

Osvetljenje prema LEED v4 smernicama – prvi korisnici

Ambasada UAE u Beogradu

Predavač: Marko Rajič, mast. inž. arh.

LEED v4 – Projekt osvetljenja – kontekst projekta



Ambasada UAE – projekt
rekonstrukcije/prenamene izradio
“Arhipro”; objekat je originalno
projektovan kao jednorodina kuća -
“Gedeon Studio”

Projekt osvetljenja: “Light Studio”

Projektni zadatak:

- Kompleksan arhitektonski program
- Rigidan/precizan korporativni vizuelni identitet
- LEED v4 smernice za održivu gradnju

LEED v4 – Osvetljenje – glavni fokusi:

Energetska efikasnost: Energija i atmosfera:

EA kredit: Optimizovati energetske performanse:

Snaga unutrašnjeg osvetljenja

Snaga spoljašnjeg osvetljenja

Kvalitet svetla i svetlosni komfor: Kvalitet unutrašnjeg ambijenta:

EQ kredit: Unutrašnje osvetljenje:

Opcija 1: Kontrola svetla

Opcija 2: Kvalitet osvetljenja

Smanjenje svetlosnog zagađenja: Održive lokacije:

SS kredit: Smanjenje svetlosnog zagađenja:

Svetlo usmereno nagore

Prekoračenje granica poseda

Energija i atmosfera – Optimizovati energetske performanse – Snaga unutrašnjeg osvetljenja

LEED v4 zahteva 75% od ASHRAE ograničenja za LPD faktor ($LPD=W/m^2$ za osvetljenje)

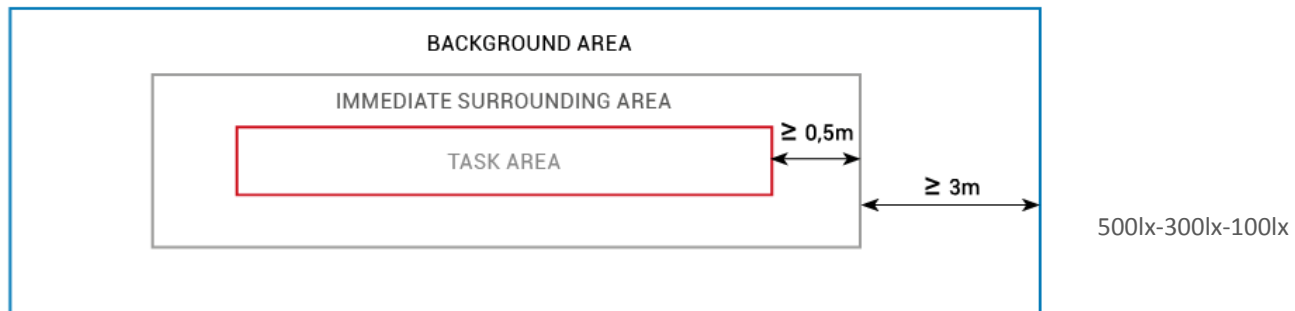
Dve metode računanja:

- Ograničenja definisana prema tipu/nameni objekta (*Building Area Method*)
- Ograničenja definisana prema tipu/nameni prostorija (*Space by Space Method*) – unosniji, ali precizniji metod

Komplementarni standard: – Evropski standard EN 12464-1 – Osvetljenje radnih prostora

Za nefleksibilne/finalne dispozicije u enterijeru – veće uštede energije

- Razmena (*trade-offs*) moguća između različitih prostorija – veća projektantska sloboda



Energija i atmosfera – Optimizovati energetske performanse – Snaga spoljašnjeg osvetljenja

Dozvoljeno maksimalno 75% LPD vrednosti predviđenih od strane ASHRAE

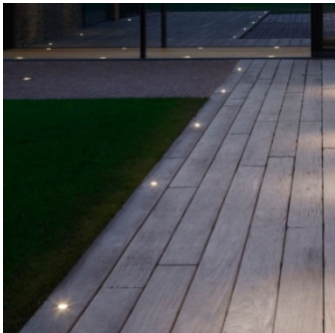
Rigidna ograničenja – gotovo da nije dozvoljena razmena (*trade-offs*) između različitih zona u eksterijeru

