

ENERGETSKI MODELI I PRORAČUNI ZA TIPSKE YTONG KUĆE nZEB STANDARDA GRADNJE

Smjernice za projektante

Izradili:
Mateo Biluš, dipl.ing.arh.
Dunja Mandić, dipl.ing.arh.
Darko Užarević, dipl.ing.arh.

Zagreb, 11.2020. / 05.2023.

YTONG

silka

multipor

SADRŽAJ

ENERGETSKI MODELI I PRORAČUNI ZA TIPSKE YTONG KUĆE nZEB STANDARDA GRADNJE - Smjernice za projektante	1
SADRŽAJ	3
TABLICE	4
GRAFOVI	4
1. UVOD	5
2. TEHNIČKI DIO	7
2.1. TEHNIČKI OPIS MODELA PRORAČUNA	7
2.1.1. OBLIKOVANJE KUĆA	7
2.1.2. LOKACIJA I ORIJENTACIJA	7
2.1.3. OVOJNICA GRIJANOG PROSTORA	7
2.1.4. TOPLINSKI MOSTOVI	7
2.1.5. TERMOTEHNIČKI SUSTAV	8
2.2. PRORAČUNSKI PARAMETRI	11
2.2.1. OVOJNICA GRIJANOG PROSTORA	11
2.2.2. TOPLINSKI MOSTOVI	15
2.2.3. TERMOTEHNIČKI SUSTAV	18
GRIJANJE I PRIPREMA PTV	18
FOTONAPONSKA ELEKTRANA	18
2.3. ANALIZA PRORAČUNSKIH MODELA	19
2.3.1. MODELI REFERENTNIH LOKACIJA	19
KONTINENTALNA KLIMA (REFERENTNO – ZAGREB, MAKSIMIR)	19
PRIMORSKA KLIMA (REFERENTNO – SPLIT, MARJAN)	22
2.3.2. MODELI BEZ SUSTAVA SA OIE I MODELI SA SUSTAVIMA S OIE NEPOVOLJNE ORIJENTACIJE I LOKACIJE	25
KONTINENTALNA KLIMA (GOSPIĆ)	25
PRIMORSKA KLIMA (KNIN)	29
2.4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE TOPLINSKE ZAŠTITE I ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZGRADE YTONG SUSTAVA GRADNJE	33
2.5. ZAKLJUČAK I SMJERNICE	37
2.6. PRORAČUNI RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADE	39
2.6.1. ENERGETSKI CERTIFIKATI ZA nZEB MODELE (KONTINENTALNA KLIMA)	40
OYK KATARINA	40
OYK NINA	46
2.6.2. ENERGETSKI CERTIFIKATI ZA nZEB MODELE (PRIMORSKA KLIMA)	51
OYK KATARINA	51
OYK NINA	57
2.7. GRAFIČKI PRILOZI	63
2.7.1. ARHITEKTONSKI NACRTI OYK KATARINA – KONTINENTALNA KLIMA	63
2.7.2. ARHITEKTONSKI NACRTI OYK KATARINA – PRIMORSKA KLIMA	66
2.7.3. ARHITEKTONSKI NACRTI OYK NINA – KONTINENTALNA KLIMA	71
2.7.4. ARHITEKTONSKI NACRTI OYK NINA – PRIMORSKA KLIMA	74
2.7.5. TOPLINSKI MOSTOVI	79
VERTIKALNI SERKLAŽ – VANJSKI I UNUTARNJI KUT	79
VERTIKALNI SERKLAŽ	88
ŠPALETA PROZORA UZ VERTIKALNI SERKLAŽ	93
ŠPALETA PROZORA	100
PODNOŽJE	107
PODNOŽJE VANJSKI ZID S BALKONSKIM VRATIMA	112
NADVOJ SA ROLETOM	119
NADVOJ BEZ ROLETE	126
PARAPETNI ZID - KLUPČICA	133
HORIZONTALNI SERKLAŽ	140
BALKONSKA KONZOLA (ISTAK)	145
BALKONSKA VRATA	150
ATIKA RAVNOG KROVA	157
ZABAT KOSOG KROVA	162
SLJEME KOSOG KROVA	167
STREHA KOSOG KROVA	172
SPOJ KROVNE KUĆICE I KOSOG KROVA	177

TABLICE

Tablica 1 - Tablica 8.a TPRUETZZ – Definirani tehnički sustavi za proračun isporučene i primarne energije.....	9
Tablica 2 - Izračun prosječnih vrijednosti U_w	14
Tablica 3 - Površine pojedinih građevnih dijelova i njihova orijentacija	15
Tablica 4 - Duljine i Ψ vrijednosti pojedinih linijskih toplinskih mostova (HRN EN ISO 10211)	17

GRAFOVI

Graf 1 – Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na $Q_{H,nd}^{*}$ – kontinentalna klima	16
Graf 2 - Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na E_{prim} – kontinentalna klima	16
Graf 3 - Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na $Q_{H,nd}^{*}$ – primorska klima.....	16
Graf 4 - Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na E_{prim} – primorska klime.....	17
Graf 5 - Energetske potrebe i emisija CO_2 - kontinentalna klima	19
Graf 6 - Razina smanjenja E_{prim} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - kontinentalna klima.....	19
Graf 7 - Razina smanjenja E_{del} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - kontinentalna klima	20
Graf 8 - Razina smanjenja emisije CO_2 u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - kontinentalna klima.....	20
Graf 9 - Razina smanjenja E_{prim} u odnosu na orijentaciju - kontinentalna klima (OYK s OIE).....	21
Graf 10 - Razina smanjenja $Q_{H,nd}^{*}$ u odnosu na orijentaciju - kontinentalna klima (OYK s OIE).....	21
Graf 11 - Energetske potrebe i emisija CO_2 - primorska klima	22
Graf 12 - Razina smanjenja E_{prim} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - primorska klima	22
Graf 13 - Razina smanjenja E_{del} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - primorska klima.....	23
Graf 14 - Razina smanjenja emisije CO_2 u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - primorska klima	23
Graf 15 - Razina smanjenja E_{prim} u odnosu na orijentaciju - primorska klima (OYK s OIE).....	24
Graf 16 - Razina smanjenja $Q_{H,nd}^{*}$ u odnosu na orijentaciju - primorska klima (OYK s OIE).....	24
Graf 17 - Energetska svojstva modela bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije - kontinentalna klima	25
Graf 18 - Utjecaj promjene lokacije na $Q_{H,nd}^{*}$ - kontinentalna klima.....	25
Graf 19 - Utjecaj promjene lokacije na E_{prim} - kontinentalna klima	26
Graf 20 - Potrebno smanjenje E_{prim} za zadovoljenje nZEB kriterija - kontinentalna klima	26
Graf 21 - Proizvedena el. energija iz OIE za potrebno smanjenje E_{prim} - kontinentalna klima.....	27
Graf 22 - Površina FN panela za potrebno smanjenje E_{prim} - kontinentalna klima	27
Graf 23 - Energetska svojstva modela bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije - primorska klima	29
Graf 24 - Utjecaj promjene lokacije na $Q_{H,nd}^{*}$ - primorska klima	29
Graf 25 - Utjecaj promjene lokacije na E_{prim} - primorska klima	30
Graf 26 - Potrebno smanjenje E_{prim} za zadovoljenje nZEB kriterija za modele bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije - primorska klima.....	30
Graf 27 - Proizvedena el. energija iz OIE za potrebno smanjenje E_{prim} - primorska klima	31
Graf 28 - Površina FN panela za potrebno smanjenje E_{prim} - primorska klima	31

1. UVOD

Prema zahtjevima **Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20) Članak 9., stavak 4.**, za svaku zgradu za koju je zahtjev za izdavanje lokacijske ili građevinske dozvole podnesen 31. prosinca 2019. ili nakon tog datuma, glavni projekt zgrade mora biti izrađen u skladu sa zahtjevima navedenog propisa za **zgrade gotovo nulte energije**.

Propis za projektiranje u skladu sa zahtjevima navedenog propisa za zgrade gotovo nulte energije za javne zgrade (vlasnici tijela javne vlasti) na snazi je od 31. prosinca 2017. godine (**TPRUETZZ NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20) Članak 9., stavak 5**).

Zgrada gotovo nulte energije je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva. Ta gotovo nulta odnosno vrlo niska količina energije trebala bi se u vrlo značajnoj mjeri pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini, a za koju su zahtjevi utvrđeni tehničkim propisom (**TPRUETZZ**). Oznaka za zgradu gotovo nulte energije je »nZEB« (nearly zero-energy building).

TPRUETZZ u Članku 9., stavak 1., definira stambenu i nestambenu zgradu gotovo nulte energije kao onu zgradu kod koje:

– godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade, $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m²·a)], nije veća od dopuštenih vrijednosti utvrđenih u Tablici 8. iz Priloga B tehničkog propisa (**TPRUETZZ**)

– godišnja primarna energija po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade E_{prim} [kWh/(m²·a)], koja uključuje energije navedene u Tablici 8.a, nije veća od dopuštenih vrijednosti utvrđenih u Tablici 8. iz Priloga B tehničkog propisa (**TPRUETZZ**) za zgrade gotovo nulte energije.

Osim navedenog, zgrada gotovo nulte energije mora **najmanje 30 % godišnje isporučene energije** za rad tehničkih sustava u zgradi imati podmireno iz obnovljivih izvora energije (**TPRUETZZ , Članak 42., stavak 2.**), te za razliku tlakova između unutarnjeg i vanjskog zraka od 50 Pa, izmjereni protok zraka, sveden na obujam unutarnjeg zraka, ne smije biti veći od vrijednosti $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada ili pojedinih toplinskih zona zgrada bez mehaničkog uređaja za ventilaciju, odnosno $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada ili pojedinih toplinskih zona zgrada s mehaničkim uređajem za ventilaciju (**TPRUETZZ , Članak 30.**).

Cilj ovog dokumenta je izrada smjernica za projektiranje i izvođenje objekata u **YTONG sustavu gradnje**, a sve u skladu sa propisanim kriterijima **nZEB standarda gradnje**.

YTONG porobeton je poznat kao prirodan i ekološki prihvatljiv građevinski materijal s odličnom toplinskom izolacijom. **YTONG** zidu nisu potrebne dodatne toplinske obloge te je materijal za zidanje i izvedbu nosive konstrukcije kuće ujedno i odličan toplinski izolator.

U skladu s tim, **obiteljske Ytong kuće (OYK)** pružaju veću ugodnost boravka uz izbjegavanje građevinskih šteta od kondenzacije ili pregrijavanja jer je nosiva konstrukcija zgrade ujedno i toplinski izolator. Porobeton je materijal koji daje i povoljnu regulaciju vlage u prostoru, kemijski je inertan i otporan na biološke utjecaje i truljenja, nezapaljivi je mineralni materijal te radi male mase osnovne konstrukcije i vrlo pogodan za gradnju u visoko seizmički aktivnim područjima u sustavu gradnje Ytong kuće.

Gradnja kuće je pri tome jednostavna i brza, a finalizacija zidova se izvodi samo obostranim žbukanjem izvedene nosive konstrukcije, koja je ujedno i toplinska izolacija.

Izrada ovih smjernica, temeljena je na energetskej analizi dvaju tipskih projekata obiteljskih kuća **YTONG sustava gradnje**.

2. TEHNIČKI DIO

2.1. TEHNIČKI OPIS MODELA PRORAČUNA

2.1.1. OBLIKOVANJE KUĆA

Predmetne kuće ove analize nazivaju se **KATARINA** i **NINA**. Obje kuće su **obiteljske Ytong kuće (OYK)** s jednom stambenom jedinicom, dvije etaže, kompaktnog volumena, sa ulaznim prostorom, manjom kupaonicom, dnevnom sobom, blagovaonicom i kuhinjom u prizemlju, dok se na katu nalaze 3 spavaće sobe (jedna za dvije osobe i dvije za jednu osobu) te kupaonica.

Kuće su slične kvadrature (**OYK Katarina** – 90,36 m² neto površine i **OYK Nina** – 109,61 m² neto površine) i približno istog faktora oblika (**OYK Katarina** - fo = 0,83/0,85 m⁻¹, **OYK Nina** - fo = 0,86/0,88 m⁻¹).

Druga etaža kod Katarine je rješena kao potkrovlje s masivnim kosim krovom, dok je kod Nine rješena kao kat ispod ravnog krova. Detaljnije je moguće vidjeti na nacrtima u nastavku ovog dokumenta i katalogima proizvođača.

2.1.2. LOKACIJA I ORIJENTACIJA

Za analizirane **obiteljske Ytong kuće (OYK)**, stvarne i referentne lokacije gradnje i referentne meteorološke postaje su **Zagreb Maksimir (123 m.n.v.)** za kontinentalnu klimu i **Split Marjan (122 m.n.v.)** za primorsku klimu.

Napravljeno je više proračuna (40 modela) energetskog svojstva zgrade i kuće su analizirane za najpovoljnije i najnepovoljnije orijentacije (otvori dnevnog boravka prema jugu - najpovoljnije ili prema sjeveru – najnepovoljnije) te dodatno za nepovoljniju orijentaciju i najnepovoljniju meteorološku postaju primorske klime (Knin) i kontinentalne klime (Gospić).

2.1.3. OVOJNICA GRIJANOG PROSTORA

Sve obodne konstrukcije građevnih dijelova **YTONG sustava gradnje**, s obzirom na projektne uvjete korištenja pojedinih prostorija, predviđene su tako da se postižu visoke vrijednosti toplinske zaštite, da konstrukcije izložene velikim temperaturnim promjenama budu stabilne, da plošna temperatura obodnih konstrukcija grijanih prostora bude zadovoljavajuća, da ne dolazi do unutrašnje površinske kondenzacije na građevinskim dijelovima u zimskom razdoblju te da unutar sastava obodnih konstrukcija ne dolazi do stvaranja kondenzata vodene pare koja se neće moći isušiti.

U skladu s navedenim kod modela **OYK** za primorsku klimu predviđen je sustav s obodnim zidovima od **Ytong SMART blokova debljine 30 cm**, dok je za kontinentalnu klimu predviđen je sustav s obodnim zidovima od **Ytong SMART blokova debljine 40 cm**. Zbog postizanja nužne zrakotijesnosti, sve obodne pregrade je nužno žbukati barem s jedne strane produžnom žbukom min. 1,5 cm debljine.

Kod krovnih konstrukcija (ravni i kosi krov) predviđen je polumontažni **YTONG bijeli strop**, sastavljen od montažnih armiranobetonskih gredica, na koje se oslanjaju **YTONG** stropni blokovi. Konstrukcija se uz gusta poprečna rebra izvodi bez tlačne ploče. Kod ovih konstrukcija je predviđena nužna dodatna toplinska izolacija sa vanjske strane konstrukcije zbog prisutnih toplinskih mostova na pozicijama armiranobetonskih gredica.

Ostakljene stijene, prozori i ostakljena vrata visoke razine toplinske izolacije ostakljenja ugrađuju se u sustavu „RAL ugradnje“ i izvode se s ostakljenjem dvostrukim (primorska klima) i trostrukim (kontinentalna klima) IZO staklom s low-E premazom i ispunom toplinski inertnim plinom, u višekomornim (5 komora) PVC okvirima. Zaštita od toplinskog zračenja kod svih boravišnih prostora predviđena je vanjskim pomičnim elementima za zaštitu od insolacije (rolete i/ili vanjske pomične škure) s toplinski izoliranim kutijama za rolete. Ulazna vrata izvode se kao metalna vrata s ispunom krila toplinskoizolacijskim materijalom (MW) te s dvostrukim brtvljenjem svih spojeva krila i dovratnika i dovratnika i zida.

Detaljni sastav, potrebna svojstva i načini ugradnje za pojedine građevne dijelove zgrade navedeni su u poglavlju **2.2.1 Ovojnica grijanog prostora**.

2.1.4. TOPLINSKI MOSTOVI

Proračuni energetskog stanja **Ytong obiteljskih kuća** su izrađeni sa standardnim **Ytong sustavima** konstrukcija i debljinama zidova i ostalih izolacija primjerenima za klimatsko područje gradnje te dobro riješenim toplinskim mostovima koji su proračunati metodom konačnih elemenata i za koje je priložen dokaz povoljnih unutrašnjih površinskih temperatura, to jest da kod **Ytong sustava gradnje** prema standardnim detaljima nema problema s građevinskim štetama uslijed kondenzacije na građevnim dijelovima ili unutar njih ni na pozicijama toplinskih mostova.

Proračun toplinskih mostova iskazuje precizne vrijednostima unutrašnjih površinskih temperatura, koje mogu biti kritične u pogledu kondenzacije kod drugih sustava gradnje, te iskazuje precizan izračun utjecaja linijskih toplinskih mostova na ukupne transmisijske toplinske gubitke zgrade, što često nije slučaj kod uobičajenih proračuna zgrada visoke energetske kvalitete, gdje se utjecaj toplinskih mostova obračunava paušalno kao dodatak na izračunate U koeficijente građevnih dijelova zgrade.

Stoga se sve vanjske obodne konstrukcije grijanih prostora (toplinski mostovi - zidova ili stropnih ploča) predviđaju unutar **YTONG sustava gradnje**. **YTONG sustav gradnje** na karakterističnim mjestima toplinskih mostova horizontalnih serklaža/nadvoja predviđa tipse **L / U elemente od porobetona** sa umetcima dodatne toplinske izolacije (XPS ploče 3,0 cm kod zidova 30 cm debljine i 5,0 cm kod zidova 40 cm debljine), a sve kao sustav izgubljenih oplata za armiranobetonski dio konstrukcije. Kod vertikalnih serklaža **YTONG sustav gradnje**

predviđa **tipske potresne (kutne) elemente od porobetona**, koji imaju predviđen otvor za izvedbu armiranobetonskog vertikalnog serklaža.

Kod konzolnih istaka (balkona i sl.) **nužno je potpuno obložiti istak pločama toplinske izolacije** za produljenje toplinskog mosta u skladu s katalogom dobro izoliranih toplinskih mostova (Prilog D, TPRUETZZ), jer nije moguće izbjeći toplinski most na pozicijama armiranobetonskih gredica polumontažnog **YTONG bijelog stropa**.

Utjecaj toplinskih mostova na transmisivne gubitke topline analiziran je temeljem metode detaljnih proračuna toplinskih mostova iz HRN EN ISO 10211 u računalnom programu za izračun metodom konačnih elemenata, uz kontrolu potencijalne kondenzacije na unutarnjoj površini građevnih dijelova. Dodatak za utjecaj toplinskih mostova kod proračuna godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i koeficijent transmisivnog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade iskazan je precizno i u skladu s navedenim standardom, a sve u skladu s **TPRUETZZ, Članak 32. - 36.**

2.1.5. TERMOTEHNIČKI SUSTAV

Proračuni su izrađeni s konzervativnim ulaznim pretpostavkama učinkovitosti termotehničkih sustava i za propisane standardne režime korištenja obiteljskih kuća za izračun i iskaz energetskog svojstva zgrade.

Svi zatvoreni prostori unutar kuća će se grijati / hladiti na prosječnu temperaturu od minimalno za kontinentalnu klimu $+20^{\circ}\text{C} / +22^{\circ}\text{C}$, odnosno, za primorsku klimu $+20^{\circ}\text{C} / +24^{\circ}\text{C}$. Svi prostori grijati će se putem visokoučinkovitih dizalica topline (zraka-voda), s vanjskim jedinicama smještenim u okolišu zgrade. Hlađenje je planirano sa istim sustavom dizalica topline ili s multi split klima sustavima (zrak-zrak) s vanjskim jedinicama.

Za sve grijane prostore je izrađen proračun ukupnih gubitaka topline i Iskaznica energetskih svojstava zgrade (prve dvije stranice Energetskog certifikata su dio ovog dokumeta dok su Iskaznice energetskih svojstava zgrade i proračuni dostupni kao prilog ovom materijalu na poveznici Ytonga). Svi grijani prostori zgrade su toplinski izolirani izvedbom odgovarajućih konstrukcija za toplinsku izolaciju od vanjskih prostora u **YTONG sustavu gradnje** (detaljnije u Popisu slojeva obodnih građevnih dijelova **YTONG sustava gradnje**).

Kako se radi o zgradama stambene namijene (obiteljske kuće) koje imaju prekidani režim grijanja (ugrađeni termostati sa regulatorima), režim korištenja za grijane stambene prostore je 17 h/dan – 7 dana/tjedan.

U ovim analizama za **OYK** je predviđeno ventiliranje prirodnim putem, odnosno, predviđena je izvedba dijelova zgrade s građevnim dijelovima visoke zrakotijesnosti te se kod prostora s prirodnom ventilacijom treba osigurati da toplinski gubici uslijed ventilacije, ne prelaze ekvivalent od $0,5 \text{ h}^{-1}$ izmjena volumena zraka uz uvjet osigurane propisane zrakopropusnosti za nZEB standard gradnje - ugradnja otvora (RAL ugradnja) kao i ugradnja ostalih elemenata ovojnice zgrade i prodora instalacija s kojom će se osigurati snižena razina zrakopropusnosti ovojnice grijanog dijela zgrade s $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$.

Kod prostora gdje je moguća / predviđena mehanička odsisna ventilacija (sanitarije, spremišta i sl.), zbog povremenog, periodičkog rada sustava odsisne ventilacije potrebni minimalni broj izmjena zraka je na razini izmjena zraka $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$, te je u proračunima na taj način i prikazano.

Ostakljene stijene, prozori i vrata ugrađuju se unutar porobetonskih zidova u sutavu i principima „RAL ugradnje“, tako da se što više smanji nastajanje linijskih gubitaka topline kod otvora. Radi visokog brtvljenja predviđene stolarije i relativno male paropropusnosti fasadne obloge, moguće je da dolazi do prekomjernog povećanja vlažnosti i temperature u zraku boravišnih prostora, iznad projektiranih vrijednosti kod nedostatnog provjetranja prostora. Kako uslijed toga ne bi dolazilo do efekta površinske kondenzacije i zadržavanja potrošenog zraka u prostoru, predviđeno je proračunima osigurati propisani minimalni odgovarajući broj izmjena zraka u svim boravišnim prostorima, putem otvora za prirodnu ventilaciju na stolariji i s redovitim provjetranjem kojim će se osigurati propisanih minimalnih $0,5 \text{ h}^{-1}$ izmjena volumena zraka i projektna relativna vlažnost u prostoru od max. 50-60%.

Varijante proračuna sa sustavima grijanja i pripreme potrošne tople vode izrađeni su za tipične klasične sustave koji se primjenjuju u kontinentalnoj klimi (centralno grijanje i priprema potrošne tople vode preko plinskog kondenzacijskog bojlera) i primorskoj klimi (lokalno grijanje i priprema potrošne tople vode preko elektrootpornih grijalica) te za varijante najjednostavnijeg i najkomfortnijeg sustava koje koristi obnovljive izvore energije za grijanje i pripremu potrošne tople vode - dizalice topline koji koristi istu vanjsku jedinicu sustava zrak-voda (za grijanje i pripremu PTV).

Zadovoljenje nZEB kriterija koji uvjetuje korištenja minimalno 30% obnovljivih izvora energije (OIE) za potrebnu energiju za rad termotehničkih sustava obiteljske kuće ne može biti postignuto konvencionalnim termotehničkim sustavima, a već pri primjeni najjednostavnijeg sustava dizalice topline ovaj kriterij je zadovoljen, bez obzira na orijentaciju zgrade, kao i A+ energetski razred za Ytong obiteljske kuće prema potrebnoj primarnoj energiji, što je vidljivo iz Iskaznica i prvih dviju stranica Energetskog certifikata izrađenih za različite varijante orijentacija i termotehničkih sustava (Poglavlje 2.6. Proračuni racionalne uporabe energije i toplinske zaštite zgrade).

Proračuni u nastavku ovog dokumenta dokazuju i da je **uz korištenje minimalnih sustava koji koriste OIE** (u proračunskim modelima to je toplina zraka iz okoliša), **možemo kod Ytong obiteljskih kuća postići nZEB standard gradnje**.

Uz ugradnju dodatnih sustava kao što su fotonaponski paneli, solarni paneli za pripremu potrošne vode ili mehaničke ventilacije kuće s povratom topline iz otpadnog zraka, moguće je i dalje smanjenje energetskih potreba zgrade i daljnje smanjenje troškova grijanja (hlađenja) i pripreme potrošne tople vode, ali uz veću početnu investiciju za instalacijske sustave kuće. Dodatno, u cilju ispunjavanja nZEB standarda gradnje, proračuni u nastavku su pokazali da je nužno ugraditi sustav koji će smanjiti potrebnu primarnu energiju (E_{prim}) za one kuće **YTONG sustava gradnje koje nemaju termotehničke sustave s OIE**, odnosno za one kuće **YTONG sustava gradnje koje imaju**

termotehničke sustave s OIE, ali imaju nepovoljnu orijentaciju boravišnih prostora (DB na sjever) i lokaciju gradnje na znatno višoj nadmorskoj visini od referentnih meteoroloških postaja. Za potrebe ove analize uzete su meteorološke postaje (**Gospić (564 m.n.v.)** za kontinentalnu klimu i **Knin (234 m.n.v.)**, za primorsku klimu. Kao izvor OIE u tim proračunima je korišten sustav fotonaponske elektrane.

Prilog B, Tablica 8.a, TPRUETZZ, definira tehničke sustave za proračun isporučene i primarne energije. U skladu s navedenim, u proračunske analize energetske potreba obiteljskih Ytong kuća **uključeni su samo sustavi grijanja i pripreme potrošne tople vode** i dodatno, **sustav fotonapona** za ispunjenje nZEB kriterija kod modela kuća koje koriste sustave grijanja i pripreme PTV-a bez OIE, odnosno kod modela kuća koje koriste sustave grijanja i pripreme PTV-a s OIE, ali nepovoljne orijentacije i lokacije za određenu klimatsku zonu (Knin, Gospić).

	Vrsta zgrade	SUSTAV GRIJANJA	SUSTAV HLADENJA	SUSTAV PRIPREME PTV-a	SUSTAV MEH. VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	SUSTAV RASVJETE
1	Obiteljske kuće	DA	NE	DA	Uzima se u obzir ukoliko postoji	NE
2	Višestambene zgrade	DA	NE	DA		NE
3	Uredske zgrade	DA	DA	NE		DA
4	Zgrade za obrazovanje	DA	NE	NE		DA
5	Bolnice	DA	DA	DA		DA
6	Hoteli i restorani	DA	DA	DA		DA
7	Sportske dvorane	DA	DA	DA		DA
8	Zgrade trgovine	DA	DA	NE		DA
9	Ostale nestambene zgrade	DA	NE	NE		DA

Tablica 1 - Tablica 8.a TPRUETZZ – Definirani tehnički sustavi za proračun isporučene i primarne energije

Navedeni proračuni primarne energije analiziranih modela za referentne klimatske podatke je u skladu sa i sa Metodologijom provođenja energetske analize zgrada i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava te određivanja energetske potrebe za svaku vrstu zgrade prema Pravilniku o energetske analize zgrada i energetske analize zgrada i energetske analize zgrada.

2.2. PRORAČUNSKI PARAMETRI

Za tipske **obiteljske Ytong kuće** Katarina i Nina su izrađeni proračunski modeli koji s primjenom odgovarajućih termotehničkih sustava zadovoljavaju kriterije nZEB projektiranja i gradnje u kontinentalnoj i primorskoj klimi Republike Hrvatske, u skladu s važećim regulativom za izračun energetskog svojstva zgrade. Zgrada gotovo nulte potrošnje energije (G0EZ) ili nZEB (nearly Zero Energy Building) je obavezni standard za projektiranje i gradnju svih novih zgrada u Republici Hrvatskoj od 1.1.2020. godine.

Radi usporedbe, dan je prikaz **obiteljskih Ytong kuća** standardnih termotehničkih sustava, s kojima se ne može zadovoljiti nZEB standard gradnje, prvenstveno radi nekorištenja obnovljivih izvora energije, iako su u pojedinim slučajevima zgrade A+ energetskog razreda prema potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje zgrade ($Q_{H,nd}^*$). Metoda proračuna za zadovoljenje nZEB kriterija promatra kolike su energetske potrebe zgrade u pogledu energije koju treba dovesti u zgradu (trošak energenata), a ne samo kako je kuća toplinski izolirana, ali kuće s početnim visokim razinama toplinske izolacije pružaju i manji konačni rezultat u potrebnoj isporučenoj i primarnoj energiji.

Proračunski modeli izrađeni su za više od 40 varijanti prikazanih s rezultatima proračuna putem Energetskih certifikata zgrade (prve dvije stranice za nZEB modele) s variranjem:

- proračunski modeli za obiteljske Ytong kuće (OYK) Katarina i Nina
- proračuni za najpovoljnije i najnepovoljnije orijentacije kuće (orijentacije otvora dnevnog boravka prema Jugu ili prema Sjeveru)
- varijante proračuna za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku (lokacije Split i Zagreb) s adekvatnim debljinama Ytong termoblokova i toplinskih izolacija podova i krovova
- varijante proračuna s konvencionalnim i najčešće korištenim termotehničkim sustavima u primorskom i kontinentalnom području Hrvatske
- varijante proračuna s termotehničkim sustavima dizalica topline iz zraka u primorskom i kontinentalnom području Hrvatske za sustave s prosječnim učinkovitostima u zimskom (SCOP) i ljetnom režimu rada (SEER) dizalica topline
- varijante proračuna s konvencionalnim i najčešće korištenim termotehničkim sustavima u primorskom i kontinentalnom području Hrvatske sa primjenom fotonapona za ispunjenje nZEB standarda
- varijante proračuna s termotehničkim sustavima dizalica topline iz zraka u primorskom i kontinentalnom području Hrvatske za sustave s prosječnim učinkovitostima u zimskom (SCOP) i ljetnom režimu rada (SEER) dizalica topline u nepovoljnim klimatskim područjima sa primjenom fotonapona za ispunjenje nZEB standarda

Proračuni su izrađeni za standardne režime grijanja i hlađenja te korištenja kuća obiteljske namjene s noćnim prekidom grijanja (termotehnički sustavi opremljeni termostatom s programatorima) i vrijeme rada sustav grijanja i hlađenja 17 sati dnevno / 7 dana tjedno te kontinuiranu pripremu potrošne tople vode prema standardnim proračunskim vrijednostima za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku.

Proračun je napravljen stvarnom satnom metodom prema podacima za 8760 sati u godini. Prosjek temperatura i solarnog zračenja u skladu je s 24-satnom distribucijom za sve dane u godini.

2.2.1. OVOJNICA GRIJANOG PROSTORA

U nastavku je prikazan popis slojeva karakterističnih građevnih dijelova s vrijednostima U koeficijenata, kojima su se proračunski modeli analizirali. Kod slojeva koji nemaju homogenu strukturu (kosi krov, ravni krov), prikazan je prosječni U_{eq} koeficijent s obzirom na udjele pojedinih materijala i odabrani sustav izvedbe. Kod ravnog, kosog krova i podova upotrebljene su minimalne (optimalne) debljine toplinske izolacije koje ispunjavaju kriterije za minimalno dozvoljenim vrijednostima U koeficijenata iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti zgrada (TPRUETZZ), a sve s ciljem konzervativnijeg proračuna toplinskih karakteristika kuća. Slojevi građevnih dijelova su promatrani od grijanog prema negrijanom ili vanjskom prostoru kod vertikalnih pregrada ili odozgo prema dolje kod horizontalnih pregrada.

S obzirom na to da su dimenzije pojedinih prozora (otvora) na kućama različite i da se u ukupnim površinama prozora (otvora) OYK Katarina i Nina razlikuju, u proračun su uključene prosječne vrijednosti bazirane na detaljnom izračunu U koeficijenta svakog pojedinog prozora svake kuće u zasebnom računalnom programu za izračun toplinskih karakteristika prozora s obzirom na geometrijske parametre udjela ostakljenja, U_{okvira} , U_{stakla} te ψ distancera IZO ostakljenja. Izračuni u skladu s navedenim parametrima su prikazani u nastavku ovog dokumenta.

REAKCIJA
NA POŽAR

KONTINENTALNA KLIMA / PRIMORSKA KLIMA

PT1 - PODOVI NA TLU $U = 0,36 / 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$

- završna podna obloga – ovisno o projektu (zanemareno)	~ 1,5 – 2,5 cm	-
- mikroarmirani plivajući estrih elastično dilatiran od podloge i obodnih pregrada, fino zaglađen u izvedbi (2200 kg/m ³)	≥ 6,0 cm	A1
- PE folija polagana s preklapom (1000 kg/m ³)	0,02 cm	E
- elastificirani ekspanzirani polistiren (EPS – T), s $\lambda \leq 0,042 \text{ W/mK}$ (12 kg/m ³), u jednom sloju, polagan sa preklapom ploča u oba smjera u odnosu na ploče ispod	2,0 cm	E
- ekspanzirani polistiren (EPS 150), s $\lambda \leq 0,036 \text{ W/mK}$, (25 kg/m ³)	8,0 cm	E
- polimerbitumenske hidroizolacijske trake za zavarivanje u dva sloja, punoplošno lijepljene na hladni bitumenski prednamaz (1000 kg/m ³)	(0,5+0,5) 1,0 cm	E
- zaglađena armirana betonska podna ploča (2500 kg/m ³)	10,0 cm	A1
- nabijeni šljunak (1800 kg/m ³)	~ 15,0 cm	A1
- geotekstil (200 g/m ²)	~ 0,2 cm	E

RK1 – NEPROHODNI RAVNI KROV

 $U = 0,24 / 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

- završna obloga krova – obluci (balast) i sl. – ovisno o projektu (zanemareno)	≥ 6,0 cm	A1
- krovna sintetska UV stabilna hidroizolacijska traka (TPO ili sl.), trake mehanički učvršćene na podlogu	0,2 cm	B _{krov(t1)}
- podložni PES voal (200 g/m ²)	0,2 cm	E
- toplinska izolacija - ekspanzirani polistiren (EPS 150), s $\lambda \leq 0,036 \text{ W/mK}$, (25 kg/m ³) u dva sloja, gornji sloj rezan u nagibu ≥ 1,5%	prosječno 12,0 cm	E
- parna brana - bitumenska traka za zavarivanje s uloškom Al folije 0.1 mm s SD ≥ 700 m, na hladnom bitumenskom prednamazu (1000 kg/m ³)	0,5 cm	E
- zalijevanje gips - cementnim mortom (1500 kg/m ³) radi popunjavanja reški između porobetonskih ispuna	0,1 cm	A2
- polumontažni YTONG „bijeli strop“ – strop sastavljen od predgotovljenih gredica na osnom razmaku od 68,5 cm, sa ispunom od tipskih porobetonskih stropnih blokova sve zajedno s $\lambda \leq 0,416 \text{ W/mK}$	15,0 cm	A1
- izravnanje gipsanim mortom (850 kg/m ³)	0,5 cm	A2
- gletana površina stropa i nalič	≤ 0,5 cm	A2

RK2 – PROHODNI RAVNI KROV – BALKON – PRODULJENJE TOPLINSKOG MOSTA

- završna podna obloga – protuklizne gres pločice punoplošno lijepljene (2300 kg/m ³)	~ 1,0 cm	A1
- fleksibilno građevinsko ljepilo (1600 kg/m ³) sa mrežicom za podno grijanje	~ 0,5 cm	A2
- polimercementni hidroizolacijski premaz. (1200 kg/m ³), rubno brtven trajnoelastičnim vodonepropusnim trakama	0,3 cm	A2
- laganoarmirana betonska podloga izvedena u nagibu ≥ 1% prema pozicijama izljeva, dilatirana u polja 2x2 m, zajedno sa opločenjem, elastično dilatirana od podloge i obodnih pregrada, u zoni kontakta sa stubišnim krakom armaturom povezana sa armaturom stepenaste ab ploče stubišnog kraka, fino zaglađena u izvedbi (2400 kg/m ³)	≥ 6,0 cm	A1
- PEHD folija s čepovima okrenutima prema gore (< 1000 kg/m ³), kaširana filcem s gornje strane	1,0 cm	E
- podložni PES voal (200 g/m ²)	0,2 cm	E
- toplinska izolacija – ekstrudirani polistiren (XPS) s $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$ - produljenje toplinskog mosta	8,0 / 5,0 cm	E
- krovna sintetska UV stabilna hidroizolacijska traka (TPO ili sl.), trake mehanički učvršćene na podlogu	0,2 cm	B _{krov(t1)}
- podložni PES voal (200 g/m ²)	0,2 cm	E
- betonska podloga u nagibu ≥ 1,5% prema odvodnji	≥ 3,0 cm	A1
- polumontažni YTONG „bijeli strop“ – strop sastavljen od predgotovljenih gredica na osnom razmaku od 68,5 cm, sa ispunom od tipskih porobetonskih stropnih blokova sve zajedno s $\lambda \leq 0,416 \text{ W/mK}$	15,0 cm	A1

- fasadne ploče ekspanziranog polistirena za kontaktne fasade (EPS-F) (~15 kg/m ³) s $\lambda \leq 0,39 \text{ W/mK}$, ploče lijepljene i dodatno pričvršćene plastičnim pričvršćnicama s širokom glavom za podlogu, montaža i fiksiranje za vjetrovita područja – produljenje toplinskog mosta	8,0 / 5,0 cm	sve
- polimercementna žbuka armirana alkalno otpornom mrežicom (1800 kg/m ³)	0,3 cm	klasificirani
- završna tankoslojna fasadna žbuka (akrilna ili silikatna), sve izvesti prema uputama proizvođača ETICS fasadnog sustava	0,2 cm	sustav B-s1,d0

KK1 – KOSI KROV**U_{eq} = 0,24 / 0,27 W/m²K**

- pokrov kosog krova na odgovarajućoj potkonstrukciji sa ventiliranim slojem – ovisno o projektu (zanemareno)	-	-
- krovna folija – kišna brana – paropropusna, vodonepropusna folija (1100 kg/m ³)	0,02 cm	E
- ploče mineralne vune (MW) s $\lambda \leq 0,035$ W/mK, (30 - 50 kg/m ³) između gredica 10/14 cm na svakih cca 80 cm postavljenih okomito na strehu	14,0 cm	A1/ D-s2,d0
- parna brana - bitumenska traka za zavarivanje s uloškom Al folije 0.1 mm s SD ≥ 700 m, na hladnom bitumenskom prednamazu (1000 kg/m ³)	0,5 cm	E
- zalijevanje gips - cementnim mortom (1500 kg/m ³) radi popunjavanja reški između porobetonskih ispuna	0,1 cm	A2
- polumontažni YTONG „bijeli strop“ – strop sastavljen od predgotovljenih gredica na osnovom razmaku od 68,5 cm, sa ispunom od tipskih porobetonskih stropnih blokova sve zajedno s $\lambda \leq 0,416$ W/mK	15,0 cm	A1
- izravnane gipsanim mortom (850 kg/m ³)	0,5 cm	A2
- gletana površina stropa i nalič	$\leq 0,5$ cm	A2

VZ1 - MASIVNI VANJSKI ZID – YTONG SMART POROBETONSKI BLOKOVI**U = 0,24 / 0,31 W/m²K**

- nalič	-	-
- gips – vapnena žbuka (1500 kg/m ³) i/ili gletana površina zida gipsanim mortom sa staklenom mrežicom (1200 kg/m ³) – obrada zida u skladu sa YTONG uputama za zidanje	0,5 – 1,5 cm	A2
- YTONG SMART porobetonski termoblokovi za zidanje vanjskih zidova (toplinska izolacija) s $\lambda \leq 0,010$ W/mK, (350 kg/m ³) zidane odgovarajućim tankoslojnim mortom za zidanje	40,0 / 30,0 cm	A1
- završna fasadna obloga - lagana vapneno - cementna žbuka (1260 kg/m ³) sa završnom fasadnom žbukom (silikatna)	$\geq 2,0+0,5$ cm	A1

VZ1.1 - MASIVNI VANJSKI ZID – YTONG POROBETONSKI BLOKOVI**(TIPSKI YTONG KUTNI ELEMENT ZA IZVEDBU VERTIKALNOG SERKLAŽA)****U_{eq} = 0,56 / 0,98 W/m²K**

- nalič	-	-
- gips - vapnena žbuka (1500 kg/m ³) i/ili gletana površina zida gipsanim mortom sa staklenom mrežicom (1200 kg/m ³) – obrada zida u skladu sa YTONG uputama za zidanje	0,5 - 1,5 cm	A2
- tipski elementi od porobetona za izradu vertikalnih serklaža, zidani odgovarajućim tankoslojnim mortom		
- porobetonski blok (toplinska izolacija) s $\lambda \leq 0,012$ W/mK, (400 kg/m ³)	10,0 / 5,0 cm	A1
- armirani beton (serklaž) (2500 kg/m ³) (Ø 20 cm)	20,0 cm	A1
- porobetonski blok (toplinska izolacija) s $\lambda \leq 0,012$ W/mK, (400 kg/m ³)	10,0 / 5,0 cm	A1
- završna fasadna obloga - lagana vapneno - cementna žbuka (1260 kg/m ³) sa završnom fasadnom žbukom (silikatna)	$\geq 2,0+0,5$ cm	A1

VZ1.3 - MASIVNI VANJSKI ZID – POROBETONSKI BLOKOVI**(TIPSKI YTONG „L“ ELEMENT ZA IZVEDBU HORIZONTALNOG SERKLAŽA)****U_{eq} = 0,43 / 0,53 W/m²K**

- armirani beton (serklaž) (2500 kg/m ³)	20,0 cm	A1
- ekstrudirani polistiren XPS, (30 kg/m ³) s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u jednom sloju, izgubljena oplata, umetak uz vanjsku stranu tipskog elementa	5,0 / 3,0 cm	E
- tipski YTONG „L“ elementi od porobetona za izradu horizontalnih serklaža, zidani odgovarajućim tankoslojnim mortom		
- porobeton (toplinska izolacija) s $\lambda \leq 0,012$ W/mK, (400 kg/m ³)	7,5 / 5,0 cm	A1
- završna fasadna obloga - lagana vapneno - cementna žbuka (1260 kg/m ³) sa završnom fasadnom žbukom (silikatna)	$\geq 2,0+0,5$ cm	A1

VZ1.4 - MASIVNI VANJSKI ZID – POROBETONSKI BLOKOVI**(TIPSKI YTONG „U“ ELEMENT ZA IZVEDBU NADVOJA)****U_{eq} = 0,57 / 0,31 W/m²K**

- nalič	-	-
- gips - vapnena žbuka (1500 kg/m ³) i/ili gletana površina zida gipsanim mortom sa staklenom mrežicom (1200 kg/m ³) - obrada zida u skladu sa YTONG uputama za zidanje	0,5 - 1,5 cm	A2
- tipski YTONG „U“ elementi od porobetona za izradu nadvoja, zidani odgovarajućim tankoslojnim mortom		
- porobeton (toplinska izolacija) s $\lambda \leq 0,013$ W/mK, (400 kg/m ³)	5,0 / 5,0 cm	A1
- armirani beton (nadvoj) (2500 kg/m ³)	16,0 cm	A1
- ekstrudirani polistiren XPS, (30 kg/m ³) s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u jednom sloju, izgubljena oplata, umetak uz vanjsku stranu tipskog elementa	5,0 / 3,0 cm	E
- porobeton (toplinska izolacija) s $\lambda \leq 0,013$ W/mK, (400 kg/m ³)	7,5 / 5,0 cm	A1
- završna fasadna obloga - lagana vapneno - cementna žbuka (1260 kg/m ³) sa završnom fasadnom žbukom (silikatna)	$\geq 2,0+0,5$ cm	A1

OTVORI; PROZIRNE KONSTRUKCIJE**P1 – Prozori i ostakljena vrata / stijene s vanjskim elementima za zaštitu od insolacije**

prozori i ostakljena vrata, višekomorni PVC okviri

- $U_f < 2,05 / 2,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (uključujući ψ linijske gubitke na spoju okvira i ostakljenja)- ostakljenje s trostrukim / dvostrukim low-E IZO-staklom s ispunom toplinski inertnim plinom, debljina cca $\geq 4+12+4+12+4 / 4+14+4$ mm,- $U_g < 0,7 / 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g_L < 0,6$;- $F_F \sim 0,75$ za fiksne stijene, $F_F \sim 0,70$ za operabilne (zaokretne, klizne) stijene,

- ljetna zaštita od sunca s vanjskim pomičnim roletama i/ili škurama

te sa unutrašnjim zastorima refleksne ili bijele vanjske površine,

redukcija toplinskog sunčevog zračenja za pomične vanjske elemente za zaštitu od insolacije:

ljeti $F_c = 0,30$; zimi $F_c = 1,00$;

- zrakopropusnost otvora min. klase 4,

- ukupni prolaz topline cijelog otvora od najviše:

OYK KATARINA - prozori $U_w < 1,11 \text{ W/m}^2\text{K} / U_w < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ **OYK NINA - prozori** $U_w < 1,15 \text{ W/m}^2\text{K} / U_w < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ **VRATA****V1** puna metalna vrata grijanih prostora prema negrijanom ili vanjskom prostoru s toplinski izoliranim sendvič krilom, ispunjena kamenom vunom ($> 80 \text{ kg/m}^3$), debljine min. 4 cm, dovratnici i prag s prekidom toplinskih mostova, prolaz topline cijelog otvora od najviše: **$U < 2,00 \text{ W/m}^2\text{K} / U < 2,40 \text{ W/m}^2\text{K}$** Izračun prosječnih vrijednosti U_w za prozore analiziranih kuća prikazan je u Tablica 2 ispod.

OYK NINA	KONT. KLIMA	PRIM. KLIMA	UKUPNA POVRŠINA PROZORA KUĆE	% UKUPNE POVRŠINE PROZORA	KONT. KLIMA	PRIM. KLIMA	
	TROSTRUKO IZO OSTAKLJENJE	DVOSTRUKO IZO OSTAKLJENJE			TROSTRUKO IZO OSTAKLJENJE	DVOSTRUKO IZO OSTAKLJENJE	
POVRŠINA M2	$U_w \text{ PVC}^{(1)}$	$U_w \text{ PVC}^{(1)}$			$U_w \text{ PVC} \%$	$U_w \text{ PVC} \%$	
2,94	1,174	1,431	20,03	0,15	0,17	0,21	
5,06	1,040	1,337	20,03	0,25	0,26	0,34	
2,10	1,096	1,366	20,03	0,10	0,11	0,14	
2,31	1,073	1,351	20,03	0,12	0,12	0,16	
4,30	1,096	1,366	20,03	0,21	0,24	0,29	
1,00	1,197	1,428	20,03	0,05	0,06	0,07	
1,96	1,213	1,452	20,03	0,10	0,12	0,14	
0,36	1,600	1,800	20,03	0,02	0,03	0,03	
					$U_w \text{ PROSJEK}$	1,12	1,39
					$U_w \text{ ODABRANO}$	1,15	1,40

OYK KATARINA	KONT. KLIMA	PRIM. KLIMA	UKUPNA POVRŠINA PROZORA KUĆE	% UKUPNE POVRŠINE PROZORA	KONT. KLIMA	PRIM. KLIMA	
	TROSTRUKO IZO OSTAKLJENJE	DVOSTRUKO IZO OSTAKLJENJE			TROSTRUKO IZO OSTAKLJENJE	DVOSTRUKO IZO OSTAKLJENJE	
POVRŠINA M2	$U_w \text{ PVC}^{(1)}$	$U_w \text{ PVC}^{(1)}$			$U_w \text{ PVC} \%$	$U_w \text{ PVC} \%$	
1,28	1,286	1,482	20,99	0,06	0,08	0,09	
6,60	1,092	1,362	20,99	0,31	0,34	0,43	
8,80	1,071	1,358	20,99	0,42	0,45	0,57	
2,00	1,197	1,428	20,99	0,10	0,11	0,14	
2,31	1,079	1,354	20,99	0,11	0,12	0,15	
					$U_w \text{ PROSJEK}$	1,10	1,37
					$U_w \text{ ODABRANO}$	1,10	1,40

(1) Izračun u zasebnom računalnom programu za izračun toplinskih karakteristika prozora s obzirom na geometrijske parametre udjela ostakljenja, U_{ok} , U_{st} , distancera IZO ostakljenjaTablica 2 - Izračun prosječnih vrijednosti U_w

Površine pojedinih građevnih dijelova i njihova orijentacija analiziranih kuća prikazan je u Tablica 3 ispod (prikazane su vrijednosti za najpovoljniju orijentaciju analiziranih kuća).

VRIJEDNOSTI ZA NAJPOVOLJNIJU ORIJENTACIJU KUĆE (OTVORI DNEVNOG BORAVKA NA JUGU)		OYK NINA		OYK KATARINA	
		PRIM. KLIMA	KONT. KLIMA	PRIM. KLIMA	KONT. KLIMA
		P(m2)	P(m2)	P(m2)	P(m2)
RAVNI KROV (MIN.)	0	68,40	72,16		
KOSI KROV (MIN.)	jug30			16,39	16,80
	sjever30			32,70	33,60
	jug20			15,73	16,88
POD NA TLU (MIN.) H=0,00	A	57,60	57,60	48,24	48,24
	L	37,20	38,00	30,20	31,00
ZID	istok	62,96	64,14	43,76	44,79
	zapad	55,67	56,70	42,65	43,68
	sjever	43,63	44,66	32,94	33,88
	jug	36,05	37,26	26,87	27,99
KUTIJA ZA ROLETU	istok	0,24	0,24	0,40	0,40
	zapad	1,12	1,12	0,61	0,61
	sjever	0,40	0,40	0,32	0,32
	jug	1,13	1,13	1,00	1,00
ULAZNA VRATA	zapad			2,31	2,31
	sjever	2,42	2,42		
PROZOR 3 IZO (PVC_5K) PROZOR 2 IZO (PVC_5K)	istok	0,72	0,72	4,44	4,44
	zapad	7,28	7,28	3,20	3,20
	sjever	3,10	3,10	1,28	1,28
	jug	12,19	12,19	9,80	9,80

Tablica 3 - Površine pojedinih građevnih dijelova i njihova orijentacija

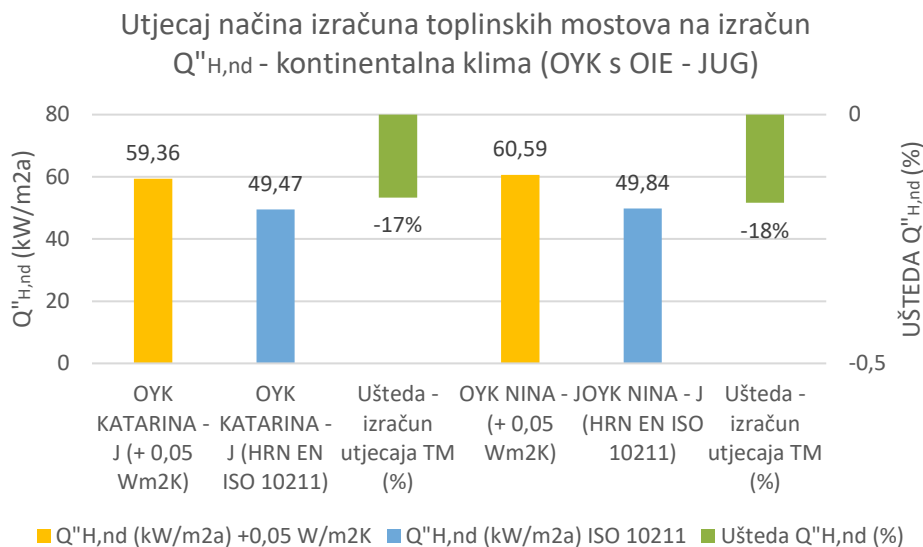
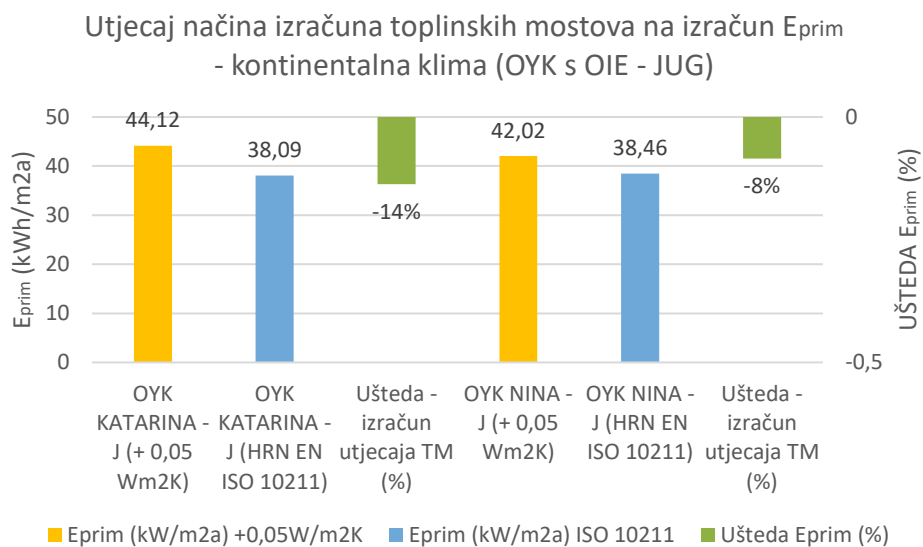
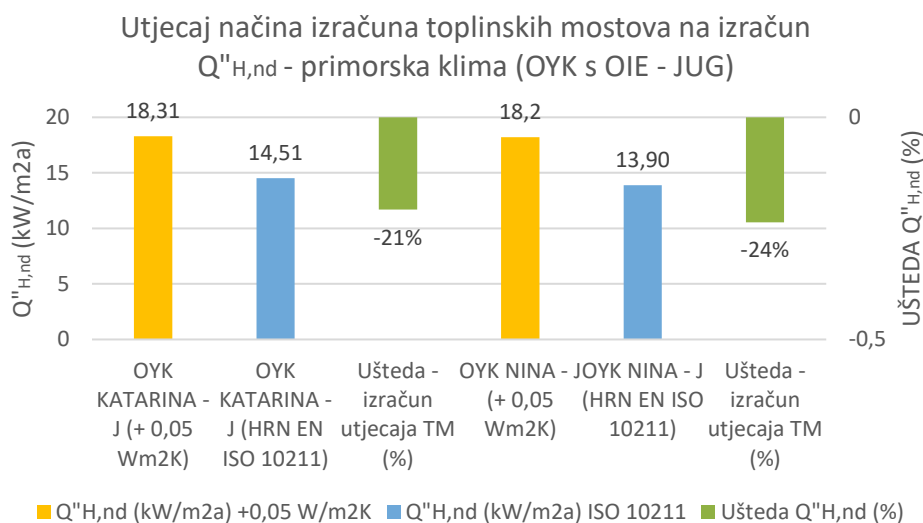
2.2.2. TOPLINSKI MOSTOVI

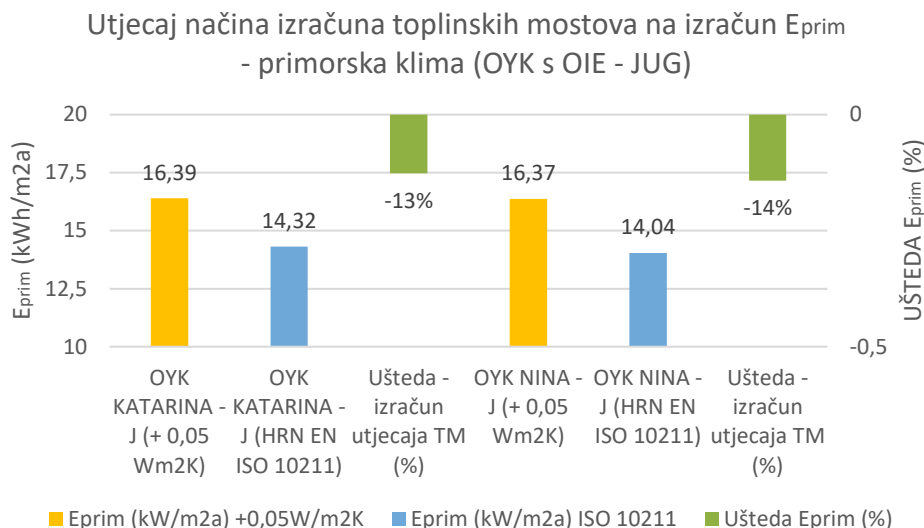
Kako je ranije rečeno u prethodnom poglavlju, u ovim analizama toplinski mostovi nisu proračunavani u skladu sa povećanjem izračunatih U koeficijenata građevnih dijelova za $\Delta U_{TM} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ kako TPRUETZZ NN128/15 predviđa ukoliko su toplinski mostovi riješeni u skladu s Prilogom D TPRUETZZ NN128/15, jer to rezultira **povećanja U koeficijenata i do 50%** što jako nepovoljno za zgrade s dobro izoliranom ovojnicom (građevnim dijelovima grijanih prostora prema vani ili prema negrijanom).

Pojednostavljena metoda i zadane utvrđene vrijednosti utjecaja toplinskih mostova prema ISO 14683 - **umanjuje transmisijske gubitke topline kod nekih toplinskih mostova** - npr. vanjskih kutova zgrada od termo blokova ili zidova s vanjskom toplinskom izolacijom i **proračuna s vanjskim mjerama gabarita ovojnice grijanog dijela zgrade**, što je prema TPRUETZZ propisana metoda izračuna geometrije ovojnice grijanog dijela zgrade. Odabiru se linijski toplinski mostovi i unosi njihova duljina. Treba uzimati podatke za Ψ_e (za unos dimenzija ovojnice s vanjskim mjerama). Proračun prema ISO 14683 daje prevelike rezultate toplinskih mostova kod pojedinih situacija dobro toplinski izoliranih toplinskih mostova. Pojednostavljena metoda izračuna utjecaja toplinskih mostova prema ISO 14683 2. ne daje prikaze pojednostavljenih rješenja za toplinske mostove obložene toplinskom izolacijom (temelji, istake balkonskih ploča, krovni nadozidi,...) ili rješenja s konstruktivnim prekidima toplinskih mostova (balkoni, krovni nadozidi,...), te **ne daje dokaz da nema pojave unutarnje površinske kondenzacije**.

Iz svega ranije navedenog detaljni proračun toplinskog mosta i unutarnje površinske temperature u ovim analizama rađen je prema ISO 10211 koji daje precizne rezultate Ψ_e , povoljne za toplinski dobro izoliranu ovojnicu i dobro riješene toplinske mostove, te daje dokaz da li ima pojave unutarnje površinske kondenzacije. Treba napomenuti da se **za toplinske mostove ne postavlja zahtjev da zadovoljavaju u pogledu U koeficijenata, jer su to nehomogene konstrukcije, već da li zadovoljavaju u pogledu površinske kondenzacije (članak 32.-36. TPRUETZZ) i koliki je njihov doprinos transmisijskim gubicima topline**.

Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na izračun energetskih svojstava zgrade vidljiv je u prikazima Graf 1 - Graf 4, a duljine i Ψ vrijednosti pojedinih linijskih toplinskih mostova kod građevnih elemenata i otvora analiziranih kuća za detaljni izračun utjecaja toplinskih mostova, prikazan je u Tablica 4 ispod.

