Interreg ITALIA-SLOVENIJA

UNIONE EUROPEA
EVROPSKA UNIJA

SECAP

Progetto strategico co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Strateški projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj

ENERGETSKI PREGLED

WP 3.3 – Strategija izboljšanja

ATTIVITÀ 15 – Študija izvedljivosti – Energetski pegled / Energy Audit

Rok predložitve:
Status dokumenta: končni/ finale
Verzija: 1.0
Datum zadnje verzije: 10.02.2022
Odgovorni partner za rezultat: Università di Trieste /Univerza v Trstu
Avtorja: Amedeo Pezzi, Marco Manzan
Raven razširjanja: javno/ PU - pubblica

Opis rezultatov: Energetski pregled muzeja Revoltella v Trstu /Trieste

Vsebina dokumenta izkazuje stališče avtorjev, zato vodstvo programa Interreg V-A Italija-Slovenija 2014-2020 ni odgovorno za uporabo informacij, ki jih vsebuje.

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA · UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE · AREA SCIENCE PARK · IUAV Università Iuav di Venezia · UNIONCAMERE VENETO · GO LEA · leaG · RRA LUR · OBČINA PIVKA

Revizije dokumenta

Verzija	Datum	Avtorji	Organizacija	Komentarji
1.0	31.01.2022	Manzan Marco	UNITS	Ureditev vsebine
1.1	02.02.2021	Manzan Marco	UNITS	Opis stavbe
1.2	10.02.2021	Manzan Marco, Amedeo Pezzi	UNITS	Vstavljanje slik
1.3	14.02.2021	Manzan Marco, Amedeo Pezzi	UNITS	Opis modela
1.4	15.02.2021	Nardini Andrea,GiovanniBacaro, Fontolan Giorgio	UNITS	Revizija dokumenta
1.5	16.02.2021	Manzan Marco, Amedeo Pezzi	UNITS	Končna ureditev

Informacije o stikih

Ime	Organizacija	Stiki
Marco Manzan Amedeo Pezzi	Università di Trieste / Univerza v Trstu	manzan@units.it amedeopezzi@hotmail.com

Vsebina

1. Sinteza 4

2. Stavba, predmet diagnoze 4

2.1. Prejeto gradivo 6

2.2. Ogled 7

2.3. Podatki o podnebju 9

3. Model stavbe 11

3.1. Gradbeni ovoj 12

3.2. Sistem ogrevanja 14

3.3. Kalibracija 16

4. Scenariji izboljšave 17

5. Učinek podnebnih sprememb 18

Zaključki 19

Bibliografija 20

Seznam slik 20

Seznam preglednic 21

1. Sinteza

V okviru projekta SECAP smo pristopili k energetskemu pregledu stavbe v občini Trst. Cilj pregleda je bolj podrobno poznavanje energetske porabe stavbe in vpliva podnebja nanjo. Potem ko je bila določena stavba, ki je predmet analize, smo začeli zbirati razpoložljive podatke z ogledom stavbe in implementacijo podatkov na termoenergetskem modelu. Delovna skupina Univerze v Trstu (Università di Trieste) je že med programom SECAP obdelala podnebne podatke za izračun energetske porabe; ti podatki so se izkazali za pomembne za izvedbo tega dela. Glede na naravo projekta SECAP smo bili mnenja, da je pomembna tudi analiza podnebnih učinkov na energetsko porabo stavbe; v ta namen smo z metodo morphing izdelali podnebne podatke v prihodnosti. Tehnike je razvila raziskovalna enota projekta in temeljijo na podatkih iz projekcij GCM-RCM (globalni klimatski model-regionalni klimatski model), ki jih je objavila Agencija za zaščito okolja Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG).

Za izvedbo energetske diagnoze je bil uporabiljen standard UNI CEI EN 16247-2[1] po navedenem postopku. Vendar so bile pri uporabljenih postopkih uporabiljene metode dinamične energetske simulacije na urni osnovi, ki se uporabljajo za oceno energetske porabe poleti. S tem pristopom je bilo tudi možno ugotoviti učinke podnebnih sprememb.

2. Stavba, predmet diagnoze

Stavba je bila izbrana skupaj z Občino Trst (Comune di Trieste) na podlagi predhodno poslane prošnje s karakteristikami. V nadaljevanju je naveden spisek lastnosti, ki so bile predlagane Občinski upravi (Amministrazione Comunale) za namene izbire stavbe za energetsko diagnozo:

1. podrobni podatki o trenutni porabi: v prvi fazi bi stavbo oblikovali v trenutnem stanju, zgodovina porabe pa bi omogočila kalibracijo modela pred uvajanjem energetskih izboljšav;
2. stratigrafski podatki objektov, načrti, podatki o obstoječih sistemih;
3. podatki o zasedenosti, številu oseb, urah uporabe …;
4. zimska in poletna uporaba;
5. sistem za ogrevanje in klimatizacijo. Če ne bi bilo sistema za hlajenje / klimatizacijo, , bi bila analiza vseeno izvedljiva ob upoštevanju:
    a. notranjih pogojev v prihodnjem obdobju (temperatura, vlaga)
    b. možne porabe, če bi bil uveden hladilni sistem
6. notranje naprave, luči, naprave za določanje notranje obremenitve;

7. odsotnost obveznosti, ki bi preprečevale pristop k posegom sanacije:
    a. zaradi obveznosti bi bili posegi nujno omejeni
    b. poleg tega bi bila analiza obnašanja in notranjih pogojev pri bodočih scenarijih lahko zanimiva tema
8. zanimivo bi bilo upoštevati stavbe, na katerih ima občina namen kakorkoli izvajati posege v prihodnje.

Po nadaljnjih sestankih je bila izbrana stavba muzeja Revoltella. Vendar je treba poudariti, da ta stavba ne izpolnjuje pogojev iz točke 7. Številni deli dejansko podlegajo omejitvam, ki preprečujejo korenito spremembo ovoja. Vendar je možno razmišljati o spremembah na ravni instalacij predvsem v razstavnem delu, ker bi bil tudi v tem primeru zapleten pristop k muzejskemu delu.

