

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Korkoski, D., 2015. Vpliv sestave zunanje stene na izpolnjevanje gradbeno fizikalnih zahtev. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kunič, R.): 56 str.

Datum arhiviranja: 09-03-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Korkoski, D., 2015. Vpliv sestave zunanje stene na izpolnjevanje gradbeno fizikalnih zahtev. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kunič, R.): 56 pp.

Archiving Date: 09-03-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI STROKOVNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

DAVOR KORKOSKI

**VPLIV SESTAVE ZUNANJE STENE NA
IZPOLNJEVANJE GRADBENO FIZIKALNIH ZAHTEV**

Diplomska naloga št.: 83/OG-MO

**THE IMPACT OF THE EXTERIOR WALL STRUCTURE
ON THE PHYSICAL DEMANDS OF CONSTRUCTION**

Graduation thesis No.: 83/OG-MO

Mentor:
doc. dr. Roman Kunič

Predsednik komisije:
doc. dr. Tomo Cerovšek

Ljubljana, 27. 02. 2015

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani Davor Korkoski izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Vpliv sestave zunanje stene na izpolnjevanje gradbeno fizikalnih zahtev«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, februar 2015

Davor Korkoski

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	692.23:699.8(043.2)
Avtor:	Davor Korkoski
Mentor:	doc. dr. Roman Kunič
Somentor:	/
Naslov:	Vpliv sestave zunanje stene na izpolnjevanje gradbeno fizikalnih zahtev
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – visokošolski strokovni študij
Obseg in oprema:	56 str., 33 pregl., 37 sl., 3 graf., 1 en., 106 pril.
Ključne besede:	konstrukcijski sklop, kontaktno-izolacijska fasada, toplotna prevodnost, toplotna prehodnost, difuzija vodne pare, difuzijska upornost materiala vodni pari, kondenzacija vodne pare

Izveček:

Energija postaja zaradi prekomernega izčrpavanja neobnovljivih energetskih virov vse bolj dragocena. Med velike potrošnike energije sodijo tudi stavbe. Da bi dosegli boljšo energetsko učinkovitost stavb, je potrebno dobro zaščititi stavbni ovoj. V diplomski nalogi z vidika toplotne prehodnosti in difuzije vodne pare analiziram KS zunanje stene, na katerih bo izvedena kontaktno-izolacijska fasada. Gre za vrsto fasadnega sistema, ki se najpogosteje uporablja v vsakdanji praksi in je cenovno najbolj ugoden. V prvem delu bom izračunal najmanjše potrebne debeline toplotne izolacije v KS zunanje stene, ki so potrebne da zadostimo predpisom iz pravilnika. Dobljeni rezultati v prvem delu služijo kot osnova za izračune v drugem in tretjem delu raziskav. V drugem delu raziskav bom ugotavljal, kolikšne so še dovoljene vrednosti relativne vlage v prostoru, da v KS zunanje stene ne nastopi kondenzacija vodne pare v zimskem času. Pri tretjem delu raziskav pa bom obravnavane KS zunanjih sten primerjal z ustreznimi predpisi iz pravilnika ter ugotavljal primernost posameznih KS zunanjih sten. V tem sklopu raziskav so podane rešitve, ki prikazujejo načine, kako bi lahko zagotovili, da v najbolj neprimernih KS zunanjih sten tudi računsko ne bi nastopila kondenzacija vodne pare.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	692.23:699.8(043.2)
Author:	Davor Korkoski
Supervisor:	assist. prof. Roman Kunič, Ph.D.
Co-supervisor:	/
Title:	The impact of the exterior wall structure on the fulfilment of the physical demands of construction
Document type:	Graduation Thesis – Higher professional studies
Scope and tools:	56 p., 33 tab., 37 fig., 3 graph., 1 eq., 106 ann.
Keywords:	construction assembly, contact-insulated facade, thermal conductivity, thermal transience, diffusion of water vapor, diffusion resistance of the material against water vapor, condensation of water vapor

Abstract:

Due to excessive depletion of non-renewable energy resources, energy is becoming all the more valuable. Buildings are also among the major energy consumers. In order to achieve better energy efficiency of the buildings, the insulation of the building should be well protected. In this diploma thesis i will analyze exterior walls in terms of heat transfer and diffusion of water vapor through the structural assemblies of the exterior wall on which will be applied the contact-insulation façade. This is the type of facade system, which is most commonly used in everyday practice and it is also the most affordable. In the first part I will calculate the minimum required thickness of thermal insulation in the structural part of the outer wall, to satisfy the regulatory rules. The results obtained in the first part serve as a basis for calculations in the second and third part of the research. In the second part of the research I will identify what are the permissible values of relative humidity in the room, so that within the structural part of the outer wall there is no occurrence of condensation of water vapor in the winter. In the third section, I will present the research design sets of the outer wall compared with the regulatory rules and identify the suitability of individual structural components of the outer wall. In this part of the research the solutions are provided, showing the ways in which you can ensure that, throughout the year, the condensation of the water vapor within the most inappropriate constructional complexes of the outer wall can be avoided.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Romanu Kuniču za strokovno pomoč pri pisanju diplomske naloge.

Posebej se zahvaljujem moji družini, prijateljem in sošolcem, ki so mi v času študija stali ob strani in me podpirali.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Namen diplomske naloge	1
1.2	Zasnova diplomske naloge	2
2	ZAKONODAJA S PODROČJA ENERGETIKE	2
2.1	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010)	2
2.2	Tehnična smernica TSG-1-004:2010	2
3	ZUNANJA STENA KOT VERTIKALNI KS TOPLOTNEGA STAVBNEGA OVOJA	3
3.1	Zunanje stene in njihov pomen	3
3.2	Tankoslojna kontaktno-izolacijska fasada	4
3.3	Predstavitev izbranih toplotno-izolacijskih materialov	4
3.3.1	Splošno	5
3.3.2	Plošče iz lesnih vlaken	5
3.3.3	Lamele iz kamene volne	6
3.3.4	Plošče iz plute	6
3.3.5	Plošče iz ekspandiranega polistirena (EPS)	7
3.3.6	Plošče iz kamene volne	8
3.3.7	Plošče iz sivega ekspandiranega polistirena (EPS Neopor)	8
3.3.8	Plošče iz sivo-belega ekspandiranega polistirena	9
3.3.9	Plošče poliuretana	10
3.3.10	Plošče iz fenolne pene	10
4	PREDSTAVITEV OBRAVNAVANIH KS ZUNANJE STENE	11
4.1	Zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz armiranega betona (AB)	11
4.1.1	KS: "Zunanji zid tip 1"	11
4.1.2	KS: "Zunanji zid tip 2"	12
4.1.3	KS: "Zunanji zid tip 3"	12
4.1.4	KS: "Zunanji zid tip 4"	13
4.1.5	KS: "Zunanji zid tip 5"	13
4.1.6	KS: "Zunanji zid tip 6"	14
4.1.7	KS: "Zunanji zid tip 7"	14
4.1.8	KS: "Zunanji zid tip 8"	15

4.1.9	KS: "Zunanji zid tip 9"	15
4.2	Zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz opeke	16
4.2.1	KS: "Zunanji zid tip 10"	16
4.2.2	KS: "Zunanji zid tip 11"	17
4.2.3	KS: "Zunanji zid tip 12"	17
4.2.4	KS: "Zunanji zid tip 13"	18
4.2.5	KS: "Zunanji zid tip 14"	18
4.2.6	KS: "Zunanji zid tip 15"	19
4.2.7	KS: "Zunanji zid tip 16"	19
4.2.8	KS: "Zunanji zid tip 17"	20
4.2.9	KS: "Zunanji zid tip 18"	20
4.3	Zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz porobetona	21
4.3.1	KS: "Zunanji zid tip 19"	21
4.3.2	KS: "Zunanji zid tip 20"	21
4.3.3	KS: "Zunanji zid tip 21"	22
4.3.4	KS: "Zunanji zid tip 22"	22
4.3.5	KS: "Zunanji zid tip 23"	23
4.3.6	KS: "Zunanji zid tip 24"	23
4.3.7	KS: "Zunanji zid tip 25"	24
4.3.8	KS: "Zunanji zid tip 26"	24
4.3.9	KS: "Zunanji zid tip 27"	25
5	PREDSTAVITEV RAČUNALNIŠKEGA PROGRAMA TEDI	26
5.1	Splošno o programu	26
5.2	Postopek izračuna s programom TEDI in potrebni podatki	26
5.3	Računski model	29
6	REZULTATI	31
6.1	Rezultati toplotne prehodnosti obravnavanih zunanjih sten	31
6.1.1	Potrebne debeline toplotne izolacije, da zadostimo pogojem iz tehnične smernice	31
6.1.2	Analiza rezultatov	32
6.2	Rezultati difuzije vodne pare obravnavanih zunanjih sten	33
6.2.1	Največja relativna vlaga v prostoru, preden nastopi kondenzacija vodne pare	33
6.2.2	Analiza rezultatov	34

6.3	Rezultati difuzije vodne pare po predpisih iz tehnične smernice	36
6.3.1	Ustreznost KS predpisom iz tehnične smernice	36
6.3.2	Analiza rezultatov	37
6.4	Komentar k rezultatom	38
6.4.1	Splošno	38
6.4.2	Kako bi lahko računsko rešili problem pojava kondenzacije vodne pare v KS	39
6.4.2.1	V KS zunanje stene dodana plast, ki predstavlja parno oviro	39
6.4.2.1.1	Računski model	40
6.4.2.1.2	Nosilna konstrukcija iz opeke	40
6.4.2.1.3	Nosilna konstrukcija iz porobetona	41
6.4.2.2	V KS zunanje stene uporabljen idealen armirni in zaključni sloj	43
6.4.2.2.1	Računski model	43
6.4.2.2.2	Nosilna konstrukcija je iz opeke	44
6.4.2.2.3	Nosilna konstrukcija je iz porobetona	45
6.4.2.3	Izvedba prezračevane fasade	46
6.4.2.3.1	Računski model	47
6.4.2.3.2	Nosilna konstrukcija je iz opeke	47
6.4.2.3.3	Nosilna konstrukcija je iz porobetona	48
6.4.3	Idealni KS	50
6.4.3.1	Primer idealnega KS z vidika difuzije vodne pare, prehoda toplote in dobrega bivalnega okolja	50
6.4.3.2	Primerjava med izbranimi KS in idealnim KS	50
7	ZAKLJUČEK	52
	VIRI	54

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 1" po slojih [12], [19]	12
Preglednica 2:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 2" po slojih [13]	12
Preglednica 3:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 3" po slojih [14]	13
Preglednica 4:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 4" po slojih [15], [20]	13
Preglednica 5:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 5" po slojih [16], [21]	14
Preglednica 6:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 6" po slojih [15], [20]	14
Preglednica 7:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 7" po slojih [17]	15
Preglednica 8:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 8" po slojih [12], [19]	15
Preglednica 9:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 9" po slojih [18], [22]	16
Preglednica 10:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 10" po slojih [12], [19]	16
Preglednica 11:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 11" po slojih [13]	17
Preglednica 12:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 12" po slojih [14]	17
Preglednica 13:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 13" po slojih [15], [20]	18
Preglednica 14:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 14" po slojih [16], [21]	18
Preglednica 15:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 15" po slojih [15], [20]	19
Preglednica 16:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 16" po slojih [17]	19
Preglednica 17:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 17" po slojih [12], [19]	20
Preglednica 18:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 18" po slojih [18], [22]	20
Preglednica 19:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 19" po slojih [12], [19]	21
Preglednica 20:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 20" po slojih [13]	22
Preglednica 21:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 21" po slojih [14]	22
Preglednica 22:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 22" po slojih [15], [20]	23
Preglednica 23:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 23" po slojih [16], [21]	23
Preglednica 24:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 24" po slojih [15], [20]	24
Preglednica 25:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 25" po slojih [17]	24
Preglednica 26:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 26" po slojih [12], [19]	25
Preglednica 27:	Sestava sklopa "Zunanji zid tip 27" po slojih [18], [22]	25
Preglednica 28:	Grafični prikaz definiranih podatkov za prvi del raziskave (relativno vlažnost v notranjem prostoru spreminjam s ciljem določitve stopnje vlažnosti, ko nastopi v KS kondenzacija vodne pare*)	27
Preglednica 29:	Grafični prikaz definiranih podatkov za drugi del raziskave (upoštevam 65 % relativno vlažnost v notranjem prostoru, kakor predpisuje tehnična smernica*)	28

Preglednica 30: Potrebne debeline toplotne izolacije v KS zunanja stena, da zadostimo pogojem iz tehnične smernice [4]	31
Preglednica 31: Največja relativna vlaga v prostoru (%), pri kateri še ne nastopi kondenzacija vodne pare v KS zunanja stena	33
Preglednica 32: Ali KS ustreza predpisom iz tehnične smernice (65 % relativna vlaga v prostoru) [4]	36
Preglednica 33: Toplotne prevodnosti in difuzijske upornosti materialov, ki sestavljajo posamezen KS zunanji zid	51

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Potrebna debelina toplotne izolacije glede na vrsto nosilne konstrukcije in vrsto toplotne izolacije	32
Grafikon 2:	Največja relativna vlaga v prostoru glede na vrsto nosilne konstrukcije in vrsto toplotne izolacije	34
Grafikon 3:	Število primerov KS, ustrezni predpisom iz tehnične smernice, ki predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru	37

KAZALO SLIK

Slika 1:	Primer endoskeletne konstrukcije z leseno nosilno konstrukcijo (levo) [6] in eksoskeletna konstrukcija z opečno nosilno konstrukcijo (desno) [7]	3
Slika 2:	Debeloslojna kontaktno-izolacijska fasada (levo) in tankoslojna kontaktno-izolacijska fasada (desno) [8]	4
Slika 3:	Delitev izbranih toplotno-izolacijskih materialov glede na njihov izvor, kemijsko sestavo in strukturo [11]	5
Slika 4:	Toplotno-izolacijska plošča iz lesnih vlaken podjetja Baumit [12]	6
Slika 5:	Toplotno-izolacijske lamele iz kamene volne podjetja Jub [13]	6
Slika 6:	Toplotno-izolacijska plošča iz plute podjetja Fassa Bortolo [14]	7
Slika 7:	Toplotno-izolacijske plošče iz ekspandiranega polistirena, podjetja Demit [15]	7
Slika 8:	Toplotno-izolacijska plošča iz kamene volne podjetja Sto [16]	8
Slika 9:	Toplotno-izolacijske plošče iz ekspandiranega polistirena (EPS Neopor), podjetja Demit [15]	9
Slika 10:	Toplotno-izolacijske plošče iz sivo-belega ekspandiranega polistirena podjetja Röfix [17]	9
Slika 11:	Toplotno-izolacijska plošča iz poliuretana podjetja Baumit [12]	10
Slika 12:	Toplotno-izolacijska plošča iz fenolne pene podjetja Weber [18]	11
Slika 13:	Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 1" [12], [19]	12
Slika 14:	Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 2" [13]	12
Slika 15:	Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 3" [14]	13
Slika 16:	Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 4" [15], [20]	13
Slika 17:	Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 5" [16], [21]	14
Slika 18:	Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 7" [17]	15
Slika 19:	Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 8" [12], [19]	15
Slika 20:	Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 9" [18], [22]	16
Slika 21:	Računski model zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz armiranega betona	30
Slika 22:	Računski model zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz opeke	30
Slika 23:	Računski model zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz porobetona	30
Slika 24:	Prehod toplote in vlage po računalniškem programu TEDI in v realnosti	39
Slika 25:	Pozicija parne ovire pri nosilni konstrukciji iz opeke	41

Slika 26:	Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 11a" (levo) in rešitev z parno oviro $\mu \geq 15018$ (desno) iz TEDI [24]	41
Slika 27:	Pozicija parne ovire pri nosilni konstrukciji iz porobetona	42
Slika 28:	Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 20a" (levo) in rešitev z parno oviro $\mu \geq 16990$ (desno) iz TEDI [24]	42
Slika 29:	Idealni armirni in zaključni sloj pri nosilni konstrukciji iz opeke	44
Slika 30:	Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 11a" (levo) in rešitev z idealnim armirnim in zaključnim slojem $\mu \leq 13$ (desno) iz TEDI [24]	45
Slika 31:	Idealni armirni in zaključni sloj pri nosilni konstrukciji iz porobetona	45
Slika 32:	Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 20a" (levo) in rešitev z idealnim armirnim in zaključnim slojem $\mu \leq 10$ (desno) iz TEDI [24]	46
Slika 33:	Sloj armirne malte v prezračevani fasadi pri nosilni konstrukciji iz opeke	48
Slika 34:	Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 11a" (levo) in rešitev z slojem armirne malte v prezračevani fasadi $\mu \leq 44$ (desno) iz TEDI [24]	48
Slika 35:	Sloj armirne malte v prezračevani fasadi pri nosilni konstrukciji iz porobetona	49
Slika 36:	Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 20a" (levo) in rešitev z slojem armirne malte v prezračevani fasadi $\mu \leq 36$ (desno) iz TEDI [24]	49
Slika 37:	Primer "Idealnega KS zunanje stene"	50

KRATICE

KS	konstrukcijski sklop
NK	nosilna konstrukcija
AB	armiran beton
TI	toplotna izolacija
U_{\max}	največja dovoljena toplotna prehodnost KS, določena po pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah
S_d	difuzijska upornost prehodu vodne pare (vrednost izražena v metrih)
λ	toplotna prevodnost
μ	difuzijska upornost prehodu vodne pare (brezdimenzijska vrednost)

1 UVOD

Energija postaja v današnjih časih vse dragocenejša. Vzrok za vedno višje cene energije je v prekomernem izčrpanju neobnovljivih virov, katerih zaloge se vztrajno manjšajo. Ker pa so neobnovljivi viri pri uporabi pogosto tudi vir onesnaženja, se v zadnjem času kot njihova alternativa vse bolj uporabljajo obnovljivi viri energije, ki imajo znatno manjši vpliv na okolje. Prav zaradi varovanja okolja se v zadnjem času v razvitih deželah veliko pozornost pri proizvodnji energije namenja obnovljivim virom energije, npr. energiji vetra, vode in sonca. [1]

S problemom pomanjkanja energije se prav tako srečuje Evropska unija, katere članica je tudi Slovenija. Države Evropske unije so še vedno zelo odvisne od uvoza energije in omejenih neobnovljivih energetskih virov. Rešitev, s katero bi čim bolj zmanjšali potrebo po energiji, vidi Evropska unija v energetski učinkovitosti. S povečanjem le-te, bi se zmanjšala osnovna potreba po energiji, kar je tudi vzrok, da se je Evropska unija zavezala, da bo do leta 2020 dosegla 20 % manjšo porabo osnovne energije. [2]

Velik potrošnik energije so tudi stavbe, ki predstavljajo kar 40 % skupne porabe energije v Evropski uniji [2]. Zaradi tega je bistvenega pomena, da se na stavbah izboljša energetska učinkovitost, kar pa v prvi vrsti dosežemo z dobro zaščito stavbnega ovoja.

1.1 Namen diplomske naloge

Glavni namen je ustvariti pregled trga tankoslojnih kontaktno-izolacijskih fasadnih sistemov in preveriti njihove fizikalne lastnosti v kombinaciji z različnimi vrstami nosilne konstrukcije. Analiziranih je devet tankoslojnih kontaktno-izolacijskih fasadnih sistemov, ki imajo pridobljene ustrezne certifikate. Izbrani materiali nosilne konstrukcije, na katero so pritrjeni tankoslojni kontaktno-izolacijski fasadni sistemi, so opeka, armirani beton in porobeton. Obravnavani fasadni sistemi so izbrani tako, da vsak vsebuje drugačen tip toplotno-izolacijskega materiala. S kombiniranjem nosilne konstrukcije in fasadnih sistemov sem sestavil kar 27 KS zunanjih sten, ki so z računalniškim programom TEDI preverjeni z vidika toplotne prehodnosti in difuzije vodne pare. Dobljeni rezultati kažejo bolj ugodne in manj ugodne različice KS zunanjih sten.

1.2 Zasnova diplomske naloge

V začetnem delu diplomske naloge so opisani uporabljeni standardi in predpisi, ki jim sledi podrobnejši opis izbranih toplotno-izolacijskih materialov in obravnavanih KS zunanjih sten. Najpomembnejši del naloge so izračuni, opravljeni z računalniškim programom TEDI. V prvem delu raziskave so izračunane vrednosti o najmanjši potrebni debelini toplotne izolacije v KS zunanje stene, ki je potrebna, da zadostimo pogojem po pravilniku PURES 2010. Rezultati prvega dela služijo kot osnova za izračune v drugem in tretjem delu raziskave, drugi del raziskav prikazuje še dovoljene vrednosti relativne vlage v prostoru (gledano v odvisnosti od prvega dela raziskav), da v KS zunanje stene ne nastopi kondenzacija vodne pare v zimskem času, tretji del raziskav pa prikazuje, koliko od obravnavanih KS zunanjih sten je primernih (ozirajoč se na rezultate prvega dela raziskave) in ob predpisu iz tehnične smernice, ki predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru. Vsak sklop raziskav vsebuje ustrezen komentar. V sklopu tretjega dela raziskav so podane rešitve, ki prikazujejo načine, kako bi zagotovili, da v najbolj neprimernih KS zunanjih sten ne bi tudi računsko nastopila kondenzacija vodne pare.

2 ZAKONODAJA S PODROČJA ENERGETIKE

2.1 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010)

PURES 2010 je kratica za pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, ki je bil sprejet leta 2010. Gre za pravilnik, ki določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene, da lahko govorimo o učinkoviti rabi energije v stavbah. Podaja tehnične zahteve na področjih kot so:

- Toplotna zaščita stavb,
- ogrevanje, hlajenje, prezračevanje in njihove kombinacije v stavbah,
- priprava tople vode v stavbah,
- razsvetljava v stavbah,
- zagotavljanje lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov,
- metodologija za izračun energetske lastnosti stavbe v skladu z Direktivo 31/2010/EU.

[3]

2.2 Tehnična smernica TSG-1-004:2010

Oznaka TSG-1-004:2010 (v nadaljevanju samo tehnična smernica) označuje tehnično smernico za graditev, ki vsebuje dve pomembni določili. Prvo določilo govori o gradbenih

ukrepah oz. rešitvah za doseg zahtev, določenih v tem pravilniku (PURES 2010). Drugo določilo pa nam podaja metodologijo izračuna energetskih lastnosti stavbe. Uporaba tehnične smernice je obvezna. [4]

Za potrebe diplomske naloge je iz tehnične smernice bistvenega pomena poglavje o toplotni zaščiti. Govori o tem, kako moramo stavbe projektirati in graditi, da je vpliv toplotnih mostov čim manjši ter podaja največje dovoljene toplotne prehodnosti U_{max} (W/m^2K) za različne vrste gradbenih elementov stavb (Tabela 1). V moji nalogi je kot gradbeni element stavbe obravnavana zunanja stena, omenjena vrednost pa je enaka $U_{max} = 0,28 W/m^2K$. Zelo pomemben podatek iz tehnične smernice, na katerega se bom tekom diplomske naloge pogosto skliceval, je računaska relativna vlažnost v prostoru, katere vrednost je po tehnični smernici enaka 65 %. [3], [4]

3 ZUNANJA STENA KOT VERTIKALNI KS TOPLOTNEGA STAVBNEGA OVOJA

3.1 Zunanje stene in njihov pomen

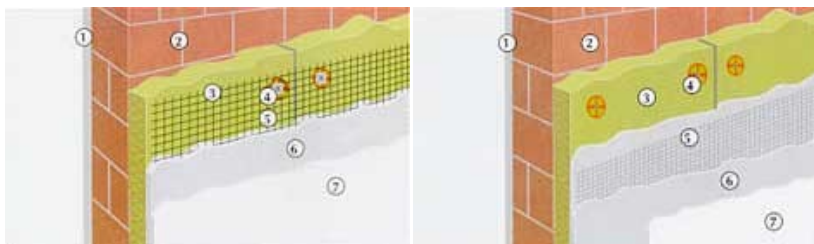
Zunanje stene ločujejo zunanji in notranji prostor ter nas ščitijo pred različnimi vremenskimi vplivi, kot so veter, voda in temperaturne razlike. Glede na vrsto nosilne konstrukcije lahko zunanje stene izvedemo kot endoskeletne ali kot eksoskeletne [5]. Endoskeletne nosilne konstrukcije delujejo na principu skeleta in so sestavljene iz stebrov (jekleni, leseni ali armirano-betonski), med katerimi je običajno vgrajeno polnilo (npr. opečno polnilo). Eksoskeletne nosilne konstrukcije predstavljajo masivne stene, ki so lahko zgrajene iz opeke, armiranega betona, porobetona ipd. V nalogi obravnavane zunanje stene so izključno eksoskeletne izvedbe, materiali nosilne konstrukcije pa so opeka, armiran beton in porobeton.



Slika 1: Primer endoskeletne konstrukcije z leseno nosilno konstrukcijo (levo) [6] in eksoskeletna konstrukcija z opečno nosilno konstrukcijo (desno) [7]

3.2 Tankoslojna kontaktno-izolacijska fasada

Poznamo več različnih fasadnih sistemov, med katerimi je tudi fasadni sistem kontaktno-izolacijske fasade. Gre za fasadni sistem, ki velja za enega največkrat uporabljenih v gradbeni praksi in je hkrati najcenejši za izvedbo. Kontaktno-izolacijske fasade se ločijo na debeloslojne kontaktno-izolacijske fasade in tankoslojne kontaktno-izolacijske fasade. [5]



Slika 2: Debeloslojna kontaktno-izolacijska fasada (levo) in tankoslojna kontaktno-izolacijska fasada (desno) [8]

V raziskavi in analizi bom za obravnavo izbral tankoslojne kontaktno-izolacijske fasade, pritrjene na različne nosilne konstrukcije. Pri tankoslojnih kontaktno-izolacijskih fasadah (v nadaljevanju samo kontaktno-izolacijska fasada) se toplotno-izolacijske plošče lepijo in sidrajo v nosilno konstrukcijo. Na tako pritrjeno toplotno izolacijo se nanese prvi sloj armirne malte, v katerega se vtisne plastificirana steklena mrežica. Ko se prvi sloj armirne malte posuši, sledi nanos drugega sloja armirne malte, s katerim izravnamo armirni sloj. Armirni sloj je tako sestavljen iz dveh slojev armirne malte, med katerima je vstavljena armirna mrežica. Ko je armirni sloj primerno suh, se nanj nanese zaključni sloj fasade, ki ščiti KS zunanje stene pred vremenskimi vplivi ter opravlja nalogo hidroizolacije.

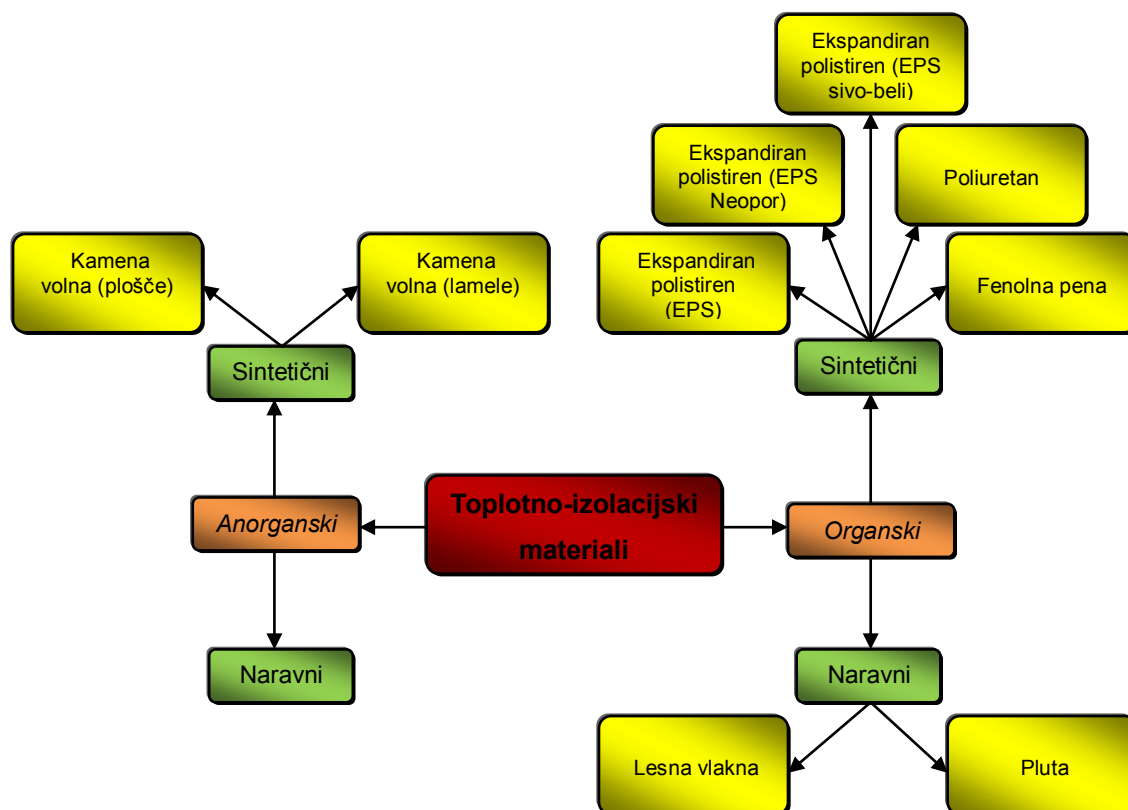
3.3 Predstavitev izbranih toplotno-izolacijskih materialov

Pri izbiri toplotno-izolacijskih materialov in sistemov kontaktno-izolacijskih fasad, sem se odločal med proizvajalci, ki imajo pridobljene ustrezne certifikate. Tako sem izbral 7 podjetij, ki imajo za izbrane fasadne sisteme pridobljeno evropsko tehnično soglasje ETAG 004 [9]. Gre za podjetja iz Nemčije, Avstrije, Italije in Slovenije. V nadaljevanju bom na kratko opisal vseh 9 izbranih toplotno-izolacijskih materialov, ki jih bom kasneje v sklopu z ostalimi sloji kontaktno-izolacijske fasade analiziral v kombinaciji z različnimi tipi nosilne konstrukcije zunanje stene.

Viri toplotno-izolacijskih materialov so navedeni pri vsakem obravnavanem tipu toplotno-izolacijske plošče posebej.

3.3.1 Splošno

Med toplotno-izolacijske materiale spadajo vsi materiali, ki imajo toplotno prevodnost (λ) manjšo od 0,1 W/mK. Razlikujejo se po izvoru, kemijski sestavi in strukturi. [10]



Slika 3: Delitev izbranih toplotno-izolacijskih materialov glede na njihov izvor, kemijsko sestavo in strukturo [11]

3.3.2 Plošče iz lesnih vlaken

Plošče iz lesnih vlaken se izdelujejo tako, da les predelajo v lesna vlakna. Nastala lesna vlakna se med seboj povežejo z mineralnimi vezivi in se pod vplivom visoke temperature oblikujejo v izolacijske plošče. Uporabljajo se v številne namene, med drugim tudi kot akustične plošče, ker zelo dobro absorbirajo zvok. So trde, zaradi česar jih lahko ometavamo in uporabimo kot izgubljeni opaž. [10]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem s toplotno izolacijo iz lesnih vlaken sem uporabil fasadni sistem Nature, podjetja Baunit. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,045$ W/mK. [12]

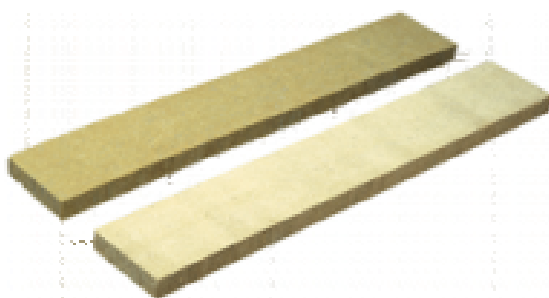


Slika 4: Toplotno-izolacijska plošča iz lesnih vlaken podjetja Baumit [12]

3.3.3 Lamelle iz kamene volne

Lamelle iz kamene volne so po izdelavi in večino lastnostih enake ploščam iz kamene volne. Bistvena razlika, ki predstavlja tudi prednost lamel v primerjavi s ploščami, je v njihovi orientiranosti vlaken. Ta potekajo pravokotno na zid, kar pomeni bistveno boljše mehanske lastnosti lamel v primerjavi s ploščami. Lamelle v nosilno konstrukcijo načeloma samo lepimo in jih ne sidramo. [13]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem s toplotno izolacijo iz kamene volne (lamelle) sem uporabil fasadni sistem Jub Nature, podjetja Jub. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. [13]



Slika 5: Toplotno-izolacijske lamelle iz kamene volne podjetja Jub [13]

3.3.4 Plošče iz plute

Pluta se pridobiva iz lubja španskega hrasta. Z obdelavo lubja dobimo naravno pluto, z mletjem naravne plute pa granulato. Plošče iz plute nastanejo z dodajanjem veziva granulatu. Pluta ima veliko dobrih lastnosti in se lahko uporablja v številne namene. Med drugim so neobčutljive na vlago ter odporne na zmrzal, gnitje in trohnenje. Uporabljamo jo lahko v obliki granulata ali plošč. [10]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem s toplotno izolacijo iz plute sem uporabil fasadni sistem Fassatherm Eco, podjetja Fassa Bortolo. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. [14]



Slika 6: Toplotno-izolacijska plošča iz plute podjetja Fassa Bortolo [14]

3.3.5 Plošče iz ekspandiranega polistirena (EPS)

Izdelava ekspandiranega polistirena poteka v posebnih modelih, kjer so vstavljena zrna polistirena. Zrna so izpostavljeni nasičeni vodni pari in temperaturi 110 do 120 °C. Pri teh pogojih zrna nabreknejo in se med seboj zlepijo. Tako nastanejo bloki, ki se kasneje razrežejo v izolacijske plošče. Ekspandiran polistiren mora pred uporabo zaradi svoje dimenzijske nestabilnosti najprej odležati. [10] Ekspandirani polistiren ima tudi dobre lastnosti, med katerimi je ena bistvenih ta, da pri njegovi proizvodnji ne nastajajo okolju škodljivi plini. Je edini toplotno-izolacijski material, ki ga lahko 100 % recikliramo in je enostaven za vgradnjo. [5]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem s toplotno izolacijo iz ekspandiranega polistirena sem uporabil fasadni sistem Demit Original, podjetja Demit. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$. [15]



Slika 7: Toplotno-izolacijske plošče iz ekspandiranega polistirena, podjetja Demit [15]

3.3.6 Plošče iz kamene volne

Osnovne surovine pri izdelavi kamene volne so kamnine vulkanskega izvora, kot so diabaz, amfibolit in bazalt. S taljenjem teh kamnin in dodatkov pri temperaturi okoli 1650 °C dobimo kameno volno. Običajni dodatki, ki jih dodajamo vlaknom kamene volne tekom proizvodnje, so vezivo ter vodoodbojno in protiprašno sredstvo. Kamena volna ima veliko dobrih lastnosti in široko področje uporabe. Zaradi lastnosti, kot so dobra toplotna in zvočna zaščita ter požarna odpornost, lahko kameno volno uporabljamo tako v elementih ovoja stavbe (zunanje stene, ravne strehe, poševne strehe ...), kot pri notranjih konstrukcijah (plavajoči podi, predelne stene). [14]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem s toplotno izolacijo iz kamene volne (plošče) sem uporabil fasadni sistem StoTherm Mineral podjetja Sto. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. [16]



Slika 8: Toplotno-izolacijska plošča iz kamene volne podjetja Sto [16]

3.3.7 Plošče iz sivega ekspandiranega polistirena (EPS Neopor)

Gre za novost med toplotno-izolacijskimi ploščami, ki so v osnovi podobne ploščam iz ekspandiranega polistirena, le da so te sive barve. Bistvena prednost tovrstnih plošč je v surovini iz Neoporja, ki so ji dodani majhni grafitni delci. Naloga grafitnih delcev je povečana refleksija infrardečega toplotnega sevanja znotraj materiala, s čimer se za 20 % izboljšajo izolacijske vrednosti plošč. Toplotna prevodnost tovrstnih plošč se giblje med vrednostjo $\lambda = 0,030 \text{ W/mK}$ in $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Pri vgradnji plošč z Neoporjem moramo biti zelo pozorni, da so-le te v času montaže zaščitene pred sončnimi žarki. To običajno naredimo z zavesami, obešenimi na fasadni oder, s čimer preprečimo, da bi pri vgradnji prihajalo do termičnih napetosti. [15]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem, s toplotno izolacijo iz ekspaniranega polistirena (EPS Neopor), sem uporabil fasadni sistem Demit Line 4Q podjetja Demit. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. [15]

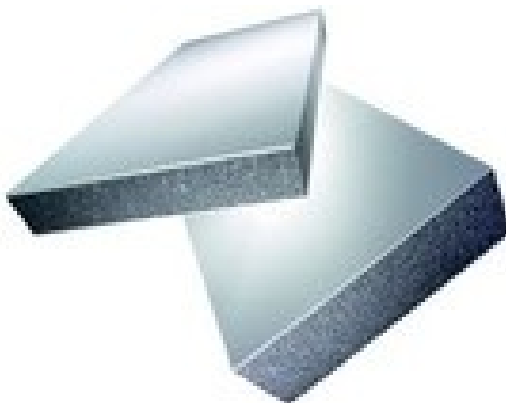


Slika 9: Toplotno-izolacijske plošče iz ekspaniranega polistirena (EPS Neopor), podjetja Demit [15]

3.3.8 Plošče iz sivo-belega ekspaniranega polistirena

Tudi te plošče so novost na tržišču. Po lastnostih, sestavi in videzu so načeloma enake ploščam iz sivega ekspaniranega polistirena (EPS Neopor). Razlika med njima je le v tem, da te plošče vsebujejo plast iz belega ekspaniranega polistirena. Bela plast ekspaniranega polistirena preprečuje nastajanje termičnih napetosti v ploščah, do katerih prihaja zaradi izpostavljenosti sončnim žarkom tekom vgradnje. [17]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem s toplotno izolacijo iz ekspaniranega polistirena (EPS sivo-beli) sem uporabil fasadni sistem RÖFIX take-it ALPIN-EPS podjetja Röfix. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$. [17]

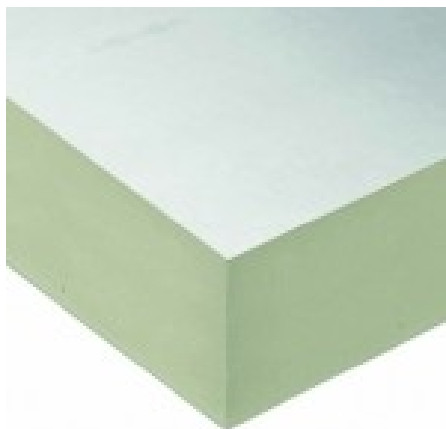


Slika 10: Toplotno-izolacijske plošče iz sivo-belega ekspaniranega polistirena podjetja Röfix [17]

3.3.9 Plošče poliuretana

Plošče iz penjenega poliuretana se izdelujejo v blokih, ki se režejo na potrebne dimenzije. Lastnosti plošč iz penjenega poliuretana so dobra toplotna prevodnost, imajo zaprto celično strukturo ter posledično veliko tlačno trdnost in so vodoodporne. Uporabljajo se v podih z večjimi obremenitvami in v obliki sendvič plošč pri montažnih stavbah. [10]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem s toplotno izolacijo iz poliuretana sem uporabil fasadni sistem S 026 podjetja Baunit. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,026 \text{ W/mK}$. [12]



Slika 11: Toplotno-izolacijska plošča iz poliuretana podjetja Baunit [12]

3.3.10 Plošče iz fenolne pene

Osnovna surovina plošč iz fenolne pene je bakelit. Gre za snov iz fenolne smole, ki sestavlja jedro plošče. Zunanost plošče pa je z obeh strani oblečena s filcem iz steklenih vlaken, ki ima funkcijo zaščite jedra plošče pred mehanskimi vplivi, obenem pa služi kot dobra podlaga fasadnemu lepilu. Lastnosti plošč iz fenolne pene so zelo majhna toplotna prevodnost, zaprta celična struktura, negorljivost, poleg tega pa se ob izpostavljenosti višjim temperaturam ne deformirajo. [18]

Za kontaktno-izolacijski fasadni sistem s toplotno izolacijo iz fenolne pene sem uporabil fasadni sistem Weber.therm plus ultra 020 podjetja Weber. Toplotna izolacija izbranega podjetja ima toplotno prevodnost enako $\lambda = 0,020 \text{ W/mK}$. [18]



Slika 12: Toplotno-izolacijska plošča iz fenolne pene podjetja Weber [18]

4 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANIH KS ZUNANJE STENE

V tem poglavju je bolj podrobno opisanih vseh 27 obravnavanih KS, ki so sestavljeni iz različnih slojev. Sloji, ki predstavljajo nosilno konstrukcijo v KS, so sestavljeni iz armiranega betona, opeke ali porobetona. Na notranji strani nosilne konstrukcije je zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je na nosilno konstrukcijo izvedena kontaktno-izolacijska fasada.

Kot sem že omenil, sem za izvedbo kontaktno-izolacijske fasade izbral 7 proizvajalcev in 9 njihovih fasadnih sistemov. Viri fasadnih sistemov kontaktno-izolacijskih fasad so navedeni pri vsakem obravnavanem KS.

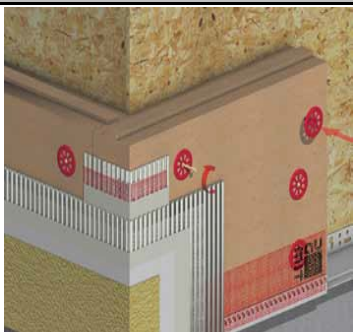
4.1 Zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz armiranega betona (AB)

Nosilna konstrukcija zunanje stene je armiran beton. Na tako zasnovano steno so na notranji in na zunanji strani armirano-betonske stene naloženi sloji.

4.1.1 KS: "Zunanji zid tip 1"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Baunit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Nature [12], [19].

Preglednica 1: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 1" po slojih [12], [19]

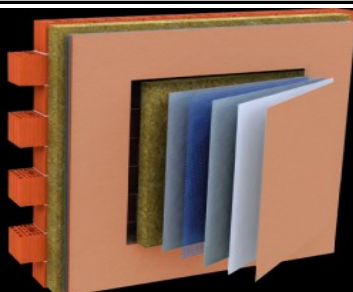
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 1"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	Baumit StarContact Forte	
	Toplotno-izol. plošča iz lesnih vlaken	
	SchraubDübel Speed	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit StarTex	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit UniPrimer	
Baumit Silikon Top		

Slika 13: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 1" [12], [19]

4.1.2 KS: "Zunanji zid tip 2"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Jub. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Jub Nature [13].

Preglednica 2: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 2" po slojih [13]

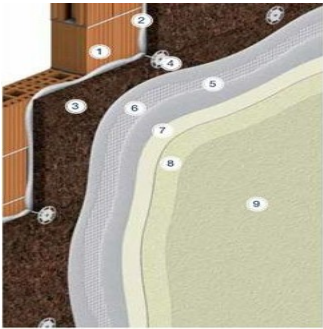
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 2"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	JUBIZOL lepilna malta	
	Lamele iz mineralne volne	
	JUBIZOL lepilna malta	
	JUBIZOL fasadna mrežica 160 g/m ²	
	JUBIZOL lepilna malta	
	Unigrund	
Silikatni zariban omet 2,0 mm		

Slika 14: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 2" [13]

4.1.3 KS: "Zunanji zid tip 3"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Fassa Bortolo. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Fassatherm Eco [14].

Preglednica 3: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 3" po slojih [14]

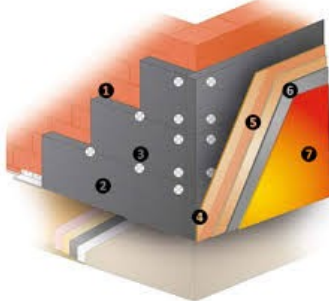
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 3"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	AF 66	
	Toplotno-izolacijska plošča iz plute	
	FASSA TOP FIX 2G	
	AF 66	
	FASSANET 160	
	AF 66	
	FX 526	
	RX 561	
SKIN432		

Slika 15: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 3" [14]

4.1.4 KS: "Zunanji zid tip 4"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Demit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Demit Original [15], [20].

Preglednica 4: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 4" po slojih [15], [20]

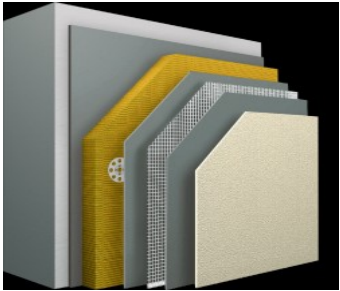
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 4"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	Demit Stirofix lepilo	
	Demit Original 039	
	Demit pritrdilno sidro PSK	
	Demit Original malta	
	Demit armirna mrežica	
	Demit Original malta	
	Demit Primer [basic]	
	Demit AcryLoxane [elast]	

Slika 16: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 4" [15], [20]

4.1.5 KS: "Zunanji zid tip 5"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Sto. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu StoTherm Mineral [16], [21].

Preglednica 5: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 5" po slojih [16], [21]

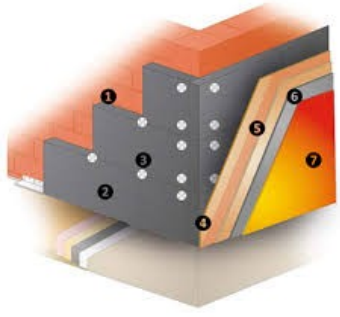
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 5"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	StoLevell Novo	
	Sto-Steinwolleplatte 036	
	StoLevell Novo	
	Sto Glass Fibre Mesh	
	StoLevell Novo	
	StoPrep Miral	
	StoLotusan K	

Slika 17: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 5" [16], [21]

4.1.6 KS: "Zunanji zid tip 6"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Demit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Demit Line 4Q [15], [20].

Preglednica 6: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 6" po slojih [15], [20]


Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 6"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	Demit Stirofix lepilo	
	Demit Original Graphite 032	
	Demit pritrdilno sidro PSK	
	Demit Original malta	
	Demit armirna mrežica	
	Demit Original malta	
	Demit Primer [basic]	
	Demit AcryLoxane [elast]	

Slika 16: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 6" [15], [20]

4.1.7 KS: "Zunanji zid tip 7"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Röfix. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu RÖFIX take-it ALPIN-EPS [17].

Preglednica 7: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 7" po slojih [17]


Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 7"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX EPS-F 031 take-it ALPIN	
	RÖFIX NDS-8Z (ISOFOX)	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX P50	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX Putzgrund PREMIUM	
	RÖFIX Kunstharzputz	

Slika 18: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 7" [17]

4.1.8 KS: "Zunanji zid tip 8"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Baumit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu S 026 [12], [19].

Preglednica 8: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 8" po slojih [12], [19]

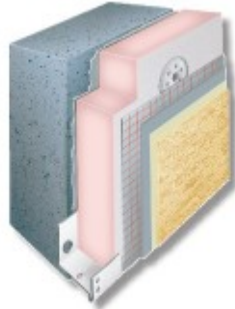
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 8"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	Baumit StarContact Forte	
	Fasadna plošča S 026	
	SchraubDübel Speed	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit StarTex	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit UniPrimer	
	Baumit Stellapor Top	

Slika 19: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 8" [12], [19]

4.1.9 KS: "Zunanji zid tip 9"

KS je sestavljen iz armirano-betonske stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Weber. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Weber.therm plus ultra 020 [18], [22].

Preglednica 9: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 9" po slojih [18], [22]

Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 9"	Podaljšana malta	
	Armirano betonska stena	
	M 768	
	weber.therm plus ultra 020-izol.plošča	
	PSK - weber pritrdilno sidro	
	M 768	
	9903	
	M 768	
	G 700	
R 955		

Slika 20: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 9" [18], [22]

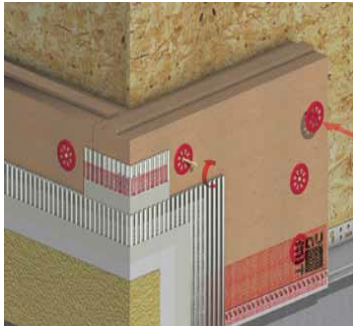
4.2 Zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz opeke

Nosilna konstrukcija zunanje stene so opečni bloki. Na tako zasnovano steno so na notranji in na zunanji strani opečne stene naloženi sloji.

