

Za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" na izbranih lokacijah smo izračunali njihova povprečja, standardne odklone, koeficiente asimetrije in sploščenosti ter s testom Kolmogorov-Smirnova preverjali normalnost porazdelitev. To smo preverjali pozneje tudi z grafikoni Q-Q. Na podlagi temeljnih podatkov opisne statistike, dvodimenzionalnega prikaza povprečnih vrednosti ocen in frekvenčnih porazdelitev s prikazom na kvartilnih diagramih smo preverjali veljavnost raziskovalne hipoteze.

Korelacije med spremenljivkami v prvem delu ankete smo ugotavljali z računanjem Pearsonovega koeficienta korelacije in Kendallovega koeficienta korelacije rangov, primerjavo ocen med posameznima konceptoma na posamezni lokaciji pa smo preverjali s t-testom.

Sledile so opisne statistike rezultatov drugega dela ankete, kjer smo neposredno preverjali izbiro preferenčnega koncepta anketirancev glede spremenljivk, orientacije, varnosti, estetike, svetlobne onesnaženosti in primernosti predlagane osvetlitve. Odvisnost omenjenih izbir od starosti anketiranih in njihove strokovne usmerjenosti smo predstavili z odstotkovnimi opisnimi prikazi porazdelitev.

Statistično značilnost razlik pri ocenah "prijetnosti" in "pozornosti" od starostnega razreda in strokovne usmerjenosti anketirancev smo računsko preverjali z metodo analize variance. Z njo smo torej preverjali ali starost in izobrazba anketirancev občutno oziroma značilno vplivata na njihovo izbiro odgovorov v spletnem vprašalniku.

Rezultate izbir najljubših in najmanj ljubih konceptov smo prikazali grafično s histogrami. Prav tako smo grafično predstavili tudi rezultate izbire preferenčnih predlogov osvetlitve, ki smo jih dobili z anketo med študenti na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo. Tudi tu je sledil povzetek

dvodimenzionalnega prikaza povprečnih vrednosti ocen "prijetnosti" in "pozornosti" ter njihovih frekvenčnih porazdelitev s prikazom na kvartilnih diagramih.

4.3.3 Tehnične posebnosti, domneve in pripombe ob izvedbi spletne ankete

Spletne ankete, ki temeljijo na proučevanju mnenja o prikazanih slikah, imajo svoje značilnosti, ki jih je treba pri interpretaciji rezultatov upoštevati.

Predvidevali smo, da bo večina anketiranih oseb spletno anketo izpolnjevala na računalniških LCD-zaslonih, nekateri pa tudi na tabličnih računalnikih in po telefonih. Ker je anketa temeljila na prizorih, ki so se prikazovali na zaslonih, je treba upoštevati dejavnik različne svetlosti zaslonov. Ti se med seboj lahko precej razlikujejo bodisi zaradi različnih tehničnih značilnosti bodisi zaradi prikaznih nastavitev zaslona. Poleg svetlosti to vpliva tudi na kontrast zaslonov in njihovo reprodukcijo barv. Tehnologija zaslonov se poslužuje različnih tehničnih rešitev. Pri zaslonih LCD sta zelo pomembna tip plošče in način osvetlitve tekočih kristalov. Zato se dandanes po navadi uporabljajo različni načini LED-osvetlitve ozadja, pri starejših zaslonih pa tekoče kristale osvetljujejo hladnokatodne fluorescenčne sijalke CCFL (angl. *Cold Cathode Fluorescent Tubes*). Na prikaz slik na zaslonih vpliva tudi svetlost okolice. Da bi prikaz slik na različnih zaslonih čim bolj optimizirali, smo med oblikovanjem spletne ankete prikaz konceptov testno pregledovali na štirih LCD-zaslonih z različnimi tehnologijami osvetlitve ozadja.

Spremenljivke najpodobnejše barvne temperature (angl. *Correlated Color Temperature - CCT*) v raziskavi nismo določili, čeprav bi ta lahko vplivala na mnenje anketiranih oseb. Zaradi različnega tipa osvetlitve ozadja zaslonov namreč lahko pride tu do razlik in bi bilo vrednotenje te spremenljivke zato nedosledno oziroma nezanesljivo.

Spletno anketo smo prilagodili zaslonskim ločljivostim širine 1280 pik ter brskalnikoma Mozilla Firefox in Google Chrome. Spletni brskalnik Internet Explorer je anketo prikazoval neprilagojeno (prikazane slike pri ločljivosti zaslona širine 1280 pik niso bile v celoti vidne). To pa verjetno ni vplivalo na končni rezultat, temveč le na uporabnikovo izkušnjo pri listanju strani med izpolnjevanjem ankete. Statistika uporabe spletnih brskalnikov (StatCounter Global Stats) kaže, da je bila v Sloveniji v letu 2012 na prvem mestu uporaba brskalnika Firefox (42,8 %). Brskalnika Google Chrome (26,6 %) in Explorer (24,9 %) imata podobno število uporabnikov, pri čemer Google prehiteva Explorer. Podoben problem so zaradi manjše ločljivosti imeli tudi anketiranci, ki so anketo izpolnjevali po pametnih telefonih. Predvidevamo, da je bilo takih bolj malo.

4.4 Metoda analize predvidene porabe električne energije

Drugi del empirične raziskave se je nanašal na tretje raziskovalno vprašanje. Zanimalo nas je, ali so se predlogi osvetlitve, ki so se pri raziskavi javnega mnenja izkazali za prijetnejše oziroma zanimivejše, tudi kar se porabe električne energije tiče, sprejemljivejše rešitve.

Metodologija tega dela je temeljila na primerjavi okvirnega izračuna sedanje enodnevne porabe električne energije za osvetlitev z okvirno porabo električne energije bodočih predlogov osvetlitve. Ker obravnavamo bodoča svetila na podlagi LED- in OLED-tehnologije, ki se še vedno razvijata, govorimo le o okvirnih izračunih porabe električne energije.

5 ANALIZA IZBRANIH LOKACIJ

Raziskava je bila zasnovana na analizi in ustvarjanju konceptov osvetlitve na petih izbranih lokacijah mesta Ljubljane. Omejili smo se na manjše dele mesta, pri čemer bo v prihodnje pri implementaciji treba izhajati iz celovitega svetlobnega načrta mesta Ljubljane.

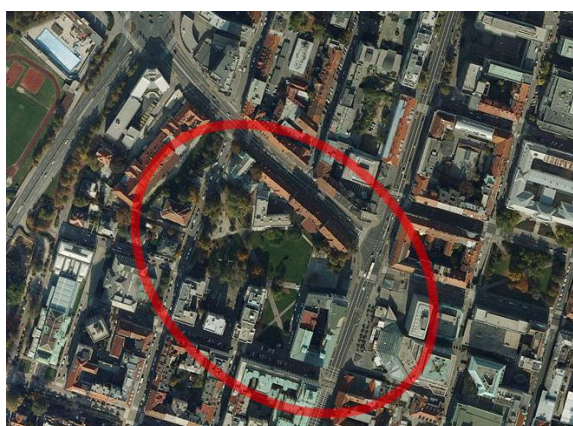
5.1 Izbira lokacij in njihove značilnosti

Prvo območje obsega območje Gosposvetske ceste skupaj z Ajdovščino in Parkom slovenske reformacije (sliki 5.1 in 5.2). Meje območja so v grobem Župančičeva ulica na zahodu, Štefanova ulica na jugu, Gosposvetska cesta na severu in Ajdovščina na vzhodu, pri čemer obravnavamo obe strani omenjenih ulic in okoliške stavbne gabarite. Robove območja bi lahko označili tudi z izstopajočimi stavbami, s Hotelom Lev na severozahodu, Nebotičnikom na jugu, Metalko in stavbo SKB banke na jugovzhodu in bodočim kompleksom na območju Kolizeja na zahodu.



Slika 5.1: TTN prvega območja

Figure 5.1: Topographic map of the first location
(Vir: Urbinfo / Source: Urbinfo)



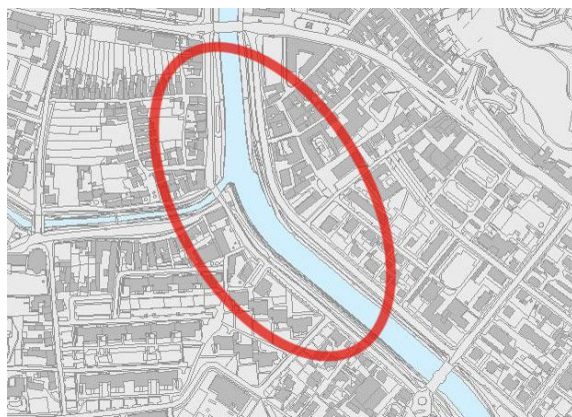
Slika 5.2: Ortofoto-posnetek prvega območja

Figure 5.2: Orthophotograph of the first location

Ta del mesta združuje različne urbane namembnosti in elemente, kot so ceste, pločniki in pešpoti, trgi, ploščadi, parkirišča, parki, podhod ter številne stavbe iz različnih zgodovinskih obdobj. Namenske rabe območja so stanovanjska, upravna, storitvena, izobraževalna in kulturna. Območje je pomembno prometno stičišče dveh od štirih glavnih mestnih vpadnic. Severozahodna vpadnica je Celovška cesta, ki se na tem delu nadaljuje v Gosposvetsko cesto in je tako vizualno pomemben vhod v ožji del mesta. Dunajska cesta je severovzhodna vpadnica, ki se na obravnavanem območju nadaljuje v Slovensko cesto. Zaradi raznolikosti območja smo tu izbrali tri lokacije, kjer smo določili ustrezne poglede na okolico. Prva je Gosposvetska cesta s pogledom proti Metalki, druga je območje trga Ajdovščine s

pogledom, usmerjenim proti središču mesta, tretja pa je Park slovenske reformacije s pogledom proti trgu Ajdovščina. Pogled iz parka proti gradbišču bodočega Kolizeja se bo v bližnji prihodnosti bistveno spremenil. Prav tako bo novi Kolizej verjetno precej vplival na videz in večerno rabo parka. Na izbranem območju se srečujemo tako s cestno in signalno prometno razsvetljavo kot z arhitekturno in reklamno razsvetljavo. Območje se nahaja na pomembnem prostoru prehoda iz poslovnega središča mesta v prometna in trgovsko-storitvena območja. Del obravnavanega območja je po predpisih s področja varstva kulturne dediščine (Prosenc, 2011) varovan kot spomeniško območje. Obsega še podzemno urbano okolje – podhod Ajdovščino, ki ga Simona Bandur opiše kot kronično pozabljeno podzemlje sredi Ljubljane (Časnik Delo, 12. januar 2012). V preteklosti je imelo to bistveno bolj specifičen značaj kot danes.

Drugo je območje Trnovskega pristana ob obrežju Ljubljanice (sliki 5.3 in 5.4). V obravnavo je vključen tudi most Hrdeckega, ki se navezuje na Grudново nabrežje na Prulah. To je območje stanovanj in storitvenih dejavnosti ter hkrati vhod v osrednji turistični del središča Ljubljane. Obrežje Ljubljanice v Trnovskem pristanu vse do Špice je pomembno mestno sprehajališče in kot povezovalna struktura temeljni element razpoznavne strukture mesta (Sašek Divjak, 2008). V bližnji prihodnosti bo morda tu znova urejeno kopališče. Na nabrežju se ob poletnih večerih zbira mladina.



Slika 5.3: TTN drugega območja

Figure 5.3: Topographic map of the second location

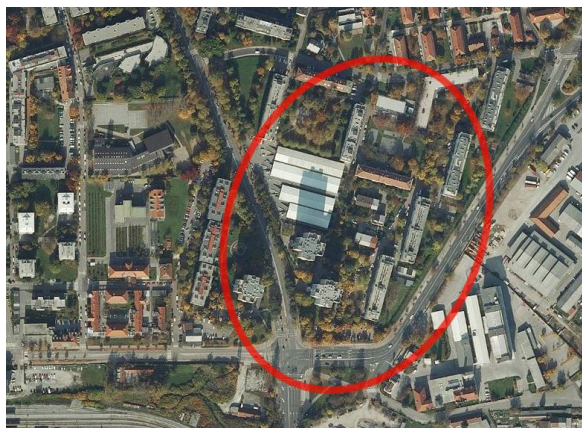
(Vir: Urbinfo / Source: Urbinfo)



Slika 5.4: Ortofoto-posnetek drugega območja

Figure 5.4: Orthophotograph of the second location

Tretje območje je del Savskega naselja tik ob središču mesta, ob podvozu pod železniško progo, na območju z bodočo Situlo, ki je na vzhodu omejen s Šmartinsko cesto ob Drogi Kolinski (sliki 5.5. in 5.6). To je stanovanjska sooseska s številnimi stanovanjskimi bloki, stolpnicami, parkirišči in garažami. Območje leži na začetku severovzhodnega vstopa v osrednji del mesta s Kliničnim centrom, Metelkovo in železniško postajo ter je gosto prometno prehodno območje. Skozi samo naselje je velik pretok pešcev, ki stanujejo v sooseski ali uporabljajo naselje za prehod v središče mesta in nazaj.



Slika 5.5: TTN tretjega območja

Figure 5.5: Topographic map of the third location

(Vir: Urbinfo / Source: Urbinfo)



Slika 5.6: Ortofoto-posnetek tretjega območja

Figure 5.6: Orthophotograph of the third location

Ohranjanje in razvoj prepoznavnosti mesta je bistven odgovor na globalizacijske procese. Po Staniču (2008) sta ohranjanje in razvijanje identitete ter urejenosti urbanega okolja nujen pogoj za gospodarski razcvet in kulturni pomen vsakega evropskega mesta.

Dotaknimo se nekaj zgodovinskih dejstev, ki so vezana na izbrana območja. Dunajski arhitekt C. Sitte, ki je po potresu leta 1895 dobil naročilo za izdelavo celovitih prostorskih razvojnih vizij Ljubljane, je poleg koncepta zavitih ulic med drugim predlagal tudi načrte novega središča s slavnostnim trgom na Ajdovščini, ob katerem bi zgradili najiminitnejše mestne stavbe. To se sicer ni zgodilo, nekaj idej iz načrtov tistega časa je obveljalo le iz Fabianijevega regulacijskega načrta Ljubljane 1895. Za os vsega sistema načrta je vzel grebensko črto Grajskega hriba, ki zajema prostor med obema obrežnima cestama Ljubljanice (Stanič. I, Glasilo MOL, 2008). Plečnikov načrt velike Ljubljane v tridesetih letih 20. stoletja je nastal na podlagi Fabianijevih in Sittejevih vizij ter Duffejevih regulacijskih načrtov.

Gospodsvetska cesta je ena najstarejših mestnih vpadnic v Ljubljani in izvira iz časov rimske Emone. S svojimi zgradbami, ki izvirajo v glavnem iz 19. stoletja, je po višini in kakovosti stavb nehomogena. Kljub temu prikazuje značilen vhod v mesto. Stavbe ob Gospodsvetski cesti so urbanistični spomeniki naravne in kulturne dediščine (ZVKD-1). Prav tako je kulturni spomenik lokalnega pomena Hribarjeva hiša v Tavčarjevi ulici (Ur. List RS, št. 92/2007), narejena po Fabianijevem načrtu. Zaznamuje jo secesijska arhitektura.

Območje Ajdovščine je po drugi svetovni vojni zaznamovala arhitektura 60. in 70. let dvajsetega stoletja. S postavitvijo poslovne stolpnice Metalke je bila prvič uporabljena serijsko izdelana viseča fasada arhitektov Eda Mihevca in Branka Kraševca (Koselj, 1995). Poleg Metalke izstopa stavba sedeža SKB banke. Starejši prebivalci in obiskovalci mesta Ljubljane se nostalgичno spominjajo

podhoda Ajdovščina in živahnega vrveža ljudi, ki je bil v tem času značilen za to območje. Dukičevi bloki, narejeni po načrtih arhitekta Jožeta Sivca, so skupaj s Šubičevim kompleksom blokov Pokojninskega zavoda in poslopja Ministrstva za notranje zadeve eden redkih primerov homogene zazidave v duhu zgodnjega funkcionalizma v Ljubljani. V oblikovanju stavbnih teles se odzivajo na svojo lego – ulico, vogal, dvorišče in park (Arhitekturni vodnik). V bližini je ohranjena značilna vilška četrt z velikimi parcelami, pozidanimi v glavnem med obema vojnoma. Je ostanek vrtnega mesta in zagotavlja mehek prehod iz intenzivno zazidanega mestnega središča na Ajdovščini skozi Park slovenske reformacije proti zelenemu zaledju Tivolija. Park je s svojim prepoznavnim slogom zasnoval arhitekt Danilo Fürst, mojster obrtniškega arhitekturnega detajla (Koselj, 2013). Njegovo osnovno vodilo je bilo ustvariti celo leto cvetoč ali zelen park (Feguš, 1997).

Trnovski pristan je bil urejen po načrtih arhitekta Jožeta Plečnika in daje mestu poseben pečat. Plečnik je nabrežje oblikoval v niz postopno spuščajočih se stopničastih teras, njegov rob pa poudarjajo vzdolž posajene pobešave vrbe (Lestan, 2010). Njihove zelene organske zavese, navidezno nasprotujoče grajenim terasam, ustvarjajo popolno kompozicijsko harmonijo in enega najbolj liričnih mestnih ambientov (cit. po Arhitekturni vodnik).

Savsko naselje, zgrajeno po drugi svetovni vojni po urbanističnih načrtih arhitekta Edvarda Ravnikarja, je primer stanovanjskega naselja, pri katerem so bile že premišljeno načrtovane tudi zunanje površine. Te so omogočile ureditev otroških in športnih igrišč in za takratne čase ustrezno ureditev parkirišč. V raziskavi obravnavamo južni del naselja, za katerega je značilna bolj strnjena zazidava.

5.2 Analiza sedanje nočne osvetlitve izbranih lokacij

Obstoječo osvetlitev na izbranih lokacijah smo analizirali s tehničnega in osebnega empiričnega vidika. Zlasti moteči so pri zunanji mestni osvetlitvi Ljubljane so naslednji dejavniki:

- preveliko bleščanje cestnih in drugih svetil,
- uhajanje svetlobe (npr. osvetljene fasade obcestnih stavb),
- presvetli oglasni panoji sredi mesta,
- neurejena nočna podoba glavnih ulic, ki niso v središču mesta,
- brez koncepta in preveč osvetljeni prostori ob stičiščih glavnih prometnic,
- slabo osvetljeni prehodi za pešce in nekonsistentna raba barve virov svetlobe,
- potratna in nepravilno usmerjena razsvetljava za prometno signalizacijo (osvetljeni znaki),
- možnosti regulacije svetilnosti svetil v glavnem ni.

5.2.1 Gosposvetska cesta

Čeprav je Gosposvetska cesta ena najpomembnejših vpadnic v središče mesta, njena nočna podoba ne daje takšnega vtisa. Arhitekturna osvetlitev posameznih stavb je stihijska in se ne drži širšega koncepta. Iz daljave vozlišče Gosposvetske in Slovenske ceste ni vidno, opazovalec pa ne čuti vpliva bližnjega trga na Ajdovščini. Tudi tam, kjer so stavbe osvetljene, ni poudarka na stavbni plastiki (recimo secesijskih zgradb), temveč osvetlitev temelji na splošnih poskusih oblikovanja osvetlitve. Osvetlitev Gosposvetske ceste daje vtis nereda (slika 5.7). Uhajanje svetlobe cestnih svetil na fasade bližnjih stavb, nad pritličnimi višinami, moti prebivalce med spanjem. Prav tako je nedosledna uporaba najpogostejše barvne temperature belih virov svetlobe.



Slika 5.7: Gosposvetska cesta, sedanja nočna slika

Figure 5.7: Gosposvetska cesta, current image at night

Izložbena okna so osvetljena precej različno. Ponekod motijo bleščeči reflektorji za osvetlitev izložb, ki so delno usmerjeni tudi v smeri iz razstavnih prostorov in svetijo navzven. Reklamni napisi so osvetljeni brez splošnega koncepta. Reklamne table so ponekod horizontalne v liniji z vzdolžnim gabaritom stavb, ponekod prečno segajo v prostor. Table informativne narave so slabo vidne in nepoudarjene. Prav tako ni mogoče zaznati tablic hišnih števil in imen ulic. Prehodi za pešce od daleč niso dobro vidni. Metalhalogenidne sijalke bi lahko svetile s toplejšo belo barvo svetlobe.

Čeprav gre za središče mesta, je na ulici v poznih nočnih urah in zelo zgodnjih jutranjih urah med tednom malo motornega prometa, še manj pa pešcev. Zato bi se v tem delu noči lahko kljub zahtevam cestnih standardov tu uporabila vsaj dvostopenjska regulacija celotne osvetlitve (celostno znižanje ravni osvetljenosti, pri čemer bi ohranili ustrezen kontrast).

5.2.2 Ajdovščina

Ajdovščina bi morala biti pomembno žarišče s trgom ob stičišču dveh pomembnih prometnic, vendar deluje ta del mesta osvetljen nedosledno in brez koncepta. Lokali na trgu ob Slovenski cesti so zaradi številnih svetlečih oglasnih tabel v neposredni bližini videti, kot da bi bili skriti v ozadju. Velika svetlobna tabla na stavbi Šestice moti zbranost voznikov in pozornost pešcev ter izjemno močno osvetljuje celotno bližnjo okolico in nebo. Izmerjena horizontalna osvetljenost ob tleh, pri vodnjaku v bližini, v določenih trenutkih zaradi omenjene table preseže 300 luksov, kar ustreza osvetljenosti pisarniških miz v notranjih prostorih.



Slika 5.8: Ajdovščina, sedanja nočna slika

Figure 5.8: Ajdovščina, current image at night

Reflektorji za osvetlitev vstopa v podhod Ajdovščina so neustrezni in svetijo navzgor, proti polprepustni strehi podhoda. Opazovalec, ki prihaja iz daljave, ponoči nima občutka, da podhoda Ajdovščina obstajata, ker v nočni sliki nista primerno poudarjena (slika 5.8). Vertikalna svetila z nezasenčenimi linijskimi fluorescenčnimi sijalkami pred Gostilno Figovec so neprimerna in povzročajo bleščanje. S ploščadi pred gostilno tako motijo pogled na okolico. Pripomorejo tudi k povečanju svetlobnega onesnaženja. Tla so dovolj osvetljena, vendar opazovalec zaradi neprimerne kontrastnega razmerja nima tega občutka.

Postavitev oglasnih tabel okrog podhoda Ajdovščina fizično moti pretok ljudi in podobo trga. Krogelne svetilke svetijo na vse strani. Te kljub zgodovinskemu pomenu zaradi svetlobnega nereda okolice ne pridejo do izraza. Zadovoljiva je topla barva metalhalogenidnih sijalk. Visoka cestna svetila so skladna z uredbo in ne povzročajo pretiranega bleščanja.

5.2.3 Park slovenske reformacije

Obstoječa LED-svetila, ki osvetljujejo pešpoti v parku, so skladna z uredbo in svetijo s kakovostno in dovolj "toplo" belo barvo svetlobe. Vendar se sprehajalcem v njihovi bližini preveč bleščijo, tako da motijo pogled na preostale, bolj oddaljene objekte (slika 5.9). Tu bi bila primernejša uporaba reflektorske optike ali leč za širšo porazdelitev svetlobe. Pri omenjenih svetilih je ponekod opazna tudi razlika v svetilnosti med njimi.



Slika 5.9: Park slovenske reformacije, sedanja nočna slika

Figure 5.9: Park Slovenske reformacije, current image at night

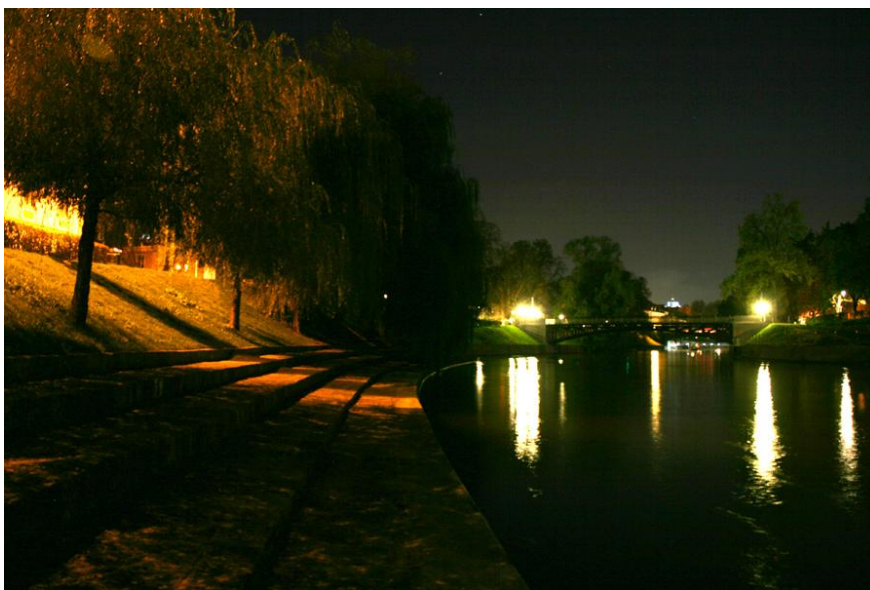
Nekaj redkih izložb, vidnih z notranje strani parka, je za ta del urbanega prostora premočno osvetljenih. Ponoči obiskovalci park po navadi le prečkajo in se v njem redko zadržujejo.

Na splošno v parku ni svetlobnega poudarka na urbano-arhitekturnih značilnostih območja in detajlih. Park ponoči nima prijetnega in vabljivega videza mestnega parka. Park in bližnja okolica ponujata precejšnje število kulturno-zgodovinsko zanimivih podrobnosti, ki bi jih lahko vključili v koncept osvetlitve. Sam park je urbanistično dobro načrtovan, a se dnevni poudarki v nočni sliki povsem izgubijo. Nočni vizualni okvir parka ne omogoča zaznavanja širše okolice.

Z ustrežno osvetlitvijo bi se dalo bistveno izboljšati tudi nočni občutek orientacije za obiskovalce parka. V nočni sliki parka ni videti jasnih spojev kontaktov z ulicami.

5.2.4 Trnovski pristan

Nočna podoba tega dela nabrežja Ljubljanice ni privlačna. Kljub temu je izjemno priljubljeno zbirališče mladine v večernem času, predvsem poleti. Sedanja osvetlitev mostu Hrdeckega v daljavi z zeleno svetlobo ni napačna. Moteče pa je bleščanje močnih LED-svetil, ki osvetljujejo most. Rob Ljubljanice in nabrežja ponoči ni viden. Na slabo vidnih kamnitih stopnicah vzdolž celotnega nabrežja je opazen velik kontrast med sencami dreves in svetlobo bližnjih cestnih svetil (slika 5.10).



Slika 5.10: Trnovski pristan, sedanja nočna slika

Figure 5.10: Trnovski pristan, current image at night

Ponoči viden robni element nabrežja bi s povezavo nediferencirane urbane površine (Lynch, 2010) znatno pripomogel k celotni nočni sliki območja in prikazal ločnico med poljema nabrežja in obdajajoče vode. Vodna površina reke s svojimi odsevi prispeva pomemben delež k nočni podobi. Prav zato je tu tako pomembna diskretna, ne preveč kontrastna, vendar estetsko čutna in privlačna osvetlitev.

Oblika svetil na mostu Hrdeckega ima zgodovinski pomen. Svetila uporabljajo nezasenčene fluorescenčne sijalke z razpršeno porazdelitvijo svetlobe. Čeprav moč samih sijalk v svetilih ni velika, pa njihova svetloba za sprehajalce na mostu povzroča velik kontrast glede na okolico in tako okrne podobo zgornjega dela mostu. Neustrezna uporaba virov svetlobe v omenjenih svetilih je opazna tudi pri pogledu z nabrežja, ker presvetlijo temno silhueto mostu. V ozadju je sicer dobro viden osvetljen vrh nebotičnika, pogled proti severovzhodu pa odkriva podobo Ljubljanskega gradu.

5.2.5 Savsko naselje, tipski stanovanjski blok in njegova bližnja okolica

Osvetlitev prometnih površin in parkirišč pred stanovanjskimi bloki v Savskem naselju ni ustrezna. Svetila, ki osvetljujejo poti, niso skladna z uredbo in se preveč bleščijo (slika 5.11). Raba barve svetlobe sijalk ni konsistentna. Osvetlitev naselja ne daje občutka preglednosti, smeri poti skozi naselje niso poudarjene, zato je tudi nočni občutek orientacije moten. Svetila niso porazdeljena niti enakomerno niti konceptualno smiselno. Njihova postavitve ne sledi vedno funkciji stavb in vhodov. Čeprav bloki in stolpnice delujejo dokaj monotono, pa vsebujejo določeno število podrobnosti, ki bi se jih dalo poudariti s primerno osvetlitvijo.



Slika 5.11: Tipski blok v Savskem naselju, sedanja nočna slika

Figure 5.11: Typical residential building in Savsko naselje, current image at night

Ulična imena in številke stavb ponoči niso vidni in so postavljeni previsoko, tako da obiskovalcem v vozilih v nobenem primeru ne pomagajo pri orientaciji. Posamezni vhodi v bloke bi bili lahko izvirno osvetljeni in bili privlačen vidni element za mimoidoče tudi z umetniške plati. Prehodi proti središču mesta bi bili lahko svetlobno poudarjeni in bi tako delovali kot pomemben orientacijski element v naselju.

V naselju je veliko zelenja in območij za prostočasno rabo, kot so otroška igrišča in rekreacijske površine, kar bi se dalo uporabiti za ustvarjenje čutno zanimive osvetlitve.

5.3 Testna območja in smernice za osvetlitev

Analiza stanja osvetlitve testnih območij pokaže, da zdajšnja osvetlitev kljub nekaterim nedavnim spremembam, ki so posledica zahtev uredbe o omejevanju svetlobnega onesnaževanja, z veliko vidikov še vedno ni ustrezna.

Najbolj očitno je, da pri večini obravnavanih lokacij ni upoštevana nočna arhitekturno-urbanistična podoba mesta. Določeni poskusi, ki težijo k temu, pa so narejeni stihijsko in niso del konceptualno povezane celostne osvetlitve.

Določene lokacije, kot je Trnovski pristan, so posebno poleti zelo priljubljene tudi v nočnem času. To je mestni predel, na katerega so meščani zelo navezani, predstava, ki jo imajo o njem, pa je prežeta s pomeni. Kot pravi Lynch (2010), je tisto, kar je v mestu dinamično, torej kar počno ljudje, prav tako pomembno kot tisto, kar je njegov obstojni oziroma nepremakljivi del. Podoba mesta je nekakšna sinteza vseh naših delnih zaznavanj z različnimi čuti. V Trnovskem pristanu bi torej z izboljšano, a diskretno osvetlitvijo še dodatno pripomogli k izboljšanju podobe tega dela mesta. Pri Ajdovščini in Gosposvetski cesti pa skušamo z osvetlitvijo povrniti pomen teh dveh delov mesta, ki sta imela v preteklosti bistveno bolj specifičen pomen kot danes in sta kot taka še vedno v spominu starejših prebivalcev oziroma obiskovalcev.

V stanovanjskih soseskah oziroma blokovnih naseljih Ljubljane, kjer je prisotnost ljudi precej velika, bi z bolj pomensko in funkcionalno izboljšano osvetlitvijo pripomogli k prijetnejšemu počutju ljudi. Z njo bi lahko revitalizirali starejše in manj privlačne okoliše. Vsekakor bi moral biti v tem primeru poudarek na čutni in diskretni osvetlitvi, ki bi delovala le po potrebi. Stanovalcem bi ta omogočala nočni počitek in hkrati prijeten pogled na čitljiv stanovanjski urbani prostor.

6 KONCEPTA BODOČE OSVETLITVE

6.1 Opis konceptov bodoče osvetlitve

Izoblikovana koncepta bodoče osvetlitve se razlikujeta. Oba upoštevata določene kriterije urbanističnega oblikovanja, obogatena z novimi možnostmi uporabe svetil LED in OLED. V obeh primerih so upoštevane osnovne vidne zahteve funkcionalne osvetlitve prometnih cest in pešpoti. Pri obeh je poudarek na porazdelitvi svetlobe in zmanjšanju neželenega uhajanje le-te, zmanjšanju bleščanja in poudarjenosti vizualnih vedut.

- V prvem konceptu bodoče osvetlitve je poudarek na enakomerni ploskovni osvetljenosti prostora in večjih nežno svetlečih površinah. Gre za umestitev svetil na fasade hiš oziroma stene objektov in v tla, pri čemer imajo ta svetila ponekod poleg ambientalno-arhitekturnega tudi funkcionalni pomen. Poudarek je na uporabi ploskovnih rešitev svetil LED in svetilnih OLED, integriranih v materiale grajenih površin. Ploskovna osvetlitev kolesarskih stez in prehodov za pešce ima tudi varnostni in informativno-orientacijski pomen. Cilji takšne osvetlitve so povečanje varnosti v prometu, izboljšanje orientacije in čitljivosti v prostoru. Hkrati bi bila lahko na določenih mestih z uporabo istih svetil, kjer je to sprejemljivo, omogočena kratkotrajnejša dekorativna razsvetljava. Osvetlitev se izogiba prevelikim kontrastom tudi na tleh, kar bi lahko motilo predvsem starejše prebivalce oziroma obiskovalce. Pri izboljšanju cestne razsvetljave gre predvsem za zmanjšanje bleščanja in usmerjanje svetlobe tja, kjer je to potrebno. Ta koncept poimenujemo *ploskovni koncept*.
- V drugem konceptu bodoče osvetlitve je poudarek na prepletenosti svetlobe in teme, ustvarjanju urbanega ritma in razkrivanju primernih svetlobnih kontrastov. Pri tem konceptu želimo z izbrano umestitvijo polprevodniških svetil skriti arhitekturne elemente, ki jih ponoči ne želimo prikazati, ker so bili bodisi grajeni neprimerno bodisi se nam zdijo za izbrano nočno sliko mesta manj pomembni. Poudariti želimo razpoznavanje razlik v grajeni mestni strukturi, izbrane detajle in vzpostaviti izgubljene povezave. Poudarek je na uporabi svetil LED in OLED pri "manjših" arhitekturnih elementih, kot so okna in robovi. Informacijske table in oznake so jasne in dobro vidne. Prav tako so poudarjena imena mestnih ulic in hišne številke posameznih stavb. Tudi pri tem konceptu bi bila lahko na izbranih mestih z uporabo svetil, ki so sicer namenjena stalni ambientalni osvetlitvi mesta, omogočena tudi kratkotrajnejša dekorativna razsvetljava. Pri izboljšanju cestne razsvetljave gre za zmanjšanje bleščanja in porabe električne energije in usmerjanje svetlobe na mesta, kjer je to potrebno. Ta koncept je na splošno manj svetel kot ploskovni koncept. Ta koncept poimenujemo *detajlni koncept*.

V disertaciji se osredinjamo na umestitev svetil na podlagi polprevodniške tehnologije. Pri tem predvidimo le manjše spremembe urbane opreme, arhitekturni elementi oziroma grajena urbana struktura pa v osnovi ostaja takšna, kakršna je.

Reklamni panoji in izložbe so na lokaciji Gosposvetske ceste in Ajdovščine pri obeh konceptih osvetlitve osvetljeni precej diskretno. Tako ne prevladujejo in omogočajo, da so dobro vidni tudi znaki, kažipoti, table z različnimi informacijami, hišne številke in podobno. Nobena reklamna osvetlitev ne izstopa. Njihova osvetlitev prav tako ne želi "tekmovati" z ambientalno urbano osvetlitvijo.

Zelo diskretno so pri obeh konceptih osvetljeni tudi lokali na trgu Ajdovščina. Obiskovalce vabijo predvsem napisi njihovih imen, ki so v skladu z ambientalno urbano osvetlitvijo.

6.2 Prikazi bodočih rešitev osvetlitve

Dnevne fotografije izbranih lokacij mesta smo s pomočjo računalniškega paketa za obdelavo fotografij Photoshop preoblikovali v predloge bodočih nočnih slik mesta. Slikovne prikaze osvetlitev smo uporabili v anketi.

V prikazih je veliko podrobnosti, ki pri hitrem opazovanju niso opazne. Pri detajlnem konceptu so takšni napisi ulic na fasadah hiš, diskretno svetleče se hišne številke in številni nežno osvetljeni manjši arhitekturni detajli. Pri ploskovnem pa so takšni osvetlitev strehe na Gosposvetski cesti in obarvani zgornji deli streh večjih zgradb.

Te podrobnosti so na spletu najverjetneje zaznali le tisti anketirani, ki so dalj časa opazovali posamezen predlog osvetlitve. Te so zagotovo bolj vidne pri večjih prikazih. Prav zato smo v določenem delu raziskave predloge osvetlitve prikazovali s projektorskim prikazovalnikom na velikem platnu v učilnici.

6.2.1 Gosposvetska cesta, ploskovni koncept



Slika 6.1: Gosposvetska cesta, ploskovni koncept GK1

Figure 6.1: Gosposvetska cesta, GK1 plane concept

Pri ploskovnem konceptu pri Gosposvetski cesti (GK1) smo skušali najprej ustvariti določeno kontinuiteto večjih vertikalnih površin bližnjih stavb (slika 6.1). Z nežno osvetljenimi pročelji hiš, diskretno osvetljeno kolesarsko stezo in ločilno dvojno črto na cesti omogočimo, da opazovalec zaznava kompleksno fizično značilnost urbanega prostora kot povezano celoto (Lynch, 2010). Ti elementi hkrati z zmerno svetlo fasado Metalke vizualno opredeljujejo prostor in tako subjektivno povečajo vidno polje. Deli fasad hiš so poudarjeni, osvetlitev fasade pa se gradientno zmanjšuje od višine proti tlam. Takšna osvetlitev bi bila vključena le ob določenih večernih urah. V času ko v mestu skorajda ni prometa in sprehajalcev, pa bi bila popolnoma izključena.

Diskretna OLED-osvetlitev kolesarske steze ima varnostni pomen. Tako pešcem kot voznikom "sporoča", da je ta del pločnika namenjen kolesarjem in da morajo biti pri njegovem prečkanju še posebej previdni. Svetlost te površine je le tolikšna, da oko zazna razliko glede na druge dele pločnika oziroma ceste. Tako tudi ne moti kolesarjev med vožnjo.

Bleščanje cestnih svetil LED smo zmanjšali z uporabo ustrezne reflektorske optike, njihov svetlobni tok pa omejili na osvetljevanje ceste in pločnika.

6.2.2 Gosposvetska cesta, detajlni koncept



Slika 6.2: Gosposvetska cesta, detajlni koncept GK2

Figure 6.2: Gosposvetska cesta, GK2 detailed concept

Pri detajlnem konceptu pri Gosposvetski cesti (GK2) smo kontinuiteto pogleda skušali ustvariti s ponavljanjem ritmičnega presledka inovativnih oken OLED in svetlim robom pločnika (slika 6.2). Svetleča okna na stavbi Metalke zaznamujejo vizualni okvir. Svetleči robovi pločnikov so hkrati ločnice in povezovalni elementi celote (Lynch, 2010). Cestišče pomensko ločujejo od pločnika in kolesarske steze.

Osvetlitev izložb je zmanjšana na minimalno raven. Svetijo le nekatere oglasne table. Pozornost je namenjena osvetlitvi informacijskih znakov in tabel, ki omogočajo boljši pregled in orientacijo tako za pešce kot za voznike. Prav tako nežno svetijo hišne številke in imena ulic.

Določeni arhitekturni detajli so blago osvetljeni, vendar jih opazovalec opazi le pri pozornem opazovanju in tako niso moteči za voznike med vožnjo. Tudi v tem primeru smo svetlobni tok iz cestnih svetil omejili zgolj na osvetlitev ceste in pločnika ter zmanjšali njihovo bleščanje.

6.2.3 Ajdovščina, ploskovni koncept



Slika 6.3: Ajdovščina, ploskovni koncept AK1

Figure 6.3: Ajdovščina, AK1 plane concept

Ajdovščina leži ob pomembnem stičišču Slovenske in Gosposvetske ceste v središču mesta in je bila v preteklosti nekakšno jedro območja. Vizualni okvir vidnega območja smo pri ploskovnem konceptu (AK1) poudarili z nežno svetlimi izbranimi OLED-fasadami stavb (slika 6.3). Svetleča fasada Metalke je dominantna nad drugimi in označuje poudarek, ki ga je preprosto opredeliti iz različnih pogledov na to območje. V ozadju se vidi tudi stavba sedeža SKB Banke, katere fasada sveti manj, a se navezuje na stavbo Metalke.

Z večjimi ploskovnimi osvetljenimi površinami smo skušali osmisliti sedanjo precej kaotično nočno podobo na Ajdovščini. Nekatere večje osvetljene površine diskretno svetijo tudi v barvah, kar ustvari večjo stopnjo zanimanja. Velikim presvetlim oglasnim tablam se zmanjša svetlost, ki se prilagaja tudi vremenskim razmeram. Svetleče fasade se pozno ponoči izklopijo. Vključene ostanejo le redke manjše svetle površine. Prometni znaki in semaforji temeljijo na svetilih OLED. Bleščanje cestnih svetil je zmanjšano na najnižjo mogočo raven.

