

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za matematiko in fiziko




ARRS
JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE

Toplotni odziv in potrebna energija stavb, grajenih s QGU

Partnerji: **Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo**
Laboratorij za numerično modeliranje in simulacije
Center za eksperimentalno mehaniko
Laboratorij za okoljske tehnologije v zgradbah
REFLEX Gornja Radgona d.o.o.
Zavod za gradbeništvo Slovenije
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Oznaka ARRS projekta: L2-3172

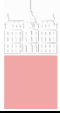
Naslov ARRS projekta: Razvoj tehničnih smernic za štirislojne zasteklitve


izr. prof. dr. Miroslav Halilovič
vodja projekta




prof. dr. Mihael Sekavčnik
dekan UL FS

Ljubljana, september 2022

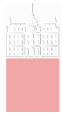


- Partnerji:**
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (UL FS)
Laboratorij za numerično modeliranje in simulacije (LNMS)
Center za eksperimentalno mehaniko (CEM)
Laboratorij za okoljske tehnologije v zgradbah (LOTZ)
Aškerčeva 6
SI-1000 Ljubljana
- REFLEX Gornja Radgona d.o.o.
Podgrad 4
SI-9250 Gornja Radgona
- Zavod za gradbeništvo Slovenije (ZAG)
Dimičeva ulica 12
SI-1000 Ljubljana
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
Jadranska ulica 19
SI-1000 Ljubljana
- Financiranje:** Projekt je finančno podprt s strani javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ARRS (raziskovalni projekt L2-3172) in podjetja Reflex d.o.o.
- Oznaka ARRS projekta:** L2-3172
- Naslov ARRS projekta:** Razvoj tehničnih smernic za štirislojne zasteklitve
- Vodja projekta:** izr. prof. dr. Miroslav Halilovič
Tel.: (01) 4771 439
E-mail: miroslav.halilovic@fs.uni-lj.si

Naslov poročila: Toplotni odziv in potrebna energija stavb, grajenih s QGU

Vodja aktivnosti: prof. dr. Sašo Medved, LOTZ

Avtorji: mag. Suzana Domjan
prof. dr. Sašo Medved

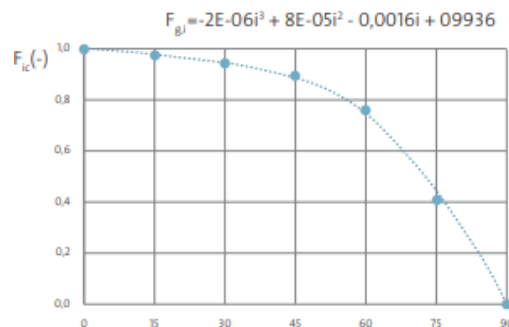


Kazalo

1.	Vpliv faktorja vpadnega kota na prehod sončnega sevanja skozi QGU	1
2.	Kriteriji PURES 2022.....	2
2.1.	Obravnavana stavba	3
2.2.	Referenčna stavba	3
3.	Dinamično modeliranje in vplivne spremenljivke	4
3.1.	Primer 1: Primer modeliranja toplotnih tokov stavb, grajenih s QGU	4
3.2.	Primer 2: Vpliv orientacije stavbe in podnebja na kriterije sNES	5
3.3.	Primer 3: Večpodročno modeliranje kakovosti notranjega okolja in energijske učinkovitosti stavb	6
3.4.	Primer 4: Vpliv uličnih kanjonov urbanega okolja na kriterije sNES.....	7
4.	Psihološki učinek QGU zasteklitve	8

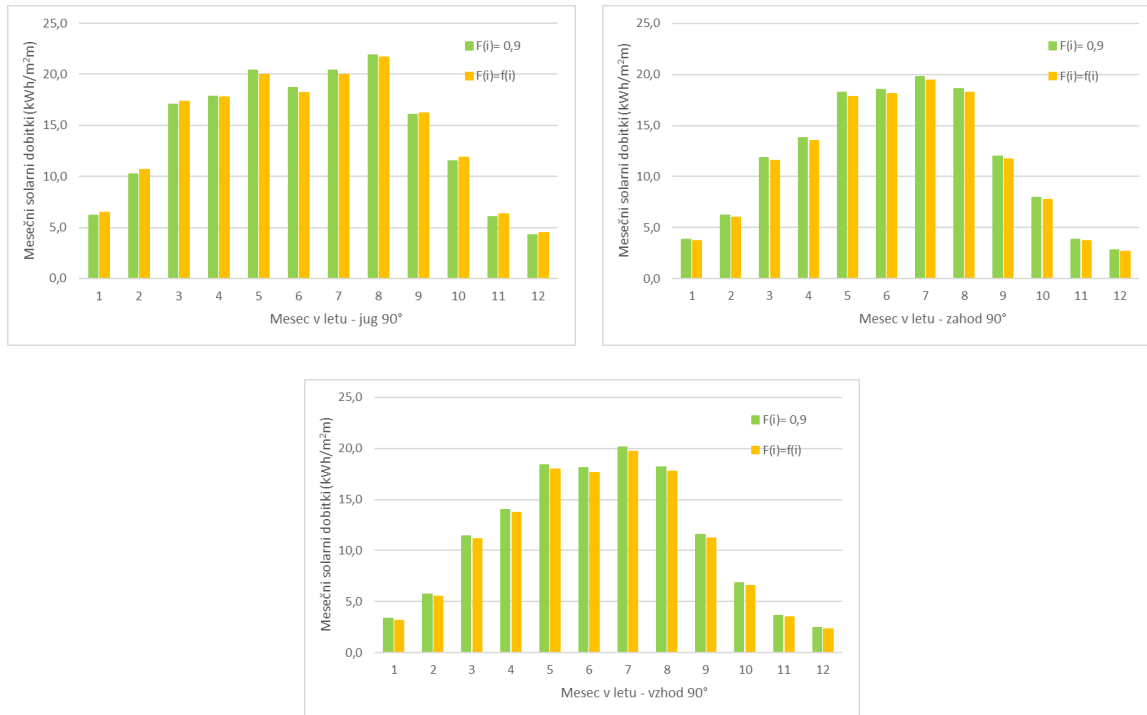
1. Vpliv faktorja vpadnega kota na prehod sončnega sevanja skozi QGU