Graf 1 – Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na $Q''_{H,nd}$ – kontinentalna klimaGraf 2 - Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na E_{prim} – kontinentalna klimaGraf 3 - Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na $Q''_{H,nd}$ – primorska klima

Graf 4 - Utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na E_{prim} – primorska klime

TM - GRAD. ELEMENTI	OYK NINA				OYK KATARINA			
	PRIMORSKA KLIMA		KONTINENTALNA KLIMA		PRIMORSKA KLIMA		KONTINENTALNA KLIMA	
	Psi (W/mK)	L (m')	Psi (W/mK)	L (m')	Psi (W/mK)	L (m')	Psi (W/mK)	L (m')
VERT. SERKLAŽ VANJSKI KUT	-0,137	37,20	-0,147	37,20	-0,137	21,44	-0,147	21,44
VERT. SERKLAŽ UNUTARNJI KUT	0,103	8,10	0,087	8,10	0,103	9,60	0,087	9,60
ATIKA SERKLAŽ BEZ PROZORA	-0,049	37,20	-0,032	38,00				
SOKL	-0,033	32,85	-0,036	33,65	-0,033	26,15	-0,036	26,95
VERT. SERKLAŽ U RAVNINI	0,100	12,40	0,055	12,40	0,100	19,08	0,055	19,08
HORIZ. SERKLAŽ PLOČA 1 GRED.	0,109	37,20	0,087	38,00	0,109	30,20	0,087	31,00
BALKON	0,021	4,40	0,051	4,40	0,021	2,68	0,051	2,68
STREHA KOSOG KROVA					0,020	14,60	-0,008	15,00
ZABAT KOSOG KROVA					-0,081	26,34	-0,100	27,00
SLJEME KOSOG KROVA					-0,114	7,30	-0,107	7,50
TM - OTVORI	Psi (W/mK)	L (m')	Psi (W/mK)	L (m')	Psi (W/mK)	L (m')	Psi (W/mK)	L (m')
VERT. SERKL. ŠPALETA	0,082	3,70	0,027	3,70	0,082	4,40	0,045	4,40
ŠPALETA PROZORA VRATA	-0,030	33,70	-0,031	33,70	-0,030	29,20	-0,014	29,20
KLUPČICA	-0,079	12,50	-0,081	12,50	-0,079	6,60	-0,063	6,60
NADVOJ	0,129	15,60	0,080	15,60	0,129	12,65	0,098	12,65
PRAG VRATA	-0,101	2,10	-0,067	2,10	-0,101	4,05	-0,050	4,05
PRAG VRATA BALKONA	0,033	1,00	0,069	1,00	0,033	2,00	0,085	2,00

Tablica 4 - Duljine i Ψ vrijednosti pojedinih linijskih toplinskih mostova (HRN EN ISO 10211)

Iz prikaza iznad, jasno se vidi da utjecaj načina izračuna toplinskih mostova na vrijednosti izračuna $Q^{H,nd}$ rezultira smanjenjem za više od 15% za kontinentalnu klimu, odnosno, više od 20% za primorsku klimu, što kod analiziranih kuća ima utjecaj na energetski razred zgrade iskazan po potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje ($Q^{H,nd}$). Utjecaj na vrijednosti izračuna E_{prim} rezultira smanjenjem za više od 8% za kontinentalnu klimu do više od 13% za primorsku klimu. U skladu s navedenim očekivanim uštedama (točnijim izračunom), odluka o načinu izračuna tječaja toplinskih mostova kod analiziranih kuća opravdana.

2.2.3. TERMOTEHNIČKI SUSTAV

GRIJANJE I PRIPREMA PTV

Proračunski parametri za iskaz učinkovitosti sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode za **klasične najčešće korištene sustave grijanja i pripreme potrošne tople vode (PTV)** i podatke prikazane u priloženim energetske certifikatima zgrade i Iskaznicama energetske svostava zgrade (i na linku dostupnim dodatnim cjelovitim proračunima za sve varijacije zgrada) su slijedeći:

- za **kontinentalnu klimu** - centralno grijanje i priprema potrošne tople vode preko plinskoj etažnog bojlera (**energent prirodni plin - ne zadovoljava uvjete za nZEB zgrade**) te hlađenje lokalno sa split klimama (energent električna energija)

$$\text{grijanje: } \eta_{H,gen} = 0,99 \quad \eta_H = 0,88$$

$$\text{PTV: } \eta_{W,gen} = 0,85 \quad \eta_W = 0,85$$

- za **primorsku klimu** - lokalno grijanje i priprema potrošne tople vode preko elektrootpornih grijalica te hlađenje lokalno sa split klimama (**energent električna energija – ne zadovoljava uvjete za nZEB zgrade**)

$$\text{grijanje: } \eta_{H,gen} = 0,99 \quad \eta_H = 0,90$$

$$\text{PTV: } \eta_{W,gen} = 0,99 \quad \eta_W = 0,99$$

Proračunski parametri za iskaz učinkovitosti sustava grijanja, hlađenja i pripreme potrošne tople vode za **sustave koji koriste obnovljive izvore energije (OIE)**, s dizalicama topline iz zraka za grijanje i pripremu potrošne tople vode (PTV) sustavom zrak-voda te hlađenja sustavom zrak-zrak (**obavezno za zadovoljenje uvjeta za nZEB zgrade s minimalno 30% OIE u E_{del}**):

- za **kontinentalnu klimu** – centralno grijanje i priprema PTV dizalicom topline sustava zrak-voda (radijatori, podno grijanje) te u hlađenju zrak- zrak (ventilokonvektori)

$$\text{grijanje: } \eta_{H,gen} = 2,40 - 3,39 \quad \eta_H = 2,05 - 3,81 \quad (\text{efikasnost ovisi o temperaturi vanjskog zraka})$$

$$\text{PTV: } \eta_{W,gen} = 1,79 - 2,71 \quad \eta_W = 1,72 - 3,56 \quad (\text{efikasnost ovisi o temperaturi vanjskog zraka})$$

- za **primorsku klimu** – centralno grijanje i priprema PTV dizalicom topline sustava zrak-voda (radijatori, podno grijanje) te u hlađenju zrak- zrak (ventilokonvektori)

$$\text{grijanje: } \eta_{H,gen} = 2,40 - 3,39 \quad \eta_H = 2,38 - 3,81 \quad (\text{efikasnost ovisi o temperaturi vanjskog zraka})$$

$$\text{PTV: } \eta_{W,gen} = 1,79 - 2,71 \quad \eta_W = 2,06 - 3,56 \quad (\text{efikasnost ovisi o temperaturi vanjskog zraka})$$

FOTONAPONSKA ELEKTRANA

Proračunski parametri za iskaz učinkovitosti sustava fotonaponskih elektrana (FN paneli) za izračun potrebne proizvedene električne energije kao jednog od mogućih (najkomfortnijih) načina zadovoljenja nZEB standarda (E_{prim} i udjela OIE) kod proračunskih modela koji ne koriste obnovljive izvore energije, odnosno kod modela koji koriste obnovljive izvore energije, ali su nepovoljne orijentacije i lokacije, su slijedeći:

Efikasnost FN panela - 0,18

Orijentacija – jug

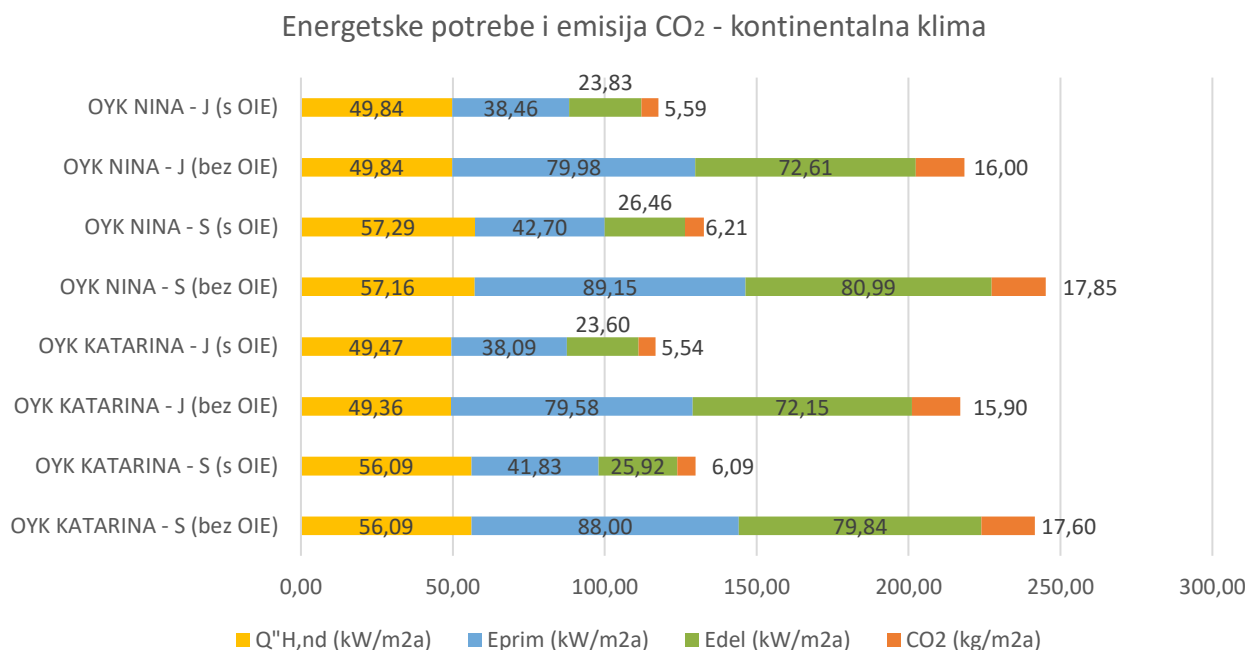
Nagib - 30°

Površine fotonaponskih panela (FN, potrebna proizvedena električna energija iz obnovljivih izvora energije) za zadovoljenje nZEB standarda gradnje, definirane su kao minimalno potrebne površine FN na lokaciji gradnje (minimalno potrebna proizvedena električna energija in situ) u stupnjevanju od minimalno 1m² površine panela.

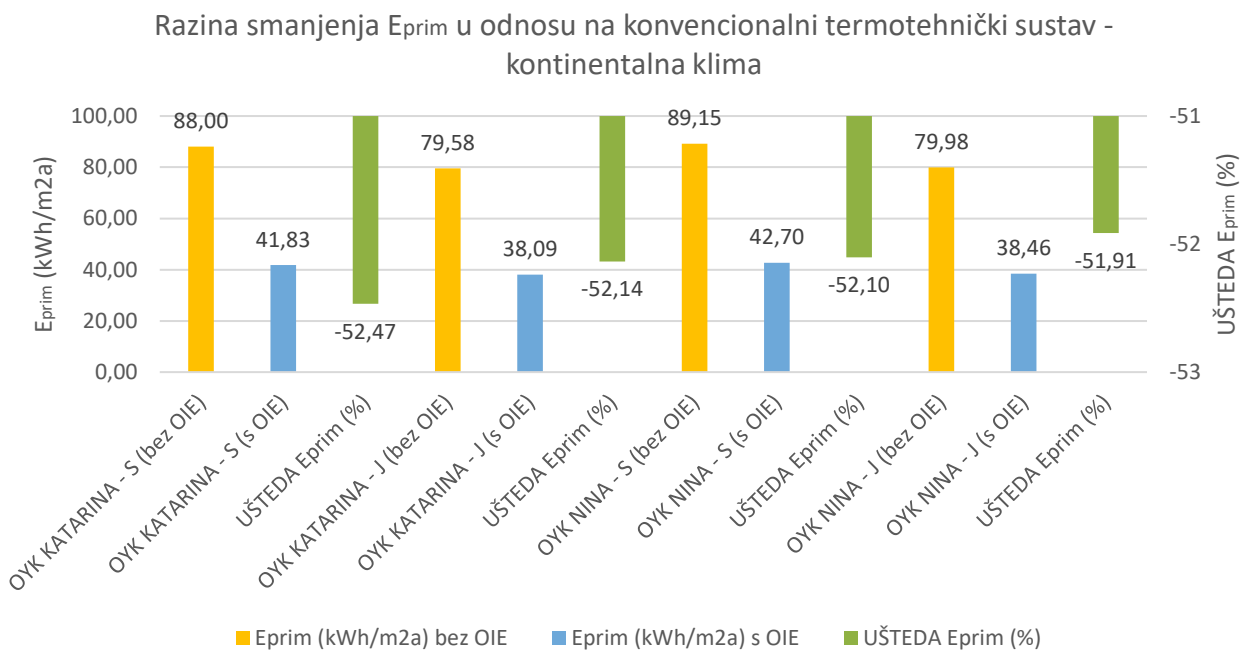
2.3. ANALIZA PRORAČUNSKIH MODELA

2.3.1. MODELI REFERENTNIH LOKACIJA

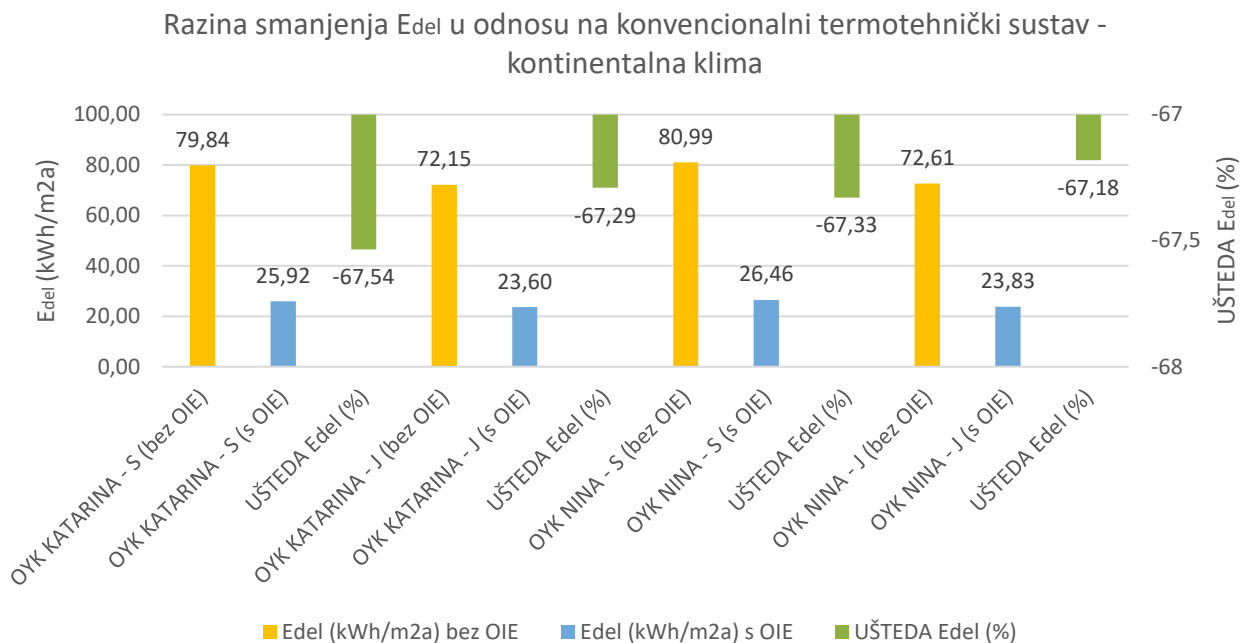
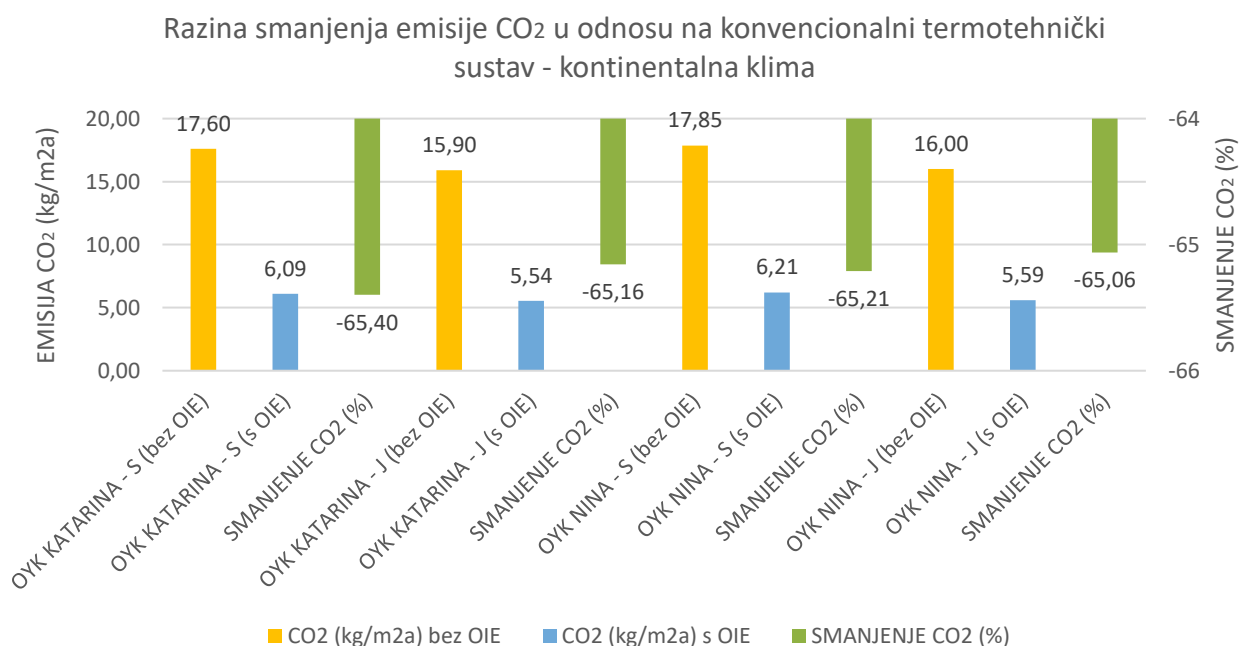
KONTINENTALNA KLIMA (REFERENTNO – ZAGREB, MAKSIMIR)

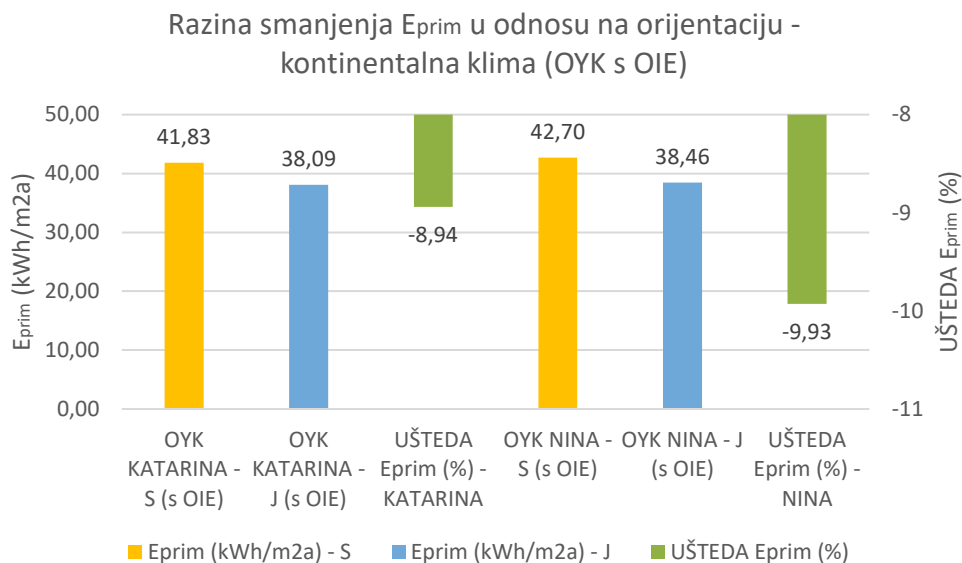
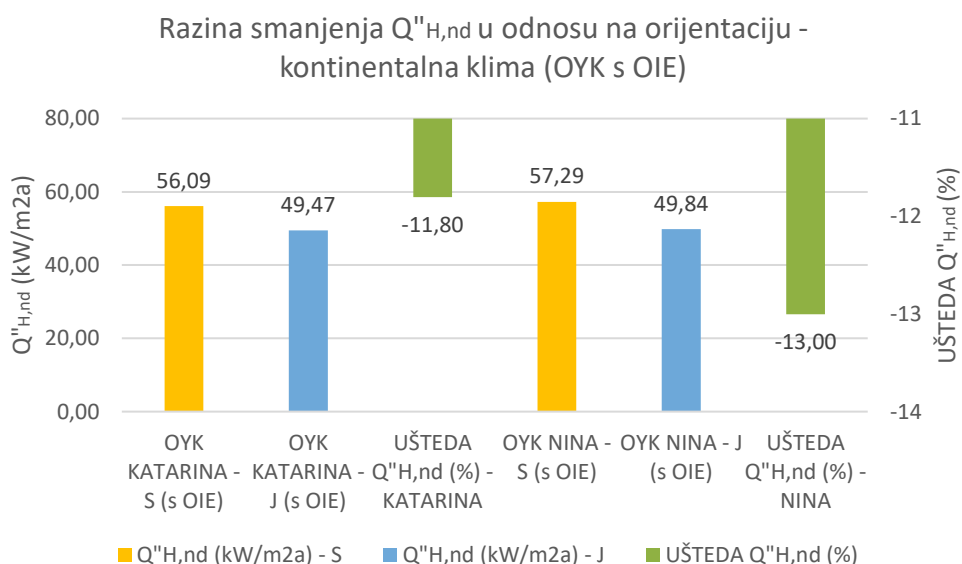


Graf 5 - Energetske potrebe i emisija CO₂ - kontinentalna klima



Graf 6 - Razina smanjenja E_{prim} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - kontinentalna klima

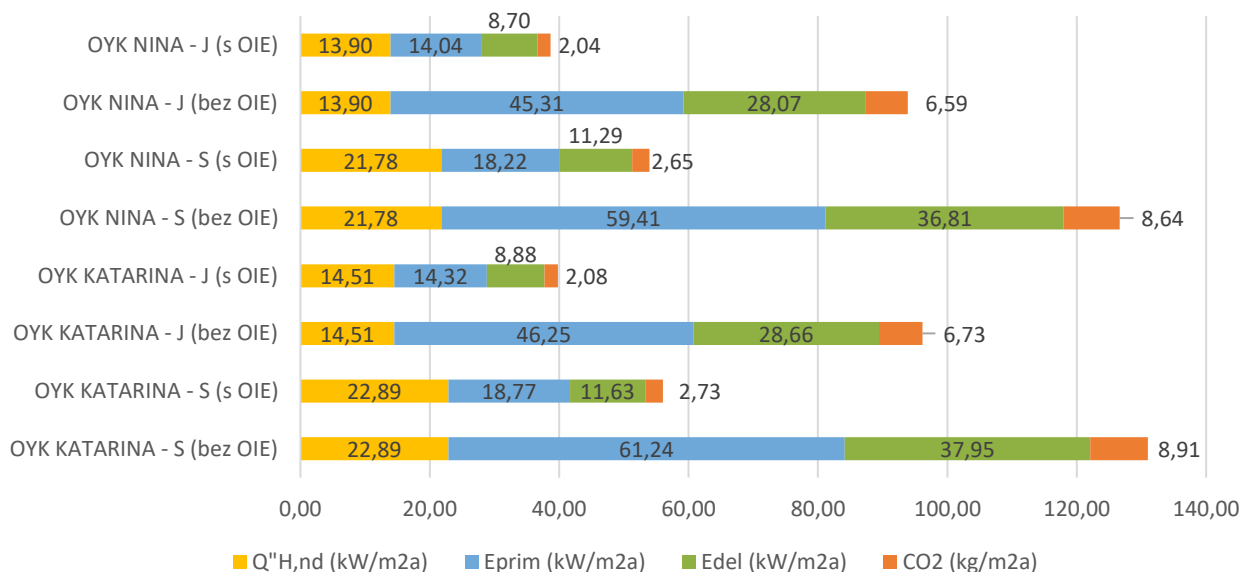
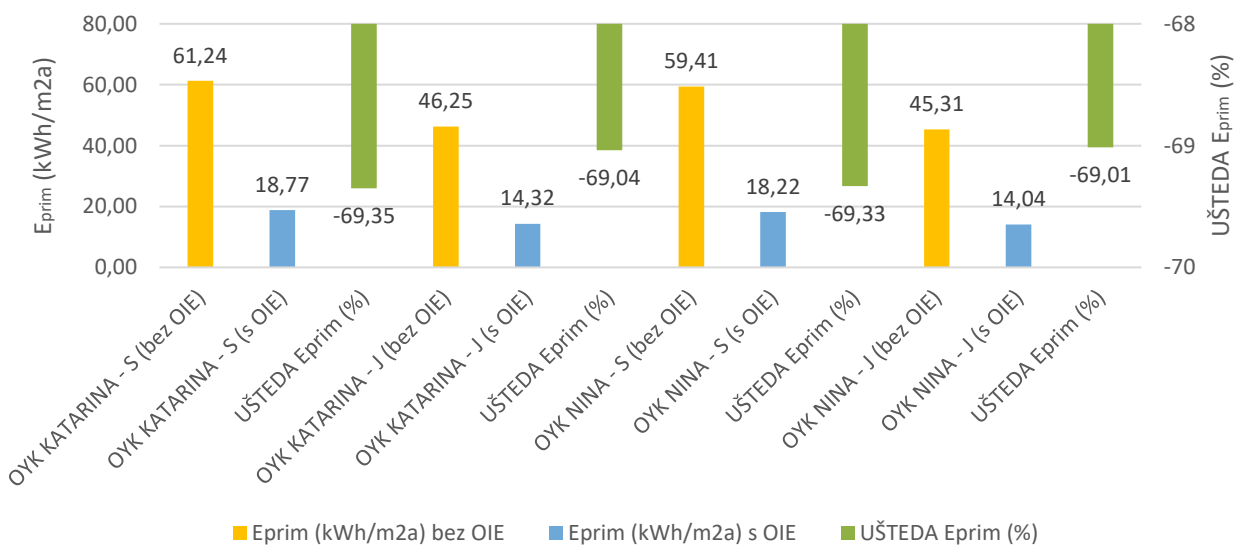
Graf 7 - Razina smanjenja E_{del} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - kontinentalna klimaGraf 8 - Razina smanjenja emisije CO_2 u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - kontinentalna klima

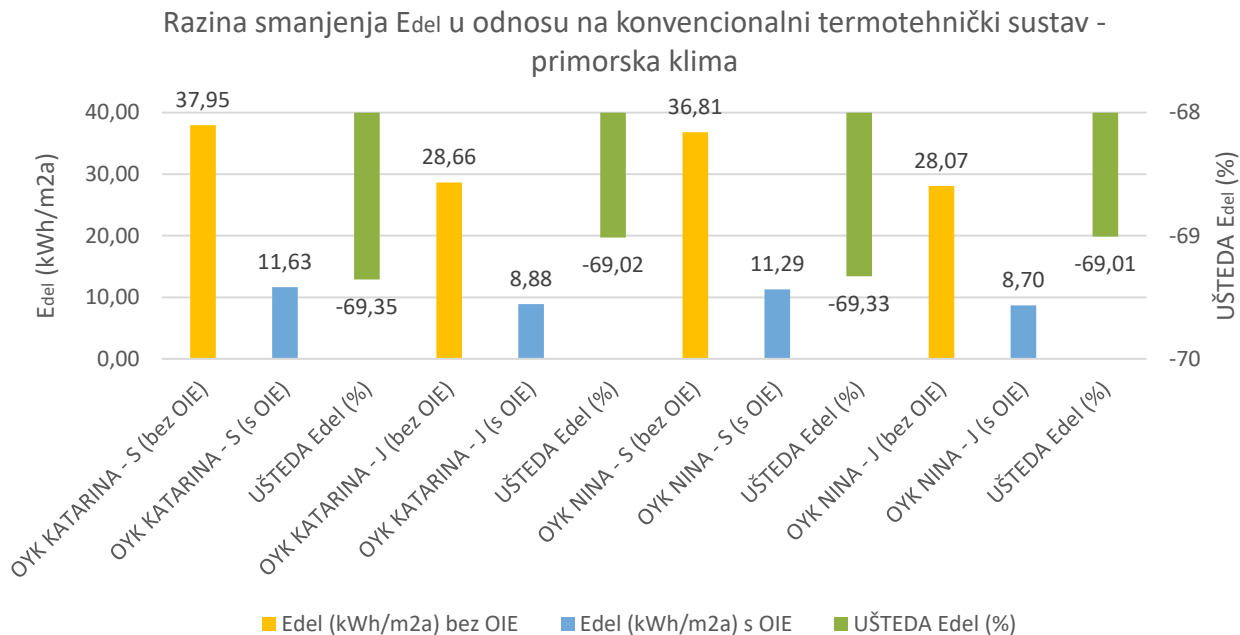
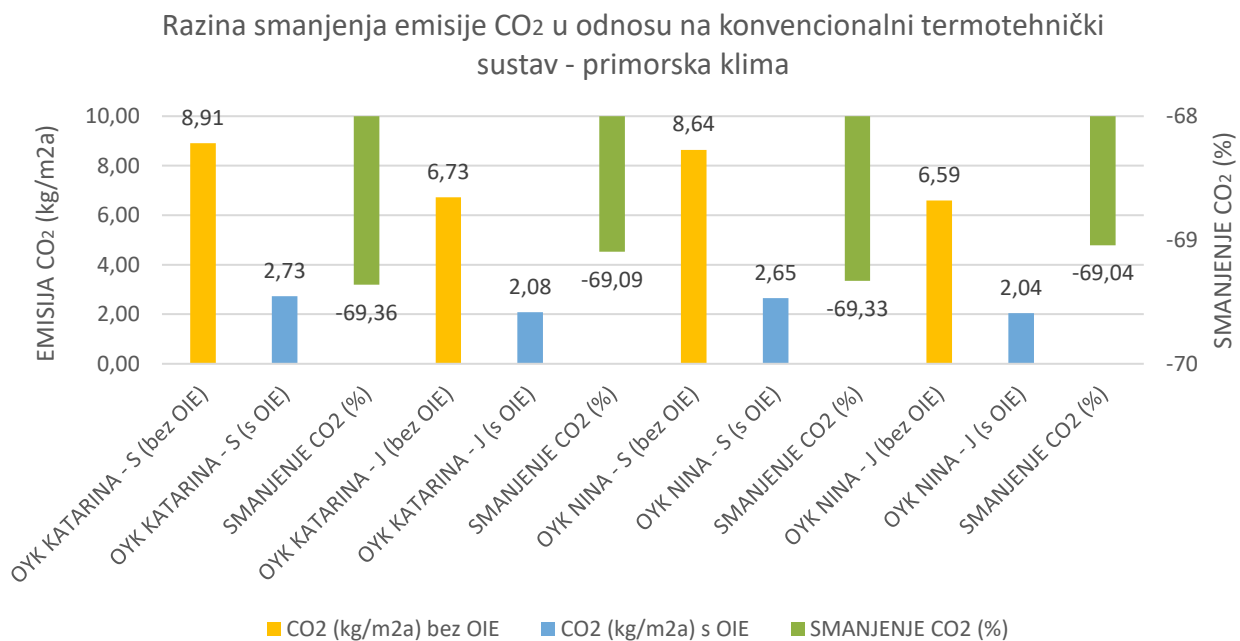
Graf 9 - Razina smanjenja E_{prim} u odnosu na orijentaciju - kontinentalna klima (OYK s OIE)Graf 10 - Razina smanjenja $Q^{H,nd}$ u odnosu na orijentaciju - kontinentalna klima (OYK s OIE)

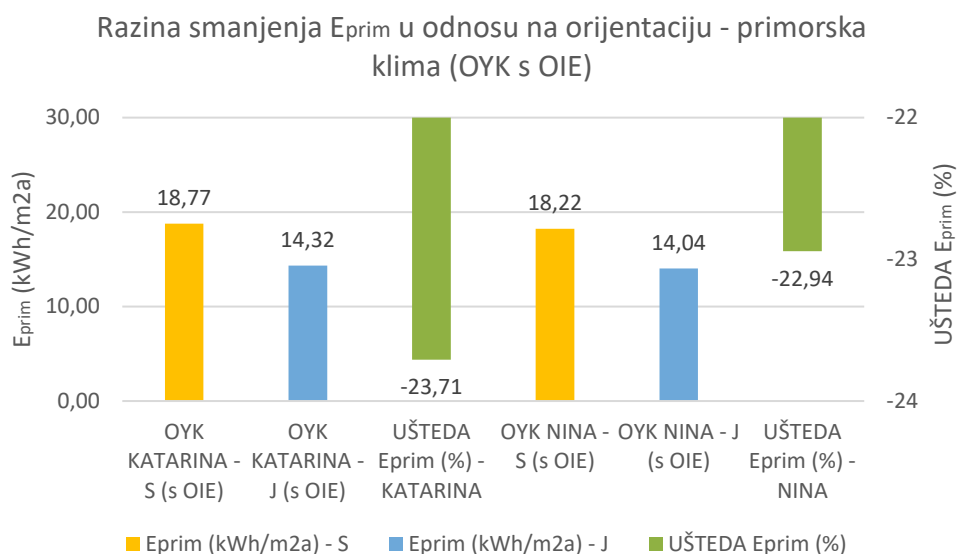
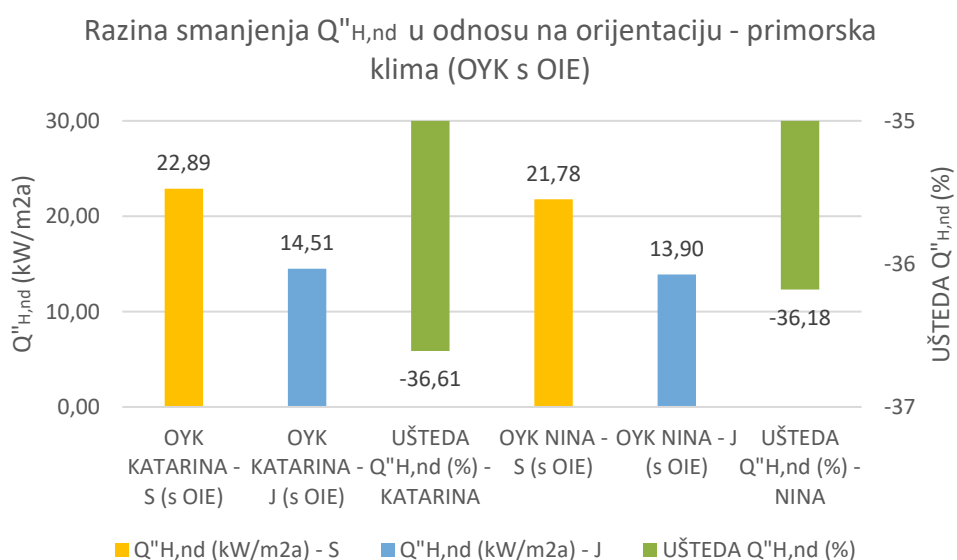
Na prikazima iznad (Graf 5 - Graf 10) možemo vidjeti **energetsku analizu modela OYK Katarina i Nina za kontinentalnu klimu**. Graf 5 prikazuje energetske potrebe pojedinih analiziranih modela, gdje su jasno vidljive razlike u specifičnoj godišnjoj primarnoj (E_{prim}) i isporučenoj (E_{del}) energiji te emisiji CO_2 , u ovisnosti da li se radi o modelima sa konvencionalnim termotehničkim sustavima sa kondenzacijskim plinskim bojlerima (bez OIE) ili sa učinkovitim sustavima dizalica topline zrak-voda (s OIE). Na prikazu Graf 6 se jasno vidi smanjenje specifične godišnje primarne energije (ušteta E_{prim}) za više od 50% kod promjene termotehničkog sustava za sve analizirane modele. Graf 7 prikazuje smanjenje specifične godišnje isporučene energije (E_{del}) za više od 67%, dok na prikazu Graf 8 možemo vidjeti značajno smanjenje godišnje emisije CO_2 za više od 65% u odnosu na konvencionalne sustave grijanja i pripreme PTV-a.

Utjecaj orijentacije glavnih boravišnih dijelova kuća (u analiziranim kućama dnevnog boravka), vidljiv je na prikazima Graf 9 i Graf 10. Jasno je vidljivo da razlika orijentacije čini i razliku u energetskom razredu zgrade po $Q^{H,nd}$, pa za sjevernu orijentaciju imamo C, dok za južnu orijentaciju imamo B energetski razred po specifičnoj godišnjoj potrebnoj toplini za grijanje - $Q^{H,nd}$ (smanjenje/ušteta je veća od 11-13% za povoljniju – južnu orijentaciju). Iz analize utjecaja orijentacije na specifičnu godišnju primarnu energiju (E_{prim} - Graf 9) možemo primjetiti da sjeverna, najnepovoljnija orijentacija rezultira vrijednostima specifične godišnje primarne energije bliskima граниčnim dopuštenim vrijednostima za nZEB standard gradnje ($E_{prim,nZEB} \leq 45,00$ kWh/m²a). Na osnovu toga možemo zaključiti da se kod bilo kojeg dodatnog nepovoljnog parametra na lokaciji zgrade (zasjenjene obližnje izgradnje, povećanje nadmorske visine i sl.) može dogoditi da proračunski model kuća sjeverne orijentacije neće ispunjavati nZEB standard te se takva orijentacija kuća ne preporuča ukoliko nije nužna bez značajnije dodatne površine fotonaponskih panela na lokaciji gradnje ili na kući.

PRIMORSKA KLIMA (REFERENTNO – SPLIT, MARJAN)

Energetske potrebe i emisija CO₂ - primorska klimaGraf 11 - Energetske potrebe i emisija CO₂ - primorska klimaRazina smanjenja E_{prim} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - primorska klimaGraf 12 - Razina smanjenja E_{prim} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - primorska klima

Graf 13 - Razina smanjenja E_{del} u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - primorska klimaGraf 14 - Razina smanjenja emisije CO_2 u odnosu na konvencionalni termotehnički sustav - primorska klima

Graf 15 - Razina smanjenja E_{prim} u odnosu na orijentaciju - primorska klima (OYK s OIE)Graf 16 - Razina smanjenja $Q^{H,nd}$ u odnosu na orijentaciju - primorska klima (OYK s OIE)

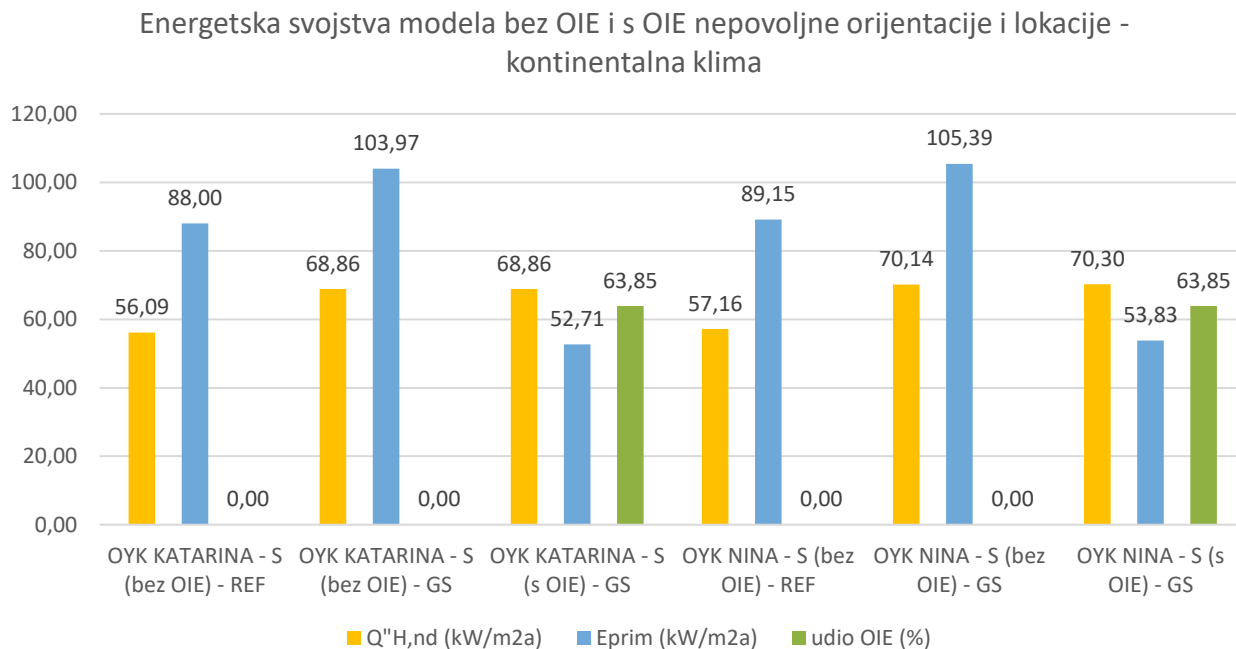
Na prikazima iznad (Graf 11 - Graf 16) možemo vidjeti **energetsku analizu modela OYK Katarina i Nina za primorsku klimu.**

Graf 11 prikazuje energetske potrebe pojedinih analiziranih modela, gdje su jasno vidljive razlike u specifičnoj godišnjoj primarnoj (E_{prim}) i isporučenoj (E_{del}) energiji te emisiji CO_2 , u ovisnosti da li se radi o modelima sa konvencionalnim termotehničkim sustavima sa kondenzacijskim plinskim bojlerima (bez OIE) ili sa učinkovitim sustavima dizalica topline zrak-voda (s OIE). Na prikazima Graf 12 - Graf 14 se jasno vidi smanjenje specifične godišnje primarne energije (ušteda E_{prim}), isporučene energije (E_{del}), kao i smanjenje godišnje emisije CO_2 za približno 70% kod promjene termotehničkog sustava za sve analizirane modele u odnosu na konvencionalne sustave grijanja, hlađenja i pripreme PTV-a.

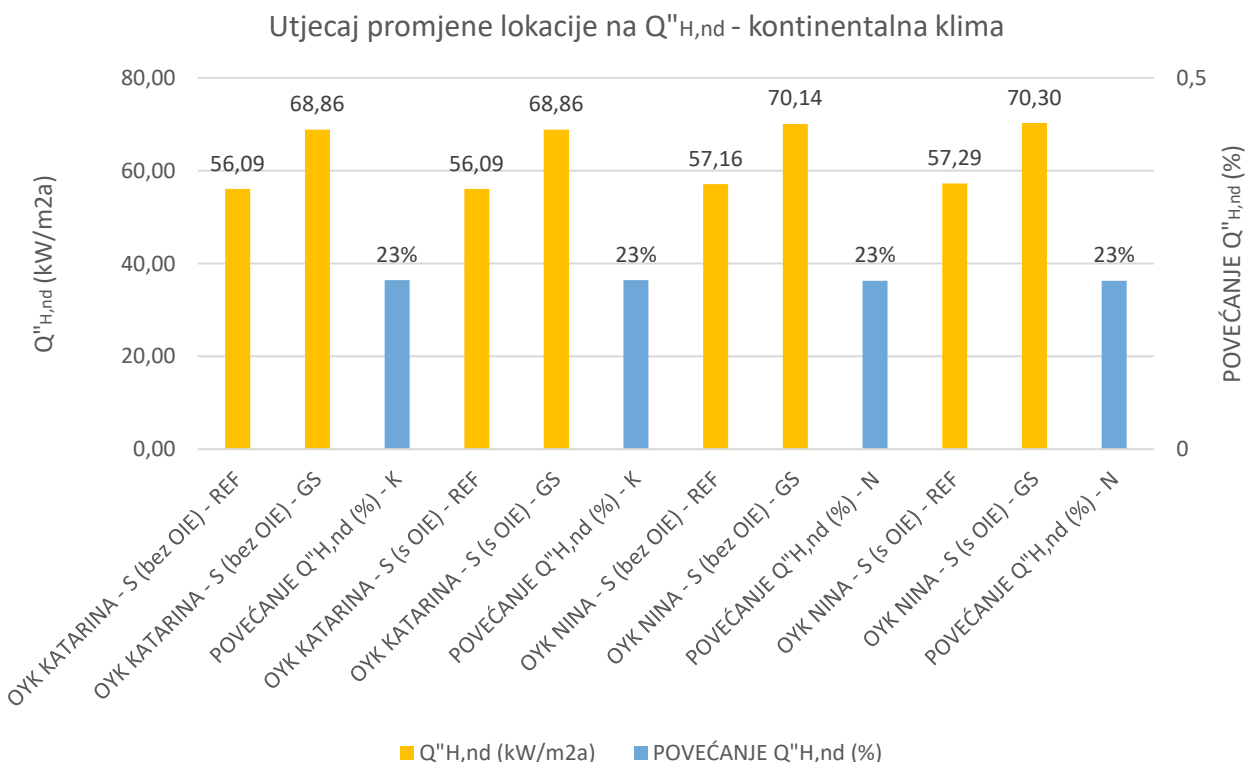
Utjecaj orijentacije glavnih boravišnih dijelova kuća (u analiziranim kućama dnevnog boravka), vidljiv je na prikazima Graf 15 i Graf 16. Jasno je vidljivo da razlika orijentacije čini i razliku u energetskom razredu zgrade po $Q^{H,nd}$, pa za sjevernu orijentaciju imamo A, dok za južnu orijentaciju imamo A+ energetski razred po specifičnoj godišnjoj potrebnoj toplini za grijanje - $Q^{H,nd}$ (smanjenje/ušteda je veća od 36% za povoljniju – južnu orijentaciju).

Iz analize utjecaja orijentacije na specifičnu godišnju primarnu energiju (E_{prim} - Graf 15) možemo primjetiti, da sjeverna, najnepovoljnija orijentacija nema granične vrijednosti u smislu zadovoljenja specifične godišnje primarne energije za nZEB standard gradnje ($E_{prim,nZEB} \leq 35,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) kakav je slučaj kod kontinentalne klime te možemo zaključiti da gradnja Ytong sustavom u primorskoj klimi ima manja ograničenja s obzirom na orijentaciju.

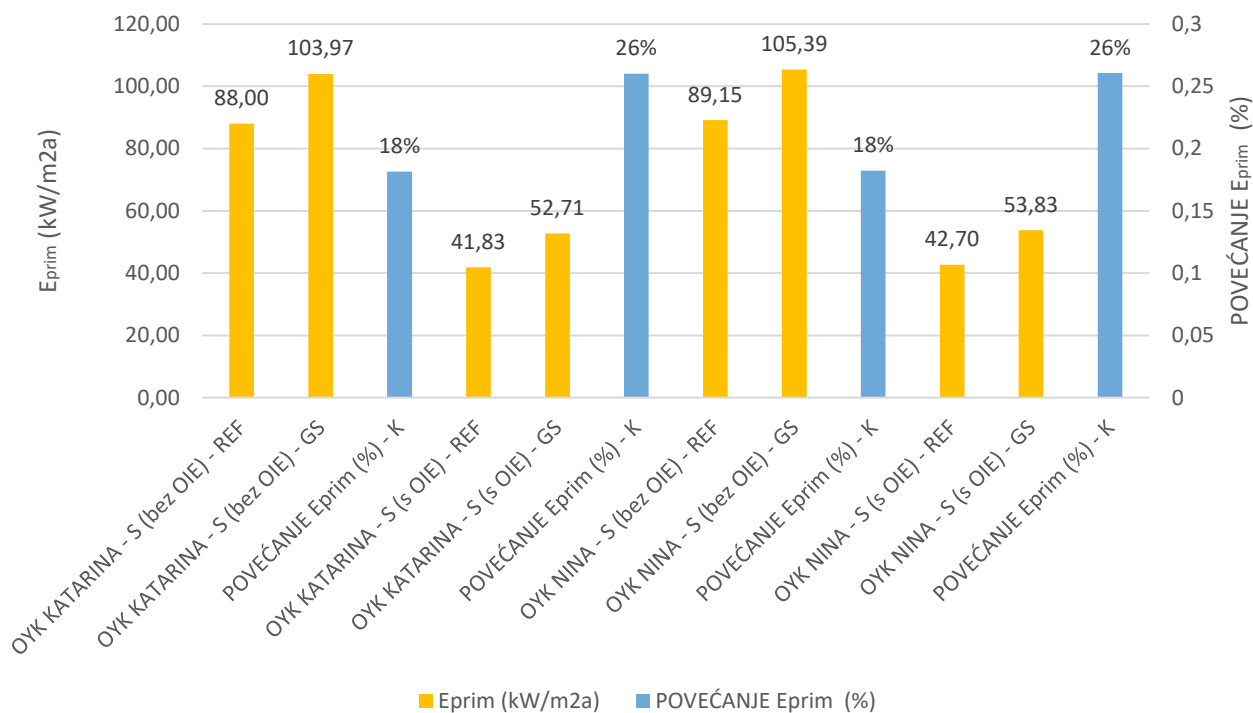
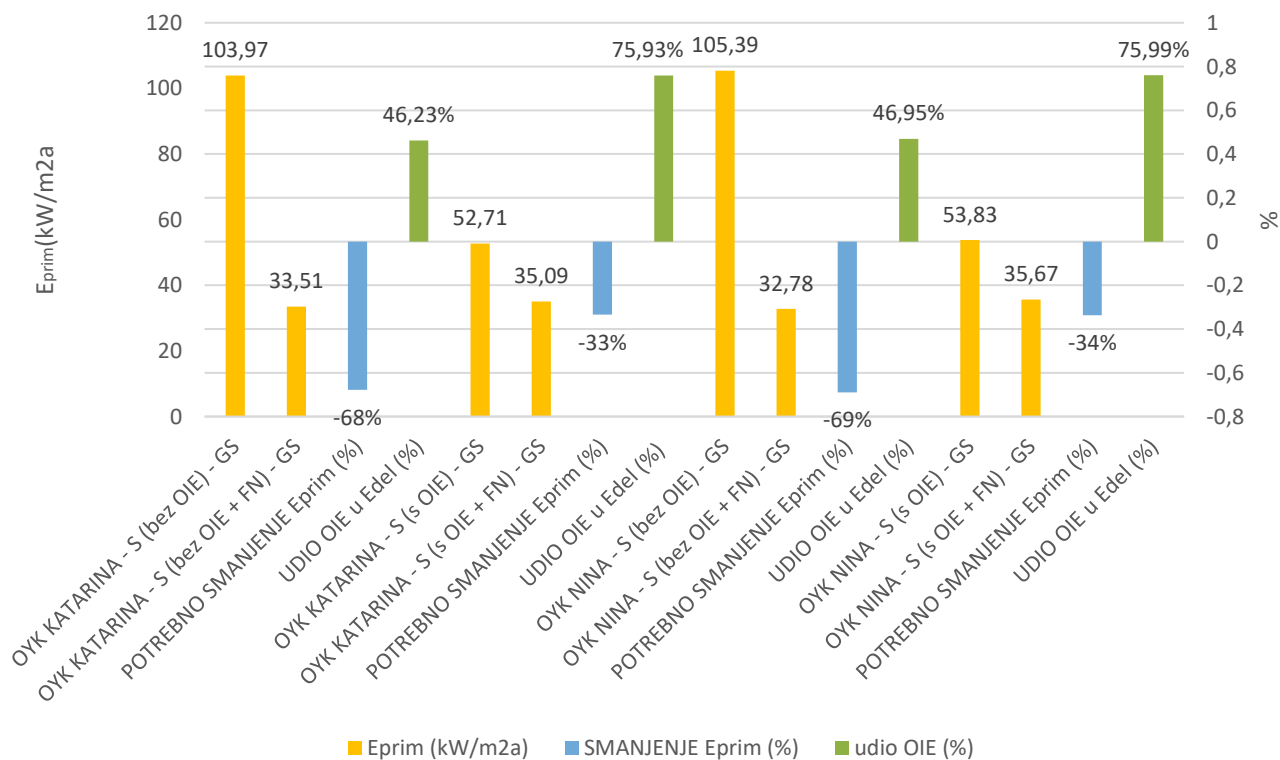
2.3.2. MODELI BEZ SUSTAVA SA OIE I MODELI SA SUSTAVIMA S OIE NEPOVOLJNE ORIJENTACIJE I LOKACIJE KONTINENTALNA KLIMA (GOSPIĆ)

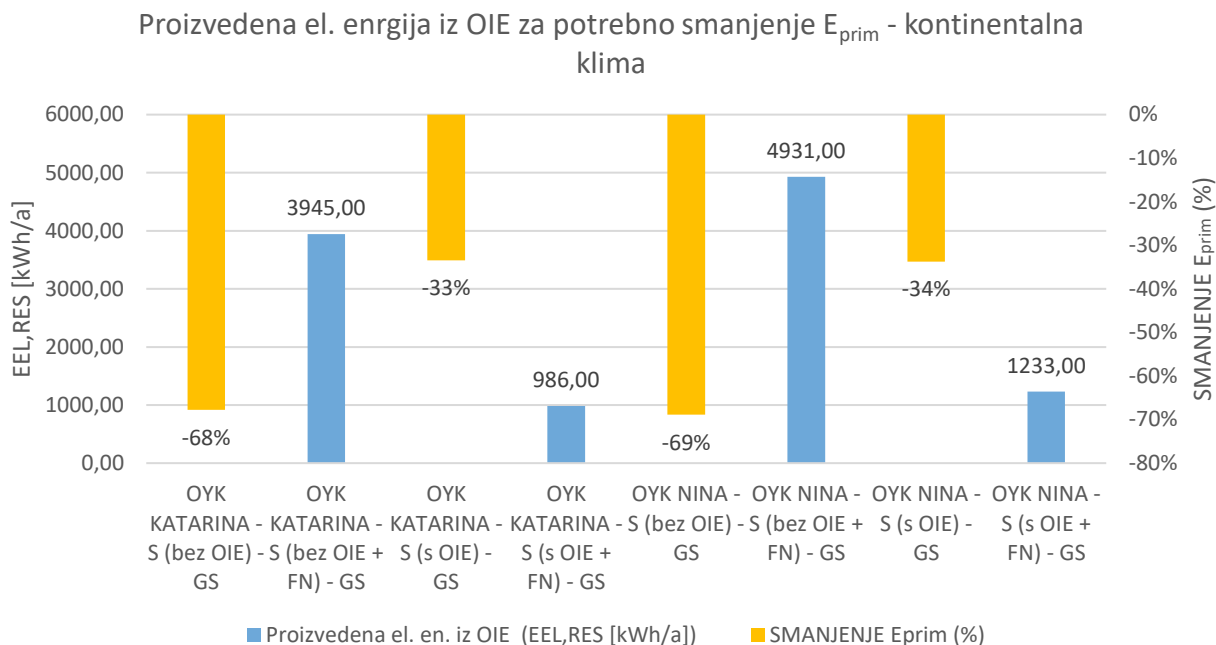
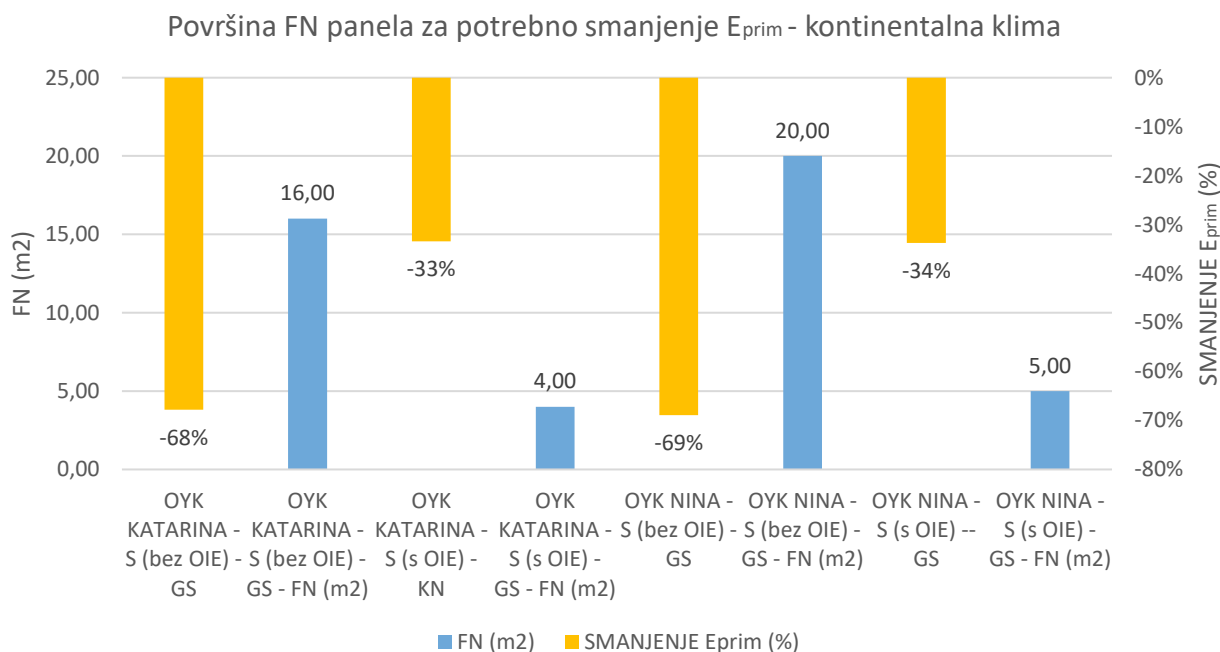


Graf 17 - Energetska svojstva modela bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije - kontinentalna klima



Graf 18 - Utjecaj promjene lokacije na Q''H,nd - kontinentalna klima

Utjecaj promjene lokacije na E_{prim} - kontinentalna klimaGraf 19 - Utjecaj promjene lokacije na E_{prim} - kontinentalna klimaPotrebno smanjenje E_{prim} za zadovoljenje nZEB kriterija za modele bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije - kontinentalna klimaGraf 20 - Potrebno smanjenje E_{prim} za zadovoljenje nZEB kriterija - kontinentalna klima

Graf 21 - Proizvedena el. energija iz OIE za potrebno smanjenje E_{prim} - kontinentalna klimaGraf 22 - Površina FN panela za potrebno smanjenje E_{prim} - kontinentalna klima

Na prikazu Graf 17 možemo vidjeti energetska svojstva modela bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije za kontinentalnu klimu. Na grafu je vidljivo da nepovoljna kontinentalna lokacija (Gospić – GS) znatno povećava specifičnu godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje ($Q_{H,nd}^*$) i specifičnu godišnju primarnu energiju (E_{prim}) u odnosu na referentnu kontinentalnu klimu (Zagreb. Maksimir – REF). Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje ($Q_{H,nd}^*$) povećava se za 23% (Graf 18), dok je povećanje specifične godišnje primarne energije (Graf 19), u ovisnosti od sustava grijanje i pripreme PTV-a, 18% do 26%.