6.2.4 Ajdovščina, detajlni koncept



Slika 6.4: Ajdovščina, detajlni koncept AK2

Figure 6.4: Ajdovščina, AK2 detailed concept

Pri detajlnem konceptu na primeru Ajdovščine (AK2) vizualni okvir gradimo s pomočjo oken OLED in arhitekturnih detajlov (slika 6.4). Poudarimo tudi podhod, imena ulic, napise in prometne znake. Osvetlitev temelji na diskretni osvetlitvi in menjavanju svetlih in temnih površin.

Ohraniti skušamo starejše krogelne svetilke (z omejitvijo sevanja navzgor) ter vnesemo igro svetlobe le na izbrane večje površine. Svetlobni kaos oglasnih tabel se na območju Ajdovščine očisti, do izraza pa pridejo podrobnosti osvetljenih stebričkov, svetlobnih linij na podhodu ipd. Določeni arhitekturni elementi na trgu se osvetlijo le po potrebi, ob kakšnem večernem dogodku ali prireditvi.

Prehodi za pešce so poudarjeni z vgrajenimi svetili OLED. Ta zasvetijo le ob rdeči luči na semaforju za voznike. Postajališča LPP prav tako uporabljajo inovativna svetila OLED, umeščena v postajališče.

6.2.5 Park slovenske reformacije, ploskovni koncept



Slika 6.5: Park slovenske reformacije, ploskovni koncept PK1

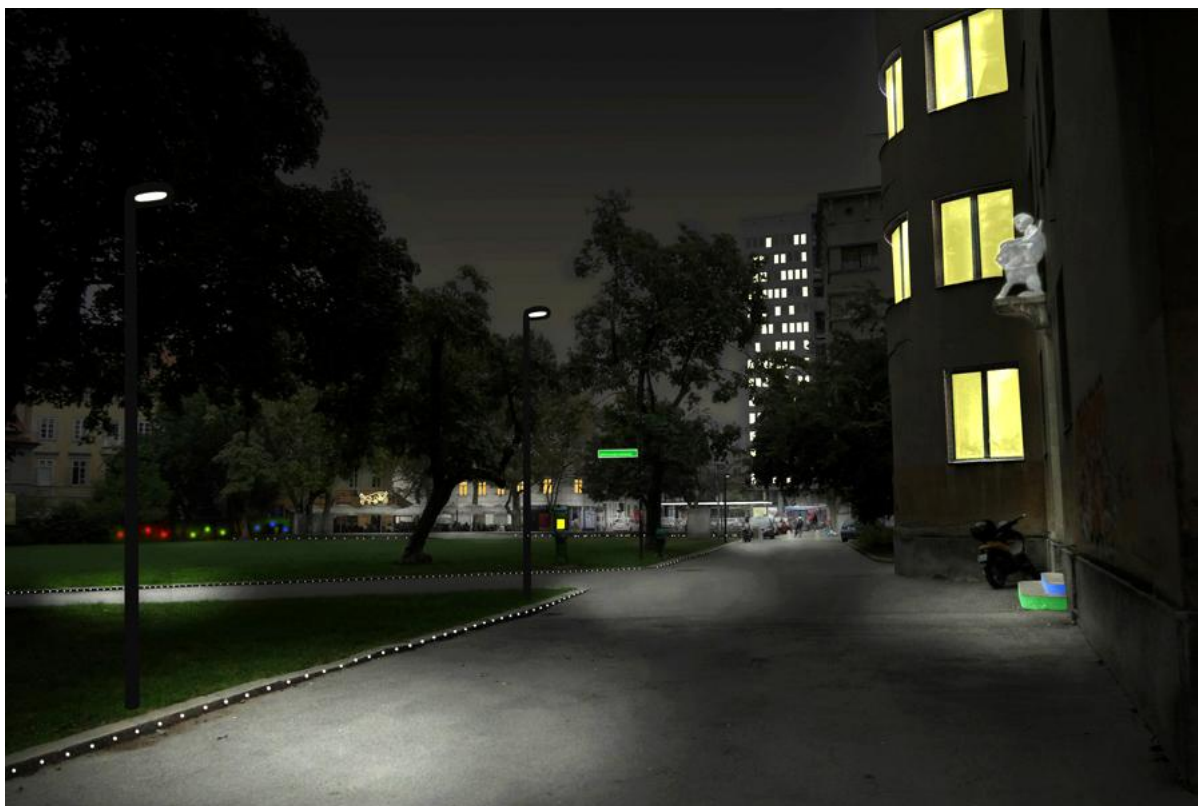
Figure 6.5: Park slovenske reformacije, PK1 plane concept

Pri ploskovnem konceptu osvetlitve Parka slovenske reformacije (PK1) je v ospredju enakomerna osvetlitev pešpoti (slika 6.5). Vizualni okvir tvorijo izbrane svetle fasade, ki poudarjajo jasnost in preprostost oblik parka. Takšna OLED-svetila so nameščena le na določenih stavbah. Njihova svetlost se nežno zmanjšuje v smeri proti tlo. Mogoča je tudi nasprotna rešitev, pri kateri so fasade bolj svetle ob tleh. V tem primeru del ambientalne osvetlitve izkoristimo za osvetlitev pešpoti ob bloku. Poudarjeni robovi pripomorejo k občutku orientacije.

V ozadju je poudarjena Metalka, iz druge smeri se v ozadju vidi tudi vrh nebotičnika. Nežno poudarimo majhna stopnišča pred vhodi v stanovanjske bloke. Reklamnim panojem znotraj parka se svetlost bistveno zmanjša.

Svetilom, ki osvetljujejo pešpoti v parku se v poznem nočnem času zmanjša svetilnost. Pri njih lahko prilagajamo korelirano barvno temperaturo bele svetlobe. Bleščanje omejimo na najmanjšo mero. Koncept temelji na čistosti in jasnosti.

6.2.6 Park slovenske reformacije, detajlni koncept



Slika 6.6: Park slovenske reformacije, detajlni koncept PK2

Figure 6.6: Park slovenske reformacije, PK2 detailed concept

Pri detajlnem konceptu (PK2) je poudarek na prepletanju temnih in svetlih površin (slika 6.6). Okolica je tu manj osvetljena. Pešpoti so osvetljene neenakomerno. Robovi pločnikov so točkasto osvetljeni. Vizualni red se skuša vzpostaviti z osvetljenimi okni na stavbah. Na stavbah se osvetlijo arhitekturni elementi, kot so kamnite figure nad vhodi v stavbe. Osvetlimo tudi table imen ulic in parka. Poudarjeni so tudi napisi gostinskih dejavnosti.

Ob nižjih stavbah na robovih parka dodamo barvne vzorce, ki popestrijo in naredijo videz parka bolj igriv. Variacij na to temo je še veliko. Zmožnost orientacije v parku skušamo okrepiti s svetlobno poudarjenimi večjimi objekti, ki ležijo zunaj parka.

Čitljivost prostora se ustvari z jasno poudarjenimi vhodi v stanovanjske objekte, ki jih lahko med seboj ločimo, na primer z izbiro barv stopnic pred vrati.

6.2.7 Trnovski pristan, ploskovni koncept



Slika 6.7: Trnovski pristan, ploskovni koncept TK1

Figure 6.7: Trnovski pristan, TK1 plane concept

Trnovski pristan kljub izjemni dnevni vedutni privlačnosti prostora ponoči ne odseva dnevnega čara. Pir ploskovnem konceptu psvetlitve Trnovskega pristani (TK1) predlagamo umestitev linijskih OLED-svetil, ki poudarijo jasnost kamnitih elementov nabrežja (slika 6.7). Veččrtna razsvetljava omogoča zaznavanje nabrežja kot povezane celote.

Most Hradskega v daljavi ima dominantno osvetljen vertikalni nabrežni del, ki prehaja v dobro vidne in v celoti osvetljene značilne stebre mostu. Del mostu nad Ljubljano je osvetljen bolj diskretno in deluje lahkotneje. Linijska osvetlitev skupaj z osvetlitvijo mostu tvori vidni okvir, ki ustvari značilno nočno podobo tega predela.

Inteligentna sensorika pozimi pri večjih snežnih padavinah osvetlitev nabrežja izklopi. Svetila niso vključena vso noč, temveč le v najbolj "aktivnih" večernih oziroma nočnih urah. Svetila v obliki tankoplastnih folij bi morala biti v vsakem primeru zelo odporna tudi na morebitne poskuse uničevanja.

6.2.8 Trnovski pristan, detajlni koncept



Slika 6.8: Trnovski pristan, detajlni koncept TK2

Figure 6.8: Trnovski pristan, TK2 detailed concept

Pri detajlnem konceptu osvetlitve Trnovskega pristani (TK2) linijski poudarek prestavimo na sam most (slika 6.8). Tu poudarimo le njegov spodnji lok. Zgodovinski pomen mostu poudarimo z nežno svetlimi napisi njegovega imena. Ohranimo tudi značilne luči na stebrih mostu.

Stopnišče kot del nabrežja osvetlamo s točkastimi svetili LED, ki svetijo proti tlom. Jakost svetlobnega toka točkastih svetil se prilagaja vremenskim razmeram in osvetljenosti okolice ter je ves čas na ustrezno nizki ravni. Svetle točke delujejo kot zanimiv in čutno osvetljen element, ki ne razvrednoti tega namenoma temnejšega dela mesta. Tudi ta se v zimskih nočeh pri večji višini zapadlega snega izklopijo. Svetlobo iz cestnih svetil omejimo samo na cestišče in pločnik.

6.2.9 Savsko naselje – tipski blok, ploskovni koncept



Slika 6.9: Savsko naselje – tipski blok, ploskovni koncept SK1

Figure 6.9: Typical residential building in Savsko naselje, SK1 plane concept

Pri ploskovnem konceptu osvetlitve tipskega bloka v Savskem naselju (SK1) z OLED-svetili nameščenimi na spodnji del fasade stanovanjskega bloka nadomestimo svetila za osvetljevanje poti ob bloku (slika 6.9). Svetlost fasade je zmerna in ni vključena vso noč. Glavna svetila OLED na nadstreških vhodov se vključijo le ob navzočnosti bližajoče se osebe in poudarijo pomen vhoda. Vizualno se ujemajo s svetlečimi elementi vertikalnih površin na balkonskih ograjah. Ključavnice in kljuge glavnih vhodnih vrat so nežno osvetljene, kar olajša odpiranje vrat.

Robnik pločnika z umeščenimi linijskimi svetili OLED poudarja smer glavne poti in izboljšuje občutek orientacije v prostoru. Ta svetila se izključijo po določeni uri, ko se v naselju nahaja oziroma sprehaja le malo obiskovalcev, ali pozimi, ko jih prekrije sneg. Pomembnejša stičišča poti in stopnišča prav tako nežno osvetlimo. To poveča subjektivni občutek varnosti in omogoči vidnost pomembnejših točk v daljavi.

6.2.10 Savsko naselje – tipski blok, detajlni koncept



Slika 6.10: Savsko naselje – tipski blok, detajlni koncept SK2

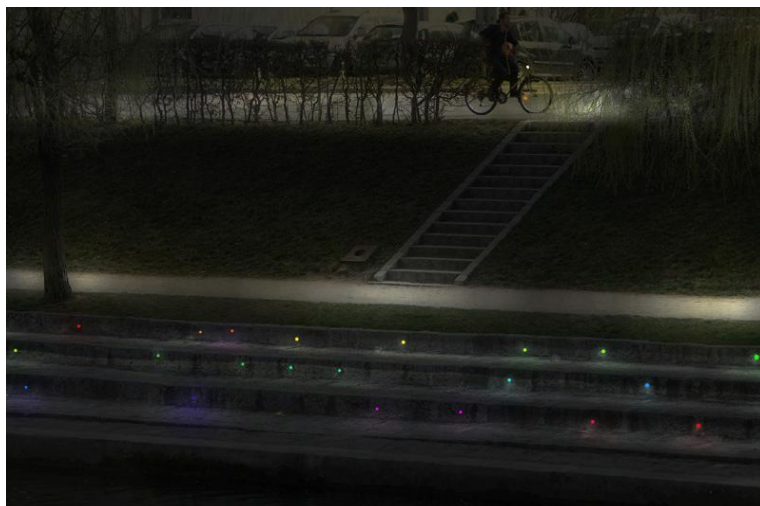
Figure 6.10: Typical residential building in Savsko naselje, SK2 detailed concept

Pri detajlnem konceptu osvetlitve tipskega bloka (SK2) so poudarjeni le vhodi stanovanjskega bloka (slika 6.10). Takšna osvetlitev je energetske manj potratna in temelji na menjavanju temnih in svetlih površin. Vhode poudarimo z linijskimi svetili OLED, umeščenimi na robove nadstreškov. Nežno svetle oznake hišnih števil in imena ulic prestavimo na vidnejša mesta stanovanjskega bloka. Redki prometni znaki zasvetijo le po potrebi (ko v daljavi zaznajo luči bližajočega se vozila).

Poti osvetlimo neenakomerno z uličnimi svetili LED. Kljub takšni osvetlitvi pot iz večje opazovalne razdalje deluje kot povezana celota. Uporabimo "toplejšo" belo barvo svetlobe. Bleščanje uličnih svetil z uporabo reflektorske optike zmanjšamo na najmanjšo mogočo vrednost. Tudi pri tem konceptu osvetlimo pomembnejša stičišča poti in stopnišča. Svetilnost uličnih svetil se prilagaja vremenskim razmeram in uri noči oziroma prisotnosti ljudi v naselju.

6.3 Druge možnosti

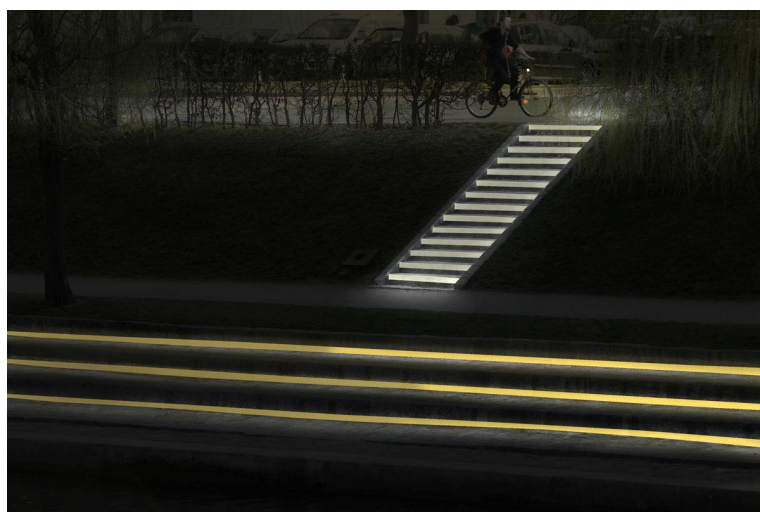
Dodatne možnosti osvetlitve s svetili LED in OLED se tičejo nestalne dekorativne razsvetljave. V času novejne okrasitve mesta bi lahko k okrasitvi pripomogla nekatera že umeščena svetila, ki bi v tem času namesto bele oddajala svetlobo v določenih barvah. Pri Trnovskem pristanu bi lahko uporabili barvna "točkasta" LED-svetila (slika 6.11).



Slika 6.11: Barvna "točkasta" svetila LED

Figure 6.11: Color LED "point" luminaires

Prav tako pa bi lahko ta ambientalna svetila v tem času le spremenila korelirano barvno temperaturo bele svetlobe, recimo iz hladnejše bele v toplejšo belo ali nasprotno. OLED-linije s spremenjeno barvo bele svetlobe bi na primer svetile bolj toplo kot po navadi ali nasprotno (slika 6.12).

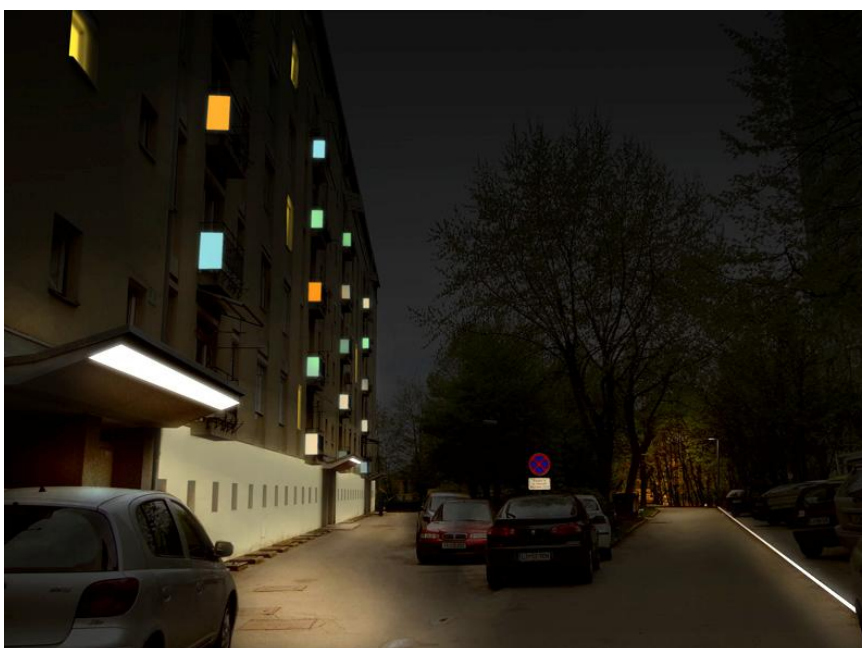


Slika 6.12: Toplejša barva linijskih svetil OLED

Figure 6.12: Warmer colour of linear OLED luminaires

V tem primeru bi lahko ustvarili določen "ritem svetlobe" že z menjavanjem hladnejših in toplejših vzorcev bele svetlobe.

V stanovanjskem naselju bi v času novoletne okrasitve z že umeščeni svetili OLED lahko ustvarili barvno raznovrstne poglede na stanovanjske bloke (slika 6.13) in tako poskrbeli za njihov ustrežnejši celostni videz. Še zanimivejša pa bi bila s specifičnimi barvnimi vzorci ustvarjena osvetlitev, s katero bi posamezen blok že na daleč konceptualno razlikovali od drugega.



Slika 6.13: Novoletno okrašen stanovanjski blok

Figure 6.13: Residential building in New Year's decoration

Osvetlitvi mostu Hrdeckega bi v času novoletne razsvetljave lahko prav tako dodali barvne svetlobne elemente. Ti bi morali biti skladni s konceptom novoletne osvetlitve mesta. Pri uporabi barvnih svetil v zunanjih prostorih pa je pomembna pazljivost, ker lahko hitro pride do njihove napačne uporabe (Gardner, 2006). Prav tako so pomembna tudi dognanja dosedanjih raziskav o vplivu barv na človekovo obnašanje in zaznavanje okolja (glej na primer Ab. Jalil et al., 2012).

Socialni pristop k urbanemu oblikovanju osvetlitve z LED- in OLED-svetili na obravnavanih lokacijah bi lahko poudarili tudi skozi zgodovinski in kulturni kontekst. Stalna, a diskretna osvetlitev zgodovinskih arhitekturnih detajlov bi bila na mikroravni konceptualno združena z interaktivnimi zasloni, vgrajenimi v urbano opremo. Ti bi ponujali informacije o zgodovini mestne lokacije. Obiskovalci bi se lahko tu informirali tudi o aktualnem nočnem kulturnem dogajanju in hkrati napolnili svoje pametne telefone. To bi delovalo tako na mostu Hrdeckega kot v Parku slovenske reformacije. Električno energijo za takšno osvetlitev bi pridobivali povečini s fotonapetostnimi

sistemi. "Stimulativen" javni prostor bi bilo mogoče ustvariti tudi z interaktivno razsvetljavo LED in OLED. Prisotnost in gibanje obiskovalcev bi se lahko uporabila kot vhodni podatki za kontrolo osvetlitve določenega urbanega prostora (Poulsen, 2011). S tem bi okrepili tudi raziskovalno vzdušje obiskovalcev.

6.4 Opombe

Pri dejanski implementaciji izbranih rešitev osvetlitve bi bilo mogoče izbrati tudi kombinacijo rešitev iz obeh konceptov. Za raziskavo smo med konceptoma namenoma ustvarili očitne razlike.

Pri predlogih osvetlitve gre ponekod za prikaze, ki bi bili v resnici videti malce drugače. Pri ploskovnem konceptu na lokacijah Gosposvetske ceste, Ajdovščine in Parka slovenske reformacije vsa okna prikažemo tako, kot da v notranjih prostorih luči nikjer niso vključene oziroma da so povsod spuščene okenske rolete. V resnici bi bile v nekaterih stanovanjih luči vključene in okna nezastrita. Notranja osvetlitev bi prispevala k nočni podobi urbanega prostora. V raziskavi smo takšne prikaze ustvarili z namenom, da se ploskovni koncept očitneje razlikuje od detajlnega, kjer uporabimo OLED-okna. V Savskem naselju rešitve z OLED-okni nismo vključili, zato so pri obeh predlogih nekatera izbrana okna osvetljena.

Osvetljenost lokalov in izložb na Ajdovščini in Gosposvetski cesti je v predlogih precej zmanjšana z namenom, da bolj poudarimo razlike v arhitekturni osvetlitvi med konceptoma. V resnici bi bili ti bolj osvetljeni.

Kljub optimizaciji prikazov slik na različnih zaslonih še vedno obstaja verjetnost, da je bila svetlost posameznih predlogov osvetlitve za nekatere anketirance na nekaterih lokacijah večja in za druge manjša. To je treba upoštevati pri interpretaciji rezultatov glede spremenljivke "nivoja osvetljenosti".

V prikazih omenjamo tudi zmanjšanje bleščanja cestnih oziroma uličnih svetil. Na slikah predlogov je to veliko lažje prikazati kot izvesti v dejanski situaciji. Pri tem je namreč treba upoštevati kriterije osvetljenosti oziroma svetlosti prometnih oziroma drugih javnih površin, učinkovitosti svetil in upoštevati tudi dejanski kontrast med svetili in ozadjem.

7 REZULTATI IN ANALIZA

7.1 Struktura vzorca

Anketo je od 821 anketiranih oseb, ki so jo začeli izpolnjevati, do konca rešilo 525 oseb (63,9 %). Od tega je 20 anketirancev sodelovalo pri testni anketi v učilnici na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo. V vzorec je bilo vključenih 528 anketiranih. Delež žensk je za malenkost večji (53,2 %) od deleža moških (46,8 %). Dobrih 60 % anketirancev je starih od 18 do 35 let. Dovolj veliko število oseb je bilo tudi v starostnem razredu med 36. in 50. letom (24,1 %) ter med 51. in 69. letom (12,4 %). Mlajših od 18 je bilo le 13, starejša od 70 pa le dva (preglednica 7.1).

Preglednica 7.1: Struktura vzorca anketiranih oseb

Table 7.1: Structure of the sample of respondents

<i>starost</i>	absolutna frekvenca (n)	relativna frekvenca (%)
manj kot 18 let	13	2,5
med 18 in 35 leti	319	60,6
med 36 in 50 leti	127	24,1
med 51 in 69 leti	65	12,4
več kot 70 let	2	0,4
skupaj	526	100
<hr/>		
<i>spol</i>	absolutna frekvenca (n)	relativna frekvenca (%)
moški	243	46,8
ženski	276	53,2
skupaj	519	100,0
<hr/>		
<i>strokovna usmerjenost</i>	absolutna frekvenca (n)	relativna frekvenca (%)
urb., arh., oblikovanje svetlobe ...	142	27,6
drugo	372	72,4
skupaj	514	100
<hr/>		
<i>kraj bivanja</i>	absolutna frekvenca (n)	relativna frekvenca (%)
Ljubljana in bližnja okolica	374	71,1
drugo slovensko mesto	99	18,8
slovensko podeželje	48	9,1
tujina	5	1,0
skupaj	526	100

7.2 Analiza in interpretacija rezultatov ankete

O nočni podobi mesta Ljubljane je že razmišljalo 451 anketirancev (85,4 %) od skupaj 528 anketiranih.

V prvem delu ankete smo pridobili mnenja s pomočjo intervalne petstopenjske lestvice. Sledijo opisne statistike rezultatov spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za posamezne lokacije za anketirance, ki so reševali anketo zgolj po spletu. S prikazom frekvenčnih porazdelitev, s testom Kolmogorov-Smirnov in grafičnimi prikazi Q-Q preverjamo normalnost porazdelitve izbranih spremenljivk, kar je eden izmed pogojev za parametrično statistično analizo, ki jo želimo uporabiti pri analizi rezultatov.

V drugem delu s prikazi frekvenčnih porazdelitev preverjamo preferenčnosti konceptov in s sklepno statistiko ocenjujemo zbrane rezultate.

7.2.1 Opisne statistike spremenljivk "prijetnost" in "pozornost"

Normalnost porazdelitev poleg opazovanja histogramov preverjamo tudi računsko s testom Kolmogorov-Smirnov. Zaradi velikega vzorca in verjetne nagnjenosti porazdelitev v določeno smer pričakujemo, da bo ta test za večino primerov značilen v 95 odstotkih. Pri velikem vzorcu oziroma velikih prostostnih stopnjah (angl. *degrees of freedom*) namreč že majhni odkloni od normalnosti lahko pokažejo značilnost testa (Field, 2005). Zato smo izdelali tudi prikaze grafov Q-Q. Ti prikazujejo pričakovane vrednosti (ravna diagonalna črta), ki jih lahko pričakujemo, če so porazdelitve normalno porazdeljene, in dejanske opazovane vrednosti, ki so prikazane kot posamezne točke. Če so opazovani podatki normalno porazdeljeni, bi morale njihove vrednosti pasti blizu oziroma na omenjeno ravno črto. Vsak odklon od te črte prikazuje odklon od normalnosti. Omenjeno nam je bilo v pomoč pri interpretaciji in odločitvi za nadaljnjo izbiro statistik. Sprva pregledujemo rezultate na celotnem vzorcu. Mogoče je tudi, da posamezne skupine vzorca kažejo bolj normalno porazdelitev.

Samo povprečje in standardni odklon (SD) porazdelitev posamezne spremenljivke ne povesta dovolj. Pomembna je tudi vrednost, ki se pojavlja najpogosteje (modus), in mediana oziroma središčnica. To je tista vrednost, od katere ima polovica podatkov nižjo vrednost, polovica pa višjo. Pomembna je tudi frekvenčna porazdelitev. Ta podaja pogostnost ocen strinjanja oziroma nestrinjanja s posameznimi trditvami.

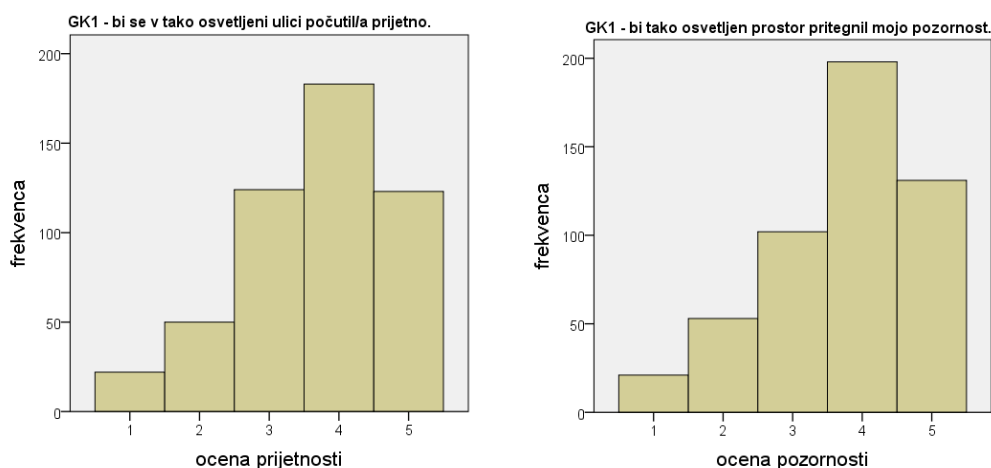
Gospodarska cesta, ploskovni koncept

Preglednica 7.2: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri GK1

Table 7.2: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for GK1

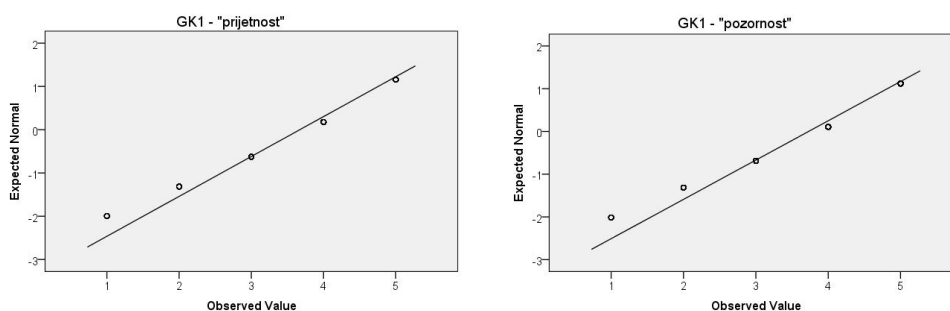
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim	k. sploš.	SE splo
prijetnost	502	3,67	4	1,085	-0,610	0,109	-0,224	0,218
pozornost	505	3,72	4	1,087	-0,708	0,109	-0,140	0,217

Histograma obeh spremenljivk pokažeta nagnjenje k pozitivnim ocenam (slika 7.1), pri čemer je največkrat ocenjena vrednost (modus) pri obeh znašala 4 (se strinjam s trditvijo). Pri spremenljivki "prijetnost" se je 306 anketiranih oseb (61 %) strinjalo s trditvijo (ocena 4 ali 5), 72 (14,4 %) pa ne (ocena 1 ali 2). Pri spremenljivki "pozornost" se je 329 anketirancev (65,1 %) strinjalo, 74 (14,7 %) pa ne. Preostali so bili neodločeni (ocena 3). Testa Kolmogorov-Smirnov za obravnavani spremenljivki pri GK1 sta značilna (Sig. = 0,000), prav tako tudi grafikona normalnosti Q-Q prikazujeta odklon od normalnosti (slika 7.2).



Slika 7.1: Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za GK1

Figure 7.1: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for GK1



Slika 7.2: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri GK1

Figure 7.2: Normal Q-Q plots of both variables for GK1

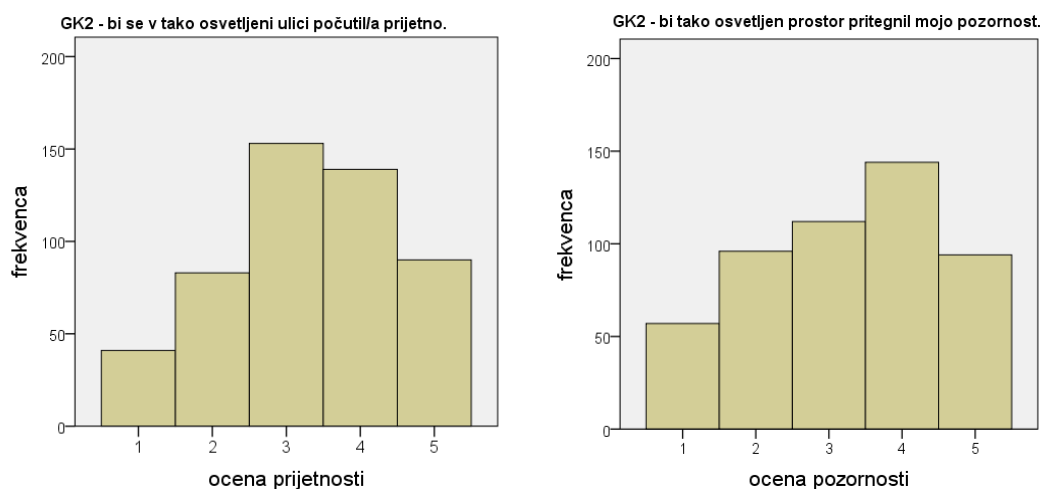
Gospodarska cesta, detajlni koncept

Preglednica 7.3: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri GK2

Table 7.3: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for GK2

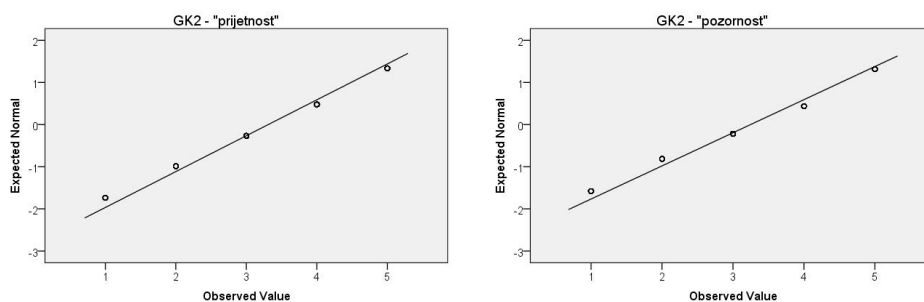
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim	k. sploš.	SE splo
prijetnost	506	3,30	3	1,177	-0,250	0,109	-0,745	0,217
pozornost	503	3,24	3	1,274	-0,248	0,109	-1,015	0,217

Histograma obeh spremenljivk pokažeta manjše nagnjenje k pozitivnim ocenam (slika 7.3), pri čemer je bila največkrat ocenjena vrednost pri prvi 3, pri drugi pa 4. Pri spremenljivki "prijetnost" se je 229 anketiranih (45,3 %) strinjalo s trditvijo (ocena 4 ali 5), 124 (24,5 %) pa ne (ocena 1 ali 2). Pri spremenljivki "pozornost" se je 238 anketirancev (47,3 %) strinjalo, 153 (30,4 %) pa ne. Pri tem konceptu je torej več anketirancev izkazalo nestrinjanje glede "prijetnosti" in "pozornosti". Testa Kolmogorov-Smirnov za obravnavani spremenljivki pri GK2 sta sicer značilna (Sig. = 0,000), vendar pa grafikona normalnosti Q-Q prikazujeta le minimalen odklon od normalnosti (slika 7.4).



Slika 7.3: Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za GK2

Figure 7.3: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for GK2



Slika 7.4: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri GK2

Figure 7.4: Normal Q-Q plots of both variables for GK2

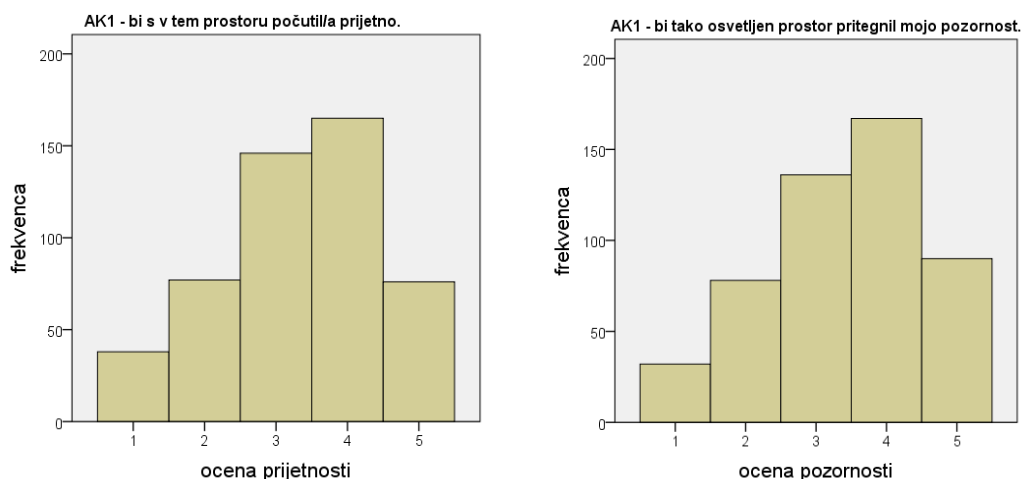
Ajdovščina, ploskovni koncept

Preglednica 7.4: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri AK1

Table 7.4: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for AK1

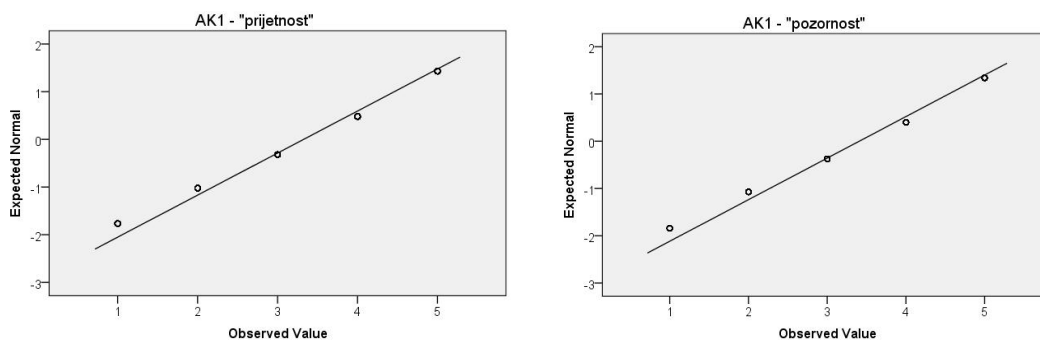
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim	k. sploš.	SE splo
prijetnost	502	3,33	3	1,134	-0,353	0,109	-0,596	0,218
pozornost	503	3,41	4	1,137	-0,374	0,109	-0,628	0,217

Histograma obeh spremenljivk pokažeta nagnjenje k pozitivnim ocenam (slika 7.5), pri čemer je bila največkrat ocenjena vrednost pri obeh 4. Pri spremenljivki "prijetnost" se je 241 anketiranih (48,0 %) strinjalo s trditvijo (ocena 4 ali 5) in 115 (22,9 %) ne (ocena 1 ali 2). Pri spremenljivki "pozornost" se je 257 anketirancev (51,1 %) strinjalo, 110 (21,9 %) pa ne. Testa Kolmogorov-Smirnov za obravnavani spremenljivki sta tudi tu značilna (Sig. = 0,000), vendar pa grafikona normalnosti Q-Q prikazujeta le minimalen odklon od normalnosti (slika 7.6).



Slika 7.5: Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za AK1

Figure 7.5: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for AK1



Slika 7.6: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri AK1

Figure 7.6: Normal Q-Q ploths of both variables for AK1

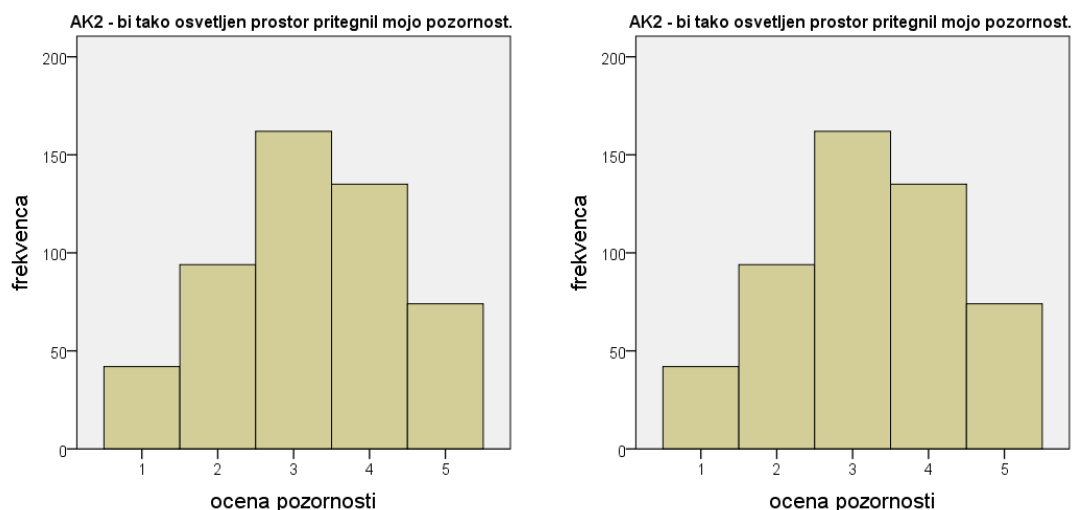
Ajdovščina, detajlni koncept

Preglednica 7.5: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri AK2

Table 7.5: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for AK2

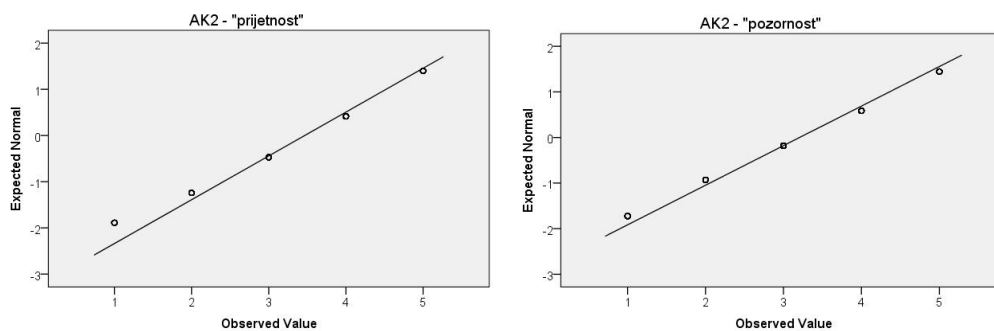
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim	k. sploš.	SE splo
prijetnost	507	3,47	4	1,054	-0,488	0,108	-0,144	0,729
pozornost	507	3,21	3	1,152	-0,162	0,108	-0,140	0,217

Histograma spremenljivk pokažeta, da je bila največkrat ocenjena vrednost pri prvi 4, pri drugi pa 3 (slika 7.7). Pri spremenljivki "prijetnost" se je 263 anketiranih (51,9 %) strinjalo s trditvijo (ocena 4 ali 5) in 79 (15,6 %) ne (ocena 1 ali 2). Pri spremenljivki "pozornost" se je 209 anketirancev (41,2 %) strinjalo, 136 (26,8 %) pa ne. Tu izstopa skoraj tretjina neodločenih ocenjevalcev (32,5 % oz. 32,0 %). Grafikona normalnosti Q-Q prikazujeta majhen odklon od normalnosti pri "pozornosti" (slika 7.8), testa Kolmogorov-Smirnov za obravnavani spremenljivki pa sta zaradi velikega n tudi tu značilna.