Modeliranje energijske učinkovitosti stavb se izvaja z dvema metodama, ki ju opisujemo z izrazi statično in dinamično modeliranje. Prva metoda temelji na mesečnih energijskih bilancah toplotnih izgub in dobitkov, pri čemer se shranjevanje toplote sončnih dobitkov in notranjih virov v stavbi ovrednoti z empiričnim koeficientom učinkovitosti. Na tej metodi so zasnovana nacionalna orodja za modeliranje energijske učinkovitosti stavb in tudi orodje PHPP. Solarni dobitki se določajo s skupno energijsko prehodnostjo zasteklitve g , ki je izmerjena / izračunana pri pravokotnem sončnem sevanju (vpadni kot = 0°). Zmanjšanje prehoda sončnega sevanja pri večjih vpadnih kotih se aproksimira s konstanto, korekcijskim faktorjem vpadnega kota, F_{ic} s predlagano vrednostjo 0,9. Večje ko je število stekel v zasteklitvi, večja so odstopanja od predlagane vrednosti. Faktor vpadnega kota se določa z numeričnimi orodji na osnovi optičnih lastnosti posamezen steklene opne ter Snellovega in Fresnelovega zakona. Za QGU je korekcijski faktor vpadnega kota prikazan na sliki 1.



Slika 1: Korekcijski faktor vpadnega kota F_{ic} za QGU.

Pri dinamičnem modeliranju se difuzna in direktna komponenta sončnega sevanja določi za vsako uro v letu iz baze tipičnih referenčnih let (TRL). Te baze so za kraje v Sloveniji na voljo na portalu ARSO. Pri dinamičnem modeliranju je teoretično vpliv faktorja vpadnega kota (slika 1) večji v primerjavi s statičnim modeliranjem kot pri statičnem modeliranju. Toda integralna analiza mesečnega solarnega obsevanja skozi QGU za tri orientacije fasade stavbe pokaže relativno majhno razliko med vrednostmi določenimi s konstantnim in kotno odvisnim faktorjem senčenja (slika 2).



Slika 2: Dobitki sončnega obsevanja skozi QGU s površino 1 m^2 prikazani kot mesečni solarni dobitki, določeni z urnimi podatki iz TRL za Ljubljano primerjalno so prikazani tudi dobitki sončnega obsevanja QGU pri konstantni vrednosti faktorja vpadnega kota 0,9 za direktno in difuzno sončno sevanje.

Iz rezultatov na sliki 2 sledi, da se sicer pri južno usmerjenem QGU v obdobju ogrevanja solarni dobitki povečajo med 2 in 5%, v obdobju hlajenja pa se zmanjšajo do 2%, če prehod sončnega sevanja modeliramo s kotno odvisnim faktorjem vpadnega kota. V primeru ostalih orientacij je zmanjšanje dobitkov sončnega obsevanja v času hlajenja podobno, se pa dobitki sončnega obsevanja nekoliko zmanjšajo v obdobju ogrevanja stavbe. Iz navedenega sledi, da vpliv dinamičnega faktorja vpadnega kota na solarne dobitke ni signifikanten. Še posebej, če upoštevamo tudi prispevek solarnih dobitkov na skupno energijsko bilanco stavbe. Razlog je v približno enakih difuzni in direktni komponenti sončnega sevanja in dejstvu, da se direktna komponenta sončnega sevanja določi s kosinusom vpadnega kota, kar pomeni, da se sočasno z zmanjševanjem faktorja vpadnega kota, zmanjšuje tudi sončno obsevanje na QGU.