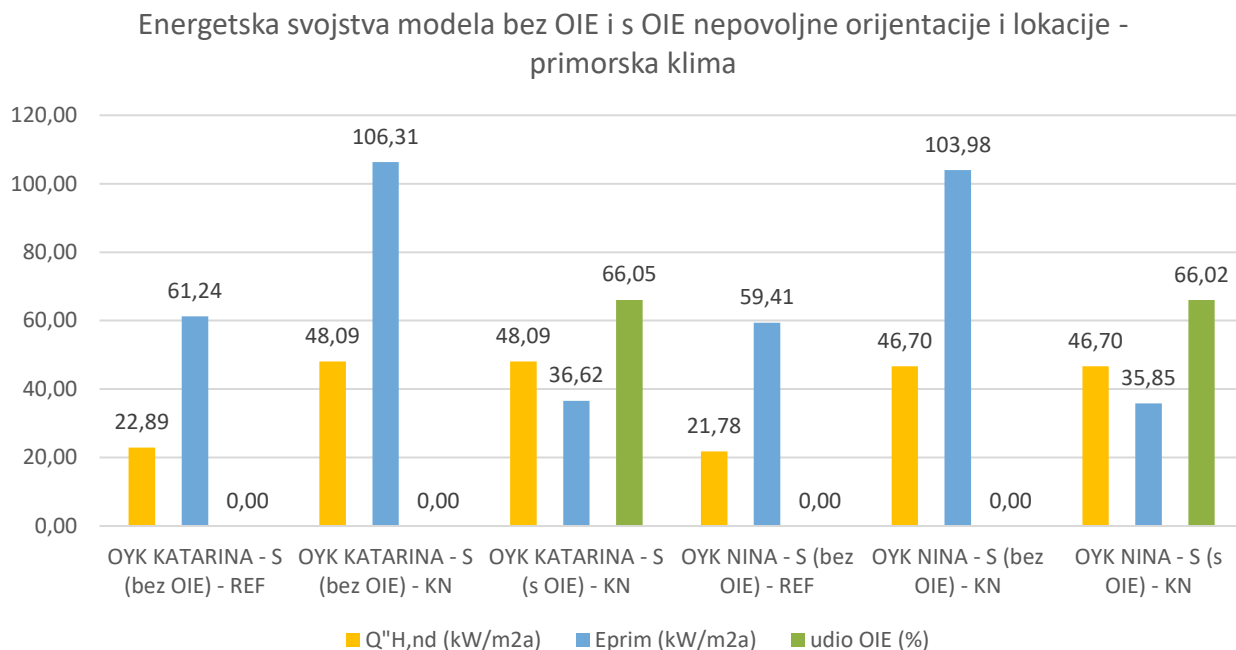
Bitno je primjetiti da svi proračunski modeli nepovoljne orijentacije i lokacije te sustava grijanja i pripreme PTV-a imaju višu specifičnu godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje ($Q_{H,nd}^*$) od Tehnički propisom (TPRUETZZ) dozvoljene (vidljivo u Iskaznicama energetske svojstva zgrade i proračunima na poveznici Ytonga).

Kako bi se ispunili zahtjevi za nZEB standard gradnje u analiziranim modelima, moramo smanjiti E_{prim} za najmanje 20% ispod maksimalno dozvoljene E_{prim} prema Tehničkom propisu, koji za kontinentalnu klimu i obiteljske kuće iznosi $E_{prim,nZEB} \leq 45 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (Članak 9. stavak 8., TPRUETZZ).

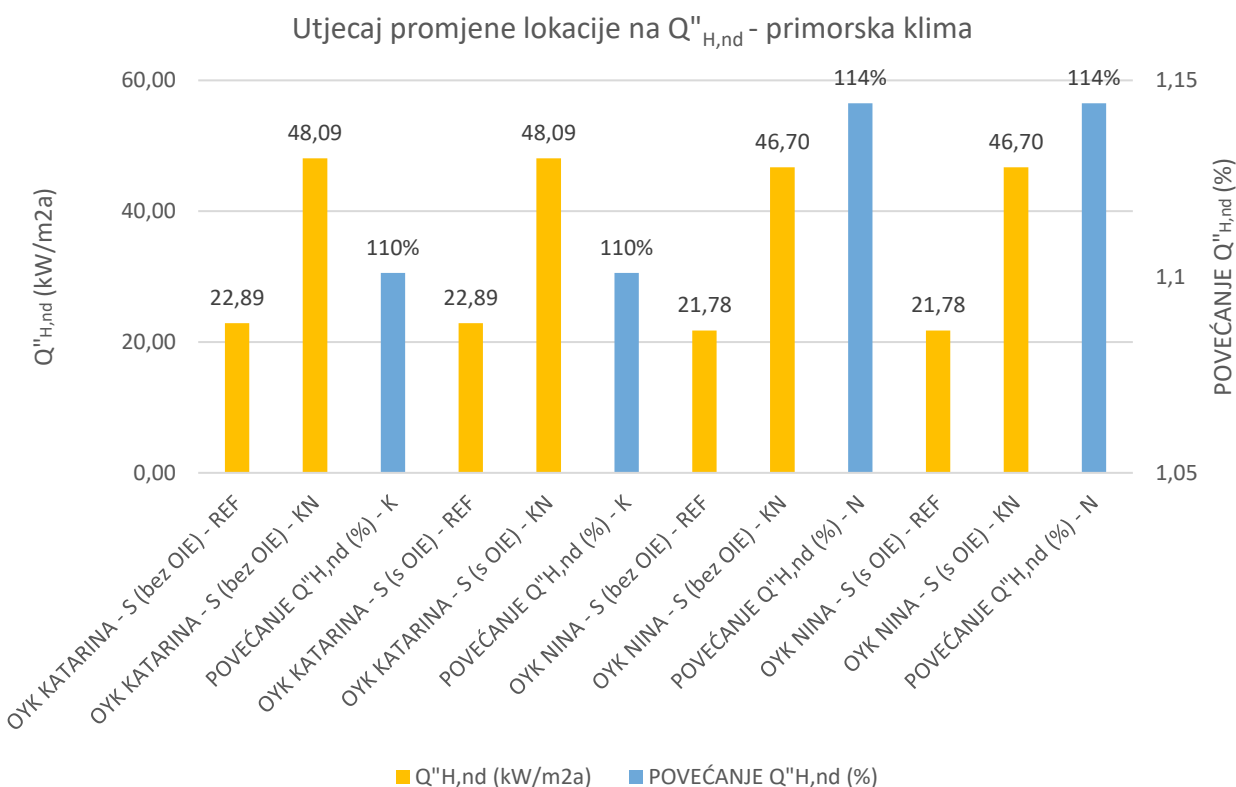
Za ispunjavanje navedenog zahtjeva za $E_{\text{prim}} \geq 20\%$ niži od maksimalno dozvoljenog Tehničkim propisom ($E_{\text{prim}} \leq 36 \text{ kWh/m}^2\text{a}$), potrebno je u analiziranim modelima smanjiti E_{prim} za 33% - 69% (Graf 20). Kod analiziranih modela u ovoj studiji znači da treba proizvesti FN panelima godišnje od 986 do 4931 kWh/a električne energije (Graf 21), odnosno postaviti cca 4 - 20 m² FN panela (Graf 22) na krovne plohe južnih orijentacija. Navedenim pristupom, osim smanjenja E_{prim} , kod modela sa drugim tehničkim sustavima koji ne koriste OIE, ostvarujemo udio OIE od najmanje 30 % u godišnjoj isporučene energiji za rad tehničkih sustava u zgradi (Članak 42. stavak 2., TPRUETZZ).

Iz ranije analize utjecaja orijentacije na $Q_{\text{H,nd}}$ i E_{prim} (Graf 9 i Graf 10), možemo primjetiti da bi južna orijentacija kod modela koji koriste sustave s OIE stvorila mogućnost da se zadovoljenje $E_{\text{prim, nZEB}} \leq 45 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ pokuša riješiti sa solarnim panelima za pripremu PTV-a i/ili dizalicama topline veće učinkovitosti ili nekim drugim sličnim sustavima, ukoliko se predloženi FN paneli (elektrana) u specifičnom projektu pokažu nepovoljnim izborom (npr. kod kuća koje se povremeno koriste).

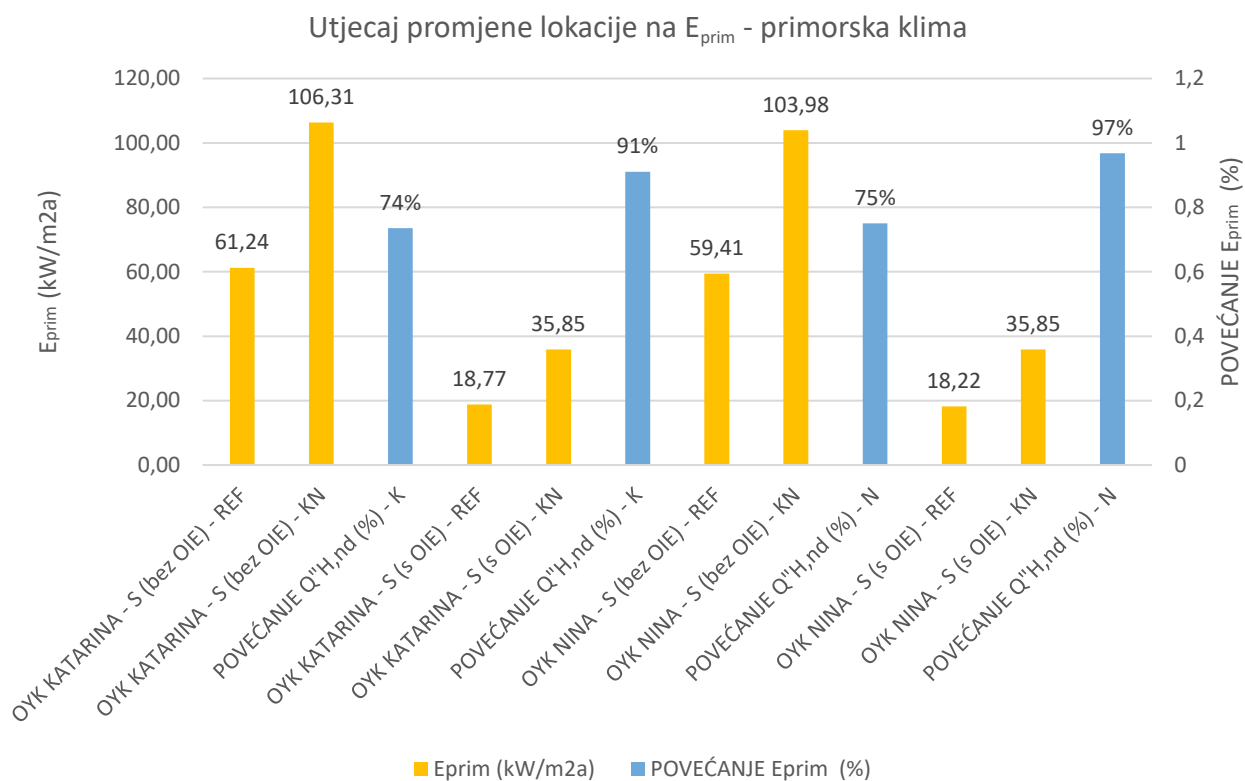
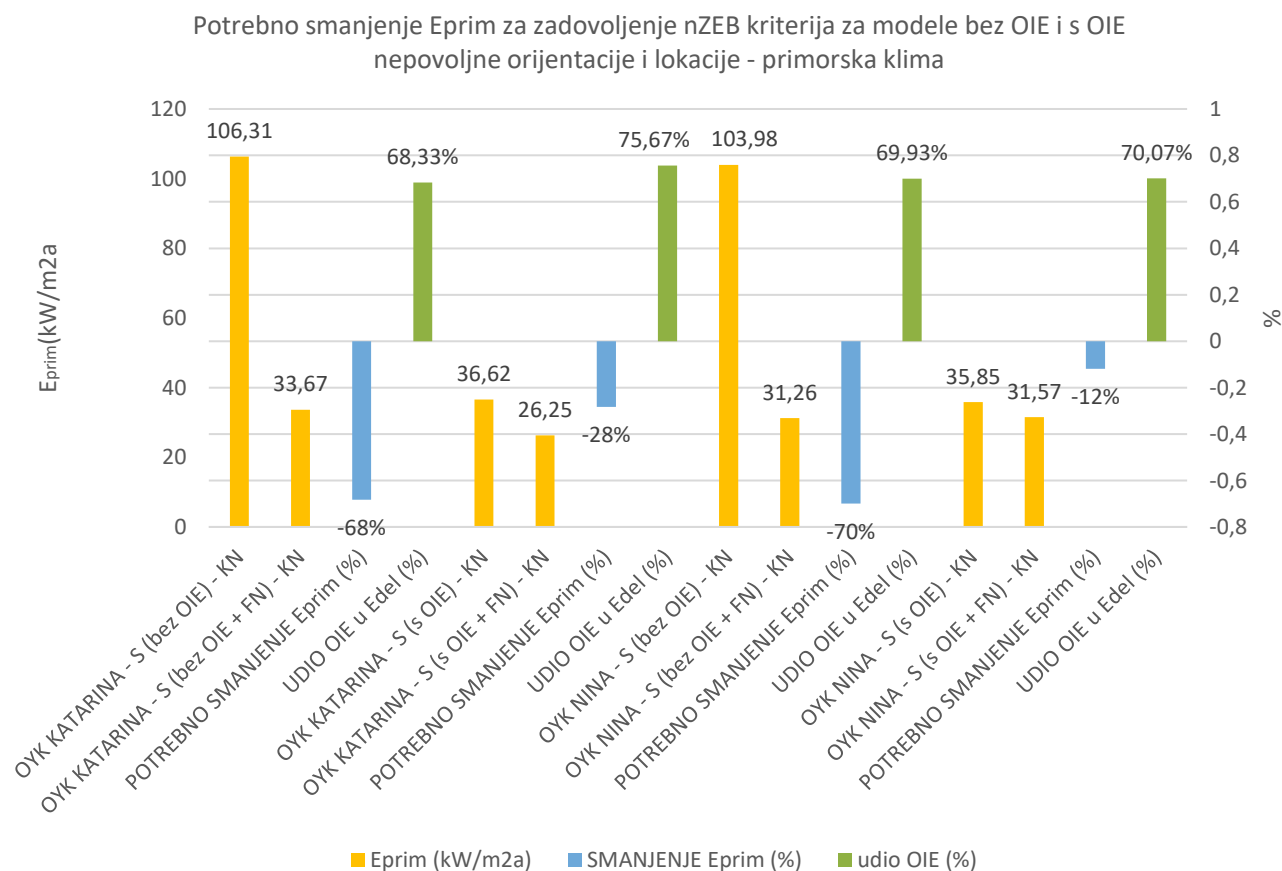
PRIMORSKA KLIMA (KNIN)

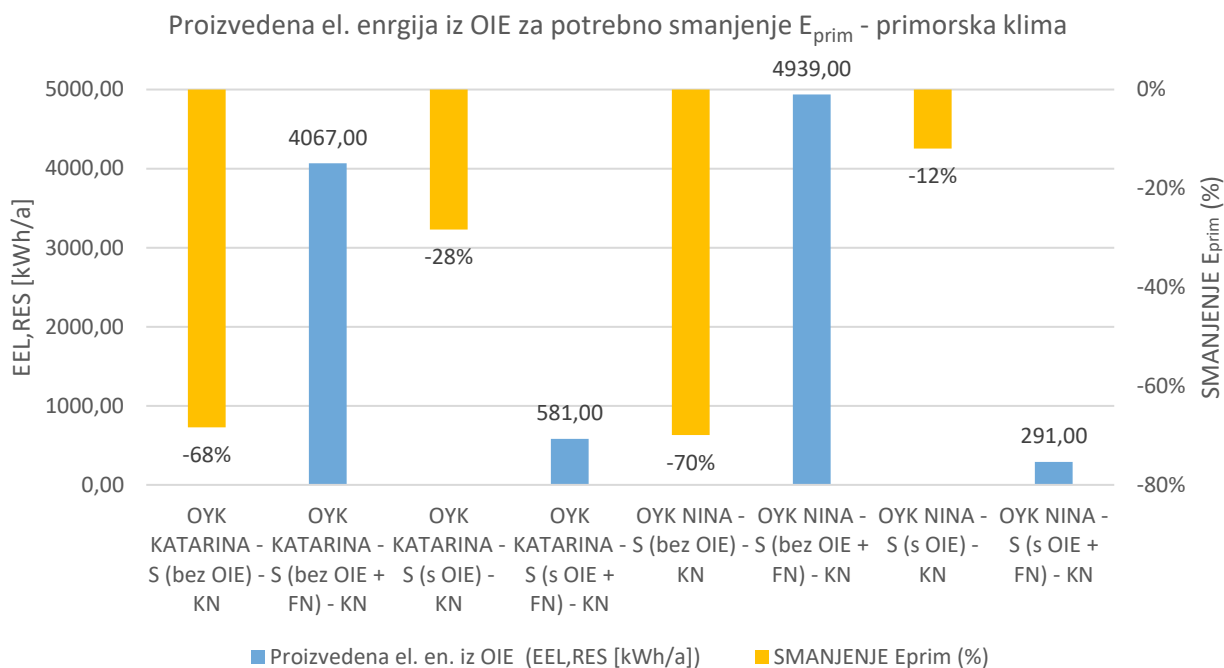
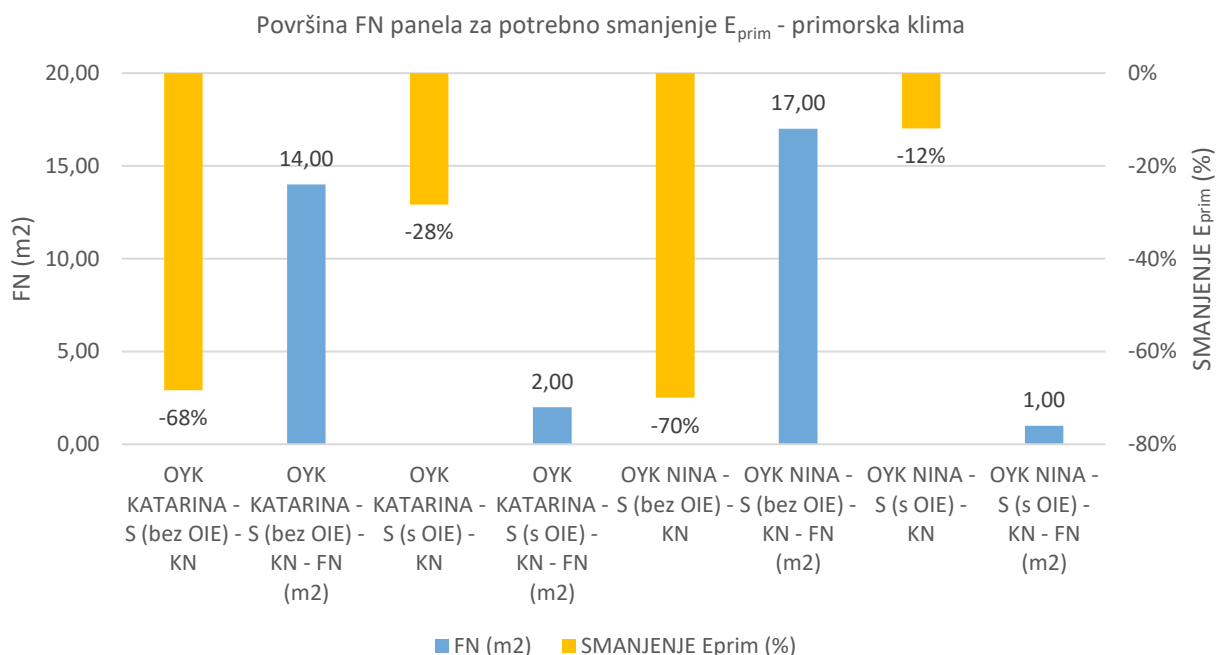


Graf 23 - Energetska svojstva modela bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije - primorska klima



Graf 24 - Utjecaj promjene lokacije na $Q''_{H,nd}$ - primorska klima

Graf 25 - Utjecaj promjene lokacije na E_{prim} - primorska klimaGraf 26 - Potrebno smanjenje E_{prim} za zadovoljenje nZEB kriterija za modele bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije - primorska klima

Graf 27 - Proizvedena el. enrgija iz OIE za potrebno smanjenje E_{prim} - primorska klimaGraf 28 - Površina FN panela za potrebno smanjenje E_{prim} - primorska klima

Na prikazu Graf 23 možemo vidjeti energetska svojstva modela bez OIE i s OIE nepovoljne orijentacije i lokacije za primorsku klimu. Na grafu je vidljivo da nepovoljna primorska lokacija (Knin – KN) znatno povećava specifičnu godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje ($Q_{H,nd}^*$) i specifičnu godišnju primarnu energiju (E_{prim}) u odnosu na referentnu primorsku klimu (Split Marjan – REF). Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje ($Q_{H,nd}^*$) povećava se 110% do 114% (Graf 24), dok je povećanje specifične godišnje primarne energije (Graf 25), u ovisnosti od sustava grijanje i pripreme PTV-a, 74% do 97%.

Bitno je primjetiti da unatoč velikom povećanju $Q_{H,nd}^*$ i E_{prim} svi proračunski modeli nepovoljne orijentacije i lokacije te sustava grijanja i pripreme PTV-a ispunjavaju zahtjev za specifičnu godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje ($Q_{H,nd}^*$) definirane Tehnički propisom (TPRUETZZ) (vidljivo u Iskaznicama energetske svojstva zgrade i proračunima [na poveznici Ytonga](#)). Navedeno znači da se, u slučaju primorske klime, zadovoljenje nZEB standarda gradnje ispunjava smanjenjem E_{prim} na razinu definiranu Tehnički propisom (TPRUETZZ) od $E_{prim,nZEB} \leq 35 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Za ispunjavanje navedenog zahtjeva, potrebno je u analiziranim modelima smanjiti E_{prim} za 12% do 70% (Graf 26). Kod analiziranih modela u ovoj studiji znači da treba godišnje proizvesti FN panelima od 291 do 4939 kWh/a električne energije (Graf 27), odnosno postaviti najmanje 1 do 17 m² FN panela (Graf 28) na krovne plohe južne orijentacije.

Iz ranije analize utjecaja orijentacije na $Q_{\text{H,nd}}$ i E_{prim} (Graf 15 i Graf 16), možemo primjetiti da bi južna orijentacija kod modela koji koriste sustave s OIE omogućila zadovoljenje $E_{\text{prim, nZEB}} \leq 35 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ i bez dodatnih (termo)tehničkih sustava koji koriste OIE u cilju smanjenja E_{prim} . Naravno, kod modela sa sustavima bez korištenja OIE, ostvarenje udjela OIE od najmanje 30 % u godišnjoj isporučene energiji za rad tehničkih sustava u zgradi (Članak 42. stavak 2., TPRUETZZ) bi se trebao realizirati nekim drugim/dodatni (termo)tehničkim sustavima.

2.4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE TOPLINSKE ZAŠTITE I ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZGRADE YTONG SUSTAVA GRADNJE

Projektna proračunska analiza toplinske zaštite zgrade izrađena je na osnovu važećih propisa, te ih se je izvođač dužan pridržavati pri izvedbi. U slučaju promjene vrste materijala ili konstrukcije, nova konstrukcija ili materijal ne smije imati nepovoljnije karakteristike od karakteristika utvrđenih ovom analizom. Izvođač je dužan pribaviti certifikate ili izjave o sukladnosti za sve upotrijebljene materijale. U slučaju potrebe zamjene bilo kojeg predviđenog materijala nekim drugim treba tražiti, uz potrebne certifikate, isprave o sukladnosti ili tehnička dopuštenja, suglasnost projektanta i proračun jednakovrijednosti (ili bolje vrijednosti) zamjenskih građevnih dijelova i/ili materijala u odnosu na one koji su predviđeni glavnim projektom zgrade u pogledu potrebnih i proračunski zadovoljenih kriterija.

Sve krovne obloge i pokrove treba izvesti u skladu s pravilima struke za izvedbu, mehaničku zaštitu i učvršćenje završnih krovnih obloga i hidroizolacija u vrlo vjetrovitim područjima.

Kod krovnih konstrukcija (ravni i kosi krov) u sustavu polumontažnog **YTONG bijelog stropa**, koji je sastavljen od montažnih armiranobetonskih gredica, na koje se oslanjaju **YTONG stropni blokovi**, nužna je izvedba dodatne toplinske izolacija sa vanjske (gornje) strane konstrukcije zbog prisutnih toplinskih mostova na pozicijama armiranobetonskih gredica. Kako se istaci (balkoni, lođe i sl. konzole) izvode u istom sustavu **YTONG bijelog stropa** potrebno je iste izolirati s ETICS fasadnim sustavima koristeći isključivo komponente iz ispitivanog certificiranog ETICS sustava u pogledu građevinskog ljepila, podložnih žbuka, mrežica za armiranje, prednamaza i završnih žbuka te fasadnih ploča toplinske izolacije za ETICS sustave, kao i sve pričvrstnice i ostalu potrebne galanterije na način i u skladu sa zahtjevima proizvođača sustava, primjerenih za učvršćenje na porobetonske blokove.

Kod zidanja s lakim porobetonskim blokovima koji ujedno imaju i toplinskoizolacijska svojstva, svi detalji ojačanja konstrukcije (izvedbe horizontalnih i vertikalnih serklaža i sl.) i / ili izvedba greda i nadvoja kao elementata vanjske ovojnice zgrade, moraju biti u skladu s uputama (tipskim rješenjima) **YTONG sustava gradnje**. Zidanja i žbukanja takvih zidova i završna fasadna obloga (žbuka, ukoliko se ne predviđaju dodatne toplinskoizolacijske ploče od drugog materijala), trebaju biti u sustavu i u skladu sa preporukama **YTONG sustava gradnje**.

Klase gorivosti materijala odnosno razredi reakcije na požar materijala ili sustava obloga moraju odgovarati zahtjevima navedenima u Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15) te zahtjevima iz Elaborata / Prikaza mjera zaštite od požara u pogledu kriterija vezanih na ZPS u pogledu materijala obloga ili sastava konstrukcija.

Ostakljenja kod vanjskih ostakljenih stijena i ograda za sve vrste ostakljenih stijena, okvira stijena i ograda treba biti dimenzionirano u pogledu mehaničke otpornosti i sigurnosnih zahtjeva u skladu s Tehničkim propisom za staklene konstrukcije (NN 53/17).

Uvjeti za ugradnju otvora i provjeru zrakopropusnosti zgrade:

Izvedena zgrada mora zadovoljiti kriterije gotovo nula energetske zgrade (nZEB) za nove zgrade te je potrebno osigurati uvjete za ostvarivanje propisane niske razine zrakopropusnosti ovojnice zgrade prilikom ispitivanja zrakopropusnosti ovojnice zgrade koje je obavezno prije ishođenja uporabne dozvole za zgradu.

Pri ugradnji otvora (prozora, vrata, ostakljenih stijena) te ostalih konstruktivnih elemenata koji nisu izvedeni monolitno nego naknadnom ugradnjom, montažno ili zidanjem kao građevni dijelovi u ovojnici grijanog dijela zgrade, radi izloženosti zgrade infiltracijskim gubicima topline i zahtjeva za niskom potrošnjom energije uslijed infiltracije, potrebno je osigurati visoku razinu brtvljena kod otvora na pozicijama spojeva krila i okvira kao i okvira i građevinskog otvora, te kod reški između pojedinih građevnih dijelova zgrade ili između elemenata zidanja ili između montažnih elemenata i svim njihovih spojeva s obodnim građevnim dijelovima u ovojnici grijanog dijela zgrade.

Iste uvjete snižene zrakopropusnosti treba osigurati ugradnjom odgovarajućih trajnoelastičnih brtvenih materijala, ispuna, folija ili slično na svim pozicijama prodorima svih vrsta instalacija, uključivo i elektro instalacije i proturne cijevi, kroz ovojnicu grijanog dijela zgrade.

Kod ugradnje otvora sve je potrebno izvesti u skladu s principima RAL ugradnje propisanim i u Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15), članak 26. stavak 4. za sprječavanja infiltracijskih ventilacijskih gubitaka topline i građevinskih šteta uslijed kondenzacije na spojnica ostakljenih stijena i vrata i građevinskog otvora: spojnica između punih građevnih dijelova ovojnice zgrade i otvora ili drugih prozirnih elemenata (prozori, vrata, ostakljene stijene, nadsvjetla i slično) moraju biti izvedene na razini minimalne tehnički ostvarive zrakopropusnosti, uz istovremeno sprječavanje pojave građevinskih šteta zbog unutrašnje kondenzacije (uslijed neadekvatne primjene brtvenih materijala ili folija niske paropropusnosti) i sprječavanje površinske kondenzacije na unutrašnjim stranama spojnica (uslijed nedovoljne razine, pozicije ili nepostojanja toplinske izolacije na spojnica). Isti uvjeti vrijede kod ugradnje otvora direktno u zidarski otvor i kod ugradnje na slijepe doprozornike.

Za provjeru kvalitete ugradnje, potrebno je prije zatvaranja unutrašnje obloge zidova, podova i stropova ili žbukanja ovakvih spojnica iznutra (u visokoj roh-bau fazi gradnje, dok su sanacije povišene zrakopropusnosti lako dostupne izvedive bez velikih troškova) izvesti provjeru postizanja propisane snižene razine zrakopropusnosti zgrade „blower door“ testiranjem zrakopropusnosti ovojnice zgrade. Sve eventualno potrebne naknadne radove i materijale za sanaciju previsoke zrakopropusnosti radi podbacivanja rezultata početnog ispitivanja, potrebna ispitivanja za detektiranje pozicija potrebne sanacije, potrebne radove na otvaranjima i zatvaranjima konstrukcija i obloga koji se eventualno moraju izvesti prije i nakon sanacije, posredne financijske štete radi produljenja rokova izvedbe zgrade te ponovno ispitivanja zrakopropusnosti su odgovornost i trošak glavnog izvođača radova i nadzorne službe, o čemu nadzor i glavni izvođač trebaju dati pisanu izjavu prije bilo kakvih ugovaranja izvođenja radova i nadzora na gradnji za sve struke. Uvjeti osiguranja snižene

zrakopropusnosti ovojnice zgrade moraju biti navedeni u svim općim uvjetima građevinskih, završnih i svih vrsta instalaterskih radova koji mogu rezultirati povećanom zrakopropusnosti zgrade radi reški ili proboja kroz ovojnicu i njihovih potrebnih brtvljenja.

Materijali i radovi potrebni za osiguranje snižene zrakopropusnosti, kao i način zaštite izvedenih brtvljenja i radovi potrebni za provjeru zrakopropusnosti i eventualnu sanaciju zrakopropusnosti moraju biti navedeni u odgovarajućim troškovničkim stavkama svih građevinskih, obrtničkih i instalaterskih radova koji mogu biti uzrokom povišene zrakopropusnosti ovojnice grijanog dijela zgrade.

Svi podizvođači dužni su potpisati izjavu o upoznatosti s općim uvjetima iz troškovnika vezanima za sniženu zrakopropusnost i financijsku odgovornost i obavezu sanacije za sve eventualno potrebne radnje, neposredne i posredne štete uzrokovane podbacivanjem rezultata ispitivanja zrakopropusnosti uzrokovana kvalitetom izvedbe njihovih radova ili oštećenjem tuđih izvedenih radova.

Otvori (prozori, vrata, ostakljene stijene) moraju biti ugrađeni u građevinske konstrukcije zgrade i zidarske otvore, a spojnice između građevnih dijelova zgrade i prodori instalacija izvedena na taj način da se osigura smanjena zrakopropusnost otvora i spojnica pri blower door testiranju manja od $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$ kod dijelova grijanog volumena zgrade izvedenih s prirodnom ventilacijom i manja od $n_{50} = 1,50 \text{ h}^{-1}$ kod dijelova grijanog volumena zgrade izvedenih s mehaničkom ventilacijom te da otvori budu ugrađeni po RAL principima ugradnje, a svi prodori instalacija kroz ovojnicu i sve spojnice građevnih dijelova u ovojnici grijanog ili hlađenog dijela zgrade budu trajnoelastično zabrtvljeni odgovarajućim brtvenim materijalima.

UVJETI ZA UGRADNJU OTVORA I PROVJERU ZRAKOPROPUSNOSTI ZGRADE – DETALJNI PREGLED UVJETA

Pri ugradnji otvora (prozora, vrata, ostakljenih stijena) **te ostalih građevnih dijelova zgrade** i elemenata koji nisu izvedeni monolitno nego naknadnom ugradnjom, montažno ili zidanjem, kao građevni dijelovi u ovojnici grijanog dijela zgrade, radi izloženosti zgrade infiltracijskim gubicima topline i zahtjeva za niskom potrošnjom energije uslijed infiltracije, potrebno je osigurati visoku razinu brtvljenja kod otvora na pozicijama spojeva krila i okvira kao i okvira i građevinskog otvora, te kod svih reški između pojedinih građevnih dijelova zgrade ili elemenata zidanja ili montažnih elemenata u ovojnici grijanog ili hlađenog dijela zgrade.

Kod ugradnje otvora sve radove je potrebno izvesti u skladu s principima RAL ugradnje propisanim i u Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15), članak 26. stavak 4. za sprječavanje infiltracijskih ventilacijskih gubitaka topline i građevinskih šteta uslijed kondenzacije na spojnica ostakljenih stijena i vrata i građevinskog otvora:

„...spojnice između punih građevnih dijelova ovojnice zgrade i otvora ili drugih prozirnih elemenata (prozori, vrata, ostakljene stijene, nadsvjetla i slično) moraju biti izvedene na razini minimalne tehnički ostvarive zrakopropusnosti, uz istovremeno sprječavanje pojave građevinskih šteta zbog unutrašnje kondenzacije (uslijed neadekvatne primjene brtvenih materijala ili folija niske paropropusnosti) i sprječavanje površinske kondenzacije na unutrašnjim stranama spojnica (uslijed nedovoljne razine, pozicije ili nepostojanja toplinske izolacije na spojnica). Isti uvjeti vrijede kod ugradnje otvora direktno u zidarski otvor i kod ugradnje na slijepe doprozornike.“

Otvori (prozori, vrata, ostakljene stijene) moraju biti ugrađeni u građevinske konstrukcije zgrade i zidarske otvore, a spojnice između građevnih dijelova zgrade izvedena na taj način da se osigura smanjena zrakopropusnost otvora i spojnica pri „blower door“ testiranju manja od $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$ (kod dijelova volumena grijanog dijela zgrade izvedenih s prirodnom ventilacijom) i manja od $n_{50} = 1,50 \text{ h}^{-1}$ kod dijelova volumena grijanog dijela zgrade izvedenih s mehaničkom ventilacijom te da otvori budu ugrađeni po RAL principima ugradnje, a svi prodori instalacija kroz ovojnicu i sve spojnice građevnih dijelova u ovojnici grijanog ili hlađenog dijela zgrade budu **trajnoelastično** zabrtvljeni za to odgovarajućim brtvenim materijalima.

UVJETI ZA TROŠKOVNIKE

Uvjeti osiguranja snižene zrakopropusnosti ovojnice zgrade moraju biti navedeni u svim općim uvjetima troškovnika grubih građevinskih, završnih građevinskih radova, kao i u troškovnicima svih vrsta instalaterskih radova koji mogu rezultirati povećanom zrakopropusnosti zgrade radi reški ili proboja kroz ovojnicu i njihovih potrebnih brtvljenja. Potrebni materijali i rad za izvedbu brtvljenja trebaju biti navedeni u stavkama u troškovnicima radova građevinskih i pojedinih instalaterskih struka. Obaveza provjere zrakopropusnosti testiranjem od stane za to akreditirane tvrtke treba biti navedena u troškovniku građevinskih radova, uključivo uz blower door test i detekciju pozicija koje treba sanirati (termografijom ili dimom).

UVJETI ZA IZVOĐAČE I NADZOR

Nadzorni inženjer, investitor, glavni izvođač i svi podizvođači moraju biti upoznati s time da izvedena zgrada mora biti niske razine zrakopropusnosti, definirane glavnim projektom zgrade. Prije davanja ponuda i uvođenja u radove svi navedeni sudionici u gradnji moraju potpisati izjavu o upoznatosti s uvjetima, materijalima i radovima potrebnima za izvedbu i osiguranje snižene razne zrakopropusnosti ovojnice grijanog (i hlađenog) dijela zgrade tijekom izvedbe i na gotovoj zgradi, kao i uvjete obaveze neoštećivanja prethodno izvedenih radova koji utječu na razinu zrakopropusnosti ovojnice zgrade i obavještanja u slučaju kada se takva oštećenja dogode namjerno ili nenamjerno.

Koraci za osiguranje zrakotijesne zgrade trebaju biti provedeni unaprijed i tijekom izvedbe zgrade od strane projektanta i investitora:

1. Dostaviti jasne i sveobuhvatni detalji izvedbenog projekta kojima se osigurava zrakotijesnost glavnom izvođaču i nadzornom inženjeru
2. Dostaviti jasne i sveobuhvatne troškovničke stavke i opći uvjeti za potrebne materijale i radove kojima se osigurava zrakotijesnost izvedenih radova i neoštećivanje tuđih radova s kojima se utiče na zrakotijesnost nadzornom inženjeru, glavnom izvođaču i svim podizvođačima radova na zgradi

3. Obavijestiti sve nadzorne inženjere, izvođača i podizvođače, na samom početku ugovaranja i izvedbe, da zgrada mora postići nisku razinu zrakopropusnosti i da će biti ispitana blower door testiranjem
4. Postaviti znak GRADILIŠTE ZRAKOTJESNE ZGRADE na svim ulaznim pozicijama u zgradu ili gradilište kao podsjetnik svim izvođačima da zgrada mora biti izvedena s niskom razinom zrakopropusnosti te da zbog toga slojevi kojima se osigurava zrakotijesnost ovojnice zgrade ne smiju biti oštećeni njihovim radovima. Ako se otkriju ili izvedu bilo kakvi rezanja, bušenja ili drugi prodori kroz zrakotijesne slojeve ovojnice zgrade, o tome trebaju biti obaviješteni nadzorni inženjeri i glavni izvođač, a uočena oštećenja trebaju biti popravljena (pogledati slike na kraju teksta)
5. Evidentirati sve prodore instalacija kroz zrakotijesnu ovojnicu zgrade (vodovodne, kanalizacijske, elektro, ventilacijske, grijanja, hlađenja, solarni sustavi i svi ostali kablovi, cijevi ili kanali) na početku izgradnje zgrade. Često neplanirani prodori instalacija, izmjene i dodatne instalacije u zadnji čas ili tijekom izvedbe (solarni sustavi, kabelska/telefonska mreža itd.) mogu narušiti zrakotijesnost zgrade i do 20% - što može činiti razliku između zadovoljenja zahtjeva potrebnih za sniženu zrakopropusnost definiranu propisima i glavnim projektom zgrade ili nezadovoljenja uvjeta za pozitivan tehnički pregled i ishođenje uporabne dozvole zgrade
6. Nadzorni inženjeri (ili druge za to određene osobe s ovlastima, npr. predradnici i voditelji gradilišta) trebaju biti odgovorne za održavanje zrakotijesne ovojnice zgrade i trebaju biti JEDINE OSOBE ovlaštene za odobravanje bilo kakvih prodora (prorezivanje, bušenje, klamanje, nitanje, spaljivanje plamenikom i drugo) kroz folije, OSB ploče ili šperploče za zrakotijesnost, samoljepljive folije za preljepljivanje spojeva ovakvih folija ili ploča, kroz folije ili druge elemente za RAL ugradnju otvora, kao i kroz žbuke ili gipskartonske obloge izvedene na zidovima s puno reški (zidovi izvedeni zidanjem ili montažno - često je problem da sudarne reške između elemenata za zidanje zidova nisu potpuno popunjene mortom i zid je visoko zrakopropusan)
7. Vizualno provjeravati interijer i / ili eksterijer zrakotijesne ovojnice zgrade tijekom napredovanja izvedbe zgrade u svim fazama - sva vidljiva oštećenja zrakotijesnih slojeva prijaviti i popraviti dok su dostupni
8. Prevedite znak za zrakotijesnu zgradu i tekstualnu dokumentaciju na druge jezike, ukoliko su radnici izvođača ili podizvođači stranci (pogledati slike na kraju teksta)

S ovih mjerama, biti će manje neugodnih iznenađenja prilikom provođenja blower door testiranja i više uspjeha u postizanju ciljane snižene zrakopropusnosti zgrade.

UVJETI ZA PRAVOVREMENU PROVJERU ZRAKOTIJESNOSTI

Za provjeru kvalitete ugradnje, **potrebno je prije zatvaranja unutrašnje obloge zidova, podova i stropova ili žbukanja** ovakvih spojnica iznutra (u visokoj roh-bau fazi gradnje) izvesti provjeru postizanja propisane snižene razne zrakopropusnosti zgrade „blower door“ testiranjem zrakopropusnosti ovojnice zgrade (izuzetak su zidani zidovi, kod zidanih zidova izvesti žbukanje zidova iznutra, osim možda preko pozicija otvora, koji moraju biti riješeni RAL principima ugradnje).

ODGOVORNOST ZA PODBACIVANJE REZULTATA ZRAKOTIJESNOSTI I POSREDNE ŠTETE

Sve eventualno potrebne naknadne radove i materijale za sanaciju previsoke zrakopropusnosti radi podbacivanja rezultata početnog ispitivanja zrakopropusnosti, potrebna ispitivanja za detektiranje pozicija potrebne sanacije (termografija ili drugo), potrebne radove na otvaranjima i zatvaranjima konstrukcija i obloga koja se eventualno moraju izvesti prije sanacije i ponovno nakon sanacije, posredne financijske štete radi produljenja rokova izvedbe zgrade te ponovno ispitivanja zrakopropusnosti su odgovornost i trošak glavnog izvođača radova i nadzorne službe, o čemu nadzor i glavni izvođač trebaju dati pisanu izjavu prije bilo kakvih ugovaranja izvođenja radova i nadzora na gradnji za sve struke.

Svi podizvođači dužni su potpisati izjavu o upoznatosti s općim uvjetima iz troškovnika vezanima za osiguranje snižene zrakopropusnost, financijsku odgovornost i obavezu sanacije za sve eventualno potrebne radnje, neposredne i posredne štete uzrokovane podbacivanjem rezultata ispitivanja zrakopropusnosti uzrokovana kvalitetom izvedbe njihovih radova ili oštećenjem tuđih radova.

Znakovi za gradnju „zrakotijesne zgrade“
(nemamo u RH normirani znak za gradilište,
prirediti ovakav znak minimalno na hrvatskom jeziku):



2.5. ZAKLJUČAK I SMJERNICE

Izrada ovih smjernica temeljena je na energetskej analizi dvaju tipskih projekata obiteljskih kuća **YTONG sustava gradnje**. Predmetne kuće ove analize nazivaju se **KATARINA** i **NINA**. Obje kuće su **obiteljske Ytong kuće (OYK)** sa jednom stambenom jedinicom, dvije etaže, kompaktnog volumena.

Kuće su slične kvadrature (**OYK Katarina** – 90,36 m² neto površine i **OYK Nina** – 109,61 m² neto površine) i približno istog faktora oblika (**OYK Katarina** - fo = 0,83/0,85 m⁻¹, **OYK Nina** - fo = 0,86/0,88 m⁻¹).

Za analizirane **obiteljske Ytong kuće (OYK)**, stvarne i referentne lokacije gradnje i referentne meteorološke postaje su **Zagreb Maksimir (123 mnv)** za kontinentalnu klimu i **Split Marjan (122 mnv)** za primorsku klimu, koje su ujedno referentne postaje s podacima prema kojima se izrađuju proračuni i energetske certifikati za sve zgrade u kontinentalnoj, odnosno primorskoj klimi RH.

Napravljeno je više proračuna (više od 40 modela) energetskeg svojstva zgrade i kuće su analizirane za najpovoljnije i najnepovoljnije orijentacije (otvori dnevnog boravka prema jugu - najpovoljnije ili prema sjeveru – najnepovoljnije), te dodatno za nanepovoljniju orijentaciju i najnepovoljniju meteorološku postaju primorske klime (Knin) i kontinentalne klime (Gospić).

Temeljem analize proračunskih modela (poglavlje 2.3.), **možemo zaključiti da je YTONG sustav gradnje primjeren za implementaciju nZEB standarda gradnje** uz uvjet primjene **termotehničkih sustava sa obnovljivim izvorima energije (OIE) – dizalice topline zrak - voda**.

Kod **gradnje OYK u kontinentalnoj klimi, treba izbjegavati sjevernu orijentaciju glavnih boravišnih prostora**, zbog graničnih vrijednosti specifične godišnje primarne energije, gdje možemo očekivati kod većih razlika u lokacijskim uvjetima gradnje (npr. nadmorska visina, lokalna zasjenjenja postojeće izgradnje i sl.) bitno različite i nepovoljnije (više) proračunske vrijednosti specifične godišnje primarne energije, što **rezultira nezadovoljavanjem maksimalno dozvoljenih vrijednosti specifične godišnje primarne energije nZEB standarda**.

Iz svega iznad navedenog možemo zaključiti da su osnovni proračunski / projektantski parametri koje treba slijediti:

1. primjena adekvatne debljine Ytong termoblokova i toplinskih izolacija podova i krovova ovisno o klimi te sve ostalo potrebno za izvedbu u Ytong sustavu gradnje;
2. osiguranje propisane zrakopropusnosti za nZEB standard gradnje - ugradnja otvora (RAL ugradnja) kao i ugradnja ostalih elemenata ovojnice zgrade i prodora instalacija, s razinom zrakopropusnosti ovojnice grijanog dijela zgrade $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$; površinska obrada svih zidova je nužna radi smanjenja zrakopropusnosti;
3. upotreba otvora visoke razine toplinske izolacije ostakljenja (niski Ug) s vanjskim pomičnim elementima za zaštitu od insolacije i toplinski izoliranim kutijama za rolete (kod izvedbe vanjske zaštite od sunca s roletama s kutijama integriranim u zidove);
4. proračun utjecaja toplinskih mostova na transmisijske gubitke topline potrebno je izraditi temeljem metode detaljnih proračuna toplinskih mostova iz ISO 10211 u računalnom programu za izračun metodom konačnih elemenata, uz kontrolu potencijalne kondenzaciju na unutarnjoj površini građevnih dijelova - **ne računaju se U koeficijenti za toplinske mostove, već Ψ vrijednosti linijskih toplinskih mostova**;
5. projektirati orijentaciju zgrade s većim otvorima na jug radi povećanja zimskih pasivnih dobitaka topline od insolacije; vidljiv je značajan utjecaj orijentacije kuće u kontinentalnoj i u primorskoj klimi, naročito kod nepovoljnih lokacija (većih nadmorskih visina).
6. ukoliko su nepovoljna orijentacija i lokacija nužne, treba planirati dodatne sustave kojima bi se smanjila specifična godišnja primarna energija za zadovoljenje nZEB standarda gradnje, npr. FN panele (u ovom dokumentu prikazano), solarne panele za pripremu PTV-a (realno je očekivati da je to dovoljna dodatna mjera za primorsku klimu), sustave mehaničke ventilacije s rekuperacijom i dr;
7. upotreba termotehničkog sustava grijanja i pripreme PTV-a s povećanim učinkovitostima u zimskom periodu rada (SCOP) - dizalice topline.

2.6. PRORAČUNI RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADE

Proračuni u ovim analizama izrađeni su u skladu sa slijedećim propisima i normama s obaveznom primjenom:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- Zakon o energetske učinkovitosti (NN 127/14, 116/18, 25/20, 32/21, 41/21)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o zaštiti do požara (NN 92/10, 114/22)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis za prozore i vrata (NN 69/06)
- Tehnički propis za staklene konstrukcije (NN 53/17)
- Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada (NN 03/07)
- Tehnički propis za dimnjake u građevinama (NN 03/07)
- Pravilnik o tehničkim normativima za izvođenje završnih radova u građevinarstvu (Sl. list 21/90)
- Pravilnik o sadržaju izjave projektanta o usklađenosti glavnog, odnosno idejnog projekta s odredbama posebnih zakona i drugih propisa (NN 98/99)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19 i 65/20)
- Pravilnika o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)
- Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 88/17, 90/20, 1/21, 45/21)
- Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore (NN 6/84, 42/05, 113/06) (za radne prostore)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/20)
- HRN U.J5.600 (1987.) Toplinska tehnika u građevinarstvu: tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada
- EN ISO 9972:2015 Toplinske značajke zgrada -- Određivanje propusnosti zraka kod zgrada -- Metoda razlike tlakova

te prema svim ostalim normama za projektiranje, proračune i ispitivanje toplinske zaštite zgrada navedenima u proračunima za analizirane obiteljske Ytong kuće.

U nastavku, radi smanjenja obima dokumenta, a kao prikaz rezultata proračuna, priložene su prve dvije stranice Energetskih certifikata analiziranih modela **OYK kuća nZEB standarda gradnje**, dok su proračuni, Iskaznice energetskih svojstava zgrade dostupni na [poveznici Ytonga](#).

Proračuni, Iskaznice energetskih svojstava zgrade i Energetski certifikati za sve analizirane modele **obiteljskih Ytong kuća** dio su dokumenta **ENERGETSKI MODELI I PRORAČUNI ZA TIPSKE YTONG KUĆE nZEB STANDARDARDA GRADNJE - Smjernice za projektante**.

Proračuni i Iskaznice energetskih svojstava zgrade detaljnije pokazuju proračunske parametre i izračunate vrijednosti energetskih svojstava analiziranih obiteljskih Ytong kuća te mogu poslužiti arhitektima i drugim stručnjacima za eventualne dodatne analize.

Proračuni prikazuju energetska svojstva analiziranih kuća u „idealnim“ uvjetima te se ne mogu koristiti kao tipski projekti Racionalne uporabe energije i toplinske zaštite zgrade, već se za svaki projekt mora koristiti specifična lokacija i orijentacija kuće.

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE
 prema Prilogu A u Zakonodavnom predlošku grada Zagreba (Zagreb, 17. 11. 2019.)
 OTV Nizki / Srednjoj OE - Seti OE (izdavač - DB SEVER + FN (nZEB))

PODACI O ZGRADI
 Vrsta zgrade (prema Prilogu A) zbirna kuća poslovna zgrada objekt za javne potrebe
 Vrsta zgrade prema Zakonu o zaštiti okoliša (ZOO) općinski gradski
 Vrsta zgrade prema Zakonu o zaštiti okoliša (ZOO) općinski gradski

Stavak 1.1.3.1. u Prilogu A u Zakonodavnom predlošku grada Zagreba (Zagreb, 17. 11. 2019.)
 Vrsta zgrade prema Zakonu o zaštiti okoliša (ZOO) općinski gradski
 Vrsta zgrade prema Zakonu o zaštiti okoliša (ZOO) općinski gradski

Ukupna površina grijanog dijela zgrade A_g 208,63
 Površina (izračun) prethodna zgradi A_p 244,32
 Faktor zaštite f_{z} 0,26

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje $Q_{t,gr}$ 7,36

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE
 Uključujući "nZEB" ako zgrada zadovoljava odnose za grijanje i potrošnju toplinske energije prema vrstama izračuna (prema Prilogu A u Zakonodavnom predlošku grada Zagreba (Zagreb, 17. 11. 2019.))
 Tip zgrade (nZEB, K, A+, A, B, C, D, E, F, G) **nZEB**

Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36

ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT
 Datum izdavanja 29. 4. 2023.
 Datum isteka 17. 11. 2029.
 Broj certifikata / lista 1/1

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUKLOBIVALE U IZDAJU ENERGETSKOG CERTIFIKATA
 Dizajner / izdavač / ovlaštenik građevinski inženjer / projektant
 Navedite ime i prezime osoblja koje je bilo prisutno tijekom izdavanja certifikata / lista

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZA nZEB
 Uključujući "nZEB" ako zgrada zadovoljava odnose za grijanje i potrošnju toplinske energije prema vrstama izračuna (prema Prilogu A u Zakonodavnom predlošku grada Zagreba (Zagreb, 17. 11. 2019.))
 Tip zgrade (nZEB, K, A+, A, B, C, D, E, F, G) **nZEB**
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE
 prema Prilogu A u Zakonodavnom predlošku grada Zagreba (Zagreb, 17. 11. 2019.)
 OTV Nizki / Srednjoj OE - Seti OE (izdavač - DB SEVER + FN (nZEB))

PODACI O ZGRADI
 Vrsta zgrade (prema Prilogu A) zbirna kuća poslovna zgrada objekt za javne potrebe
 Vrsta zgrade prema Zakonu o zaštiti okoliša (ZOO) općinski gradski

Ukupna površina grijanog dijela zgrade A_g 208,63
 Površina (izračun) prethodna zgradi A_p 244,32
 Faktor zaštite f_{z} 0,26

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje $Q_{t,gr}$ 7,36

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE
 Uključujući "nZEB" ako zgrada zadovoljava odnose za grijanje i potrošnju toplinske energije prema vrstama izračuna (prema Prilogu A u Zakonodavnom predlošku grada Zagreba (Zagreb, 17. 11. 2019.))
 Tip zgrade (nZEB, K, A+, A, B, C, D, E, F, G) **A+**

Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36

ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT
 Datum izdavanja 29. 4. 2023.
 Datum isteka 17. 11. 2029.
 Broj certifikata / lista 1/1

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUKLOBIVALE U IZDAJU ENERGETSKOG CERTIFIKATA
 Dizajner / izdavač / ovlaštenik građevinski inženjer / projektant
 Navedite ime i prezime osoblja koje je bilo prisutno tijekom izdavanja certifikata / lista

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZA A+
 Uključujući "nZEB" ako zgrada zadovoljava odnose za grijanje i potrošnju toplinske energije prema vrstama izračuna (prema Prilogu A u Zakonodavnom predlošku grada Zagreba (Zagreb, 17. 11. 2019.))
 Tip zgrade (nZEB, K, A+, A, B, C, D, E, F, G) **A+**
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36
 Godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ 7,36

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE

Ime: OTK Kaliterna - Prosjekje BEF - 1.0E sustavima - 08.14.5 (nZEB)
 Adresa: OTK Kaliterna - Prosjekje BEF - 1.0E sustavima - 08.14.5 (nZEB)
 Datum izdavanja: 17.11.2019.

PODACI O ZGRADI

Tip zgrade: Stambena kuća
 Vrsta zgrade: Stambena kuća
 Datum izdavanja: 17.11.2019.
 Adresa: OTK Kaliterna - Prosjekje BEF - 1.0E sustavima - 08.14.5 (nZEB)

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje $Q_{t,gr}$ [kWh/(m²·a)]

A+ 14.5

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za hlađenje $Q_{t,hl}$ [kWh/(m²·a)]

A+ 14.5

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

A+ 14.5

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

A+ 14.5

ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT

Datum izdavanja: 17.11.2019.
 Datum isteka: 17.11.2029.
 Ime i prezime: SPILIT MARKAN
 Mjesto: PRILAZNA HRVATSKA

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUKLOBIVALE U IZDAJU ENERGETSKOG CERTIFIKATA

Ime i prezime osobe	Uloga
<u>SPILIT MARKAN</u>	<u>Projektant</u>
<u>SPILIT MARKAN</u>	<u>Projektant</u>

GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje $Q_{t,gr}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za hlađenje $Q_{t,hl}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

PODACI O TERMOtehničkim Sustavima Zgrade

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje $Q_{t,gr}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za hlađenje $Q_{t,hl}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

ENERGETSKE POTREBE

Uloga	Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije $Q_{t,gr}$ [kWh/(m ² ·a)]	Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za hlađenje $Q_{t,hl}$ [kWh/(m ² ·a)]	Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m ² ·a)]
Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje $Q_{t,gr}$	14.5	14.5	14.5
Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za hlađenje $Q_{t,hl}$	14.5	14.5	14.5
Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$	14.5	14.5	14.5

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

Ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje i hlađenje $Q_{t,gr+hl}$ [kWh/(m²·a)]

2. Ime i prezime osobe koja je izdala energetski certifikat: SPILIT MARKAN
 3. Ime i prezime osobe koja je sukladno odredbama članka 11. stavka 1. točke 1. i 2. Zakona o energetskoj učinkovitosti zgrada: SPILIT MARKAN

ENERGETSKI CERTIFIKAT BR. 148

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE
prema Pristupu i integriranosti energije (nZEB) i izvornosti energije (REI)
GJK Zagreb - Pristup: REI - A OE sustavima - GH GJK - TM (0,05) (nZEB)

Ime objekta: ...
Adresa objekta: ...
Zemlja: ...

PODACI O ZGRADI
Vrsta zgrade: ...
Vlasnik / iznajmljivač: ...

Ukupna korisna površina grijanog dijela zgrade A_n : 90,00 m²
Maksimalna (dnevna) jedinica zgrade [m²]: 33,33
Faktor obilježja f_a [m⁻²]: 0,88

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE
Ukupni "nZEB" indeks zgrade zadovoljava zahtjeve za zgrade prema vrsti energije prema odobrenju PHE/ETZ
Energija iz obnovljivih izvora: ...
Energija iz obnovljivih izvora i obnovljiva energija: ...

Specifična godišnja energija q_{net} [kWh/m²]: 2,38

ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT
Oznaka energetske razrednice: ...
Datum izdavanja: 29.4.2023.
Datum isteka: 10.11.2029.

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUOBLOVALE U IZDAJU ENERGETSKOG CERTIFIKATA
Dizajner: ...
Inženjer: ...
Naručilac: ...
Regulatorni broj: ...

ENERGETSKI CERTIFIKAT BR. 1/18

GRADIVINSKI BIJELOVI ZGRADE
Sustavna izračunava toplinsku propusnost U_{tot} [W/m²K]

KOEFICIJENT PROZRAČNOSTI
Vrsta stakla: ...
U [W/m²K]: 0,81
 U_{tot} [W/m²K]: 0,42

PODACI O THERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE
Način grijanja: ...
Način hlađenja: ...
Izvor energije za grijanje: ...
Izvor energije za hlađenje: ...