Slika 7.7: Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za AK2

Figure 7.7: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for AK2



Slika 7.8: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri AK2

Figure 7.8: Normal Q-Q plots of both variables for AK2

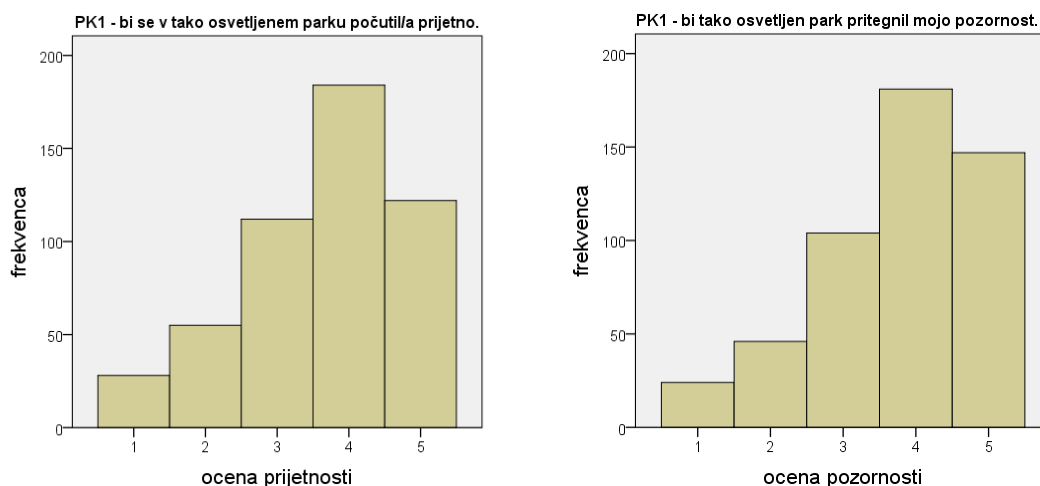
Park slovenske reformacije, ploskovni koncept

Preglednica 7.6: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri PK1

Table 7.6: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for PK1

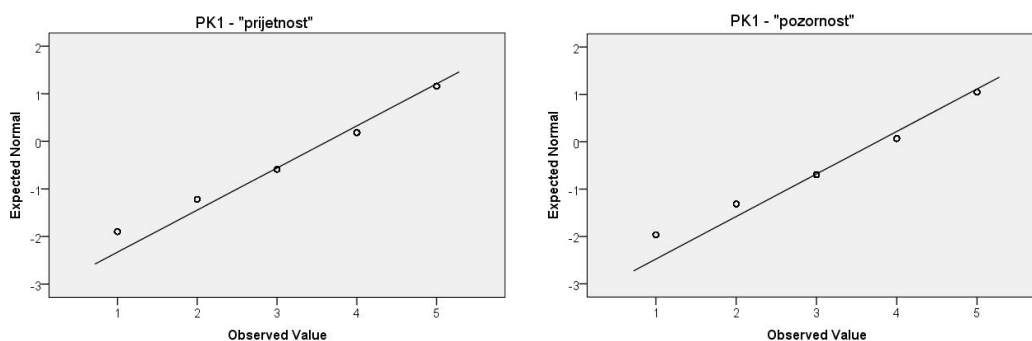
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim.	k. sploš.	SE sploš.
prijetnost	501	3,63	4	1,130	-0,637	0,109	-0,307	-0,114
pozornost	502	3,76	4	1,114	-0,748	0,109	0,218	0,218

Histograma pokažeta, da je največkrat ocenjena vrednost pri obeh spremenljivkah 4 (slika 7.9). Pri spremenljivki "prijetnost" se je 306 anketiranih oseb (61,1 %) strinjalo s trditvijo (oceni 4 ali 5) in 83 (16,6 %) ne (oceni 1 ali 2). Pri spremenljivki "pozornost" se je 328 anketirancev (65,0 %) strinjalo, 136 (14,0 %) pa ne. Neodločenih ocenjevalcev je 20,5 % oz. 20,7 %. Na sliki 7.10 prikazana grafikona normalnosti Q-Q kažeta odstopanje od normalnosti. Testa Kolmogorov-Smirnov za obravnavani spremenljivki sta tudi tu značilna.



Slika 7.9: Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za PK1

Figure 7.9: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for PK1



Slika 7.10: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri PK1

Figure 7.10: Normal Q-Q plots of both variables for PK1

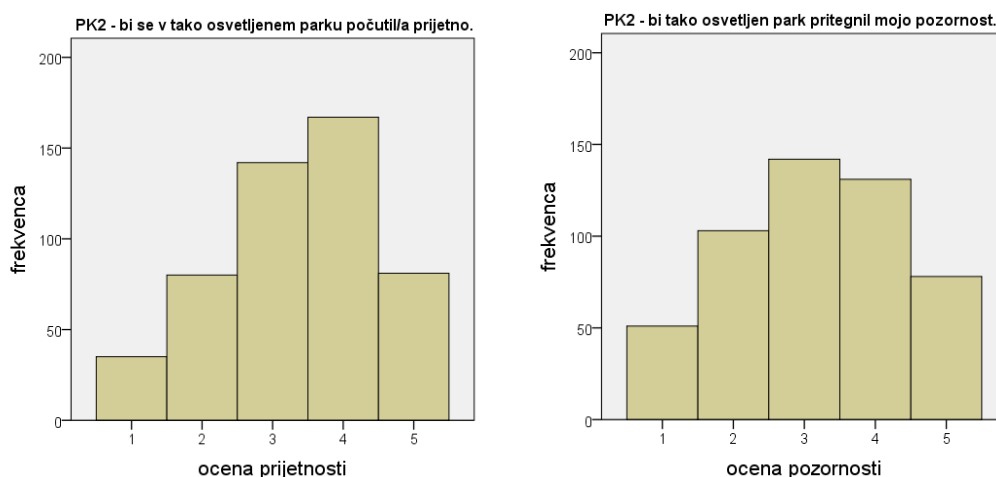
Park slovenske reformacije, detajlni koncept

Preglednica 7.7: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri PK2

Table 7.7: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for PK2

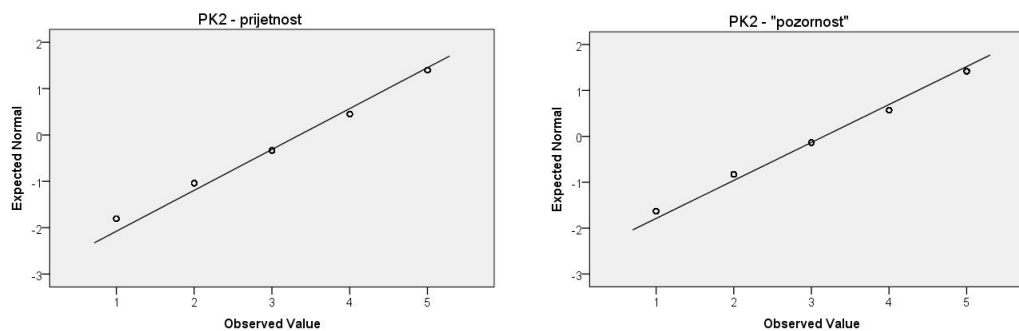
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim.	k. sploš.	SE sploš.
prijetnost	505	3,35	4	1,134	-0,350	0,109	-0,622	0,217
pozornost	505	3,16	3	1,209	-0,132	0,109	-0,897	0,217

Histograma pokažeta, da sta največkrat ocenjeni vrednosti 4 in 3 (slika 7.11). Pri spremenljivki "prijetnost" se je 248 anketiranih (49,1 %) strinjalo s trditvijo (ocena 4 ali 5) in 115 (22,7 %) ne (ocena 1 ali 2). Pri spremenljivki "pozornost" se je 273 anketirancev (41,3 %) strinjalo, 154 (30,5 %) pa ne. Neodločenih ocenjevalcev je 28,0 % oz. 28,1 %. Grafikona normalnosti Q-Q kažeta le majhno odstopanje od normalnosti pri obeh spremenljivkah (slika 7.12). Testa Kolmogorov-Smirnov za obravnavani spremenljivki sta značilna.



Slika 7.11: Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za PK2

Figure 7.11: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for PK2



Slika 7.12: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri PK2

Figure 7.12: Normal Q-Q plots of both variables for PK2

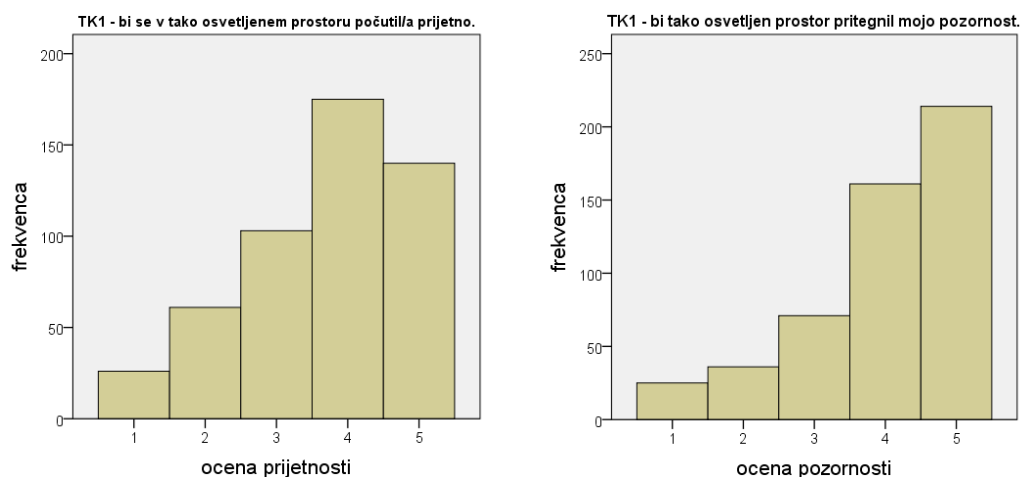
Trnovski pristan, ploskovni koncept

Preglednica 7.8: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri TK1

Table 7.8: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for TK1

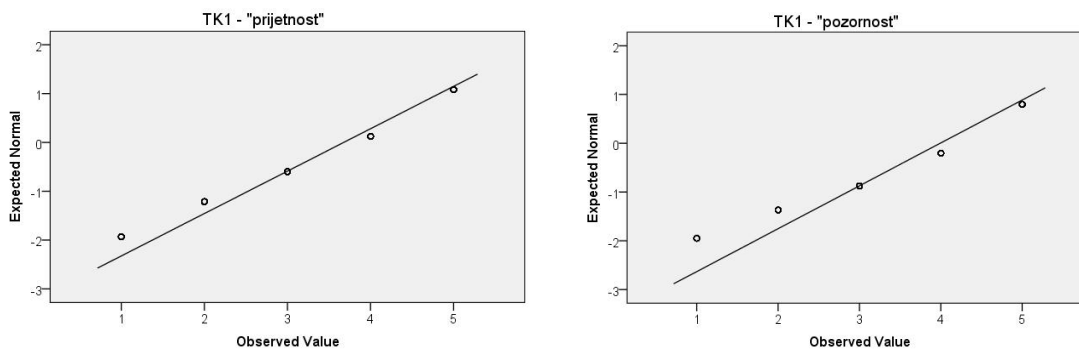
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim.	k. sploš.	SE sploš.
prijetnost	505	3,68	4	1,152	-0,638	0,109	-0,426	0,217
pozornost	507	3,99	4	1,137	-1,086	0,108	0,407	0,217

Histograma pokažeta, da je največkrat ocenjena vrednost v primeru "prijetnost" 4 pri "pozornost" pa 5 (slika 7.13). Pri spremenljivki "prijetnost" se je 315 anketiranih oseb (62,4 %) strinjalo s trditvijo (ocena 4 ali 5) in 87 (17,1 %) ne (ocena 1 ali 2). Pri spremenljivki "pozornost" se je 375 anketirancev (74,0 %) strinjalo in le 61 (12,0 %) ne. Neodločenih ocenjevalcev je tu malo, le 20,4 % oz. 14,0 %. Testa Kolmogorov-Smirnov za obravnavani spremenljivki sta značilna, prav tako grafikona normalnosti Q-Q prikazujeta očiten odklon od normalnosti (slika 7.14).



Slika 7.13 Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za TK1

Figure 7.13: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for TK1



Slika 7.14: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri TK1

Figure 7.14: Normal Q-Q plots of both variables for TK1

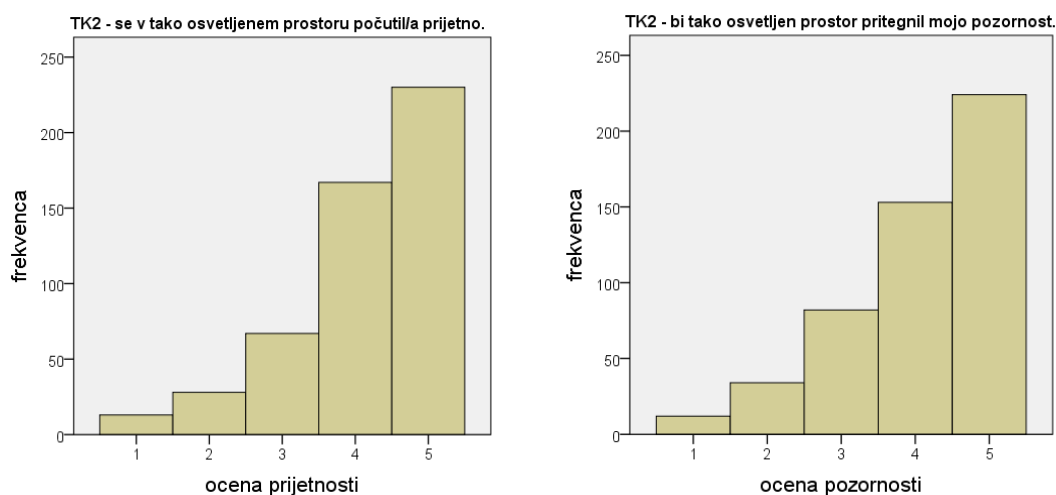
Trnovski pristan, detajlni koncept

Preglednica 7.9: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri TK2

Table 7.9: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for TK2

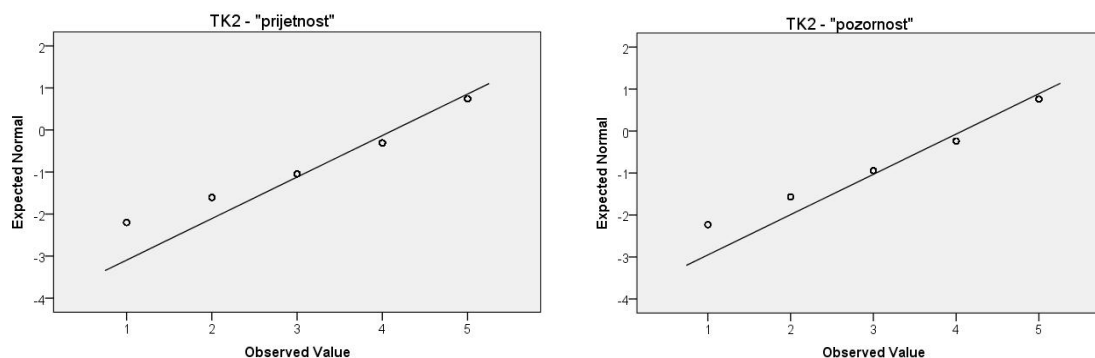
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim.	k. sploš.	SE sploš.
prijetnost	502	4,13	4	1,013	-1,193	0,109	0,947	0,217
pozornost	503	4,08	4	1,042	-1,017	0,109	0,351	0,217

Največkrat ocenjena vrednost pri obeh spremenljivkah je 5 (slika 7.15). Pri spremenljivki "prijetnost" se je 397 anketiranih oseb (78,6 %) strinjalo s trditvijo (ocena 4 ali 5) in le 41 oseb ne (8,1 %). Pri spremenljivki "pozornost" se je 377 anketirancev (74,7 %) strinjalo in 46 (9,1 %) ne. Neodločenih ocenjevalcev je tudi tu zelo malo, le 13,3 % oz. 16,2 %. Grafikona normalnosti Q-Q pokažeta odklon od normalnosti (slika 7.14), testa Kolmogorov-Smirnov sta v obeh primerih značilna.



Slika 7.15 Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za TK2

Figure 7.15: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for TK2



Slika 7.16: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri TK2

Figure 7.16: Normal Q-Q plots of both variables for TK2

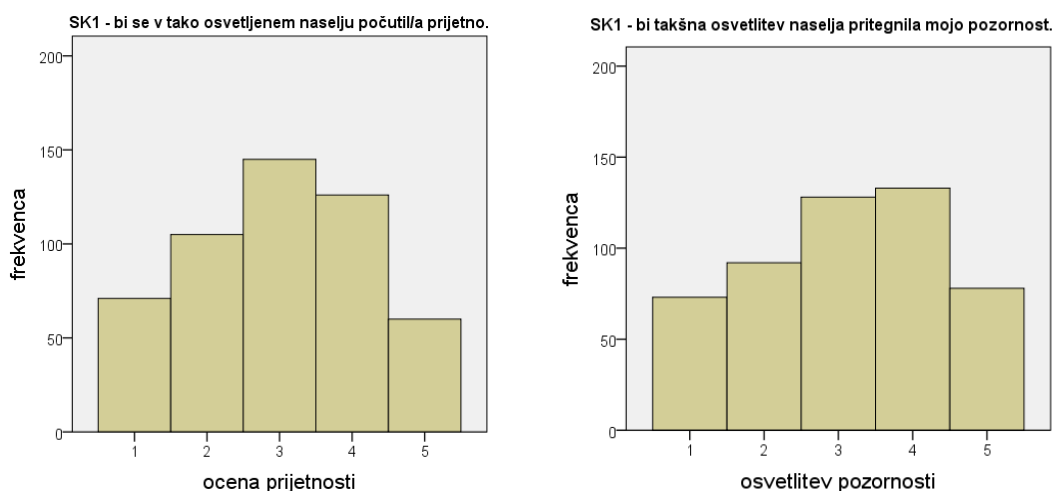
Savsko naselje, ploskovni koncept

Preglednica 7.10: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri SK1

Table 7.10: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for SK1

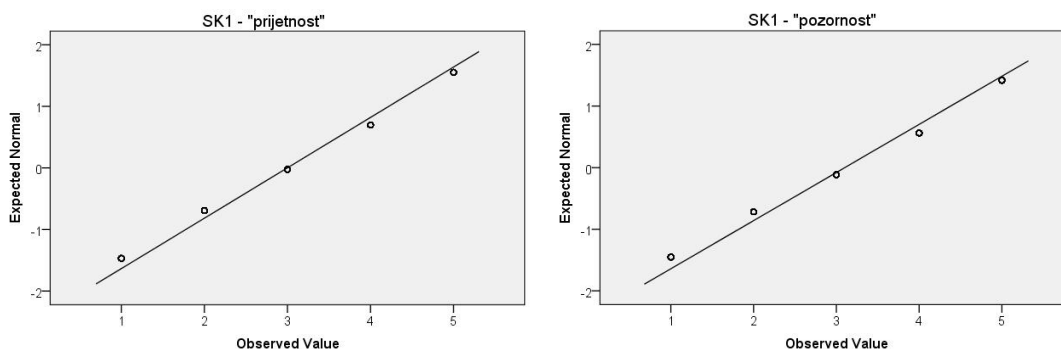
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim.	k. sploš.	SE sploš.
prijetnost	507	3,00	3	1,222	-0,068	0,108	-0,928	0,217
pozornost	504	3,10	3	1,280	-0,162	0,109	-1,024	0,217

Histograma pokazeta, da je največkrat ocenjena vrednost v obeh primerih 3 (slika 7.17). Pri spremenljivki "prijetnost" se je 186 anketiranih (36,7 %) strinjalo s trditvijo in 176 (34,7 %) ne. Pri spremenljivki "pozornost" se je 211 anketirancev (41,9 %) strinjalo, 165 (32,8 %) pa ne. Neodločenih ocenjevalcev je 28,6 % oz. 25,4 %. Čeprav sta testa Kolmogorov-Smirnov v obeh primerih značilna, grafikona normalnosti Q-Q prikazujeta le majhen odklon od normalnosti (slika 7.18).



Slika 7.17 Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za SK1

Figure 7.17: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for SK1



Slika 7.18: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri SK1

Figure 7.18: Normal Q-Q ploths of both variables for SK1

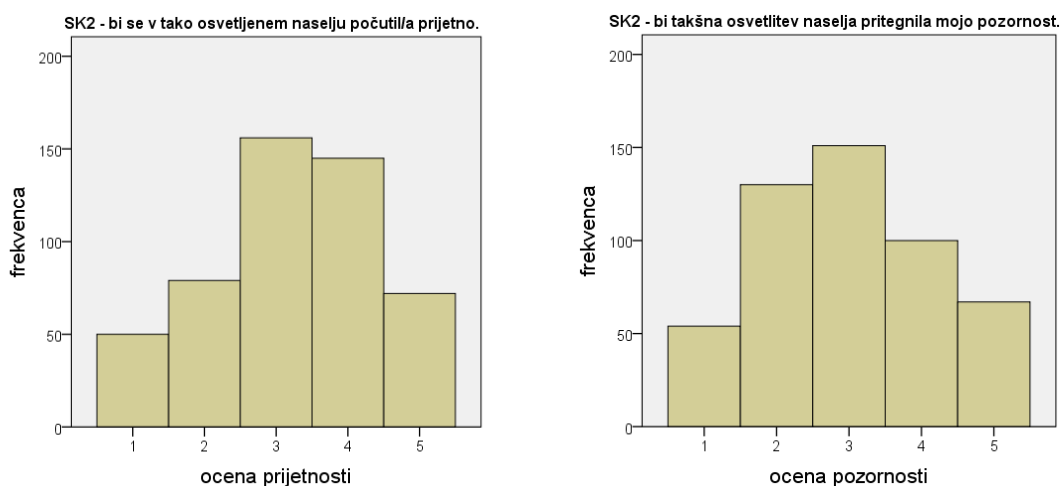
Savsko naselje, detajlni koncept

Preglednica 7.11: Opisna statistika za spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" pri SK2

Table 7.11: Descriptive statistics of the "pleasantness" and "arousal" variables for SK2

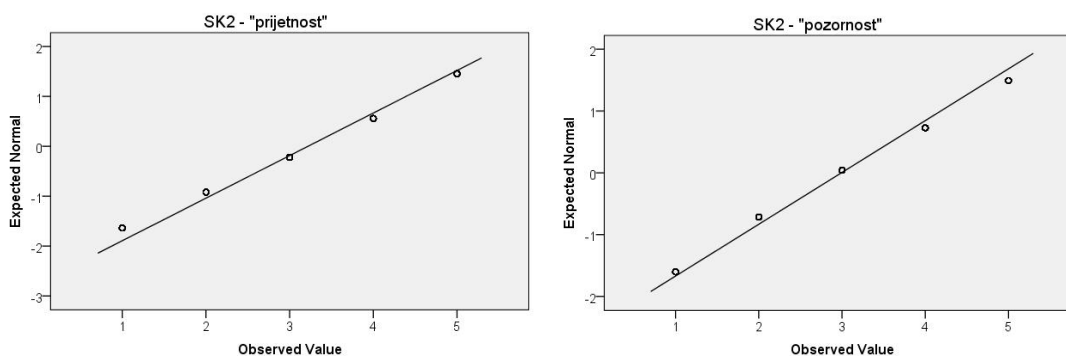
	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim.	k. sploš.	SE sploš.
prijetnost	502	3,22	3	1,172	-0,268	0,109	-0,698	0,218
pozornost	502	2,99	3	1,194	0,107	0,109	-0,861	0,218

Največkrat ocenjena vrednost je tudi tu v obeh primerih 3 (slika 7.19). Pri spremenljivki "prijetnost" se je 217 anketiranih (43,2 %) strinjalo s trditvijo, 129 (25,7 %) pa ne. Pri spremenljivki "pozornost" se je 167 anketirancev (33,2 %) strinjalo, 184 (36,7 %) pa ne. Neodločenih ocenjevalcev je bilo 31,3 % oz. 30,1 %. Tudi tu sta testa Kolmogorov-Smirnov v obeh primerih značilna, a grafikona normalnosti Q-Q prikazujeta le majhen odklon od normalnosti (slika 7.20).



Slika 7.19 Histograma spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" za SK2

Figure 7.19: Histograms of the "pleasantness" and "arousal" variables for SK2

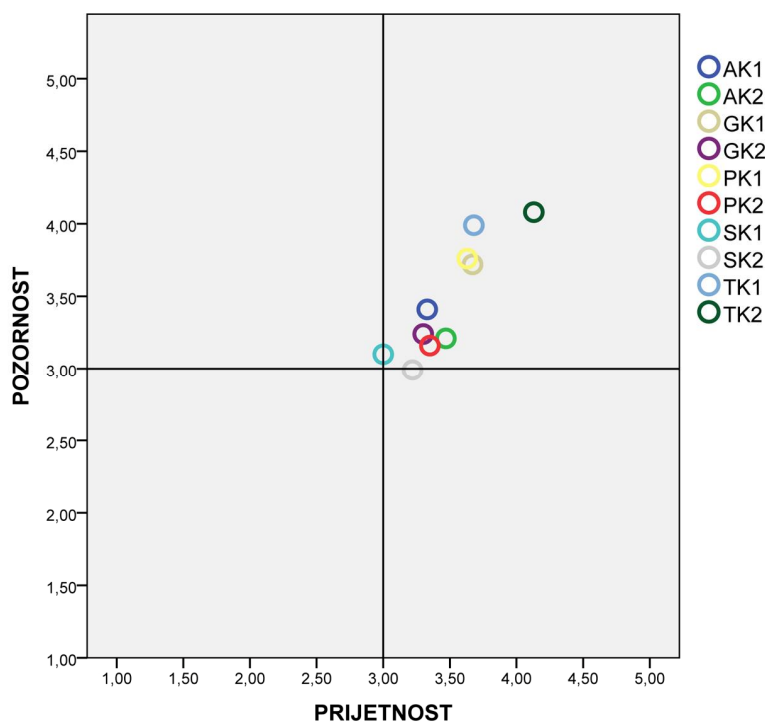


Slika 7.20: Grafikona normalnosti Q-Q za obe spremenljivki pri SK2

Figure 7.20: Normal Q-Q plots of both variables for SK2

7.2.2 Dvodimenzionalni prikaz rezultatov "prijetnosti" in "pozornosti"

Povprečne vrednosti ocen spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" prikažemo na dvodimenzionalnem grafu (slika 7.21). Ločilni črti razdelita prikaz na štiri kvadrante. Črti prikazujeta vrednost 3, ki pomeni neodločenost o oceni spremenljivke. Levi spodnji kvadrant prikazuje vrednosti nestrinjanja s trditvami o "prijetnosti" in "pozornosti". Desni zgornji kvadrant prikazuje vrednosti strinjanja s trditvami o "prijetnosti" in "pozornosti". Druga dva kvadranta prikazujeta ocene strinjanja le z eno od obeh spremenljivk.

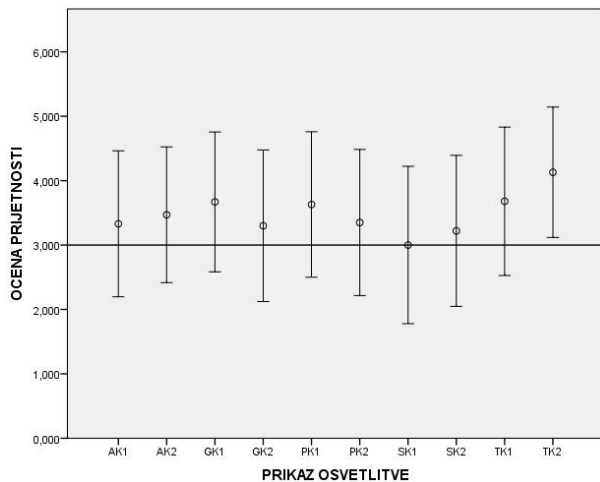


Slika 7.21: Prikaz povprečnih vrednosti spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" na dvodimenzionalnem grafu za posamezne koncepte in lokacije

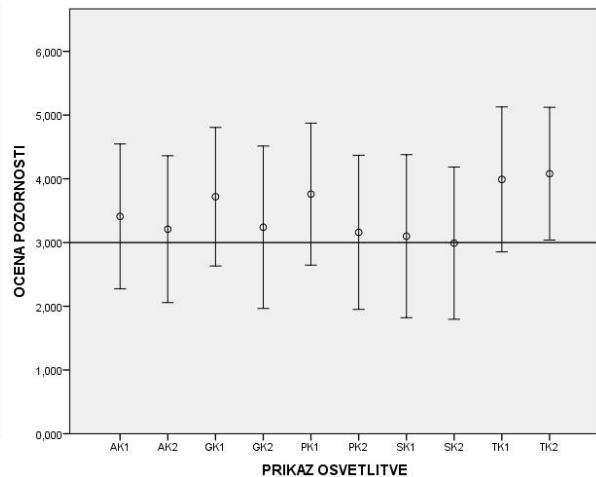
Figure 7.21: The average assesment values of the "pleasantness" and "arousal" variables on two-dimensional diagram for separate concepts and locations

Rezultati pokažejo, da je večina povprečij ocen osvetlitvenih predlogov v zgornjem desnem kvadrantu. To lahko razumemo kot nagnjenost k strinjanju s trditvami o "prijetnosti" in "pozornosti". Le povprečne vrednosti ocen na lokaciji Savskega naselja se nahajajo blizu ločitvenih črt kvadrantov. To pomeni v povprečju neodločenost o oceni posamezne spremenljivke. Le povprečne vrednosti ocen na lokaciji Savskega naselja se nahajajo blizu ločitvenih črt kvadrantov, kar pomeni v povprečju neodločenost o oceni posamezne spremenljivke.

Povprečne vrednosti ocen obeh spremenljivk prikažemo tudi na enodimenzionalnem prikazu za posamezni spremenljivki. V tem primeru označimo tudi minimalne in maksimalne vrednosti intervala, ki so določene z enkratnim večkratnikom standardnega odklona in bi v primeru normalnosti porazdelitev prikazale 68,3 % vseh odgovorov (sliki 7.22 in 7.23). Pri tem prikazu so omejitve, ki jih določa asimetrija porazdelitve ocen pri nekaterih predlogih osvetlitve in s tem odmik od normalnosti njihove porazdelitve.



Slika 7.22: Ocene "prijetnosti" ($\bar{x} \pm 1$ SD)



Slika 7.23: Ocene "pozornosti" ($\bar{y} \pm 1$ SD)

Figure 7.22: Assessments of the "pleasantness" variable ($\bar{x} \pm 1$ SD)

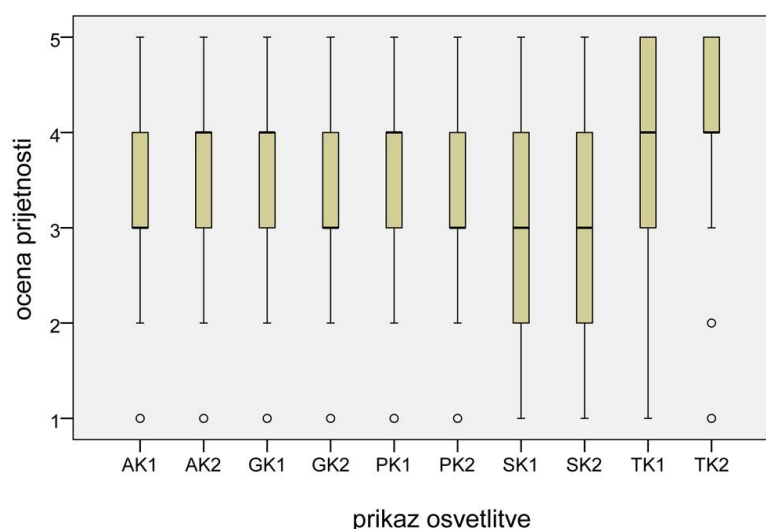
Figure 7.23: Assessments of the "arousal" variable ($\bar{y} \pm 1$ SD)

Omenjena grafa ob predpostavki normalnosti prikažeta, kje leži dobri dve tretjini ocen glede na posamezne predloge osvetlitev. Iz grafov razberemo nagnjenost k zgornji polovici, torej pozitiven "trend" pri obeh spremenljivkah. Ocena 3 prikazuje neodločen rezultat. Najbolje ocenjeni glede "prijetnosti", so predlogi osvetlitev Trnovskega pristana in ploskovnih konceptov Gosposvetske ceste ter Parka slovenske reformacije. Sledijo predlogi osvetlitve Ajdovščine in detajlnega koncepta Gosposvetske ceste in Parka slovenske reformacije. Ocene pri detajlnem konceptu Trnovskega pristana v celoti ležijo v zgornjem območju grafa. Najslabše ocenjena sta koncepta osvetlitve bloka v Savskem naselju, pri čemer nagnjenosti k negativnim vrednostim ni zaznati.

Graf pokaže, da je pri Gosposvetski cesti in pri Parku slovenske reformacije ploskovni koncept glede "prijetnosti" bolje ocenjen kot detajlni. Pri Ajdovščini, Savskem naselju in Trnovskem pristanu pa je bolje ocenjen detajlni koncept. Pri spremenljivki "pozornost" izstopata osvetlitvi Trnovskega pristana in ploskovna koncepta osvetlitve Gosposvetske ceste in Parka slovenske reformacije. Povprečne ocene detajlnih konceptov osvetlitve Gosposvetske ceste, Ajdovščine, Parka slovenske reformacije in obeh

predlogov osvetlitve bloka v Savskem naselju so blizu vrednosti 3. Pri spremenljivki "pozornost" so pri vseh predlogih, razen pri Trnovskem pristanu, bolje ocenjeni ploskovni koncepti.

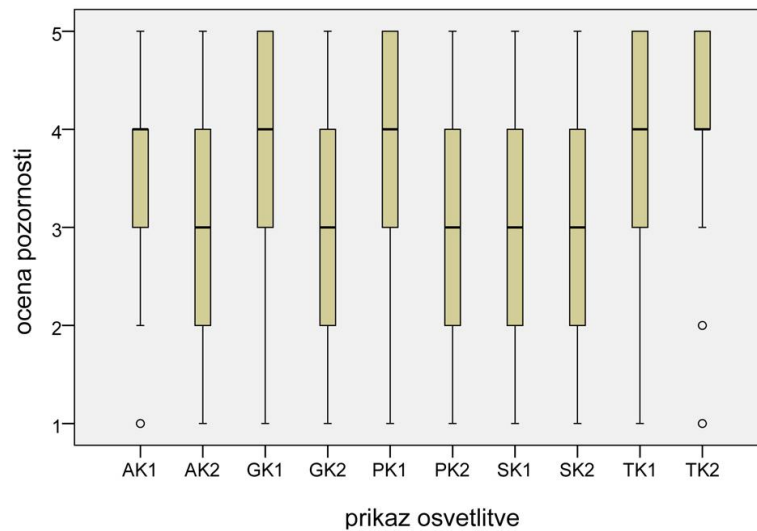
Določene porazdelitve ocen se razlikujejo od značilnosti normalne porazdelitve (predvsem nagib v določeno smer). Zato prikažemo rezultate za posamezni spremenljivki še s tako imenovanimi diagrami "box-whisker" ali "kvartilnimi diagrami" (angl. *box plot*) oziroma okviri z ročaji (Košmelj, 2007). Škatlasti okvir diagrama prikazuje, kje je ocena 50 % odgovorov. Odebeljena črta je središčnica. S krogi so označene izstopajoče vrednosti oziroma osamelci (angl. *outliers*).



Slika 7.24: Prikaz ocen spremenljivke "prijetnost" s kvartilnimi diagrami

Figure: 7.24: Box plots used to illustrate the assesment of the "pleasantness" variable

Na diagramu "prijetnosti" (slika 7.24) je vidna nagnjenost k strinjanju s trditvijo "prijetnosti" za večino prikazov. Izstopata predloga osvetlitve Trnovskega pristana, kjer so ocene višje kot pri ostalih predlogih, ter predloga osvetlitve bloka v Savskem naselju, kjer ni nagnjenosti k pozitivnim ocenam. Pri prikazu "pozornosti" (slika 7.25) je nagnjenost k strinjanju opazna le pri Trnovskem pristanu in pri ploskovnih konceptih Gosposvetske ceste in Parka slovenske reformacije.



Slika 7.25: Prikaz ocen spremenljivke "pozornost" s kvartilnimi diagrami

Figure: 7.25: Box plots used to illustrate the assesment of the "arousal" variable

Kombinacija rezultatov obeh diagramov prikaže težnjo k strinjanju z vsaj eno od omenjenih spremenljivk pri vseh lokacijah in konceptih, razen pri bloku v Savskem naselju, kjer je polovica vrednosti ocen pri obeh spremenljivkah med 2 in 4. Pomembne so tudi lege središčnic. Izstopata predloga pri Trnovskem pristanu, kjer je pri ploskovnem konceptu polovica vrednosti ocen med 3 in 5, pri detajlnem konceptu pa celo med 4 in 5, za obe spremenljivki. Pri ploskovnih predlogih osvetlitve Gosposvetske ceste in parka leži polovica ocen strinjanja s "prijetnostjo" med 3 in 4, polovica ocen "pozornosti", ki bi jo pritegnila omenjena koncepta, pa med 3 in 5. Polovica anketiranih je ploskovni koncept osvetlitve Ajdovščine glede obeh spremenljivk ocenila med 3 in 4. Predloga detajlnih osvetlitev Ajdovščine in Gosposvetske ceste sta glede spremenljivke "pozornost" povečini ocenjena med 2 in 4, glede spremenljivke "prijetnost" pa med 3 in 4. Ocene predlogov osvetlitve, razen pri bloku v Savskem naselju, kažejo na nagnjenje k strinjanju anketiranih s trditvami o "prijetnosti" in "pozornosti". Koncepta osvetlitve bloka v Savskem naselju se anketiranim na splošno nista zdela posebej prijetna in ne privlačna, čeprav se ravno pri njiju skriva nekaj precej dobrih rešitev osvetlitve. Te ocene ob koncu primerjamo še z izbiro najljubših in najmanj ljubih prizorov.

Ocene afektivne kakovosti prikazov osvetlitev obeh konceptov, kot kombinacije dimenzij "prijetnosti" in "pozornosti", razen pri bloku v Savskem naselju, kažejo v povprečju na "nagnjenje" anketiranih k strinjanju s trditvami podanimi v spletnem vprašalniku. Trditi smemo, da bi predlagane možnosti uporabe LED- in OLED-svetil v povprečju vplivale na anketirane pri sprejemanju tako osvetljenega urbanega prostora v pozitivni smeri.

7.2.3 Odvisnost med "prijetnostjo", "pozornostjo" in svetlobnimi značilnostmi predlogov

Že iz prikaza povprečnih vrednosti ocen (slika 7.21) je dobro vidna pozitivna soodvisnost med spremenljivkama "prijetnost" in "pozornost". Zanima nas tudi, kolikšne so izračunane vrednosti značilnih odvisnosti med spremenljivkama pri posameznih lokacijah. Teorija cirkumpleksnega modela predvideva, da med "prijetnostjo" in pritegnitvijo "pozornosti" obstaja določena povezava. Zato spremenljivki prikažemo skupaj na dvodimenzionalnem prikazu.

Zaradi ponekod bolj in drugod manj normalnih porazdelitev, izvedemo tako parametrični test Pearsonovih koeficientov korelacije kot neparametrični test Kendallovih koeficientov korelacije rangov. Rezultati pokažejo, da je med spremenljivkama "prijetnost" in "pozornost" tesna povezava pri vseh primerih (preglednica 7.12). Testa sta pri vseh primerih značilna pri 99-odstotni verjetnosti. Pozitivnost koeficientov pomeni, da sta spremenljivki pozitivno linearno povezani. Vrednosti koeficientov večje od 0,500 povedo, da med spremenljivkama obstaja velik učinek. Pri bolj normalno porazdeljenih spremenljivkah je razlika med metodama majhna, pri manj normalno porazdeljenih pa bolj očitna. V obeh primerih se kaže velika odvisnost med spremenljivkama.

Preglednica 7.12: Koeficienti korelacije med spremenljivkama "prijetnost" in "pozornost" za posamezne koncepte na izbranih lokacijah

Table 7.12: Correlation coefficients between the "pleasantness" and "arousal" variables for separate concepts on the chosen locations

	Pearsonov koef. korelacije	Kendallov koef. korelacije
Gospovetska cesta, GK1	0,698 *	0,626 *
Gospovetska cesta, GK2	0,609 *	0,517 *
Ajdovščina, AK1	0,710 *	0,644 *
Ajdovščina, AK2	0,805 *	0,597 *
Park slovenske reformacije, PK1	0,919 *	0,662 *
Park slovenske reformacije, PK2	0,737 *	0,665 *
Trnovski pristan, TK1	0,776 *	0,681 *
Trnovski pristan, TK2	0,899 *	0,766 *
Savsko naselje, SK1	0,669 *	0,584 *
Savsko naselje, SK2	0,743 *	0,678 *

* Korelacija je značilna na stopnji značilnosti 0,01 ("enorepni" (angl. *one-tailed*) test).