Dozvoljena instalisana snaga za spoljašnje osvetljenje kao pretkorak za smanjivanje svetlosnog zagađenja

manja snaga = manji svetlosni fluks = umanjeno svetlosno zagađenje

„Tiho osvetljenje“ – podesni projektantski pristupi/koncepti:

Markiranje/Orijentacija



Atmosfera



Silujete/Fokalne tačke



Skulpturalno/Negativno



Kvalitet unutrašnjeg prostora – Unutrašnje osvetljenje – Kvalitet osvetljenja

Strategije koje se odnose na tehnologiju izvora svetlosti i tehnologiju svetiljki:

- A. Kontrola blještanja
- B. Indeks reprodukcije boja
- C. Radni vek svetlosnih izvora

Strategije koje se odnose na koncepte osvetljenja:

- D. Fokus na indirektno svetlo

Strategije koje se odnose na stepen refleksije završnih obrada/materijala u enterijeru:

- E. Visok stepen refleksije površina zidova/podova/plafona
- F. Visok stepen refleksije završnih obrada nameštaja

Strategije koje se odnose na ravnomernost osvetljaja – svetlosni komfor:

- G. Ravnomernost osvetljaja – odnos zidnih površina prema radnoj površini
- H. Ravnomernost osvetljaja – odnos plafonskih površina prema radnoj površini

Kvalitet unutrašnjeg prostora – Unutrašnje osvetljenje – Kvalitet osvetljenja

Strategije koje se odnose na tehnologiju izvora svetlosti i tehnologiju svetiljki:

- B. Indeks reprodukcije boja ✓ - minimalan traženi CRI 80 je već uveliko prisutan u praksi
- C. Radni vek izvora svetlosti ✓ - traženi životni vek izvora svetlosti je sa novim generacijama LED izvora neretko i dvostruko nadmašen

A. Kontrola blještanja - *For all regularly occupied spaces, use light fixtures with a luminance of less than 2,500cd/m² between 45 and 90 degrees from nadir. Exceptions include wallwash fixtures properly aimed at walls, as specified by manufacturer's data, indirect uplighting fixtures, provided there is no view down into these uplights from a regularly occupied space above, and any other specific applications (i.e. adjustable fixtures).*

EN 12464-1:2011: $\gamma \geq 65^\circ$. $\leq 3000 \text{ cd/m}^2$ (većinom za indirektno blještanje)

LEED v4: $\gamma \geq 45^\circ$. $\leq 2500 \text{ cd/m}^2$ (direktno blještanje)

Kvalitet unutrašnjeg prostora – Unutrašnje osvetljenje – Kvalitet osvetljenja – Strategija A

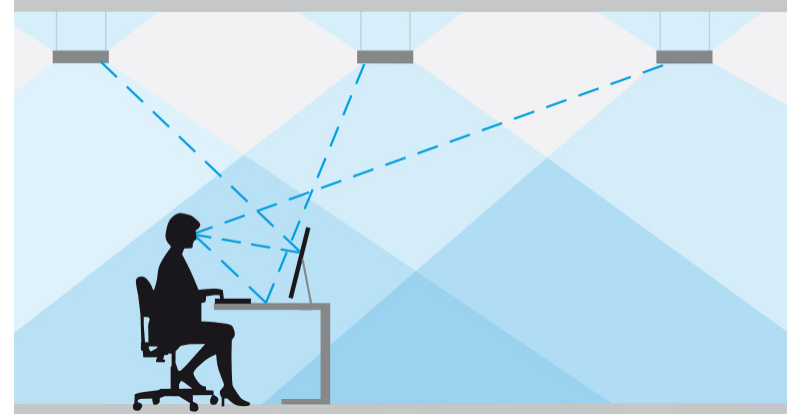
Predlog dva različita pristupa:

Prioritet idejnog koncepta:

- Izbor svetiljki proizilazi iz koncepta osvetljenja
- Napredna oprema kao ključ, ili mogućnost, da se izbegne uslovljenost koncepta tehničkim ograničenjima standardnih svetiljki
- Svetiljke koje ispunjavaju zahteve, a istovremeno nisu efikasne, mogu da imaju negativan uticaj na ostale kredite

