

Živa Kristl in Martina Zbašnik-Senegačnik

Študija pomena dnevne svetlobe v prostorih vrtca in šole

Povzetek: Fizični prostor vrtca in šole mora zagotavljati prijetno in zdravo okolje. Eden od pogojev je dnevna osvetljenost prostorov, ki ne omogoča le vizualnega zaznavanja, temveč vpliva tudi na psihofiziološki odziv organizma. Po nekaterih podatkih otrok ali mladostnik kar 30 % časa preživi igralnici ali učilnici, zato je pomembno, da se strokovna in laična javnost zavedata pomena kakovostnega notranjega okolja ter njegovega vpliva na zdravje in učno uspešnost otrok. V članku so obravnavani in kritično opredeljeni vplivi dnevne svetlobe na otroke, pogosti problemi kakovosti dnevne osvetljenosti v šolah in vrtcih, kot sta bleščanje in pregrevanje, ter zadnja dognanja na področju neslikovnih učinkov svetlobe na otroke. Pregled literature nakazuje, da je v šolah in vrtcih povprečna raven dnevne osvetljenosti pogosto primerna, distribucija dnevne svetlobe ter vizualno in toplotno ugodje pa neustrezni. Ravno tako študije nakazujejo, da so za blagostanje otrok pomembni tudi drugi vidiki dnevne svetlobe, kot sta stimulativen pogled v zunanost in omogočanje cirkadianega ritma. Rezultat prispevka so priporočila, ki bi jih arhitekti morali upoštevati pri zasnovi vrtca ali šole.

Ključne besede: dnevna svetloba, osvetljenost, cirkadiani ritem, pogled v zunanost, šola, vrtec

UDK: 37.091.6

Znanstveni prispevek

Dr. Živa Kristl, redna profesorica, Evropska pravna fakulteta Nove univerze, Nova Gorica, Delpinova 18b, SI-5000 Nova Gorica, Slovenija; e-naslov: ziva.kristl@epf.nova-uni.si

Dr. Martina Zbašnik-Senegačnik, redna profesorica, Fakulteta za arhitekturo Univerza v Ljubljani, Zoisova cesta 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-naslov: martina.zbasnik@fa.uni-lj.si

Uvod

Fizični prostor vrtca in šole je okolje, kjer se odvijata vzgoja in izobraževanje v skladu s področno zakonodajo ter določenimi standardi in normativi. Zagotavljati mora prijetno počutje in varnost, spodbujati otrokovo raziskovalno naravo, podpirati skupinske aktivnosti – ponujati mora torej zdravo okolje, v katerem se bo otrok učil in razvijal. Strokovnjaki se že zelo dolgo strinjajo, da je za vse te zahteve poleg pedagoške doktrine pomemben grajeni prostor, saj ta lahko po eni strani učenje spodbuja, po drugi pa tudi ovira (Bregar Golobič 2012; Zbašnik-Senegačnik 2018).

Bivalno ugodje v igralnicah in učilnicah je definirano z različnimi fizikalnimi parametri: *svetloba, toplota, akustika in kakovost zraka*. Številne raziskave dokazujejo, da lahko nedoseganje optimalnega standarda teh parametrov pri otrocih povzroči številne težave, ki se najprej kažejo v obliki neugodja, lahko pa izzovejo različne bolezni in zmanjšanje učne uspešnosti. Otroci so bolj občutljivi za fizikalne stimulatorje, ki jih ponuja grajeno okolje, ti pa so v prvi vrsti odvisni od arhitekturne in tehnološke zasnove stavbe.

Po nekaterih podatkih otrok ali mladostnik kar 30 % svojega časa preživi v igralnici in razredu, zato mora biti učno okolje udobno, živahno in zdravo (Golshan idr. 2018). Eden od pogojev za zdravo in stimulatívno bivanje ter opravljanje nalog in obveznosti je *dnevna osvetljenost prostorov*. Dnevna svetloba ne omogoča le vidnega zaznavanja okolice, temveč pomembno vpliva tudi na psihofiziološko delovanje organizma. Znanstveniki so že pred časom ugotovili, da pretežno zadrževanje v notranjih prostorih, ki je posledica sodobnega načina življenja, ne zadovoljuje fizioloških potreb po dnevni svetlobi (Evans in McCoy 1998). Študije, izvedene v preteklih dveh desetletjih, so pokazale, da ima pomanjkanje dnevne svetlobe širok spekter negativnih posledic – od slabše delovne učinkovitosti in nesreč pri delu do zdravstvenih težav (Boubekri 2004; Roenneberg in Merrow 2016). Dejavniki, ki določajo fizikalne razmere v učilnicah, so zato pomembni tudi za učno uspešnost otrok.

Najodmevnejša študija vpliva svetlobnih pogojev na učence je bila izvedena v ZDA (Heschong Mahone group 1999). Eden od rezultatov je bila vznemirljiva ugotovitev, da so imeli učenci, ne glede na zasnovo učilnic in kurikulum, v najboljše

dnevno osvetljenih učilnicah za 7–18 % višje ocene kot učenci v najslabše dnevno osvetljenih učilnicah. Razlike na nekaterih šolah so bile še izrazitejše. V okrožju Capistrano (Kalifornija) je bil letni učni napredek učencev v najboljše dnevno osvetljenih učilnicah, opremljenih z okenskimi odprtini in dodatnimi nadsvetlobami, v primerjavi s slabo dnevno osvetljenimi učilnicami za 20 % hitrejši pri matematiki in za 26 % hitrejši pri branju. V poznejši študiji so isti avtorji obravnavali dodatne parametre notranjega okolja v šolah in vzpostavili tudi povezavo med različnimi dejavniki, ki bi lahko vplivali na učni napredek, kot so osvetljenost, osončenost, kakovost zraka in hrup (Heschong Mahone group 2003; Winterbottom in Wilkins 2009). Pri nas je bila izvedena raziskava integralnega notranjega okolja v vrtcih na območju Mestne občine Ljubljana, ki je v nekaterih primerih opozorila na širok spekter problemov notranjega okolja, kot so prenizka raven dnevne osvetljenosti, neprimerna kakovost zraka in prekomerna raven hrupa v prostorih (Pajek idr. 2017).

Pri preučevanju problemov dnevnega osvetljevanja v vrtcih in šolah v literaturi (Tsikra in Andreou 2017; Pajek idr. 2017) vedno znova naletimo na opis problemov, kot sta neprimerna orientacija učilnic in neučinkovito senčenje okenskih odprtín, kar povzroča bleščanje in pregrevanje. Čeprav so ravni dnevne osvetljenosti pogosto primerne, so kakovost dnevne svetlobe ter vizualno in toplotno ugodje v prostorih neustrezni. Fizikalno dejstvo je, da je prehod sončne energije skozi zasteklitev povezan s prehodom vidnega in infrardečega dela sončnega spektra. Poleg vidne svetlobe prodre v notranjost tudi toplota, kar je, zlasti v toplih mesecih, lahko moteče, saj povzroča pregrevanje prostorov. V prispevku se osredotočamo predvsem na vidike osvetljenosti, pregrevanje pa omenjamo v zvezi s potrebo po vzporednem projektantskem reševanju problema. Na podlagi študije številnih relevantnih tujih in domačih virov so predstavljeni pomen dnevne svetlobe in ključni problemi, ki lahko pri uporabnikih v vrtcih in šolah dokazano izzovejo neugodje, zelo pogosto pa tudi zdravstvene težave in manjšo učno uspešnost. Rezultat prispevka sta analiza vplivov dnevne svetlobe na otroke v vrtcih in osnovnih šolah ter predstavitev ključnih priporočil, ki bi jih arhitekti in oblikovalci, tudi glede na znanstveno dokazane poudarjene negativne posledice, morali upoštevati pri zasnovi osvetlitve v igralnicah in učilnicah.