Korelacijski koeficienti pri obeh testih ne odstopajo veliko in so povsod večji od vrednosti 0,500, kar kaže na veliko odvisnost. Spremenljivki "osvetljenost" in "porazdelitev svetlosti" (oziroma prikaz

svetlosti vertikalnih površin) ustrezata določenim svetlobnim značilnostim posameznih konceptov. Zanima nas njuna neposredna povezanost s spremenljivkama "prijetnost" in "pozornost".

Rezultati opisnih statistik odgovorov anketirancev glede "osvetljenosti" talnih površin (v prilogi) kažejo, da se zdijo veliki večini anketiranih oseb talne površine pri vseh predlogih dovolj "osvetljene". Celotno pri površinah ob bloku pri Savskem naselju, kjer je strinjanje s trditvami manjše kot pri drugih primerih, se povprečne vrednosti ocen še vedno gibljejo okoli 3,5. Podobno je tudi pri detajlnem konceptu Parka slovenske reformacije. Pri drugih predlogih so povprečne vrednosti ocen celo 4 in več. Pri ocenjevanju teh dveh spremenljivk je lahko prišlo do odstopanj zaradi različnih lastnosti zaslonov, na katerih so bile slike prikazane. Ocene strinjanja s trditvami o prikazu arhitekture in pročelij hiš oziroma osvetlitve mostu in bloka (v prilogi) so visoke pri ploskovnem konceptu, kjer so osvetljene večje površine stavb. Pri detajlnem konceptu pa se giblje povprečje ocen okoli vrednosti 3. Opisnih statistik teh dveh spremenljivk ne bomo podrobneje analizirali, izračunali pa bomo Kendalllove koeficiente korelacije rangov (Field, 2005) med njima in spremenljivkama "prijetnost" in "pozornost". Zaradi nagnjenosti rezultatov k strinjanju s trditvami o "osvetljenosti" in prikazu arhitekture stavb so porazdelitve pri večini lokacij precej nesimetrične. Zato tu uporabimo računanje koeficientov korelacije le z omenjenim neparametričnim testom. Kendallovi koeficienti korelacije rangov pri Gosposvetski cesti kažejo, da sta pri detajlnem konceptu spremenljivki "prijetnost" in "pozornost" odvisni od primerne "osvetljenosti" tal in še malce bolj od prikaza arhitekture (preglednica 7.13). Pri ploskovnem konceptu so koeficienti večji, kar kaže na večjo odvisnost omenjenih spremenljivk od svetlobnih značilnosti koncepta. Pri prikazu arhitekture so koeficienti večji od vrednosti 0,600.

Preglednica 7.13: Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Gosposvetski cesti ($n \approx 500$)

Table 7.13: Correlation coefficients between variables for Gosposvetska cesta ($n \approx 500$)

Gosposvetska cesta, ploskovni koncept	primerna "osvetljenost"	prikaz arhitekture	"prijetnost"	"pozornost"
primerna osvetljenost	1,000	0,463 *	0,502 *	0,497 *
prikaz arhitekture	0,463 *	1,000	0,629 *	0,609 *
Gosposvetska cesta, detajlni koncept	primerna osvetljenost	prikaz arhitekture	"prijetnost"	"pozornost"
primerna osvetljenost	1,000	0,297 *	0,416*	0,416*
prikaz arhitekture	0,297 *	1,000	0,487 *	0,438*

* Korelacija je značilna na stopnji značilnosti 0,01 ("enorepni" (angl. *one-tailed*) test).

Pri Ajdovščini so rezultati podobni (preglednica 7.14), pri čemer je tu tudi pri detajlnem konceptu opazna zelo velika odvisnost med spremenljivko "pozornost" in prikazom arhitekture. To pomeni, da je slabši arhitekturni prikaz pomenil pri večini tudi slabšo pritegnitev "pozornosti".

Preglednica 7.14: Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Ajdovščini (n ≈ 500)

Table 7.14: Correlation coefficients between variables for Ajdovščina (n ≈ 500)

Ajdovščina, ploskovni koncept	ustrezna "osvetljenost"	prikaz arhitekture	"prijetnost"	"pozornost"
ustrezna osvetljenost	1,000	0,517 *	0,491 *	0,500 *
prikaz arhitekture	0,517 *	1,000	0,607 *	0,599 *
Ajdovščina, detajlni koncept	ustrezna "osvetljenost"	prikaz arhitekture	"prijetnost"	"pozornost"
ustrezna osvetljenost	1,000	0,375 *	0,512 *	0,466 *
prikaz arhitekture	0,375 *	1,000	0,489 *	0,596 *

* Korelacija je značilna na stopnji značilnosti 0,01 ("enorepni" (angl. *one-tailed*) test).

Pri Parku slovenske reformacije (preglednica 7.15) so opazne še večje vrednosti koeficientov odvisnosti spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" od zadostne osvetljenosti. Prikaz arhitekture je vsaj pri ploskovnem konceptu manj (a še vedno precej) koreliran s spremenljivko "pozornost".

Preglednica 7.15: Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Parku slovenske reformacije (n ≈ 500)

Table 7.15: Correlation coefficients between variables for Park slovenske reformacije (n ≈ 500)

Park slovenske reformacije, ploskovni koncept	zadostna "osvetljenost"	prikaz arhitekture	"prijetnost"	"pozornost"
zadostna osvetljenost	1,000	0,489 *	0,567 *	0,572 *
Prikaz arhitekture	0,489 *	1,000	0,575 *	0,472 *
Park slovenske reformacije, detajlni koncept	zadostna "osvetljenost"	prikaz arhitekture	"prijetnost"	"pozornost"
zadostna osvetljenost	1,000	0,490 *	0,612 *	0,581 *
prikaz arhitekture	0,490 *	1,000	0,507 *	0,582 *

* Korelacija je značilna na stopnji značilnosti 0,01 ("enorepni" (angl. *one-tailed*) test).

Korelacije ocen spremenljivk predlogov osvetlitve Trnovskega pristanišča kažejo na veliko odvisnost, predvsem kar se tiče osvetlitve mostu (preglednica 7.16).

Preglednica 7.16: Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Trnovskem pristanišču ($n \approx 500$)

Table 7.16: Correlation coefficients between variables for Trnovski pristan ($n \approx 500$)

Trnovski pristan, ploskovni koncept	zadostna "osvetljenost"	osvetlitev mostu	"prijetnost"	"pozornost"
zadostna osvetljenost	1,000	0,469 *	0,521 *	0,502 *
osvetlitev mostu	0,469 *	1,000	0,731 *	0,674 *
Trnovski pristan, detajlni koncept	zadostna "osvetljenost"	osvetlitev mostu	"prijetnost"	"pozornost"
zadostna osvetljenost	1,000	0,646 *	0,667 *	0,673 *
osvetlitev mostu	0,646 *	1,000	0,733 *	0,731 *

* Korelacija je značilna na stopnji značilnosti 0,01 ("enorepni" (angl. *one-tailed*) test).

Tudi pri Savskem naselju so odvisnosti značilne in velike (preglednica 7.17). Opazimo lahko malce manjšo odvisnost spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" od primernosti osvetlitve bloka pri ploskovnem konceptu.

Preglednica 7.17: Koeficienti korelacije med spremenljivkami pri Savskem naselju ($n \approx 500$)

Table 7.17: Correlation coefficients between variables for Savsko naselje ($n \approx 500$)

Savsko naselje, ploskovni koncept	zadostna "osvetljenost"	osvetlitev bloka	"prijetnost"	"pozornost"
zadostna osvetljenost	1,000	0,385 *	0,573 *	0,503 *
osvetlitev bloka	0,385 *	1,000	0,439 *	0,432 *
Savsko naselje, detajlni koncept	zadostna "osvetljenost"	osvetlitev bloka	"prijetnost"	"pozornost"
zadostna osvetljenost	1,000	0,594 *	0,672 *	0,631 *
osvetlitev bloka	0,594 *	1,000	0,594 *	0,572 *

* Korelacija je značilna na stopnji značilnosti 0,01 ("enorepni" (angl. *one-tailed*) test).

Vsi korelacijski koeficienti so statistično značilni z 99-odstotno verjetnostjo (torej je verjetnost za naključnost rezultatov pri vseh izračunih manjša od 1 %).

Pri ocenah "osvetljenosti" razlike med konceptoma niso velike. Pri "porazdelitvi svetlosti" oziroma predvsem pri oceni prikaza arhitekture pa so razlike med konceptoma večje. To je tudi pričakovano, ker ploskovni koncept z obsežno osvetlitvijo pročelij skuša prikazati dejanski videz fasad. Koeficienti korelacije pokažejo, da je tudi "prikaz arhitekture" pozitivno koreliran s spremenljivkama "prijetnost" in "pozornost". Ploskovni koncept zaradi boljšega prikaza arhitekture pri Gosposvetski cesti, Ajdovščini in Parku slovenske reformacije bolje pritegne pozornost anketiranih.

Pri Trnovskem pristanu in Savskem naselju smo pri spremenljivki "porazdelitev svetlosti" spraševali anketirane o primerni osvetlitvi mostu in bloka z vhodi in ne o ustreznem prikazu arhitekture. Zaradi drugače oblikovanih vprašanj je zato verjetno, da je prišlo do manjših odstopanj pri ocenah glede te spremenljivke med omenjenimi lokacijami. Tudi zato so v raziskavi glavne napovedne spremenljivke posamezni predlogi na izbranih lokacijah. S spremenljivkama "osvetljenost" in "porazdelitev svetlosti" smo želeli podrobneje opredeliti le razlike med obema konceptoma.

7.2.4 Primerjava povprečnih ocen "prijetnosti" in "pozornosti" med konceptoma

S statističnim testom dvojic oziroma t-testom ugotavljamo, ali so razlike v povprečjih posamezne spremenljivke med konceptoma na posamezni lokaciji statistično pomembne. T-test je parametrični test, zato je za njegovo pravilnost izpolnjena zahteva o normalni porazdeljenosti rezultatov posamezne spremenljivke.

Grafikoni normalnosti Q-Q kažejo, da so pri večini predlogov osvetlitve ocene spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" porazdeljene precej normalno. Izjemi sta oba koncepta osvetlitve pri Trnovskem pristanu ter ploskovna koncepta osvetlitve Gosposvetske ceste in Parka slovenske reformacije. Kljub temu smo naredili t-test na parih spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" na posameznih lokacijah. S t-testom smo primerjali ocene "prijetnosti" in "pozornosti" med ploskovnim in detajlnim konceptom posamezne lokacije.

Rezultati pokažejo, da so razlike povprečij ocen posameznih predlogov osvetlitve dovolj velike in značilne s 95-odstotno verjetnostjo (torej je za naključnost rezultatov manj kot 5-odstotna verjetnost) za naslednje primerjave povprečij parov (prostostne stopnje povsod okoli 500):

Preglednica 7.18: Statistično značilne razlike ocen konceptov za enaki spremenljivki

Table 7.18: Statistically significant differences between the assessment of the variables of both concepts

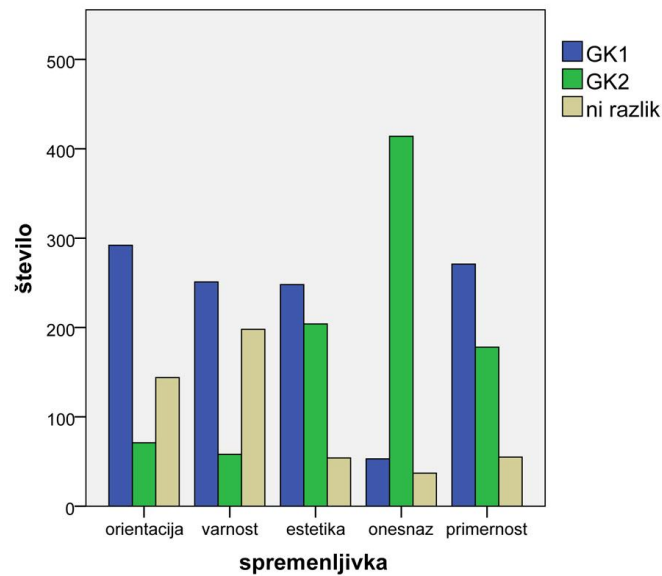
spremenljivka	lokacija	značilnost (Sig.)	povprečje 1	povprečje 2
prijetnost	Gospodsvetska cesta	0,000	3,67 (GK1)	3,31 (GK2)
pozornost	Gospodsvetska cesta	0,000	3,73 (GK1)	3,24 (GK2)
prijetnost	Ajdovščina	0,010	3,33 (AK1)	3,47 (AK2)
pozornost	Ajdovščina	0,001	3,41 (AK1)	3,21 (AK2)
prijetnost	Park reformacije	0,000	3,63 (PK1)	3,35 (PK2)
pozornost	Park reformacije	0,000	3,76 (PK1)	3,16 (PK2)
prijetnost	Trnovski pristan	0,000	3,68 (TK1)	4,13 (TK2)
prijetnost	Savsko naselje	0,000	3,00 (SK1)	3,22 (SK2)

T-statistika ni bila 95-odstotno značilna le pri spremenljivki "pozornost" pri Trnovskem pristanu (Sig.: 0,176; povprečji: TK1 = 4,00; TK2 = 4,07)) in pri spremenljivki "pozornost" pri osvetlitvi bloka v Savskem naselju (Sig.: 0,077; povprečji: SK1 = 3,11; SK2 = 2,99). To pomeni, da le pri teh dveh primerjavah parov ne moremo s 95-odstotno verjetnostjo trditi, da se rezultati ocen spremenljivke "pozornost" razlikujejo (na podlagi povprečnih vrednosti ocen in pri predpostavki normalnosti porazdelitve).

7.2.5 Rezultati izbire preferenčnega koncepta osvetlitve

V drugem delu ankete smo anketirane spraševali o izbiri preferenčnega koncepta na posamezni lokaciji mesta. Pri tem nas je zanimalo njihovo mnenje glede spremenljivk občutka orientacije, občutka varnosti, estetskega ugajanja, svetlobne onesnaženosti in primernejše izbire določenega koncepta. Če se jim predloga osvetlitvi pri določeni spremenljivki nista zdela dovolj različna, so imeli možnost izbrati tudi odgovor, da med predlaganima konceptoma osvetlitve ni razlik.

Pri osvetlitvi Gospodsvetske ceste (slika 7.26) se zdi anketiranim ploskovni koncept tisti, pri katerem bi se v prostoru veliko bolje orientirali. Vzrok za to so najverjetneje večje svetle površine, ki omogočijo, da opazovalci zaznavajo precej kompleksen prostor kot povezano celoto. Tudi pri detajlnem konceptu smo namenili pozornost občutku orientacije, vendar tu anketiranci na slikah očitno niso mogli tako dobro zaznati precej manjših osvetljenih tabel, napisov in drugih orientacijskih točk. Tudi glede občutka varnosti se zdi ploskovni koncept anketiranim primernejši, a jih veliko glede tega ne bi občutilo razlike. Glede videza se je skorajda pol anketiranih odločilo za ploskovni koncept, le malo manj pa za detajlnega.

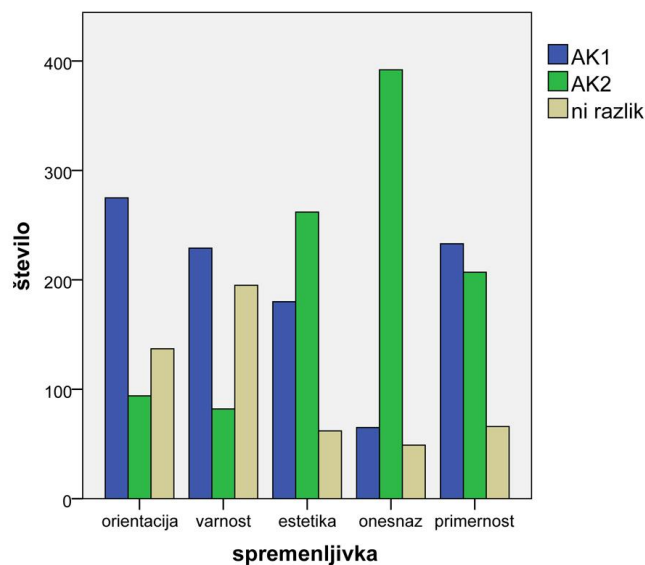


Slika 7.26: Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Gosposvetski cesti

Figure 7.26: Representation of the selection of the preferred concept for Gosposvetska cesta

Podoben rezultat dobimo tudi pri izbiri primernejšega koncepta za dano lokacijo. Večji del anketiranih se je odločil za ploskovni koncept. Najbolj izstopa mnenje o svetlobni onesnaženosti. Veliki večini se zdi detajlni koncept tisti, ki bi bistveno manj svetlobno onesnaževal okolico.

Pri Ajdovščini (slika 7.27) je glede občutka orientacije in občutka varnosti rezultat podoben kot pri Gosposvetski cesti. Anketiranim tu bolj ugaja detajlni koncept.

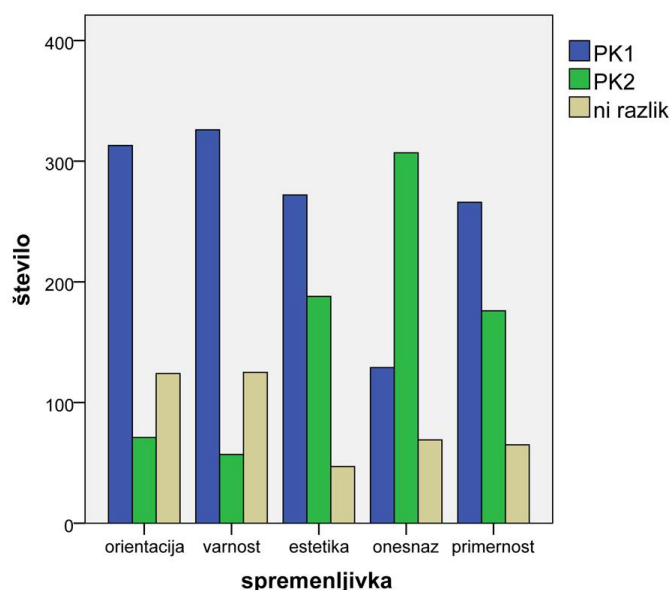


Slika 7.27: Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Ajdovščini

Figure 7.27: Representation of the selection of the preferred concept for Ajdovščina

Večje svetle površine večini anketiranim v primeru Ajdovščine niso tako všeč kot pri Gosposvetski cesti. To si lahko razložimo s tem, da je svetlih površin v ploskovnem konceptu pri tej lokaciji preveč. Celota detajlov tu deluje bolj skladno in urejeno. Tudi tu se glede svetlobnega onesnaženja anketiranim zdi primernejši detajlni koncept, glede primernosti pa je število tistih za ploskovni in tistih za detajlni koncept približno enako.

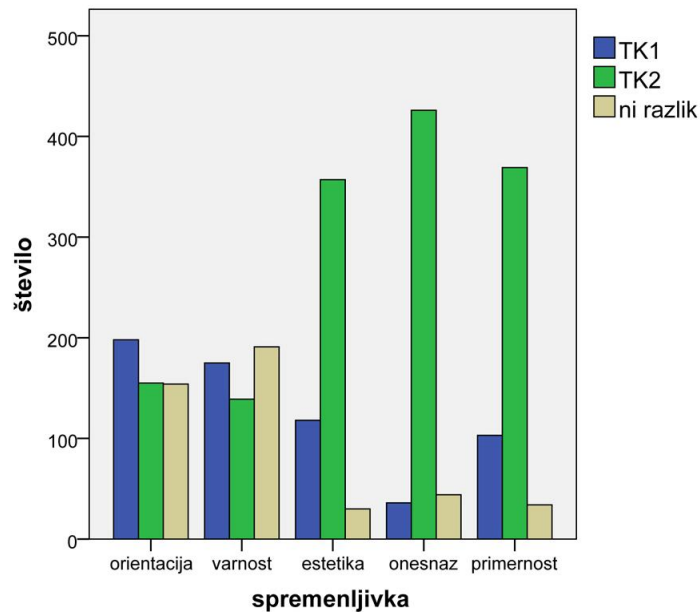
V Parku slovenske reformacije bi se večina anketirancev boljše znašla in tudi veliko varneje počutila pri ploskovnem konceptu (slika 7.28). To je verjetno ponovno posledica enakomerne in večje osvetljenosti kot pri detajlnem konceptu. Tudi estetsko in glede primernosti za lokacijo večjemu številu anketiranih oseb bolj ugaja ploskovni koncept. Vzrok bi lahko bil tudi videz oken OLED, ki opazovalcu verjetno daje občutek pretiranega ločevanja med "notranjim" in "zunanjim" mestnim življenjem. Ta za tak prostor niso primerna. Kljub vsemu se je pri teh dveh spremenljivkah precej veliko število anketiranih odločilo tudi za detajlni koncept. Podrobnosti detajlnega koncepta na slikah so v anketi slabše vidne. To bo lahko bil prav tako vzrok za večje število izbir ploskovnega koncepta. Glede manjše onesnaženosti je večkrat izbran detajlni koncept, razlika pa tu ni več tako velika kot pri Gosposvetski cesti in Ajdovščini.



Slika 7.28: Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Parku slovenske reformacije

Figure 7.28: Representation of the selection of the preferred concept for Park slovenske reformacije

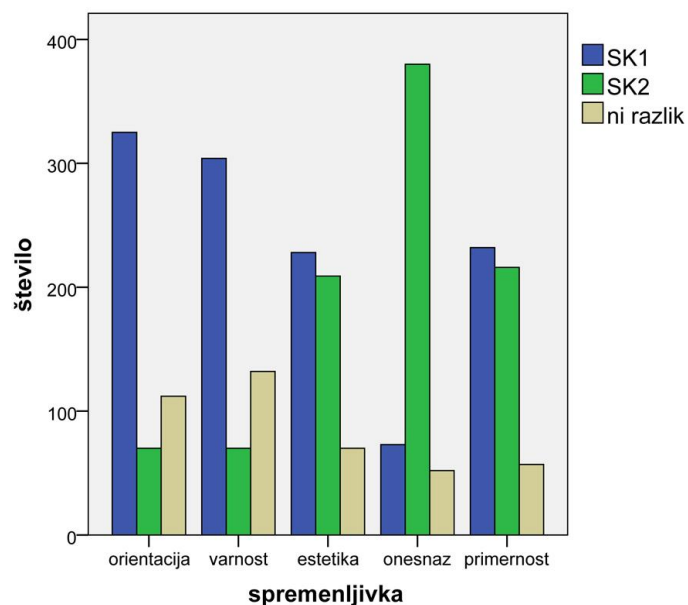
Pri Trnovskem pristanu (slika 7.29) je večina za lepši, primernejši in tudi glede svetlobnega onesnaževanja manj sporen koncept, izbrala detajlni koncept. Ta koncept osvetlitve je anketiranim pri tej lokaciji na splošno zelo ugajal, kar so pokazale tudi zelo pozitivne ocene glede "prijetnosti" in "pozornosti" iz prvega dela ankete. Glede občutka orientacije in občutka varnosti je izbira preferenčnega koncepta precej enakomerno porazdeljena.



Slika 7.29: Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Trnovskem pristanu

Figure 7.29: Representation of the selection of the preferred concept for Trnovski pristan

Koncepta osvetlitve Savskega naselja se anketiranim na splošno nista zdela niti posebej prijetna in privlačna, čeprav se ravno pri njiju skriva nekaj precej dobrih rešitev osvetlitve na podlagi polprevodniške tehnologije svetil. Kar se orientacije in občutka varnosti tiče, je anketiranim veliko bolj ustrezal ploskovni koncept s svetlo fasado spodnjega dela bloka.



Slika 7.30: Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Savskem naselju

Figure 7.30: Representation of the selection of the preferred concept for Savsko naselje

Glede estetike sta koncepta pri izbiri anketirancev precej enotna, saj je odločitev za enega oziroma drugega skorajda enaka. Kar se tiče svetlobnega onesnaženja, je ploskovni koncept v očeh anketiranih veliko bolj sporen. Pri primernosti osvetlitve glede na lokacijo je približno 40 % anketiranih izbralo prvega, 40 % pa drugega.

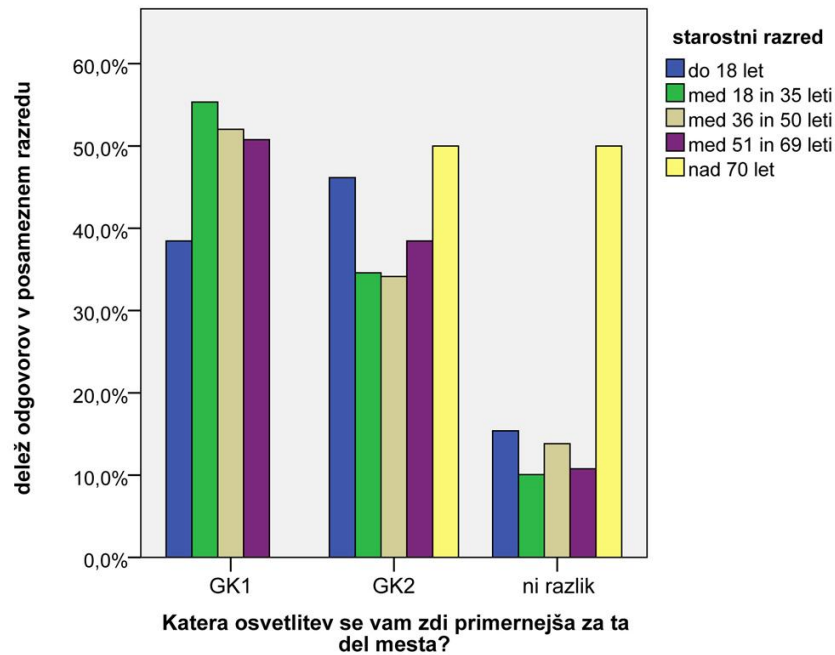
Pri Trnovskem pristanu se zdi anketiranim primernejši detajlni koncept. Pri Savskem naselju in Ajdovščini sta pri tem vprašanju nastali dve enako veliki skupini. Pri Gosposvetski cesti in Parku slovenske reformacije pa so anketirani bolj nagnjeni k izbiri ploskovnega koncepta.

7.2.6 Odvisnost izbire koncepta od starosti anketirancev

Pri drugem raziskovalnem vprašanju v disertaciji se sprašujemo, ali je bila izbira koncepta osvetlitve na posamezni lokaciji odvisna od starosti anketiranih oseb. Ogleдали si bomo izbire preferenčnega koncepta glede na obravnavano spremenljivko v odvisnosti od starosti anketirancev pri izbranih lokacijah. V tem primeru smo opazovali le spremenljivki varnosti in primernosti. Menimo, da bi ti dve znali biti najbolj odvisni od starosti oseb.

Na horizontalni osi prikazov je prikazana izbira za prvi ali drugi koncept oziroma ocena, da med njima ni razlik. Vsaka je razdeljena na pet starostnih razredov. Na vertikalni osi so nanizane odstotne vrednosti glede na skupno vrednost v posamezni starostni kategoriji, ki jo pomeni posamezna barva. Vedeti moramo, da rumena barva pomeni le dve osebi, ki sta bili starejši od 70 let, modra pa le 13 oseb, ki so bile mlajše od 18. V preostalih starostnih razredih je več anketiranih, zato so ti bolj reprezentativni.

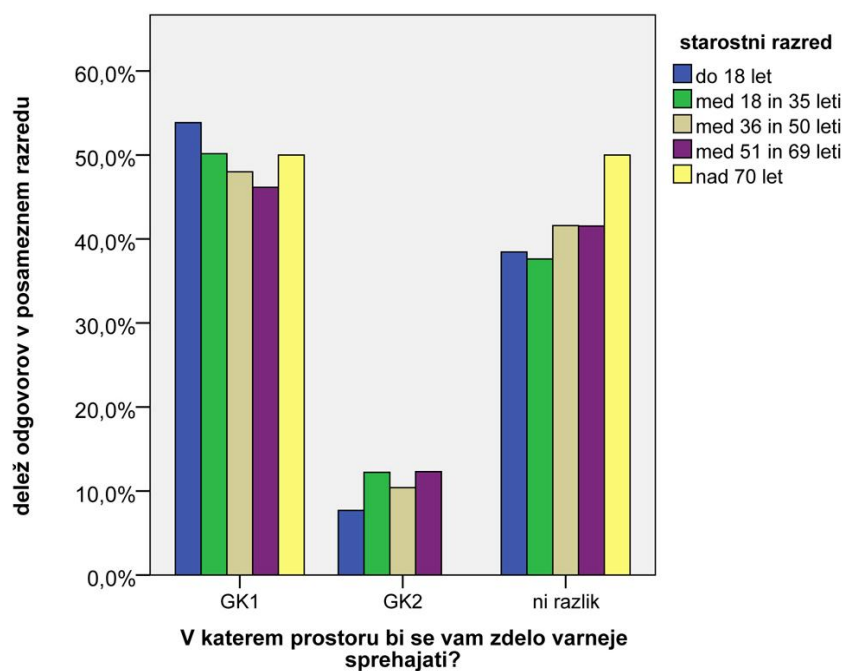
Pri vprašanju, kateri koncept bi bil pri Gosposvetski cesti primernejši, je opazen majhen upad deleža pri ploskovnem konceptu in povečanje deleža s starostjo anketiranih pri detajlnem konceptu (slika 7.31). Tak rezultat je zanimiv, ker kaže da ni nujno, da se zdijo starejšim ljudem svetlejši koncepti tudi primernejši. Omeniti moramo le, da razlike niso tako velike. Gre le za okoli 5-odstotno spremembo deleža.



Slika 7.31: Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, GK

Figure 7.31: Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, GK

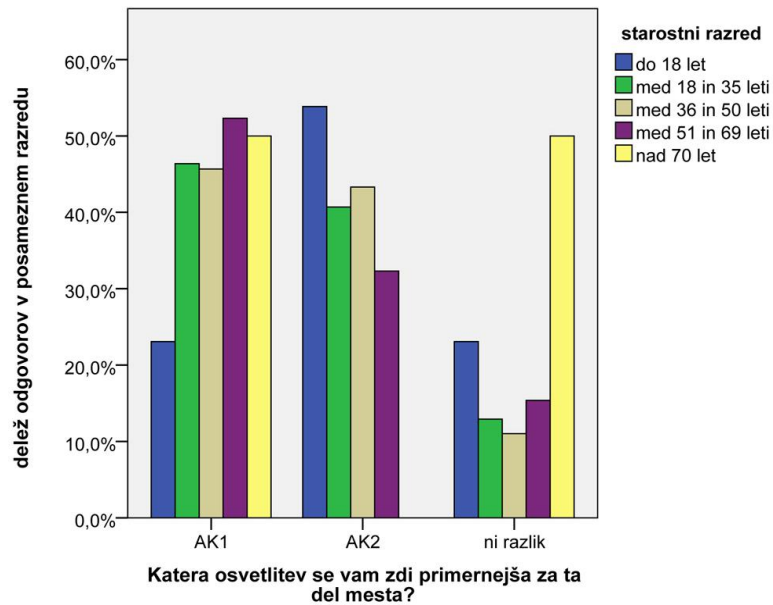
Zanimivo je, da je podoben trend opaziti tudi pri vprašanju občutka varnosti. Vendar pa do tega tu ne pride zaradi povečanja deleža pri detajlnem konceptu, temveč bolj zaradi ugotovitve, da med njima glede varnosti ni razlik (slika 7.32).



Slika 7.32: Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, GK

Figure 7.32: Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, GK

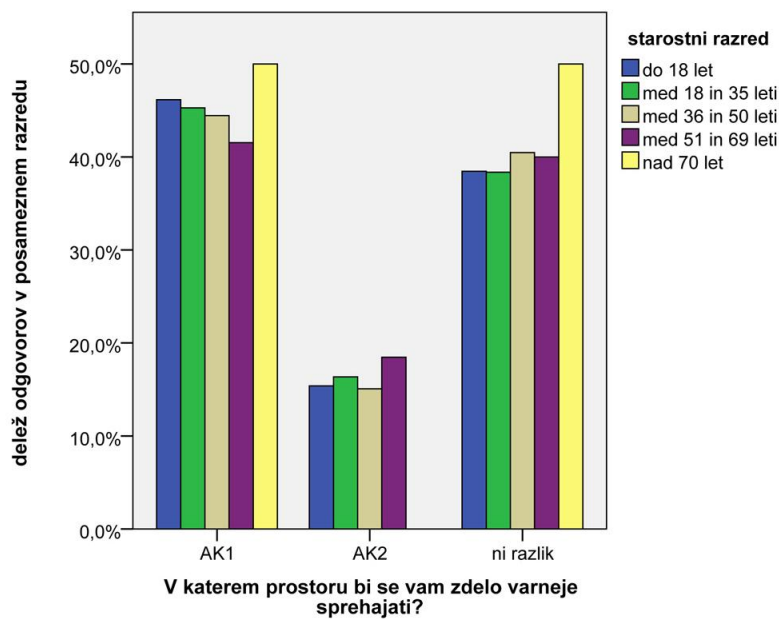
Pri Ajdovščini je trend drugačen, saj se s starostjo poveča delež anketiranih, ki so se odločili za ploskovni koncept. Delež anketiranih, ki so se odločili za detajlni koncept, pa se z zvišanjem njihove starosti zmanjša (slika 7.33). Najstniki so se raje odločili za temnejši detajlni koncept.



Slika 7.33: Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, AK

Figure 7.33: Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, AK

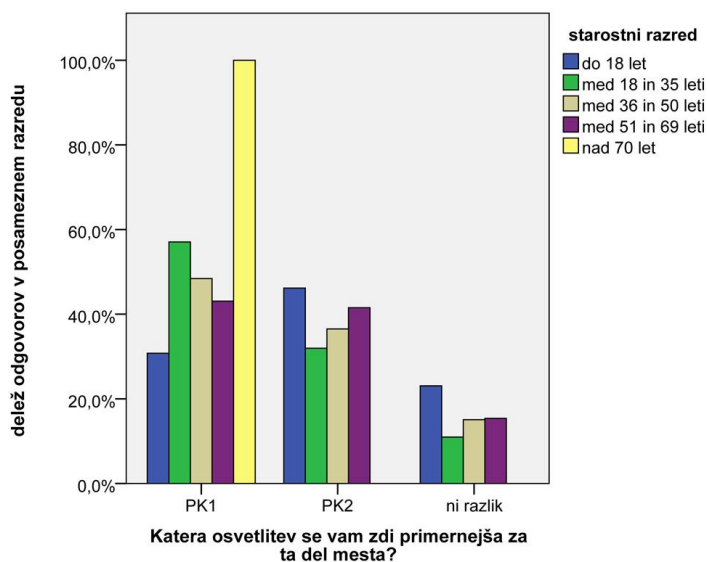
Pri Ajdovščini pri spremenljivki varnosti ni bistvenih starostnih odstopanj (slika 7.34). Opazimo pa malce večji delež starejših, ki so si tudi pri vprašanju varnosti raje izbrali detajlni koncept.



Slika 7.34: Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, AK

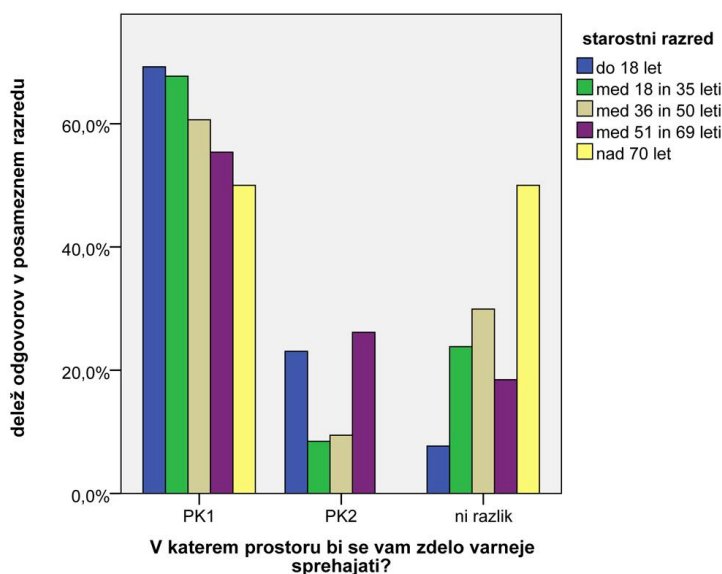
Figure 7.34: Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, AK

Pri Parku slovenske reformacije je delež starejših med 51 in 69 leti, katerim se zdi detajlni koncept primernejši, večji od deleža mlajših, med 18 in 35 leti (slika 7.35). Oba starejša, nad 70 leti sta za primernejši koncept izbrala ploskovni koncept osvetlitve.



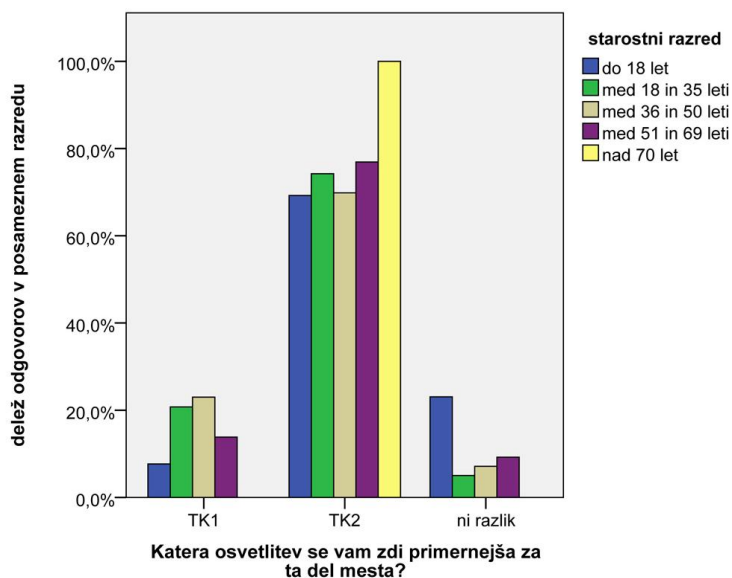
Slika 7.35: Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, PK
Figure 7.35: Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, PK

Pri vprašanju varnosti pri Parku slovenske reformacije je delež anketiranih, starih od 51 do 69 let, ki so izbrali neenakomerno osvetljen, a bolj igriv, detajlni koncept, precej večji od deleža starih od 18 do 35 let (slika 7.36). Čeprav je večina anketiranih glede varnosti izbrala ploskovni koncept, je povečanje deleža izbire detajlnega koncepta s starostjo anketiranih zanimiva ugotovitev.



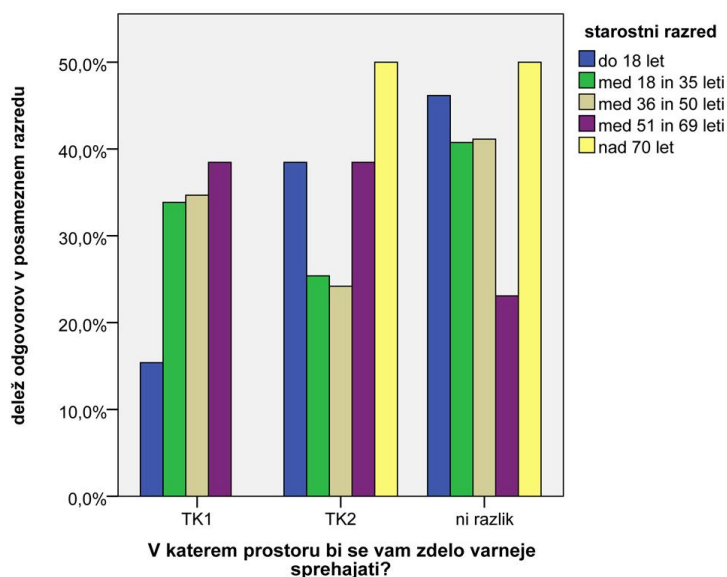
Slika 7.36: Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, PK
Figure 7.36: Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, PK

Pri Trnovskem pristanu je pri vprašanju primernosti koncepta opazen malo večji delež starih od 18 do 50 let, ki so izbrali linijski koncept, v primerjavi s starostno skupino med 51 in 69 leti (slika 7.37). Večina anketiranih pa se je odločila za koncept s točkastimi svetili in zmerneje osvetljenim mostom.



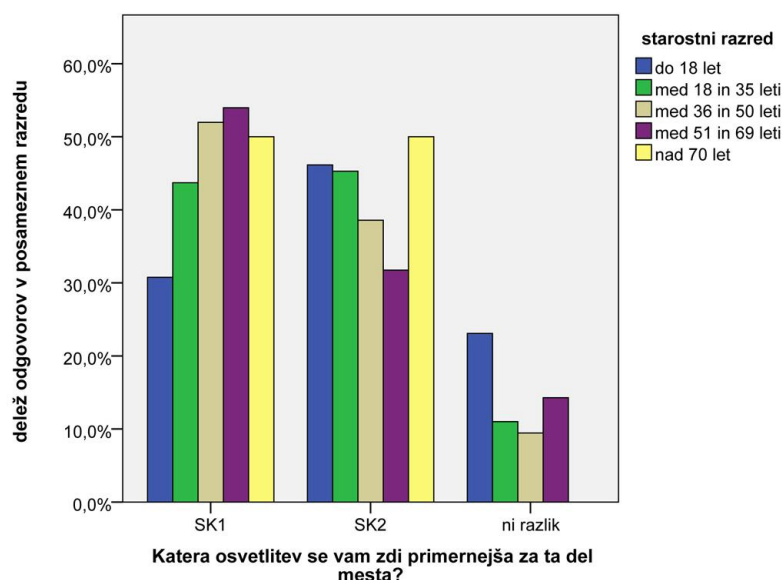
Slika 7.37: Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, TK
Figure 7.37: Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, TK

Pri vprašanju občutka varnosti pri sprehajanju na omenjeni lokaciji je pri starih od 51 do 69 let opazen znatno večji delež opredelitve za določen koncept. Večina mlajših anketirancev pa je ocenila, da glede občutka varnosti na omenjeni lokaciji med konceptoma ni razlik (slika 7.38).