4.2.1 KS: "Zunanji zid tip 10"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Baumit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Nature [12], [19].

Preglednica 10: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 10" po slojih [12], [19]

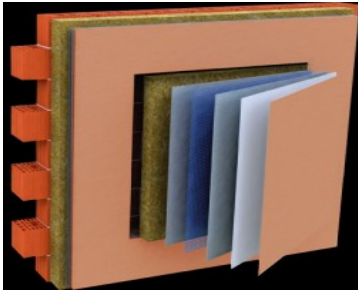
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 10"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	Baumit StarContact Forte	
	Toplotno-izol. plošča iz lesnih vlaken	
	SchraubDübel Speed	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit StarTex	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit UniPrimer	
Baumit Silikon Top		

Slika 13: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 10" [12], [19]

4.2.2 KS: "Zunanji zid tip 11"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Jub. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Jub Nature [13].

Preglednica 11: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 11" po slojih [13]

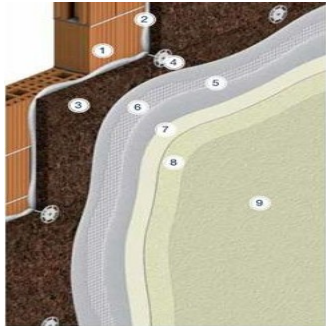
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 11"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	JUBIZOL lepilna malta	
	Lamele iz mineralne volne	
	JUBIZOL lepilna malta	
	JUBIZOL fasadna mrežica 160 g/m ²	
	JUBIZOL lepilna malta	
	Unigrund	
Silikatni zariban omet 2,0 mm		

Slika 14: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 11" [13]

4.2.3 KS: "Zunanji zid tip 12"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Fassa Bortolo. Sloji kontaktno-izolacijske fasade in njihove fizikalne lastnosti so povzeti po fasadnem sistemu Fassatherm Eco [14].

Preglednica 12: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 12" po slojih [14]

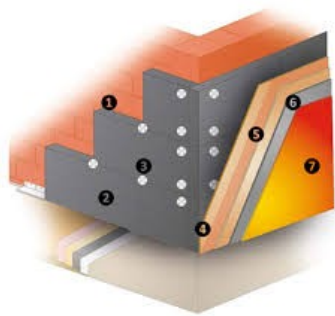
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 12"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	AF 66	
	Toplotno-izolacijska plošča iz plute	
	FASSA TOP FIX 2G	
	AF 66	
	FASSANET 160	
	AF 66	
	FX 526	
RX 561		
SKIN432		

Slika 15: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 12" [14]

4.2.4 KS: "Zunanji zid tip 13"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Demit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Demit Original [15], [20].

Preglednica 13: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 13" po slojih [15], [20]

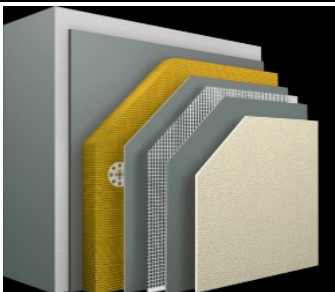
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 13"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	Demit Stirofix lepilo	
	Demit Original 039	
	Demit pritrdilno sidro PSK	
	Demit Original malta	
	Demit armirna mrežica	
	Demit Original malta	
	Demit Primer [basic]	
Demit AcryLoxane [elast]		

Slika 16: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 13" [15], [20]

4.2.5 KS: "Zunanji zid tip 14"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Sto. Sloji kontaktno-izolacijske fasade in njihove fizikalne lastnosti so povzeti po fasadnem sistemu StoTherm Mineral [16], [21].

Preglednica 14: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 14" po slojih [16], [21]

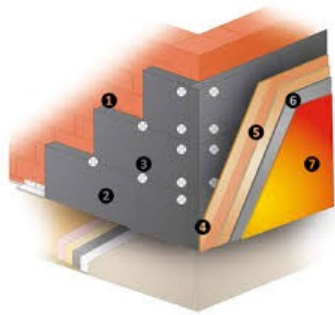
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 14"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	StoLevell Novo	
	Sto-Steinwolleplatte 036	
	StoLevell Novo	
	Sto Glass Fibre Mesh	
	StoLevell Novo	
	StoPrep Miral	
StoLotusan K		

Slika 17: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 14" [16], [21]

4.2.6 KS: "Zunanji zid tip 15"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Demit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Demit Line 4Q [15], [20].

Preglednica 15: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 15" po slojih [15], [20]


Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 15"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	Demit Stirofix lepilo	
	Demit Original Graphite 032	
	Demit pritrdilno sidro PSK	
	Demit Original malta	
	Demit armirna mrežica	
	Demit Original malta	
	Demit Primer [basic]	
	Demit AcryLoxane [elast]	

Slika 16: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 15" [15], [20]

4.2.7 KS: "Zunanji zid tip 16"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja RÖfix. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu RÖFIX take-it ALPIN-EPS [17].

Preglednica 16: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 16" po slojih [17]

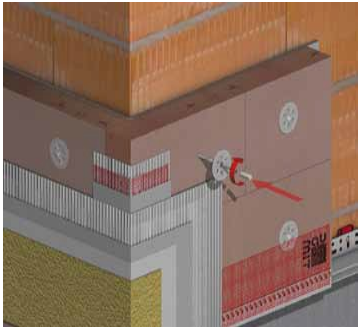
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 16"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX EPS-F 031 take-it ALPIN	
	RÖFIX NDS-8Z (ISO-FUX)	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX P50	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX Putzgrund PREMIUM	
	RÖFIX Kunstharzputz	

Slika 18: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 16" [17]

4.2.8 KS: "Zunanji zid tip 17"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Baumit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu S 026 [12], [19].

Preglednica 17: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 17" po slojih [12], [19]


Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 17"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	Baumit StarContact Forte	
	Fasadna plošča S 026	
	SchraubDübel Speed	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit StarTex	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit UniPrimer	
Baumit Stellapor Top		

Slika 19: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 17" [12], [19]

4.2.9 KS: "Zunanji zid tip 18"

KS je sestavljen iz opečne stene, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Weber. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Weber.therm plus ultra 020 [18], [22].

Preglednica 18: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 18" po slojih [18], [22]

Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 18"	Podaljšana malta	
	Opečna stena	
	M 768	
	weber.therm plus ultra 020-izol.plošča	
	PSK - weber pritrdilno sidro	
	M 768	
	9903	
	M 768	
	G 700	
R 955		

Slika 20: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 18" [18], [22]

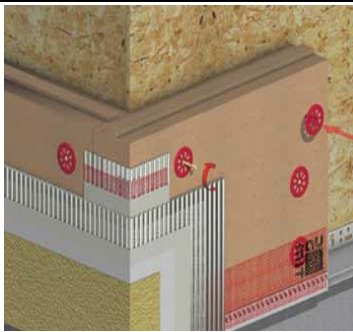
4.3 Zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz porobetona

Nosilna konstrukcija zunanje stene so bloki iz porobetona. Na tako zasnovano steno so na notranji in na zunanji strani stene naloženi sloji.

4.3.1 KS: "Zunanji zid tip 19"

KS je sestavljen iz stene iz porobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Baumit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Nature [12], [19].

Preglednica 19: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 19" po slojih [12], [19]

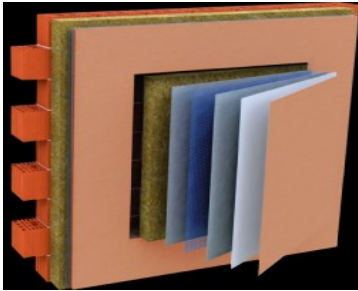
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 19"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	Baumit StarContact Forte	
	Toplotno-izol. plošča iz lesnih vlaken	
	SchraubDübel Speed	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit StarTex	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit UniPrimer	
	Baumit Silikon Top	

Slika 13: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 19" [12], [19]

4.3.2 KS: "Zunanji zid tip 20"

KS je sestavljen iz stene iz porobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Jub. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Jub Nature [13].

Preglednica 20: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 20" po slojih [13]

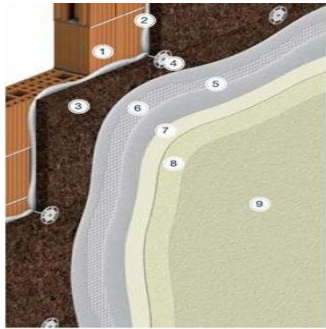
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 20"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	JUBIZOL lepilna malta	
	Lamele iz mineralne volne	
	JUBIZOL lepilna malta	
	JUBIZOL fasadna mrežica 160 g/m ²	
	JUBIZOL lepilna malta	
	Unigrund	
	Silikatni zariban omet 2,0 mm	

Slika 14: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 20" [13]

4.3.3 KS: "Zunanji zid tip 21"

KS je sestavljen iz stene iz porobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Fassa Bortolo. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Fassatherm Eco [14].

Preglednica 21: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 21" po slojih [14]

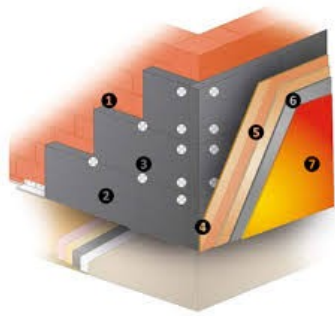
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 21"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	AF 66	
	Toplotno-izolacijska plošča iz plute	
	FASSA TOP FIX 2G	
	AF 66	
	FASSANET 160	
	AF 66	
	FX 526	
RX 561		
SKIN432		

Slika 15: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 21" [14]

4.3.4 KS: "Zunanji zid tip 22"

KS je sestavljen iz stene iz porobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Demit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Demit Original [15], [20].

Preglednica 22: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 22" po slojih [15], [20]

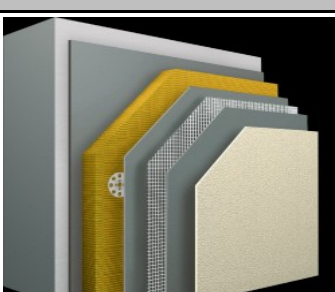
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 22"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	Demit Stirofix lepilo	
	Demit Original 039	
	Demit pritrdilno sidro PSK	
	Demit Original malta	
	Demit armirna mrežica	
	Demit Original malta	
	Demit Primer [basic]	
	Demit AcryLoxane [elast]	

Slika 16: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 22" [15], [20]

4.3.5 KS: "Zunanji zid tip 23"

KS je sestavljen iz stene iz porobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Sto. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu StoTherm Mineral [16], [21].

Preglednica 23: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 23" po slojih [16], [21]

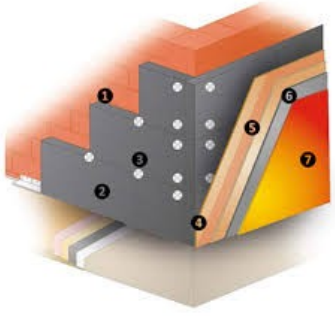
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 23"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	StoLevell Novo	
	Sto-Steinwolleplatte 036	
	StoLevell Novo	
	Sto Glass Fibre Mesh	
	StoLevell Novo	
	StoPrep Miral	
StoLotusan K		

Slika 17: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 23" [16], [21]

4.3.6 KS: "Zunanji zid tip 24"

KS je sestavljen iz stene iz porobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Demit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Demit Line 4Q [15], [20].

Preglednica 24: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 24" po slojih [15], [20]


Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 24"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	Demit Stirofix lepilo	
	Demit Original Graphite 032	
	Demit pritrdilno sidro PSK	
	Demit Original malta	
	Demit armirna mrežica	
	Demit Original malta	
	Demit Primer [basic]	
	Demit AcryLoxane [elast]	

Slika 16: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 24" [15], [20]

4.3.7 KS: "Zunanji zid tip 25"

KS je sestavljen iz stene iz penobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja RÖfix. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu RÖFIX take-it ALPIN-EPS [17].

Preglednica 25: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 25" po slojih [17]

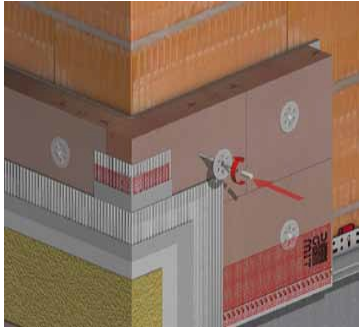
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 25"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX EPS-F 031 take-it ALPIN	
	RÖFIX NDS-8Z (ISOFOX)	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX P50	
	RÖFIX Unistar LIGHT	
	RÖFIX Putzgrund PREMIUM	
	RÖFIX Kunstharzputz	

Slika 18: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 25" [17]

4.3.8 KS: "Zunanji zid tip 26"

KS je sestavljen iz stene iz penobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Baumit. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu S 026 [12], [19].

Preglednica 26: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 26" po slojih [12], [19]

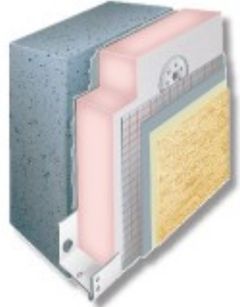
Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 26"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	Baumit StarContact Forte	
	Fasadna plošča S 026	
	SchraubDübel Speed	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit StarTex	
	Baumit StarContact Forte	
	Baumit UniPrimer	
	Baumit Stellapor Top	

Slika 19: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 26" [12], [19]

4.3.9 KS: "Zunanji zid tip 27"

KS je sestavljen iz stene iz penobetona, pri kateri je na notranji strani zaključni sloj podaljšana malta, na zunanji strani pa je izvedena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Weber. Sloji kontaktno-izolacijske fasade, njihove fizikalne lastnosti in simbolna slika so povzeti po fasadnem sistemu Weber.therm plus ultra 020 [18], [22].

Preglednica 27: Sestava sklopa "Zunanji zid tip 27" po slojih [18], [22]

Ime KS	Opis sistema po slojih od notri proti zunaj	Slika fasadnega sistema
"Zunanji zid tip 27"	Podaljšana malta	
	Stena iz porobetona	
	M 768	
	weber.therm plus ultra 020-izol.plošča	
	PSK - weber pritrdilno sidro	
	M 768	
	9903	
	M 768	
	G 700	
R 955		

Slika 20: Simbolična slika sestave sklopa "Zunanji zid tip 27" [18], [22]

5 PREDSTAVITEV RAČUNALNIŠKEGA PROGRAMA TEDI

5.1 Splošno o programu

Računalniški program TEDI je namenjen izračunu toplotne prehodnosti, analizi toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS. Zasnovan je tako, da izpolnjuje pogoje po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, izračune pa dela po računskih metodah opisanih v standardih SIST EN ISO 6946 in SIST EN ISO 10211-1 ter SIST 1025:2002. [23]

5.2 Postopek izračuna s programom TEDI in potrebni podatki

Računalniški program TEDI je oblikovan v programu Microsoft Office Excel in vsebuje 8 delovnih listov. Za izračun toplotne prehodnosti in difuzije vodne pare KS pa sta najbolj pomembna delovni list Splošni podatki in delovni list Podatki o KS.

Pri delovnem listu Splošni podatki definiramo naslednje podatke:

- VRSTA KS (zunanja stena, tla na terenu, stropna konstrukcija ...); ko izberemo vrsto KS, nam program sam, na podlagi pravilnika, določi zunanjo in notranjo površinsko upornost (R_{se} in R_{si}). V mojem primeru, kjer obravnavam zunanje stene, sta ti vrednosti enaki: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ in $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- VRSTA STAVBE; pomembno z vidika letnega temperaturnega nihanja v prostoru med poletnimi in zimskimi dnevi,
- KLIMATIZIRANA/NEKLIMATIZIRANA STAVBA; ali v stavbi nastaja več ali manj vodne pare),
- DIFUZIJSKO NAVLAŽEVANJE (ZIMSKI ČAS) – PROJEKTNE VREDNOSTI; tu podamo vrednosti za temperaturo in relativno vlago v prostoru in zunaj njega. Projektna temperatura je določena za območje Ljubljane in je v notranjosti prostora enaka $20 \text{ }^\circ\text{C}$, zunaj pa je $-13 \text{ }^\circ\text{C}$. Program na podlagi podanih projektnih temperatur določi zunanjo računsko temperaturo. Pri izbiri relativne vlage v prostoru bom upošteval tehnično smernico, po kateri mora biti le ta 65 %. Zunanja relativna vlaga je za zimski čas predpisana s programom 90 % in se je ne da spreminjati. V prvem delu raziskave bom notranjo relativno vlago empirično spreminjal in prilagajal izbranim KS, v drugem delu raziskave pa bom upošteval predpise iz tehnične smernice, ki predpiše 65 % relativno vlago v prostoru,

- DIFUZIJSKO NAVLAŽEVANJE (POLETNI ČAS) – PROJEKTNE VREDNOSTI; povezano je s podatkom ali je stavba klimatizirana ali neklimatizirana. Kadar je stavba neklimatizirana se po pravilniku upošteva enaka temperatura in relativna vlaga v prostoru in zunaj njega. Vsi obravnavani sklopi sodijo v to skupino. V primeru, ko je stavba klimatizirana, pa moramo za izračun vpisati dejanske temperature in relativne vlage znotraj in zunaj objekta. [23]

V Preglednicah 28 in 29 je za lažje razumevanje podan grafični prikaz definiranih podatkov. Definirani podatki in podane računске vrednosti veljajo za območje Ljubljane. Preglednica 28 predstavlja grafični prikaz, ki velja za prvi del raziskave, kjer bom notranjo relativno vlago empirično spreminjal in prilagajal izbranim KS. Preglednica 29 predstavlja grafični prikaz za drugi del raziskave, kjer bom upošteval pogoje iz tehnične smernice, ki predpiše 65 % relativno vlago v prostoru.

Preglednica 28: Grafični prikaz definiranih podatkov za prvi del raziskave (relativno vlažnost v notranjem prostoru spreminjam s ciljem določitve stopnje vlažnosti, ko nastopi v KS kondenzacija vodne pare*)

Opis primera	"Zunanji zid tip X"		
Vrsta KS po 9.členu pravilnika:	1.-Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom		
Vrsta stavbe po 9.členu pravilnika	1.-Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19 °C in poleti hlajenje pod 26 °C		
Neklimatizirana/klimatizirana stavba	1.-Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare		
Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti			
Temperatura zunaj (°C)	<input type="text" value="-13,0"/>	Relativna vlažnost zunaj (%)	<input type="text" value="90"/>
Temperatura notri (°C)	<input type="text" value="20,0"/>	Relativna vlažnost notri (%)	<input type="text" value="Spreminjam*"/>
		Računska temperatura zunaj (°C)	<input type="text" value="-5,0"/>
Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti			
Temperatura zunaj (°C)	<input type="text" value="18,0"/>	Relativna vlažnost zunaj (%)	<input type="text" value="65"/>
Temperatura notri (°C)	<input type="text" value="18,0"/>	Relativna vlažnost notri (%)	<input type="text" value="65"/>

Preglednica 29: Grafični prikaz definiranih podatkov za drugi del raziskave (upoštevam 65 % relativno vlažnost v notranjem prostoru, kakor predpisuje tehnična smernica*)

Opis primera	"Zunanji zid tip X"		
Vrsta KS po 9.členu pravilnika:	1.-Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom		
Vrsta stavbe po 9.členu pravilnika	1.-Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19 °C in poleti hlajenje pod 26 °C		
Neklimatizirana/klimatizirana stavba	1.-Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare		
Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti			
Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Relativna vlažnost zunaj (%)	90
Temperatura notri (°C)	20,0	Relativna vlažnost notri (%)	65*
		Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti			
Temperatura zunaj (°C)	18,0	Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Temperatura notri (°C)	18,0	Relativna vlažnost notri (%)	65

Delovna stran Podatki o KS je namenjena sestavljanju KS. Posamezne sloje KS podajamo iz notranje proti zunanji strani. Materiale lahko izbiramo iz Knjižnice materialov, ki jo vsebuje sam program, lahko pa materiale definiramo tudi sami pod rubriko Moji materiali. V primeru obravnavanih sklopov so za nosilne konstrukcije sten (armiran beton, opeka in porobeton) ter za zaključni sloj na notranji strani (podaljšana malta) privzeti materiali in njihove fizikalne lastnosti iz Knjižnice materialov. [23] Za zaključni sloj na zunanji strani (kontaktno-izolacijska fasada) sem materiale definiral sam, na podlagi pridobljenih podatkov, za vsak fasadni sistem posebej.

Vzporedno s podajanjem slojev nam program izračunava toplotno prehodnost U (W/m^2K). Pri tem se program prilagaja vrednostim, ki so za različne KS podane v PURES-u. Za KS zunanje stene je ta vrednost $U = 0,28 W/m^2K$. [3], [4]

5.3 Računski model

Za vse obravnavane primere zunanjih sten so si računski modeli med seboj zelo podobni, razlika med njimi je le v nosilni konstrukciji zunanje stene in pri lepljenju toplotno-izolacijskih plošč na nosilno konstrukcijo. Pri izračunih je fasadno lepilo upoštevano samo pri lamelah iz kamene volne, pri vseh ostalih toplotno-izolacijskih ploščah pa sloj fasadnega lepila zanemarimo. Vzrok za to je način nanosa fasadnega lepila na plošče. Ta se nanaša po točkovni ali pasovni metodi in zaseda le 40 % celotne površine plošče, medtem ko se na lamele fasadno lepilo nanaša po celotni površini.

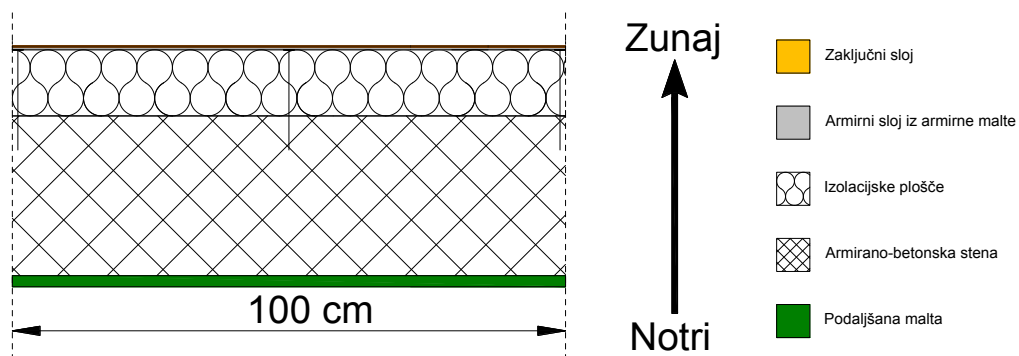
Skupna debelina zunanje stene je primarno odvisna od tipa nosilne konstrukcije, sekundarno pa od tipa toplotno-izolacijskega materiala. Izbrane debeline nosilne konstrukcije so sledeče:

- Armirano-betonska stena debeline **14 cm**,
- opečna stena debeline **19 cm**,
- stena iz porobetona **20 cm**.

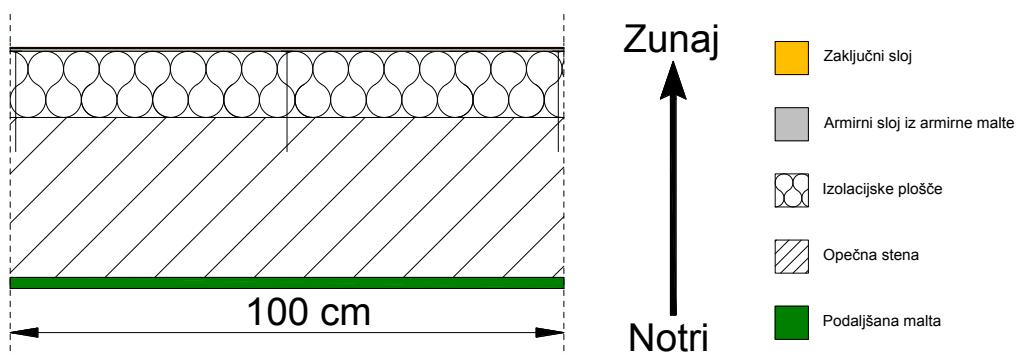
Izbrane debeline nosilne konstrukcije zunanje stene so minimalne za vsak posamezen tip nosilne konstrukcije. Z izbiro majhne debeline nosilne konstrukcije dobimo rezultate, ki veljajo za večje število primerov.

Kot je že omenjeno, na skupno debelino zunanje stene vpliva tudi tip toplotno-izolacijskega materiala. Glavna lastnost toplotno-izolacijskih materialov, ki ima pri tem največjo vlogo, je toplotna prevodnost toplotno-izolacijske plošče λ (W/mK). Čim manjša je vrednost toplotne prevodnosti toplotno-izolacijske plošče, tem manjšo debelino toplotno-izolacijske plošče potrebujemo, da zadostimo pogoju po PURES-u, ki je $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ [3], [4]. Posledično je manjša tudi debelina zunanje stene.

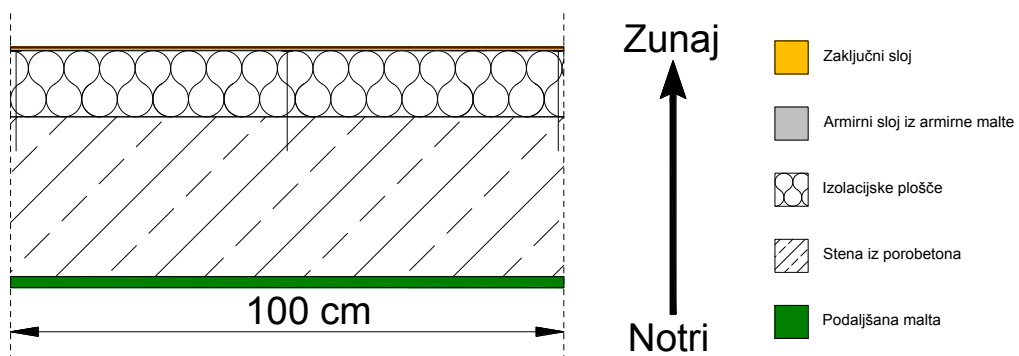
Spodaj navedene skice računskih primerov so splošni primeri za zunanje stene z različnimi nosilnimi konstrukcijami. Podroben opis fizikalnih lastnosti obravnavanih materialov in njihovih debelin je za vsako zunanjo steno posebej podan v prilogi B.



Slika 21: Računski model zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz armiranega betona



Slika 22: Računski model zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz opeke



Slika 23: Računski model zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz porobetona

6 REZULTATI

6.1 Rezultati toplotne prehodnosti obravnavanih zunanjih sten

6.1.1 Potrebne debeline toplotne izolacije, da zadostimo pogojem iz tehnične smernice

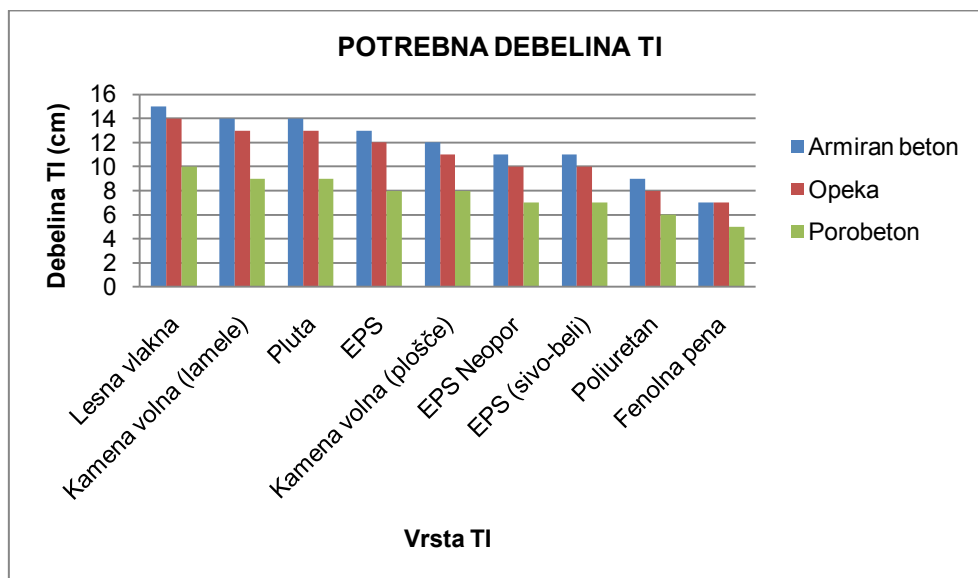
Preglednica 30: Potrebne debeline toplotne izolacije v KS zunanja stena, da zadostimo pogojem iz tehnične smernice [4]

Ime KS	Toplotno-izolacijski material	Nosilna konstrukcija	Debelina toplotne izolacije, da zadostimo pogojem iz tehnične smernice (cm)
"Zunanji zid tip 1"	Lesna vlakna	Armiran beton	15*
"Zunanji zid tip 2"	Kamena volna (lamele)		14
"Zunanji zid tip 3"	Pluta		14
"Zunanji zid tip 4"	EPS		13
"Zunanji zid tip 5"	Kamena volna (plošče)		12
"Zunanji zid tip 6"	EPS Neopor		11
"Zunanji zid tip 7"	EPS (sivo-beli)		11
"Zunanji zid tip 8"	Poliuretan		9
"Zunanji zid tip 9"	Fenolna pena		7**
"Zunanji zid tip 10"	Lesna vlakna	Opeka	14*
"Zunanji zid tip 11"	Kamena volna (lamele)		13
"Zunanji zid tip 12"	Pluta		13
"Zunanji zid tip 13"	EPS		12
"Zunanji zid tip 14"	Kamena volna (plošče)		11
"Zunanji zid tip 15"	EPS Neopor		10
"Zunanji zid tip 16"	EPS (sivo-beli)		10
"Zunanji zid tip 17"	Poliuretan		8
"Zunanji zid tip 18"	Fenolna pena		7**
"Zunanji zid tip 19"	Lesna vlakna	Porobeton	10*
"Zunanji zid tip 20"	Kamena volna (lamele)		9
"Zunanji zid tip 21"	Pluta		9
"Zunanji zid tip 22"	EPS		8
"Zunanji zid tip 23"	Kamena volna (plošče)		8
"Zunanji zid tip 24"	EPS Neopor		7
"Zunanji zid tip 25"	EPS (sivo-beli)		7
"Zunanji zid tip 26"	Poliuretan		6
"Zunanji zid tip 27"	Fenolna pena		5**

* največja debelina toplotne izolacije glede na vrsto nosilne konstrukcije

** najmanjša debelina toplotne izolacije glede na vrsto nosilne konstrukcije

6.1.2 Analiza rezultatov



Grafikon 1: Potrebna debelina toplotne izolacije glede na vrsto nosilne konstrukcije in vrsto toplotne izolacije

Dobljeni rezultati ustrezajo pričakovanim. Iz Grafikona 1 lahko razberemo, da so največje debeline toplotne izolacije potrebne v primeru, ko je nosilna konstrukcija iz armiranega betona, najmanjše debeline toplotne izolacije pa v primeru, ko je nosilna konstrukcija iz porobetona.

Debelina toplotne izolacije je najbolj odvisna od njene toplotne prevodnosti λ (W/mK). Gre za fizikalno lastnost, ki nam pove, kako hitro določen material prevaja toploto. Nižja kot je vrednost toplotne prevodnosti, bolj je material toplotno izolativen. Tako je toplotna izolacija iz fenolne pene s svojo toplotno prevodnostjo $\lambda = 0,020$ W/mK [18] več kot enkrat bolj izolativna od toplotne izolacije iz lesnih vlaken, ki ima toplotno prevodnost $\lambda = 0,045$ W/mK [12].

K skupni debelini zunanje stene, več kot vrsta toplotne izolacije, vpliva vrsta nosilnega materiala zunanje stene. Razlog so predpisane minimalne debeline nosilnih sten glede na material, ki jih sestavlja. Te so praviloma večje od izračunane potrebne debeline toplotne izolacije, ki se spreminja prav v odvisnosti od vrste in debeline nosilne konstrukcije. Skupna debelina zunanje stene je najmanjša pri nosilni konstrukciji iz armiranega betona, največja debelina zunanje stene pa pride pri nosilni konstrukciji iz opeke. Razlog za to so izbrane debeline nosilnih konstrukcij, ki so 14 cm pri armirano-betonski steni, 19 cm pri opečni steni in 20 cm pri steni iz porobetona.

Izračunane debeline toplotnih izolacij nam povejo, koliko le-teh moramo še dodati k določeni nosilni konstrukciji, da bo skupni seštevek toplotne prehodnosti vseh slojev v KS zunanjih sten takšen, da še zadostimo pogoju po PURES-u, ki je za zunanje stene enak $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ [3], [4]. Podroben izpis dobljenih rezultatov iz programa TEDI je za vsako zunanjo steno posebej podan v prilogi B.

6.2 Rezultati difuzije vodne pare obravnavanih zunanjih sten

6.2.1 Največja relativna vlaga v prostoru, preden nastopi kondenzacija vodne pare

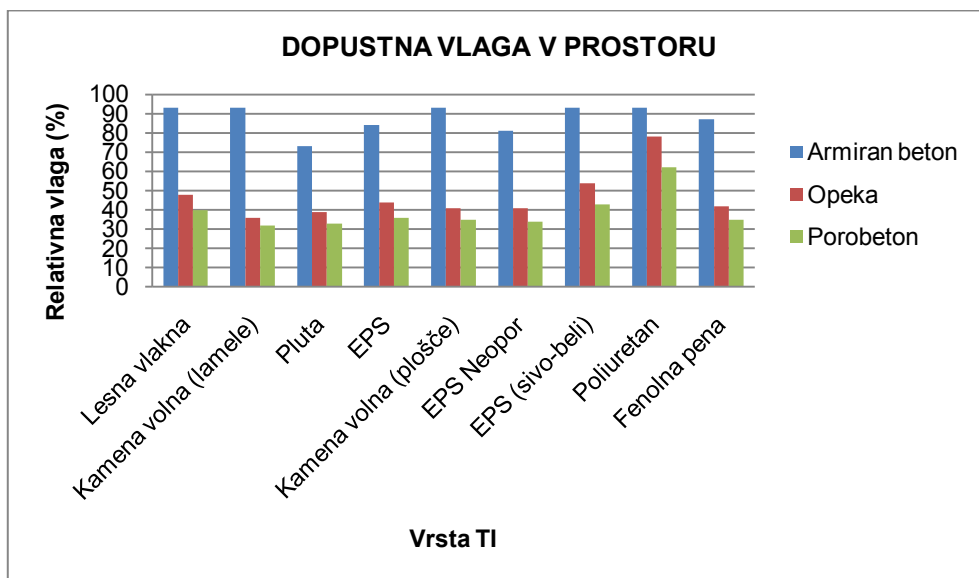
Preglednica 31: Največja relativna vlaga v prostoru (%), pri kateri še ne nastopi kondenzacija vodne pare v KS zunanja stena

Ime KS	Toplotno-izolacijski material	Nosilna konstrukcija	Največja relativna vlaga v prostoru (%), preden nastopi kondenzacija vodne pare
"Zunanji zid tip 1"	Lesna vlakna	Armiran beton	≤ 93*
"Zunanji zid tip 2"	Kamena volna (lamele)		≤ 93*
"Zunanji zid tip 3"	Pluta		≤ 73**
"Zunanji zid tip 4"	EPS		≤ 84
"Zunanji zid tip 5"	Kamena volna (plošče)		≤ 93*
"Zunanji zid tip 6"	EPS Neopor		≤ 81
"Zunanji zid tip 7"	EPS (sivo-beli)		≤ 93*
"Zunanji zid tip 8"	Poliuretan		≤ 93*
"Zunanji zid tip 9"	Fenolna pena		≤ 87
"Zunanji zid tip 10"	Lesna vlakna	Opeka	≤ 48
"Zunanji zid tip 11"	Kamena volna (lamele)		≤ 36**
"Zunanji zid tip 12"	Pluta		≤ 39
"Zunanji zid tip 13"	EPS		≤ 44
"Zunanji zid tip 14"	Kamena volna (plošče)		≤ 41
"Zunanji zid tip 15"	EPS Neopor		≤ 41
"Zunanji zid tip 16"	EPS (sivo-beli)		≤ 54
"Zunanji zid tip 17"	Poliuretan		≤ 78*
"Zunanji zid tip 18"	Fenolna pena		≤ 42
"Zunanji zid tip 19"	Lesna vlakna	Porobeton	≤ 40
"Zunanji zid tip 20"	Kamena volna (lamele)		≤ 32**
"Zunanji zid tip 21"	Pluta		≤ 33
"Zunanji zid tip 22"	EPS		≤ 36
"Zunanji zid tip 23"	Kamena volna (plošče)		≤ 35
"Zunanji zid tip 24"	EPS Neopor		≤ 34
"Zunanji zid tip 25"	EPS (sivo-beli)		≤ 43
"Zunanji zid tip 26"	Poliuretan		≤ 62*
"Zunanji zid tip 27"	Fenolna pena		≤ 35

* največja relativna vlaga v prostoru, ko še ne nastopi kondenzacija vodne pare v KS glede na vrsto NK

** najmanjša relativna vlaga v prostoru, ko še ne nastopi kondenzacija vodne pare v KS glede na vrsto NK

6.2.2 Analiza rezultatov



Grafikon 2: Največja relativna vlaga v prostoru glede na vrsto nosilne konstrukcije in vrsto toplotne izolacije

Rezultati v tem delu analize ne ustrezajo pričakovanim. Dobljene vrednosti največje relativne vlage v prostoru (razen v primeru nosilne konstrukcije iz armiranega betona) so precej nizke, a jih v bivalnih ali delovnih prostorih v realnosti še lahko dosežemo. Iz Grafikona 2 razberemo, da so vrednosti največje relativne vlage v prostoru pri primerih nosilne konstrukcije iz opeke in porobetona zelo podobne. Bistveno izstopajo vrednosti največje relativne vlage v prostoru v tistem primeru, ko je nosilna konstrukcija iz armiranega betona.

Med toplotnimi izolacijami se je z vidika kondenzacije vodne pare v KS zunanje stene najboljše obnesel poliuretán, ki dopušča največjo relativno vlago v prostoru pri nosilni konstrukciji iz armiranega betona, opeke in penobetona. V primeru nosilne konstrukcije iz opeke in penobetona so se najslabše obnesle lamele iz kamene volne, pri nosilni konstrukciji iz armiranega betona pa so se vse toplotne izolacije dobro obnesle.

Kakor je za potrebno debelino toplotne izolacije bistvenega pomena toplotna prevodnost le-te, je za relativno vlago v prostoru, poleg klimatskih pogojev v prostoru in zunaj njega, pomembna fizikalna lastnost difuzijska upornost materialov μ (-), uporabljenih v sestavi KS zunanje stene. Difuzijska upornost materiala vodni pari je fizikalna lastnost materiala, ki pove, koliko se nek material upira difuziji vodne pare.

Omenil sem že, da so vrednosti največje relativne vlage v prostoru, za primer nosilne konstrukcije stene iz armiranega betona, dokaj večje v primerjavi z nosilnimi konstrukcijami sten iz opeke in porobetona. Razlog za to je v difuzijski upornosti materiala nosilne konstrukcije. Vrednost difuzijske upornosti armiranega betona je enaka $\mu = 60$, medtem ko je difuzijska upornost pri opeki enaka $\mu = 6$, pri porobetonu pa enaka $\mu = 4$. Zaradi velike difuzijske upornosti armiranega betona vodni pari, le-ta z vidika difuzije vodne pare zelo ugodno deluje v KS zunanje stene, saj poleg tega, da opravlja nalogo nosilne konstrukcije, deluje tudi kot nekakšna "naravna parna ovira".

Izračunane relativne vlage v prostoru nam povejo kolikšna naj bi bila še dopustna relativna vlaga v prostoru v zimskem času, preden nastopi kondenzacija vodne pare v KS zunanje stene. Podroben izpis dobljenih rezultatov iz programa TEDI je za vsako zunanjo steno posebej podan v prilogi B.

6.3 Rezultati difuzije vodne pare po predpisih iz tehnične smernice

6.3.1 Ustreznost KS predpisom iz tehnične smernice

Preglednica 32: Ali KS ustreza predpisom iz tehnične smernice (65 % relativna vlaga v prostoru) [4]

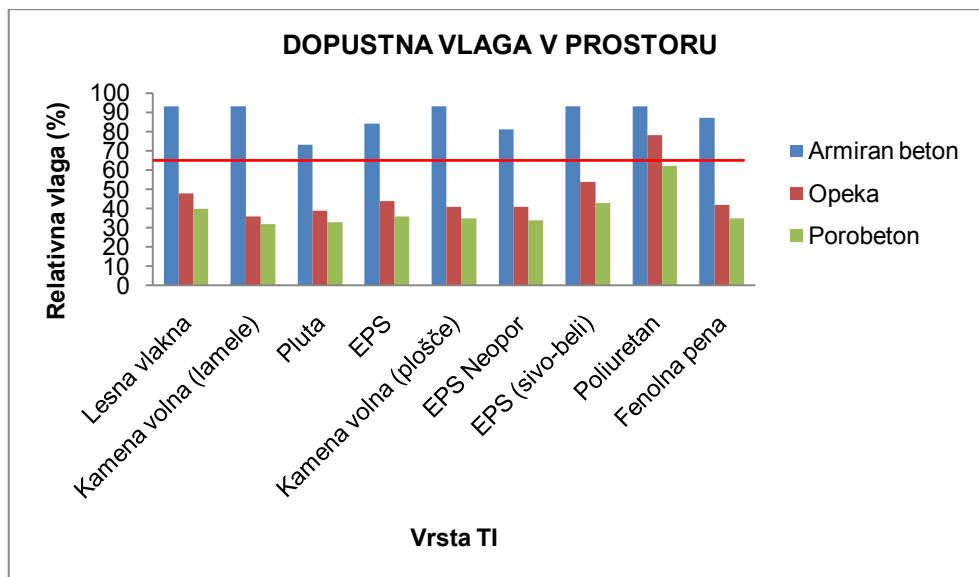
Ime KS	Toplotno-izolacijski material	Nosilna konstrukcija	Potrebna debelina TI (cm)	Največja relativna vlaga v prostoru (%)	Ustreznost KS predpisom iz tehnične smernice
"Zunanji zid tip 1"	Lesna vlakna	Armiran beton	15	≤ 93	DA
"Zunanji zid tip 2"	Kamena volna (lamele)		14	≤ 93	DA
"Zunanji zid tip 3"	Pluta		14	≤ 73	DA
"Zunanji zid tip 4"	EPS		13	≤ 84	DA
"Zunanji zid tip 5"	Kamena volna (plošče)		12	≤ 93	DA
"Zunanji zid tip 6"	EPS Neopor		11	≤ 81	DA
"Zunanji zid tip 7"	EPS (sivo-beli)		11	≤ 93	DA
"Zunanji zid tip 8"	Poliuretlan		9	≤ 93	DA
"Zunanji zid tip 9"	Fenolna pena		7	≤ 87	DA
"Zunanji zid tip 10"	Lesna vlakna	Opeka	14	≤ 48	NE*
"Zunanji zid tip 11"	Kamena volna (lamele)		13	≤ 36	NE*
"Zunanji zid tip 12"	Pluta		13	≤ 39	NE**
"Zunanji zid tip 13"	EPS		12	≤ 44	NE*
"Zunanji zid tip 14"	Kamena volna (plošče)		11	≤ 41	NE*
"Zunanji zid tip 15"	EPS Neopor		10	≤ 41	NE**
"Zunanji zid tip 16"	EPS (sivo-beli)		10	≤ 54	NE**
"Zunanji zid tip 17"	Poliuretlan		8	≤ 78	DA
"Zunanji zid tip 18"	Fenolna pena		7	≤ 42	NE*
"Zunanji zid tip 19"	Lesna vlakna	Porobeton	10	≤ 40	NE**
"Zunanji zid tip 20"	Kamena volna (lamele)		9	≤ 32	NE**
"Zunanji zid tip 21"	Pluta		9	≤ 33	DA***
"Zunanji zid tip 22"	EPS		8	≤ 36	NE**
"Zunanji zid tip 23"	Kamena volna (plošče)		8	≤ 35	NE**
"Zunanji zid tip 24"	EPS Neopor		7	≤ 34	NE**
"Zunanji zid tip 25"	EPS (sivo-beli)		7	≤ 43	DA***
"Zunanji zid tip 26"	Poliuretlan		6	≤ 62	NE*
"Zunanji zid tip 27"	Fenolna pena		5	≤ 35	NE*

* do kondenzacije vodne pare pride v sloju toplotne izolacije

** do kondenzacije vodne pare pride v armirnem sloju

*** do kondenzacije vodne pare pride v več slojih, a se ta pravočasno izsuši

6.3.2 Analiza rezultatov



Grafikon 3: Število primerov KS, ustreznih predpisom iz tehnične smernice, ki predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru

Tehnična smernica predpisuje, da je relativna vlaga v prostoru enaka 65 %. Grafikon 3 nam pokaže, da je ob upoštevanju tehnične smernice ustreznih samo deset primerov zunanjih sten. Pri nosilni konstrukciji iz armiranega betona so ustrezni vsi primeri, medtem ko je pri opečni nosilni konstrukciji ustrezen le en primer. Imamo pa tudi dva ustrezna primera pri nosilni konstrukciji iz porobetona, pri katerih pa pride do kondenzacije vodne pare v več slojih, a se ta v dovoljenem času izsuši.

Zanimiv je rezultat pri zunanjih stenah, kjer je uporabljena kontaktno-izolacijska fasada podjetja Fassa Bortolo. Njihov fasadni sistem je bil edini med obravnavanimi fasadnimi sistemi, ki vsebuje zaščitni sloj zaključnega sloja. Gre za premaz, s katerim je premazan zaključni sloj in ima zelo visoko vrednost difuzijske upornosti ($\mu = 900$). Iz rezultatov lahko vidimo, da zaščitni premaz ugodno deluje v primeru, ko je nosilna konstrukcija iz penobetona, neugodno pa v primeru, ko je nosilna konstrukcija armiran beton. Vsem primerom nosilne konstrukcije premaz v veliki meri zmanjša vrednost največje dopustne relativne vlage v prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare.

Preglednica 31 nam pokaže v katerih slojih (glede na vrsto nosilne konstrukcije) največkrat prihaja do kondenzacije vodne pare. Če upoštevamo predpis iz tehnične smernice, da je relativna vlaga v prostoru enaka 65 %, v KS z nosilno konstrukcijo iz armiranega betona do kondenzacije vodne pare ne pride. Pri KS z nosilno konstrukcijo iz opeke in iz porobetona

nam rezultati kažejo, da kondenzacija vodne pare običajno nastopi v armirnem sloju in v sloju toplotne izolacije.

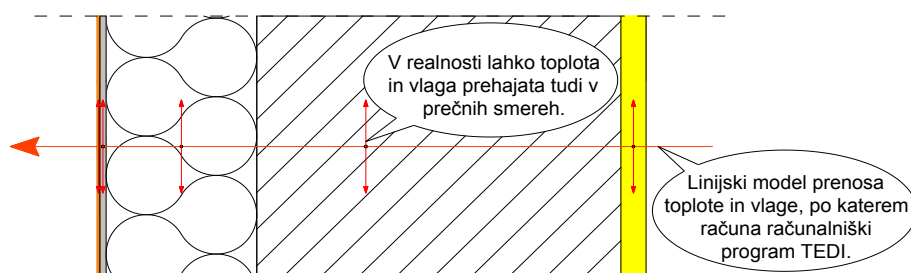
6.4 Komentar k rezultatom

Dobljeni rezultati se navezujejo izključno na obdobje zimskega časa. To pomeni, da se izračunana kondenzacija vodne pare, do katere pride v zimskem času, poleti v celoti izsuši.

6.4.1 Splošno

Za izbrane KS zunanjih sten so dobljeni rezultati slabši, kot sem pričakoval. Veliko KS ni zadostilo predpisom iz tehnične smernice. Omeniti je potrebno, da pri tovrstnih fasadnih sistemih v vsakdanji praksi pri upoštevanju predpisov o minimalni debelini toplotne izolacije glede na vrsto nosilne konstrukcije po PURES-u [3] ne prihaja do kakršnihkoli znakov kondenzacije vodne pare in posledično nastajanja plesni v zimskem obdobju. Po rezultatih sodeč, bi si lahko to razlagali s tem, da je v prostorih zagotovljena izračunana še dopustna relativna vlaga v prostoru preden nastopi kondenzacija vodne pare, kar pa vedno ne drži. Če pogledamo Preglednico 32, vidimo, da je veliko primerov takšnih, kjer mora biti relativna vlaga v prostoru manjša od 40 % (v najslabšem primeru 32 %), kar pa že težje dosežemo. Realnejši razlog za toliko neustreznih KS bi bil v strogih predpisih, določenih v tehnični smernici [4], in v številnih varnostnih faktorjih, ki jih za izračun uporablja računalniški program TEDI. Glavni predpis iz tehnične smernice, ki ima pri izračunih zelo pomembno vlogo, je 65 % relativna vlaga v prostoru. Le-ta je za vsakdanje bivanje v določenem prostoru najbolj optimalna med vrednostma od 40 % do 60 %. Ozirajoč se na ta podatek, vidimo, da računalniški program TEDI, s tem, ko za izračun uporabi s strani tehnične smernice predpisano 65 % relativno vlago v prostoru, dobi rezultate, ki so na varni strani.