ENERGETSKE POTREBE
Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje Q_{heat} : 14,65 kWh/m²
Godišnja potrošnja toplinske energije za hlađenje Q_{cool} : 2,713 kWh/m²
Godišnja potrošnja energije za ventilaciju E_{vent} : 0,08 kWh/m²
Godišnja potrošnja energije E_{tot} : 17,443 kWh/m²

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE
Godišnja proizvedena obnovljiva energija E_{REI} [kWh/m²]: 0
Godišnja potrošljena obnovljiva energija E_{nZEB} [kWh/m²]: 17,443

BETERNI KLIMATSKI PODACI		STVARNI KLIMATSKI PODACI	
Ukupno [kWh/m ²]	Specifično [kWh/m ²]	Ukupno [kWh/m ²]	Specifično [kWh/m ²]
14,65	16,31	14,65	16,31
2,713	30,08	2,713	30,08
0,08	0	0	0,00
17,443	46,39	17,443	46,39

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE

Ime građevinskog projekta: **OTK Niška - Promotnje REF - bez OIE sustava - DB SEVER + FN (nZEB)**

Adresa: **Niška ulica, Niška, Zadar**

Datum izdavanja: **17.11.2019.**

PODACI O ZGRADI

Tip zgrade: **Stambeno**

Vrsta zgrade: **Privatna**

Godišnja potrošnja energije: **4.41 kWh/m² god**

Godišnja potrošnja energije iz obnovljivi izvori: **0 kWh/m² god**

PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE

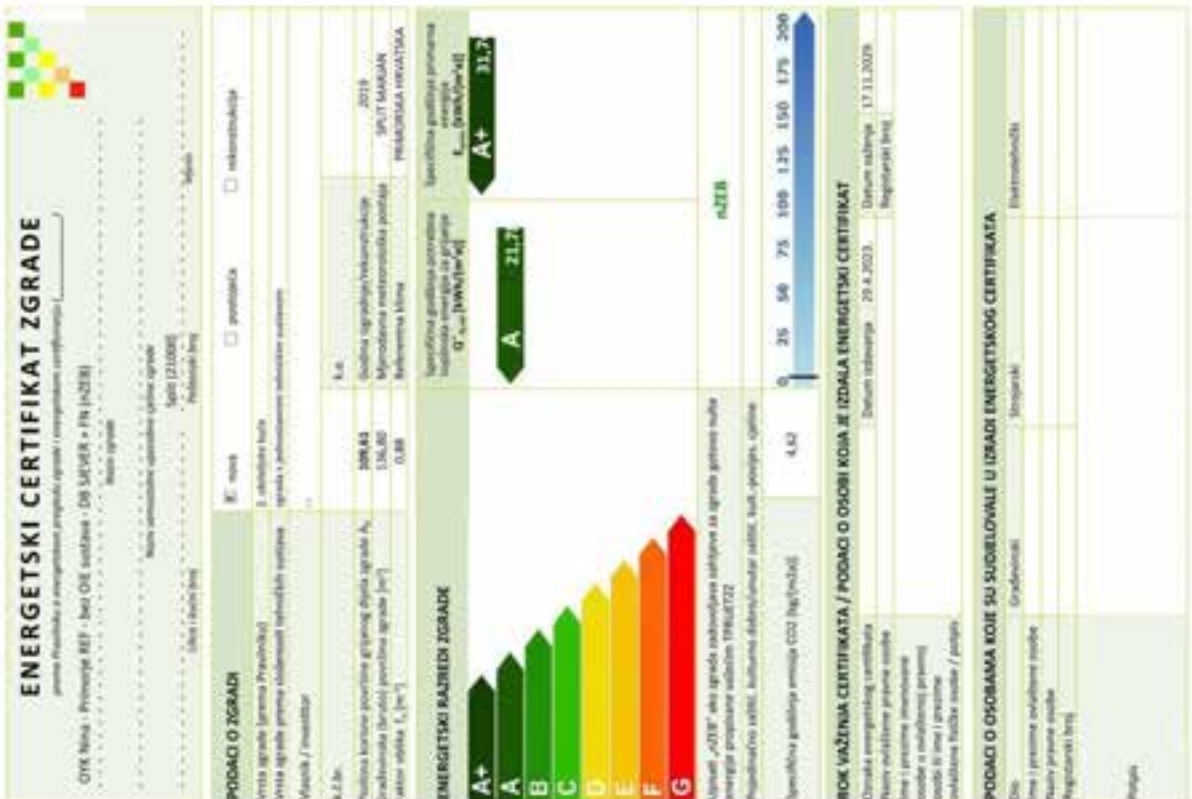
Način grijanja zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> decentralno	<input type="checkbox"/> ostalo
Način pripreme tople vode	<input checked="" type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> decentralno	<input type="checkbox"/> ostalo
Izvor energije za grijanje zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> kotlova	<input type="checkbox"/> radijatorski	<input type="checkbox"/> drugi
Izvor energije za pripremu tople vode	<input checked="" type="checkbox"/> kotlova	<input type="checkbox"/> radijatorski	<input type="checkbox"/> drugi

ENERGETSKE POTREBE

Tip potrebe	Godišnja potrošnja (kWh/m² god)
Godišnja potrošnja topline za grijanje Q _{h,gr}	1.179
Godišnja potrošnja topline za topljenje Q _{h,ot}	0
Godišnja potrošnja energije za pripremu tople vode E _{hw}	2.535
Godišnja potrošnja energije iz obnovljivi izvori E _{ren}	0
Godišnja potrošnja energije iz obnovljivi izvori E_{ren} (neto)	0

PODACI O OPISIMA KOJE SU SUKLOBLJIVALE U ISPADU ENERGETSKOG CERTIFIKATA

Dio	Opis
Nužni izvori tople vode	Električni bojler
Nužni izvori hladne vode	
Priloga	



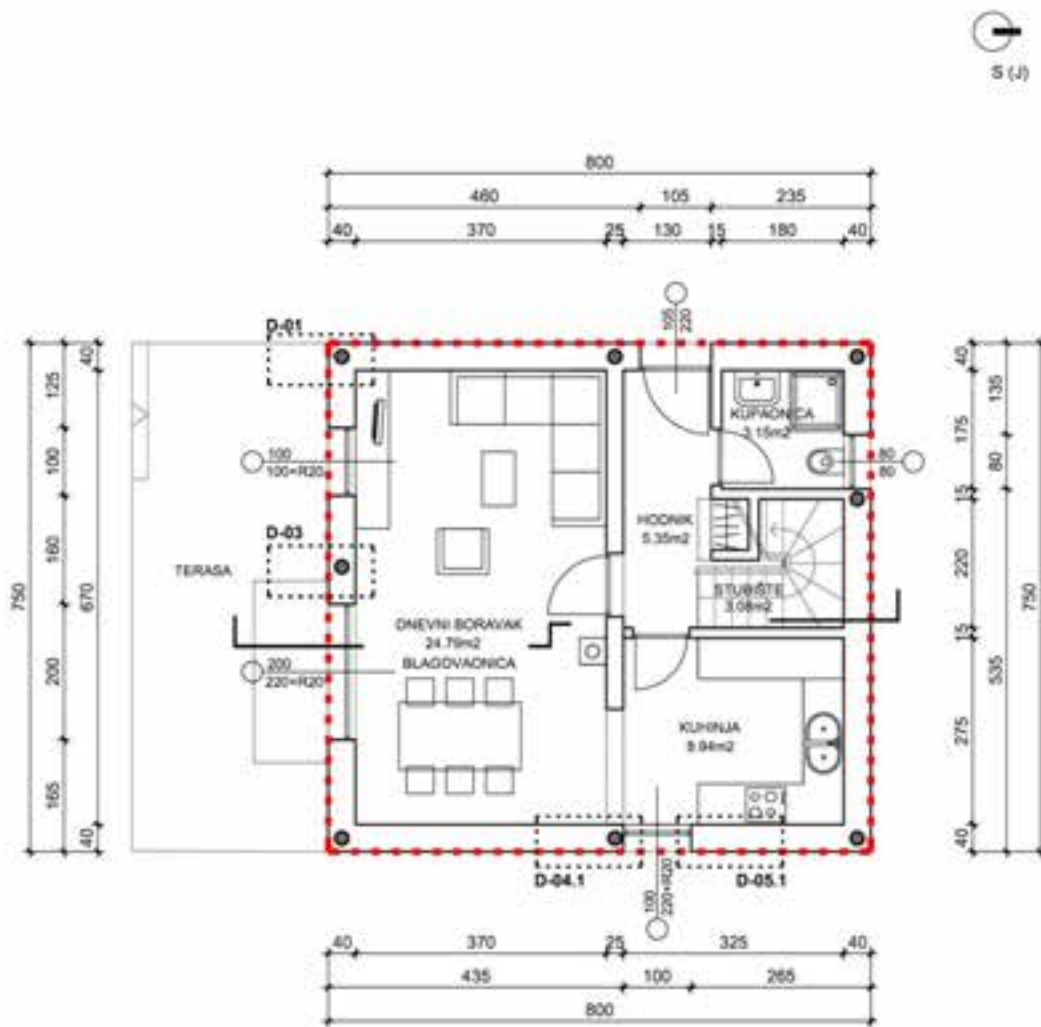
2. Ovo je potvrda o izdavanju ovog certifikata, a ne potvrda o kvaliteti radova izdavača.

3. Za informacije o postupku izdavanja ovog certifikata posjetite: [www.en15603.hr](#)

ENERGETSKI CERTIFIKAT BR. 1/18

2.7. GRAFIČKI PRILOZI

2.7.1. ARHITEKTONSKI NACRTI OYK KATARINA – KONTINENTALNA KLIMA



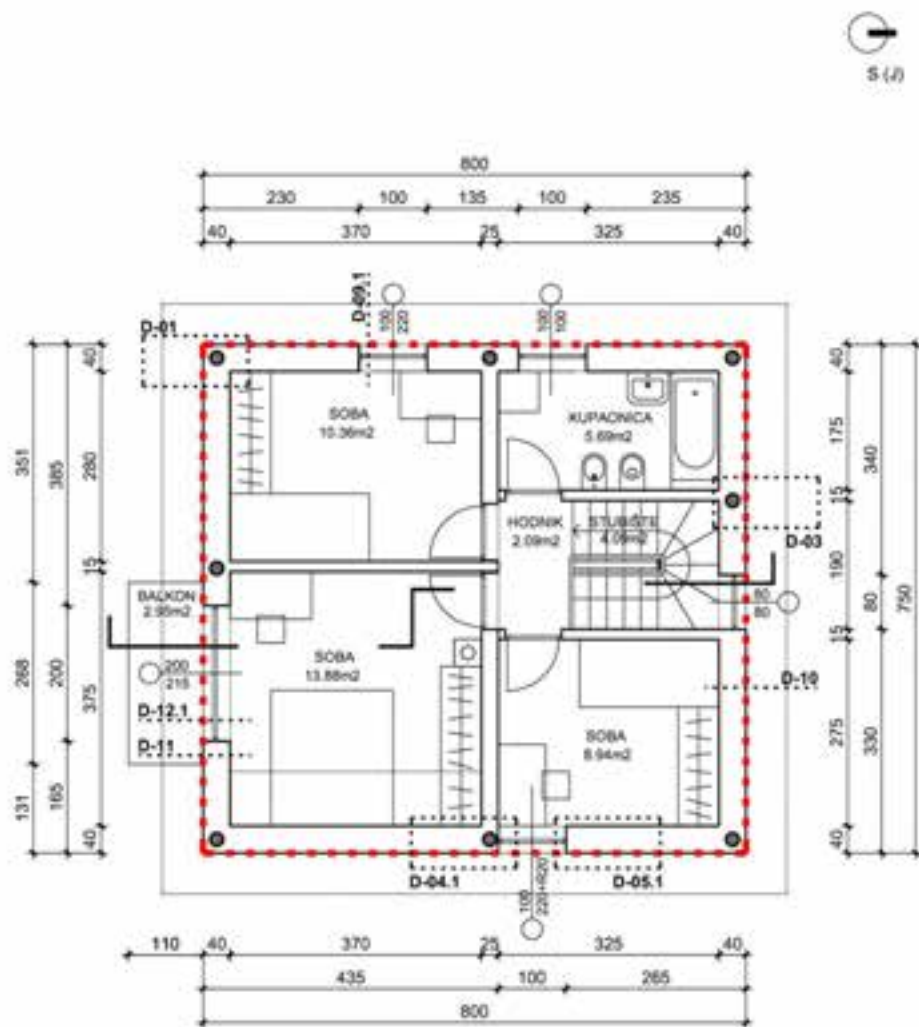
TIPSKA OYK "KATARINA" - KONTINENTALNA KLIMA
TLOCRT PRIZEMLJA

$A_f = 60.0 \text{ m}^2$
 $A_k = 45.31 \text{ m}^2$

$V_e = 183.60 \text{ m}^3$
 $V = 120.07 \text{ m}^3$

..... GRIJANI PROSTOR





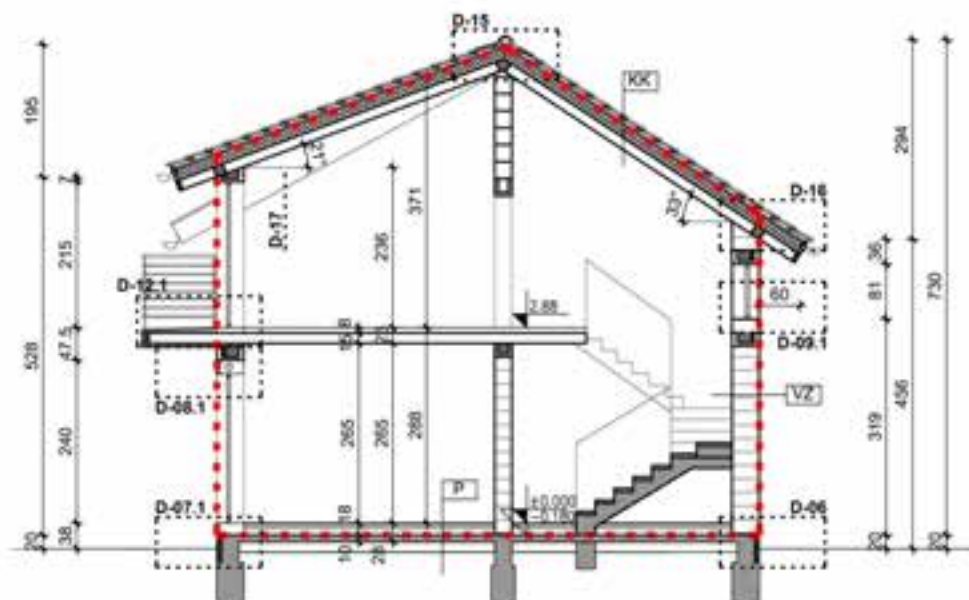
TIPSKA OVK "KATARINA" - KONTINENTALNA KLIMA
TLOCRT KATA

$A_f = 80.0 \text{ m}^2$
 $A_k = 45.05 \text{ m}^2$

$V_e = 181.60 \text{ m}^3$
 $V = 123.30 \text{ m}^3$

GRIJANI PROSTOR





TIPSKA OVK "KATARINA" - KONTINENTALNA KLIMA
PRESJEK

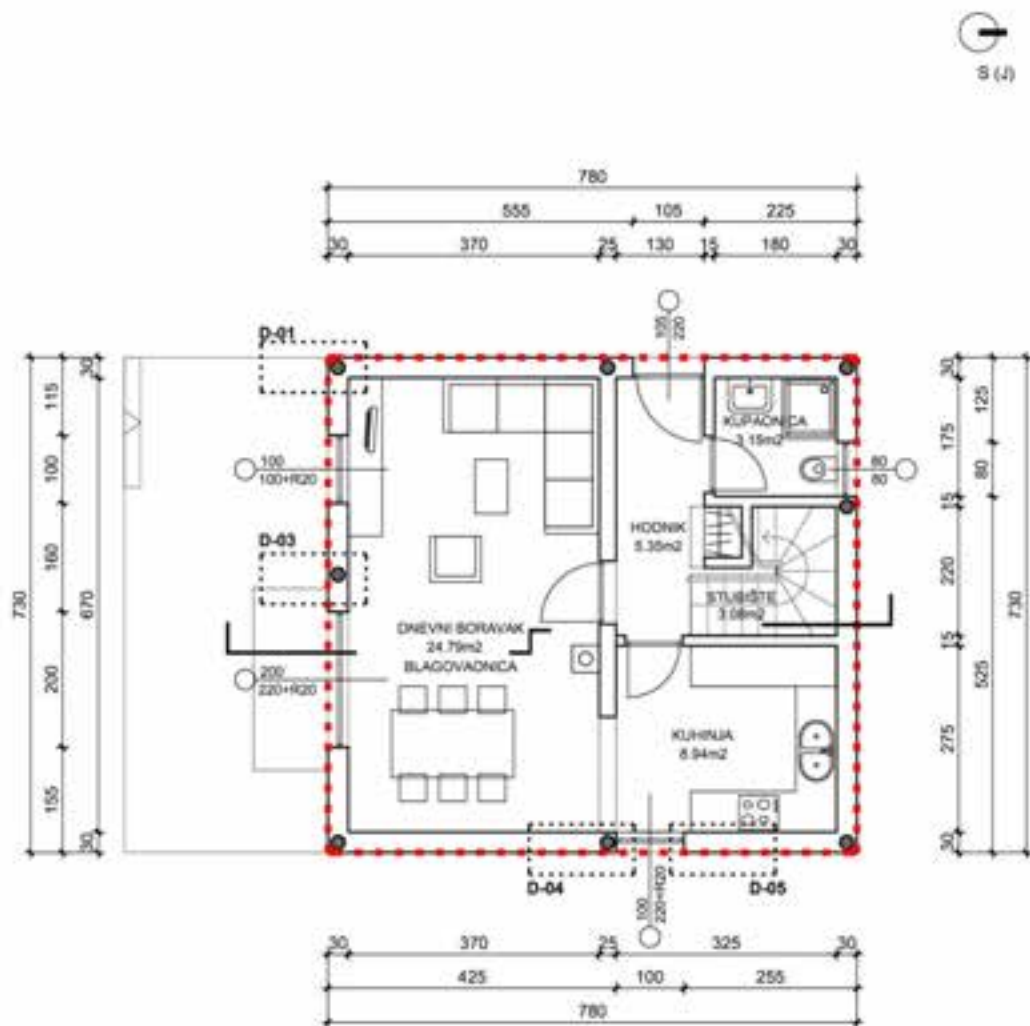
$A_f = 120.0 \text{ m}^2$
 $A_k = 90.36 \text{ m}^2$

$V_e = 365.20 \text{ m}^3$
 $V = 243.37 \text{ m}^3$

..... GRIJANI PROSTOR



2.7.2. ARHITEKTONSKI NACRTI OYK KATARINA – PRIMORSKA KLIMA



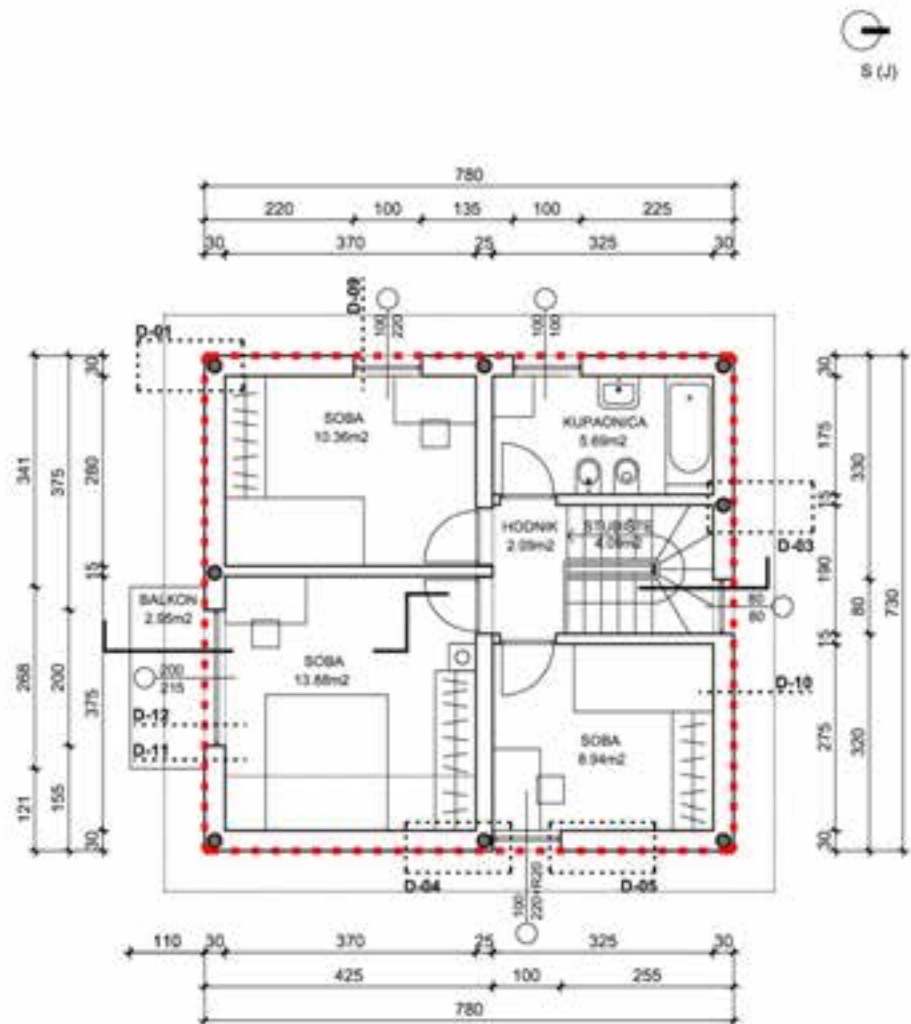
TIPSKA OYK "KATARINA" - PRIMORSKA KLIMA
TLOCRT PRIZEMLJA

$A_f = 56.94 \text{ m}^2$
 $A_k = 45.31 \text{ m}^2$

$V_e = 174.24 \text{ m}^3$
 $V = 121.43 \text{ m}^3$

--- GRIJANI PROSTOR





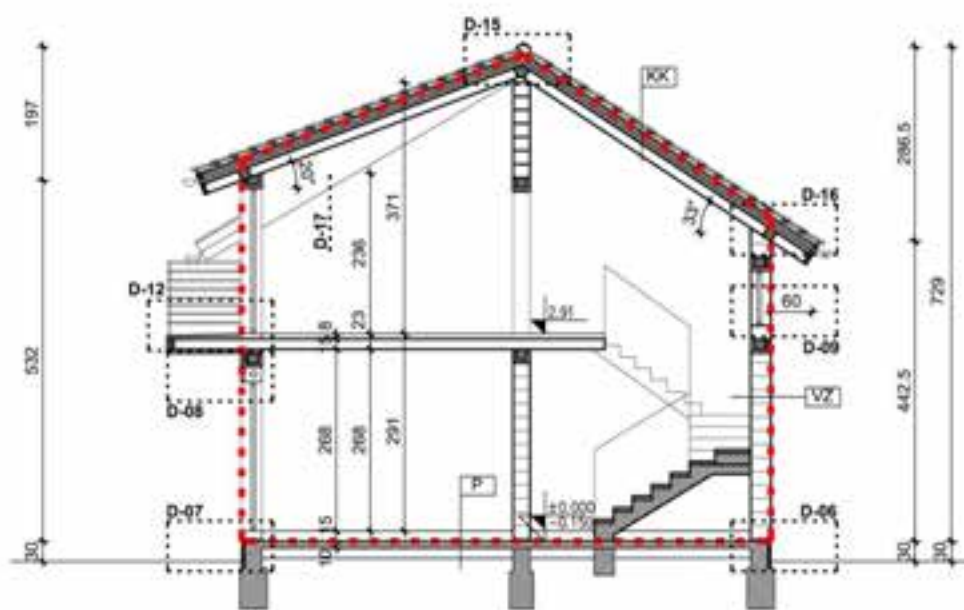
TIPSKA OVK "KATARINA" - PRIMORSKA KLIMA
TLOCRT KATA

$A_f = 56.94 \text{ m}^2$
 $A_k = 45.05 \text{ m}^2$

$V_e = 171.99 \text{ m}^3$
 $V = 123.30 \text{ m}^3$

--- GRIJANI PROSTOR





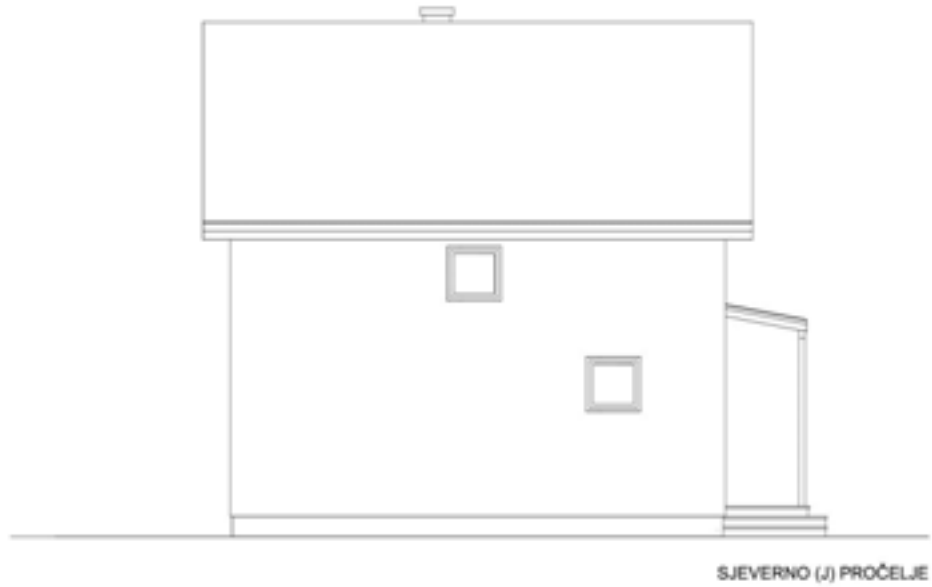
TIPSKA OVK "KATARINA" - PRIMORSKA KLIMA
PRESJEK

$A_f = 113.88 \text{ m}^2$
 $A_k = 90.36 \text{ m}^2$

$V_e = 346.23 \text{ m}^3$
 $V = 244.73 \text{ m}^3$

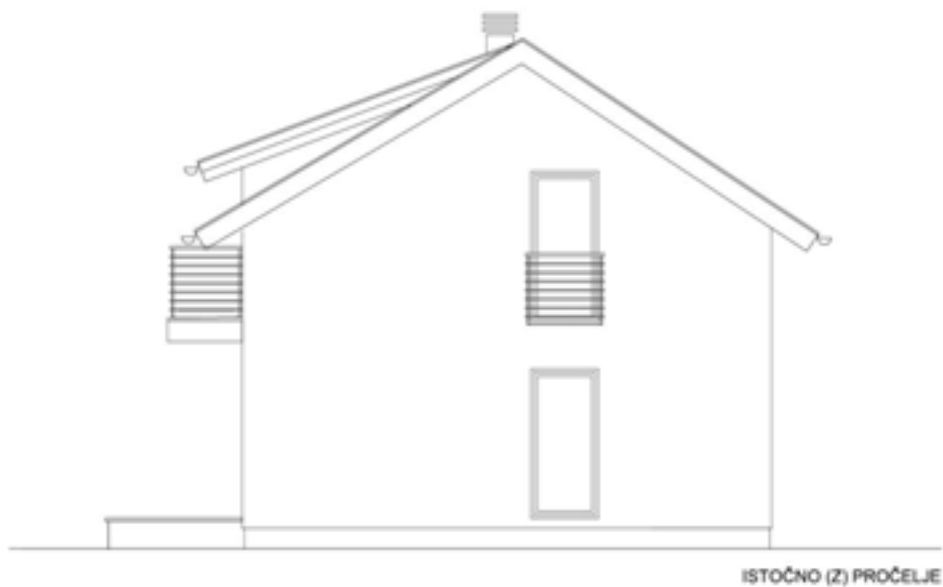
--- GRIJANI PROSTOR





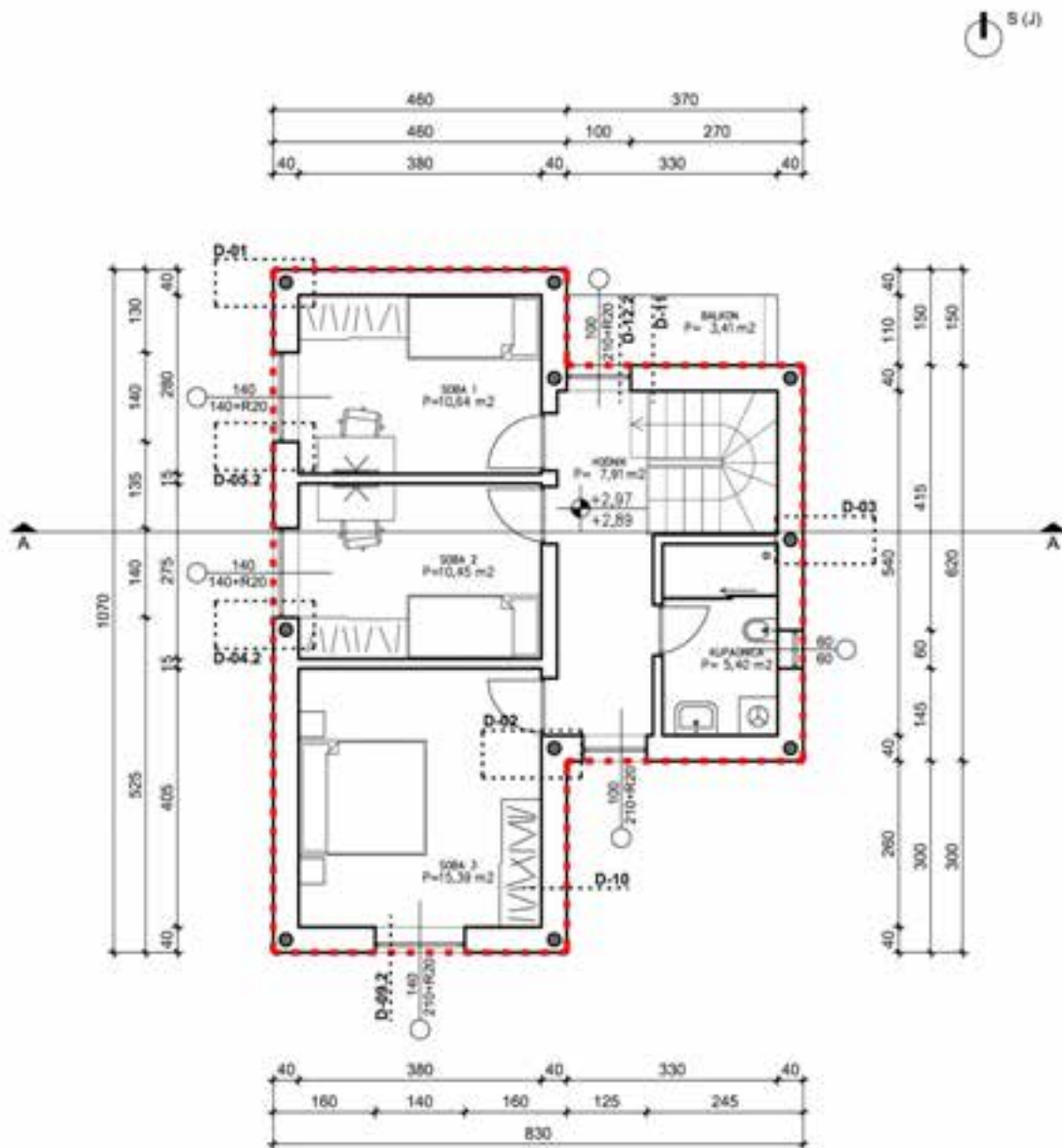
TIPSKA OVK "KATARINA"
SJEVERNO I JUŽNO PROČELJE





TIPSKA OVK "KATARINA"
ISTOČNO I ZAPADNO PROČELJE





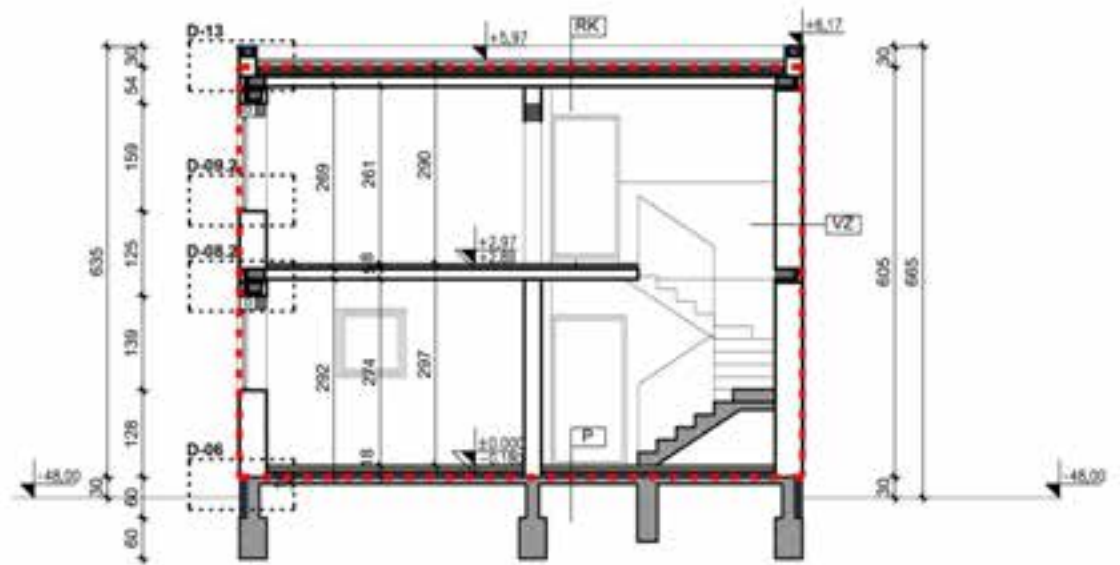
TIPSKA OVK "NINA" - KONTINENTALNA KLIMA
TLOCRT KATA

$A_t = 72.16 \text{ m}^2$
 $A_k = 54.37 \text{ m}^2$

$V_e = 214.32 \text{ m}^3$
 $V = 141.91 \text{ m}^3$

GRIJANI PROSTOR





TIPSKA OVK "NINA" - KONTINENTALNA KLIMA
PRESJEK

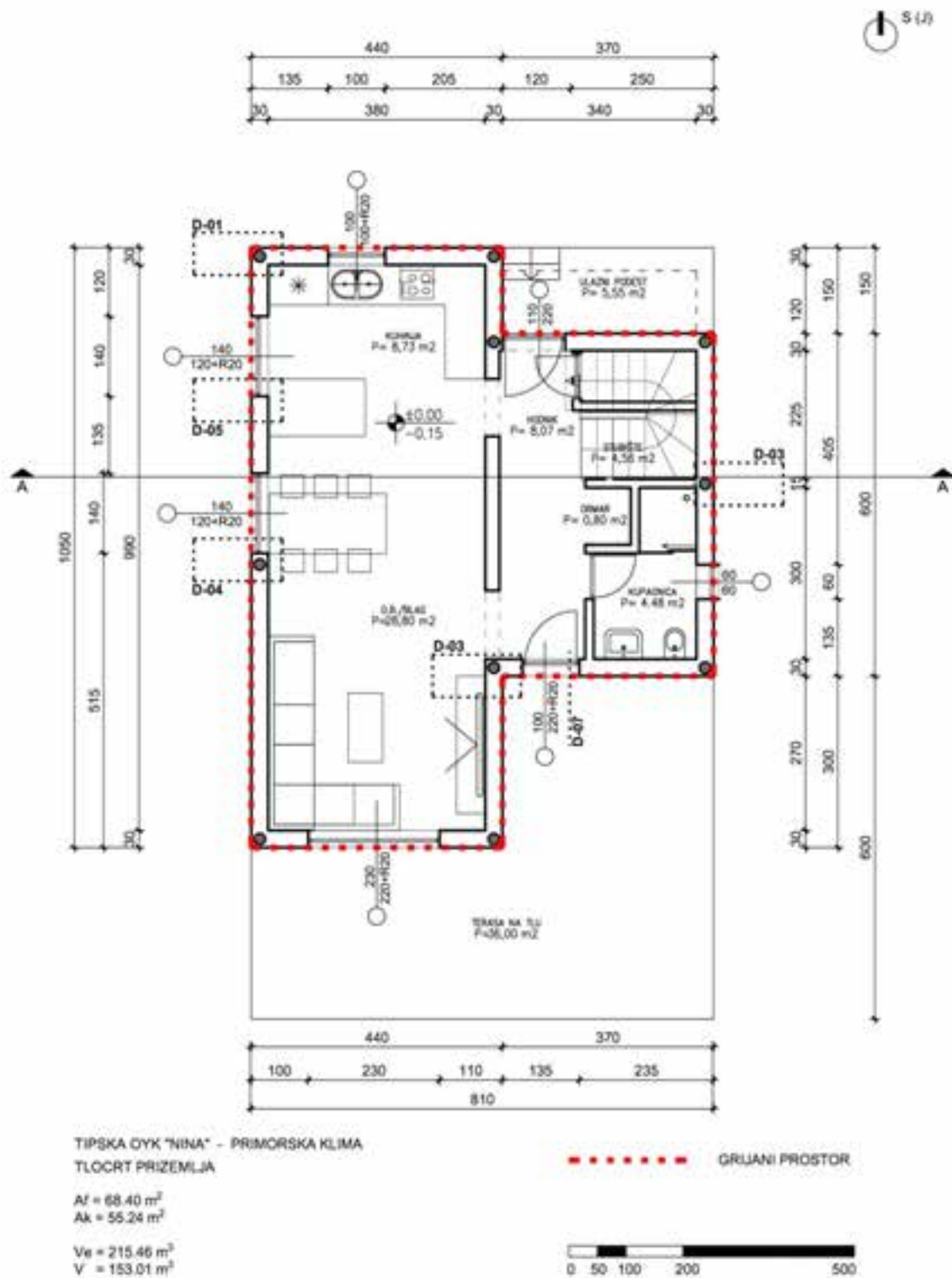
UKUPNO:
 $A_f = 144.32 \text{ m}^2$
 $A_k = 109.61 \text{ m}^2$

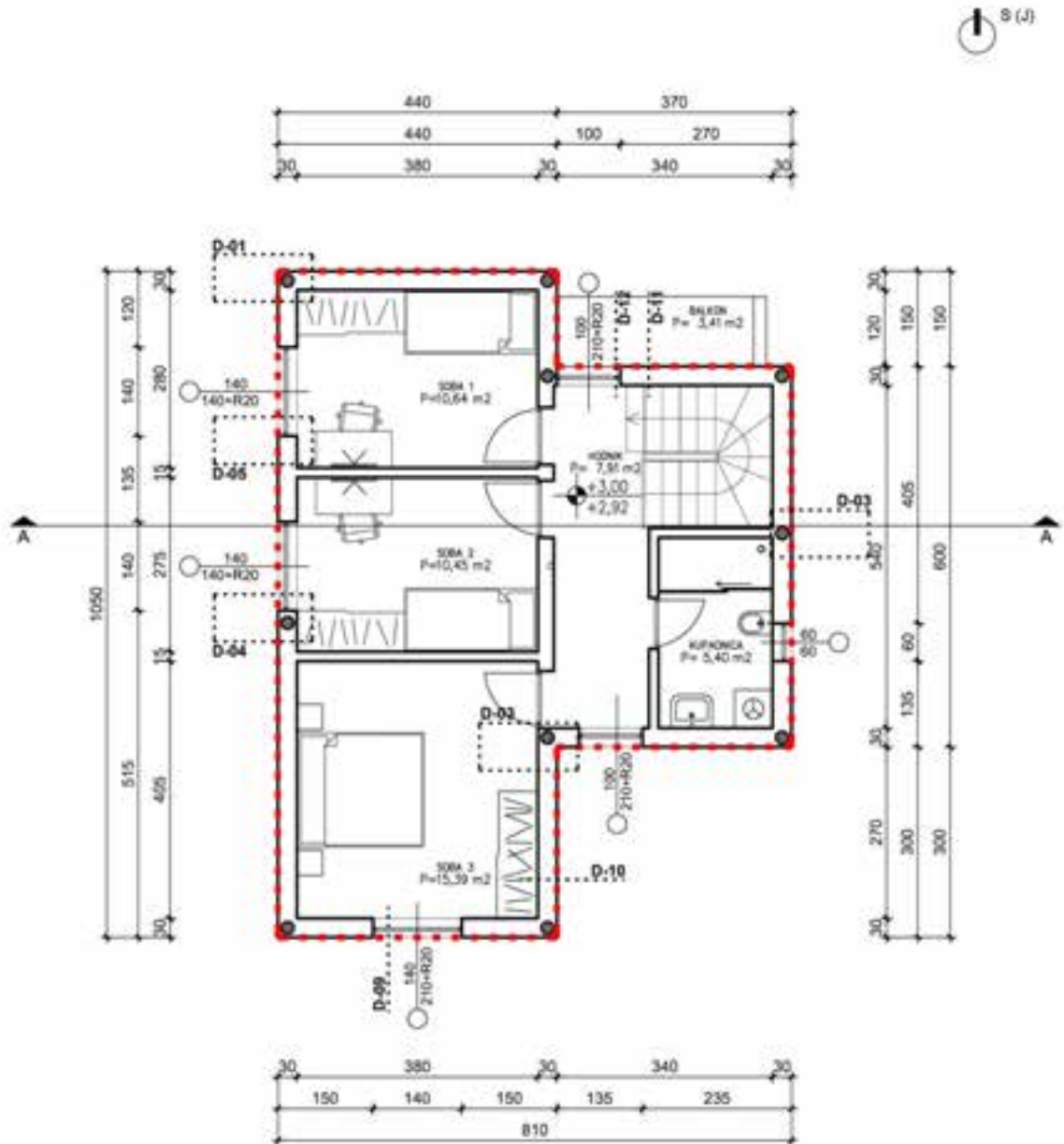
$V_e = 441.62 \text{ m}^3$
 $V = 293.26 \text{ m}^3$

GRJANI PROSTOR



2.7.4. ARHITEKTONSKI NACRTI OYK NINA – PRIMORSKA KLIMA





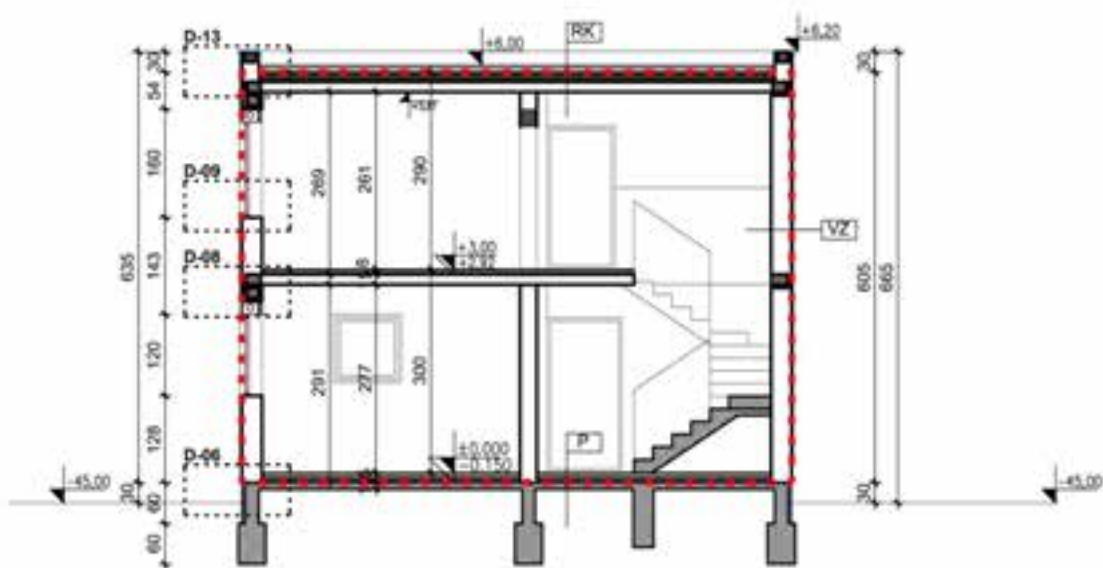
TIPSKA OVK "NINA" - PRIMORSKA KLIMA
TLOCRT KATA

$A_f = 68.40 \text{ m}^2$
 $A_k = 54.37 \text{ m}^2$

$V_e = 198.36 \text{ m}^3$
 $V = 141.91 \text{ m}^3$

GRIJANI PROSTOR



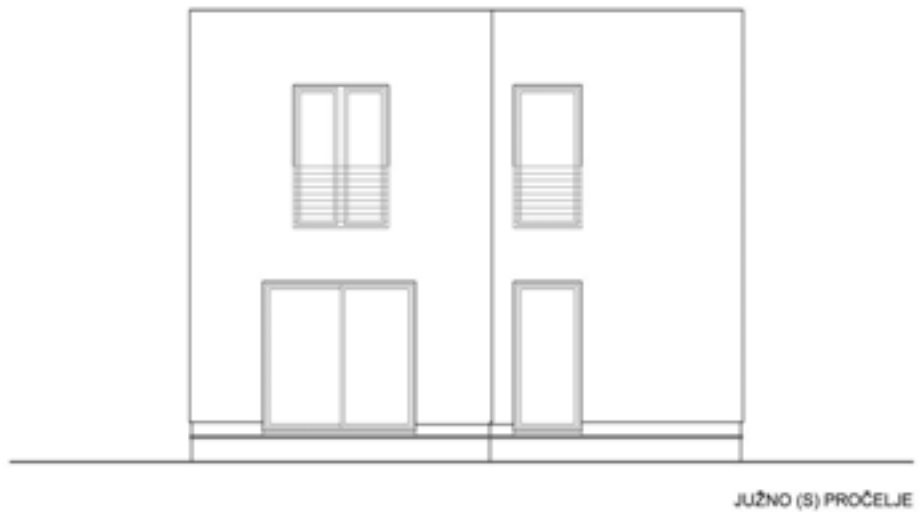
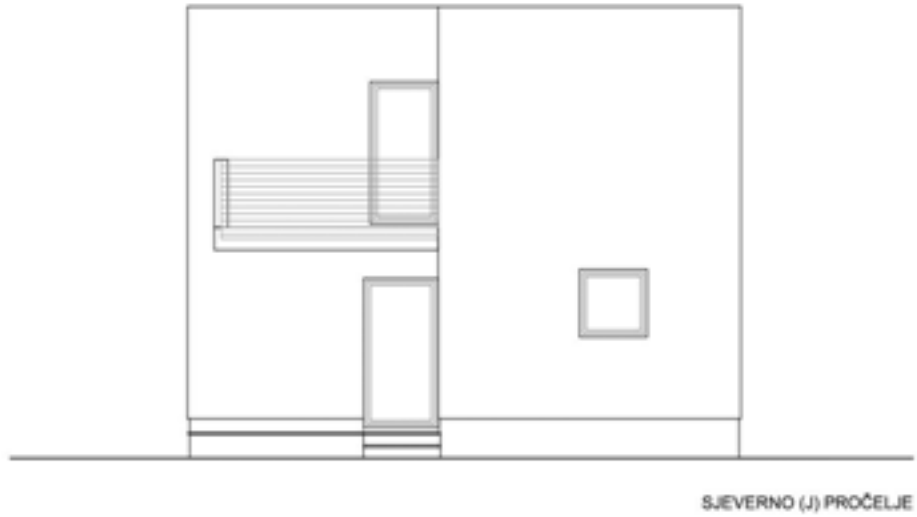


TIPSKA OVK "NINA" - PRIMORSKA KLIMA
PRESJEK

UKUPNO:
 $A_f = 136.80 \text{ m}^2$
 $A_k = 109.61 \text{ m}^2$
 $V_e = 413.62 \text{ m}^3$
 $V = 294.92 \text{ m}^3$

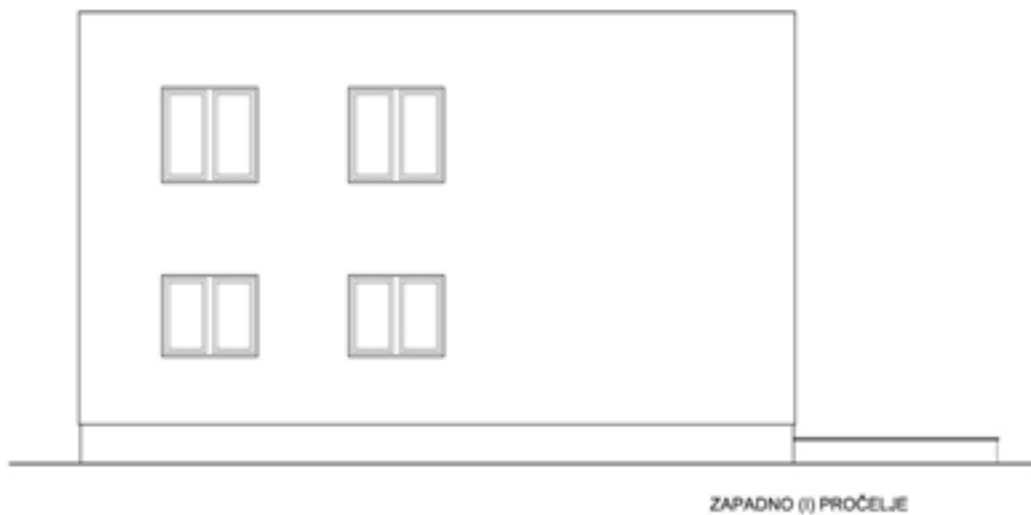
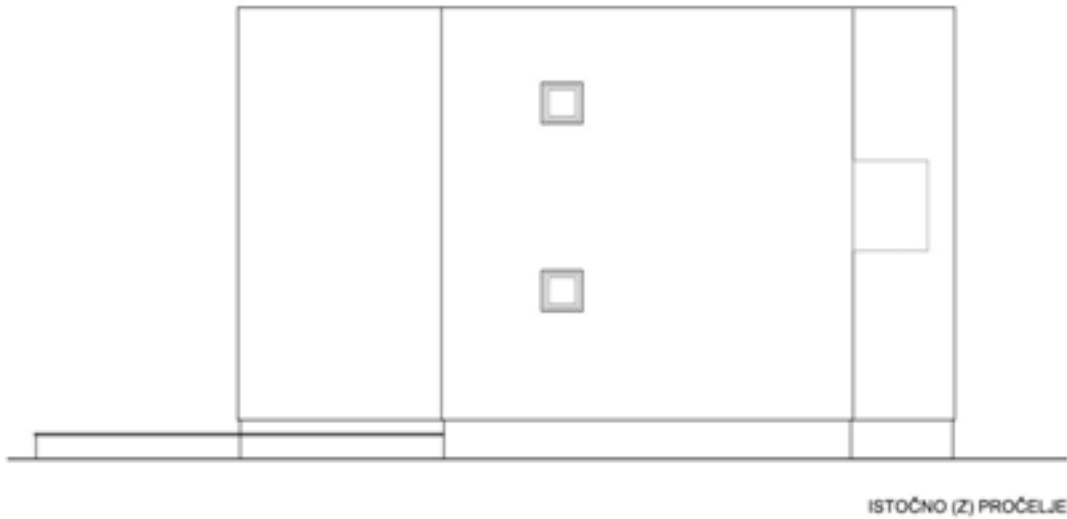
GRUJANI PROSTOR





TIPSKA OVK "NINA"
SJEVERNO I JUŽNO PROČELJE



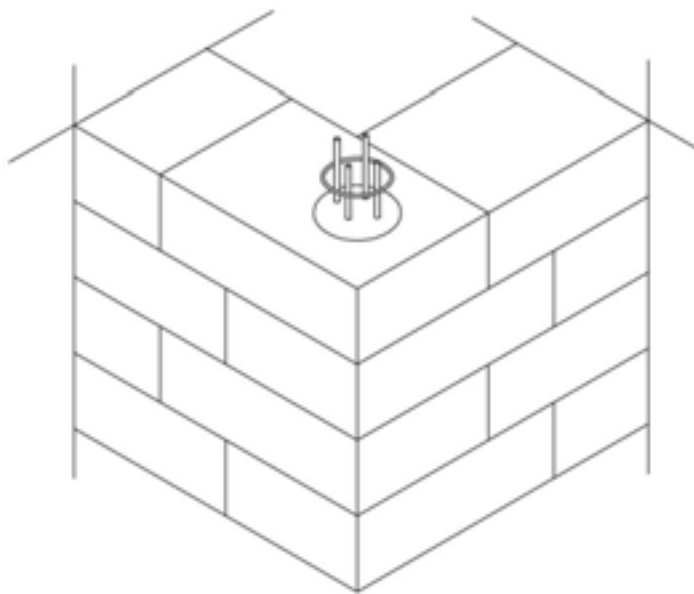
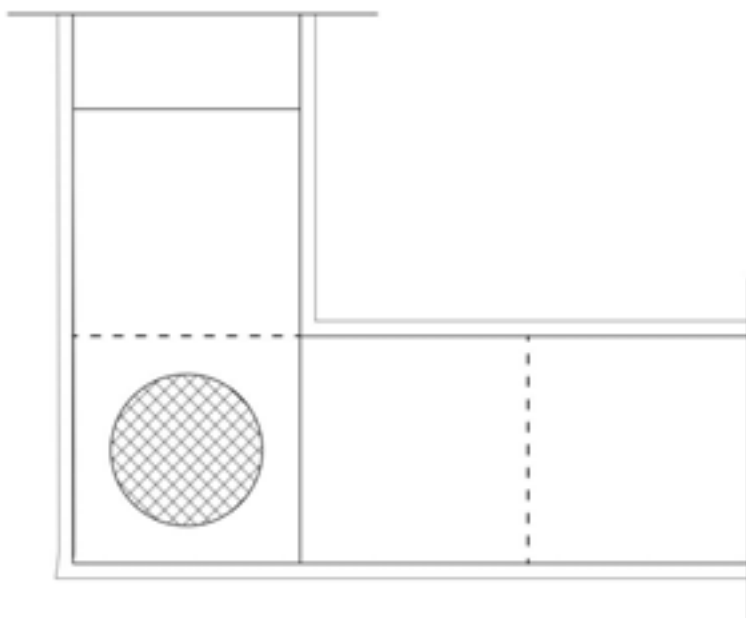


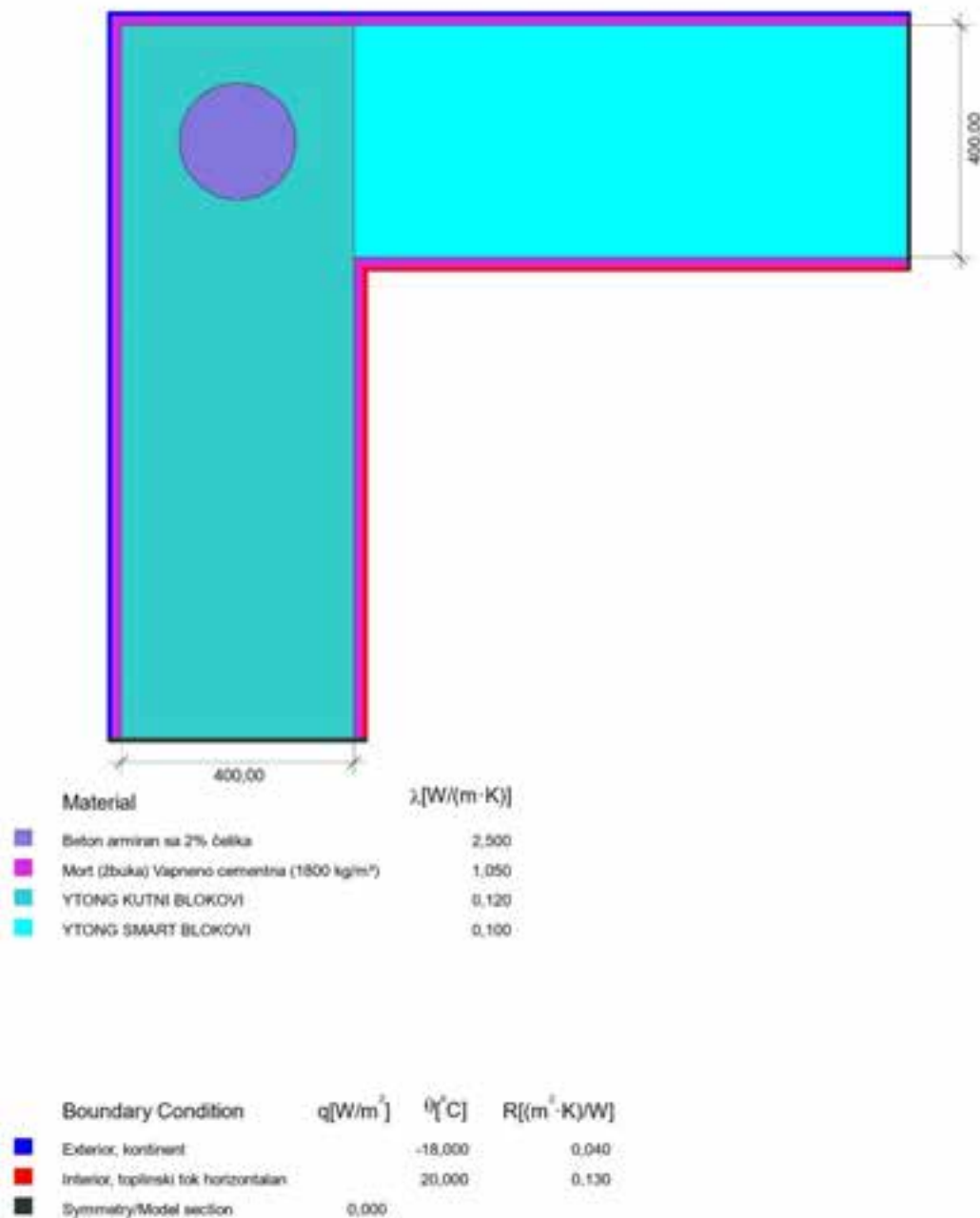
TIPSKA OVK "NINA"
ISTOČNO I ZAPADNO PROČELJE



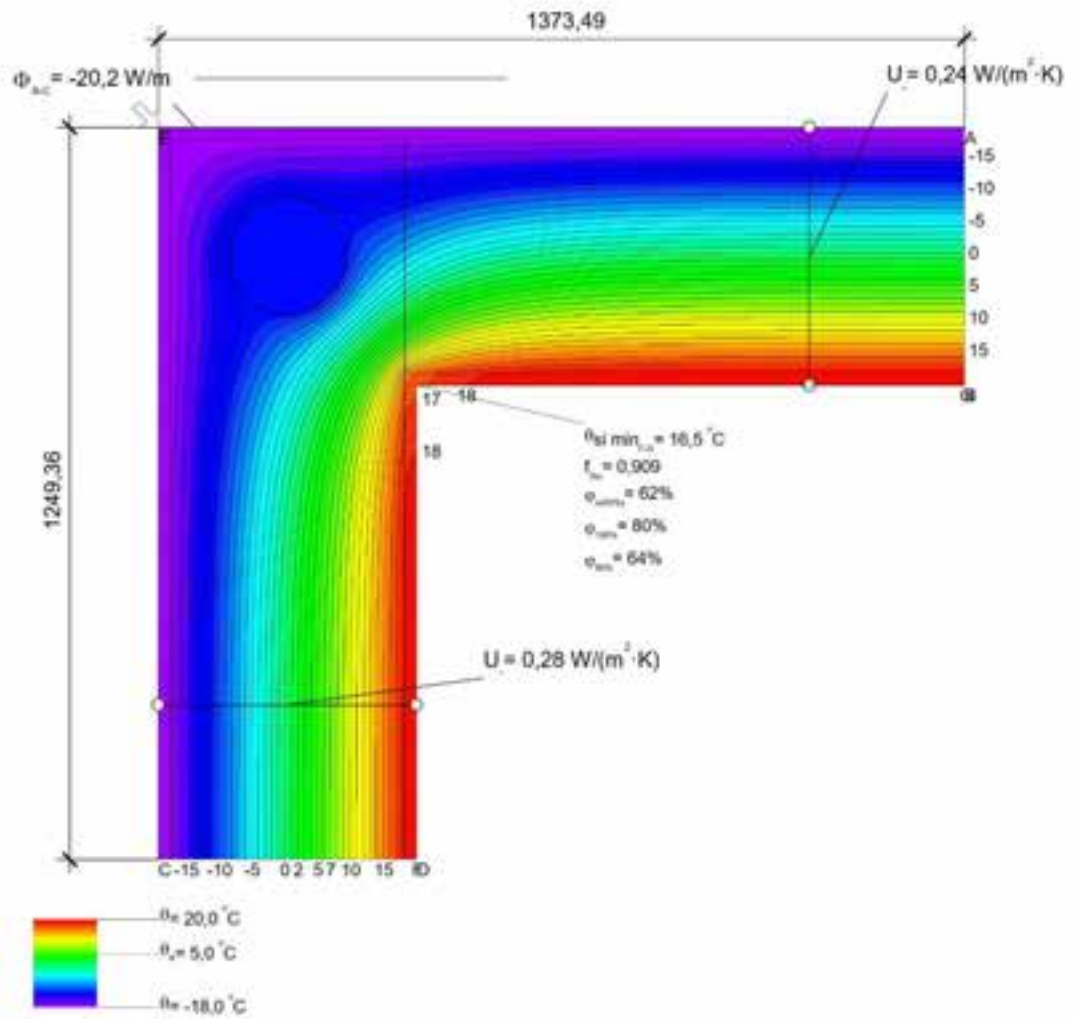
2.7.5. TOPLINSKI MOSTOVI

VERTIKALNI SERKLAŽ – VANJSKI I UNUTARNJI KUT



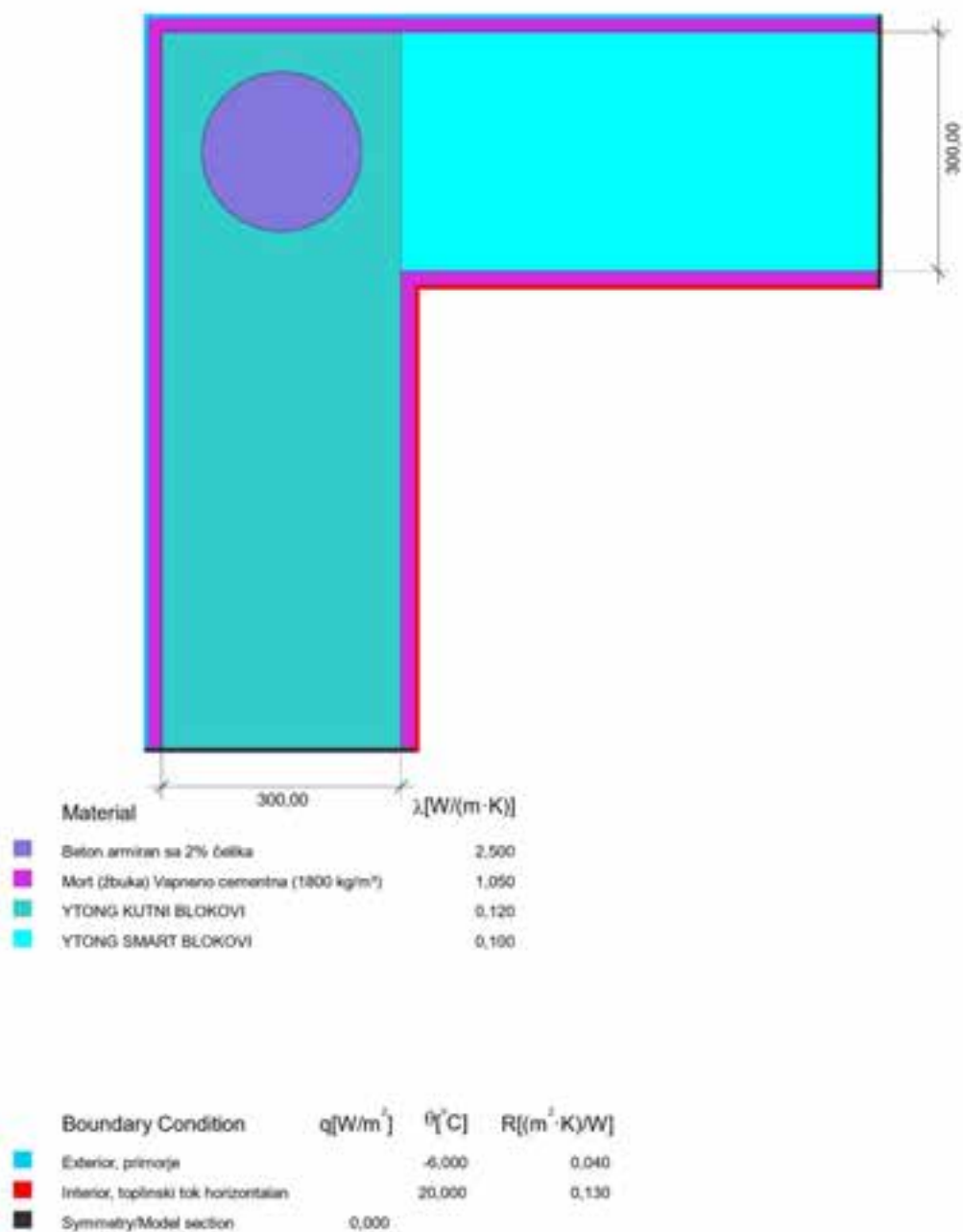


D-01-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ (VANJSKI KUT)