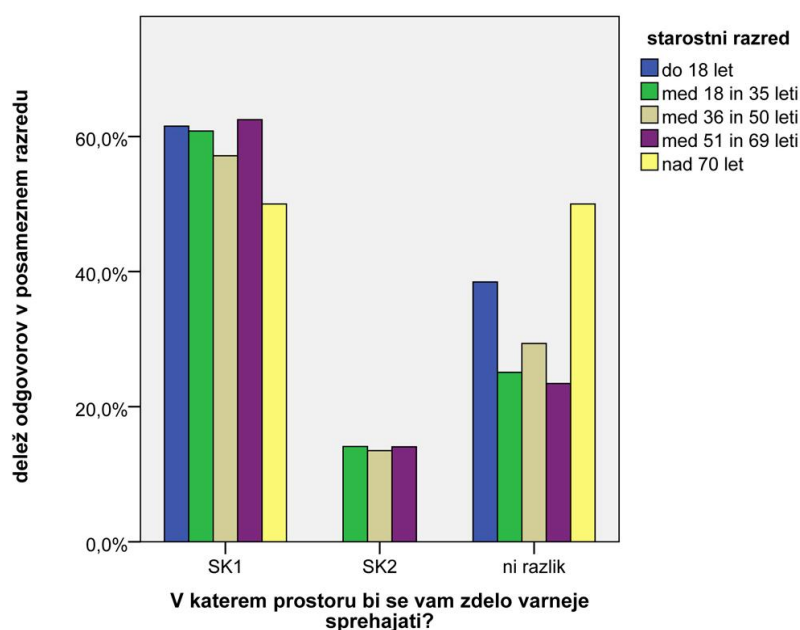


Slika 7.38: Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, TK
Figure 7.38: Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, TK

Pri vprašanju primernosti koncepta je pri osvetlitvi tipskega stanovanjskega bloka in bližnje okolice v Savskem naselju zaslediti, da z zvišanjem starosti anketirani ocenjujejo svetlejši ploskovni koncept, za primernejšega kot detajlnega, ki je osvetljen bolj diskretno (slika 7.39). To je ravno nasprotno kot pri Gosposvetski cesti. Pri vprašanju o občutku varnosti na omenjeni lokaciji razlike pri deležu odgovorov v odvisnosti od starosti niso značilne (slika 7.40).



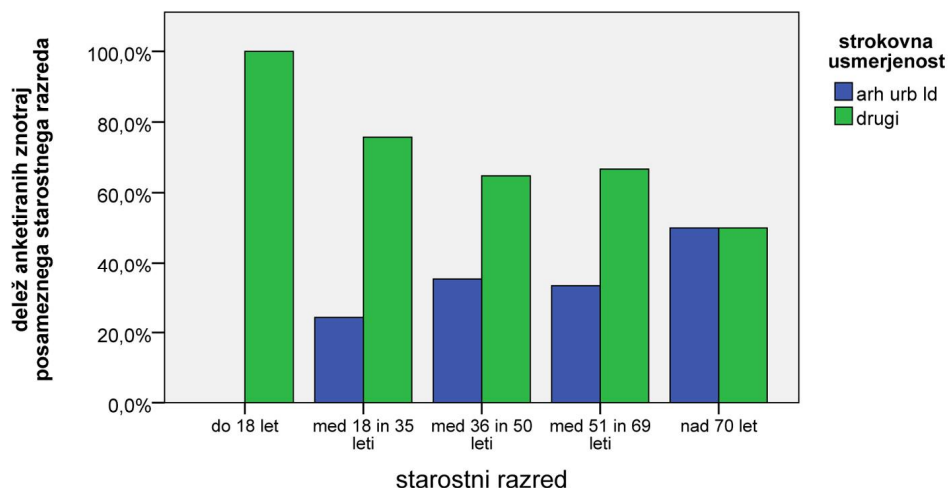
Slika 7.39: Prikaz izbire primernejšega koncepta v odvisnosti od starosti anketiranih, SK
 Figure 7.39: Selection of more suitable concept depending on the age of respondents, SK



Slika 7.40: Prikaz izbire "varnejšega" koncepta v odvisnosti od starosti anketirancev, SK
 Figure 7.40: Selection of "safer" concept depending on the age of respondents, SK

7.2.7 Odvisnost izbire koncepta od strokovne usmerjenosti anketirancev

Sledijo rezultati izbire preferenčnega koncepta glede na spremenljivki estetskega ugodja in primernosti v odvisnosti od strokovne oziroma poklicne usmerjenosti anketiranih. S temi rezultati si laže razložimo določene razlike, ki smo jih opazili pri izbiri konceptov v odvisnosti od starostne strukture anketiranih.



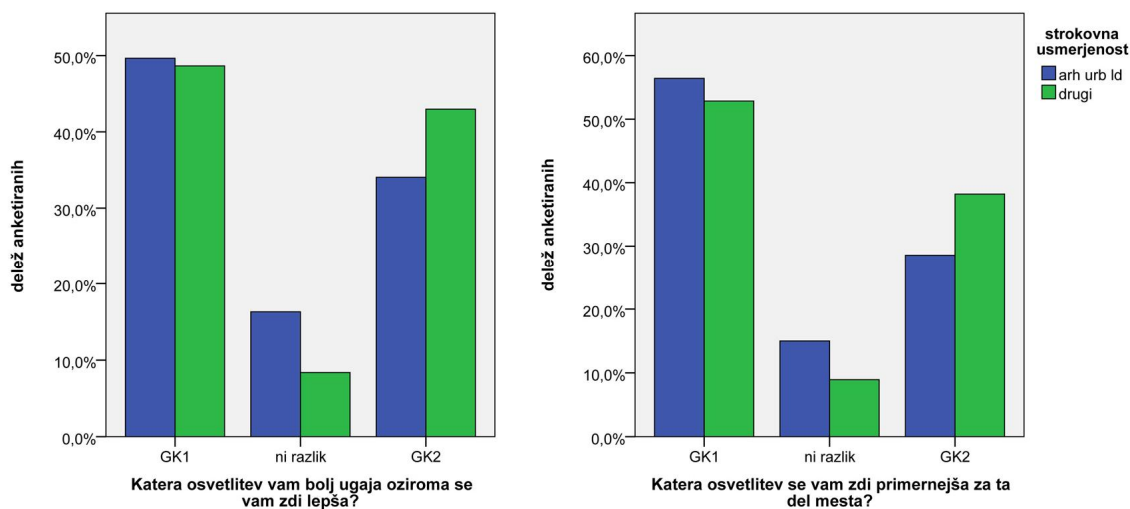
Slika 7.41: Prikaz deleža različne strokovne usmerjenosti znotraj starostnih razredov anketiranih

Figure 7.41: Representation of different professional occupation shares between the specific age groups of the respondents

Slika 7.41 prikazuje delež anketiranih, ki so dejavni na področju arhitekture, urbanizma, oblikovanja osvetlitve ali krajinske arhitekture, v primerjavi s tistimi, ki se z omenjenimi področji ne ukvarjajo, za posamezen starostni razred anketiranih. Iz prikaza lahko razberemo, da je bilo v starostnih razredih med 36 in 69 leti več kot tretjina anketiranih takšnih, ki so dejavni na prej omenjenih področjih.

Odvisnost izbire preferenčnega koncepta glede estetskega vidika in primernosti za izbrano lokacijo od strokovne podlage nas zanima v tretjem raziskovalnem vprašanju. Naslednji grafi prikazujejo delež anketiranih glede na absolutno število odgovorov v posamezni kategoriji poklicne usmerjenosti.

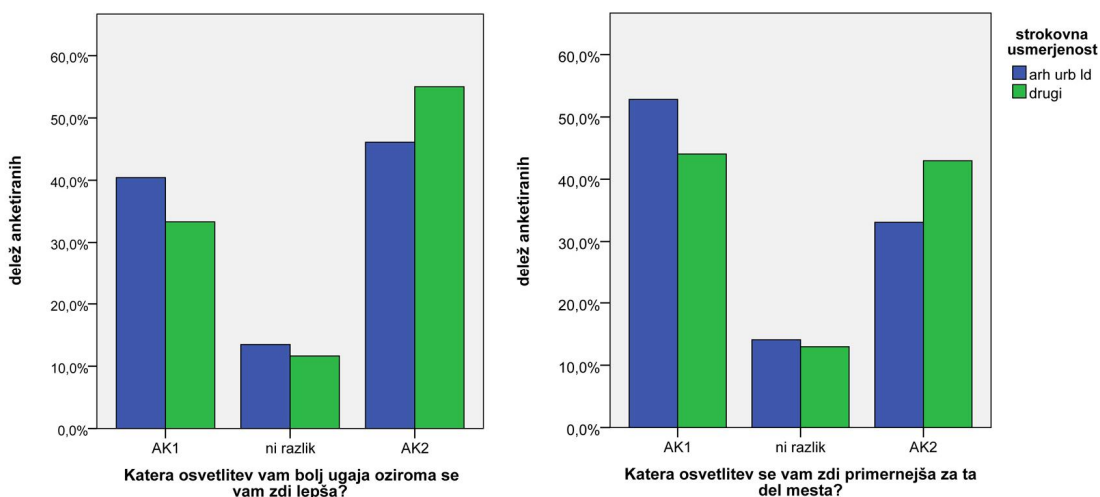
Pri Gosposvetski cesti (slika 7.42) se zdi ploskovni koncept lepši približno enakemu deležu tistih, ki izhajajo iz urbanistično arhitekturne stroke, kot tistim, ki ne. Večji delež takšnih pa ugotavlja, da med konceptoma glede estetike ni razlik. Podobni rezultati so pri vprašanju primernosti koncepta na izbrani lokaciji.



Slika 7.42: Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, GK

Figure 7.42: Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, GK

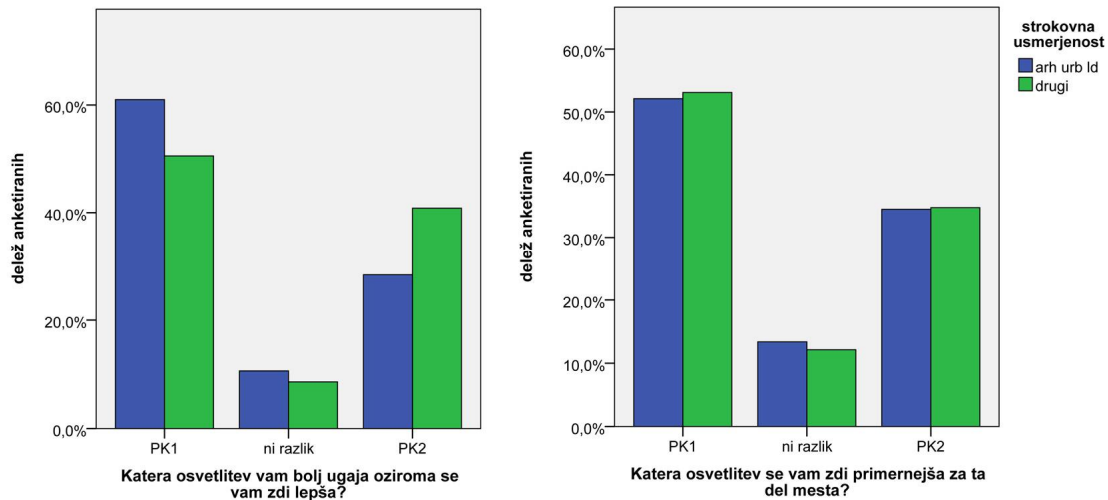
Pri Ajdovščini se je prav tako malenkost večji delež tistih, ki imajo "arhitekturno" strokovno podlago, odločil za ploskovni koncept (slika 7.43). Tisti, ki se ne ukvarjajo z urbanizmom, arhitekturo oziroma oblikovanjem osvetlitve, so se približno v enakem deležu odločili bodisi za prvi bodisi za drugi koncept, tudi glede primernosti konceptov za omenjeno lokacijo. Pri tistih, ki se ukvarjajo z arhitekturo, je tu delež za ploskovni koncept približno 53-odstoten, čeprav se jim zdi detajlni koncept v povprečju lepši.



Slika 7.43: Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, AK

Figure 7.43: Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, AK

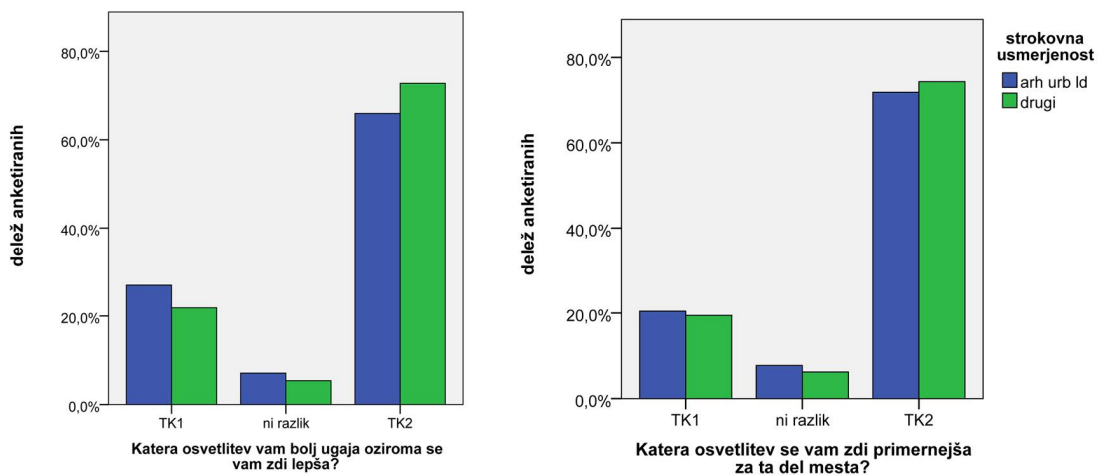
Pri Parku slovenske reformacije anketiranim bolj ugaja ploskovni koncept, pri čemer je delež arhitektov oziroma urbanistov tu še toliko večji (slika 7.44). Pri vprašanju primernosti koncepta glede lokacije strokovna usmeritev anketiranih ne vpliva znatno na njihovo izbiro.



Slika 7.44: Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, PK

Figure 7.44: Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, PK

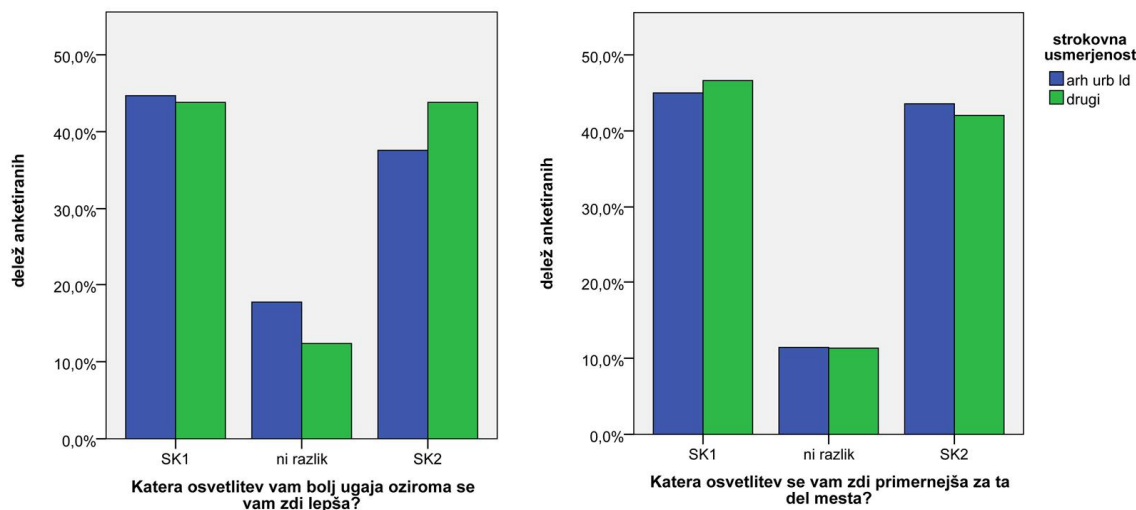
Tudi pri Trnovskem pristanu strokovna oziroma poklicna usmeritev ne vpliva bistveno na izbiro koncepta. Pri vprašanju ugajanja je zaznati le malenkostno večji delež arhitektov, krajinskih arhitektov in urbanistov, ki so izbrali linijski koncept (slika 7.45).



Slika 7.45: Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, TK

Figure 7.45: Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, TK

Pri Savskem naselju je ta delež podoben. Še najbolj je opazno, da anketiranim, ki se ne ukvarjajo z arhitekturo in urbanizmom, nekoliko bolj ugaja detajlni koncept (slika 7.46).



Slika 7.46: Izbor lepšega in primernejšega koncepta v odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih, SK

Figure 7.46: Selection of more aesthetical and more suitable concept depending on the professional occupation of respondents, SK

Rezultati kažejo, da strokovna oziroma poklicna usmerjenost k arhitekturi, urbanizmu in oblikovanju osvetlitve ne vpliva bistveno na izbiro anektiranih glede preferenčnega koncepta osvetlitve pri spremenljivkah estetike in primernosti za dano lokacijo, pri večini predlogov osvetlitve. Manjše razlike so opazne le pri spremenljivki estetike pri Parku slovenske reformacije in pri obeh spremenljivkah v primeru Ajdovščine.

7.2.8 ANOVA ocen "prijetnosti" in "pozornosti" glede na starost in strokovno usmerjenost

Na podlagi ocen "prijetnosti" in "pozornosti", ki smo jih pridobili v prvem delu, želimo preveriti, ali so rezultati odvisni od starosti anketiranih in njihove strokovne podlage. Tu odvisnost preverjamo računsko, z metodo analize variance (angl. *Analysis of variance* - ANOVA). To metodo lahko kakovostno uporabimo le pri normalni porazdelitvi rezultatov ocen in zadostnega števila rezultatov v posameznem starostnem razredu.

Ker imamo v starostnih razredih do 18 let in nad 70 leti premalo vzorčnih oseb, razred do 18 let združimo z razredom med 18. in 35. letom, razred nad 70 leti pa združimo z razredom od 51 do 69 let. Tako ustvarimo tri razrede z dovolj velikim in dokaj primerljivim številom anketiranih za metodo analize varianc. Rezultati pokažejo (preglednica 7.19), da so vplivi starosti anketiranih oseb pri določenih osvetlitve (in izbranih spremenljivkah) dovolj veliki in s 95-odstotno verjetnostjo statistično značilni (prostostne stopnje povsod okoli 500).

Preglednica 7.19: Statistično značilne odvisnosti spremenljivk od starosti anketirancev

Table 7.19: Statistically significant variable dependences on the age of respondents

spremenljivka	koncept in lokacija	značilnost (Sig.)	F-razmerje
prijetnost	GK1	0,025	3,71
prijetnost	GK2	0,000	10,16
pozornost	GK2	0,006	5,16
prijetnost	AK2	0,002	6,44
pozornost	AK2	0,010	4,60
prijetnost	PK1	0,001	6,63
pozornost	PK1	0,022	3,86
prijetnost	TK1	0,000	7,77
pozornost	TK1	0,005	5,39
prijetnost	TK2	0,000	11,82
pozornost	TK2	0,000	7,99
prijetnost	SK2	0,011	4,51

V omenjenih primerih je torej mogoče trditi, da starost anketiranih s statistično gotovostjo vpliva na ocene predlogov osvetlitve. Opisna tabela povprečij glede na starostne razrede pri omenjenih značilnih primerih (preglednica 7.20) kaže, da gre pri večini omenjenih vplivov za bistveno manjše strinjanje s trditvijo o "prijetnosti" oziroma "pozornosti" posameznih predlogov osvetlitve s starostjo anketiranih oseb. Strinjanje pri zgoraj omenjenih primerih pada od starostnega razreda do 35 let, prek razreda starosti anketiranih oseb med 36 in 50 leti, ter je najmanjše pri razredu anketiranih nad starostjo 51 let. Majhno zvišanje povprečja ocene "prijetnosti" pri najstarejših anketiranih v primerjavi s starostnim

razredom med 36 in 50 leti opazimo le pri prvem konceptu pri Parku slovenske reformacije. Pri vseh statistično značilnih primerih pa ima starostni razred do 35 let višje povprečje ocene kot preostala dva razreda s starejšimi anketiranimi. To kaže, da so starejši anketiranci nižje ocenjevali spremenljivki "prijetnost" in "pozornost".

Preglednica 7.20: Povprečja ocen spremenljivk v odvisnosti od starostnega razreda

Table 7.20: Average assesment of the variables depending on the respondents´ age group

spremenljivka	koncept in lokacija	do 35 let	od 36 do 50 let	nad 51 leti
prijetnost	GK1	3,77	3,50	3,49
prijetnost	GK2	3,45	3,23	2,76
pozornost	GK2	3,38	3,11	2,88
prijetnost	AK2	3,60	3,29	3,20
pozornost	AK2	3,33	3,02	2,98
prijetnost	PK1	3,77	3,39	3,41
pozornost	PK1	3,86	3,62	3,52
prijetnost	TK1	3,80	3,60	3,21
pozornost	TK1	4,09	3,96	3,59
prijetnost	TK2	4,30	3,93	3,75
pozornost	TK2	4,22	3,87	3,78
prijetnost	SK2	3,32	3,15	2,86

Pri drugih primerih, za katere analiza varianc ne pokaže 95-odstotne zanesljivosti testne statistike, so te razlike bistveno manjše in so statistično gledano neznačilne (več kot 5-odstotna verjetnost je, da nastanejo po naključju). Analiza varianc pri navedenih lokacijah in konceptih torej statistično značilno pokaže, da je vpliv starosti anketirancev na strinjanje s trditvami o "prijetnosti" in "pozornosti" občuten.

Glede odvisnosti od strokovne usmerjenosti anketiranih rezultati pokažejo, da so vplivi strokovne oziroma poklicne usmerjenosti anketiranih oseb pri določenih konceptih osvetlitve (in izbranih spremenljivkah) dovolj veliki in značilni s 95-odstotno verjetnostjo (prostostne stopnje povsod okoli 500) (preglednica 7.21).

Preglednica 7.21: Statistično značilne odvisnosti spremenljivk od strokovne usmerjenosti

Table 7.21: Statistically significant variables dependences on professional occupation

spremenljivka	koncept in lokacija	značilnost (Sig.)	F-razmerje
prijetnost	GK1	0,026	5,017
prijetnost	GK2	0,002	9,741
pozornost	GK2	0,044	4,079
prijetnost	AK1	0,019	5,561
prijetnost	AK2	0,000	15,526
pozornost	AK2	0,002	9,332
pozornost	SK1	0,039	4,265

Opisna tabela povprečij glede na razreda strokovne oziroma poklicne usmerjenosti anketiranih oseb (preglednica 7.22) kaže, da je pri zgoraj omenjenih konceptih in ustreznih lokacijah manj strinjanja s trditvijo o obravnavani spremenljivki tedaj, ko so ocenjevali predloge anketirani s področja arhitekture, urbanizma, oblikovanja svetlobe oziroma krajinske arhitekture. Izjema je primer prvega koncepta osvetlitve bloka v Savskem naselju pri spremenljivki "pozornost", kjer so se anketirani iz prej omenjenih strok bolj strinjali s trditvijo o "pozornosti", ki jo pritegne prvi predlog osvetlitve.

Preglednica 7.22: Povprečja ocen spremenljivk v odvisnosti od strokovne usmerjenosti

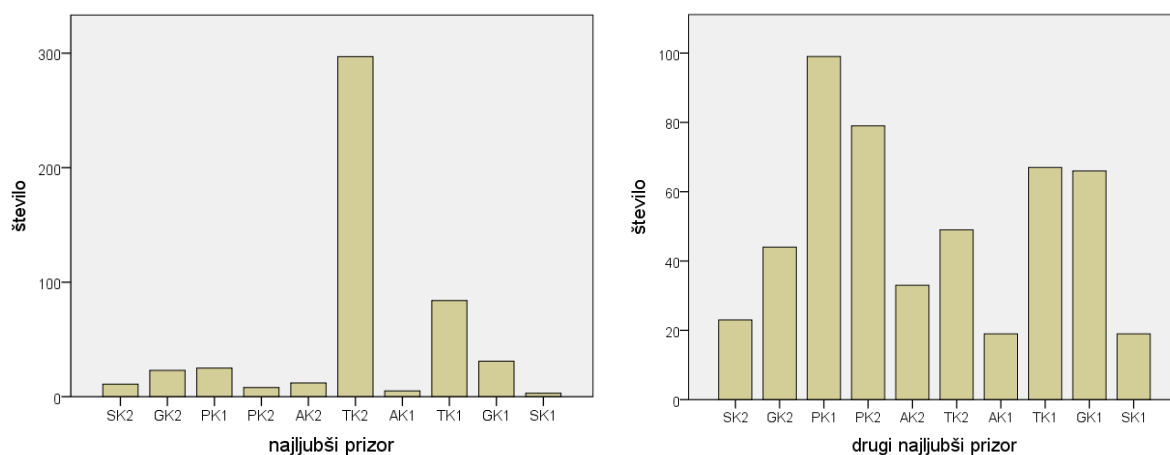
Table 7.22: Average assessments of the variables dependening on professional occupation

spremenljivka	koncept in lokacija	arh. urb. in LD.	drugi
prijetnost	GK1	3,48	3,73
prijetnost	GK2	3,02	3,40
pozornost	GK2	3,05	3,32
prijetnost	AK1	3,11	3,39
prijetnost	AK2	3,15	3,58
pozornost	AK2	2,94	3,30
pozornost	SK1	3,32	3,05

Pri preostalih konceptih na izbranih lokacijah statistična metoda analize varianc ni značilna pri vsaj 95-odstotni verjetnosti, zato pri teh ne moremo trditi da strokovna usmerjenost značilno vpliva na rezultate ocen predlogov osvetlitve.

7.2.9 Rezultati izbire najljubših in najmanj ljubih prizorov

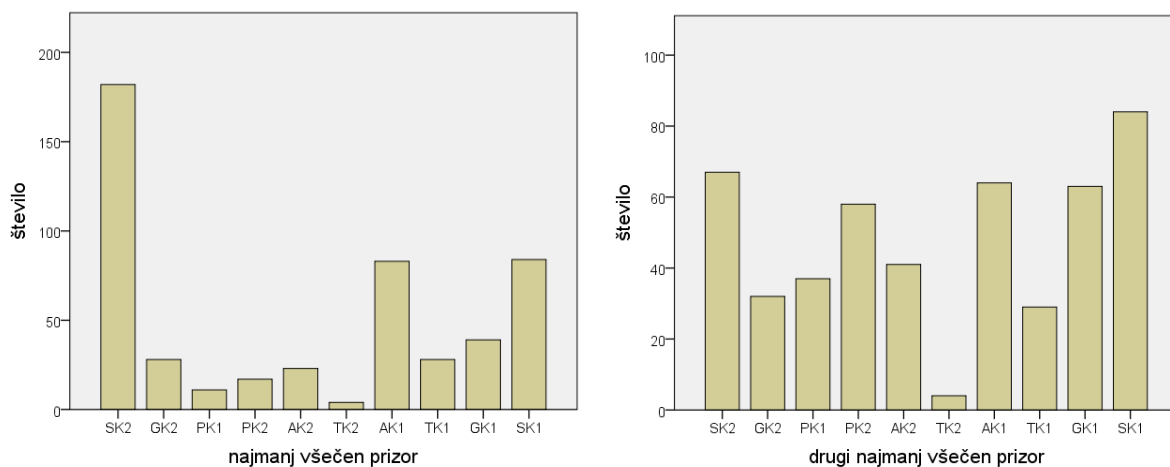
V zadnjem delu ankete smo anketirane spraševali po najljubšem in najmanj ljubem prizoru med vsemi izdelanimi predlogi osvetlitve. Za najljubši prizor je večina (skorajda 60 % vseh anketiranih) izbrala detajlni koncept pri Trnovskem pristanu (slika 7.47). S skoraj 17 % sledi ploskovni koncept pri Trnovskem pristanu. Preostali predlogi so bili tu izbrani precej manjkrat. Druga najljubša prizora sta osvetlitvi parka. Sledita ploskovna koncepta pristana in Gosposvetske ceste.



Slika 7.47: Histograma izbire najljubših prizorov

Figure 7.47: Histograms of the selection of the most favourite proposals

Za najmanj všečen prizor je večina izbrala detajlni koncept pri Savskem naselju. Sledita ploskovni koncept naselja in Ajdovščine (slika 7.48). Tu vidimo, da prizor že sam po sebi bistveno vpliva na končno oceno o predlogih osvetlitve.

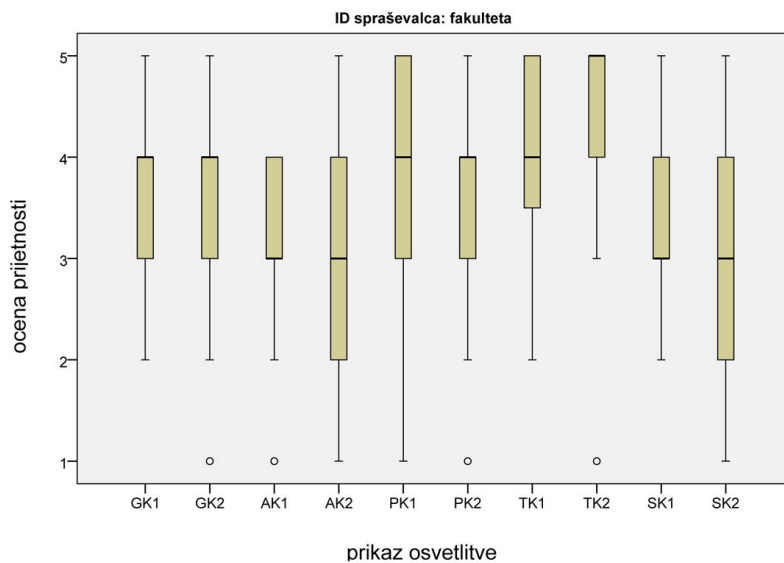


Slika 7.48: Histograma izbire najmanj všečnih prizorov

Figure 7.47: Histograms of the selection of the least favourite proposals

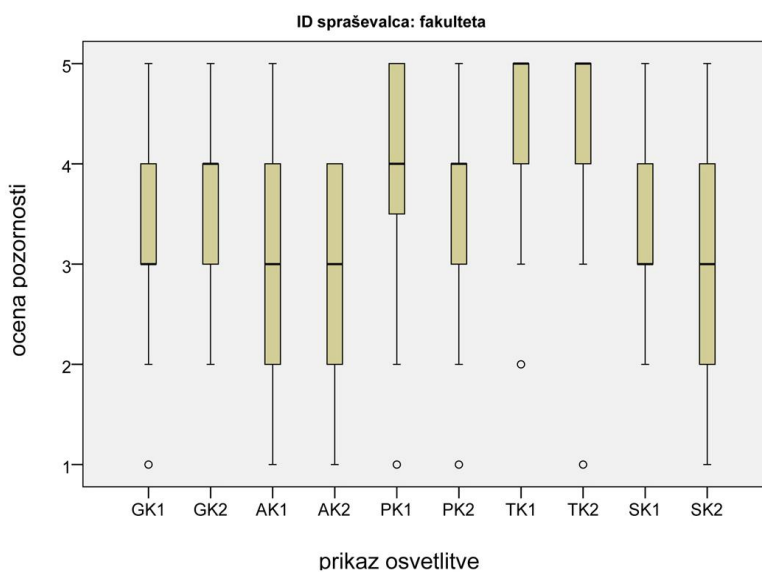
7.2.10 Rezultati ankete med študenti in razlike

Anketo smo izvedli tudi med 19 študenti in profesorico pri učnih vajah Prostorskega in urbanističnega planiranja. Namen tega preizkusa je bil ugotoviti, ali bi anketirani kako drugače ocenjevali predlagane koncepte, če bi jim veliko podrobneje predstavili svetlobne rešitve konceptov in prikazali veliko večje slike predlogov. Osemnajst oseb iz vzorca je bilo starih od 18 do 35 let, dve osebi pa od 36 do 50 let. Petnajst oseb je bilo (oziroma je študiralo) s področja urbanizma in planiranja prostora, štiri pa ne.



Slika 7.49: Prikaz ocen spremenljivke "prijetnost" iz vzorca študentov s kvartilnimi diagrami

Figure 7.49: Box plots used to illustrate the assesment of the "pleasantness" variable among students

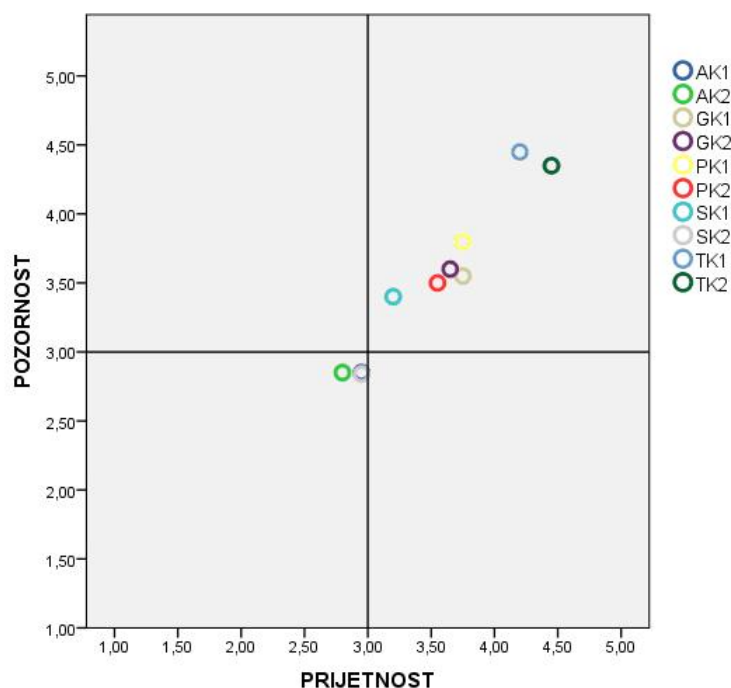


Slika 7.50: Prikaz ocen spremenljivke "pozornost" iz vzorca študentov s kvartilnimi diagrami

Figure 7.50: Box plots used to illustrate the assesment of the "arousal" variable among students

Rezultati ocen na kvartilnih diagramih kažejo na povprečno k strinjanju nagnjene ocene obeh spremenljivk. Posebej veliko strinjanje pri obeh spremenljivkah je s predlogi osvetlitve obeh konceptov pri Trnovskem pristanu in ploskovnem konceptu osvetlitve Parka slovenske reformacije. Tudi pri ploskovnem konceptu osvetlitve bloka v Savskem naselju je težnja v pozitivni smeri.

Prikaz povprečnih vrednosti spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" na dvodimenzionalnem grafu tudi na primeru ankete med študenti pokaže (slika 7.51), da večina povprečij ocen osvetlitvenih predlogov leži znotraj zgornjega desnega kvadranta. To pokaže nagnjenost k strinjanju s trditvami o "prijetnosti" in "pozornosti". Le povprečji ocen za oba koncepta Ajdovščine in detajlni koncept pri Savskem naselju ležijo v spodnjem levem kvadrantu. Ploskovni koncept Ajdovščine in detajlni koncept osvetlitve bloka v Savskem naselju glede ocen o "prijetnosti" ležita skorajda na "liniji ocene neodločenosti". Malce slabše ocene sta koncepta dobila glede spremenljivke "pozornost".

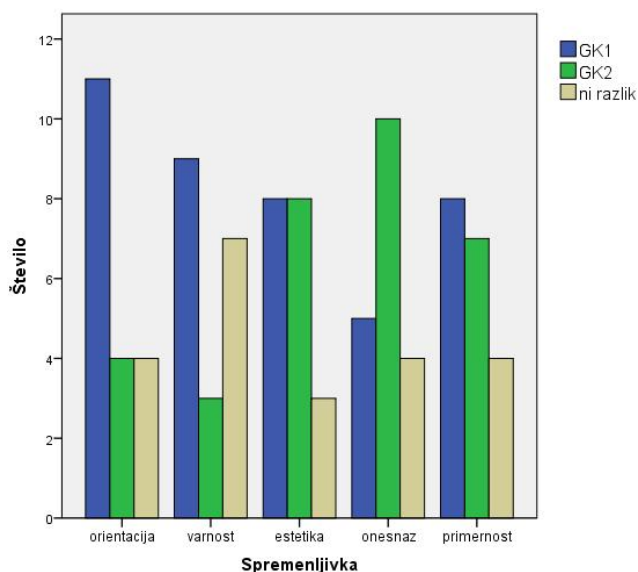


Slika 7.51: Prikaz povprečnih vrednosti spremenljivk "prijetnost" in "pozornost" na dvodimenzionalnem grafu za posamezne koncepte in lokacije pri vzorcu študentov

Figure 7.51: The average assesment values of the "pleasantness" and "arousal" variables on two-dimensional diagram for separate concepts and locations on the sample of student repondents

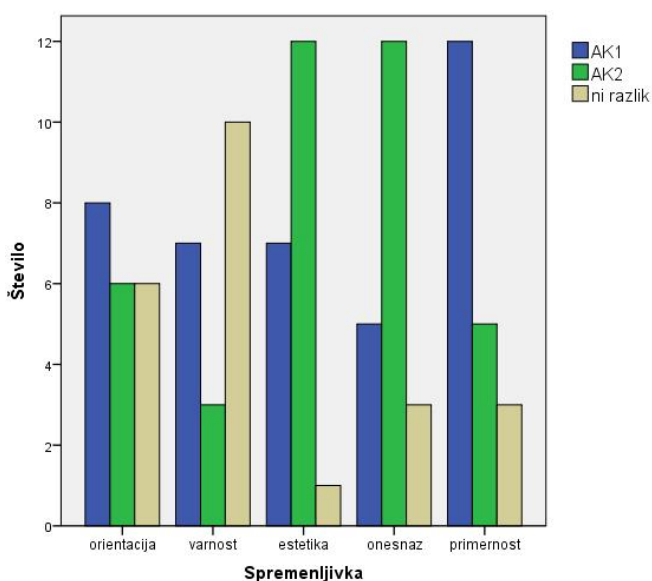
Opazne so malce boljše povprečne ocene obeh spremenljivk pri večini predlogov osvetlitve v primerjavi s spletno anketo. Do neke mere lahko trdimo, da natančnejši opis rešitev oziroma večje predstavitvene slike pripomorejo k boljšemu razumevanju predlaganih osvetlitev. Zanimivo je, da so po spletu anketirani v povprečju bolje ocenili detajlni koncept pri Ajdovščini. Pri tem predlogu se sicer

na veliki sliki v učilnici veliko bolje vidijo podrobnosti koncepta, vendar je bil tu vzorec precej manjši, večina oseb vzorca pa je bila stara od 18 do 35 let. Primerjava izbire anketirancev pri podrobnejši predstavitvi konceptov na fakulteti v primerjavi z izbiro anketirancev, ki so reševali anketo le po spletu, pokaže nekaj razlik. Anketirani, katerim so bili koncepti predstavljeni podrobneje "v živo", so pri Gosposvetski cesti izbirali preferenčne koncepte podobno kot anketirani po spletu (slika 7.52). Opazna je le razlika pri odločitvi o onesnaženosti, kjer se jih je več opredelilo za ploskovni koncept oziroma za odgovor "ni razlik".