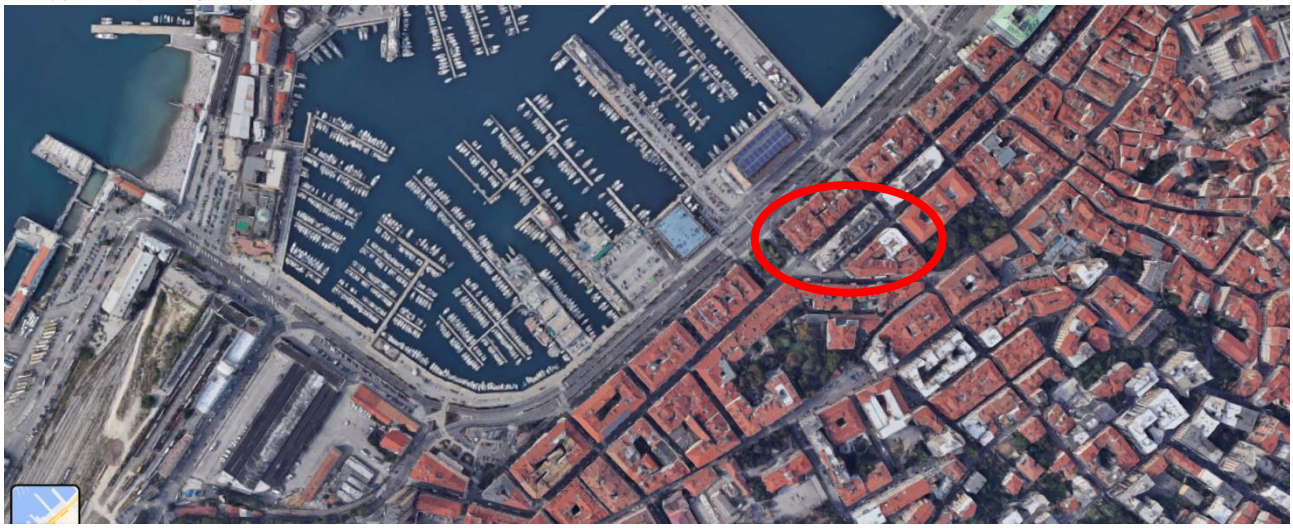
Stavba se nahaja na brežini v bližini morja in je bila zgrajena leta 1858. V njej je možno ločiti različne cone z različno namembnostjo. Poenostavljeno lahko je možno opredeliti tri območja: muzej ali del gospodarja, umetniška galerija, pisarne.

Muzej v treh nadstropjih, ki jih povezuje spiralno stopnišče, je sestavljeno iz pritličja, stanovanja barona Revoltelle v prvem nadstropju in reprezentančne dvorane v drugem nadstropju. Klimatske naprave so ventilatorski konvektorji za ogrevanje in hlajenje.

Umetniška galerija je namenjena razstavnim prostrom, tu se nahajajo dvorane v različnih nadstropjih, vse povezane s prehodi, ki onemogočajo jasno ločevanje med nivoji, v tem območju je zračni sistem ogrevanja/hlajenja s podporo ventilatorskih konvektorjev.

Del, ki je namenjen pisarnam, je klimatiziran s sistemi ogrevanja z radiatorji in ventilatorskimi konvektorji, klimatizacija je izvedena z direktnimi ekspanzijskimi sistemi.

Muzej Revoltella, slika/Slika/Figura 1, se nahaja ob brežini blizu meteorološke postaje na Molo Bandiera, zato bodo za energetsko analizo lahko z razumno varnostjo uporabljeni meteorološki podatki, ki jih zbira Regionalna agencija za zaščito okolja Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG).



Slika/Figura 1: Pozicija muzeja Revoltella.