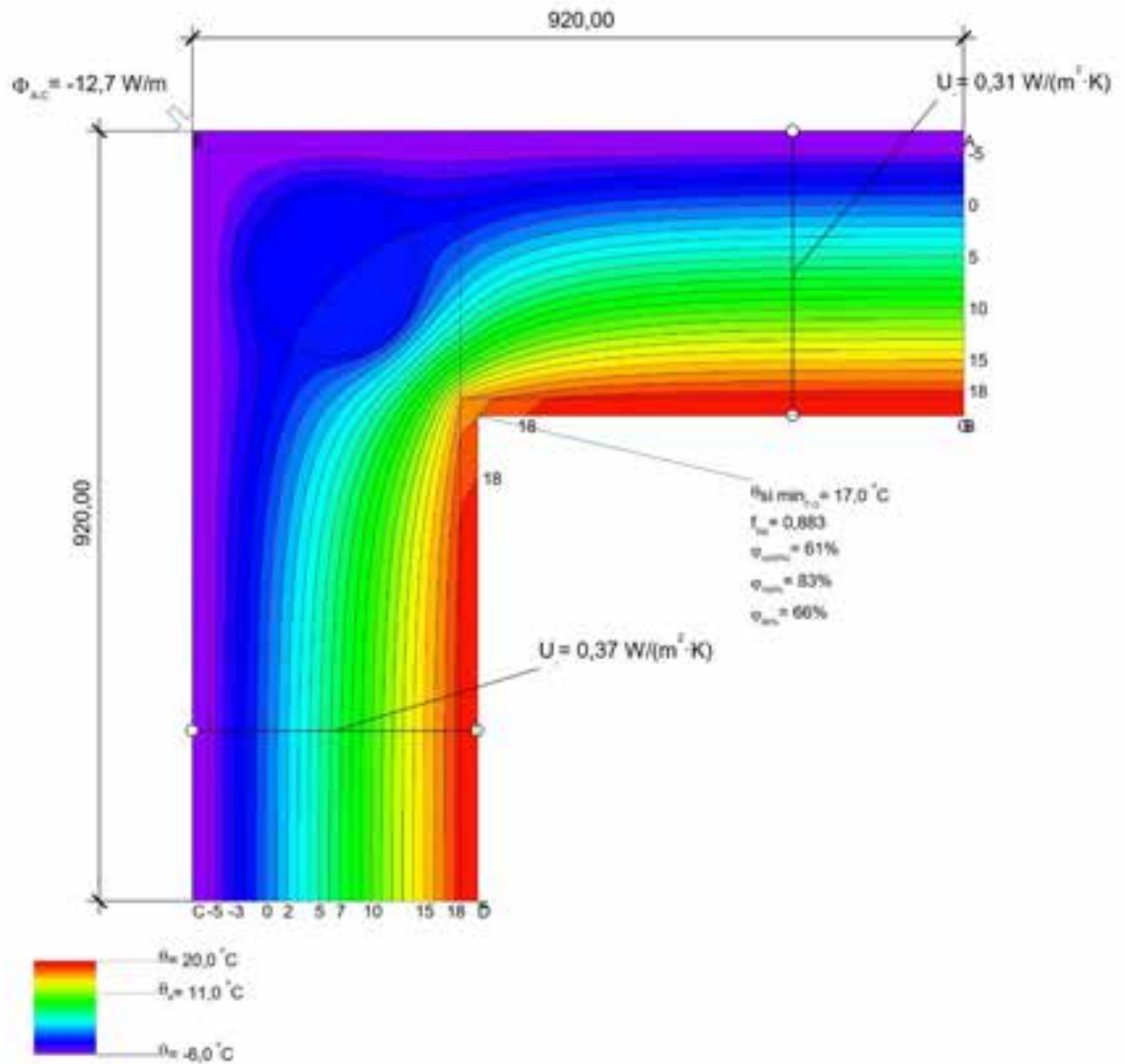


$$\Psi_{sac} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{20,212}{38,000} - 0,238 \cdot 1,373 - 0,282 \cdot 1,249 = -0,147 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

D-01-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ (VANJSKI KUT)

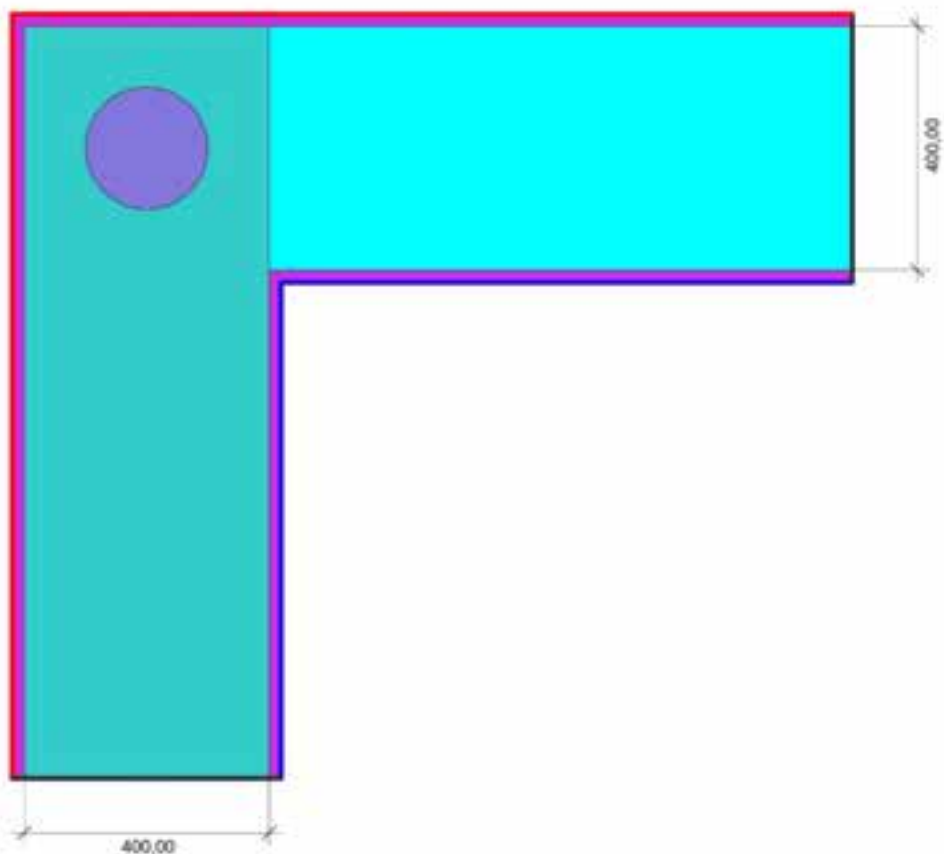


D-01-PRIMORJE - VERTIKALNI SERKLAŽ (VANJSKI KUT)



$$\Psi_{\text{A,d,c}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{12,726}{26,000} - 0,312 \cdot 0,920 - 0,369 \cdot 0,920 = -0,137 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

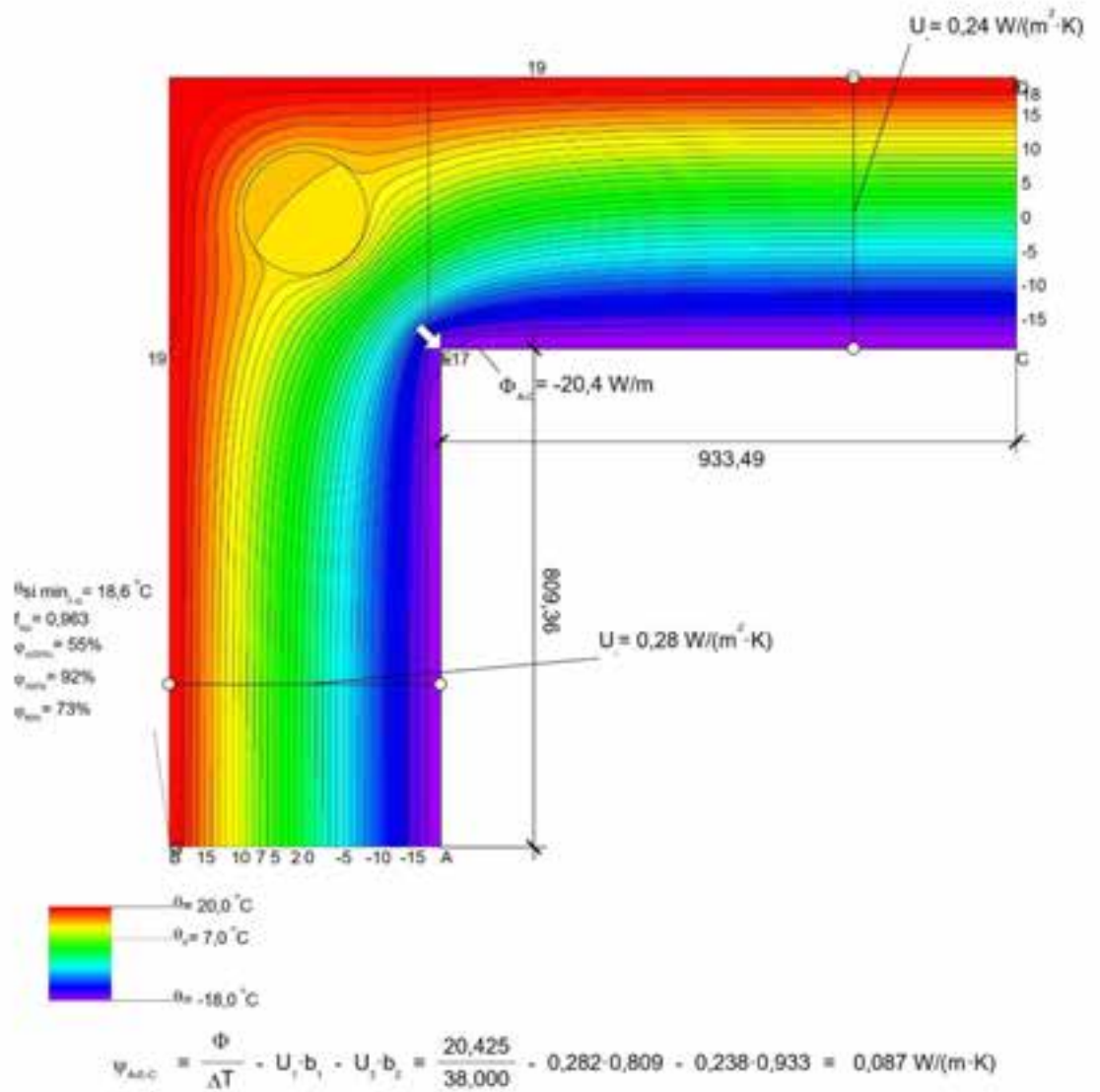
D-01-PRIMORJE - VERTIKALNI SERKLAŽ (VANJSKI KUT)



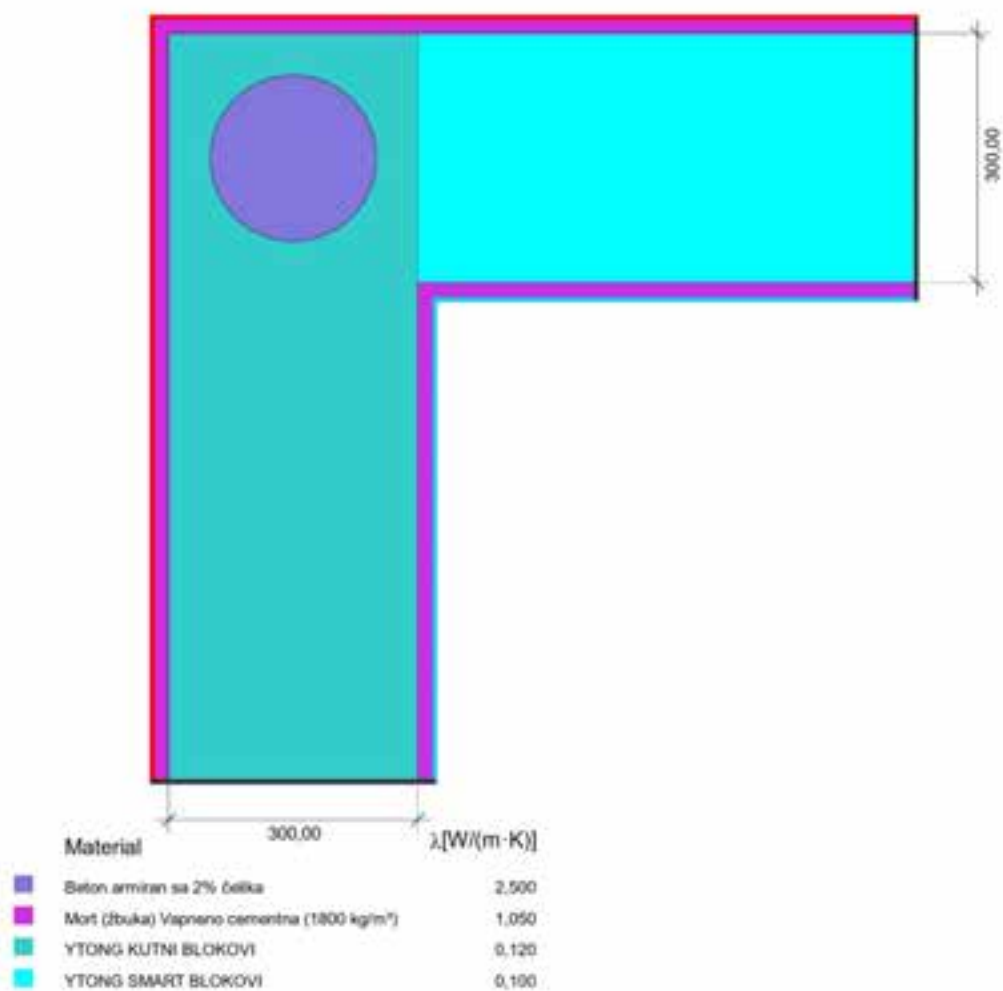
Material	λ [W/(m·K)]
Beton armiran sa 2% čelika	2,500
Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
YTONG KUTNI BLOKOVI	0,120
YTONG SMART BLOKOVI	0,100

Boundary Condition	q [W/m ²]	t ₀ [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, konstant		-18,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Symmetry/Model section	0,000		

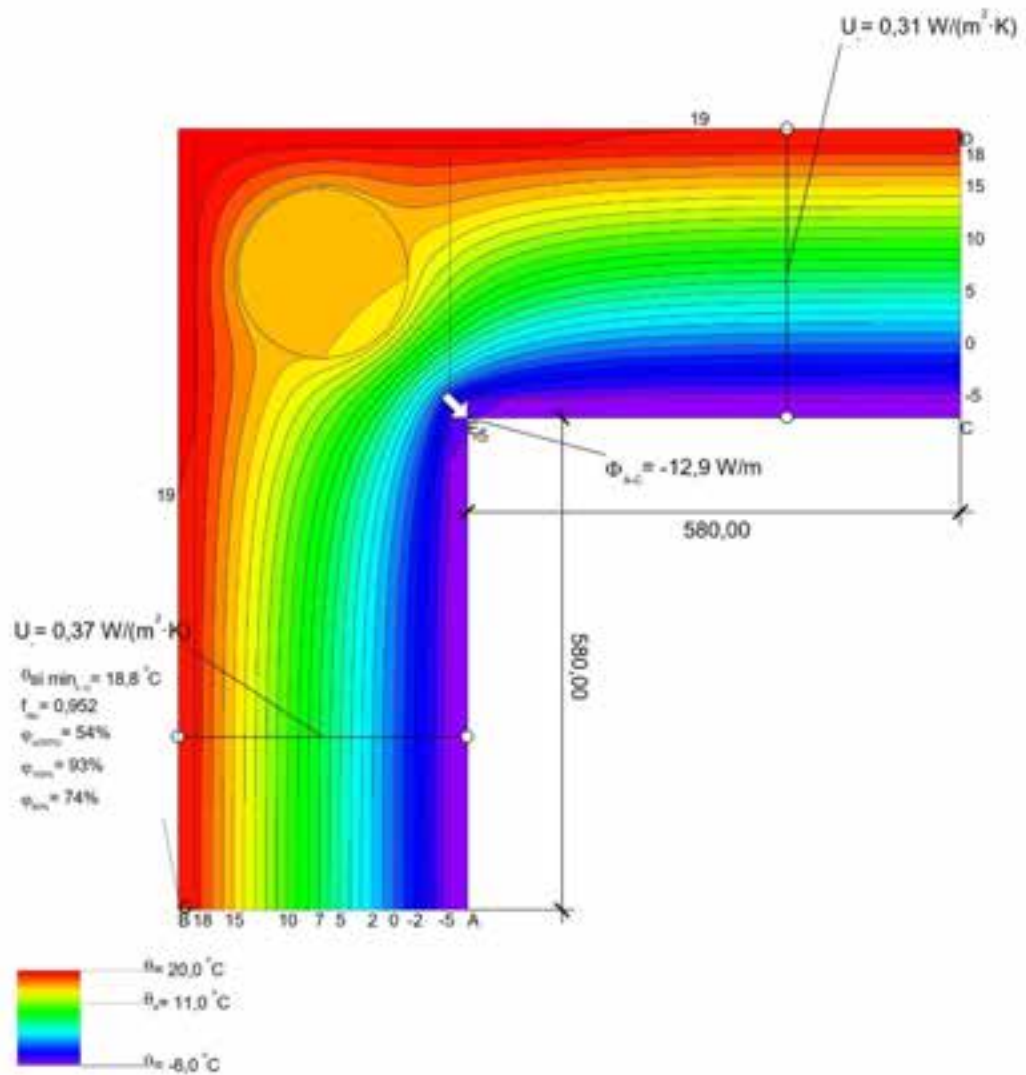
D-02-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ (UNUTARNJI KUT)



D-02-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ (UNUTARNJI KUT)

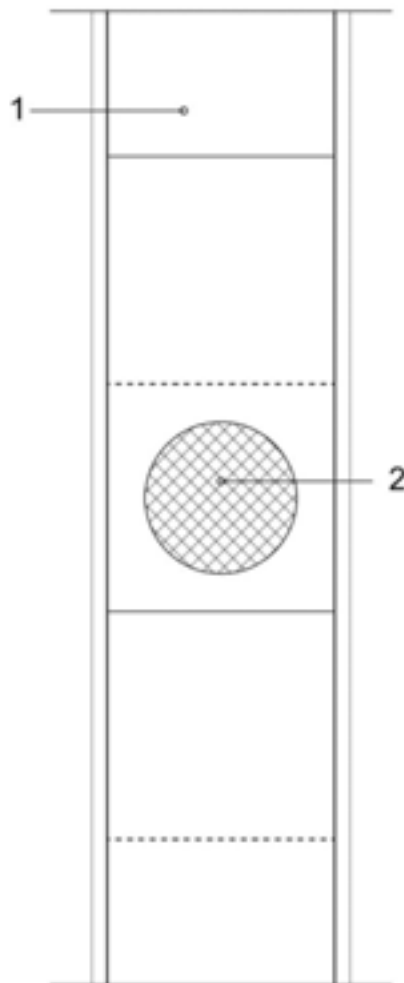


D-02-PRIMORJE - VERTIKALNI SERKLAŽ (UNUTARNJI KUT)

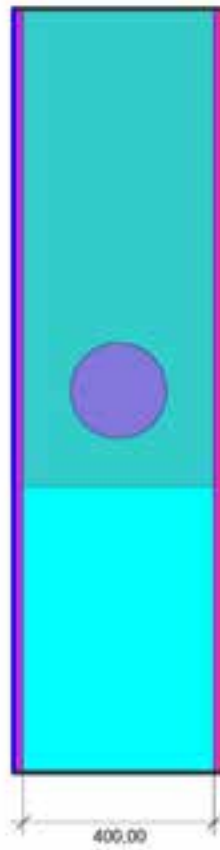


$$\psi_{A-C} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{12,944}{26,000} - 0,369 \cdot 0,580 - 0,312 \cdot 0,580 = 0,103 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

D-02-PRIMORJE - VERTIKALNI SERKLAŽ (UNUTARNJI KUT)

VERTIKALNI SERKLAŽ

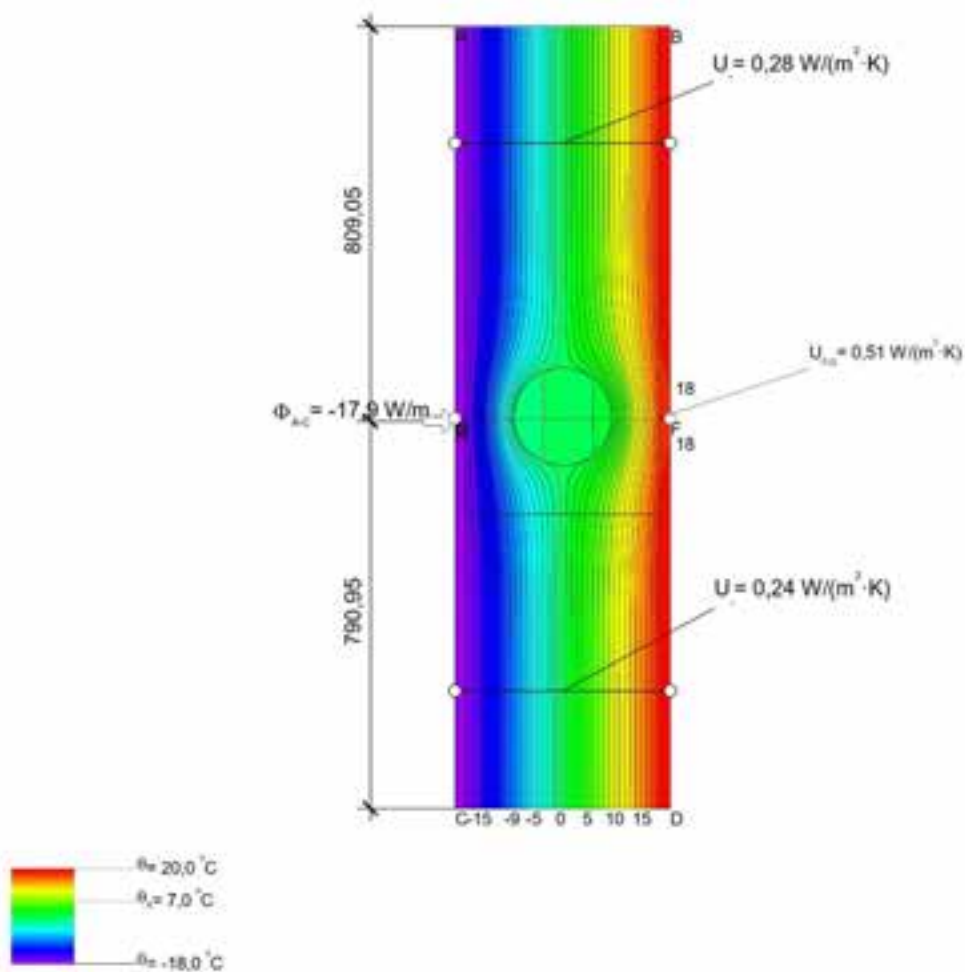
1. YTONG VANJSKI NOSIVI ZID
2. VERTIKALNI AB SERKLAŽ (prema Tehničkom propisu i važećim Normama)



Material	λ [W/(m·K)]
Beton armiran sa 2% čelika	2,500
Mort (žbuka) vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
YTONG KUTNI BLOKOVI	0,120
YTONG SMART BLOKOVI	0,100

Boundary Condition	q [W/m ²]	T_f [°C]	R_f [(m ² ·K)/W]
Exterior, kontinent	-18,000		0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Symmetry/Model section	0,000		

D-03-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ



$$\psi_{AcC} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{17,883}{38,000} - 0,282 \cdot 0,809 - 0,238 \cdot 0,791 = 0,054 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

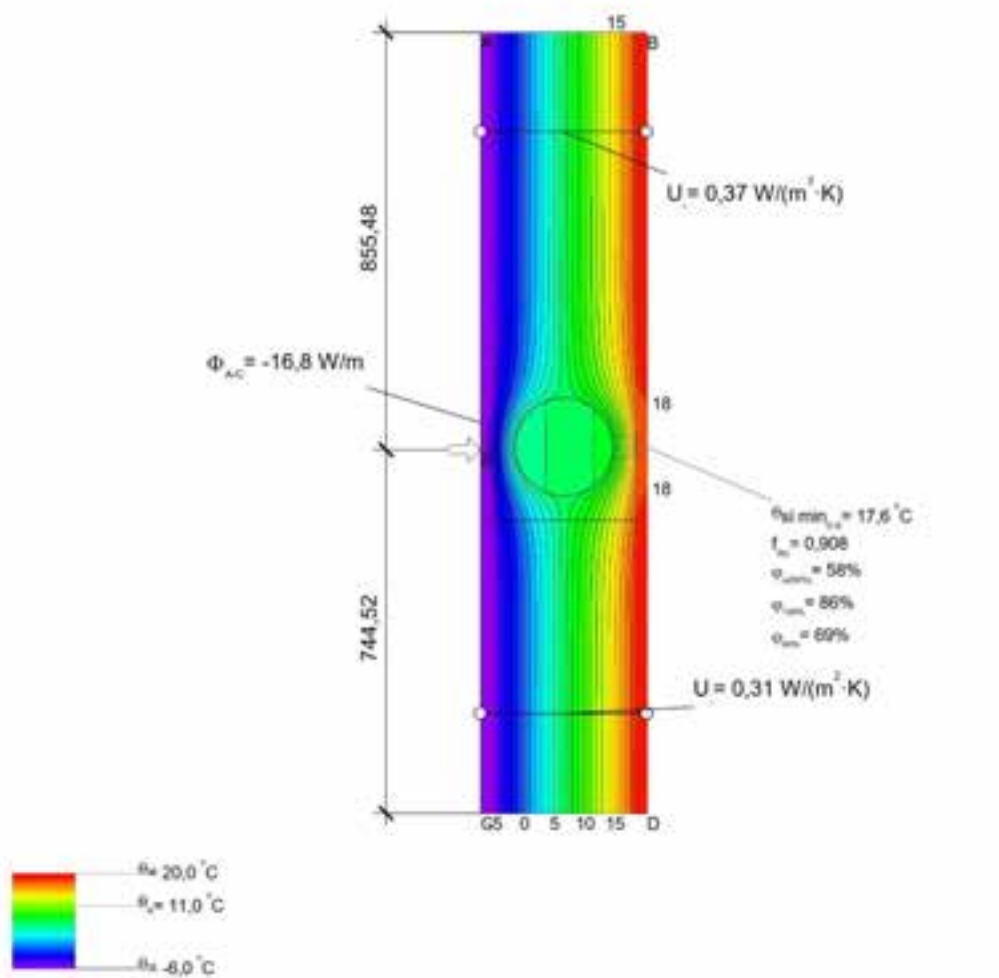
D-03-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ



Material	λ [W/(m·K)]
■ Beton armiran sa 2% čelika	2,500
■ Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
■ YTONG KUTNI BLOKOVI	0,120
■ YTONG SMART BLOKOVI	0,100

Boundary Condition	q [W/m ²]	t_b [°C]	R [(m ² ·K)/W]
■ Exterior, primorje	-6,000		0,040
■ Interior, toplinski tok horizontalan	20,000		0,130
■ Symmetry/Model section	0,000		

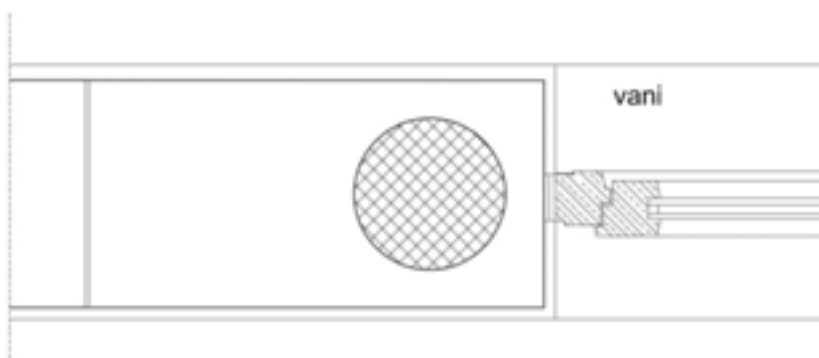
D-03-PRIMORJE - VERTIKALNI SERKLAŽ

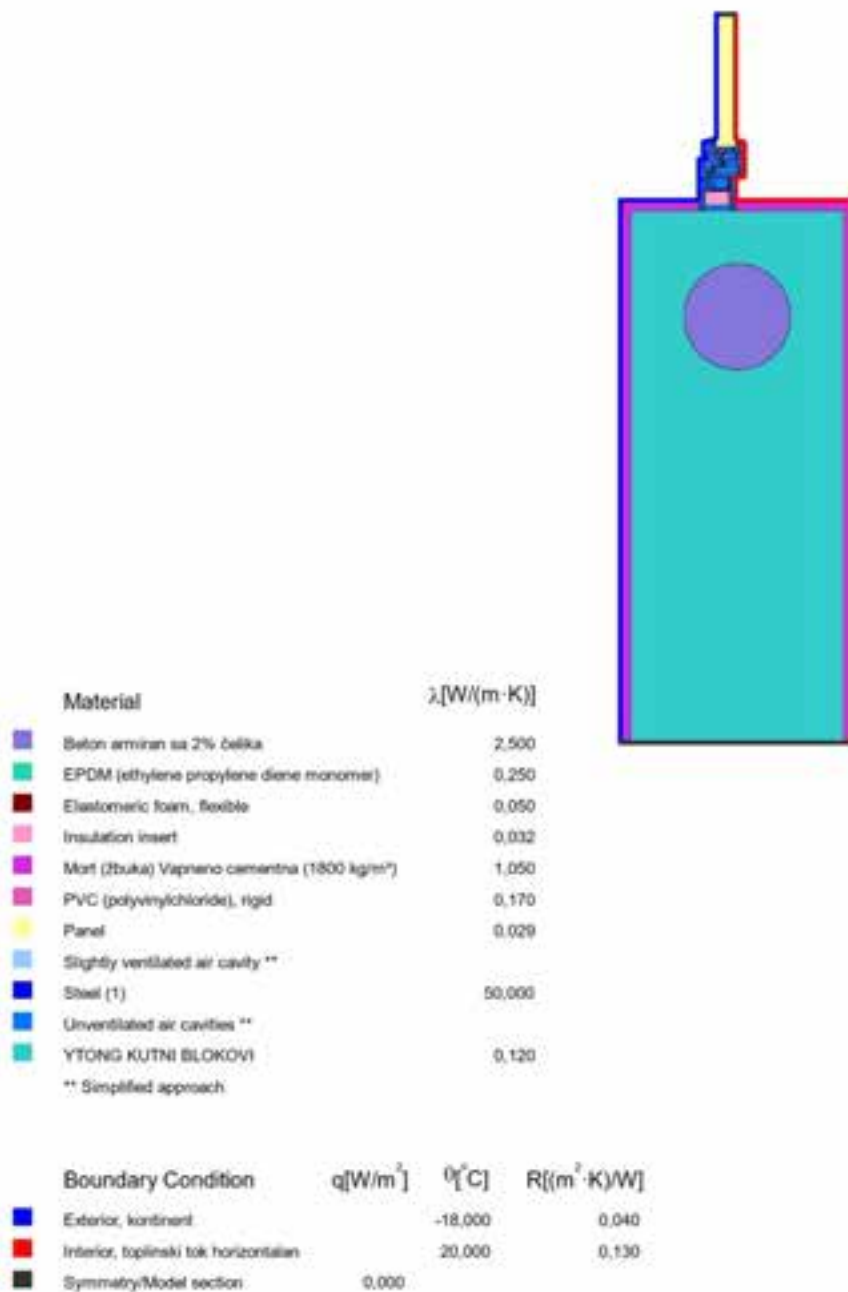


$$\Psi_{ACC} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{16,843}{26,000} - 0,369 \cdot 0,855 - 0,312 \cdot 0,745 = 0,100 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

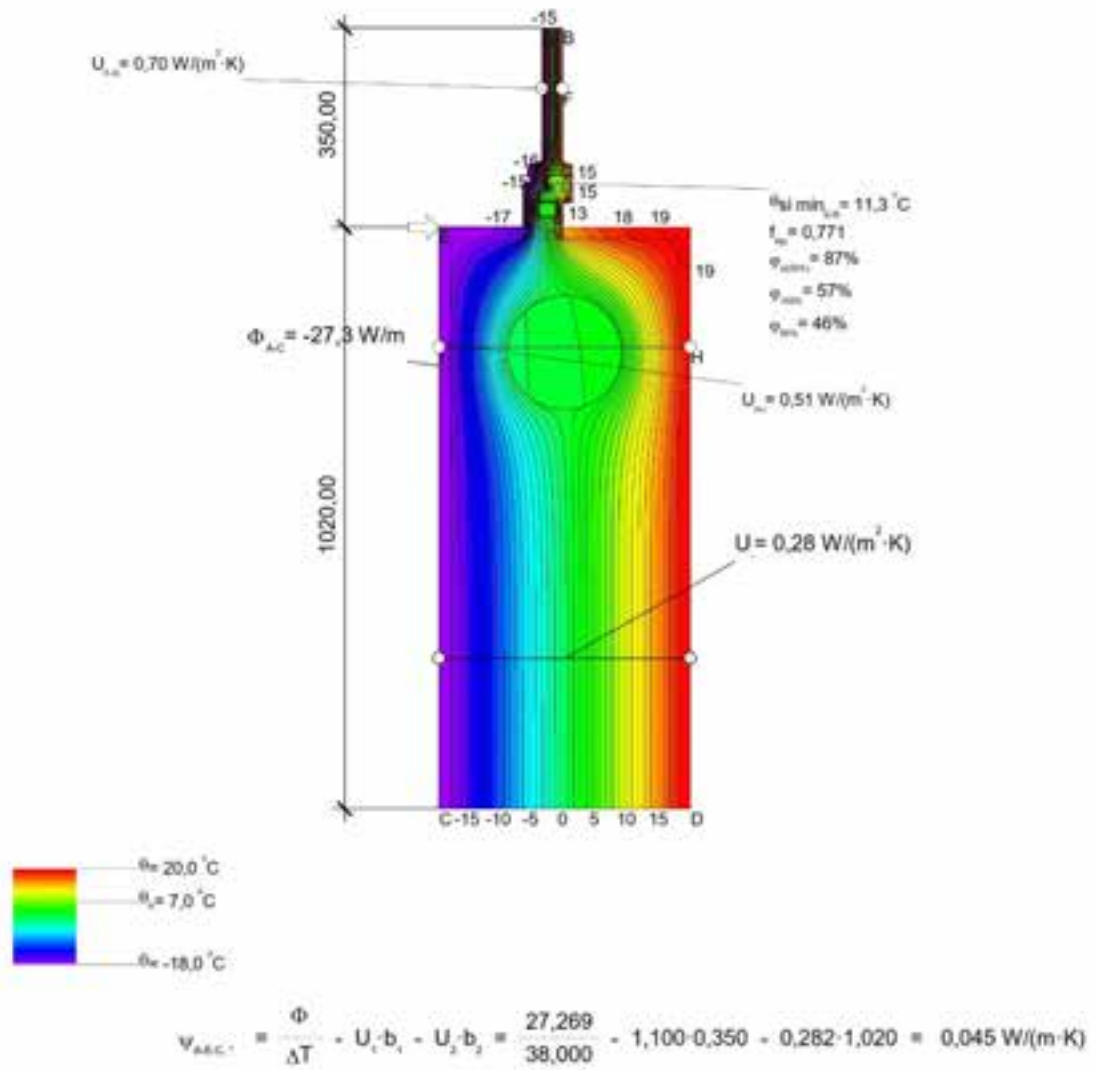
D-03-PRIMORJE - VERTIKALNI SERKLAŽ

ŠPALETA PROZORA UZ VERTIKALNI SERKLAŽ

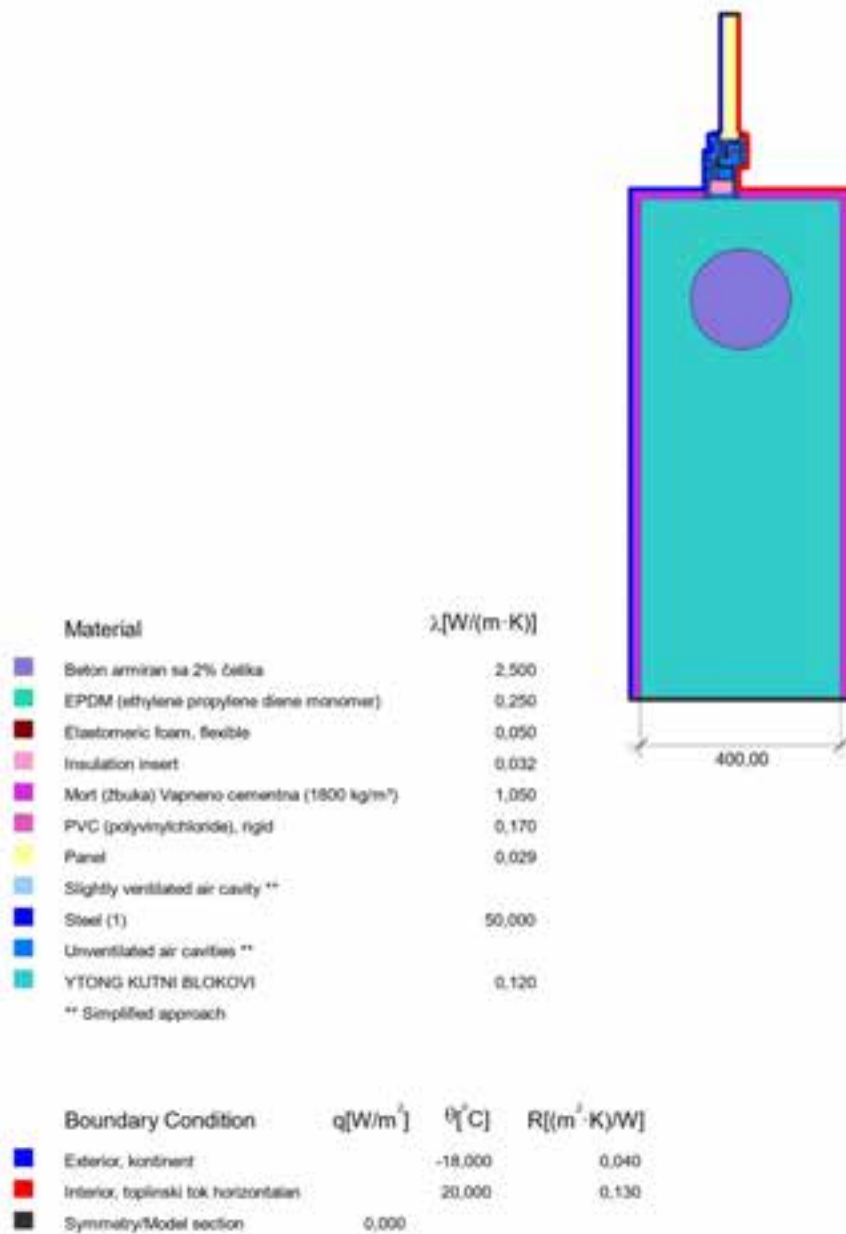




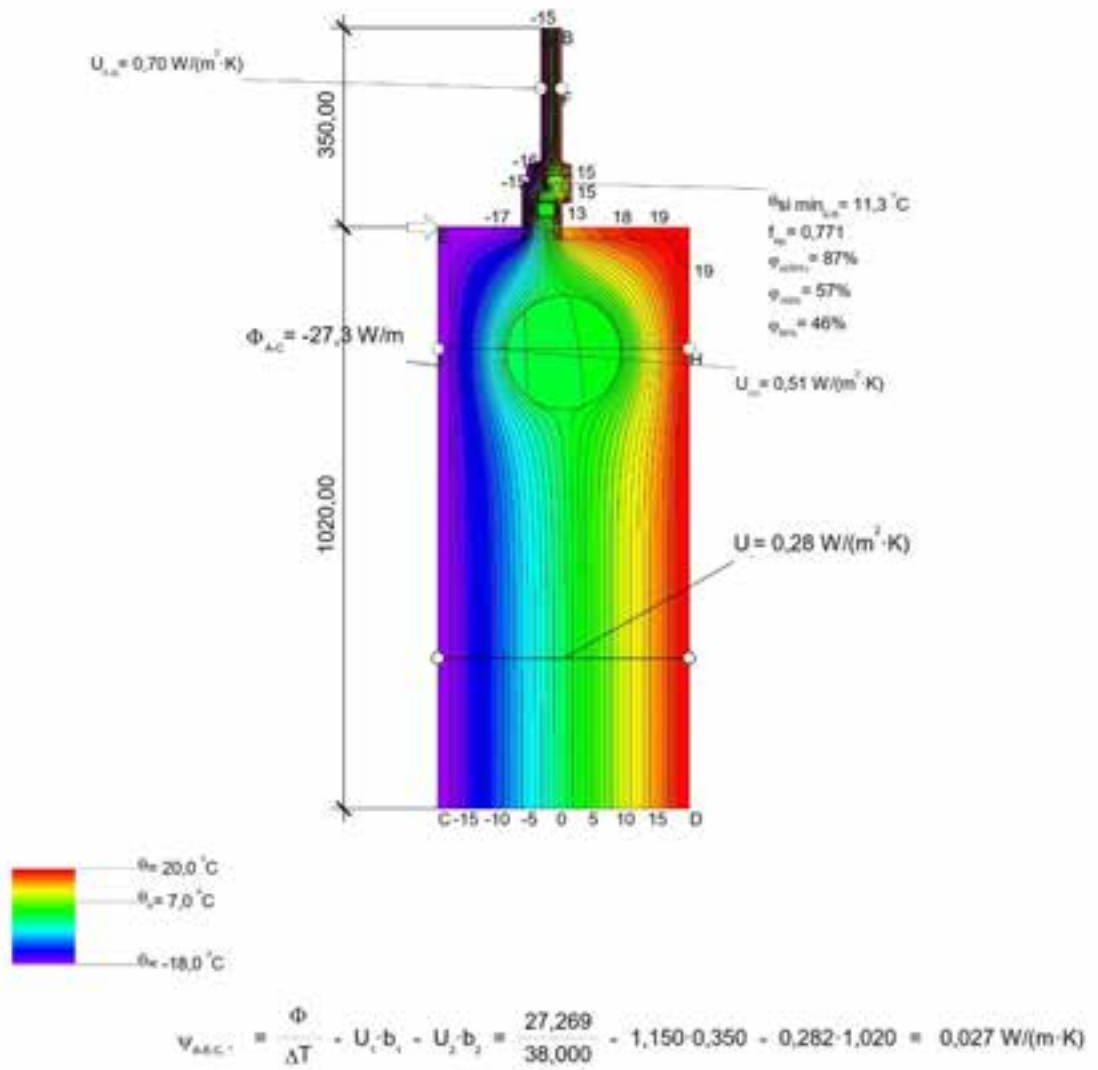
D-04.1-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ
ŠPALETA - KATARINA - TROSLOJNO STAKLO



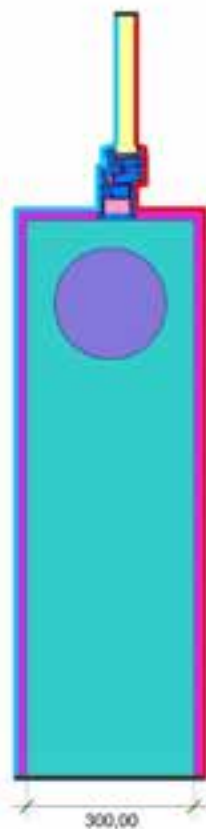
D-04.1-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ
 ŠPALETA - KATARINA - TROSLOJNO STAKLO



D-04.2-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ
ŠPALETA - NINA - TROSLOJNO STAKLO

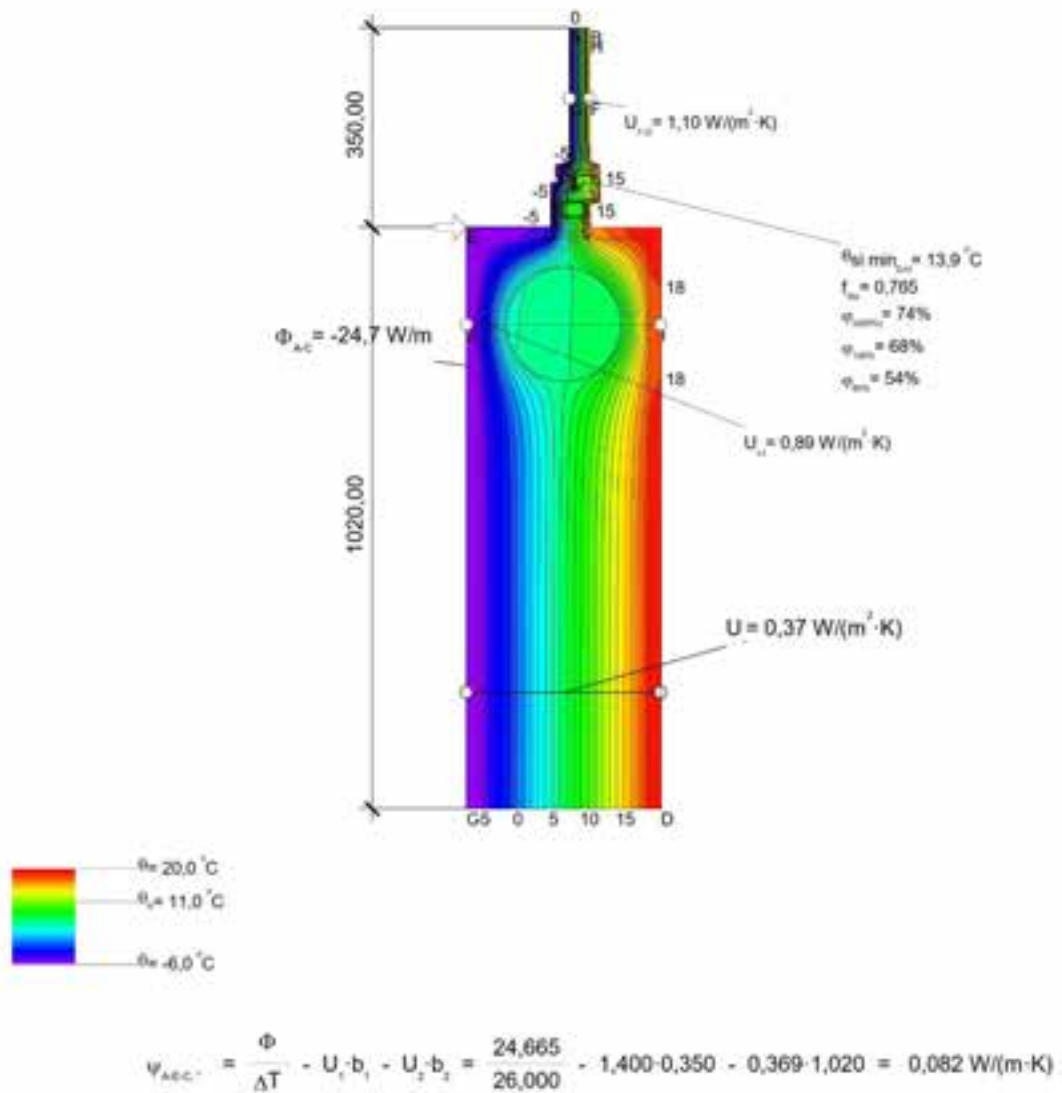


D-04.2-KONTINENT - VERTIKALNI SERKLAŽ
 ŠPALETA - NINA - TROSLOJNO STAKLO



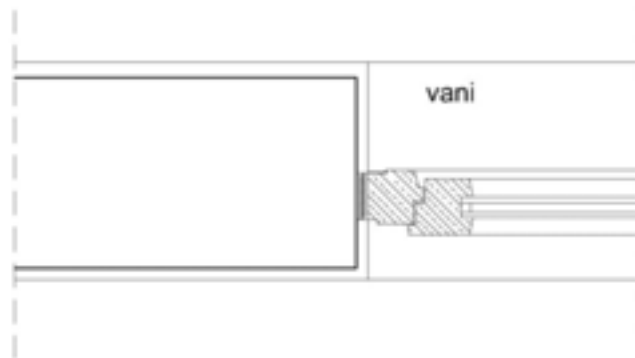
Material	λ [W/(m·K)]		
Beton armiran sa 2% čelika	2,500		
EPDM (ethylene propylene diene monomer)	0,250		
Elastomeric foam, flexible	0,050		
Insulation insert	0,032		
Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050		
PVC (polyvinylchloride), rigid	0,170		
Panel	0,048		
Slightly ventilated air cavity **			
Steel (1)	50,000		
Unventilated air cavities **			
YTONG KUTNI BLOKOVI	0,120		
** Simplified approach			
Boundary Condition	q [W/m ²]	t_i [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, primorje	-6,000		0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Symmetry/Model section	0,000		

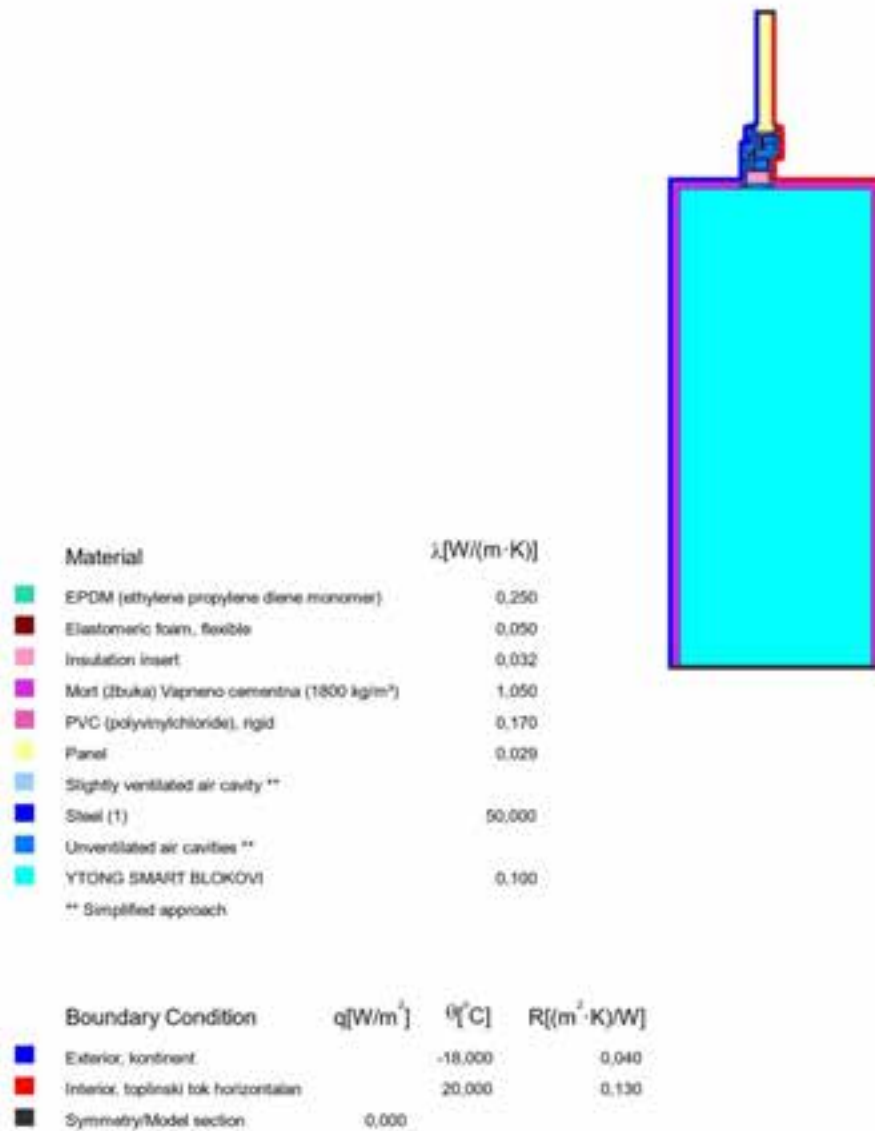
D-04-PRIMORJE - VERTIKALNI SERKLAŽ ŠPALETA
- KATARINA/NINA - DVOSLOJNO STAKLO



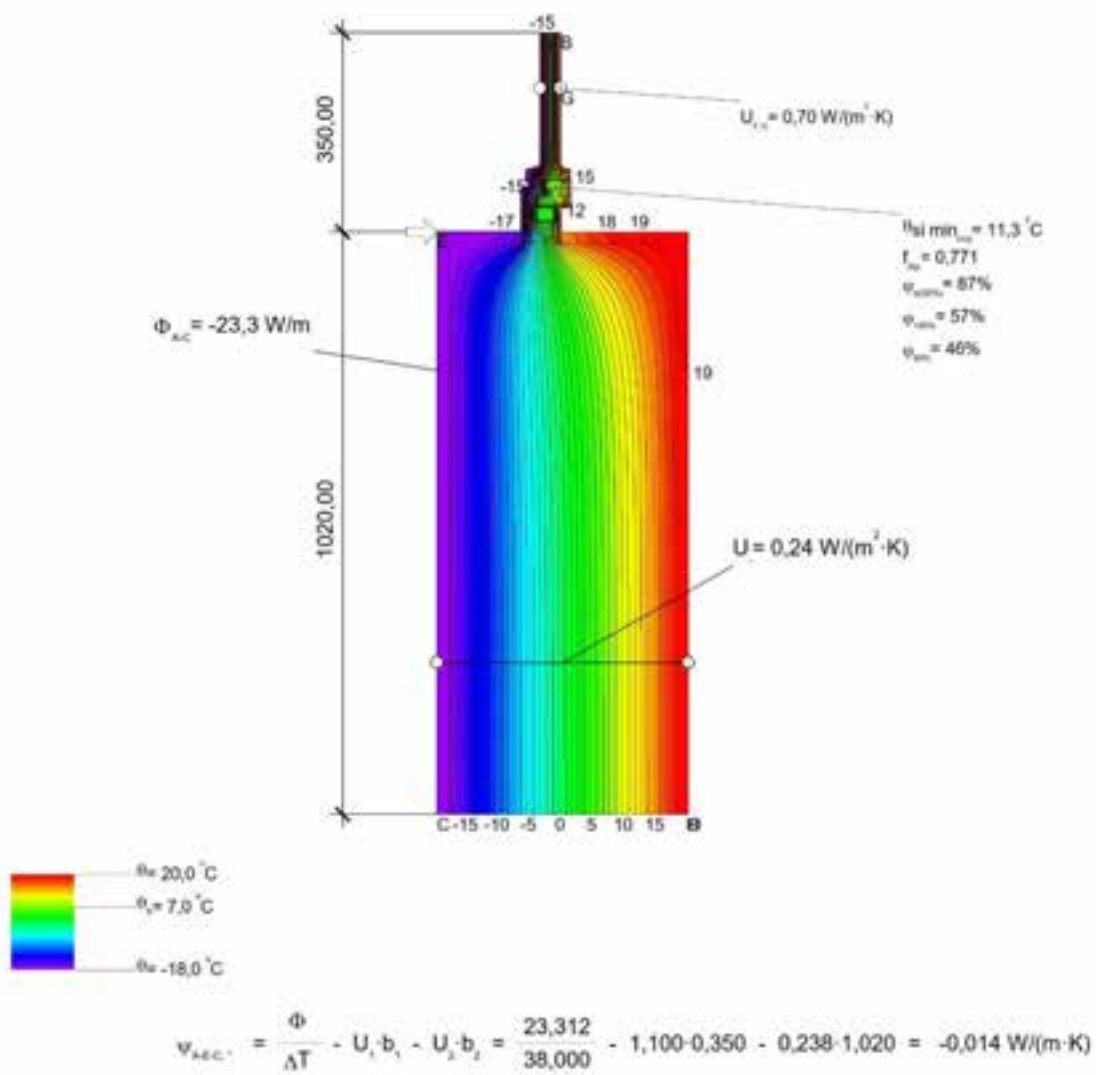
D-04-PRIMORJE - VERTIKALNI SERKLAŽ ŠPALETA
 - KATARINA/NINA - DVOSLOJNO STAKLO

ŠPALETA PROZORA

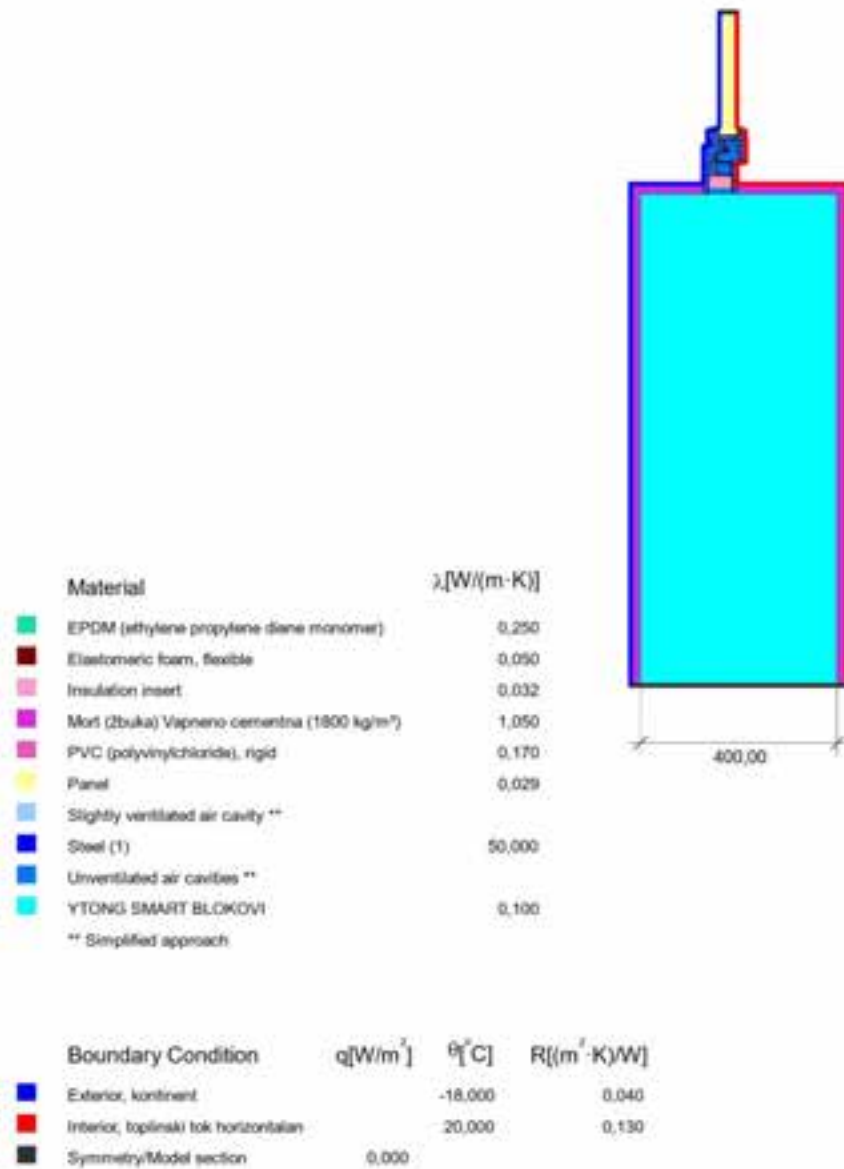




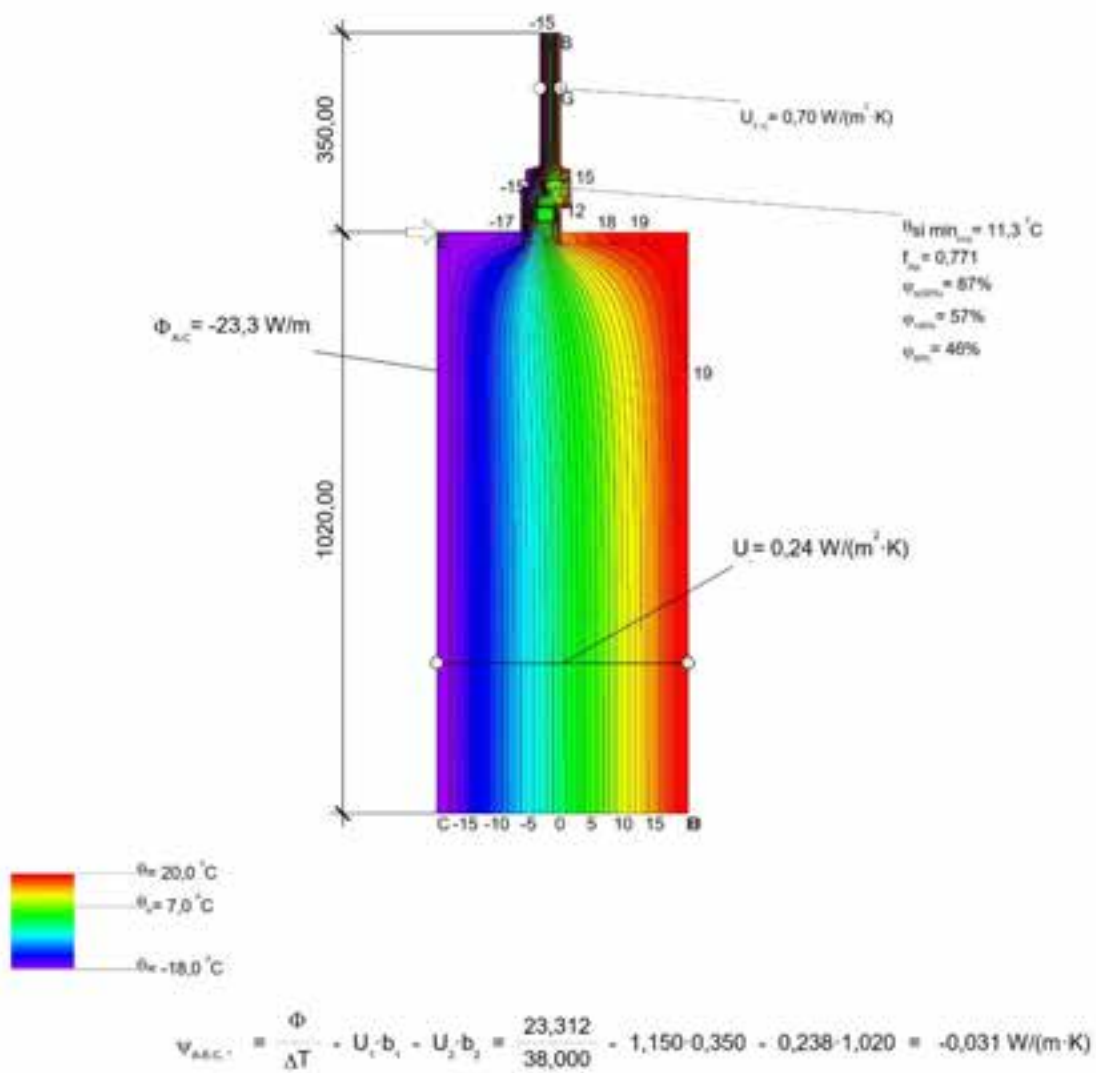
D-05.1-KONTINENT - ŠPALETA - KATARINA - TROSLOJNO STAKLO