Omeniti je potrebno tudi računski model, ki ga tako računalniški program TEDI, kot tudi ostali sorodni računalniški programi, uporabljajo za izračun toplotne prehodnosti in kondenzacijo vodne pare. Gre za linijski model, ki obravnava linijski transport toplote in vodne pare skozi plasti, ki sestavljajo KS. V realnosti se lahko toplota in vodna para v vsaki plasti KS transportirata tudi v prečni smeri, kar pa računalniški program TEDI ter ostali sorodni računalniški programi pri svojem izračunu zanemarijo.



Slika 24: Prehod toplote in vlage po računalniškem programu TEDI in v realnosti

6.4.2 Kako bi lahko računsko rešili problem pojava kondenzacije vodne pare v KS

Doseči želim, da v obravnavanih KS zunanjih sten ne bi prihajalo do problema nastanka kondenzacije vodne pare. Rešitev, kako bi ob upoštevanju predpisov iz tehnične smernice [4] računsko rešil problem nastanka kondenzacije vodne pare v obdobju zimskega časa pri neustreznih KS, vidim v uporabi naslednjih ukrepov:

- dodati plast, ki bi predstavljala parno oviro,
- uporabiti idealni armirni in zaključni sloj in
- izvesti prezračevano fasado.

6.4.2.1 V KS zunanje stene dodana plast, ki predstavlja parno oviro

Parno oviro predstavljajo materiali, za katere je značilna zelo velika upornost difuziji vodne pare. Takšni materiali so razni trakovi in folije. Glavna naloga parne ovire v KS je zadržati vodno paro na želenem mestu in na ta način preprečiti njeno širjenje skozi ostale sestavne plasti KS.

V nadaljevanju bom predstavil računski model in podal rešitve, do katerih sem prišel empirično, s spreminjanjem vrednosti, za vsako vrsto nosilne konstrukcije posebej. V obravnavo sem vzel tiste KS zunanjih sten, ki niso zadostili predpisom iz tehnične smernice in so imeli (glede na nosilno konstrukcijo) najmanjšo vrednost še dopustne vlage v prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare. Ker pa so vsi KS zunanjih sten, z nosilno konstrukcijo iz armiranega betona, zadostili predpisom tehnične smernice, bom podal rešitve samo za primera nosilne konstrukcije iz opeke in porobetona. Izbrani primeri so dobro razvidni iz Preglednice 30.

6.4.2.1.1 Računski model

Pri izračunu potrebne difuzijske upornosti parne ovire sem predpostavil, da je debelina parne ovire enaka 0,2 mm. Na podlagi tega podatka sem s poskušanjem in spreminjanjem difuzijske upornosti v programu TEDI za vsak obravnavan zunanji zid določil najmanjšo vrednost difuzijske upornosti parne ovire μ (-). Ker pa se na tržišču kot oznaka za difuzijsko upornost uporablja oznaka S_d (m), sem vrednosti μ (-), dobljene s programom TEDI, pretvoril in dobil vrednosti S_d s pomočjo spodnje enačbe (1).

$$S_d = d * \mu \quad (1),$$

kjer je

S_d difuzijska upornost prehoda vodne pare (vrednost izražena v metrih),

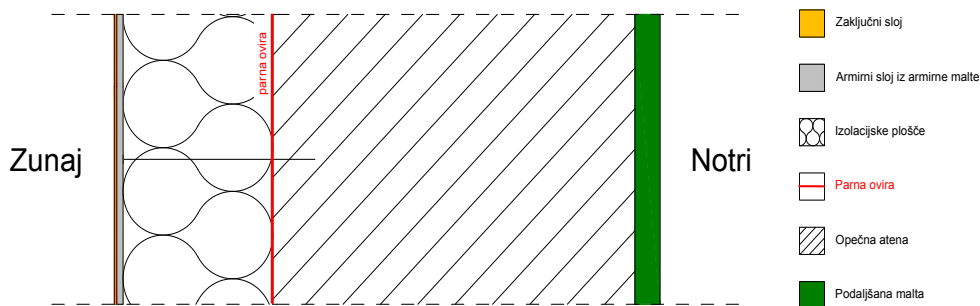
d debelina materiala in

μ difuzijska upornost prehoda vodne pare (brezdimenzijska vrednost). [25]

Podroben izpis dobljenih rezultatov iz programa TEDI je za vsako izbrano zunanjo steno posebej podan v prilogi D.

6.4.2.1.2 Nosilna konstrukcija iz opeke

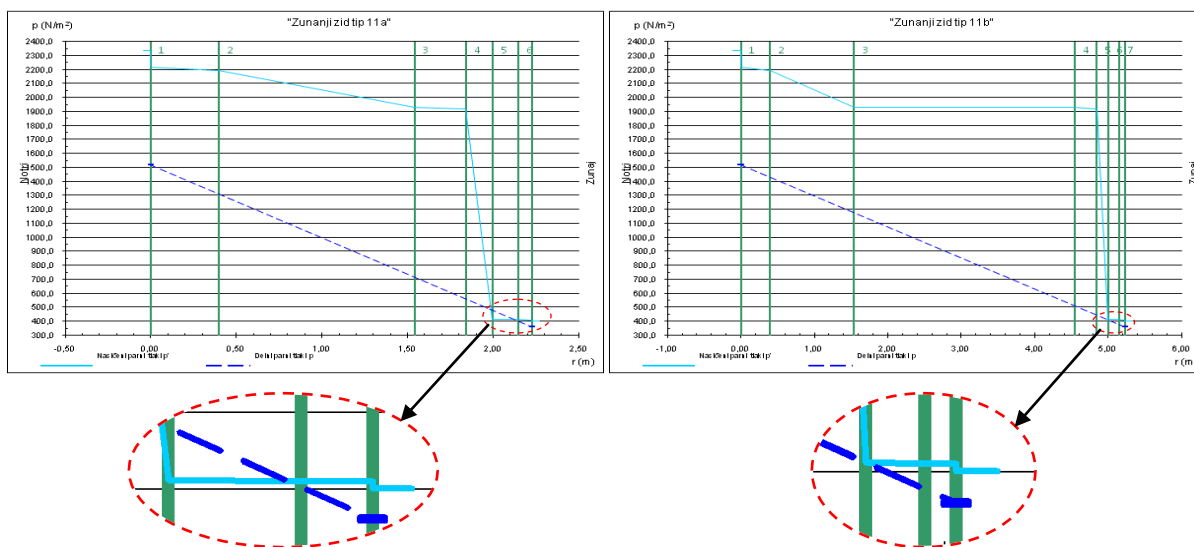
V primeru nosilne konstrukcije iz opeke se je najslabše obnesel KS "Zunanji zid tip 11", katerega toplotna izolacija so lamele iz kamene volne. Še dopustna relativna vlaga v prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare je za "Zunanji zid tip 11" enaka 36 %. Ker pa tehnična smernica predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru, je v KS nastopila kondenzacija vodne pare v sloju toplotne izolacije (glej Preglednica 31). Da obdržim predpisanih 65 % relativne vlage v prostoru in rešim problem kondenzacije vodne pare, moram v KS vstaviti parno oviro, ki mora biti postavljena na zunanji strani nosilne konstrukcije.



Slika 25: Pozicija parne ovire pri nosilni konstrukciji iz opeke

S poskušanjem sem ugotovil, da mora biti najmanjša vrednost difuzijske upornosti materiala vodni pari, ki v KS "Zunanji zid tip 11" predstavlja parno oviro, enaka $\mu = 15018$. S tem, ko v obravnavani KS vstavim plast parne ovire z difuzijsko upornostjo $\mu \geq 15018$, zadostim predpisu iz tehnične smernice in se izognem nastanku kondenzacije vodne pare v KS. Vrednost difuzijske upornosti parne ovire izražene z S_d mora biti večja ali enaka vrednosti $3,0036 \text{ m (1) [25]}$.

$$S_d \geq 0,0002 \text{ m} * 15018 = 3,0036 \text{ m} \quad (1)$$

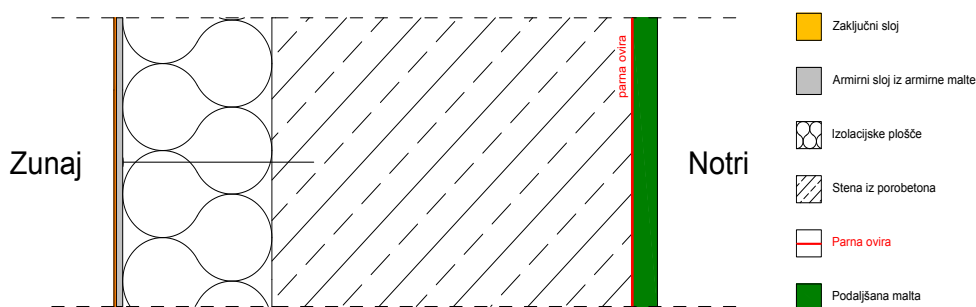


Slika 26: Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 11a" (levo) in rešitev z parno oviro $\mu \geq 15018$ (desno) iz TEDI [24]

6.4.2.1.3 Nosilna konstrukcija iz porobetona

V primeru nosilne konstrukcije iz porobetona se je najslabše obnesel KS "Zunanji zid tip 20", katerega toplotna izolacija so lamele iz kamene volne. Še dopustna relativna vlaga v

prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare je za "Zunanji zid tip 20" enaka 32 %. Ker pa tehnična smernica predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru, je v KS nastopila kondenzacija vodne pare v armirnem sloju (glej Preglednica 31). Da obdržim predpisanih 65 % relativne vlage v prostoru in rešim problem kondenzacije vodne pare, moram v KS vstaviti parno oviro, ki mora biti postavljena na notranji strani nosilne konstrukcije.

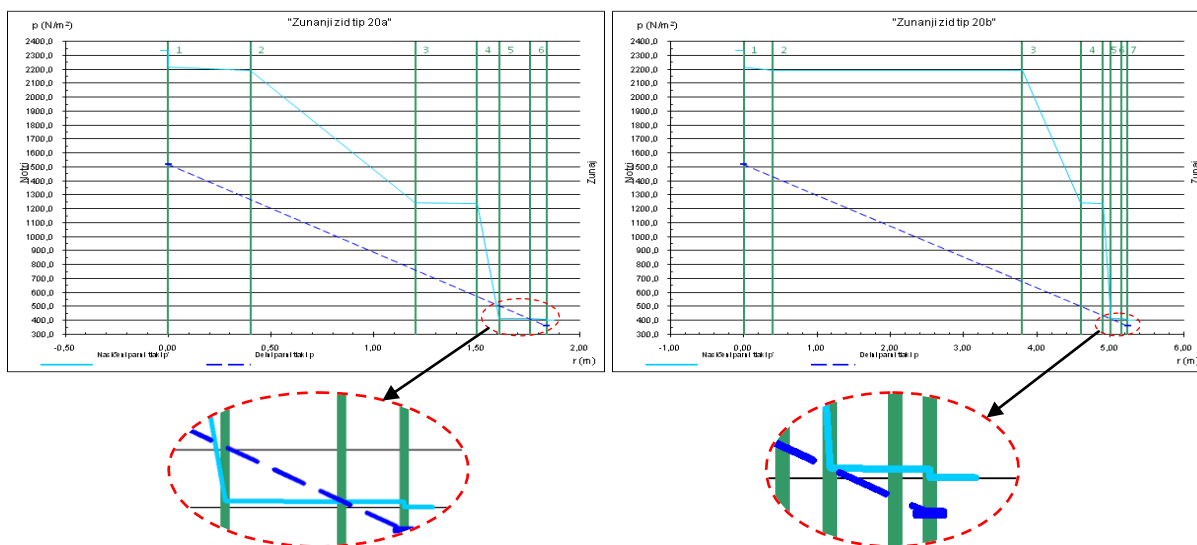


Slika 27: Pozicija parne ovire pri nosilni konstrukciji iz porobetona

S poskušanjem sem ugotovil, da mora biti najmanjša vrednost difuzijske upornosti materiala vodni pari, ki v KS "Zunanji zid tip 20" predstavlja parno oviro, enaka $\mu = 16990$. S tem, ko v obravnavani KS vstavim plast parne ovire z difuzijsko upornostjo $\mu \geq 16990$, zadostim predpisu iz tehnične smernice in se izognem nastanku kondenzacije vodne pare v KS. Vrednost difuzijske upornosti parne ovire izražene z S_d mora biti večja ali enaka vrednosti 3,3980 m (1) [25].

$$S_d \geq 0,0002 \text{ m} * 16990 = 3,3980 \text{ m}$$

(1)



Slika 28: Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 20a" (levo) in rešitev z parno oviro $\mu \geq 16990$ (desno) iz TEDI [24]

6.4.2.2 V KS zunanje stene uporabljen idealen armirni in zaključni sloj

Običajno se fizikalne lastnosti armirnega in zaključnega sloja razlikujejo. Največje odstopanje pride v difuzijski upornosti (μ) posameznega materiala. Načeloma velja, da je difuzijska upornost zaključnega sloja večja od difuzijske upornosti armirnega sloja. To lahko vidimo tudi v Preglednici 33 (str. 50). Ta pokaže, da je difuzijska upornost armirnega sloja večja samo v primeru fasadnega sistema Weber.therm plus ultra 020 [18], v vseh ostalih primerih pa je difuzijska upornost armirnega sloja manjša od difuzijske upornosti zaključnega sloja. Ugotavljal sem, koliko bi morala biti skupna difuzijska upornost armirnega in zaključnega sloja, ki bi na ta način delovala kot en sloj, s čimer bi se izognil problemu nastanka kondenzacije vodne pare.

V nadaljevanju bom predstavil računski model in podal rešitve, do katerih sem prišel empirično, s spreminjanjem vrednosti, za vsako vrsto nosilne konstrukcije posebej. V obravnavo sem vzel tiste KS zunanjih sten, ki niso zadostili predpisom iz tehnične smernice in so imeli (glede na nosilno konstrukcijo) najmanjšo vrednost še dopustne vlage v prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare. Ker pa so vsi KS zunanjih sten, z nosilno konstrukcijo iz armiranega betona, zadostili predpisom tehnične smernice, bom podal rešitve samo za primera nosilne konstrukcije iz opeke in porobetona. Izbrani primeri so dobro razvidni iz Preglednice 30.

6.4.2.2.1 Računski model

Pri izračunu potrebne difuzijske upornosti armirnega in zaključnega sloja sem predpostavil, da je njuna skupna debelina enaka 7 mm. Na podlagi tega podatka sem s poskušanjem in spreminjanjem difuzijske upornosti v programu TEDI za vsako obravnavano zunanjo steno določil najmanjšo vrednost difuzijske upornosti armirnega in zaključnega sloja μ (-). Ker pa se na tržišču kot oznaka za difuzijsko upornost uporablja oznaka S_d (m), sem vrednosti μ (-), dobljene s programom TEDI, pretvoril in dobil vrednosti S_d . To sem storil s pomočjo spodnje enačbe (1).

$$S_d = d * \mu \quad (1)$$

kjer je

S_d difuzijska upornost prehoda vodne pare (vrednost izražena v metrih),

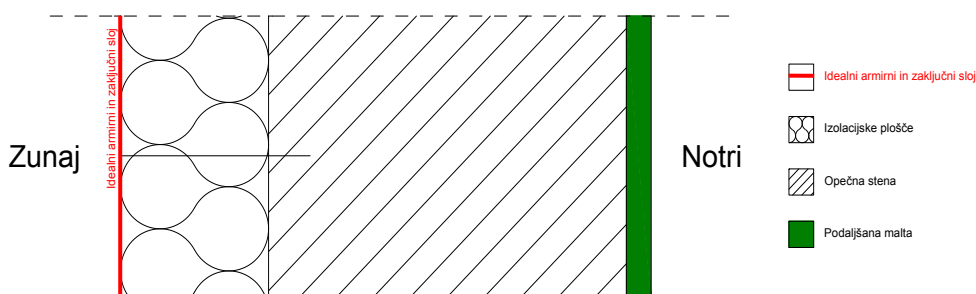
d debelina materiala in

μ difuzijska upornost prehoda vodne pare (brezdimenzijska vrednost). [25]

Podroben izpis dobljenih rezultatov iz programa TEDI je za vsako izbrano zunanjo steno posebej podan v prilogi E.

6.4.2.2.2 Nosilna konstrukcija je iz opeke

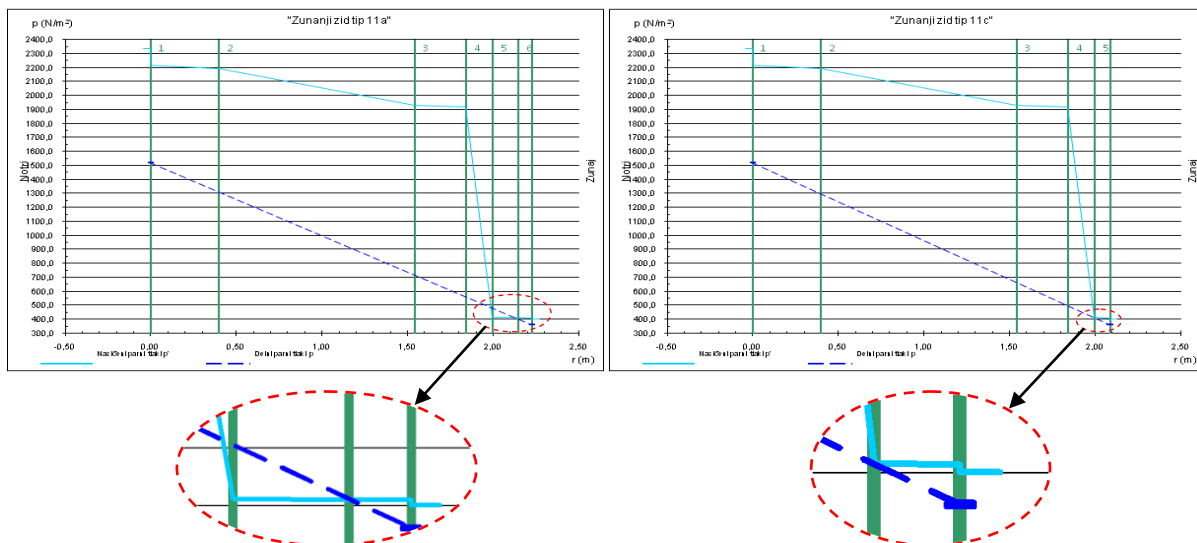
V primeru nosilne konstrukcije iz opeke se je najslabše obnesel KS "Zunanji zid tip 11", katerega toplotna izolacija so lamele iz kamene volne. Še dopustna relativna vlaga v prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare je za "Zunanji zid tip 11" enaka 36 %. Ker tehnična smernica predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru, je v KS nastopila kondenzacija vodne pare v sloju toplotne izolacije (glej Preglednica 31). Da obdržim predpisanih 65 % relativne vlage v prostoru in rešim problem kondenzacije vodne pare, bom v KS vstavil idealni armirni in zaključni sloj.



Slika 29: Idealni armirni in zaključni sloj pri nosilni konstrukciji iz opeke

S poskušanjem sem ugotovil, da mora biti najmanjša vrednost difuzijske upornosti materiala vodni pari, ki v KS "Zunanji zid tip 20" predstavlja idealni armirni in zaključni sloj, enaka $\mu = 13$. S tem, ko v obravnavani KS vstavim plast idealnega armirnega in zaključnega sloja z difuzijsko upornostjo $\mu \leq 13$, zadostim predpisu iz tehnične smernice in se izognem nastanku kondenzacije vodne pare v KS. Vrednost difuzijske upornosti idealnega armirnega in zaključnega sloja, izražene s S_d , mora biti manjša ali enaka vrednosti 0,091 m (1) [25].

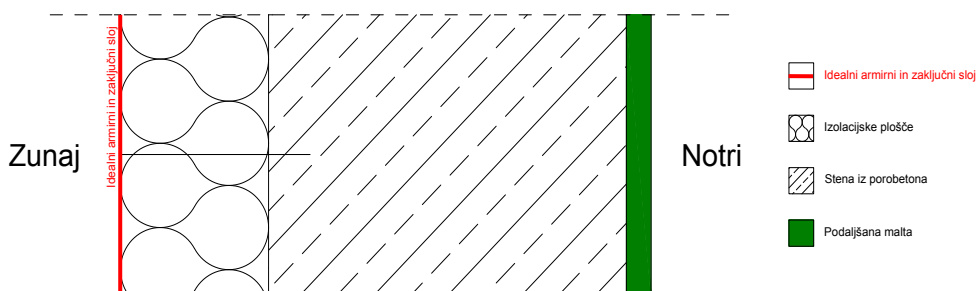
$$S_d \leq 0,007 \text{ m} * 13 = 0,091 \text{ m} \quad (1)$$



Slika 30: Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 11a" (levo) in rešitev z idealnim armirnim in zaključnim slojem $\mu \leq 13$ (desno) iz TEDI [24]

6.4.2.2.3 Nosilna konstrukcija je iz porobetona

V primeru nosilne konstrukcije iz porobetona se je najslabše obnesel KS "Zunanji zid tip 20", katerega toplotna izolacija so lamele iz kamene volne. Še dopustna relativna vlaga v prostoru, pred nastopom kondenzacije vodne pare, je za "Zunanji zid tip 20" enaka 32 %. Ker tehnična smernica predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru, je v KS nastopila kondenzacija vodne pare v armirnem sloju (glej Preglednica 31). Da obdržim predpisanih 65 % relativne vlage v prostoru in rešim problem kondenzacije vodne pare, bom v KS vstavil idealni armirni in zaključni sloj.

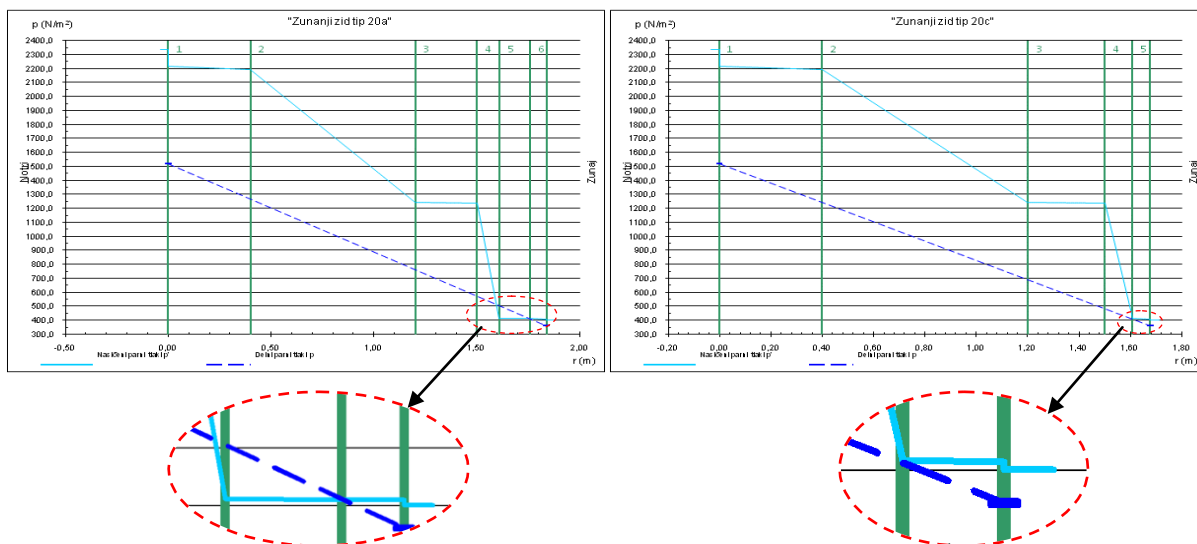


Slika 31: Idealni armirni in zaključni sloj pri nosilni konstrukciji iz porobetona

S poskušanjem sem ugotovil, da mora biti najmanjša vrednost difuzijske upornosti materiala vodni pari, ki v KS "Zunanji zid tip 20" predstavlja idealni armirni in zaključni sloj, enaka $\mu = 10$. S tem, ko v obravnavani KS vstavim plast idealnega armirnega in zaključnega sloja z difuzijsko upornostjo $\mu \leq 10$, zadostim predpisu iz tehnične smernice ter se izognem

nastanku kondenzacije vodne pare v KS. Vrednost difuzijske upornosti idealnega armirnega in zaključnega sloja, izražene z S_d , mora biti manjša ali enaka vrednosti 0,070 m (1) [25].

$$S_d \leq 0,007 \text{ m} \cdot 10 = 0,070 \text{ m} \quad (1)$$



Slika 32: Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 20a" (levo) in rešitev z idealnim armirnim in zaključnim slojem $\mu \leq 10$ (desno) iz TEDI [24]

6.4.2.3 Izvedba prezračevane fasade

Z izvedbo prezračevane fasade bi se v celoti izognil nastanku kondenzacije vodne pare, do katere pride v zimskem obdobju pri obravnavanih KS zunanjih sten. Prednost prezračevanih fasad je v zračnem sloju, ki se nahaja med toplotno izolacijo in zaključnim slojem. Zračni sloj, ob pravilni izvedbi prezračevane fasade, zagotavlja, da v KS zunanje stene ne prihaja do kondenzacije vodne pare.

V nadaljevanju bom predstavil računski model in podal rešitve, do katerih sem prišel empirično, s spreminjanjem vrednosti, za vsako vrsto nosilne konstrukcije posebej. V obravnavo sem vzel tiste KS zunanjih sten, ki niso zadostili predpisom iz tehnične smernice in so imeli (glede na nosilno konstrukcijo) najmanjšo vrednost še dopustne vlage v prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare. Ker pa so vsi KS zunanjih sten, z nosilno konstrukcijo iz armiranega betona, zadostili predpisom tehnične smernice, bom podal rešitve samo za primera nosilne konstrukcije iz opeke in porobetona. Izbrani primeri so dobro razvidni iz Preglednice 30.

6.4.2.3.1 Računski model

V izračunih, z računalniškim programom TEDI, sem zaključni sloj prezračevane fasade zanemaril in predvidel, da je temperatura in relativna vlaga zraka v zračnem sloju prezračevane fasade enaka zunanji zračni temperaturi in relativni vlagi. Običajno vsebujejo toplotne izolacije, uporabljene v prezračevanih fasadah, plast protivetrne zaščite, ki ščiti toplotno izolacijo pred vetrom in staranjem. Namesto protivetrne zaščite sem pri izračunih uporabil sloj armirne malte. Predpostavil sem, da je pri izračunu potrebne difuzijske upornosti sloja armirne malte debelina le-te enaka 2 mm. Na podlagi tega podatka sem s poskušanjem in spreminjanjem difuzijske upornosti v programu TEDI za vsako obravnavano zunanjo steno določil najmanjšo vrednost difuzijske upornosti sloja armirne malte μ (-). Ker pa se na tržišču kot oznaka za difuzijsko upornost uporablja oznaka S_d (m), sem vrednosti μ (-), dobljene s programom TEDI, pretvoril in dobil vrednosti S_d . To sem storil s pomočjo spodnje enačbe (1).

$$S_d = d * \mu \quad (1),$$

kjer je

S_d difuzijska upornost prehoda vodne pare (vrednost izražena v metrih),

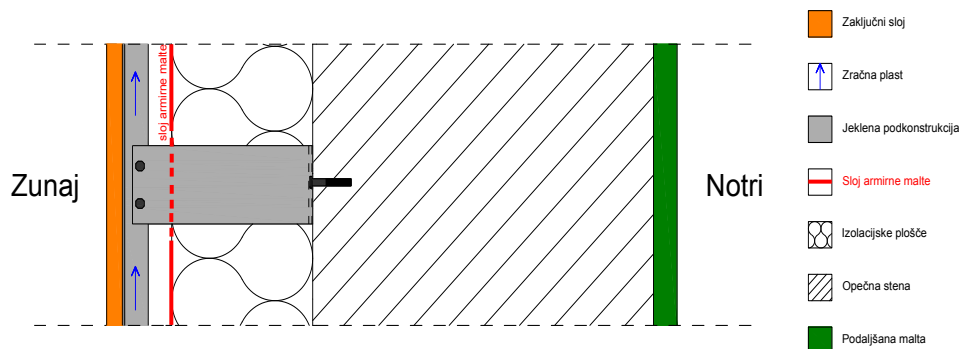
d debelina materiala in

μ difuzijska upornost prehoda vodne pare (brezdimenzijska vrednost). [25]

Podroben izpis dobljenih rezultatov iz programa TEDI je za vsako izbrano zunanjo steno posebej podan v prilogi F.

6.4.2.3.2 Nosilna konstrukcija je iz opeke

V primeru nosilne konstrukcije iz opeke se je najslabše obnesel KS "Zunanji zid tip 11", katerega toplotna izolacija so lamele iz kamene volne. Še dopustna relativna vlaga v prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare je za "Zunanji zid tip 11" enaka 36 %. Ker pa tehnična smernica predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru, je v KS nastopila kondenzacija vodne pare v sloju toplotne izolacije (glej Preglednica 31). Da obdržim predpisanih 65 % relativne vlage v prostoru in rešim problem kondenzacije vodne pare, bom izvedel prezračevano fasado.

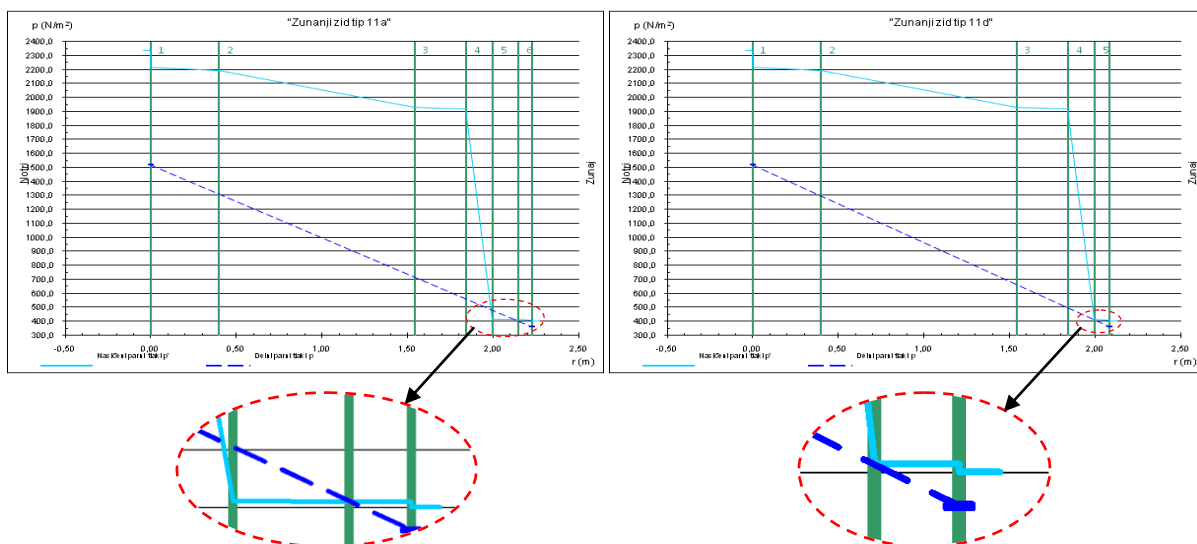


Slika 33: Sloj armirane malte v prezačevani fasadi pri nosilni konstrukciji iz opeke

S poskušanjem sem ugotovil, da mora biti najmanjša vrednost difuzijske upornosti sloja armirane malte, ki v KS "Zunanji zid tip 11" predstavlja zaščitni sloj toplotne izolacije, enaka $\mu = 44$. S tem, ko v obravnavani KS vstavim plast armirane malte z difuzijsko upornostjo $\mu \leq 44$, zadostim predpisu iz tehnične smernice in se izognem nastanku kondenzacije vodne pare v KS. Vrednost difuzijske upornosti sloja armirane malte, izražene s S_d , mora biti manjša ali enaka vrednosti 0,088 m (1) [25].

$$S_d \leq 0,002 \text{ m} * 44 = 0,088 \text{ m}$$

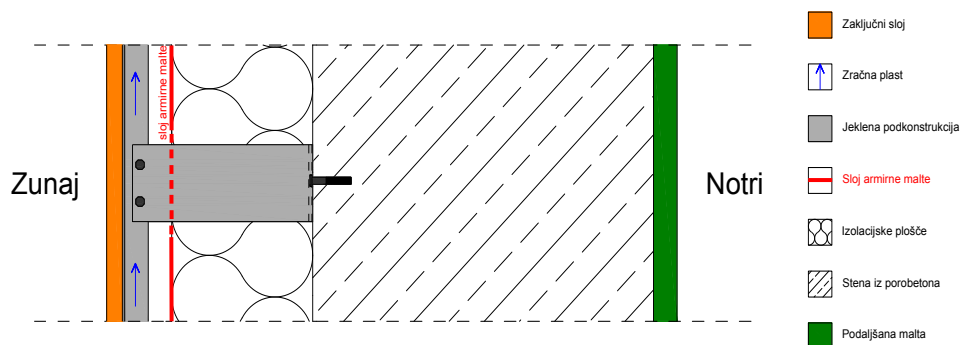
(1)

Slika 34: Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 11a" (levo) in rešitev z slojem armirane malte v prezačevani fasadi $\mu \leq 44$ (desno) iz TEDI [24]

6.4.2.3.3 Nosilna konstrukcija je iz porobetona

V primeru nosilne konstrukcije iz porobetona se je najslabše obnesel KS "Zunanji zid tip 20", katerega toplotna izolacija so lamele iz kamene volne. Še dopustna relativna vlaga v prostoru pred nastopom kondenzacije vodne pare je za "Zunanji zid tip 20" enaka 32 %. Ker

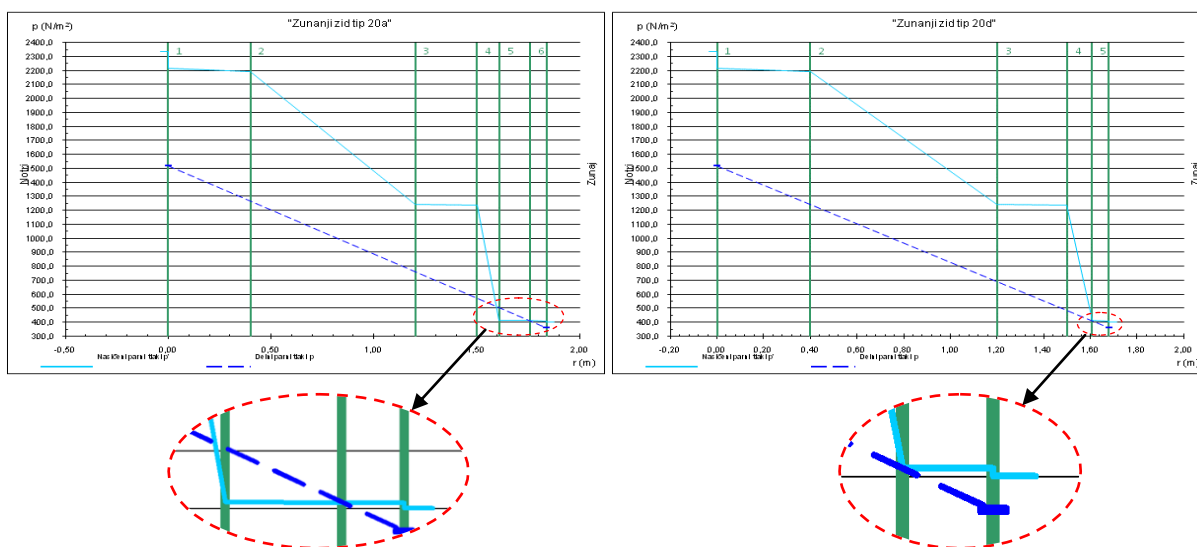
pa tehnična smernica predpisuje 65 % relativno vlago v prostoru, je v KS nastopila kondenzacija vodne pare v armirnem sloju (glej Preglednica 31). Da obdržim predpisanih 65 % relativne vlage v prostoru in rešim problem kondenzacije vodne pare, bom izvedel prezračevano fasado.



Slika 35: Sloj armirne malte v prezračevani fasadi pri nosilni konstrukciji iz porobetona

S poskušanjem sem ugotovil, da mora biti najmanjša vrednost difuzijske upornosti sloja armirne malte, ki v KS "Zunanji zid tip 20" predstavlja zaščitni sloj toplotne izolacije, enaka $\mu = 36$. S tem, ko v obravnavani KS vstavim plast armirne malte z difuzijsko upornostjo $\mu \leq 36$, zadostim predpisu iz tehnične smernice in se izognem nastanku kondenzacije vodne pare v KS. Vrednost difuzijske upornosti sloja armirne malte, izražene z S_d mora biti manjša ali enaka vrednosti 0,072 m (1) [25].

$$S_d \leq 0,002 \text{ m} * 36 = 0,072 \text{ m} \quad (1)$$



Slika 36: Nastanek kondenzacije vodne pare v "Zunanji zid tip 20a" (levo) in rešitev z slojem armirne malte v prezračevani fasadi $\mu \leq 36$ (desno) iz TED1 [24]

6.4.3 Idealni KS

6.4.3.1 Primer idealnega KS z vidika difuzije vodne pare, prehoda toplote in dobrega bivalnega okolja

Na Sliki 65 je prikazan primer idealnega KS za zunanjo steno, na kateri je izvedena kontaktno-izolacijska fasada. O idealnem KS govorimo kadar se difuzijska upornost materialov in toplotna prevodnost materialov, ki sestavljajo KS, povečujeta iz zunanosti proti notranji strani prostora. To načelo velja za konstrukcijski sklop zunanje stene ter tudi za vse ostale KS, kot so tla na terenu, zunanja stena proti terenu, ravna in poševna streha nad ogrevanim prostorom ipd.



Slika 37: Primer "Idealnega KS zunanje stene"

6.4.3.2 Primerjava med izbranimi KS in idealnim KS

Če primerjamo obravnavane KS zunanjih sten (Preglednica 32) z idealnim KS, hitro pridemo do zaključka, da se obravnavani KS ne približajo idealnemu. To velja tako za difuzijsko upornost materialov, ki se mora večati iz zunanosti proti notranji strani prostora, kot za toplotno prevodnost sestavnih plasti, ki naj bi se zmanjševala iz notranje strani prostora proti zunanosti. Vrednosti toplotne prevodnosti in difuzijske upornosti sestavnih plasti so, v splošnem gledano, med obravnavanimi KS zunanjih sten dokaj podobne. Največja odstopanja prihajajo v primeru toplotne prevodnosti sestavnih plasti pri materialu armirnega sloja, v primeru difuzijske upornosti sestavnih plasti pa pri zaključnem sloju.

Preglednica 33: Toplotne prevodnosti in difuzijske upornosti materialov, ki sestavljajo posamezen KS zunanji zid

Ime KS	$\lambda_{zak.sloj}/\mu_{zak.sloj}$	$\lambda_{am.sloj}/\mu_{am.sloj}$	$\lambda_{T.I.}/\mu_{T.I.}$	$\lambda_{fas.lepilo}/\mu_{fas.lepilo}$	λ_{NK}/μ_{NK}	λ_{ACM}/μ_{ACM}
"Zunanji zid tip 1"	0,700/45	0,500/15	0,045/5	/	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 2"	0,870/40	0,930/30	0,040/1,2	0,930/30	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 3"	0,770/120	0,750/13	0,040/25	/	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 4"	0,800/120	0,700/36	0,039/30	/	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 5"	0,700/33	0,270/20	0,036/1	/	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 6"	0,800/120	0,700/36	0,032/30	/	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 7"	0,700/150	0,540/20	0,031/50	/	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 8"	0,700/75	0,500/15	0,026/56	/	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 9"	0,870/40	0,650/55	0,020/35	/	2,040/60	0,870/20
"Zunanji zid tip 10"	0,700/45	0,500/15	0,045/5	0,930/30	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 11"	0,870/40	0,930/30	0,040/1,2	/	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 12"	0,770/120	0,750/13	0,040/25	/	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 13"	0,800/120	0,700/36	0,039/30	/	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 14"	0,700/33	0,270/20	0,036/1	/	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 15"	0,800/120	0,700/36	0,032/30	/	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 16"	0,700/150	0,540/20	0,031/50	/	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 17"	0,700/75	0,500/15	0,026/56	/	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 18"	0,870/40	0,650/55	0,020/35	/	0,061/6	0,870/20
"Zunanji zid tip 19"	0,700/45	0,500/15	0,045/5	0,930/30	0,15/4	0,870/20
"Zunanji zid tip 20"	0,870/40	0,930/30	0,040/1,2	/	0,15/4	0,870/20
"Zunanji zid tip 21"	0,770/120	0,750/13	0,040/25	/	0,15/4	0,870/20
"Zunanji zid tip 22"	0,800/120	0,700/36	0,039/30	/	0,15/4	0,870/20
"Zunanji zid tip 23"	0,700/33	0,270/20	0,036/1	/	0,15/4	0,870/20
"Zunanji zid tip 24"	0,800/120	0,700/36	0,032/30	/	0,15/4	0,870/20
"Zunanji zid tip 25"	0,700/150	0,540/20	0,031/50	/	0,15/4	0,870/20
"Zunanji zid tip 26"	0,700/75	0,500/15	0,026/56	/	0,15/4	0,870/20
"Zunanji zid tip 27"	0,870/40	0,650/55	0,020/35	/	0,15/4	0,870/20

7 ZAKLJUČEK

Analiza obravnavanih primerov je pokazala, da prihaja v KS zunanje stene do problema pojava kondenzacije vodne pare v obdobju zimskega časa.

Na pojav kondenzacije vodne pare ima velik vpliv nosilna konstrukcija posameznega KS zunanje stene. Od obravnavanih materialov nosilne konstrukcije se je z vidika preprečevanja kondenzacije vodne pare v KS zunanje stene najbolj obnesel armiran beton. Razlog za to je njegova velika difuzijska upornost kondenzaciji vodne pare v primerjavi z nosilno konstrukcijo iz opeke ali porobetona. Posledično so v skladu s tehnično smernico pogoje v zvezi z difuzijo vodne pare izpolnili vsi primeri z armirano-betonsko nosilno konstrukcijo, medtem ko večina primerov z nosilno konstrukcijo iz opeke in porobetona tega pogoja ni izpolnilo.

Razloge, zakaj je toliko neustreznih KS vidim v strogih predpisih, določenih v tehnični smernici, in v številnih varnostnih faktorjih, ki jih za izračun uporablja računalniški program TEDI. Glavni predpis iz tehnične smernice, ki ima pri izračunih zelo pomembno vlogo, je 65 % relativna vlaga v prostoru. Le-ta je za vsakdanje bivanje v določenem prostoru najbolj optimalna med vrednostma od 40 % do 60 %. Ozirajoč se na ta podatek, vidimo, da računalniški program TEDI, s tem, ko za izračun uporabi s strani tehnične smernice predpisano 65 % relativno vlago v prostoru, dobi rezultate, ki so na varni strani.

Rezultati so na varni strani tudi zaradi računskega modela, ki ga tako računalniški program TEDI, kot tudi ostali sorodni računalniški programi, uporabljajo za izračun toplotne prehodnosti in kondenzacijo vodne pare. Gre za linijski model, ki obravnava linijski prehod toplote in vodne pare skozi plasti, ki sestavljajo KS. V realnosti se lahko toplota in vodna para v vsaki plasti KS transportirata tudi v prečnih smereh in na tak način prehajata in izstopata iz KS tudi po drugih poteh, kar pa računalniški program TEDI ter ostali sorodni računalniški programi pri svojem izračunu zanemarijo.



Slika 38: Prehod toplote in vlage po računalniškem programu TEDI in v realnosti

Ugotovitve pridobljene na podlagi opravljenih izračunov so me presenetile, saj pri tovrstnih KS zunanje stene v sami operativni praksi, po nam dostopnih informacijah, ne beležimo težav. Ker pa se v današnjem času še vedno veliko gradi predvsem z opeko in tudi s porobetonom, sem ugotavljal, kako bi lahko zagotovil, da v KS zunanje stene tudi računsko ne bi prišlo do kondenzacije vodne pare.

Prva rešitev bi bila, da bi v KS zunanje stene z nosilno konstrukcijo iz opeke in porobetona vstavili plast parne ovire, s katero bi v celoti odpravili problem kondenzacije vodne pare. S pravilno umestitvijo parne ovire v KS zunanje stene bi vodno paro zadržali na zelenem mestu in tako preprečili njeno nadaljnjo širjenje po KS zunanje stene. Morebitne težave vidim pri pritrdjevanju parne ovire. V primeru, ko moramo parno oviro postaviti na notranjo stran nosilne konstrukcije (ta je npr. iz porobetona), nastopajo pri uporabi apnene cementne malte kot notranji zaključni sloj težave. Prav tako je z vidika nameščanja parne ovire vprašljiv primer, ko moramo le-to postaviti na zunanjo stran nosilne konstrukcije (ta je npr. iz opeke). Slednja bi bila tako postavljena med nosilno konstrukcijo in toplotno izolacijo oz. fasadnim sistemom kar bi pri izvedbi povzročalo veliko težav.

Druga primerna rešitev, s katero bi preprečili kondenzacijo vodne pare v KS zunanje stene, bi bila ustvariti takšen armirni in zaključni sloj, da bi bila njuna difuzijska upornost čim manjša. Običajno je med difuzijsko upornostjo armirnega in zaključnega sloja večja razlika, saj so načeloma zaključni sloji veliko bolj parozaporni. S tem, ko bi ustrezno zmanjšali difuzijsko upornost armirnega in predvsem zaključnega sloja, bi se lahko v celoti izognili nastanku kondenzacije vodne pare v KS zunanje stene.

Tretja rešitev bi bila izvedba prezračevane fasade. Gre za fasadni sistem, ki vsebuje zračni sloj, kar je razvidno že iz samega poimenovanja. Zračni sloj predstavlja veliko prednost, saj omogoča neprekinjeno kroženje zraka in na ta način zagotavlja idealne pogoje prehoda vodne pare skozi KS zunanjega toplotnega ovoja stavbe. Z izvedbo prezračevane fasade na neprimernih KS zunanjih sten in z zaščito toplotne izolacije s slojem armirne malte izračunane difuzijske upornosti, bi se prav tako v celoti izognili nastanku kondenzacije vodne pare v KS zunanje stene.

VIRI

[1] Energetika. 2014.

<http://www.arhiv.evropa.ukom.gov.si/si/energetika/> (Pridobljeno 11. 1. 2015.)

[2] Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev). Uradni list EU. 18.6.2010.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:SL:PDF>
(Pridobljeno 15. 10. 2014.)

[3] Uradni list RS. Št. 52/2010. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=201052&stevilka=2856> (Pridobljeno 14. 5. 2014.)

[4] Ministrstvo za okolje in prostor. 2010. Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010, Učinkovita raba energije.

http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (Pridobljeno 14. 5. 2014.)

[5] Katedra za Stavbe in Konstrukcijske Elemente. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 2014. Konstrukcijski sklopi: zunanje stene, Stene.

<http://kske.fgg.uni-lj.si/> (Pridobljeno 5. 1. 2015.)

[6] Hoja. 2014.

<http://www.hoja.si/sport.html> (Pridobljeno 13. 1. 2015.)

[7] Beodom. 2014.

<http://beodom.com/en/education/entries/building-with-wienerberger-porotherm-visual-guide-part-1> (Pridobljeno 13. 1. 2015.)

[8] Astranova. 2014.

<http://www.astranova.si/index2.html> (Pridobljeno 13. 1. 2015.)

[9] Eko sklad, Slovenski okoljski javni sklad. 2. 7. 2013. Seznam fasadnih sistemov za sisteme kontaktno-izolacijskih fasad, ki imajo evropsko tehnično soglasje ETAG 004.

http://www.ekosklad.si/pdf/SUB2013/Seznam_fs_2013.pdf (Pridobljeno 19. 11. 2014.)