Pomen dnevne svetlobe

Dnevna svetloba je bistven dejavnik kakovosti okolja, ki se ga pogosto ne zavedamo dovolj. Ne omogoča le vizualnega zaznavanja (vizualni sistem), temveč vpliva tudi na psihofiziološki odziv našega organizma (cirkadiani ritem, razpoloženje). Kadar vizualni in neslikovni učinek svetlobe na človeka delujeta skladno, omogočata ohranjanje zdravja, uspešnost pri delu in sproščenost pri počitku (Kristl 2019a).

Na učinkovitost vizualnega zaznavanja vplivata *raven in kakovost osvetljenosti z dnevno svetlobo* (Preglednica 1) (Goodman idr. 2006; Pierson idr. 2017). Izhodiščni kriterij je zadostna količina dnevne svetlobe na delovni ravnini, ki je definirana na podlagi ustreznega predpisa in standarda (npr. Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca 2000; SIST EN 12464/1 2011).

Zaradi enostavnejšega preračuna so količine za dnevno osvetljenost pogosto izražene v obliki faktorja dnevne svetlobe. Metoda izračuna in priporočene vrednosti so standardizirane (SIST EN 17037 2019). Zahteve v primerno oblikovanih prostorih lahko večino dneva izpolnjuje dnevna svetloba, v preostalem času pa kot dopolnilo umetni viri svetlobe primerne kakovosti. Ravno tako pomembna je primerna kakovost osvetljenosti (razporeditev svetlobe v prostoru brez prevelikih kontrastov in bleščanja v vidnem polju). Kvalitativne zahteve pri dnevnem osvetljevanju so definirane s pomočjo razmerja med minimalnim in povprečnim faktorjem dnevne svetlobe v prostoru (faktor enakomernosti) ter preverbo verjetnosti pojava bleščanja (SIST EN 17037 2019). Pri tem je treba uporabljati validirana orodja za izračun in upoštevati odstopanja med njimi (Brembilla idr. 2019).

LASTNOSTI SVETLOBE	SPROŽANJE ODZIVA	
	Vizualne naloge	Biološki/cirkadiani odziv
Mesto vpada	Praviloma horizontalna osvetljenost	Vertikalna osvetljenost (neposredno v oko)
Količina	D_{av} 5 % E 300–500 lx	E nad 1000 lx
Spekter	Vidni del spektra (fotopsko) (vrh pri val. d. 555 nm)	Modri del vidnega dela spektra (vrh pri val. d. 450 nm)
Čas	Med opravljanjem nalog	Sinhronizacija z naravnim dnevno-nočnim ciklusom (zjutraj/dopoldan, zvečer)
Trajanje	Med opravljanjem nalog	Več intervalov v dnevu, odziv odvisen od posameznika
Odzivni čas	Hitro (prilagoditev očesa 1 s)	Počasi (odzivni čas od 15 minut do nekaj ur)

Preglednica 1: Primerjava vpliva dnevne svetlobe na vidni in cirkadiani odziv pri človeku

Drug pomemben vpliv dnevne svetlobe je na *uravnavanje cirkadianih ritmov* (cikel budnosti in spanja, telesna temperatura, izločanje hormonov), na tvorbo vitamina D, imunski odziv in psihološko stanje (kognitivne funkcije, razpoloženje in vedenje) (Knoop 2006). Za sprožanje cirkadianega odziva (Preglednica 1) je potrebna svetloba primerne intenzitete in spektralne sestave, ki vpada neposredno v oko (Rea idr. 2012). Vpliv imajo tudi čas in trajanje izpostavljenosti ter predhodna izpostavljenost. V notranjosti je cirkadiani odziv zelo odvisen tudi od položaja v prostoru in smeri pogleda. Človekova biološka ura se prilagaja izmenjavi dneva in noči. Psihofiziološki sistem organizma je občutljiv za spekter in jakost dnevne svetlobe in se z njima ciklusno sinhronizira (Boubekri 2008). Premajhen dostop do dnevne svetlobe kratkih valovnih dolžin ali enakovredne umetne razsvetljave lahko ogrozi človekovo zdravje in dobro počutje. Vpliv svetlobe na cirkadiani ritem je pri otrocih in mladostnikih izrazitejši kot pri odraslih, zaradi česar je ustrezna osvetlitev igralnic in učilnic še toliko pomembnejša (Acosta idr. 2019).

Pojavljajo se že predlogi za presojo cirkadianega stimulusa v stavbah, kot sta metoda za modeliranje občutljivosti človeškega cirkadianega sistema (Rea idr. 2012) in enačba za ugotavljanje vpada dnevne svetlobe v oko, še posebej njene indirektno komponente, glede na odbojnost notranjih površin in delež okenskih odprtín (Yao idr. 2020). Mogoče je že tudi uporabljati prva orodja za preračun in vrednotenje

cirkadianega stimulusa (LRC 2017, Well 2019). Predvsem je treba poudariti, da moramo presoji osvetljenosti na horizontalnih površinah (odboj svetlobe od delovne površine v oko) dodati tudi presojo vertikalne osvetljenosti (vpad svetlobe neposredno v oko). Ob tem se je treba zavedati razlike med vidnim stimulusom, na katerega oko odreagira praktično v trenutku, in cirkadianim stimulusom, ki za odziv potrebuje daljši čas ter primeren časovni vzorec in spektralno sestavo svetlobe (Konis 2017).

Kot ugotavljajo Rea idr. (2002), je raven umetnega osvetljevanja s stropa ob vpadu v oko tri- do petkrat nižja od ravni, izmerjene na delovni ravnini. To pomeni, da primerna osvetljenost delovne ravnine v večini primerov hkratno ne zagotavlja tudi sprožanja cirkadianega odziva, saj umetni viri svetlobe pogosto nimajo primerne spektralne sestave in dovolj visoke intenzitete. Lahko rečemo, da je območje t. i. biološke temè (cone, v kateri ni svetlobnih pogojev, potrebnih za učinkovit cirkadiani stimulus) v prostoru drugačno kot območje »vizualne temè« (cone, v kateri ni zadostnih pogojev za učinkovit vizualni stimulus) (Hraska 2015; Kristl idr. 2011). Razen bivanja v zunanosti je zadrževanje v bližini okenske odprtine pogosto edino, kar lahko omogoči vpad zadostne količine dnevne svetlobe neposredno v oko.