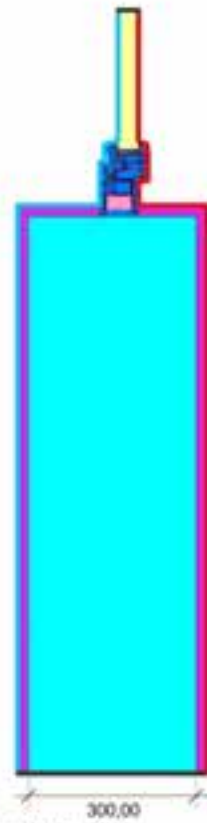
D-05.1-KONTINENT - ŠPALETA - KATARINA - TROSLOJNO STAKLO



D-05.2-KONTINENT - ŠPALETA - NINA - TROSLOJNO STAKLO



D-05.2-KONTINENT - ŠPALETA - NINA - TROSLOJNO STAKLO

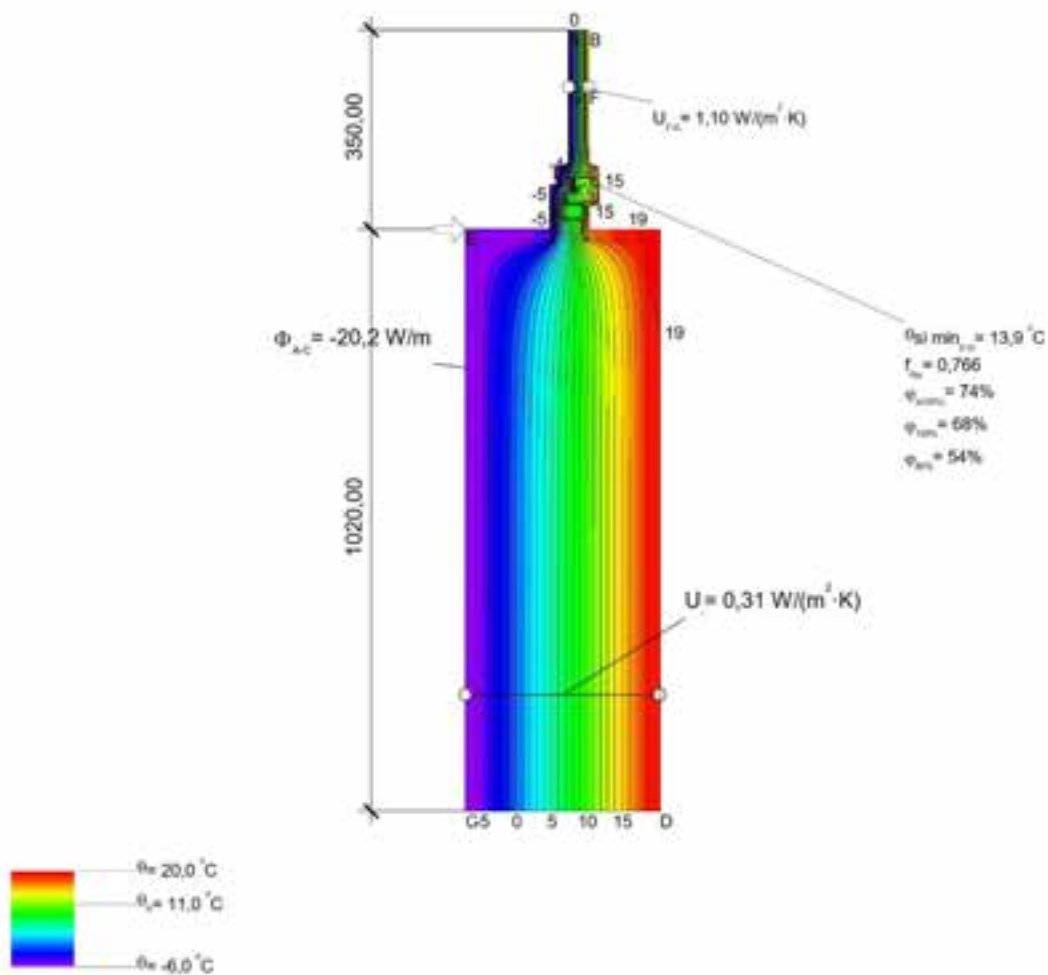


Material	λ [W/(m·K)]
EPDM (ethylene propylene diene monomer)	0,250
Elastomeric foam, flexible	0,050
Insulation Insert	0,032
Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
PVC (polyvinylchloride), rigid	0,170
Panel	0,049
Slightly ventilated air cavity **	
Steel (1)	50,000
Unventilated air cavities **	
YTONG SMART BLOKOVI	0,100

** Simplified approach

Boundary Condition	q [W/m ²]	θ_a [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, primorje		-6,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Symetry/Model section	0,000		

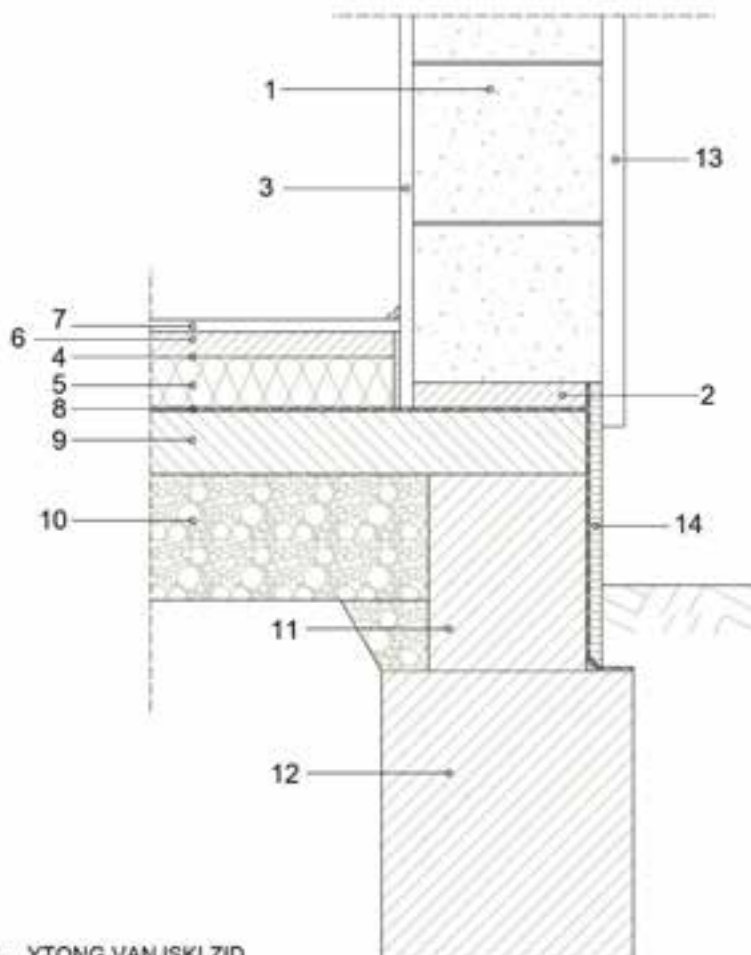
D-05-PRIMORJE - ŠPALETA - KATARINA NINA - DVOSLOJNO STAKLO



$$\psi_{Ac,c} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{20,216}{26,000} - 1,400 \cdot 0,350 - 0,312 \cdot 1,020 = -0,030 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

D-05-PRIMORJE - ŠPALETA - KATARINA NINA - DVOSLOJNO STAKLO

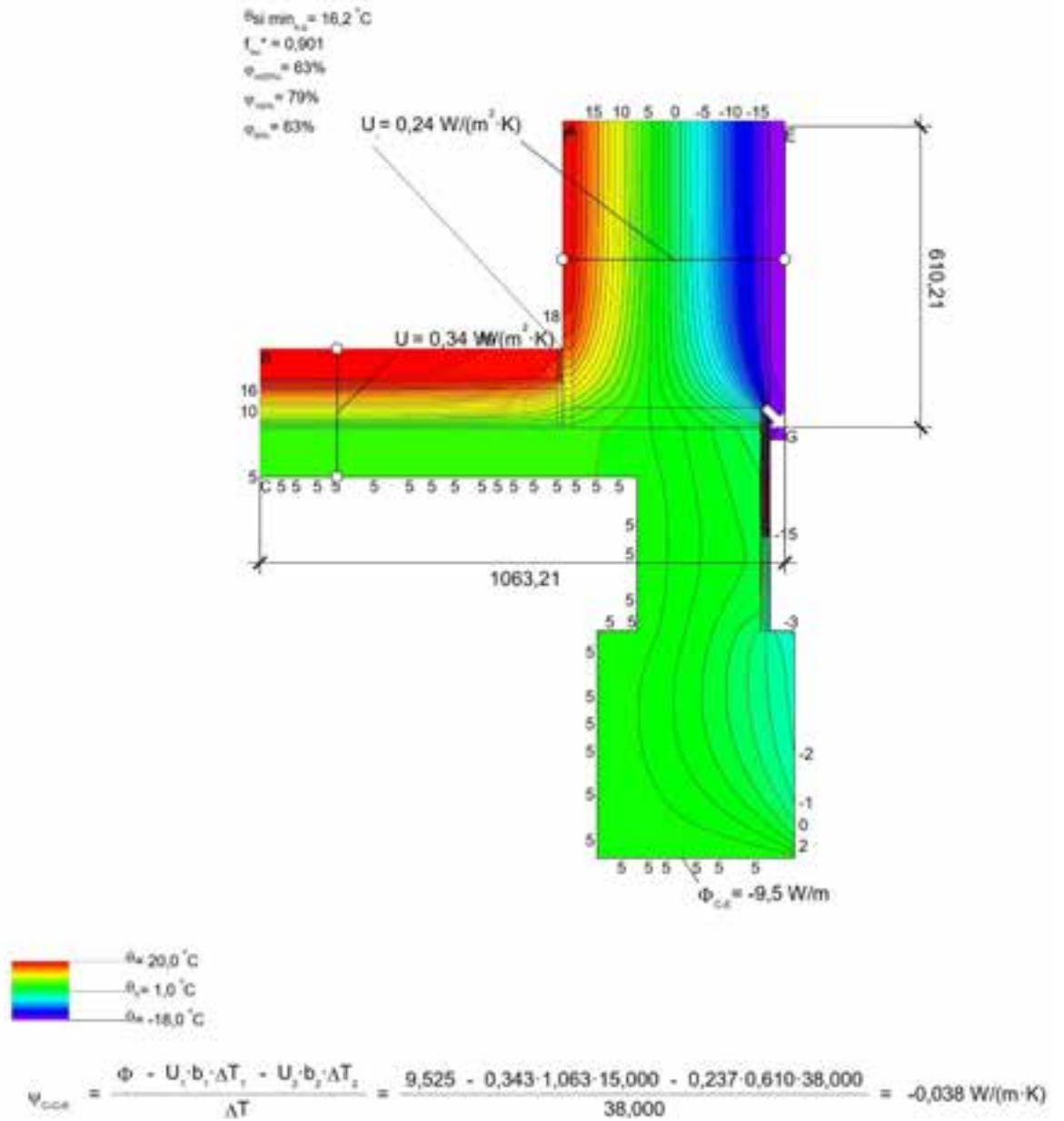
PODNOŽJE



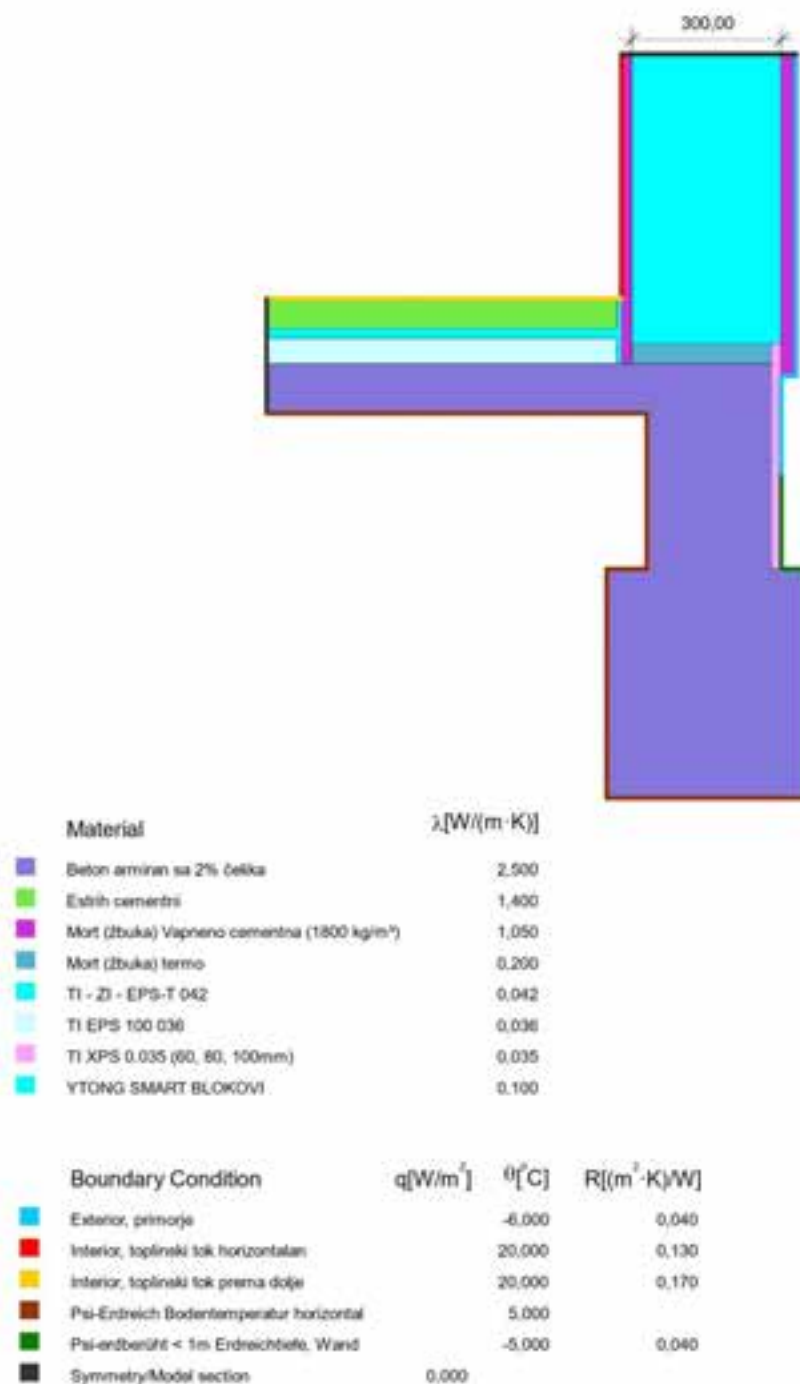
1. YTONG VANJSKI ZID
2. VAPNENO CEMENTNI MORT
3. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA
4. PE FOLIJA
5. TOPLINSKA IZOLACIJA / IZOLACIJA ZA PRIGUŠENJE BUKE
6. CEMENTNI ESTRIH
7. ZAVRŠNA OBLOGA PODA
8. HIDROIZOLACIJA
9. AB PLOČA
10. NABIJENI ŠLJUNAK
11. AB NADTEMELJNI ZID
12. AB TEMELJNA TRAKA
13. VANJSKA ŽBUKA
14. ZAŠTITA HIDROIZOLACIJE, XPS PLOČE



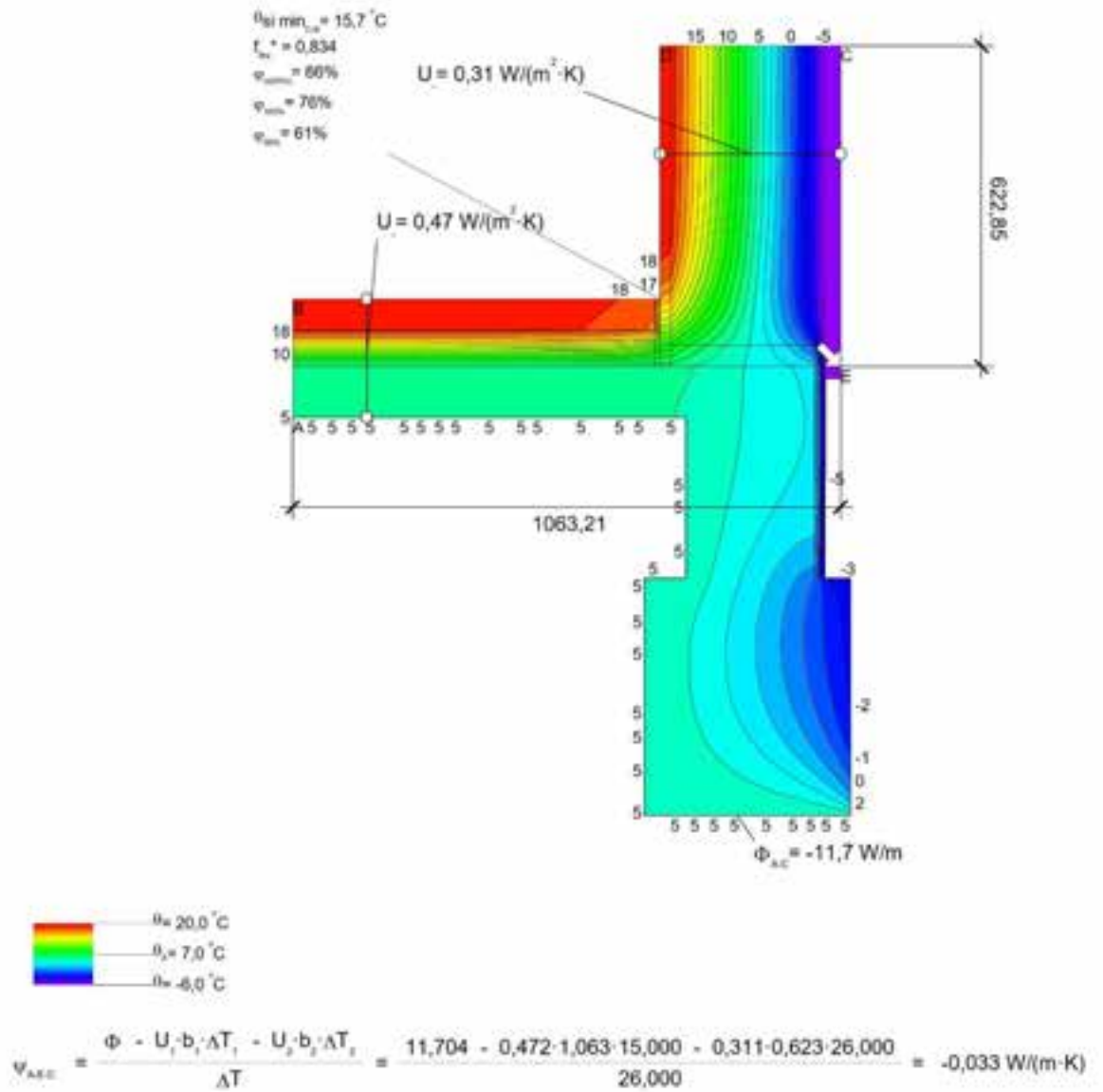
D-06-KONTINENT - PODNOŽJE



D-06-KONTINENT - PODNOŽJE

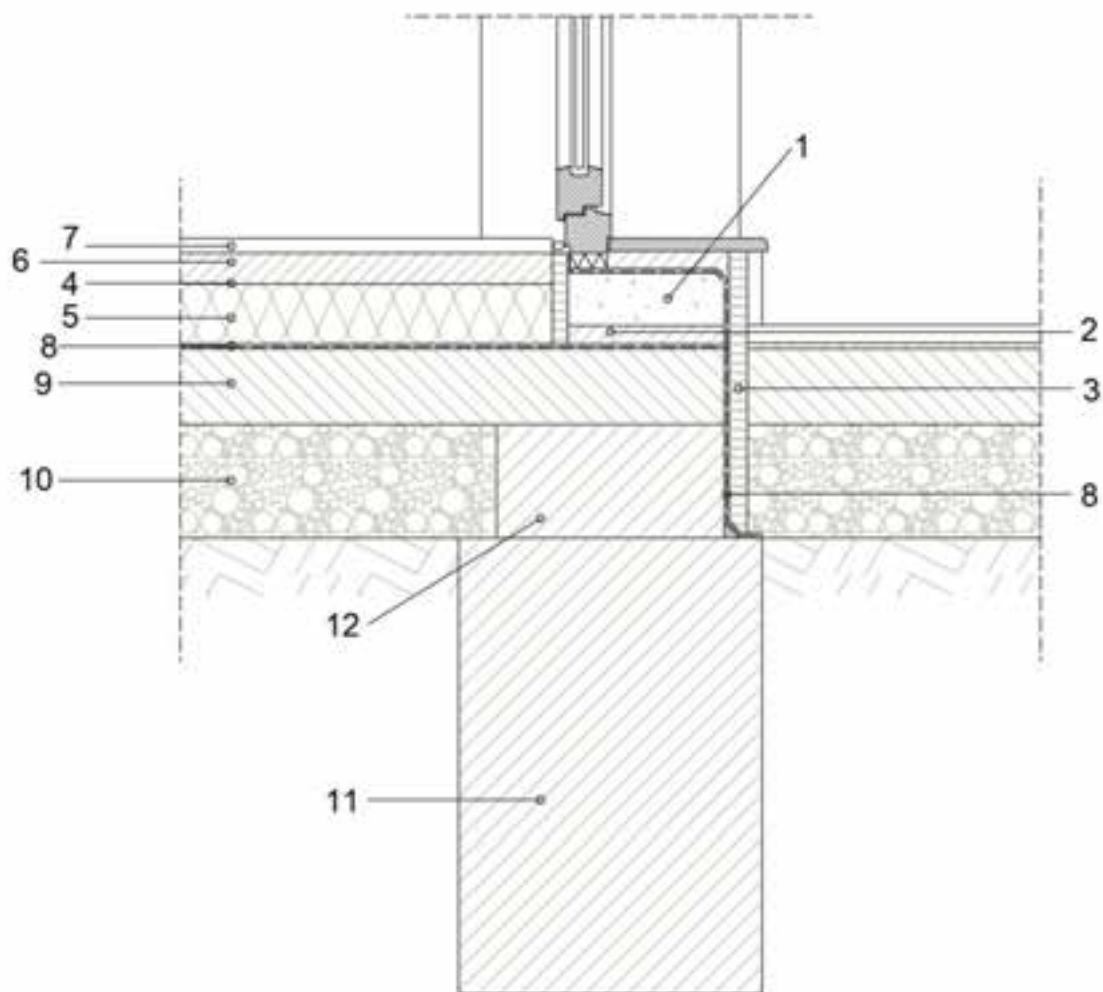


D-06-PRIMORJE - PODNOŽJE

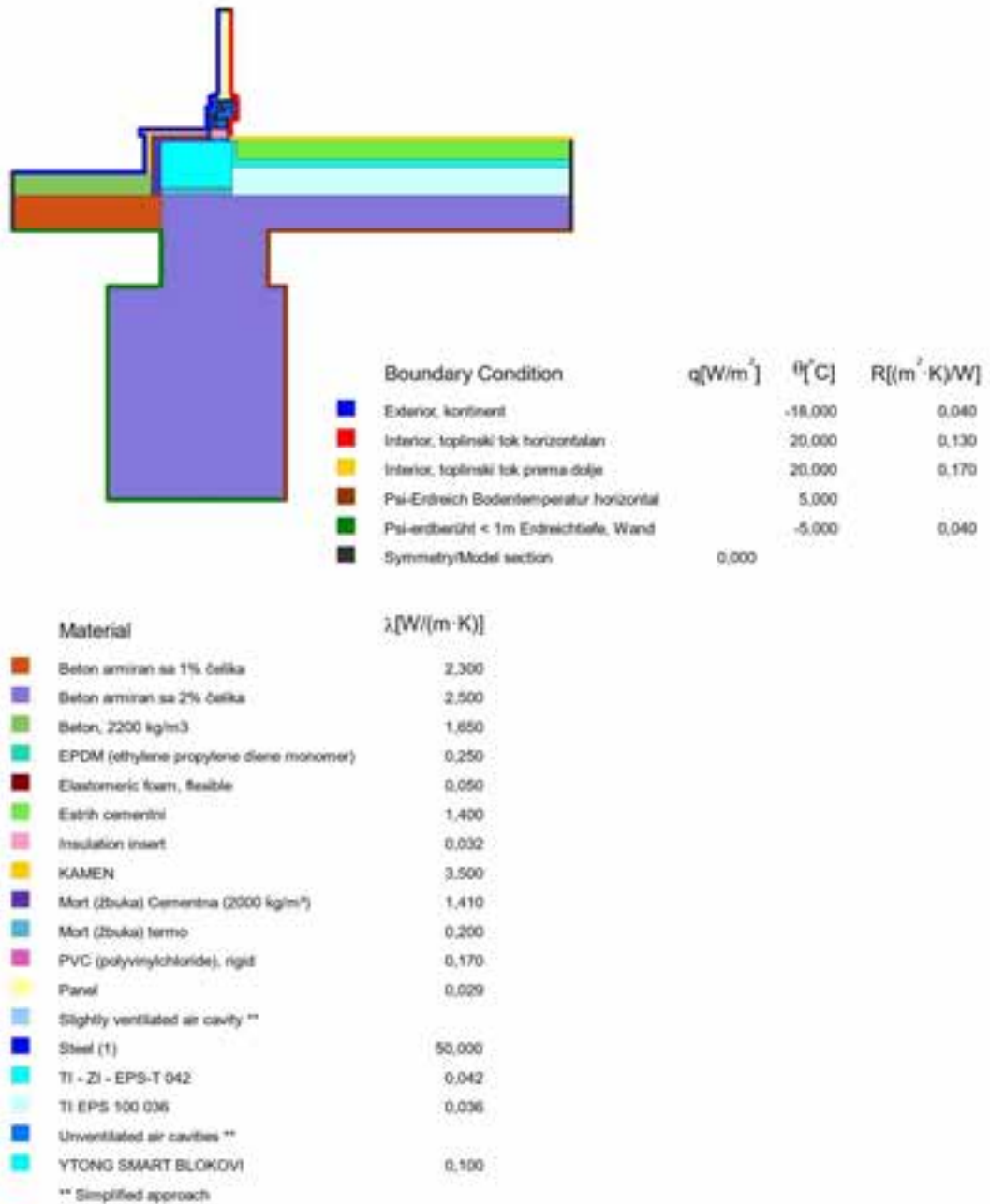


D-06-PRIMORJE - PODNOŽJE

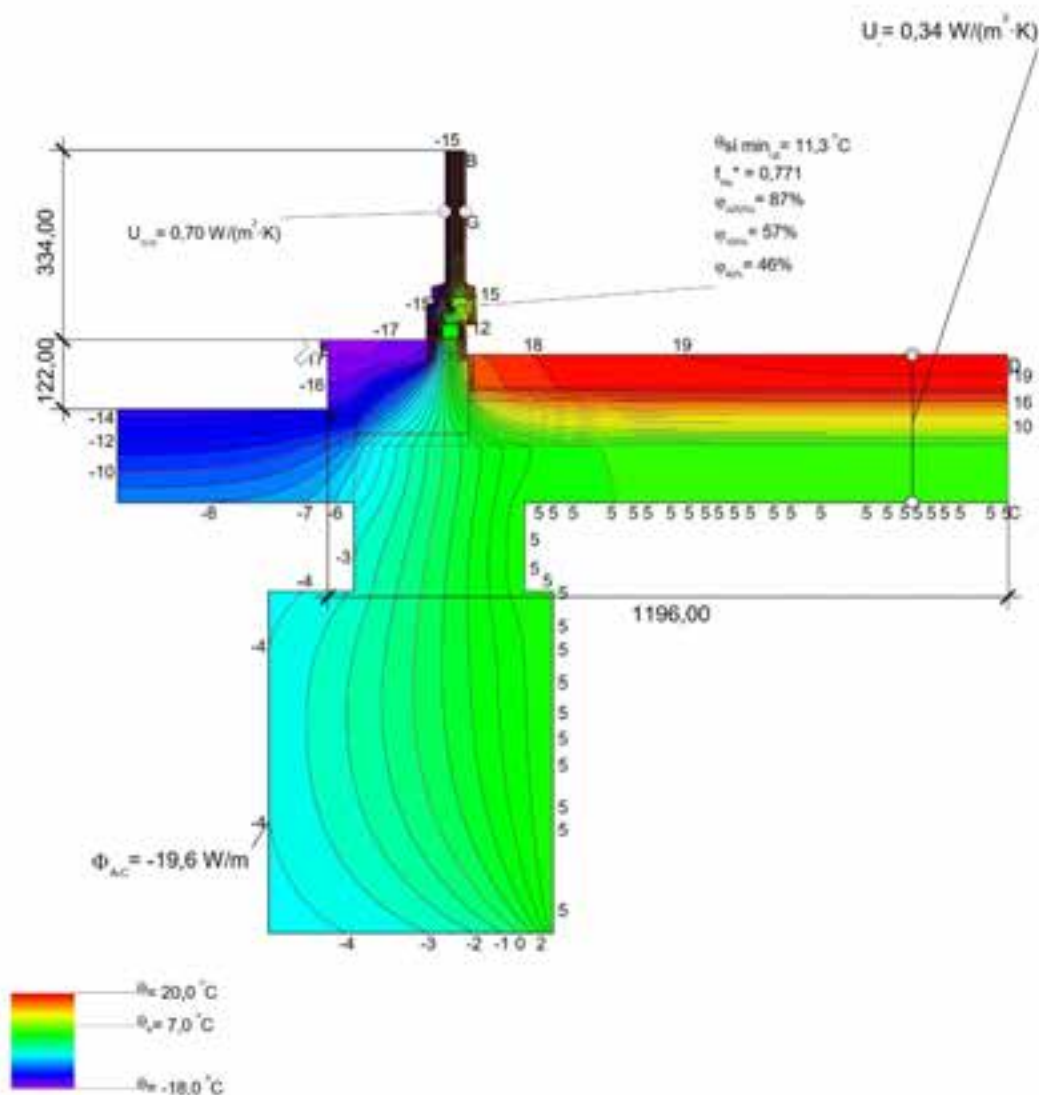
PODNOŽJE_VANJSKI ZID S BALKONSKIM VRATIMA



1. YTONG BLOK
2. VAPNENO CEMENTNI MORT
3. ZAŠTITA HIDROIZOLACIJE, XPS PLOČE
4. PE FOLIJA
5. TOPLINSKA IZOLACIJA / IZOLACIJA ZA PRIGUŠENJE BUKE
6. CEMENTNI ESTRIH
7. ZAVRŠNA OBLOGA PODA
8. HIDROIZOLACIJA
9. AB PLOČA
10. NABIJENI ŠLJUNAK
11. AB TEMELJNA TRAKA
12. AB NADTEMELJNI ZID

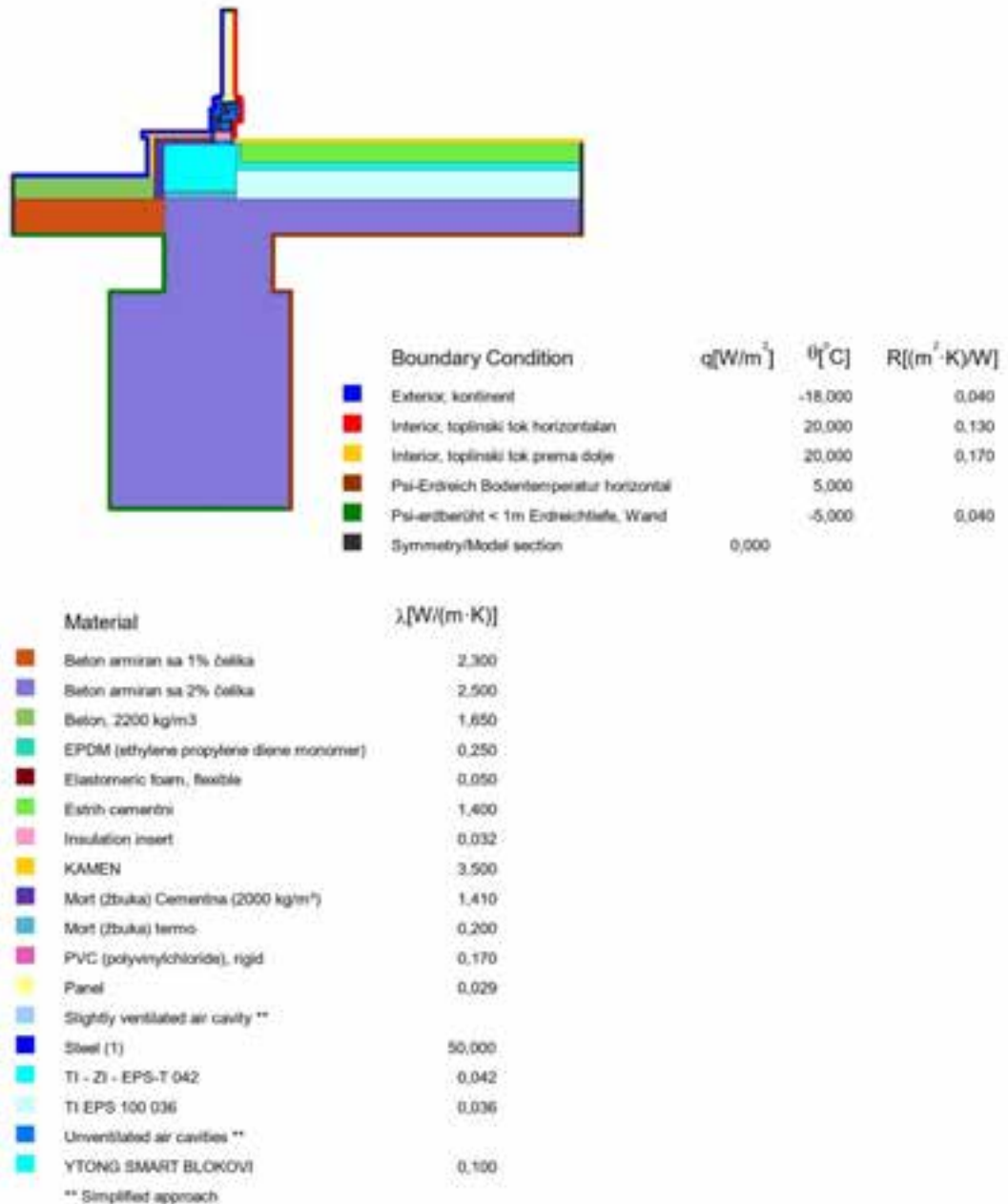


D-07.1-KONTINENT - PRAG VRATA - KATARINA

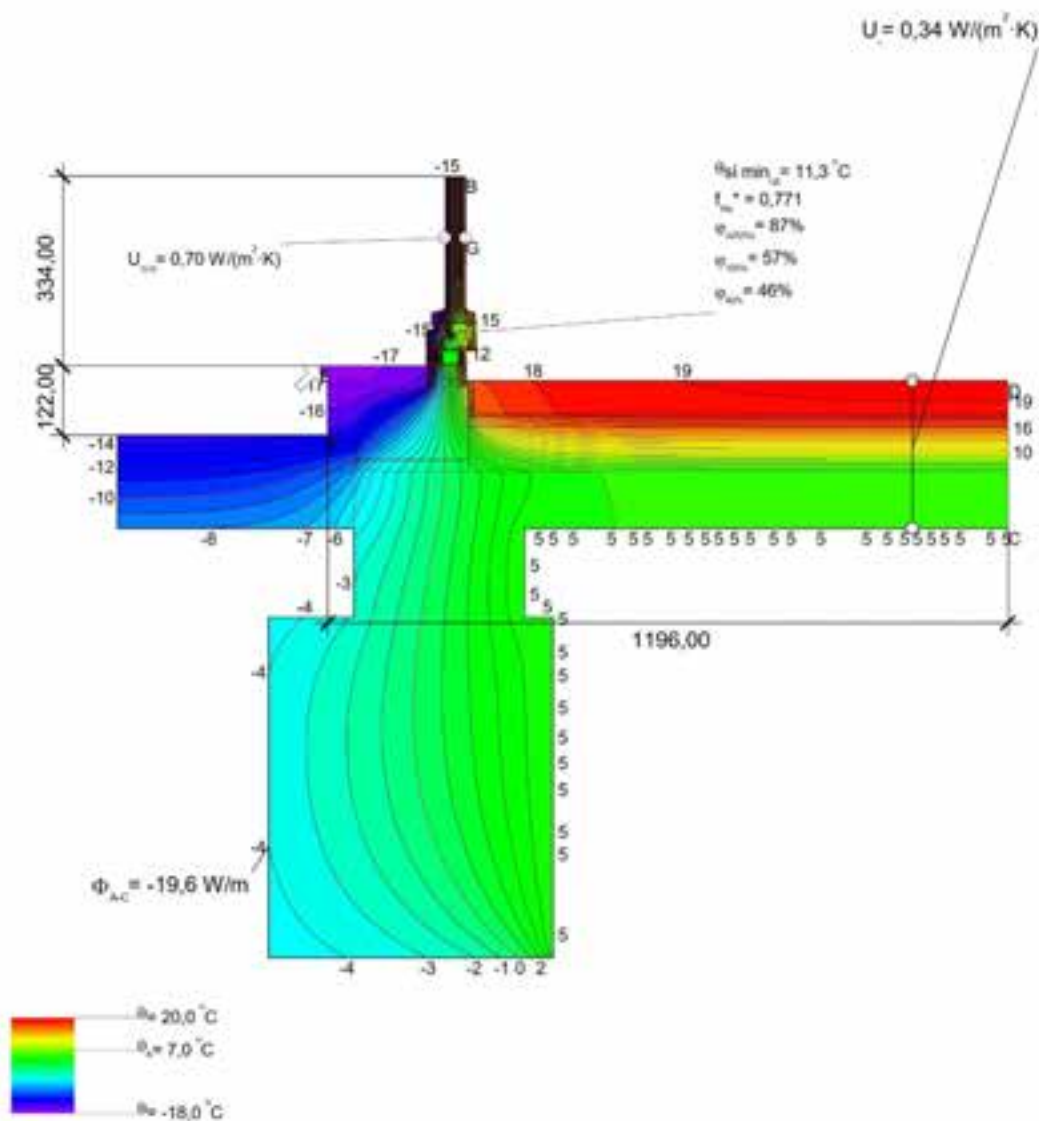


$$\frac{\sum U_s \cdot b_s \cdot \Delta T_s}{\Delta T} = \frac{19,625 - 1,100 \cdot 0,334 \cdot 38,000 - 0,460 \cdot 0,122 \cdot 26,500 - 0,339 \cdot 1,196 \cdot 15,000}{38,000} = -0,050 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

D-07.1-KONTINENT - PRAG VRATA - KATARINA



D-07.2-KONTINENT - PRAG VRATA - NINA

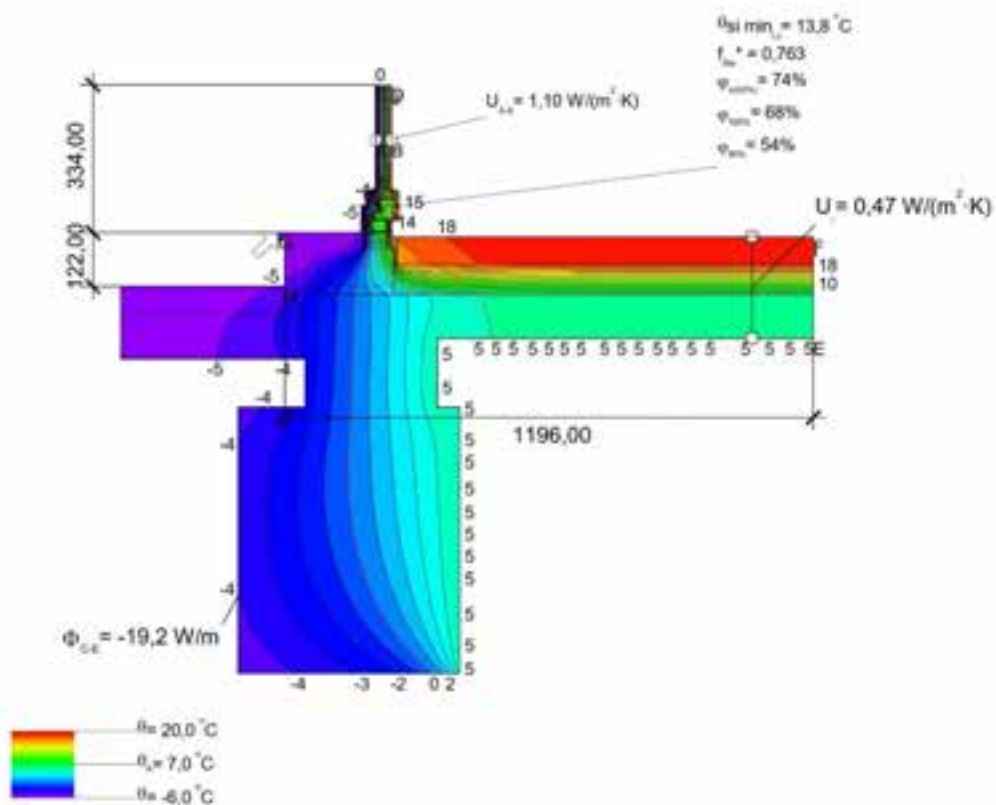


$$\frac{\sum U_i \cdot b_i \cdot \Delta T_i}{\Delta T} = \frac{19,625 - 1,150 \cdot 0,334 \cdot 38,000 - 0,460 \cdot 0,122 \cdot 26,500 - 0,339 \cdot 1,196 \cdot 15,000}{38,000} = -0,067 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

D-07.2-KONTINENT - PRAG VRATA - NINA



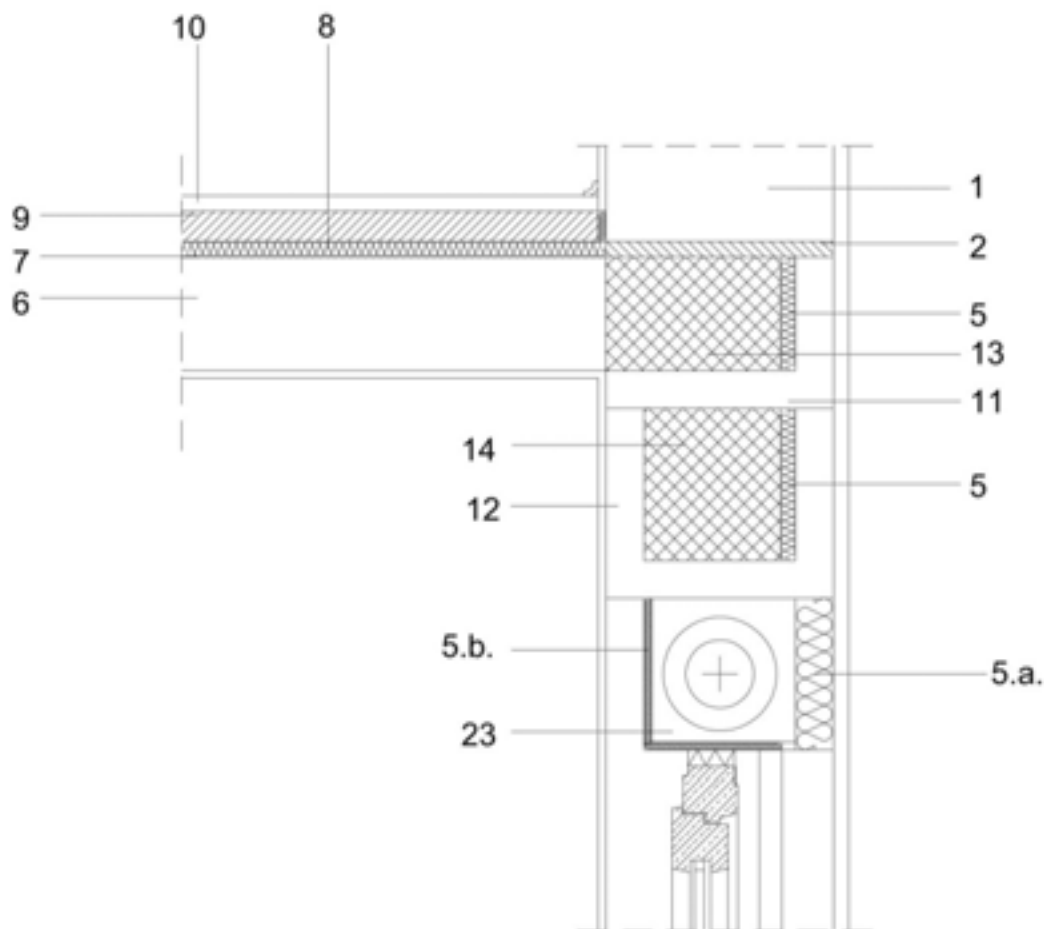
D-07-PRIMORJE - PRAG VRATA



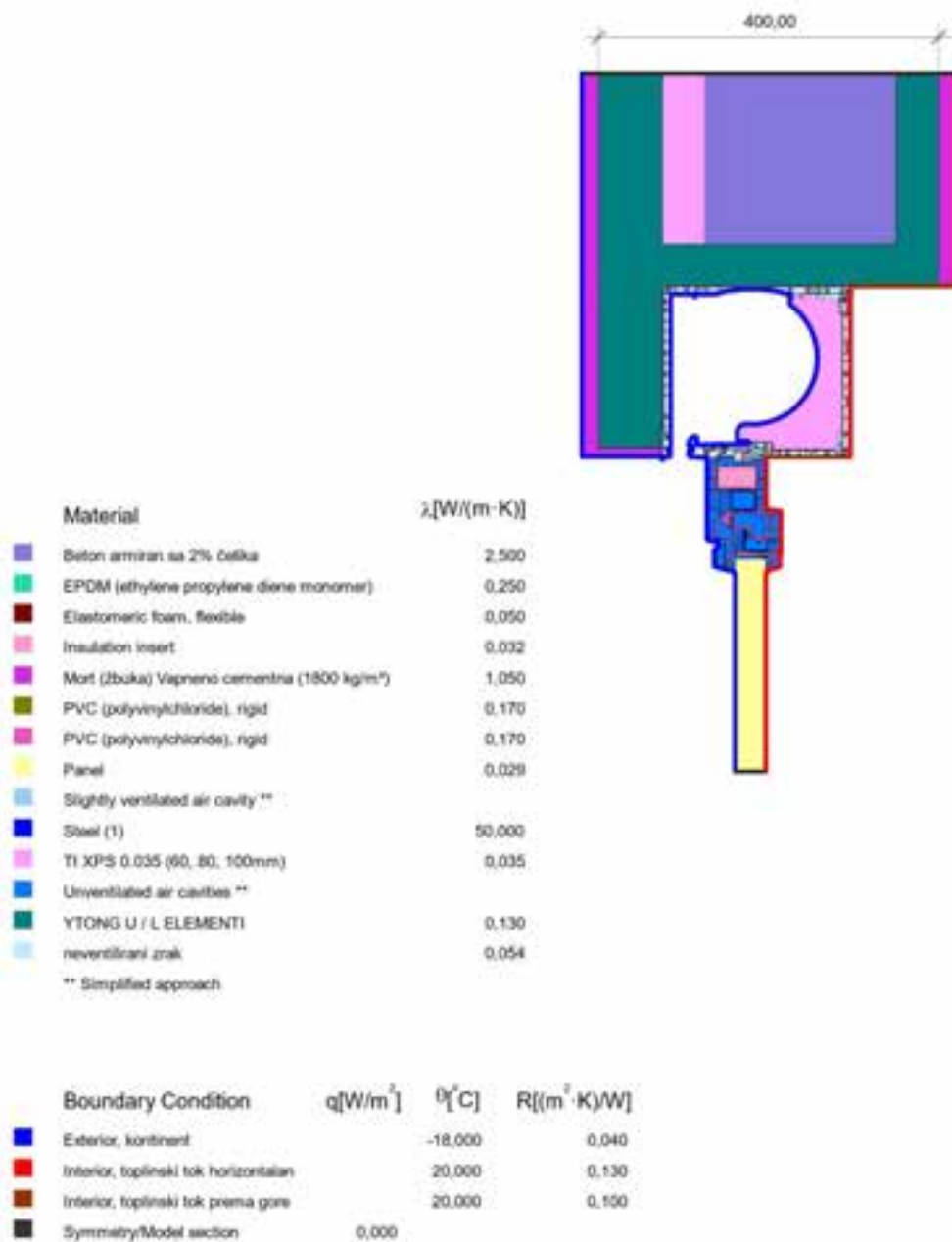
$$\psi_{1,2} = \frac{\phi - U_1 \cdot b_1 \cdot \Delta T_1 - U_2 \cdot b_2 \cdot \Delta T_2 - U_3 \cdot b_3 \cdot \Delta T_3}{\Delta T} = \frac{19,159 - 1,400 \cdot 0,334 \cdot 26,000 - 0,460 \cdot 0,122 \cdot 20,500 - 0,472 \cdot 1,196 \cdot 15,000}{26,000} = -0,7$$

D-07-PRIMORJE - PRAG VRATA

NADVOJ SA ROLETOM



1. VANJSKI NOSIVI ZID OD YTONG BLOKOVA
2. PRODUŽNI MORT oca 2 cm
3. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA TIPA RIMAT 100 DLP, DEBLJINE 0,5-1 cm
4. VANJSKA VAPNENO - CEMENTNA ŽBUKA TIPA BAUMIT GRUNDPUTZ LEICHT, DEBLJINE 1,5 cm
5. TOPLINSKA IZOLACIJA EPS
- 5.a. TOPLINSKA IZOLACIJA EPS
- 5.b. TOPLINSKA IZOLACIJA EPS
6. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - YTONG BIJELE STROP
7. PE FOLIJA DEBLJINE > 0,2 mm SA PREKLOPIMA 20 cm
8. IZOLACIJSKE PLOČE OD ELASTIFICIRANOG POLISTIRENA EPS, DEBLJINE 2 cm U JEDNOM SLOJU
9. CEM. GLAZURA ARMIRANA VLAKNIMA DEBLJINE min. 4 cm
10. ZAVRŠNA PODNA OBLOGA - PARKET 2 cm
11. OPLATA HORIZONTALNOG SERKLAŽA - YTONG "L" PROFIL
12. OPLATA NADVOJA - YTONG "U" PROFIL
13. AB HORIZONTALNI SERKLAŽ
14. AB NADVOJ
23. KUTIJA ZA ROLETE

