

INVESTITOR

KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA ŽUPANIJA,
Ulica Antuna Nemčića 5, 48 000 Koprivnica,
OIB_06872053793

NAZIV GRAĐEVINE

**PODRUČNA ŠKOLA JOSIPA GENERALIĆA
HLEBINE**

LOKACIJA

od k.č. 1237, 1242, 1243 k.o. Hlebine se formira
građevinska k.č. 1237 k.o. Hlebine

UGOVOR BR

TR-01-UG-2024-71

STAVKA IZ UGOVORENOG TROŠKOVNIKA

2

RAZINA RAZRADE

GLAVNI PROJEKT

STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA

ARHITEKTONSKI PROJEKT

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

27/2025

BROJ PROJEKTA

33/2025

BROJ I NAZIV MAPE

**MAPA 7_PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I
TOPLINSKE ZAŠTITE I ZAŠTITE OD BUKE**

BROJ REVIZIJE

00

GLAVNI PROJEKTANT

PETRICA BALIJA dipl.ing.arh.

BROJ OVLAŠTENJA

A 3496

PROJEKTANT

PETRICA BALIJA dipl.ing.arh.

BROJ OVLAŠTENJA

A 3496

IZRADA

TRAMES d.o.o., Šipičine 2, 20000 DUBROVNIK
OIB_80480322314

DIREKTOR

MARKO BALIJA, dipl.ing.arh.

MIJESTO I DATUM IZRADE

DUBROVNIK, ispravak 02. - siječanj 2026.

STRANICA ZA OVJERU REVIDENTA

GLAVNI PROJEKT PODRUČNE ŠKOLE HLEBINE

POPIS MAPA

GLAVNI PROJEKTANT: PETRICA BALIJA, dipl. Ing. arh.
TVRTKA GLAVNOG PROJEKTANTA: TRAMES d.o.o., ŠIPČINE 2, 20000 Dubrovnik
ZOP: 1000525 FLAMIT d.o.o.
DATUM: TRAVANJ, 2025.

MAPA 1 – KNJIGA 1 - ARHITEKTONSKI PROJEKT

TEHNIČKI DNEVNIK: 27/2025
AUTOR: TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK
PROJEKTANT: PETRICA BALIJA, dipl. ing. arh.
SURADNIK: ANTE STOJAN, dipl.ing.arh.
DALIA ĐURATOVIĆ, dipl.ing.arh.
TEA GAŠTAN, dipl.ing.arh.

MAPA 1 – KNJIGA 2 - PRIKAZ SVIH PRIMJENJENIH MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

TEHNIČKI DNEVNIK: 1000525
AUTOR: FLAMIT D.O.O., TIJARDOVIĆEVA 1B, 10000 ZAGREB
PROJEKTANT: ŽELJKO MUŽEVIĆ, struč. spec. ing. mech.,
OVLAŠTENA OSOBA ZA IZRADU ELABORATA ZAŠTITE OD POŽARA UPISNI BROJ:64

MAPA 2 – GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT KONSTRUKCIJE

TEHNIČKI DNEVNIK 28/2025
AUTOR: TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK
PROJEKTANT: KRUNOSLAV BILIĆ, dipl.ing.građ.

MAPA 3 – STROJARSKI PROJEKT - PROJEKT GRIJANJA, HLAĐENJA I VENTILACIJE

TEHNIČKI DNEVNIK: 29/2025
AUTOR: TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK
PROJEKTANT: CVIJETO RUSO, dipl. ing. str.

MAPA 4 – KNJIGA 1– ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT - INSTALACIJE JAKE I SLABE STRUJE, SUSTAV ZAŠTITE OD UDARA MUNJE

TEHNIČKI DNEVNIK: 30/2025
AUTOR: TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK
PROJEKTANT: IVAN GLAVOR, mag. ing. el.

MAPA 4 – KNJIGA 2– ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – PROJEKT SUSTAVA SOLARNIH PANELA

TEHNIČKI DNEVNIK: 30/2025

AUTOR: TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK

PROJEKTANT: IVAN GLAVOR, mag. ing. el.

MAPA 5 – KNJIGA 1- GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT VODOVODA I ODVODNJE

TEHNIČKI DNEVNIK: 31/2025

AUTOR: TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK

PROJEKTANT: KRUNOSLAV BILIĆ, dipl. ing. građ.

MAPA 6 – ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – PROJEKT VATRODOJAVE

TEHNIČKI DNEVNIK: 32/2025

AUTOR: TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK

PROJEKTANT: IVAN GLAVOR, mag. ing. el.

MAPA 7 – PROJEKAT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE I ZAŠTITE OD BUKE

TEHNIČKI DNEVNIK: 33/2025

AUTOR: TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK

PROJEKTANT: PETRICA BALIJA, dipl.ing.arh.

ELABORATI:

ELABORAT ZAŠTITE NA RADU

TEHNIČKI DNEVNIK: 1010525

AUTOR: FLAMIT D.O.O., TIJARDOVIĆEVA 1B, 10000 ZAGREB

PROJEKTANT: ŽELJKO MUŽEVIĆ, struč. spec. ing. mech., S 1832

Glavni projektant:
PETRICA BALIJA, dipl. ing. arh.

GLAVNI PROJEKT IZGRADNJE PODRUČNE ŠKOLE HLEBINE

SADRŽAJ:

A. OPĆI DIO

1. Izjava Glavnog projektanta o međusobnoj usklađenosti svih mapa Glavnog projekta
2. Izjava projektanta o usklađenosti Glavnog projekta s važećim zakonima i propisima

B. TEHNIČKI DIO

I / TEKSTUALNI DIO

1.	UVOD/PROJEKTNII ZADATAK	13
2.	TEHNIČKI OPIS I ISPUNJENJE UVJETA TOPLINSKE ZAŠTITE	14
2.1.	OSNOVNI PODACI	14
2.2.	PREDVIĐENA TEHNIČKA RJEŠENJA	15
2.3.	PREPORUKE KORISNICIMA O NAČINU KORIŠTENJA ZGRADE	17
2.4.	TEHNIČKA SVOJSTVA I DRUGI ZAHTJEVI ZA GRAĐEVNE PROIZVODE	17
2.5.	OGRANIČENJA ZRAKOPROPUSNOSTI OMOTAČA ZGRADE, VENTILIRANJE PROSTORA ZGRADE	18
3.	OPIS SASTAVA GRAĐEVINSKIH DIJELOVA ZGRADE	20
4.	PRORAČUN TOPLINSKE ZAŠTITE	27
5.	INFORMATIVNI PODACI O ENERGETSKOM RAZREDU	81
6.	TEHNIČKI OPIS I ISPUNJENJE UVJETA ZVUČNE ZAŠTITE	82
6.1.	UVOD	82
6.2.	AKUSTIČKA ZAŠTITA	82
6.3.	APROKSIMATIVNI PRORAČUNI ZA RELEVANTNE KONSTRUKTIVNE ELEMENTE	83
6.4.	ZVUČNA IZOLACIJA OD UDARNOG ZVUKA	85
6.5.	BUKA INSTALACIJA I OSTALIH UREĐAJA	86
6.6.	UTJECAJ VANJSKIH IZVORA BUKE NA GRAĐEVINU	89
6.7.	APROKSIMATIVNI PRORAČUNI IZOLACIJE OD VANJSKIH IZVORA BUKE	89
6.8.	PROZORI I VRATA	91
6.9.	UTJECAJ UNUTARNJIH IZVORA BUKE NA OKOLINU	91
6.10.	PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE	91
6.11.	AKUSTIČKA OBRADA PROSTORA	92
6.12.	ZAKLJUČAK	93

II / GRAFIČKI DIO



A / OPĆI DIO



1 / IZJAVA PROJEKTANTA

GLAVNI PROJEKT IZGRADNJE
PODRUČNE ŠKOLE HLABINE

DATUM I MJESTO: TRAVANJ, 2025., DUBROVNIK

BR. IZJAVE: 27/2025/GP/1

Na temelju članka 70. Zakona o gradnji (Narodne novine, broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), izdaje se:

**IZJAVA
GLAVNOG PROJEKTANTA O MEĐUSOBNOJ
USKLAĐENOSTI SVIH MAPA GLAVNOG PROJEKTA**

Investitor: **KOPRIVNIČKO – KRIŽEVAČKA ŽUPANIJA
RH - 48 000 KOPRIVNICA
Ulica Antuna Nemčića 5, OIB: 06872053793**

Naziv projekta: **PROJEKT PODRUČNE ŠKOLE HLEBINE**

Razina projekta: **GLAVNI PROJEKT**

Zajednička oznaka projekta: **TR-01-UG-2024-71**

Lokacija dijela projekta: **k.č. 1237, 1242, 1243 k.o. Hlebine.**

Tvrtka projektanta: **TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK
OIB_80480322314**

Glavni projektant: **Petrica Balija dipl.ing.arh.**

Datum izrade: **TRAVANJ, 2025.**

Izjavljujem da su sve Mape ovog Glavnog projekta međusobno usklađene i da je glavni projekt usklađen s propisima sukladno izjavama projektanata pojedinačno danih za svaku mapu.

Glavni projektant:
Petrica Balija, dipl.ing.arh.

GLAVNI PROJEKT IZGRADNJE
ŠKOLSKJE SPORTSKE DVORANE – OŠ KALNIK

DATUM I MJESTO: TRAVANJ 2025., DUBROVNIK

BR. IZJAVE: 27/2025/GP/2

Na temelju članka 70. Zakona o gradnji (Narodne novine, broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), izdaje se:

**IZJAVA
PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA S
VAŽEĆIM ZAKONIMA I PROPISIMA**

Investitor: **KOPRIVNIČKO – KRIŽEVAČKA ŽUPANIJA
RH - 48 000 KOPRIVNICA
Ulica Antuna Nemčića 5, OIB: 06872053793**

Naziv projekta: **PROJEKT PODRUČNE ŠKOLE HLEBINE**
Razina projekta: **GLAVNI PROJEKT**

Zajednička oznaka projekta: **TR-01-UG-2024-71**

Lokacija dijela projekta: **k.č. 1237, 1242, 1243 k.o. Hlebine.**

Tvrtka projektanta: **TRAMES D.O.O., ŠIPČINE 2, 20000 DUBROVNIK
OIB_80480322314**

Glavni projektant: **Petrica Balija dipl.ing.arh.**

Datum izrade: **TRAVANJ, 2025.**

Izjavljujem da je Mapa 07 – Projekt racionalne uporabe energije i toplinske zaštite usklađena s

- 1) Prostornim planom uređenja općine Hlebine Nove generacije, („Službeni glasnik Koprivničko – križevačke županije“ broj 9/25 od 7. travnja 2025. godine Odluke o proglašenju Prostornog plana uređenja Općine Hlebine – plan izrađen od strane URBIA d.o.o. Čakovec. (KLASA: 350-03/24-07/1, URBROJ: 2137-7-25-80), te sa sljedećim **zakonima, pravilnicima i ostalim propisima:**

Popis primijenjenih zakona, propisa i pravilnika

Zakoni:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19; 98/19)
- Zakon o građevinskoj inspekciji (NN 153/13)
- Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19)
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o vodama (NN 66/19, 84/21)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
- Zakon o zaštiti zraka (NN 127/19)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10)

Pravilnici:

- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 64/14, 41/15, 105/15, 61/16, 20/17, 118/19)
- Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/14, 98/19)
- Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20)
- Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15, 16/20)
- Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma i površine građevina u svrhu obračuna komunalnog doprinosa (NN 15/19)
- Pravilnik o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (118/19)
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11, 118/19)
- Pravilnik o obavljanju poslova zaštite na radu (NN 126/19,)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13, 105/20)
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 81/20)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi borave i rade (NN 145/04)
- Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13)
- Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 95/14)
- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05, 64/05, 155/05, 14/11, 92/19)
- Pravilnik o sigurnosnim znakovima (NN 91/15, 102/15, 61/16)
- Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)
- Pravilnik o zaštiti od požara ugostiteljskih objekata (NN 100/99)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03)

- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11)
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevanosti mjera zaštite od požara (NN 56/12, 61/12)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)

Tehnički propisi:

- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/2015, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

Isto tako prilikom izrade ove projektne dokumentacije primijenjena su i priznata tehnička pravila, a koja nisu u suprotnosti s odredbama gore navedenih zakona, pravilnika i propisa, te važeće norme.

Navedeni propisi korišteni su zajedno sa svim normama na koje iste upućuju!

Projektant:

Petrica Balijski, dipl.ing.arh.



B / TEHNIČKI DIO



I / TEKSTUALNI DIO

1. UVOD/PROJEKTNI ZADATAK

Naručitelj, Koprivničko-Križevačka Županija, pokrenula je postupak ishodovanja odobrenja za građenje područne škole u općini Hlebine, pod nazivom Područna škola Josipa Generalića Hlebine.

Planirana intervencija odnosi se na k.č. 1237,1242 i 1243 k.o. Hlebine, Republika Hrvatska. Teren je u blagom padu od sjevera ka jugu. Na parcelu je omogućen izravni kolski i pješački pristup sa saobraćajnicom na sjeveru i zapadu, u sjeveroistočnom dijelu smješten je otvoreni parking prostor.

Novoprojektirani objekat je škola, kapaciteta sa 9 učionica i pripadajućim kabinetima, dvoranom više namjena, sportskom dvoranom, kuhinjom i dijelom za administraciju, površine 1.204,20 m².

Glavni projekt izrađen na temelju sledećih dokumenata:

- Idejnog arhitektonskog projekta, izrađeno od strane Trames d.o.o. Dubrovnik, listopad 2024.
- Saglasnost Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih, klasa 404-02/24-01/00114, urbroj 533-02-25-0003 od 13. siječnja 2025. godine
- Elektroenergetske suglasnosti, broj 4005-70326808-100004397, od 02.07.2025. godine
- RH Koprivničko-križevačka županija - Općina Hlebine - Općinska Načelnica, klasa 350-01/24-01/06, od 29. listopada 2024. godine
- KCVODE, Koprivničke vode d.o.o., broj 4674/2024, od 30.10.2024. godine
- RH Državni inspektorat PU Varaždin, Ispostava Koprivnica, klasa 116-03/24-01/2996, urbroj 443-02-04-15-24-2 od 31. listopada 2025. godine
- RH MUP Ravnateljstvo civilne zaštite, PU Varaždin, Služba civilne zaštite Koprivnica, klasa 245-02/24-03/12341, urbroj 511-01-393-24-2, od 7. studenog 2024. godine
- Hrvatske vode, vodnogospodarski odjel za Muru i Gornju Dravu, klasa 325-09/24-03/0014074, urbroj 374-26-2-24-4, od 11.11.2024. godine
- Hrvatske vode, vodnogospodarski odjel za Muru i Gornju Dravu, klasa 325-09/24-03/0014074, urbroj 374-26-1-24-3, od 11.11.2024. godine
- Županijska uprava za upravljanje županijskim i lokalnim cestama Koprivničko-Križevačke Županije, klasa 361-01/24-02/274, urbroj 2137-113-06-24-002, od 11.11.2024. godine
- E ON distribucija plina d.o.o. Posebni uvjeti PU-KC-868_11_2024-SN, od 11.11.2024. godine

Idejni projekt se u cjelosti posmatra kao projektni zadatak i razrada ove projektne dokumentacije treba u svemu odgovarati dispoziciji, tehničkom rješenju i oblikovanju.

Svrha izrade glavnog projekta je ishodovanje dozvole za građenje, u sklopu kog se nalaze svi detaljni podatci i nacrti neophodni za izgradnju objekta, sa proračunskim vrijednostima objekta.

2. TEHNIČKI OPIS I ISPUNJENJE UVJETA TOPLINSKE ZAŠTITE

2.1. OSNOVNI PODACI

U sklopu projekta dan je i proračun toplinske zaštite, rađen po sljedećim parametrima:

Meteorološka postaja:	KOPRIVNICA
Nadmorska visina:	141 mnv (meteorološka postaja)
Referentna klima:	KONTINENTALNA HRVATSKA
Projektna unutarnja toplina grijanja:	20 °C
Projektna unutarnja toplina hlađenja:	22 °C
Projektno vrijeme grijanja:	14 sati, 5 dana
Projektno vrijeme hlađenja:	14 sati, 5 dana

Zgrada je proračunata kao tri zone, sljedećih karakteristika:

ZONA 1 – ŠKOLSKI PROSTORI S MEHANIČKOM REKUPERACIJOM

Oplošje grijanog dijela zgrade A [m ²]	1343.99
Obujam grijanog dijela zgrade V _e [m ³]	3416.72.63
Obujam grijanog zraka V [m ³]	2266.78
Faktor oblika zgrade f ₀ [m ⁻¹]	0.39
Ploština korisne površine A _k [m ²]	608.84
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računate s vanjskim dimenzijama A _f [m ²]	811.97
Ukupna ploština pročelja A _{uk} [m ²]	826.68
Ukupna ploština prozora A _{wuk} [m ²]	70.31

ZONA 2 – ŠKOLSKI PROSTORI BEZ MEHANIČKE REKUPERACIJE

Oplošje grijanog dijela zgrade A [m ²]	858.12
Obujam grijanog dijela zgrade V _e [m ³]	1878.34
Obujam grijanog zraka V [m ³]	1165.84
Faktor oblika zgrade f ₀ [m ⁻¹]	0.46
Ploština korisne površine A _k [m ²]	372.52
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računate s vanjskim dimenzijama A _f [m ²]	467.30
Ukupna ploština pročelja A _{uk} [m ²]	635.06
Ukupna ploština prozora A _{wuk} [m ²]	166.34

ZONA 3 – DVORANA

Oplošje grijanog dijela zgrade A [m ²]	745.03
Obujam grijanog dijela zgrade V _e [m ³]	1484.86
Obujam grijanog zraka V [m ³]	964.32
Faktor oblika zgrade f ₀ [m ⁻¹]	0.50
Ploština korisne površine A _k [m ²]	196.00
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računate s vanjskim dimenzijama A _f [m ²]	226.35
Ukupna ploština pročelja A _{uk} [m ²]	505.86
Ukupna ploština prozora A _{wuk} [m ²]	34.19

Zgrada je većinom grijani prostor koji graniči prema negrijanim prostorijama strojarnice, spremišta hrane i otpada. Prostorije spremišta koje su okružene sa svih strana grijanim prostorijama, te prostorija stubišta koja će biti često korištena i otvorena prema hodnicima, su u sklopu ovog proračuna računane kao posredno grijani prostori. Ventilacija je dijelom prirodna, a dijelom mehanička s rekupracijom topline. Zgrada je proračunata kao tri zone s obzirom na veliku visinu i volumen dvoranskih prostora u odnosu na ostale prostorije, te na različite načine ventilacije školskih prostorija. Namjena zgrade je – zgrada za obrazovanje.

Zgrada je projektirana tako da zadovoljava sve uvjete propisane Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20) koji se tiču godišnje potrebne toplinske energije za grijanje Q_{hnd} , godišnje potrebne energije za hlađenje Q_{cnd} , godišnje potrebne primarne energije za grijanje E_{prim} , dozvoljenih transmisivskih gubitaka $H_{tr,adj}$, te zaštite prostorija od pregrijavanja, a što je sve dokazano „Proračunom toplinske zaštite“ koji je sastavni dio ovog projekta.

Svi novoprojektirani slojevi zadovoljavaju Tehničkim propisanom definirane maksimalne koeficijente prolaska topline za građevine koje se griju na temperaturu $\geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, i koje se pritom nalaze na području sa srednjom mjesečnom temperaturom vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca $\theta_{e,mj,min} \leq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Građevina je projektirana sukladno članku 9., stavak (1) Tehničkog propisa, pri čemu iznosi godišnje potrebne primarne energije za grijanje E_{prim} nisu veći od onih tablično zadanih za zgrade gotovo nulte energije (G0EZ).

Sukladno članku 9., stavku (8) Tehničkog propisa, proračunata godišnja potrebna primarna energija za grijanje E_{prim} je za najmanje 20% niža od najvećih dopuštenih vrijednosti, te se time smatra da su ispunjeni uvjeti za godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje Q_{hnd} i godišnju potrebnu energiju za hlađenje Q_{cnd} .

Pri tome je odabirom primarnog sustava grijanja i PTV putem dizalica topline zrak-voda i ugradnjom fotonaponske elektrane zadovoljen i članak 42., stavak (2) po kojem zgrade G0EZ najmanje 30% godišnje isporučene primarne energije dobivaju iz obnovljivih izvora energije, dokaz čega je dan proračunom u sklopu ove mape.

Svi detalji konstrukcije i toplinskih mostova riješiti će se u skladu s katalogom dobrih primjera iz Tehničkog propisa.

Zaključno, zgrada je projektirana sukladno Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24), te zadovoljava članak 21., dokaz čega je „Proračun toplinske zaštite“, te ovjerena Iskaznica energetske svojstava građevine, koji su oboje sastavni dijelovi ovoga projekta.

2.2. PREDVIĐENA TEHNIČKA RJEŠENJA

Sprječavanje unutrašnje kondenzacije na pozicijama toplinskih mostova

Kako bi se minimalizirao utjecaj geometrijskih i konstruktivnih toplinskih mostova, te na taj način spriječilo nastajanje unutrašnje kondenzacije vodene pare na plohama građevinskih dijelova predviđaju se sljedeća tehnička rješenja.

POD NA TLU:

- a) "sokl" (podnožje) zida se toplinski izolira u debljini zahtijevanoj prema Tehničkom propisu
- b) toplinska izolacija dijelom se provlači preko temelja građevine

KROV:

- c) toplinska izolacija postavlja se kontinuirano (bez prekida) gdje god je to tehnički moguće u debljini zahtijevanoj prema Tehničkom propisu
- d) svi spojevi s prodorima kroz krov (dimnjaci, antene, odvodne vertikale...) pažljivo se obrađuju kako bi se postiglo što kvalitetnije rješenje

ZIDOVI:

- e) toplinska izolacija postavlja se kontinuirano (bez prekida) gdje god je to tehnički moguće u debljini zahtijevanoj prema Tehničkom propisu
- f) svi spojevi se pri izvođenju moraju dobro zabrtviti

OTVORI:

- g) otvori se postavljaju na poziciji vanjske ravnine masivnog dijela zida, sukladno detalju 21. iz kataloga dobro riješenih detalja toplinskih mostova (PRILOG D TPRUETZZ NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20), a pri izvođenju je potrebno obraditi špalete toplinskom izolacijom u debljini minimalno 5 cm
- h) okviri otvora izvode se s prekidom toplinskog mosta
- i) prepust toplinske izolacije preko masivnog dijela zida ispod prozorskih je minimalno 2 cm
- j) RAL ugradnja

Osiguranje minimalne zrakopropusnosti spojnica punih građevnih dijelova i otvora

Minimalna zrakopropusnost građevine osigurava se ugradnjom građevinskih dijelova, te izvedbom istih u skladu s TPRUETZZ (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20):

- k) ugrađeni prozori i balkonska vrata moraju biti minimalnog razreda zrakopropusnosti 2 prema HRN EN 12207:2001, kako je zahtijevano Prilogom B Tehničkog propisa za zgrade do 2 kata
- l) Spojnice između punih građevnih dijelova ovojnice zgrade i otvora ili drugih prozirnih elemenata (prozori, vrata, ostakljene stijene, nadsvjetla i slično) moraju biti izvedene na razini minimalne tehnički ostvarive zrakopropusnosti, uz istovremeno sprječavanje pojave građevinskih šteta zbog unutrašnje kondenzacije (uslijed neadekvatne primjene brtvenih materijala ili folija niske paropropusnosti) i sprječavanje površinske kondenzacije na unutrašnjim stranama spojnica (uslijed nedovoljne razine, pozicije ili nepostojanja toplinske izolacije na spojnica)
- m) brtvljenje spojnica izvodi se prema najboljoj inženjerskoj praksi, s najkvalitetnijim dostupnim materijalima, uz postavljanje zrakonepropusnih obloga po potrebi
- n) uslijed nisko zrakopropusnih građevnih dijelova potrebno je redovito provjetravati prostorije, bilo putem prirodne ili mehaničke izmjene zraka (A/C sustav) kako bi se omogućila maksimalna kvaliteta zraka

Sprječavanje pregrijavanja prostora zgrade tijekom ljeta

Kako bi se spriječilo pregrijavanje prostorija na prozirne dijelove pročelja postavlja se zaštita od Sunca: unutarnje zasjenjenje, te niski solarni faktori. Proračun pregrijavanja prostorija najizloženijih Suncu dan je u sklopu proračuna toplinske zaštite zgrade.

Ugrađena oprema i instalacije u funkciji racionalne uporabe energije za grijanje i hlađenje, te toplinske zaštite zgrade

U svrhu racionalne uporabe energije za grijanje i hlađenje, te toplinske zaštite zgrade građevina je obložena toplinsko-izolacijskim materijalima na način da svi građevni dijelovi zadovoljavaju zahtjeve tražene Tehničkim propisom.

Predviđeno je grijanje putem dizalice topline zrak-voda. Ostvaren je optimalan raspored tijela, uz zadovoljenje uvjeta projektnog zadatka, a ugraditi će se oprema i tehnički sustavi najvišeg ekonomski

opravdanog energetskeg razreda.

2.3. PREPORUKE KORISNICIMA O NAČINU KORIŠTENJA ZGRADE

Održavanje zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu mora biti takvo da se tijekom trajanja zgrade očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom zgrade i Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20), te drugi zahtjevi koje zgrada mora ispunjavati u skladu s posebnim propisom donesenim u skladu sa Zakonom o prostornom uređenju i gradnji.

Održavanje zgrade koja je izvedena, odnosno koja se izvodi, u skladu s prije važećim propisima u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu mora biti takvo da se tijekom trajanja zgrade očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom zgrade i propisima u skladu s kojima je zgrada izvedena.

Održavanje zgrade u smislu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite podrazumijeva:

- a) pregled zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu u razmacima i na način određen projektom zgrade i/ili na način određen posebnim propisom donesenim u skladu sa Zakonom o prostornom uređenju i Zakonom o gradnji.
- b) izvođenje radova kojima se zgrada zadržava u stanju određenom projektom zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu i Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20) odnosno propisom u skladu s kojim je zgrada izvedena.

Ispunjavanje propisanih uvjeta održavanja zgrade dokumentira se u skladu s projektom zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu, te:

- c) izvješćima o pregledima i ispitivanjima zgrade i pojedinih njezinih dijelova,
- d) zapisima o radovima održavanja,
- e) na drugi prikladan način ako Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20) ili posebnim propisom donesenim u skladu sa Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) nije što drugo određeno. Za održavanje zgrade dopušteno je rabiti samo one građevne proizvode za koje je izdana isprava o sukladnosti prema posebnom propisu ili je uporabljivost dokazana u skladu s projektom zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu i Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20).

2.4. TEHNIČKA SVOJSTVA I DRUGI ZAHTJEVI ZA GRAĐEVNE PROIZVODE

Građevni proizvodi koji se ugrađuju u zgradu u svrhu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite (građevni proizvodi) moraju imati svojstva bitnih značajki propisanih posebnim propisom kojim su uređeni građevni proizvodi.

Građevni proizvod može se ugraditi ako:

- a) je namijenjen za ugradnju u zgradu u svrhu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite,
- b) je za njega izdana izjava o svojstvima bitnih značajki građevnih proizvoda (dalje u tekstu: izjava o svojstvima) u skladu s posebnim propisom
- c) je propisno označen,
- d) ispunjava druge zahtjeve propisane posebnim propisima kojima se uređuje stavljanje na tržište odnosno stavljanje na raspolaganje na tržište građevnih proizvoda.

Vrste građevnih proizvoda jesu:

- e) toplinsko-izolacijski građevni proizvodi,
- f) povezani sustavi za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS),
- g) zide i proizvodi za zidanje

Građevni i drugi proizvodi koji se ugrađuju u zgradu u svrhu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite proizvode se u tvornicama izvan gradilišta, te moraju biti međusobno usklađeni na način da nakon izvedbe osiguravaju ispunjavanje zahtjeva određenih važećim propisima.

Ocjenjivanje sukladnosti toplinsko-izolacijskih građevnih proizvoda za zgrade provodi se na način uređen u skladu s posebnim zakonom kojim se uređuje područje građevnih proizvoda.