[10] Berdajs, A., Galonja, S., Gruden, T. idr. 2004. Gradbeni priročnik. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: str. 200-206.

[11] Pfundstein, M., Gellert, R., Rudolphi, A. idr. 2007. Insulating Materials. München, Institut für internationale: 17 str.

[12] Baunit. 2014.

http://www.baunit.si/front_content.php?idcat=4331 (Pridobljeno 16. 11. 2014.)

[13] Jub. 2014.

<http://www.jub.si/fasadni-sistemi-energetske-resitve/fasadni-sistemi-jubizol/jubizol-nature>
(Pridobljeno 18. 11. 2014.)

[14] Fassa Bortolo. 2014.

<http://www.fassabortolo.com/dettaglio/prodotti/0-sughero/base-1/sughero.html>
(Pridobljeno 4.10. 2014.)

[15] Demit. 2014.

http://www.demit.si/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=29
(Pridobljeno 19. 11. 2014.)

[16] Sto. 2014.

http://www.sto.de/de/produkte/fassadendaemmsysteme/fassadendaemmsystem_uebersicht.html
(Pridobljeno 14. 11. 2014.)

[17] Röfix. 2014.

<http://www.roefix.at/Produkte/Waermedaemm-Verbundsysteme/Systeme/ROeFIX-take-it-ALPIN-EPS-Waermedaemmsystem> (Pridobljeno 17. 11. 2014.)

[18] Weber. 2014.

<http://www.weber-terranova.si/fasade-in-fasadni-sistemi/fasadni-sistemi-v-ponudbi/fasadni-sistemi/webertherm-plus-ultra-020.html> (Pridobljeno 27. 11. 2014.)

[19] Marinič, M. 2014. Podatki o fizikalnih lastnostih (online). Sporočilo za: Korkoski, D. 19. 11. 2014. Osebna komunikacija.

[20] Pinter, R. 2014. Podatki o fizikalnih lastnostih materialov (online). Sporočilo za: Korkoski, D. 14. 11. 2014. Osebna komunikacija.

[21] Jerič, M. 2014. Podatki o fizikalnih lastnostih (online). Sporočilo za: Korkoski, D. 20. 11. 2014. Osebna komunikacija.

[22] Proj, M. 2014. Podatki o fizikalnih lastnostih materialov (online). Sporočilo za: Korkoski, D. 18. 11. 2014. Osebna komunikacija.

[23] Krainer, A., Perdan, R. Uporabniški priročnik TEDI. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: naslovna str. in str. 9-14.

[24] Krainer, A. Perdan, R. 2012. Računalniški program TEDI. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 106 str. pril.

[25] Medved, S. 2010. Gradbena fizika. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo: str. 161-163.

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A:	OSNOVNI LIST IZ TEDI, KI JE ENAK ZA VSE KS	A1
PRILOGA B:	REZULTATI IZ TEDI (DOPUSTNA RELATIVNA VLAGA V PROSTORU DOBLJENA S POSKUŠANJEM) ZA VSE KS	A2
PRILOGA C:	REZULTATI IZ TEDI (RELATIVNA VLAGA V PROSTORU JE PO TEHNIČNI SMERNICI 65%) ZA IZBRANE KS BREZ REŠITEV	A83
PRILOGA D:	REZULTATI IZ TEDI (RELATIVNA VLAGA V PROSTORU JE PO TEHNIČNI SMERNICI 65%) ZA IZBRANE KS Z REŠITVIJO PARNE OVIRE	A89
PRILOGA E:	REZULTATI IZ TEDI (RELATIVNA VLAGA V PROSTORU JE PO TEHNIČNI SMERNICI 65%) ZA IZBRANE KS Z REŠITVIJO IDEALNEGA ARMIRNEGA IN ZAKLJUČNEGA SLOJA	A95
PRILOGA F:	REZULTATI IZ TEDI (RELATIVNA VLAGA V PROSTORU JE PO TEHNIČNI SMERNICI 65%) ZA IZBRANE KS Z REŠITVIJO PREZRAČEVANE FASADE	A101

»Ta stran je namenoma prazna«

PRILOGA A: OSNOVNI LIST IZ TEDI KATERI JE ENAK ZA VSE KS



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

Objekt:	<i>Testni objekt TEDI</i>
Investitor:	<i>Investitor TEDI</i>
Ulica, naselje:	<i>Ulica TEDI</i>
Kraj:	<i>Ljubljana TEDI</i>
Katastrska(e) občina(e):	<i>1234 TEDI</i>
Parcelna(e) številka(e):	<i>123/4 TEDI</i>
Namembnost (stanovanjska, poslovna...):	<i>Stanovanjska TEDI</i>
Etažnost (klet, pritličje, etaža, mansarda...):	<i>Pritlična TEDI</i>
Konstruktivni sklop	<i>"Zunanji zid tip X"</i>

Projektivno podjetje:	<i>PP TEDI</i>	Odgovorni projektant:	<i>Projektant TEDI</i>
Ident. št.:	<i>123 TEDI</i>	Ident. št.:	<i>4321 TEDI</i>
Št. projekta:	<i>1234/09 TEDI</i>	Podpis:	
Kraj:	<i>Ljubljana TEDI</i>	Datum:	<i>21.11.2014 TEDI</i>

PRILOGA B: REZULTATI IZ TEDI (DOPUSTNA RELATIVNA VLAGA V PROSTORU DOBLJENA S POSKUŠANJEM) ZA VSE KS

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o topli zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 1"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	93		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m^2K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m^2K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ kg/m ³	C J/kg K	λ W/m K	μ -		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.16	Baumit(lesna vlakna)-LESNA VLAJNA	0,1500	190	2.100	0,045	5,0		4
4	170.15	Baumit(lesna vlakna+poliuretan)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.200	920	0,500	15,0		4
5	170.18	Baumit(lesna vlakna)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000**	0,700	45,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialc

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	18,5
3	18,5	-4,6
4	-4,6	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,277	(W/m²K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m²K)
---------------------------	--------------	---------------------------	-------------	--------------------	--------------	---------------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
	<i>Na stikih plasti</i>	
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.209,6	2.187,8
2	2.187,8	2.123,9
3	2.123,9	413,6
4	413,6	411,2
5	411,2	410,5
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	2.173,4
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{rmax}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

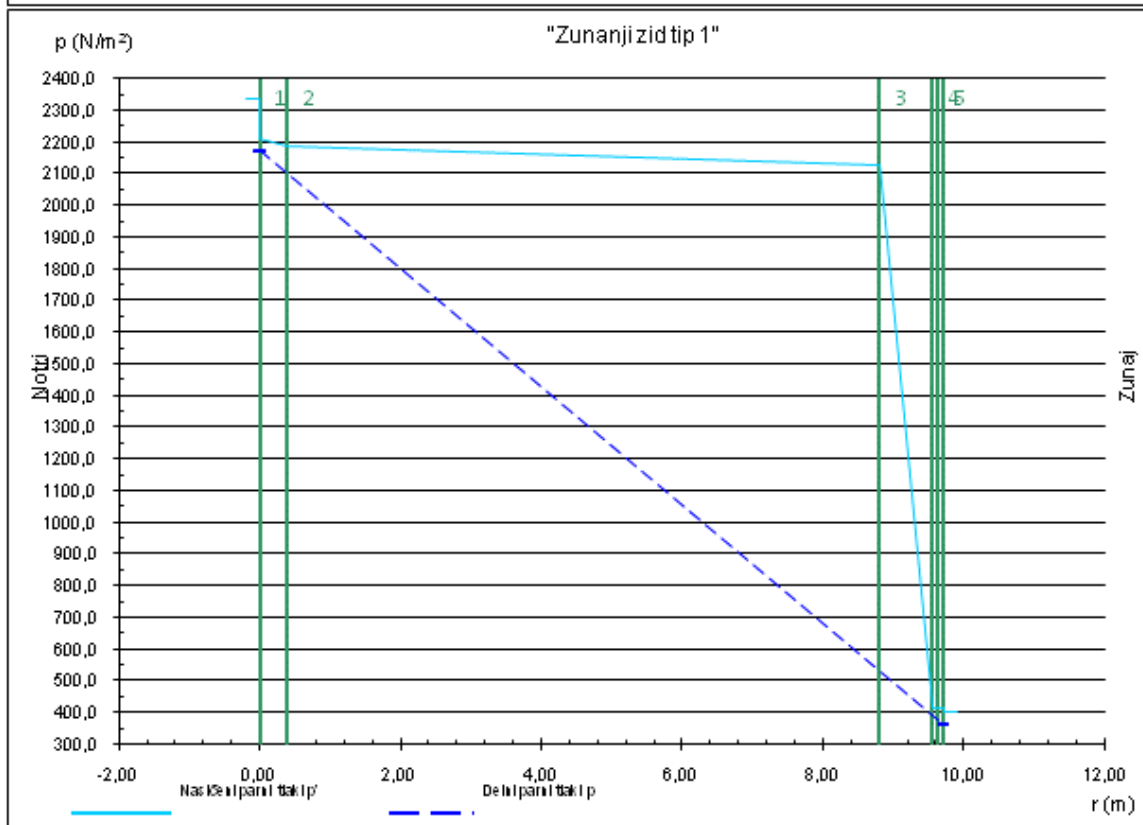
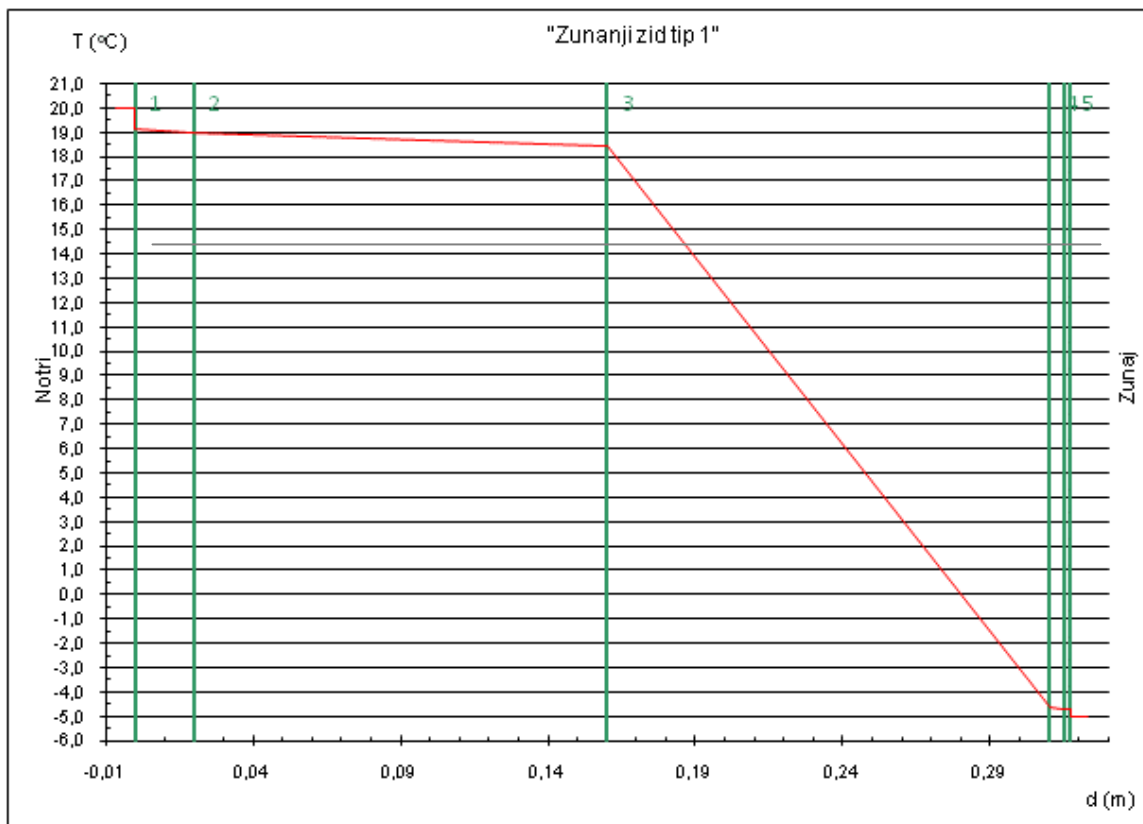
KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST



Temperaturno dušenje	220,71	
Temperaturna zakasnitev	13,08	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katetra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 2"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	93		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,1400	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.445	1.050	0,930	30,0		4
6	170.7	Jubizol(lamele iz MW)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050	0,870	40,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza na Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	18,5
3	18,5	18,5
4	18,5	-4,7
5	-4,7	-4,7
6	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,265 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,3	2.194,4
2	2.194,4	2.133,2
3	2.133,2	2.123,7
4	2.123,7	411,8
5	411,8	410,6
6	410,6	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	2.173,4
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}		kg/m ² h
q_{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$		kg/m ² h
$q_{mz'}$		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{max}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

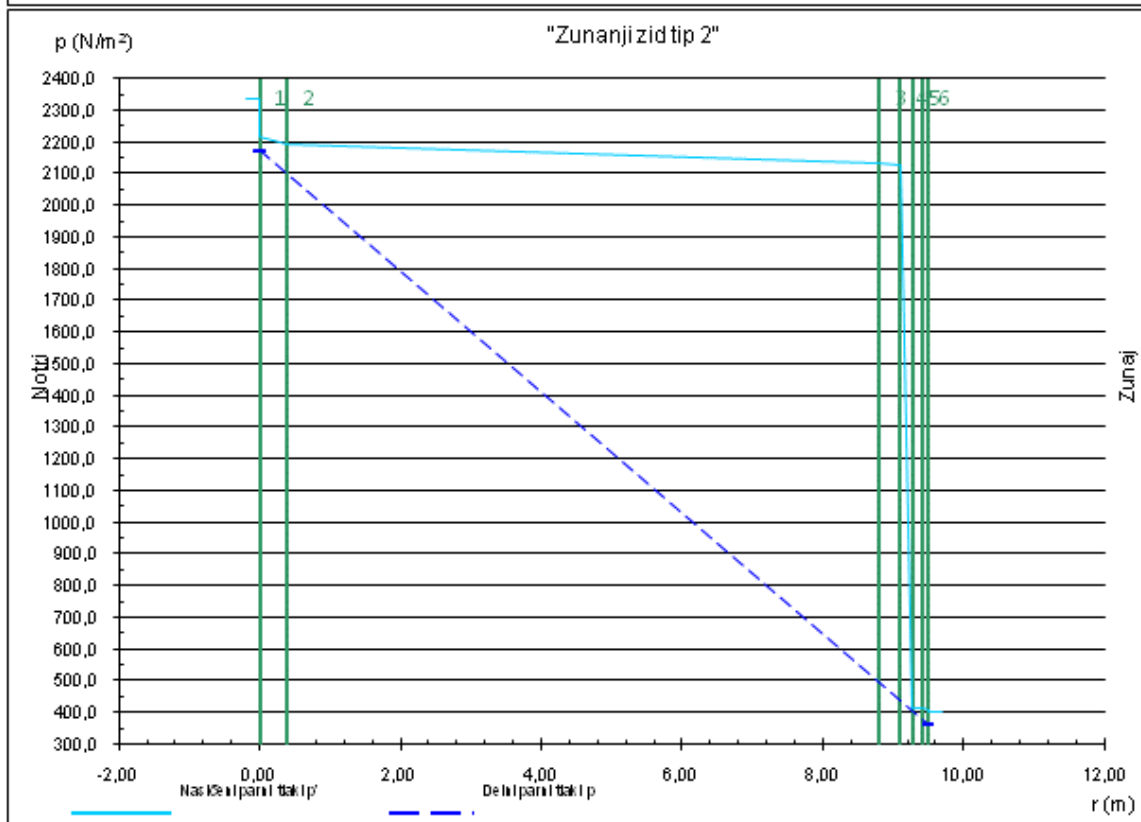
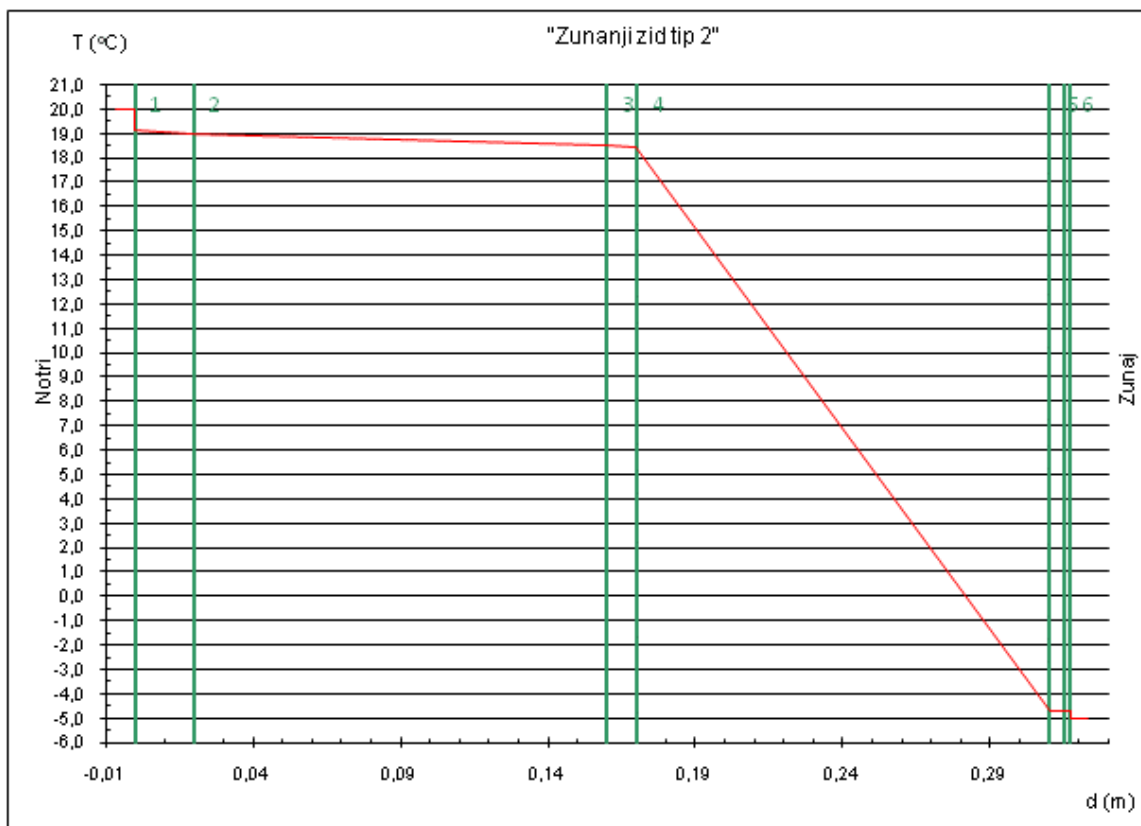
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	108,30	
Temperaturna zakasnitev	7,43	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 3"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	73		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.24	FassaBortolo(pluta)-PLUTA	0,1400	120	2.100	0,040	25,0		4
4	170.23	FassaBortolo(pluta)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.300	1.000**	0,750	13,0		4
5	170.25	FassaBortolo(pluta)-zaključni sloj	0,0020	1.850	1.000**	0,770	120,0**		4
6	170.30	FassaBortolo(pluta)-zaščita zaključnega sloja	0,0002	1.550	1.000**	0,770**	900,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodenzijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	18,5
3	18,5	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7
6	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,265	(W/m ² K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m ² K)
---------------------------	--------------	----------------------	---	--------------------	--------------	----------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,0	2.194,1
2	2.194,1	2.132,7
3	2.132,7	412,3
4	412,3	410,7
5	410,7	410,1
6	410,1	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.706,0
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	kg/m ² h
q_{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$	kg/m ² h
$q_{mz'}$	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{max}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

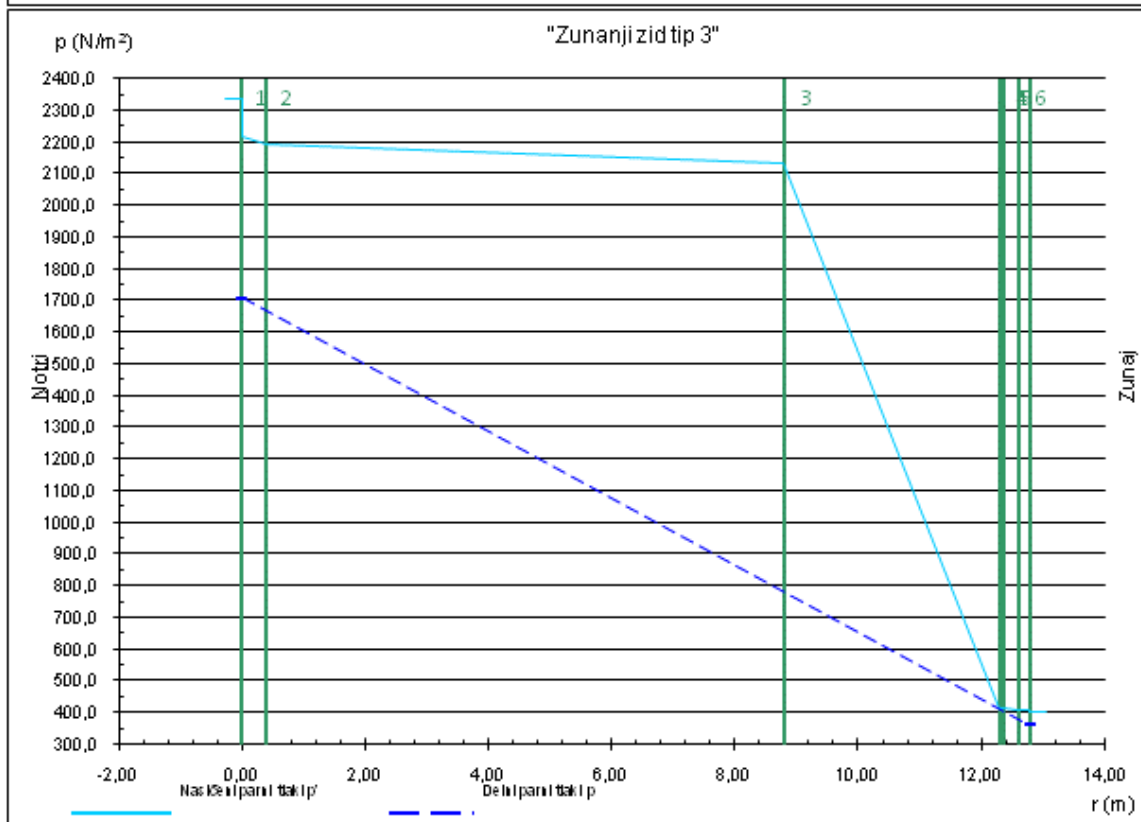
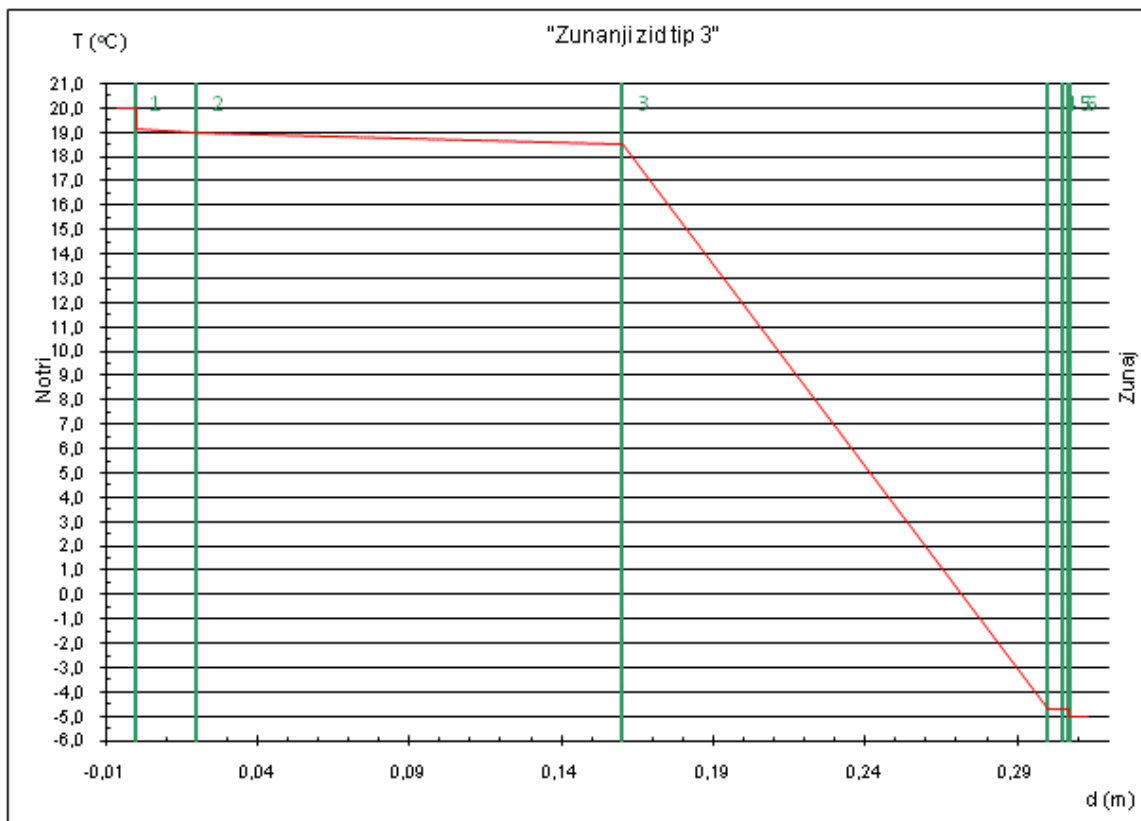
KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST



Temperaturno dušenje	159,73	
Temperaturna zakasnitev	10,83	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 4"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	84		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.9	Demit(EPS)-EPS	0,1300	15	1.260	0,039	30,0		4
4	170.8	Demit(EPS+EPS Sivi)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.800	1.000	0,700	36,0		4
5	170.11	Demit(EPS+EPS Sivi)-zaključni sloj	0,0020	1.650	1.000	0,800	120,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	18,5
3	18,5	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,277 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.209,5	2.187,7
2	2.187,7	2.123,7
3	2.123,7	412,8
4	412,8	411,1
5	411,1	410,5
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.963,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	kg/m ² h
q _{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	kg/m ² h
q _{mz'}	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r	%
X _{max}	%

X _{dif}	%
X _{sk}	%



Izsuševanje KS

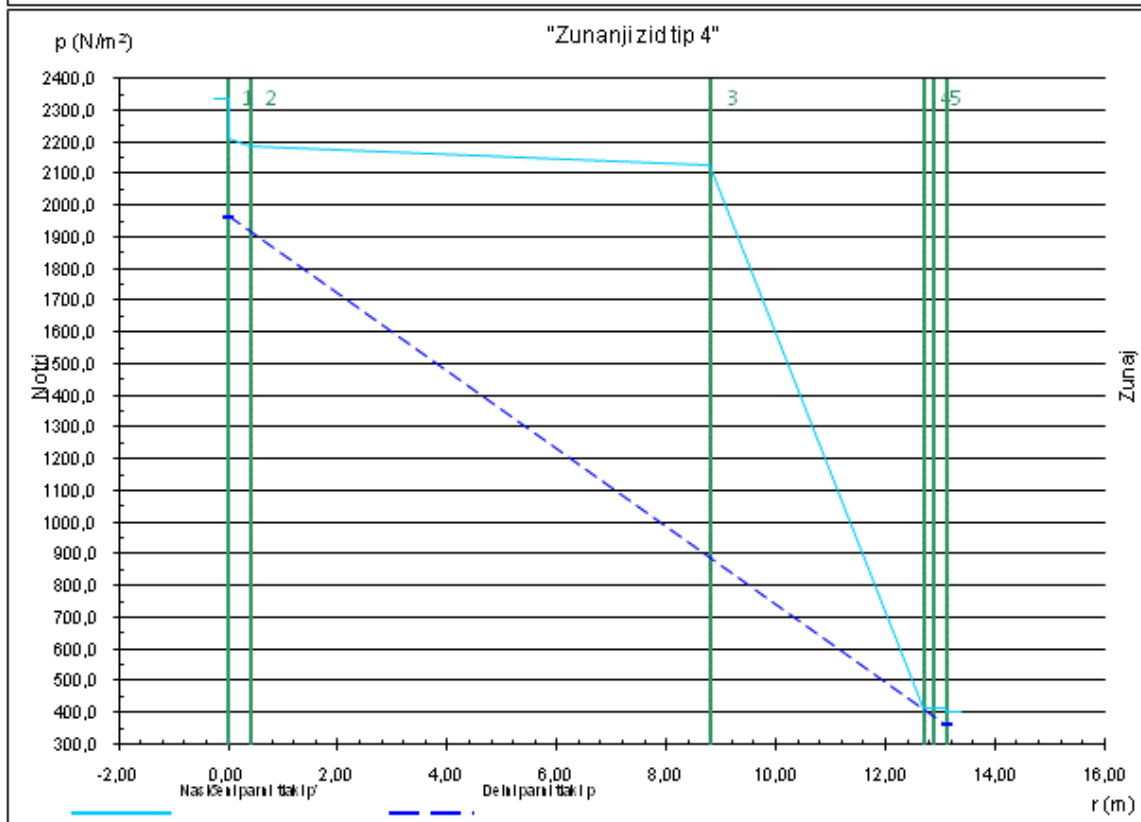
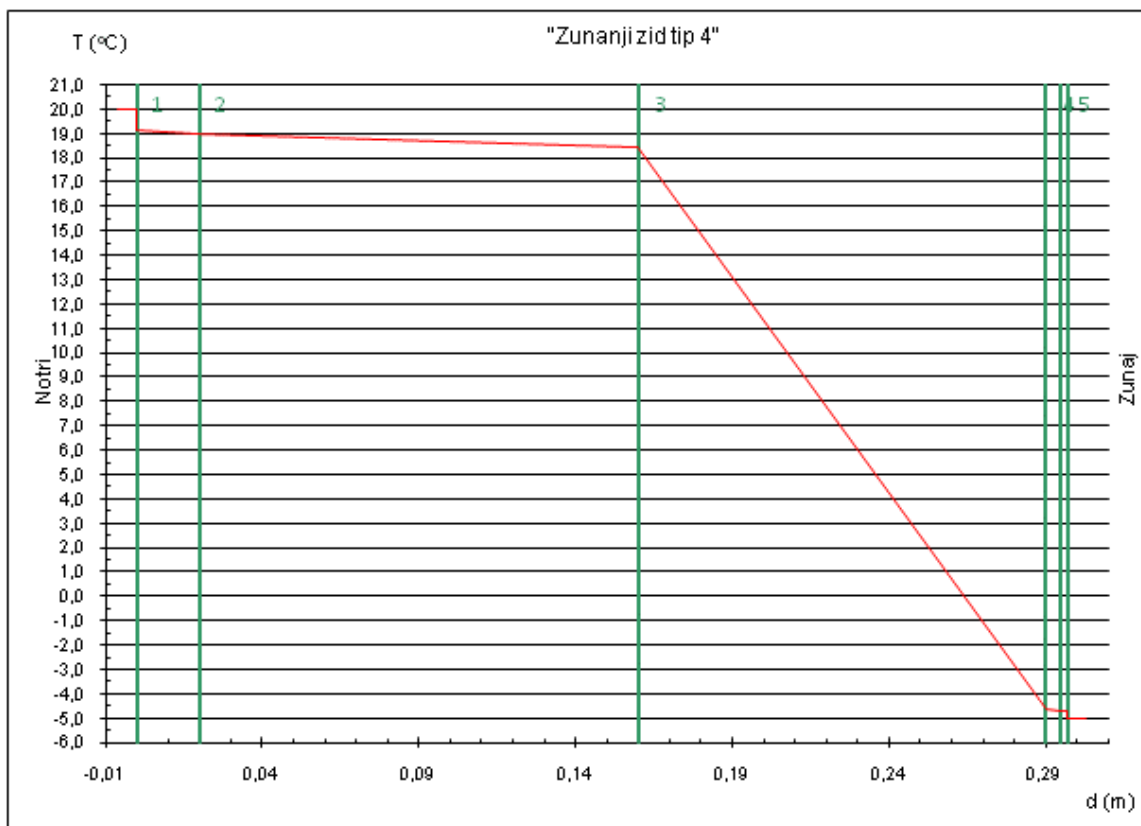
Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**



Temperaturno dušenje	98,96	
Temperaturna zakasnitev	4,70	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 5"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	93		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.13	Sto(MW)-MW	0,1200	110	850	0,036	1,0		4
4	170.12	Sto(MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.000	1.000	0,270	20,0		4
5	170.14	Sto(MW)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000	0,700	33,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	18,5
3	18,5	-4,6
4	-4,6	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,277	(W/m ² K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m ² K)
---------------------------	--------------	----------------------	---	--------------------	--------------	----------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
	<i>Na stikih plasti</i>	
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.209,9	2.188,1
2	2.188,1	2.124,4
3	2.124,4	415,6
4	415,6	411,2
5	411,2	410,5
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	2.173,4
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{max}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan


KS ODGOVARJA

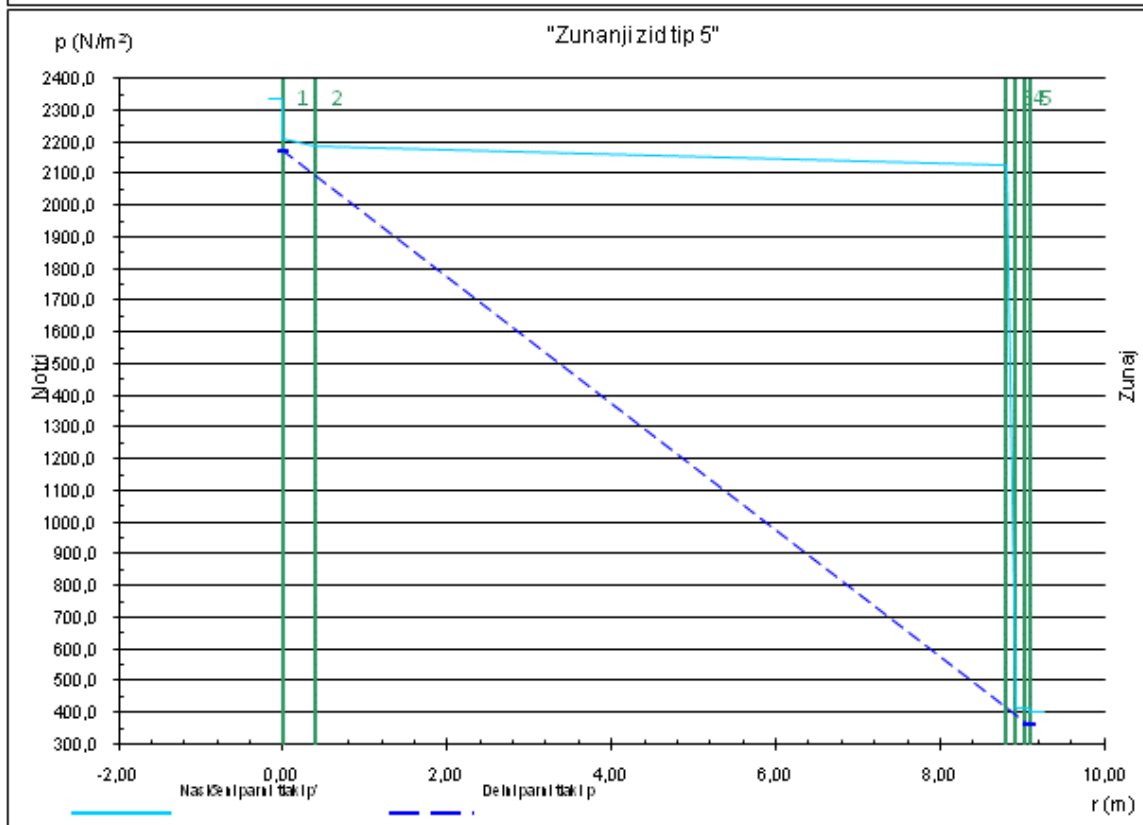
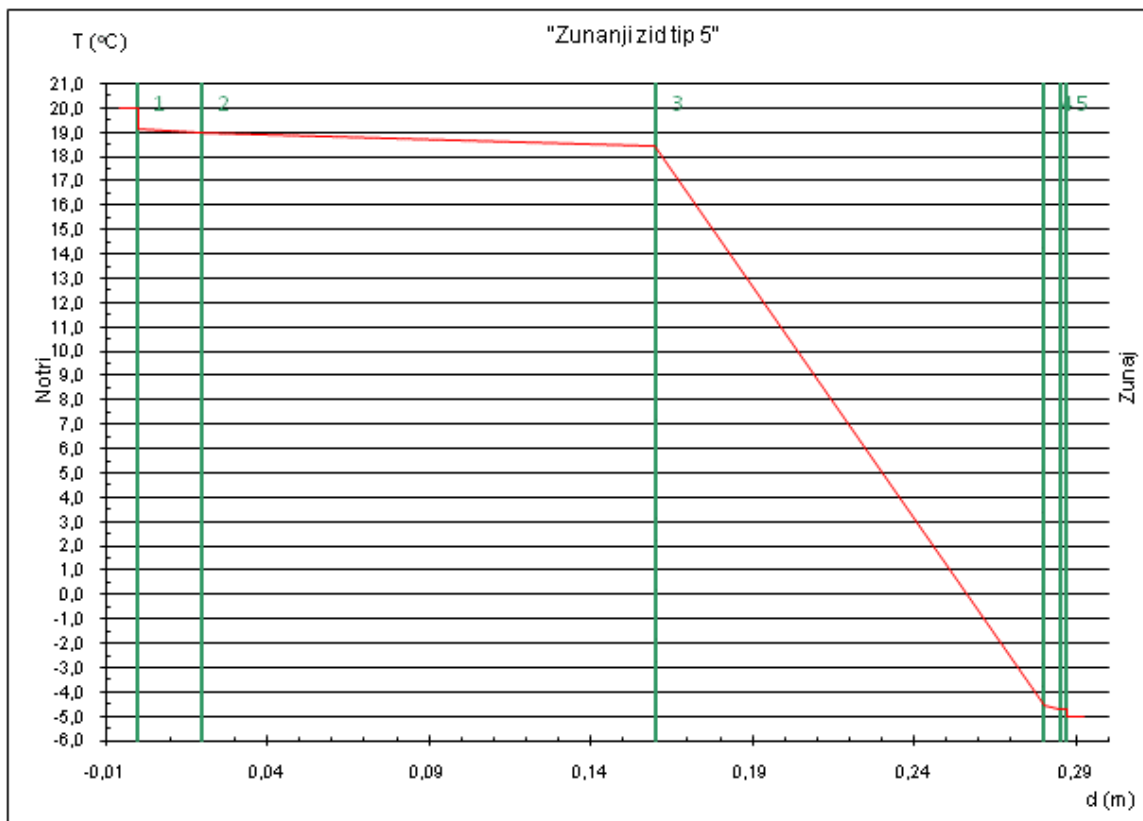
REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	101,55	ura
Temperaturna zakasnitev	7,11	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 6"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	81		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.10	Demit(EPS SIVI)-EPS SIVI	0,1100	15	1.260	0,032	30,0		4
4	170.8	Demit(EPS+EPS Sivi)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.800	1.000	0,700	36,0		4
5	170.11	Demit(EPS+EPS Sivi)-zaključni sloj	0,0020	1.650	1.000	0,800	120,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	18,5
3	18,5	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,270 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.213,0	2.191,7
2	2.191,7	2.129,4
3	2.129,4	412,5
4	412,5	410,8
5	410,8	410,2
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.893,0
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	kg/m ² h
q _{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	kg/m ² h
q _{mz'}	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r	%
X _{max}	%

X _{dif}	%
X _{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

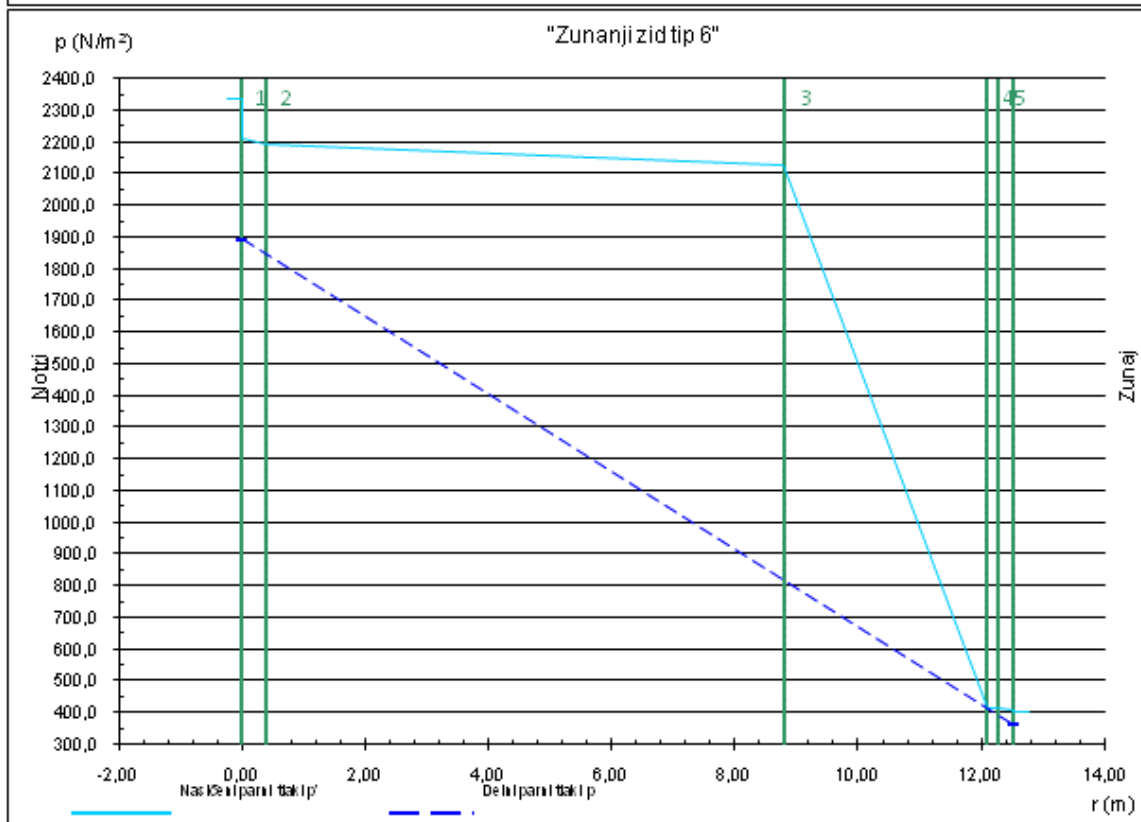
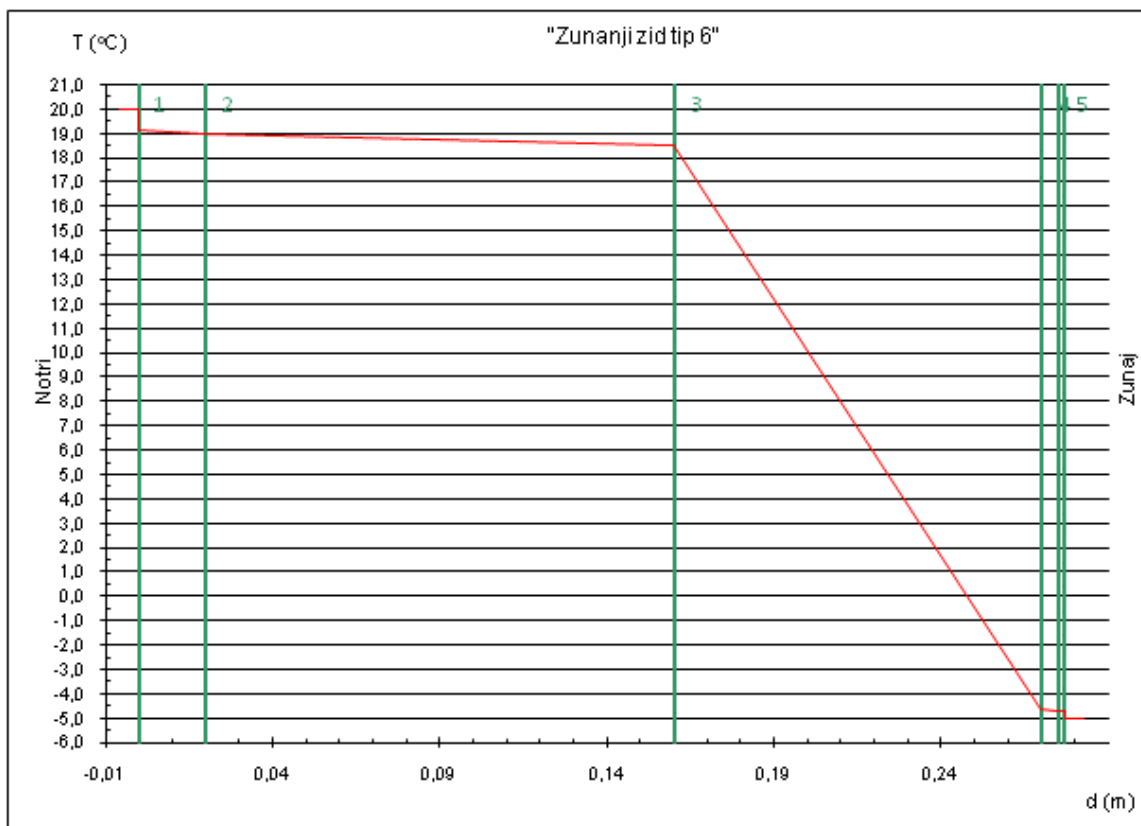
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	101,23	
Temperaturna zakasnitev	4,56	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 7"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	93		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.21	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-EPS-F 031 take-it ALPIN	0,1100	15	1.400**	0,031	50,0		4
4	170.20	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.150	1.110	0,540	20,0		4
5	170.22	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000	0,700**	150,0	*	4


Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	FRAGMAT
---	---	----------------

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	18,6
3	18,6	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} = 0,262 \text{ (W/m}^2\text{K)} < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.216,6	2.196,0
2	2.196,0	2.135,3
3	2.135,3	412,7
4	412,7	410,6
5	410,6	410,0
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	2.173,4
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}		kg/m ² h
q_{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$		kg/m ² h
$q_{mz'}$		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{rmax}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