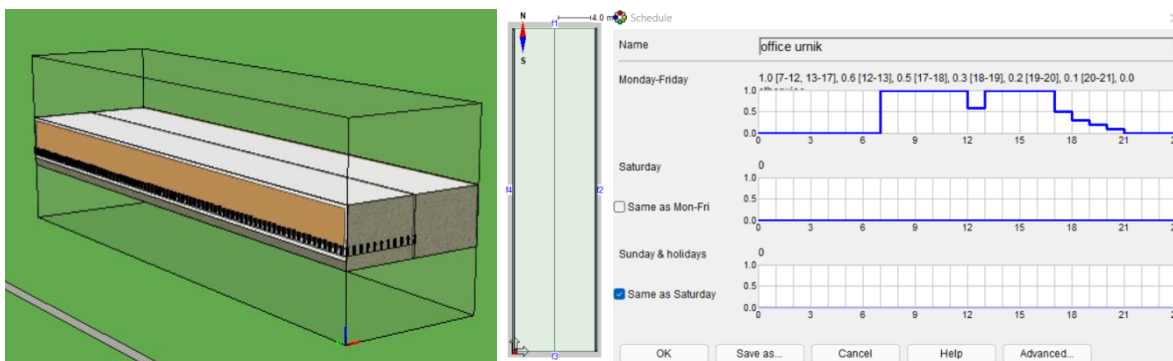
2. Kriteriji PURES 2022

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah opredeljuje kazalnike skoraj nič energijskih stavb (sNES) in tako sledi zahtevam uvajanja evropske Direktive o energijski učinkovitosti stavb (EPBD). V prvem delu, to je za področje gradbene fizike, so opredeljene zahteve glede na energijsko učinkovitost ovoja stavbe. Kot kazalnika izpolnjevanja kriterijev sNES sta uvedena kazalnika potrebne toplote za ogrevanje $Q_{H,nd}$ in potrebne odvedene toplote za hlajenje $Q_{C,nd}$, ki morata biti za faktor 0,9 manjša od referenčne stavbe. To je stavba enake arhitekture, s kakovostjo vseh gradnikov ovoja, ki ustrezajo minimalnim zahtevam po PURES 2022. Ta kriterij velja za energetske zahtevne stavbe, s kondicionirano površino večjo od 500 m^2 . Pri tem je predvideno dokazovanje kazalnikov z dinamičnim

modeliranjem. Skladno z zahtevami nacionalnega pravilnika bomo uporabili dinamično modeliranje s programskim orodjem IDA-ICE. Minimalne zahteve energijske učinkovitosti energetsko zahtevnih stavb so izpolnjene tudi če sta specifična potrebna toplota za ogrevanje in specifična potrebna odvedena toplota za hlajenje manjši od 5 kWh/m²an. Skladno z opredeljeno metodologijo se v obravnavani stavbi lahko predvidijo tehnike naravnega hlajenja. Primer dinamičnega modeliranja in preverjanja kriterijev sNES po PURES 2022 navajamo v nadaljevanju.

2.1. Obravnavana stavba

Izbrana stavba je tri etažna pisarniška stavba s tipično etažo, prikazano na sliki 3 (levo). Ta etaža je razdeljena v dve coni, ki sta usmerjeni: V-Z, S-J ali JV-SZ. Kriterij sNES so preverjeni za ta del stavbe. Urnik uporabe stavbe je povzet po Tehnični smernici TSG-1-004 (slika 3, desno). S QGU sta obe daljši fasadi zastekljeni po celotni dolžini z nižjim parapetom. QGU so senčeni le z notranjimi senčili, ki se aktivirajo kot zaščita pred bleščanjem. Stavba je prezračevana z mehanskim sistemom z vračanjem toplote z učinkovitostjo 75%. V stavbi smo upoštevali operativni temperaturi 21,5°C (v obdobju ogrevanja) in 25°C (v obdobju hlajenja), kar ustreza prvemu razredu toplotnega ugodja.



Slika 3: Prikaz obravnavane stavbe v programskem orodju IDA-ICE (levo); urnik delovanja stavbe v programskem orodju IDA-ICE (desno).

2.2. Referenčna stavba

Referenčna stavba je arhitekturno enaka stavba, zgrajena v istem kraju, z gradniki ovoja stavbe, katerih toplotne lastnosti ustrezajo zahtevam PURES 2022, kar vključuje tudi zunanja senčila in mehansko prezračevanje z vračanjem toplote z referenčno učinkovitostjo.

Rezultate dinamičnega modeliranja prikazujemo s specifičnimi letnimi vrednostmi na m² kondicionirane površine v tabelah 1 in 2. Glede na rezultate lahko kot generalni zaključek izpostavimo, da omogočajo elementi QGU gradnjo stavb, ki so bistveno bolj učinkovite glede na potrebno toploto za ogrevanje, kot so minimalne zahteve za sNES, opredeljene v PURES 2022. Izpolnjevanje kriterija dovoljene odvedene toplote za hlajenje pa je mogoče doseči (brez uporabe zunanjih senčil) le z naprednim uravnavanjem dobitkov sončnega sevanja in tehnikami naravnega hlajenja, kar je sicer značilno za delovanje pametnih stavb.

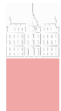


Tabela 1: Kriteriji sNES stavbe grajene s QGU.

	orientacija V-Z	orientacija JV-SZ	orientacija S-J	
Referenčna stavba (PURES 2022)	$Q_{H,nd} = 16,17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$		$Q_{H,nd} = 16,27 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	$Q_{C,nd} = 49,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$		$Q_{C,nd} = 46,21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
Q-Air3K SNX60 (U=0,3; g=0,25; Tvis=0,49)	$Q_{H,nd} = 5,96 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{H,nd} = 5,45 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{H,nd} = 4,29 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Opomba: v S orientirani fasadi je vgrajen QGU (Q-Air3K SN75) (U=0,3; g=0,35; Tvis=0,62)
	H = 0,369			
	$Q_{C,nd} = 58,05 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{C,nd} = 53,77 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{C,nd} = 52,25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	C = 1,163		C = 1,131	
Q-Air3K SNX50 (U=0,3; g=0,21; Tvis=0,41)	$Q_{H,nd} = 6,79 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{H,nd} = 6,20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{H,nd} = 4,66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Opomba: v S orientirani fasadi je vgrajen QGU (Q-Air3K SN75) (U=0,3; g=0,35; Tvis=0,62)
	H = 0,420		H = 0,286	
	$Q_{C,nd} = 49,17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{C,nd} = 45,43 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{C,nd} = 47,04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	C = 0,985		C = 1,018	