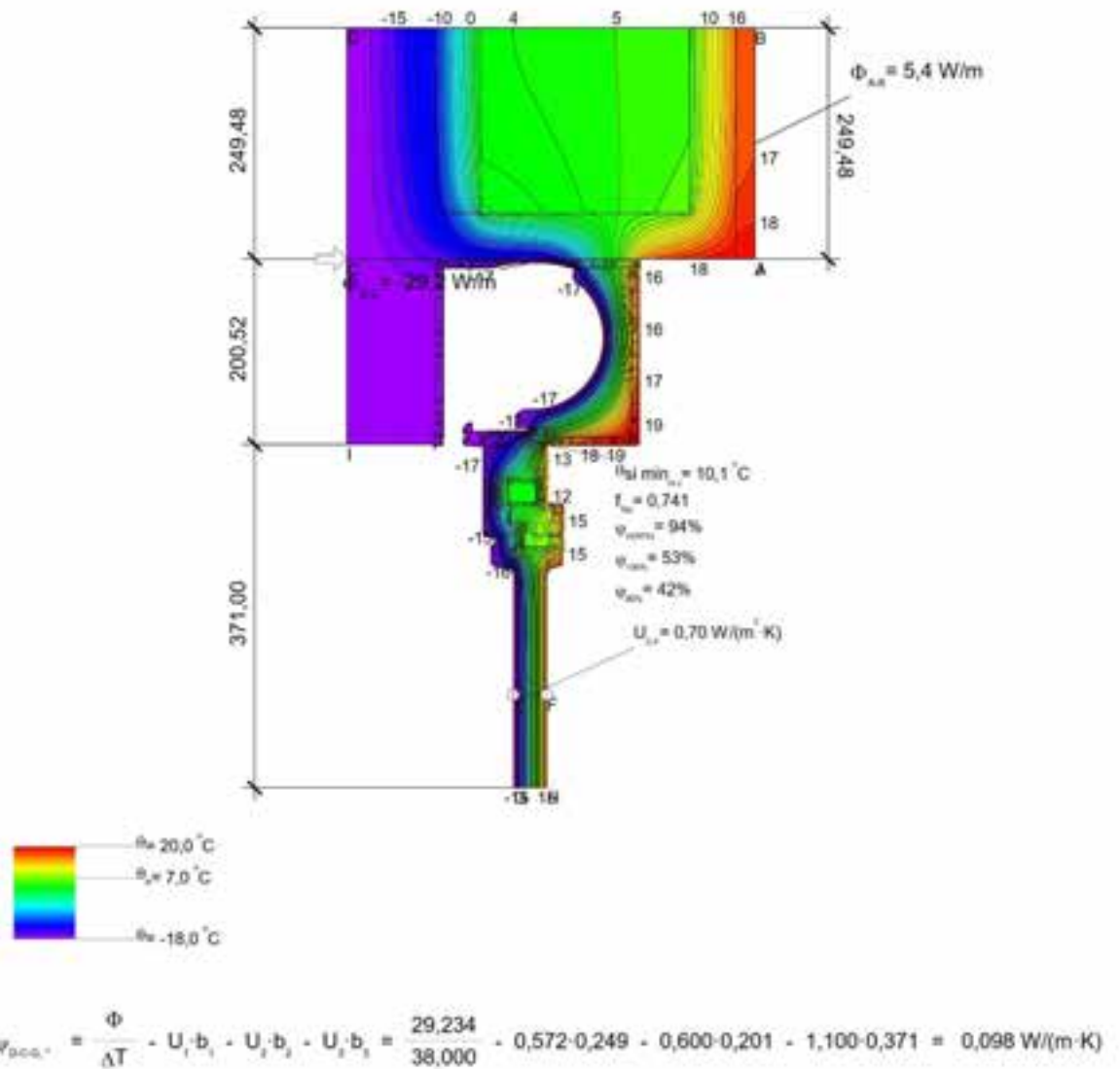


D-08.1-KONTINENT - NADVOJ (ROLETA) - KATARINA

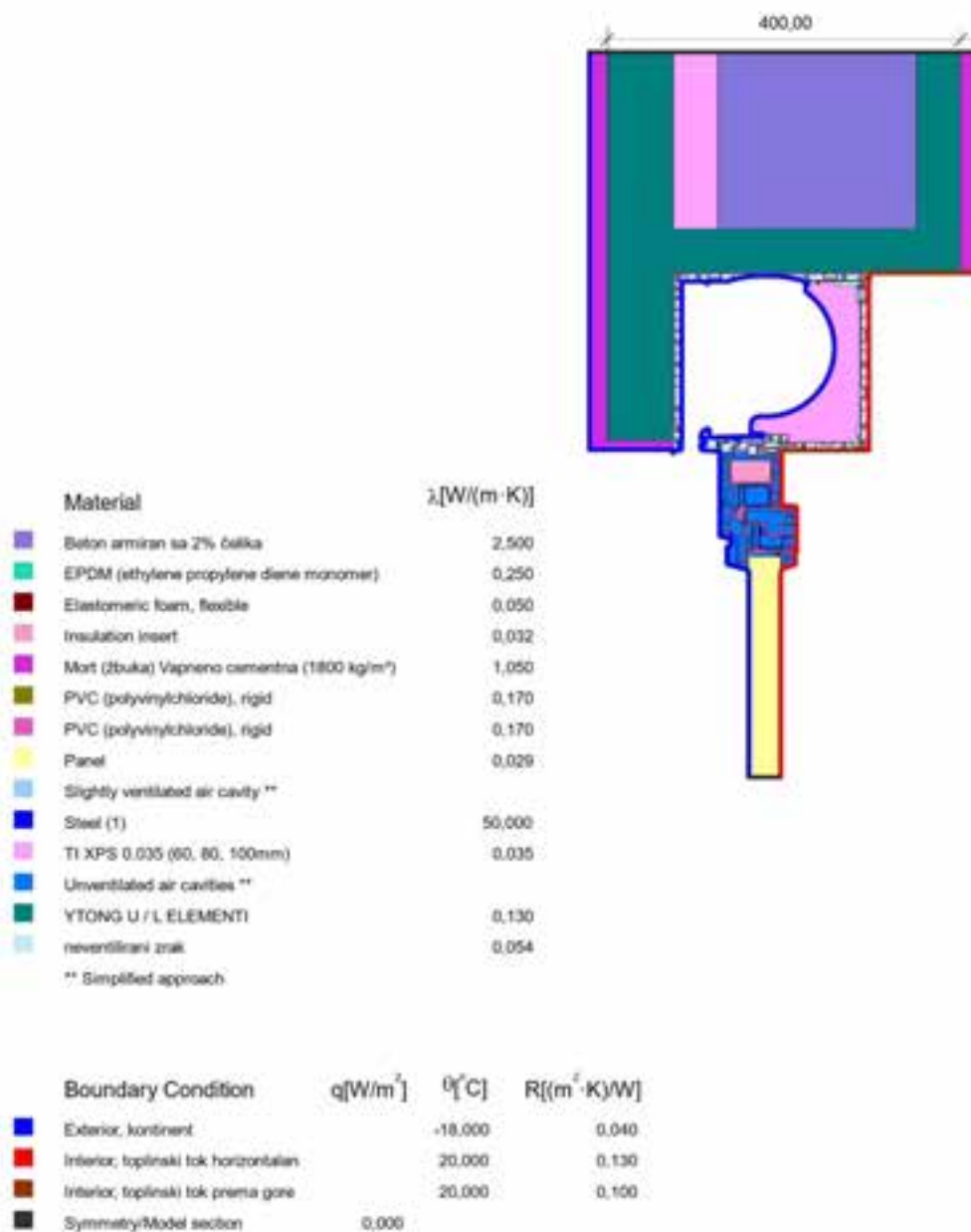
U nadvoja (40 cm)

$$U_{\text{nadvoj}} = \frac{\Phi}{\Delta T \cdot b} = \frac{5,423}{38,000 \cdot 0,249} = 0,572 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Section heat flux 60,7%



D-08.1-KONTINENT - NADVOJ (ROLETA) - KATARINA

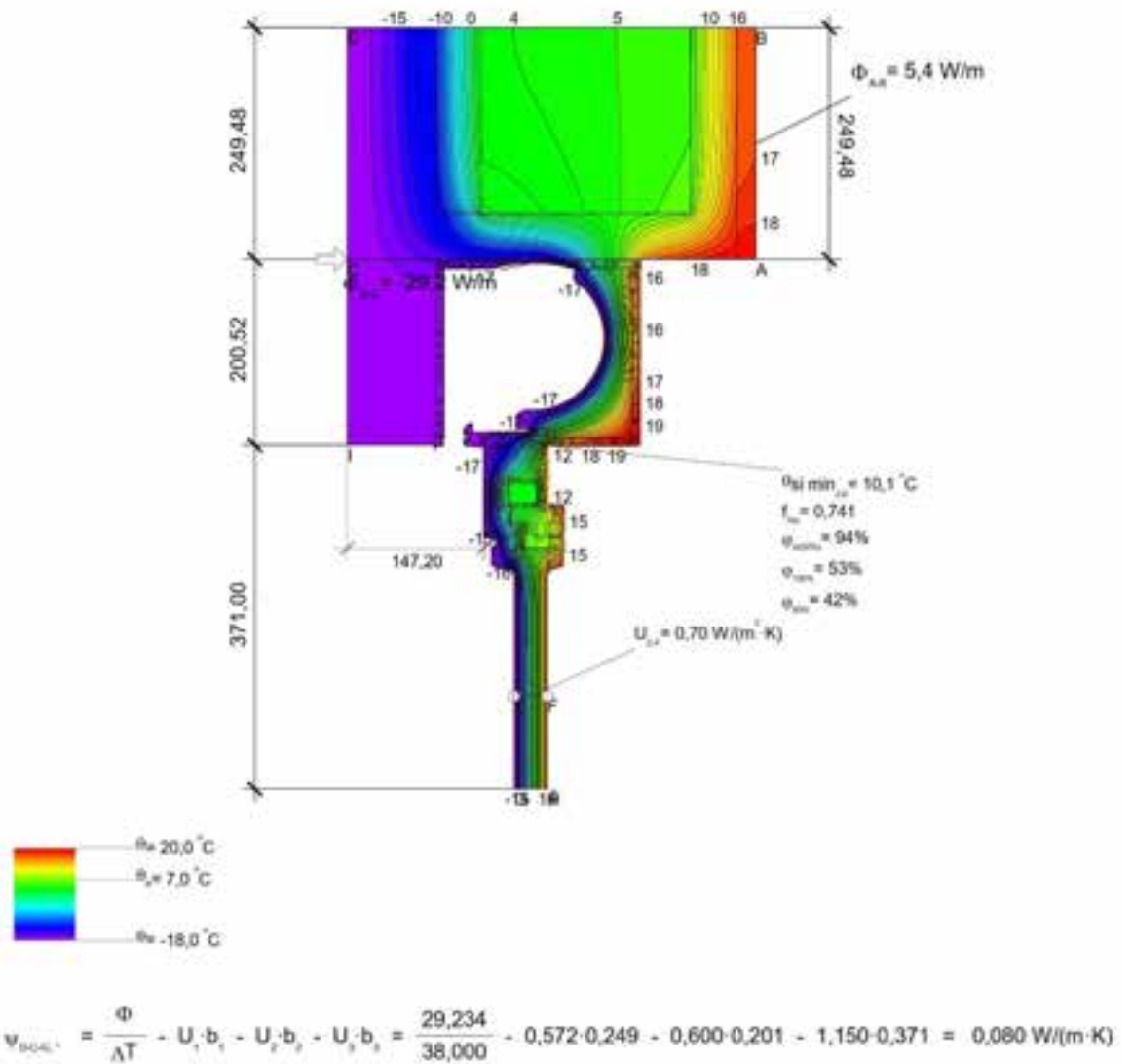


D-08.2-KONTINENT - NADVOJ (ROLETA) - NINA

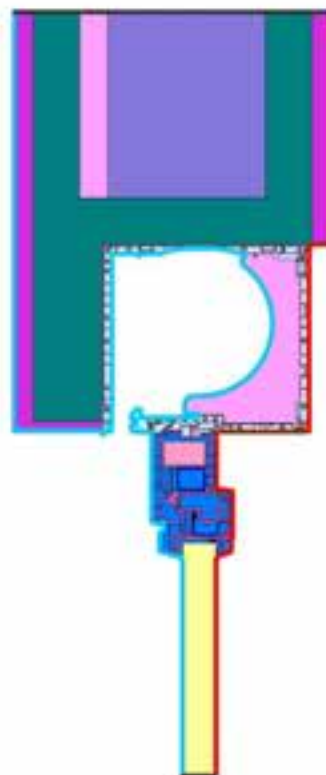
U nadvoja (40 cm)

$$U_{\text{nadvoj}} = \frac{\Phi}{\Delta T \cdot b} = \frac{5,423}{38,000 - 0,249} = 0,572 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Section heat flux 60,7%



D-08.2-KONTINENT - NADVOJ (ROLETA) - NINA

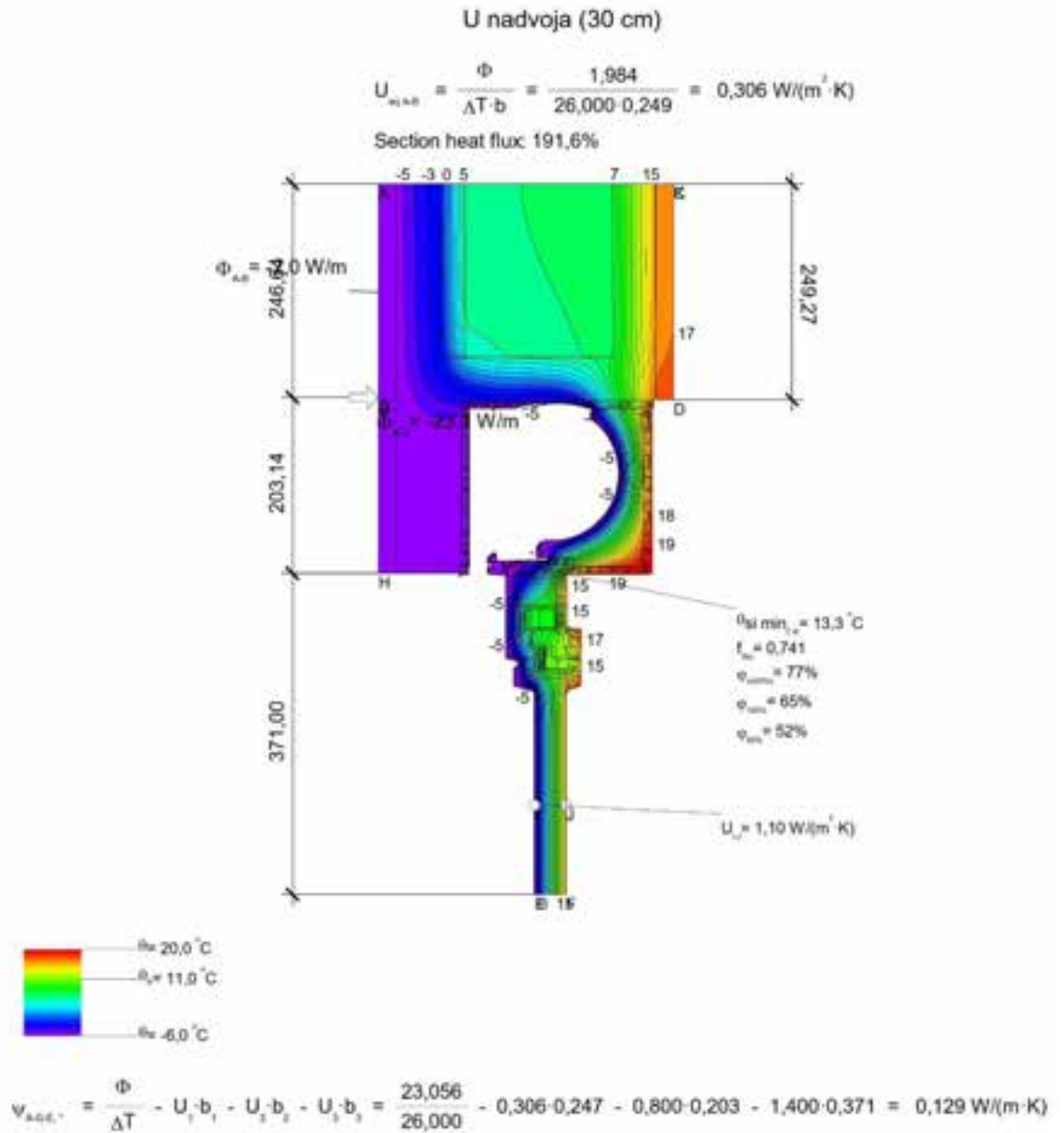


Material	λ [W/(m·K)]
Beton armiran sa 2% čelika	2,500
EPDM (ethylene propylene diene monomer)	0,250
Elastomeric foam, flexible	0,050
Insulation insert	0,032
Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
PVC (polyvinylchloride), rigid	0,170
PVC (polyvinylchloride), rigid	0,170
Panel	0,049
Slightly ventilated air cavity **	
Steel (1)	50,000
Ti XPS 0.035 (60, 80, 100mm)	0,035
Unventilated air cavities **	
YTONG U / L ELEMENTI	0,130
neventilirani zrak	0,054

** Simplified approach

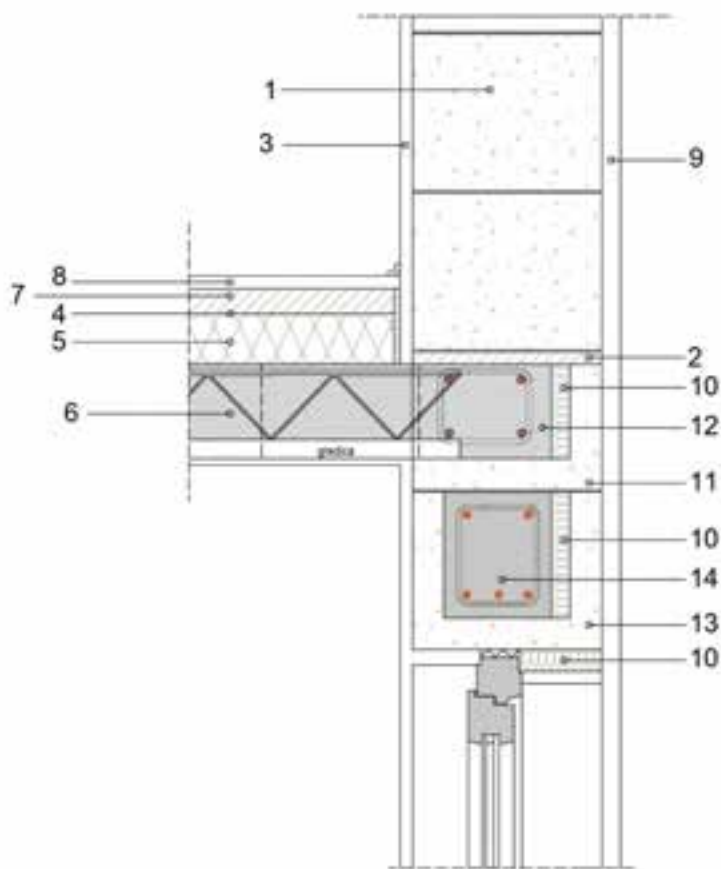
Boundary Condition	q [W/m ²]	t_b [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, primorje		-6,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan	20,000		0,130
Interior, toplinski tok prema gore	20,000		0,100
Symmetry/Model section	0,000		

D-08-PRIMORJE - NADVOJ SA ROLETOM
- KATARINA/NINA - DVOSLOJNO STAKLO

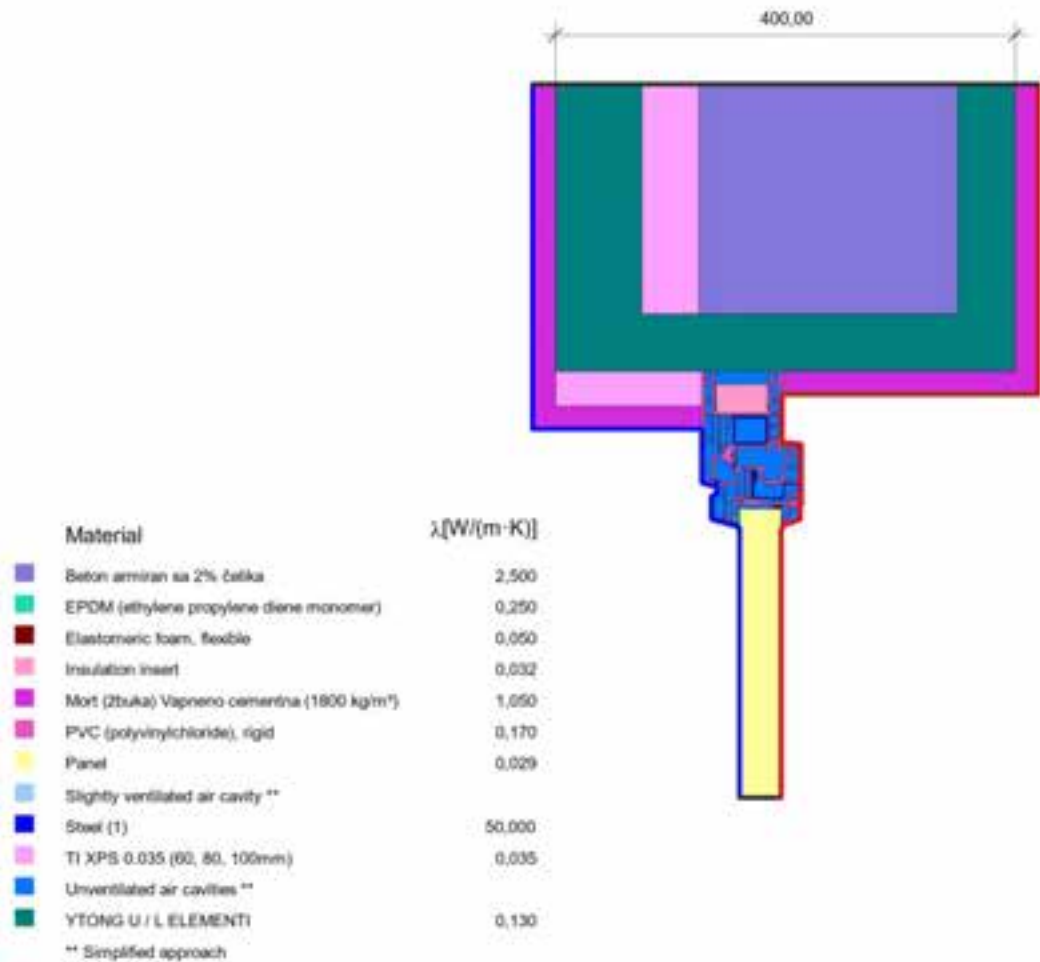


**D-08-PRIMORJE - NADVOJ SA ROLETOM
 - KATARINA/NINA - DVOSLOJNO STAKLO**

NADVOJ BEZ ROLETE

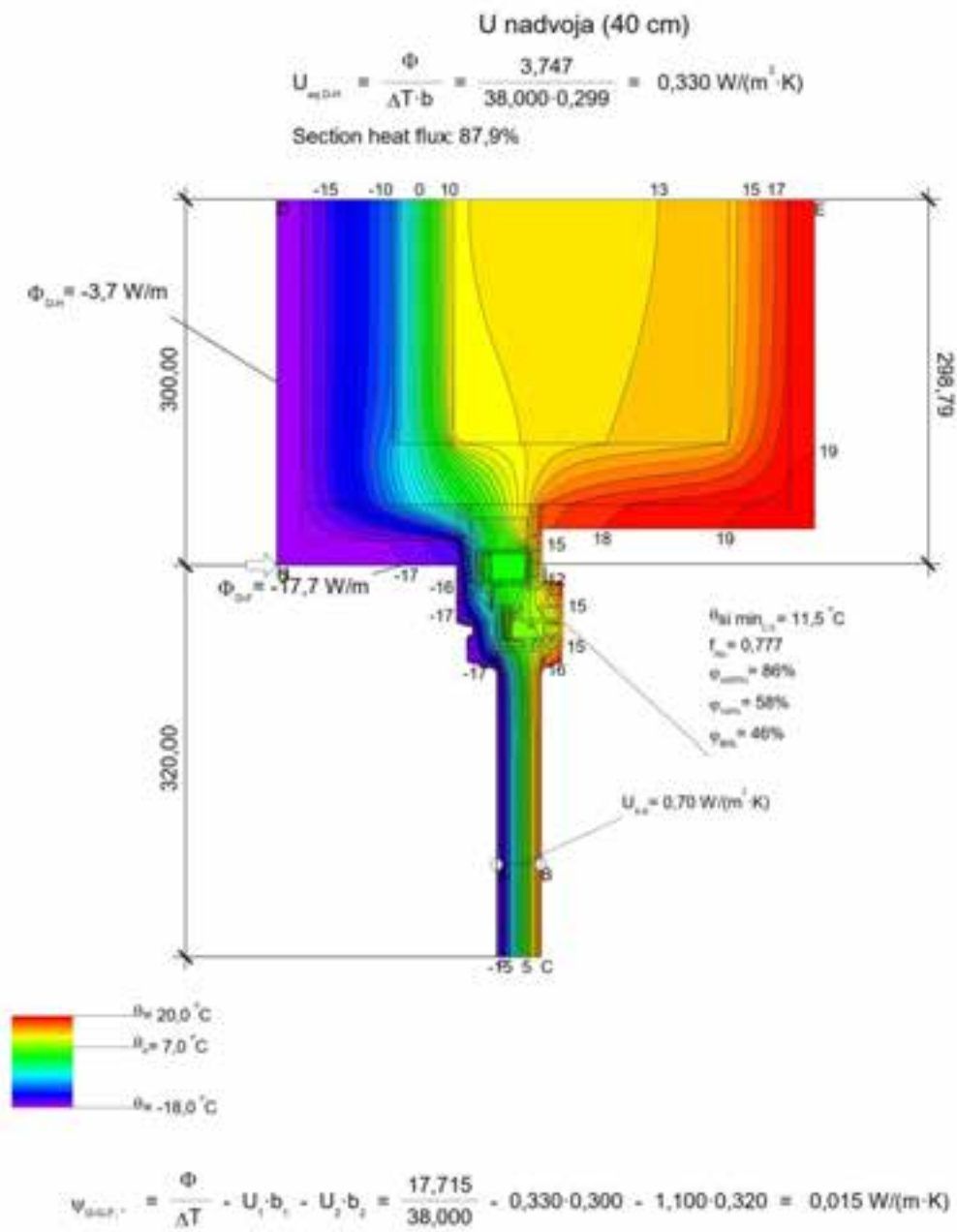


1. YTONG VANJSKI ZID
2. VAPNENO CEMENTNI MORT
3. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA
4. PE FOLIJA
5. TOPLINSKA IZOLACIJA / IZOLACIJA ZA PRIGUŠENJE BUKE
6. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - YTONG STROP (PRESJEK KROZ GREDICU)
7. CEMENTNI ESTRIH
8. ZAVRŠNA OBLOGA PODA
9. VANJSKA ŽBUKA
10. DODATNA IZOLACIJA, XPS
11. OPLATA HORIZONTALNOG SERKLAŽA - YTONG "L ELEMENT"
12. AB HORIZONTALNI SERKLAŽ
13. OPLATA NADVOJA - YTONG "U ELEMENT"
14. AB NADVOJ

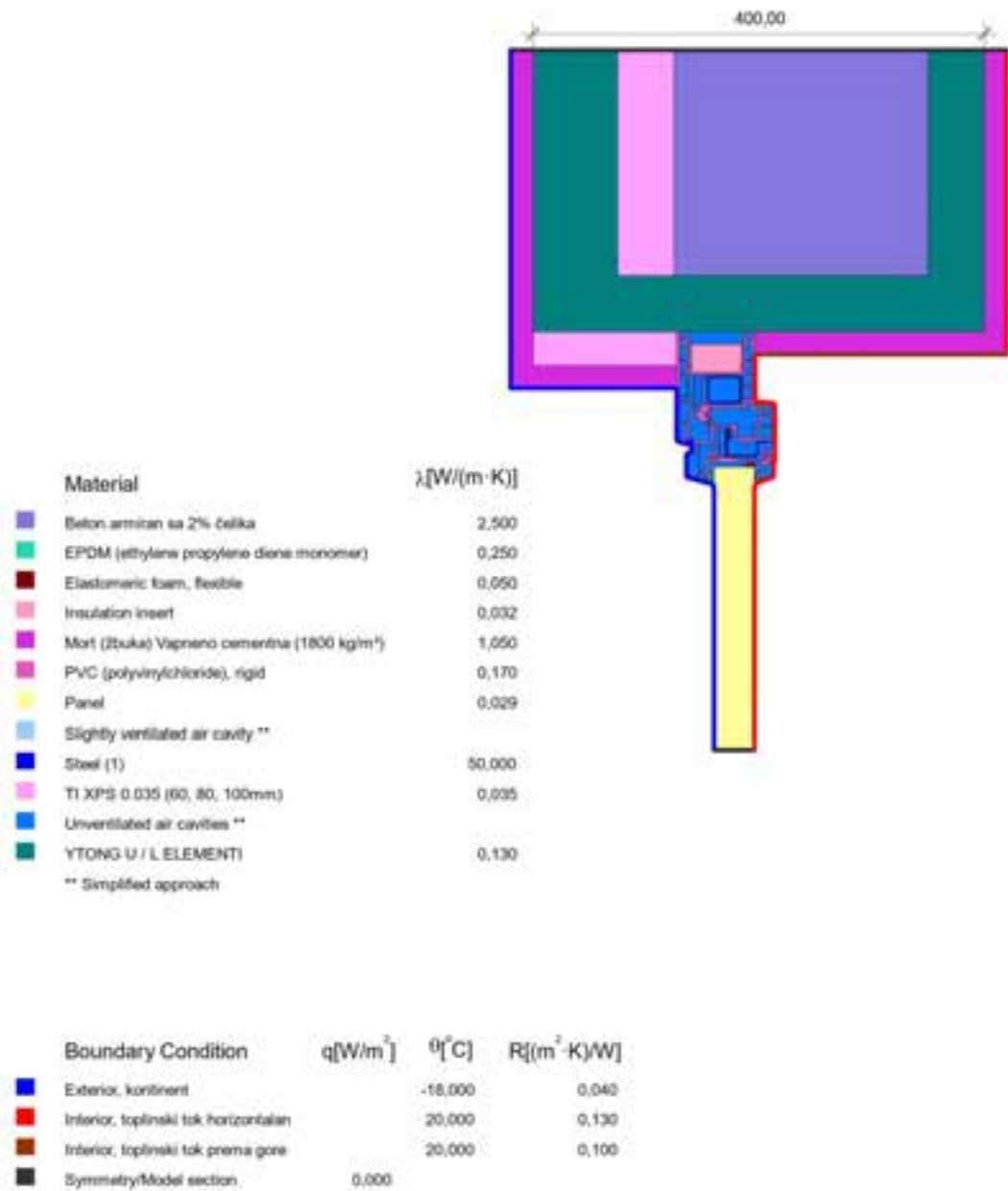


Boundary Condition	q [W/m ²]	θ [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, kontinent		-18,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
Symmetry/Model section	0,000		

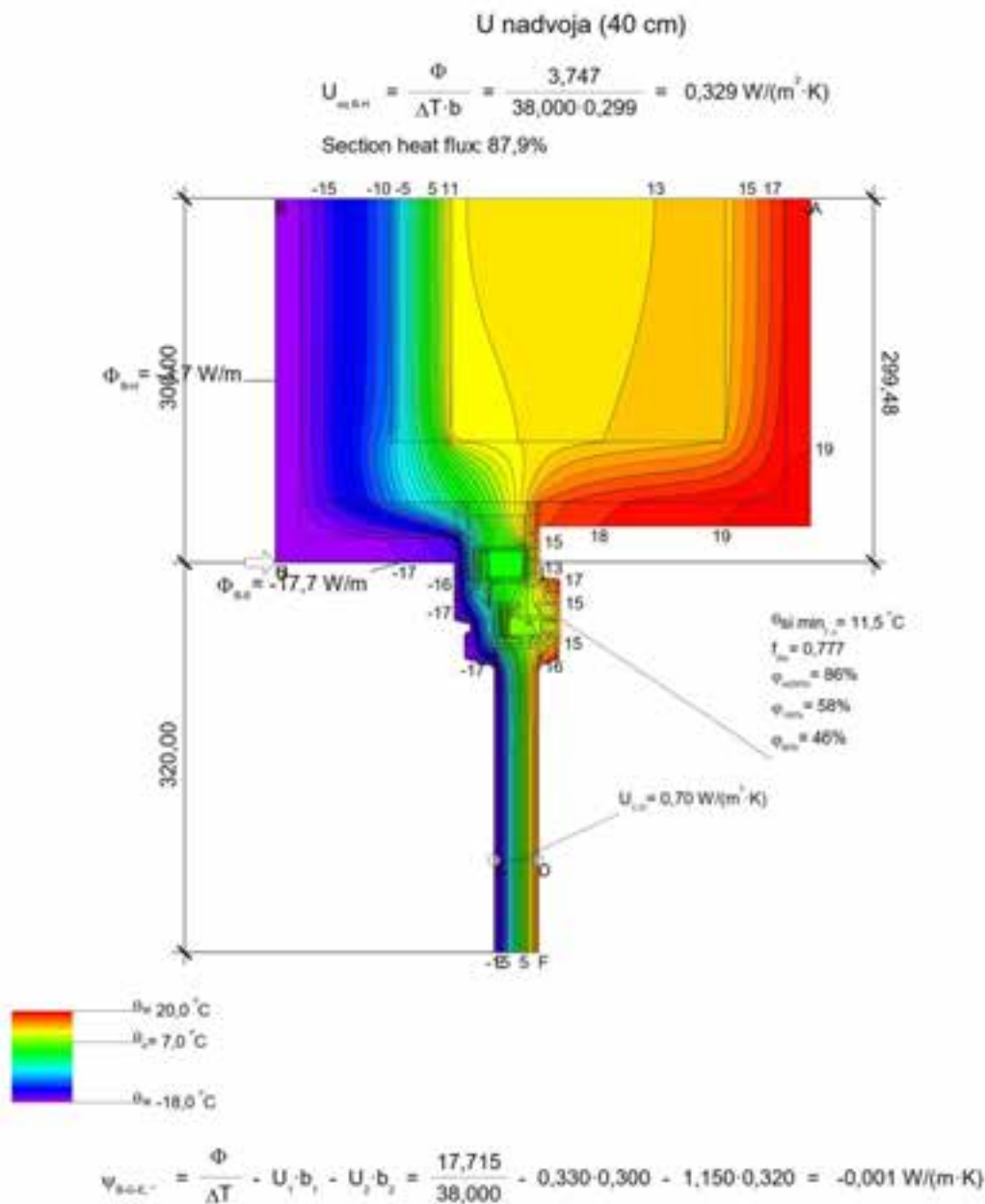
D-08.1a-KONTINENT - NADVOJ - KATARINA



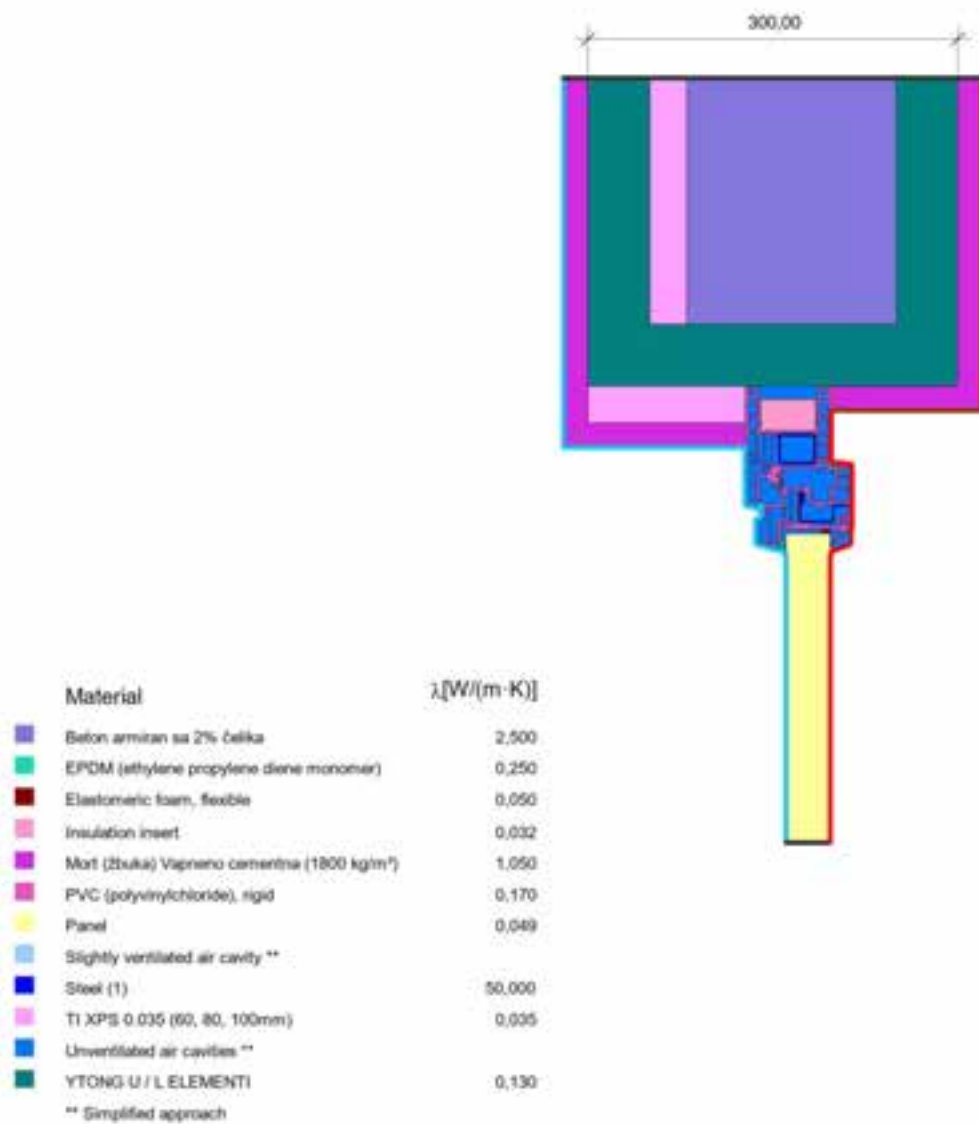
D-08.1a-KONTINENT - NADVOJ - KATARINA



D-08.2a-KONTINENT - NADVOJ - NINA

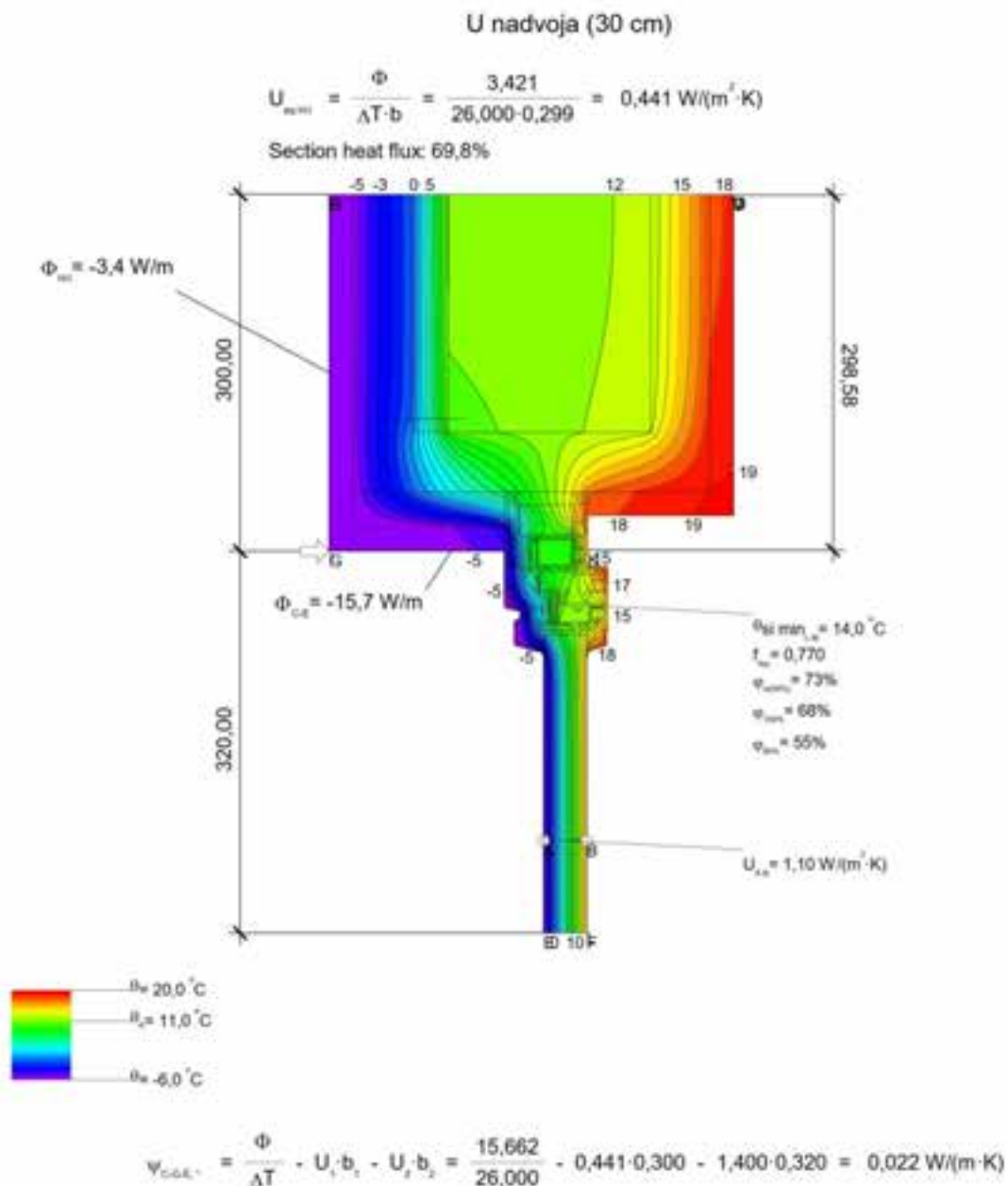


D-08.2a-KONTINENT - NADVOJ - NINA



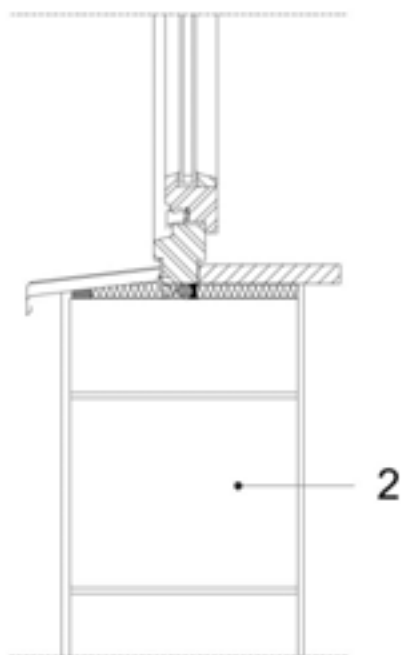
Boundary Condition	q [W/m ²]	t_f [°C]	R_f (m ² ·K)/W]
Exterior, primorje		-6,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
Symmetry/Model section	0,000		

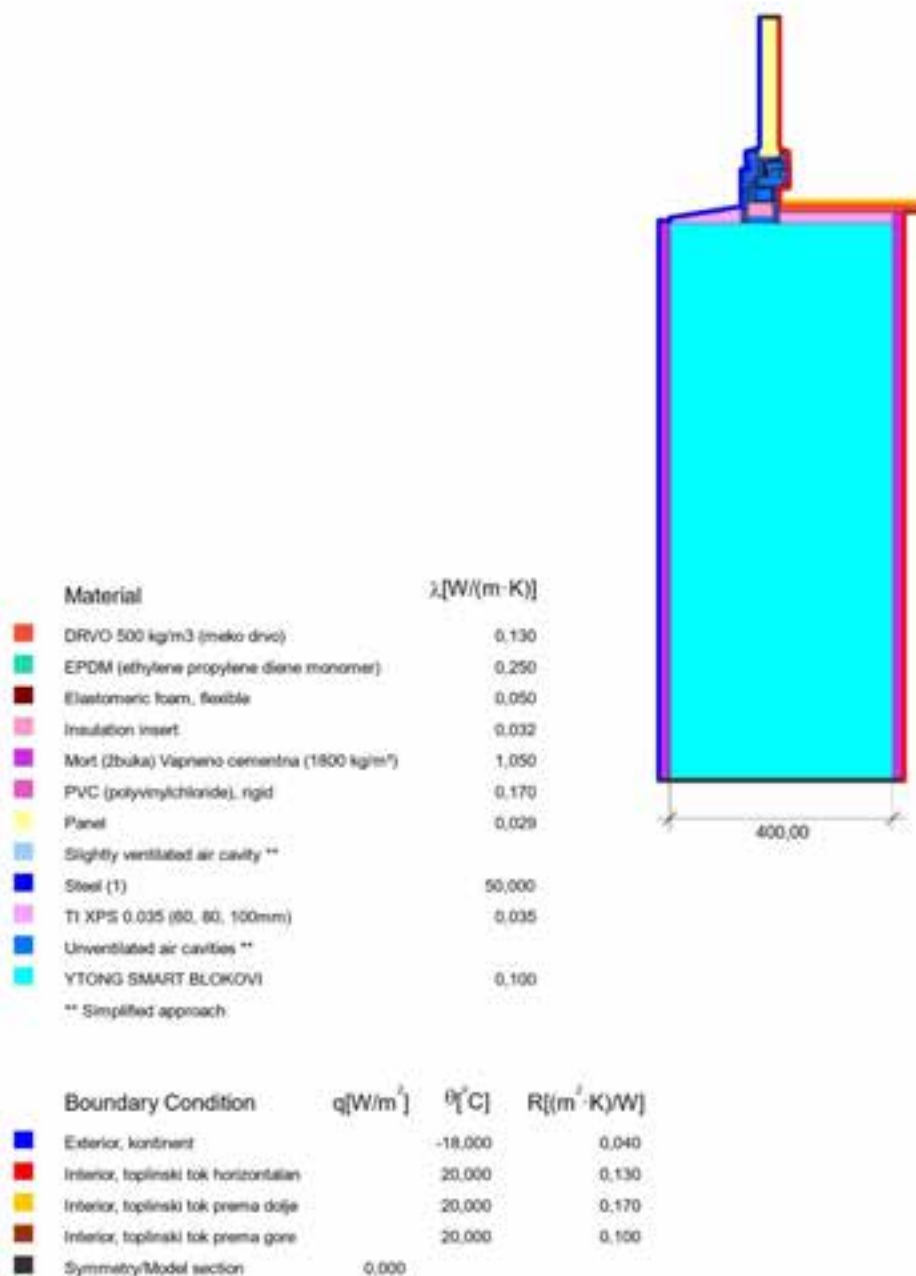
D-08a-PRIMORJE - NADVOJ - KATARINA / NINA - DVOSLOJNO STAKLO



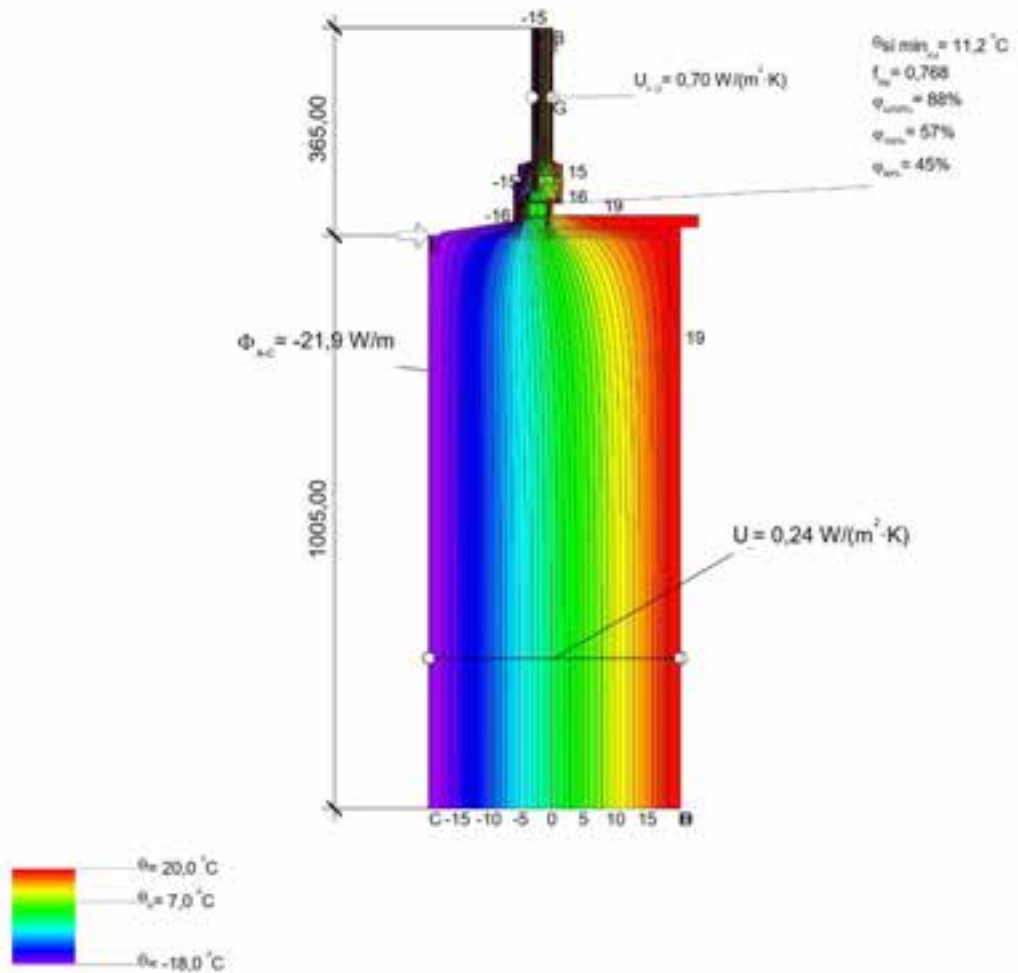
D-08a-PRIMORJE - NADVOJ - KATARINA / NINA - DVOSLOJNO STAKLO

PARAPETNI ZID - KLUPČICA



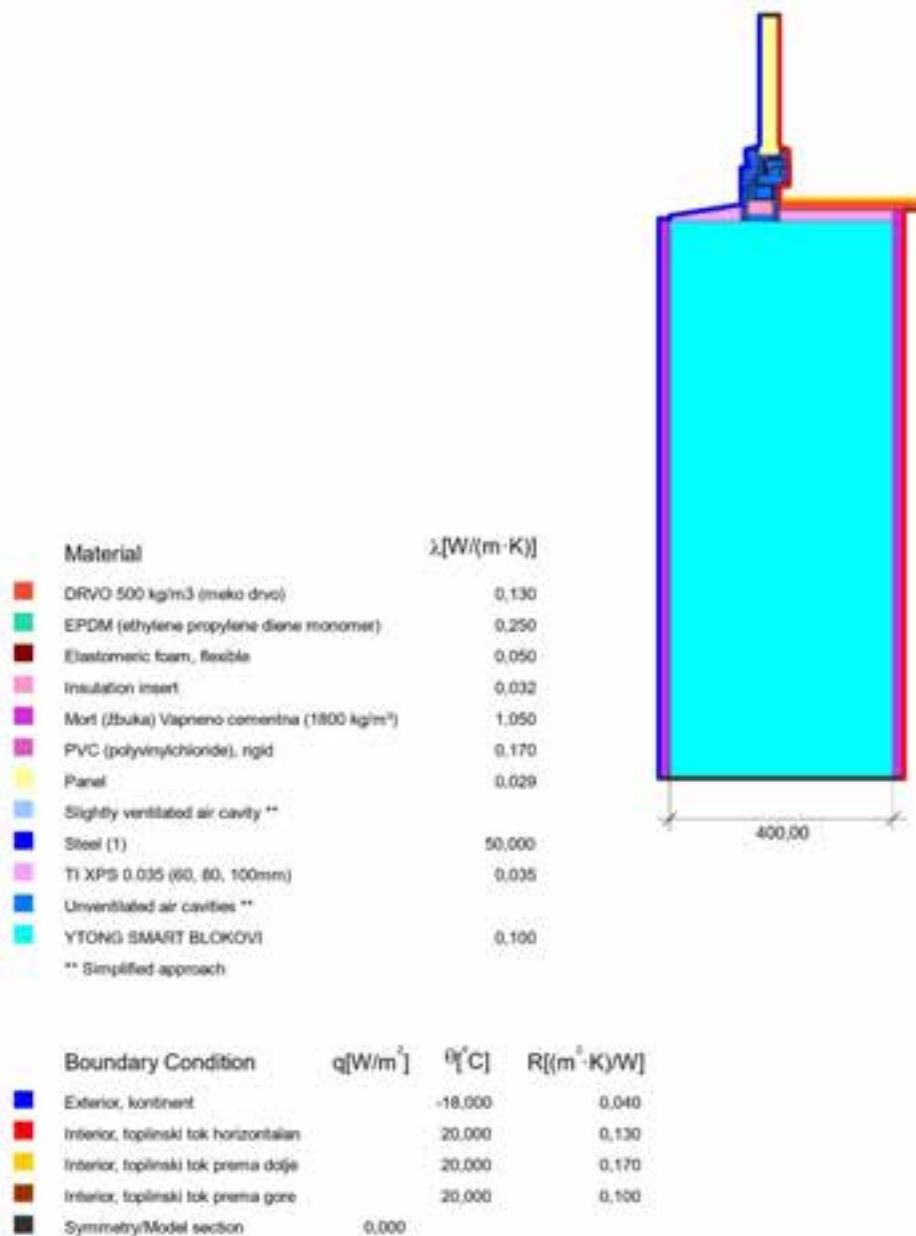


D-09.1-KONTINENT - PROZORSKA KLUPČICA - KATARINA

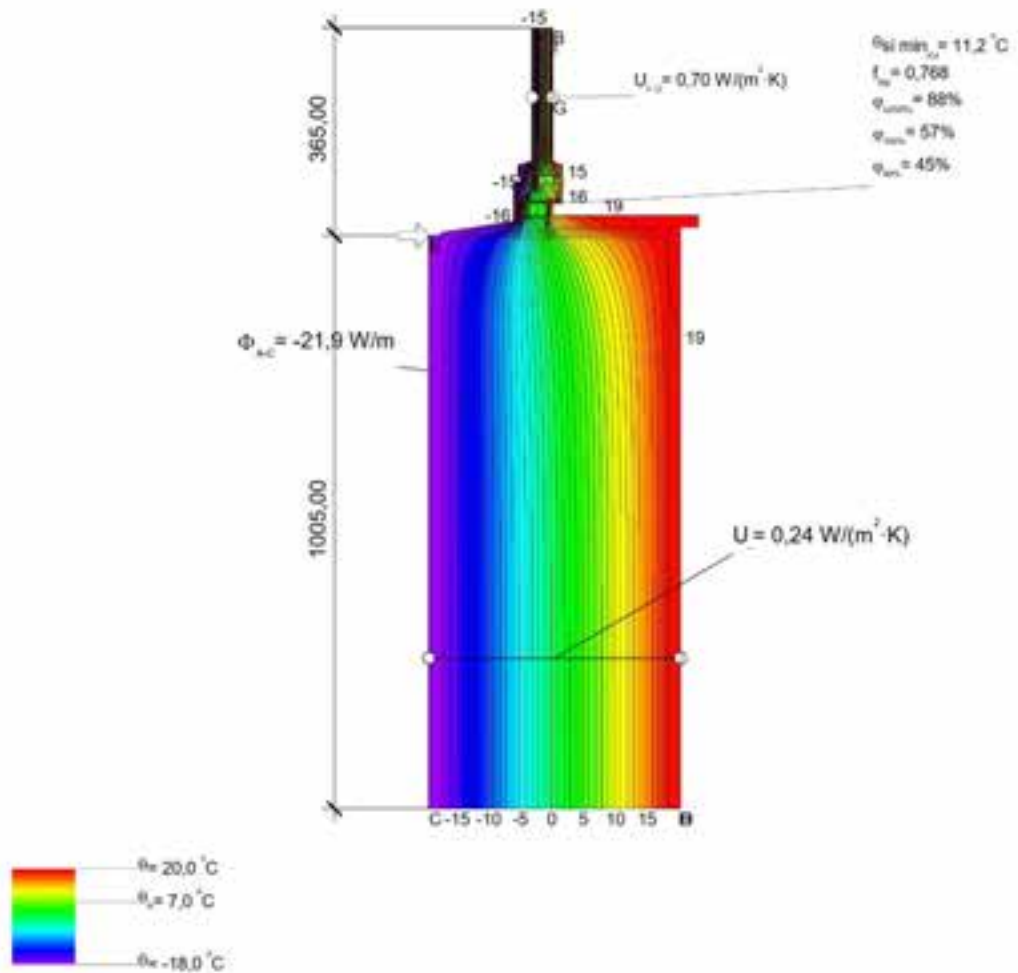


$$v_{acc} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{21,938}{38,000} - 1,100 \cdot 0,365 - 0,238 \cdot 1,005 = -0,063 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

D-09.1-KONTINENT - PROZORSKA KLUPČICA - KATARINA

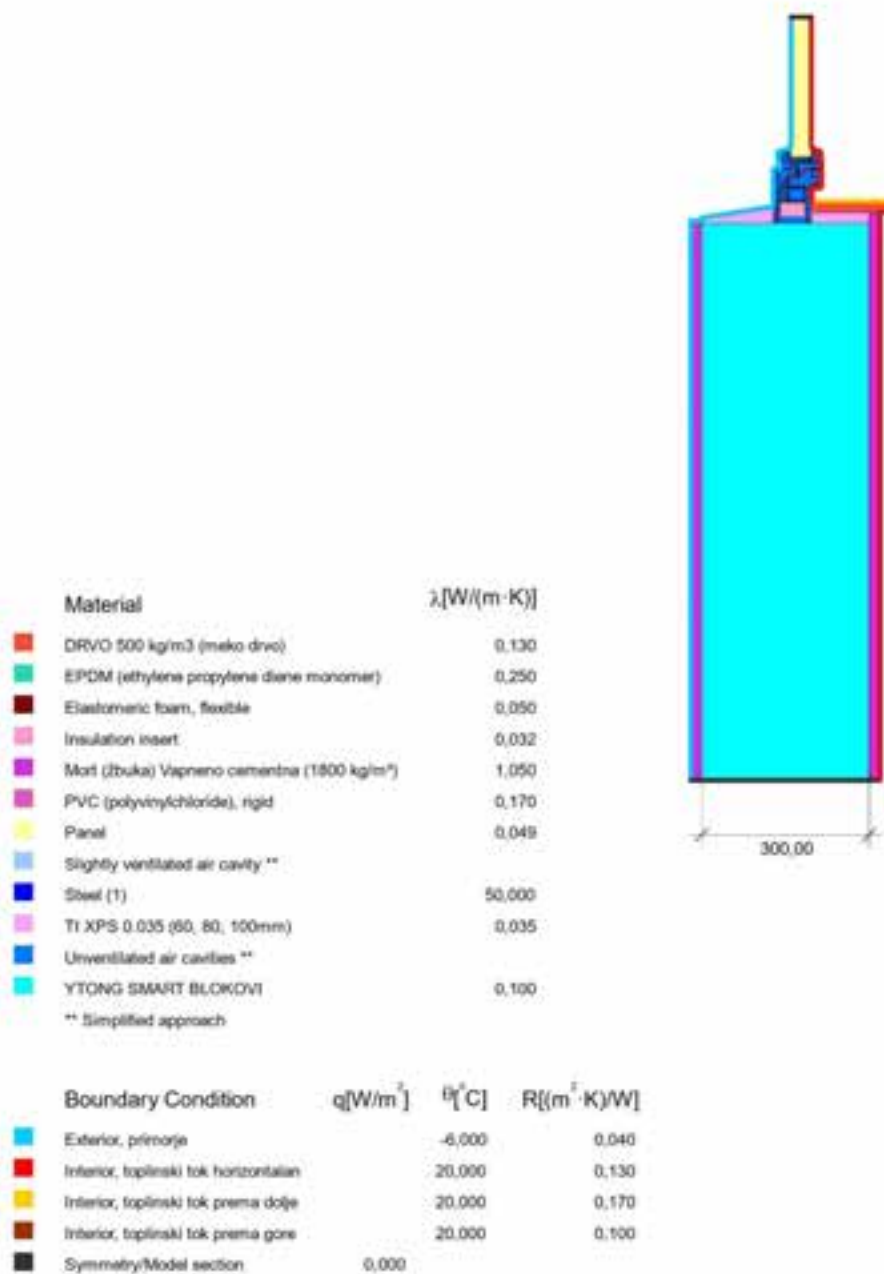


D-09.2-KONTINENT - PROZORSKA KLUPČICA - NINA

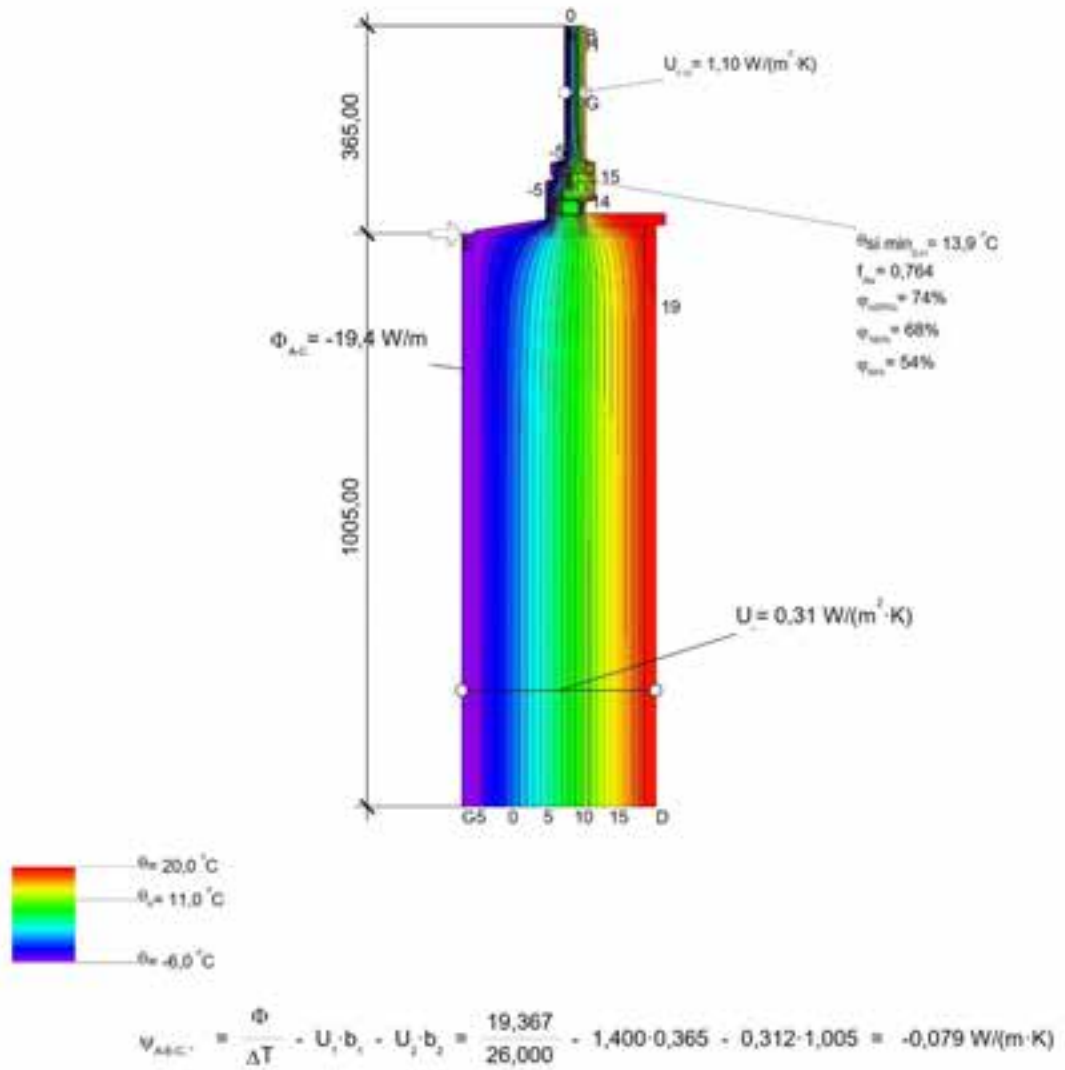


$$\Phi_{acc} = \frac{\Phi}{\Delta T} \cdot U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{21,938}{38,000} \cdot 1,150 \cdot 0,365 - 0,238 \cdot 1,005 = -0,081\ W/(m \cdot K)$$