Pri otrocih in adolescentih je cirkadiani stimulus bolj izrazit kot pri odraslih, zato je ustrezno načrtovanje prostorov vrtec in šol še posebej pomembno. Natančneje so se z vplivom svetlobe na cirkadiani stimulus učencev v šolah ukvarjali Acosta idr. (2019). Ugotovili so, da je cirkadiani odziv v učilnicah globine osem metrov mogoče sprožati z dnevno svetlobo, vendar mora biti delež svetlobne odprtine na okenski steni vsaj 30 %. Ob tem so opozorili, da na specifičen priporočeni delež okenskih odprtin na določeni lokaciji bolj kot zemljepisna širina vplivajo tipične vremenske razmere. V študiji se je kot zelo pomembna izkazala tudi obdelava notranjih površin, saj je bilo v učilnicah s temnimi površinami (nizka svetlobna odbojnost) zelo težko zagotavljati osvetljenost, ki je sprožila cirkadiani odziv. V učilnicah s svetlimi površinami je bil cirkadiani odziv ugodnejši. Za najprimernejši barvi površin z visoko svetlobno odbojnostjo sta se izkazali bela in svetlo modra.

Vpliv dnevne svetlobe na psihološki odziv (kognitivne funkcije, razpoloženje in ciljno vedenje) je že potrjen, vendar še ni dokončno raziskan. Nekateri študije nakazujejo, da ima svetloba prek očesne mrežnice poleg vpliva na hipotalamus, ki uravnava cirkadiane ritme, vpliv tudi na habenulo, ki naj bi bila odgovorna za psihološki odziv (Blume idr. 2019). Zato med osnovne biološke potrebe lahko uvrstimo tudi vidni stik z dinamičnimi impulzi dnevne svetlobe.

Raven in distribucija dnevne svetlobe

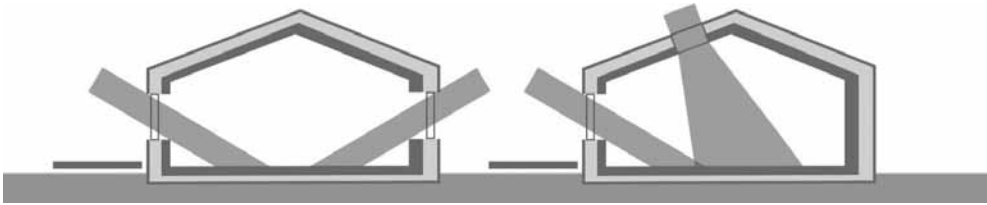
Smiselno je, da vrtec in šole z dnevno svetlobo osvetljujemo večino časa, ko je dnevna svetloba na voljo. Osvetljenost mora biti čim bolj enakomerna po vsem prostoru in primerna za različne dejavnosti, kot so igranje, pisanje in branje (Yener 2011). Ravni dnevne svetlobe so zaradi dnevnega ciklusa in vremenskih sprememb večinoma izražene v obliki povprečnega faktorja dnevne svetlobe (D_{av}) (CIE 1970; Simons in Bean 2001) in ne v obliki osvetljenosti (E). Študije so pokazale, da je

vrednost D_{av} , pri kateri uporabniki občutijo vizualno ugodje in z lahkoto opravljajo vizualne naloge, med 2 % in 5 %. Če je vrednost višja (npr. 10 %), se nekateri uporabniki pritožujejo zaradi prevelike svetlosti površin v vidnem polju in lahko občutijo bleščanje; pri vrednostih pod 2 % prostor zaznavajo kot temačen ali pretemen za delo (Heschong 2003). Zavedati se moramo, da so ta priporočila le okvirna in jih je treba prilagoditi glede na geografski položaj stavbe. S pomočjo novega standarda (SIST EN 17037 2019) lahko natančneje ugotovimo, kakšen mora biti D_{av} , če npr. želimo v prostoru doseči srednjo raven osvetljenosti skozi vertikalne svetlobne odprtine (okna) na deležu referenčne ravnine v prostoru najmanj polovico svetlega dela dneva: na podlagi podnebnih podatkov za izbrano lokacijo (npr. Ljubljano) tako vidimo, da mora biti povprečna prostorska vrednost D_{av} , pri kateri zagotovimo osvetljenost 300 luksov, vsaj 1,8 %.

V učilnicah, igralnicah in kabinetih, kjer se izvajajo dejavnosti, kot so branje, pisanje ali uporaba prikazovalnih naprav, in kjer udeleženci ne morejo poljubno izbrati mesta in smeri pogleda, je treba izvesti tudi oceno *bleščanja*, ki se lahko pojavi kljub primernemu D_{av} . Bleščanje nastane, ko se v vidnem polju pojavijo preveč svetla območja ali ko je zaradi zastirajočih odsevov zmanjšano kontrastno razmerje. To lahko povzroči tudi stranske ali naknadne posledice v obliki glavobola ali utrujenosti (SIST EN 17037 2019). Npr. zelo kontrastni vzorci žaluzij na oknih lahko povzročijo vizualni stres, izzovejo glavobol ali migrene in celo epileptične napade (Harle idr. 2006; Fisher idr. 2005).

Za zaščito pred bleščanjem zaradi pogleda v sonce ali svetlo nebo je mogoče na svetlobnih odprtinah uporabljati različna pomična ali zložljiva senčila. V nasprotju z elementi sončne zaščite, ki preprečujejo pregrevanje in morajo biti vgrajeni na zunanji strani zasteklitve, so senčila lahko tudi notranja. Priporočljivo je uporabljati senčila, ki omogočajo dnevno osvetljevanje in pogled navzven ter ponujajo uporabniku možnost regulacije (Kristl 2019a; Košir idr. 2011).

Naslednji pogost problem so *odsevi* na gladkih vertikalnih površinah (npr. zaslونih, tablah) ali drugih sijajnih površinah (npr. klopeh, papirju), ki pri opravljanju vidnih nalog zmanjšajo kontrast med ozadjem in neposredno vidno nalogo ter tako otežujejo čitljivost. Odsevi nastanejo, ko se močni svetlobni viri (npr. sonce ali odsev svetlobnih odprtin) pojavijo v odsevni vidnem polju zaslona ali table. Velikost, količina in vpliv so odvisni od svetlosti vira, odsevni lastnosti površine ter svetlosti ozadja in osredja (SIST EN 17037 2019). Motnjo lahko povzroča npr. nepravilno vgrajena oprema. Projektor, ki je obešen na strop in usmerjen na vertikalno steno, lahko povzroči odboj svetlobe na tabli, kar se kaže kot bleščanje, to pa vzbuja nelagodje. Moteč vir svetlobe, ki povzroči bleščanje, je lahko tudi interaktivna tabla (Winterbottom in Wilkins 2009).



