

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE TOPLOTNE ZAŠČITE

Objekt: REGIJSKI VEČNAMENSKI ŠPORTNO VADBENI
CENTER KRANJ

Lokacija: št.: 295/1, 305/0, 292/3, 294/3, 295/2, 298/1, 304/1, 302
K.O.: Rupa (2101).

Investitor: MESTNA OBČINA KRANJ
Slovenski Trg 1, 4000 Kranj

Naročnik: GERES d.o.o.
Cankarjeva ulica 21, 2000 Maribor

Vrsta projektne dokumentacije PGD

Št. projektne dokumentacije 08/09

Št. elaborata 0064-08-10 GF-TOP

Datum AVGUST 2010

Izdalal SAMO DVORŠAK, univ. dipl. inž. str.



SEBASTIJAN TOPLAK, grad. teh.

Elaborat gradbene fizike - toplotne zaščite

narejen za objekt

ŠPORTNO VADBENI CENTER KRANJ

narejen v skladu z zahtevami

Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah
Uradni list RS št. 42/2002 z dne 15.5.2002

Vsebina

1. Elaborat v skladu s 25.členom Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah
2. Izkaz toplotnih karakteristik stavbe v skladu s 25.členom in Priloge 4 Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah

Vse zahteve o toplotni zaščiti po Pravilniku so izpolnjene.

Elaborat pripravil: SAMO DVORŠAK, u.d.i.s.

Odgovorni projektant: SAMO DVORŠAK, u.d.i.s.



MARIBOR, 03.08.2010

SPLOŠNI PODATKI O OBJEKTU

Projekt: ŠPORTNO VADBENI CENTER KRANJ

Številka projekta: 08/09

Investitor: MESTNA OBČINA KRANJ
SLOVENSKI TRG 1
4000 KRANJ

Naselje: KRANJ

Katastrska občina: RUPA

Parcelna številka: št.: 295/1, 305/0, 292/3, 294/3, 295/2, 298/1, 304/1, 302

Vrsta stavbe: nestanovanjska stavba (14,4 + 12,8 fo)

Etažnost: 2K+P+2

Prostornina, površina

Ogrevana prostornina stavbe:	19647,3 m ³
Neto ogrevana prostornina:	17090 m ³
Uporabna površina stavbe:	2738 m ²
Oblikovni faktor f_0	0,44 m ⁻¹

Klimatski podatki

Projektna temperatura:	-13 °C
Trajanje ogrevalne sezone:	265 dni
Temperaturni primanjkljaj:	3700 K-dan
Notranja temperatura:	20 °C
Zunanja temperatura:	-5 °C
Notranja relativna vlažnost:	65 %
Zunanja relativna vlažnost:	90 %

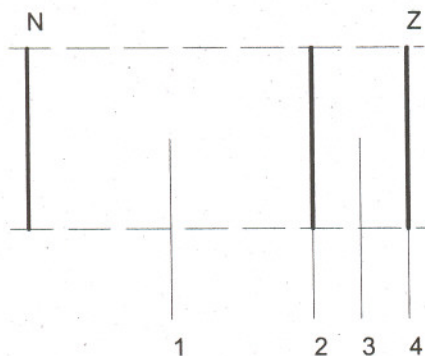
Faktor prekinitev ogrevanja:	1,00
------------------------------	------



IZRAČUN TOPLOTNIH IN DIFUZIJSKIH KARAKTERISTIK

Konstrukcija: ZUNANJA STENA

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 BETON 2400
- 2 JEKLO
- 3 POLIURETANSKA PENA 80
- 4 JEKLO

SESTAVA KONSTRUKCIJE

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m ³	spec.to. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.up.	masn.vl %	maks.m.v. %
1	BETON 2400	30,000	2.400	960	2,040	60	2,1	3,8
2	JEKLO	0,060	7.800	460	58,500	600.000	0,0	0,0
3	POLIURETANSKA PENA 80	10,000	80	1.500	0,040	100	0,0	0,0
4	JEKLO	0,060	7.800	460	58,500	600.000	0,0	0,0

Notranja računska temperatura: 20 °C.
Zunanja računska temperatura: -5 °C.

Notranja računska vlažnost zraka: 65 %.
Zunanja računska vlažnost zraka: 90 %.

IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI KONSTRUKCIJE

Toplotna prehodnost konstrukcije je 0,355 W/m²K in je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša 0,600 W/m²K.