Prethodno definisana oprema:

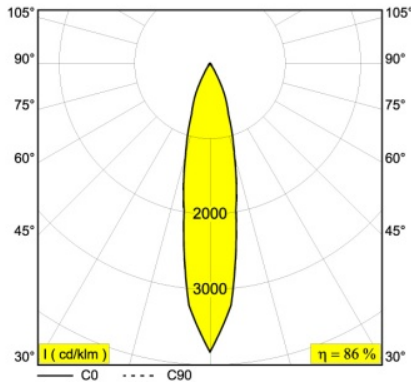
- Svetiljke su definisane unapred, u odnosu na budžet i na usaglašenost sa LEED strategijama
- Koncept osvetljenja se kreira prvenstveno pomoću prethodno izabranih modela svetiljki



Source: www.sleprojects.com

Prioritet idejnog koncepta nasuprot prethodno definisanoj opremi – uslovljenost tehnologijom

1



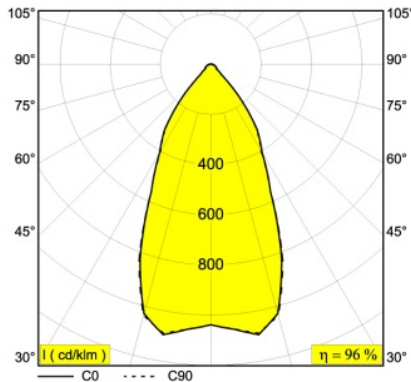
Primer 1: Uzak snop + sakriven izvor svetlosti = nije idealno za opšte osvetljenje, moguće ispunjenje zahteva

2



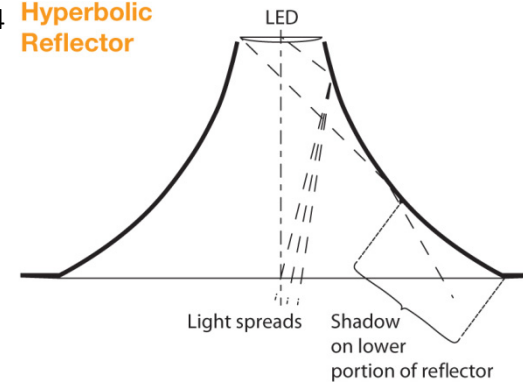
Primer 2: Širok snop, crni odsijač/reflektor = moguća ispunjenost zahteva, umanjena efikasnost svetiljke

3



Primer 3: „Downlight“ svetiljka sa širim snopom = neispunjeni LEED zahtevi, ispunjeni zahtevi evropskih standarda

4 **Hyperbolic Reflector**



Primer 4: Oprema više kategorije – hiperbolični reflektor, ispunjeni LEED zahtevi

Kvalitet unutrašnjeg prostora – Unutrašnje osvetljenje – Kvalitet osvetljenja

Strategije koje se odnose na stepen refleksije završnih obrada/materijala u enterijeru:

E. For at least 90% of the regularly occupied floor area, meet or exceed the following thresholds for area-weighted average surface reflectance: 85% for ceilings, 60% for walls, and 25% for floors.

Cilj je da se poveća ukupan stepen refleksije u prostoru, iz dva razloga:

- Da bi se obezbedio dobar vizuelni komfor
- Da bi se povećala efikasnost rešenja

Estetika i identitet prostora

nasuprot svetlosnom komforu i stepenu iskorišćenja svetlosnog fluksa

- Smanjene mogućnosti za dizajn enterijera – uniformnost „LEED“ prostora
- Idealno – sve završne obrade u enterijeru su bele boje
- Fleksibilniji predlog (u funkciji dizajna): definisanje tolerancija u odnosu na koncept osvetljenja
- Predlog za alternativne pristupe: razmene (*trade-offs*) između plafona, zidova i podova – postizanje istog ili višeg nivoa efikasnosti rešenja uz istovremeno otvaranje mogućnosti za specifičan arhitektonski izraz