Slika 1: Preliminarna študija lokacije svetlobnih odprtin

Kot vidimo iz izpostavljenih primerov, dnevna svetloba v prostoru ni vedno enakomerno razporejena in je zato lahko za posameznike zelo moteča. Medtem ko je v igralnicah mogoče nekatere dejavnosti v igralnih kotičkih prilagoditi svetlobnim pogojem, je v učilnicah *enakomerna distribucija svetlobe* ključnega pomena, saj je treba enakovredne učne pogoje na delovnih površinah zagotavljati vsem otrokom in učiteljem (Kristl 2019b). Na distribucijo dnevne svetlobe je treba pomisliti v zgodnjih fazah načrtovanja, ker je ta povezana z velikostjo in lego svetlobnih odprtin, te pa vplivajo na zasnovo nosilne konstrukcije in oblikovanje stavbnega ovoja (Slika 1). Pri analizi projektov več norveških šol Houck (2015) sicer ugotavlja, da v zelo zgodnjih fazah načrtovanja še ni smiselno določati detajlnih lastnosti svetlobnih odprtin, kot sta oblika svetlobnih odprtin in prepustnost zasteklitve. Zato takrat še ne moremo izvesti natančne analize dnevne osvetljenosti. Za približno oceno predlaga presojo ključnih dejavnikov, kot so globina in višina prostorov ter delež okenskih odprtin na fasadi. Predvsem slednje se je izkazalo za zelo učinkovit okvirni kazalnik primerne dnevne osvetljenosti učilnic (Jamrozik idr. 2019). Standard (SIST EN 17037 2019) o enakomerni razporeditvi svetlobe ne daje specifičnih priporočil, je pa to urejeno s priporočeno osvetljenostjo na deležih uporabnih površin in s pomočjo standarda za osvetljenost delovnih mest. Če npr. želimo v učilnici doseči vsaj 300 luksov na vseh klopeh, obenem pa ne želimo na nekaterih imeti prevelikih svetlosti, ki bi povzročile bleščanje, je treba zagotoviti čim enakomernjšo distribucijo svetlobe v prostoru. Te zahteve sama arhitekturna zasnova prostora velikokrat ne izpolnjuje, omogočijo pa jo lahko različne tehnične rešitve in pripomočki. Freewan in Al Dalala (2020) sta preučevala vpliv svetlobnih polic (lightshelf), anidoličnih ogledal in dodatnih odprtin proti zastekljenim hodnikom na raven osvetljenosti in distribucijo svetlobe v učilnicah univerze v Jordaniji. Ukrepi so izrazito povečali osvetljenost v globini prostora in zmanjšali bleščanje, kar je ugodno vplivalo na splošno raven osvetljenosti in distribucijo. Ugotovitev te študije sicer ne moremo neposredno prenesti v naše okolje, saj se podnebne razmere na Bližnjem vzhodu močno razlikujejo od naših, povzeti pa je mogoče, da lahko namestitve dodatnih elementov za dnevno osvetljevanje, npr. nadsvetlob, močno izboljša svetlobne pogoje v učilnicah (Slika 2). Zahteve glede rabe energije in dnevnega osvetljevanja si mnogokrat nasprotujejo (Kristl 2019b; Košir idr. 2011), zato je treba velikost odprtin optimizirati. To potrjuje tudi multifaktorska analiza za optimizacijo rabe energije in dimenzioniranje stavbnih odprtin (Pilechiha idr. 2020), ki kot pogosti posledici usmerjanja izključno na rabo energije omenja nizko raven dnevne osvetljenosti in omejen pogled v zunanost.



Slika 2: Enakomerna distribucija dnevne svetlobe z nadsvetlobo in senčili, ki omogočajo delni pogled navzven



Slika 3: Nastavljive žaluzije – v zgornjem in spodnjem delu so lamele odprte za odboj svetlobe v strop in od tam v globino prostora, v srednjem delu zaprte za zaščito pred pregrevanjem

Pogled navzven

Pogled v zunanost lahko pozitivno vpliva na opazovalčev občutek blagostanja in zadovoljstva, pa tudi zmanjšuje možnost pojava kratkovidnosti pri otrocih (Mihelčič in Podlessek 2016). Poleg tega je pomemben zaradi zagotavljanja informacij, ki jih potrebujemo pri vsakodnevnih dejavnostih, kot so lokacija, čas, vremenske razmere in dejavnosti v okolici. Te informacije lahko zmanjšajo utrujenost, ki nastane zaradi dolgih obdobj bivanja v zaprtih prostorih. Pomembno je tudi sproščanje očesnih mišic s pogledom v daljavo, ki je nujno pri dolgotrajnem osredotočanju na bližnje cilje (pisanju in branju). Kakovost pogleda navzven je odvisna od velikosti svetlobnih odprtih, širine in globine pogleda navzven, števila opazovanih slojev in vidnih informacij o okolici (SIST EN 17037 2019).

Giraldo Vásquez idr. (2019) so preučevali vpliv svetlobnega okolja in pogleda navzven na učni napredek predšolskih otrok. Ugotovili so, da predšolski otroci že lahko razlikujejo svetlobne potrebe glede na dejavnost, ki jo izvajajo. Pogled navzven je bil izpostavljen kot zelo pomemben dejavnik pri delu, predvsem so si otroci želeli pogleda na zelenje. Podobno raziskavo sta izvedla tudi Li in Sullivan (2016), ki sta preučevala odziv študentov v predavalnicah s pogledom na grajeno okolje ali na zelenje. Ugotovila sta, da je pogled na zelenje bistveno učinkovitejši za premagovanje utrujenosti in zmanjševanje stresa kot pogled na grajeno okolje. Te ugotovitve imajo lahko velik vpliv na izbiro lokacije vrtcev in šol ter na oblikovanje zunanjega prostora. Kakovost pogleda navzven je posebej pomembna tudi za prostore, v katerih se ljudje zadržujejo dalj časa ali pa so namenjeni občutljivim skupinam populacije (SIST EN 17037 2019).

Poleg omenjenih dejavnikov ocenjevanja kakovosti pogleda navzven so pomembna tudi dodatna merila, kot sta estetska in kompozicijska vrednost vidnega motiva. V tem kontekstu so zanimiva dognanja, predstavljena v razpravi (van Esch idr. 2019), ki obravnava odziv pisarniških delavcev na vsebino pogleda navzven. Rezultati nakazujejo, da udeleženci razločijo značilnosti pogleda navzven in da se odzivajo skladno z opazovanim motivom. Raziskovalci so tudi ugotovili, da pozitiven odziv opazovanih pisarniških delavcev lahko bolje predvidijo, če kot merilo izberejo vsebino pogleda navzven, kot pa če opazujejo le prisotnost zelenja v pogledu navzven. Podoben odziv na estetsko in kompozicijsko vrednost vidnega motiva so ugotovili tudi v primeru, ko so imeli opazovani pisarniški delavci pogled na grajeno okolje.

Pogled navzven je zelo pomemben dejavnik načrtovanja, vendar ga je danes v zgodnjih fazah načrtovanja precej težko natančno ovrednotiti. Kakovosten pogled navzven mora obsegati sloje neba, urbane ali naravne krajine in tal (SIST EN 17037 2019). Ena od rešitev vrednotenja pogleda navzven predlaga multifaktorsko načrtovanje okenskih odprtih s pomočjo metričnega orodja. Ta arhitektom omogoča enostavnejšo analizo pogleda navzven, dnevnega osvetljevanja in rabe energije (Li in Samuelson 2020). Arhitekt lahko s pomočjo orodja bolje določi velikost in obliko okenske odprtine glede na zelen pogled navzven ter preveri kakovost pogleda z več različnih točk v prostoru. Takšno preverjanje je pomembno, saj se z odmikanjem od okna obseg pogleda navzven krči. Zato moramo svetlobne odprtine dimenzionirati v skladu z globino prostora in zeleno kakovostjo pogleda. Na vidni stik z zunanjo-

stjo vplivata tudi položaj opazovalca (stoječ, sedeč, ležeč) in njegova višina (odrasli, otroci). Pri sedečem ali ležečem položaju lahko vidni stik z zunanostjo pogosto ovira previsok parapet (Kristl 2019a).