Tehnička svojstva prozora i vrata moraju biti takva da, u predviđenom roku trajanja građevine, uz propisanu odnosno projektom određenu ugradnju i održavanje, oni podnesu sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoline, tako da građevina u koju su ugrađeni ispunjava bitne zahtjeve.

Prozori i vrata smiju se ugraditi u građevinu ako ispunjavaju zahtjeve propisane Tehničkim propisom za prozore i vrata (NN 69/06) i ako su za prozor odnosno vrata izdane izjave o sukladnosti u skladu s odredbama posebnog propisa.

Dokumentacija s kojom se isporučuju prozori i/ili vrata mora sadržavati:

- h) podatke koji povezuju radnje i dokumentaciju o sukladnosti prozora odnosno vrata i izjave o sukladnosti, odnosno potvrde o sukladnosti prema Tehničkom propisu za prozore i vrata (NN 69/06) podatke u vezi s označavanjem prozora odnosno vrata propisane u Prilogu iz članka 7. stavka 1. Tehničkog propisa za prozore i vrata (NN 69/06)
- i) druge podatke značajne za rukovanje, prijevoz, pretovar, skladištenje, ugradnju, uporabu i održavanje prozora i/ili vrata te za njihov utjecaj na bitna svojstva i trajnost građevine.

U slučaju nesukladnosti prozora odnosno vrata s tehničkim specifikacijama ili projektom za taj građevni proizvod, proizvođač prozora i/ili vrata mora odmah prekinuti njihovu proizvodnju i poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnost uzrokovala.

Ako dođe do isporuke nesukladnog prozora i/ili vrata proizvođač odnosno uvoznik mora, bez odgode, o nesukladnosti toga građevnog proizvoda obavijestiti sve kupce, distributere, ovlaštenu pravnu osobu koja je sudjelovala u potvrđivanju sukladnosti i Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva.

Proizvođač odnosno uvoznik i distributer prozora i/ili vrata, te izvođač građevine, dužni su poduzeti odgovarajuće mjere u cilju održavanja svojstava prozora odnosno vrata tijekom rukovanja, prijevoza, pretovara, skladištenja i njihove ugradnje u građevinu.

2.5. OGRANIČENJA ZRAKOPROPUSNOSTI OMOTAČA ZGRADE, VENTILIRANJE PROSTORA ZGRADE

Zgrada mora biti projektirana i izgrađena na način da građevni dijelovi koji čine omotač grijanog prostora zgrade, uključivo možebitne spojnice između pojedinih građevnih dijelova i prozirne elemente koji nemaju mogućnost otvaranja, budu zrakonepropusni u skladu s dosegnutim stupnjem razvoja tehnike i tehnologije u vrijeme izrade projekta.

Zrakopropusnost prozora, balkonskih vrata i krovnih prozora mora ispuniti zahtjeve iz tablice 4. iz Priloga »B« Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20).

Iznimno, dopuštena je i veća zrakopropusnost od propisane ako je to potrebno:

- da se ne ugrozi higijena i zdravstveni uvjeti, i/ili
- zbog uporabe uređaja za grijanje i/ili kuhanje s otvorenim plamenom.

Broj izmjena unutarnjeg zraka s vanjskim zrakom kod zgrade u kojoj borave ili rade ljudi treba iznositi najmanje $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ ako propisom donesenim u skladu s Zakonom o prostornom uređenju i gradnji kojim se uređuje to područje nije drukčije propisano.

U vrijeme kada ljudi ne borave u dijelu zgrade koji je namijenjen za rad i/ili boravak ljudi, potrebno je osigurati izmjenu unutarnjeg zraka od najmanje $n = 0,2 \text{ h}^{-1}$.

Najmanji broj izmjena zraka iz stavka 1. i stavka 2. ovoga članka mora biti veći u pojedinim dijelovima zgrade ako je to potrebno:

- da se ne ugrozi higijena i zdravstveni uvjeti, i/ili
- zbog uporabe uređaja za grijanje i/ili kuhanje s otvorenim plamenom.

Ako se za ventiliranje zgrade osim prozora ili umjesto njih koriste i posebni uređaji s otvorima za ventiliranje, tada mora postojati mogućnost njihova jednostavnog ugađanja sukladno potrebama korisnika zgrade.

Odredba iz stavka 1. ne primjenjuje se kod ugradnje uređaja za ventiliranje s automatskom regulacijom propusnosti vanjskog zraka.

Uređaji za ventiliranje u zatvorenom stanju moraju ispuniti zahtjeve utvrđene u tablici 4. iz Priloga »B« Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20).

Ispunjavanje zahtjeva o zrakonepropusnosti iz odredbi članka 26. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20) dokazuje se i ispitivanjem na izgrađenoj zgradi prema HRN EN 13829:2002, metoda određivanja A.

Prilikom ispitivanja, za razliku tlakova između unutarnjeg i vanjskog zraka od 50 Pa, izmjereni tok zraka, sveden na obujam grijanog zraka, ne smije biti veći od vrijednosti $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada bez mehaničkog uređaja za provjetravanje, odnosno $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada s mehaničkim uređajem za provjetravanje.

Za višestambene zgrade (stambene zgrade koje imaju više od jednog stana) zahtjevi navedeni u člancima 19., 20., i 21. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20) moraju biti zadovoljeni za svaki stan.

Za nestambene zgrade zahtjevi navedeni u člancima 19., 20., i 21. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20) odnose se na omotač grijanog dijela zgrade.

Glavni projektant:

PETRIC BALIJA, dipl. ing. arh.

3. OPIS SASTAVA GRAĐEVINSKIH DIJELOVA ZGRADE

3.1 Popis slojeva objekta

OPIS SASTAVA GRAĐEVINSKIH DIJELOVA ZGRADE

**napomena: podovi i međukatne konstrukcije odozgo prema dolje, zidovi iznutra prema vam*

PODOVI NA TLU

MK 1 - keramika na tlu grijano

1.	Keramika	1,50 cm
2.	Nivelirajući sloj	1,0 cm
3.	Estrih	6,5 cm
4.	Gljivasti EPS za podno grijanje	3,0 cm
5.	Termoizolacija XPS	8,0 cm
6.	Termoizolacija EPS-T	2,0 cm
7.	Armirani beton	20,0 cm
8.	Hidroizolacija	1,0 cm
9.	Betonska podloga	10,0 cm
10.	Šljunak	17,0 cm
11.	Zemlja	

MK 2 - keramika na tlu negrijano

1.	Keramika	1,50 cm
2.	Nivelirajući sloj	1,0 cm
3.	Estrih	7,5 cm
4.	Termoizolacija XPS	8,0 cm
5.	Termoizolacija EPS-T	4,0 cm
6.	Armirani beton	20,0 cm
7.	Hidroizolacija	1,0 cm
8.	Betonska podloga	10,0 cm
9.	Šljunak	17,0 cm
10.	Zemlja	

MK 3 - pod dvorane

1.	Sportski parket	1,27 cm
2.	PE folija	0,03 cm
3.	Elastične grede	1,70 cm
4.	Elastične grede kontra	2,70 cm
5.	Armirani estrih	6,30 cm
6.	Termoizolacija EPS-T	8,0 cm
7.	Termoizolacija XPS	2,0 cm
8.	Armirani beton	20,0 cm
9.	Hidroizolacija	1,0 cm
10.	Betonska podloga	10,0 cm
11.	Šljunak	17,0 cm
12.	Zemlja	

MK 4 - epoxy na tlu grijano

1.	Epoxy premaz	0,5 cm
2.	Nivelirajući sloj	1,5 cm
3.	Estrih	7,0 cm
4.	Gljivasti EPS za podno grijanje	3,0 cm

5.	Termoizolacija XPS	8,0 cm
6.	Termoizolacija EPS-T	2,0 cm
7.	Armirani beton	20,0 cm
8.	Hidroizolacija	1,0 cm
9.	Betonska podloga	10,0 cm
10.	Šljunak	17,0 cm
11.	Zemlja	

MK 5 - keramika sanitarije na tlu grijano

1.	Keramika	1,50 cm
2.	Hidroizolacioni premaz	0,5 cm
2.	Nivelirajući sloj	1,0 cm
3.	Estrih	6,0 cm
4.	Gljivasti EPS za podno grijanje	3,0 cm
5.	Termoizolacija XPS	8,0 cm
6.	Termoizolacija EPS-T	2,0 cm
7.	Armirani beton	20,0 cm
8.	Hidroizolacija	1,0 cm
9.	Betonska podloga	10,0 cm
10.	Šljunak	17,0 cm
11.	Zemlja	

MK 6 - keramika na tlu vani

1.	Keramika u ljepilu	2,0 cm
2.	Estrih	7,5 cm
3.	Hidroizolacija	1,0 cm
4.	Armirani beton	20,0 cm
5.	Silikatna žbuka	1,0 cm
6.	Betonska podloga	10,0 cm
7.	Šljunak	17,0 cm
8.	Zemlja	

MK 12 – Trotoar oko građevine

1.	beton	10,0 cm
2.	šljunak, tucanik	10,0 cm
3.	Zemlja	

MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE

MK 5 - keramika sanitarije na tlu grijano

1.	Keramika	1,50 cm
2.	Hidroizolacioni premaz	0,5 cm
3.	Nivelirajući sloj	1,0 cm
4.	Estrih	6,0 cm
5.	Gljivasti EPS za podno grijanje	3,0 cm
6.	Termoizolacija XPS	8,0 cm
7.	Termoizolacija EPS-T	2,0 cm
8.	Armirani beton	20,0 cm
9.	Hidroizolacija	1,0 cm
10.	Betonska podloga	10,0 cm
11.	Šljunak	17,0 cm
12.	Zemlja	

MK 6 - keramika na tlu vani

1.	Keramika u ljepilu	2,0 cm
2.	Estrih	7,5 cm
3.	Hidroizolacija	1,0 cm
4.	Armirani beton	20,0 cm
5.	Silikatna žbuka	1,0 cm
6.	Betonska podloga	10,0 cm
7.	Šljunak	17,0 cm
8.	Zemlja	

MK 7 - parket na katu grijano

1.	Parket u ljepilu	1,5 cm
2.	Estrih	5,5 cm
3.	PE folija	0,02 cm
4.	Gljivasti EPS za podno grijanje	3,0 cm
5.	Termoizolacija XPS	2,0 cm
6.	Armirani beton	20,0 cm
7.	Silikatna žbuka	1,0 cm

MK 8 - keramika na katu grijano

1.	Keramika u ljepilu	1,5 cm
2.	Estrih	5,5 cm
3.	PE folija	0,02 cm
4.	Gljivasti EPS za podno grijanje	3,0 cm
5.	Termoizolacija XPS	2,0 cm
6.	Armirani beton	20,0 cm
7.	Silikatna žbuka	1,0 cm

MK 9 - keramika sanitarija na katu negrijano

1.	Keramika u ljepilu	1,5 cm
2.	Hidroizolacioni premaz	0,5 cm
3.	Estrih	6,0 cm
4.	PE folija	0,02 cm
5.	Termoizolacija XPS	4,0 cm
6.	Armirani beton	20,0 cm
7.	Silikatna žbuka	1,0 cm

MK 10 - keramika na katu negrijano

1.	Keramika u ljepilu	1,5 cm
2.	Estrih	6,5 cm
3.	PE folija	0,02 cm
4.	Termoizolacija XPS	4,0 cm
5.	Armirani beton	20,0 cm
6.	Silikatna žbuka	1,0 cm

MK 11 - epoxy na katu grijano

1.	Epoxy premaz	0,5 cm
2.	Estrih	6,5 cm
3.	PE folija	0,02 cm
4.	Gljivasti EPS	3,0 cm
4.	Termoizolacija XPS	2,0 cm
5.	Armirani beton	20,0 cm
6.	Silikatna žbuka	1,0 cm

VANJSKI ZIDOVI

Z 1 - fasadni zid

1.	Fasadna žbuka	2,0 cm
2.	Mineralna vuna	13,0 cm
3.	Termoblok	30,0 cm
4.	Unutarnja žbuka	1,00 cm

Z 2 - fasadni zid

1.	Fasadna žbuka	2,0 cm
2.	Mineralna vuna	13,0 cm
3.	Armirani beton	30,0 cm
4.	Unutarnja žbuka	1,00 cm

Z3 - fasadni zid

1.	Fasadna žbuka	2,0 cm
2.	Mineralna vuna	13,0 cm
3.	Armirani beton	15,0 cm
4.	Unutarnja žbuka	1,00 cm

Z4 - fasadni zid

1.	Fasadna žbuka	2,0 cm
2.	Mineralna vuna	13,0 cm
3.	Armirani beton	30,0 cm
4.	Mineralna vuna	13,0 cm
5.	Fasadna žbuka	2,0 cm

Z5 - fasadni zid

1.	Fasadna žbuka	2,0 cm
2.	Mineralna vuna	13,0 cm
3.	Armirani beton	30,0 cm
4.	Mineralna vuna	5,0 cm
5.	Fasadna žbuka	2,0 cm

UNUTARNJI ZIDOVI

P 1 - GPK pregradni zid

1.	GPK ploča	1,25 cm
2.	GPK ploča	1,25 cm
3.	Mineralna vuna	10,0 cm
4.	GPK ploča	1,25 cm
5.	GPK ploča	1,25 cm

P 2 - GPK obloga zida

1.	GPK ploča	1,25 cm
2.	Mineralna vuna	6,0 cm

P 3 - GPK obloga zida

1.	GPK ploča	1,25 cm
2.	Mineralna vuna	8,0 cm

P 4 - GPK pregradni zid

1.	GPK ploča	1,25 cm
2.	GPK ploča	1,25 cm
3.	Mineralna vuna	5,0 cm
4.	GPK ploča	1,25 cm
5.	GPK ploča	1,25 cm

P 5 - GPK obloga

1.	GPK ploča	1,25 cm
2.	GPK ploča	1,25 cm

P 6 - pregradni zid

1.	Unutarnja žbuka	2,50 cm
2.	Termoblok	15,0 cm
3.	Unutarnja žbuka	2,5 cm

P 7 - pregradni zid

1.	Unutarnja žbuka	2,50 cm
2.	AKU Termoblok	25,0 cm
3.	Unutarnja žbuka	2,50 cm

P 8 - pregradni zid

1.	Unutarnja žbuka	2,50 cm
2.	Termoblok	25,0 cm
3.	Unutarnja žbuka	2,50 cm

P 9 - pregradni zid

1.	Unutarnja žbuka	2,50 cm
2.	AKU Termoblok	15,0 cm
3.	Unutarnja žbuka	2,50 cm

KROVOVI

K1 - krovni panel

1.	Čelični lim	0,6 cm
2.	Mineralna vuna	18,9 cm
3.	Čelični lim	0,6 cm

K2 - ravni krov

1.	Šljunak	8,0 cm
2.	Geotekstil	0,2 cm
3.	Hidroizolacija - folija	0,2 cm
4.	Geotekstil	0,2 cm
5.	Mineralna vuna	20,0 cm
6.	Parna brana	0,20 cm
7.	Estrih u nagibu	4-7,0 cm
8.	Armirani beton	20,0 cm
9.	Silikatna žbuka	1,0 cm

K3 - streha nadstrešnica

1.	Čelični lim	0,6 cm
2.	PE folija	0,02 cm
3.	Mineralna vuna	8,0 cm
4.	Hidroizolacija	1,0 cm
5.	PE folija	0,02 cm
6.	Armiranibeton u nagibu	19-20,0 cm
7.	Mineralna vuna	8,0 cm
8.	Armiranobetonska ploča	20,0 cm
9.	Silikatna žbuka	1,0 cm

OSTAKLJENI DIJELOVI FASADE

1. PROZORI, BALKONSKA VRATA, STAKLENE STIJENE – UČIONICE, KABINETI I PVN

- koeficijent prolaza topline: $U_{g,min} \leq 0,7$ (W/m²K), $U_{w,min} \leq 1,05$ (W/m²K)
- vrsta profila: aluminijski profil s prekinutim toplinskim mostom
- vrsta ostakljenja, trostruko IZO-staklo
- vrsta ostakljenja, prema stupnju propuštanja sunčeve energije: $g_{\perp} = 0,5$
- RAL ugradnja
- zaštita od sunca: unutarnje zasjenjenje (zavjese, screenovi...)
- razred zrakopropusnosti: 2
- zvučna izolacija, $R_w = 35$ dB

napomena: vrijednost koeficijenta prolaza topline za sustav, ovisi o odnosu profila i ostakljenog dijela prozora. Proizvođač prozora mora dokazati (računski ili ispitivanjem zahtijevanu vrijednost prozora za sustav prije ugradnje na objekt)

2. PROZORI, BALKONSKA VRATA, STAKLENE STIJENE – DVORANA, KUHINJA I SPOREDNE PROSTORIJE

- koeficijent prolaza topline: $U_{g,min} \leq 0,7$ (W/m²K), $U_{w,min} \leq 1,05$ (W/m²K)
- vrsta profila: aluminijski profil s prekinutim toplinskim mostom
- vrsta ostakljenja, trostruko IZO-staklo
- vrsta ostakljenja, prema stupnju propuštanja sunčeve energije: $g_{\perp} = 0,5$
- RAL ugradnja
- zaštita od sunca: nema
- razred zrakopropusnosti: 2
- zvučna izolacija, $R_w = 35$ dB

napomena: vrijednost koeficijenta prolaza topline za sustav, ovisi o odnosu profila i ostakljenog dijela prozora. Proizvođač prozora mora dokazati (računski ili ispitivanjem zahtijevanu vrijednost prozora za sustav prije ugradnje na objekt)

3. PROZORI, BALKONSKA VRATA, STAKLENE STIJENE – ZAPADNE STUBIŠNE STIJENE

- koeficijent prolaza topline: $U_{g,min} \leq 0,7$ (W/m²K), $U_{w,min} \leq 1,05$ (W/m²K)
- vrsta profila: aluminijski profil s prekinutim toplinskim mostom
- vrsta ostakljenja, trostruko IZO-staklo
- vrsta ostakljenja, prema stupnju propuštanja sunčeve energije: $g_{\perp} = 0,4$
- RAL ugradnja
- zaštita od sunca: nema
- razred zrakopropusnosti: 2
- zvučna izolacija, $R_w = 35$ dB

napomena: vrijednost koeficijenta prolaza topline za sustav, ovisi o odnosu profila i ostakljenog dijela prozora. Proizvođač prozora mora dokazati (računski ili ispitivanjem zahtijevanu vrijednost prozora za sustav prije ugradnje na objekt)

4. PUNA NEPROZIRNA VRATA – PREMA VANJSKOM PROSTORU

- koeficijent prolaza topline, $U_{w,min} \leq 0,0$ (W/m²K) (za cijeli sustav: ispuna + profil)
- vrsta profila: aluminijski profil s prekinutim toplinskim mostom
- razred zrakopropusnosti: 2
- zvučna izolacija, $R_w = 30$ dB

napomena: Proizvođač vrata mora dokazati (računski ili ispitivanjem zahtijevanu vrijednost vrata prije ugradnje na objekt)

4. PRORAČUN TOPLINSKE ZAŠTITE

Tehnički opis
Podaci o lokaciji objekta
Lokacija: Koprivnica

Tablica 1 Temperature zraka [°C]

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
m	0.50	2.40	6.60	11.60	16.60	20.00	21.50	20.80	15.70	10.90	6.00	0.90	11.10
min	-13.10	-12.60	-9.00	0.40	5.60	9.90	13.40	11.00	8.30	-1.00	-5.90	-15.00	-15.00
max	12.10	14.10	17.00	20.00	26.20	28.10	29.10	28.00	25.00	21.10	19.50	14.80	29.10

Tablica 2 Tlak vodene pare [Pa]

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
m	510	580	730	940	1280	1600	1740	1720	1460	1090	780	580	1090

Tablica 3 Relativna vlažnost zraka [%]

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
m	88	83	80	77	74	74	73	76	82	84	86	89	81

Tablica 4 Brzina vjetra [m/s]

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tablica 5 Globalno sunčevo zračenje [MJ/m²]

Orijentacija	Nagib [°]	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
S	0	124	197	343	476	587	610	663	570	425	267	138	95	449.5
	15	157	241	386	503	591	604	662	592	475	320	174	119	482.4
	30	183	273	411	507	573	576	636	588	501	358	201	138	494.5
	45	200	292	416	488	532	527	585	559	502	379	219	151	485.0
	60	206	297	402	448	471	459	512	505	478	379	225	156	453.8
	75	203	285	369	389	395	379	422	430	431	361	220	153	403.7
	90	189	260	319	316	308	292	323	342	364	324	204	143	338.4
SE_SW	0	124	197	343	476	587	610	663	570	425	267	138	95	449.5
	15	147	227	373	496	591	606	663	587	461	304	163	112	473.0
	30	163	249	390	499	578	585	645	585	480	330	180	124	480.8
	45	172	259	391	485	546	546	606	563	479	340	190	131	470.8
	60	174	257	375	452	497	492	548	520	458	335	191	131	443.0
	75	166	243	345	404	434	425	475	461	418	314	182	126	399.3
	90	152	218	301	344	361	350	392	388	362	280	165	115	342.8
E_W	0	124	197	343	476	587	610	663	570	425	267	138	95	449.5
	15	124	197	341	473	581	603	655	565	424	267	139	95	446

														4
	30	124	196	336	461	562	582	634	550	417	265	138	95	4360
	45	121	191	324	441	533	550	601	525	403	259	135	92	4175
	60	115	182	305	411	492	506	555	488	380	246	129	87	3896
	75	106	168	278	371	441	452	497	441	347	226	119	80	3526
	90	95	149	245	325	383	391	431	384	306	201	105	71	3086
NE_NW	0	124	197	343	476	587	610	663	570	425	267	138	95	4495
	15	101	164	304	443	565	595	641	536	379	225	113	78	4144
	30	86	137	266	398	522	556	594	485	329	190	96	68	3727
	45	72	117	234	354	469	501	532	432	288	165	79	59	3302
	60	66	92	201	314	417	446	473	383	252	128	71	54	2897
	75	59	82	151	263	365	393	416	328	189	105	64	49	2464
	90	52	73	124	185	283	314	325	237	136	95	57	42	1923
N	0	124	197	343	476	587	610	663	570	425	267	138	95	4495
	15	86	144	285	428	552	584	627	520	356	202	97	67	3948
	30	76	102	216	359	488	523	553	443	272	138	82	63	3315
	45	71	97	166	277	403	438	454	348	187	124	77	59	2701
	60	66	90	153	203	304	338	338	244	159	115	71	54	2135
	75	59	82	139	181	228	236	235	205	147	105	64	49	1730
	90	52	73	124	164	206	213	214	186	134	95	57	42	1560

Zona Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Tablica 6 NZEB uvjeti - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50	1/h	1.00	1.50	Da
Q''H,nd	kWh/m2	41.97	-	-
Q''C,nd	kWh/m2	7.97	-	-
E''prim	kWh/m2	0.00	-	-
Udio OIE	%	100.00	-	-

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Tablica 7 Energetski razredi - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Energetski razred prema QH,nd*	B
Energetski razred prema Eprim*	A+

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Osnovni parametri zone

Tablica 8 Opći podaci - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Namjena zone	Nestambeni dio
Tip zone	Zgrade za obrazovanje
Status zone	Nova
Vrsta prostora	Školske, fakultetske zgrade i druge odgojne i obrazovne ustanove
Vrsta zgrade	nZEB (Obavezna primjena za sve nove zgrade od 1.1.2020.)

Tablica 9 Rad sustava - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Vrijeme rada sustava	S prekidom
td [h/dan]	14
duse, tj [dan/tj]	5

Tablica 10 Unutarnje temperature - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Unutarnja postavna temperatura u sezoni grijanja $\Theta_{int. set. H}$ [°C]	20.0
Unutarnja postavna temperatura u sezoni hlađenja $\Theta_{int. set. C}$ [°C]	22.0

Tablica 11 Geometrijske karakteristike - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Broj etaža	2.00
Prosječna visina etaže [m]	4.13
Oplošje grijanog dijela zgrade A [m ²]	1343.99
Obujam grijanog dijela zgrade V _e [m ³]	3416.72
Obujam grijanog zraka V [m ³]	2266.78
Brutto podna površina [m ²]	811.97
Površina zone s vanjskim dimenzijama A _f [m ²]	811.97
Ploština korisne površine zgrade A _k [m ²]	608.84
Oplošje vanjske ovojnice bez otvora [m ²]	756.37
Oplošje otvora [m ²]	70.31
Oplošje podova [m ²]	438.97*
Oplošje zidova prema negrijanim prostorijama [m ²]	78.34
Faktor oblika zgrade f ₀ [m ⁻¹]	0.39
Klasa zgrade	Srednje teška: 250 ≤ m' ≤ 400 [kg/m ²]
Masivnost konstrukcije (C _m) [J/K]	133975050.00

*U oplošje poda ulazi površina poda i površina zidova koja ovisi o debljini građevnog dijela i izloženom opsegu poda.

Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada

Tablica 12 Neprozirni građevni dijelovi objekta - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

RK1 - ravni neprohodni krov						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	sd [m]
1	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
2	2.03 Beton	4.00	2.000	2400.00	130.00	5.20
3	Parna brana - bit. traka s AL folijom	0.10	203.000	1000.00	1500000.00	1500.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	20.00	0.035	70.00	1.00	0.20
5	Filc, poliesterski filc, geotekstili	0.30	0.040	50.00	1.20	0.00
6	5.10 polimerna hidroizolacijska traka na bazi FPO/TPO	0.12	0.260	1600.00	90000.00	108.00
7	Filc, poliesterski filc, geotekstili	0.30	0.040	50.00	1.20	0.00
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	8.00	0.810	1700.00	3.00	0.24
Utot = 0.17 [W/m ² K] Umax = 0.25 [W/m ² K] Uvjet Utot ≤ Umax: Zadovoljen						
P1 - pod na tlu						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	sd [m]
1	Epoksi pod	0.30	0.200	1200.00	10000.00	30.00
2	3.19 Cementni estrih	7.00	1.600	2000.00	50.00	3.50
3	Tipske EPS ploče sa "čepovima" za razvod cijevi podnog grijanja (poput Terma EPS-PG, KAN-therm i	3.10	0.033	15.00	60.00	1.86

	sl.), kaširane PEHD folijom s gornje strane					
4	Ekstrudirani polistiren (XPS)	8.00	0.033	25.00	150.00	12.00
5	Elastificirani ekspanzirani polistiren (EPS-T)	2.00	0.035	15.00	60.00	1.20
6	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
7	Polimerbitumenske hidroizolacijske trake s filcom	1.00	0.230	1100.00	50000.00	500.00
8	2.03 Beton	10.00	2.000	2400.00	130.00	13.00
9	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	30.00	0.810	1700.00	3.00	0.90
Utot = 0.23 [W/m2K] Umax = 0.30 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	2.01 Armirani beton	15.00	2.600	2500.00	130.00	19.50
2	Neprovjetravani sloj zraka (toplinski tok vodoravan d=300 mm)	140.00	1.670	1.00	1.00	1.40
3	Čelični lim	0.04	58.500	7800.00	600000.00	240.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	18.90	0.035	70.00	1.00	0.19
5	Čelični lim	0.04	58.500	7800.00	600000.00	240.00
Utot = 0.16 [W/m2K] Umax = 0.25 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
VZ1 - vanjski zid						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.17 [W/m2K] Umax = 0.30 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
VZ2 - vanjski zid						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	2.01 Armirani beton	30.00	2.600	2500.00	130.00	39.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.25 [W/m2K] Umax = 0.30 [W/m2K]						

Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
UZ1 - zid prema negrijanoj prostoriji						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	Porotherm 20 opeka	20.00	0.146	680.00	0.50	0.10
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	6.00	0.035	70.00	1.00	0.06
4	4.01 Gipskartonske ploče	2.50	0.250	900.00	8.00	0.20
Utot = 0.29 [W/m ² K] Umax = 0.40 [W/m ² K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
MK1 - međukatna konstrukcija iznad negrijanog prostora						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	sd [m]
1	Epoksi pod	0.50	0.200	1200.00	10000.00	50.00
2	3.19 Cementni estrih	6.50	1.600	2000.00	50.00	3.25
3	Tipske EPS ploče sa "čepovima" za razvod cijevi podnog grijanja (poput Terma EPS-PG, KAN-therm i sl.), kaširane PEHD folijom s gornje strane	3.00	0.033	15.00	60.00	1.80
4	Elastificirani ekspandirani polistiren (EPS-T)	2.00	0.035	15.00	60.00	1.20
5	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
6	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	7.50	0.035	70.00	1.00	0.07
7	4.01 Gipskartonske ploče	1.25	0.250	900.00	8.00	0.10
Utot = 0.24 [W/m ² K] Umax = 0.30 [W/m ² K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.17 [W/m ² K] Umax = - [W/m ² K] Uvjet Utot <= Umax: Nema uvjeta jer građevni dio je dio negrijane prostorije						
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	2.01 Armirani beton	30.00	2.600	2500.00	130.00	39.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13

5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.25 [W/m2K] Umax = - [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Nema uvjeta jer građevni dio je dio negrijane prostorije						
P3 - pod na tlu - negrijana prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Epoksi pod	0.30	0.200	1200.00	10000.00	30.00
2	3.19 Cementni estrih	7.00	1.600	2000.00	50.00	3.50
3	Ekstrudirani polistiren (XPS)	8.00	0.033	25.00	150.00	12.00
4	Elastificirani ekspanzirani polistiren (EPS-T)	2.00	0.035	15.00	60.00	1.20
5	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
6	Polimerbitumenske hidroizolacijske trake s filcom	1.00	0.230	1100.00	50000.00	500.00
7	2.03 Beton	10.00	2.000	2400.00	130.00	13.00
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	30.00	0.810	1700.00	3.00	0.90
Utot = 0.30 [W/m2K] Umax = - [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Nema uvjeta jer građevni dio je dio negrijane prostorije						
RK1 - ravni neprohodni krov - negrijana prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
2	2.03 Beton	4.00	2.000	2400.00	130.00	5.20
3	Parna brana - bit. traka s AL folijom	0.10	203.000	1000.00	1500000.00	1500.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	20.00	0.035	70.00	1.00	0.20
5	Filc, poliesterski filc, geotekstili	0.30	0.040	50.00	1.20	0.00
6	5.10 polimerna hidroizolacijska traka na bazi FPO/TPO	0.12	0.260	1600.00	90000.00	108.00
7	Filc, poliesterski filc, geotekstili	0.30	0.040	50.00	1.20	0.00
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	8.00	0.810	1700.00	3.00	0.24
Utot = 0.17 [W/m2K] Umax = - [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Nema uvjeta jer građevni dio je dio negrijane prostorije						
UZ2 - zid između školskih prostorija i dvorane						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	5.00	0.035	70.00	1.00	0.05
4	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
5	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
Utot = 0.17 [W/m2K] Umax = 0.60 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						

Tablica 13 Otvori - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Uw [W/m ² K]	Dio negrijane prostorije	Udio ostakljenja [%]	g _L	Vrsta zaslona	Uf [W/m ² K]	Ug [W/m ² K]	Otvor je kupola
Puna stolarija							
2.00	-	0.00	-	-	0.00	0.00	-
Ut _{ot} = 2.00 [W/m ² K], U _{max} = 2.00 [W/m ² K], Uvjet Ut _{ot} ≤ U _{max} : Zadovoljen							
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g _L =0.50)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Ut _{ot} = 1.05 [W/m ² K], U _{max} = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Ut _{ot} ≤ U _{max} : Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug _{max} = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug ≤ Ug _{max} : Zadovoljen							
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g _L =0.50)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Ut _{ot} = 1.05 [W/m ² K], U _{max} = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Ut _{ot} ≤ U _{max} : Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug _{max} = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug ≤ Ug _{max} : Zadovoljen							
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g _L =0.50)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Ut _{ot} = 1.05 [W/m ² K], U _{max} = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Ut _{ot} ≤ U _{max} : Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug _{max} = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug ≤ Ug _{max} : Zadovoljen							
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g _L =0.50)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Ut _{ot} = 1.05 [W/m ² K], U _{max} = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Ut _{ot} ≤ U _{max} : Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug _{max} = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug ≤ Ug _{max} : Zadovoljen							

Proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu

Vanjska ovojnica - neprozirni dijelovi

Tablica 14 Površine građevnih dijelova grijanog dijela objekta i pripadajući koeficijenti prolaska topline - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Naziv građevnog dijela	Tip građevnog dijela	Površine po stranama svijeta [m ²]	Ukupna površina [m ²]	Nagib [°]	U [W/m ² K]	ΔUTM [W/m ² K]	Hd [W/K]
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija	Kosi krovovi iznad grijanog prostora	-	354.01	0.00	0.16	0.05	72.70
RK1 - ravni neprohodni krov	Ravni krovovi iznad grijanog prostora	-	72.12	0.00	0.17	0.05	15.56
VZ2 - vanjski zid	Vanjski zidovi	S: 68.71 I: 16.25 J: 21.93 Z: 2.00	108.89	90.00	0.25	0.05	32.44
VZ1 - vanjski zid	Vanjski zidovi	S: 100.85	221.35	90.00	0.17	0.05	48.13

		I: 48.73 J: 65.78 Z: 5.99					
--	--	---------------------------------	--	--	--	--	--

Vanjska ovojnica - otvori

Tablica 15 Površine otvora objekta i pripadajući koeficijenti prolaska topline - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Naziv	Tip građevnog dijela	Površina [m ²]	Nagib [°]	Orijentacija	U [W/m ² K]	Hd [W/K]
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	9.91	90.00	I	1.05	10.41
Puna stolarija	Vanjska vrata s neprozirnim vratnim krilom	2.52	90.00	J	2.00	5.04
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	5.85	90.00	J	1.05	6.14
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	3.60	90.00	Z	1.05	3.78
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	1.52	90.00	Z	1.05	1.60
Puna stolarija	Vanjska vrata s neprozirnim vratnim krilom	4.12	90.00	I	2.00	8.24
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	0.65	90.00	S	1.05	0.68
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	12.36	90.00	S	1.05	12.98
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	7.46	90.00	S	1.05	7.83
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	19.80	90.00	S	1.05	20.79
Puna stolarija	Vanjska vrata s neprozirnim vratnim krilom	2.52	90.00	S	2.00	5.04

Definirani podovi

Tablica 16 Podaci o podu - Pod na tlu - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Tip poda	Pod na tlu
Vrsta tla	Glinasto ili muljevito tlo
λ (Koeficijent toplinske provodljivosti tla) [W/m ² K]	1.50
Građevni dio na tlu (pod)	P1 - pod na tlu
Zid u tlu	VZ1 - vanjski zid
Uzdignuti dio (strop)	-

Zid iznad tla	-
Ag (Površina poda) [m ²]	413.34
P (Izloženi opseg poda) [m]	55.47
W (Ukupna debljina zida) [m]	0.46
h (Visina uzdignutog podruma od razine tla) [m]	-
ε (Površina ventilacijskih otvora po opsegu uzdignutog prostora) [m ² /m]	-
v (Prosječna brzina vjetra na visini 10 m) [m ² /m]	-
Lokacija zgrade	-
z (Dubina podruma ispod razine tla) [m]	-
n (Broj izmjena zraka u podrumu) [1/h]	-
Vrsta toplinskog mosta	GF5
Ψ [W/mK]	0.60
B [m]	14.90
Hpe [W/K]	8.53
Hpi [W/K]	76.89
Hg [W/K]	80.70
Hg,avg [W/K]	80.67

Definirani podaci o ventilaciji

Tablica 17 Podaci o ventilaciji - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Tip ventilacije	Mehanička
n50 [1/h]	1.00
ewind [-]	0.07
nreq [1/h]	2.69
Zadovoljava ventilacijski uvjet	Da
Postoji protok zraka između susjednih zona	Ne
nz,sup [1/h]	0.00
fwind [-]	15.00
Ima regulaciju protoka	Ne
Smještaj AHU jedinice	Izvan zone
A (Referentna površina zone) [m ²]	608.84
Samo odsisni sustav (bez dovoda)	Ne
Cductleak [-]	1.06
Cahuleak [-]	1.01
nue [1/h]	0.50
Θz [°C]	20.00
Schema GVIK sustava	Schema 2



Faktor povrata topline [-]	0.70
ninf [1/h]	0.07
Hve,inf [W/K]	53.95
nwin [1/h]	0.10
Hve,win [W/K]	77.07
nmech,sup [1/h]	2.85
nreq,H [1/h]	2.69
nreq,C [1/h]	2.69
HH,Ve,mech [W/K]	2172.75
HC,Ve,mech [W/K]	2172.75
HH,Ve,mech,rec [W/K]	651.82
HC,Ve,mech,rec [W/K]	651.82
Va [m ³ /(m ² h)]	10.00

Definirani podaci o negrijanim prostorijama

Tablica 18 Podaci o negrijanoj prostoriji - Negrijane prostorije otpada i spremišta hrane - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Naziv	Vu [m3]	nue [1/h]	H _{iu} [W/K]	H _{ue} [W/K]	b [-]	H _u [W/K]
Negrijane prostorije otpada i spremišta hrane	60.07	0.50	29.50	33.02	0.53	15.58

Tablica 19 Granični građevni dijelovi grijanog i negrijanog prostora - Negrijane prostorije otpada i spremišta hrane - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Građevni dio	Površina [m2]	U [W/m2K]	Nagib [°]
UZ1 - zid prema negrijanoj prostoriji	46.71	0.29	90.00
MK1 - međukatna konstrukcija iznad negrijanog prostora	16.48	0.24	0.00
Puna stolarija - između grijanih i negrijanih prostorija	4.41	2.00	90.00

Tablica 20 Granični građevni dijelovi negrijanog prostora i vanjskog zraka - Negrijane prostorije otpada i spremišta hrane - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Građevni dio	Površina [m2]	Orijentacija	U [W/m2K]	Nagib [°]
VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija	13.18	S	0.17	90.00
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija	13.18	S	0.25	90.00
VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija	5.11	Z	0.17	90.00
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija	5.11	Z	0.25	90.00
RK1 - ravni neprohodni krov - negrijana prostorija	6.41	J	0.17	0.00
VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija	2.71	I	0.17	90.00
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija	2.71	I	0.25	90.00

Tablica 21 Granični podovi negrijanog prostora i vanjskog zraka - Negrijane prostorije otpada i spremišta hrane - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Tip poda	Pod na tlu
Vrsta tla	Glinasto ili muljevito tlo
λ (Koeфицијent toplinske provodljivosti tla) [W/m2K]	1.50
Građevni dio na tlu (pod)	P3 - pod na tlu - negrijana prostorija
Zid u tlu	VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija
Uzdignuti dio (strop)	-
Zid iznad tla	-
Ag (Površina poda) [m2]	16.78
P (Izloženi opseg poda) [m]	11.68
W (Ukupna debljina zida) [m]	0.46
h (Visina uzdignutog podruma od razine tla) [m]	-
ε (Površina ventilacijskih otvora po opsegu uzdignutog prostora) [m2/m]	-
v (Prosječna brzina vjetra na visini 10 m) [m2/m]	-
Lokacija zgrade	-
z (Dubina podruma ispod razine tla) [m]	-
n (Broj izmjena zraka u podrumu) [1/h]	-
Vrsta toplinskog mosta	GF5
Ψ [W/mK]	0.60
B [m]	2.87
H _{pe} [W/K]	2.19
H _{pi} [W/K]	3.77
H _g [W/K]	10.71

Tablica 22 Podaci o negrijanoj prostoriji - Negrijana prostorija strojarnice (izračun prema Metodologiji provođenja energetskeg pregleda, lipanj 2021.) - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Naziv	Vu [m3]	nue [1/h]	H _{iu} [W/K]	H _{ue} [W/K]	b [-]	H _u [W/K]
Negrijana prostorija strojarnice (izračun prema Metodologiji)	23.01	0.50	6.96	15.04	0.68	4.76

provođenja energetskog pregleda, lipanj 2021.)						
---	--	--	--	--	--	--

Tablica 23 Granični građevni dijelovi grijanog i negrijanog prostora - Negrijana prostorija strojarnice (izračun prema Metodologiji provođenja energetskog pregleda, lipanj 2021.) - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Građevni dio	Površina [m ²]	U [W/m ² K]	Nagib [°]
UZ1 - zid prema negrijanoj prostoriji	8.74	0.29	90.00
Puna stolarija - između grijanih i negrijanih prostorija	2.00	2.00	90.00

Tablica 24 Granični građevni dijelovi negrijanog prostora i vanjskog zraka - Negrijana prostorija strojarnice (izračun prema Metodologiji provođenja energetskog pregleda, lipanj 2021.) - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Građevni dio	Površina [m ²]	Orijentacija	U [W/m ² K]	Nagib [°]
RK1 - ravni neprohodni krov - negrijana prostorija	8.07	J	0.17	0.00
VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija	1.16	I	0.17	90.00
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija	1.16	I	0.25	90.00
VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija	3.53	S	0.17	90.00
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija	3.53	S	0.25	90.00
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - negrijana prostorija	0.67	J	1.05	90.00
Puna stolarija - negrijana prostorija	1.38	I	2.00	90.00

Tablica 25 Granični podovi negrijanog prostora i vanjskog zraka - Negrijana prostorija strojarnice (izračun prema Metodologiji provođenja energetskog pregleda, lipanj 2021.) - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Tip poda	Pod na tlu
Vrsta tla	Glinasto ili muljevito tlo
λ (Koeficijent toplinske provodljivosti tla) [W/m ² K]	1.50
Građevni dio na tlu (pod)	P3 - pod na tlu - negrijana prostorija
Zid u tlu	VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija
Uzdignuti dio (strop)	-
Zid iznad tla	-
Ag (Površina poda) [m ²]	6.43
P (izloženi opseg poda) [m]	3.00
W (Ukupna debljina zida) [m]	0.46
h (Visina uzdignutog podruma od razine tla) [m]	-
ϵ (Površina ventilacijskih otvora po opsegu uzdignutog prostora) [m ² /m]	-
v (Prosječna brzina vjetra na visini 10 m) [m ² /m]	-
Lokacija zgrade	-
z (Dubina podruma ispod razine tla) [m]	-
n (Broj izmjena zraka u podrumu) [1/h]	-
Vrsta toplinskog mosta	GF5
Ψ [W/mK]	0.75
B [m]	4.29
Hpe [W/K]	0.56
Hpi [W/K]	1.45
Hg [W/K]	3.55

Definirani podaci o susjednim zonama

Tablica 26 Podaci o susjednoj zoni - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Građevni dio	A [m ²]	U [W/m ² K]	θ_{adj} [°C]	HA [W/K]	Ulazi u oplošje grijanog dijela
UZ2 - zid između školskih prostorija i dvorane	58.35	0.17	20.00	0.00	Ne

Proračun toplinskih mostova

Ako je potencijalni toplinski most projektiran u skladu s hrvatskom normom koja sadrži katalog dobrih rješenja toplinskih mostova i/ili se radi o izvedbi nove zgrade koja nije okarakterizirana kao „niskoenergetska ili pasivna“, a svi građevni dijelovi vanjske ovojnice zgrade zadovoljavaju glede najviše dozvoljenih vrijednosti koeficijenata prolaska topline U (W/m²K), tada se može umjesto točnog proračuna ili Tablice 4.2, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem U, svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za $\Delta U_{TM} = 0.05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Definirani podaci za solarne dobitke

Tablica 27 Podaci o građevnim dijelovima za solarne dobitke - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Građevni dio	Orijentacija	Nagib [°]	Površina [m ²]	Ulazi u proračun	Kut obzora [°]	Orijentacija kuta obzora	Kut nadstrešnice [°]	Orijentacija kuta nadstrešnice	Kut otklona boč. stak. [°]	Orijentacija kuta otklona boč. stak.	Tip površine
Puna stolarija	S	90.00	2.52	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	S	90.00	19.80	Da	0.00	N	60.00	N	0.00	N	-
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	S	90.00	7.46	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena	S	90.00	12.36	Da	0.00	N	60.00	N	0.00	N	-
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	S	90.00	0.65	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
Puna stolarija	I	90.00	4.12	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena	Z	90.00	1.52	Da	0.00	N	0.00	N	60.00	N	-
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	Z	90.00	3.60	Da	0.00	N	0.00	N	60.00	S	-
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	J	90.00	5.85	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
VZ1 - vanjski zid	S	90.00	100.85	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ1 - vanjski zid	I	90.00	48.73	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje

VZ1 - vanjski zid	J	90.00	65.78	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ1 - vanjski zid	Z	90.00	5.99	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	S	90.00	68.71	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	I	90.00	16.25	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	J	90.00	21.93	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	Z	90.00	2.00	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
RK1 - ravni neprohodni krov	S	0.00	72.12	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija	S	0.00	354.01	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
Puna stolarija	J	90.00	2.52	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
Ostakljen a stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	I	90.00	9.91	Da	20.00	E	0.00	N	0.00	N	-

Definirani podaci za unutarnje dobitke

Tablica 28 Podaci o unutarnjim dobicima - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Dobitak topline [W/m2]	Površina [m2]
6.00	608.84

Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period)

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20), Članku 17.:

(1) Pregrijavanje prostorija zgrade zbog djelovanja sunčeva zračenja tijekom ljeta potrebno je spriječiti odgovarajućim tehničkim rješenjima.

(2) Kada je tehničko rješenje iz stavka 1. Ovoga članka naprava za zaštitu od sunčeva zračenja prozirnih elemenata u ovojnici zgrade, tada za prostoriju s najvećim udjelom ostakljenja u ploštini pročelja, odnosno krova koji pripadaju toj prostoriji, produkt stupnja propuštanja ukupne energije kroz ostakljenje, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, gtot, i udjela ploštine prozirnih elemenata u ploštini pročelja, odnosno krova promatrane prostorije, f, treba ispuniti zahtjev:

- 1. gtot·f < 0,20 kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest ≥ 19,5 °C,
- 2. gtot·f < 0,25 kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest < 19,5 °C.

(3) Za sve prozirne elemente iz stavka 2. ovoga članka čija ploština po pripadajućoj prostoriji iznosi više od 2 m2, stupanj propuštanja ukupne energije, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, gtot, treba ispuniti i zahtjev: gtot < 0,40.

I Članku 18.:

Za prozore orijentirane prema sjeveru ili one koji su cijeli dan u sjeni, najveće dopuštene vrijednosti produkta gtot·f i gtot iz članka 18. stavaka 2. i 3. ovoga propisa smiju se povećati za 0,25. Kao sjeverna orijentacija podrazumijeva se područje kuta između smjera sjever i pravca okomitog na površinu fasade, koji odstupa od smjera sjever do 22,5°.

Provjera difuzije vodene pare

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20), Članku 35.:

(2) Kondenzacija vodene pare unutar građevnog dijela zgrade i njeno isparavanje računaju se u skladu s HRN EN ISO 13788:2002, uzimajući u obzir sljedeće uvjete:

- za stambenu zgradu i nestambenu zgradu javne namjene, u kojima nije uveden sustav klimatizacije, proračun se provodi za temperaturu unutarnjeg zraka $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ i projektnu vlažnost zraka u skladu s intenzitetom korištenja prostora ili prema drugačijoj projektnoj temperaturi i vlažnosti zraka definiranoj Algoritmom, ovisno o pretežitoj namjeni prostora cijele zgrade ili toplinske zone zgrade (npr. dječji vrtići, domovi za starije osobe, bolnički stacionari, bazeni, sportske dvorane i dr. izvedeni kao samostalne zgrade ili toplinske zone zgrade iz članka 49. ovoga propisa),
- za zgradu u kojoj je uveden sustav klimatizacije proračun se provodi za projektom predviđenu vrijednost temperature i projektnu vlažnost zraka.

(4) Da kod kondenzacije vodene pare unutar građevnog dijela ne nastane građevinska šteta potrebno je ispuniti sljedeće uvjete:

1. građevni proizvod koji dolazi u dodir s kondenzatom ne smije biti oštećen (npr. uslijed korozije i sl.);
2. nastali kondenzat na jednoj ili više graničnih površina, na svakoj od tih površina, mora potpuno ispariti tijekom ljetnih mjeseci;
3. najveća ukupna količina kondenzata unutar građevnog dijela ne smije biti veća od $1,0 \text{ kg/m}^2$, odnosno najveći sadržaj vlage u proizvodu sloja u kojem dolazi do kondenzacije vodene pare ne smije biti veći od vrijednosti koja je utvrđena u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod. Ovo se ne primjenjuje na slučaj propisan u podstavku 4. ovoga stavka;

4. ako kondenzat nastaje na graničnoj površini sa slojem proizvoda koji kapilarno ne upija vodu, tada najveća ukupna količina kondenzata unutar građevnog dijela ne smije biti veća od $0,5 \text{ kg/m}^2$, odnosno najveći sadržaj vlage u proizvodu sloja u kojem dolazi do kondenzacije vodene pare ne smije biti veći od vrijednosti koja je utvrđena u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod;

5. ako se radi o drvu nije dopušteno povećanje njegovog sadržaja vlage u kg/kg za više od $0,05 \text{ kg/kg}$, a kod industrijskih proizvoda koji su na bazi drva povećanje sadržaja vlage ne smije biti više od $0,03 \text{ kg/kg}$. Ovo se ne primjenjuje na jednoslojne i višeslojne ploče od drvene vune.

Nadalje, sukladno Članku 36.:

(1) Dijelovi ovojnice grijane zgrade ili hladnjače, koji graniče s vanjskim zrakom ili negrijanim provjetravanim prostorijama (npr. tavan, garaža) moraju se projektirati i izvesti na način da se spriječi nastajanje uvjeta za razvoj gljivica i plijesni, odnosno da se spriječi kondenzacija vodene pare na površinama tih dijelova.

(2) Računski dokaz ispunjenja zahtjeva iz stavka 1. ovoga članka provodi se prema HRN EN ISO 13788:2002

Tablica 29 Izračun frsi - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Mjesec	$\theta_{e, \text{ [}^\circ\text{C]}}$	$\theta_i \text{ [}^\circ\text{C]}}$	ϕ_i	$p_i \text{ [Pa]}$	$psat(\theta_{si}) \text{ [Pa]}$	$\theta_{si, \text{ min [}^\circ\text{C]}}$	fR_{si}
1.00	0.50	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.62
2.00	2.40	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.58
3.00	6.60	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.45
4.00	11.60	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.12
5.00	16.60	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
6.00	20.00	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
7.00	21.50	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
8.00	20.80	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
9.00	15.70	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
10.00	10.90	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.19
11.00	6.00	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.47
12.00	0.90	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.61

RK1 - ravni neprohodni krov - Ravni krovovi iznad grijanog prostora

Tablica 30 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - RK1 - ravni neprohodni krov

RK1 - ravni neprohodni krov					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.17 <= 0.25		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.98 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		749.22 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.17 <= 0.25		Zadovoljava	
RK1 - ravni neprohodni krov					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	2.01 Armirani beton	20.00	2500.00	2.600	0.08
1	2.03 Beton	4.00	2400.00	2.000	0.02
2	Parna brana - bit. traka s AL folijom	0.10	1000.00	203.000	0.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	20.00	70.00	0.035	5.71
4	Filc, poliesterski filc, geotekstili	0.30	50.00	0.040	0.07
5	5.10 polimerna hidroizolacijska traka na bazi EPO/TPO	0.12	1600.00	0.260	0.00

6	Filc, poliesterski filc, geotekstili	0.30	50.00	0.040	0.00
7	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	8.00	1700.00	0.810	0.00
					RSi = 0.10
					RSe = 0.04
					RT = 6.03

Tablica 31 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - RK1 - ravni neprohodni krov

Na slojevima nema pojave kondenzacije

KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija - Kosi krovovi iznad grijanog prostora

Tablica 32 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija

KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.16 <= 0.25		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.98 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		395.87 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.16 <= 0.25		Zadovoljava	
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	2.01 Armirani beton	15.00	2500.00	2.600	0.06
1	Neprovjetravani sloj zraka (toplinski tok vodoravan d=300 mm)	140.00	1.00	1.670	0.84
2	Čelični lim	0.04	7800.00	58.500	0.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	18.90	70.00	0.035	5.40
4	Čelični lim	0.04	7800.00	58.500	0.00
					RSi = 0.10
					RSe = 0.04
					RT = 6.44

Tablica 33 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija

Na slojevima nema pojave kondenzacije

VZ1 - vanjski zid - Vanjski zidovi

Tablica 34 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - VZ1 - vanjski zid

VZ1 - vanjski zid					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.17 <= 0.30		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.98 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		275.20 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.17 <= 0.30		Zadovoljava	
VZ1 - vanjski zid					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1800.00	1.000	0.02
1	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	700.00	0.146	2.05
2	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	70.00	0.035	3.71
4	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
5	3.16 Silikatna žbuka	0.20	1800.00	0.900	0.00
					RSi = 0.13
					RSe = 0.04

RT = 5.97

Tablica 35 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - VZ1 - vanjski zid

Na slojevima nema pojave kondenzacije

VZ2 - vanjski zid - Vanjski zidovi

Tablica 36 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - VZ2 - vanjski zid

VZ2 - vanjski zid					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.25 <= 0.30		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.97 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		815.20 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.25 <= 0.30		Zadovoljava	
VZ2 - vanjski zid					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1800.00	1.000	0.02
1	2.01 Armirani beton	30.00	2500.00	2.600	0.12
2	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	70.00	0.035	3.71
4	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
5	3.16 Silikatna žbuka	0.20	1800.00	0.900	0.00
					RSi = 0.13
					RSe = 0.04
					RT = 4.03

Tablica 37 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - VZ2 - vanjski zid

Na slojevima nema pojave kondenzacije

Toplinski gubici kroz vanjsku ovojniciu

Tablica 38 Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu

Naziv građevnog dijela	Aw [m ²]	Uw [W/m ² K]	HD [W/K]
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija	354.01	0.21	72.70
RK1 - ravni neprohodni krov	72.12	0.22	15.56
VZ2 - vanjski zid	108.89	0.30	32.44
VZ1 - vanjski zid	221.35	0.22	48.13
Ukupno			168.84

Toplinski gubici kroz vanjske otvore

Tablica 39 Toplinski gubici kroz vanjske otvore

Naziv građevnog dijela	Orijentacija	Aw [m ²]	Uw [W/m ² K]	HD [W/K]
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	I	9.91	1.05	10.41
Puna stolarija	J	2.52	2.00	5.04
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	J	5.85	1.05	6.14
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	Z	3.60	1.05	3.78
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena	Z	1.52	1.05	1.60
Puna stolarija	I	4.12	2.00	8.24
Ostakljena stolarija - bez	S	0.65	1.05	0.68

zaštite od Sunca				
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena	S	12.36	1.05	12.98
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	S	7.46	1.05	7.83
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	S	19.80	1.05	20.79
Puna stolarija	S	2.52	2.00	5.04
Ukupno				82.53

Toplinski gubici kroz tlo

Tablica 40 Toplinski gubici kroz tlo - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

	Naziv i tip građevnog dijela	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	Hg,avg [W/K]
1	Pod na tlu	413.34	0.23	80.67
Ukupno				80.67

Toplinski gubici kroz negrijane prostorije

Tablica 41 Toplinski gubici kroz negrijane prostorije - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Negrijana prostorija	HT, iu [W/K]	HT, ue [W/K]	HV, ue [W/K]	n [1/h]	Hiu [W/K]	Hue [W/K]	bu	Hu [W/K]
Negrijane prostorije otpada i spremišta hrane	29.50	22.92	10.10	0.50	29.50	33.02	0.53	15.58
Negrijana prostorija strojarnice (izračun prema Metodologiji provođenja energetskog pregleda, lipanj 2021.)	6.96	11.17	3.87	0.50	6.96	15.04	0.68	4.76
Ukupno								20.34

Toplinski gubici kroz susjedne zone

Tablica 42 Toplinski gubici kroz susjedne zone - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Građevni dio	A [m2]	Ua [W/m2K]	θadj [°C]	HA [W/K]
UZ2 - zid između školskih prostorija i dvorane	58.35	0.17	20.00	0.00
Ukupno				0.00