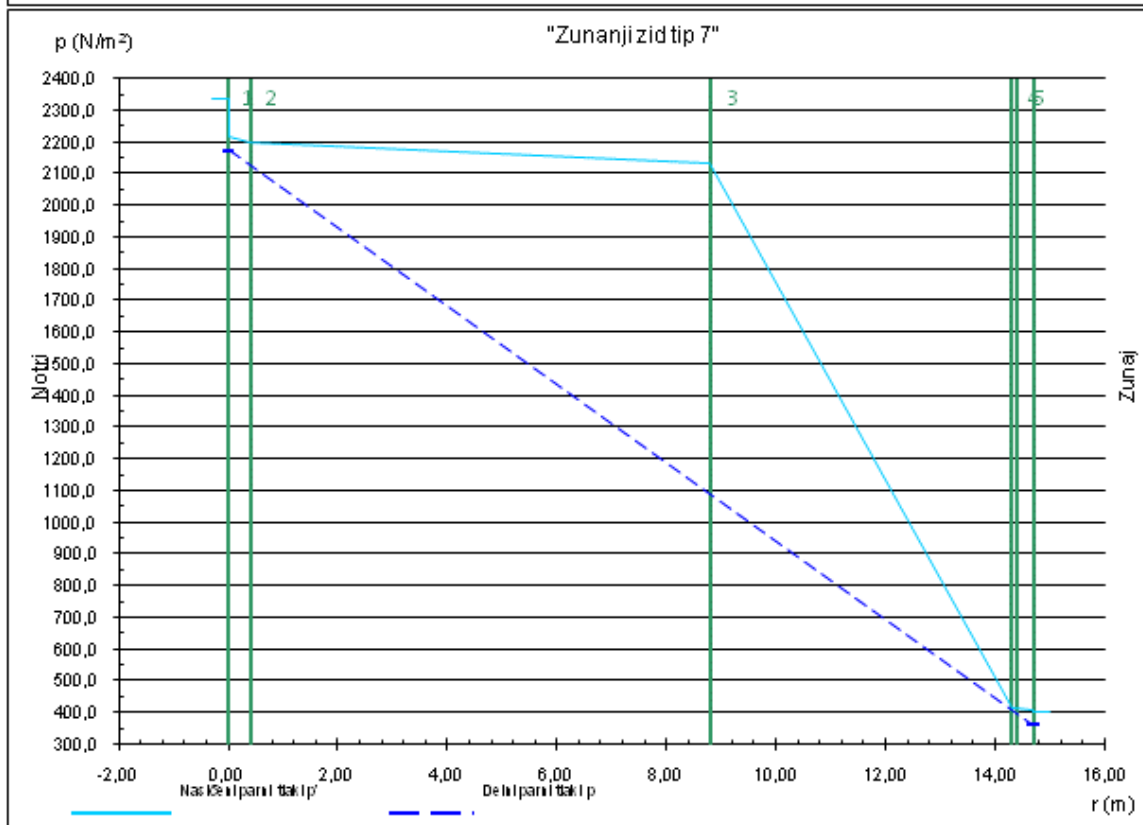
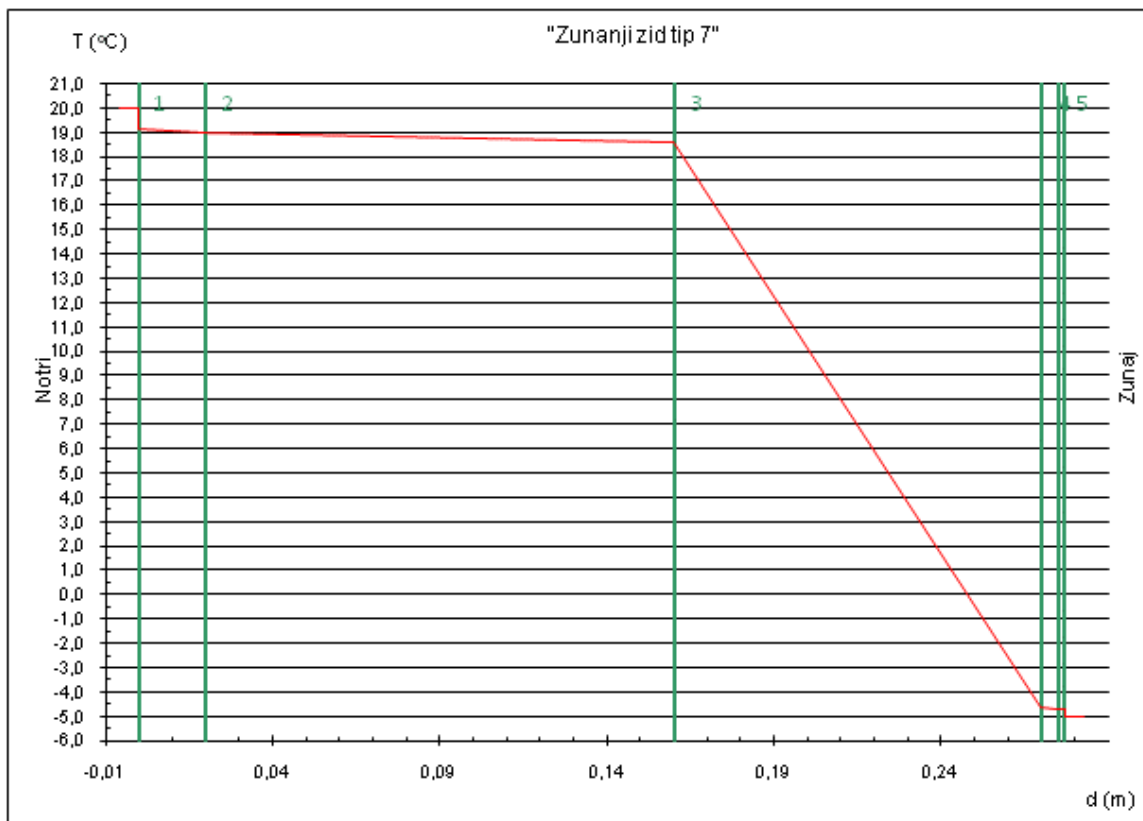
KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST



Temperaturno dušenje	105,09	
Temperaturna zakasnitev	4,70	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 8"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	93		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
					C	λ	μ		
				ρ	J/kg K	W/m K	-		
				m	kg/m ³				
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.17	Baumit(poliuretan)-POLIURETAN	0,0900	35	1.464	0,026	56,0		4
4	170.15	Baumit(lesna vlakna+poliuretan)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.200	920	0,500	15,0		4
5	170.19	Baumit(poliuretan)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000**	0,700	75,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	18,5
3	18,5	-4,6
4	-4,6	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,268 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.213,9	2.192,8
2	2.192,8	2.130,9
3	2.130,9	413,2
4	413,2	410,8
5	410,8	410,2
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	2.173,4
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	kg/m ² h
q_{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$	kg/m ² h
$q_{mz'}$	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r	%
X_{max}	%

X_{dif}	%
X_{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

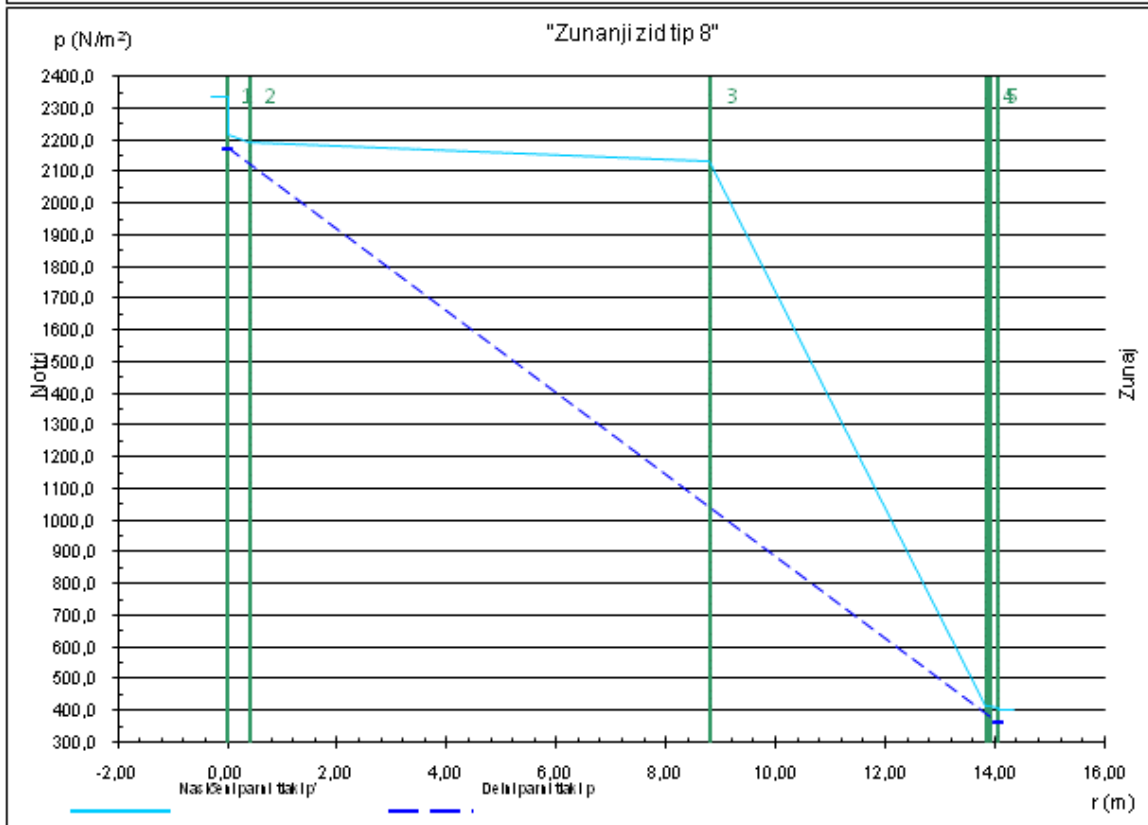
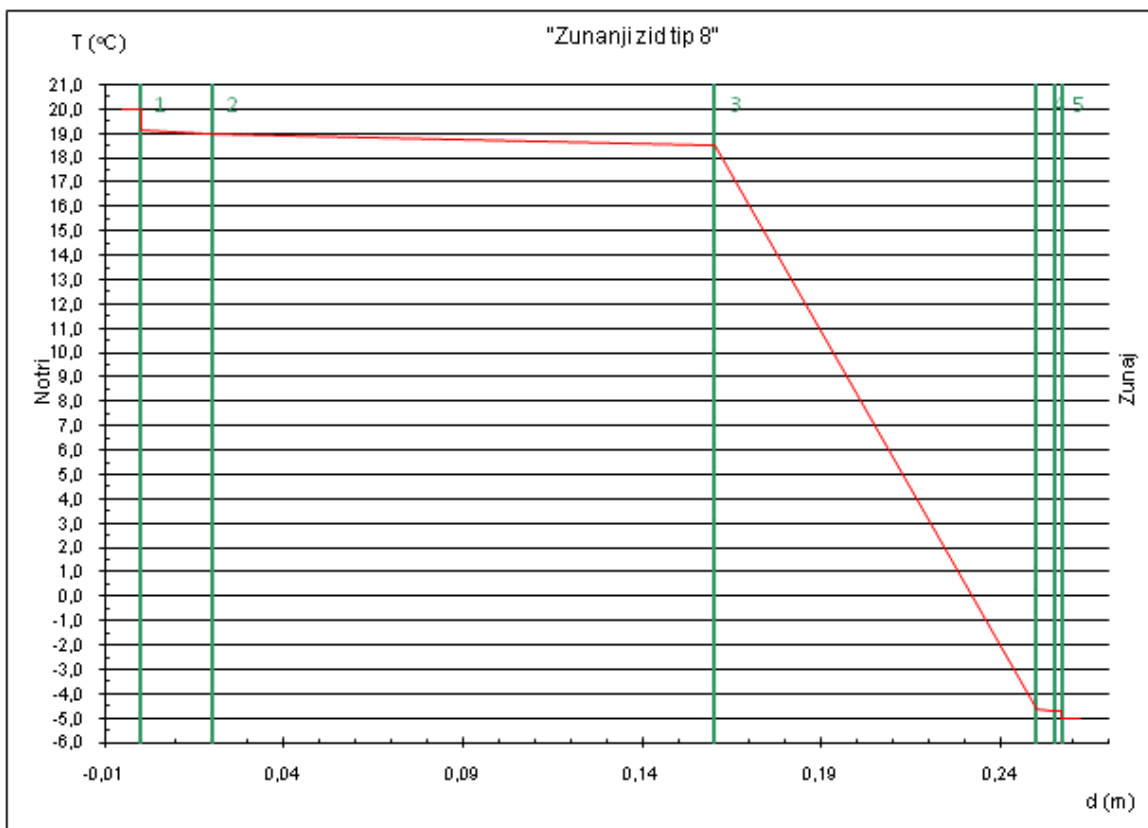
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	105,07	
Temperaturna zakasnitev	5,53	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---

"Zunanji zid tip 9"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	87		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	40.2	betoni iz kamnitega agregata	0,1400	2.400	960	2,040	60,0		1
3	170.3	Weber(fenolna pena)-FENOLNA PENA	0,0700	40	1.470	0,020	35,0		4
4	170.2	Weber(fenolna pena)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.500	1.050**	0,650	55,0		4
5	170.4	Weber(fenolna pena)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050**	0,870**	40,0	*	4


Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice material

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI <small>Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002</small>	FRAGMAT
---	--	----------------

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	18,5
3	18,5	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,265	(W/m²K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m²K)
---------------------------	--------------	---------------------------	-------------	--------------------	--------------	---------------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
	<i>Na stikih plasti</i>	
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,0	2.194,1
2	2.194,1	2.132,8
3	2.132,8	412,4
4	412,4	410,6
5	410,6	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	2.033,2
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}		kg/m ² h
q_{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$		kg/m ² h
$q_{mz'}$		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{rmax}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

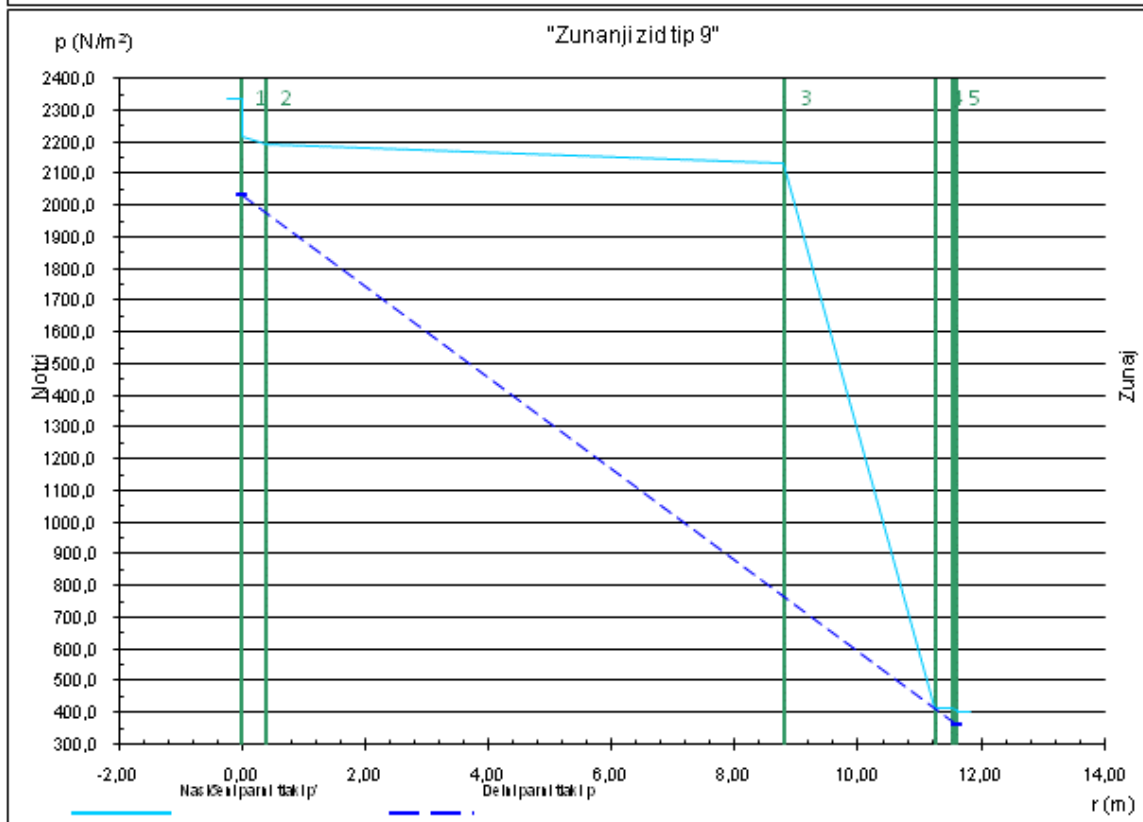
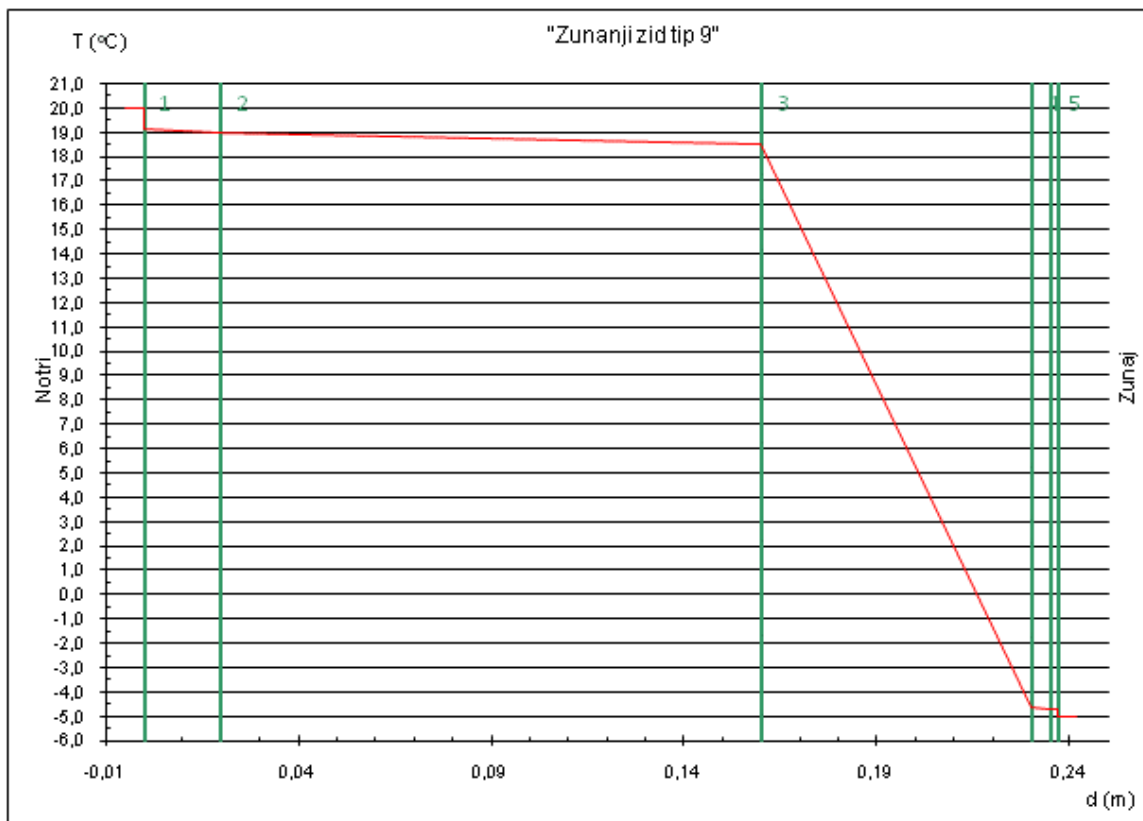
KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST



Temperaturno dušenje	107,37	
Temperaturna zakasnitev	5,38	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 10"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	48		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.16	Baumit(lesna vlakna)-LESNA VLAKNA	0,1400	190	2.100	0,045	5,0		4
4	170.15	Baumit(lesna vlakna+poliuretan)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.200	920	0,500	15,0		4
5	170.18	Baumit(lesna vlakna)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000**	0,700	45,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	16,8
3	16,8	-4,6
4	-4,6	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,276 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.210,3	2.188,6
2	2.188,6	1.912,4
3	1.912,4	413,5
4	413,5	411,1
5	411,1	410,4
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.121,8
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	kg/m ² h
q _{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	kg/m ² h
q _{mz'}	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r	%
X _{rmax}	%

X _{dif}	%
X _{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

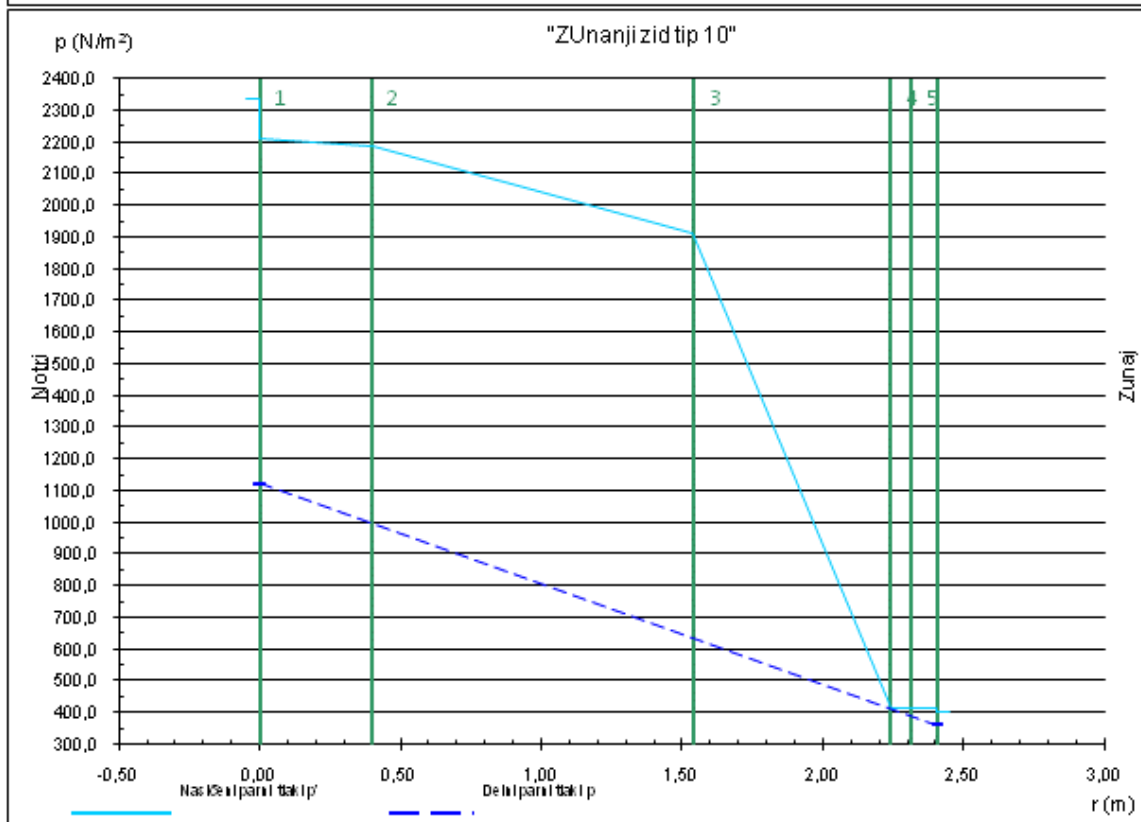
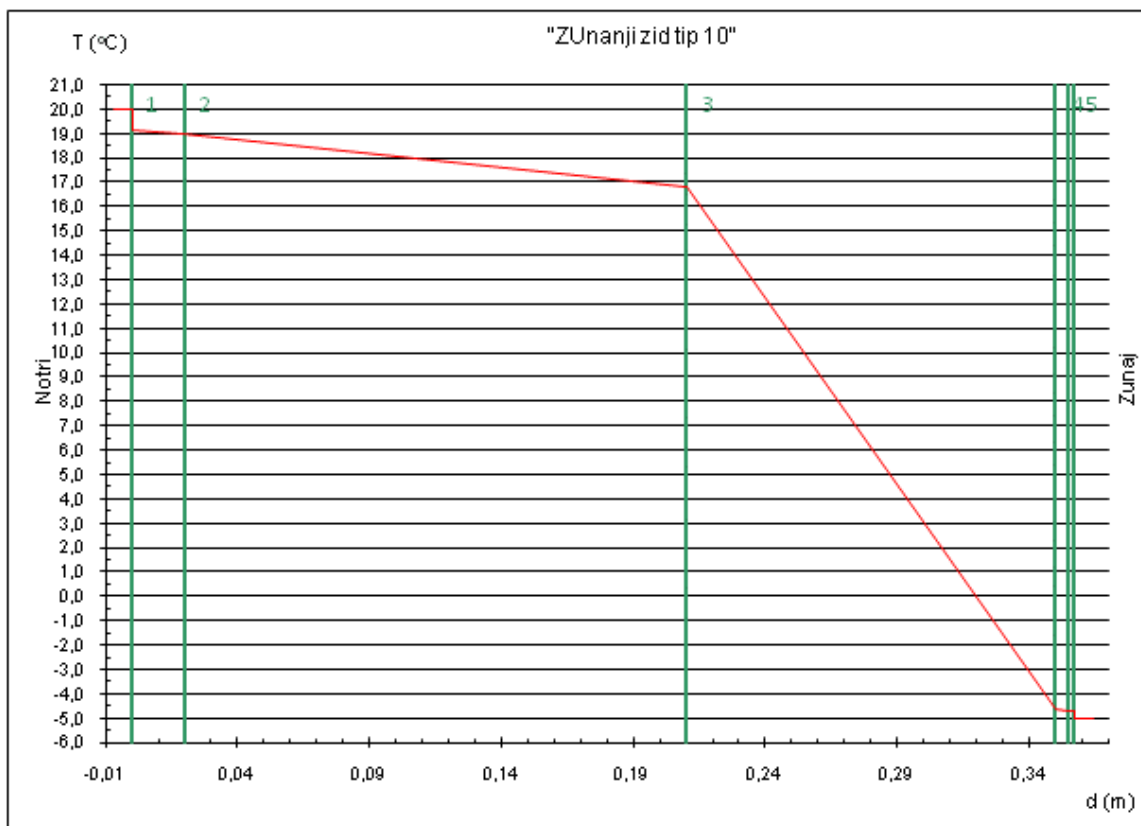
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	253,08	
Temperaturna zakasnitev	14,66	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---

"Zunanji zid tip 11"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	36		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m^2K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m^2K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,1300	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.445	1.050	0,930	30,0		4
6	170.7	Jubizol(lamele iz MW)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050	0,870	40,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice material

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodenzijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	16,9
3	16,9	16,9
4	16,9	-4,7
5	-4,7	-4,7
6	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} = 0,265 \text{ (W/m}^2\text{K)} < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,1	2.194,1
2	2.194,1	1.927,4
3	1.927,4	1.918,7
4	1.918,7	411,8
5	411,8	410,6
6	410,6	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	841,3
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	kg/m ² h
q_{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q_m'	kg/m ² h
q_{mz}'	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{rmax}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan


KS ODGOVARJA

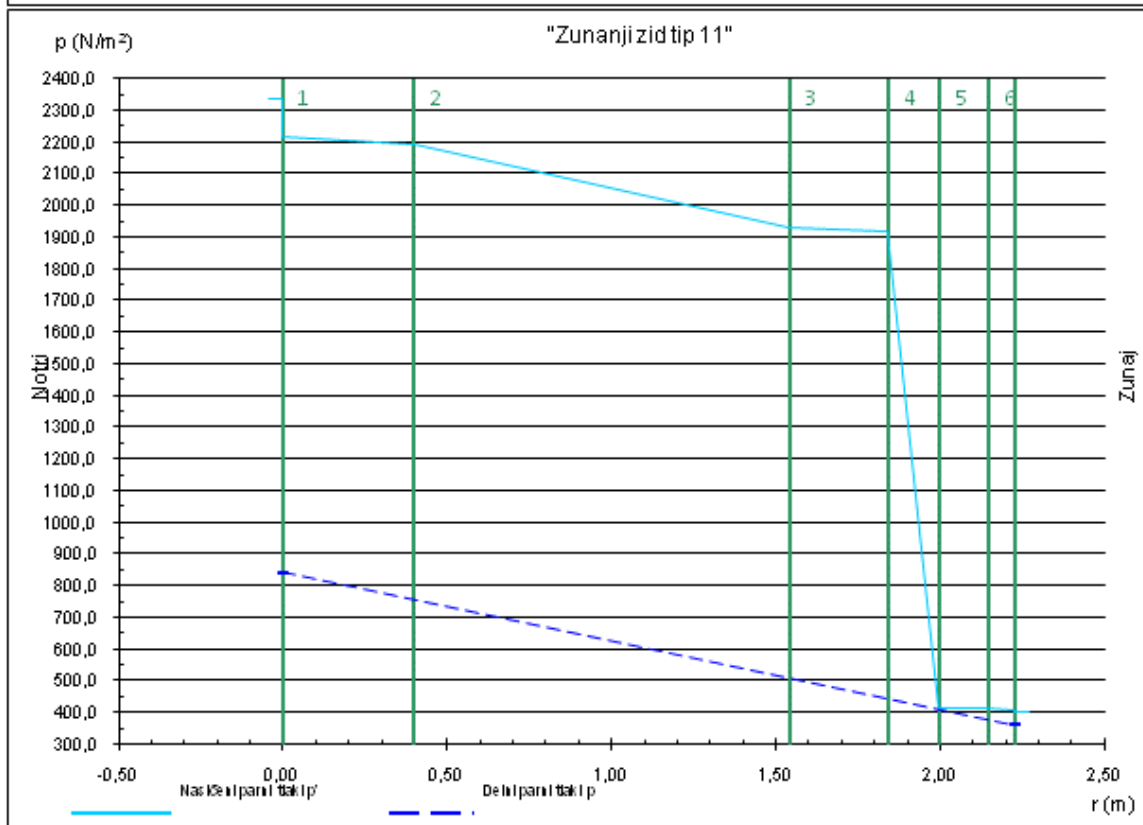
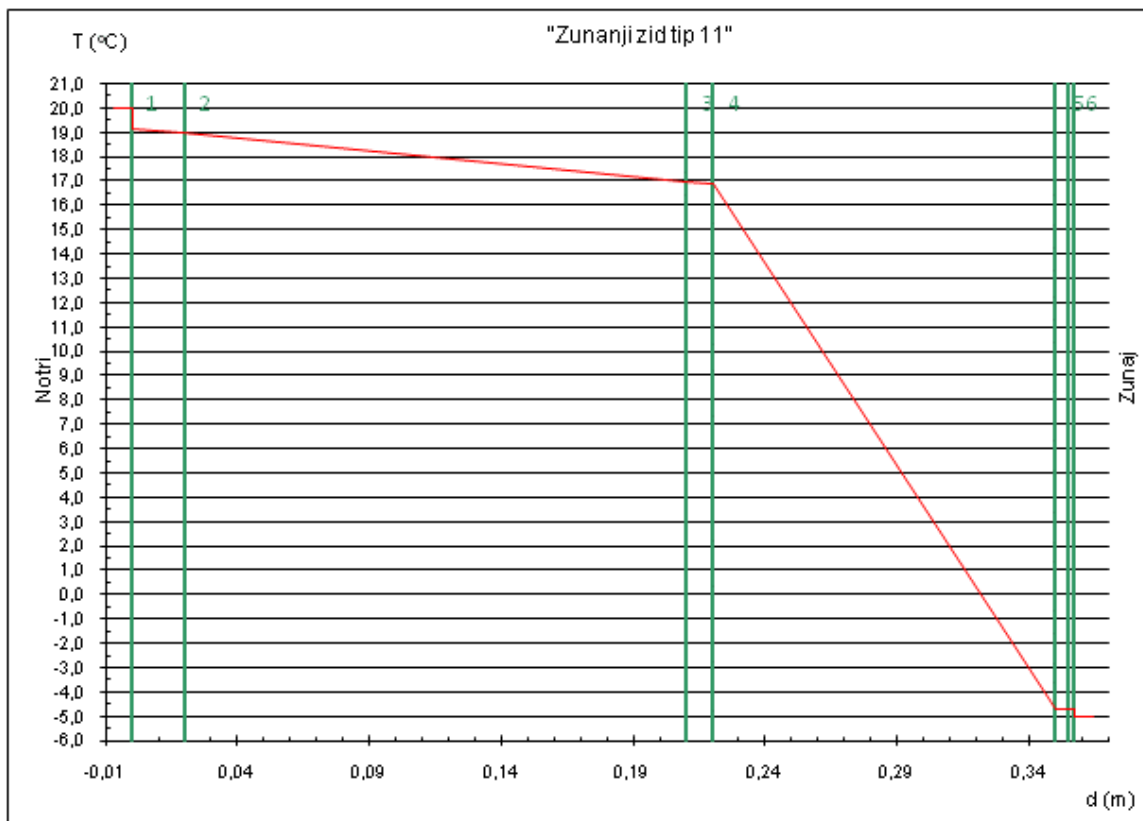
REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	130,19	
Temperaturna zakasnitev	9,36	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodenzijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 12"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	39		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.24	FassaBortolo(pluta)-PLUTA	0,1300	120	2.100	0,040	25,0		4
4	170.23	FassaBortolo(pluta)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.300	1.000**	0,750	13,0		4
5	170.25	FassaBortolo(pluta)-zaključni sloj	0,0020	1.850	1.000**	0,770	120,0**		4
6	170.30	FassaBortolo(pluta)-zaščita zaključnega sloja	0,0002	1.550	1.000**	0,770**	900,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodazijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	16,9
3	16,9	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7
6	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,266 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.214,8	2.193,8
2	2.193,8	1.926,5
3	1.926,5	412,3
4	412,3	410,8
5	410,8	410,2
6	410,2	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	911,4
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}		kg/m ² h
q_{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$		kg/m ² h
$q_{mz'}$		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{max}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%



Izsuševanje KS

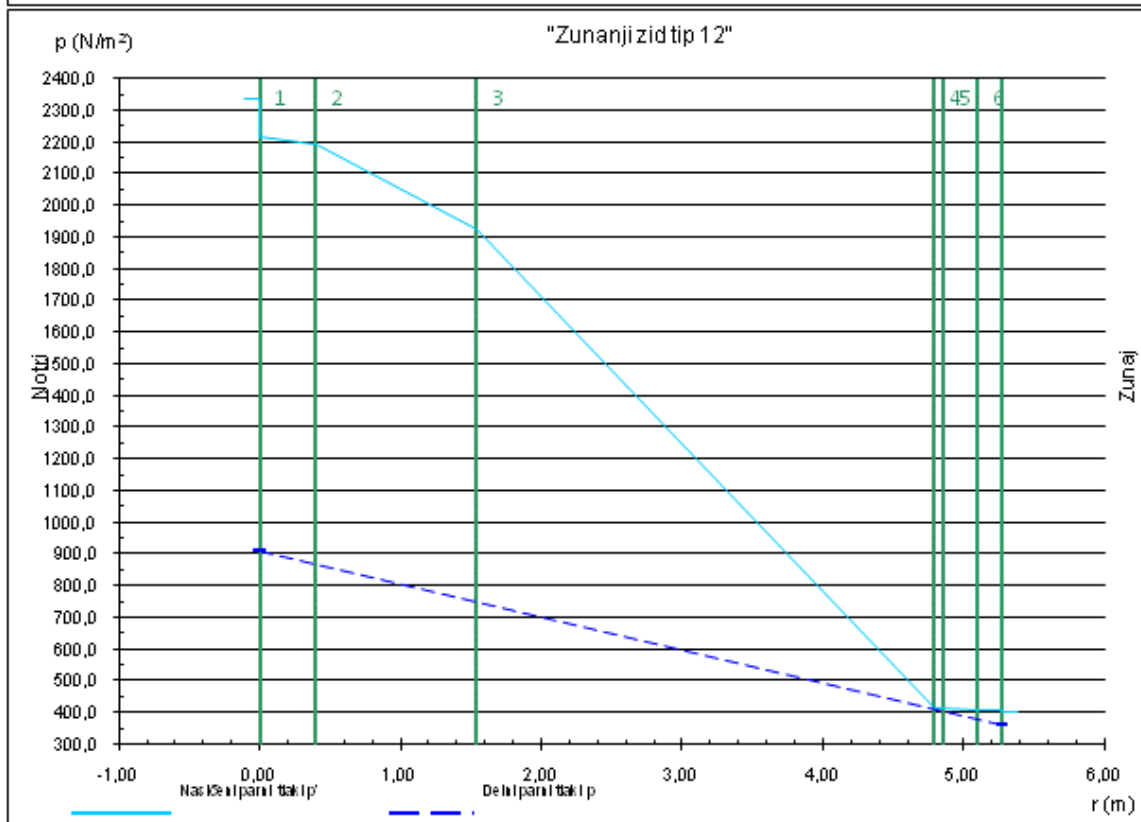
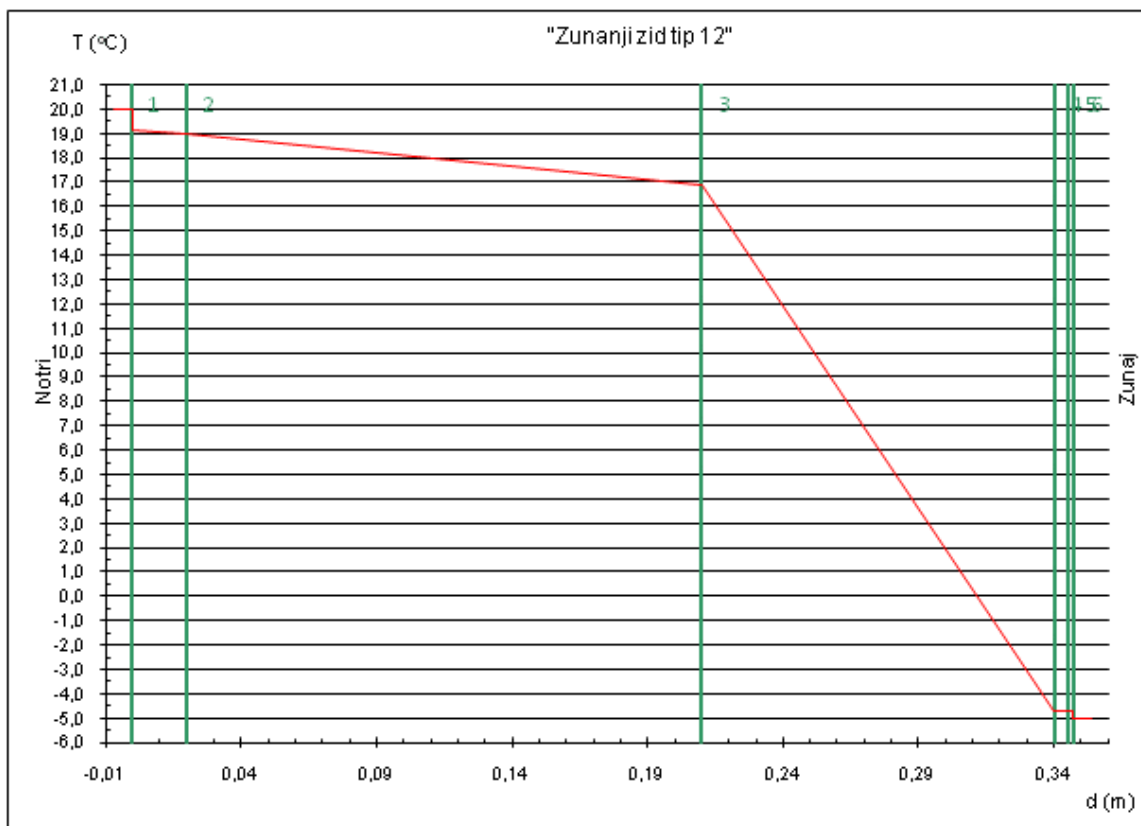
Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**



Temperaturno dušenje	184,89	
Temperaturna zakasnitev	12,52	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 13"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	44		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04


Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.9	Demit(EPS)-EPS	0,1200	15	1.260	0,039	30,0		4
4	170.8	Demit(EPS+EPS Sivi)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.800	1.000	0,700	36,0		4
5	170.11	Demit(EPS+EPS Sivi)-zaključni sloj	0,0020	1.650	1.000	0,800	120,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice material

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	FRAGMAT
---	---	----------------

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	16,8
3	16,8	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,278	(W/m ² K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m ² K)
---------------------------	--------------	----------------------	---	--------------------	--------------	----------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
	<i>Na stikih plasti</i>	
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.209,0	2.187,1
2	2.187,1	1.908,4
3	1.908,4	412,9
4	412,9	411,1
5	411,1	410,5
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.028,3
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{max}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

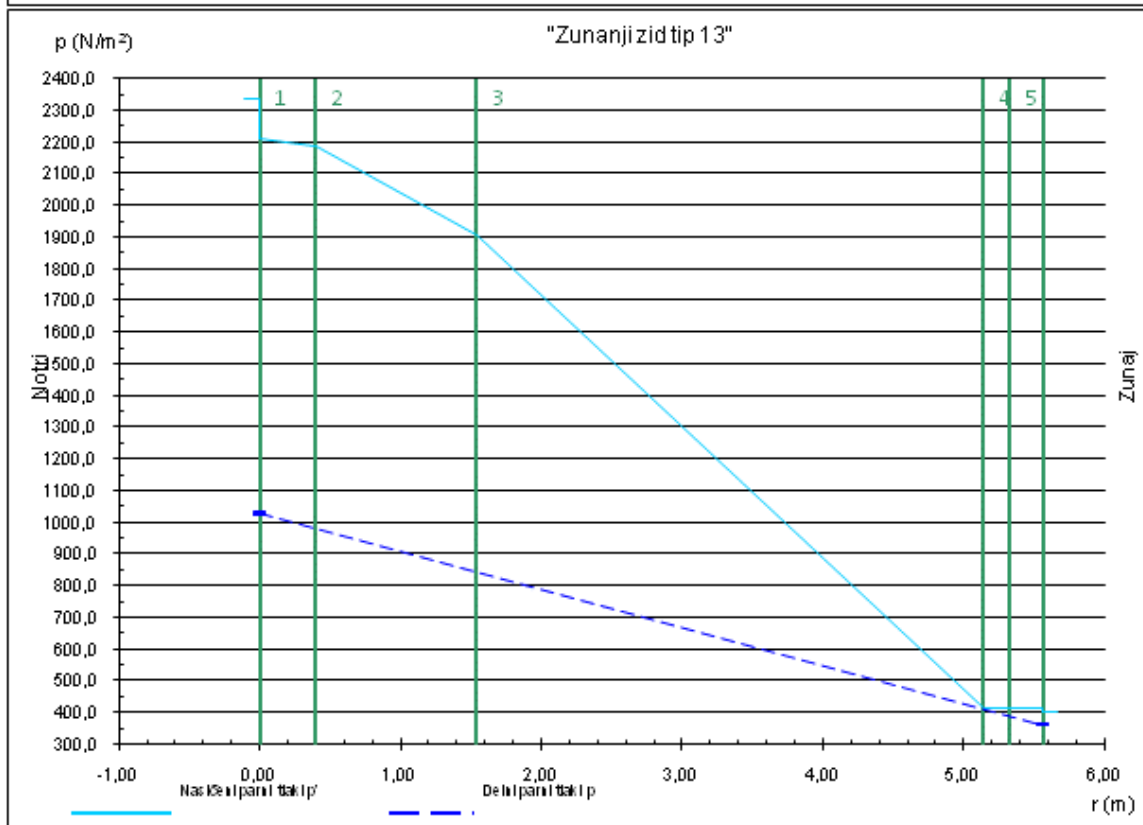
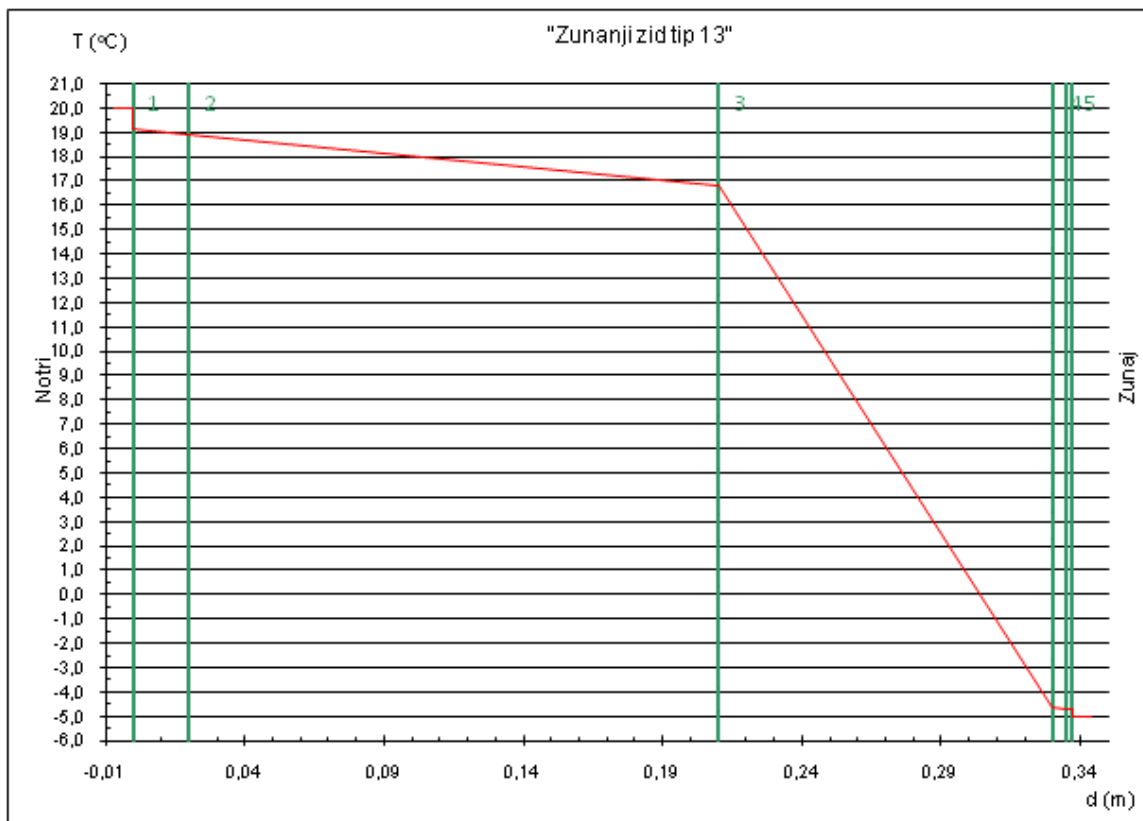
KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST



Temperaturno dušenje	117,93	
Temperaturna zakasnitev	6,81	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katetra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zašóiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katetra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 14"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	41		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
					C	λ	μ		
				ρ	J/kg K	W/m K	-		
				m	kg/m ³				
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.13	Sto(MW)-MW	0,1100	110	850	0,036	1,0		4
4	170.12	Sto(MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.000	1.000	0,270	20,0		4
5	170.14	Sto(MW)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000	0,700	33,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	16,8
3	16,8	-4,6
4	-4,6	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,279 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.208,7	2.186,7
2	2.186,7	1.907,3
3	1.907,3	415,8
4	415,8	411,3
5	411,3	410,6
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	958,2
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	kg/m ² h
q _{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	kg/m ² h
q _{mz'}	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r	%
X _{max}	%