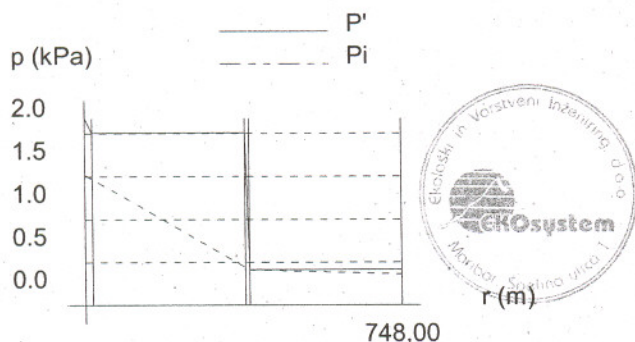
Konstrukcija USTREZA zahtevam pravilnika za toplotno prehodnost.

IZRAČUN DIFUZIJE VODNE PARE

Kondenzacija nastane v ravnini 4 (BETON 2400).
Izračunana vsebnost vlage je 2,1 % in je manjša od največje dovoljene, ki znaša 3,8 %.
Navlaževanje konstrukcije JE v dovoljenih mejah.

Čas, potreben za izsušitev konstrukcije je 54,4 dni in je manjši od največjega dovoljenega, ki znaša 60,0 dni.
Izsuševanje konstrukcije JE v dovoljenih mejah.

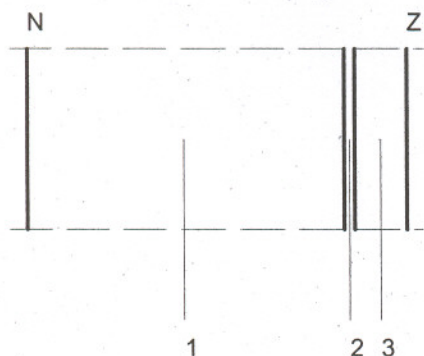
Konstrukcija USTREZA zahtevam pravilnika za difuzijo vodne pare.



IZRAČUN TOPLOTNIH IN DIFUZIJSKIH KARAKTERISTIK

Konstrukcija: STENA PROTI TERENU

Vrsta konstrukcije: zunanja stena proti terenu.



- 1 BETON 2400
- 2 VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100
- 3 URSA XPS N-III-L

SESTAVA KONSTRUKCIJE

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m ³	spec.to. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.up.	masn.vl %	maks.m.v. %
1	BETON 2400	30,000	2.400	960	2,040	60	2,1	3,8
2	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	1,000	1.100	1.460	0,190	14.000	0,0	0,0
3	URSA XPS N-III-L	5,000	35	1.500	0,034	150	6,7	20,0

Notranja računška temperatura: 20 °C.

Zunanja računška temperatura: -5 °C.

Notranja računška vlažnost zraka: 65 %.

Zunanja računška vlažnost zraka: 90 %.

IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI KONSTRUKCIJE

Toplotna prehodnost konstrukcije je 0,557 W/m²K in je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša 0,700 W/m²K.

Konstrukcija **USTREZA** zahtevam pravilnika za toplotno prehodnost.

IZRAČUN DIFUZIJE VODNE PARE

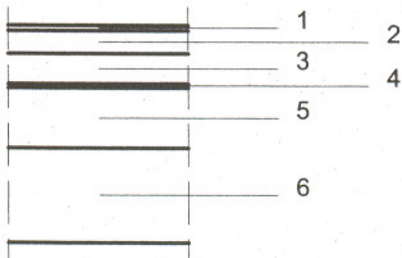
Izračun difuzije vodne pare za konstrukcijo ni potreben.



IZRAČUN TOPLOTNIH IN DIFUZIJSKIH KARAKTERISTIK

Konstrukcija: POD NA TERENU - a

Vrsta konstrukcije: pod na terenu.



- 1 GUMA
- 2 CEMENTNI ESTRIH 2200
- 3 URSA XPS N-III-L
- 4 VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100
- 5 BETON 2400
- 6 GRAMOZ, SUH

SESTAVA KONSTRUKCIJE

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m ³	spec.to. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.up.	masn.vl %	maks.m.v. %
1	GUMA	1,500	1.000	1.470	0,160	10.000	0,0	0,0
2	CEMENTNI ESTRIH 2200	6,000	2.200	1.050	1,400	30	2,1	3,8
3	URSA XPS N-III-L	8,000	35	1.500	0,036	150	6,7	20,0
4	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	1,000	1.100	1.460	0,190	14.000	0,0	0,0
5	BETON 2400	16,000	2.400	960	2,040	60	2,1	3,8
6	GRAMOZ, SUH	25,000	1.700	840	0,810	2	5,0	10,0

Notranja računška temperatura: 20 °C.