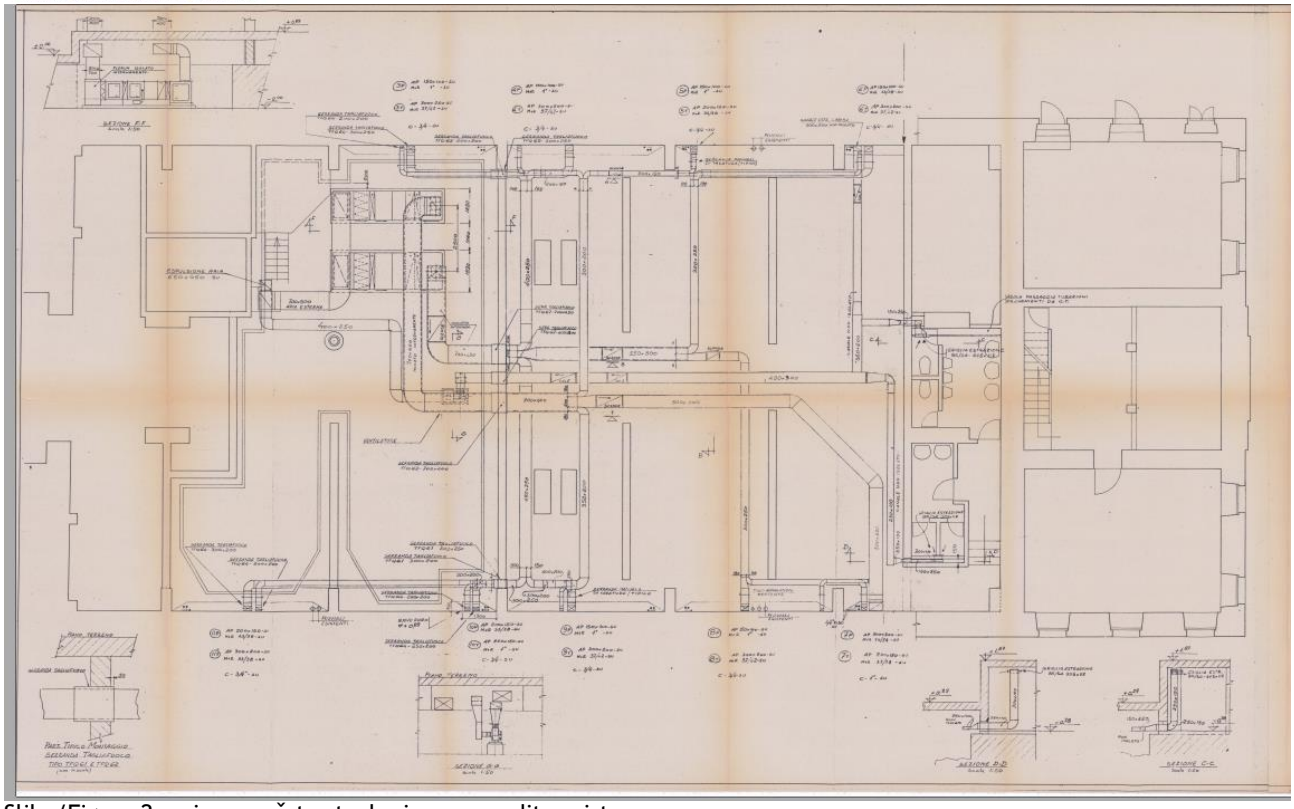
2.1. Prejeto gradivo

Uradi Občine Trst so za energetsko analizo posredovali več gradiv:

- načrti stavbe in sistemov;
- energetska diagnoza, ki jo je leta 2020 izvedla SIRAM;
- energetska diagnoza, ki jo je leta 2019 izvedla ENGIE;
- APE (energetski certifikat) Muzeja Revoltella;
- APE (energetski certifikat) Muzeja Revoltella, pisarne;
- mesečna poraba električne energije v letih od 2017 do 2020;
- poraba plina v letih 2010-2012 in 2019 2020.

Energetske diagnoze, ki sta jih opravili podjetji ENGIE in SIRAM, so bile izvedene s polstacionarno metodo, ki je primerna za uporabo, upoštevajoč samo zimsko porabo in porabo električne energije za razsvetljavo in gibanje ljudi.

Načrti stavbe in sistemov, posredovani v formatu pdf, se nanašajo na projekte iz 90. let. Slika/ Slika/Figura 2 prikazuje primer posredovanih preglednic z geometrijo konstrukcij in razporeditvijo sistemov. Za uporabo posredovanih podatkov je bilo treba načrte, ki so bili potrebni za nadaljnjo numerično modeliranje, preoblikovati v format CAD.



Slika/Figura 2: primer načrta stavbe in razporeditev sistema.

2.2. Ogled

6. julija 2021 je bil opraviljen ogled v muzeju Revoltella v spremstvu strokovnjaka občine Trst. Med obiskom je bilo možno zbrati potrebne podatke za izdelavo energetske diagnoze in možen je bil ogled tako zgradbe ovoja kot tudi razporeditve tehičnih sistemov. Slednji se nahajajo v centrali, iz katere potekajo distribucijske napeljave. V centrali se nahajajo hladilnik vode, UTA (enota za obdelavo zraka), črpalke in cevovodi za distribucijo zraka.

Hladilnik AERMEC NLW 1000 L na tekočino R407 C, z močjo 340 kW za gretje in 307 kW za hlajenje, se uporablja za proizvodnjo ohlajene vode na 7 °C. Toploto za ogrevanje zagotavlja šest kondenzacijskih kotlov GEMINOX THRI 10/50 50kW, kotel istega tipa oskrbuje pisarniški del. Sliki/Slika/Figura 4 prikazuje šest kotlov za proizvodnjo tople vode, slika /Figura 4 prikazuje hladilnik, ki oskrbuje ventilatorske konvektorje in enoto za obdelavo zraka. Hladilnik je vodno hlajen in je povezan s hladilnim stolpom, ki je nameščen na strehi in je prikazan na sliki/Slika/Figura 4 a).

Slika/Figura 3 kotli za proizvodnjo tople vode

a)

b)

Slika/Figura 4: toplotna postaja, a) hladilni stolp b) hladilnik za vodo

Poleti hladilnik dovaja ohlajeno vodo neposredno v ventilatorske konvektorje v muzejskem delu in v razstavne prostore, da zadosti občutni obremenitvi, ter v hladen akumulator v UTA (enota za obdelavo zraka) za hlajenje primarnega zraka, ki se dovaja v razstavne prostore. V zimskem obdobju kotli zagotavljajo toplo vodo za radiatorje (mobiletti) v muzejskem delu in razstavnem delu ter akumulator toplote za UTA (kenota za obdelavo zraka) za ogrevanje primarnega zraka za dovajanje v razstavne dvorane. Nadzor vlage v prostorih ni predviden.

V razstavnih dvoranah se primarni zrak dovaja skozi odprtine, ki so nameščene za plenumom, medtem ko se zrak odvaja skozi sesalne rešetke. Slika/Slika/Figura 5 prikazuje detajl dovajalnih odprtin in odvajalnih rešetk.

Slika/Figura 5: Detajl dovajalnih odprtin in odvodnih rešetk v razstavnem delu.

2.3. Podatki o podnebju

Uporabljeni podatki o podnebju so bili zbrani s postaje Agencije za zaščito okolja (ARPA) Molo Bandiera, pridobljeni podatki so bili ustrezno obdelani, da se odstranijo morebitne vrzeli. Uporabljeni meteorološki podatki veljajo za uro in se nanašajo na:

- temperaturo;
- relativno vlažnost;
- globalno obsevanje;
- hitrost vetra;
- smer vetra;
- pritisk.

Iz podatkov o globalnem obsevanju je bilo z ustreznimi tehnikami ločevanja pridobiljeno:

- normalno neposredno obsevanje;
- difuzno obsevanje na horizontalno ravnino.