Tabela 2: Kriteriji sNES stavbe grajene z QGU z naprednim krmiljenjem senčil in tehniko naravnega hlajenja.

	notranja senčila krmiljena s temperaturnim pogojem operativne temp. (24°C)	notranja senčila krmiljena s temperaturnim pogojem operativne temp. (22°C)	notranja senčila krmiljena s temperaturnim pogojem operativne temp. (22°C); naravno hlajenje z nočnim prezračevanjem
Q-Air3K SNX50 (U=0,3; g=0,21; Tvis=0,41) orientacija V-Z	$Q_{H,nd} = 6,81 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{H,nd} = 7,09 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{H,nd} = 7,08 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	H = 0,421	H = 0,438	H = 0,433
	$Q_{C,nd} = 43,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{C,nd} = 43,77 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_{C,nd} = 28,31 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	C = 0,88	C = 0,87	C = 0,562

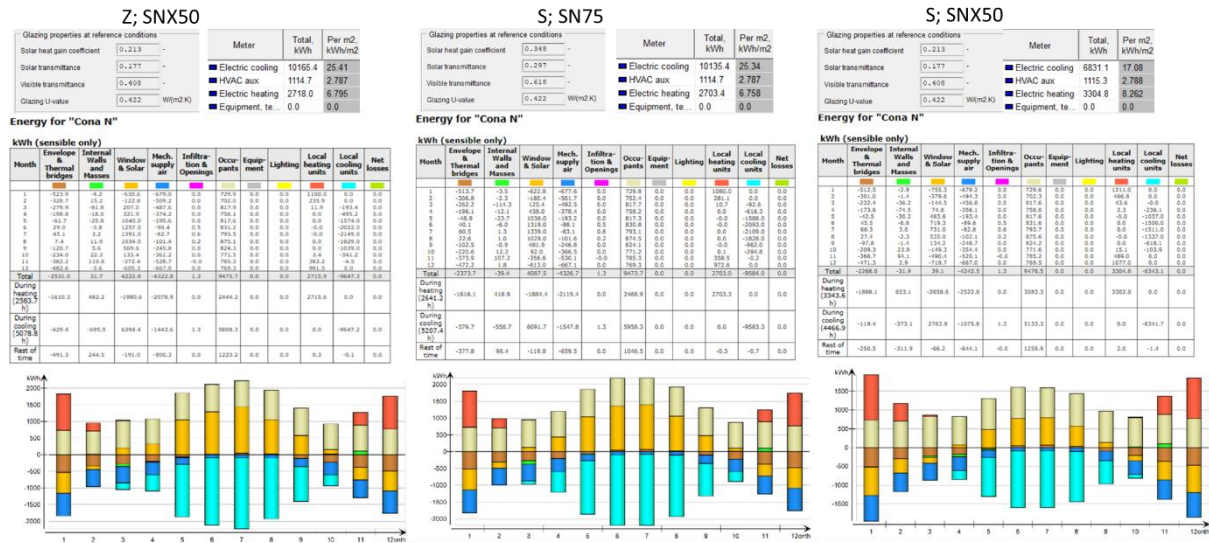
3. Dinamično modeliranje in vplivne spremenljivke

Raba energije in pritiski na okolje, ki jih z rabo energije povzročajo stavbe, so ključni kazalniki, ki jih na področju stavbnega sektorja povezujem z akcijo "Ready for 55". Kljub temu pa ostaja glavna naloga stavb zagotavljanje zdravega, storilnega in prijetnega bivalnega in delovnega okolja. Glede na ozkost inženirskega vidika se te lastnosti stavbe povezujejo z zagotavljanjem toplotnega ugodja, primerne kakovosti zraka v notranjem okolju in osvetlitve. Zato presoja kakovosti stavb temelji na dinamičnem modeliranju spremenljivk notranjega okolja, s katerimi dokazujemo ustrezno kakovost stavb. V nadaljevanju prikazujemo dinamično modeliranje segmentov, ki jih bomo združili v integralno napoved kakovosti notranjega okolja in rabe energije v stavbah. Primeri vključujejo modeliranje kakovosti zraka in rabe energije v mestnem okolju, naravne osvetlitve in primer modeliranja vpliva podnebnih razmer.

3.1. Primer 1: Primer modeliranja toplotnih tokov stavb, grajenih s QGU

Vpliv lastnosti gradnikov toplotnega ovoja se najbolj izrazito odraža na računskih vrednostih potrebne toplote za ogrevane in odvedene toplote za hlajenje. Zato predstavljata ti vrednosti osnovni nivo presoje energijske učinkovitosti stavb v vseh nacionalnih predpisih v EU. Pri stavbah z visokimi dobitki sončnega sevanja se mora uporabiti metoda dinamičnega modeliranja z meteorološkimi podatki v