Koeficijenti transmisivskih gubitaka

Tablica 43 Koeficijent transmisivske izmjene topline HTr prema HRN EN ISO 13790

HTr,avg = HD + Hg,avg + HU + HA [W/K]	
HD - Koeficijent transmisivske izmjene topline prema vanjskom okolišu [W/K]	251.37
Hg,avg - Uprosječeni koeficijent transmisivske izmjene topline prema tlu [W/K]	80.67
HU - Koeficijent transmisivske izmjene topline prema negrijanom prostoru [W/K]	20.34
HA - Koeficijent transmisivske izmjene topline prema susjednim zonama [W/K]	0.00
HTr [W/K]	352.38

Ventilacijski gubici

Tablica 44 Toplinski gubici - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Vrsta ventilacije	Mehanička
Broj izmjena zraka uslijed infiltracije n_{inf} [1/h]	0.07
Broj izmjena zraka n_{win} [1/h]	0.10
Broj izmjena zraka prema susjednoj zoni n_z , sup [1/h]	0.00
Broj izmjena zraka prema negrijanom prostoru n_{ue} [1/h]	0.50
Volumen prostora [m ³]	2266.78
Koeficijent gubitaka topline provjetravanjem, H_v [W/K]	516.37
n_{mech} , sup [1/h]	2.85
n_{req} , H [1/h]	2.69
n_{req} , C [1/h]	2.69
Koeficijent gubitaka topline mehaničke ventilacije (sezona grijanja), $H_{H,Ve,mech}$ [W/K]	2172.75
Koeficijent gubitaka topline mehaničke ventilacije (sezona hlađenja), $H_{C,Ve,mech}$ [W/K]	2172.75
Faktor povrata topline [-]	0.70
Koeficijent gubitaka topline mehaničke ventilacije s rekuperacijom (sezona grijanja), $H_{H,Ve,mech,rec}$ [W/K]	651.82
Koeficijent gubitaka topline mehaničke ventilacije s rekuperacijom (sezona hlađenja), $H_{C,Ve,mech,rec}$ [W/K]	651.82
V_a [m ³ /(m ² h)]	10.00

Ukupni gubici

Tablica 45 Ukupni koeficijent gubitaka topline - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Ukupni koeficijent gubitaka topline (stvarni klimatski podaci) [W/K]	1520.58
--	---------

Solarni dobici

Tablica 46 Solarni dobici - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Naziv	Strana svijeta	Dobitak [kWh]
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	I	1944.92
Puna stolarija	J	0.00
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	J	1488.66
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	Z	613.16
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena	Z	359.57
Puna stolarija	I	0.00
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	S	80.54
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - zasjenjena	S	1010.81
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	S	924.37
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	S	1619.26
Puna stolarija	S	0.00

Unutarnji dobici topline

Tablica 47 Podaci za unutarnje dobite topline - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

A_k [m ²]	Specifični unutarnji dobitak - q_{spec} [W/m ²]	$Q_{int,uk}$ [kWh]
608.84	6.00	32000.63

Potrebna energija za grijanje $Q_{h,nd}$

Tablica 48 Potrebna energija za grijanje po mjesecima - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Mjesec	QH,nd,day [kWh]	QH,Tr [kWh]	QH,Ve [kWh]	QHeater [kWh]	QSteam [kWh]	Qint [kWh]	Qsol [kWh]	Qgn [kWh]
1	274.52	4545.94	33735.15	0.00	0.00	2717.86	340.85	3058.71
2	227.90	3748.96	27508.05	0.00	0.00	2454.84	482.51	2937.35
3	138.79	3275.78	23196.52	0.00	0.00	2717.86	740.84	3458.70
4	36.40	2160.43	14070.26	0.00	0.00	2630.19	918.98	3549.16
5	0.00	1305.21	5896.44	0.00	0.00	2717.86	881.19	3599.05
6	0.00	576.26	6.98	0.00	0.00	2630.19	895.88	3526.07
7	0.00	281.88	-2595.01	0.00	0.00	2717.86	945.11	3662.97
8	0.00	427.83	-1384.01	0.00	0.00	2717.86	854.76	3572.62
9	0.00	1443.07	7199.06	0.00	0.00	2630.19	689.43	3319.61
10	65.29	2380.08	15764.70	0.00	0.00	2717.86	637.33	3355.20
11	168.50	3290.36	23445.79	0.00	0.00	2630.19	379.04	3009.23
12	271.24	4461.69	33035.94	0.00	0.00	2717.86	275.40	2993.26

Mjesec	aH [-]	yH [-]	yH,lim [-]	fH,m [-]	LH,m [d/mj]	ηH,gn [-]	QH,nd,mj [kWh]
1	1.93	0.08	1.52	1.00	31.00	0.99	6078.76
2	1.93	0.09	1.52	1.00	28.00	0.99	4557.95
3	1.93	0.13	1.52	1.00	31.00	0.98	3073.18
4	1.93	0.22	1.52	1.00	30.00	0.96	780.04
5	1.93	0.50	1.52	0.68	21.00	0.85	0.00
6	1.93	6.05	1.52	0.00	0.00	0.16	0.00
7	1.93	1000.00	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1.93	1000.00	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.93	0.38	1.52	0.50	15.00	0.90	0.00
10	1.93	0.18	1.52	1.00	31.00	0.97	1445.61
11	1.93	0.11	1.52	1.00	30.00	0.99	3610.64
12	1.93	0.08	1.52	1.00	31.00	0.99	6006.06
							25552.24

Tablica 49 Potrebna energija za hlađenje po mjesecima - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Mjesec	QC,nd,day [kWh]	QC,Tr [kWh]	QC,Ve [kWh]	Qcool [kWh]	Qint [kWh]	Qsol [kWh]	Qgn [kWh]
1	0.00	4950.24	37195.17	0.00	2717.86	340.85	3058.71
2	0.00	4114.13	30633.23	0.00	2454.84	482.51	2937.35
3	0.00	3680.08	26656.54	0.00	2717.86	740.84	3458.70
4	0.00	2551.69	17418.67	0.00	2630.19	918.98	3549.16
5	7.61	1709.51	9356.46	0.00	2717.86	881.19	3599.05
6	76.55	967.52	3355.38	0.00	2630.19	895.88	3526.07
7	105.71	686.18	865.00	0.00	2717.86	945.11	3662.97
8	86.26	832.13	2076.01	0.00	2717.86	854.76	3572.62
9	0.00	1834.33	10547.47	0.00	2630.19	689.43	3319.61
10	0.00	2784.38	19224.71	0.00	2717.86	637.33	3355.20
11	0.00	3681.62	26794.19	0.00	2630.19	379.04	3009.23
12	0.00	4865.99	36495.96	0.00	2717.86	275.40	2993.26

Mjesec	aC [-]	yC [-]	yC,lim [-]	fC,m [-]	LC,m [d/mj]	ηC,gn [-]	QC,nd,mj [kWh]
1	1.93	13.78	1.52	0.00	0.00	0.07	0.00
2	1.93	11.83	1.52	0.00	0.00	0.08	0.00
3	1.93	8.77	1.52	0.00	0.00	0.11	0.00
4	1.93	5.63	1.52	0.00	0.00	0.17	0.00
5	1.93	3.07	1.52	0.00	0.00	0.30	0.00
6	1.93	1.23	1.52	0.66	20.00	0.59	1093.53
7	1.93	0.42	1.52	1.00	31.00	0.88	2340.72
8	1.93	0.81	1.52	0.74	23.00	0.72	1417.19
9	1.93	3.73	1.52	0.00	0.00	0.25	0.00
10	1.93	6.56	1.52	0.00	0.00	0.15	0.00
11	1.93	10.13	1.52	0.00	0.00	0.10	0.00
12	1.93	13.82	1.52	0.00	0.00	0.07	0.00
							4851.43

Rezultati proračuna

Tablica 50 Rezultati proračuna - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Godišnja potrebna toplina za grijanje QH,nd [kWh/a]	25552.24
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine Q"H,nd [kWh/m2a]	41.97 (max=19.69)
Godišnja potrebna toplina za hlađenje QC,nd [kWh/a]	4851.43
Godišnja potrebna toplina za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine Q"C,nd [kWh/m2a]	7.97 (max=50.00)
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade H'tr,adj [W/m2K]	0.26 (max=0.68)
Energetski razred (prema QH,nd)*	B

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Ukupni rezultati izračuna i provjera uvjeta

Prikaz izračuna elektrotehničkih sustava

Tablica 51 Izračun LENI - Rasvjeta

Prostorija	Rasvjeta
Ak - korisna površina [m2]	608.84
Tip prostora	Obrazovna ustanova
Opremljenost	*
PN [W/m2]	10.00
Pem [W/m2]	0.10
Ppc [W/m2]	0.00
tn [h]	200.00
td [h]	1800.00
CTE	Bez CTE
Fc [-]	1.00
Upravljanje	Ručno
Fo [-]	1.00
Upravljanje	Ručno
Fd [-]	1.00
LENI [kWh/m2]	20.00
Potrošnja [kWh/god] (referetni uvjeti)	12177.41

Tablica 52 Ulazni podaci za fotonaponski sustav - Fotonaponski sustav

Karakteristike PV sustava	
Ppk [kW]	60.31
Tip klime	Kontinentalna
ftilt [-]	1.13
lref [kW/m2]	1.00
fperf [-]	0.70
Eel,pv,out [kWh/a]	59774.63

Prikaz izračuna strojarskih sustava

Tablica 53 Ulazni podaci za podsustav predaje grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Opći podaci	
Visina prostorije [m]	4.13
Prekidni rad	Da
fhydr [-]	1.01
ηctr [-]	0.95
ηstr [-]	1.00
ηemb [-]	0.98
ηem [-]	0.00

Tablica 54 Ulazni podaci za pomoćnu energiju podsustava predaje grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Pomoćna energija	
Φem [kW]	31.68
nfan [-]	0.00
npmp [-]	0.00
Pctr [W]	0.00
Ppmp [W]	0.00
Pfan [W]	0.00

Tablica 55 Ulazni podaci za podsustav razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Φem [kW]	31.68
Sustav grijanja	Dvocijevni
LL [m]	44.00
Lw [m]	16.00
hlev [m]	4.13
nlev [-]	1.00

Tablica 56 Karakteristike ogrjevnog medija podsustava razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Θs,des [°C]	40.00
Θr,des [°C]	35.0
Θi [°C]	20.00
Tip ogrjevnog tijela	Podno grijanje
Tip regulacije	Regulacija u ovisnosti o vanjskoj temperaturi i konstantnoj unutrašnjoj temperaturi
Tip razvoda (klasa)	Niskotemperaturni razvod
Vrsta regulacije kotla	Regulacija s promjenjivom temperaturom ogrjevnog medija

Tablica 57 Ulazni podaci za pomoćnu energiju podsustava razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Ukupan broj ogrjevnih tijela u grani	0
Balansiranost mreže	Balansirana mreža
Položaj regulatora i tip regulacije	Standardni generator, regulacija prema vanjskoj temperaturi
Tip generatora topline	Generator sa sadržajem vode ≤0,3 Lit/kW, PH _{lem,out,max} < 35 kW
Pel,pmp [W]	600.00
Regulacija pumpe	Konstantan p
Smještaj komponenata	Komponente smještene u grijanoj zoni

Tablica 58 Ulazni podaci za dizalicu topline - Dizalica topline

Karakteristike dizalice topline	
Naziv	Dizalica topline
Režim rada dizalice topline	Paralelni režim rada
Vrsta dizalice topline	Zrak - voda
Učinak u radnoj točki	91.00
Postoji dodatni električni grijač	Da
tco [h]	10.00
Θgr [°C]	15.00
Pgen,aux,H _W [kW]	0.01
Pgen,aux,H [kW]	0.01
Pgen,aux,W [kW]	0.01
Pgen,aux,stand-by [kW]	0.01
Smještaj pomoćnih uređaja	U grijanom prostoru
Θhp,opr [°C]	55.00
Θw,out [°C]	45.00
Θw,in [°C]	13.50
Θbal [°C]	-10.00
Θe,des [°C]	-15.00
Θs,des [°C]	40.00
Θr,des [°C]	35.00
Smještaj spremnika za grijanje	U grijanom prostoru
Smještaj spremnika za PTV	U grijanom prostoru
Cjevovodi grijanja izolirani	Da
Cjevovodi PTV-a izolirani	Da
Vh,st [l]	0.00
Vw,st [l]	0.00
Lh,p [m]	0.00
Lw,p [m]	0.00

Tablica 59 Prikaz izračuna tehničkih sustava - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Ime sustava	Energent	Razred SAUZ (GVik i PTV)	Razred SAUZ (električna energija)	Qgen, in, uk/Ehp, gen, in [kWh]	Waux, uk [kWh]	Edel [kWh]	Eprim [kWh]	CO2 [kg]
Dizalica topline	Hidrotermalna energija/Električna energija	C (1.00)	D (1.07)	6945.20	796.95	7742.15	12255.82	2167.80
Rasvjeta	Električna energija	-	-	12177.41	0.00	12177.41	19276.84	3409.67

(ukupno)								
Fotonapon	Sunčeva energija	-	-	-19122.61	-796.95	-19919.56	-31532.66	-5577.48
Ukupno		-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tablica 60 Izračun udjela OIE - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Eren = Eso _l ,renew + EPV + EHW,hp,renew,in [kWh]	77735.17
Eso _l ,renew [kWh]	0.00
EPV [kWh]	59774.63
EHW,hp,renew,in [kWh]	17960.55
Eren1 = Qgen,HW,in,renew [kWh]	0.00
EL [kWh]	12177.41
Edel [kWh]	-12177.41
rren_teh = ((Eren + Eren1) / (Eren + Edel + EL)) * 100 [%]	100.00
rren_termo = ((Eren + Eren1) / (Eren + Edel)) * 100 [%]	118.58

Tablica 61 Udjeli OIE - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Eren [kWh]	Eren1 [kWh]	Edel [kWh]	EL [kWh]	rren_teh [%]	rren_termo [%]
77735.17	0.00	-12177.41	12177.41	100.00	118.58

Tablica 62 NZEB uvjeti - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50	1/h	1.00	1.50	Da
Q''H,nd	kWh/m2	41.97	-	-
Q''C,nd	kWh/m2	7.97	-	-
E''prim	kWh/m2	0.00	-	-
Udio OIE	%	100.00	-	-

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Tablica 63 Energetski razredi - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom

Energetski razred prema QH,nd*	B
Energetski razred prema Eprim*	A+

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Uvjeti na primarnu energiju

Tablica 8. – Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade (nZEB) grijane i/ili hladene na temperaturu 18 °C ili više

ZAHTJEVI ZA NOVE ZGRADE	$Q''_{H,nd}$ [kWh/(m ² ·a)]						E_{prim} [kWh/(m ² ·a)]	
	nZEB						nZEB	
	kontinent, $\theta_{mm} \leq 3^\circ\text{C}$			primorje, $\theta_{mm} > 3^\circ\text{C}$			kont $\theta_{mm} \leq 3^\circ\text{C}$	prim $\theta_{mm} > 3^\circ\text{C}$
VRSTA ZGRADE	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$		
Višestambena	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	80	50
Obiteljska kuća	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$17,16 + 38,42 \cdot f_0$	57,50	45	35
Uredska	16,94	$8,82 + 40,58 \cdot f_0$	51,43	16,19	$11,21 + 24,89 \cdot f_0$	37,34	35	25
Obrazovna	11,98	$3,86 + 40,58 \cdot f_0$	46,48	9,95	$4,97 + 24,91 \cdot f_0$	31,13	55	55
Bolnica	18,72	$10,61 + 40,58 \cdot f_0$	53,21	46,44	$41,46 + 24,89 \cdot f_0$	67,60	250	250
Hotel i restoran	35,48	$27,37 + 40,58 \cdot f_0$	69,98	11,50	$6,52 + 24,89 \cdot f_0$	32,65	90	70
Sportska dvorana	96,39	$88,28 + 40,58 \cdot f_0$	130,89	37,64	$32,66 + 24,91 \cdot f_0$	58,82	210	150
Trgovina	48,91	$40,79 + 40,58 \cdot f_0$	83,40	13,90	$8,92 + 24,91 \cdot f_0$	35,08	170	150
Ostale nestambene	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	/	/

Sukladno Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama obavezno je provođenje testa zrakopropusnosti.

Zona Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Tablica 64 NZEB uvjeti - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50	1/h	2.00	3.00	Da
Q''H,nd	kWh/m2	72.51	-	-
Q''C,nd	kWh/m2	32.83	-	-
E''prim	kWh/m2	0.00	-	-
Udio OIE	%	100.00	-	-

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Tablica 65 Energetski razredi - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Energetski razred prema QH,nd*	C
Energetski razred prema Eprim*	A+

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Osnovni parametri zone

Tablica 66 Opći podaci - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Namjena zone	Nestambeni dio
Tip zone	Zgrade za obrazovanje
Status zone	Nova
Vrsta prostora	Školske, fakultetske zgrade i druge odgojne i obrazovne ustanove
Vrsta zgrade	nZEB (Obavezna primjena za sve nove zgrade od 1.1.2020.)

Tablica 67 Rad sustava - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Vrijeme rada sustava	S prekidom
td [h/dan]	14
duse, tj [dan/tj]	5

Tablica 68 Unutarnje temperature - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Unutarnja postavna temperatura u sezoni grijanja $\Theta_{int. set. H}$ [°C]	20.0
Unutarnja postavna temperatura u sezoni hlađenja $\Theta_{int. set. C}$ [°C]	22.0

Tablica 69 Geometrijske karakteristike - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Broj etaža	2.00
Prosječna visina etaže [m]	4.13
Oplošje grijanog dijela zgrade A [m2]	858.12
Obujam grijanog dijela zgrade Ve [m3]	1878.34
Obujam grijanog zraka V [m3]	1165.84
Brutto podna površina [m2]	467.30
Površina zone s vanjskim dimenzijama Af [m2]	467.30
Ploština korisne površine zgrade Ak [m2]	372.52
Oplošje vanjske ovojnice bez otvora [m2]	468.72
Oplošje otvora [m2]	166.34
Oplošje podova [m2]	223.06*
Oplošje zidova prema negrijanim prostorijama [m2]	0.00
Faktor oblika zgrade f0 [m-1]	0.46
Klasa zgrade	Srednje teška: 250 <= m' <= 400 [kg/m2]
Masivnost konstrukcije (Cm) [J/K]	77104500.00

*U oplošje poda ulazi površina poda i površina zidova koja ovisi o debljini građevnog dijela i izloženom opsegu poda.

Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada

Tablica 70 Neprozirni građevni dijelovi objekta - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

P1 - pod na tlu						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Epoksi pod	0.30	0.200	1200.00	10000.00	30.00
2	3.19 Cementni estrih	7.00	1.600	2000.00	50.00	3.50
3	Tipske EPS ploče sa	3.10	0.033	15.00	60.00	1.86

	"čepovima" za razvod cijevi podnog grijanja (poput Terma EPS-PG, KAN-therm i sl.), kaširane PEHD folijom s gornje strane					
4	Ekstrudirani polistiren (XPS)	8.00	0.033	25.00	150.00	12.00
5	Elastificirani ekspandirani polistiren (EPS-T)	2.00	0.035	15.00	60.00	1.20
6	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
7	Polimerbitumenske hidroizolacijske trake s filcom	1.00	0.230	1100.00	50000.00	500.00
8	2.03 Beton	10.00	2.000	2400.00	130.00	13.00
9	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	30.00	0.810	1700.00	3.00	0.90
Utot = 0.23 [W/m2K] Umax = 0.30 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	2.01 Armirani beton	15.00	2.600	2500.00	130.00	19.50
2	Neprovjetravani sloj zraka (toplinski tok vodoravan d=300 mm)	140.00	1.670	1.00	1.00	1.40
3	Čelični lim	0.04	58.500	7800.00	600000.00	240.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	18.90	0.035	70.00	1.00	0.19
5	Čelični lim	0.04	58.500	7800.00	600000.00	240.00
Utot = 0.16 [W/m2K] Umax = 0.25 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
VZ1 - vanjski zid						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.17 [W/m2K] Umax = 0.30 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
VZ2 - vanjski zid						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	2.01 Armirani beton	30.00	2.600	2500.00	130.00	39.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05

	cementno ljepilo					
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.25 [W/m ² K] Umax = 0.30 [W/m ² K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						

Tablica 71 Otvori - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Uw [W/m ² K]	Dio negrijane prostorije	Udio ostakljenja [%]	g _L	Vrsta zaslona	Uf [W/m ² K]	Ug [W/m ² K]	Otvor je kupola
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g _L =0.50)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Utot = 1.05 [W/m ² K], Umax = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug,max = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug <= Ug,max: Zadovoljen							
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g _L =0.50)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Utot = 1.05 [W/m ² K], Umax = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug,max = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug <= Ug,max: Zadovoljen							
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g _L =0.50)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Utot = 1.05 [W/m ² K], Umax = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug,max = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug <= Ug,max: Zadovoljen							
Ostakljena stolarija - niski solarni faktor - zapadne stubišne stijene							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo sa staklom za zaštitu od sunčeva zračenja (g _L =0.40)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Utot = 1.05 [W/m ² K], Umax = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug,max = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug <= Ug,max: Zadovoljen							

Proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu

Vanjska ovojnica - neprozirni dijelovi

Tablica 72 Površine građevnih dijelova grijanog dijela objekta i pripadajući koeficijenti prolaska topline - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Naziv građevnog dijela	Tip građevnog dijela	Površine po stranama svijeta [m ²]	Ukupna površina [m ²]	Nagib [°]	U [W/m ² K]	ΔUTM [W/m ² K]	Hd [W/K]
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija	Kosi krovovi iznad grijanog prostora	-	257.81	0.00	0.16	0.05	52.95
VZ2 - vanjski zid	Vanjski zidovi	S: 23.31 J: 28.78 Z: 10.97	63.06	90.00	0.25	0.05	18.79

VZ1 - vanjski zid	Vanjski zidovi	S: 20.93 J: 86.35 Z: 40.57	147.85	90.00	0.17	0.05	32.15
-------------------	----------------	----------------------------------	--------	-------	------	------	-------

Vanjska ovojnica - otvori

Tablica 73 Površine otvora objekta i pripadajući koeficijenti prolaska topline - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Naziv	Tip građevnog dijela	Površina [m ²]	Nagib [°]	Orijentacija	U [W/m ² K]	Hd [W/K]
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	10.89	90.00	S	1.05	11.43
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	10.84	90.00	S	1.05	11.38
Ostakljena stolarija - niski solarni faktor - zapadne stubišne stijene	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	40.74	90.00	Z	1.05	42.78
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	46.20	90.00	J	1.05	48.51
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	57.67	90.00	J	1.05	60.55

Definirani podovi

Tablica 74 Podaci o podu - Pod na tlu - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Tip poda	Pod na tlu
Vrsta tla	Glinasto ili muljevito tlo
λ (Koeficijent toplinske provodljivosti tla) [W/m ² K]	1.50
Građevni dio na tlu (pod)	P1 - pod na tlu
Zid u tlu	VZ1 - vanjski zid
Uzdignuti dio (strop)	-
Zid iznad tla	-
Ag (Površina poda) [m ²]	199.28
P (Izloženi opseg poda) [m]	51.47
W (Ukupna debljina zida) [m]	0.46
h (Visina uzdignutog podruma od razine tla) [m]	-
ϵ (Površina ventilacijskih otvora po opsegu uzdignutog prostora) [m ² /m]	-
v (Prosječna brzina vjetra na visini 10 m) [m ² /m]	-
Lokacija zgrade	-
z (Dubina podruma ispod razine tla) [m]	-
n (Broj izmjena zraka u podrumu) [1/h]	-
Vrsta toplinskog mosta	GF5
Ψ [W/mK]	0.60
B [m]	7.74
Hpe [W/K]	7.92
Hpi [W/K]	37.07
Hg [W/K]	59.82
Hg,avg [W/K]	59.78

Definirani podaci o ventilaciji

Tablica 75 Podaci o ventilaciji - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Tip ventilacije	Prirodna
n50 [1/h]	2.00
ewind [-]	0.02
nreq [1/h]	3.20
Zadovoljava ventilacijski uvjet	Da
Postoji protok zraka između susjednih zona	Ne
nz,sup [1/h]	0.00
ninf [1/h]	0.04
Hve,inf [W/K]	15.86
nwin [1/h]	1.63
Hve,win [W/K]	645.18

Definirani podaci o negrijanim prostorijama

Nema definiranih negrijanih prostorija

Definirani podaci o susjednim zonama

Nema definiranih susjednih zona

Proračun toplinskih mostova

Ako je potencijalni toplinski most projektiran u skladu s hrvatskom normom koja sadrži katalog dobrih rješenja toplinskih mostova i/ili se radi o izvedbi nove zgrade koja nije okarakterizirana kao „niskoenergetska ili pasivna“, a svi građevni dijelovi vanjske ovojnice zgrade zadovoljavaju glede najviše dozvoljenih vrijednosti koeficijenta prolaska topline U (W/m²K), tada se može umjesto točnog proračuna ili Tablice 4.2, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem U, svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za $\Delta U_{TM} = 0.05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Definirani podaci za solarne dobitke

Tablica 76 Podaci o građevnim dijelovima za solarne dobitke - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Građevni dio	Orijentacija	Nagib [°]	Površina [m ²]	Ulazi u proračun	Kut obzora [°]	Orijentacija kuta obzora	Kut nadstrešnice [°]	Orijentacija kuta nadstrešnice	Kut otklona boč. stak. [°]	Orijentacija kuta otklona boč. stak.	Tip površine
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	J	90.00	57.67	Da	0.00	N	60.00	S	0.00	N	-
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	J	90.00	46.20	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
VZ1 - vanjski zid	J	90.00	86.35	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ1 - vanjski zid	Z	90.00	40.57	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	J	90.00	28.78	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 -	Z	90.00	10.97	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid

vanjski zid		0									svijetle boje
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija	S	0.00	257.81	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
Ostakljen a stolarija - niski solarni faktor - zapadne stubišne stijene	Z	90.00	40.74	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
Ostakljen a stolarija - bez zaštite od Sunca	S	90.00	10.84	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
Ostakljen a stolarija - unutarnj a zaštita od Sunca	S	90.00	10.89	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
VZ1 - vanjski zid	S	90.00	20.93	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	S	90.00	23.31	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje

Definirani podaci za unutarnje dobitke

Tablica 77 Podaci o unutarnjim dobitcima - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Dobitak topline [W/m ²]	Površina [m ²]
6.00	372.52

Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period)

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20), Članku 17.:

(1) Pregrijavanje prostorija zgrade zbog djelovanja sunčeva zračenja tijekom ljeta potrebno je spriječiti odgovarajućim tehničkim rješenjima.

(2) Kada je tehničko rješenje iz stavka 1. Ovoga članka naprava za zaštitu od sunčeva zračenja prozirnih elemenata u ovojnoj zgrade, tada za prostoriju s najvećim udjelom ostakljenja u ploštini pročelja, odnosno krova koji pripadaju toj prostoriji, produkt stupnja propuštanja ukupne energije kroz ostakljenje, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, g_{tot}, i udjela ploštine prozirnih elemenata u ploštini pročelja, odnosno krova promatrane prostorije, f, treba ispuniti zahtjev:

- 1. g_{tot}·f < 0,20 kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest ≥ 19,5 °C,
- 2. g_{tot}·f < 0,25 kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest < 19,5 °C.

(3) Za sve prozirne elemente iz stavka 2. ovoga članka čija ploština po pripadajućoj prostoriji iznosi više od 2 m², stupanj propuštanja ukupne energije, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, g_{tot}, treba ispuniti i zahtjev: g_{tot} < 0,40.

I Članku 18.:

Za prozore orijentirane prema sjeveru ili one koji su cijeli dan u sjeni, najveće dopuštene vrijednosti produkta g_{tot}·f i g_{tot} iz članka 18. stavaka 2. i 3. ovoga propisa smiju se povećati za 0,25. Kao sjeverna orijentacija podrazumijeva se područje kuta između smjera sjever i pravca okomitog na površinu fasade, koji odstupa od smjera sjever do 22,5°.