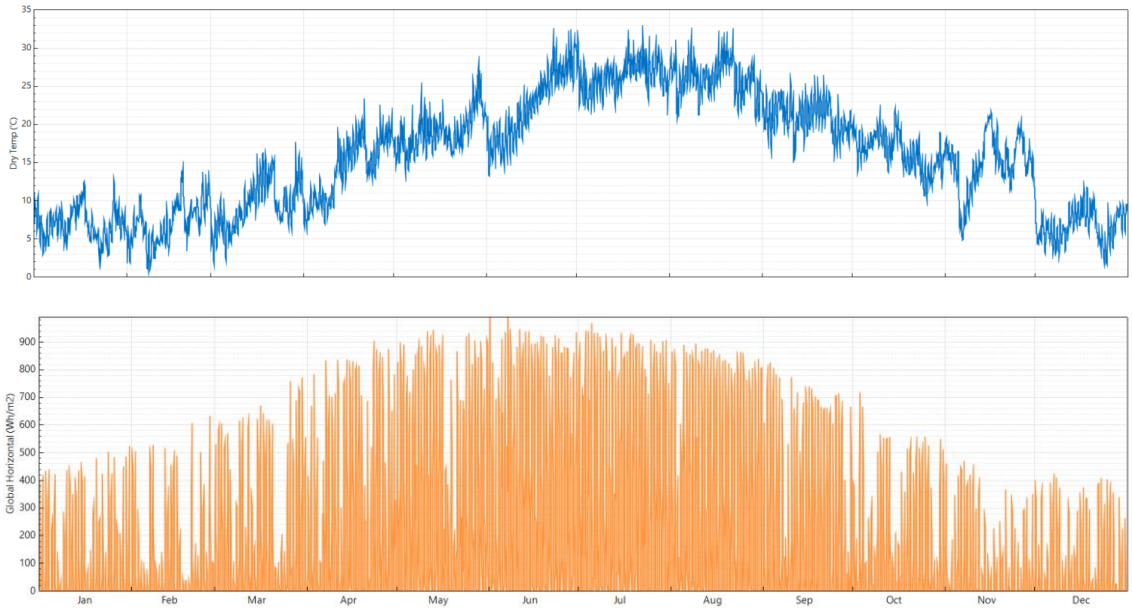
Podatki, zbrani v letih 1995-2019, so bili uporabljeni za pridobitev tipičnih let po urah ali testnega referenčnega leta (Test Reference Year - TRY) za kraj. Omeniti velja, da se uporabljeno tipično leto razlikuje od leta, ki je so ga uporabljale prejete predhodne energetske diagnoze.

Poleg analize s trenutnimi meteorološkimi podatki so bile za validacijo modela uporabiljene serije, ki se nanašajo na posamezna leta na podlagi podatkov iz energetskih računov.

Slika/Slika/Figura 6 prikazuje trend temperature in globalnega obsevanja na horizontalno ravnino. Potek letnih časov je popolnoma zaznaven.

a)

b)



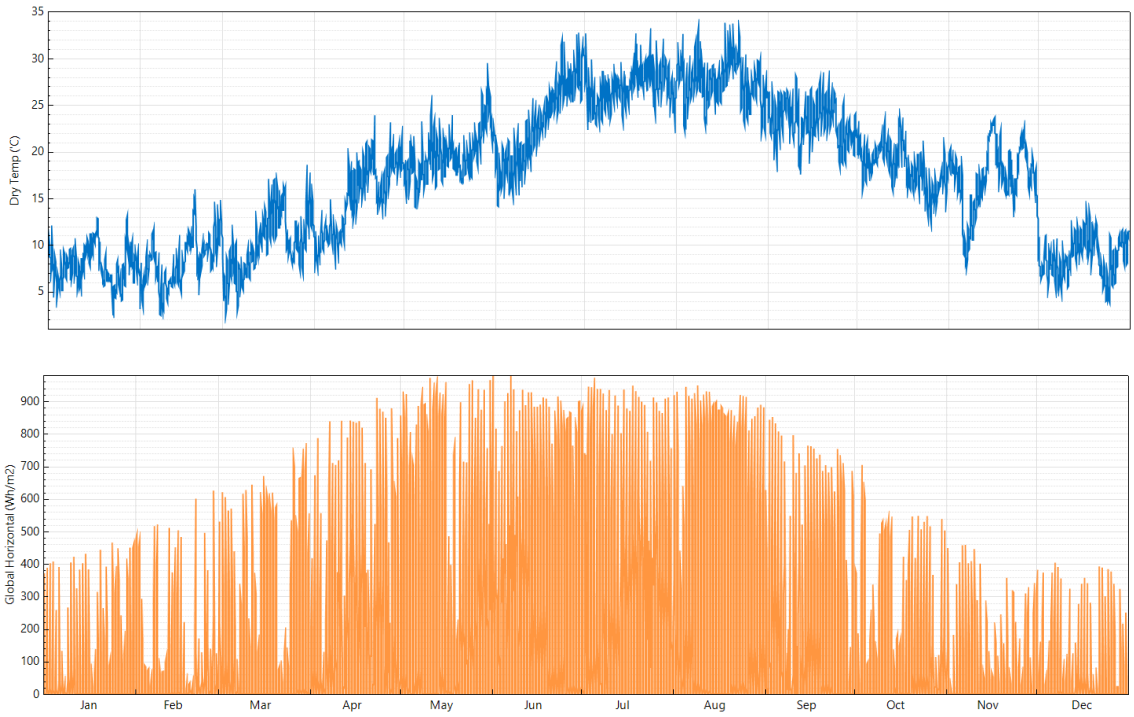
Slika/Figura 6: urni podnebni podatki a) temperatura b) globalno obsevanje na horizontalno ravnino.

Poleg zgodovinskih podatkov so bile uporabiljeneprojekcije o podnebnem razvoju do leta 2100, ki jih je objavila Agencija za zaščito okolja Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG). V ta namen so bile za projekcijo podnebnih podatkov v bodočnosti uporabiljene tehnike morphing. Za namene tega dela so bili uporabiljeni bodoči podatki za dve obdobji, eno kratkoročno od 2021 do 2035 in drugo srednjeročno od 2036 do 2050.