Diskusija

Prostor vrtcev in šol je zelo pomemben za otrokov razvoj, po prepričanju stroke si zasluži naziv »tretji učitelj« (Strong-Wilson in Ellis 2007). Tradicionalni koncept katedra, table in klopi kot nujne in (skoraj) edine opreme je že zdavnaj presežen z oblikovanjem prostora, ki sporoča in izobražuje s fleksibilno postavitvijo opreme ter omogoča ustvarjanje ustreznih razmer za različne aktivnosti – z barvami, zagotavljanjem naravne osvetlitve, povezovanjem z zunanjim okoljem itd. Vse to ustvarja v vrtcu in šoli prijetno atmosfero za otrokovo dobro počutje in učni napredek. V prispevku se sicer osredotočamo predvsem na fizično ugodje, ki ga definiramo s štirimi fizikalnimi parametri – toplota, kakovost zraka, akustika in svetloba. Primerna oblika in sestava fasadnega ovoja stavbe vplivata na vse štiri parametre – toplotna izolativnost ovoja stavbe zagotavlja čim manjše toplotne izgube, ustrezen način prezračevanja z ročnim odpiranjem oken ali prezračevalno napravo omogoča nadzor nad kakovostjo zraka, oblika prostora in primerna obdelava površin ustrezno akustično okolje, velikost in razporeditev okenskih odprtín pa svetlobno ugodje.

Spoznanja raziskav kažejo, da je zagotavljanje kakovosti osvetlitve v izobraževalnem okolju precej zapletena naloga. V učilnici se izvaja vrsta različnih dejavnosti, pri katerih je optimalna osvetlitev ključnega pomena, npr. branje in pisanje na mizah v učilnici ali risanje na mizah v igralnici, neverbalna komunikacija med otroki in učiteljem/vzgojiteljem. Za uspešno izvajanje teh dejavnosti so potrebni posebni vizualni pogoji, ki jih zagotavljajo le zadostne količine dnevne svetlobe. Dnevna osvetlitev je odvisna od orientacije stavbe ter igralnic in učilnic, velikosti in pozicije okenskih površin, višine parapeta, geometrije prostora, prepustnosti zasteklitve za sončno sevanje, predvsem za vidni del spektra. Vse to je seveda povezano z vremenom in letnim časom, tudi s pregrevanjem prostorov zaradi prekomernega prehoda toplote skozi zasteklitev. Kakovost dnevne osvetlitve dodatno definira pojav bleščanja, npr. zaradi odsevov. Šele upoštevanje vseh teh spremenljivk in vključitev elementov sončne zaščite in senčil, s katerimi jih lahko delno uravnavamo, daje možnosti za zagotavljanje optimalnih svetlobnih razmer.

Seznam delujočih vrtcev in osnovnih šol v Sloveniji je zelo dolg. Stavbe, v katerih potekata vzgoja in izobraževanje, so bile zgrajene v različnih obdobjih, ko so veljali drugačni standardi in priporočila kot danes (Zbašnik-Senegačnik idr. 2019). Tudi gradiva, tehnologije gradnje in komponente v stavbi so se v zadnjem stoletju močno spremenili. V prvi polovici 20. stoletja so se še uporabljala naravna in mineralna gradiva, z razvojem kemične in gradbene industrije po 2. svetovni vojni pa so začela nastajati sintetična gradiva, ki imajo danes znaten delež v stavbah, tudi v vrtcih in šolah. Ta gradiva pogosto vsebujejo snovi, ki se sproščajo v makro- in mikrookolje ter lahko povzročijo težave in različne bolezni (Zbašnik-Senegačnik 2018). Spreminjale

so se tudi pedagoške doktrine (Horvat 2019), fizični oz. grajeni prostor igralnic in učilnic pa je bolj ali manj ostajal enak. Še do pred kratkim je veljalo, da je funkcija okenske odprtine samo uvajanje (minimalne) svetlobe v prostor. Velikost okenskih površin je bila namreč odvisna od tehnoloških danosti proizvodnje, pa tudi od ekonomike – skozi okna je uhajala toplota. Danes je možna proizvodnja stekel velikih dimenzij z visoko toplotno izolativnostjo in tudi visoko svetlobno transmitivnostjo, to pa prinaša nove možnosti tudi v vrtce in šole. Okenska odprtina torej nima več samo osnovne funkcije prepuščanja določene količine svetlobe, pomembna postajata kakovost osvetlitve in nadzorovanje različnih učinkov, ki jih distribuirana svetloba prinaša v prostor.

V okviru raziskovalnega projekta CRP 2016 (Zbašnik-Senegačnik idr. 2019) je bila izvedena raziskava, v kateri so se preverjale arhitekturne razmere v slovenskih vrtcih in osnovnih šolah v Sloveniji. Ravnatelji 25 referenčnih vrtcev in 24 osnovnih šol so bili naprošeni, da izpolnijo obsežen vprašalnik o primernosti arhitekturne zasnove igralnic, učilnic in drugih prostorov, njihovi opremljenosti, možnosti prilagajanja in povezovanja prostorov. Znatno delež vprašanih je bil namenjen tudi naravni osvetlitvi prostorov, velikosti in razporeditvi oken, orientaciji oken, ustreznosti sončne zaščite. Po mnenju ravnateljev referenčnih vrtcev so igralnice v vrtcih na splošno dobro osvetljene, ravnatelji referenčnih osnovnih šol pa menijo, da je osvetlitev z dnevno svetlobo v večini učilnic podpovprečna (ugotovitve so subjektivne, dejanske vrednosti bi bilo treba izmeriti.) To ne pomeni, da imajo vrtci kakovostno osvetlitev, osnovne šole pa ne. Dojemanje primernosti osvetlitve je gotovo odvisno od organizacije aktivnosti v prostorih. V igralnicah se aktivnosti v skladu s kurikulumom izvajajo v manjših skupinah na več lokacijah v prostoru in jih je mogoče prilagoditi glede na svetlobne razmere. Osvetlitve v vrtcih večina anketiranih ravnateljev zato ne zaznava kot neustrezne. V učilnicah so aktivnosti večinoma enake za vse učence, delovne površine – mize in table – pa ponujajo glede na oddaljenost od vira svetlobe različne svetlobne pogoje. Povprečni faktor dnevne svetlobe D_{av} , ki ga je enostavno izračunati, je le en kazalnik kakovosti dnevne osvetljenosti. Pomembna je enakomerna osvetljenost oz. enaki učni pogoji za vse učence, za tiste v globini prostora, ki so v temnejšem okolju, in tudi za tiste ob oknu, ki jim je lahko presvetlo. Poleg tega lahko učenci občutijo tudi lokalno vizualno neugodje zaradi bleščanja.

