

Webinar Bivalno ugodje v šolah in vrtcih : pomen in priporočila

Neža Močnik u.d.i.a. – VELUX Slovenija
izr.prof. dr. Živa Kristl u.d.i.a. – Biro Arcus

Program webinarja

- ▶ Program
 - ▶ Pomen dnevne svetlobe in svežega zraka v šolah : raziskava Fraunhofer in SINPHONIE : Neža Močnik
 - ▶ Primer: prenova šole Endrup na Danskem : Neža Močnik
 - ▶ Pasti pri prenovah : Neža Močnik
 - ▶ Priporočila s področja naravne osvetlitve in svežega zraka : Živa Kristl

 - ▶ Objava raziskav:
<http://www.velux.com/health/schools>

- ▶ Anketa in darilo
 - ▶ www.velux.si/podpis
 - ▶ Vaše želje in komentarji

- ▶ Novi webinarji v jeseni
 - ▶ Povabilo in prijava na spletni strani

Zakaj mora biti notranje bivalno ugodje ključna komponenta pri prenovah šol?

- ▶ za doseganje energijskih prihrankov
- ▶ da zagotovimo zdravo notranje okolje, ki bo pozitivno vplivalo na učne sposobnosti
- ▶ za zagotovitev boljših pogojev za delo zaposlenih in učenje otrok in zmanjšanje odsotnosti

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Study Report

Impact of the indoor environment on learning in schools in Europe



Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Beratung und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik,
Zurückbau von Bauteilen,
Bauteile und Bauteile
Bauteilweise anstelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung
Bauteile
Prof. Dr. Klaus Peter Seifert

Study Report

**Impact of the indoor environment on learning in
schools in Europe**

Gunnar Grön
Susanne Urlaub

Höbkirchen, Stuttgart, December 2015

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Nobelschule 12 | 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
Telefax +49 711 970-2099
www.ibp.fraunhofer.de

Standort Mühlkirchen
Fraunhoferstr. 10 | 83026 Valley
Telefon +49 8024 643-0
Telefax +49 8024 643-366

Standort Kassel
Cottbusstr. 28a | 34127 Kassel
Telefon +49 561 804-1000
Telefax +49 561 804-3187

Kvaliteta notranjega zraka v evropskih šolah



Trenutno je
95,000,000
učencev v Evropi¹.

Ker otroci preživijo kar **70%** časa v zaprtih prostorih je pomembno, da je njihovo učno okolje **zdravo**.



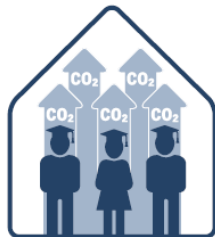
CO₂

Priporočene vrednosti CO₂

Ker so učilnice prostori z veliko gostoto ljudi, ki sproščajo CO₂, je koncentracija CO₂ v zraku neposredno povezana s stopnjo prezračevanja.

Priporočene vrednosti so med **1.000-2.000 ppm**. Z zdravstvenega vidika so vrednosti pod 1.000 ppm smatrane za neproblematične, vrednosti nad 2.000 ppm pa za nedopustne.

Koncentracija CO₂ v učilnicah



Kljub temu, da se je stanje šol v zadnjih letih izboljšalo, veliko učilnic še vedno ne nudi optimalnih notranjih pogojev za učenje.

Študije povzemajo, da so vrednosti CO₂ v veliko šolah nad priporočenim območjem od 1.000 – 2.000 ppm.

Izboljšanje kvalitete zraka = Izboljšanje učnih sposobnosti



Povprečno povečanje učnih sposobnosti za 2,8% in tudi 15% v specifičnih primerih.⁴



Povečana hitrost



Višji nivo pozornosti in koncentracije



Manj odsotnosti

Izboljšanje učnih sposobnosti = gospodarska rast



Povečanje učnih sposobnosti otrok za 2,8% bi vplivalo na povečanje gospodarske rasti v državi za 6,7% - 9,5% (glede na BDP na prebivalca)^{4,5}.

Kako izboljšati kvaliteto zraka v učilnicah



Ker se večina šol v Evropi naravno prezračuje, je potrebno več časa nameniti prezračevanju med odmori.



Inovativne rešitve naravnega prezračevanja, kot npr. senzorsko kontrolirano naravno prezračevanje, lahko vzdržujejo nivo CO₂ znotraj priporočenih vrednosti.



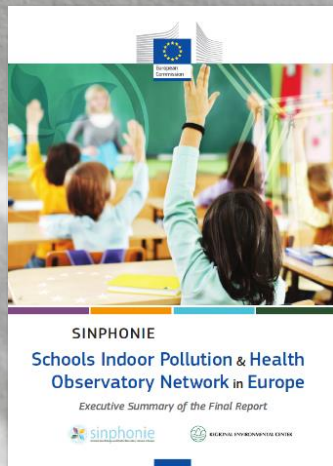
Mehanski sistemi prezračevanja lahko zagotavljajo optimalen nivo kvalitete zraka brez ogrožanja toplotnega ugodja v hladnejših mesecih.