Održive lokacije – Smanjenje svetlosnog zagađenja

Glavni ciljevi:

- Pristup noćnom nebu
- Povećana vidljivost tokom noći
- Smanjenje posledica po živi svet
- Povećanje energetske efikasnosti

Komponente svetlosnog zagađenja:

- Blještanje
- Sjajnost neba
- Prekoračenje granica poseda
- Grozdaste grupe svetiljki

DarkSky.org – svetlosne zone:

- Zone uslovljene kontekstom
- Ograničenje snage u odnosu na vid osvetljenja, tj. na ulogu svetla
- Projektantska kontrola svetlosnog fluksa

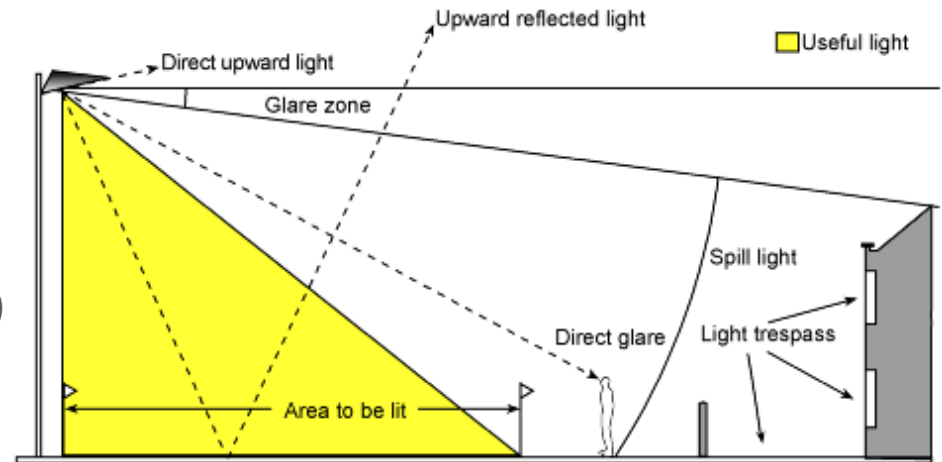


Nestanak električne energije u Severnoj Americi 2003. godine („*Northeast blackout*“), koji je ostavio 55 miliona ljudi bez struje. Identičan kadar, pre i tokom nestanka struje. Izvor: fotografije napravio Todd Carlson

Održive lokacije – Smanjenje svetlosnog zagađenja

LEED v4 pristup:

1. Svetlo usmereno nagore (*Uplight*)
2. Prekoračenje granica poseda (*Light Trespass*)
- (3) Blještanje (posredno preko stavke br. 2)



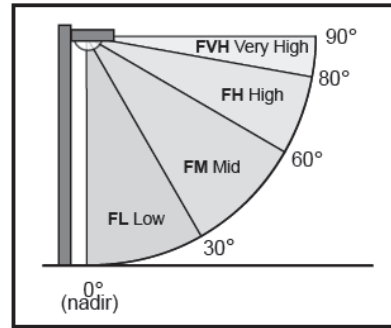
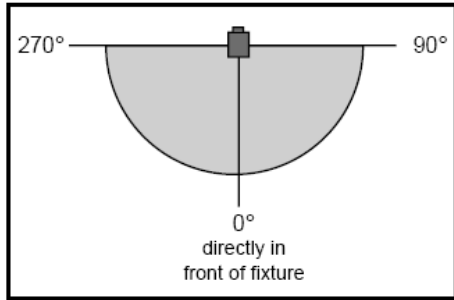
Light pollution is often caused by the way light is emitted from lighting equipment. Choosing proper equipment and carefully mounting and aiming it can make a significant difference.