X _{dif}	%
X _{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

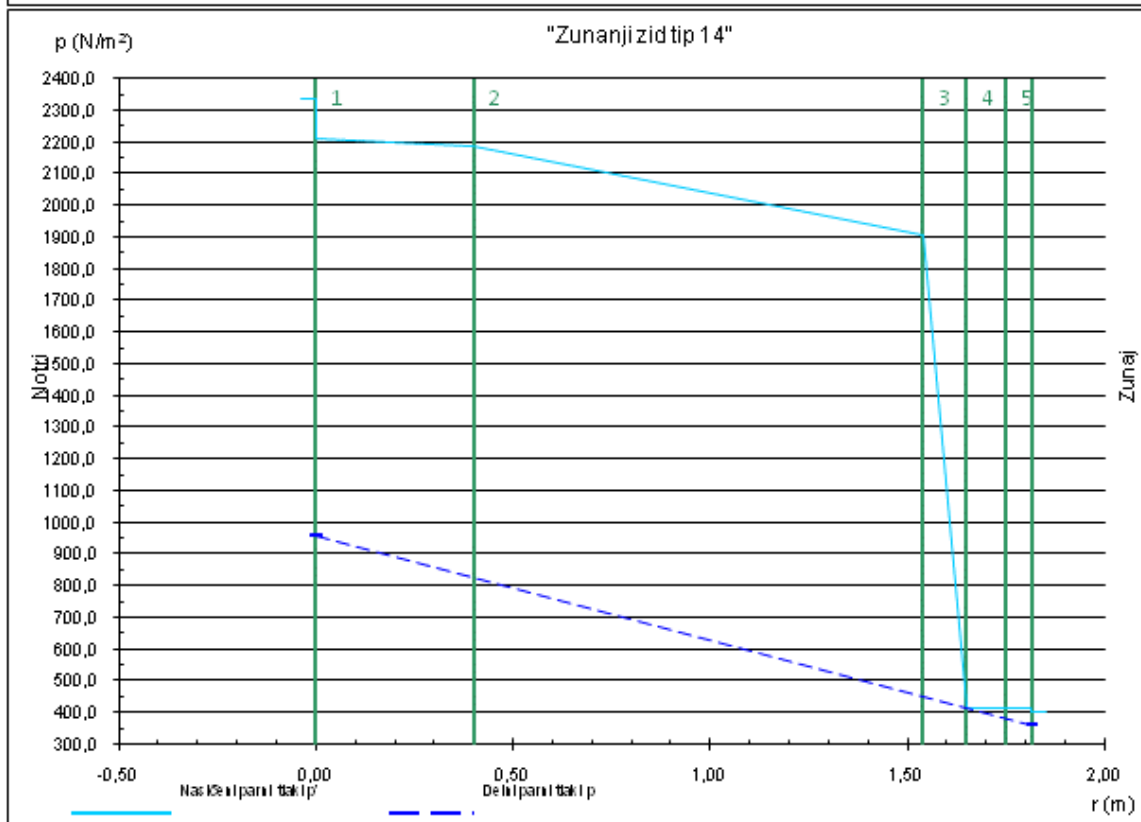
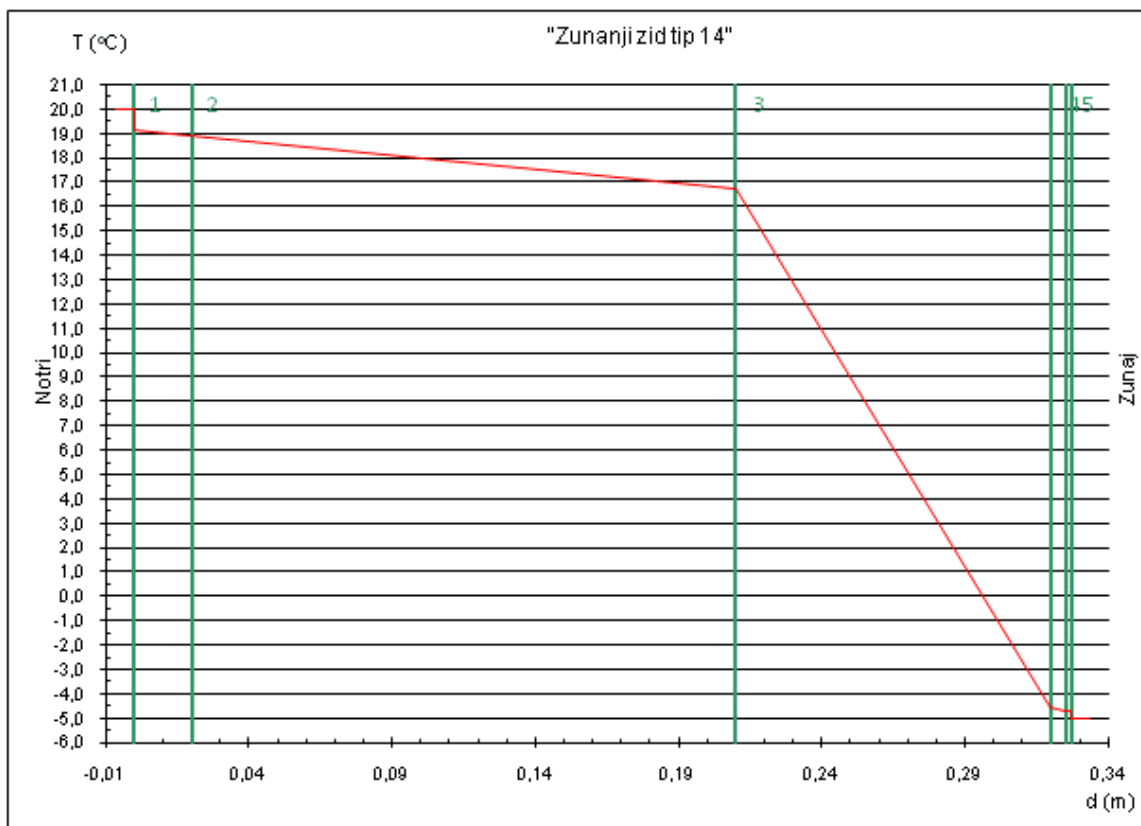
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	121,02	
Temperaturna zakasnitev	9,01	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaštiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 15"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	41		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m^2K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m^2K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.10	Demit(EPS SIVI)-EPS SIVI	0,1000	15	1.260	0,032	30,0		4
4	170.8	Demit(EPS+EPS Sivi)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.800	1.000	0,700	36,0		4
5	170.11	Demit(EPS+EPS Sivi)-zaključni sloj	0,0020	1.650	1.000	0,800	120,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	16,8
3	16,8	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,275	(W/m²K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m²K)
---------------------------	--------------	---------------------------	-------------	--------------------	--------------	---------------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
	<i>Na stikih plasti</i>	
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.210,7	2.189,0
2	2.189,0	1.913,6
3	1.913,6	412,7
4	412,7	411,0
5	411,0	410,4
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	958,2
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{max}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

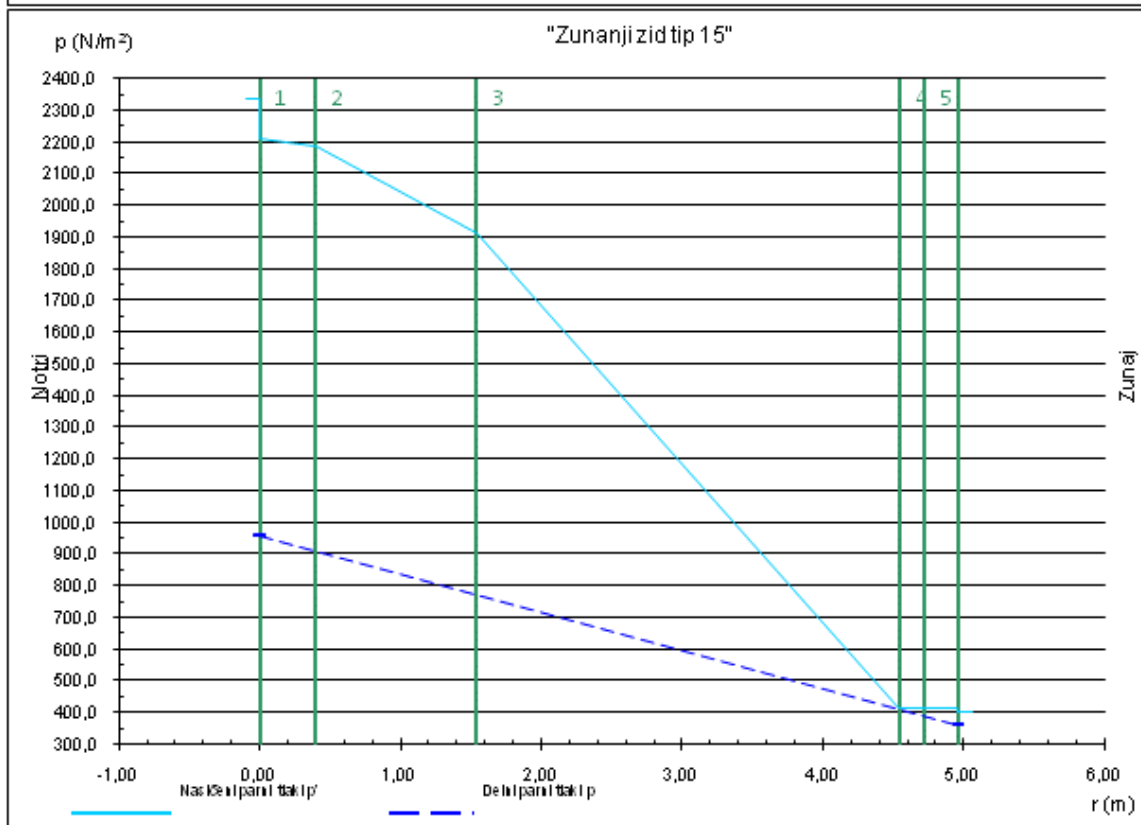
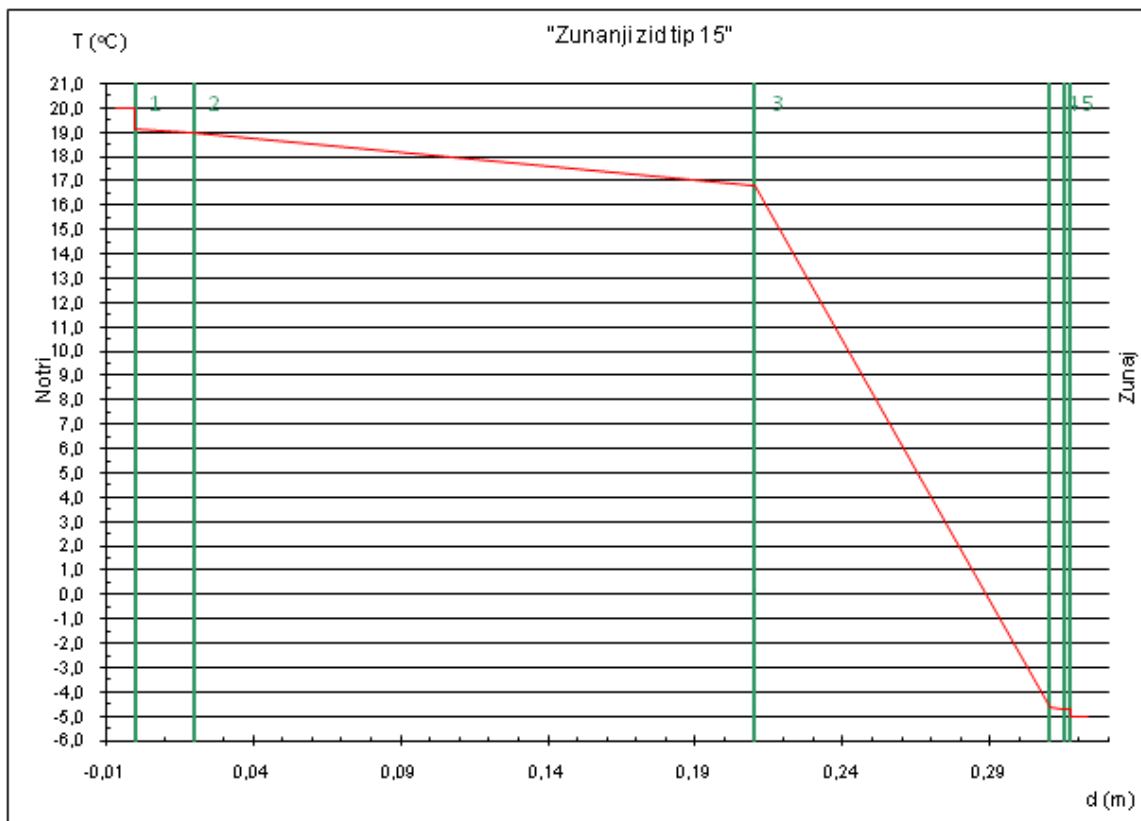
KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST



Temperaturno dušenje	118,87	
Temperaturna zakasnitev	6,65	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o topli zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---

"Zunanji zid tip 16"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	54		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.21	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-EPS-F 031 take-it ALPIN	0,1000	15	1.400**	0,031	50,0		4
4	170.20	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.150	1.110	0,540	20,0		4
5	170.22	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000	0,700**	150,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialc

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	16,9
3	16,9	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,267 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.214,1	2.193,0
2	2.193,0	1.924,4
3	1.924,4	413,0
4	413,0	410,8
5	410,8	410,2
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.262,0
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	kg/m ² h
q_{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$	kg/m ² h
$q_{mz'}$	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r	%
X_{max}	%

X_{dif}	%
X_{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

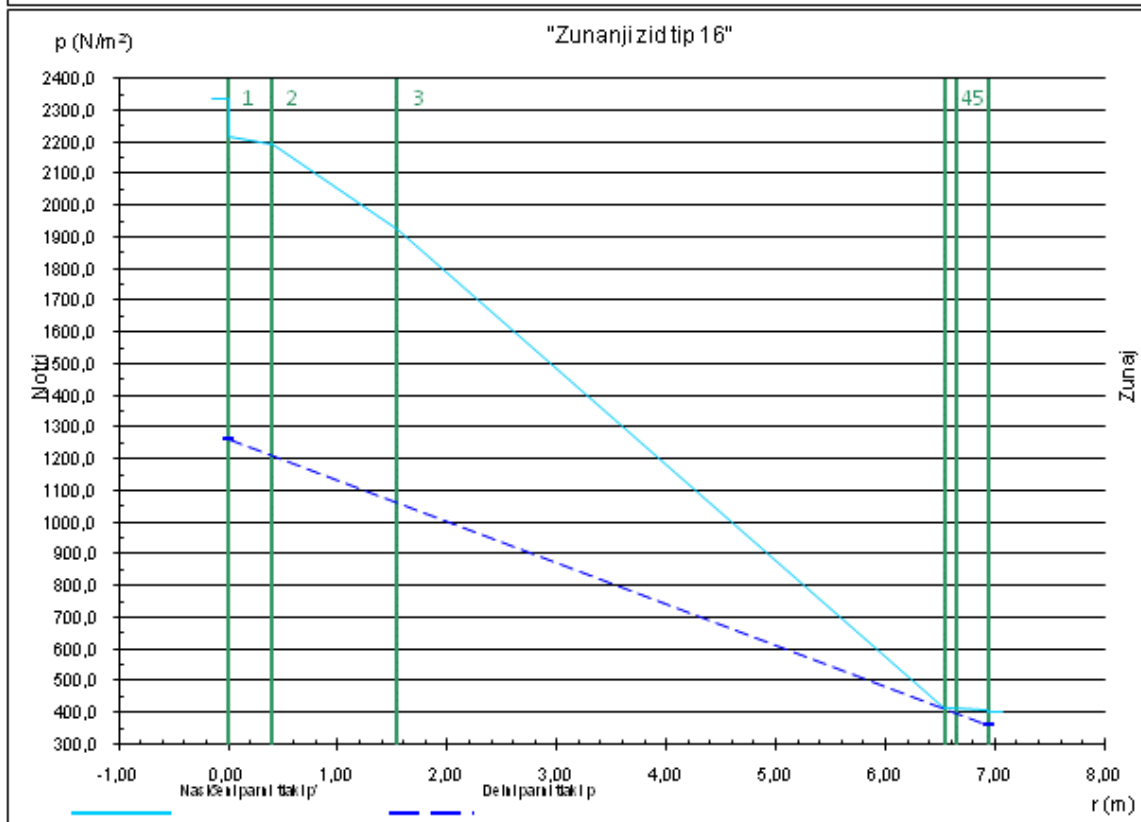
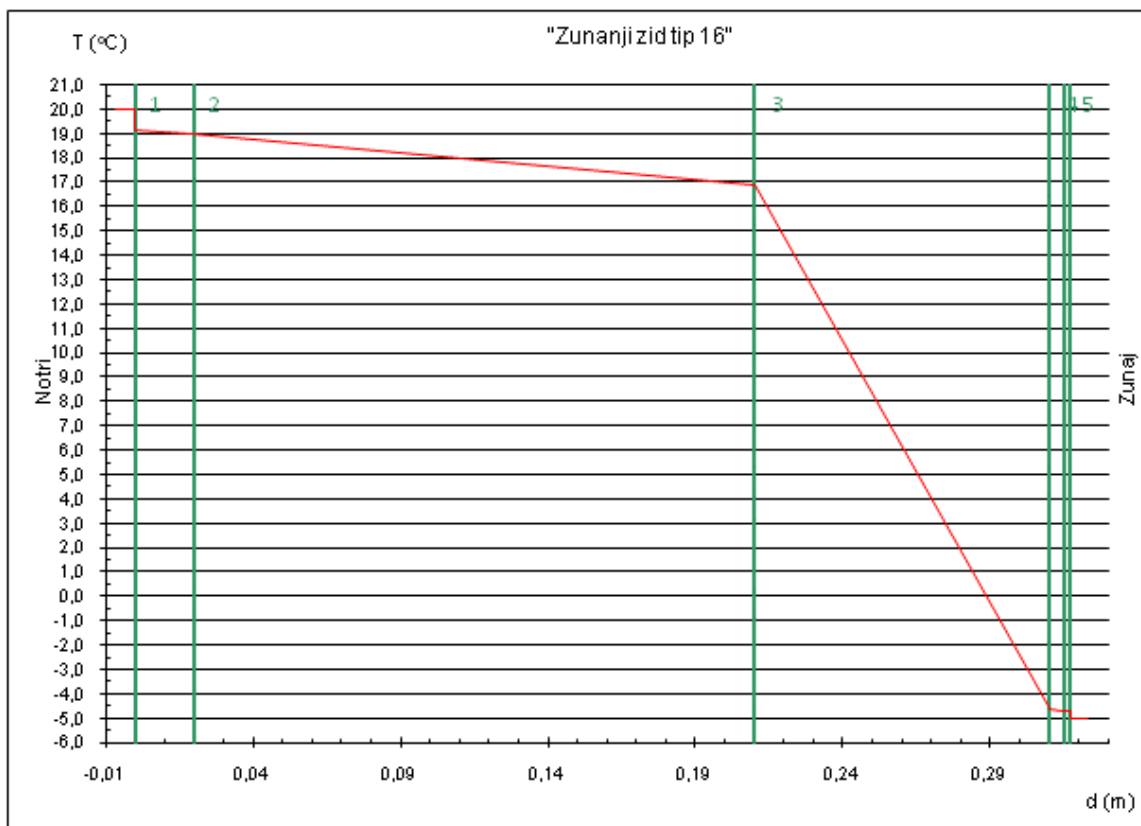
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	123,09	ura
Temperaturna zakasnitev	6,78	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 17"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	78		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.17	Baumit(poliuretan)-POLIURETAN	0,0800	35	1.464	0,026	56,0		4
4	170.15	Baumit(lesna vlakna+poliuretan)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.200	920	0,500	15,0		4
5	170.19	Baumit(poliuretan)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000**	0,700	75,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	16,8
3	16,8	-4,6
4	-4,6	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,278	(W/m²K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m²K)
---------------------------	--------------	---------------------------	-------------	--------------------	--------------	---------------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
	<i>Na stikih plasti</i>	
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.209,2	2.187,3
2	2.187,3	1.908,7
3	1.908,7	413,6
4	413,6	411,2
5	411,2	410,5
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.822,9
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{rmax}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan


KS ODGOVARJA

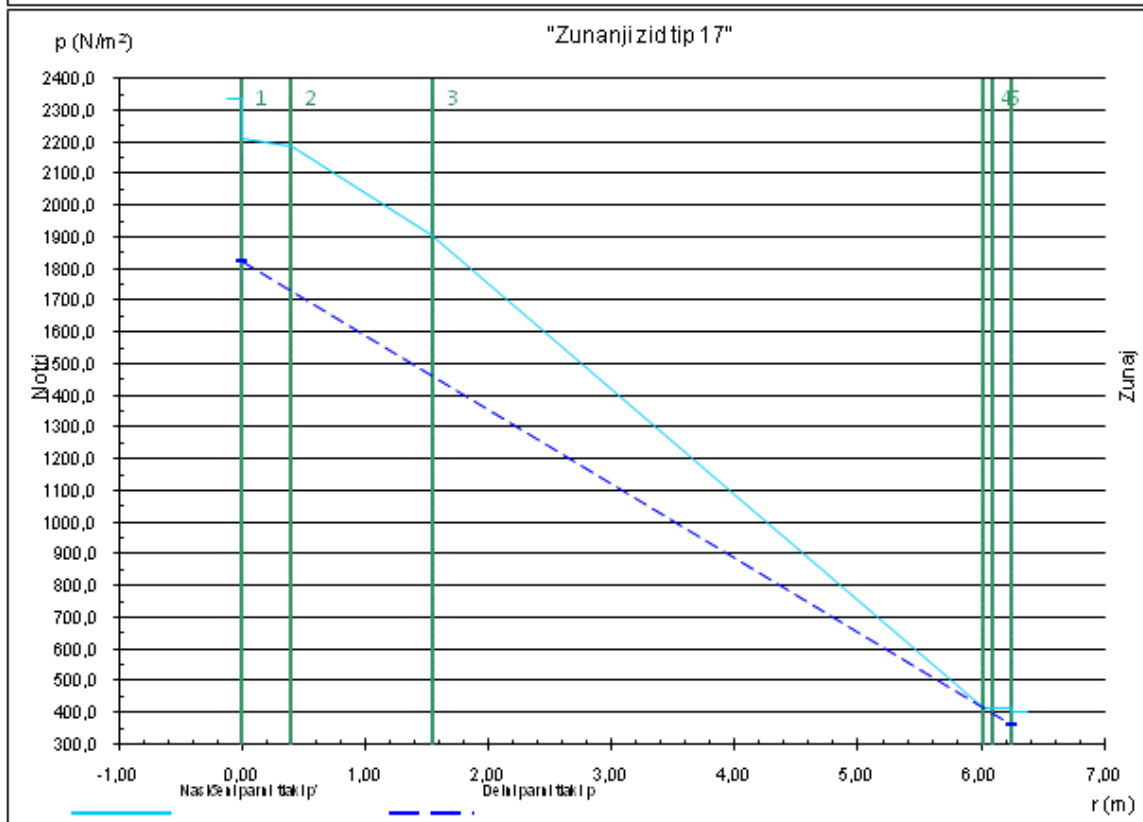
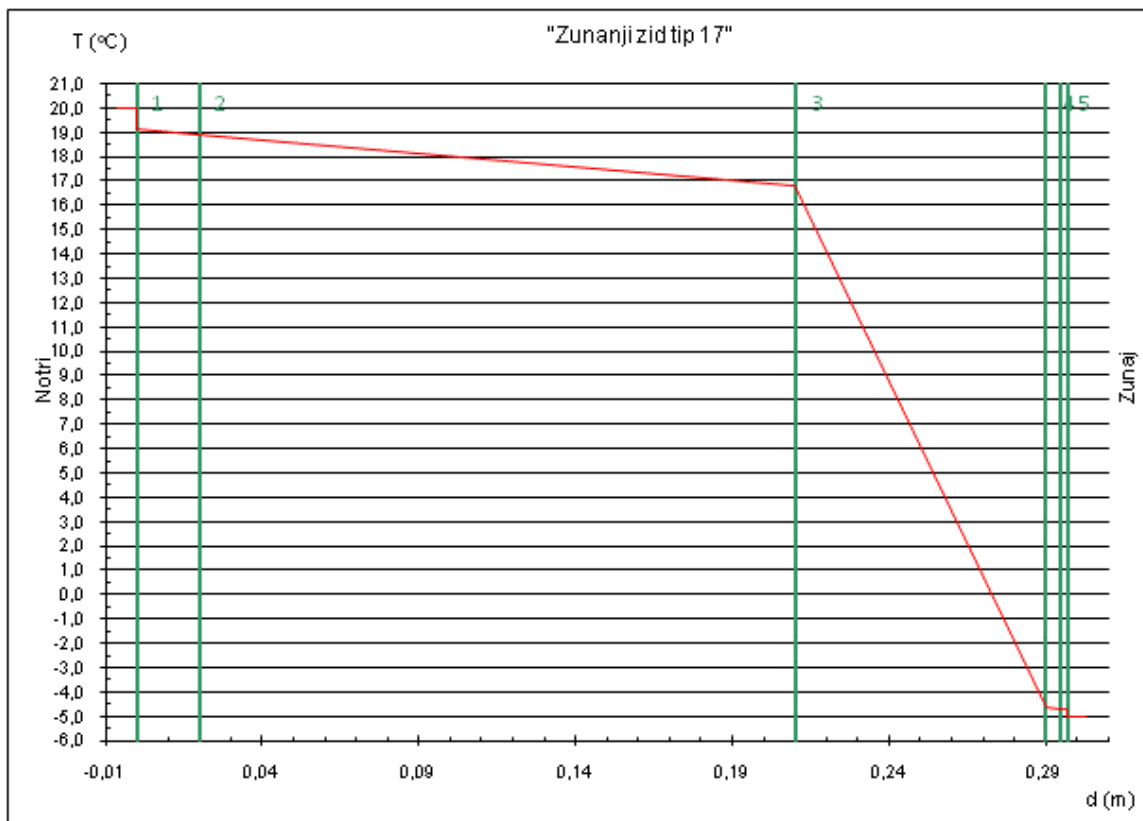
REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	122,75	
Temperaturna zakasnitev	7,47	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---

"Zunanji zid tip 18"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	42		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.3	Weber(fenolna pena)-FENOLNA PENA	0,0700	40	1.470	0,020	35,0		4
4	170.2	Weber(fenolna pena)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.500	1.050**	0,650	55,0		4
5	170.4	Weber(fenolna pena)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050**	0,870**	40,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialo

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,2	19,0
2	19,0	17,1
3	17,1	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,8

$$U_{\text{izračunani}} = 0,249 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.222,2	2.202,5
2	2.202,5	1.950,3
3	1.950,3	411,7
4	411,7	410,0
5	410,0	409,5
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	981,5
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	kg/m ² h
q_{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$	kg/m ² h
$q_{mz'}$	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r	%
X_{max}	%

X_{dif}	%
X_{sk}	%



Izsuševanje KS

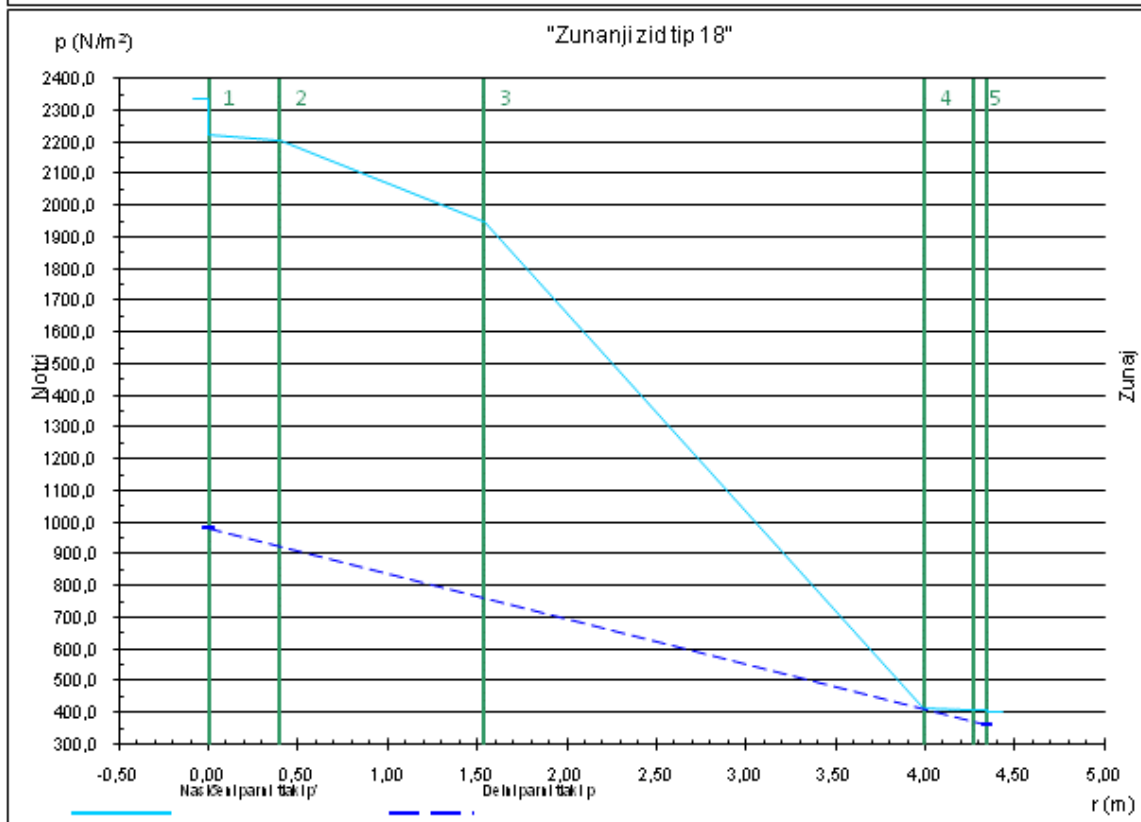
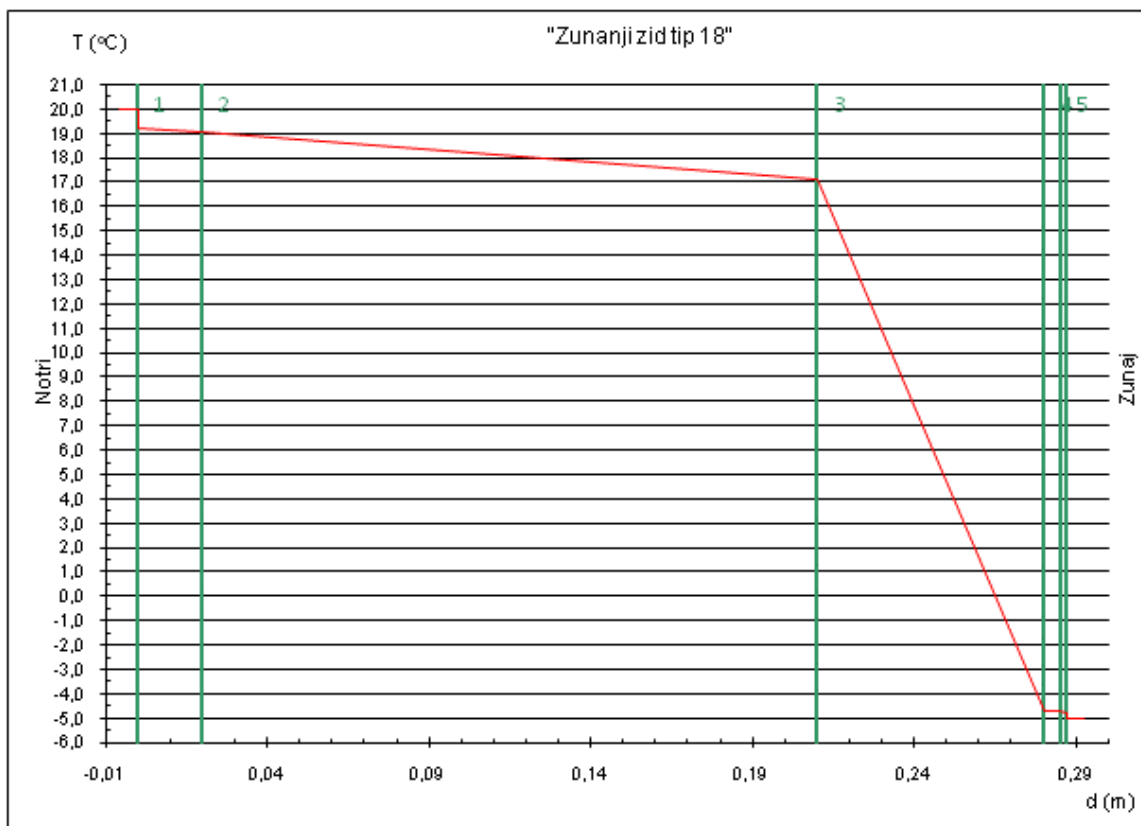
Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**



Temperaturno dušenje	138,95	
Temperaturna zakasnitev	7,64	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodenzijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o topli zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 19"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	40		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.16	Baumit(lesna vlakna)-LESNA VLAKNA	0,1000	190	2.100	0,045	5,0		4
4	170.15	Baumit(lesna vlakna+poliuretan)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.200	920	0,500	15,0		4
5	170.18	Baumit(lesna vlakna)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000**	0,700	45,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialc

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,1
3	10,1	-4,6
4	-4,6	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} = 0,266 \text{ (W/m}^2\text{K)} < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.214,7	2.193,7
2	2.193,7	1.237,0
3	1.237,0	413,1
4	413,1	410,8
5	410,8	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	934,8
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}		kg/m ² h
q_{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$		kg/m ² h
$q_{mz'}$		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{max}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

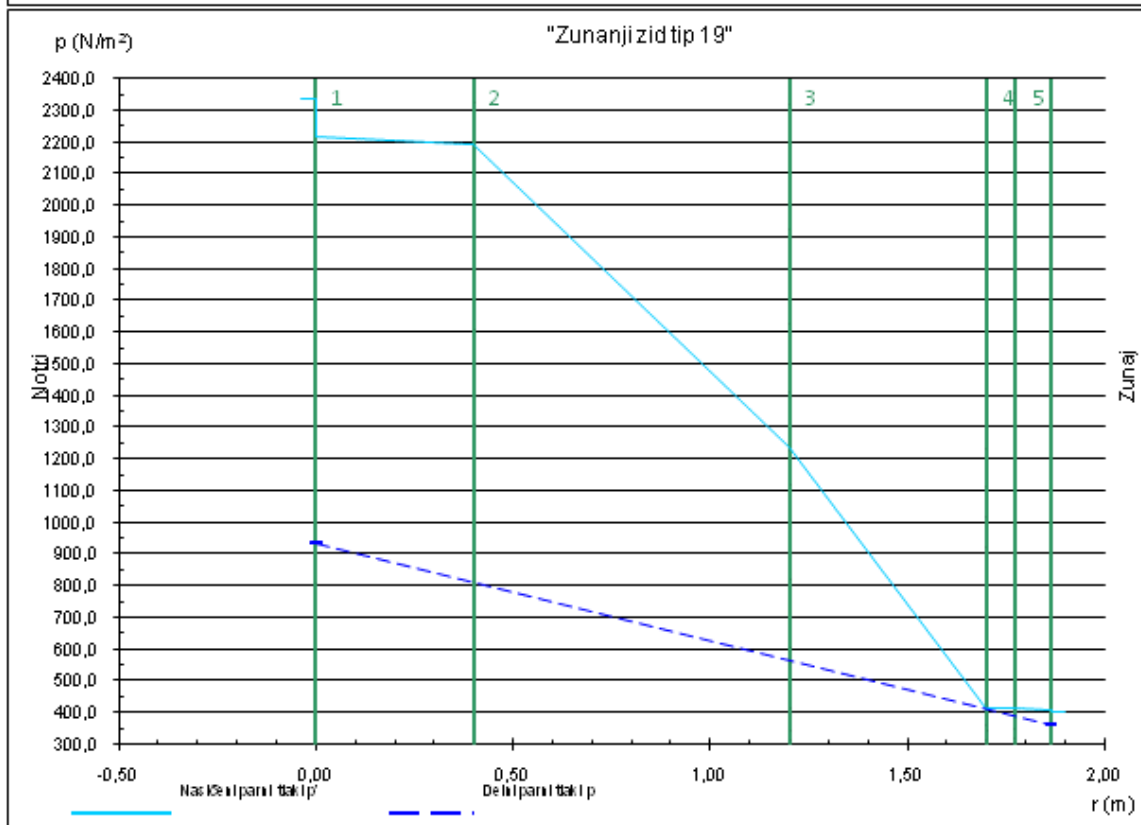
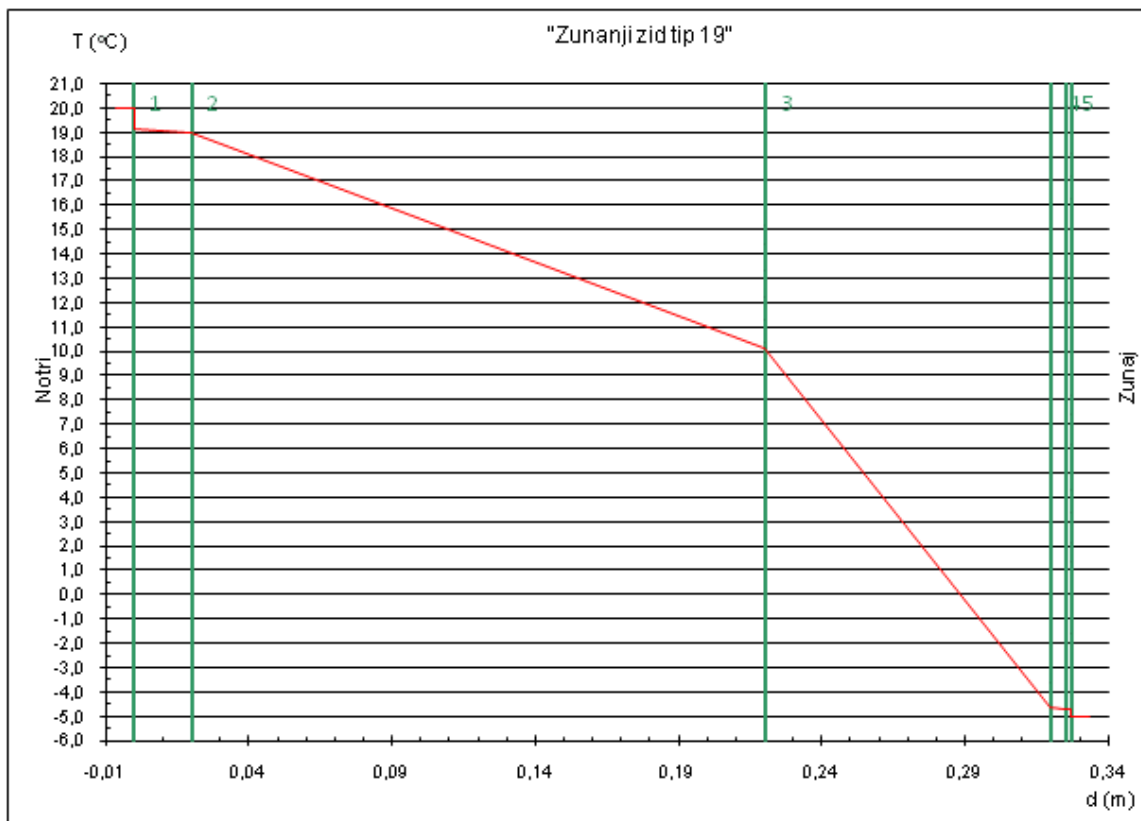
KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST



Temperaturno dušenje	156,01	
Temperaturna zakasnitev	12,51	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---

"Zunanji zid tip 20"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	32		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,0900	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.445	1.050	0,930	30,0		4
6	170.7	Jubizol(lamele iz MW)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050	0,870	40,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialo

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodazijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,2
3	10,2	10,1
4	10,1	-4,7
5	-4,7	-4,7
6	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,264 \text{ (W/m}^2\text{K)} < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	Na stikih plasti	
2.337,0	Notri	Zunaj
	Številka plasti	
	1	2.215,7
	2	2.194,9
	3	1.244,3
	4	1.238,4
	5	411,8
	6	410,6
Zunanji zrak	401,0	410,0

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	747,8
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}		kg/m ² h
q_{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$		kg/m ² h
$q_{mz'}$		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{max}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

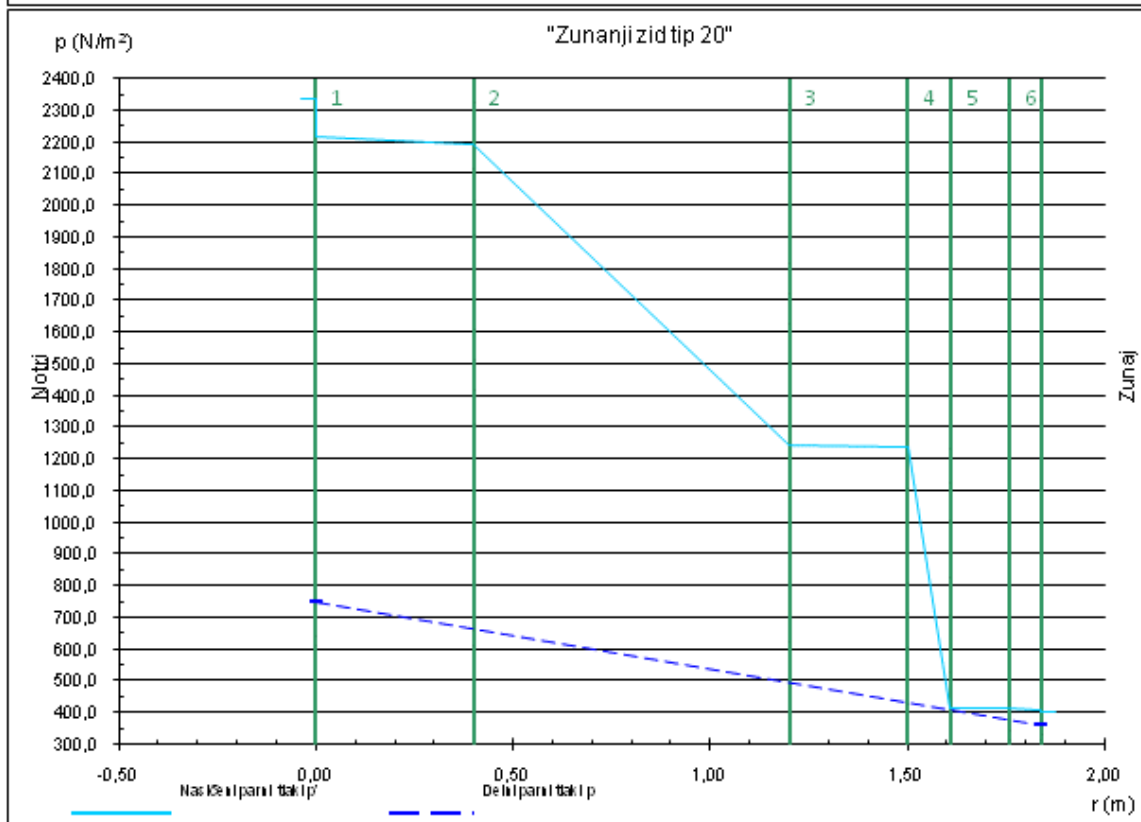
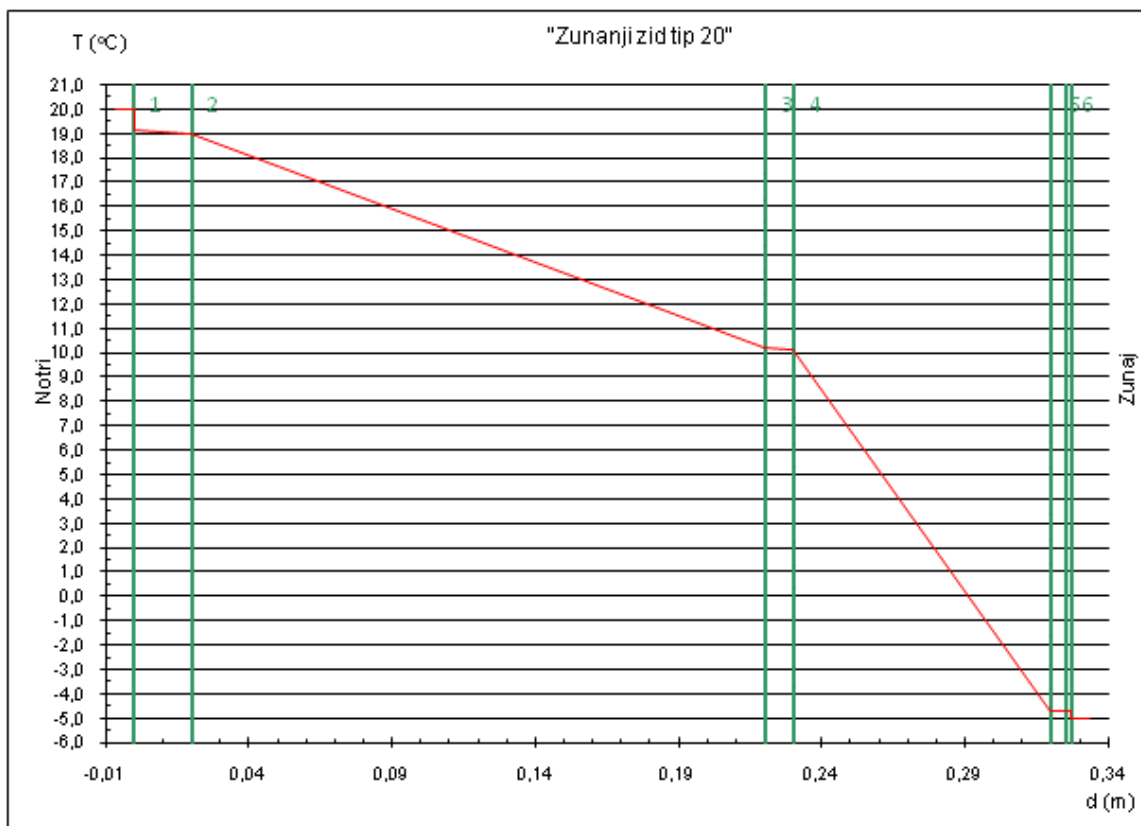
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	100,33	
Temperaturna zakasnitev	8,59	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaštiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodenzijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

"Zunanji zid tip 21"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19°C ali poleti hlajene pod 26°C
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	33		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m^2K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m^2K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.24	FassaBortolo(pluta)-PLUTA	0,0900	120	2.100	0,040	25,0		4
4	170.23	FassaBortolo(pluta)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.300	1.000**	0,750	13,0		4
5	170.25	FassaBortolo(pluta)-zaključni sloj	0,0020	1.850	1.000**	0,770	120,0**		4
6	170.30	FassaBortolo(pluta)-zaščita zaključnega sloja	0,0002	1.550	1.000**	0,770**	900,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodenzijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,2
3	10,2	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7
6	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} = 0,264 \text{ (W/m}^2\text{K)} < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,5	2.194,6
2	2.194,6	1.242,3
3	1.242,3	412,2
4	412,2	410,7
5	410,7	410,1
6	410,1	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	771,2
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	kg/m ² h
q_{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$	kg/m ² h
$q_{mz'}$	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r	%
X_{max}	%

X_{dif}	%
X_{sk}	%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan


KS ODGOVARJA

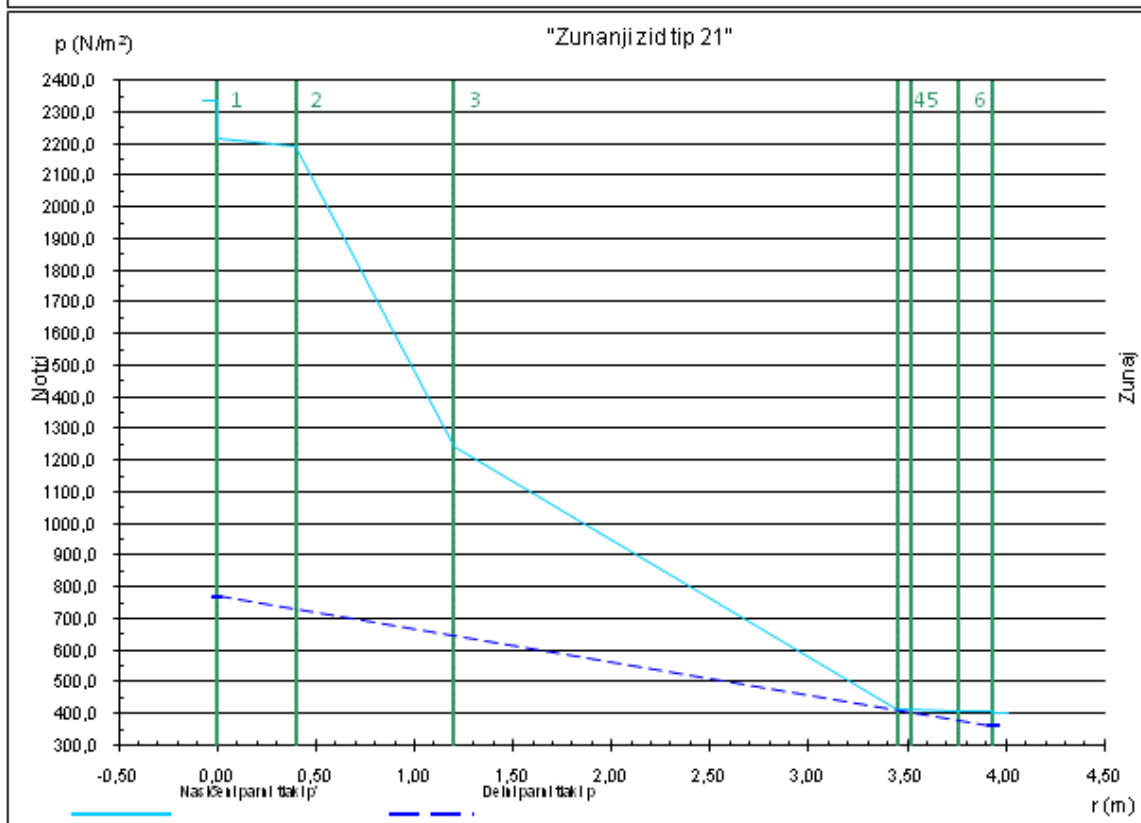
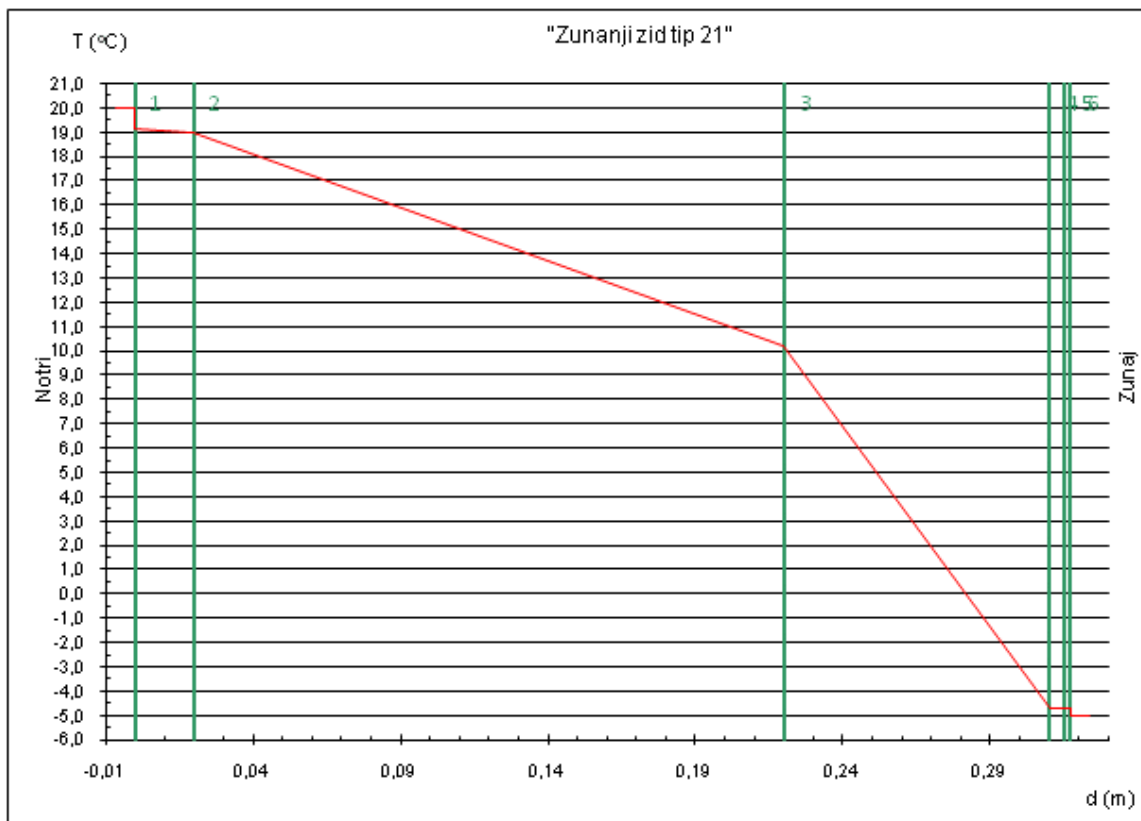
REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	120,50	
Temperaturna zakasnitev	10,80	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 22"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	36		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m^2K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m^2K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.9	Demit(EPS)-EPS	0,0800	15	1.260	0,039	30,0		4
4	170.8	Demit(EPS+EPS Sivi)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.800	1.000	0,700	36,0		4
5	170.11	Demit(EPS+EPS Sivi)-zaključni sloj	0,0020	1.650	1.000	0,800	120,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	18,9
2	18,9	9,6
3	9,6	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,279 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.208,9	2.187,0
2	2.187,0	1.197,8
3	1.197,8	412,9
4	412,9	411,2
5	411,2	410,6
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	841,3
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	kg/m ² h
q _{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	kg/m ² h
q _{mz'}	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r	%
X _{max}	%