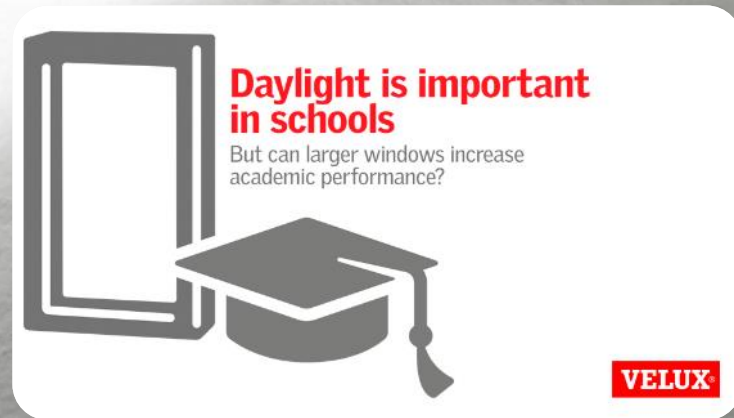
Hibridne rešitve lahko združujejo prednosti tako naravnega kot mehanskega prezračevanja.

INSERM (French Institute of Health and Medical Research) & Université Pierre-et-Marie-Curie (UPMC) Paris Sorbonnes Universités

SINPHONIE - Schools Indoor Pollution and Health:
Observatory Network in Europe



Pilotna raziskava:
Naravna osvetlitev in učenje



Ugotovitve

- ▶ V učilnicah z večjo površini oken dosegajo učenci **do 15%** boljše rezultate pri testih iz matematike in logike.
- ▶ Več svetlobe
- ▶ Ni občutka „zaprtosti“ v prostoru



Impact of Lighting on School Performance in European Classrooms

Cara Maesano, Isabella Annesi-Maesano

* Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, INSERM, Pierre Louis Institute of Epidemiology and Public Health (IPLESP UMRS 1136), Epidemiology of Allergic and Respiratory Diseases Department (EPAR), Saint-Antoine Medical School, F75012 Paris, France

1. Introduction

Children spend more time at school than anywhere else, other than their own home. Students attend school approximately 200 days each year, and 70% of this time is spent inside classrooms. In Europe, there are over 64 million students and almost 4.5 million teachers who spend many hours per day inside kindergartens, primary and secondary schools. Understanding the classroom setting and how it impacts children is important if we want to ensure the health and success of future generations.

The classroom indoor environment is known to have an effect on student performance. Studies on air quality in schools have observed that reductions in school performance can be expected for classrooms and buildings with higher levels of pollutants [1][2]. Other aspects of the indoor environment have also been investigated, such as lighting conditions inside the classroom. There are numerous benefits of both natural light and light in general, and the hypothesis that better lighting conditions lead to better results should seem obvious. However, previous studies have yet to come to a consensus on the issue of lighting and school performance. While evaluations of both natural daylighting and artificial lighting are suggestive of a link, the strength of that link remains unclear. Often these studies are limited geographically [3][4][5], or by a small number of students [6], suggesting that further investigation is needed on a larger scale.

The present study investigates whether the overall lighting conditions in the classroom has an effect on student performance. Students' exposure to light was determined using both direct and indirect assessments of lighting conditions from a European study, conducted recently at the general population level. This study takes advantage of thousands of students in a European-wide analysis and has taken into consideration other known predictors of student learning, including social status and air quality.

2. Methods

Study Design

The Schools Indoor Pollution and Health: Observatory Network in Europe (SINPHONIE) study is a cross-sectional investigation whose main goals, as indicated by its name, were to assess both indoor air in schools and outdoor air in the school vicinity and to better understand the relationship between indoor air pollution in schools and the health of the occupants. The study was conducted in 2011 and 2012, measuring levels of several air pollutants and school characteristics in 23 countries across Europe. Schoolchildren were assessed for general and respiratory health markers, and in some schools, students also completed cognitive tests in order to investigate the effects of the indoor environment on

V raziskavo je bilo vključenih 2.837 otrok (9-12 let), v 148-tih učilnicah v 54-tih šolah v Evropi.

Ugotovitve

- ▶ Boljše rezultate učenci dosegajo v učilnicah, ki imajo okna orientirana proti jugu ter so ustrezno senčena.
- ▶ Pomembno je preprečiti bleščavost
- ▶ Zagotoviti/investirati v ustrezen sistem za nadzorovanje naravne osvetlitve in za preprečevanje bleščanja



PRENOVA IN MONITORING

Osnovne šole Endrup, Danska



Razlogi za prenovo šole Endrup:

- ▶ Izboljšati svetlobne pogoje
- ▶ Izboljšati kvaliteto zraka
- ▶ Zmanjšati temperaturo v učilnicah in ustvariti prijetno notranjo klimo



Merilno orodje



- ▶ Hobo senzorji: nameščeni na eni svetilki v vsaki učilnici
- ▶ Netatmo: Temperatura, CO₂, hrup in vlaga
 - ▶ Nivo hrupa za ugotavljanje prisotnosti otrok

Učilnice:

- ▶ Dve prenovljeni - 1. razred
- ▶ Dve ne prenovljeni - 4. razred

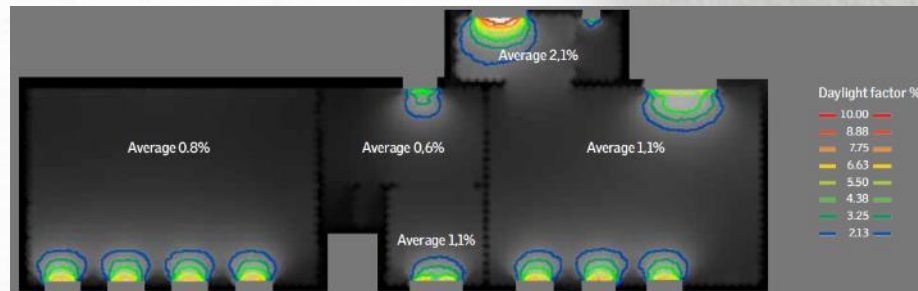
- ▶ Meritve (med tednom od 8:00 – 15:00 ure)
 - ▶ Svetloba: 29. januar – 11. junij, 2015
 - ▶ Temperatura, CO₂, hrup: 29.januar – 9.december



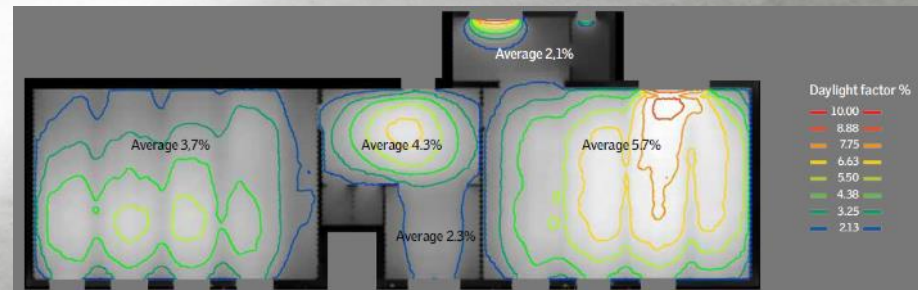
Netatmo
weather station

Endrup šola – Analiziranje naravne osvetlitve

- ▶ Pred prenovo – povprečni KDS v učilnicah je bil izjemno nizek – 0.8% in 1.1% - neenakomerna osvetlitev
- ▶ Po prenovi – z osvetlitvijo preko strehe se je povprečni KDS dvignil od 3.7% do 5.7% - enakomerna osvetlitev cele učilnice



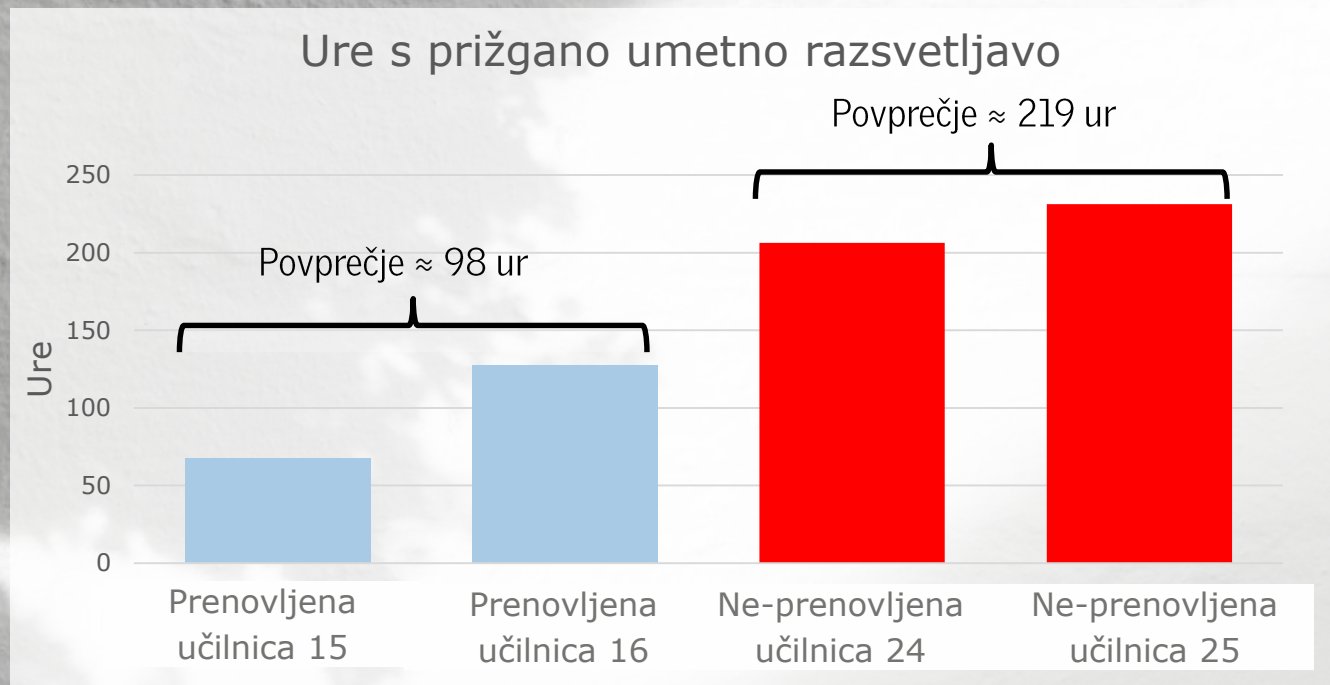
Pred prenovo



Po prenovi

KDS – količnik dnevne svetlobe (angl. DF – daylight factor)