Tablica 78 Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period) - Učionica, jug

Ime	Površina pročelja prostorije [m ²]
Učionica, jug	16.82

Tablica 79 Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period) - Učionica, jug

Ime	Površina otvora [m2]	Orijentacija	Pročelje se nalazi u sjeni	gtot	f	Dozvoljeno(gtot * f)	gtot, max	Zadovoljava
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	9.24	J	Ne	0.2531	0.5493	0.20	0.40	Da

Tablica 80 Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period) - Kabinet, jug

Ime	Površina pročelja prostorije [m2]
Kabinet, jug	7.98

Tablica 81 Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period) - Kabinet, jug

Ime	Površina otvora [m2]	Orijentacija	Pročelje se nalazi u sjeni	gtot	f	Dozvoljeno(gtot * f)	gtot, max	Zadovoljava
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	4.62	J	Ne	0.2531	0.5789	0.20	0.40	Da

Tablica 82 Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period) - Stubište, zapad

Ime	Površina pročelja prostorije [m2]
Stubište, zapad	47.95

Tablica 83 Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period) - Stubište, zapad

Ime	Površina otvora [m2]	Orijentacija	Pročelje se nalazi u sjeni	gtot	f	Dozvoljeno(gtot * f)	gtot, max	Zadovoljava
Ostakljena stolarija - niski solarni faktor - zapadne stubišne stijene	40.74	Z	Ne	0.2025	0.8496	0.20	0.40	Da

Provjera difuzije vodene pare

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20), Članku 35.:

(2) Kondenzacija vodene pare unutar građevnog dijela zgrade i njeno isparavanje računaju se u skladu s HRN EN ISO 13788:2002, uzimajući u obzir sljedeće uvjete:

- za stambenu zgradu i nestambenu zgradu javne namjene, u kojima nije uveden sustav klimatizacije, proračun se provodi za temperaturu unutarnjeg zraka $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ i projektnu vlažnost zraka u skladu s intenzitetom korištenja prostora ili prema drugačijoj projektnoj temperaturi i vlažnosti zraka definiranoj Algoritmom, ovisno o pretežitoj namjeni prostora cijele zgrade ili toplinske zone zgrade (npr. dječji vrtići, domovi za starije osobe, bolnički stacionari, bazeni, sportske dvorane i dr. izvedeni kao samostalne zgrade ili toplinske zone zgrade iz članka 49. ovoga propisa),
- za zgradu u kojoj je uveden sustav klimatizacije proračun se provodi za projektom predviđenu vrijednost temperature i projektnu vlažnost zraka.

(4) Da kod kondenzacije vodene pare unutar građevnog dijela ne nastane građevinska šteta potrebno je ispuniti sljedeće uvjete:

1. građevni proizvod koji dolazi u dodir s kondenzatom ne smije biti oštećen (npr. uslijed korozije i sl.);
2. nastali kondenzat na jednoj ili više graničnih površina, na svakoj od tih površina, mora potpuno ispariti tijekom ljetnih mjeseci;
3. najveća ukupna količina kondenzata unutar građevnog dijela ne smije biti veća od $1,0 \text{ kg/m}^2$, odnosno najveći sadržaj vlage u proizvodu sloja u kojem dolazi do kondenzacije vodene pare ne smije biti veći od vrijednosti koja je utvrđena u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod. Ovo se ne primjenjuje na slučaj propisan u podstavku 4. ovoga stavka;

4. ako kondenzat nastaje na graničnoj površini sa slojem proizvoda koji kapilarno ne upija vodu, tada najveća ukupna količina kondenzata unutar građevnog dijela ne smije biti veća od $0,5 \text{ kg/m}^2$, odnosno najveći sadržaj vlage u proizvodu sloja u kojem dolazi do kondenzacije vodene pare ne smije biti veći od vrijednosti koja je utvrđena u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod;

5. ako se radi o drvu nije dopušteno povećanje njegovog sadržaja vlage u kg/kg za više od $0,05 \text{ kg/kg}$, a kod industrijskih proizvoda koji su na bazi drva povećanje sadržaja vlage ne smije biti više od $0,03 \text{ kg/kg}$. Ovo se ne primjenjuje na jednoslojne i višeslojne ploče od drvene vune.

Nadalje, sukladno Članku 36.:

(1) Dijelovi ovojnice grijane zgrade ili hladnjače, koji graniče s vanjskim zrakom ili negrijanim provjetravanim prostorijama (npr. tavan, garaža) moraju se projektirati i izvesti na način da se spriječi nastajanje uvjeta za razvoj gljivica i plijesni, odnosno da se spriječi kondenzacija vodene pare na površinama tih dijelova.

(2) Računski dokaz ispunjenja zahtjeva iz stavka 1. ovoga članka provodi se prema HRN EN ISO 13788:2002

Tablica 84 Izračun frsi - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Mjesec	$\theta_e [^\circ\text{C}]$	$\theta_i [^\circ\text{C}]$	ϕ_i	$p_i [\text{Pa}]$	$p_{\text{sat}}(\theta_{si}) [\text{Pa}]$	$\theta_{si, \text{min}} [^\circ\text{C}]$	fRsi
1.00	0.50	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.62
2.00	2.40	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.58
3.00	6.60	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.45
4.00	11.60	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.12
5.00	16.60	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
6.00	20.00	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
7.00	21.50	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
8.00	20.80	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
9.00	15.70	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
10.00	10.90	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.19
11.00	6.00	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.47
12.00	0.90	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.61

KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija - Kosi krovovi iznad grijanog prostora

Tablica 85 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija

KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.16 <= 0.25		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.98 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		395.87 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.16 <= 0.25		Zadovoljava	
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	2.01 Armirani beton	15.00	2500.00	2.600	0.06
1	Neprovjetravani sloj zraka (toplinski tok vodoravan d=300 mm)	140.00	1.00	1.670	0.84
2	Čelični lim	0.04	7800.00	58.500	0.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	18.90	70.00	0.035	5.40
4	Čelični lim	0.04	7800.00	58.500	0.00
					RSi = 0.10
					RSe = 0.04

	RT = 6.44
--	-----------

Tablica 86 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija

Na slojevima nema pojave kondenzacije

VZ1 - vanjski zid - Vanjski zidovi

Tablica 87 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - VZ1 - vanjski zid

VZ1 - vanjski zid					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.17 <= 0.30		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.98 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		275.20 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.17 <= 0.30		Zadovoljava	
VZ1 - vanjski zid					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1800.00	1.000	0.02
1	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	700.00	0.146	2.05
2	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	70.00	0.035	3.71
4	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
5	3.16 Silikatna žbuka	0.20	1800.00	0.900	0.00
					RSi = 0.13
					RSe = 0.04
					RT = 5.97

Tablica 88 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - VZ1 - vanjski zid

Na slojevima nema pojave kondenzacije

VZ2 - vanjski zid - Vanjski zidovi

Tablica 89 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - VZ2 - vanjski zid

VZ2 - vanjski zid					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.25 <= 0.30		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.97 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		815.20 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.25 <= 0.30		Zadovoljava	
VZ2 - vanjski zid					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1800.00	1.000	0.02
1	2.01 Armirani beton	30.00	2500.00	2.600	0.12
2	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	70.00	0.035	3.71
4	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
5	3.16 Silikatna žbuka	0.20	1800.00	0.900	0.00
					RSi = 0.13
					RSe = 0.04
					RT = 4.03

Tablica 90 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - VZ2 - vanjski zid

Na slojevima nema pojave kondenzacije

Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu

Tablica 91 Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu

Naziv građevnog dijela	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	HD [W/K]
KK2 - kosi krov - iznad školskih prostorija	257.81	0.21	52.95
VZ2 - vanjski zid	63.06	0.30	18.79
VZ1 - vanjski zid	147.85	0.22	32.15
Ukupno			103.88

Toplinski gubici kroz vanjske otvore

Tablica 92 Toplinski gubici kroz vanjske otvore

Naziv građevnog dijela	Orijentacija	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	HD [W/K]
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	S	10.89	1.05	11.43
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	S	10.84	1.05	11.38
Ostakljena stolarija - niski solarni faktor - zapadne stubišne stijene	Z	40.74	1.05	42.78
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	J	46.20	1.05	48.51
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	J	57.67	1.05	60.55
Ukupno				174.66

Toplinski gubici kroz tlo

Tablica 93 Toplinski gubici kroz tlo - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

	Naziv i tip građevnog dijela	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	Hg,avg [W/K]
1	Pod na tlu	199.28	0.23	59.78
Ukupno				59.78

Toplinski gubici kroz negrijane prostorije

U zoni nema definiranih gubitaka kroz negrijane prostorije.

Toplinski gubici kroz susjedne zone

U promatranoj zoni nema definiranih gubitaka kroz susjedne zone.

Koeficijenti transmisivskih gubitaka

Tablica 94 Koeficijent transmisivske izmjene topline HTr prema HRN EN ISO 13790

HTr,avg = HD + Hg,avg + HU + HA [W/K]	
HD - Koeficijent transmisivske izmjene topline prema vanjskom okolišu [W/K]	278.54
Hg,avg - Uprosječni koeficijent transmisivske izmjene topline prema tlu [W/K]	59.78
HU - Koeficijent transmisivske izmjene topline prema negrijanom prostoru [W/K]	0.00
HA - Koeficijent transmisivske izmjene topline prema susjednim zonama [W/K]	0.00
HTr [W/K]	338.32

Ventilacijski gubici

Tablica 95 Toplinski gubici - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Vrsta ventilacije	Prirodna
Broj izmjena zraka uslijed infiltracije n_{inf} [1/h]	0.04
Broj izmjena zraka n_{win} [1/h]	1.63
Volumen prostora [m ³]	1165.84
Koeficijent gubitaka topline provjetranjem, H_v [W/K]	661.03

Ukupni gubici

Tablica 96 Ukupni koeficijent gubitaka topline - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Ukupni koeficijent gubitaka topline (stvarni klimatski podaci) [W/K]	999.36
--	--------

Solarni dobici

Tablica 97 Solarni dobici - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Naziv	Strana svijeta	Dobitak [kWh]
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca	S	1349.39
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	S	1343.19
Ostakljena stolarija - niski solarni faktor - zapadne stubišne stijene	Z	7709.95
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	J	11756.57
Ostakljena stolarija - unutarnja zaštita od Sunca - zasjenjena	J	7337.68

Unutarnji dobici topline

Tablica 98 Podaci za unutarnje dobite topline - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Ak [m ²]	Specifični unutarnji dobitak - q_{spec} [W/m ²]	Q _{int,uk} [kWh]
372.52	6.00	19579.65

Potrebna energija za grijanje $Q_{h,nd}$

Tablica 99 Potrebna energija za grijanje po mjesecima - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Mjesec	Q _{H,nd,day} [kWh]	Q _{H,Tr} [kWh]	Q _{H,Ve} [kWh]	Q _{Heater} [kWh]	Q _{Steam} [kWh]	Q _{int} [kWh]	Q _{sol} [kWh]	Q _{gn} [kWh]
1	320.14	4513.75	8843.13	0.00	0.00	1662.93	1535.85	3198.78
2	244.18	3711.96	6790.83	0.00	0.00	1502.00	2044.90	3546.90
3	128.02	3215.41	5182.69	0.00	0.00	1662.93	2761.55	4424.48
4	13.45	2079.60	2468.50	0.00	0.00	1609.29	3037.17	4646.46
5	0.00	1139.31	-5.70	0.00	0.00	1662.93	2817.53	4480.46
6	0.00	400.48	-1612.98	0.00	0.00	1609.29	2762.02	4371.31
7	0.00	93.27	-2393.37	0.00	0.00	1662.93	3018.77	4681.69
8	0.00	242.46	-2097.91	0.00	0.00	1662.93	2968.60	4631.53
9	0.00	1286.52	560.56	0.00	0.00	1609.29	2826.46	4435.75
10	46.02	2299.83	3240.79	0.00	0.00	1662.93	2672.72	4335.65
11	185.00	3234.60	5758.69	0.00	0.00	1609.29	1742.71	3351.99
12	322.25	4427.64	8773.88	0.00	0.00	1662.93	1308.50	2971.43

Mjesec	aH [-]	γH [-]	γH,lim [-]	fH,m [-]	LH,m [d/mj]	ηH,gn [-]	Q _{H,nd,mj} [kWh]
1	2.43	0.24	1.41	1.00	31.00	0.98	7088.89
2	2.43	0.34	1.41	1.00	28.00	0.95	4883.61
3	2.43	0.53	1.41	1.00	31.00	0.89	2834.64
4	2.43	1.02	1.41	0.63	19.00	0.70	182.47
5	2.43	3.95	1.41	0.00	0.00	0.25	0.00
6	2.43	1000.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00

7	2.43	1000.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00
8	2.43	1000.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00
9	2.43	2.40	1.41	0.00	0.00	0.39	0.00
10	2.43	0.78	1.41	0.89	28.00	0.79	920.35
11	2.43	0.37	1.41	1.00	30.00	0.94	3964.31
12	2.43	0.23	1.41	1.00	31.00	0.98	7135.52
							27009.78

Tablica 100 Potrebna energija za hlađenje po mjesecima - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Mjesec	QC,nd,day [kWh]	QC,Tr [kWh]	QC,Ve [kWh]	Qcool [kWh]	Qint [kWh]	Qsol [kWh]	Qgn [kWh]
1	0.00	4928.22	9826.74	0.00	1662.93	1535.85	3198.78
2	0.00	4086.32	7679.25	0.00	1502.00	2044.90	3546.90
3	0.00	3629.88	6166.30	0.00	1662.93	2761.55	4424.48
4	0.00	2480.70	3420.38	0.00	1609.29	3037.17	4646.46
5	59.00	1553.79	977.92	0.00	1662.93	2817.53	4480.46
6	132.88	801.58	-661.10	0.00	1609.29	2762.02	4371.31
7	170.27	507.74	-1409.76	0.00	1662.93	3018.77	4681.69
8	155.07	656.93	-1114.30	0.00	1662.93	2968.60	4631.53
9	40.75	1687.62	1512.45	0.00	1609.29	2826.46	4435.75
10	0.00	2714.30	4224.40	0.00	1662.93	2672.72	4335.65
11	0.00	3635.70	6710.57	0.00	1609.29	1742.71	3351.99
12	0.00	4842.11	9757.49	0.00	1662.93	1308.50	2971.43

Mjesec	aC [-]	γC [-]	γC,lim [-]	fC,m [-]	LC,m [d/mj]	ηC,gn [-]	QC,nd,mj [kWh]
1	2.43	4.61	1.41	0.00	0.00	0.21	0.00
2	2.43	3.32	1.41	0.00	0.00	0.29	0.00
3	2.43	2.21	1.41	0.00	0.00	0.41	0.00
4	2.43	1.27	1.41	0.65	20.00	0.62	0.00
5	2.43	0.57	1.41	1.00	31.00	0.87	1306.43
6	2.43	0.03	1.41	1.00	30.00	1.00	2847.38
7	2.43	-0.19	1.41	1.00	31.00	1.00	3770.26
8	2.43	-0.10	1.41	1.00	31.00	1.00	3433.70
9	2.43	0.72	1.41	1.00	30.00	0.81	873.21
10	2.43	1.60	1.41	0.29	9.00	0.53	0.00
11	2.43	3.09	1.41	0.00	0.00	0.31	0.00
12	2.43	4.91	1.41	0.00	0.00	0.20	0.00
							12230.99

Rezultati proračuna

Tablica 101 Rezultati proračuna - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Godišnja potrebna toplina za grijanje QH,nd [kWh/a]	27009.78
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine Q"H,nd [kWh/m2a]	72.51 (max=22.53)
Godišnja potrebna toplina za hlađenje QC,nd [kWh/a]	12230.99
Godišnja potrebna toplina za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine Q"C,nd [kWh/m2a]	32.83 (max=50.00)
Koeficijent transmitsijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade H'tr,adj [W/m2K]	0.39 (max=0.63)
Energetski razred (prema QH,nd)*	C

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Ukupni rezultati izračuna i provjera uvjeta

Prikaz izračuna elektrotehničkih sustava

Tablica 102 Izračun LENI - Rasvjeta

Prostorija	Rasvjeta
Ak - korisna površina [m2]	372.52
Tip prostora	Obrazovna ustanova
Opremljenost	*
PN [W/m2]	10.00
Pem [W/m2]	0.10

Ppc [W/m2]	0.00
tn [h]	200.00
td [h]	1800.00
CTE	Bez CTE
Fc [-]	1.00
Upravljanje	Ručno
Fo [-]	1.00
Upravljanje	Ručno
Fd [-]	1.00
LENI [kWh/m2]	20.00
Potrošnja [kWh/god] (referetni uvjeti)	7450.77

Tablica 103 Ulazni podaci za fotonaponski sustav - Fotonaponski sustav

Karakteristike PV sustava	
Ppk [kW]	36.90
Tip klime	Kontinentalna
ftilt [-]	1.13
Iref [kW/m2]	1.00
fperf [-]	0.70
Eel,pv,out [kWh/a]	36572.44

Prikaz izračuna strojarskih sustava

Tablica 104 Ulazni podaci za podsustav predaje grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Opći podaci	
Visina prostorije [m]	4.13
Prekidni rad	Da
fhydr [-]	1.01
ηctr [-]	0.95
ηstr [-]	1.00
ηemb [-]	0.98
ηem [-]	0.00

Tablica 105 Ulazni podaci za pomoćnu energiju podsustava predaje grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Pomoćna energija	
Φem [kW]	35.42
nfan [-]	0.00
npmp [-]	0.00
Pctr [W]	0.00
Ppmp [W]	0.00
Pfan [W]	0.00

Tablica 106 Ulazni podaci za podsustav razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Φem [kW]	35.42
Sustav grijanja	Dvocijevni
LL [m]	31.00
Lw [m]	13.00
hlev [m]	4.13
nlev [-]	1.00

Tablica 107 Karakteristike ogrjevnog medija podsustava razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Θs,des [°C]	40.00
Θr,des [°C]	35.0
Θi [°C]	20.00
Tip ogrjevnog tijela	Podno grijanje
Tip regulacije	Regulacija u ovisnosti o vanjskoj temperaturi i konstantnoj unutrašnjoj temperaturi
Tip razvoda (klasa)	Niskotemperaturni razvod
Vrsta regulacije kotla	Regulacija s promjenjivom temperaturom ogrjevnog medija

Tablica 108 Ulazni podaci za pomoćnu energiju podsustava razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Ukupan broj ogrjevnih tijela u grani	0
Balansiranoost mreže	Balansirana mreža

Položaj regulatora i tip regulacije	Standardni generator, regulacija prema vanjskoj temperaturi
Tip generatora topline	Generator sa sadržajem vode ≤0,3 Lit/kW, PH _{lem,out,max} < 35 kW
Pel,pmp [W]	300.00
Regulacija pumpe	Konstantan p
Smještaj komponenata	Komponente smještene u grijanoj zoni

Tablica 109 Ulazni podaci za dizalicu topline - Dizalica topline

Karakteristike dizalice topline	
Naziv	Dizalica topline
Režim rada dizalice topline	Paralelni režim rada
Vrsta dizalice topline	Zrak - voda
Učink u radnoj točki	56.00
Postoji dodatni električni grijač	Da
tco [h]	10.00
Θ _{gr} [°C]	15.00
P _{gen,aux,H} [kW]	0.01
P _{gen,aux,H} [kW]	0.01
P _{gen,aux,W} [kW]	0.01
P _{gen,aux,stand-by} [kW]	0.01
Smještaj pomoćnih uređaja	U grijanom prostoru
Θ _{hp,opr} [°C]	55.00
Θ _{w,out} [°C]	45.00
Θ _{w,in} [°C]	13.50
Θ _{bal} [°C]	-10.00
Θ _{e,des} [°C]	-15.00
Θ _{s,des} [°C]	40.00
Θ _{r,des} [°C]	35.00
Smještaj spremnika za grijanje	U grijanom prostoru
Smještaj spremnika za PTV	U grijanom prostoru
Cjevovodi grijanja izolirani	Da
Cjevovodi PTV-a izolirani	Da
V _{h,st} [l]	0.00
V _{w,st} [l]	0.00
L _{h,p} [m]	0.00
L _{w,p} [m]	0.00

Tablica 110 Prikaz izračuna tehničkih sustava - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Ime sustava	Energent	Razred SAUZ (GVik i PTV)	Razred SAUZ (električna energija)	Q _{gen, in, uk/Ehp, gen, in} [kWh]	W _{aux, uk} [kWh]	Edel [kWh]	Eprim [kWh]	CO ₂ [kg]
Dizalica topline	Hidrotermalna energija/Električna energija	C (1.00)	D (1.07)	7458.71	443.10	7901.81	12508.56	2212.51
Rasvjeta (ukupno)	Električna energija	-	-	7450.77	0.00	7450.77	11794.57	2086.22
Fotonapon	Sunčeva energija	-	-	-14909.48	-443.10	-15352.58	-24303.13	-4298.72
Ukupno		-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tablica 111 Izračun udjela OIE - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Eren = E _{sol,renew} + EPV + EHW,hp,renew,in [kWh]	55860.95
E _{sol,renew} [kWh]	0.00
EPV [kWh]	36572.44
EHW,hp,renew,in [kWh]	19288.51
Eren1 = Q _{gen,HW,in,renew} [kWh]	0.00
EL [kWh]	7450.77
Edel [kWh]	-7450.77
rren_teh = ((Eren + Eren1) / (Eren + Edel + EL)) * 100 [%]	100.00
rren_termo = ((Eren + Eren1) / (Eren + Edel)) * 100 [%]	115.39

Tablica 112 Udjeli OIE - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Eren [kWh]	Eren1 [kWh]	Edel [kWh]	EL [kWh]	rren_teh [%]	rren_termo [%]
55860.95	0.00	-7450.77	7450.77	100.00	115.39

Tablica 113 NZEB uvjeti - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50	1/h	2.00	3.00	Da
Q'' _{H,nd}	kWh/m ²	72.51	-	-
Q'' _{C,nd}	kWh/m ²	32.83	-	-
E'' _{prim}	kWh/m ²	0.00	-	-
Udio OIE	%	100.00	-	-

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Tablica 114 Energetski razredi - Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije

Energetski razred prema Q _{H,nd} *	C
Energetski razred prema E _{prim} *	A+

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Uvjeti na primarnu energiju

Tablica 8. – Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade (nZEB) grijane i/ili hladene na temperaturu 18 °C ili više

ZAHTJEVI ZA NOVE ZGRADE	Q'' _{H,nd} [kWh/(m ² ·a)]						E _{prim} [kWh/(m ² ·a)]	
	nZEB						nZEB	
	kontinent, θ _{mm} ≤ 3 °C			primorje, θ _{mm} > 3 °C			kont θ _{mm} ≤ 3 °C	prim θ _{mm} > 3 °C
VRSTA ZGRADE	f ₀ ≤ 0,20	0,20 < f ₀ < 1,05	f ₀ ≥ 1,05	f ₀ ≤ 0,20	0,20 < f ₀ < 1,05	f ₀ ≥ 1,05		
Višestambena	40,50	32,39 + 40,58·f ₀	75,00	24,84	19,86 + 24,89·f ₀	45,99	80	50
Obiteljska kuća	40,50	32,39 + 40,58·f ₀	75,00	24,84	17,16 + 38,42·f ₀	57,50	45	35
Uredska	16,94	8,82 + 40,58·f ₀	51,43	16,19	11,21 + 24,89·f ₀	37,34	35	25
Obrazovna	11,98	3,86 + 40,58·f ₀	46,48	9,95	4,97 + 24,91·f ₀	31,13	55	55
Bolnica	18,72	10,61 + 40,58·f ₀	53,21	46,44	41,46 + 24,89·f ₀	67,60	250	250
Hotel i restoran	35,48	27,37 + 40,58·f ₀	69,98	11,50	6,52 + 24,89·f ₀	32,65	90	70
Sportska dvorana	96,39	88,28 + 40,58·f ₀	130,89	37,64	32,66 + 24,91·f ₀	58,82	210	150
Trgovina	48,91	40,79 + 40,58·f ₀	83,40	13,90	8,92 + 24,91·f ₀	35,08	170	150
Ostale nestambene	40,50	32,39 + 40,58·f ₀	75,00	24,84	19,86 + 24,89·f ₀	45,99	/	/

Sukladno Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama obavezno je provođenje testa zrakopropusnosti.

Zona Zona 3 - dvorana

Tablica 115 NZEB uvjeti - Zona 3 - dvorana

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50	1/h	1.00	1.50	Da
Q''H,nd	kWh/m2	33.40	-	-
Q''C,nd	kWh/m2	5.07	-	-
E''prim	kWh/m2	0.00	-	-
Udio OIE	%	100.00	-	-

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Tablica 116 Energetski razredi - Zona 3 - dvorana

Energetski razred prema QH,nd*	B
Energetski razred prema Eprim*	A+

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Osnovni parametri zone

Tablica 117 Opći podaci - Zona 3 - dvorana

Namjena zone	Nestambeni dio
Tip zone	Zgrade za obrazovanje
Status zone	Nova
Vrsta prostora	Školske, fakultetske zgrade i druge odgojne i obrazovne ustanove
Vrsta zgrade	nZEB (Obavezna primjena za sve nove zgrade od 1.1.2020.)

Tablica 118 Rad sustava - Zona 3 - dvorana

Vrijeme rada sustava	S prekidom
td [h/dan]	14
duse, tj [dan/tj]	5

Tablica 119 Unutarnje temperature - Zona 3 - dvorana

Unutarnja postavna temperatura u sezoni grijanja $\Theta_{int. set. H}$ [°C]	20.0
Unutarnja postavna temperatura u sezoni hlađenja $\Theta_{int. set. C}$ [°C]	22.0

Tablica 120 Geometrijske karakteristike - Zona 3 - dvorana

Broj etaža	1.00
Prosječna visina etaže [m]	6.56
Oplošje grijanog dijela zgrade A [m2]	745.03
Obujam grijanog dijela zgrade Ve [m3]	1484.86
Obujam grijanog zraka V [m3]	964.32
Brutto podna površina [m2]	226.35
Površina zone s vanjskim dimenzijama Af [m2]	226.35
Ploština korisne površine zgrade Ak [m2]	196.00
Oplošje vanjske ovojnice bez otvora [m2]	471.67
Oplošje otvora [m2]	34.19
Oplošje podova [m2]	212.56*
Oplošje zidova prema negrijanim prostorijama [m2]	26.61
Faktor oblika zgrade f0 [m-1]	0.50
Klasa zgrade	Srednje teška: 250 <= m' <= 400 [kg/m2]
Masivnost konstrukcije (Cm) [J/K]	37347750.00

*U oplošje poda ulazi površina poda i površina zidova koja ovisi o debljini građevnog dijela i izloženom opsegu poda.

Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada

Tablica 121 Neprozirni građevni dijelovi objekta - Zona 3 - dvorana

P2 - pod na tlu - dvorana						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	4.05 Drvo	1.50	0.150	550.00	70.00	1.05
2	5.12 PE folija, preklapljen	0.03	0.190	1000.00	50000.00	12.50
3	4.05 Drvo	4.40	0.150	550.00	70.00	3.08

4	3.19 Cementni estrih	6.00	1.600	2000.00	50.00	3.00
5	Ekstrudirani polistiren (XPS)	10.00	0.033	25.00	150.00	15.00
6	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
7	Polimerbitumenske hidroizolacijske trake s filcom	1.00	0.230	1100.00	50000.00	500.00
8	2.03 Beton	10.00	2.000	2400.00	130.00	13.00
9	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	30.00	0.810	1700.00	3.00	0.90
Utot = 0.27 [W/m2K] Umax = 0.40 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
KK1 - kosi krov - iznad dvorane						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	4.01 Gipskartonske ploče	2.50	0.250	900.00	8.00	0.20
2	Neprovjetravani sloj zraka (toplinski tok vodoravan d=300 mm)	175.00	1.670	1.00	1.00	1.75
3	Čelični lim	0.04	58.500	7800.00	600000.00	240.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	18.90	0.035	70.00	1.00	0.19
5	Čelični lim	0.04	58.500	7800.00	600000.00	240.00
Utot = 0.15 [W/m2K] Umax = 0.25 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
VZ1 - vanjski zid						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.17 [W/m2K] Umax = 0.30 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
VZ2 - vanjski zid						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	2.01 Armirani beton	30.00	2.600	2500.00	130.00	39.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.25 [W/m2K] Umax = 0.30 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
UZ2 - zid prema negrijanoj prostoriji						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70

	cementna žbuka					
2	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	5.00	0.035	70.00	1.00	0.05
4	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
5	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
Utot = 0.17 [W/m2K] Umax = 0.40 [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.17 [W/m2K] Umax = - [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Nema uvjeta jer građevni dio je dio negrijane prostorije						
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	2.01 Armirani beton	30.00	2.600	2500.00	130.00	39.00
3	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	0.035	70.00	1.00	0.13
5	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	0.900	1650.00	10.00	0.05
6	3.16 Silikatna žbuka	0.20	0.900	1800.00	70.00	0.14
Utot = 0.25 [W/m2K] Umax = - [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Nema uvjeta jer građevni dio je dio negrijane prostorije						
P3 - pod na tlu - negrijana prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m3]	μ [-]	sd [m]
1	Epoksi pod	0.30	0.200	1200.00	10000.00	30.00
2	3.19 Cementni estrih	7.00	1.600	2000.00	50.00	3.50
3	Ekstrudirani polistiren (XPS)	8.00	0.033	25.00	150.00	12.00
4	Elastificirani ekspanzirani polistiren (EPS-T)	2.00	0.035	15.00	60.00	1.20
5	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
6	Polimerbitumenske hidroizolacijske trake s filcom	1.00	0.230	1100.00	50000.00	500.00
7	2.03 Beton	10.00	2.000	2400.00	130.00	13.00
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	30.00	0.810	1700.00	3.00	0.90
Utot = 0.30 [W/m2K] Umax = - [W/m2K] Uvjet Utot <= Umax: Nema uvjeta jer građevni dio je dio negrijane prostorije						

RK1 - ravni neprohodni krov - negrijana prostorija						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	sd [m]
1	2.01 Armirani beton	20.00	2.600	2500.00	130.00	26.00
2	2.03 Beton	4.00	2.000	2400.00	130.00	5.20
3	Parna brana - bit. traka s AL folijom	0.10	203.000	1000.00	1500000.00	1500.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	20.00	0.035	70.00	1.00	0.20
5	Filc, poliesterski filc, geotekstili	0.30	0.040	50.00	1.20	0.00
6	5.10 polimerna hidroizolacijska traka na bazi FPO/TPO	0.12	0.260	1600.00	90000.00	108.00
7	Filc, poliesterski filc, geotekstili	0.30	0.040	50.00	1.20	0.00
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	8.00	0.810	1700.00	3.00	0.24
Utot = 0.17 [W/m ² K] Umax = - [W/m ² K] Uvjet Utot <= Umax: Nema uvjeta jer građevni dio je dio negrijane prostorije						
UZ2 - zid između školskih prostorija i dvorane						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	sd [m]
1	Prođužna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
2	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	5.00	0.035	70.00	1.00	0.05
4	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	0.146	700.00	10.00	3.00
5	Prođužna vapneno-cementna žbuka	2.00	1.000	1800.00	35.00	0.70
Utot = 0.17 [W/m ² K] Umax = 0.60 [W/m ² K] Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						

Tablica 122 Otvori - Zona 3 - dvorana

Uw [W/m ² K]	Dio negrijane prostorije	Udio ostakljenja [%]	g _L	Vrsta zaslona	Uf [W/m ² K]	Ug [W/m ² K]	Otvor je kupola
Puna stolarija							
2.00	-	0.00	-	-	0.00	0.00	-
Utot = 2.00 [W/m ² K], Umax = 2.00 [W/m ² K], Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen							
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca							
1.05	Ne	75.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g _L =0.50)	Bijele ili reflektirajuće površine i malene transparentnosti (Fc=0.75)	2.10	0.70	Ne
Utot = 1.05 [W/m ² K], Umax = 1.60 [W/m ² K], Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen Ug = 0.70 [W/m ² K], Ug,max = 1.10 [W/m ² K], Uvjet Ug <= Ug,max: Zadovoljen							

Proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu

Vanjska ovojnica - neprozirni dijelovi

Tablica 123 Površine građevnih dijelova grijanog dijela objekta i pripadajući koeficijenti prolaska topline - Zona 3 - dvorana

Naziv građevnog dijela	Tip građevnog dijela	Površine po stranama svijeta [m ²]	Ukupna površina [m ²]	Nagib [°]	U [W/m ² K]	ΔU_{TM} [W/m ² K]	Hd [W/K]
KK1 - kosi krov	Kosi krovovi	-	226.35	0.00	0.15	0.05	45.16

- iznad dvorane	iznad grijanog prostora						
VZ1 - vanjski zid	Vanjski zidovi	S: 41.74 I: 63.26 J: 63.78 Z: 27.46	196.24	90.00	0.17	0.05	42.67
VZ2 - vanjski zid	Vanjski zidovi	S: 10.44 I: 15.82 J: 15.95 Z: 6.87	49.08	90.00	0.25	0.05	14.62

Vanjska ovojnica - otvori

Tablica 124 Površine otvora objekta i pripadajući koeficijenti prolaska topline - Zona 3 - dvorana

Naziv	Tip građevnog dijela	Površina [m ²]	Nagib [°]	Orijentacija	U [W/m ² K]	Hd [W/K]
Puna stolarija	Vanjska vrata s neprozirnim vratnim krilom	5.04	90.00	S	2.00	10.08
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	11.00	90.00	S	1.05	11.55
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	18.15	90.00	J	1.05	19.06

Definirani podovi

Tablica 125 Podaci o podu - Pod na tlu - Zona 3 - dvorana

Tip poda	Pod na tlu
Vrsta tla	Glinasto ili muljevito tlo
λ (Koeficijent toplinske provodljivosti tla) [W/m ² K]	1.50
Građevni dio na tlu (pod)	P2 - pod na tlu - dvorana
Zid u tlu	VZ1 - vanjski zid
Uzdignuti dio (strop)	-
Zid iznad tla	-
Ag (Površina poda) [m ²]	196.00
P (Izloženi opseg poda) [m]	35.85
W (Ukupna debljina zida) [m]	0.46
h (Visina uzdignutog podruma od razine tla) [m]	-
ϵ (Površina ventilacijskih otvora po opsegu uzdignutog prostora) [m ² /m]	-
v (Prosječna brzina vjetra na visini 10 m) [m ² /m]	-
Lokacija zgrade	-
z (Dubina podruma ispod razine tla) [m]	-
n (Broj izmjena zraka u podrumu) [1/h]	-
Vrsta toplinskog mosta	GF5
Ψ [W/mK]	0.60
B [m]	10.93
Hpe [W/K]	6.14
Hpi [W/K]	40.41
Hg [W/K]	49.03
Hg,avg [W/K]	49.01

Definirani podaci o ventilaciji

Tablica 126 Podaci o ventilaciji - Zona 3 - dvorana

Tip ventilacije	Mehanička
n50 [1/h]	1.00

ewind [-]	0.07
nreq [1/h]	2.60
Zadovoljava ventilacijski uvjet	Da
Postoji protok zraka između susjednih zona	Ne
nz,sup [1/h]	0.00
fwind [-]	15.00
Ima regulaciju protoka	Da
Smještaj AHU jedinice	Izvan zone
A (Referentna površina zone) [m2]	196.00
Samo odsisni sustav (bez dovoda)	Ne
Cductleak [-]	1.06
Cahuleak [-]	1.01
nue [1/h]	0.50
Θz [°C]	18.00
Schema GVIK sustava	Schema 2
	
Faktor povrata topline [-]	0.80
ninf [1/h]	0.07
Hve,inf [W/K]	22.95
nwin [1/h]	0.10
Hve,win [W/K]	32.79
nmech,sup [1/h]	2.76
nreq,H [1/h]	2.60
nreq,C [1/h]	2.60
HH,Ve,mech [W/K]	895.38
HC,Ve,mech [W/K]	895.38
HH,Ve,mech,rec [W/K]	179.08
HC,Ve,mech,rec [W/K]	179.08
Va [m3/(m2h)]	10.00

Definirani podaci o negrijanim prostorijama

Tablica 127 Podaci o negrijanoj prostoriji - Negrijana prostorija strojarne (izračun prema Metodologiji provođenja energetskeg pregleda, lipanj 2021.) - Zona 3 - dvorana

Naziv	Vu [m3]	nue [1/h]	Hiu [W/K]	Hue [W/K]	b [-]	Hu [W/K]
Negrijana prostorija strojarne (izračun prema Metodologiji provođenja energetskeg pregleda, lipanj 2021.)	57.00	0.50	5.89	36.15	0.86	5.06

Tablica 128 Granični građevni dijelovi grijanog i negrijanog prostora - Negrijana prostorija strojarne (izračun prema Metodologiji provođenja energetskeg pregleda, lipanj 2021.) - Zona 3 - dvorana

Građevni dio	Površina [m2]	U [W/m2K]	Nagib [°]
UZ2 - zid prema negrijanoj prostoriji	26.61	0.17	90.00

Tablica 129 Granični građevni dijelovi negrijanog prostora i vanjskog zraka - Negrijana prostorija strojarne (izračun prema Metodologiji provođenja energetskeg pregleda, lipanj 2021.) - Zona 3 - dvorana

Građevni dio	Površina [m2]	Orijentacija	U [W/m2K]	Nagib [°]
RK1 - ravni neprohodni krov - negrijana prostorija	19.98	J	0.17	0.00
VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija	2.88	I	0.17	90.00

VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija	8.76	S	0.17	90.00
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija	2.88	I	0.25	90.00
VZ2 - vanjski zid - negrijana prostorija	8.76	S	0.25	90.00
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca - negrijana prostorija	1.65	J	1.05	90.00
Puna stolarija - negrijana prostorija	3.42	I	2.00	90.00

Tablica 130 Granični podovi negrijanog prostora i vanjskog zraka - Negrijana prostorija strojarnice (izračun prema Metodologiji provođenja energetskog pregleda, lipanj 2021.) - Zona 3 - dvorana

Tip poda	Pod na tlu
Vrsta tla	Glinasto ili muljevito tlo
λ (Koeficijent toplinske provodljivosti tla) [W/m ² K]	1.50
Građevni dio na tlu (pod)	P3 - pod na tlu - negrijana prostorija
Zid u tlu	VZ1 - vanjski zid - negrijana prostorija
Uzdignuti dio (strop)	-
Zid iznad tla	-
Ag (Površina poda) [m ²]	15.92
P (Izloženi opseg poda) [m]	7.45
W (Ukupna debljina zida) [m]	0.46
h (Visina uzdignutog podruma od razine tla) [m]	-
ϵ (Površina ventilacijskih otvora po opsegu uzdignutog prostora) [m ² /m]	-
v (Prosječna brzina vjetra na visini 10 m) [m ² /m]	-
Lokacija zgrade	-
z (Dubina podruma ispod razine tla) [m]	-
n (Broj izmjena zraka u podrumu) [1/h]	-
Vrsta toplinskog mosta	GF5
Ψ [W/mK]	0.60
B [m]	4.27
Hpe [W/K]	1.40
Hpi [W/K]	3.58
Hg [W/K]	7.68

Definirani podaci o susjednim zonama

Tablica 131 Podaci o susjednoj zoni - Zona 3 - dvorana

Građevni dio	A [m ²]	U [W/m ² K]	θ_{adj} [°C]	HA [W/K]	Ulazi u oplošje grijanog dijela
UZ2 - zid između školskih prostorija i dvorane	58.35	0.17	20.00	0.00	Ne

Proračun toplinskih mostova

Ako je potencijalni toplinski most projektiran u skladu s hrvatskom normom koja sadrži katalog dobrih rješenja toplinskih mostova i/ili se radi o izvedbi nove zgrade koja nije okarakterizirana kao „niskoenergetska ili pasivna“, a svi građevni dijelovi vanjske ovojnice zgrade zadovoljavaju glede najviše dozvoljenih vrijednosti koeficijentata prolaska topline U (W/m²K), tada se može umjesto točnog proračuna ili Tablice 4.2, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem U, svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za $\Delta U_{TM} = 0.05$ W/(m²K).

Definirani podaci za solarne dobitke

Tablica 132 Podaci o građevnim dijelovima za solarne dobitke - Zona 3 - dvorana

Građevni dio	Orijentacija	Nagib [°]	Površina [m ²]	Ulazi u proračun	Kut obzora [°]	Orijentacija a kuta obzora	Kut nadstrešnice [°]	Orijentacija kuta nadstrešnice	Kut otklona a boč. stak. [°]	Orijentacija a kuta otklona boč. stak.	Tip površine
Ostakljena	J	90.00	18.15	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-

stolarija - bez zaštite od Sunca											
Ostakljen a stolarija - bez zaštite od Sunca	S	90.00	11.00	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
Puna stolarija	S	90.00	5.04	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
VZ2 - vanjski zid	S	90.00	10.44	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	I	90.00	15.82	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	J	90.00	15.95	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ2 - vanjski zid	Z	90.00	6.87	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ1 - vanjski zid	S	90.00	41.74	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ1 - vanjski zid	I	90.00	63.26	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ1 - vanjski zid	J	90.00	63.78	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
VZ1 - vanjski zid	Z	90.00	27.46	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
KK1 - kosi krov - iznad dvorane	S	0.00	226.35	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje

Definirani podaci za unutarnje dobitke

Tablica 133 Podaci o unutarnjim dobicima - Zona 3 - dvorana

Dobitak topline [W/m ²]	Površina [m ²]
6.00	196.00

Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period)

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20), Članku 17.:

(1) Pregrijavanje prostorija zgrade zbog djelovanja sunčeva zračenja tijekom ljeta potrebno je spriječiti odgovarajućim tehničkim rješenjima.

(2) Kada je tehničko rješenje iz stavka 1. Ovoga članka naprava za zaštitu od sunčeva zračenja prozirnih elemenata u ovojnici zgrade, tada za prostoriju s najvećim udjelom ostakljenja u ploštini pročelja, odnosno krova koji pripadaju toj prostoriji, produkt stupnja propuštanja ukupne energije kroz ostakljenje, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, g_{tot}, i udjela ploštine prozirnih elemenata u ploštini pročelja, odnosno krova promatrane prostorije, f, treba ispuniti zahtjev:

- 1. g_{tot}·f < 0,20 kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest ≥ 19,5 °C,
- 2. g_{tot}·f < 0,25 kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest < 19,5 °C.

(3) Za sve prozirne elemente iz stavka 2. ovoga članka čija ploština po pripadajućoj prostoriji iznosi više od 2 m², stupanj propuštanja ukupne energije, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, g_{tot}, treba ispuniti i zahtjev: g_{tot} < 0,40.

I Članku 18.:

Za prozore orijentirane prema sjeveru ili one koji su cijeli dan u sjeni, najveće dopuštene vrijednosti produkta g_{tot}·f i g_{tot} iz članka 18. stavaka 2. i 3. ovoga propisa smiju se povećati za 0,25. Kao sjeverna orijentacija podrazumijeva se područje kuta između smjera sjever i pravca okomitog na površinu fasade, koji odstupa od smjera sjever do 22,5°.

Provjera difuzije vodene pare

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20), Članku 35.:

(2) Kondenzacija vodene pare unutar građevnog dijela zgrade i njeno isparavanje računaju se u skladu s HRN EN ISO 13788:2002, uzimajući u obzir sljedeće uvjete:

- za stambenu zgradu i nestambenu zgradu javne namjene, u kojima nije uveden sustav klimatizacije, proračun se provodi za temperaturu unutarnjeg zraka $\theta_i = 20\text{ °C}$ i projektnu vlažnost zraka u skladu s intenzitetom korištenja prostora ili prema drugačijoj projektnoj temperaturi i vlažnosti zraka definiranoj Algoritmom, ovisno o pretežitoj namjeni prostora cijele zgrade ili toplinske zone zgrade (npr. dječji vrtići, domovi za starije osobe, bolnički stacionari, bazeni, sportske dvorane i dr. izvedeni kao samostalne zgrade ili toplinske zone zgrade iz članka 49. ovoga propisa),
- za zgradu u kojoj je uveden sustav klimatizacije proračun se provodi za projektom predviđenu vrijednost temperature i projektnu vlažnost zraka.

(4) Da kod kondenzacije vodene pare unutar građevnog dijela ne nastane građevinska šteta potrebno je ispuniti sljedeće uvjete:

1. građevni proizvod koji dolazi u dodir s kondenzatom ne smije biti oštećen (npr. uslijed korozije i sl.);
2. nastali kondenzat na jednoj ili više graničnih površina, na svakoj od tih površina, mora potpuno ispariti tijekom ljetnih mjeseci;
3. najveća ukupna količina kondenzata unutar građevnog dijela ne smije biti veća od $1,0\text{ kg/m}^2$, odnosno najveći sadržaj vlage u proizvodu sloja u kojem dolazi do kondenzacije vodene pare ne smije biti veći od vrijednosti koja je utvrđena u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod. Ovo se ne primjenjuje na slučaj propisan u podstavku 4. ovoga stavka;

4. ako kondenzat nastaje na graničnoj površini sa slojem proizvoda koji kapilarno ne upija vodu, tada najveća ukupna količina kondenzata unutar građevnog dijela ne smije biti veća od $0,5\text{ kg/m}^2$, odnosno najveći sadržaj vlage u proizvodu sloja u kojem dolazi do kondenzacije vodene pare ne smije biti veći od vrijednosti koja je utvrđena u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod;

5. ako se radi o drvu nije dopušteno povećanje njegovog sadržaja vlage u kg/kg za više od $0,05\text{ kg/kg}$, a kod industrijskih proizvoda koji su na bazi drva povećanje sadržaja vlage ne smije biti više od $0,03\text{ kg/kg}$. Ovo se ne primjenjuje na jednoslojne i višeslojne ploče od drvene vune.

Nadalje, sukladno Članku 36.:

(1) Dijelovi ovojnice grijane zgrade ili hladnjače, koji graniče s vanjskim zrakom ili negrijanim provjetravanim prostorijama (npr. tavan, garaža) moraju se projektirati i izvesti na način da se spriječi nastajanje uvjeta za razvoj gljivica i plijesni, odnosno da se spriječi kondenzacija vodene pare na površinama tih dijelova.

(2) Računski dokaz ispunjenja zahtjeva iz stavka 1. ovoga članka provodi se prema HRN EN ISO 13788:2002

Tablica 134 Izračun frsi - Zona 3 - dvorane

Mjesec	$\theta_e\text{ [°C]}$	$\theta_i\text{ [°C]}$	ϕ_i	$p_i\text{ [Pa]}$	$p_{sat}(\theta_{si})\text{ [Pa]}$	$\theta_{si,min}\text{ [°C]}$	fR_{si}
1.00	0.50	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.62
2.00	2.40	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.58
3.00	6.60	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.45
4.00	11.60	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.12
5.00	16.60	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
6.00	20.00	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
7.00	21.50	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
8.00	20.80	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
9.00	15.70	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
10.00	10.90	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.19
11.00	6.00	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.47
12.00	0.90	20.00	0.50	1168.48	1460.59	12.62	0.61

KK1 - kosi krov - iznad dvorane - Kosi krovovi iznad grijanog prostora

Tablica 135 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - KK1 - kosi krov - iznad dvorane

KK1 - kosi krov - iznad dvorane					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.15 <= 0.25		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.99 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		43.72 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.15 <= 0.25		Zadovoljava	
KK1 - kosi krov - iznad dvorane					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	4.01 Gipskartonske ploče	2.50	900.00	0.250	0.10
1	Neprovjetravani sloj zraka (toplinski tok vodoravan d=300 mm)	175.00	1.00	1.670	1.05
2	Čelični lim	0.04	7800.00	58.500	0.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN	18.90	70.00	0.035	5.40

	13162				
4	Čelični lim	0.04	7800.00	58.500	0.00
					RSi = 0.10
					RSe = 0.04
					RT = 6.69

Tablica 136 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - KK1 - kosi krov - iznad dvorane

Na slojevima nema pojave kondenzacije

VZ1 - vanjski zid - Vanjski zidovi

Tablica 137 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - VZ1 - vanjski zid

VZ1 - vanjski zid					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.17 <= 0.30		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.98 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		275.20 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.17 <= 0.30		Zadovoljava	
VZ1 - vanjski zid					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1800.00	1.000	0.02
1	Porotherm 30 S Plus opeka	30.00	700.00	0.146	2.05
2	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	70.00	0.035	3.71
4	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
5	3.16 Silikatna žbuka	0.20	1800.00	0.900	0.00
					RSi = 0.13
					RSe = 0.04
					RT = 5.97

Tablica 138 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - VZ1 - vanjski zid

Na slojevima nema pojave kondenzacije

VZ2 - vanjski zid - Vanjski zidovi

Tablica 139 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - VZ2 - vanjski zid

VZ2 - vanjski zid					
Toplinska zaštita		U [W/m2K] = 0.25 <= 0.30		Zadovoljava	
Površinska vlažnost		fRsi = 0.97 > 0.62		Zadovoljava	
Dinamičke karakteristike		815.20 ≥ 100 kg/m2 U [W/m2K] = 0.25 <= 0.30		Zadovoljava	
VZ2 - vanjski zid					
Redni br.	Materijal	d [cm]	ρ [kg/m3]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
0	Produžna vapneno-cementna žbuka	2.00	1800.00	1.000	0.02
1	2.01 Armirani beton	30.00	2500.00	2.600	0.12
2	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	13.00	70.00	0.035	3.71
4	3.22 Polimerno-cementno ljepilo	0.50	1650.00	0.900	0.01
5	3.16 Silikatna žbuka	0.20	1800.00	0.900	0.00
					RSi = 0.13
					RSe = 0.04
					RT = 4.03

Tablica 140 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - VZ2 - vanjski zid

Na slojevima nema pojave kondenzacije

Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu

Tablica 141 Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu

Naziv građevnog dijela	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	HD [W/K]
KK1 - kosi krov - iznad dvorane	226.35	0.20	45.16
VZ1 - vanjski zid	196.24	0.22	42.67
VZ2 - vanjski zid	49.08	0.30	14.62
Ukupno			102.46

Toplinski gubici kroz vanjske otvore

Tablica 142 Toplinski gubici kroz vanjske otvore

Naziv građevnog dijela	Orijentacija	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	HD [W/K]
Puna stolarija	S	5.04	2.00	10.08
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	S	11.00	1.05	11.55
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	J	18.15	1.05	19.06
Ukupno				40.69

Toplinski gubici kroz tlo

Tablica 143 Toplinski gubici kroz tlo - Zona 3 - dvorana

	Naziv i tip građevnog dijela	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	Hg,avg [W/K]
1	Pod na tlu	196.00	0.27	49.01
Ukupno				49.01

Toplinski gubici kroz negrijane prostorije

Tablica 144 Toplinski gubici kroz negrijane prostorije - Zona 3 - dvorana

Negrijana prostorija	HT, iu [W/K]	HT, ue [W/K]	HV, ue [W/K]	n [1/h]	Hiu [W/K]	Hue [W/K]	bu	Hu [W/K]
Negrijana prostorija strojarne (izračun prema Metodologiji provođenja energetskog pregleda, lipanj 2021.)	5.89	26.57	9.58	0.50	5.89	36.15	0.86	5.06
Ukupno								5.06

Toplinski gubici kroz susjedne zone

Tablica 145 Toplinski gubici kroz susjedne zone - Zona 3 - dvorana

Građevni dio	A [m2]	Ua [W/m2K]	θadj [°C]	HA [W/K]
UZ2 - zid između školskih prostorija i dvorane	58.35	0.17	20.00	0.00
Ukupno				0.00

Koeficijenti transmisivskih gubitaka

Tablica 146 Koeficijent transmisivne izmjene topline HTr prema HRN EN ISO 13790

HTr,avg = HD + Hg,avg + HU + HA [W/K]	
HD - Koeficijent transmisivne izmjene topline prema vanjskom okolišu [W/K]	143.14
Hg,avg - Uprosječeni koeficijent transmisivne izmjene topline prema tlu [W/K]	49.01
HU - Koeficijent transmisivne izmjene topline prema negrijanom prostoru [W/K]	5.06
HA - Koeficijent transmisivne izmjene topline prema susjednim zonama [W/K]	0.00
HTr [W/K]	197.21

Ventilacijski gubici

Tablica 147 Toplinski gubici - Zona 3 - dvorana

Vrsta ventilacije	Mehanička
Broj izmjena zraka uslijed infiltracije ninf [1/h]	0.07
Broj izmjena zraka nwin [1/h]	0.10
Broj izmjena zraka prema susjednoj zoni nz, sup [1/h]	0.00
Broj izmjena zraka prema negrijanom prostoru nue [1/h]	0.50
Volumen prostora [m3]	964.32
Koeficijent gubitaka topline provjetravanjem, Hv [W/K]	219.67
nmech, sup [1/h]	2.76
nreq, H [1/h]	2.60
nreq, C [1/h]	2.60
Koeficijent gubitaka topline mehaničke ventilacije (sezona grijanja), HH,Ve,mech [W/K]	895.38
Koeficijent gubitaka topline mehaničke ventilacije (sezona hlađenja), HC,Ve,mech [W/K]	895.38
Faktor povrata topline [-]	0.80
Koeficijent gubitaka topline mehaničke ventilacije s rekuperacijom (sezona grijanja), HH,Ve,mech,rec [W/K]	179.08
Koeficijent gubitaka topline mehaničke ventilacije s rekuperacijom (sezona hlađenja), HC,Ve,mech,rec [W/K]	179.08
Va [m3/(m2h)]	10.00

Ukupni gubici

Tablica 148 Ukupni koeficijent gubitaka topline - Zona 3 - dvorana

Ukupni koeficijent gubitaka topline (stvarni klimatski podaci) [W/K]	595.96
--	--------

Solarni dobici

Tablica 149 Solarni dobici - Zona 3 - dvorana

Naziv	Strana svijeta	Dobitak [kWh]
Puna stolarija	S	0.00
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	S	1363.02
Ostakljena stolarija - bez zaštite od Sunca	J	4618.65

Unutarnji dobici topline

Tablica 150 Podaci za unutarnje dobice topline - Zona 3 - dvorana

Ak [m2]	Specifični unutarnji dobitak - qspec [W/m2]	Qint,uk [kWh]
196.00	6.00	10301.76

Potrebna energija za grijanje Qh,nd

Tablica 151 Potrebna energija za grijanje po mjesecima - Zona 3 - dvorana

Mjesec	QH,nd,day [kWh]	QH,Tr [kWh]	QH,Ve [kWh]	QHeater [kWh]	QSteam [kWh]	Qint [kWh]	Qsol [kWh]	Qgn [kWh]
1	108.73	2528.58	13927.41	0.00	0.00	874.94	329.28	1204.23

2	89.39	2087.23	11356.58	0.00	0.00	790.27	431.54	1221.82
3	55.46	1829.04	9576.58	0.00	0.00	874.94	575.52	1450.46
4	17.58	1213.96	5808.85	0.00	0.00	846.72	618.94	1465.66
5	0.00	740.87	2434.32	0.00	0.00	874.94	552.41	1427.36
6	0.00	338.70	2.88	0.00	0.00	846.72	537.39	1384.11
7	0.00	177.29	-1071.34	0.00	0.00	874.94	577.71	1452.65
8	0.00	257.67	-571.38	0.00	0.00	874.94	580.32	1455.26
9	0.00	816.10	2972.10	0.00	0.00	846.72	568.18	1414.90
10	26.73	1335.73	6508.39	0.00	0.00	874.94	549.09	1424.04
11	67.41	1836.27	9679.49	0.00	0.00	846.72	374.62	1221.34
12	107.78	2482.19	13638.74	0.00	0.00	874.94	286.66	1161.60

Mjesec	aH [-]	yH [-]	yH,lim [-]	fH,m [-]	LH,m [d/mj]	ηH,gn [-]	QH,nd,mj [kWh]
1	1.60	0.07	1.62	1.00	31.00	0.99	2407.56
2	1.60	0.09	1.62	1.00	28.00	0.98	1787.77
3	1.60	0.13	1.62	1.00	31.00	0.97	1228.13
4	1.60	0.21	1.62	1.00	30.00	0.93	376.72
5	1.60	0.45	1.62	0.83	26.00	0.83	0.00
6	1.60	4.05	1.62	0.00	0.00	0.23	0.00
7	1.60	1000.00	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1.60	1000.00	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.60	0.37	1.62	0.50	15.00	0.86	0.00
10	1.60	0.18	1.62	1.00	31.00	0.95	591.94
11	1.60	0.11	1.62	1.00	30.00	0.98	1444.59
12	1.60	0.07	1.62	1.00	31.00	0.99	2386.63
							10223.33