X _{dif}	%
X _{sk}	%



Izsuševanje KS

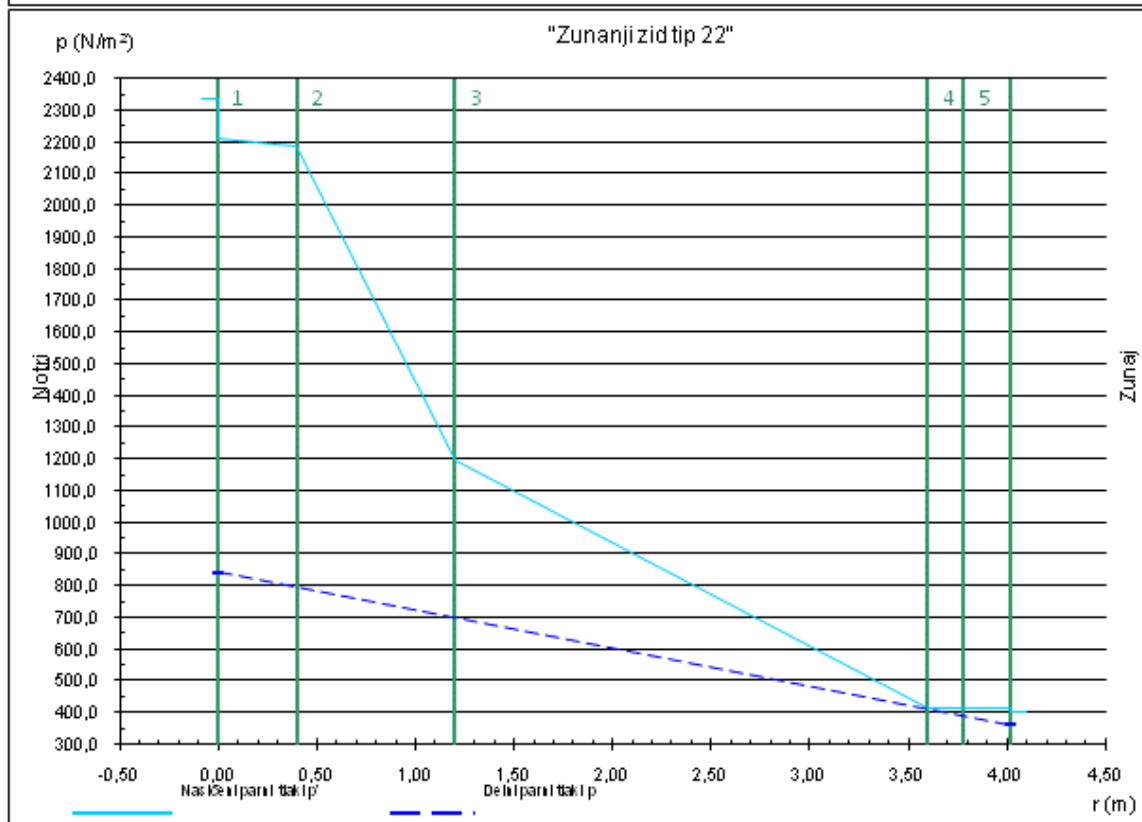
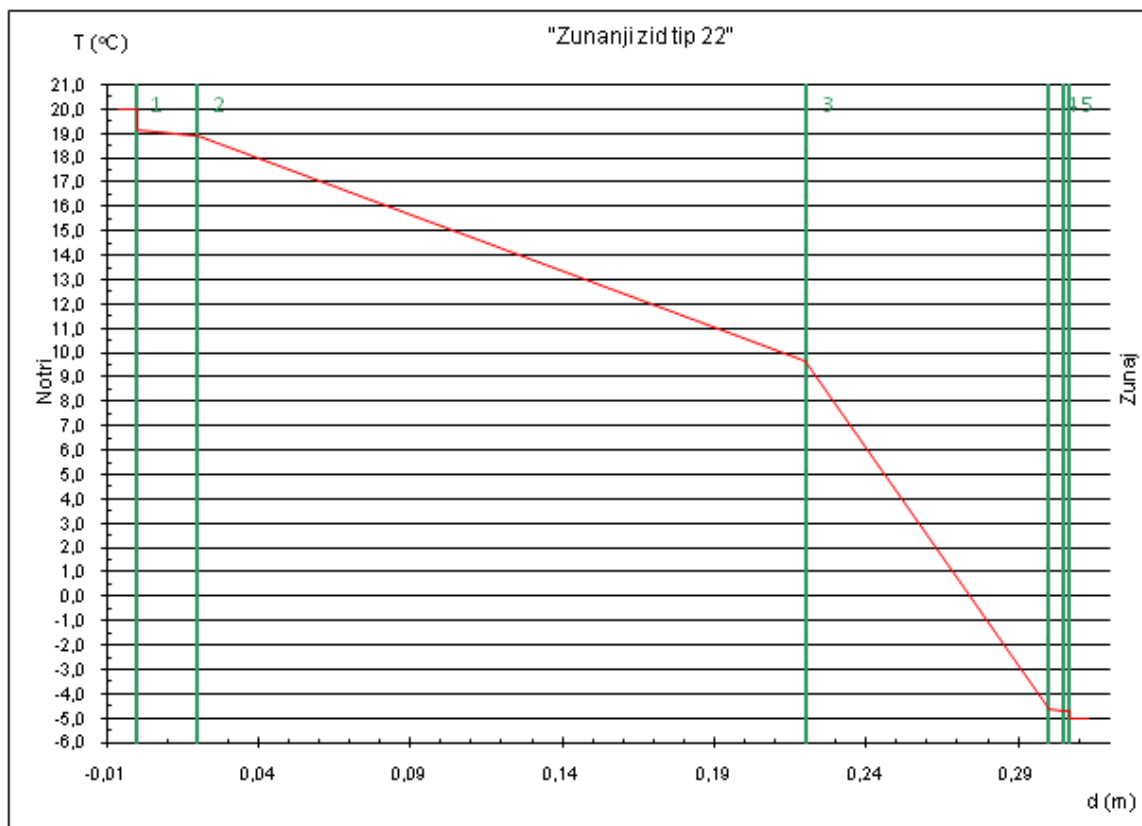
Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**



Temperaturno dušenje	87,08	
Temperaturna zakasnitev	6,78	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 23"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	35		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m^2K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m^2K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.13	Sto(MW)-MW	0,0800	110	850	0,036	1,0		4
4	170.12	Sto(MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.000	1.000	0,270	20,0		4
5	170.14	Sto(MW)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000	0,700	33,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,1
3	10,1	-4,6
4	-4,6	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} = 0,265 \text{ (W/m}^2\text{K)} < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,0	2.194,0
2	2.194,0	1.238,9
3	1.238,9	415,0
4	415,0	410,7
5	410,7	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	818,0
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}		kg/m ² h
q_{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$		kg/m ² h
$q_{mz'}$		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{rmax}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan


KS ODGOVARJA

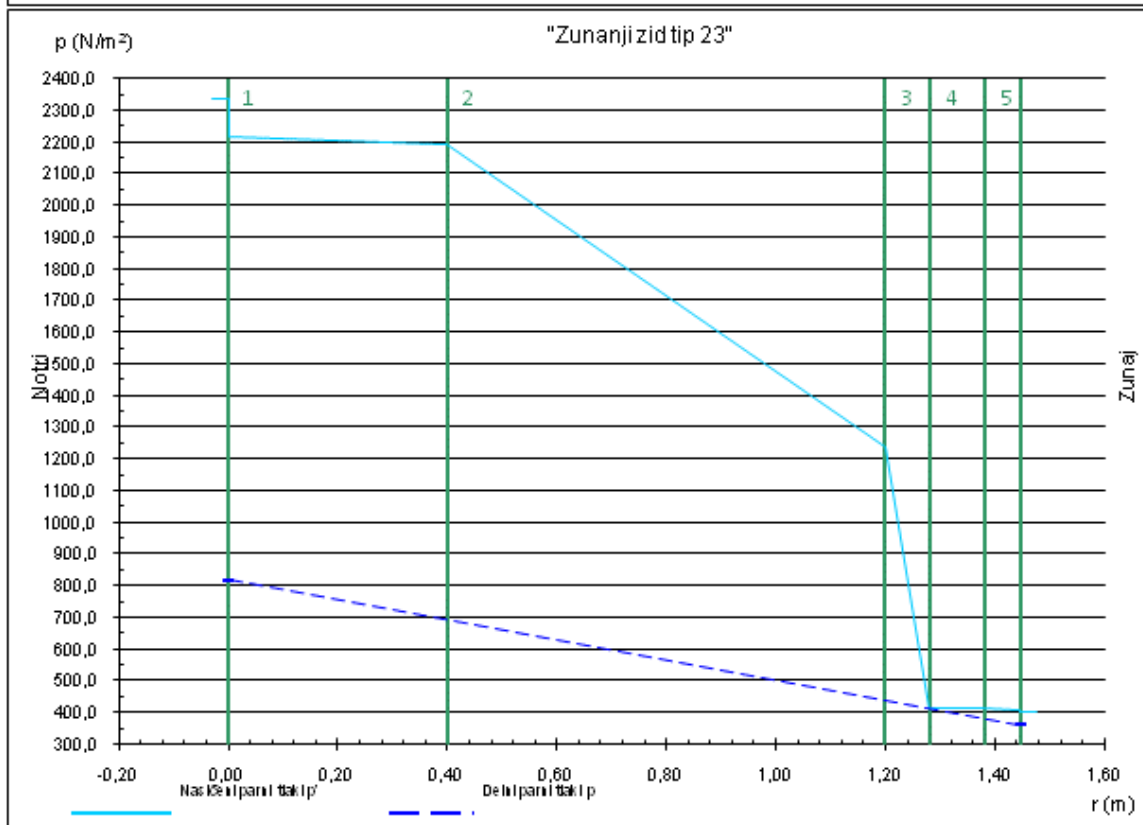
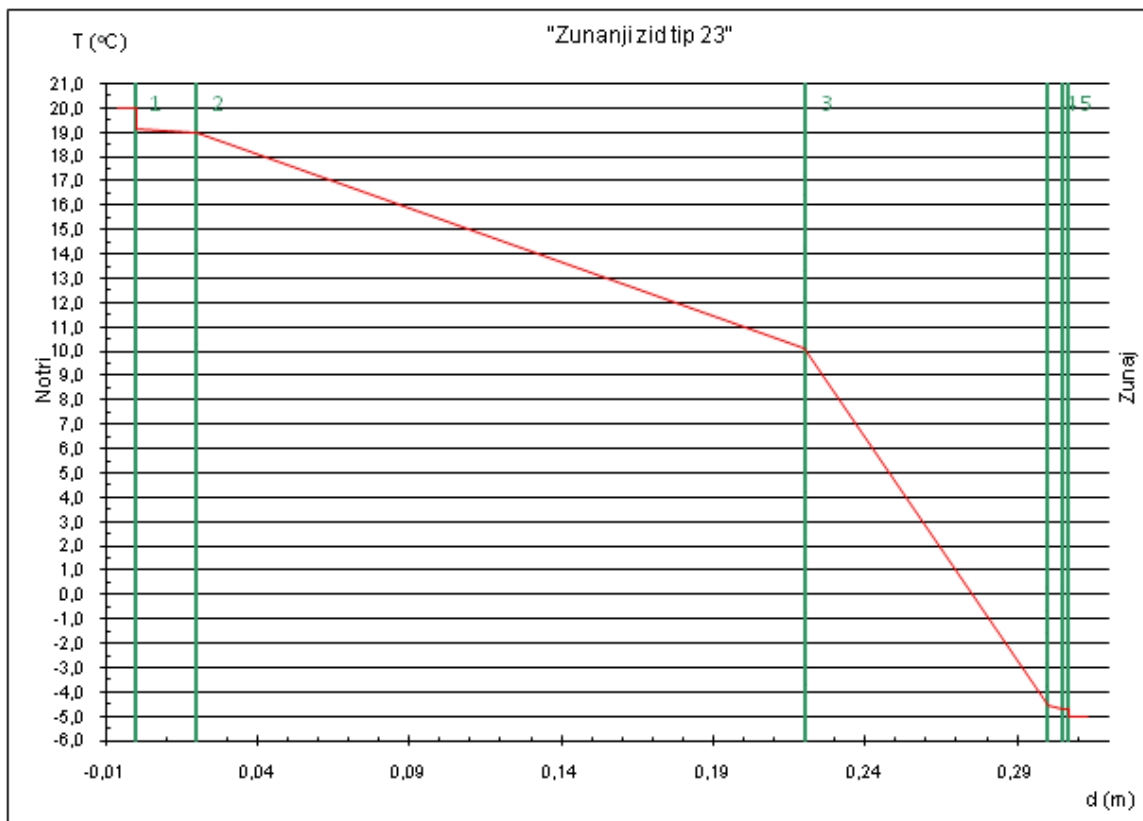
REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	99,31	
Temperaturna zakasnitev	8,49	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 24"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	34		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
					C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.10	Demit(EPS SIVI)-EPS SIVI	0,0700	15	1.260	0,032	30,0		4
4	170.8	Demit(EPS+EPS Sivi)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.800	1.000	0,700	36,0		4
5	170.11	Demit(EPS+EPS Sivi)-zaključni sloj	0,0020	1.650	1.000	0,800	120,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,0
3	10,0	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,269 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.213,5	2.192,3
2	2.192,3	1.228,7
3	1.228,7	412,4
4	412,4	410,8
5	410,8	410,2
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	794,6
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	kg/m ² h
q _{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	kg/m ² h
q _{mz'}	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r	%
X _{max}	%

X _{dif}	%
X _{sk}	%



Izsuševanje KS

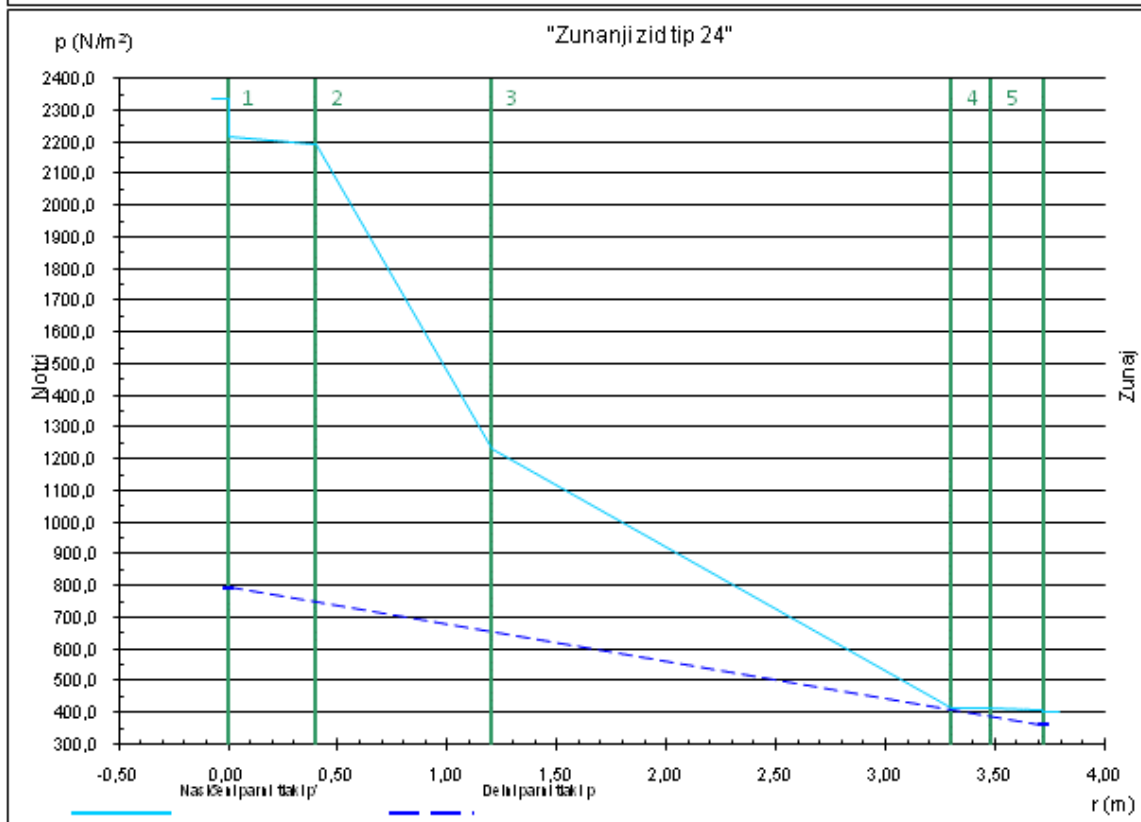
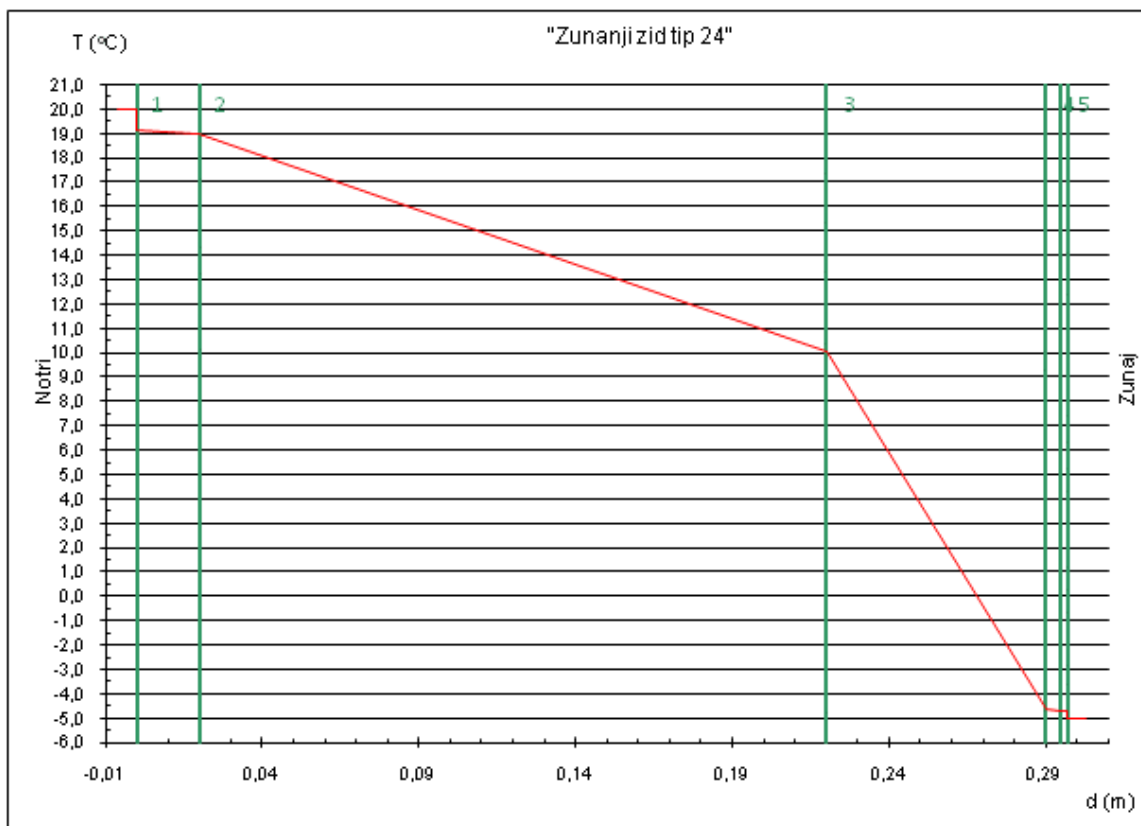
Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**



Temperaturno dušenje	91,58	
Temperaturna zakasnitev	6,73	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 25"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	43		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ kg/m ³	C J/kg K	λ W/m K	μ -		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.21	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-EPS-F 031 take-it ALPIN	0,0700	15	1.400**	0,031	50,0		4
4	170.20	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.150	1.110	0,540	20,0		4
5	170.22	Rofix(EPS-F 031 take-it Alpin)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000	0,700**	150,0	*	4


Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI <small>Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002</small>	FRAGMAT
---	--	----------------

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,2
3	10,2	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,263	(W/m²K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m²K)
---------------------------	--------------	---------------------------	-------------	--------------------	--------------	---------------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
	<i>Na stikih plasti</i>	
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,8	2.195,0
2	2.195,0	1.244,6
3	1.244,6	412,8
4	412,8	410,7
5	410,7	410,0
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.004,9
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}		kg/m ² h
q_{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$		kg/m ² h
$q_{mz'}$		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{rmax}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan


KS ODGOVARJA

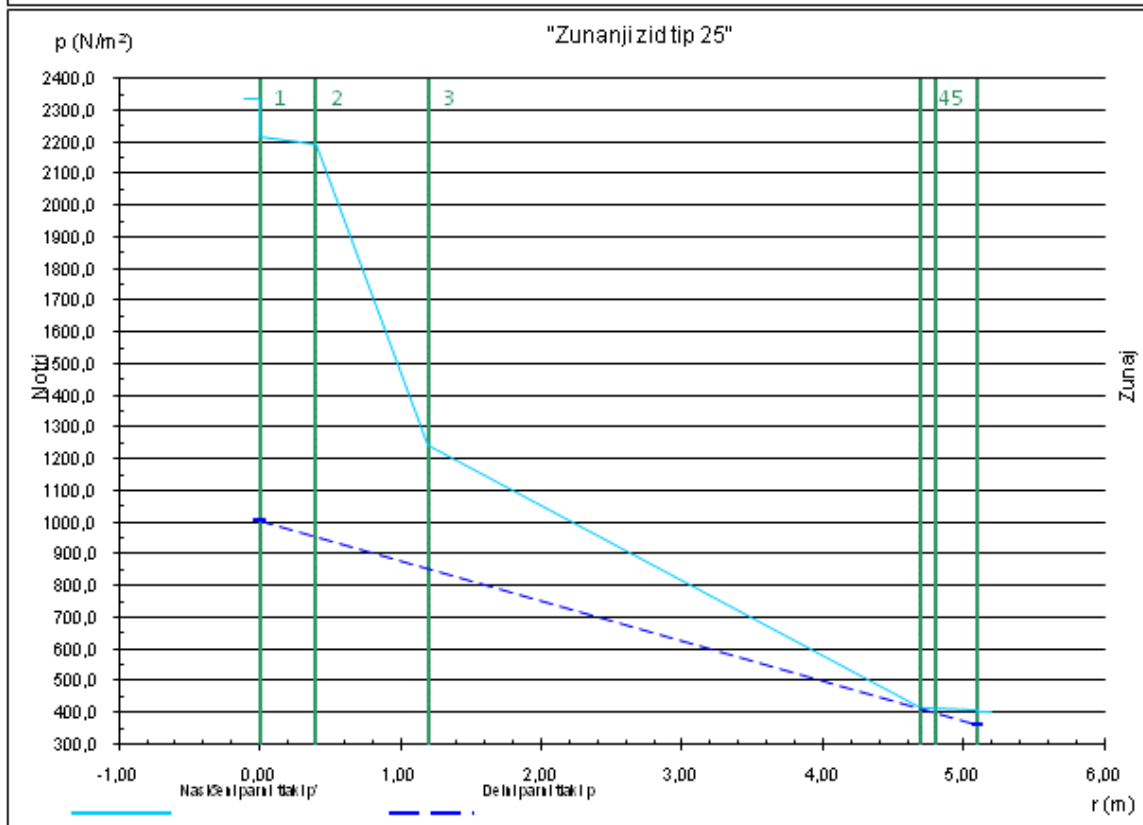
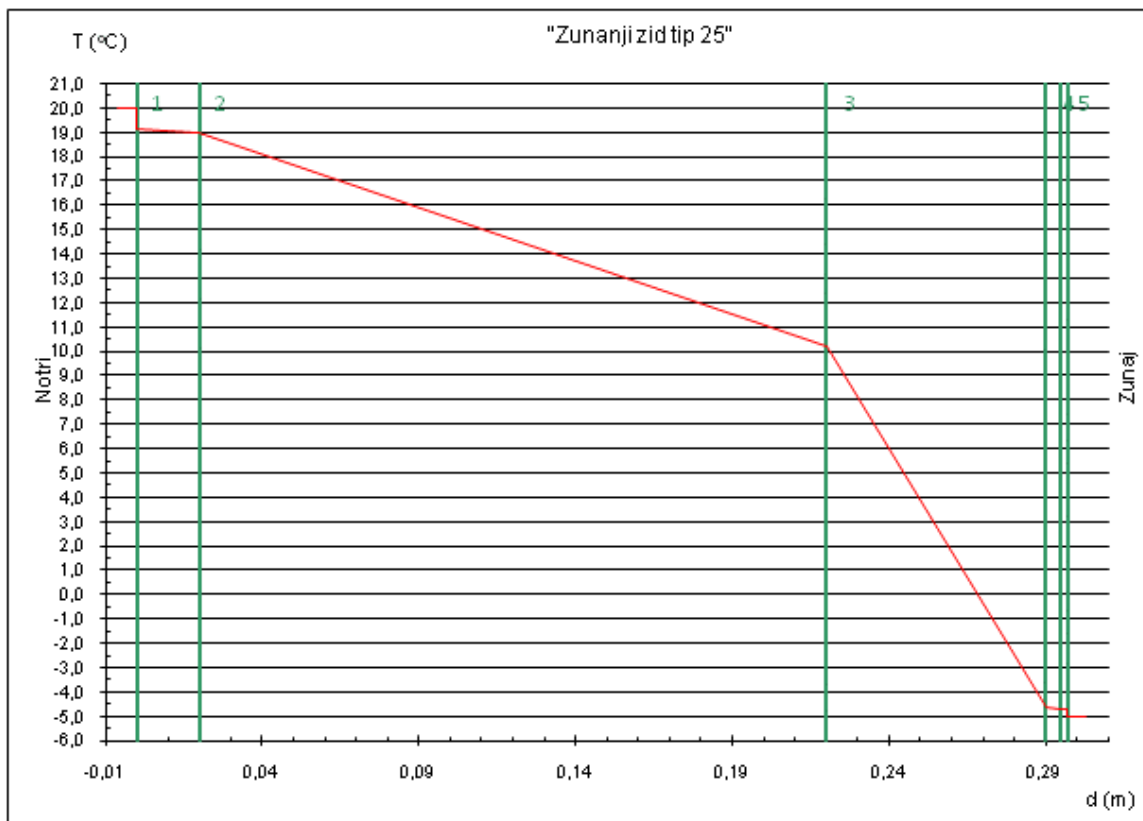
REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	94,04	
Temperaturna zakasnitev	6,82	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katetra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---

"Zunanji zid tip 26"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	62		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.17	Baumit(poliuretan)-POLIURETAN	0,0600	35	1.464	0,026	56,0		4
4	170.15	Baumit(lesna vlakna+poliuretan)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.200	920	0,500	15,0		4
5	170.19	Baumit(poliuretan)-zaključni sloj	0,0020	1.800	1.000**	0,700	75,0	*	4



Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,2	19,0
2	19,0	10,3
3	10,3	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,260 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.217,4	2.196,8
2	2.196,8	1.255,4
3	1.255,4	412,8
4	412,8	410,5
5	410,5	409,9
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.448,9
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	kg/m ² h
q _{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	kg/m ² h
q _{mz'}	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r	%
X _{vmax}	%

X _{dif}	%
X _{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

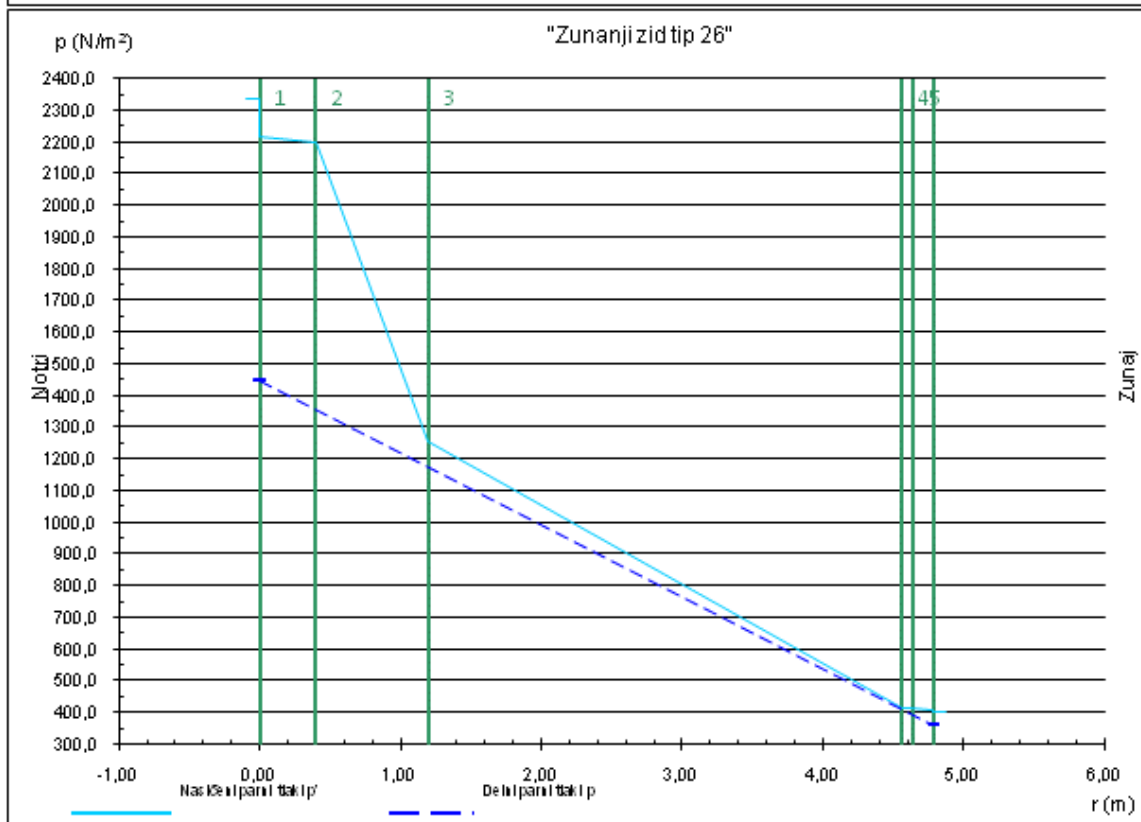
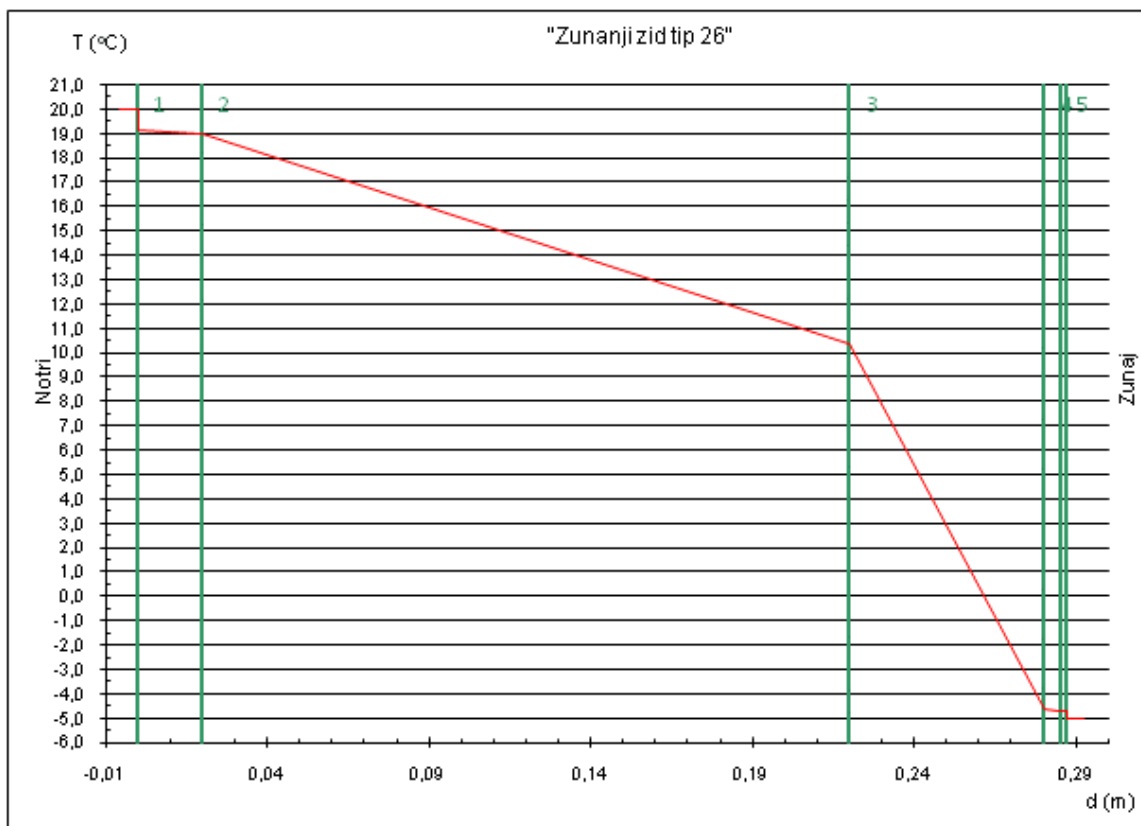
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	97,68	
Temperaturna zakasnitev	7,44	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaštiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---

"Zunanji zid tip 27"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	35		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.3	Weber(fenolna pena)-FENOLNA PENA	0,0500	40	1.470	0,020	35,0		4
4	170.2	Weber(fenolna pena)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.500	1.050**	0,650	55,0		4
5	170.4	Weber(fenolna pena)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050**	0,870**	40,0	*	4


Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	FRAGMAT
---	--	----------------

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,2	19,1
2	19,1	10,8
3	10,8	-4,7
4	-4,7	-4,7
5	-4,7	-4,8

$U_{\text{izračunani}} =$	0,248	(W/m²K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m²K)
---------------------------	--------------	---------------------------	-------------	--------------------	--------------	---------------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.222,8	2.203,2
2	2.203,2	1.294,1
3	1.294,1	411,6
4	411,6	410,0
5	410,0	409,5
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	818,0
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{rmax}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

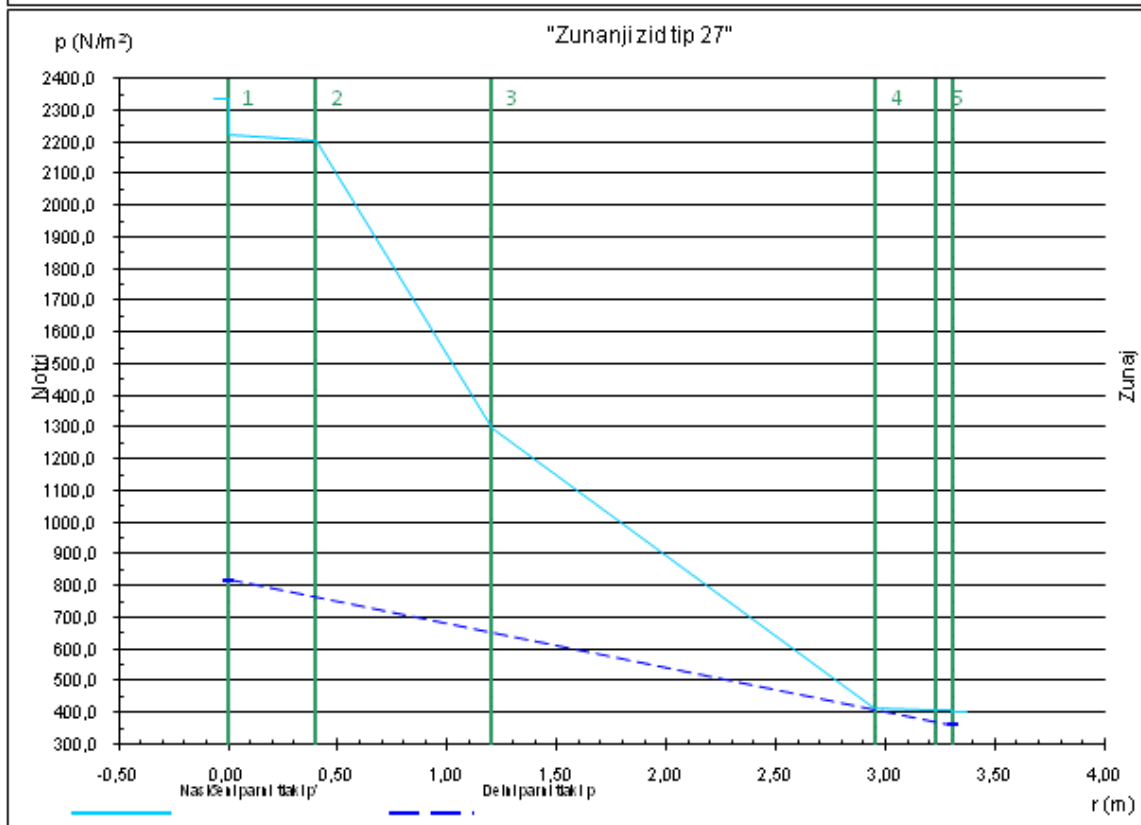
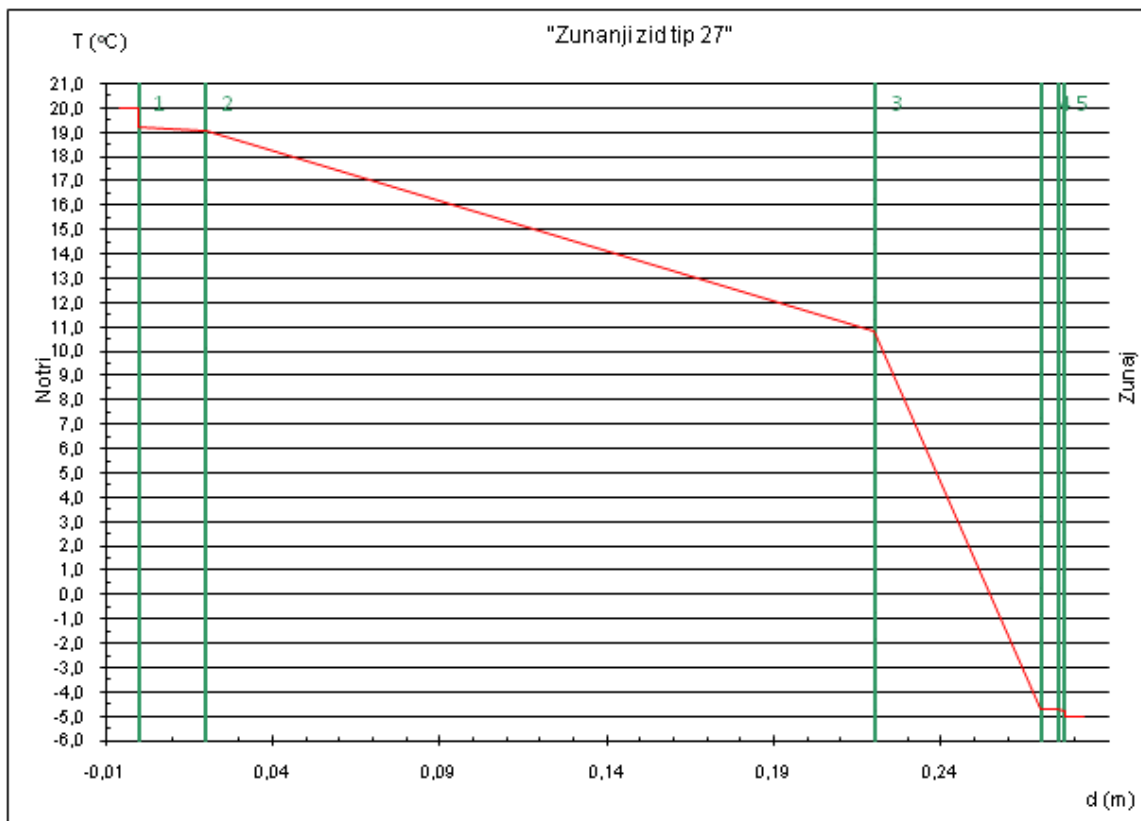
KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	104,39	
Temperaturna zakasnitev	7,46	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



PRILOGA C: REZULTATI IZ TEDI (RELATIVNA VLAGA V PROSTORU JE PO TEHNIČNI SMERNICI 65%) ZA IZBRANE KS BREZ REŠITEV

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI <small>Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002</small>	
--	---

"Zunanji zid tip 11a"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	65		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,1300	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.445	1.050	0,930	30,0		4
6	170.7	Jubizol(lamele iz MW)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050	0,870	40,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodazijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente	
		Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	16,9
3	16,9	16,9
4	16,9	-4,7
5	-4,7	-4,7
6	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,265 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	Na stikih plasti	
2.337,0	Številka plasti	Zunaj
	Notri	Zunaj
	1	2.194,1
	2	1.927,4
	3	1.918,7
	4	411,8
	5	410,6
	6	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.519,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	3,466963E-04	kg/m ² h
q _{m2}	1,384256E-04	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	2,082708E-04	kg/m ² h
q _{mz'}	2,999099E-01	kg/m ² h

Kondenz nastaja v 4. sloju, material Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW**V tem materialu ne sme priti do nastanka kondenza!**

X _r		%
X _{rmax}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%



Izsuševanje KS

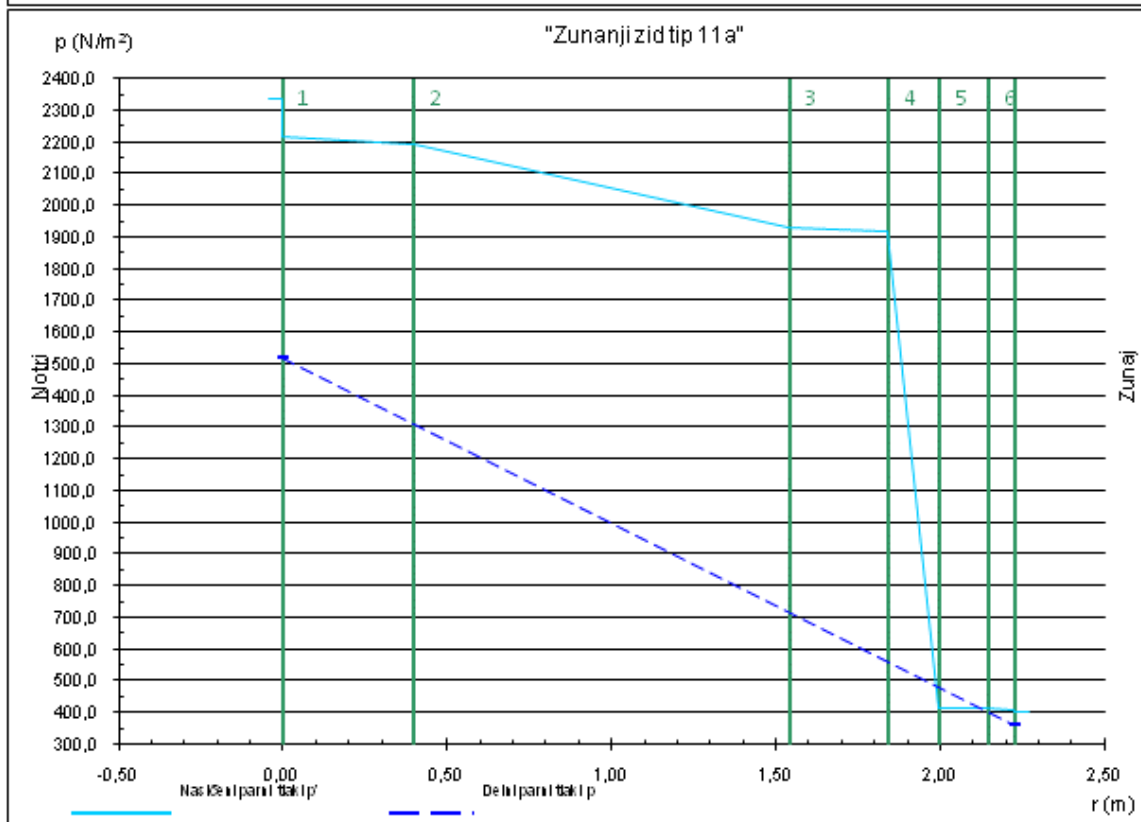
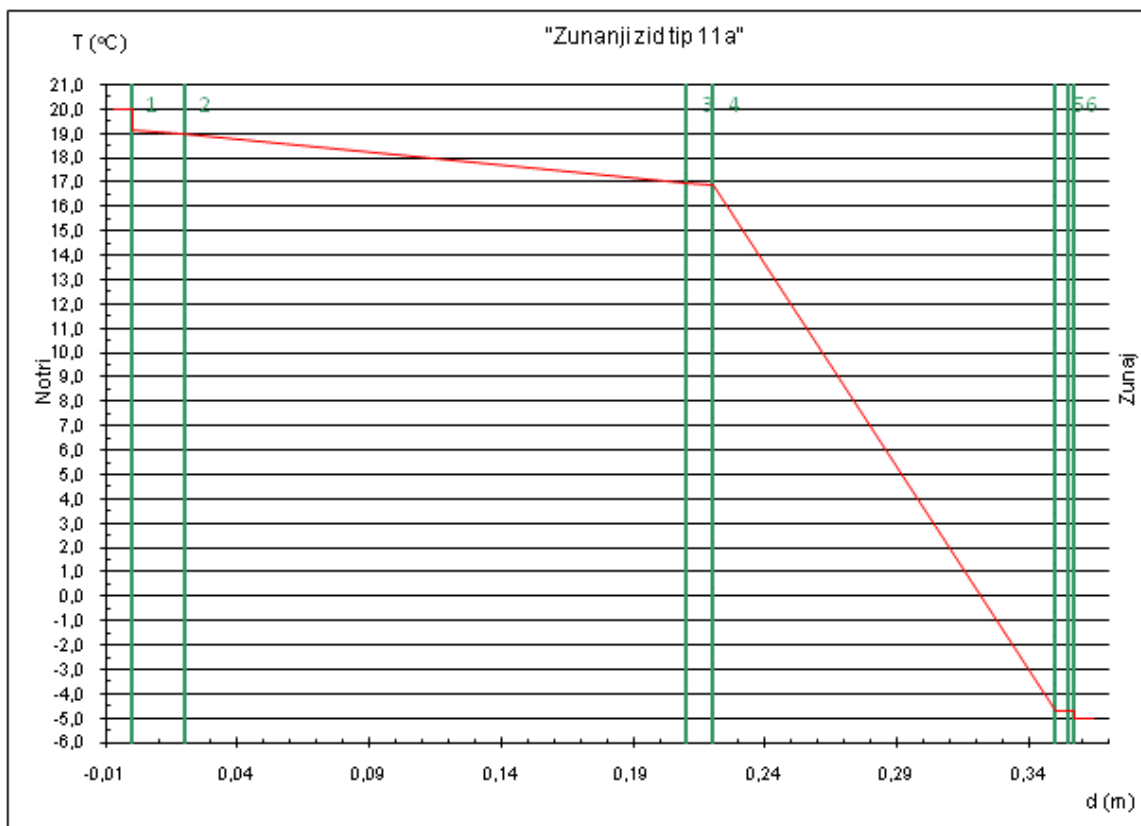
Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

KS NE ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**



Temperaturno dušenje	130,19	
Temperaturna zakasnitev	9,36	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetstvo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 20a"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19°C ali poleti hlajene pod 26°C
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	65		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,0900	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.445	1.050	0,930	30,0		4
6	170.7	Jubizol(lamele iz MW)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050	0,870	40,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4

* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialc

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

	TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodenzijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,2
3	10,2	10,1
4	10,1	-4,7
5	-4,7	-4,7
6	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} = 0,264 \text{ (W/m}^2\text{K)} < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,7	2.194,9
2	2.194,9	1.244,3
3	1.244,3	1.238,4
4	1.238,4	411,8
5	411,8	410,6
6	410,6	410,0
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.519,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	4,303764E-04	kg/m ² h
q_{m2}	3,879088E-04	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q_m'	4,246759E-05	kg/m ² h
q_{mz}'	6,115332E-02	kg/m ² h

Kondenz nastaja v 5. sloju, material Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta

V tem materialu ne sme priti do nastanka kondenza!