Dnevna svetloba in uporaba umetne razsvetljave



- Prenovljena učilnica
- Ne prenovljena učilnica

~ 20% časa, ko je učilnica v uporabi

~ 45% časa, ko je učilnica v uporabi

Potencial prihranka ≈ 55%

Kakovost notranjega zraka

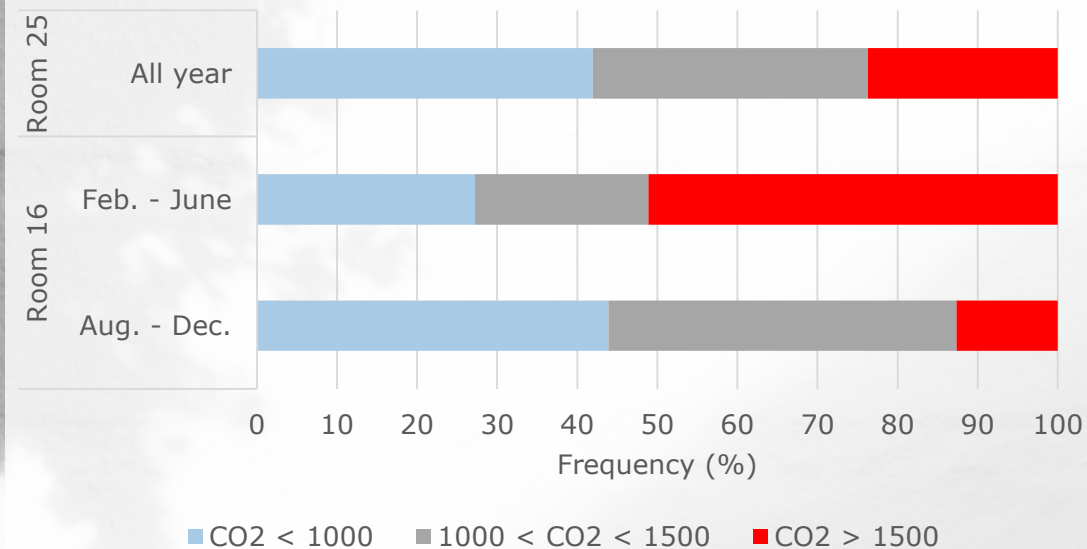
VELUX®

CO₂

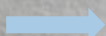


Vpliv senzorsko kontroliranega prezračevanja

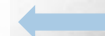
Povprečne vrednosti CO₂ z ali brez senzorsko krmiljenega odpiranja oken



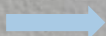
Ne prenovljena



Ročno odpiranje oken



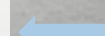
Prenovljena



Ročno upravljanje oken



Senzorsko krmiljeno odpiranje oken (senzor CO₂)



Senzorsko nadzorovano prezračevanje zmanjša časovno obdobje v katerem je vsebnost CO₂ nad 1500 ppm iz 51% na 13%

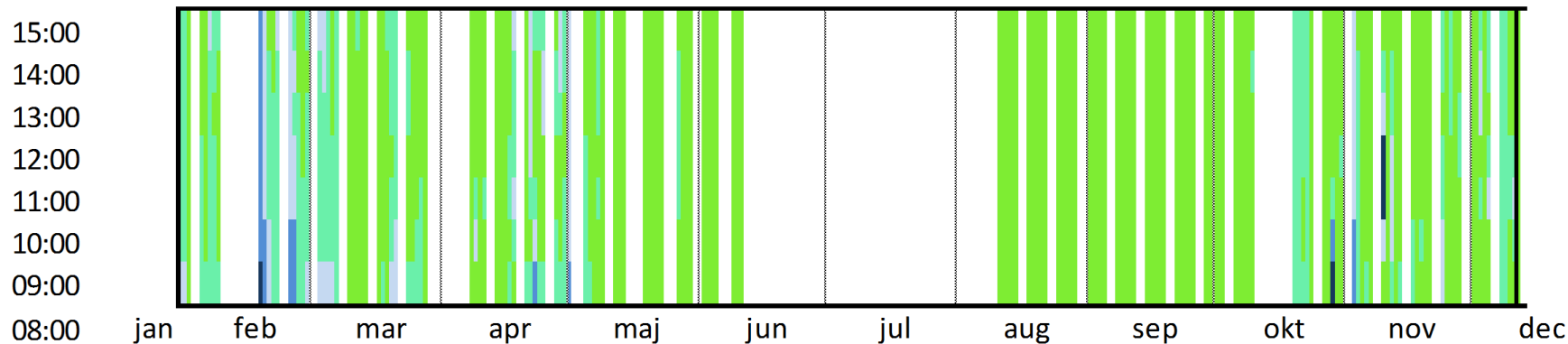
Toplotno ugodje
°C

VELUX®



Toplotno ugodje - prenovljena učilnica

VELUX®



	Hours	Percentage
Too High	0	0.0%
4 high	0	0.0%
3 high	0	0.0%
2 high	0	0.0%
1	844	73.5%
2 low	220	19.2%
3 low	63	5.5%
4 low	17	1.5%
Too low	4	0.3%
Weekends and holidays		