Izvor: Institution of Lighting Engineers

Blještanje i grozdaste grupe svetiljki:

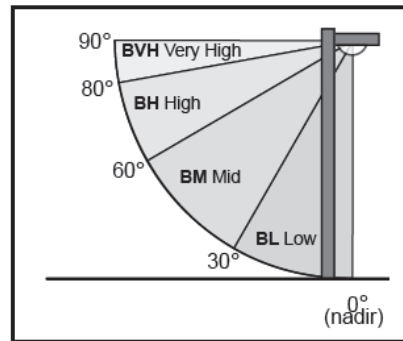
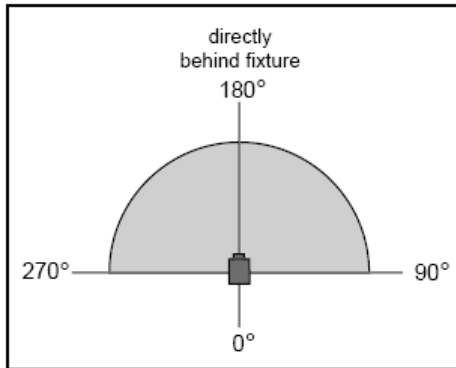
- Vrednosti uslovljene kontekstom
- Cilj: umanjeње kontrasta, lakša adaptacija oka
- Uticaj na koncept – ograničena upotreba akcentnog osvetljenja u projektu

Održive lokacije – Smanjenje svetlosnog zagađenja – BUG kategorizacija svetiljki



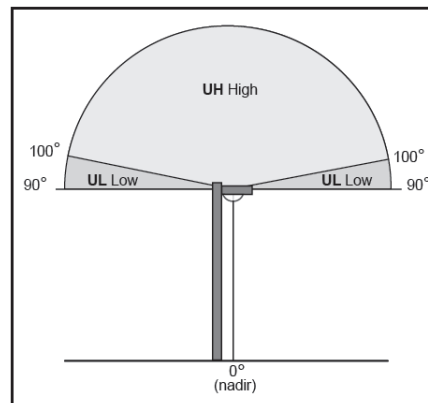
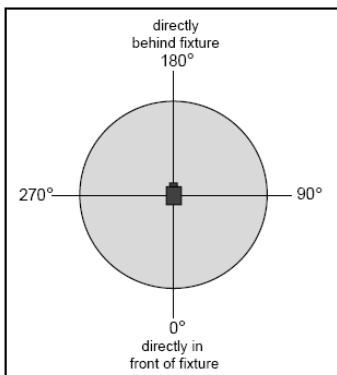
FORWARD LIGHT

- 4 prostorna ugla (dva za kategorizaciju)
- FVH - *Uplight/Skyglow & Glare/Offensive Light*
- FH - *Glare/Offensive Light*
- FL, FM - isključivo podaci o distribuciji svetla



BACKLIGHT

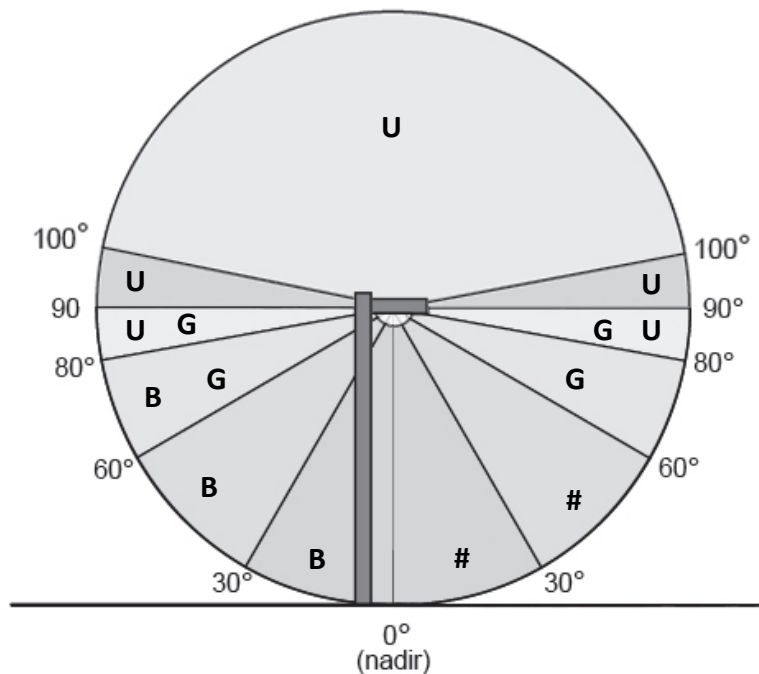
- 4 prostorna ugla relevantna za kategorizaciju
- BVH - *Uplight/Skyglow & Glare/Offensive Light*
- BH - *Backlight/Trespass & Glare/Offensive Light*
- BM, BL (i BH) - *Backlight/Trespass*