Tablica 152 Potrebna energija za hlađenje po mjesecima - Zona 3 - dvorana

Mjesec	QC,nd,day [kWh]	QC,Tr [kWh]	QC,Ve [kWh]	Qcool [kWh]	Qint [kWh]	Qsol [kWh]	Qgn [kWh]
1	0.00	2749.12	15355.86	0.00	874.94	329.28	1204.23
2	0.00	2286.42	12646.79	0.00	790.27	431.54	1221.82
3	0.00	2049.57	11005.03	0.00	874.94	575.52	1450.46
4	0.00	1427.38	7191.22	0.00	846.72	618.94	1465.66
5	2.93	961.40	3862.77	0.00	874.94	552.41	1427.36
6	23.53	552.12	1385.25	0.00	846.72	537.39	1384.11
7	35.10	397.82	357.11	0.00	874.94	577.71	1452.65
8	28.79	478.20	857.07	0.00	874.94	580.32	1455.26
9	0.00	1029.51	4354.48	0.00	846.72	568.18	1414.90
10	0.00	1556.26	7936.84	0.00	874.94	549.09	1424.04
11	0.00	2049.69	11061.86	0.00	846.72	374.62	1221.34
12	0.00	2702.72	15067.19	0.00	874.94	286.66	1161.60

Mjesec	aC [-]	yC [-]	yC,lim [-]	fC,m [-]	LC,m [d/mj]	ηC,gn [-]	QC,nd,mj [kWh]
1	1.60	15.03	1.62	0.00	0.00	0.07	0.00
2	1.60	12.22	1.62	0.00	0.00	0.08	0.00
3	1.60	9.00	1.62	0.00	0.00	0.11	0.00
4	1.60	5.88	1.62	0.00	0.00	0.16	0.00
5	1.60	3.38	1.62	0.00	0.00	0.26	0.00
6	1.60	1.40	1.62	0.61	18.00	0.51	302.47
7	1.60	0.52	1.62	1.00	31.00	0.79	777.13
8	1.60	0.92	1.62	0.74	23.00	0.64	472.97
9	1.60	3.81	1.62	0.00	0.00	0.24	0.00
10	1.60	6.67	1.62	0.00	0.00	0.14	0.00
11	1.60	10.74	1.62	0.00	0.00	0.09	0.00
12	1.60	15.30	1.62	0.00	0.00	0.06	0.00
							1552.57

Rezultati proračuna

Tablica 153 Rezultati proračuna - Zona 3 - dvorana

Godišnja potrebna toplina za grijanje QH,nd [kWh/a]	10223.33
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne	33.40 (max=24.15)

površine Q"H,nd [kWh/m2a]	
Godišnja potrebna toplina za hlađenje QC,nd [kWh/a]	1552.57
Godišnja potrebna toplina za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine Q"C,nd [kWh/m2a]	5.07 (max=50.00)
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade H'tr,adj [W/m2K]	0.26 (max=0.60)
Energetski razred (prema QH,nd)*	B

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Ukupni rezultati izračuna i provjera uvjeta

Prikaz izračuna elektrotehničkih sustava

Tablica 154 Izračun LENI - Rasvjeta

Prostorija	Rasvjeta
Ak - korisna površina [m2]	196.00
Tip prostora	Obrazovna ustanova
Opremljenost	*
PN [W/m2]	10.00
Pem [W/m2]	0.10
Ppc [W/m2]	0.00
tn [h]	200.00
td [h]	1800.00
CTE	Bez CTE
Fc [-]	1.00
Upravljanje	Ručno
Fo [-]	1.00
Upravljanje	Ručno
Fd [-]	1.00
LENI [kWh/m2]	20.00
Potrošnja [kWh/god] (referetni uvjeti)	3920.20

Tablica 155 Ulazni podaci za fotonaponski sustav - Fotonaponski sustav

Karakteristike PV sustava	
Ppk [kW]	19.42
Tip klime	Kontinentalna
ftilt [-]	1.13
Iref [kW/m2]	1.00
fperf [-]	0.70
Eel,pv,out [kWh/a]	19247.61

Prikaz izračuna strojarskih sustava

Tablica 156 Ulazni podaci za podsustav predaje grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Opći podaci	
Visina prostorije [m]	0.10
Prekidni rad	Da
fhydr [-]	1.01
ηctr [-]	0.99
ηstr [-]	0.95
ηemb [-]	1.00
ηem [-]	0.00

Tablica 157 Ulazni podaci za pomoćnu energiju podsustava predaje grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Pomoćna energija	
Φem [kW]	13.03
nfan [-]	4.00
npmp [-]	0.00
Pctr [W]	1.00
Ppmp [W]	0.00
Pfan [W]	60.00

Tablica 158 Ulazni podaci za podsustav razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Φem [kW]	13.03
----------	-------

Sustav grijanja	Dvocijevni
LL [m]	10.00
Lw [m]	10.00
hlev [m]	0.10
nlev [-]	1.00

Tablica 159 Karakteristike ogrjevnog medija podsustava razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Θs,des [°C]	45.00
Θr,des [°C]	40.0
Θi [°C]	20.00
Tip ogrjevnog tijela	Ventilokonvektor
Tip regulacije	Regulacija u ovisnosti o vanjskoj temperaturi i konstantnoj unutrašnjoj temperaturi
Tip razvoda (klasa)	Niskotemperaturni razvod
Vrsta regulacije kotla	Regulacija s promjenjivom temperaturom ogrjevnog medija

Tablica 160 Ulazni podaci za pomoćnu energiju podsustava razvoda grijanja (sobni sustav) - Dizalica topline

Ukupan broj ogrjevnih tijela u grani	0
Balansiranost mreže	Balansirana mreža
Položaj regulatora i tip regulacije	Standardni generator, regulacija prema vanjskoj temperaturi
Tip generatora topline	Generator sa sadržajem vode ≤0,3 Lit/kW, PH _{lem,out,max} < 35 kW
Pel,pmp [W]	300.00
Regulacija pumpe	Konstantan p
Smještaj komponenata	Komponente smještene u grijanoj zoni

Tablica 161 Ulazni podaci za dizalicu topline - Dizalica topline

Karakteristike dizalice topline	
Naziv	Dizalica topline
Režim rada dizalice topline	Paralelni režim rada
Vrsta dizalice topline	Zrak - voda
Učinak u radnoj točki	29.00
Postoji dodatni električni grijač	Da
tco [h]	7.00
Θgr [°C]	15.00
Pgen,aux,HW [kW]	0.01
Pgen,aux,H [kW]	0.01
Pgen,aux,W [kW]	0.01
Pgen,aux,stand-by [kW]	0.01
Smještaj pomoćnih uređaja	U grijanom prostoru
Θhp,opr [°C]	55.00
Θw,out [°C]	45.00
Θw,in [°C]	13.50
Θbal [°C]	-10.00
Θe,des [°C]	-15.00
Θs,des [°C]	45.00
Θr,des [°C]	40.00
Smještaj spremnika za grijanje	U grijanom prostoru
Smještaj spremnika za PTV	U grijanom prostoru
Cjevovodi grijanja izolirani	Da
Cjevovodi PTV-a izolirani	Da
Vh,st [l]	0.00
Vw,st [l]	0.00
Lh,p [m]	0.00
Lw,p [m]	0.00

Tablica 162 Prikaz izračuna tehničkih sustava - Zona 3 - dvorana

Ime sustava	Energent	Razred SAUZ (GVik i PTV)	Razred SAUZ (električna energija)	Qgen, in, uk/Ehp, gen, in [kWh]	Waux, uk [kWh]	Edel [kWh]	Eprim [kWh]	CO2 [kg]
Dizalica topline	Hidrotermalna energija/Električna energija	C (1.00)	D (1.07)	2935.34	663.13	3598.47	5696.38	1007.57
Rasvjeta (ukupno)	Električna energija	-	-	3920.20	0.00	3920.20	6205.67	1097.65
Fotonapon	Sunčeva energija	-	-	-6855.54	-663.13	-7518.67	-11902.05	-2105.23

Ukupno		-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--------	--	---	---	------	------	------	------	------

Tablica 163 Izračun udjela OIE - Zona 3 - dvorana

Eren = Esol,renew + EPV + EHW,hp,renew,in [kWh]	26369.33
Esol,renew [kWh]	0.00
EPV [kWh]	19247.61
EHW,hp,renew,in [kWh]	7121.72
Eren1 = Qgen,HW,in,renew [kWh]	0.00
EL [kWh]	3920.20
Edel [kWh]	-3920.20
rren_teh = ((Eren + Eren1) / (Eren + Edel + EL)) * 100 [%]	100.00
rren_termo = ((Eren + Eren1) / (Eren + Edel)) * 100 [%]	117.46

Tablica 164 Udjeli OIE - Zona 3 - dvorana

Eren [kWh]	Eren1 [kWh]	Edel [kWh]	EL [kWh]	rren_teh [%]	rren_termo [%]
26369.33	0.00	-3920.20	3920.20	100.00	117.46

Tablica 165 NZEB uvjeti - Zona 3 - dvorana

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50	1/h	1.00	1.50	Da
Q"H,nd	kWh/m2	33.40	-	-
Q"C,nd	kWh/m2	5.07	-	-
E"prim	kWh/m2	0.00	-	-
Udio OIE	%	100.00	-	-

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Tablica 166 Energetski razredi - Zona 3 - dvorana

Energetski razred prema QH,nd*	B
Energetski razred prema Eprim*	A+

*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

Uvjeti na primarnu energiju

Tablica 8. – Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade (nZEB) grijane i/ili hladene na temperaturu 18 °C ili više

ZAHTJEVI ZA NOVE ZGRADE	$Q_{H,nd}^{*} [kWh/(m^2 \cdot a)]$						$E_{prim} [kWh/(m^2 \cdot a)]$	
	nZEB						nZEB	
	kontinent, $\theta_{mm} \leq 3^{\circ}C$			primorje, $\theta_{mm} > 3^{\circ}C$			kont $\theta_{mm} \leq 3^{\circ}C$	prim $\theta_{mm} > 3^{\circ}C$
VRSTA ZGRADE	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$		
Višestambena	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	80	50
Obiteljska kuća	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$17,16 + 38,42 \cdot f_0$	57,50	45	35
Uredska	16,94	$8,82 + 40,58 \cdot f_0$	51,43	16,19	$11,21 + 24,89 \cdot f_0$	37,34	35	25
Obrazovna	11,98	$3,86 + 40,58 \cdot f_0$	46,48	9,95	$4,97 + 24,91 \cdot f_0$	31,13	55	55
Bolnica	18,72	$10,61 + 40,58 \cdot f_0$	53,21	46,44	$41,46 + 24,89 \cdot f_0$	67,60	250	250
Hotel i restoran	35,48	$27,37 + 40,58 \cdot f_0$	69,98	11,50	$6,52 + 24,89 \cdot f_0$	32,65	90	70
Športska dvorana	96,39	$88,28 + 40,58 \cdot f_0$	130,89	37,64	$32,66 + 24,91 \cdot f_0$	58,82	210	150
Trgovina	48,91	$40,79 + 40,58 \cdot f_0$	83,40	13,90	$8,92 + 24,91 \cdot f_0$	35,08	170	150
Ostale nestambene	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	/	/

Sukladno Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama obavezno je provođenje testa zrakopropusnosti.

Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom + Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije + Zona 3 - dvorana (pretežita namjena)

Tablica 167 Pretežita namjena ulazni podaci - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom + Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije + Zona 3 - dvorana

Zone	Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom, Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije, Zona 3 - dvorana
Dominantna zona	Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom
Pretežita namjena	Nestambeni dio
Vrsta prostora	Školske, fakultetske zgrade i druge odgojne i obrazovne ustanove
Status prostora	Nova
Kompleksnost termotehničkog sustava	Složeni
Unutarnja projektna temperatura (sez. grijanja) [°C]	20.00
Unutarnja projektna temperatura (sez. hlađenja) [°C]	22.00
tkor [h/dan]	12
tv,mech [h/dan]	14
td [h/dan]	14
dus,tj [dan/tj.]	5
Način grijanja	Centralno
Način pripreme PTV-a	Centralno
Način hlađenja	Centralno
Ak [m2]	1177.36
Ak' [m2]	1287.49
Brutto površina poda [m2]	1505.62
QW [kWh]	0.00
LENI [kWh]	23548.38
Razred učinkovitosti za energiju za grijanje, hlađenje i pripremu potrošne tople vode	C
Razred učinkovitosti za električnu energiju	D

Tablica 168 Pretežita namjena izračunati podaci - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom + Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije + Zona 3 - dvorana

f0 [-]	0.43
Htr,adj [W/K]	0.30
QH,nd [kWh]	62785.35
Q"H,nd [kWh/m2]	48.77
QC,nd [kWh]	18634.99
Q"C,nd [kWh/m2]	14.47
Edel [kWh]	0.00
E"del [kWh/m2]	0.00
Eprim [kWh]	0.00
E"prim [kWh/m2]	0.00
Emisija CO2 [kgCO2]	0.00
Emisija CO2,spec [kgCO2/m2]	0.00
rren,teh [%]	100.00
rren,termo [%]	117.26

Tablica 169 NZEB uvjeti - Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom + Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije + Zona 3 - dvorana

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50 (Zona 1 - školski prostori s mehaničkom rekuperacijom)	1/h	1.00	1.50	Da
n50 (Zona 2 - školski prostori bez mehaničke rekuperacije)	1/h	2.00	3.00	Da
n50 (Zona 3 - dvorana)	1/h	1.00	1.50	Da
Q"H,nd	kWh/m2	48.77	21.31	Da *
Q"C,nd	kWh/m2	14.47	50.00	Da
E"prim	kWh/m2	0.00	55.00	Da
Udio OIE	%	100.00	30.00	Da

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

* Sukladno članku 9., stavku (8) Tehničkog propisa, proračunata godišnja potrebna primarna energija za grijanje E_{prim} je za najmanje 20% niža od najvećih dopuštenih vrijednosti, te se time smatra da su ispunjeni uvjeti za godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje Q_{hnd} i godišnju potrebnu energiju za hlađenje Q_{cnd} .

5. INFORMATIVNI PODACI O ENERGETSKOM RAZREDU

Određivanje energetske razreda primjenjuje se za IZGRAĐENE zgrade.

Ovim projektom daju se INFORMATIVNI podaci o energetske razreda koji će izgrađena zgrada ostvarivati ako se izvede u potpunosti prema ovom projektu.

Podaci se odnose na REFERENTNE klimatske podatke (a ne stvarne), a proračun je usklađen s trenutno važećim propisima o energetske certificiranju.

Kao pretežita namjena, proračunom sukladno Metodologiji o provođenju energetske pregleda zgrade (lipanj 2021.), određena je namjena – školske i fakultetske zgrade.

Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje	$Q''_{H,nd}$	46,42	kWh/m ² a
Pretežita namjena prema Pravilniku o energetske certificiranju	NSZ2		
	Školske i fakultetske zgrade		
Energetski razred	B		

Specifična godišnja primarna energija	E_{prim}/A_K	0,00	kWh/m ² a
Energetski razred	A+		

Glavni projektant:

PETRIC BALIJA, dipl. ing. arh.

6. TEHNIČKI OPIS I ISPUNJENJE UVJETA ZVUČNE ZAŠTITE

6.1. UVOD

Elaboratom zvučne zaštite se daju uvjeti izgradnje i aproksimativni proračuni kojima se dokazuje da je zadovoljeno zahtjevima pravilnika iz područja akustike u građevinarstvu.

Zaštita od buke je niz mjera primjenjenih u projektu kojima se osigurava zaštita građevine od zvučne i udarne buke za pojedine elemente konstrukcije, kao i za građevinu u cjelini.

Te mjere obuhvaćaju uvjete izgradnje elemenata konstrukcije, kao i aproksimativne proračune kojima se dokazuje da je zadovoljeno zahtjevima primjenjenih tehničkih propisa.

Tehnički uvjeti navedeni u ovom elaboratu odnose se samo na osiguranje minimalne zvučne zaštite, pa se uz ostale tehničke uvjete obvezno primjenjuju. Ostali uvjeti kvalitete izvedbe biti će sadržani u odgovarajućim dijelovima izvedbenog arhitektonsko-građevinskog projekta ili u projektu instalacija.

Prilikom projektiranja predmetnih zgrada u pogledu zahtjeva za akustičkom izolacijom predmetnog objekta uzete su u obzir odrednice slijedećih zakona, pravilnika i standarda:

1. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23)
2. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24)
3. Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
4. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
5. Zakon o normizaciji (NN 80/13)
6. Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)
7. Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)
8. Pravilnik o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera zaštite od buke (NN 91/07)
9. Pravilnik o mjerama zaštite od buke izvora na otvorenom prostoru (NN 156/08)
10. Pravilnik o standardima za akustiku u zgradarstvu (Službeni list 67/89)
11. Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN 103/08)
12. Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)
13. HRN U.J6.001 - Akustika u građevinarstvu. Termini i definicije.
14. HRN U.J6.151 - Standardna vrijednost za ocjenu zvučne izolacije.
15. HRN U.J6.201 - Akustika u zgradarstvu. Tehnički uvjeti za projektiranje i građenje objekata.
16. HRN U.J6.215 - Tehnički uvjeti za projektiranje i izgradnju. Akustička kvaliteta malih i srednjih prostorija.
17. DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau
18. Vieweg HandBuch Bauphysik, Wiesbaden 2006
19. Direktiva 2002/49/EZ

Analiza zaštite od buke izrađena je na osnovu navedenih važećih zakona, pravilnika i hrvatskih normi, pa ih se je izvoditelj radova dužan pridržavati kod izvedbe.

U slučaju promjene vrste materijala ili konstrukcije novi sastav ne smije imati lošije karakteristike od ovih utvrđenih u ovom elaboratu.

6.2. AKUSTIČKA ZAŠTITA

Osnovna zaštita prostora od buke iz okoline sastoji se u projektiranju i izvedbi takvih konstruktivnih elemenata objekta koji svojom velikom površinskom masom osiguravaju dovoljnu izolacijsku moć od prodora buke, te u primjeni takvih elemenata u uređenju prostora, kojima se dio buke apsorbira i prigušuje, te time smanjuje njezina količina i intenzitet.

Prema HRN U.J6.201 - tablica 1, predmetni objekt svrstavamo u grupu zgrada pod točkom F – škole, fakulteti i sl. Time se postavljaju slijedeći zahtjevi:

- zid bez vrata između učionica, između učionica i kabineta, između učionica i prostorija druge namjene i između kabineta - $R_{w \min} = 52 \text{ dB}$
- zid s vratima između učionice ili kabineta i hodnika - $D_{w \min} = 37 \text{ dB}$
- sve međukatne konstrukcije - $R_{w \min} = 52 \text{ dB}$, $L_{w \min} = 63 \text{ dB}$

Prema podacima iz termotehničkog projekta niti jedan uređaj ugrađen u građevini neće prelaziti ekvivalentnu razinu od $L_{eq} = 70 \text{ dB(A)}$, te se prema odredbama HRN U.J6.201 niti jedan prostor ne smatra „bučnom“ ili „vrlo bučnom“ prostorijom.

Građevina se sukladno urbanističkim planovima nalazi u zoni društvene namjene, te se prema *Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)* svrstava u zonu 3 – zona mješovite, pretežito stambene namjene.

S obzirom da se građevina nalazi u zoni stambene izgradnje, pretpostavka je da razina rezidualne buke nije veća od tabličnih vrijednosti *Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)*, te sukladno članku 5., stavak (1), emisija buke koja bi nastala od novoprojektiranih, izgrađenih, rekonstruiranih ili adaptiranih građevina s pripadnim izvorima buke ne smije povećati postojeće razine buke iz Pravilnika za 1 dB(A) .

Dopuštene razine buke u zatvorenim boravišnim prostorima za predmetnu zonu iznose:

- 35 dB(A) za dan
- 30 dB(A) za večer
- 25 dB(A) za noć

Dozvoljena razina buke u otvorenom prostoru za predmetnu zonu iznosi:

- 55 dB(A) za dan
- 55 dB(A) za večer
- 45 dB(A) za noć
- 57 dB(A) za cijeli dan

Prema normi HNR U.J6.201:

Bučne (pogonske ili poslovne) prostorije - prostorije u kojim vlada buka ekvivalentnog nivoa iznad 70 dBA , a ispod 85 dBA , za bilo koja tri 15-minutnog perioda u toku dana ili noći.

Vrlo bučne prostorije - prostorije u kojim vlada buka ekvivalentnog nivoa od 85 dBA ili iznad ove vrijednosti, za bilo koja tri 15-minutnog perioda u toku dana ili noći. U vrlo bučnim prostorijama moraju se predvidjeti posebne mjere zvučne zaštite pomoći kojih će se buka u ugroženim prostorijama svesti na dozvoljeni nivo.

Kod pregrada između nejednakih ili smaknutih prostorija za površinu pregrade se uzima samo površina zajedničkog dijela pregrade. Ako je zajednička površina pregrade $< 8 \text{ m}^2$ ili ako je zajednički dio pregrade nepravilnog oblika - **umjesto R_w koristi se D_w** .

6.3. APROKSIMATIVNI PRORAČUNI ZA RELEVANTNE KONSTRUKTIVNE ELEMENTE

1) Zvučna izolacija obodnog vanjskog zida:

a) Sastav konstrukcije:

- vapneno-cementna žbuka – $2,0 \text{ cm}$ (1800 kg/m^3)
- Porotherm 30S Plus opeka – $30,0 \text{ cm}$ (700 kg/m^3)

- polimercementno ljepilo – 0,2 cm (1100 kg/m^3)
- ploče MW – 13,0 cm (70 kg/m^3)
- polimercementno ljepilo – 0,5 cm (1100 kg/m^3)
- silikatna žbuka – 0,2 cm (1800 kg/m^3)

b) Akustički reducirana površinska masa homogenog dijela konstrukcije:

$$m = 700 \times 0,30 + 1100 \times 0,07 + 70 \times 0,13 + 1800 \times 0,022 \\ = \mathbf{335,70 \text{ kg/m}^2}$$

Prema DIN 4109, Beiblatt 1, tablica 1, redak 18 – zid površinske mase oko 350 kg/m^2 ostvaruje zvučnu izolaciju od minimalno 51 dB!

II) Zvučna izolacija zida između učionica i kabineta, između učionica i prostorija druge namjene i između kabineta:

Napomena: Proračunat će se unutarnji zid s najmanjom površinskom masom!

a) Sastav konstrukcije:

- vapneno-cementna žbuka – 2,5 cm (1800 kg/m^3)
- Porotherm AKU 25 opeka – 25,0 cm (910 kg/m^3)
- vapneno-cementna žbuka – 2,5 cm (1800 kg/m^3)

b) Akustički reducirana površinska masa homogenog dijela konstrukcije:

$$m = 910 \times 0,25 + 1800 \times 0,05 \\ = \mathbf{317,50 \text{ kg/m}^2}$$

Pri tome su obodne konstrukcije – zidani vanjski zidovi, površinske mase $335,70 \text{ kg/m}^2$ i prosječne dužine $l=4,2 \text{ m}$, te armiranobetonske međukatne konstrukcije s plivajućim podom, ukupne površinske mase $636,75 \text{ kg/m}^2$ i prosječne dužine $l=4,2 \text{ m}$. Sve skupa čini srednju vrijednost obodnih konstrukcija $m_L = 486,23 \text{ kg/m}^2$, a time korekcijski faktor = +3.

Prema katalogu proizvođača Porotherm opeke, zid od Porotherm AKU 25 opečnih blokova obostrano ožbukana sa 2,5 cm vapneno-cementne žbuke ostvaruje zvučnu izolaciju od minimalno 54 dB, a sa korekcijskim faktorom od +3 ukupna vrijednost je $54 + 3 = 57 \text{ dB}$, **čime zadovoljava potreban $R_{w \text{ min}} = 52 \text{ dB}$!**

III) Zid s vratima između učionice ili kabineta i hodnika:

Napomena: Proračunat će se unutarnji zid s najmanjom površinskom masom!

a) Sastav konstrukcije:

- vapneno-cementna žbuka – 2,5 cm (1800 kg/m^3)
- Porotherm AKU 25 opeka – 25,0 cm (910 kg/m^3)
- vapneno-cementna žbuka – 2,5 cm (1800 kg/m^3)

b) Akustički reducirana površinska masa homogenog dijela konstrukcije:

$$m = 910 \times 0,25 + 1800 \times 0,05 \\ = \mathbf{317,50 \text{ kg/m}^2}$$

Pri tome su obodne konstrukcije – zidani vanjski zidovi, površinske mase $335,70 \text{ kg/m}^2$ i prosječne dužine $l=4,2 \text{ m}$, te armiranobetonske međukatne konstrukcije s plivajućim podom, ukupne površinske mase $636,75 \text{ kg/m}^2$ i prosječne dužine $l=4,2 \text{ m}$. Sve skupa čini srednju vrijednost obodnih konstrukcija $m_L = 486,23 \text{ kg/m}^2$, a time korekcijski faktor = +3.

Prema katalogu proizvođača Porotherm opeke, zid od Porotherm AKU 25 opečnih blokova obostrano ožbukana sa 2,5 cm vapneno-cementne žbuke ostvaruje zvučnu izolaciju od minimalno 54 dB, a sa korekcijskim faktorom od +3 ukupna vrijednost je $54 + 3 = 57$ dB.

Za proračun zvučno-izolacijskih svojstava pregrade s vratima proračunata je stijena kod koje omjer plohe punog zida i vrata iznosi:

$$\begin{aligned} A_{\text{zida}} &= 13,33 \text{ m}^2 & R_{w, \text{zida}} &= 54 \text{ dB} \\ A_{\text{vrata}} &= 2,31 \text{ m}^2 & R_{w, \text{vrata}} &= 31 \text{ dB} \end{aligned}$$

Izračunom slijedi da je $R_{w, \text{srednji}} = 38,51$ dB

Volumen prostorije = $74,36 \text{ m}^3$

Izračunom slijedi: $D_{w, \text{min}} = R_{w, \text{srednji}} + 10 \log(V) - 10 \log(A_{\text{ukupno}}) - 4,9$
 $D_{w, \text{min}} = 41,07 \text{ dB} > D_{w, \text{min}} = 37 \text{ dB}$, **čime pregrada zadovoljava potreban $D_{w, \text{min}}$!**

IV) Sve međukatne konstrukcije:

Napomena: Proračunat će se međukatna konstrukcija s najmanjom površinskom masom!

a) Sastav konstrukcije:

- epoksi pod – 0,5 cm (1200 kg/m^3)
- cementni estrih – 6,5 cm (2000 kg/m^3)
- ploče EPS-PG za razvod podnog grijanja – 3,0 cm (15 kg/m^3)
- ploče EPS-T – 2,0 cm (15 kg/m^3)
- armirani beton – 20,0 cm (2500 kg/m^3)

b) Akustički reducirana površinska masa homogenog dijela konstrukcije:

$$\begin{aligned} m &= 1200 \times 0,005 + 2000 \times 0,065 + 15 \times 0,05 + 2500 \times 0,20 \\ &= \mathbf{636,75 \text{ kg/m}^2} \end{aligned}$$

Pri tome su obodne konstrukcije – zidani vanjski zidovi, površinske mase $335,70 \text{ kg/m}^2$ i prosječne dužine $l=4,2$ m, te unutarnji zidani zidovi, ukupne površinske mase $317,50 \text{ kg/m}^2$ i prosječne dužine $l=4,2$ m. Sve skupa čini srednju vrijednost obodnih konstrukcija $m_L = 325,70 \text{ kg/m}^2$, a time korekcijski faktor = 0.

Prema DIN 4109, Beiblatt 1, tablica 12, redak 3 – stropna konstrukcija s plivajućim slojem estriha, ukupne površinske mase oko 500 kg/m^2 ostvaruje zvučnu izolaciju od minimalno 59 dB, a sa korekcijskim faktorom od 0 ukupna vrijednost je $59 + 0 = 59$ dB, **čime zadovoljava potreban $R_{w, \text{min}} = 52$ dB!**

6.4. ZVUČNA IZOLACIJA OD UDARNOG ZVUKA

U slojevima podnih konstrukcija korišten je elastificirani polistiren EPS-T, dinamičke krutosti $E_{\text{din}}=0,6 \text{ MN/m}^2$, te debljine sloja 2 cm, što čini $s' = E_{\text{din}} / d = 30 \text{ MN/m}^3$.