Zunanja računška temperatura: -5 °C.

Notranja računška vlažnost zraka: 65 %.

Zunanja računška vlažnost zraka: 90 %.

IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI KONSTRUKCIJE

Toplotna prehodnost konstrukcije je 0,337 W/m²K in je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša 0,450 W/m²K.

Konstrukcija **USTREZA** zahtevam pravilnika za toplotno prehodnost.

IZRAČUN DIFUZIJE VODNE PARE

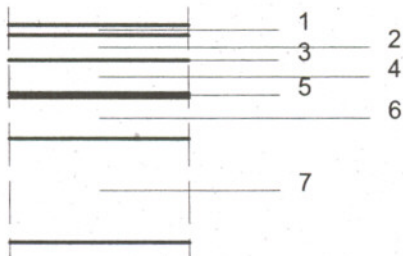
Izračun difuzije vodne pare za konstrukcijo ni potreben.



IZRAČUN TOPLOTNIH IN DIFUZIJSKIH KARAKTERISTIK

Konstrukcija: TLAK GARDEROB - b

Vrsta konstrukcije: pod na terenu.



- 1 MARMOR
- 2 CEMENTNI ESTRIH 2200
- 3 POLIETILENSKA FOLIJA 1000
- 4 URSA XPS N-III-L
- 5 VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100
- 6 BETON 2400
- 7 GRAMOZ, SUH

SESTAVA KONSTRUKCIJE

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m ³	spec.to. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.up.	masn.vl %	maks.m.v. %
1	MARMOR	2,500	2.850	920	2,330	65	2,5	4,8
2	CEMENTNI ESTRIH 2200	6,000	2.200	1.050	1,400	30	2,1	3,8
3	POLIETILENSKA FOLIJA 1000	0,020	1.000	1.250	0,190	80.000	0,0	0,0
4	URSA XPS N-III-L	8,000	35	1.500	0,036	150	6,7	20,0
5	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	1,000	1.100	1.460	0,190	14.000	0,0	0,0
6	BETON 2400	10,000	2.400	960	2,040	60	2,1	3,8
7	GRAMOZ, SUH	25,000	1.700	840	0,810	2	5,0	10,0

Notranja računska temperatura: 20 °C.

Zunanja računska temperatura: -5 °C.

Notranja računska vlažnost zraka: 65 %.

Zunanja računska vlažnost zraka: 90 %.

IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI KONSTRUKCIJE

Toplotna prehodnost konstrukcije je 0,350 W/m²K in je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša 0,450 W/m²K.

Konstrukcija **USTREZA** zahtevam pravilnika za toplotno prehodnost.

IZRAČUN DIFUZIJE VODNE PARE

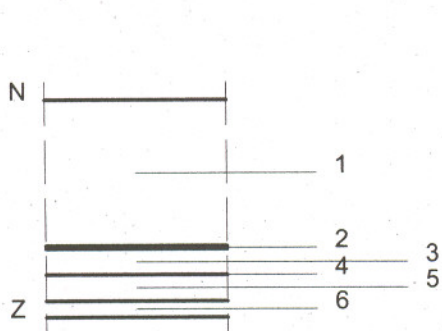
Izračun difuzije vodne pare za konstrukcijo ni potreben.



IZRAČUN TOPLOTNIH IN DIFUZIJSKIH KARAKTERISTIK

Konstrukcija: STROP DVORANE - f

Vrsta konstrukcije: strop ali tla, ki mejita na zunanji zrak ali odprt prehod ali tla na terenu pri talnem ogrevanju.



- 1 BETON 2400
- 2 VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100
- 3 URSA XPS N-III-L
- 4 POLIETILENSKA FOLIJA 1000
- 5 CEMENTNI ESTRIH 2200
- 6 BET. ELEMENTI 2400

SESTAVA KONSTRUKCIJE

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m ³	spec.to. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.up.	masn.vl %	maks.m.v. %
1	BETON 2400	45,000	2.400	960	2,040	60	2,1	3,8
2	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	1,000	1.100	1.460	0,190	14.000	0,0	0,0
3	URSA XPS N-III-L	8,000	35	1.500	0,036	150	6,7	20,0
4	POLIETILENSKA FOLIJA 1000	0,020	1.000	1.250	0,190	80.000	0,0	0,0
5	CEMENTNI ESTRIH 2200	8,000	2.200	1.050	1,400	30	2,1	3,8
6	BET. ELEMENTI 2400	5,000	2.400	960	2,040	70	2,1	3,8

Notranja računška temperatura: 20 °C.