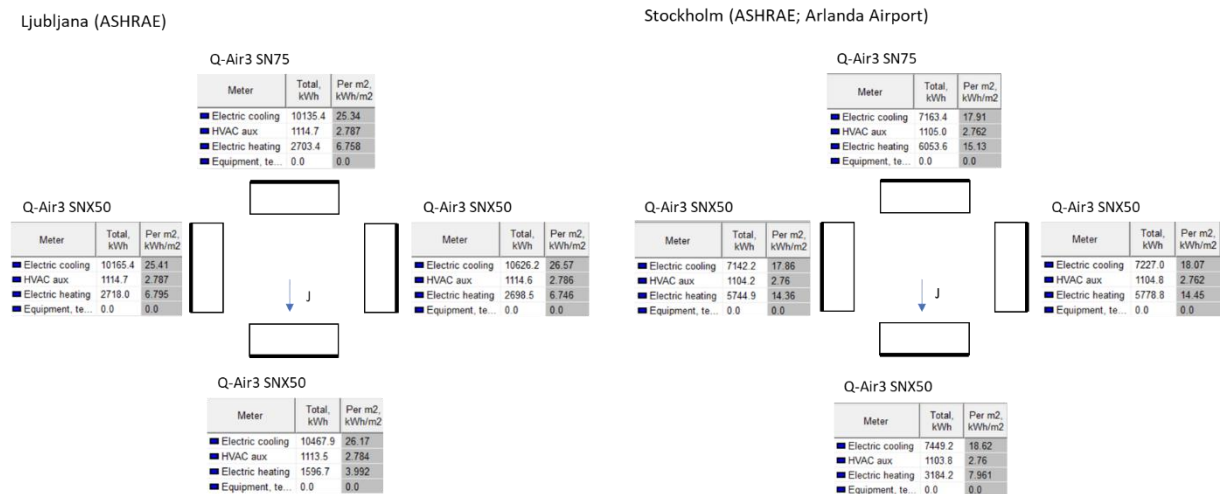
obliki tipičnih referenčnih let. Rezultati modeliranja, ki je prikazano z mesečnimi bilancami toplotnih tokov, so tudi osnova za vzporedno presjona za bivalnega ugodja. Primer prikazuje slika 4.



Slika 4: Mesečne bilance urnih energijskih tokov, ki so osnova za določitev specifičnih potrebnih toplot za ogrevanje in hlajenje $Q'_{H,nd}$ in $Q'_{C,nd}$.

3.2. Primer 2: Vpliv orientacije stavbe in podnebja na kriterije sNES

V sodobnih energijsko učinkovitih stavbah z nizkimi toplotnimi prehodnostmi transparentnih gradnikov ovoja, ki so tri in večkrat nižje od tipičnih minimalnih zahtev v EU, je naravno ogrevanje s soncem proces, ki preko dobitkov sončnega sevanja in akumulacije toplote oz. hladu v stavbi najbolj vpliva na kazalnika $Q'_{H,nd}$ in $Q'_{C,nd}$. Izbira optimalnih lastnosti QGU gradnikov zahteva večparametrično optimizacijo in je mogoča le z dinamičnim modeliranjem toplotnega odziva stavb.

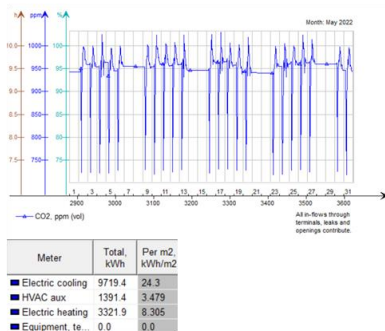


Slika 5: Kazalniki potrebne energije za ogrevanje in hlajenje, s katerimi se dokazuje energijska učinkovitost stavb za področje gradbene fizike.

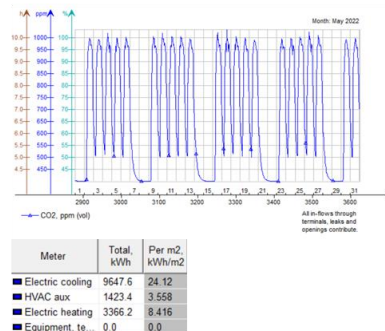
3.3. Primer 3: Večpodročno modeliranje kakovosti notranjega okolja in energijske učinkovitosti stavb

Dinamično modeliranje toplotnega odziva stavb omogoča sočasno večpodročno napoved kakovosti notranjega okolja. S tem je mogoče določiti vpliv izpolnjevanja minimalnih zahtev na posameznem področju IEQ na kazalnike energijske učinkovitosti stavb. Primer določitve kazalnikov energijske učinkovitosti na osnovi modeliranja kakovosti notranjega zraka in delovanja prežračevalnih sistemov.

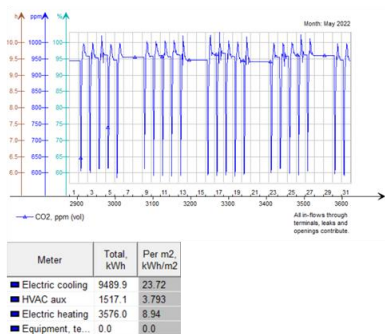
V_{max} – 1 uro pred začetkom delovnika



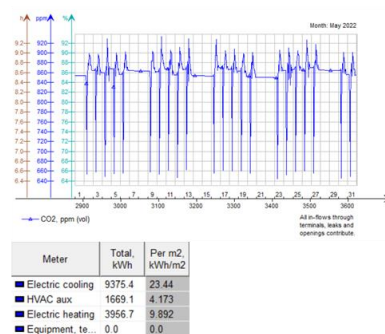
ponoči z $0,2 V_{max}$ (cca. $0,2 h^{-1}$)



V_{max} – 2 uri pred začetkom delovnika



12 l/s na osebo (40 oseb) = $1727 m^3/h = 1,234 h^{-1}$

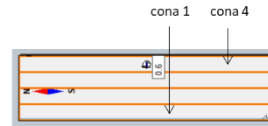
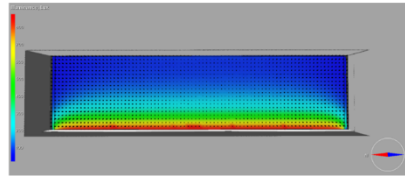


Slika 6: Kazalniki energijske učinkovitosti v odvisnosti od načrtovanega razreda kakovosti IAQ.