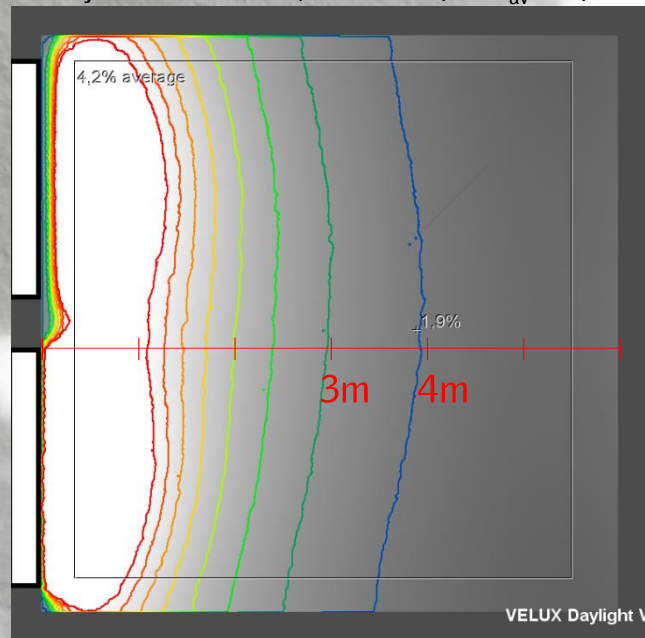
- Večina šolskih ur – kategorija 1 (najboljša)
- Brez pregrevanja v poletnih mesecih
- Ogrevalna sezona: temperatura pade pod kategorijo 1 (skupaj ~ 26% ogrevalnih ur)
 - 19% časa je temperatura med 20 in 21°C
 - 7% časa je pod 20°C

Pasti pri prenovah

- ▶ Z izvedbo izključno energetskih ukrepov (menjava oken z energijsko učinkovitejšimi) in izboljšanjem toplotnega ovoja stavbe se naravna osvetlitev prostora poslabša

Pred prenovo:

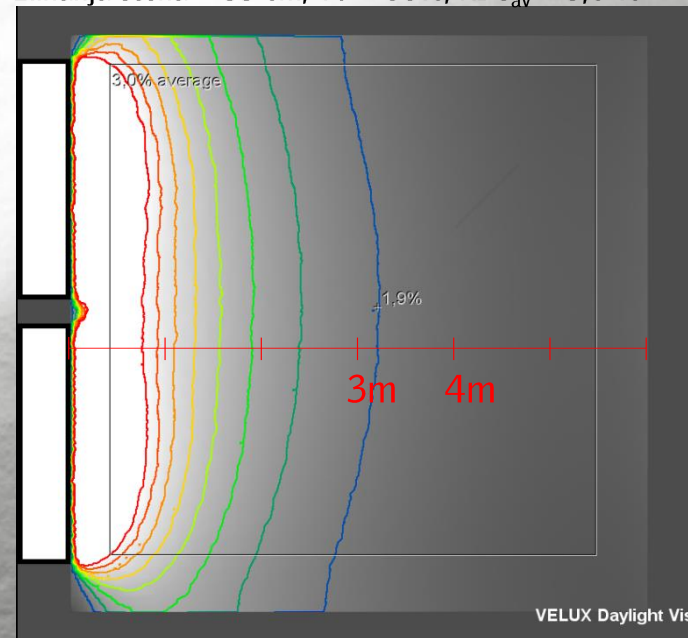
zunanja stena = 35 cm, $T_v = 80\%$, $KDS_{av} = 4,2\%$



KDS_{av} se zmanjša za 28%

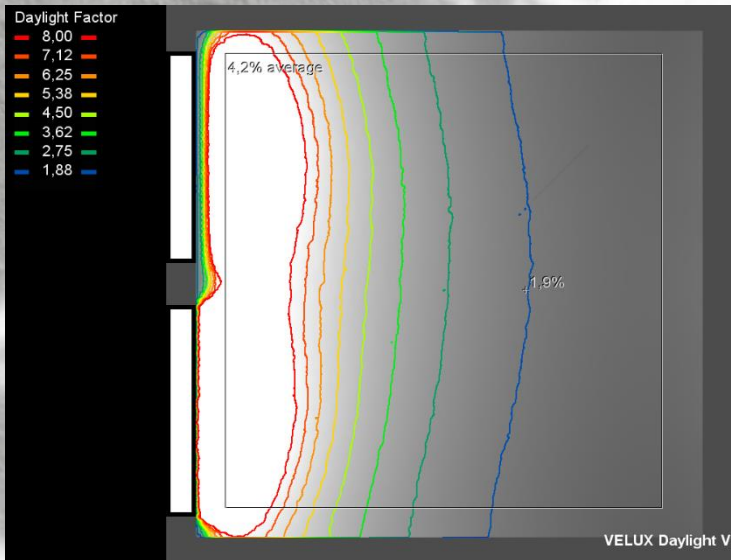
Po prenovi:

zunanja stena = 55 cm, $T_v = 68\%$, $KDS_{av} = 3,0\%$



Pasti pri prenovah/novogradnjah

- ▶ Vpliv naravne osvetlitve na energijski prihranek ni možen brez analiziranja razpoložljive količine svetlobe
 - ▶ Podatek o razporeditvi svetlobnih vrednosti
 - ▶ Podatek o bleščavosti površin



300 – 500 Lx
 $KDS_{av} = 5\%$



PRIPOROČILA ZA PRIPRAVO PROJEKTNE NALOGE IN NAČRTOVANJE

izr. prof. dr. Živa Kristl, u.d.i.a.