Zunanja računška temperatura: -5 °C.

Notranja računška vlažnost zraka: 65 %.

Zunanja računška vlažnost zraka: 90 %.

IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI KONSTRUKCIJE

Toplotna prehodnost konstrukcije je 0,359 W/m²K in je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša 0,400 W/m²K.

Konstrukcija **USTREZA** zahtevam pravilnika za toplotno prehodnost.

IZRAČUN DIFUZIJE VODNE PARE

Kondenzacija nastane v ravnini 4 (URSA XPS N-III-L).

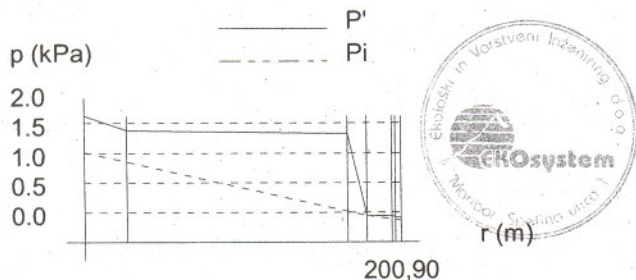
Izračunana vsebnost vlage je 6,8 % in je manjša od največje dovoljene, ki znaša 20,0 %.

Navlaževanje konstrukcije JE v dovoljenih mejah.

Čas, potreben za izsušitev konstrukcije je 4,9 dni in je manjši od največjega dovoljenega, ki znaša 60,0 dni.

Izsuševanje konstrukcije JE v dovoljenih mejah.

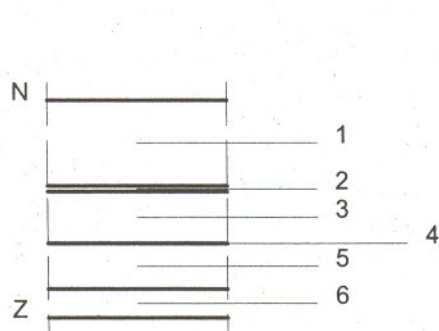
Konstrukcija **USTREZA** zahtevam pravilnika za difuzijo vodne pare.



IZRAČUN TOPLOTNIH IN DIFUZIJSKIH KARAKTERISTIK

Konstrukcija: STROP GARDEROB - g

Vrsta konstrukcije: strop ali tla, ki mejita na zunanji zrak ali odprt prehod ali tla na terenu pri talnem ogrevanju.



- 1 BETON 2400
- 2 VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100
- 3 URSA XPS N-III-L
- 4 POLIETILENSKA FOLIJA 1000
- 5 CEMENTNI ESTRIH 2200
- 6 BET. ELEMENTI 2400

SESTAVA KONSTRUKCIJE

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m ³	spec.to. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.up.	masn.vi %	maks.m.v. %
1	BETON 2400	15,000	2.400	960	2,040	60	2,1	3,8
2	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	1,000	1.100	1.460	0,190	14.000	0,0	0,0
3	URSA XPS N-III-L	9,000	35	1.500	0,036	150	6,7	20,0
4	POLIETILENSKA FOLIJA 1000	0,020	1.000	1.250	0,190	80.000	0,0	0,0
5	CEMENTNI ESTRIH 2200	8,000	2.200	1.050	1,400	30	2,1	3,8
6	BET. ELEMENTI 2400	5,000	2.400	960	2,040	70	2,1	3,8

Notranja računška temperatura: 20 °C.

Zunanja računška temperatura: -5 °C.

Notranja računška vlažnost zraka: 65 %.

Zunanja računška vlažnost zraka: 90 %.

IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI KONSTRUKCIJE

Toplotna prehodnost konstrukcije je 0,343 W/m²K in je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša 0,400 W/m²K.

Konstrukcija **USTREZA** zahtevam pravilnika za toplotno prehodnost.

IZRAČUN DIFUZIJE VODNE PARE

Kondenzacija nastane v ravnini 4 (URSA XPS N-III-L).