Modelirani potrebni toplote za ogrevanje in hlajenje $Q_{H,nd}$ in $Q_{C,nd}$ sta odvisni tudi od zahtev drugih področij bivalnega in delovnega okolja, npr. svetlobnega ugodja, kar zahteva sočasno modeliranje spremenljivk obeh področij IEQ. Primer prikazuje slika.

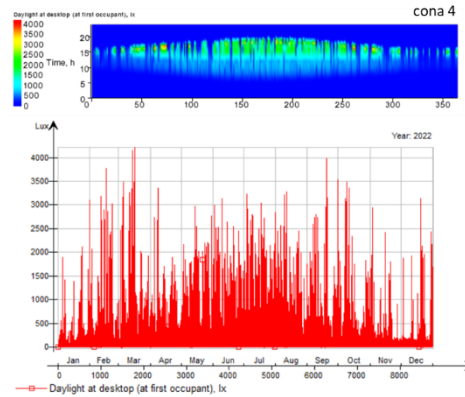
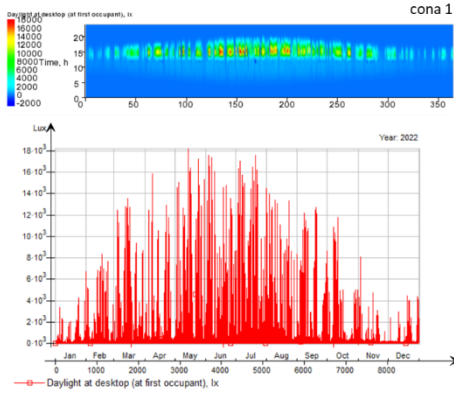
Osvetlitev (21.9., ob 9:00)

Measuring plane	Avg illuminance, Lux
Cona N.Floor.Plane2	204.6
Cona N.Floor.Plane4	74.36
Cona N.Floor.Plane3	101.7
Cona N.Floor.Plane1	566.0



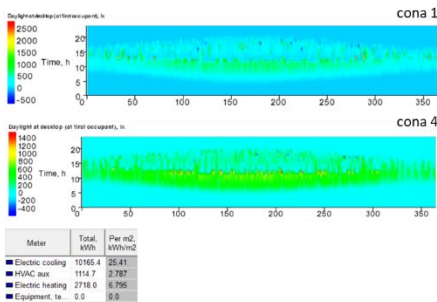
okna: Q-Air3 SNX50; brez senčil
orientacija: Z

osvetlitev "at first occupant": cona 1 (ob oknu), cona 4 (v notranjosti)

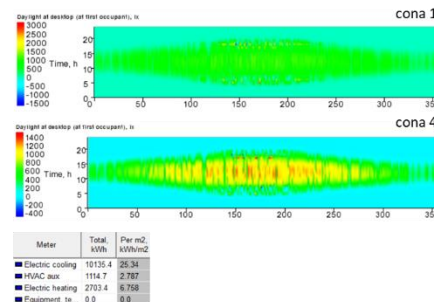


Meter	Total, kWh	Per m2, kWh/m2
Electric cooling	12201.1	30.5
HVAC aux	1114.6	2.786
Electric heating	2553.2	6.383
Equipment, te...	0.0	0.0

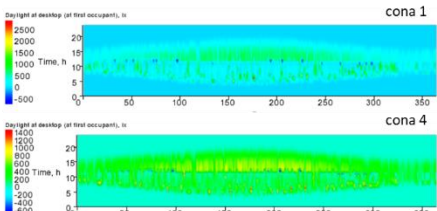
notranja senčila (sonce, 150 W/m²)
orientacija: Z (okna: Q-Air3 SNX50)



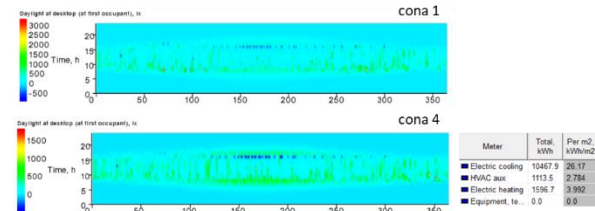
orientacija: S (okna: Q-Air3 SN75)



orientacija: V



orientacija: J

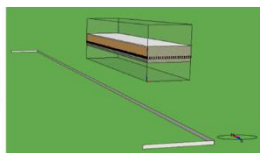
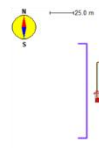


Slika 7: Modeliranje naravne osvetlitve stavbe z enostransko QGU zasteklitvijo in potrebne toplote za ogrevanje in hlajenje v poslovni stavbi. Na x osi so podatki za 365 dni v letu, na y osi za ure v dnevu.