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** navaja zbirne podatke podnebnih datotek o ogrevanju v stopinjah/dan HDD (HeatingDegreeDays) in hlajenju v stopinjah/dan CDD (CoolingDegreeDays), opazno je predvideno zvišanje temperature, zlasti za obdobje 2036-2050, z znižanjem stopinj/dan pri ogrevanju in zvišanjem pri hlajenju. Navedeni podatki se nanašajo na scenarij RCP 8.5 (reprezentativna pot koncentracije), torej glede na stanje, ki bi nastalo brez posegov izboljšanja. Slika/Slika/Figura 7 ravno tako prikazuje potek temperature in globalnega obsevanja na horizontalno ravnino za model HadGEM2-ES_RACMO22E, za katerega je značilno največje zvišanje temperature. Za takojšnjo predstavitev učinka podnebnih sprememb je temperatura zraka za tri tipična leta, ki se nanašajo na trenutno stanje, na bližnje prihodnje stanje in obsešnejše do leta 2050, prikazana v 8 s pomočjo toplotnih kart (heat-map). Na abscisi je prikazan dan v letu, medtem ko ordinata prikazuje štiriindvajset ur na dan. Zvišanje temperature lahko opazimo predvsem izven najbolj vročih dni ob predvidenem podaljšanju sezone hlajenja.

a)

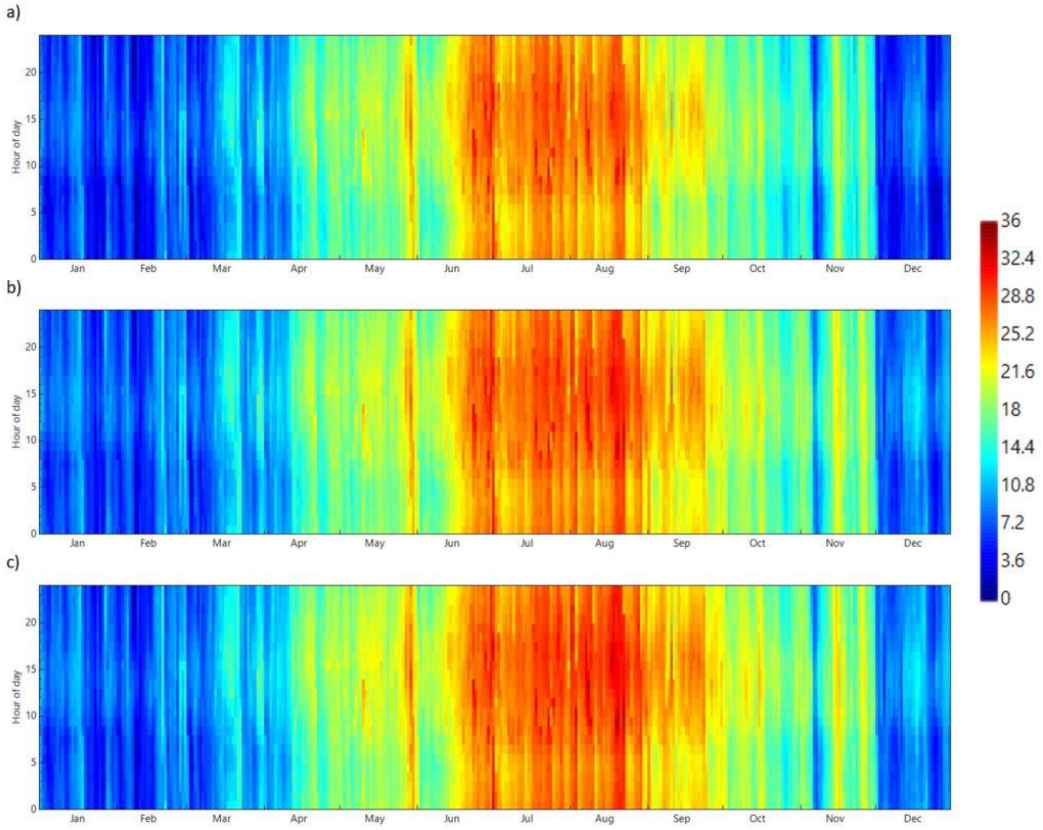
b)



Slika/Figura 7: podnebni podatki v obdobju 2036-2050 glede na model HadGEM2-ES_RACMO22E.

3. Model stavbe

Za tavbo, ki je predmet analize in se ogreva in hladi z različnimi sistemi, je bila izvedena energetska diagnoza z dinamično simulacijo stavbe. Glede na polstacionarno metodo, ki se uporablja v različnih, s predpisi skladnih, kodah izračuna, je bilo ocenjeno, da ta pristop, čeprav z računalniškega stališča neprijeten, prinaša različne prednosti, kot je natančen opis obnašanja stavbe in z njo povezanega sistema. Omogočil je tudi natančen številčni opis dinamike stavbe in interakcije s sistemom, ki ga polstacionarne metode prikazujejo le poenostavljeno. Končno je omogočil natančen izračun sončnega obsevanja tudi ob upoštevanju učinkov osenčenja zaradi okoliških stavb. Važno je tudi, da opravljena dejavnost spada v uporabniku prilagojeno vrsto analize A3 ali prilagojeno oceno (Tailored Rating), kot je navedeno v standardu UNI-TS 11300-1 [2]. V zvezi z metodologijo izračuna velja opozarilo, da se tudi mednarodne norme vse bolj pomikajo k dinamičnemu, čeprav poenostavljenemu, pristopu izračuna, ki je objavljen v standardu ISO EN UNI 52016 [3].



Slika/Figura 8: primerjava temperatur med tipičnimi leti: a) tipično leto v preteklih letih 1995-2019 b) predvideno leto 2021-2035 c) predvideno leto 2036-2050.