Slika 7.52: Prikaz izbire preferenčnega koncepta v primeru Gosposvetske ceste pri študentih

Figure 7.52: Selection of the preferred concept for Gosposvetska cesta among students

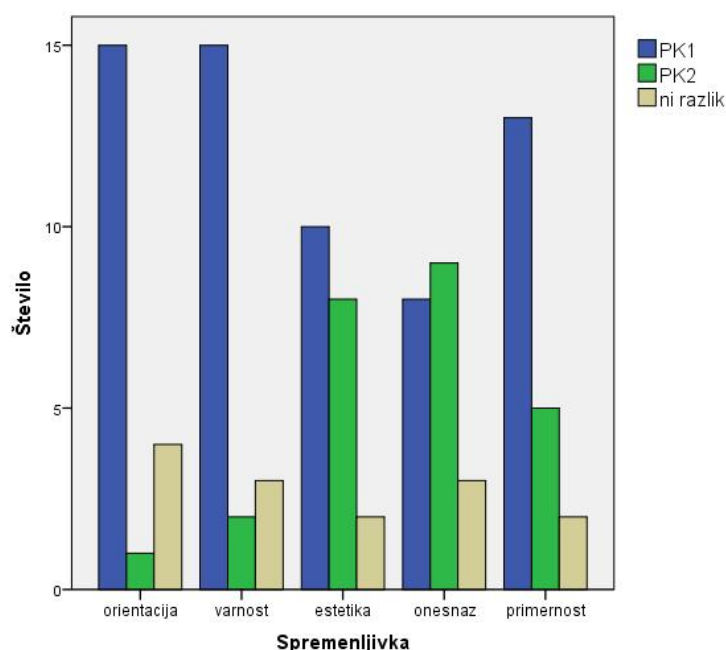


Slika 7.53: Prikaz izbire preferenčnega koncepta v primeru Ajdovščine pri študentih

Figure 7.53: Selection of the preferred concept for Ajdovščina among students

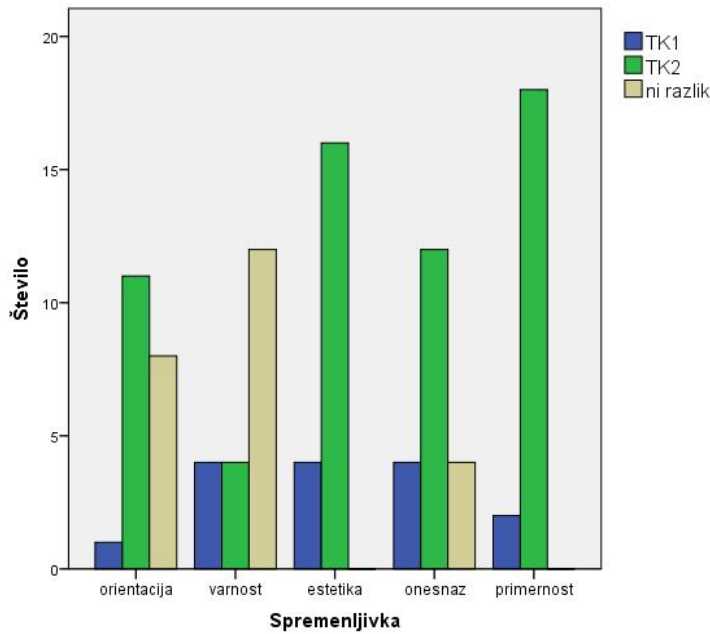
Pri Ajdovščini so razlike bolj očitne (slika 7.53). Tu ploskovni koncept po mnenju študentov glede orientacije ni toliko boljši od detajlnega. Koncepta se jim glede varnosti ne zdita tako različna. Glede primernosti se jim zdi ustreznejši ploskovni koncept.

Pri Parku slovenske reformacije je izbira zelo podobna tisti pri spletni anketi (slika 7.54). Opazna razlika je le pri oceni svetlobnega onesnaženja, kjer so študenti za oba koncepta ocenili, da podobno svetlobno onesnažujeta okolico.



Slika 7.54: Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Parku slovenske reformacije pri študentih
Figure 7.54: Selection of the preferred concept for Park slovenske reformacije among students

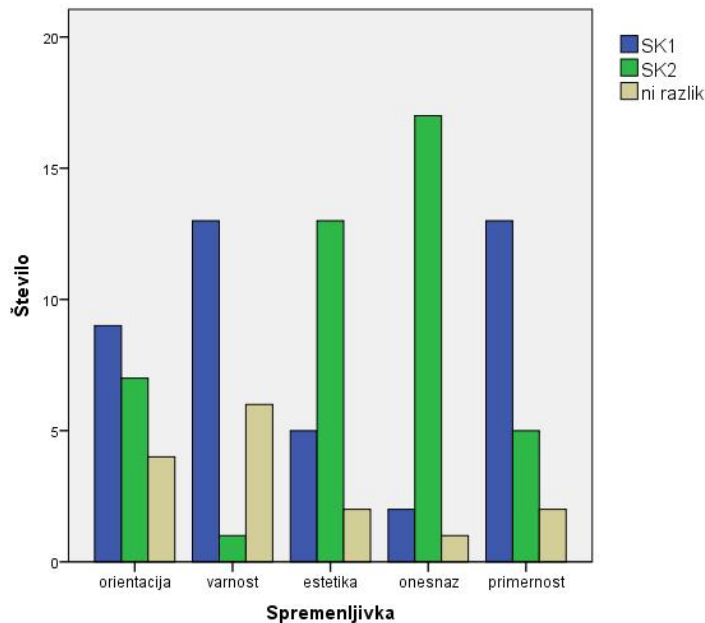
Pri Trnovskem pristanu je izbira koncepta glede vprašanj estetike, svetlobnega onesnaženja in primernosti podobna ne glede na to, ali so anketirani reševali anketo po spletu ali v razredu. Opazne pa so razlike pri spremenljivkah orientacije in varnosti (slika 7.55). Medtem ko so po spletu anketirani glede orientacije izbrali koncepta po številu zelo podobno, so anketirani v razredu večinoma izbrali točkasti torej detajlni koncept. Glede vprašanja varnosti je večina anketiranih v razredu označila, da med konceptoma ni razlik. Pri vprašaju o primernosti je tu velika večina izbrala detajlni koncept. Podobno so tega izbrali tudi reševalci spletne ankete.



Slika 7.55: Prikaz izbire preferenčnega koncepta v primeru Trnovskega pristana pri študentih

Figure 7.55: Selection of the preferred concept for Trnovski pristan among students

Prav tako opazimo podobne odgovore glede vprašanj varnosti in svetlobnega onesnaženja pri osvetlitvi v Savskem naselju (slika 7.56). Glede orientacije opazimo, da med konceptoma po mnenju anketirancev v razredu ni tolikšnih razlik kot po spletu, kjer prevladuje izbira ploskovnega koncepta.



Slika 7.56: Prikaz izbire preferenčnega koncepta pri Savskem naselju pri študentih

Figure 7.56: Selection of the preferred concept for Savsko naselje among students

Najbolj očitni razliki sta pri vprašanju estetike, kjer so anketirani pri večjih prikazih osvetlitev na platno bolje ocenili detajlni koncept. Pri anketi po spletu so anketirani pri tem izbirali v približno enakem številu tako ploskovni kot detajlni koncept. Podobno stanje imamo tudi pri vprašanju primernosti, kjer so študentje na fakulteti za primernejšega označili ploskovni koncept.

Rezultati kažejo, da je razlika ocen spremenljivk med podrobnejšim prikazom konceptov osvetlitve v razredu in prikazom po spletu odvisna od posamezne lokacije. Pri Gosposvetski cesti in pri Parku slovenske reformacije je razlik malo. Pri Ajdovščini, Savskem naselju in Trnovskem pristanu so razlike opaznejše. Pri Ajdovščini in pri bloku v Savskem naselju je verjetno vzrok za to večji in podrobnejši prikaz rešitev osvetlitve s svetili LED in OLED. Pri Trnovskem pristanu, kjer predloga osvetlitve ne vsebujeta toliko detajlnih rešitev, pa je možno, da je vzrok za drugačne rezultate pri izbiri koncepta glede orientacije in varnosti zgolj majhno število anketiranih. Vzorec je namreč v tem primeru štel le 20 oseb. Omenjeno je treba upoštevati tudi pri tolmačenju ugotovitev o razlikah pri Ajdovščini in osvetlitvi bloka v Savskem naselju.

7.3 Analiza okvirne predvidene porabe električne energije

Za osvetlitvene koncepte naredimo analizo s stališča predvidene porabe energije. Ta je okvirna in vsebuje precej futurološko napovednih značilnosti. V analizi smo računali okvirno enodnevno porabo sedanjega stanja zunanje osvetlitve in jo primerjali z bodočima konceptoma. Pri tem so narejene poenostavitve in podane določene predpostavke. Pri analizi uporabimo kriterij skupne električne moči obravnavanih skupin svetil. Za nazornejšo primerjavo opredelimo skupno električno moč posamezne kategorije svetil z naslednjimi oznakami: ● – majhna skupna moč, ● ● – zmerna skupna moč, ● ● ● – velika skupna moč. Velikostni razredi skupne električne moči se razlikujejo glede na obravnavano lokacijo. Primerjava oznak med "inštalacijami" posameznih osvetlitvenih konceptov velja le za določeno lokacijo in ni primerljiva med različnimi lokacijami mesta. Konkretnejši opisi električne moči posameznih skupin svetil za posamezne lokacije se nahajajo v prilogi disertacije. Za računske namene smo določili poljuben datum ob koncu marca za zemljepisno širino Ljubljane. Takrat je svetlo približno 12 ur. Urbana osvetlitev je za ta primer vključena 11 ur od mraka ob približno 18.30 do zore okoli 5.30. Stalna razsvetljava (S) je vključena vso noč, delno vključena razsvetljava (D) od 18.30 do 22.30. Občasna osvetlitev (O) pomeni osvetlitev, ki se vključi le po potrebi.

Kriterij porabe električne energije je le eden pomembnih dejavnikov. Vsaka dodatna svetlobna "inštalacija" v mestnem prostoru pomeni poleg začetne finančne naložbe v svetlobni sistem tudi dodatno investicijo za njegovo vzdrževanje. Pri tem je ključnega pomena tudi življenjska doba celotnega sistema svetila na podlagi polprevodniških virov svetlobe.

7.3.1 Gosposvetska cesta

Pri cestnih svetilih se zdaj povečini uporabljajo svetilke z metalhalogenidnimi sijalkami. Ob stranskih cestah pa so večinoma svetilke z visokotlačnimi natrijevimi sijalkami (Javna razsvetljava). Svetila za sedanjo osvetlitev fasad na hotelu Evropa in stavbi Slovenske ceste 44 uporabljajo metalhalogenidne sijalke. Za osvetlitev reklamnih tabel in panojev povečini uporabljamo fluorescenčne sijalke, ponekod pa so tu že nameščena svetila LED. Pri semaforjih so se še pred kratkim uporabljale halogenske žarnice, z letom 2012 so se že začeli uporabljati nadomestki LED (Javna razsvetljava). Prometne znake in table osvetljujemo s fluorescenčnimi sijalkami.

Primerjava sedanjega stanja in obeh bodočih konceptov na obravnavanem območju pokaže, da bi se največja skupna moč svetil pri predlaganih osvetlitvah povečala (preglednica 7.23). Izkoristki bodočih svetil LED in OLED bi bili sicer večji, vendar bi se znatno povečalo število novih "aplikacij". Z ustreznim krmiljenjem bi lahko porabo električne energije pri obeh predlogih v primerjavi s sedanjo osvetlitvijo zmanjšali.

Preglednica 7.23: Poraba električne energije za osvetlitev Gosposvetske ceste

Table 7.23: Electric energy consumption for illumination of Gosposvetska cesta

	stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
cestna svetila	● ● ● (S)	● ● ● (S)	● ● ● (S)
fasade OLED, Gosposvetska cesta	-	● ● ● (D)	-
kolesarska steza OLED	-	● (S)	-
okna OLED Gosposvetska	-	-	● ● (D)
informacijske table OLED	-	-	● (S)
hišne številke OLED	-	-	● (S)
semaforji, signalizacija	● (S)	● (S)	● (S)
reklamni panoji	● ● (S)	● (D)	● (D)
OLED-dvojna črta	-	● (S)	-
OLED-pločnik	-	-	● (S)
manjše podrobnosti fasad	-	-	● (S)
največja skupna moč	≈ 3950 W	≈ 5150 W	≈ 4250 W
poraba el. energije	43,5 kWh	42,7 kWh	37,8 kWh

Legenda:

- – skupna moč svetil do 500 W
- ● – skupna moč svetil med 500 W in 1000 W
- ● ● – skupna moč svetil nad 1000 W

Čas delovanja ponoči:

S – stalno (11 h) D – delno (4 h)

Zmanjšanje porabe bi bilo mogoče tudi zaradi zmanjšanja moči novih cestnih svetil (priloga C). Pri teh bi hkrati omejili neželjeno uhajanje svetlobe na bližnje stavbe. Pri bodočih konceptih bi bilo mogoče krmiliti tudi jakost svetlobnega toka cestnih svetil, če bi to dovoljevali predpisi. V prometno najmanj aktivnem delu noči bi tako njihovo delovno moč bistveno zmanjšali.

Bodoči ploskovni koncept bi bil glede porabe električne energije bolj potraten kot detajlni. Fasade OLED bi tudi ob diskretni svetlosti in časovni omejitvi njihovega delovanja precej pripomogle k povečanju porabe električne energije za osvetlitev. Raziskava kaže, da se anketiranim zdi pomemben celosten videz tega dela mesta. Čeprav se je anketiranim v povprečju zdel ploskovni koncept nekoliko prijetnejši in privlačnejši kot detajlni, pa bi bil ta naložbeno precej dražji in tehnično zahtevnejši. Pri fasadah OLED, kolesarski stezi OLED in svetilih OLED v pločnikih bi velik finančni vložek pomenilo tudi ustrezno vzdrževanje posameznih modulov tako sestavljenih OLED-svetil. Okna OLED so glede vzdrževanja cenejša rešitev. Tudi menjava takšnih modulov bi bila preprostejša.

Diskretno svetle fasade bi pripomogle k svetlobni onesnaženosti, ki pa bi jo skušali nadzorovati z rešitvami omenjenimi v tretjem delu disertacije. Bodoči polprevodniški viri svetil bodo zagotovo znatno pripomogli k zmanjšanju porabe električne energije v svetilih za reklamne namene (napisi trgovin in lokalov, oglasne table).

V primerjavo je vključen del Gosposvetske ceste od križišča s Slovensko cesto do križišča z Župančičevo oziroma Vošnjakovo ulico.

7.3.2 Ajdovščina

Pri ploskovnem konceptu pri Ajdovščini pomenijo izjemno velike svetleče površine fasad veliko skupno delovno moč takšnih svetil (preglednica 7.24). Kljub omejitvi delovanja teh svetil na najbolj aktiven čas noči (od 18.30 do 22.30), bi bila skupna poraba električne energije pri tem predlogu osvetlitve bistveno večja, kot je zdaj. Veliko težavo in strošek bi pomenilo tudi vzdrževanje modulov OLED na velikih višinah stavb.

Preglednica 7.24: Poraba električne energije za osvetlitev Ajdovščine

Table 7.24: Electric energy consumption for illumination of Ajdovščina

	stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
cestna svetila	● ● ● (S)	● ● ● (S)	● ● ● (S)
fasade hiš	● (S)	-	-
fasade OLED, Ajdovščina	-	● ● ● (D)	-
fasade OLED, Slovenska	-	● ● (D)	-
fasade OLED, Metalka	-	● ● ● (D)	-
fasade OLED, SKB	-	● ● ● (D)	-
okna OLED, Ajdovščina	-	-	● (D)
okna OLED, Metalka	-	-	● ● (D)
okna OLED, Slovenska	-	-	● ● (D)
okna OLED, SKB	-	-	● (D)
osvetlitev podhoda OLED	-	-	● (S)
napisi restavracij, barov	● (S)	-	● (S)
semaforji, signalizacija	● (S)	● (S)	● (S)
informacijske table, napisi	-	-	● (S)
prehodi za pešce OLED	-	-	● (O)
kolesarske steze OLED	-	● (S)	-
kroglasta svetila	● (S)	-	● (S)
dodatni znaki OLED	-	-	● (S)
svetlobna tabla	● ● (S)	-	-
igra s svetlobo, strehe	-	-	● (D)
največja skupna moč	≈ 5400 W	≈ 10800 W	≈ 5000 W
poraba el. energije	59,4 kWh	67,9 kWh	44,0 kWh

Legenda:

- – skupna moč svetil do 350 W
 - ● – skupna moč svetil med 350 W in 1500 W
 - ● ● – skupna moč svetil nad 1500 W
- Čas delovanja ponoči:
- S – stalno (11 h)
 - D – delno (4 h)
 - O – občasno (2 h)

Ploskovni koncept je bil tu glede "prijetnosti" ocenjen slabše kot detajlni, glede "pozornosti" pa le malo bolje. Za to lokacijo bi bil torej ta koncept povsem neustrezen. Pri detajlnem konceptu bi kljub velikemu številu novih uporab svetil z ustreznim krmiljenjem skupno porabo električne energije v primerjavi s sedanjim stanjem zmanjšali. Še največji delež bi k porabi prispevalo precejšnje število svetlečih oken OLED. Ker pa sodeč po rezultatih spletne ankete ta ne pripomorejo pomembno k prijetnosti podobe prostora, bi lahko njihovo število še precej zmanjšali.

7.3.3 Park slovenske reformacije

Ploskovni koncept so anketirani tu ocenili v povprečju veliko bolje kot detajlnega. Za park si anketirani želijo skladno, a diskretno osvetljen prostor, v katerem bi se še vedno dobro in varno počutili. Vendar pa bi ploskovni koncept zaradi večjih svetlečih površin porabil občutno več električne energije kot detajlni (preglednica 7.25). Prav tako bi bila potratnejša močnejša ulična svetila s širšo porazdelitvijo svetlobe (priloga C).

Na tej lokaciji so bila nedavno zamenjana ulična svetila, pri katerih se zdaj uporabljajo varčni LED viri svetlobe. Zato je skupna moč teh svetil že zdaj majhna. V bodočem detajlnem konceptu je veliko manjših svetlobnih sistemov. S časovno omejitvijo delovanja le-teh bi skupno porabo električne energije v primerjavi s sedanjim stanjem še zmanjšali. Vendar pa tudi spletna anketa kaže, da preveč različnih detajlov ne pripomore k prijetnejši sliki prostora, če ti med seboj niso dovolj skladni. Svetleča okna OLED so v tem prostoru neustrezna. Za to lokacijo bi bil verjetno najprimernejši ploskovni koncept, brez svetlečih fasad.

Preglednica 7.25: Poraba električne energije za osvetlitev Parka slovenske reformacije

Table 7.25: Electric energy consumption for illumination of Park slovenske reformacije

	stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
ulična svetila	● ● ● (S)	● ● ● (S)	● ● (S)
stopnišče, vhodi, kip	-	● (D)	● (S) + ● (O)
table, številke	-	-	● (S)
rob platoja OLED/LED	-	● ● (D)	● ● (D)
svetila LED v pločniku	-	-	● ● ● (D)
svetila OLED pločnik	-	● ● ● (D)	-
svetila na platoju	● ● (S)	-	-
napis Figovec OLED	-	-	● (S)
fasade OLED - blok	-	● ● ● (D)	-
fasade OLED Figovec	-	● ● ● (D)	-
okna OLED - blok	-	-	● ● ● (D)
svetila LED - RGB	-	-	● (D)
največja skupna moč	≈ 480 W	≈ 1600 W	≈ 840 W
poraba el. energije	5,2 kWh	7,9 kWh	4,5 kWh

Legenda:

- – skupna moč svetil do 100 W
- ● – skupna moč svetil med 100 W in 200 W
- ● ● – skupna moč svetil nad 200 W

Čas delovanja ponoči:

- S – stalno (11 h)
- D – delno (4 h)
- O – občasno (1 h)

7.3.4 Trnovski pristan

Pri Trnovskem pristanu bi bila pri detajlnem konceptu osvetlitve kljub dodanemu svetlobnemu sistemu manjših LED svetil skupna moč svetil manjša kot je zdaj (preglednica 7.26). Ta koncept je bil zelo dobro ocenjen tudi glede "prijetnosti" in "privlačnosti". Z ustreznim nadzorom delovanja svetil LED v nabrežju bi skupno porabo električne energije lahko tudi precej zmanjšali. To bi dosegli tudi z zamenjavo virov svetlobe pri svetilih na mostu (priloga C) in z drugačno osvetlitvijo mostu.

Preglednica 7.26: Poraba električne energije pri svetilih za osvetlitev nabrežja in mostu

Table 7.26: Electric energy consumption for illumination of the riverbank and the bridge

	stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
cestna svetila	● ● ● (S)	● ● ● (S)	● ● ● (S)
linije OLED - nabrežje	-	● ● ● (D)	-
svetila LED - nabrežje	-	-	● ● (D)
svetila na mostu	● ● (S)	● (S)	● (S)
osvetljen napis mostu	-	-	● (S)
osvetlitev mostu	● ● (S)	● ● (S/D)	● ● (D)
največja skupna moč	≈ 820 W	≈ 1300 W	≈ 700 W
poraba el. energije	9,0 kWh	9,3 kWh	6,5 kWh

Legenda:

- – skupna moč svetil do 50 W
 - ● – skupna moč svetil med 50 W in 300 W
 - ● ● – skupna moč svetil nad 300 W
- Čas delovanja ponoči:
 S – stalno (11 h) D – delno (4 h)

S primernim uravnavanjem delovanja svetil OLED na nabrežju bi se sedanji porabi električne energije lahko približali tudi pri ploskovnem konceptu. Skupno delovno moč linijskih svetil OLED bi lahko zmanjšali tudi s prekinitvijo zveznega videza svetil OLED na nabrežju. Z izmenjavo svetlih in temnih polj bi tako ustvarili ritem, kar je zaželeno pri zelo dolgih potezah, da ne pride do vizualne monotoniije (Novljan).

Svetila, vgrajena v nabrežje, pa bi v obeh primerih pomenila dodatne stroške zaradi njihovega vzdrževanja. Pri obravnavi je bil upoštevan okoli 110 m dolg odsek nabrežja. Tej dolžini ustreza osvetlitev vzporednega cestišča s štirimi cestnimi svetili.

7.3.5 Savsko naselje, tipski blok in okolica

V uličnih svetilih na tej lokaciji so zdaj fluorescenčne sijalke z nevtralno barvo bele svetlobe. V svetilih pri vhodih blokov so halogenske žarnice. Omenjene vire svetlobe bi že v bližnji prihodnosti lahko zamenjali ustrezni kakovostni nadomestki LED z manjšo porabo električne energije in daljšo življenjsko dobo (priloga C). Pri uličnih svetilih bi se zamenjalo celotno svetilo. Nova ulična svetila bi se morala manj bleščati in uporabljati nižjo korelirano barvno temperaturo bele svetlobe.

Preglednica 7.27: Poraba električne energije za osvetlitev stanovanjskega bloka in ulice v Savskem naselju

Table 7.27: Electric energy consumption for illumination of the residential building and nearby street in Savsko naselje

	stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
ulična svetila	● ● (S)	● (S)	● ● (S)
svetila na vhodih	● ● ● (O)	● ● (O)	● ● (O)
linija OLED	-	-	● (S)
znak OLED	-	● (S)	● (S)
hišne številke OLED	-	-	● (S)
fasada OLED	-	● ● ● (D)	-
linija OLED, pločnik	-	● (S)	-
balkoni OLED	-	● ● (D)	-
največja skupna moč	≈ 300 W	≈ 470 W	≈ 90 W
poraba el. energije	0,9 kWh	1,9 kWh	0,7 kWh

Legenda:

- – skupna moč svetil do 20 W
 - ● – skupna moč svetil med 20 W in 100 W
 - ● ● – skupna moč svetil nad 100 W
- Čas delovanja ponoči:
- S – stalno (11 h)
 - D – delno (4 h)
 - O – občasno (1 h)

Detajlni koncept se glede porabe električne energije izkaže za znatno varčnejšega (preglednica 7.27). Zamenjava obstoječih virov svetlobe z nadomestki LED bi zelo zmanjšala skupno električno moč svetil. Fasade OLED na spodnjem delu stanovanjskega bloka in svetila OLED na balkonskih ograjah sicer pritegnejo večjo pozornost kot svetila pri detajlnem konceptu, vendar pa se zdi ploskovni koncept pri tej lokaciji anketiranim v povprečju manj prijeten kot detajlni. Ploskovni koncept bi bolj pripomogel tudi k svetlobni onesnaženosti. Hišne številke OLED bi bile v bližnji prihodnosti ob sprejemljivi ceni upravičeno nameščene pri vhodih stanovanjskih blokov.

7.3.6 Domneve in opombe

Pri primerjavi porabe električne energije svetil gre za okvirne izračune. Ti temeljijo na napovedih bodočih značilnosti svetil LED in OLED. Razvoja le-teh ni mogoče natančno napovedati. Predvidene učinkovitosti svetil LED in OLED smo okvirno ocenili za čas, ko bi ta dosegla dovolj visoko stopnjo razvitosti, tako glede izkoristka kot glede možnosti implementacije. Ponekod smo pri izračunih upoštevali tudi svetila, ki jih na prikazih ni videti, vendar so na obravnavanem območju. Pri parku smo tako upoštevali skorajda vsa ulična svetila, na prikazu pa jih je videti le nekaj. Na izbranem območju smo skladno s tem šteli predlagana svetila bodočih konceptov.

Dejanska delovna moč posameznega svetila je po navadi vedno malo večja, kot je podana moč sijalke. To velja predvsem za metalhalogenidne sijalke, fluorescenčne sijalke, polprevodniška in nizkonapetostna halogenska svetila. V teh primerih svetila za delovanje potrebujejo predstikalne naprave, dušilke, napajalnike oziroma transformatorje, ki tudi potrebujejo električno energijo. Podobno je pri sistemih za regulacijo prižigovanja svetil oziroma krmiljenje njihove moči.

Zato v primerjavi izračunane skupne moči svetil niso brezpogojne. Bistvena je njihova medsebojna primerjava. Pri primerjavi prav tako nismo upoštevali možnosti zmanjšanja delovne moči posameznega sklopa svetil v manj aktivnih delih noči. To bi dodatno pripomoglo k zmanjšanju porabe.

Poraba svetil za osvetlitev izložb trgovin, restavracij in barov ni bila upoštevana. Ta notranja razsvetljava tudi delno vpliva na nočno podobo mesta. S polprevodniškimi viri svetlobe je tudi tu mogoče znatno zmanjšati porabo električne energije. Primerjava, ki bi upoštevala tudi takšno notranjo osvetlitev, bi bila zaradi obsežnosti in slabše razpoložljivosti podatkov dolgotrajna.

Pri podrobni analizi porabe električne energije bi upoštevali tudi spektralne značilnosti posameznih virov svetlobe, ker obravnavamo osvetlitev v mezopskem območju človeškega vida. To lahko precej spremeni dejansko učinkovitost virov svetlobe (Ylinen, 2010). Pri naši primerjavi domnevamo, da je ta dejavnik že skladen z okvirnimi ocenami delovnih moči bodočih svetil.

Ob tem ne smemo nikdar pozabiti, da sama poraba električne energije svetil še zdaleč ni edino pomembno merilo pri ustvarjanju trajnostnih urbanih okolij. Prav tako so pomembni stroški vzdrževanja, količina odpadkov izrabljenih svetil novih aplikacij, povečano svetlobno onesnaženje in številni drugi kriteriji, omenjeni v teoretičnih izhodiščih disertacije.

8 SKLEPI

8.1 Razprava

V raziskavi smo si za osnovni cilj postavili potrditev hipoteze, da bi nove možnosti uporabe LED- in OLED-svetil pozitivno vplivale na človekovo sprejemanje tako osvetljenega urbanega prostora.

Ugotovitve raziskave kažejo, da so se anketirani pri večini predlogov bodoče osvetlitve v povprečju strinjali pri ocenah spremenljivk »prijetnost« in »pozornost«. To je opaziti pri vseh obravnavanih lokacijah hkrati za obe spremenljivki, razen pri ocenah »prijetnosti« ploskovne osvetlitve in ocenah »pozornosti« detajlne osvetlitve bloka in okolice v Savskem naselju. V teh primerih so bile podane v povprečju neodločene ocene anketiranih. Tu lahko potrdimo vpliv lokacije na izbiro najmanj všečnih prizorov in s tem vpliv na ocene teh predlogov. Takšen vpliv zaznamo tudi pri pozitivni oceni predlogov osvetlitve pri Trnovskem pristanu.

Trditi smemo, da bi predlagane možnosti uporabe LED- in OLED-svetil pri večini predlogov vplivale na sprejemanje tako osvetljenega urbanega prostora v pozitivni smeri. Zastavljeno hipotezo z določenimi opombami torej potrdimo.

Izkaže se, da se ploskovni koncept anketiranim zdi prijetnejši pri gosteje pozidanih lokacijah v središču mesta, kot je Gosposvetska cesta. Vzrok za tako izbiro so tu najverjetneje večje svetle površine, ki omogočajo, da lahko opazovalci precej kompleksen prostor zaznajo kot povezano celoto. Take celote pa ne smejo biti preobsežne, niti jih ne sme biti preveč. To opazimo pri Ajdovščini, pri kateri ploskovni koncept večini anketirancev ni preveč všeč. Detajlni koncept je glede prijetnosti bolje ocenjen pri lokacijah, ki niso čisto v središču mesta in jim bolj ustreza diskretnejša osvetlitev. V teh prizorih je več naravnih prvin, kot sta voda in rastje.

V raziskavi ugotavljamo, da bi ploskovni koncept pritegnil večjo pozornost pri vseh značilno ocenjenih konceptnih dvojicah predlogov. Rezultati potrjujejo, da je pretirana uporaba novih možnosti osvetlitve estetsko manj privlačna. Veliko detajlov anketiranim manj ugaja pri osvetlitvi Parka slovenske reformacije. Tu se jim zdi prijetnejši enotnejši in svetlobno skladnejši ploskovni koncept. To se sklada s spoznanji iz obstoječe literature in z izsledki preteklih raziskav. Ünver (2009) potrjuje, da na mnenje o osvetlitvi urbanih parkov močno vpliva kriterij kontrasta. Neenakomerna porazdelitev svetlosti in močne sence lahko ustvarijo pretirano dramatičnost in neprijazen videz krajinskih objektov.

Tudi senca kot arhitekturni element bistveno vpliva na človekovo dožemanje in doživljanje prostora (Kastelic et al., 2012). Pešpoti v parkih se morajo zdeti obiskovalcem dovolj svetle tako s stališča vidne dostopnosti kot s stališča občutka »prijetnosti«, da tako osvetlitev ocenijo za ustrezno (Johansson et al., 2011). Raziskave kažejo, da lahko tudi uporaba ustreznih LED-nadomestkov izboljša omenjena kriterija (Kuhn et al., 2013). Pri parku bi lahko bil vzrok za primernejšo izbiro ploskovnega koncepta pred detajlnim tudi videz oken OLED. Ta opazovalcu verjetno dajejo občutek ločenosti med »notranjim« in »zunanjim« mestnim življenjem in težko upravičijo svojo vlogo pri izboljšanju podobe mesta.

Pri Trnovskem pristanu so anketirani veliko bolje ocenili detajlni koncept glede "prijetnosti". Pri Ajdovščini in osvetlitvi bloka v Savskem naselju razlike v ocenah med konceptoma niso tako velike kot pri prejšnjih treh, a so pri Ajdovščini glede obeh spremenljivk vseeno statistično značilne. Anketiranim se je zdel tu malo bolj prijeten detajlni koncept, ploskovni pa bi malce bolj pritegnil njihovo pozornost. Pri Savskem naselju je razlika v ocenah med konceptoma statistično značilna le glede "prijetnosti", ki je bolje ocenjena pri ploskovnem kot pri bolj podrobnem, detajlnem konceptu.

V raziskavi ugotavljamo, da je izbira ploskovnega koncepta značilna pri spremenljivkah vidne orientacije in občutka varnosti za večino lokacij. Le pri Trnovskem pristanu so glede te spremenljivke rezultati izbire koncepta približno enaki. Vzrok za to je verjetno na splošno svetlejši in enakomernejši ploskovni koncept. Spremenljivko vidna dostopnost literatura napoveduje z vidnim poljem, okoljskim zaupanjem in občutkom svetlosti (Johansson et al., 2011). To pojasnjuje povezavo med občutkom svetlosti predlogov osvetlitve in mnenjem o zmožnosti vidne orientacije v tako osvetljenem prostoru. V pravem prostoru človek pridobiva prostorske informacije z »retinalnim« vidom, pri opazovanju slik pa deluje predvsem centralni vid, ki nam daje informacije o detajlih. Zato je v raziskavi obravnavana spremenljivka vidna orientacija v osvetljenem prostoru le mnenje o vidni preglednosti prikazanih osvetlitev. Ocenjeni večji občutek varnosti je povezan z večjim občutkom svetlosti posameznih predlogov, zato je pri tej spremenljivki bolje ocenjen ploskovni koncept.

Casciani in Rossi (2012) v svoji raziskavi ugotavljata, da so bili glede »prijetnosti« in »pozornosti« najboljše ocenjeni primeri, ki prikazujejo nenavaden pristop k osvetlitvi prostora in aktivno vključujejo uporabnike. S tem dokazujeta obstoj naraščajoče potrebe po doživljanju mest z vidika družbenih odnosov. Podobno kot Ünver (2009) opažata močan vpliv barv na mnenje o privlačnosti osvetlitve. LED- in OLED-svetila imajo glede uporabe enobarvne svetlobe velik potencial, vendar smo se v raziskavi njihovi umestitvi pri proučevanju noivh predlogov osvetlitve namensko izognili. Začetno zanimanje za barvno osvetlitev po navadi hitro mine. Uporabniki se take osvetlitve tudi hitreje naveličajo, zato je priporočljiva le za kratkotrajne dekorativne namene.

Ocene spremenljivk estetika in primernost potrjujejo njuno precejšnjo korelacijo. Ta odstopa le pri osvetlitvi Ajdovščine, pri kateri je sicer več anketirancev ocenilo detajlni koncept za bolj estetski, vendar se jim je zdel ploskovni koncept tu primernejši. Najznačilnejša glede estetike je preferenčna izbira detajlnega koncepta osvetlitve pri lokaciji Trnovski pristan. Estetske presoje zadevajo razlago in kategorizacijo tega, kar vidimo, zato pomenijo več kot le čustvene odzive (Veitch, 2001). Kaplan (1979) svoj funkcionalni pristop h krajinski estetiki opiše z ocenami dimenzij koherence, berljivosti, skrivnostnosti in kompleksnosti. Ustrezna kombinacija teh dimenzij je zelo verjetno vzrok za tako številno izbiro predlagane osvetlitve pri Trnovskem pristanu.

Anketirani so za koncept, ki bi po njihovem mnenju manj svetlobno onesnaževal okolico, pri vseh lokacijah izbrali detajlni koncept. To je povezano z občutkom svetlosti pri posameznem prikazu predlogov osvetlitve.

Rezultati kažejo vpliv starosti anketiranih oseb na ocene predlogov osvetlitve pri več kot polovici predlogov. Ocene spremenljivk "prijetnosti" in "pozornosti" padajo z višanjem starosti anketiranih. To pomeni, da se starejši anketirani niso v tolikšni meri strinjali s trditvami o "prijetnosti" in "pozornosti" predlogov kot mlajši anketirani. Zanimivo pa je, da pri direktni primerjavi obeh konceptov opazimo povečanje števila izbir za detajlni koncept na lokacijah Gosposvetske ceste, Parka slovenske reformacije in Trnovskega pristana s starostjo anketiranih. To je opazno pri obeh spremenljivkah, ki smo ju proučevali v tem primeru, torej pri spremenljivki primernosti predloga za dano lokacijo in občutku varnosti. Pri Savskem naselju in Ajdovščini je bilo to ravno nasprotno. Rezultat je zanimiv, ker imajo starejši ljudje po navadi večje probleme s prevelikimi kontrasti in neenakomerno osvetljenimi površinami kot mlajši. Vzrok je verjetno v tem, da so anketirani v starostnem razredu med 51. in 69. letom povečini še zelo aktivni in dovolj kritično presojujejo obe različici osvetlitve. Odgovori bi postali verjetno bolj starostno značilni pri še starejših anketiranih, na primer pri starih več kot 70 ali 80 let. Vendar pa je bilo teh v raziskavi premalo, da bi lahko ugotovili značilne sklepe.

Tudi pri odvisnosti ocen anketiranih od njihove stroke so rezultati statistično značilni. Anketirani, ki se ukvarjajo z arhitekturo, urbanizmom, oblikovanjem osvetlitve in krajinsko arhitekturo, so omenjene predloge osvetlitve v povprečju ocenili slabše kot preostali anketirani. Vendar pa je to odvisnost mogoče zaznati glede obeh spremenljivk le pri Gosposvetski cesti in Ajdovščini. Pri Savskem naselju so ti značilno slabše ocenili le prvi koncept pri ocenah "pozornosti". Strokovnjaki z omenjenih področij so malo bolj kot preostali anketirani naklonjeni ploskovnemu konceptu pri spremenljivki estetike. To je opazno pri Gosposvetski cesti, Ajdovščini in osvetlitvi bloka ter bližnje ulice v Savskem naselju. Opomniti velja, da se med anketiranimi iz izbranih strok večina verjetno ne ukvarja specifično z osvetlitvijo. Prav tako pa je mogoče, da se s svetlobo na takšen ali drugačen način ukvarja

tudi kakšen anketirani, ki ni iz katere od prednastavljenih strok. Zato je treba rezultate izbire pri tem raziskovalnem vprašanju razlagati previdno.

Rezultati kažejo, da predvsem starost anketiranih vpliva na oceno in izbiro predlogov bodoče osvetlitve. Po eni strani se z višanjem starosti anketiranih kažejo v povprečju nižje ocene predlogov, po drugi strani pa z njenim višanjem lahko zaznamo večjo naklonjenost anketiranih za diskretnejše in manj osvetljene predloge osvetlitve.

Visoke in značilne pozitivne vrednosti koeficientov korelacije med spremenljivkama svetlobnih značilnosti ter spremenljivkama "prijetnosti" in "pozornosti" pričakovano kažejo na tesno povezavo med omenjenimi kriteriji. Ustrezna oziroma zadostna "osvetljenost" pomeni boljšo oceno tako glede "prijetnosti" kot "pozornosti" prav pri vseh predlogih osvetlitev. Prav tako to velja tudi za spremenljivko porazdelitve svetlosti, ki se odraža skozi prikaz arhitekture, in specifično svetlimi objekti v prostoru.

Na podlagi analize rezultatov ankete, izvedene "v živo" med študenti na fakulteti, lahko trdimo, da boljša predstavitev konceptov in podrobnejši prikaz rešitev osvetlitve pri nekaterih lokacijah vplivata na oceno spremenljivk oziroma na izbiro preferenčnega koncepta. Razlike so opazne predvsem pri Ajdovščini in Savskem naselju in pri vprašanih estetike in primernosti predlogov.

Čeprav se pri Gosposvetski cesti in Parku slovenske reformacije izkažeta ploskovna koncepta anketiranim v povprečju za privlačnejša kot detajlna koncepta, pa bi bilo umestitev svetil OLED na večje vertikalne stavbne površine na splošno težko upravičiti. Pri Gosposvetski cesti je svetlečih površin manj, ploskovni koncept pa so anketirani tu v povprečju ocenili za prijetnejšega kot detajlnega. Pri Ajdovščini je ploskovni koncept povsem neustrezen. Anketirani so tu za prijetnejšega ocenili detajlni koncept, ploskovni koncept pa bi celo občutno povečal porabo električne energije v primerjavi s sedanjim stanjem. Ob tem bi bil ta bolj sporen glede svetlobnega onesaženja, tehničnih problemov, vzdrževanja in velikih finančnih vložkov.

Povečanje števila novih svetil pri bodočih konceptih bi lahko upravičili le z občutnim zmanjšanjem porabe električne energije obstoječih svetil funkcionalne namembnosti. Na to opozorijo rezultati primerjave porabe električne energije pri Trnovskem pristanu in osvetlitvi bloka in ulice v Savskem naselju. Pri Parku slovenske reformacije bi bilo treba najti alternativno rešitev. Ploskovni koncept ocenijo anketirani tu kot prijetnega, vendar pa bi porabil veliko električne energije. Detajlni koncept je veliko varčnejši, vendar bi morale tudi detajlne svetlobne inštalacije v celoti delovati skladno. Na splošno lahko trdimo, da bi k zmanjšanju porabe električne energije pripomogli le bolj diskretno osvetljeni koncepti s preišljeno in kakovostno regulacijsko elektroniko ter njeno logiko.

Polprevodniški viri svetlobe imajo velik potencial pri uporabi v svetilih prometne signalizacije in "svetilih za informacijske namene". Na tem področju bomo z njimi močno zmanjšali porabo električne energije. S premišljeno uporabo bi ta lahko pripomogla tudi k izboljšanju prometne varnosti.

V vsakem primeru je omenjeno mogoče doseči le s kakovostno napajalno oziroma krmilno elektroniko. Prav tako je zelo pomembna skladnost med različnimi komponentami LED- oziroma OLED-sistemov svetil. Zelo pomemben dejavnik sta tudi življenjska doba vseh komponent v sistemu in s tem povezano vprašanje njihove vzdržljivosti oziroma vzdrževanja. Ne moremo z gotovostjo trditi, ali bo katera od omenjenih tehnologij v prihodnosti prevladala ali se bosta razvijali in razširili v mestnem prostoru sočasno. Danes so razlike med načini njune uporabe in umestitve še velike, v prihodnosti pa lahko pri tem pričakujemo večje prepletanje.

Tematika osvetljevanja zunanjih prostorov je tudi v Sloveniji vedno aktualna. Za primernejšo bodočo osvetlitev je treba težiti h konstruktivni razpravi med predstavniki številnih različnih disciplin urbane razsvetljave in k ustreznemu vrednotenju širokega nabora znanja. Celostno urbanistično oblikovanje osvetlitve bi moralo najti svoj prostor tudi v strategijah prostorskega razvoja slovenskih mest.

Z raziskavo želimo poudariti, da je treba pri prehodu na nove tehnologije svetil celostno razmisliti o pomenu osvetlitve mesta in omenjeni prehod izkoristiti tudi za izboljšanje videza mesta. Le v celoti skladna, dobro premišljena in lokaciji primerna inovativna umestitev svetil LED in OLED v urbani prostor bi pozitivno vplivala na podobo mesta v očeh uporabnikov.