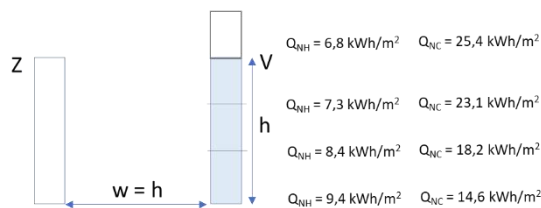
3.4. Primer 4: Vpliv uličnih kanjonov urbanega okolja na kriterije sNES

BIM modeliranje omogoča dinamično modeliranje toplotnega odziva stavb v mestnem okolju. Tako je mogoče ugotoviti vpliv gradnikov grajenega okolja, npr. ozelenjenih površin, parkov in vodnih površin, s katerimi v mestih blažimo mestni toplotni otok, kot tudi vpliv sosednjih zgradb in naravnih ovir na kazalnike energijske učinkovitosti stavb. Obe značilnosti mestnega okolja signifikantno vplivata na bivalno ugodje in energijsko učinkovitost stavb. Uporaba dinamičnega modeliranja z BIM orodji mora temeljiti na interakciji stavbe in grajenega okolja. Primer vpliva uličnih kanjonov na energijske kazalnike stavbe, grajene z QGU gradniki, je prikazan na sliki.

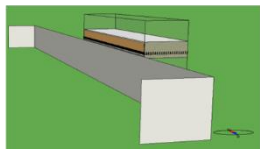
orientacija Z, višina 0 m



Meter	Total, kWh	Per m2, kWh/m2
Electric cooling	10165.0	25.41
HVAC aux	1114.8	2.787
Electric heating	2715.9	6.79
Equipment, te...	0.0	0.0

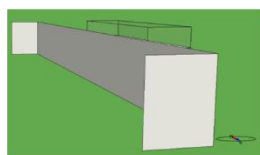


orientacija Z, višina 7,5 m (zg. nivo 1. etaže)



Meter	Total, kWh	Per m2, kWh/m2
Electric cooling	9223.4	23.06
HVAC aux	1114.4	2.786
Electric heating	2930.8	7.327
Equipment, te...	0.0	0.0

orientacija Z, višina 11 m (zg. nivo 2. etaže)



Meter	Total, kWh	Per m2, kWh/m2
Electric cooling	7297.8	18.24
HVAC aux	1114.7	2.787
Electric heating	3367.5	8.419
Equipment, te...	0.0	0.0

orientacija Z, višina 14,5 m (1 etaža nad stavbo)



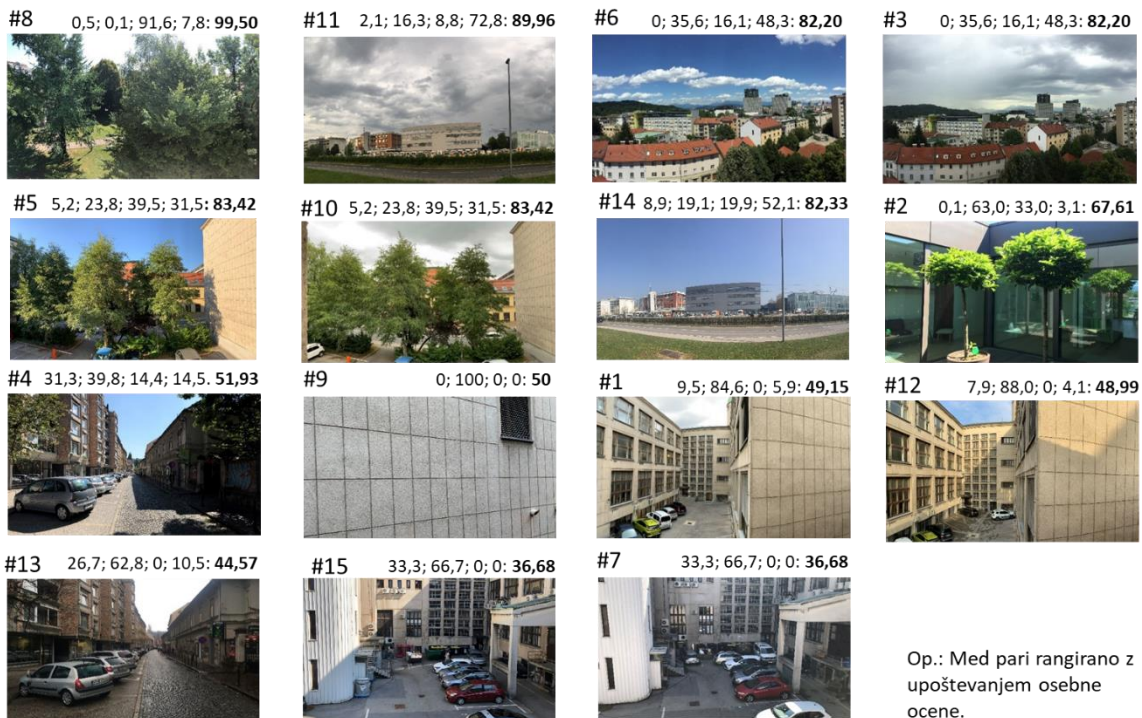
Meter	Total, kWh	Per m2, kWh/m2
Electric cooling	5827.7	14.57
HVAC aux	1115.0	2.788
Electric heating	3748.6	9.372
Equipment, te...	0.0	0.0

Slika 8: Vpliv uličnega kanjona na kazalnike energijske učinkovitosti stavbe z QGU gradniki.