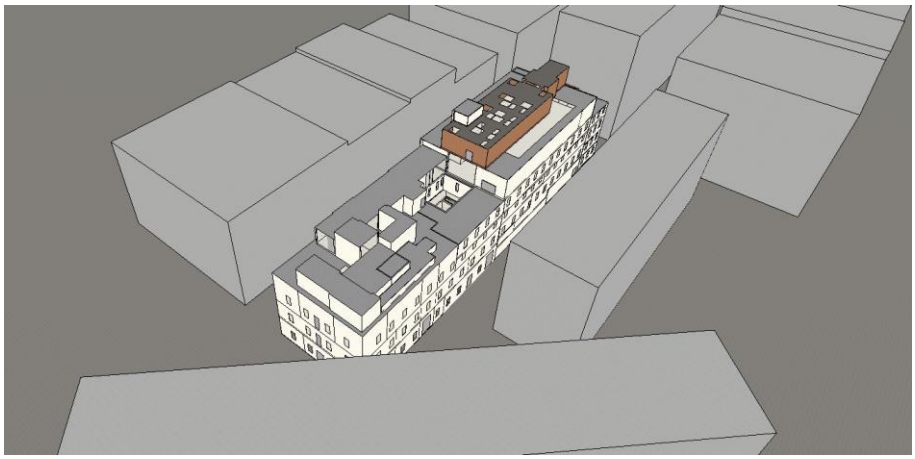
3.1. Gradbeni ovoj

Na osnovi skeniranih načrtov, ki se nanašajo na stavbo, je bilo geometrijo možno vnesti s programsko opremo DesignBuilder, grafičnim vmesnikom s kalkulacijskim motorjem EnergyPlus, programsko opremo, ki se pogosto uporablja za izračun stavb in sistemov. Slika/Slika/Figura 9 a) prikazuje stavbo v njenem urbanem kontekstu, medtem ko slika/Slika/Figura 9 b) prikazuje narejeni model, kjer je z natančnejšo analizo možno oceniti prisotnost okoliških stavb, ki so vstavljene kot sončna ovira.

Zaradi lažjega izračuna je bil model poenostavljen z odstranitvijo nekaterih notranjih predelnih sten, ohranjeni pa so bili ločeni deli stavbe, tako da je bilo mogoče ustrezno oblikovati inštalacije. Slika/Slika/Figura 10 prikazuje prerez stavbe, kjer je vidna etažna razdelitev. Pregradne stene so bile vseeno vstavljene kot notranja masa, da se zagotovi toplotna vztrajnost stavbe.

a)

b)



Slika/Figura 9: model stavbe a) dejanska pozicija b) model z okoliškimi stavbami

Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. predstavlja razpored prostorov na ravnini, vidne so dodane notranje mase v svetlo modri barvi, da se zagotovi pravilna toplotna zmogljivost stavbe. Skupno smo oblikovali obseg 26307 m^3.

Podatke, ki se nanašajo na stratigrafie, so bili pridobljeni iz poročil Občine Trst, pripravili pa sta jih Siram in Engie; Preglednica/Preglednica/Tabella1 prikazuje prepustnost sten. Zaradi nadaljnje kalibracije modela pa je bila revidirana prepustnost zunanjih sten.

Preglednica/Tabella1: lastnosti sten

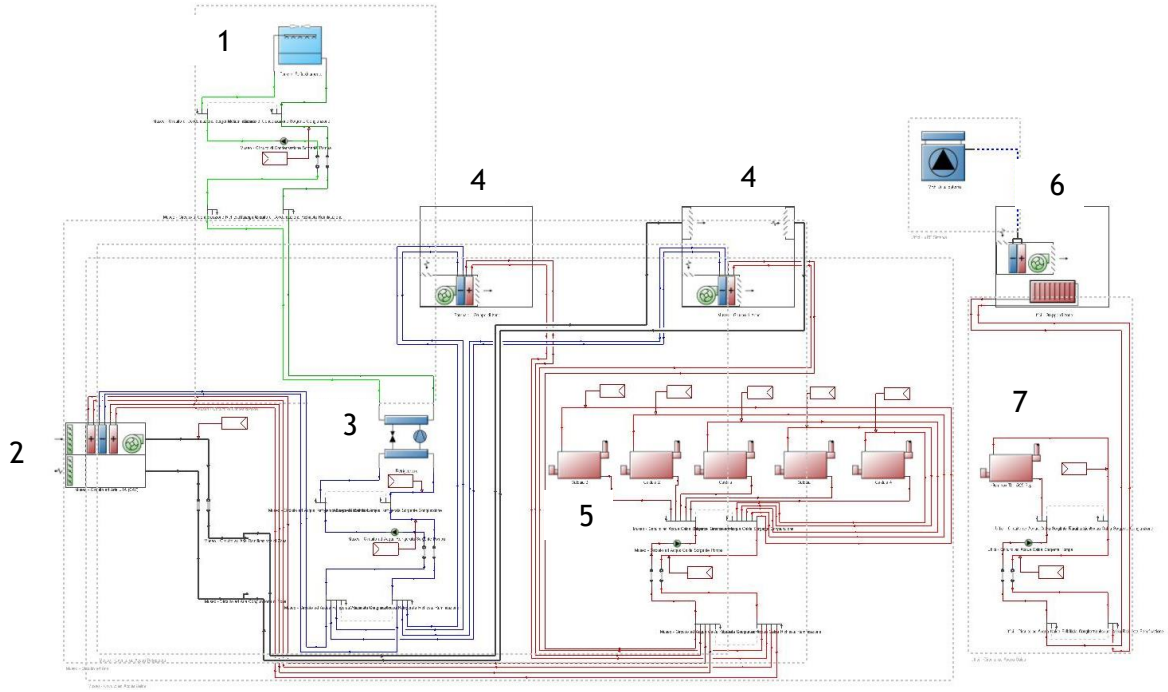
	U [W/(m²K)]
ZUNANJE_STENE_1000MM	1.24
PODPORNE_STENE_1000MM	1.27
ZUNANJE_STENE_1000MM	1.24
TALNI-TLAK_510MM	0,42

POŠEVNA STREHA - NEIZOLIRANA - LAHKA	2.95
STROP_NOTRANJI_350MM	1.76
STREHA_400MM	1.78

Slika/Figura 10: Prerez stavbe z razdelitvijo nadstropij

3.2. Sistem ogrevanja

Toplotni sistem je bil oblikovan ob upoštevanju vseh prisotnih oblik ogrevanja. Slika/Figura 12 prikazuje model toplotnega sistema. Identificirati je mogoče: 1) hladilni stolp, 2) enota za obdelavo zraka UTA, 3) hladilnik vode, 4) ventilatorski konvektorji v razstavnem in muzejskem delu, 5) kotli, 6) split sistem za pisarne, 7) kotel za pisarne. Pri oblikovanju je bil v največji možni upoštevan obstoječi sistem, tako da so bili čim bolj koherentno določeni vključeni energetski vektorji.