8.2 Omejitve raziskave

Pri izvedbi raziskave smo bili soočeni z določenimi omejitvami, zato smo morali podati nekatere predpostavke. Ponovno omenimo dejavnik različne svetlosti zaslonov, prek katerih so anketirani izpolnjevali anketo. Tehnologija zaslonov se poslužuje različnih tehničnih rešitev. Prav tako je verjetno, da so imeli anketirani različno nastavljene svetlosti zaslonov oziroma so bili med izpolnjevanjem ankete v različno osvetljenih prostorih. Ti dejavniki bi lahko v manjši meri vplivali na ocene »prijetnosti« in »pozornosti« predlogov osvetlitev. Zaradi teh dejavnikov v članku prav tako nismo obravnavali vpliva spremenljivke najpodobnejša barvna temperatura na ocene prihodnjih predlogov osvetlitve.

Omenimo tudi časovne dejavnike pri zaznavanju vizualnih stimulansov iz okolja. Ugotovljeno je bilo, da zaznavna sijavost dražljaja ni določena le s fizično intenziteto, ampak tudi z njegovim trajanjem (Macknik, 2010). To bi pomenilo, da so tisti anketirani, ki so dlje časa strmeli v slikovne prikaze na

zaslonih, te občutili bolj svetle kot tisti, ki so si jih ogledali na hitro. Domnevamo, da so ti dejavniki v našem primeru verjetno precej šibki in tako ne vplivajo na neposredne primerjave med konceptoma.

Ustrezne podatke o odvisnosti ocen anketiranih od njihove starosti smo zaradi zadostnega števila anketiranih dobili le v treh vnaprej določenih starostnih skupinah. Mlajše od 18 let in starejše od 70 let smo morali združiti s sosednjima bližnjima starostnima razredoma. To je primerno za analizo variance. Nismo pa dobili dovolj podatkov, da bi lahko bolj zanesljivo raziskali, ali starejši od 70 let drugače ocenjujejo predloge osvetlitve kot anketirani v skupini od 51 do 69 let. Podobno je bilo pri mlajših od 18 let, vendar nam je v tem primeru trinajst odgovorov že dalo neko okvirno oceno. Morda bi bilo bolje anketirane spraševati po letnici rojstva in bi tako potem pozneje določili starostne razrede. Kljub temu lahko trdimo, da smo prišli do ustreznih rezultatov odvisnosti ocenjevanja predlogov osvetlitve od starosti anketiranih.

Raziskava je bila izvedena v slovenskem jeziku med anketiranimi, ki so večinoma doma v Sloveniji. Pet jih je bilo iz tujine, a gre najverjetneje za Slovence, ki delajo oziroma živijo v tujini. Domnevamo, da je večina anketiranih poznala lokacije predlogov. Osebe iz tujih držav bi lahko drugače ocenjevale omenjene predloge. Tu bi se lahko pokazala odvisnost ocen predlogov osvetlitev od različnih kulturnih vrednot. V tem primeru bi se razlike pokazale najverjetneje pri tistih anketiranih, ki živijo v drugačnih okoljih, kot so srednjeevropska mesta zmernega pasu.

Omenimo futuristični vidik raziskave. V konceptih je kar nekaj rešitev, ki jih z današnjo tehnologijo ne bi mogli izvesti tako, kot je prikazano v predlogih osvetlitve. To velja za enakomeren videz svetil OLED na večjih površinah. Doseči tako vidno zveznost bo velik problem tudi v prihodnosti. Zelo težko bo narediti tako velike svetlobne inštalacije, da med posameznimi moduli OLED ne bo očitno vidnih presledkov oziroma električnih povezav. Postavitev OLED-svetil na pročelja stavb ne bi bila preprosta naloga. Površina pročelij ni ravna, veliko težavo bi pomenilo ustrezno združevanje posameznih modulov OLED po svetilnosti in barvi svetlobe, ki bi jo izsevali. Modulom se jakost svetlobnega toka zmanjšuje različno in neenakomerno. Uravnavanje tega bi morala prevzeti kakovostna regulacijska elektronika. To ni preprosto, ker človeško oko zazna že majhne razlike v kontrastu, ki pa niso odvisne le od svetlosti posameznega vira, temveč tudi od spektralne porazdelitve svetlobe, ki jo ta izseva. Vzdrževanje takega sistema bi bilo zapleteno.

Futuristično so opredeljene tudi rešitve glede trenutno veljavne uredbe o svetlobnem onesnaževanju. Predpostavimo, da bi bilo v prihodnosti na OLED-svetila mogoče preprosto umestiti tankoslojne optične plasti, ki bi preprečevale sevanje svetil nad vodoravnico. Z uredbo določena maksimalna povprečna svetlost pročelij stavb bi bila v takšnih predlogih zelo verjetno presežena, vendar gre v tem

primeru za svetila, ki v uredbi niso obravnavana. Gre za svetila na fasadah in ne za osvetlitev fasad, kar pomeni drugo kategorijo.

Omejitev raziskave pomenijo dvodimenzionalne simulacije, s katerimi ne moremo upoštevati značilnosti "retinalnega vida". Do določene mere bi se lahko te pomanjkljivosti odpravile z uporabo širokokotnih visokoločljivih tridimenzionalnih zaslonov, z očali virtualne resničnosti ali z uporabo mrežničnih projektorjev (Tidwell, et al., 1995). Kljub vsemu nobena tehnologija ne more popolnoma nadomestiti "slikovne realnosti", kot nam jo omogoča človeški vid, ki se je razvijal nekaj milijonov let (Peli, 1995).

Tudi nekakovostna svetila bi lahko vplivala na podobo urbanega prostora. Dejavnik, ki ga v disertaciji ni bilo mogoče obravnavati, je frekvenčno utripanje (angl. *flickering*). To se dogaja tudi pri polprevodniških svetilih, predvsem pri regulaciji jakosti svetlobnega toka. Tega ni mogoče ocenjevati s slikovnimi predlogi osvetlitev. To bi lahko raziskali le z uporabo dejanskih svetil. V raziskavi proučujemo osvetlitve na podlagi bodočih svetil, ki jih povečini sploh še ni na voljo. Predpostavimo, da bi bile v predlaganih bodočih svetilih takšne težave ustrezno rešene s kakovostno krmilno elektroniko.

8.3 Predlogi za nadaljnje raziskave

Pri raziskavi javnega mnenja s spletno anketo so mogoče številne variacije. Mnenje anketiranih bi lahko proučevali tudi ob neposredni primerjavi sedanje osvetlitve z bodočimi. Namesto dveh različnih predlogov osvetlitve bi lahko proučevali tudi dve zelo podobni osvetlitvi, kjer bi spreminjali le eno vrsto umeščenih svetil, preostalih pa ne. V takem primeru bi neposredno raziskovali mnenje o določenem tipu svetil. Prihodnje raziskave bi se lahko osredinile na umestitev samo ene vrste rešitev s polprevodniškimi svetili in na primerjavo njenega vpliva na različnih lokacijah.

Anketirane bi z metodo spletne ankete lahko povabili tudi k sestavljanju po njihovem mnenju najustreznejše bodoče osvetlitve. Nekaj izbranih tipov svetlobnih inštalacij bi anketirani tu po svoji izbiri interaktivno vnašali v sliko izbrane lokacije mesta. S tem bi prešli določene omejitve uporabljene metode, kjer so predlogi osvetlitve že vnaprej določeni. Res pa je, da bi pri tem dobljene rezultate veliko težje vrednotili. Nešteto možnosti je tudi pri raziskavah dinamičnih svetlobnih možnosti bodoče osvetlitve. Te bi bile lahko prav tako izvedene po spletu. Raziskav s spreminjanjem barve svetlobe oziroma jakosti svetlobe je bilo narejenih že nekaj, vendar po naši vednosti niso obravnavale bodočih možnosti umestitve LED- in OLED-svetil.

Ko bo tehnološko izvedljivo, bo mogoče proučevati vplive inovativne umestitve OLED-svetil v pravem urbanem prostoru. Ko bo v prihodnosti med LED- in OLED-svetili prihajalo do večjega prepletanja v njihovem umeščanju in uporabnosti, bi lahko raziskovali tudi primerjavo konkretnih izdelkov na istih lokacijah, pri čemer bi bili nekateri zasnovani na LED-svetilih, drugi pa na OLED-svetilih. Z bodočimi fleksibilnimi svetili OLED, primernimi za uporabo v zunanjih prostorih, pa bo zanimivo raziskovati tudi smiselnost njihovega umeščanja v druge elemente urbanega prostora ter prepletanje njihove splošne in informacijske funkcije.

8.4 Urbanistično oblikovanje osvetlitve in svetila prihodnosti

Namestitev novih tehnologij svetil lahko pripomore k izboljšanju nočne podobe mesta, vendar pa mora biti v skladu z estetskimi načeli urbane osvetlitve, ki izražajo uravnotežen sistem hierarhij in razlik v prostoru (Brandi in Geissmar-Brandi, 2007), ter biti primerna za mestno lokacijo in identiteto mesta.

Urbanistično oblikovanje osvetlitve se bo v prihodnosti soočalo s številnimi izzivi, ki jih prinašajo nove tehnologije svetil. Svetila LED in OLED obljublajo veliko, vendar bo treba pri njihovi inovativni umestitvi tehtno premisliti, kdaj bo ta upravičena in smiselna. Le tako bodo pripomogla k prijetnejši in privlačnejši podobi mesta, kot tudi k funkcionalni, čutni, varnejši, varčnejši ter ljudem in okolju primernejši osvetlitvi mesta. Izjemno pomembna bo uporaba kakovostnih svetlobnih virov in preostalih komponent, ki sestavljajo izbrani svetlobni sistem.

Umestitev bodočih svetil LED in OLED v urbani prostor bi morala poleg upoštevanja njihovih tehničnih značilnosti temeljiti tudi na izsledkih raziskav s številnih drugih področij, ki se tičejo osvetljevanja. Tako fiziologije, biologije, medicine kot tudi ekologije, sociologije, psihologije, urbanističnega oblikovanja oziroma načrtovanja, arhitekture, umetnosti in zgodovine.

Novе kategorije razsvetljave na podlagi polprevodniških svetil bodo prinesle nove možnosti tudi na področju dinamične osvetlitve. Ta se bo prilagajala kratkotrajnim socialno-kulturnim dogodkom in vremenskim razmeram, hkrati pa pripomogla k vabljevemu elementu interaktivnosti. Ob vsem tem je pomembna kakovostna regulacija svetilnosti in delovanja svetil. Področje, ki se hitro razvija, so tudi nove možnosti integracije polprevodniških fotonapetostnih modulov in LED- ter OLED-svetil. Nizkonapetostno delovanje in podobni proizvodni procesi so njihov ključni povezovalni element.

Vendar pa nove možnosti uporabe LED- in OLED-svetil pomenijo veliko povečanje števila novih "aplikacij". To pomeni širitev električne infrastrukture in povečanje števila komponent v svetilih. Posledica tega je lahko večja poraba električne energije in stroškov ter večje onesnaženje okolja. V

bližnji prihodnosti bi bilo nespametno pozabiti na obstoječe tehnologije svetil, ki se prav tako še vedno razvijajo in so glede nekaterih značilnosti primernejše za umestitev v urbani prostor kot polprevodniška tehnologija svetil.

Mogoče je, da se bo razvila še kakšna druga tehnologija svetil, ki se bo izkazala za še primernejšo in učinkovitejšo. Možnosti je veliko predvsem na področju tako imenovanih pametnih materialov. Kako bi bila na primer videti "fosforescenčna svetlobna barva", ki bi jo kar s pleskarskim čopičem nanесли na izbrano površino in bi podnevi učinkovito absorbirala sončno svetlobo, ponoči pa jo brez pomoči električne energije v zadostni jakosti za večje število ur sevala v prostor? Ob tem pa bi bila le malo občutljiva na oksidacijo in poleg vsega še biorazgradljiva.

Uporaba novih svetlobnih tehnologij v urbanem okolju ne more biti trajnostna če ni trajnostno načrtovana, pametno izbrana in premišljeno nameščena. Upoštevanje omenjenega je lahko dobra podlaga za kakovostno osvetlitev za boljše življenje v mestih prihodnosti.

Ne smemo pa pozabiti, da je velikokrat manj tudi več. V določenih urbanih prostorih bi že popolnoma "izgubljena noč", v podobi temnih kotičkov mesta, pripomogla k boljši kakovosti življenja. Hkrati pa bi pomenila tudi povsem nov oblikovalski izziv z urbanistično-arhitekturnega vidika in podobe mesta.

POVZETEK

Nove možnosti umestitve razsvetljave na podlagi polprevodniških virov svetlobe v mestno arhitekturno strukturo oziroma grajeni del mesta ponujajo dodatno funkcionalnost in oblikujejo nove oblikovalske okvire. Takšna prihodnja osvetlitev bo spremenila nočno podobo mest. Glavni namen naše raziskave je bil preučiti, ali bi prihodnje možnosti uporabe LED- in OLED-svetil pri splošni zunanji mestni osvetlitvi pozitivno vplivale na človekovo sprejemanje podobe tako osvetljenega prostora. V ta namen smo izoblikovali ploskovni in detajlni koncept prihodnje osvetlitve in ju slikovno predstavili na petih lokacijah v Ljubljani. Predlogi osvetlitve poleg izpolnjevanja funkcionalnih potreb upoštevajo tudi urbanistični in arhitekturni vidik osvetljevanja. Ob tem iščemo smernice za čim bolj smiselno umestitev LED- in OLED-svetil v mestni prostor. V prvem delu raziskave smo z ocenami afektivne kakovosti slikovnih prikazov predstavili in proučevali temeljna afektivna stanja anketiranih. Kot ogrodje za proučevanje vplivov okolja na čustvene odzive, nam je služil cirkumpleksni model čustvenih stanj (ang. *circumplex model of affect*), ki ga je razvil James A. Russell (1980). Z vprašanji v spletni anketi smo merili stopnjo strinjanja oziroma nestrinjanja anketiranih o »prijetnosti« in pritegnitvi »pozornosti« predlogov osvetlitve. Z dvodimenzionalnim modelom čustvenih stanj in s tema indikatorjema smo sestavili spremenljivko, ki označuje raven vpliva oziroma človekovo doživljanje osvetljenega urbanega prostora. Ugotovitve kažejo, da se anketirani v svojih ocenah o afektivni kakovosti slik predlogov prihodnje osvetlitve v povprečju strinjajo s trditvami o občutku »prijetnosti« in pritegnitvi »pozornosti«. To je opazno pri vseh obravnavanih lokacijah hkrati za obe spremenljivki, razen pri ocenah »prijetnosti« ploskovne osvetlitve in ocenah »pozornosti« detajlne osvetlitve bloka in okolice v Savskem naselju. V teh primerih so bile podane v povprečju neodločene ocene anketiranih. Tu lahko potrdimo vpliv lokacije na izbiro najmanj všečnih prizorov in s tem vpliv na ocene teh predlogov. Tak vpliv zaznamo tudi pri pozitivni oceni obeh osvetlitev pri Trnovskem pristanu. Izkaže se, da je ploskovni koncept anketiranim prijetnejši pri gosteje pozidanih lokacijah v središču mesta, kot je Gosposvetska cesta. Detajlni koncept je glede prijetnosti bolje ocenjen pri lokacijah, ki niso popolnoma v središču mesta in jim bolj ustreza diskretnejša osvetlitev. V drugem delu spletne raziskave primerjamo oba koncepta neposredno na isti lokaciji. Izbira ploskovnega koncepta je značilna pri spremenljivkah vidne orientacije in občutka varnosti za večino lokacij. Le v primeru Trnovskega pristana so glede teh spremenljivk rezultati izbire koncepta približno enaki. Vzrok za to je verjetno na splošno svetlejši in enakomernejši ploskovni koncept. Ocene spremenljivk estetika in primernost potrjujejo njuno precejšnjo korelacijo. Najznačilnejša glede estetike je preferenčna izbira detajlnega koncepta osvetlitve pri lokaciji Trnovski pristan. Ustrezna kombinacija dimenzij koherence, berljivosti, skrivnostnosti in kompleksnosti (Kaplan, 1979) je zelo verjetno vzrok za tako številno izbiro predlagane osvetlitve pri Trnovskem pristanu. Pri Gosposvetski cesti in pri Parku slovenske reformacije je opazno nagnenje anketiranih k izbiri ploskovnega koncepta za vse štiri omenjene spremenljivke, razen svetlobne onesnaženosti. Preferenčno izbiro ploskovnega koncepta

glede estetike in primernosti lahko pri teh dveh lokacijah razložimo z bolj pregledno in razumljivo sliko osvetlitvenih predlogov. Tukaj odobravanje bolj jasne, svetlejša in bolj povezane nočne slike v gosto pozidanem mestnem okolju, kjer ni opaziti veliko ljudi, subjektivno poveča tudi občutek varnosti in vidne orientacije. Sklenemo, da bi inovativna umestitev svetil LED in OLED v urbani prostor lahko pozitivno vplivala na podobo mesta v očeh uporabnikov, vendar mora biti v celoti skladna, dobro premišljena in lokaciji primerna. V raziskavi smo proučevali tudi odvisnost ocen spremenljivk in izbire predlogov osvetlitve od starosti anketiranih oseb in njihove strokovne usmerjenosti. Analiza varianc pokaže statistično značilne razlike pri ocenah spremenljivk "prijetnosti" in "pozornosti" v odnositvi od starosti anketiranih pri večini predlogov osvetlitve. Rezultati kažejo da se po eni strani se z višanjem starosti anketiranih kažejo v povprečju nižje ocene predlogov, po drugi strani pa z njenim višanjem lahko zaznamo večjo naklonjenost anketiranih za diskretnije in manj osvetljene predloge osvetlitve. Tudi pri odvisnosti ocen anketiranih od njihove stroke so rezultati statistično značilni. Anketirani, ki se ukvarjajo z arhitekturo, urbanizmom, oblikovanjem osvetlitve in krajinsko arhitekturo, so omenjene predloge osvetlitve v povprečju ocenili slabše kot preostali anketirani. Vendar pa je to odvisnost mogoče zaznati glede obeh spremenljivk le pri Gosposvetski cesti in Ajdovščini. Primerjalna analiza med bodočima osvetlitvenima konceptoma in trenutnim stanjem s stališča predvidene porabe električne energije je narejena ob koncu. Poraba je največja pri ploskovnem konceptu. K znižanju porabe električne energije bi lahko pripomogli le na detajlnem konceptu temelječi predlogi osvetlitve s pametno regulacijo delovanja polprevodniških virov svetlobe. Naša raziskava prihodnje osvetlitve na podlagi LED- in OLED- virov svetlobe in njenega vpliva na nočno podobo mesta prispeva k teoriji osvetljevanja urbanega prostora s specifičnim interdisciplinarnim pristopom. Ta združuje inovativne tehnične in arhitekturne prvine z raziskavo javnega mnenja, ki izhaja iz teoretskih osnov okoljske psihologije. Z njo želimo poudariti, da je treba pri prehodu na nove tehnologije svetil celostno razmisliti o pomenu osvetlitve mesta in omenjeni prehod izkoristiti tudi za izboljšanje videza mesta.

SUMMARY

The future lighting solutions based on solid-state lighting could be positioned and used in an urban environment in numerous ways and will transform the appearance of cities at night. The main aim of the research was to investigate whether the future possibilities of using LED and OLED luminaires in general outdoor lighting can positively affect people's acceptance of urban space illuminated in such a manner. To this end, we designed a plan concept and a detailed concept of future lighting, and visualised them in a case study of five locations in Ljubljana. They consider not only functional needs, but also urban planning and the architectural aspects of illumination. The underlying aim was to develop guidelines for the reasonable positioning of LED and OLED luminaries in urban spaces. In the first part of the survey, respondents were asked to evaluate their perception of the affective quality of the lighting proposal images. The theoretical framework of Russell's Circumplex Model of Affect (Russell, 1980) served as a basis. This model was used to describe the affective effects of lighting stimuli on people. The dimensions of "pleasantness" and "arousal" of lighting stimuli were used to represent the two-dimensional nature of respondents' core affects. The research illustrates that, on average, in their assessment of the affective quality of graphic representations of future lighting solutions, the respondents agree with the statements on the feelings of "pleasantness" and "arousal". This applies to all locations discussed and to both variables at the same time. The only exceptions are the assessment of the "pleasantness" of the plane lighting solution and the assessment of the "arousal" of the detailed lighting solution of the residential building and its surroundings in Savsko naselje. In both cases, on average, the assessments of the respondents were undecided. This confirms the impact of the location on respondents' selection of their least favourite scenes and thus also on their assessment of the proposals. The same influence was also noted with respect to the positive assessment of both lighting proposals for Trnovski pristan. We also found that the respondents felt that the plane concept was more pleasant when applied to more densely built-up city centre locations such as Gosposvetska cesta. The detailed concepts received better "pleasantness" assessments in locations not strictly in the city centre, which are better suited to more discreet illumination. In the second part of the survey, two concepts were directly compared in light of each of the five preselected Ljubljana locations. We found that in most locations the plane concept was characteristically selected with respect to the "visual orientation" and "feeling of safety" variable. Only in the case of Trnovski pristan were the results of selecting between the concepts for this two variables fairly balanced. The reason most likely lies in the fact that the plane concept is generally brighter and more uniform. The assessment of the "aesthetic" and "appropriateness" variables confirm their fair degree of correlation. The aesthetic variable is most pronounced in the respondents' preference for the detailed lighting concept for the Trnovski pristan. An appropriate combination of the dimensions of coherence, legibility, mystery and complexity (Kaplan, 1979) is the most likely explanation for the overwhelmingly positive reception of the proposed lighting for that location. At the Gosposvetska

cesta and Park slovenske reformacije locations, a tendency towards the plane concept can be seen for all the variables, except the light pollution. The selection of plane concepts regarding the aesthetics and location appropriateness can be explained through the more surveyable and comprehensible overall image of this concept at these locations. Here the approbation of a clear, brighter and joint nocturnal image in a dense city environment, where not many people appear to be present, subjectively increases also the feeling of safety and visual orientation. We conclude that LED and OLED-lighting could affect the future image of urban spaces positively if planned thoughtfully, conceptually well-founded and considering the character of the specific location. The age and type of education (professional occupation) dependencies of the respondents on their assessment were also investigated in the research. Analysis of variance indicates significant age dependent differences for the assessment of "pleasantness" and "arousal" variables for most lighting proposals. Results show evident decrease in the assessment for both variables with the increase of the respondents' age. At the same time the increase in preference for more discreet and less illuminated lighting proposals is observed with the increase of the respondents' age. Results show that the respondents by profession of architecture, urbanism, lighting design and landscape architecture appreciate the proposals less than the other respondents. This effect is however significant for both variables of "pleasantness" and "arousal" only at Gosposvetska cesta and at Ajdovščina locations. The electrical energy consumption comparison of outdoor lighting between the future concepts and the current situation was also performed. More electrical energy would be consumed at the plane concept than at the detailed concept lighting proposals. Only selected, mostly detailed concept based, future proposals could however contribute to lowering the electrical energy consumption in comparison with the current situation. The well considered and qualitative regulating electronics should be in any case applied. Our research of future LED- and OLED-based lighting and its impact on the appearance of a city at night contributes to the theory of illuminating urban spaces through its specific interdisciplinary approach. This approach combines innovative technical and architectural aspects with a public opinion survey based on the theoretical foundations of environmental psychology. The research emphasises the need to take a more comprehensive approach to the significance of illuminating cities when adopting new technologies and taking advantage of any such transition to improve the appearance of the city.

VIRI

- Ab. Jalil, N., Yunus, R. M., Said., N. S. 2012. Environmental colour impact upon human behaviour: A review. V: Abbas, M. Y., Bajunid, A. F. I., Azhari, N. F. N. (ur.): Proceedings of Asia Pacific Conference on Environment-Behaviour Studies. Farmagusta, Procedia – Social and Behavioral Sciences, str. 54–62.
- Adrian, W., Jobanputra, R. 2005. Influence of Pavement Reflectance on Lighting for Parking Lots. PCA R&D Serial No. 2458. Skokie, Portland Cement Association.
<http://www.secement.org/PDFs/SN2458.pdf> (Pridobljeno 17. 11. 2012)
- Alcott, B. 2005. Jevon's paradox. Zürich. Elsevier, Ecological Economics 54, 1: 9–21.
doi:10.1016/j.ecolecon.2005.03.020
- Antončič, S., Bizjak, M., Eršte, S., Kotnik, M., Mlakar, F., Muhič, L., Neumüller, S., Planinšek, V., Podlipnik, P., Orgulan, A., Ogrinc, E. (ur), 1998. Svetlobnotehniški slovar - Seznam slovenskih izrazov. Maribor, Slovensko društvo za razsvetljavo: 28 str.
- Bačlija, I. 2011. Urbani menedžment v evropskem kontekstu. Urbani izziv 22, 2: 64–74.
doi: 10.5379/urbani-izziv-2011-22-02-006
- Bajec et al. 1994. Slovar slovenskega knjižnega jezika. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 196 str.
- Bandur, S. 2012. Podhod Ajdovščina – kronično pozabljeno podzemlje. Delo (12. jan. 2012) 54, 10.
- Bean, R. 2004. Lighting: Interior and exterior. Oxford, Architectural Press: str. 5 in str. 6.
- Bechtel, B., Churchman, A. 2002. Handbook of Environmental Psychology. John Wiley & Sons, Inc. New York; poglavje Bonnes, M., Bonaiuto, M. Chapter 3: From Spatial-Physical Environment to Sustainable Development: 29 str.
- Bedard, B. M. 2008. Is Core Affect a Natural Kind? Philosophy Theses. Paper 42. Department of Philosophy. Georgia State University: str. 4, 9.
http://digitalarchive.gsu.edu/philosophy_theses/42/ (Pridobljeno 22. 10. 2012.)
- Behnisch, S. 2010. Active intelligent façade design. Professional Lighting Design, No. 72 Jun/Jul 2010. Guetersloh, Via-Verlag: 56 str.

Bergemann, K. J., Krasny, R. , Forrest, S. R. 2012. Thermal properties of organic light-emitting diodes. *Organic Electronics* 13, 9: 1565–1568.

doi: 10.1016/j.orgel.2012.05.004

Berkowitz, L. 2000. *Causes and Consequences of Feelings*. Cambridge, Maison des Sciences de l'Homme and Cambridge University Press: str. 11–15.

Berzelak, N. 2010. Nekaj priporočil za pripravo in izvedbo spletnih anket. Delavnica Spletno anketiranje. Univerza v Ljubljani, FDV, Katedra za informatiko in metodologijo.

Bierman, A. 2012. Will switching to LED outdoor lighting increase sky glow? *Lighting Research and Technology* 44, 4: 449–458.

doi: 10.1177/1477153512437147

Bizjak, I. 2012. Izboljšanje javne participacije pri prostorskem načrtovanju s pomočjo orodij spleta 2.0. *Urbani izziv* 23, 1: 36–48.

doi: 10.5379/urbani-izziv-2012-23-01-004

Boyce, P. R. 2003. *Human factors in lighting*, Second Edition. London, Taylor & Francis: str. 27, 95, 340, 342, 395, 402, 425, 494.

Boyce, P. R. 2009. The impact of light in buildings on human health. 2nd International Conference on Sustainable Healthy Buildings; Seoul, Korea. 9 October 2009: str. 1-22.

Bradley, M. M., Lang, P. J. 1994. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry* 25, 1: 49–59.

doi: 10.1016/0005-7916(94)90063-9

Brainard, G. C, Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., Rollag, M. D. 2001. Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor. *The Journal of Neuroscience*, 21: 6405–5412.

Brajovic, V. 2004. Brightness Perception, Dynamic Range and Noise: a Unifying Model for Adaptive Image Sensors. Carnegie Mellon University. Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer vision and Pattern Recognition (CVPR'04).

Brandi, U., Geissmar-Brandi, C. 2007. Light for Cities, Lighting Design for Urban Spaces, A Handbook. Hamburg, Birkhäuser: str. 6, 35, 45, 132, 150, 161, 162.

Bronckers, X.J. 2009. The effects of coloured light on atmosphere perception. Master Thesis. Eindhoven University of Technology, Department of Technology Management, November 2009. 0599868.

Bullough, J. D., Gu, Y., Narendran, N., Taylor, J. 2005. LED Life for General Lighting: Definition of Life. ASSIST recommends. Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute. New York. Volume 1, Issue 1.

Burton, E., Mitchell, L. 2006. Inclusive Urban Design: Streets for Life. Oxford, Elsevier Ltd: str. 5, 25, 26, 128.

Capó-Aponte et al. 2009. Chapter 10: Visual Perception and Cognitive Performance. V: Rash, C. E. (ur.), Russo, M. B. (ur.), Letowski, T. R. (ur.), Schmeisser, E. T. (ur.). Helmet-Mounted Displays: Sensation, Perception and Cognition Issues. U.S. Army Aeromedical Research laboratory, Fort Rucker, Alabama. 2009: str. 335.

Carmona, M., Heath, T., Oc, T., Tiesdell, S. 2003. Public places – urban spaces: the dimensions of urban design. Oxford, Architectural Press: str. 2, 6, 7.

Casciani, D., Rossi, M. 2012. ELSE, Experience of lighting sustainability in the environment. Prispevek predstavljen na konferenci Cumulus Conference Northern World Mandate – Towards Open and Participative Cities. 24–26 May 2012, Helsinki. Tipkopsis.

Chiang, C., Winscom, C., Bull, S., Monkman, A. 2009. Mechanical modeling of flexible OLED devices. Organic Electronics 10, 7: 1268–1274.

doi: 10.1016/j.orgel.2009.07.003

Davoudian, N., Fotios, S. 2009. The Impact of Spatial Characteristics of Background Lighting on the Visual Saliency of Urban Objects. Lux Europa, 11th European Lighting Conference, Istanbul, 9–11 September 2009: str. 1121-1126.

<http://lightingresearch.group.shef.ac.uk/conspicuity-of-urban-objects.html> (Pridobljeno 17. 8. 2011.)

Dermatas, P. 2007. History of Artificial light and Sociopolitical aspects of it, in Western civilization. M. Sc. Thesis, Stockholm, KTH Royal Institute of Technology, School of Technology and Health, Architectural Lighting Design.

De Young, R. 2013. Environmental psychology overview. V: Klein, S. R. (ur.), Huffman, A. H. (ur.). Green Organizations: Driving Change with IO Psychology. New York: Routledge: str. 17-33.

Duncan, S., Barrett, L. F. 2007. Affect is a form of cognition: A neurobiological analysis. *Cognition and Emotion* 21, 6: 1184–1211.

doi: 10.1080/02699930701437931

Eastman, R. 2010. The City after Dark – Who are we Lighting for? *Lighting Journal*, October 2010. *Feria Urbanism*: str. 39 in str. 40.

Falchi, F., Cinzano, P., Elvidge, C. D., Keith, D. M., Haim, A. 2011. Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. *Journal of Environmental Management* 92, 10: 2714 – 2722.

doi: 10.1016/j.jenvman.2011.06.029

Feguš, M. M. 1997. Argentinski park v Ljubljani. *Revija SRP* 5, Št. 21/22: 140-148.

Field, A. 2005. *Discovering Statistics Using SPSS, Second Edition*. SAGE Publications Ltd. London: str: 7, 9, 10, 12, 13, 52, 93 in str. 131.

Flynn, J., Spencer, T. J., Martyniuk, O., & Hendrick, C. 1973. Interim Study of Procedures for Investigating the Effect of Light on Impression and Behavior. *Journal of the Illuminating Engineering Society* 3, 1: 87–94.

doi: 10.1080/00994480.1973.10732231

Flynn, J. E., Hendrick, C., Spencer, T., Martyniuk, O. 1979. A Guide to Methodology Procedures for Measuring Subjective Impressions in Lighting. *Journal of the Illuminating Engineering Society* 8, 2: 95–110.

doi: 10.1080/00994480.1979.10748577

Gardner, C. 2006. The use and misuse of coloured light in the urban environment. *Optics & Laser Technology* 38, 4–6: 366–376.

doi: 10.1016/j.optlastec.2005.06.022

Gibson, J. J. 1971. The information available in pictures. *Leonardo* 4, 1: 27–35.

doi: 10.2307/1572228

Gil-de-Castro, A., Moreno-Munoz, A., Larsson, A., de la Rosa, J., Bollen, M. 2013. LED street lighting: A power quality comparison among street light technologies. *Lighting Research and Technology* 45, 6: 710-728.

doi: 10.1177/1477153512450866

Goodland, R. 1995. The concept of environmental sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26: 1–24.

doi: 10.1146/annurev.es.26.110195.000245

Grabar, J. K., Černe T. 2010. Knjižne novice in simpoziji. Udeležba predstavnikov Zveze geodetov Slovenije na okrogli mizi "Strokovne podlage v regionalnem in prostorskem planiranju". FF, UL, 11.11.2010, *Geodetski vestnik* 54, 4: 752–755.

Grover, R., Srivastava, R., Omwati, R., Mehta, D. S., Kamalasanan, M. N. 2011. New organic thin-film encapsulation for organic light emitting diodes. *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences* 1, 2: 23–28.

doi: 10.4236/jeas.2011.11003

Hall, R. N., Fenner, G. E., Kingsley, J. D., Soltys, T. J., Carlson, R. O. Coherent Light emission From GaAs Junction. *Physical Review Letters* 9, 9: 366–369.

doi: 10.1103/PhysRevLett.9.366

Halonen, L. 2011. CIE and Mesopic Photometry. Aalto University, Department of Electronics, Lighting Unit, Espoo, Finland. CIE 27th Session, Sun City/ZA: 1 str.

Hawkes, J. 2001. The fourth pillar of sustainability: culture's essential role in public planning.

Victoria, Jon Hawkes and the Cultural Development Network (Vic): str. 11–14.

Hendy, I. 2011. Speculative thinking about the future of LED and OLED lighting industries. Ian Hendy Presentation. Display, Hightech & Medical Imaging Strategy, September 2011. Hendy Consulting Ltd, London, UK.

<http://www.hendyconsulting.com/downloads/OLED%20and%20LED%20lighting%20scenarios%20Sep%202011%20HCL.pdf> (Pridobljeno 14. 11. 2011.)

- Henningsson, B. 2004. Design your questions right. Statistiska centralbyrån, Statistics Sweden. 2004
- Hohl-Abi Chedid, A. 2012. LED Show pre-conference workshop, Philips Lighting.
<http://ledsmagazine.com/news/9/7/21?cmpid=EnLEDsAugust12012> (Pridobljeno 15. 10. 2012.)
- Holonyak, N. Jr, Bevacqua, S. F. 1962. Coherent (visible) light emission from Ga(As_{1-x}P_x) junctions. *Applied Physics Letters* 1 (4): str. 82–83.
doi: 10.1063/1.1753706
- Joels, D. 2006. Lighting design for urban spaces: connecting light qualities and urban planning concepts. M. Sc. Thesis, Stockholm, KTH Royal Institute of Technology, School of Technology and Health, *Architectural Lighting Design*: str. 7, 8, 29, 66, 87.
- Johansson, M., Rosén, M., Küller, R. 2011. Individual factors influencing the assessment of the outdoor lighting of an urban footpath. *Lighting Research and Technology* 43, 1: 31–43.
doi: 10.1177/1477153510370757
- Johansson, M., Pedersen, E., Maleetipwan-Mattson, P., Kuhn, L., Laike, T. 2013. Perceived outdoor lighting quality (POLQ): A lighting assessment tool. *Journal of Environmental Psychology*.
doi: 10.1016/j.jenvp.2013.12.002
- Juntunen, E., Tetri, E., Tapaninen, O., Yrjänä, S., Kondratyev, V., Sitomaniemi, A., Siirtola, H., Sarjanoja, E. M., Aikio, J., Heikkinen, V. 2013. A smart LED luminaire for energy savings in pedestrian road lighting. *Lighting Research and Technology*, prvič objavljen 7. novembra 2013.
doi: 10.1177/1477153513510015
- Kališnik, M. (ur.), Klun, B. (ur.), Legan, M., Radšel-Medvešček, Sever-Jurca, D., Sket, D. (ur.) 2012. Slovenski medicinski slovar. Kamnik, Amebis, d.o.o.
<http://www.termania.net/slovarji/slovenski-medicinski-slovar> (Pridobljeno 11.12.2011).
- Kaplan, S. 1979. Perceptions and Landscape: Conceptions and Misconceptions. V: Elsner, G. H., Smardon, R. C. (ur.): *Proceedings of Our national landscape*, str. 241–248. Incline Village, United States Department of Agriculture.
- Kastelic, J., Novljan, T., Vodopivec, A. 2012. Učinek sence pri snovanju, zaznavanju in doživljanju arhitekturnega prostora. *AR arhitektura, raziskave* 2–3: 18–27.

Kates, R. W., Parris, T. M., Leiserowitz, A. A. 2005. What is Sustainable Development: Goals, Indicators, Values, and Practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 47, 3: 8–21.

doi:10.1080/00139157.2005.10524444

Kennedy, J. M. 1974. *A psychology of picture perception*. San Francisco, Jossey-Bass Publishers.

Kennedy, S. 2005. Escaping the bulb culture: the future of LEDs in architectural illumination. *LEDs Magazine*, 2, 4: str. 13–15.

Kobav, M. B., Bizjak, G. 2010. Problematika Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja. 10. slovenski kongres o cestah in prometu. Portorož, 20. – 22. oktobra 2010: str. 1036–1041. Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, Ljubljana.

Koenderink, J. J., Richards, W. A. 1992. Why is snow so bright? *Journal of the Optical Society of America A* 9, 5: 643–648.

doi: 10.1364/JOSAA.9.000643

Koselj, N. 1995. Arhitektura 60-ih let v Sloveniji. *Revija AB Magazine*. Št. 128–139, december 1995.

Koselj, N. 2013. *Arhitekt Danilo Fürst*. Celje, Celjska Mohorjeva družba.

Košak, K., Orlač, D., Kovač, M. 2000. Osvetlitvena študija centra Ljubljane, MOL 2000, Ambientalna osvetlitev mest. V: predstavitev Košak K. na konferenci Razsvetljava 2008 in Balkan Light 2008. 7. – 10. oktober 2008, Ljubljana.

<http://www.balkanlight.eu/pdf/39.pdf> (Pridobljeno 2. 10. 2009).

Košak, K. 2008. Decorative City Lighting and the new Slovenian Light Pollution Law. Zbornik, Razsvetljava 2008 in Balkan Light 2008. 7. – 10. oktober 2008, Ljubljana. Slovensko društvo za razsvetljava / SDR (Maribor). Založniško tiskarska dejavnost Univerze v Mariboru, Maribor, R-46: str. 355–358.

Novljan, T. 2009. LED arhitektura. Zbornik, Mednarodno posvetovanje Razsvetljava 2009. 5. – 6. november 2009, Rovinj. Slovensko društvo za razsvetljava in Hrvatsko društvo za rasvjetu. Založniško tiskarska dejavnost Univerze v Mariboru, Maribor, R-1: str. 1–6.

Košmelj, K. 2007. Uporabna statistika. Druga dopolnjena izdaja. Biotehniška fakulteta. Ljubljana 2007: 48 str.

Kuhn, L., Johansson, M., Laike, T., Govén, T. 2013. Residents' perceptions following retrofitting of residential area outdoor lighting with LEDs. *Lighting Research and Technology* 45, 5: 568–584. doi: 10.1177/1477153512464968

Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., Tonello, G. 2006: The impact of light and colour on psychological mood: A cross-cultural study of indoor work environments. *Ergonomics* 49, 14: 1496–1507. doi: 10.1080/00140130600858142

Late at Night: The Latest Science. Solid-State Lighting Program. Energy Efficiency & Renewable Energy, SSL Whitepaper, November 2010.

Lee, J., Hofmann, S., Furno, M., Thomschke, M., Kim, Y. H., Lüssem, B., Leo, K. 2011. Systematic investigation of transparent organic light-emitting diodes depending on top metal electrode thickness. *Organic Electronics* 12, 8: 1383–1388. doi: 10.1016/j.orgel.2011.05.006

Legge, G. E., Yu, D., Kallie, C. S., Bochsler, T. M., Gage, R. 2010. Visual accessibility of ramps and steps. *Journal of Vision* 10, 11: 1–19. doi: 10.1167/10.11.8

Lestan, J. Ž. 2010. Arboristična preiskava Plečnikovih vrb v Trnovskem pristanu v Ljubljani. Dipl. naloga, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Lewin, I. 2001. Lumen Effectiveness Multipliers for Outdoor Lighting Design. *Journal of the Illuminating Engineering Society* 30, 2: 40–52. doi:10.1080/00994480.2001.10748352

Liljefors, A. 1999. Lighting – visually and physically. Stockholm, Lighting Department KTH.

Loeffler, M. 2002. Sustainable Design – Getting the Green Light. *Architectural Lighting Magazine*, January/February 2002.

Lynch, K. 2010. Podoba mesta (The Image of the City). Prevod izvirnika: Peklenik, M. Novo mesto, Založba Goga: str. 4, 22, 23, 119, 132–135.