BiroArcus d.o.o., Ljubljana

z.kristl@biro-arcus.si

Zdrave in udobne razmere v stavbah

- ▶ Ena glavnih nalog v stavbah je zagotavljanje udobnih in zdravih razmer (poudarek tudi v zakonodaji)
- ▶ Ljudje v stavbah preživijo 90% svojega časa
- ▶ Dobre razmere v stavbah zmanjšajo stopnjo obolevnosti, SBS in izboljšajo udobje in produktivnost
- ▶ **PASTI:** Enostranski pristop in poslabšanje obstoječih razmer v stavbi
- ▶ **OMEJEVANJE TVEGANJ:** Analiza stanja pred projektiranjem, projektni preračun in po izvedbi monitoring delovanja

ISIAQ-CIB Task Group TG 42

PERFORMANCE CRITERIA OF BUILDINGS FOR HEALTH AND COMFORT

CIB number 292, 2004

ISIAQ, International Society for Indoor Air Quality and Climate

CIB (Conseil International du Bâtiment or International Council for Buildings)

Pomen projektne naloge in regulativa

- ▶ **„Za dober projekt je potreben dober naročnik“**
- ▶ Regulativa načelno podpira bivalno udobje v prostorih
- ▶ Natančne definicije zahtev ni:
 - ▶ EU regulativa (Direktiva o energetske učinkovitosti stavb (2010/31/EU) – priporočena dnevna svetloba, Uredba o gradbenih proizvodih (2011/305/EU) – varne, zdrave in udobne razmere v stavbah)
 - ▶ Standardi, če so predmet pogodbe (SIST DIN 5034-4)

Pomanjkljivost predpisov za DS:

- Predpisane le vrednosti osvetljenosti (umetni viri) (SIST EN 12464-1:2011)
- Predpisana le relativna velikost odprtin
- Ni predpisa za dnevno osvetljenost
- Ni kriterijev za nevizualne vplive

V tujih priporočilih (BS 8206-2:2008; LEED NC:2009; EN 15251:2007) so natančno določene priporočene vrednosti minimalne osvetljenosti z dnevno svetlobo (KDS).

Pomen projektne naloge in regulativa

- ▶ Uredba o zelenih javnih naročilih **ZeJN**;
Priloga 7 – Stavbe:
 - ▶ **Zagotavljanje zdravih bivalnih in delovnih razmer**
- ▶ **Zadnje stanje tehnike** (ZGO-1) (nove metode/materiali, študije, priporočila)
- ▶ Pravilniki RS (**PURES, 14. člen** – Razsvetljava: Učinkovita raba energije se zagotavlja z naravno osvetlitvijo, področni pravilniki za načrtovanje šol in vrtcev)
- ▶ **Pravila dobre prakse**

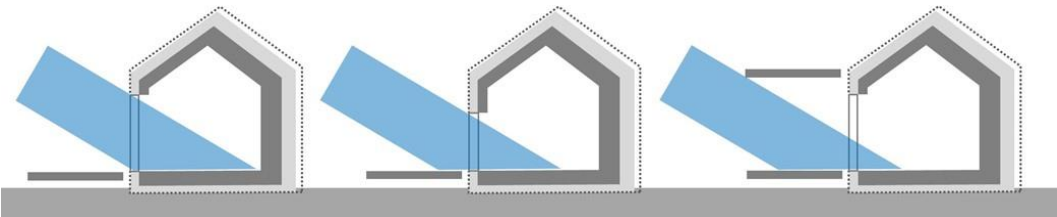
ZGO: Zadnje stanje gradbene tehnike je stanje, ki v danem trenutku, ko se izdeluje projektna dokumentacija ali izvaja gradnja, predstavlja doseženo stopnjo razvoja tehnične zmogljivosti gradbenih proizvodov, procesov in storitev, ki temeljijo na **priznanih izsledkih znanosti, tehnike in izkušenj** s področja graditve objektov, ob hkratnem upoštevanju razumnih stroškov;



Gunnar Grün, Susanne Urlaub, White Paper
Towards an identification of European indoor environments' impact on health and performance
 - homes and schools,
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP,
 Holzkirchen, Stuttgart, 5 December 2014

Priporočila za dnevno osvetljenost

- ▶ **Doseči je potrebno vizualno udobje:**
 - ▶ Primerno raven osvetljenosti (povprečni KDS na delovni ravnini)
 - ▶ Primerno distribucijo (faktor enakomernosti)
 - ▶ Brez premočnih kontrastov (svetlo : temno)
 - ▶ Brez bleščanja (na delovni ravnini in v smeri pogleda, tudi na tabli)
 - ▶ Zagotoviti primeren vidni stik z zunanostjo z vseh delovnih mest v prostoru



Priporočene ravni dnevne osvetljenosti:

- Povprečni KDS 5%
- Osvetljenost na del. ravnini 300-500 lx

Cirkadiani ritmi:

- 1000 lx neposredno v oko (modri del spektra)

Vidni stik z zunanostjo

Pomembni faktorji vpliva:

- Velikost in lega in oblika odprtin
- Vpliv zasteklitve (prepustnost za svetlobo)
- Zunanje in notranje ovire (nadstreški, sosednje stavbe, pohištvo)

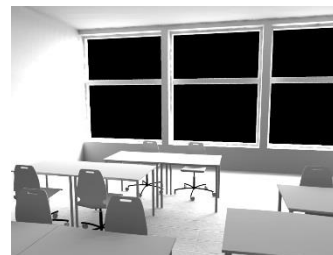
Pri večjih prostorih (nad globino 6m) svetloba z več strani (strešna okna, osvetlitev preko hodnikov ipd.)