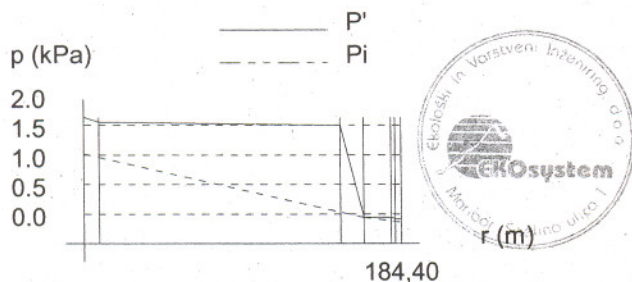
Izračunana vsebnost vlage je 6,8 % in je manjša od največje dovoljene, ki znaša 20,0 %.

Navlaževanje konstrukcije JE v dovoljenih mejah.

Čas, potreben za izsušitev konstrukcije je 6,3 dni in je manjši od največjega dovoljenega, ki znaša 60,0 dni.

Izsuševanje konstrukcije JE v dovoljenih mejah.

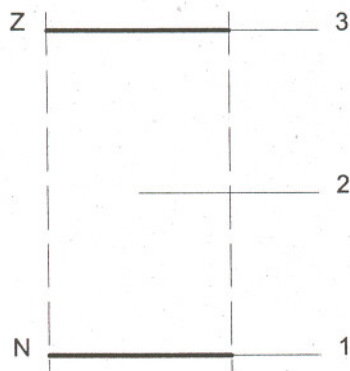
Konstrukcija **USTREZA** zahtevam pravilnika za difuzijo vodne pare.



IZRAČUN TOPLOTNIH IN DIFUZIJSKIH KARAKTERISTIK

Konstrukcija: STREHA DVORANE - d

Vrsta konstrukcije: ravna streha.



- 1 JEKLO
- 2 POLIURETANSKA PENA 80
- 3 JEKLO

SESTAVA KONSTRUKCIJE

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m ³	spec.to. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.up.	masn.vl %	maks.m.v. %
1	JEKLO	0,060	7.800	460	58,500	600.000	0,0	0,0
2	POLIURETANSKA PENA 80	20,000	80	1.500	0,040	100	0,0	0,0
3	JEKLO	0,060	7.800	460	58,500	600.000	0,0	0,0

Notranja računška temperatura: 20 °C.

Zunanja računška temperatura: -5 °C.

Notranja računška vlažnost zraka: 65 %.

Zunanja računška vlažnost zraka: 90 %.

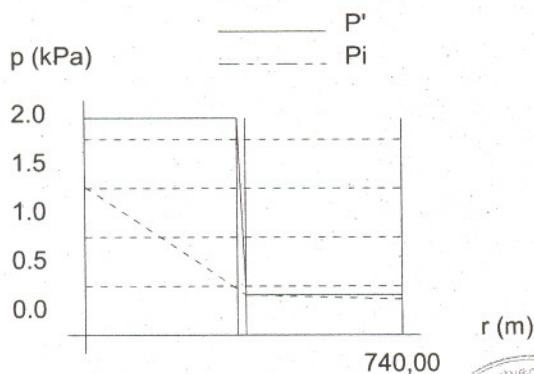
IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI KONSTRUKCIJE

Toplotna prehodnost konstrukcije je 0,192 W/m²K in je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša 0,250 W/m²K.

Konstrukcija USTREZA zahtevam pravilnika za toplotno prehodnost.

IZRAČUN DIFUZIJE VODNE PARE

Kondenzacija nastane v ravnini 3



IZRAČUN SPECIFIČNIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE

TOPLOTNE IZGUBE NEPROZORNIH ELEMENTOV OVOJA STAVBE

Oznaka elementa	orientacija	naklon °	površina m ²	topl.preh. W/Km ²	topl.izgube W/K
FASADA JUG	J	90	151,20	0,36	68,80
FASADA SEVER	S	90	143,90	0,36	65,47
FASADA ZAHOD	Z	90	88,00	0,36	40,04
FASADA VZHOD	V	90	206,60	0,36	94,00
STREHA DVORANE		0	1.055,00	0,19	308,06
STROP DVORANE IN GARDEROBE		0	1.940,00	0,36	890,46

TOPLOTNE IZGUBE PROZORNIH ELEMENTOV OVOJA STAVBE

Oznaka elementa	orientacija	naklon °	površina m ²	topl.preh. W/Km ²	topl.izgube W/K
OKNA JUG	J	90	19,40	1,02	19,79
OKNA SEVER	S	90	27,10	1,02	27,64
OKNA VZHOD	V	90	257,60	1,02	262,75
OKNA ZAHOD	Z	90	125,40	1,02	127,91

Vse konstrukcije ustrezajo zahtevam pravilnika.