Površinska masa plivajućeg sloja estriha debljine 6,5 cm iznosi $m_1 = 130 \text{ kg/m}^2$. Površinska masa nosive konstrukcije od AB ploče debljine 20 cm iznosi $m_2 = 500 \text{ kg/m}^2$, a srednja vrijednost površinskih masa svih obodnih konstrukcija je $325,70 \text{ kg/m}^2$, što čini korekcijski faktor $K = 0$.

Izračunom kritične frekvencije $f_0 = 160 \times \sqrt{s' / m_1} = 76,86 \text{ Hz}$, odabrana izolacija podne konstrukcije **zadovoljava potreban $f_0 < 100 \text{ Hz}$!**

$$\Delta L_{500} = 40 \log 500 / f_0 = 32,53 \text{ dB}$$

$$l_{u,ploče} = 35 \log m_2 - 101 = -6,54 \text{ dB}$$

$$l_{ukupno} = l_{u,ploče} + \Delta L_{500} - 2 = 23,99 \text{ dB}$$

$$L_w = 68 - l_{ukupno} + K = 44,01 \text{ dB} < 68 \text{ dB}$$

Izračunom buke od udarnog zvuka odabrana izolacija podnih konstrukcija **zadovoljava potrebne $L_{w \max} = 68 \text{ dB!}$**

Slojevi plivajuće podne konstrukcije trebaju se izvesti materijalima određenih mehaničko-fizikalnih svojstava, a konstrukcija u cjelini u uvjetima određene tehnološke kvalitete:

a) površina armirano betonske ploče:

treba izvesti izravnaje grubo izvedene konstrukcije stropne ploče kako bi se izbjeglo nastajanje zvučnih mostova na mjestu neravnina. Izravnaje izvesti cementnim namazom M-20, debljine 1.5 cm ili nivelir masom za izravnaje. Izravnaje cementnim namazom treba izvesti najkasnije tri dana od izvedbe ploča ili izvesti fino zaravnaje svježje armiranobetonske ploče;

b) mekoelastični sloj elastificiranog ekspandiranog polistirena dimenzija 50x100 cm u dva sloja debljine minimalno po 1/1.2 cm. Elastificirani ekspandirani polistiren EPS-T mora biti gustoće 12 kg/m³, dinamičke krutosti $E_{din} = 0.6 \text{ MN/m}^2$ dimenzionalno stabilan (odležan minimum 3 mjeseca);

c) plivajući namaz od armiranog mikrobetona:

čvrstoća namaza na tlak mora iznositi najmanje 30 N/mm², čvrstoća na savijanje 4 N/mm², tvrdoća (otpor protiv prodiranja) 60 N/mm².

Sve podne obloge polažu se na plivajući namaz od armiranog mikrobetona. Ovisno o vrsti podne obloge namaz se (ne) mora izravnati nivelir masom.

Granulometrijski sastav agregata mora biti takav da se namaz može dobro zbiti. Najkrupnije zrno agregata može biti 15 mm. Dobrim sastavom i pažljivom obradom svježeg namaza treba se postići da skupljanje namaza bude što je moguće manje.

Kako se namaz izvodi kao plivajući ne smije doći do kontaktne veze između namaza i zidova ili prodora kroz namaz. Zbog toga izvode se rubne reške koje trajno razdvajaju namaz od zidova i dijelova instalacija. Reške se ispunjavaju elastificiranim ekspandiranim polistirenom minimalne debljine 1 cm, sa dilatiranom pokrovnom kutnom letvicom ili opločenjem podnožja zida, kako na tom spoju obloga ne bi nastajali zvučni mostovi.

Namaz se armira u sredini visine točkasto zavarenom mrežom $\emptyset 5 \text{ mm}$ s oknima maksimalno 10 x 10 cm ili izvodi kao cementni estrih armiran vlaknima. Površina namaza obrađuje se izvedbom tzv. usječenih reški (maksimum do polovice visine namaza). Položaj usječenih reški određuje se tako da odnos stranica nepodijeljenog polja bude do cca 2.5, a najveća površina polja 4 m². Namaz se izvodinakon postavljenog mekoelastičnog sloja i to na razdjelnu polietilensku foliju debljine 0.2 mm. Preklapanje folije na mjestu spojeva iznosi 10 cm.

6.5. BUKA INSTALACIJA I OSTALIH UREĐAJA

Za sprječavanje širenja buke i vibracija zbog uređaja i instalacija provesti će se slijedeće mjere zaštite:

- sve instalacijske cijevi postavljaju se u instalacijska okna (vodovodne i kanalizacijske ili oborinske vertikale)

- sva okna trebaju biti izolirani slojem mineralne vune minimalne debljine 5,0 cm
- svi prodori cijevi kroz konstrukciju moraju biti izolirani mineralnom vunom, trajnoelastičnim kitom ili filcom, sve uz obradu 2,0 cm oko ruba tako da se izbjegne kruta veza cijevi i konstrukcije i spriječi prijenos strukturalne buke iz cijevi na zidove. Sva pričvršćenja cijevi na konstrukciju moraju biti izvedena preko ovojnice ili podmetača od filca.
- vibracije uređaja treba prigušiti odgovarajućim vibroizolatorima prema proračunu i na osnovu podataka proizvođača uređaja, tako da se spriječi nekontrolirano širenje buke po građevini
- svi uređaji koji bi se eventualno upotrijebili u objektu trebaju imati već tvornički ugrađenu zvučnu izolaciju, čime će se znatno poboljšati redukcija buke na mjestu izvora. Montaža svih uređaja izvodi se isključivo na plivajuću podnu ploču u svrhu prigušenja vibracija

Prodori kroz zidove i međukatne konstrukcije, uređaji i oprema

Kod pregradnih zidova između prostorija s izraženim zvučno-izolacijskim zahtjevima nije dozvoljeno smanjenje projektirane debljine zida prorezima za vođenje instalacija. Sve potrebne instalacije treba voditi u dodatnom obzidu, kako ne bi došlo do opadanja zvučnoizolacijskih karakteristika pregrade. Razvodne kutije električnih instalacija i kutije za utičnice ne smiju se ugrađivati kod pregradnih zidova sa izraženim zvučnoizolacijskim zahtjevima jedne nasuprot drugoj, minimalni razmak između kutija mora iznositi 50 cm.

Gipskartonske pregrade u funkciji zvučne izolacije između prostora moraju biti izvedene s punim sastavom pregrade od razine nosive međukatne do razine nosive stropne ili krovne armiranobetonske ploče, sa elastičnom ovjesom potkonstrukcije i elastično zabrtvljenim slojevima gipskartonske pregrade na sve obodne pregrade, u skladu s pravilima struke za izvedbu gipskartonskih pregrada za koje se postavljaju zahtjevi za zvučnu izolaciju. Ispuna pregrade mora biti izvedena odgovarajućim mekim pločama mineralne vune za ispune potkonstrukcija, u punoj širini zračnog sloja potkonstrukcije i potpuno popunjeno.

Predvidjeti u izvedbi zahodske školjke s horizontalnim spojem na kanalizacijsku vertikalnu, kako ne bi došlo do prodora međukatne konstrukcije, a time i nastanka zvučnih mostova, između prostora različitih etaža.

Svu opremu s pokretnim dijelovima (ventilatori i slično) treba učvrstiti preko gumenih antivibratora ili na neki drugi odgovarajući način kojeg propiše proizvođač. Spajanje ventilatora na kanale treba također izvesti elastično, npr. jedrenim platnom ili sl.

Odabir instalacijskih uređaja, te njihova predviđena zvučna zaštita detaljnije su obrađene u sklopu mape termotehničkih instalacija koja je sastavni dio ovog glavnog projekta.

Vrijednosti buke utvrđene glavnim projektom su približne vrijednosti i trebalo bi ih potvrditi mjernim ispitivanjima na terenu prije konačnog odabira pogonske opreme za termotehničke instalacije i ventilaciju zgrade ili po kontrolnim mjerenjima utjecaja buke na okoliš prije ishođenja uporabne dozvole primijeniti dodatne mjere za smanjenje razine buke pogonske opreme prema okolišu.

Osnovni izvori buke su kompresori vanjskih jedinica sustava dizalice topline i klima komore. Svi uređaji su tvornički smješteni u zasebna kućišta. Širenje buke i vibracija na građevinu prijeći se ugradnjom na posebne temelje, odgovarajućim ovjesima i izolacijom cjevovoda fleksibilnim spojevima, gumenim antivibratorima i prigušivačima buke.

I) Utjecaj buke vanjskih instalacijskih jedinica na vanjski prostor

Razina zvučnog tlaka uređaja prema podacima iz termotehničkog projekta iznosi 67 dB(A) na 1m'.

Uređaji su postavljeni na krovu građevine, a dobiva se razina buke:

$$L_{p,uk} = 10 \log (n * 10^{L_{p1}/10}) = 73,02 \text{ dB}$$

Utjecaj buke proizišle pri radu uređaja izračunava se prema izrazu iz smjernica VDI 2571:

$$L_p = L_{w,uk} + 10 \log (Q/4r^2\pi) + C$$

- granica parcele je na udaljenosti min. 8,00 m1 od uređaja. Udaljenosti su računate u slobodnom širenju (bez refleksije i apsorpcije zvuka) od točkastog izvora. Odabran je faktor usmjerenosti $Q = 8$.

razina buke na granici parcele:

$$L_p = 54,96 \text{ dB(A)} < L_{RAeq, dop} = \mathbf{55 \text{ dB(A) za dan i večer – zadovoljava!}}$$

Ako se pokaže da su razine buke (L_p) iznad dopuštenih razina, u cilju smanjenja buke koja se širi u okoliš, vanjske jedinice će se zvučno izolirati (ograding) zvučno izolacijskim panelom (rešetkom) slijedećih

karakteristika:

- Razred apsorpcije $C_{aw} \geq 0,60$
- Zvučne izolacije $R_w \geq 20 \text{ dB}$

Buka noću nije računata jer nije predviđen rad u školskim prostorijama u noćnim satima (23.00 h - 07.00 h).

Shodno navedenom, postojeća razina rezidualne buke neće se povećati od one projicirane za zone identične namjene, a nova građevina osigurati će vrijednosti manje od Pravilnikom zadanih vrijednosti.

II) Utjecaj buke vanjskih instalacijskih jedinica na unutarnji prostor

Udaljenost od najbližeg zvučno šticehog prostora je min. 10,00 m1 od uređaja na krovu. Udaljenosti su računate u slobodnom širenju (bez refleksije i apsorpcije zvuka) od točkastog izvora.

razina buke na najbliži zvučno šticehi prostor:

$$L_{p,uk} = 10 \log (n * 10^{L_{p1}/10}) = 53,02 \text{ dB}$$

Vrijednost zvučne izolacije zidne konstrukcije učionice najbliže bućnim uređajima iznosi $R_w = 51 \text{ dB}$, a vrijednost zvučne izolacije ostakljenih otvorea iznosi $R_w = 33 \text{ dB}$. Površina otvora iznosi $9,6 \text{ m}^2$ unutar zida od $16,17 \text{ m}^2$, čime je $R_{w,uk} = 35,22 \text{ dB}$.

Prema izrazu:

$$\begin{aligned} L_{eq,A} &= L_{p,uk} - R_{w,uk} + 5 \text{ dB} \\ &= 53,02 - 35,22 + 5 \text{ dB} = 22,8 \text{ dB} < L_{RAeq, dop} = \mathbf{30 \text{ dB(A) za dan – zadovoljava!}} \end{aligned}$$

Proraćunu se dodaje vrijednost od 5 dB zbog mogućnosti posrednog prijenosa buke.

Buka noću nije računata jer nije predviđen rad u školskim prostorijama u noćnim satima (23.00 h - 07.00 h).

III) Utjecaj buke unutarnjih instalacijskih jedinica u unutarnjem prostoru

Prema podacima iz termotehničkog projekta niti jedan uređaj ugrađen u građevini neće prelaziti

ekvivalentnu razinu od $L_{eq} = 70 \text{ dB(A)}$, te se prema odredbama HRN U.J6.201 niti jedan prostor ne smatra „bučnom“ ili „vrlo bučnom“ prostorijom.

Sukladno *Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)*, članak 9., Tablica 4., buka instalacija određuje se najvišom dopuštenom maksimalnom standardnom razinom buke $L_{RAfmax,nT}$ koja se u zatvorenim boravišnim prostorijama javlja kao posljedica rada na zgradu vezanih servisnih uređaja (uređaji za dovod i odvod vode, uređaji za pranje, bazeni i sportski uređaji, uređaji za sakupljanje i uklanjanje otpada, vrata na motorni pogon itd.), te iznose:

$L_{RAfmax,nT} = 30 \text{ dB(A)}$ za "stalnu ili isprekidanu buku (npr. grijanje, pumpe...)

$L_{RAfmax,nT} = 35 \text{ dB(A)}$ za "kratkotrajnu ili kolebajuću buku (npr. dizala, ispiranje WC-a...)

Buka ugrađenih strojarskih uređaja ne smije prelaziti gore navedene parametre!

6.6. UTJECAJ VANJSKIH IZVORA BUKE NA GRAĐEVINU

Sa istočne strane parcele nalazi se pješačko-kolni pristup s javne prometne površine.

Zemljište se nalazi u zoni društvene namjene. Ispred objekta je predviđena mogućnost parkiranja vozila, a unutar građevine nije predviđen prostor za parkiranje vozila.

Točnih podataka o razini buke od prometa na lokaciji koja je predmet ovog projekta nema.

Procjena buke od cestovnog prometa pred pročeljem zgrade se izračunava prema izrazu iz VDI 2571:

$$L_{eq} = 36,3 + 10 \log n + 10 \log 25 / d - K$$

n - broj vozila na sat (prema statističkim pokazateljima);

d - udaljenost pročelja objekta od prometnice;

K - 0-15, ovisno o izloženosti objekta

Za najbližu prometnicu uzima se $n = 100$ danju, $n = 10$ noću, $d = 10,0 \text{ m}$ od pozicije otvora najbližih otvora boravišnih prostora s izraženim zahtjevima za smanjenu razinu buke u prostoru:

$L_{eq} = 60,28 \text{ dB(A)}$ danju, na najizloženijem dijelu građevine.

$L_{eq} = 50,28 \text{ dB(A)}$ noću, na najizloženijem dijelu građevine.

Ove vrijednosti su približne i trebalo bi ih potvrditi mjernim ispitivanjima na terenu. U proračun će se ići sa najnepovoljnijim mogućim vrijednostima buke od prometa na najizloženijem dijelu građevine.

Nakon dovršetka radova potrebno je provesti mjerenja buke u naravi u prostorijama pri zatvorenim prozorima. Ukoliko mjerenja pokažu veću razinu buke od propisane, obvezno provesti dodatne mjere zaštite utvrđene naknadno.

6.7. APROKSIMATIVNI PRORAČUNI IZOLACIJE OD VANJSKIH IZVORA BUKE

Prozori i staklene stijene u objektu izvest će se stolarijom s trostrukim IZO staklom u višekomornim profilima. Međuprostor je punjen inertnim plinom, uz brtvljenje najmanje dvostrukim apsorpcijskim materijalom na dodirnim površinama. Takvi prozori prema laboratorijskim mjerenjima postižu zvučno gušenje od 35 dB, a prilikom ugradnje se ta vrijednost smanjuje za otprilike 2 dB, čima se u proračun ulazi s vrijednošću $R_{w \min 2} = 33 \text{ dB}$.

Proračunom u je utvrđena zvučna izolacija vanjskog zida s najmanjom površinskom masom u iznosu od **$R_{w \min 1} = 51 \text{ dB}$** .

Proračunom je utvrđena najveća razina vanjske buke u iznosu $L_A = 60,28 \text{ (} 50,28 \text{) dB}$.

Dodatna, popravna vrijednost zavisna o spektru vanjske buke, tj. vrste prometa, prema tablici:

Željezničke pruge sa pretežno putničkim prometom - $K = 0 \text{ dB}$

Ostale pruge - $K = 3 \text{ dB}$

Ceste u gradovima - $K = 6 \text{ dB}$

Ostale ceste - $K = 3 \text{ dB}$

Prometna uzletišta - $K = 6 \text{ dB}$

Građevina se sukladno urbanističkim planovima nalazi u zoni društvene namjene, te se prema *Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)* svrstava u zonu 3 – zona mješovite, pretežito stambene namjene.

S obzirom da se građevina nalazi u zoni stambene izgradnje, pretpostavka je da razina rezidualne buke nije veća od tabličnih vrijednosti *Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)*, te sukladno članku 5., stavak (1), imisija buke koja bi nastala od novoprojektiranih, izgrađenih, rekonstruiranih ili adaptiranih građevina s pripadnim izvorima buke ne smije povećati postojeće razine buke iz Pravilnika za 1 dB(A) .

Dopuštene razine buke u zatvorenim boravišnim prostorima za predmetnu zonu iznose:

- 35 dB(A) za dan
- 30 dB(A) za večer
- 25 dB(A) za noć

Dozvoljena razina buke u otvorenom prostoru za predmetnu zonu iznosi:

- 55 dB(A) za dan
- 55 dB(A) za večer
- 45 dB(A) za noć
- 57 dB(A) za cijeli dan

U proračun je uzeta prostorija s najvećim postotkom ostakljenih površina unutar referentne površine zida za koji vrijede sljedeći parametri:

S_1 (površina zida) = $7,58 \text{ m}^2$

S_2 (površina prozora) = $9,24 \text{ m}^2$

S (površina pregrade) = $16,82 \text{ m}^2$

P (površina prostorije) = $28,06 \text{ m}^2$

A (ekvivalentna površina prostorije) = $22,45 \text{ m}^2$

Prema normi HRN EN 12354-3, pojednostavljeni proračun slijedi:

$R_{w,z+0} > R_{w,z+0,\text{potrebno}}$

$R_{w,z+0} = R_{w \min 1} - 10 \log(1 + S_2/S_1 (10^{(R_{w \min 1} - R_{w \min 2})/10} - 1)) = 35,55 \text{ dB(A)}$

$R_{w,z+0,\text{potrebno}} = L_A - L_{A,\text{dop}} + 10 \log S/A + K = 27,03 \text{ dB(A)}$ za dan, čime pregrada zadovoljava!

$R_{w,z+0,\text{potrebno}} = L_A - L_{A,\text{dop}} + 10 \log S/A + K = 27,03 \text{ dB(A)}$ za noć, čime pregrada zadovoljava!

6.8. PROZORI I VRATA

Vrata učionica prema hodnicima, sukladno HRN U.J6.201, trebaju biti I. klase i imati **minimalnu zvučnu izolaciju od 31 dB!**

Svi prozori i ostakljene stijene, trebaju biti I. klase i imati **minimalnu zvučnu izolaciju od 33 dB u ugrađenom stanju!**

Navedene vrijednosti za ugrađene prozore i vrata treba dokazati atestima, te mjerenjem na licu mjesta nakon dovršetka objekta.

Sva vratna i prozorska krila dodatno brtviti trakama od meke, spužvaste gume.

Prozori moraju biti konstruirani u svemu prema zahtjevima iz DIN 4109, a posebno:

- krila moraju čvrsto priliježati na okvire
- prozori moraju imati brtve u nasjednim utorima, dovoljne krutosti
- svi zazor moraju biti dodatno neprekidno brtvljeni sa mekanom zaštitnom trakom, trajno elastičnom, otpornom na starenje, koja se može lako čistiti
- prozori moraju biti osigurani s dovoljnim brojem učvršćujućih zapora, rigli i šarki, konstruirani da osiguraju jednoličan pritisak, dovoljnog intenziteta na nalijegajućim ploham
- prozorski okviri imaju minimalno dvostruke uture, što također zadovoljava citiranu normu, gdje se traži najmanje 1 utor, odnosno nalijegajuća ploha
- međuprostori između stakala ne smiju biti ventilirani
- uložak za odmagljivanje međuprostora mora biti ugrađen na način da ne smanjuje zvučnu izolaciju

6.9. UTJECAJ UNUTARNJIH IZVORA BUKE NA OKOLINU

Pretpostavljena maksimalna razina zvučnog tlaka unutar prostora je maksimalno $L_p = 60$ dB što odgovara glasnom ljudskom razgovoru i glazbi. Najniže izolacijske vrijednosti vanjske ovojnice su 33 dB u slučaju ostakljenih dijelova konstrukcije. Prema principa proračuna iz Smjernica VDI 2719:

$$\begin{aligned} L_{eq,A} &= L_p - R_{w,min} + 5 \text{ dB} \\ &= 60 - 33 + 5 \text{ dB} = 32 \text{ dB} < L_{RAeq, dop} = \mathbf{60 \text{ dB(A) za dan i večer – zadovoljava!} \end{aligned}$$

Buka noću nije računata jer nije predviđen rad u školskim prostorijama u noćnim satima (23.00 h - 07.00 h).

Proračunu se dodaje vrijednost od 5 dB zbog mogućnosti posrednog prijenosa buke.

Pri tome se uzima u obzir da je proračunski dobivena razina buke na uz pročelje, te ona postepeno pada šireći se od izvora buke prema susjednim građevinama.

Zaključno, građevina u skladu s navedenim napomenama o odabiru opreme i uređaja, te prema definiranoj namjeni nema predviđene sadržaje koji bi u svom radu predstavljali kritične izvore buke prema okolini.

6.10. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Sve navedene pretpostavke o postignutim razinama zvučne izolacije i utjecajima buke pogonskih uređaja i djelatnosti na okoliš i boravišne prostore u građevini potrebno je potvrditi kontrolnim terenskim mjerenjima razine buke u okolišu nakon izvedbe zgrade i pri punom pogonu svih uređaja, te

po potrebi provesti dodatne mjere zvučne zaštite (izvedba dodatnih prigušivača ili apsorpcijskih paravana oko pogonskih uređaja koji predstavljaju izvore buke u vanjskom prostoru).

Po instaliranju i stavljanju u uporabu građevine i sve pogonske opreme, a neposredno prije tehničkog pregleda izgrađene građevine, sukladno obvezi iz članka 9. *Zakona o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)*, potrebno je izvršiti, od strane za to ovlaštene pravne osobe za ispitivanje i praćenje buke, propisana mjerenje buke i o tome nadležnom sanitarnom inspektoru na uvid predložiti ovjereno službeno izvješće.

6.11. AKUSTIČKA OBRADA PROSTORA

Prostor tipične učionice ukupnog je volumena $V = 92,91 \text{ m}^3$, što s obzirom na broj stolica (15) iznosi $6,19 \text{ m}^3$ po stolici.

Optimalno vrijeme odjeka prema Matrasovoj formuli iznosi:

$$\begin{aligned} T_{\text{opt}} &= 7,5/100 \times \sqrt[3]{V} \\ &= 0,34 \text{ sekundi} \end{aligned}$$

Dok, prema normi DIN 18041 optimalno vrijeme odjeka za prostorije u kojima se predviđa poučavanje, govor i komunikacija iznosi maksimalno:

$$\begin{aligned} T_{\text{opt}} &= 0,37 \times \log V - 0,14 \\ &= 0,59 \text{ sekundi} \end{aligned}$$

Obje veličine će biti uzete u obzir kao krajnje vrijednosti za proračun akustičke obrade predmetnog prostora.

Kao akustička obloga predviđaju se žbuka na tri zida prostorije u punoj visini prostorije. Strop je obrađen gipskartonskim pločama, a pod od parketa.

Vrijeme odjeka se računa prema Sabineovoj formuli:

$$\begin{aligned} T_{\text{ sred.}} &= 0,16 \times V/A \\ A &= \sum S_i \times \alpha_i \end{aligned}$$

PLOHA	MATERIJAL	IZNOS (Si)	FREKVENCije	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
zidovi obodni	ožbukani zidani zid	20,03	α_i	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
			$S_i * \alpha_i$	0,6009	0,6009	0,4006	0,8012	1,0015	1,0015
zidovi stražnji	ožbukani zidani zid	24,13	α_i	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
			$S_i * \alpha_i$	0,7239	0,7239	0,4826	0,9652	1,2065	1,2065
pod	drveni parket	35,06	α_i	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,1
			$S_i * \alpha_i$	0,7012	1,0518	1,4024	1,753	1,753	3,506
strop	gipskarton, akustik ploče	35,06	α_i	0,4	0,7	0,8	0,8	0,75	0,8
			$S_i * \alpha_i$	14,024	24,542	28,048	28,048	26,295	28,048
prozori	trostruko IZO staklo	9,24	α_i	0,28	0,2	0,1	0,06	0,03	0,02
			$S_i * \alpha_i$	2,5872	1,848	0,924	0,5544	0,2772	0,1848
vrata	drvo	4,21	α_i	0,1	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05
			$S_i * \alpha_i$	0,421	0,3368	0,2526	0,2105	0,2105	0,2105
učenici i učitelj		15	α_i	0,12	0,18	0,35	0,56	0,68	0,74
			$S_i * \alpha_i$	1,8	2,7	5,25	8,4	10,2	11,1
drvene klupe		8	α_i	0,04	0,04	0,06	0,12	0,1	0,17
			$S_i * \alpha_i$	0,32	0,32	0,48	0,96	0,8	1,36
tapecirane stolice		1	α_i	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4
			$S_i * \alpha_i$	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4
A = $\sum S_i * \alpha_i$				21,33	32,37	37,54	42,04	42,14	47,02
			V (volumen)	92,91					
T _{sred.} = 0,16 x V/A				0,70	0,46	0,40	0,35	0,35	0,32
			T _{sred.}	0,43	<	T _{opt.}	0.34 - 0.59		

Sukladno izračunu, vrijeme odjeka će u prostoriji biti unutar optimalnih razina sukladno namjeni.

Napomena:

U ovom projektu je obrađen zahtjev za neželjenom bukom odnosno jekom koja se može pojaviti u dvoranama u odnosu na završne obloge podova, zidova i sl.

Pozicija akustičnih obloga ne ovisi o vremenu odjeka u prostoru.

Pozicija akustičnih ploča je u ovom projektu stavljena prema slobodnim ploham zidova i stropova, ukoliko prilikom izrade projekta interijera prostora dođe do drugačijeg riješenja postave akustičnih obloga, novim proračunom će se dati dokazi o ispunjenju zahtjeva za smanjenjem neželjenog odjeka.

Što se tiče akustike prostora (da je sami prostor dovoljno akustičan) potrebno je napraviti projekt akustike prostora.

Kod svakog interijerskog zahvata i promijene materijala obloga zidova, podova, stropova, postave namještaja i sl. gore navedeni podatci i izračuni se mijenjaju.

6.12. ZAKLJUČAK

Prema izvedenoj analizi toplinskih i akustičkih svojstava karakterističnih elemenata predmetne zgrade, na dijelu k.č. 1237, 1242 i 1243, k.o. Hlebina, projektom su zadovoljeni zahtjevi iz propisanih pravilnika i standarda, navedenih na početku ovog elaborata.

Može se reći da će objekt **ZADOVOLJITI** temeljne zahtjeve u pogledu zaštite od buke u predviđenim uvjetima eksploatacije, te uz uvjet kvalitetne izvedbe.

Projektant:

Petrica Balijski, dipl. ing. arh.



III / GRAFIČKI PRILOZI

ZONA 1 - ŠKOLSKI PROSTORI S MEHANIČKOM REKUPERACIJOM

projektna unutarnja temperatura grijanja = 20 °C

projektna unutarnja temperatura hlađenja = 22 °C

ZONA 2 - ŠKOLSKI PROSTORI BEZ MEHANIČKE REKUPERACIJE

projektna unutarnja temperatura grijanja = 20 °C

projektna unutarnja temperatura hlađenja = 22 °C

ZONA 3 - DVORANA

projektna unutarnja temperatura grijanja = 20 °C

projektna unutarnja temperatura hlađenja = 22 °C

**Grafički prikazi toplinske zaštite i racionalne uporabe energije
napravljeni su u skladu s člankom 63., stavak (1), točka 4.**

**Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj
zaštiti zgrade (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18,102/20)**

- GRANICA GRIJANOG PROSTORA
- - - - GRANICA IZMEĐU
GRIJANOG I NEGRIJANOG PROSTORA
- ZAŠTITA OD PREGRIJAVANJA
-  GRIJANI PROSTOR
-  NEGRIJANI PROSTOR