UPLIGHT

- 2 prostorna ugla definisana za kategorizaciju

BUG kategorizacija svetiljki

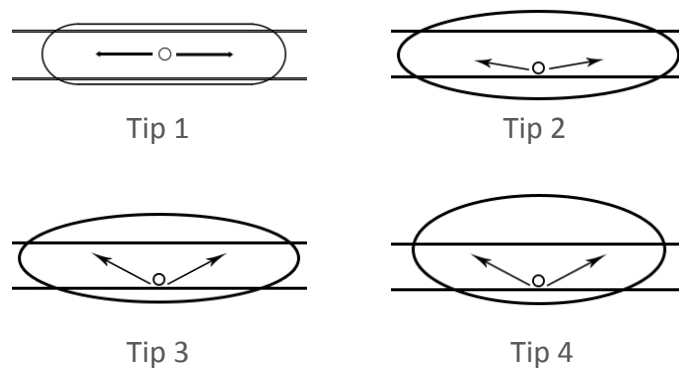


Izvor: autorova skica

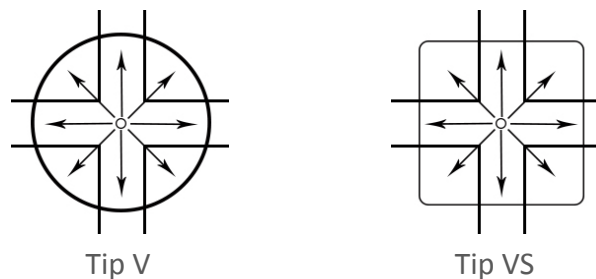
IESNA – kategorizacija svetiljki za spoljašnje osvetljenje prema distribuciji svetlosti

Različite BUG kategorije prema tipovima svetiljki

Grupa A – asimetrični tipovi distribucije (*backlight* = rasuto/neiskorišćeno svetlo)



Grupa B – radijalno/dvostruko simetrični tipovi distribucije (*backlight* = *forward light*)



Izvor: www1.eere.energy.gov

Smanjenje svetlosnog zagađenja – Računski metod

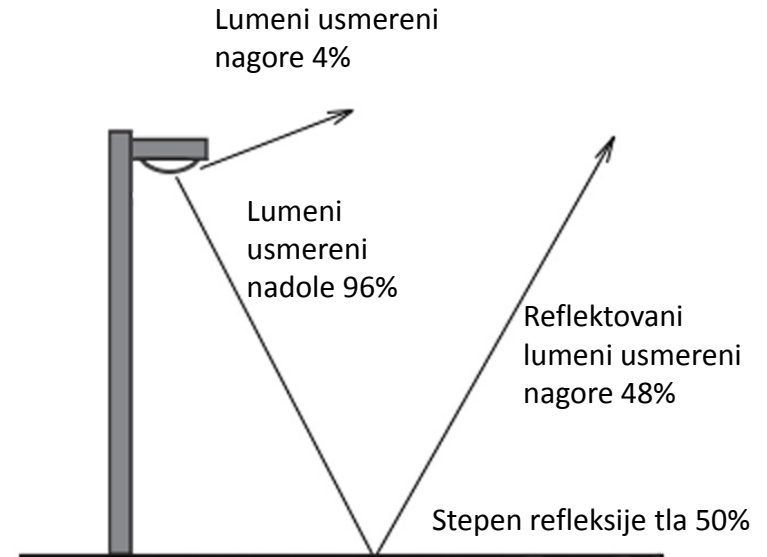
2. Računski metod:

Prekoračenje granica poseda:

- Softverski alati za fotometrijske proračune
- Definisani maksimalni nivo osvetljenosti na svetlosnim granicama poseda

Svetlo usmereno nagore:

- „Uplight“ lumeni – procenat ukupnog svetlosnog fluksa iznad horizontale, emitovanog direktno iz svetiljki – zbirno za sve svetiljke u projektu