- Lyons, L., 2012. LED-based products must meet photobiological safety standards: part 3. *LEDs Magazine* 9, 2: 63 str.
- Macknik, S. L., Martinez-Conde, S. 2010. Vision: Temporal factors. V: Goldstein, E. B. (ur.). *Encyclopedia of Perception*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.: 1060 str.
- Madanipour, A. 1996. *Design of Urban Space: An inquiry into a socio-spatial process*. Chichester, John Wiley & Sons.
- Mao, G., Miles, M. 2010. LED driver lifetime and reliability hold the key to success in LED lighting projects. *LEDs Magazine* 7, 10: 33–37.
- Marjukka, E. (ur.), Halonen, L. (ur.), 2005. MOVE - Mesopic Optimisation of Visual Efficiency. Performance based model for mesopic photometry. Report nro 35. Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory, Espoo, Finland.
- Mayhoub, M. S., Carter, D. J. 2011. Hybrid lighting systems: Performance and design. *Lighting Research and Technology* 44, 3: 261–276.
doi: 10.1177/1477153511416324
- McKinsey & Company, 2012. *Lighting the way: Perspectives on the global lighting market*. Baumgartner, T. (ur.), Wunderlich, F. (ur.), Jaunich, A. (ur.), Sato, T. (ur.), Bundy, G. (ur.), Griebmann, N. (ur.), Kowalski, J. (ur.), Burghardt, S. (ur.), Hanebrink, J. (ur.). McKinsey & Company, Inc., München.
- Mehrabian, A., Russell, J. A. 1974. *An approach to environmental psychology*. Cambridge, MIT Press: str. 18–20.
- Milivojević, Z. 2008. Emocije. Razumevanje čustev v psihoterapiji. Prevod (Ravnik, I. M., Ravnik, S.). Psihopolis Institut, Novi Sad: str. 17, 18, 22, 30.
- Molony, R. 2010. Designers on the edge of a new epoch. *Lutron/PLDA Conference on Lighting Design*. Report. *Lighting Magazine*, May 2010: 40-44.
- Müllen, K., Scherf, U. 2006. *Organic Light Emitting Devices: Synthesis, Properties and Applications*. Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: XIII str.

Naoyuki, O. 2007. Preferred Combinations between Illuminance and Color Temperature in several Settings for daily Living Activities. Kyushu University: str. 1–4.

Narboni, R. 2004. Lighting the Landscape. Art Design Technologies. Basel, Birkäuser – Publishers for Architecture: str. 12, 32, 41, 43.

Nathan, M. I., Dumke, W. P., Burns, G., Dill, F. H., Lasher, G. Stimulated emission of radiation from GaAs p-n junctions. Applied Physics Letters 1, 3: 62-63.

doi: 10.1063/1.1777371

Neumann, A., Wierer, J. J., Jr., Davis, W., Ohno, Y., Brueck, S. R. J., Tsao, J. Y. 2011. Four-color laser white illuminant demonstrating high color-rendering quality. Optics Express 19, S4: A982–A990.

doi: 10.1364/OE.19.00A982

Nikšič, M. 2005. Javni prostor in podoba mesta. Robovi javnih odprtih prostorov mesta in formiranje vizualne podobe. Ljubljana, Urbani izziv. Letnik 14, št. 2/03.

Novljan, T. 2008. Svetlobno degradirani arhitekturni ambientni. AR Arhitektura, raziskave 2: 86–91.

Novljan, T. 2009. LED arhitektura. Zbornik, Slovensko Društvo za Razsvetljavo. Rovinj, 18. mednarodno posvetovanje Razsvetljava 2009: str. 1–6.

Parandian, A., Rip, A. 2013. Scenarios to explore the futures of the emerging technology of organic and large area electronics. European Journal of Futures Research 15, 9: 1–18.

doi 10.1007/s40309-013-0009-2

Peli, E., 1995. Real Vision & Virtual Reality. Optics and Photonics News 6, 7: 28–34.

doi: 10.1364/OPN.6.7.000028

Petty, M. M. 2007. Light and the Urban Nightscape. Architectural Lighting Magazine, Web Edition. January 31, 2007.

<http://www.archlighting.com/industry-news.asp?articleID=446304§ionID=0> (Pridobljeno 27. 1. 2010.)

PLDA - Professional Lighting Designers' Association, revised statutes. March, 2011.

<http://www.pld-a.org> (Pridobljeno 7. 4. 2012.)

Podnar, F., 1994. Ob stoletnici prve električne razsvetljave na Slovenskem. Loški razgledi, letnik 41. Digitalna knjižnica Slovenije;

www.dlib.si (Pridobljeno 27. 6. 2011.)

Pogačnik, A., 1999. Urbanistično planiranje. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Tiskarna Ljubljana d.d.: str. 2–3.

Posner, J., Russell, J. A., Peterson, B. S. 2005. The circumplex model of affect: An integrative approach to effective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. Cambridge, Development of Psychopathology 17: 715–734.

doi: 10.1017/S0954579405050340

Poulsen, E. S. Andersen, H. J, Jensen, O. B, 2011. Full Scale Experiment with Interactive Urban Lighting. Dept. Of Architecture, Design & Media Technology, Aalborg University. Denmark.

Pritchard, D. C. 1995. Lighting, Fifth Edition. Essex, Longman Scientific & Technical.

Prosenc., D. M., Potočnik, T. 2011. Konsertavtorski načrt za prenovu Aškerčeva, Tivolska, Slovenska (OPPN 106 – Kolizej) v Ljubljani. Projektna naloga. September 2011.

Proshansky, H. M., Ittelson, W. H., Rivlin, L. G. 1970. Environmental Psychology: Man and His Physical Setting. New York, Holt, Rinehart and Winston, 5 str.

Rankel, S. 2011. LED svetila v urbanem prostoru. Pomen poznavanja tehnologije ter interdisciplinarno načrtovanje urbane osvetlitve za trajnostno implementacijo. Posvetovanje 2011. 20. mednarodno posvetovanje Razsvetljava 2011. Nova Gorica, oktober 2011.

Rea, M. S. 2000. The IESNA Lighting Handbook, 9th Edition. New York, Illuminating Engineering Society of North America.

Rea, M. S., Bullough, J. D., Freyssinier-Nova, J. P., Bierman, A. 2004. A proposed unified system of photometry. Lighting Research and Technology 36, 2: 85–111.

doi: 10.1191/1365782804li114oa

Rea, M. S., Freysinnier, J. P. 2009. Outdoor Lighting: Visual Efficacy. ASSIST recommends. Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute. New York. Volume 6, Issue 2.

Rea, M. S., Smith, A., Bierman, A., Figueiro, M. G. 2010. The potential of outdoor lighting for stimulating the human circadian system. New York, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy. May 13, 2010.

Ritter, J. 2012. PLDA Magazine, About saving and change. Verlag für Innovationen in der Architektur. Feb/Mar 2012 issue: 4 str.

Russell, J. A. 1980. A Circumplex Model of Affect. *Journal of Personality and Social Psychology* 39, 6: 1161–1178.

doi:10.1037/h0077714

Russell, J. A. 2003. Core Affect and the Psychological Construction of Emotion. *Psychological Review* 110, 1: 145–172.

doi: 10.1037/0033-295X.110.1.145

Russell, J. A. 2009. Emotion, core affect, and psychological construction. *Cognition and Emotion* 23, 7: 1259–1283.

doi: 10.1080/0269993090280937

Sašek Divjak, M. 2008. Urbanistično načrtovanje strateškega prostorskega razvoja Ljubljane. *Urbani izziv* 19, 1: 11–24.

doi: 10.5379/urbani-izziv-2008-19-01-002

Schmidt, J. A., Töllner, M. (ur) 2006. *Stadtlicht, Lichtkonzepte für die Stadgestaltung*. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag: str. 6, 14, 15, 37, 128, 129.

Schwamb, P., Reusch, T. C. G., Brabec, J. 2013. Passive cooling of large-area organic light-emitting diodes. *Organic Electronics* 14, 8: 1939–1945.

doi: 10.1016/j.orgel.2013.04.023

Slawinski, M., Wingarten, M., Heuken, M., Vescan, A., Kalisch, H. 2013. Investigation of large-area OLED devices with various grid geometries. *Organic Electronics* 14, 10: 2387–2391.

doi: 10.1016/j.orgel.2013.06.003

Stanič, I. 2008. Kratek pogled v zgodovino prostorskega načrtovanja Ljubljane v 20. stoletju. *Glasilo MOL, številka 2, letnik XIII. Predstavitev novega Prostorskega načrta MOL*: str. 60–62.

Stanten, C. 2006. *Light Zone City, Light Planning in the Urban Context*. Amsterdam, Birkhäuser: 7 str.

Sun, C. C., Lo, Y. C., Tsai, C. C., Lee, X. H., Chien, W. T. 2012. Anti-glare LED projection lamp based on an optical design with a confocal double-reflector. *Optics Communications* 285, 21–22: 4207–4210.

doi: 10.1016/j.optcom.2012.07.025

Svetlobno onesnaženje in energetsko učinkovita zunanja razsvetljava, 2009. Ljubljana, Društvo Temno nebo Slovenije.

Španinger, K., Fink, M. 2007. Cirkadialni ritem in kronomedicina. *Farmaceutski vestnik*, Marec 2007, letnik 58: 3 str.

Taghvaei, M., Varesi, H. R., Doreki, A. 2011. Analyzing the role of lighting in development of urban tourism. The case study: Isfahan. *Urban – Regional Studies and Research Journal*. No. 8, Spring 2011.

Thapan, K., Arendt, J., Skene, D. J. 2001. An action spectrum for melatonin suppression: Evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans. *The Journal of Physiology*, 535: 261–267. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00261

Tidwell, M., Johnston R. S., Melville D., Furness T. A. 1995. The Virtual Retinal Display – A Retinal Scanning Imaging System. In *Proceedings of Virtual Reality World '95*. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington, Seattle: str. 325–333.

Tsao, J. Y., Saunders, H. D., Creighton, J. R., Coltrin, M. E., Simmons, J. A. 2010. Solid-state lighting: an energy-economics perspective. *Journal of Physics D: Applied Physics* 43, 35: 1–17. doi: 10.1088/0022-3727/43/35/354001

Turk, M. 2005. Problematika terminologije v prostorsko načrtovalski stroki. Dipl. naloga, Univerza v Ljubljani, UL FGG, Oddelek za geodezijo, Prostorska informatika: str. 4, 50, 51.

Ünver, A. 2009. People's experience of Urban Lighting in Public Space. M. Sc. Thesis, Ankara, Middle East Technical University, City and Regional Planning.

Veitch, J. A., Newsham, G. R. 1996. *Determinants of Lighting Quality II: Research and Recommendations*. Toronto, National Research Council of Canada.

Veitch, J. A. 2001. Psychological processes influencing lighting quality. *Journal of the Illuminating Engineering Society* 30, 1: 124–140.

doi: 10.1080/00994480.2001.10748341

Wang, J., Chopra, N. 2013. Solution-based processes enhance organic light-emitting diode stacks. *SPIE Newsroom* (23. jul. 2013).

doi: 10.1117/2.1201307.005007

Ylinen, A., Puolakka, M., Halonen, L. 2010. Impact of mesopic design on outdoor lighting energy efficiency. In: *Proceedings of the CIE Conference on Lighting Quality & Energy Efficiency (CIE 2010)*. Dunaj, Avstrija. 14-17 marec 2010. 6 strani.

Zaidi, F. H., Hull, J. T., Peirson S. N., et al. 2007. Short-wavelength light sensitivity of circadian, pupillary, and visual awareness in humans lacking an outer retina. *Current Biology* 17, 24: 2122–2128.

doi: 10.1016/j.cub.2007.11.034

Zajonc, A. 1995. *Catching the Light, The Entwined History of Light and Mind*. Oxford University Press. Oxford, USA.

Zheludev, N. 2007. The life and times of the LED – a 100-year history. *Nature Photonics* 1: 189 – 192.

doi:10.1038/nphoton.2007.34

Železnikar, I. 1975. *Urbanistični terminološki slovar: poskus interdisciplinarne obdelave: gradivo za javno razpravo*. Ljubljana, Urbanistični institut SR Slovenije.

Uredbe in Zakoni

Odlok o razglasitvi spomenikov naravne in kulturne dediščine na območju občine Ljubljana Center med Aškerčevo, Tivolsko in Slovensko cesto, Uradni list RS, št. 60/1993 z dne 29. 10. 1993.

Odlok o razglasitvi Hribarjeve hiše v Ljubljani, Tavčarjeva 2 za kulturni spomenik lokalnega pomena, Uradni list RS, št. 92/2007 z dne 10. 10. 2007.

Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja, Uradni list RS, št. 81/2007 z dne 7. 9. 2007.

Uredba o spremembah in dopolnitvi Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja, Uradni list RS, št. 62/2010 z dne 30. 7. 2010.

Zakon o Varstvu Kulturne Dediščine (ZVKD-1).Uradni list RS, št. 16/2008 z dne 15. 2. 2008.

Zakon o Varstvu Okolja – ZVO-1

Zakon o Urejanju Prostora - ZuREP

Ostali Viri

Mestna občina Ljubljana, Oddelek za urejanje prostora.

Zapiski s predavanj, Master of Architectural Lighting Design, KTH, Stockholm; 2007.

Javna razsvetljava, Ljubljana.

Karte - Urbinfo.

<https://urbanizem.ljubljana.si/> oziroma <http://urbinfo.gis.ljubljana.si/>

Survey Monkey.

<http://www.surveymonkey.com>

StatCounter Global Stats.

<http://gs.statcounter.com/>

Arhitekturni vodnik.

<http://www.arhitekturni-vodnik.org>

"Ta stran je namenoma prazna."

PRILOGA A: ANKETNI VPRAŠALNIK

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Pozdravljeni!

Z anketo raziskujem vaše občutke ob prikazu predlogov različnih konceptov osvetlitve, temelječe na bodoči umestitvi LED- in OLED-svetil v mestni prostor. Predlogi so narejeni na izbranih lokacijah v Ljubljani.

Vaše mnenje je zelo pomembno in bo v pomoč pri iskanju najoptimalnejše smeri za boljšo urbano osvetlitev v bližnji prihodnosti. Vaši odgovori so anonimni in bodo uporabljeni izključno za mojo disertacijo. Anketa vam bo vzela približno 10 zanimivih minut.

Lepa hvala za sodelovanje,

Simon Rankel

Prilagojeno ločljivosti širine 1280 pik in brskalnikoma Mozilla Firefox in Google Chrome.

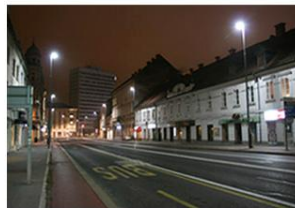
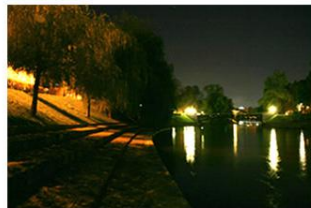
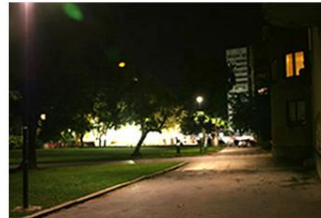
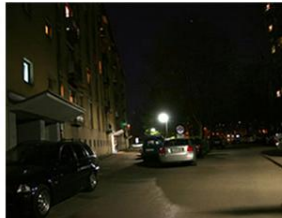
1 / 22

Naprej

[Uporabljena tehnologija SurveyMonkey](#)

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Slike današnje nočne Ljubljane



Ste že kdaj razmišljali o nočni podobi mesta Ljubljane?

- Da.
 Ne.

2 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Sledijo prikazi konceptov bodoče osvetlitve.

Na levi strani bo prikazana slika posameznega koncepta. Prosim vas, da na desni s pomočjo vprašalnika z vrednostmi od 1 do 5:

- 1 - se sploh ne strinjam,
- 2 - se ne strinjam,
- 3 - neodločen/a,
- 4 - se strinjam,
- 5 - se povsem strinjam,

označite stopnjo strinjanja s podanimi trditvami.

Trditve se nanašajo na občutke, ki se vam porajajo ob pogledu na izbrano sliko.
Poskusite si predstavljati, da se nahajate v prikazanem prostoru.

3 / 22

[Uporabljena tehnologija SurveyMonkey](#)

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Gospodsvetska cesta



Glede na sliko menim, da...

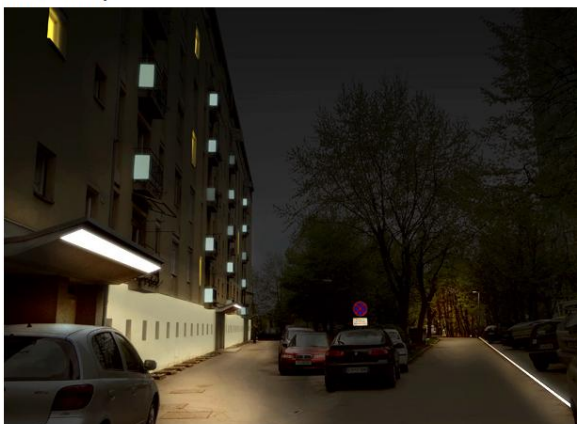
	se sploh ne strinjam	1	2	3	4	5	se povsem strinjam
so talne površine primerno osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bi tako osvetljen prostor pritegnil mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
osvetlitev dobro prikazuje arhitekturo in pročelja hiš.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bi se v tako osvetljeni ulici počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4 / 22

[Uporabljena tehnologija SurveyMonkey](#)

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Savsko naselje



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam	1	2	3	4	5	se povsem strinjam
bi se v tako osvetljenem naselju počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
so talne površine dovolj osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
je blok z vhodi primerno osvetljen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bi takšna osvetlitev naselja pritegnila mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Trnovski pristan



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam	1	2	3	4	5	se povsem strinjam
je osvetlitev obrežja in mostu primerna.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bi tako osvetljen prostor pritegnil mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bi se v tako osvetljenem prostoru počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
so talne površine dovolj osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

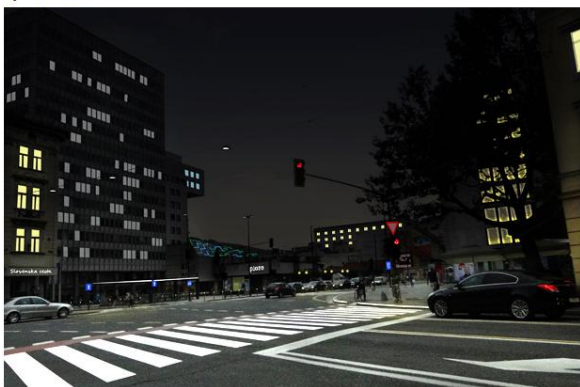
6 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Ajdovščina



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam				se povsem strinjam	
	1	2	3	4	5	
bi s v tem prostoru počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
so talne površine ustrezno osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
osvetlitev dobro prikazuje značilno arhitekturo stavb.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
bi tako osvetljen prostor pritegnil mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

7 / 22

Nazaj

Naprej

Uporabljena tehnologija SurveyMonkey

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Gospodsvetska cesta



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam				se povsem strinjam	
	1	2	3	4	5	
so talne površine primerno osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
bi tako osvetljen prostor pritegnil mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
osvetlitev dobro prikazuje arhitekturo in pročelja hiš.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
bi se v tako osvetljeni ulici počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

8 / 22

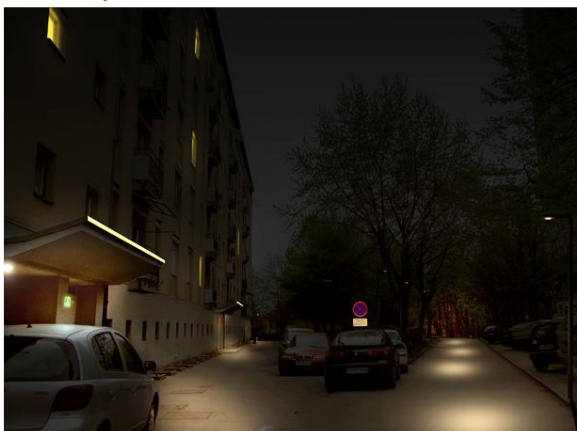
Nazaj

Naprej

Uporabljena tehnologija SurveyMonkey

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Savsko naselje



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam	1	2	3	4	5	se povsem strinjam
bi se v tako osvetljenem naselju počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
so talne površine dovolj osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bi takšna osvetlitev naselja pritegnila mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
je blok z vhodi primerno osvetljen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Park slovenske reformacije



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam	1	2	3	4	5	se povsem strinjam
bi se v tako osvetljenem parku počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
so pešpoti v parku dovolj osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
osvetlitev dobro prikazuje arhitekturo okoliških stavb.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bi tako osvetljen park pritegnil mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Ajdovščina



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam				se povsem strinjam	
	1	2	3	4	5	
so talne površine ustrezno osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
bi tako osvetljen prostor pritegnil mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
osvetlitev dobro prikazuje značilno arhitekturo stavb.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
bi s v tem prostoru počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

11 / 22

Nazaj

Naprej

[Uporabljena tehnologija SurveyMonkey](#)

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Trnovski pristan



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam				se povsem strinjam	
	1	2	3	4	5	
bi se v tako osvetljenem prostoru počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
so talne površine dovolj osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
bi tako osvetljen prostor pritegnil mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
je osvetlitev obrežja in mostu primerna.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

12 / 22

Nazaj

Naprej

[Uporabljena tehnologija SurveyMonkey](#)

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Park slovenske reformacije



Glede na sliko menim, da...

	se sploh ne strinjam	1	2	3	4	5	se povsem strinjam
bi tako osvetljen park pritegnil mojo pozornost.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
so pešpoti v parku dovolj osvetljene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
osvetlitev dobro prikazuje arhitekturo okoliških stavb.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bi se v tako osvetljenem parku počutil/a prijetno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13 / 22

Nazaj

Naprej

Uporablja tehnologijo SurveyMonkey

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Sledijo direktne primerjave obeh konceptov bodoče osvetlitve na izbranih lokacijah.

Prosim, da s pomočjo vprašalnika pod slikama označite, kateri koncept se vam zdi ustrežnejši glede na postavljena vprašanja.

14 / 22

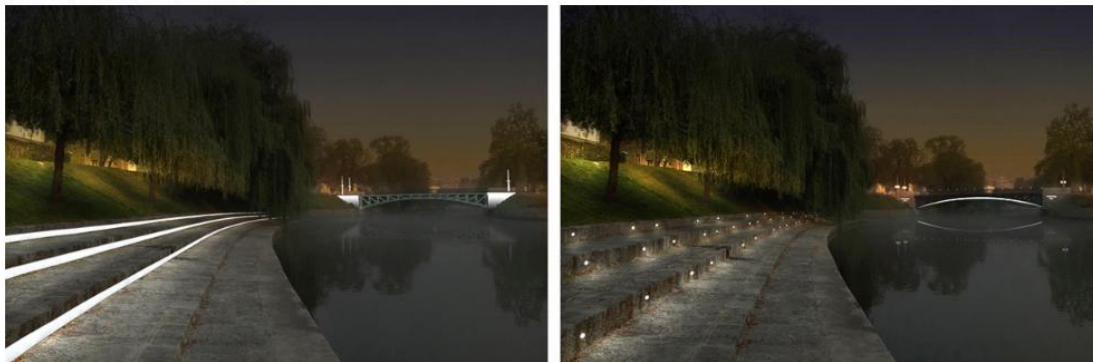
Nazaj

Naprej

Uporablja tehnologijo SurveyMonkey

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Tmrovski pristan - primerjava konceptov



Prosim, podajte svoje mnenje.

	leva slika	ni razlik	desna slika
v katerem prostoru bi se vam zdelo varneje sprehajati.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev vam bolj ugaja oziroma se vam zdi lepša.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
pri kateri osvetlitvi bi se lažje orientirali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev prikazuje manjše svetlobno onesnaženje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev se vam zdi primernejša za ta del mesta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

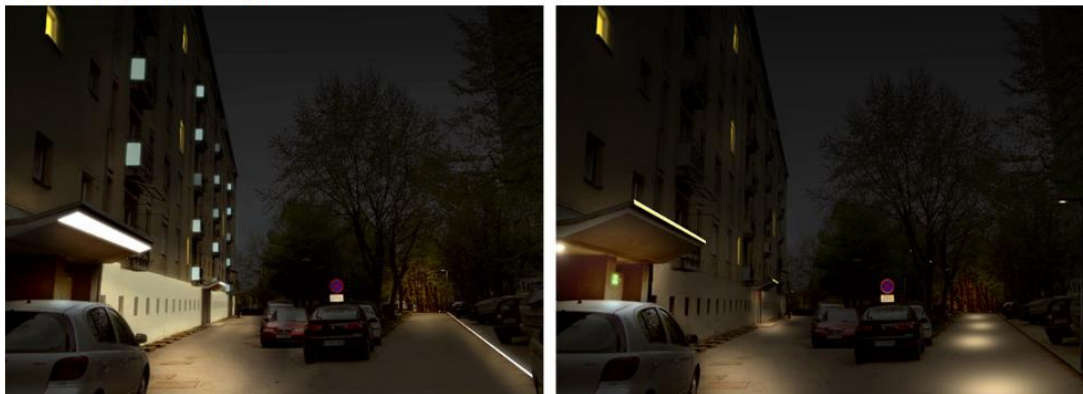
15 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Savsko naselje - primerjava konceptov



Prosim, podajte svoje mnenje.

	leva slika	ni razlik	desna slika
katera slika prikazuje manjše svetlobno onesnaženje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev vam bolj ugaja oziroma se vam zdi lepša.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
v katerem prostoru bi se vam zdelo varneje sprehajati.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
pri kateri osvetlitvi bi se lažje orientirali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev se vam zdi primernejša za ta del mesta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

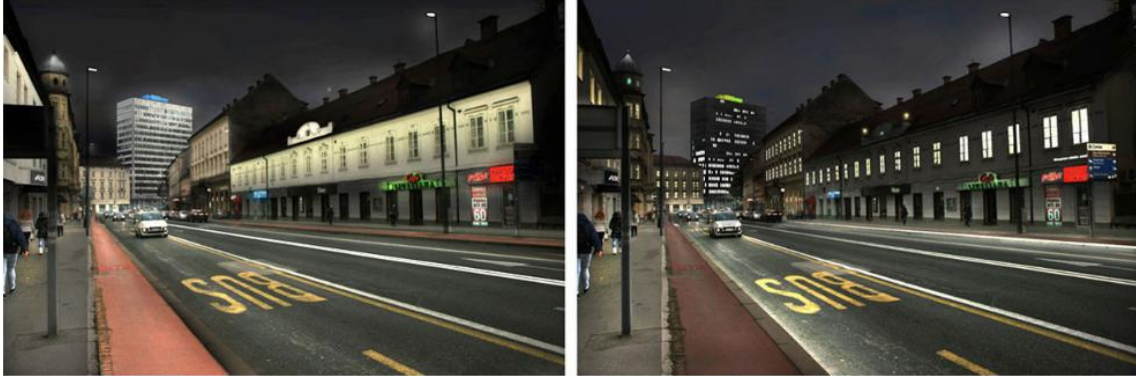
16 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Gospodsvetska cesta - primerjava konceptov



Prosim, podajte svoje mnenje.

	leva slika	ni razlik	desna slika
katera slika prikazuje manjše svetlobno onesnaženje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
pri kateri osvetlitvi bi se lažje orientirali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev vam bolj ugaja oziroma se vam zdi lepša.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
v katerem prostoru bi se vam zdelo varneje sprehajati.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev se vam zdi primernejša za ta del mesta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

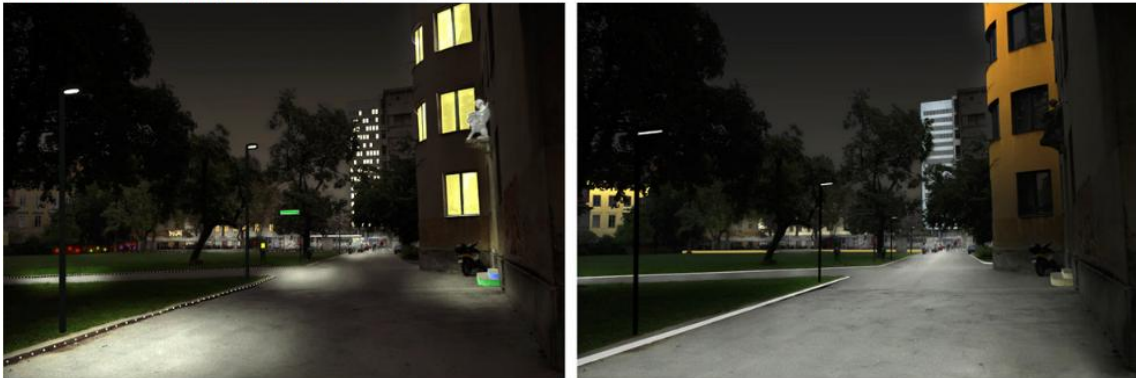
17 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Park slovenske reformacije - primerjava konceptov



Prosim, podajte svoje mnenje.

	leva slika	ni razlik	desna slika
katera slika prikazuje manjše svetlobno onesnaženje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
v katerem prostoru bi se vam zdelo varneje sprehajati.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
pri kateri osvetlitvi bi se lažje orientirali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev vam bolj ugaja oziroma se vam zdi lepša.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev se vam zdi primernejša za ta del mesta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Ajdovščina - primerjava konceptov



Prosim, podajte svoje mnenje.

	leva slika	ni razlik	desna slika
katera slika prikazuje manjše svetlobno onesnaženje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev se vam zdi primernejša za ta del mesta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
pri kateri osvetlitvi bi se lažje orientirali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
katera osvetlitev vam bolj ugaja oziroma se vam zdi lepša.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
v katerem prostoru bi se vam zdelo varneje sprehajati.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Prosim vas, da si s pomočjo spodnjih menijev izberete vam najljubša in najmanj ljuba prizora.



slika 1



slika 2



slika 3



slika 4



slika 5



slika 6



slika 7



slika 8



slika 9



slika 10

Najljubši prizor:

Drugi najljubši prizor:

Najmanj všečen prizor:

Drugi najmanj všečen prizor:

20 / 22

Nazaj

Naprej

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Nekaj vaših osebnih podatkov

* Koliko ste stari?

Spol:

Strokovna/poklicna usmerjenost:

Kraj bivanja:

21 / 22 

Nazaj

Naprej

[Uporablja tehnologijo SurveyMonkey](#)

Raziskava mnenja o predlogih bodoče osvetlitve Ljubljane

Na tem mestu lahko dodate še svoj komentar glede tematike.

HVALA ZA SODELOVANJE.

22 / 22 

Nazaj

Končano

[Uporablja tehnologijo SurveyMonkey](#)

"Ta stran je namenoma prazna."

PRILOGA B: OPISNE STATISTIKE SPREMENLJIVK "OSVETLJENOST" IN "PORAZDELITEV SVETLOSTI"

Opisne statistike za spremenljivko "osvetljenost" pri različnih lokacijah:

	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim.	k. sploš.	SE sploš.
GK1	525	4,01	4	1,017	- 1,042	0,107	0,677	0,213
GK2	527	3,90	4	1,088	- 0,836	0,106	- 0,038	0,212
AK1	523	3,93	4	1,089	- 1,023	0,107	0,459	0,213
AK2	526	4,04	4	0,966	- 1,016	0,106	0,763	0,213
PK1	519	4,13	4	0,985	- 1,186	0,107	1,058	0,214
PK2	524	3,55	4	1,150	- 0,495	0,107	- 0,616	0,213
TK1	527	4,07	4	1,014	- 1,199	0,106	1,210	0,212
TK2	525	4,15	4	0,985	- 1,179	0,107	0,958	0,213
SK1	527	3,49	4	1,202	- 0,468	0,106	- 0,735	0,212
SK2	522	3,39	4	1,214	- 0,327	0,107	- 0,885	0,213

Frekvenča porazdelitev ocen spremenljivke "osvetljenost" pri različnih lokacijah:

	opis	ocena 1	ocena 2	ocena 3	ocena 4	ocena 5	n
GK1	primerno osvetljena tla	15	34	77	205	194	525
GK2	primerno osvetljena tla	17	49	92	182	187	527
AK1	ustrezno osvetljena tla	23	38	77	199	186	523
AK2	ustrezno osvetljena tla	11	29	81	210	195	526
PK1	dovolj osvetljene pešpoti	12	28	66	188	225	519
PK2	dovolj osvetljene pešpoti	28	79	114	185	118	524
TK1	dovolj osvetljena tla	19	21	77	199	211	527
TK2	dovolj osvetljena tla	11	28	70	176	240	525
SK1	dovolj osvetljena tla	37	83	111	176	120	527
SK2	dovolj osvetljena tla	39	96	119	159	109	522

Opisne statistike za spremenljivko "porazdelitev svetlosti" pri različnih lokacijah:

	n	povpr.	mediana	SD	k. asim.	SE asim.	k. sploš.	SE sploš.
GK1	523	3,99	4	1,034	- 1,105	0,107	0,892	0,213
GK2	523	2,84	3	1,274	0,117	0,107	- 1,063	0,213
AK1	523	3,66	4	1,172	- 0,612	0,107	- 0,427	0,213
AK2	525	3,00	3	1,204	0,058	0,107	- 0,911	0,213
PK1	522	3,58	4	1,116	- 0,500	0,107	- 0,474	0,213
PK2	525	2,90	3	1,145	0,114	0,107	- 0,740	0,213
TK1	528	3,75	4	1,252	- 0,796	0,106	- 0,420	0,212
TK2	523	4,08	4	1,077	- 1,115	0,107	0,503	0,213
SK1	526	3,60	4	1,259	- 0,633	0,106	- 0,660	0,213
SK2	520	3,49	4	1,215	- 0,450	0,107	- 0,785	0,214

Frekvenča porazdelitev ocen spremenljivke "porazdelitev svetlosti" pri različnih lokacijah:

	opis	ocena 1	ocena 2	ocena 3	ocena 4	ocena 5	n
GK1	prikaz arhitekture	20	28	78	209	188	523
GK2	prikaz arhitekture	94	131	124	114	60	523
AK1	prikaz arhitekture	32	52	128	159	152	523
AK2	prikaz arhitekture	59	133	149	115	69	525
PK1	prikaz arhitekture	25	65	133	178	121	522
PK2	prikaz arhitekture	62	138	68	107	50	525
TK1	primerna osvetlitev mostu	40	58	80	164	186	528
TK2	primerna osvetlitev mostu	16	40	68	163	236	523
SK1	primerno osvetljen blok z vhodi	44	70	88	173	151	526
SK2	primerno osvetljen blok z vhodi	37	84	109	167	123	520

PRILOGA C: REZULTATI PRIMERJAVE DNEVNE PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Okvirne ocene učinkovitosti:

- halogenska žarnica (2012): 17 lm / W
- LED (2020): 150 lm / W
- OLED (2020): 90 lm / W

Okvirne ocene moči:

- svetleča fasada OLED – 2 W / m²
- kolesarska steza OLED – 1 W / m
- rob pločnika OLED – 1 W / m

Gospovetska cesta

Preglednica: Poraba električne energije za osvetlitev Gospovetske ceste

	stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
cestna svetila	12 x 250 W CMH (S)	12 x 200 W LED (S)	12 x 200 W LED (S)
fasade OLED, Gospovetska cesta	-	800 m ² x 2 W/m ² (D)	-
kolesarska steza OLED	-	360 m x 1 W/m (S)	-
okna OLED Gospovetska	-	-	90 x 10 W OLED (D)
informacijske table OLED	-	-	2 x 8 W OLED (S)
hišne številke OLED	-	-	15 x 1 W (S)
semaforji, signalizacija	14 x 7 W LED (S) + 4 x 20 W CFL (S)	14 x 5 W LED (S) + 4 x 5 W OLED (S)	14 x 5 W LED (S) + 4 x 5 W OLED (S)
reklamni panoji	15 x 50 W (S)	15 x 25 W (D)	15 x 25 W (D)
OLED-dvojna črta	-	310 m x 1 W/m (S)	-
OLED-pločnik	-	-	360 m x 1 W/m (S)
manjše podrobnosti fasad	-	-	90 W (S)
največja skupna moč	≈ 3950 W	≈ 5150 W	≈ 4250 W
poraba el. energije	43,5 kWh	42,7 kWh	37,8 kWh

S = 11 h

D = 4 h

Ajdovščina

Preglednica: Poraba električne energije v svetilih za osvetlitev Ajdovščine

	stanje	ploskovni koncept	detajni koncept
cestna svetila	16 x 250 W HST (S)	16 x 200 W LED (S)	16 x 200 W LED (S)
fasade hiš	12 x 20 W MH (S)	-	-
fasade OLED, Ajdovščina	-	1400 m ² x 2W/m ² (D)	-
fasade OLED, Slovenska	-	260 m ² + 290 m ² x 2W/m ² (D)	-
fasade OLED, Metalka	-	800 m ² x 2W/m ² (D)	-
fasade OLED, SKB	-	860 m ² x 2W/m ² (D)	-
okna OLED, Ajdovščina	-	-	20 x 10 W (D)
okna OLED, Metalka	-	-	70 x 5 W (D)
okna OLED, Slovenska	-	-	40 x 10 W (D)
okna OLED, SKB	-	-	6 x 10 W (D)
osvetlitev podhoda OLED	-	-	40 m x 0,5 W/m (S)
napisi restavracije, bari	5 x 50 W fluo (S)	-	5 x 20 W OLED (S)
semaforji, signalizacija	8 x 7 W LED (S) + 2 x 20 W CFL (S)	8 x 5 W LED (S) + 2 x 5 W OLED (S)	8 x 5 W LED (S) + 2 x 5 W OLED (S)
informacijske table, napisi	-	-	3 x 8 W OLED (S)
prehodi za pešce OLED	-	-	130 m ² x 2 W/m ² (O)
kolesarske steze OLED	-	300 m x 1 W/m (S)	-
kroglasta svetila	10 x 20 W CFL (S)	-	10 x 7 W LED (S)
dodatni znaki OLED	-	-	5 x 3 W (S)
svetlobna tabla	600 W (S)	-	-
igra s svetlobo, strehe	-	-	250 W LED (D)
največja skupna moč	≈ 5400 W	≈ 10800 W	≈ 5000 W
poraba el. energije	59,4 kWh	67,9 kWh	44,0 kWh

S = 11 h

D = 4 h

O = 2 h

Park slovenske reformacije

Preglednica: Poraba električne energije v svetilih za osvetlitev parka

	stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
ulična svetila	11 x 30 W LED (S)	11 x 25 W LED (S)	11 x 15 W LED (S)
stopnišče, vhodi, kip	-	2 x 6 W OLED (D)	2 x (6 W (S) + 8 W (O))
table, številke	-	-	3 x 1 W OLED (S)
rob platoja OLED / LED	-	63 m x 2 W/m (D)	63 m x 2 W/m (D)
svetila LED v pločniku	-	-	330 m x 0,5 W/m (D)
svetila OLED pločnik	-	370 m x 1 W/m (D)	-
svetila na platoju	7 x 21 W FL T5 (S)	-	-
Napis Figovec OLED	-	-	10 W OLED (S)
fasade OLED - blok	-	2 x 200 W OLED (D)	-
fasade OLED Figovec	-	400 W OLED (D)	-
okna OLED - blok	-	-	32 x 10 W OLED (D)
svetila LED - RGB	-	-	9 x 1 W LED (D)
največja skupna moč	≈ 480 W	≈ 1600 W	≈ 840 W
poraba el. energije	5,2 kWh	7,9 kWh	4,5 kWh

S = 11 h

D = 4 h

O = 1 h

Trnovski pristan, del nabrežja in most Hradskega

Preglednica: Poraba električne energije svetil v nabrežju in pri osvetlitvi mostu

	Stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
cestna svetila	4 x 150 W HST (S)	4 x 120 W LED (S)	4 x 120 W LED (S)
linije OLED - nabrežje	-	330 m x 1 W/m (D)	-
svetila LED - nabrežje	-	-	110 x 0,5 W LED (D)
svetila na mostu	8 x 15 W CFL (S)	4 x 8 W (S)	8 x 5 W LED (S) + 30 x 0,5 W LED (S)
osvetljen napis mostu	-	-	4 x 5 W OLED (S)
osvetlitev mostu	2 x 50 W LED (S)	4 x 15 W (S) + 2 x 40 W (D)	4 x 15 W (D)
največja skupna moč	≈ 820 W	≈ 1300 W	≈ 700 W
poraba el. energije	9,0 kWh	9,3 kWh	6,5 kWh

S = 11 h

D = 4 h

Savsko naselje, tipski blok in njegova okolica

Preglednica: Poraba električne energije svetil pri stanovanjskem bloku in ulici v Savskem naselju

	stanje	ploskovni koncept	detajlni koncept
ulična svetila	3 x 20 W CFL (S)	1 x 15 W LED (S)	4 x 10 W LED (S)
svetila na vhodih (občasno)	3 x 77 W HAL. ES (O)	3 x 20 W OLED (O)	3 x 8 W LED (O)
linija OLED simbolno	-	-	3 x 5 W (S)
znak OLED	-	1 x 3 W (S)	1 x 3 W (S)
hišna številka OLED	-	-	3 x 1 W (S)
fasada OLED	-	220 W (D)	-
linija OLED pločnik	-	75 W (S)	-
terase OLED	-	23 x 4 W (D)	-
max. skupna moč (W)	≈ 300 W	≈ 470 W	≈ 90 W
poraba skupaj (kWh)	0,9 kWh	1,9 kWh	0,7 kWh

S = 11 h

D = 4 h

O = 1 h

"Ta stran je namenoma prazna."

PRILOGA D: 3D MODELI IZBRANIH LOKACIJ V LJUBLJANI V PROGRAMU RELUX

na elektronskem mediju