X_r		%
X_{max}		%

X_{dif}		%
X_{sk}		%

Izsuševanje KS



Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

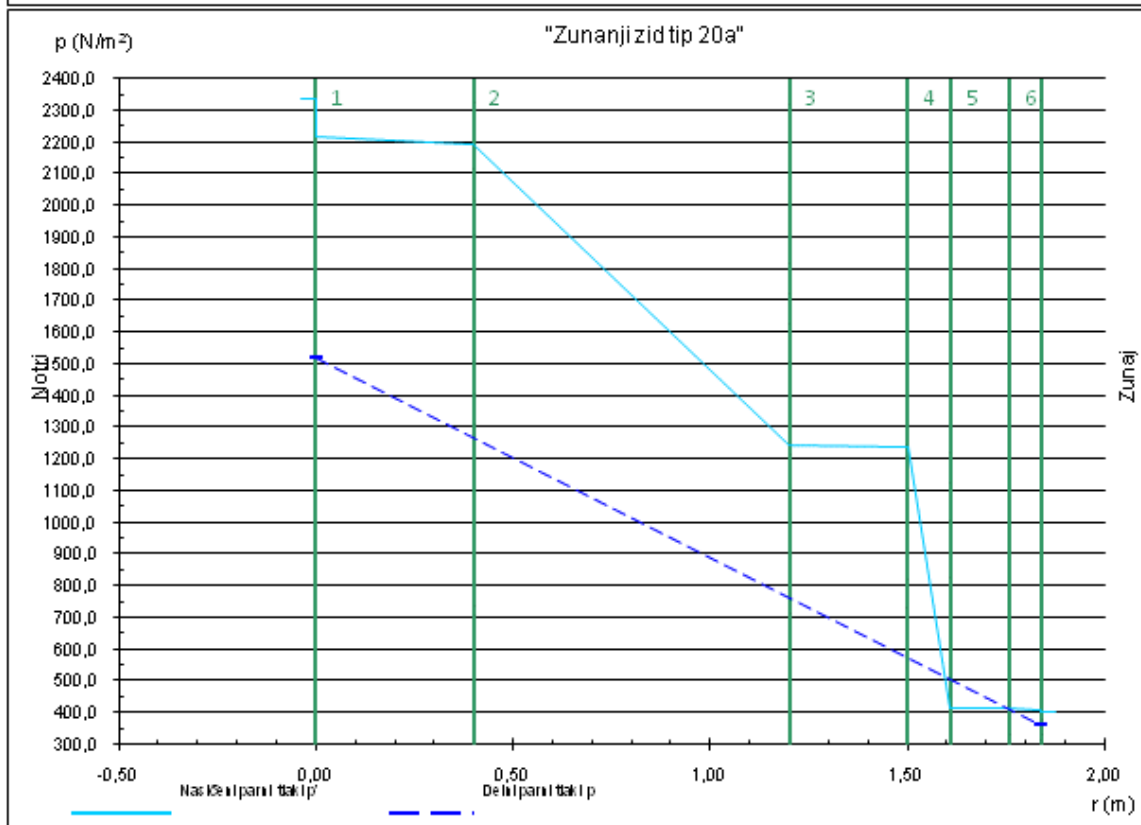
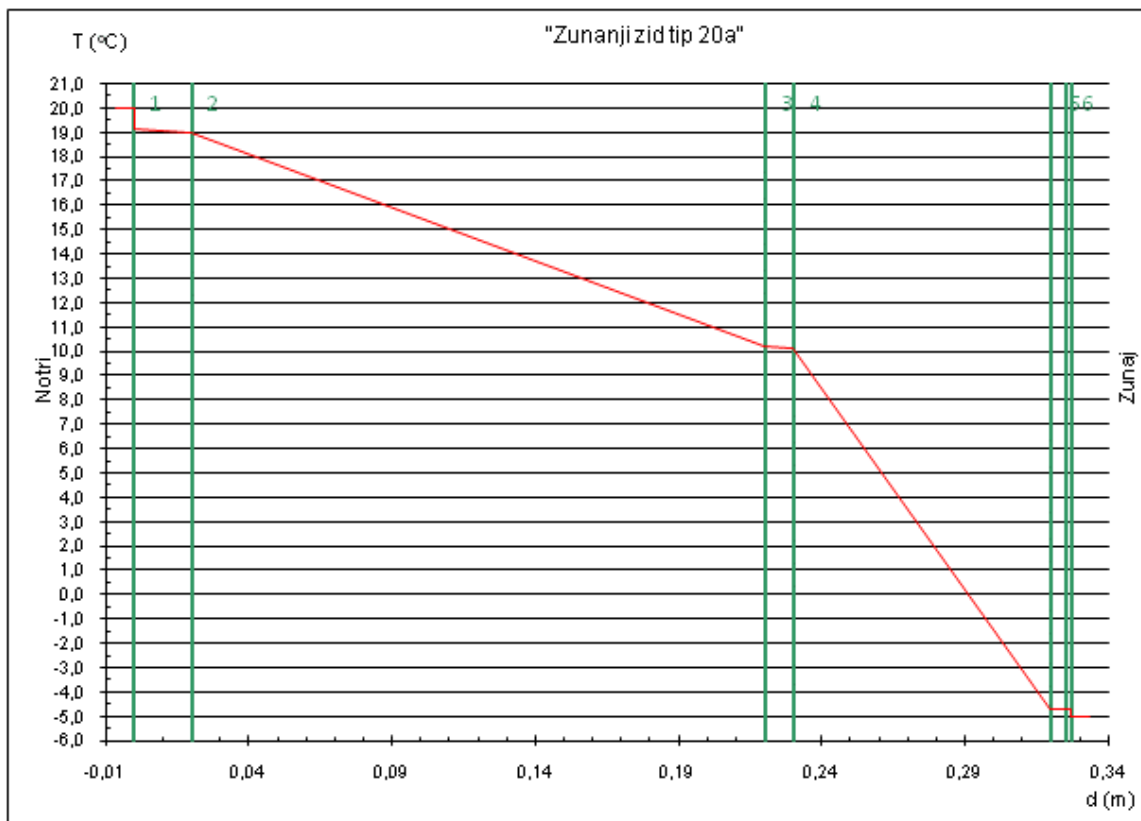
KS NE ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	100,33	
Temperaturna zakasnitev	8,59	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 



PRILOGA D: REZULTATI IZ TEDI (RELATIVNA VLAGA V PROSTORU JE PO TEHNIČNI SMERNICI 65%) ZA IZBRANE KS Z REŠITVIJO PARNE OVIRE

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkovitih rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 11b"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	65		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ kg/m ³	C J/kg K	λ W/m K	μ -		
			m						
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votliak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.34	parna ovira (opeka)	0,0002	1.100**	1.460**	0,190**	15018,0**		5
4	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
5	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,1300	85	1.030	0,040	1,2		4
6	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.445	1.050	0,930	30,0		4
7	170.7	Jubizol(lamele iz MW)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050	0,870	40,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4



* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov.

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

++ - vrednost dobljena s spreminjanjem

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodazijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHDNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	16,9
3	16,9	16,9
4	16,9	16,8
5	16,8	-4,7
6	-4,7	-4,7
7	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,265 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,1	2.194,2
2	2.194,2	1.927,5
3	1.927,5	1.926,7
4	1.926,7	1.917,9
5	1.917,9	411,8
6	411,8	410,6
7	410,6	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.519,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}	kg/m ² h
q _{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}	kg/m ² h
q _{mz'}	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r	%
X _{rmax}	%

X _{dif}	%
X _{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

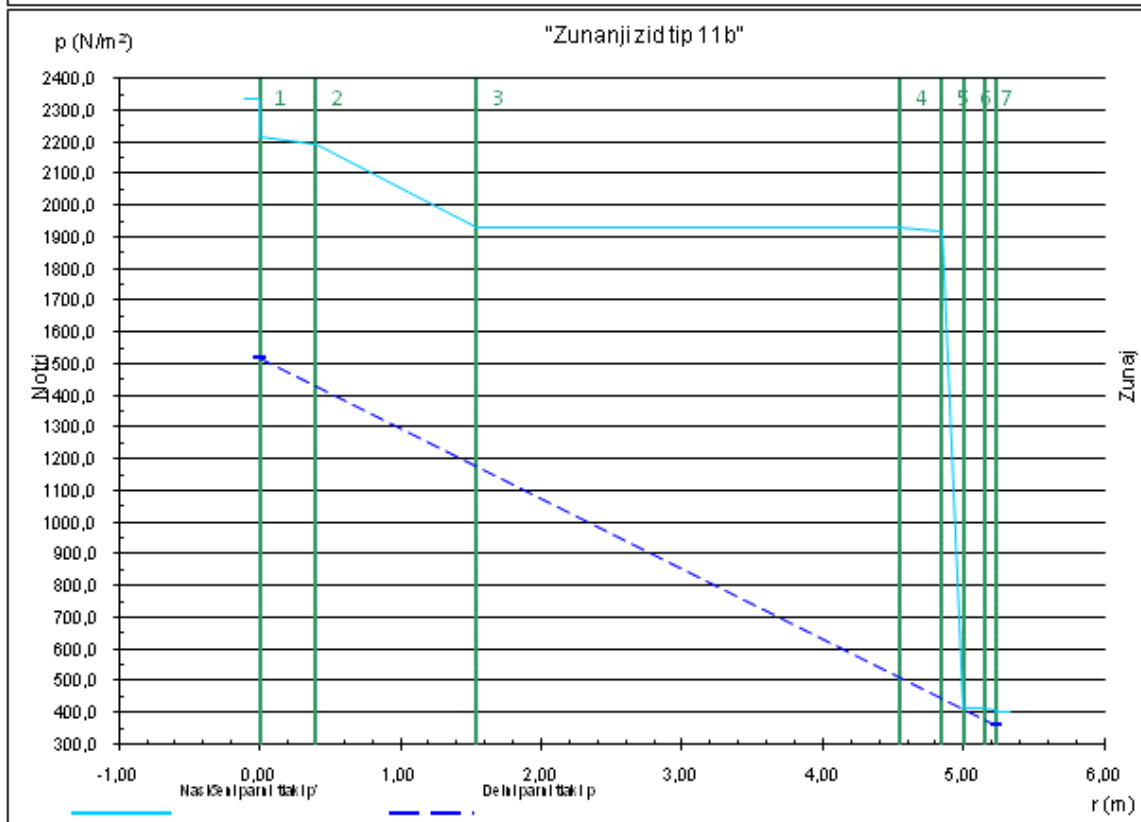
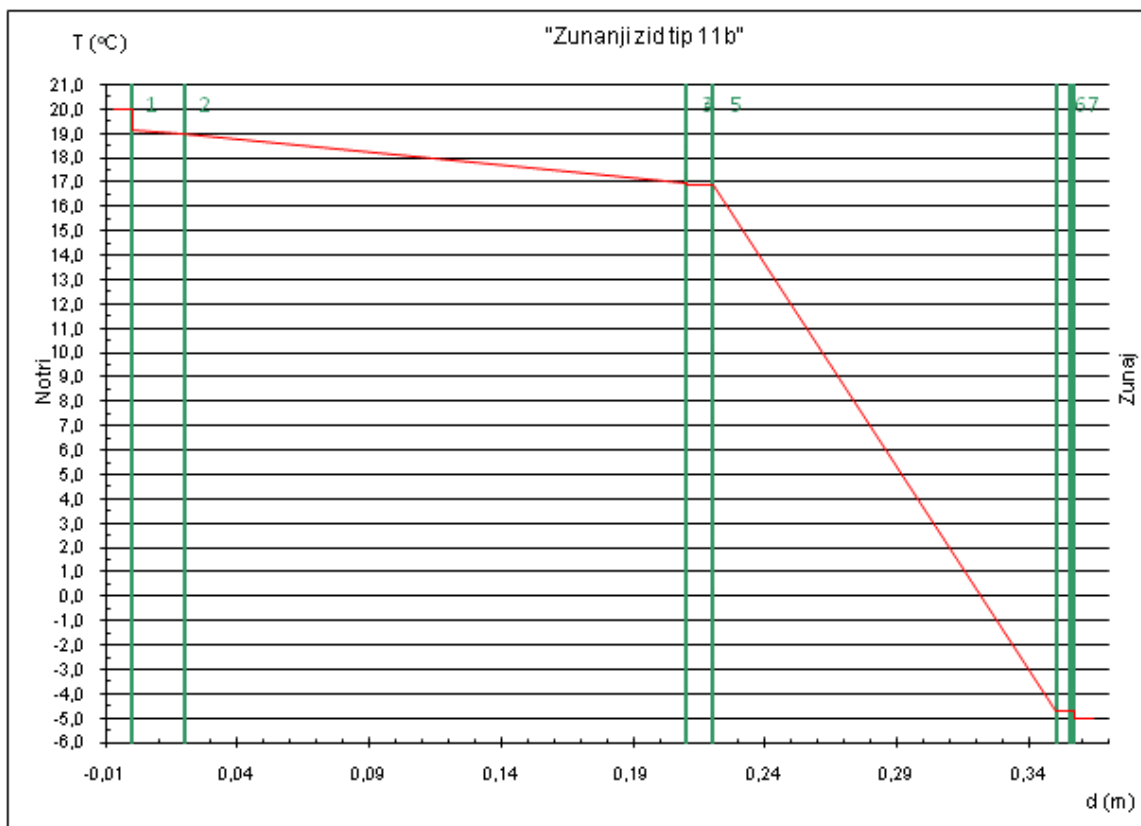
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	130,19	
Temperaturna zakasnitev	9,36	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaštiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza na Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

"Zunanji zid tip 20b"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	65		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	170.33	parna ovira (porobeton)	0,0002	1.100**	1.460**	0,190**	16990,0**		5
3	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
4	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
5	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,0900	85	1.030	0,040	1,2		4
6	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0050	1.445	1.050	0,930	30,0		4
7	170.7	Jubizol(lamele iz MW)-zaključni sloj	0,0020	1.700	1.050	0,870	40,0	*	4

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4



* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

++ - vrednost dobljena s spreminjanjem

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katetra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	19,0
3	19,0	10,2
4	10,2	10,1
5	10,1	-4,7
6	-4,7	-4,7
7	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,263	(W/m ² K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m ² K)
---------------------------	--------------	----------------------	-------------	--------------------	--------------	----------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,8	2.195,0
2	2.195,0	2.194,0
3	2.194,0	1.243,9
4	1.243,9	1.238,0
5	1.238,0	411,8
6	411,8	410,5
7	410,5	410,0
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.519,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{max}		%
X _{dir}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan


KS ODGOVARJA

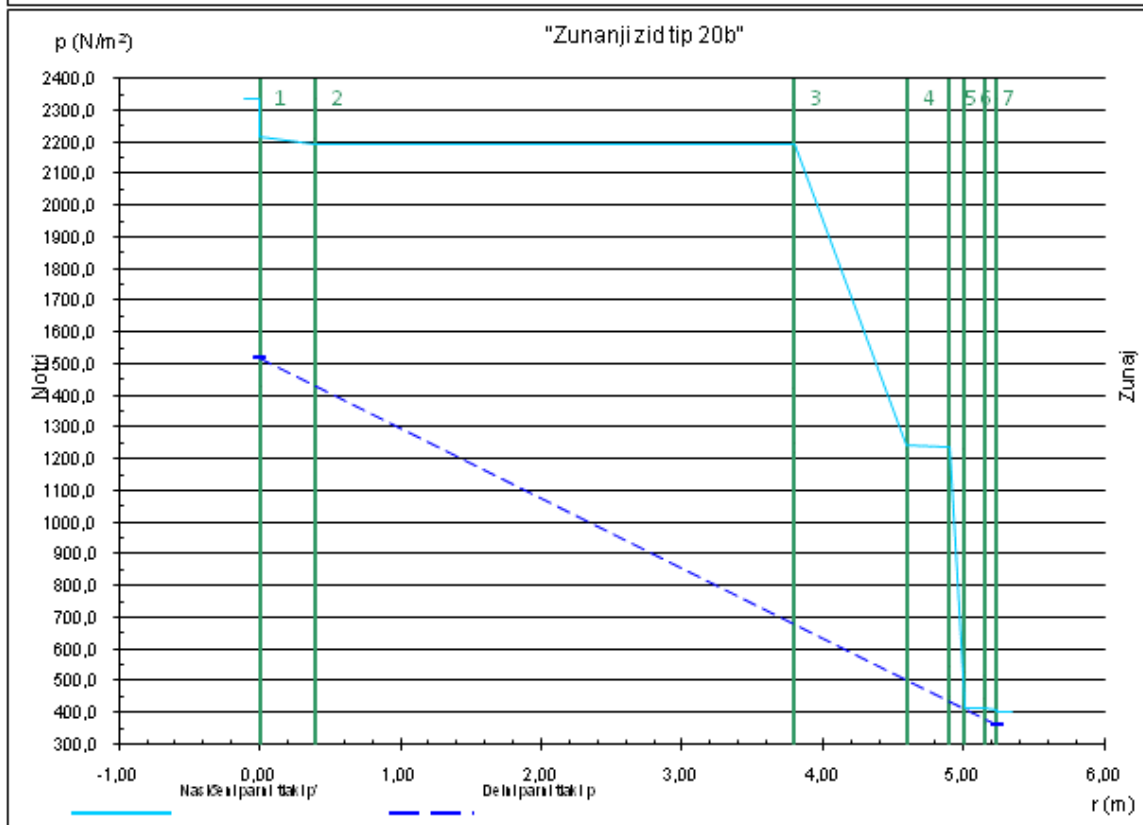
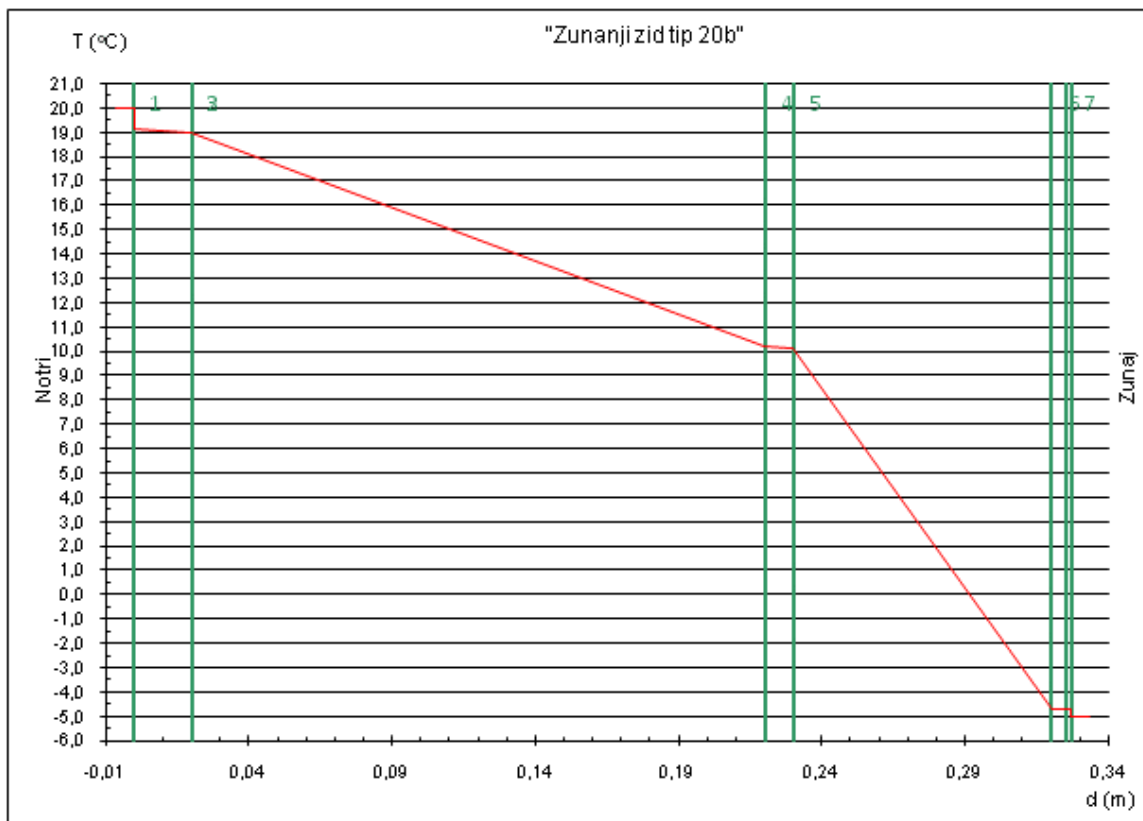
REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	100,33	
Temperaturna zakasnitev	8,59	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS




TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



PRILOGA E: REZULTATI IZ TEDI (RELATIVNA VLAGA V PROSTORU JE PO TEHNIČNI SMERNICI 65%) ZA IZBRANE KS Z REŠITVIJO IDEALNEGA ARMIRNEGA IN ZAKLJUČNEGA SLOJA

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 11c"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	65		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m^2K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m^2K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,1300	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.35	idealni arm. in zaklj. sloj (opeka)	0,0070	1.700**	1.050**	0,870**	13,0**	*	5

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4



* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialc

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

++ - vrednost dobljena s spreminjanjem

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	16,9
3	16,9	16,9
4	16,9	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,265 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Na stikih plasti		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,1	2.194,1
2	2.194,1	1.927,5
3	1.927,5	1.918,7
4	1.918,7	411,9
5	411,9	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.519,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	kg/m ² h
q_{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$	kg/m ² h
$q_{mz'}$	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r	%
X_{max}	%

X_{dif}	%
X_{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

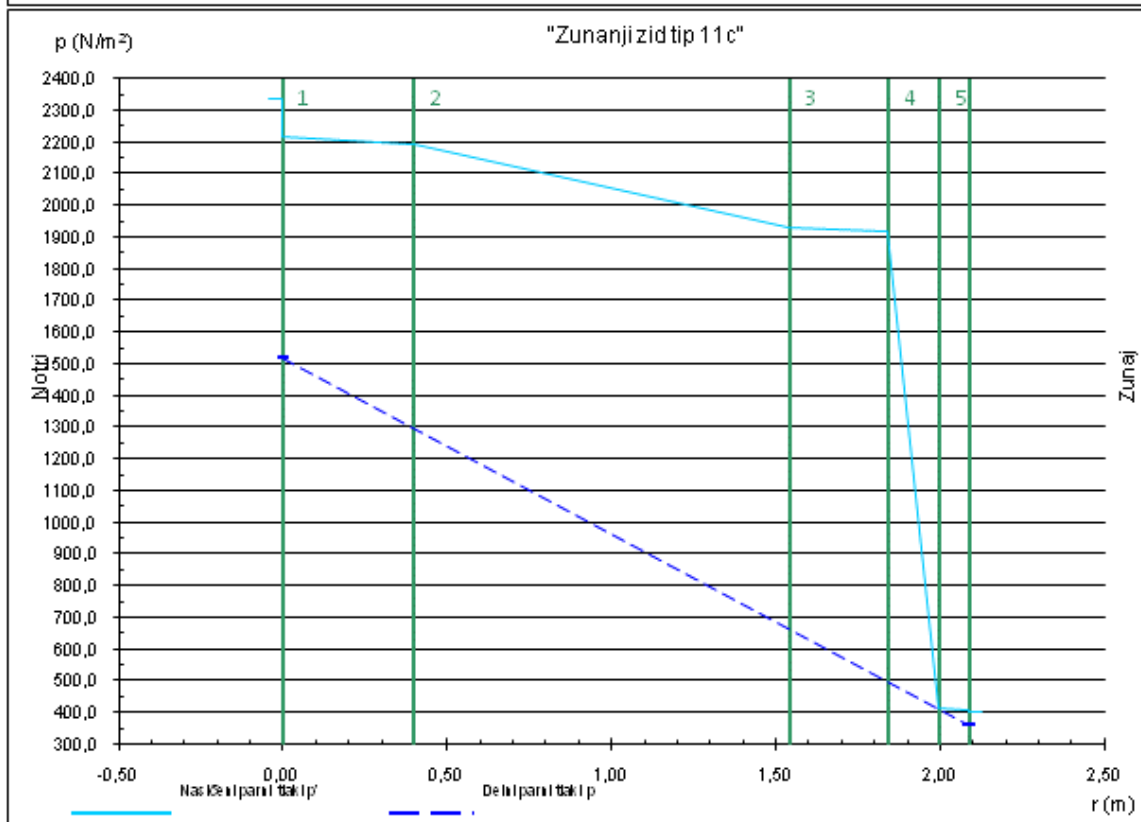
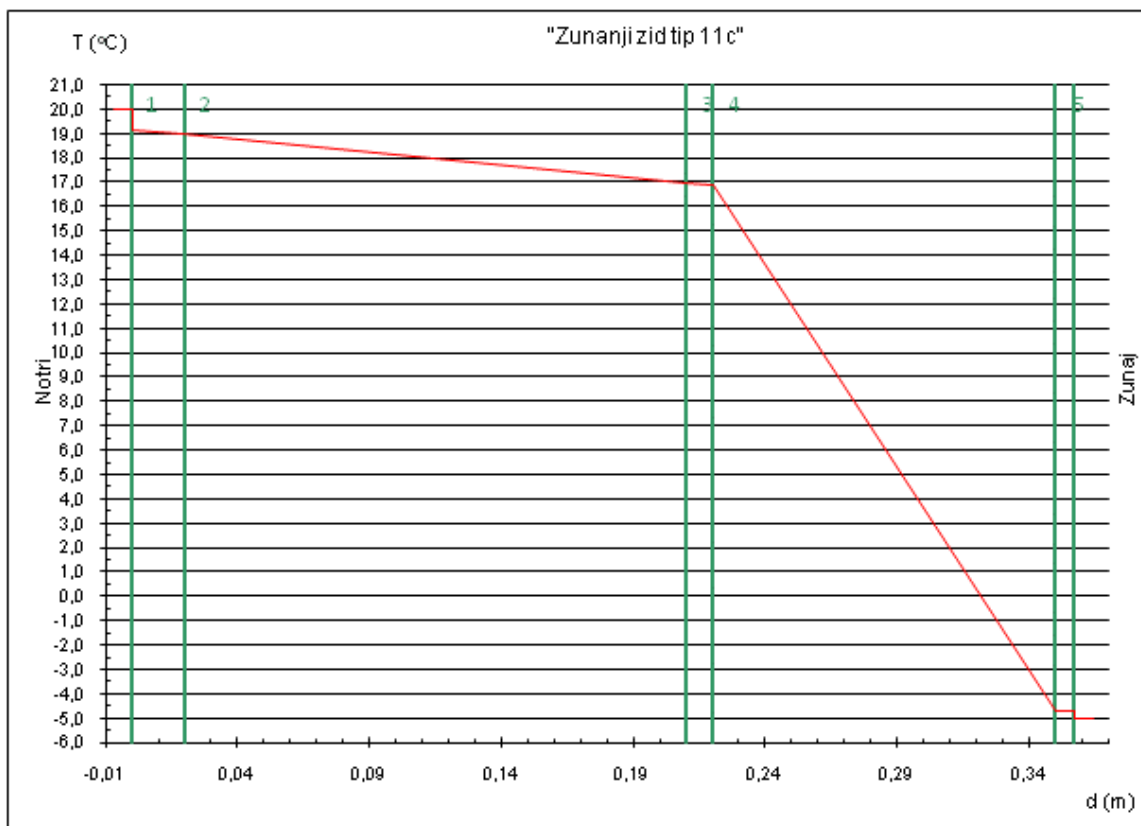
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	130,19	
Temperaturna zakasnitev	9,36	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza na Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

"Zunanji zid tip 20c"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	65		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,0900	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.36	idealni arm. in zaklj. sloj (porobeton)	0,0070	1.700**	1.050**	0,870**	10,0** *		5

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4



* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialo

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

++ - vrednost dobljena s spreminjanjem

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,2
3	10,2	10,1
4	10,1	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,263	(W/m²K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m²K)
---------------------------	--------------	---------------------------	-------------	--------------------	--------------	---------------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
<i>Na stikih plasti</i>		
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,8	2.194,9
2	2.194,9	1.244,4
3	1.244,4	1.238,4
4	1.238,4	411,9
5	411,9	410,0
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.519,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{max}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan


KS ODGOVARJA

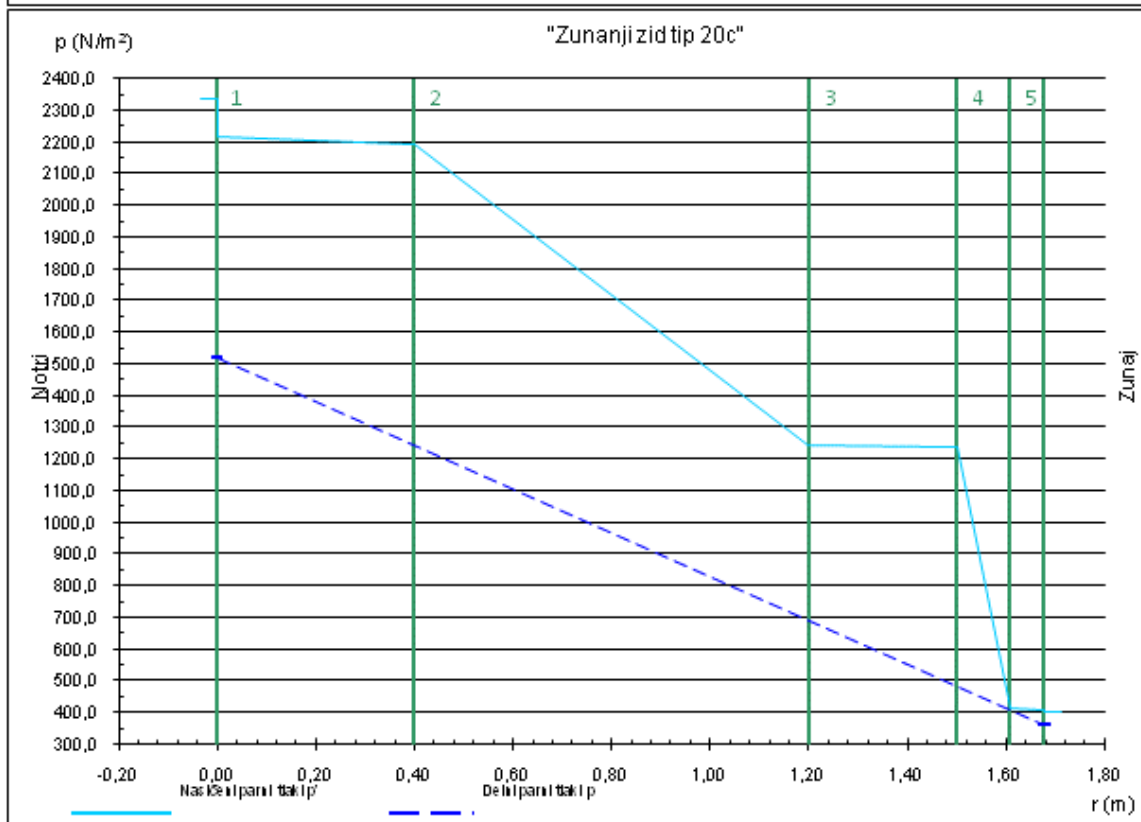
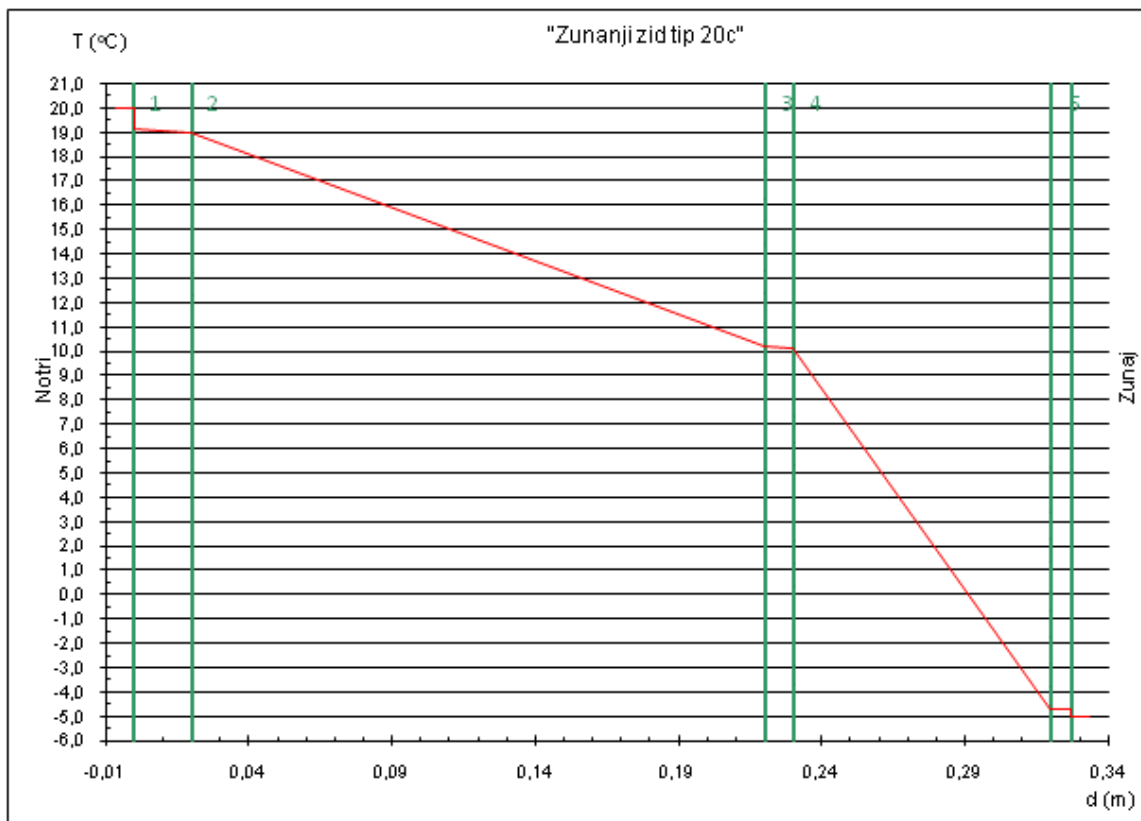
REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	100,33	
Temperaturna zakasnitev	8,59	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS




TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katetra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zašóiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002





PRILOGA F: REZULTATI IZ TEDI (RELATIVNA VLAGA V PROSTORU JE PO TEHNIČNI SMERNICI 65%) ZA IZBRANE KS Z REŠITVIJO PREZRAČEVANE FASADE

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	--	---

"Zunanji zid tip 11d"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	65		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ	C	λ	μ		
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	2.1	mrežasti opečni votlak (gostota opeke z votlinami)	0,1900	1.400	920	0,610	6,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,1300	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.37	zaklj. sloj prezračevane fasade (opeka)	0,0020	1.700**	1.050**	0,870**	44,0** * *		5

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4



* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materialov

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

++ - vrednost dobljena s spreminjanjem

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	16,9
3	16,9	16,8
4	16,8	-4,7
5	-4,7	-4,7

$$U_{\text{izračunani}} = 0,265 \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad < \quad U_{\text{max}} = 0,280 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

KS ODGOVARJA**REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE**

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	Na stikih plasti	
	Notri	Zunaj
2.337,0		
Številka plasti		
1	2.214,9	2.193,9
2	2.193,9	1.926,9
3	1.926,9	1.918,1
4	1.918,1	410,6
5	410,6	410,1
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.519,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q_{m1}	kg/m ² h
q_{m2}	kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

$q_{m'}$	kg/m ² h
$q_{mz'}$	kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X_r	%
X_{max}	%

X_{dif}	%
X_{sk}	%


Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS	dan
Dolžina obdobja izsuševanja	dan

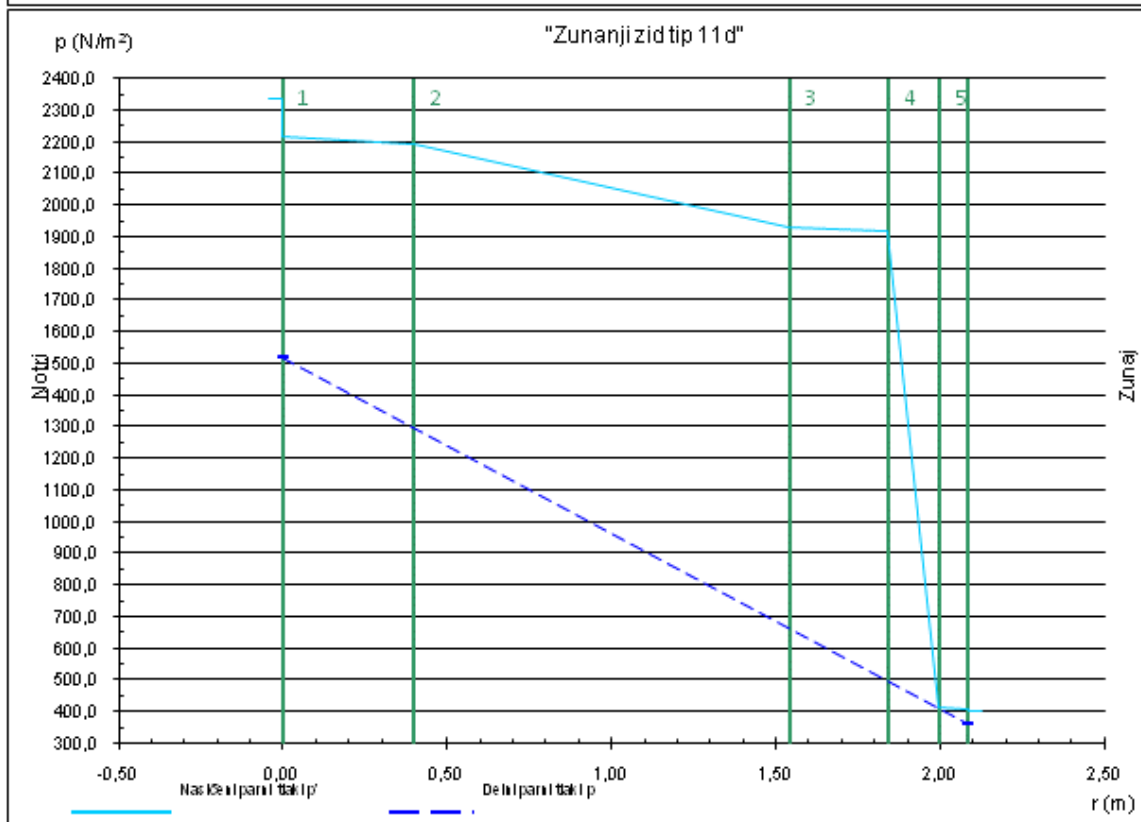
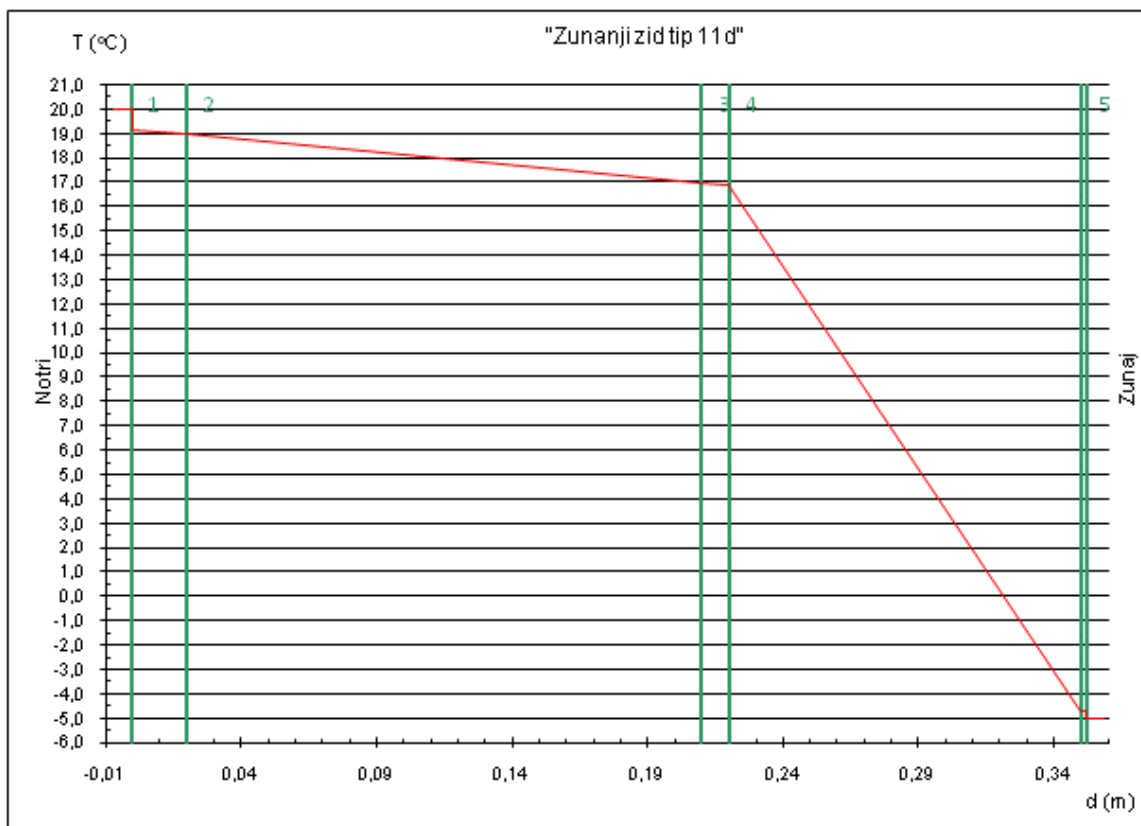
KS ODGOVARJA**REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST**

Temperaturno dušenje	130,19	
Temperaturna zakasnitev	9,36	ura



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zašiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002


FRAGMAT



Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
--	---

"Zunanji zid tip 20d"

Vrsta konstrukcijskega sklopa po 9. členu Pravilnika	1. - Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom
Vrsta stavbe po 9. členu Pravilnika	1. - Stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19oC ali poleti hlajene pod 26oC
Neklimatizirana / klimatizirana stavba	1. - Neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare

Difuzijsko navlaževanje - zima - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	-13,0	Računska temperatura zunaj (°C)	-5,0
Temperatura notri (°C)	20,0		
Relativna vlažnost zunaj (%)	90		
Relativna vlažnost notri (%)	65		

Difuzijsko sušenje - poletje - projektne vrednosti

Temperatura zunaj (°C)	18,0
Temperatura notri (°C)	18,0
Relativna vlažnost zunaj (%)	65
Relativna vlažnost notri (%)	65

Zunanja površinska upornost R_{se} (m ² K/W)	0,13
Notranja površinska upornost R_{si} (m ² K/W)	0,04

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina	Gostota	Specifična toplota	Toplotna prevodnost	Difuzijska upornost vodni pari	HI	Tip
				ρ					
			m	kg/m ³	J/kg K	W/m K	-		
1	18.2	podaljšana apnena malta	0,0200	1.800	1.050	0,870	20,0		1
2	16.2	bloki iz celičastega betona, porobetona	0,2000	500	860	0,150	4,0		1
3	170.5	Jubizol(lamele iz MW)-fasadno lepilo+armirna malta	0,0100	1.445	1.050	0,930	30,0		4
4	170.6	Jubizol(lamele iz MW)-LAMELE IZ MW	0,0900	85	1.030	0,040	1,2		4
5	170.38	zaklj. sloj prezračevane fasade (porobeton)	0,0020	1.700**	1.050**	0,870**	36,0**	*	5

Tip: 1 - material po pravilniku, 2 - material po standardu, 3 - material z izjavo o skladnosti, 4 - material s sistemskim certifikatom ETA, 5 - material brez 1-4



* - sloji med izbrano hidroizolacijo in zunanjim okoljem se pri računu toplotne prehodnosti in difuziji vodne pare ne upoštevajo

Pri sestavi sklopa je uporabljen material, ki ni sestavni del standardne knjižnice materiala

** - povprečna vrednost v primerjavi s sorodnimi materiali

++ - vrednost dobljena s spreminjanjem

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS

 TEDI	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002	
---	---	---

REZULTATI : TOPLOTNA PREHODNOST

Temperature na stikih plasti v °C

Številka plasti	Notri	Zunaj
1	19,1	19,0
2	19,0	10,2
3	10,2	10,1
4	10,1	-4,7
5	-4,7	-4,7

$U_{\text{izračunani}} =$	0,264	(W/m ² K)	<	$U_{\text{max}} =$	0,280	(W/m ² K)
---------------------------	--------------	----------------------	---	--------------------	--------------	----------------------

KS ODGOVARJA

REZULTATI : DIFUZIJA VODNE PARE

Temperaturam pripadajoči tlaki nasičenja vodne pare p' (Pa)

Notranji zrak	2.337,0	
	<i>Na stikih plasti</i>	
Številka plasti	Notri	Zunaj
1	2.215,6	2.194,7
2	2.194,7	1.243,1
3	1.243,1	1.237,2
4	1.237,2	410,6
5	410,6	410,0
Zunanji zrak	401,0	

Relativni tlaki vodne pare v zraku (za pripadajočo relativno vlažnost, Pa)

Notranji zrak	1.519,1
Zunanji zrak	360,9

Gostota difuzijskega toka vodne pare

q _{m1}		kg/m ² h
q _{m2}		kg/m ² h

Izračun količine kondenzirane vodne pare

q _{m'}		kg/m ² h
q _{mz'}		kg/m ² h

Račun difuzije vodne pare ni potreben, ker v KS ne pride do nastanka kondenza!

X _r		%
X _{max}		%

X _{dif}		%
X _{sk}		%

Izsuševanje KS


Čas potreben za izsušitev KS		dan
Dolžina obdobja izsuševanja		dan

KS ODGOVARJA

REZULTATI : TOPLOTNA STABILNOST

Temperaturno dušenje	100,33	
Temperaturna zakasnitev	8,59	ura

Račun toplotne prehodnosti, analiza toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS


TEDI
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente
 Program za račun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toploti
 zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002
 