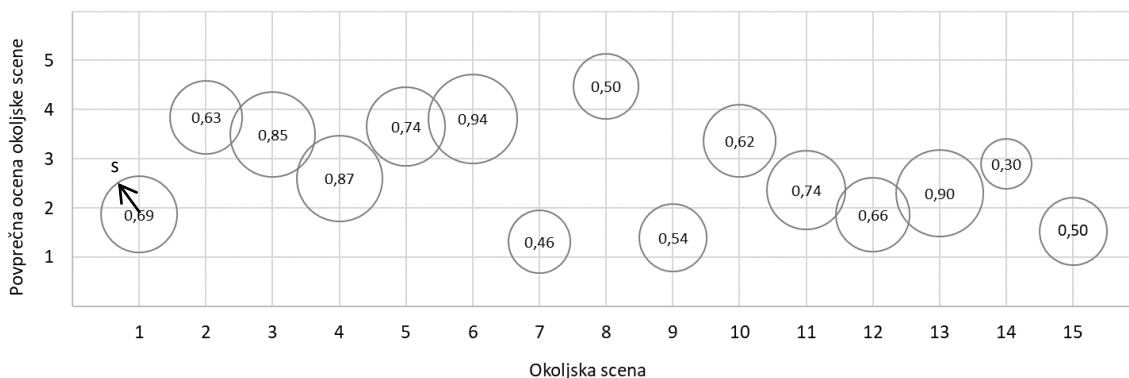
4. Psihološki učinek QGU zasteklitve

Optične in toplotne lastnosti napredne štiri slojne zasteklitve QGU omogočajo gradnjo energijsko učinkovitih stavb tudi v primeru celovite zasteklitve fasadnega ovoja. Ob kontroliranem prehodu sončnega sevanja to omogoča kakovostno naravno osvetlitev, pa tudi prostorsko razsežen pogled v zunanje okolje. Ta lastnost stavb je preko POE (post occupancy evaluation) metod bila prepoznana kot pomemben vidik kakovosti bivalnega in delovnega okolja ter je vključena v presojo v okviru standarda SIST EN 17037, kot tudi v metodah za celovito presojo trajnostnosti stavb (npr. DGNB, Well). Model psihološkega učinka QGU zasteklitve z vidika pogleda na zunanje okolje smo raziskali eksperimentalno na osnovi vprašalnika pri različnih simuliranih okoljskih scenah in stanjih zunanjega okolja (slika 9). Okoljske scene so bile ocenjene z "view-out quality" (VOQ) indeksom po modelu Purup et al.¹. Indeks temelji na deležu grajenih in naravnih gradnikov (tla, grajeno okolje, ozelenjeni gradniki, nebo) v polju pogleda z delovnega mesta. Za napoved zaznane kakovosti okoljske scene je bil izdelan korelacijski model med indeksom VOQ in izraženo osebno oceno kakovosti okoljske scene (OOS). Osebne ocene okoljskih scen so bile zbrane z eksperimenti, na osnovi pet nivojske Likertove skale (od 1 *sploh mi ni všeč* do 5 *zelo mi je všeč*) (slika 10).

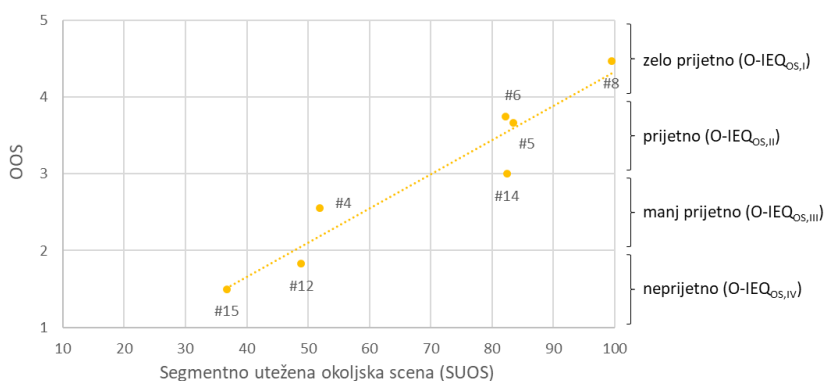
¹ P. B. Purup, S. R. Jensen, S. Petersen, P. H. Kirkegaard: Towards a Holistic Approach to Low-Energy: Consequences of Metrics for Evaluation of Spatial Quality on Design. In: L. Brotas, S. Roaf, E. Nicol (Ed.): Design to Thrive - Plea 2017 Proceedings. Edinburgh, UK, 2017.



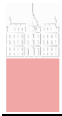
Slika 9: Okoljske scene, ki so jih pri eksperimentu ocenjevali testiranci, rangirane glede na indeks VOQ.



Slika 10: Povprečne osebne ocene okoljskih scen (OOS), prikazanih na sliki 9, in standardna deviacija ocen (s). Korelacijski model smo uporabili za rangiranje zaznane kakovosti okoljskih scen z razredi IEQ, kot so značilni za ostale kazalnike kakovosti notranjega delovnega okolja. Na osnovi rangov lahko kriterij zaznane kakovosti okoljske scene vključimo v celovito presojo delovnega okolja.



Slika 11: Rangiranje zaznane kakovosti okoljskih scen na osnovi prostorskega deleža grajenih in ozelenjenih gradnikov v primeru osončene okoljske scene.



REFLEX



Ena od prednosti gradnje stavb s QGU je, da hkrati z visoko energijsko učinkovitostjo, ki je posledica toplotno tehničnih lastnosti teh gradnikov, omogočajo uporabnikom stavb tudi široko vidno polje zunanje okolje. Zato je kazalnik kakovosti pogleda v zunanje okolje, ki je vključen v vrsto metod za okoljsko certificiranje stavb in kot priporočilo v tehnični standard SIST EN 17037, smiselno vključiti v presojo kakovosti notranjega bivalnega in delovnega okolja stavb, grajenih s QGU.