Slika/Figura 11: model toplotnega sistema

Bistveni sestavni deli sistema so bili oblikovani na podlagi tehničnih lastnosti. Slika/Slika/Figura 12 prikazuje glavne značilnosti vgrajenega hladilnika za vodo. Poleg sistetičnih podatkov je bil uporabljen in ustrezno oblikovan tok zmogljivost hladilnika glede na temperaturo vode v kondenzatorju in uparjalniku. Tako so bile pridobljene korekcijske krivulje moči in koeficient koristnega učinka ali EER (Energy Efficiency Ratio) [4], da je bilo upoštevano delovanje sistema v različnih pogojih. Enak je bil postopek pri kondenzacijskih generatorjih toplote, tudi v tem primeru sta bili učinkovitost in oddana moč parametrizirani v odvisnosti od obremenitve in povratne temperature v kotlu. Pomembni podatki kotla so navedeni v sliki/Slika/Figura 13.

POMPA DI CALORE • *HEAT PUMP* ***R407C***

RAFFREDDAMENTO • *COOLING*		0500	0550	0600	0650	0700	0750	0800	0900	1000
❄ Potenza frigorifera • *Cooling capacity*	[kW]	107,0	117,0	142,0	161,0	184,0	218,0	251,0	279,0	307,0
❄ Potenza assorbita totale • *Total input powerl*	[kW]	26,20	28,50	34,50	39,20	45,20	53,60	62,10	68,80	75,50
❄ E.E.R	[W/W]	4,08	4,11	4,12	4,11	4,07	4,07	4,04	4,06	4,07
Portata acqua evaporatore • *Water flow rate evaporator*	[l/h]	18400	20120	24420	27690	31650	37500	43170	47990	52800
Portata acqua condensatore • *Water flow rate condenser*	[l/h]	22910	25026	30358	34434	39422	46715	53853	59822	65790
❄ Perdite di carico evaporatore *Evaporator water pressure drops*	[kPa]	29,00	34,00	37,50	40,00	39,00	33,50	32,90	36,00	32,50
❄ Perdite di carico condensatore *Condenser water pressure drop*	[kPa]	46,00	54,50	60,00	65,00	63,50	56,00	55,00	60,00	54,00

Slika/Figura 12: lastnosti hladilnika za vodo

TOPLOTNA ČRPALKA R407C

			THRi 10-34	THRi 10-50
Categoria				
Numero di omologazione CE			CE0085AR0323	
Potenza termica utile min/max	30/50°C 60/80°C	kW kW	10,7/34,0 9,7/32,2	10,7/52,6 9,7/48,7
Portata termica focolare min/max		kW	10,0/33,0	10,0/50,0
Rendimento su P.C.I.	30/50°C 60/80°C	% %	107,7/105,5 95,9/97,4	107,7/105,1 95,9/97,3
Rendimento su P.C.S.	30/50°C 60/80°C	% %	96,9/94,8 86,3/87,9	96,9/94,6 86,3/87,6
Rendimento 30% (Pn) DIR 92/42 CEE			107,7	

Slika/Figura 13: podatki o kotlu

Kategorija

Številka homologacije ES
Koristna toplotna moč min/max
Ciljna toplotna zmogljivost min/max
Izkoristek na P.C.I.(vgrajena toplotna moč)
Izkoristek na P.C.S. (višja kalorična vrednost)
Izkoristek 30% (Pn) DIR 92/42 CEE

3.3. Kalibracija

Prvi korak je bila kalibracija modela s pomočjo podatkov iz računov. Ti podatki se nanašajo na povprečno porabo plina v letih 2010-2012 in v letih 2019 in 2020. Prikazani podatki izkazujejo veliko višjo porabo v letih 2010-2012 v primerjavi z letoma 2019 in 2020. Za slednje je značilna pandemija in torej ni bilo upoštevano kot veljavno, zato je bilo odločeno, da se uporabijo povprečni energetski podatki v letih 2010-2012. Pri podatkih o hlajenju so bili kot referenca upoštevani podatki za leto 2018, za katero so bili razpoložljivi podnebni podatki z manjšim številom vrzeli. Za kalibracijo modela je bila uporabljena ustrezna podnebna datoteka, ki je zajemala podatke za zimsko in poletno obdobje.

Preglednica/

Preglednica/Tabela 2 prikazuje rezultate kalibracije, v kateri sta poudarjeni zelo majhna napaka pri porabi električne energije in večja napaka pri porabi plina. Boljši rezultati bodo lahko

doseženi, če bo na razpolago več podatkov o samem sistemu. Lahko pa se trdi, da model zelo dobro opisuje obnašanje stavbe in se lahko uporablja za analizo nekaterih scenarijev posega.

Preglednica/Tabela 2: rezultati kalibracije modela

Konfiguracija	Poraba plina [m^3]	Poraba električne energ.[kWh]	Napaka plin [%]	Napaka elektr, energija . [%]
Računi	56056	313020	-	-
Kalibracija	52458	319371	-8.44	-1.74

4. Scenariji izboljšave

Potem ko je bil izdelan model, so bili oblikovani različni scenariji posega, simulacije so bile izvedene z uporabo podnebne datoteke na osnovi podatkov, ki se nanašajo na leta med 1995 in 2019. Za namene izboljšave so možnosti omejene glede na zgodovinsko naravo stavbe, preglednica/Preglednica/Tabella3 prikazuje povzetek predvidenih posegov.

Preglednica/Tabella3: predvideni posegi

Posg	Opis
A	Notranja izolacija sten razstavnega dela
B	Zamenjava strešnih oken s filtrirnimi stekli s solarno regulacijo
C	Notranja izolacija in zamenjava strešnih oken

Preglednica/Preglednica/Tabella 4 prikazuje rezultate simulacij in oceno stroškov ter preprost povrat naložbe. Kot je razvidno, z ekonomskega stališča posegi ne omogočajo bistvenih prednosti. Vendar je treba opozoriti, da so zaradi obstoječih omejitev posegi nujno omejeni.