Kakovostna dnevna osvetlitev je, kot kažejo raziskave, pomemben parameter, ki vpliva na vid, zdravje in počutje. Omogoča vizualno zaznavanje ter uravnava cirkadiani ritem in razpoloženje. Pomen primerne osvetljenosti delovnih površin in povprečnega faktorja dnevne svetlobe je poznan že dolgo, predvsem v povezavi z glavoboli ali poslabšanjem vida ob nezadostni osvetlitvi. Novejše so ugotovitve o vplivu dnevne svetlobe na uravnavanje cirkadianega ritma in razpoloženje, kar lahko vpliva na vedenje in zbranost otrok; te so pri nas pri zasnovi vrtcev in šol še premalo upoštevane.

Zastekljene površine povezujejo notranje in zunanje okolje ter omogočajo pogled navzven. Študije ugotavljajo, da ima vsebina pogleda v zunanost velik vpliv na zmanjševanje stresa. Zaželen je pogled na zelenje, vendar mora biti pogled tudi vsebinsko stimulativen in mora imeti estetske odlike. To bi moralo biti tudi vodilo

pri izbiri lokacij za šole in vrte ter pri načrtovanju prebojev stavbnega ovoja, tako da ti zagotovijo privlačne poglede v okolico in privlačno oblikovane zunanje površine vrtcev in šol (pomen elementov krajinske arhitekture).

Toplotno ugodje se uravnava tudi z uporabo sončne zaščite. Učinkovita sončna zaščita je zakonsko predpisana na vzhodnih, zahodnih in južnih fasadah (PURES 2010), saj tam ob sončnih dnevih lahko pride do pregrevanja. Ob izbiri sistemov ali elementov sončne zaščite je smiselno razmisliti tudi o možnostih usmerjanja sončne svetlobe v globino prostora in/ali preprečevanju presvetljenosti površin ob zasteklitvah.

V prispevku izpostavljeni parametri morajo biti upoštevani pri načrtovanju, kar sicer zagotovi optimalne razmere le do določene mere. Zavedati se je namreč treba, da je dnevna svetloba naravni pojav, ki ni standardiziran in konstanten, ampak se stalno spreminja. Temu bi se morale prilagajati tudi aktivnosti v prostoru. Načrtujejo in vodijo jih vzgojitelji in učitelji, ki bi morali poznati fenomen dnevne svetlobe z vsemi posledicami v notranjem prostoru in aktivnosti predvideti na ustreznih lokacijah v prostoru, npr. počivanje v delih prostora z manj svetlobe, igranje, branje, pisanje pa na bolj osvetljenih delih. Odgovornost zagotavljanja pogojev za bivalno ugodje se v fazi uporabe stavbe z arhitektov prenese na pedagoge, ki pa imajo ob slabi arhitekturni rešitvi pogosto omejene možnosti optimalnega umeščanja posameznih aktivnosti. Smiselno bi bilo iskanje možnosti preverjanja in potrjevanja ustreznosti osvetlitve v vseh fazah procesa nastajanja stavb, na koncu tudi ob pridobivanju uporabnega dovoljenja. Večji poudarek bi moral biti tudi na preživljanju odmorov na prostem in selitvi dela učnih obveznosti v zunanje okolje (Vovk Korže 2019), kar bi zadostilo potrebam po dnevni izpostavljenosti dovolj visokim vrednostim modrega dela vidne svetlobe neposredno v oko, kar je pomembno za sprožanje cirkadianega odziva in vpliva na razpoloženje. Okenske odprtine morajo biti v igralnicah in učilnicah umeščene tako, da omogočajo privlačne in kakovostne poglede v zunanje okolje, ki bi jih bilo smiselno vključiti v igre v vrtcu ali učne naloge pri pouku v šoli. Pogled v daljavo sprošča očesno mišico, zato je pri delu, ki zahteva fokusiranje na bližnje cilje (branje, pisanje, delo z računalnikom), nujno potreben. Spekter dnevne svetlobe je zaradi povezave z višjo ravno dopamina v mrežnici, ki je posledica večje izpostavljenosti kratkovalovni svetlobi v zunanosti, tudi pomemben zaščitni dejavnik pred pojavom kratkovidnosti pri otrocih (Mihelčič in Podlesek 2016).

Sklep

Dnevna svetloba omogoča opravljanje vizualnih nalog in vpliva na psihofiziološki odziv organizma (cirkadiani sistem in razpoloženje). To je naravna dobrina, ki je je v izobilju na voljo na prostem, v zaprtih prostorih, kjer se človek zadržuje večino časa, pa na njen dostop vpliva več dejavnikov, v veliki meri so odvisni od zasnove stavbe.

Grajeno okolje (s svojo sestavo in obliko) ima pri vzgoji in izobraževanju velik pomen. Vpliva na bivalno ugodje v igralnicah in učilnicah ter drugih prostorih vrtcev in šol in mora zagotavljati ustrezne temperaturne razmere, kakovosten zrak,

ustrezno akustiko in primerno osvetlitev. Študija se je osredotočila na preučevanje vplivov dnevne svetlobe na otroke v vrtcih in šolah. Ugotovitve, ki so nastale na podlagi pregleda relevantne literature in standardov, kažejo na velik vpliv dnevne svetlobe na počutje in zdravje (manjša je tudi verjetnost za kratkovidnost (Mihelčič in Podlessek 2016)) in učno uspešnost otrok. Arhitekti in načrtovalci imajo torej pri zasnovi vrtcev ter šol zahtevno in odgovorno nalogo. Ključna priporočila za načrtovanje, pripravljena na podlagi študije, so namenjena predvsem arhitektom in upravljavcem stavb:

- *Svetlobne odprtine morajo zagotavljati dovolj visoko raven povprečnega faktorja dnevne svetlobe D_{av} v prostoru*, kar je možno izračunati ali izmeriti. Priporočila za arhitekta: primerna pozicija in velikost svetlobnih odprtin glede na obliko prostora, zadostna prepustnost stekla za svetlobo, primerna senčila.
- *Enakomerna distribucija svetlobe po celotnem prostoru*. Priporočila za arhitekta: okna morajo biti razporejena tako, da je omogočena čim enakomernejša osvetlitev (svetlobne odprtine na eni ali več straneh, tudi nadsvetlobe in strešna okna, svetlobni odbojniki), priporočena je svetla obdelava notranjih površin. V fazi načrtovanja morata biti izvedena simulacija dnevne osvetlitve in izračun ravni dnevne svetlobe v notranjih prostorih.
- *Preprečevanje bleščanja in odsevov*. Priporočila za arhitekta: ustrezna pozicija oken, površinska obdelava prostorov in opreme, vgradnja senčil za uravnavanje vpadnega kota svetlobe (izbira primernih senčil – notranja senčila za regulacijo intenzitete svetlobe, zunanja senčila zmanjšujejo tudi prehod sončne energije skozi steklo; žaluzije odbijejo svetlobo v strop ...).
- *Preprečevanje pregrevanja*. Priporočila za arhitekta: vgradnja zunanje sončne zaščite z možnostjo uravnavanja prehoda sončne energije skozi zasteklitev.
- *Pogled navzven*. Priporočila za arhitekta: pozicija oken usmerjena na privlačne zunanje motive, ki naj vsebujejo veliko zelenja, premišljeno načrtovanje in vzdrževanje okolice stavb.