Izvor: autorova skica

Sjajnost površina i osvetljenost površina – predlog revizije zahteva

- Optimizovan dizajn: uzimanje u obzir karakteristika materijala u eksterijeru
- Različiti nivoi osvetljenosti za tamne i svetle površine
- Neophodna sjajnost površine kao ulazni podatak za izbor svetiljke
- Fleksibilniji koncepti – ako bi se reflektovani lumeni koji su usmereni iznad horizontale definisali kao promenljiva pri određivanju tolerancija/granica za lumene emitovane direktno iz svetiljki

Održive lokacije – Smanjenje svetlosnog zagađenja – Projektantski pristupi

Dva osnovna projektantska pristupa:

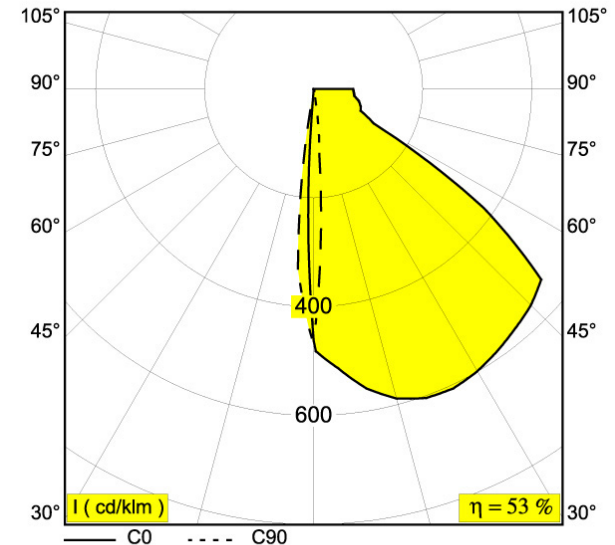
Prioritet idejnog koncepta i prethodno definisana oprema

Prioritet idejnog koncepta:

- Oprema se prilagođava konceptu
- Visok budžet – veća projektantska sloboda
- Idealan scenario – neuvažavanje konteksta, striktni zahtevi tretirani kroz naprednija tehnološka rešenja
- Izbor svetiljki višeg ranga omogućava realizaciju specifičnog koncepta uprkos strogim zahtevima
- Fokus na iskoristivost izvora, precizne snopove svetlosti, kao i na karakter/podesnost tipova svetlosnih snopova

Prethodno definisana oprema:

- Niži budžet – veći fokus stavljen na koncept
- Prethodno izabrane svetiljke se prilagođavaju kontekstu u dispoziciji i količini
- Projektantska strategija favorizuje bazičnije modele svetiljki i fleksibilne koncepte
- Unosniji projektantski proces



Standardi i smernice za osvetljenje

Različite preporuke i normativi za pojedinačne zadatke:

Internacionalno:

The International Commission on Illumination - **CIE**

Severna Amerika:

Illuminating Engineering Society of North America - **IES(NA)**

Evropa:

European Committee for Standardization

European Committee for Electrotechnical Standardization

- **CEN/CENELEC**

- LEED je zasnovan na IESNA standardima, na severnoameričkoj terminologiji i praksama koje je neophodno implementirati u drugačijem normativnom kontekstu
 - Drugačije vrednosti, pristupi, terminologija – praktično identični ciljevi
 - Geografske (ne)usaglašenosti – raspoloživost opreme, dizajnerski koncepti, paralelni standardi

Izlazni podaci – Homogenost/heterogenost programa

Tipski/standardizovani prostori:

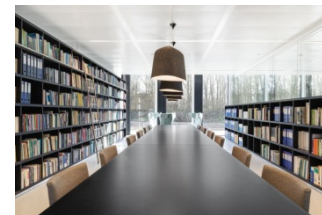
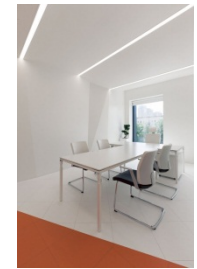
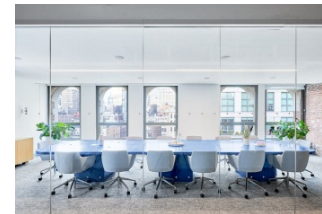
- Smanjen obim projektne dokumentacije
- Tipski elementi olakšavaju obradu i prezentaciju podataka u LEED dokumentaciji
- Projekat osvetljenja:
 - Neophodno je doneti jasne i finalne projektantske odluke o izboru svetlosnih tela i karakteru završnih obrada/primenjenih materijala u enterijeru