Preglednica/Tabella 4: učinek predlaganih posegov

Poseg	plin [m³]	Elektr. energ. [kWh]	Var. plins [%]	Var. Ele. [%]	Strošek [€]	povratek [leta]
SF	52931	305032	\	\	\	\
A	44794	304034	-15.37	-0.33	409264	41
B	50454	298267	-4.68	-2.22	67783	17
C	41699	294746	-21.22	-3.37	477047	32

5. Učinek podnebnih sprememb

Razpoložljivost podnebnih podatkov, ki so predvideni v prihodnosti, omogoča oceno, kakšen bi bil lahko učinek podnebnih sprememb na porabo stavbe. Preglednica/Preglednica/Tabella 5 prikazuje podatke o porabi in odstotke variacije za dva scenarija: enega do leta 2035, drugega pa do leta 2050. Kot je razvidno, je zabeleženo znižanje porabe plina, vendar ob povečanju porabe električne energije zaradi zvišanja temperatur in večje obremenitve hladilnega sistema.

Preglednica/Tabella 5: poraba stavbe pri bodočih scenarijih

TRY	Poraba plina [m³]	Poraba elektr.energ. [kWh]	Var. plin [%]	Var. Elektr. [%]
1995-2019	52931	289193	\	\
2021-2035	43961	318398	-16.95	10.10
2036-2050	42654	325025	-19.42	12.39

Oceniti smo hoteli tudi vpliv podnebnih sprememb na posege za izboljšanje, ki so navedeni v preglednici/Preglednica/Tabella 4. Preglednica/Preglednica/Tabella 6 prikazuje učinke pri uporabi predvidenih podatkov v obdobju 2021-2035, medtem ko

preglednica

Preglednica/Tabella 7 prikazuje učinke do leta 2050. Kot je razvidno, je zaradi zvišanja temperature poseg še manj učinkovit.

Preglednica/Tabella 6: učinek posegov za obdobje do leta 2035.

TRY	poseg	Plin [m³]	Elektr.energ [kWh]	Var. plin [%]	Var. Elektr. [%]	Strošek[€]	Povrat [leta]
2021-2035	SF	43961	318398	\	\	\	\

	A	36875	317161	-16.12	-0.39	409264	47
	B	41840	311235	-4.82	-2.25	67783	19
	C	34395	307362	-21.76	-3.47	477047	36

Preglednica/Tabella 7: učinek posegov za obdobje do leta 2050

TRY	Poseg	plin [m³]	Elektr.energ. [kWh]	Var. plin [%]	Var. Elektr.e. [%]	strošek [€]	Povrat [leta]
2036-2050	SF	42654	325025	\	\	\	\
	A	35768	323689	-16.14	-0.41	409264	48
	B	40618	317525	-4.77	-2.31	67783	19
	C	33345	313582	-21.82	-3.52	477047	37

Zaključki

Navedene ocene kažejo, kako težko je posegati na zgodovinski stavbi z omejenimi možnostmi poseganja na ovoju. Zato je treba poudariti, da bo možne izboljšave treba iskati v prenovi sistema, zlasti v zvezi z enoto za obdelavo zraka (UTA), kjer je opazna velika poraba zaradi ventilatorjev. Tudi hladilnik vode je sestavni del, ki bi ga lahko obnovili z uporabo aparatov z visokim EER. Preverjanje teh posegov zahteva dodatne analize za natančnejši prikaz sprejete sistemske rešitve in natančnejši opis posameznih sestavnih delov.

Bibliografija

[1] UNI, EN 16247-2:2014 Energetske diagnoze – del 2 : Stavbe, 2014.

[2] UNI/TS 11300-1 :2014 Energetska učinkovitost stavb – del 1 : Določitev potreb stavbe po toplotni energiji za poletno in zinsko klimatizacijo.

[3] UNI EN ISO 52016-1:2018, Energetska učinkovitost stavb – Energetske potrebe za ogrevanje in hlajenje, notranje temperature ter občutljive in latentne toplotne obremenitve – del 1 : Postopki izračuna.

[4] EN 1485 :2018, klimatske naprave, paketi tekočega hlajenja in toplotne črpalke z električnimi kompresorji za ogrevanje in hlajenje prostorov – Testiranje in ocena pri pogojih delne obremenitve in izračun sezonske učinkovitosti. 2018.

Seznam slik

Slika/Figura 1: Pozicija muzeja Revoltella..... 6

Slika/Figura 2: primer načrta stavbe in razporeditev sistema. 7

Slika/Figura 3 kotli za proizvodnjo tople vode 8

Slika/Figura 4: toplotna postaja, a) hladilni stolp b) hladilnik za vodo..... 8

Slika/Figura 5: Detajl dovajalnih odprtin in odvodnih rešetk v razstavnem delu. 9

Slika/Figura 6: urni podnebni podatki a) temperatura b) globalno obsevanje na horizontalno ravnino.....10

Slika/Figura 7: podnebni podatki v obdobju 2036-2050 glede na model HadGEM2-ES_RACMO22E. 11

Slika/Figura 8: primerjava temperatur med tipičnimi leti: a) tipično leto v preteklih letih 1995-2019 b) predvideno leto 2021-2035 c) predvideno leto 2036-2050.....12

Slika/Figura 9: model stavbe a) dejanska pozicija b) model z okoliškimi stavbami 13

Slika/Figura 10: Prerez stavbe z razdelitvijo nadstropij 14

Slika/Figura 11: model toplotnega sistema 15
Slika/Figura 12: lastnosti hladilnika za vodo 15
Slika/Figura 13: podatki o kotlu 16

Seznam preglednic

Preglednica/Tabella1: lastnosti sten 13
Preglednica/Tabela 2: rezultati kalibracije modela 17
Preglednica/Tabella3: predvideni posegi 17
Preglednica/Tabella 4: učinek predlaganih posegov 17
Preglednica/Tabella 5: poraba stavbe pri bodočih scenarijih 18
Preglednica/Tabella 6: učinek posegov za obdobje do leta 2035. 18
Preglednica/Tabella 7: učinek posegov za obdobje do leta 2050 19