Pravilen izbor senčil za regulacijo osvetljenosti in ohranjanje vidnega stika z zunanostjo

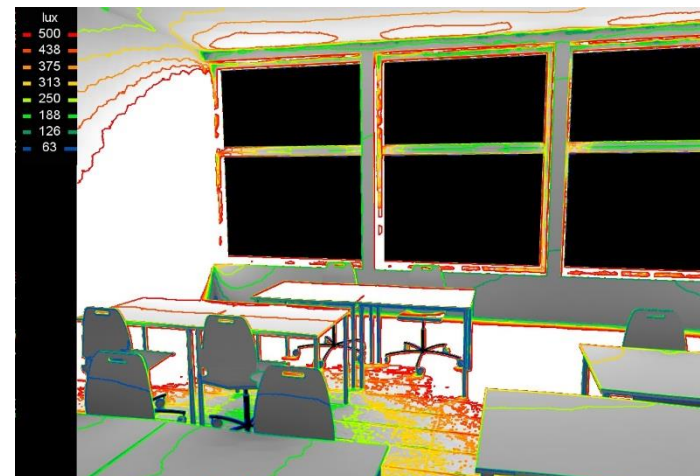
Izračun dnevne osvetljenosti prostora

- ▶ **Pomen analitičnega pristopa v fazi načrtovanja**
 - ▶ **Količine in kvalitete dnevnega osvetljevanja ni mogoče oceniti „preko palca“**
 - ▶ Potrebno je računsko dokazati zadostno raven osvetljenosti
 - ▶ Primerno distribucijo svetlobe v prostoru
 - ▶ Preprečevanje bleščanja

- ▶ **Zato:**
 - ▶ Izračun dnevne osvetljenosti prostora (KDS) – oblačno nebo
 - ▶ Bleščanje (izračun tudi za jasno nebo), tudi vertikalne površine v smeri pogleda

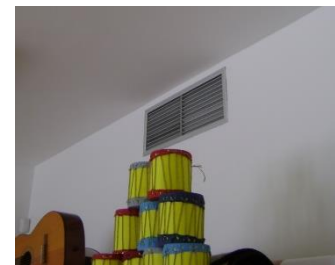


Primer izračuna dnevne osvetljenosti prostora



Priporočila za kvaliteto notranjega zraka

- ▶ Standardizirane definicije za kvaliteto notranjega zraka ni
- ▶ Prezračevanje mora biti dovolj učinkovito, da iz prostora odvede in razredči onesnaževalce in zagotovi primerno raven onesnaževalcev v notranjem zraku
- ▶ Menjava zraka lahko poteka naravno ali mehansko (ali hibridno)



Primer naravnega prezračevanja igralnice z odpiranjem oken (levo) in mehanskega prezračevanja s centralnim prezračevalnim sistemom (desno).

Pajek, L., 2015. Integralna ocena udobja igralnic v vrtcih. Magistrsko delo, UL FGG (mentorica Dovjak, M., somentorica Kristl, Ž.)

Kakovost notranjega zraka	Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02)	Dopustna vrednost $cCO_{2i} = 3000 \text{ mg/m}^3 (= 1667 \text{ ppm})$.	EN 15251:2007	$cCO_{2i} \leq cCO_{2o} + 500 \text{ ppm}$
			ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004	$cCO_{2i} \leq 2500 \text{ ppm}$, priporočena vrednost je 1000 ppm

Vpliv kvalitete zraka na zdravje

- ▶ Poleg uporabnikov in njihovih dejavnosti so gradbeni materiali glavni onesnaževalci notranjega zraka
- ▶ **Tveganje za zdravje:**
 - ▶ Biološki (glive, plesni – stavbni ovoj in sistem prezračevanja)
 - ▶ Kemični (antropogeni, VOC, ftalati (PVC))
 - ▶ Fizikalni (toplotno udobje, tudi RH, hitrost gibanja zraka)
- ▶ Ker ne moremo natančno oceniti kateri materiali bi lahko pomenili tveganje za zdravje, izbiramo materiale z nizkimi emisijami