Izvor: www.officesolutionsinc.com

Kompleksan program:

- Obimna projektna dokumentacija
- Veliki broj prostorija različitog karaktera – svaki prostor zahteva zaseban projektantski pristup
- Projekat osvetljenja:
 - Minorne izmene mogu lako da imaju efekat na LEED kredite
 - Specificirane LED svetiljke zastarevaju ili prolaze kroz konstantna poboljšanja usled dinamičnog tehnološkog razvoja



Izvor: <https://officesnapshots.com/>

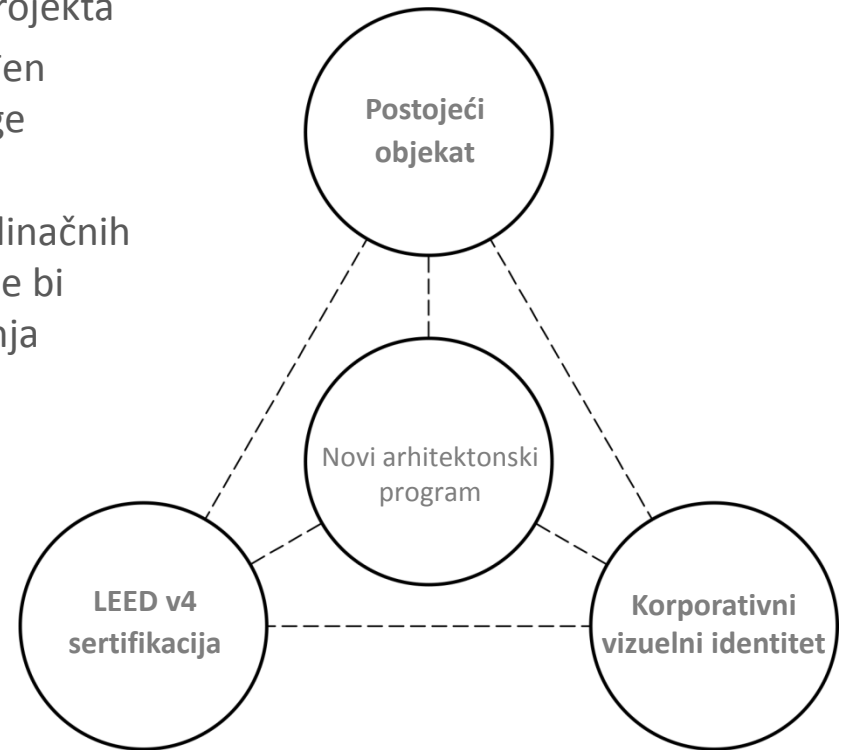
Izlazni podaci – Projektni zadatak: hijerarhija i međuzavisnost

Uslovljenost LEED zahtevima:

- LEED v4 smernice obuhvataju različite segmente projekta
- Promene u jednom segmentu projekta koji je izrađen prema LEED smernicama se lako reflektuju na druge pojedinačne LEED projekte
- Neophodno je uspostaviti hijerarhiju između pojedinačnih LEED projekata u sklopu celokupnog projekta, da ne bi došlo do gubitka bitnih poena tokom razrade rešenja

Uslovljenosti u sklopu glavnog projekta:

- Idenična matrica postoji na makro-nivou, između različitih projektnih zadataka koji moraju simultano da se ispune
- Neophodno je definisati ulogu LEED sertifikacije u sklopu celokupnog projekta
- Potrebno je datu hijerarhiju utvrditi sa klijentom i stvoriti ravnotežu između projektantskih odluka da bi se dobila željena LEED sertifikacija



Izvor: autorova skica

Hvala na pažnji