Transmisijske toplotne izgube skozi del ovoja stavbe, ki meji na okolico, znašajo 1.947,87 W/K.

Transmisijske toplotne izgube skozi linijske toplotne mostove znašajo 0,00 W/K.

$$L_D = \sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_j = 1.947,87 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.947,87 \text{ W/K}$$

Ker imajo vsi toplotni mostovi linijsko toplotno prehodnost manjšo od 0.1 W/mK, je njihov vpliv upoštevan na poenostavljen način s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za 0.1 W/m²K.

TOPLOTNE IZGUBE SKOZI TLA STAVBE

Površine v kleti

Oznaka elementa	Površina (m ²)	U _i (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)
tla na terenu - TLA IN STENE PROTI TERENU	2.766,0	0,337	0,450
kletni zid - TLA IN STENE PROTI TERENU	1.954,4	0,355	0,600

Oznaka elementa	topl.izgube W/K
TLA IN STENE PROTI TERENU	868,69

Skupne specifične toplotne izgube skozi tla znašajo 868,69 W/K.

TOPLOTNE IZGUBE SKOZI NEOGREVANE PROSTORE STAVBE

Vpliv specifičnih toplotnih izgub skozi neogrevane prostore v izračunu ni upoštevan.

TRANSMISIJSKE IZGUBE

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 1.947,87 \text{ W/K} + 868,69 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.816,56 \text{ W/K.}$$

TOPLOTNE IZGUBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Ogrevana prostornina stavbe znaša $19.647,30 \text{ m}^3$, stopnja izmenjave zraka pa $0,50 \text{ h}^{-1}$.
Izgube zaradi prezračevanja znašajo $2.905,30 \text{ W/K}$.

SKUPNE TOPLOTNE IZGUBE

$$H = H_T + H_V = 2.816,56 \text{ W/K} + 2.905,30 \text{ W/K} = 5.721,86 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT SPECIFIČNIH TOPLOTNIH TRANSMISIJSKIH IZGUB

Celotna zunanja površina stavbe znaša $8.734,60 \text{ m}^2$, tako da je koeficient specifičnih toplotnih izgub

$$H'_T = H_T / A = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

in je manjši od največjega dovoljenega, ki za stavbo znaša $0,62 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih transmisijskih izgub ustreza zahtevam pravilnika.

DOBITKI NOTRANJIH VIROV

Vrednost notranjih pritokov stavbe znaša $13.690,00 \text{ W}$, število ogrevalnih dni je 265.
Skupna vrednost notranjih dobitkov (Q_i) v ogrevalni sezoni znaša $87.068,40 \text{ kWh}$.

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

šifra plasti	efekt.površina m^2	orient.	naklon $^\circ$	sonč.pritok kWh
OKNA JUG	7,47	J	90	4.049
OKNA SEVER	10,43	S	90	1.783
OKNA VZHOD	99,18	V	90	31.856
OKNA ZAHOD	48,28	Z	90	18.325

Pritoki sončnega sevanja v ogrevalni sezoni znašajo $56.013,57 \text{ kWh}$.

ZAŠČITA PROTI SONČNEMU SEVANJU

orientacija	$f_{st} \cdot g$	ustreznost
V	0,21	✓
J	0,04	✓
Z	0,23	✓

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza zahtevam pravilnika.

IZRAČUN SPECIFIČNE LETNE POTREBNE TOPLOTE

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša $20,09 \text{ kWh/m}^3\text{a}$.
Izračunana specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša $18,65 \text{ kWh/m}^3\text{a}$.

Specifična letna potrebna toplota za stavbo ustreza zahtevam pravilnika.

IZRAČUN PREDVIDENE LETNE POTREBNE TOPLOTE

Skupni toplotni pritoki (Q_g) :	143.082 kWh
Skupne toplotne izgube (Q_i) :	508.101 kWh
Razmerje med pritoki in izgubami (γ) :	0,28
Efektivna notranja toplotna kapacitivnost (C) :	1.495.980 kJ/K
Časovna konstanta stavbe (τ) :	72,63
Izkoristek pritokov (η) :	0,99

$$Q_H = Q_i - \eta * Q_g = 366.418 \text{ kWh}$$