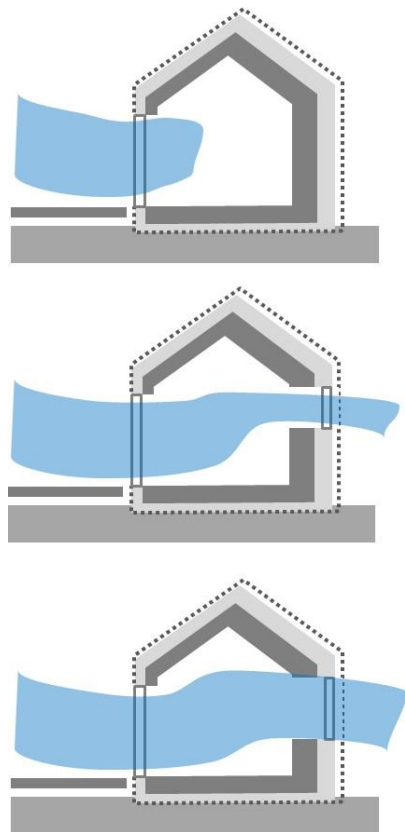
VPLIV KONCENTRACIJE CO₂ NA ZDRAVJE

250–350 ppm	Običajna koncentracija CO ₂ v zunanjem zraku;
350–1,000 ppm	Običajna koncentracija CO ₂ v prostorih z učinkovitim prezračevanjem;
1,000–2,000 ppm	Koncentracija CO ₂ povezana s pritožbami o zaspanosti in slabi kakovosti zraka;
2,000–5,000 ppm	Koncentracija CO ₂ povezana z iztrošenim, zatohlim zrakom. Lahko povzroča glavobole, zaspanost, slabo zbranost, izgubo pozornosti, pospešen srčni utrip in rahlo slabost;
> 5,000 ppm	Tako visoka koncentracija CO ₂ je pokazatelj slabega, neučinkovitega prezračevanja in neobičajnih razmer, v katerih bi bile lahko prisotne tudi visoke vrednosti drugih škodljivih onesnaževalcev. Lahko pride do zastrupitev ali pomanjkanja kisika;
> 40,000 ppm	Nevarna koncentracija CO ₂ zaradi pomanjkanja kisika.

Priporočila za prezračevanje

- ▶ **Prezračevanje stavb mora biti energetsko učinkovito**
 - ▶ Učinkovitost prezračevanja v prostoru
 - ▶ Po možnosti naravno prezračevanje, uporaba mehanskega omejena
 - ▶ Pri večjih prostorih prečno prezračevanje
 - ▶ Rekuperacija toplote in odpadnega zraka (hbridno prezračevanje)
- ▶ **Priporočen je nadzor uporabnikov nad prezračevanjem**
 - ▶ Nadzor uporabnikov poveča zadovoljstvo z notranjim okoljem (npr. odpiranje oken)

VELUX®

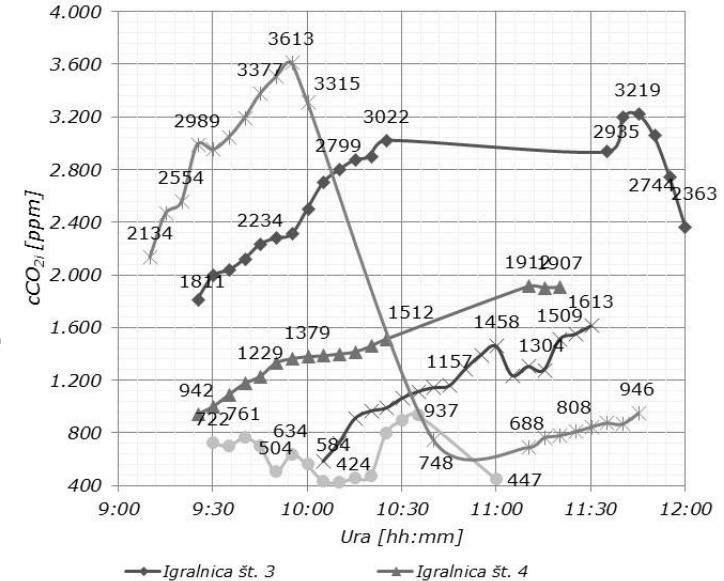


Monitoring



- ▶ Pred pripravo projektne naloge je potrebno ugotoviti **obstoječe stanje** (definirati probleme), ki naj bo podlaga za načrtovanje
 - ▶ smiselnost avtomatskega vodenja sistema
- ▶ Po prenovi **monitoring** delovanja:
 - ▶ Poraba energije
 - ▶ Kvaliteta dnevne osvetljenosti
 - ▶ Kvaliteta naravnega prezračevanja
- ▶ **Ozaveščanje** uporabnikov o pomenu zdravega bivalnega in delovnega okolja

Povprečne vrednosti ppm CO₂ izmerjene v 25 igralnicah, med 1000-1500, max 2584, min 628 ppm



Koncentracija ogljikovega dioksida cCO_{2i} [ppm] v odvisnosti od časa vpetih izbranih igralnicah.

Pajak, L., 2015. Integralna ocena udobja igralnic v vrtcih. Magistrsko delo, UL FGG (mentorica Dovjak, M., somentorica Kristl, Ž.)

Webinar – bivalno ugodje v šolah

- ✓ Pomen dnevne svetlobe in svežega zraka v šolah : raziskava Fraunhofer in SINPHONIE
 - ✓ Primer: prenova šole Endrup na Danskem
 - ✓ Pasti pri prenovah
 - ✓ Priporočila s področja naravne osvetlitve in svežega zraka
-
- ▶ Anketa in darilo
 - ▶ www.velux.si/podpis
 - ▶ Vaše želje in komentarji