Arhitekt sodeluje pri načrtovanju in izvedbi vrtca in šole, v fazi uporabe stavb skrbijo za dobro počutje in zdravo okolje upravljavci stavb in pedagogi. Ti bi se morali zavedati pomena dnevne svetlobe in aktivnosti organizirati v skladu s trenutnimi svetlobnimi razmerami. Upoštevati je treba, da so pedagogi večji del dneva usmerjeni v nasprotno smer kot otroci in da motečih dejavnikov morda niti ne zaznavajo. Preveriti morajo delovanje sončne zaščite, odseve, prekomerno osvetlitev, bleščanje zaradi projektorjev, interaktivnih tabel, moteče vzorce žaluzij itd. – tudi s pozicije otrok. Gre za fizikalne pojave, ki se pojavljajo občasno, odvisni so od dela dneva, trenutne osončenosti in aktivnosti v razredu. Bleščanje se odpravi z uravnavanjem sončne zaščite (npr. prekomerno osvetljenost, tudi neprijetne vzorce žaluzij), s spremembo pozicije projektorja se lahko zmanjšajo svetlobni kontrasti v prostoru ...

Problematika osvetljenosti je kompleksna zaradi fizioloških in psiholoških učinkov na uporabnike stavb. V vrtcih in šolah ti pri otroku lahko izzovejo težave,

ki se jih strokovna javnost še premalo zaveda. Za obvladovanje tega zahtevnega področja morajo biti arhitekti in načrtovalci vzgojno-varstvenih in šolskih objektov opremljeni z zadostnim znanjem. Nujno je upoštevanje normativov in standardov, ki jih določa resorno ministrstvo, in v okviru tega iskanje rešitev, ki so že znane ali nove in jih je mogoče smiselno implementirati v domače naravno in urbano okolje ter kulturne značilnosti in načine vsakdanjega življenja v določenem okolju. Potrebna znanja posegajo tudi na druga interdisciplinarna področja, zato bi bilo smiselno v proces načrtovanja vključiti tudi strokovnjake s področij pedagogike, psihologije, antropologije, filozofije, medicine, gradbene fizike, krajinske arhitekture, kulturne dediščine ter ekonomije in ekonomike. Ker je to v okviru običajnih postopkov načrtovanja zelo težko izvesti, bi nujno potrebovali načrtovalske smernice, v katere bi bila vključena evidentirana priporočila omenjenih strokovnjakov in ki bi ponudile pomembna izhodišča pri načrtovanju vrtcev in šol.

Članek je rezultat raziskovalnega dela v okviru raziskovalnega programa P5-0068, ki ga financira ARRS.

Literatura in viri

- Acosta I., Campano, M. Á., Leslie, R. in Radetsky, L. (2019). Daylighting design for healthy environments: Analysis of educational spaces for optimal circadian stimulus. *Solar Energy*, 193, str. 584–596.
- Blume, C., Garbazza, C. in Spitschan, M. (2019). Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. *Somnologie*, 23, str. 147–156.
- Boubekri, M. (2004). An argument of daylighting legislation because of health. *Journal of the Human Environmental System*, 7, št. 2, str. 51–56.
- Boubekri, M. (2008). *Daylighting, architecture and health: building design strategies*. Boston: Elsevier/Architectural Press.
- Bregar Golobič, K. (2012). Kakšno šolo hočemo? Prostor kot element (prikritega) kurikula. *Sodobna pedagogika*, 52, št. 1, str. 52–72.
- Brembilla, E., Chi, D. A., Hopfe, C. J. in Mardaljevic, J. (2019). Evaluation of climate-based daylighting techniques for complex fenestration and shading systems. *Energy and Buildings*, 203.
- CIE 16. (1970). *Daylight. International Commission on Illumination*.
- Evans, G. W. in McCoy, J. M. (1998). When buildings don't work: The role of architecture in human health. *Journal of Environmental Psychology*, 18, št. 1, str. 85–94.
- Fisher, R. S., Harding, G., Erba, G., Barkley, G. L. in Wilkins, A. (2005). Photic- and pattern-induced seizures: a review for the epilepsy foundation of America working group. *Epilepsia*, 46, št. 9, str. 1426–1441.
- Freewan, A. A. Y. in Al Dalala, J. A. (2020). Assessment of daylight performance of advanced daylighting strategies in large university classrooms: Case study classrooms at JUST. *Alexandria Engineering Journal*, 59, št. 2, str. 791–802.

- Giraldo Vásquez N., Longhinotti Felistre M., Pereira F. O. R. in Kuhnen A. (2019). Luminous and visual preferences of young children in their classrooms: Curtain use, artificial lighting and window views. *Building and Environment*, 152, str. 59–73.
- Golshan, M., Thoen, H. in Zeiler, W. (2018). Dutch sustainable schools towards energy positive. *Journal of Building Engineering*, 19, str. 161–171.
- Goodman, T., Gibbs, D. in Cook, G. (2006). *Better lighting for improved human performance, health and well-being, and increased energy efficiency – A scoping study for CIE-UK*. NPL Report DQL-OR 019. Teddington: National Physical Laboratory.
- Harle, D. E., Shepherd, A. J. in Evans, B. J. W. (2006). Visual stimuli are common triggers of migraine and are associated with pattern glare. *Headache*, 46, št. 9, str. 1431–1440.
- Heschong Mahone group. (1999). *Daylighting in schools. An investigation into the relationship between daylighting and human performance*. Detailed report. California: Board for energy efficiency.
- Heschong Mahone group. (2003). *Daylighting in schools*. Re-analyses report. California: Board for energy efficiency.
- Heschong, L. (2003). *Windows and offices. A study of office worker performance and the indoor environment*. Technical report. California: Energy Commission.
- Houck, L. D. (2015). A novel approach on assessing Daylight access in Schools. *Procedia Economics and Finance*, 21, str. 40–47.
- Hraska, J. (2015). Chronobiological aspects of green buildings daylighting. *Renewable Energy*, 73, str. 109–114.
- Horvat, B. (2019). Učni prostor z vidika pedagoških paradigem. V: M. Zbašnik-Senegačnik (ur.). *Pogledi na prostor javnih vrtcev in osnovnih šol*. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo, str. 70–78.
- Jamrozik, A., Clements, N., Shabih Hasan, S., Zhao, J., Zhang, R., Campanella, C., Loftness, V., Porter, P., Ly, S., Wang, S. in Bauer, B. (2019). Access to daylight and view in office improves cognitive performance and satisfaction and reduces eyestrain. A controlled crossover study. *Building and Environment*, 165.
- Knoop, M. (2006). Dynamic lighting for well-being in work places: Addressing the visual, emotional and biological aspects of lighting design. V: *Zbornik Razsvetljava 2006. Razsvetljava delovnih mest*. Bled, 12. 10. 2006. Maribor: SDR, str. 63–74.
- Konis, K. (2017). A novel circadian daylight metric for building design and evaluation. *Building and Environment*, 113, str. 22–38.
- Košir, M., Krainer, A., Dovjak, M. in Kristl, Ž. (2011). Automatically controlled daylighting for visual and nonvisual effects. *Lighting Research and Technology*, 43, št. 4, str. 439–455.
- Kristl, Ž. (2019a). Dnevna svetloba v učilnicah in igralnicah. V: M. Zbašnik-Senegačnik (ur.). *Pogledi na prostor javnih vrtcev in osnovnih šol*. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo, str. 166–173.
- Kristl, Ž. (2019b). *Priporočila za načrtovanje dnevne osvetljenosti*. Postojna: Velux 2019.
- Kristl, Ž., Košir, M., Dovjak, M. in Krainer, A. (2011). Študija dnevne osvetljenosti pisarniškega prostora glede na vizualne in biološke vplive. *Gradbeni vestnik*, 60, št. 3, str. 84–91.
- Li, D. in Sullivan, W. C. (2016). Impact of views to school landscapes on recovery from stress and mental fatigue. *Landscape and Urban Planning*, 148, str. 149–158.
- Li, W. in Samuelson, H. (2020). A new method for visualizing and evaluating views in architectural design. *Developments in the Built Environment*, 1.

- Mihelčič, M. in Podlesek, A. (2016). Vpliv propriocepcije na učinkovitost branja. V: 3. Rostoharjevi dnevi. *Psihološka obzorja*, 25, str. 185–202.
- LRC (2017). *Circadian stimulus calculator*. Lighting Research Center. Rensselaer Polytechnical Institute. Dostopno na: <https://www.lrc.rpi.edu/cscalculator/> (pridobljeno 5. 10. 2020).
- Pajek, L., Košir, M., Kristl, Ž., Kacjan Žgajnar, K. in Dovjak, M. (2017). Indoor environmental quality (IEQ) in Slovenian children daycare centres. Part 1, Results of in-situ measurements. *International Journal of Sanitary Engineering Research*, 11, str. 4–18.
- Pierson, C., Wienold, J. in Bodart, M. (2017). Discomfort glare perception in daylighting. Influencing factors. *Energy Procedia*, 122, str. 331–336.
- Pilechiha, P., Mahdavejad, M., Rahimian, F. P., Carnemolla, P. in Seyedzadeh, S. (2020). Multi-objective optimisation framework for designing office windows: quality of view, daylight and energy efficiency. *Applied Energy*, 261, št. 114356.
- Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrta* (2000). Uradni list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10, 47/13, 74/16 in 20/17.
- PURES. (2010). *Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah*. Uradni list RS, št. 52/10 in 61/17.
- Rea, M. S., Figueiro, M. in Bullough, J. D. (2002). Circadian photobiology: an emerging framework for lighting practice and research. *Lighting Research and Technology*, 34, št. 3, str. 177–187.
- Rea, M. S., Figueiro, M., Bierman, A. in Hamner, R. (2012). Modeling the spectral sensitivity of the human circadian system. *Lighting Research and Technology*, 44, št. 4, str. 386–396.
- Roenneberg, T. in Merrow M. (2016). The circadian clock and human health. *Current Biology*, 26, št. 10, str. 432–443.
- Simons, R. H. in Bean, A. R. (2001). Daylight Calculations. V: *Lighting engineering: Applied Calculations*. Oxford: Architectural Press, str. 452–470.
- SIST EN 17037. (2019). *Dnevna svetloba v stavbah*. Mednarodni standard. CEN.
- SIST EN 12464-1. (2011). *Svetloba in razsvetljava – Razsvetljava na delovnem mestu – 1. del: Notranji delovni prostori*. Mednarodni standard. CEN.
- Strong-Wilson, T. in Ellis, J. (2007). Children and place: Reggio Emilia's environment as third teacher. *Theory Into Practice*, 46, št. 1, str. 40–47.
- Tsikra, P. in Andreou, E. (2017). Investigation of the energy saving potential in existing school buildings in Greece. The role of shading and daylight strategies in visual comfort and energy saving. *Procedia Environmental Sciences*, 38, str. 204–211.
- van Esch, E., Minjock, R., Colarelli, S. M. in Hirsch, S. (2019). Office window views: View features trump nature in predicting employee well-being. *Journal of Environmental Psychology*, 64, str. 56–64.
- Vovk Korže, A. (2019). Vsebinske potrebe učilnic v naravi z vidika arhitekture. V: M. Zbašnik-Senegačnik (ur.). *Pogledi na prostor javnih vrtcev in osnovnih šol*. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo, str. 120–127.
- Winterbottom, M. in Wilkins, A. (2009). Lighting and discomfort in the classroom. *Journal of Environmental Psychology*, 29, št. 1, str. 63–75.
- Well (2019). *Well building standard*. New York: International Well Building Institute, pbc Delos and Living LCC.
- Yao, Q., Cai, W., Li, M., Hu, Z., Xue, P. in Dai, Q. (2020). Efficient circadian daylighting. A proposed equation, experimental validation, and the consequent importance of room surface reflectance. *Energy and Buildings*, 210.

- Yener, A. K. (2011). Daylight analysis in classrooms with solar control. *Architectural Science Review*, 45, št. 4, str. 311–316.
- Zbašnik-Senegačnik, M. (2018). Vplivi notranjega prostora na otroke v šolah in vrtcih. *Igra ustvarjalnosti : teorija in praksa urejanja prostora*, št. 6, str. 82–88.
- Zbašnik-Senegačnik, M., Blenkuš, M., Gregorski, M., Nardoni Kovač, Š., Zaviršek Hudnik, D., Zorc, M., Cencič, M. in Štemberger, T. (2019). *Analiza stanja na področju arhitekture javnih vrtcev in šol v Sloveniji – evidentiranje, vrednotenje in varovanje primerov kakovostne (trajnostne) arhitekturne prakse : raziskovalni projekt Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2016« : zaključno poročilo*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

Živa KRISTL (European Faculty of Law, Slovenia)

Martina ZBAŠNIK-SENEGAČNIK (University of Ljubljana, Faculty of Architecture, Slovenia)

STUDY OF THE IMPORTANCE OF DAYLIGHT IN KINDERGARTENS AND SCHOOLS

Abstract: The physical space of the kindergarten and school must provide a pleasant and healthy environment. One of the conditions is the daylighting of the premises, which not only enables the performance of visual tasks, but also affects the psycho-physiological response of the human organism. According to some data, a child or adolescent will spend as much as 30 % of her/his time in a playroom or classroom. Therefore it is important that the professionals and the public are aware of the importance of a quality indoor environment and its impact on children's health and learning progress. The article discusses and critically assesses the effects of daylight on children, including common problems with the quality of daylight in schools and kindergartens such as glare and overheating. Also recent findings in the field of non-visual biological effects of light on children are considered. The literature review reveals that in schools and kindergartens, the average level of daylight is often appropriate, but the distribution of daylight and visual and thermal comfort is inadequate. Studies also suggest that other aspects of daylight, such as stimulating outside views and triggering the circadian response, are very important for the well-being of children. The result of the paper are recommendations that architects must follow when designing the kindergarten or school.

Keywords: daylight, illuminance, circadian stimulus, outside view, school, kindergarten

E-mail for correspondence: ziva.kristl@epf.nova-uni.si