D-09.2-KONTINENT - PROZORSKA KLUPČICA - NINA

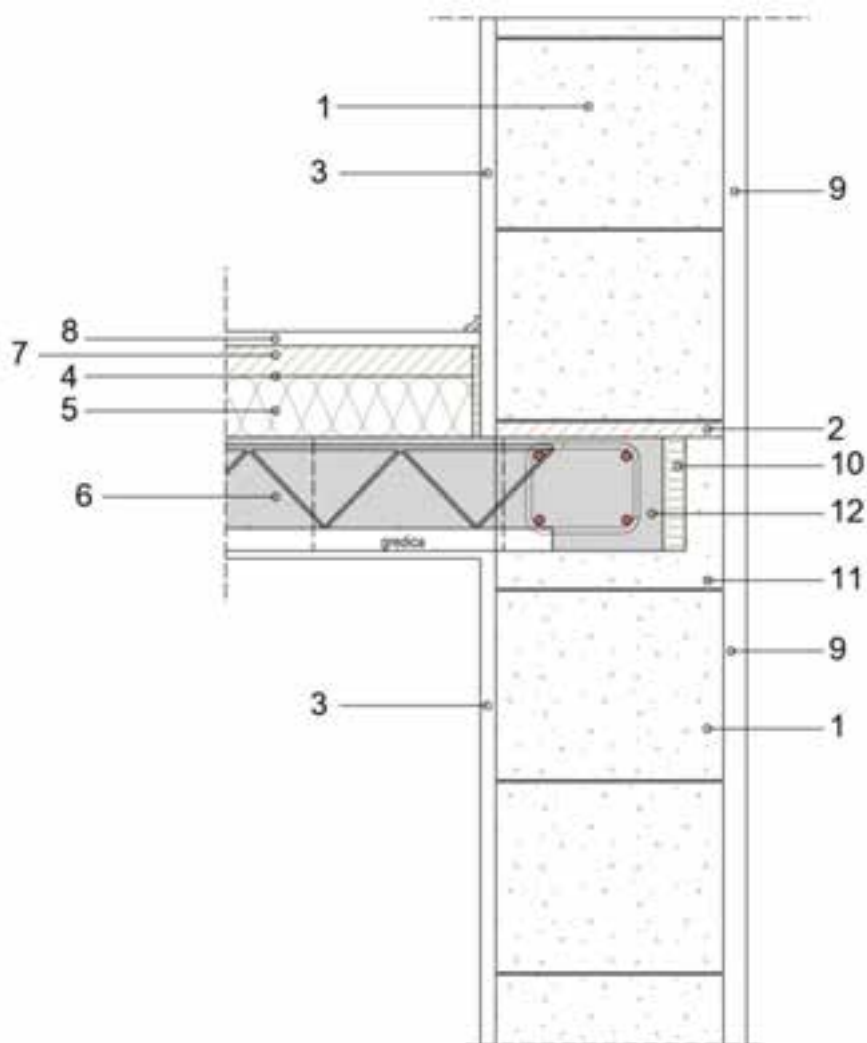


D-09-KONTINENT - PROZORSKA KLUPČICA
- KATARINA/NINA - DVOSLOJNO STAKLO

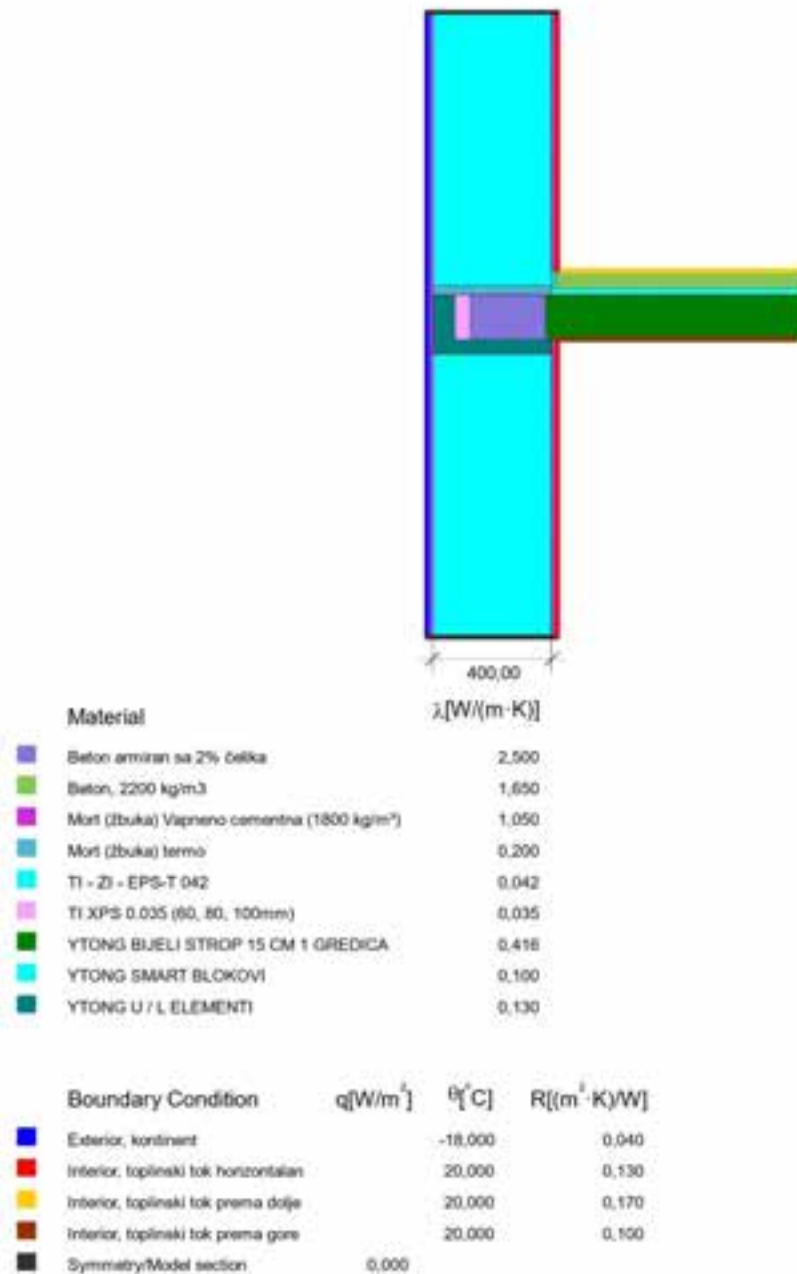


D-09-PRIMORJE - PROZORSKA KLUPČICA
 - KATARINA/NINA - DVOSLOJNO STAKLO

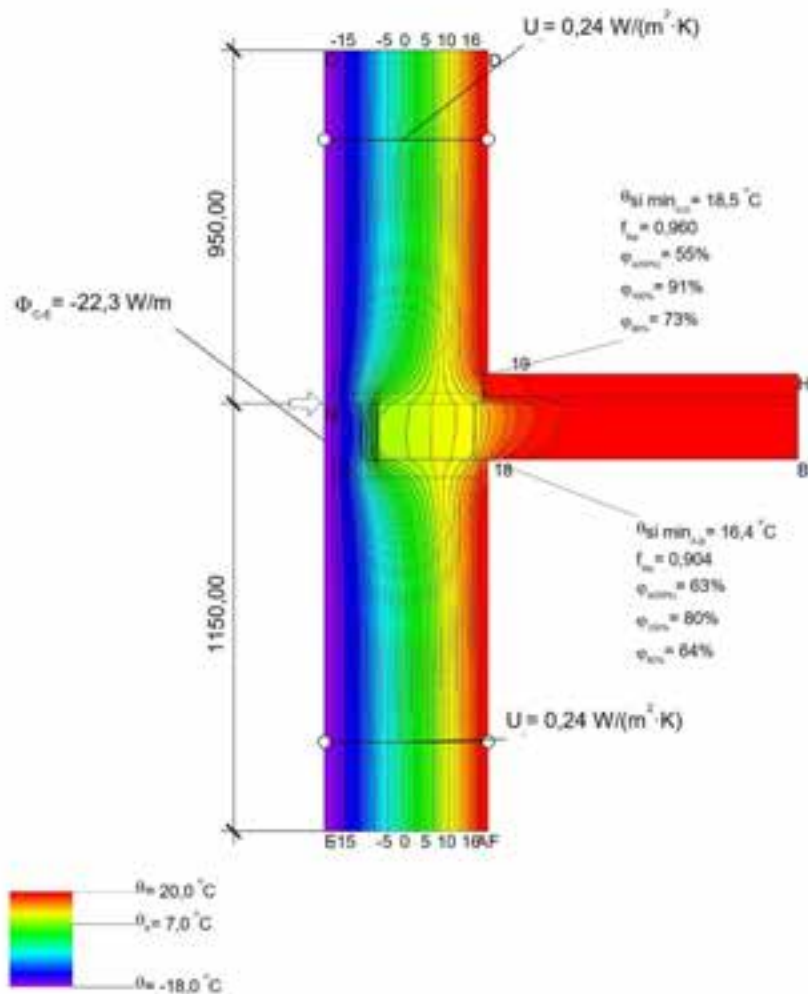
HORIZONTALNI SERKLAŽ



1. YTONG VANJSKI ZID
2. VAPNENO CEMENTNI MORT
3. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA
4. PE FOLIJA
5. TOPLINSKA IZOLACIJA / IZOLACIJA ZA PRIGUŠENJE BUKE
6. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - YTONG STROP (PRESJEK KROZ GREDICU)
7. CEMENTNI ESTRIH
8. ZAVRŠNA OBLOGA PODA
9. VANJSKA ŽBUKA
10. DODATNA IZOLACIJA, XPS
11. OPLATA HORIZONTALNOG SERKLAŽA - YTONG "L ELEMENT"
12. AB HORIZONTALNI SERKLAŽ

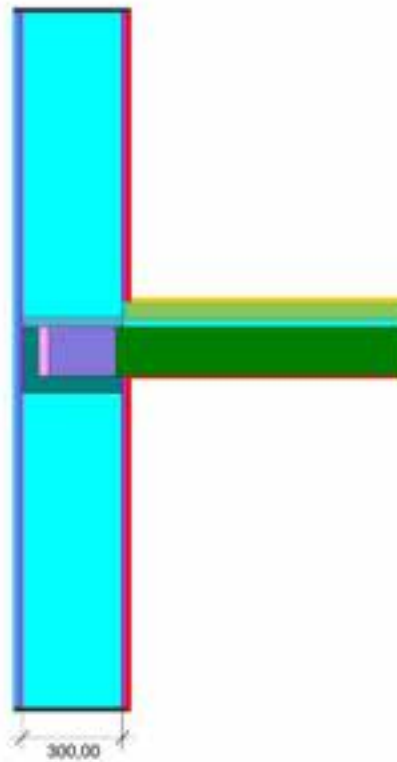


D-10-KONTINENT - HORIZONTALNI SERKLAŽ



$$\Psi_{C=ē} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{22,259}{38,000} - 0,238 \cdot 0,950 - 0,238 \cdot 1,150 = 0,087 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

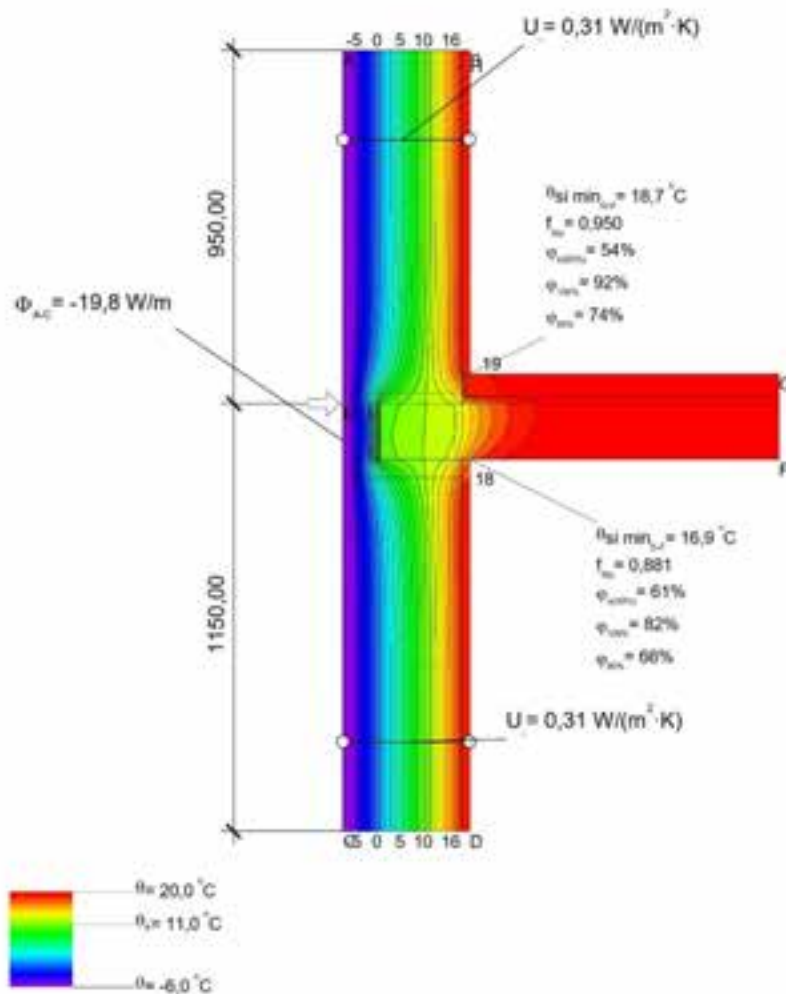
D-10-KONTINENT - HORIZONTALNI SERKLAŽ



Material	λ [W/(m·K)]
Beton armiran sa 2% čelika	2,500
Beton, 2200 kg/m ³	1,650
Mort (žbuka) Vapreno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
Mort (žbuka) termo	0,200
T1 - Z1 - EPS-T 042	0,042
T1 XPS 0.035 (60, 80, 100mm)	0,035
YTONG BIJELI STROP 15 CM 1 GREDICA	0,418
YTONG SMART BLOKOVI	0,100
YTONG U / L ELEMENTI	0,130

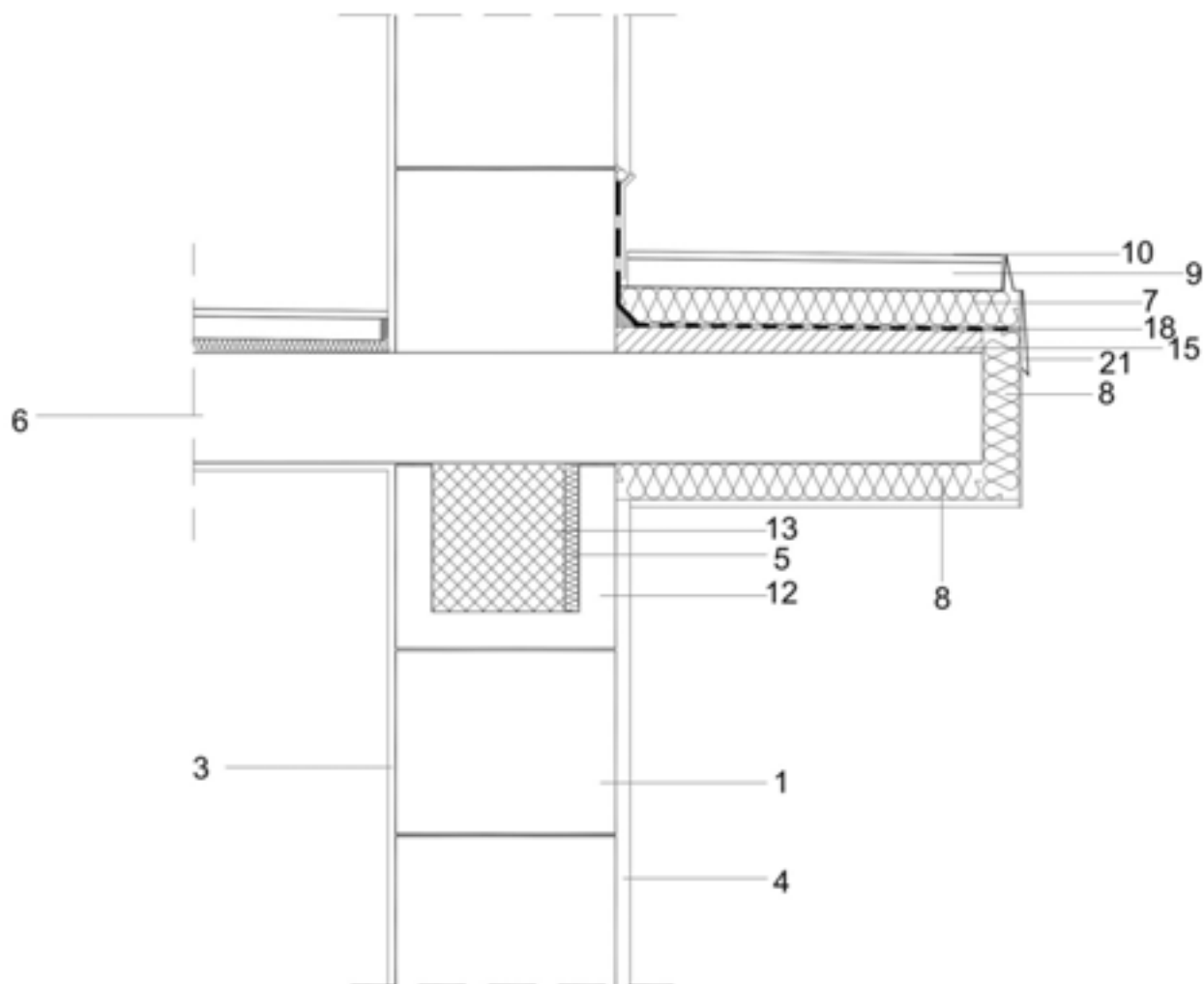
Boundary Condition	q [W/m ²]	t_f [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, primorje	-6,000		0,040
Interior, toplinski tok horizontalan	20,000		0,130
Interior, toplinski tok prema dole	20,000		0,170
Interior, toplinski tok prema gore	20,000		0,100
Symmetry/Model section	0,000		

D-10-PRIMORJE - HORIZONTALNI SERKLAŽ (BIJELI STROP - JEDNA GREDICA)

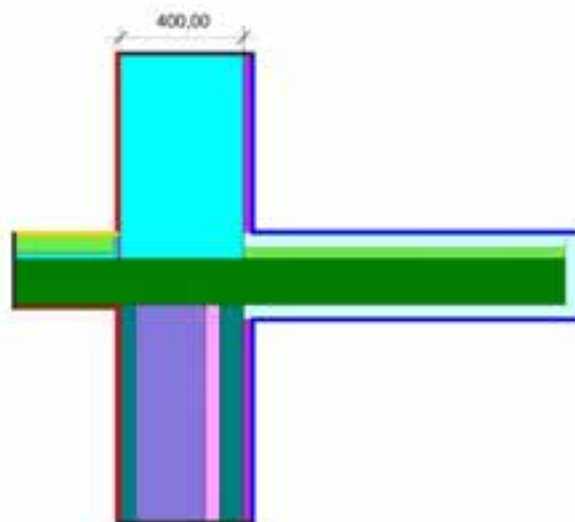


$$\psi_{Acc} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_i \cdot b_i - U_o \cdot b_o = \frac{19,847}{26,000} - 0,312 \cdot 0,950 - 0,312 \cdot 1,150 = 0,109 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

D-10-PRIMORJE - HORIZONTALNI SERKLAŽ (BIJELI STROP - JEDNA GREDICA)

BALKONSKA KONZOLA (ISTAK)

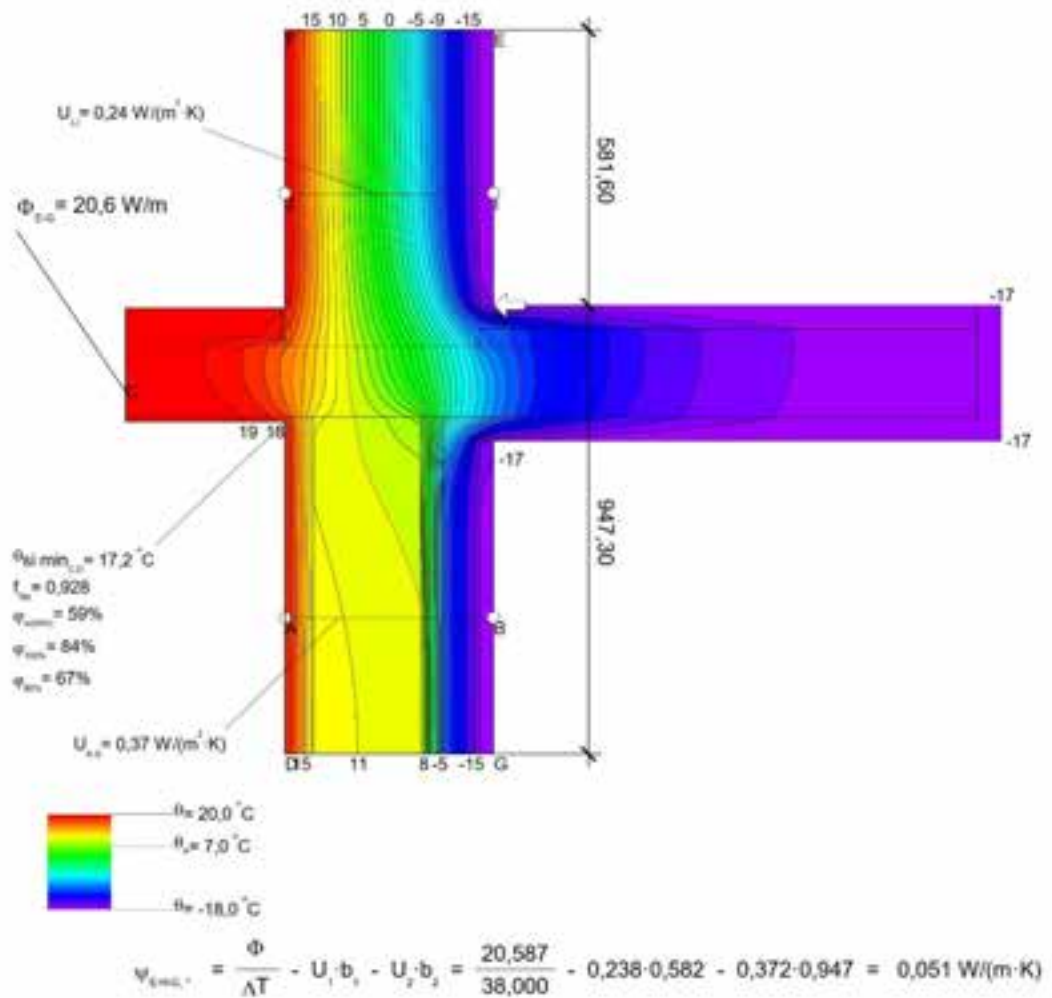
1. VANJSKI NOSIVI ZID OD YTONG BLOKOVA
2. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA TIPA RIMAT 100 DLP, DEBLJINE 0,5-1 cm
3. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA TIPA RIMAT 100 DLP, DEBLJINE 0,5-1 cm
4. VANJSKA VAPNENO - CEMENTNA ŽBUKA TIPA BAUMIT GRUNDPUTZ LEICHT, DEBLJINE 1,5 cm
5. TOPLINSKA IZOLACIJA EPS 2 cm
6. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - YTONG BIJELI STROP
7. VODONEUPOJNA TOPLINSKA IZOLACIJA
8. IZOLACIJSKE PLOČE OD ELASTIFICIRANOG POLISTIRENA EPS
9. CEM. GLAZURA ARMIRANA VLAKNIMA DEBLJINE min. 4 cm
10. ZAVRŠNA PODNA OBLOGA - KERAMIČKE PLOČICE 1 cm
11. OPLATA HORIZONTALNOG SERKLAŽA - YTONG "U" PROFIL
12. OPLATA HORIZONTALNOG SERKLAŽA - YTONG "U" PROFIL
13. AB HORIZONTALNI SERKLAŽ
14. BETON ZA PAD 4-6 cm
15. BETON ZA PAD 4-6 cm
16. HIDROIZOLACIJA
17. OKAPNI LIM



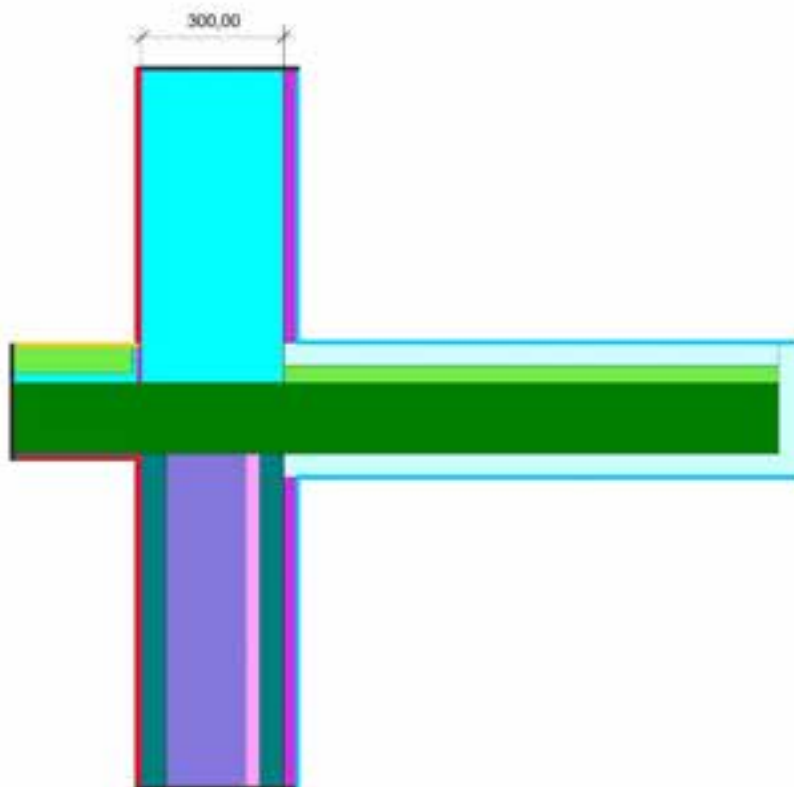
Material	λ [W/(m·K)]
■ Beton armiran sa 2% čelika	2,500
■ Estrih cementni	1,400
■ Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
■ T1 - Z1 - EPS-T 042	0,042
■ T1 EPS 100 036	0,036
■ T1 XPS 0 035 (60, 80, 100mm)	0,035
■ YTONG BIJELI STROP 15 CM 1 GREĐICA	0,416
■ YTONG Multipor 045	0,045
■ YTONG SMART BLOKOVI	0,100
■ YTONG U / L ELEMENTI	0,130

Boundary Condition	q[W/m ²]	t ₀ [°C]	R[(m ² ·K)/W]
■ Exterior, kontinent		-18,000	0,040
■ Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
■ Interior, toplinski tok prema dođe		20,000	0,170
■ Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
■ Symmetry/Model section	0,000		

D-11-KONTINENT - BALKON



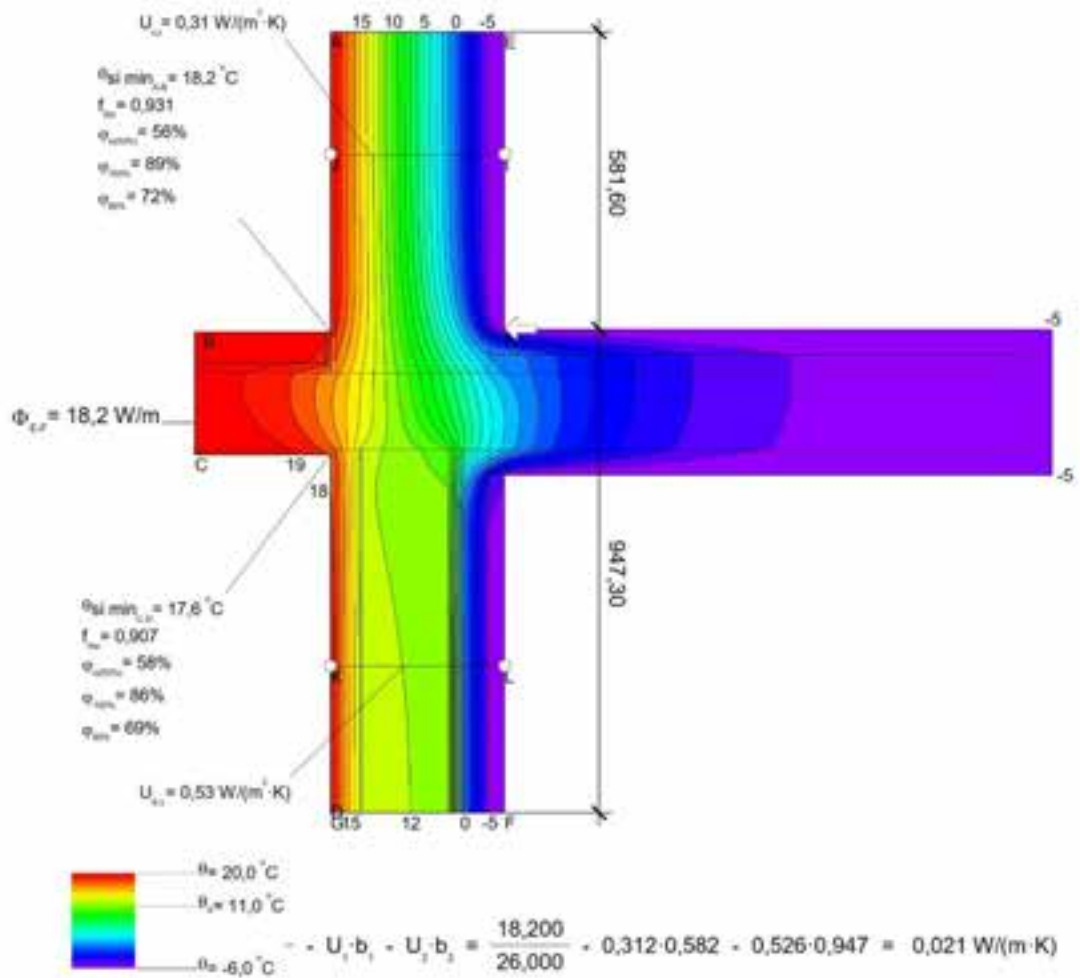
D-11-KONTINENT - BALKON



Material	λ [W/(m·K)]
■ Beton armiran sa 2% čelika	2,500
■ Estrih cementni	1,400
■ Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
■ TI - ZI - EPS-T 042	0,042
■ TI EPS 100 036	0,036
■ TI XPS 0.035 (60, 80, 100mm)	0,035
■ YTONG BIJELI STROP 15 CM 1 GREDICA	0,416
■ YTONG Multipor 045	0,045
■ vjetrova osovina ili razvod	n = 1000

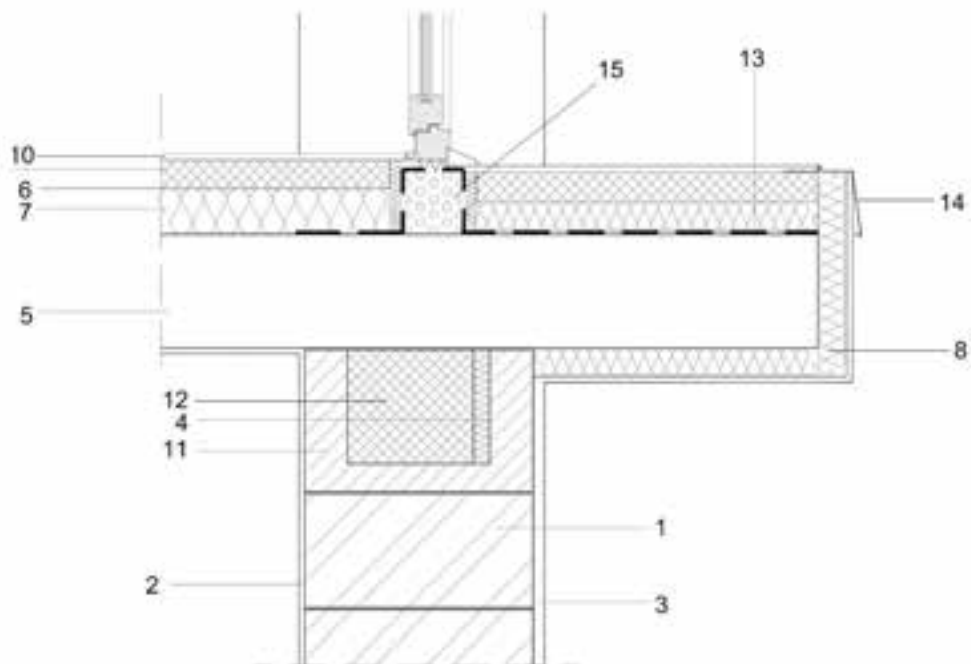
Boundary Condition	q[W/m ²]	t ₀ [°C]	R[(m ² ·K)/W]
■ Exterior, primorje		-6,000	0,040
■ Interior, toplinski tok horizontalan	20,000		0,130
■ Interior, toplinski tok prema dođe	20,000		0,170
■ Interior, toplinski tok prema gore	20,000		0,100
■ Symmetry/Model section	0,000		

D-11-PRIMORJE - BALKON

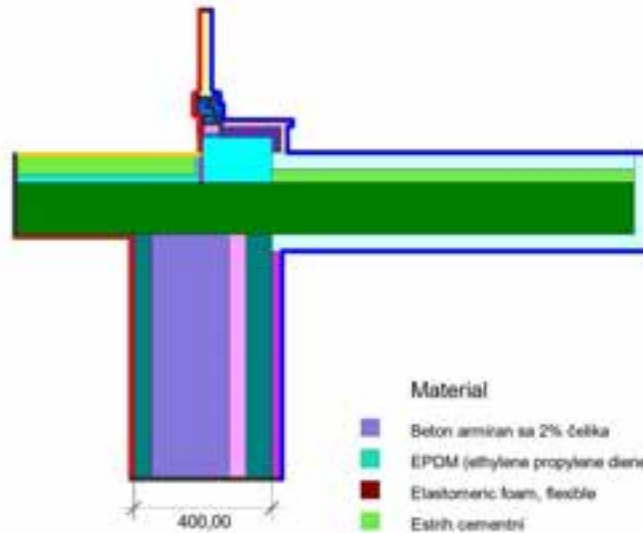


D-11-PRIMORJE - BALKON

BALKONSKA VRATA



1. YTONG VANJSKI ZID
2. UNUTARNJA GIPS VAPNENA ŽBUKA
3. VANJSKA ŽBUKA
4. TOPLINSKA IZOLACIJA 3-5 cm
5. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - YTONG STROP
6. PE FOLIJA
7. IZOLACIJA ZA PRIDUŠENJE BUKE OD PLOČA ELASTIFICIRANOG POLISTIRENA
8. TOPLINSKA IZOLACIJA 8 cm
9. CEMENTNA GLAZURA
10. ZAVRŠNA OBLOGA PODA
11. OPLATA HORIZONTALNOG SERKLAŽA - YTONG "U" PROFIL
12. AB HORIZONTALNI SERKLAŽ
13. HIDROIZOLACIJA
14. OKAPNICA
15. TOPLINSKA IZOLACIJA XPS ISPOD BALKONSKIH VRATA

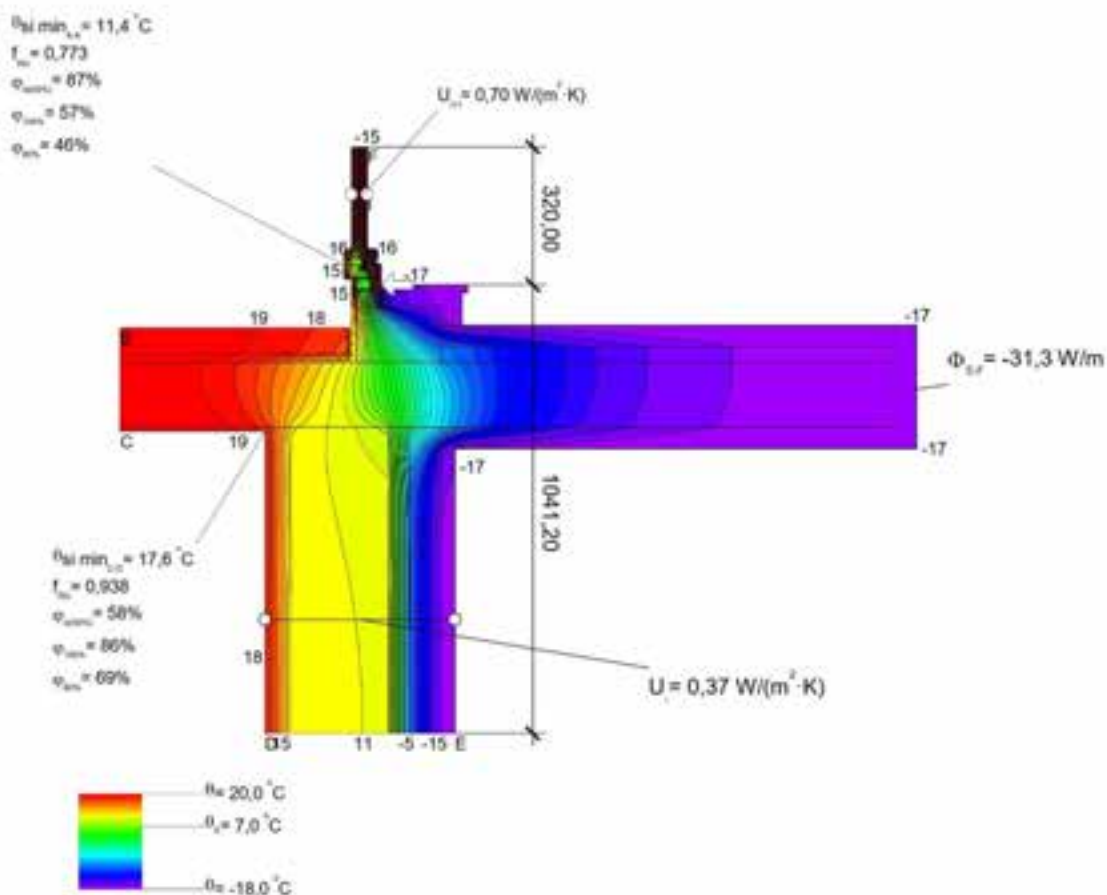


Material	λ [W/(m·K)]
Beton armiran sa 2% čelika	2,500
EPDM (ethylene propylene diene monomer)	0,250
Elastomeric foam, flexible	0,050
Estrih cementni	1,400
Insulation insert	0,032
Kamen 2000 kg/m ³ (1)	1,100
Mort (žbuka) Cementna (2000 kg/m ³)	1,410
Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
PVC (polyvinylchloride), rigid	0,170
Panel	0,029
Slightly ventilated air cavity **	
Steel (1)	50,000
T1 - Z1 - EPS-T 042	0,042
T1 EPS 100 036	0,036
T1 XPS 0.035 (60, 80, 100mm)	0,035
Unventilated air cavities **	
YTONG BUJELI STROP 15 CM 1 GREDICA	0,416
YTONG Multipor 045	0,045
YTONG SMART BLOKOVI	0,100
YTONG U / L ELEMENTI	0,130

** Simplified approach

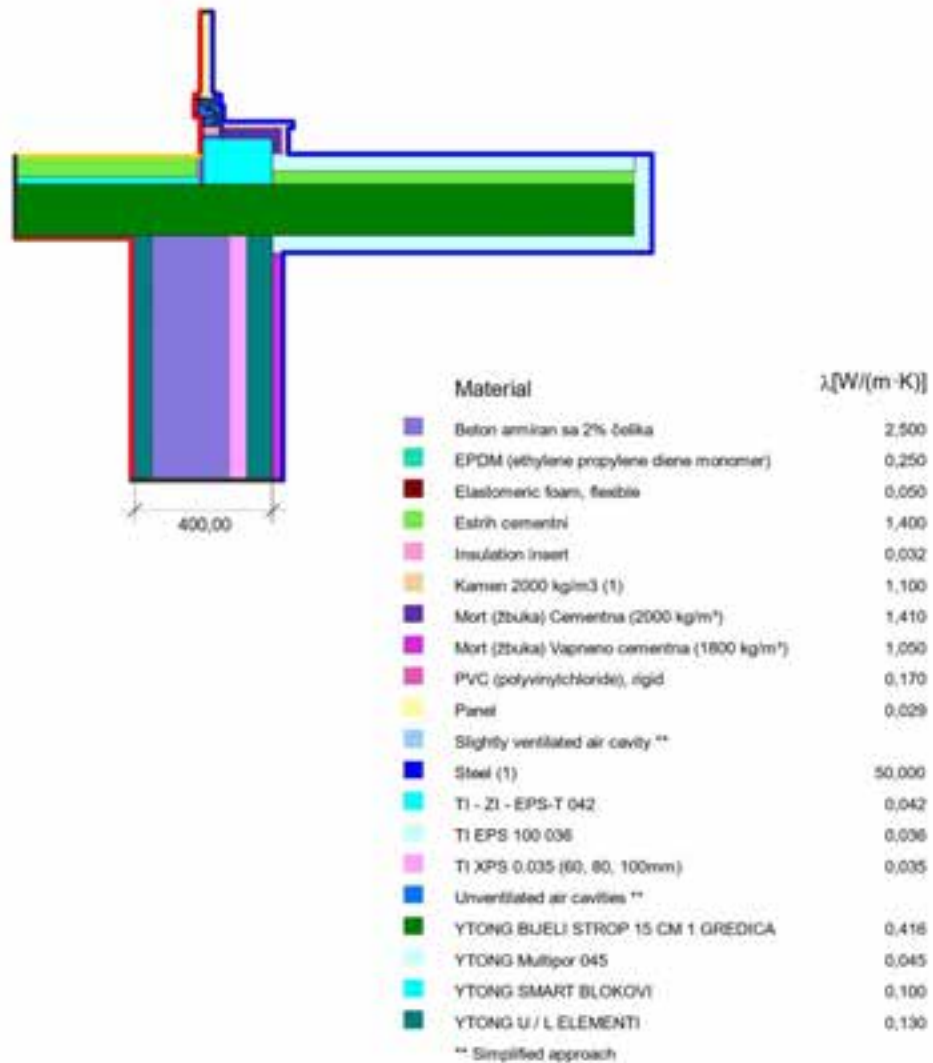
Boundary Condition	q [W/m ²]	t_f [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, kontinent		-18,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Interior, toplinski tok prema dolje		20,000	0,170
Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
Symmetry/Model section	0,000		

D-12.1-KONTINENT - BALKON - PRAG VRATA - KATARINA



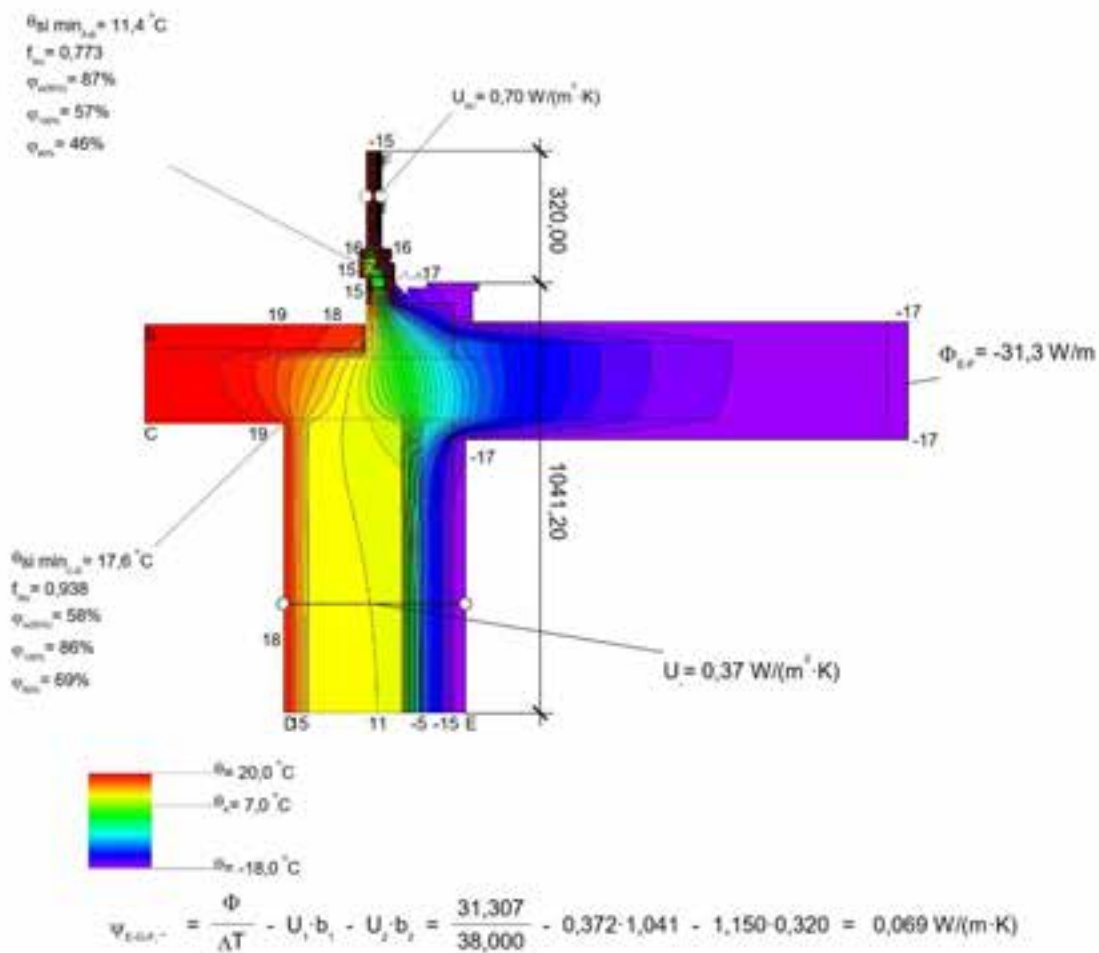
$$\psi_{s, s, c} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{31,307}{38,000} - 0,372 \cdot 1,041 - 1,100 \cdot 0,320 = 0,085 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

D-12.1-KONTINENT - BALKON - PRAG VRATA - KATARINA

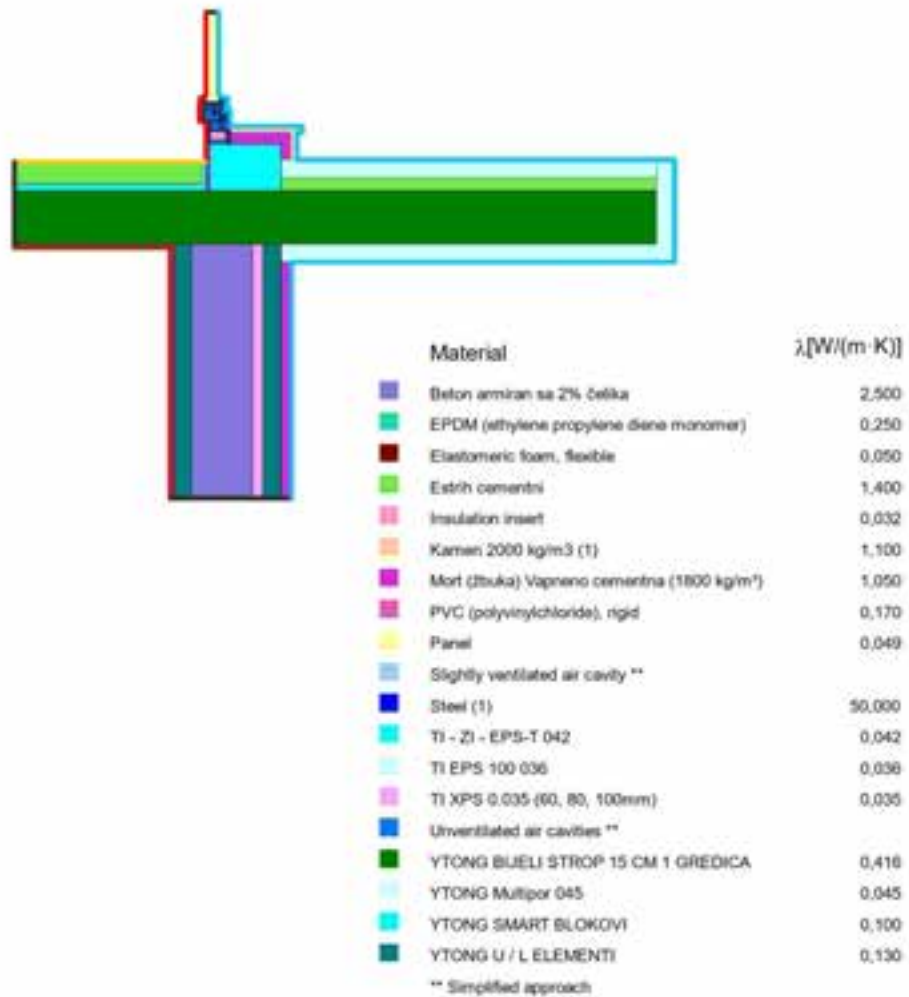


Boundary Condition	q [W/m ²]	t_f [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, kontinent		-18,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Interior, toplinski tok prema dole		20,000	0,170
Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
Symmetry/Model section	0,000		

D-12.2-KONTINENT - BALKON - PRAG VRATA - NINA

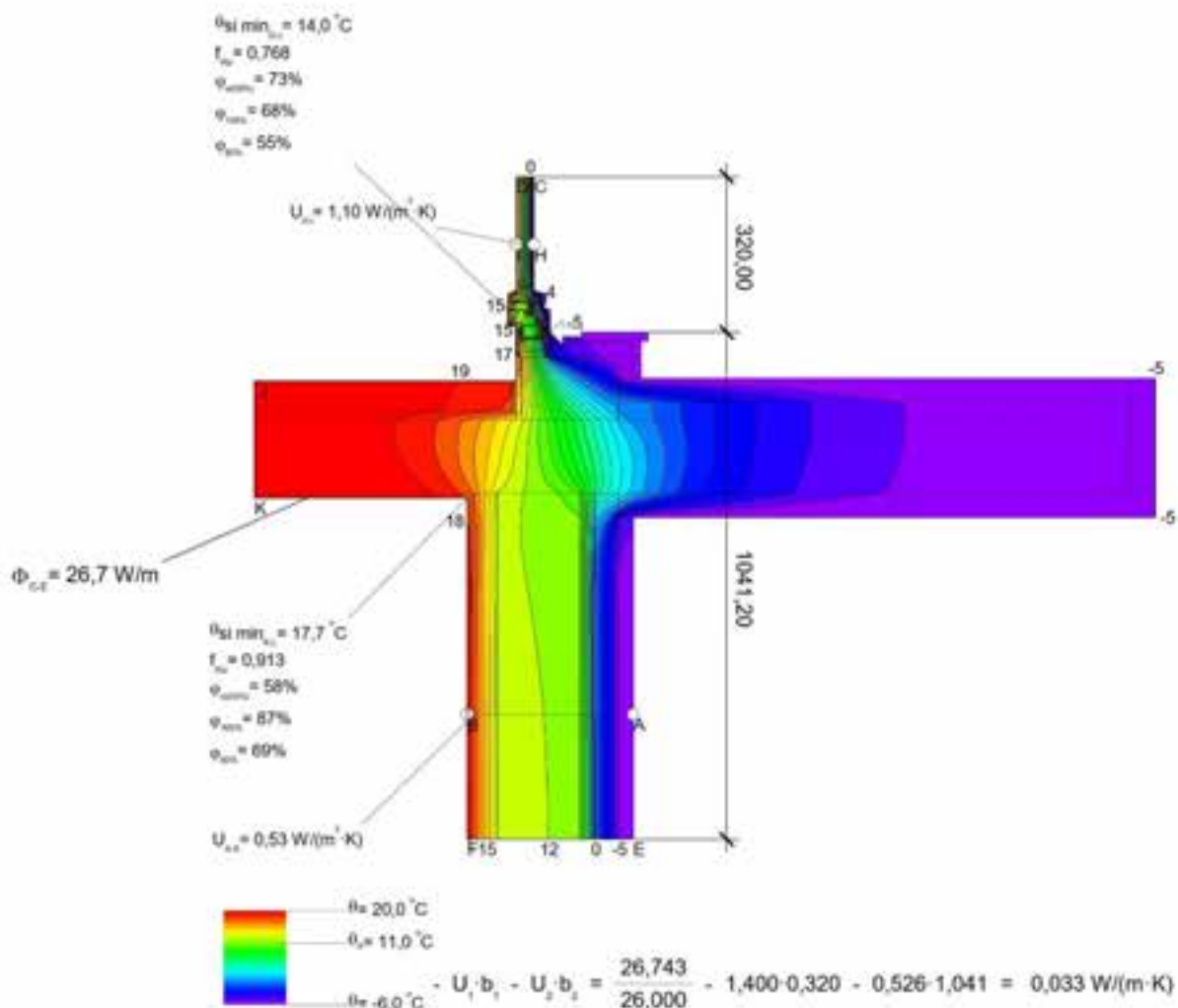


D-12.2-KONTINENT - BALKON - PRAG VRATA - NINA



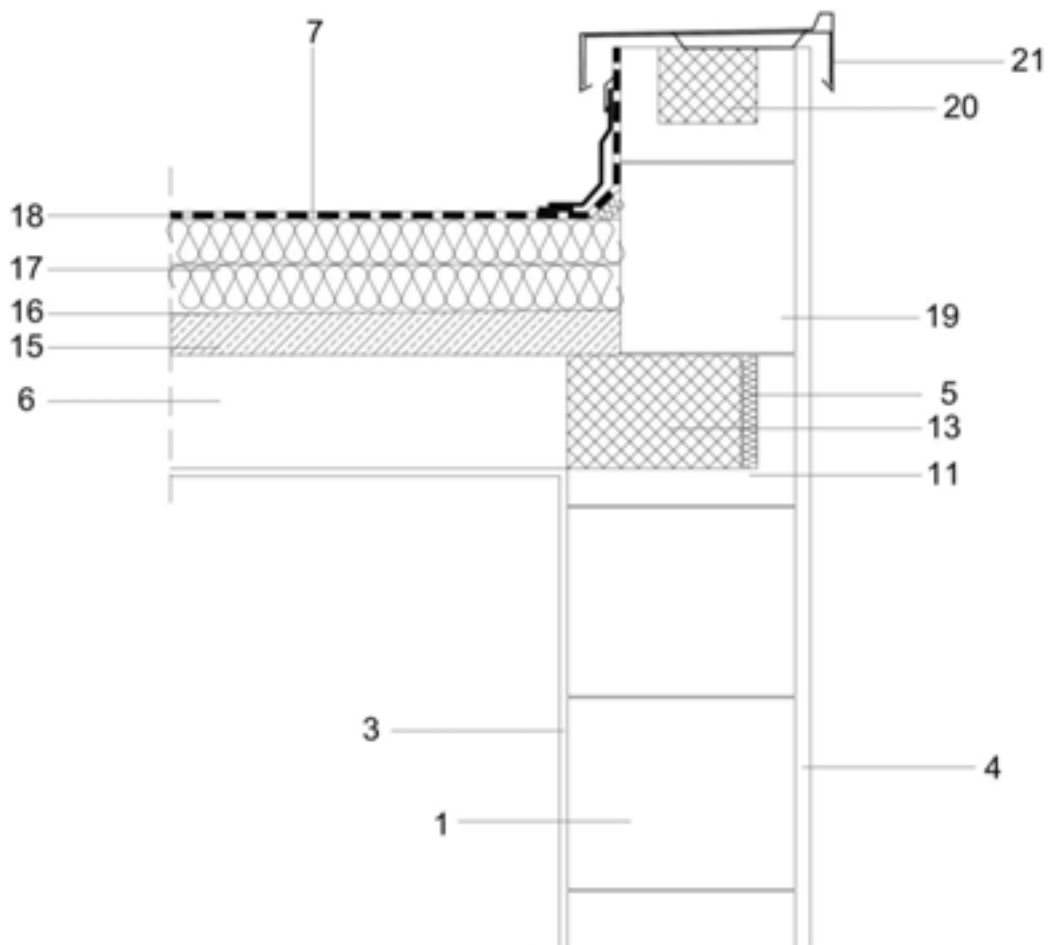
Boundary Condition	q [W/m ²]	t [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, primorje		-6,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Interior, toplinski tok prema dole		20,000	0,170
Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
Symmetry/Model section	0,000		

D-12-PRIMORJE - BALKON - PRAG VRATA

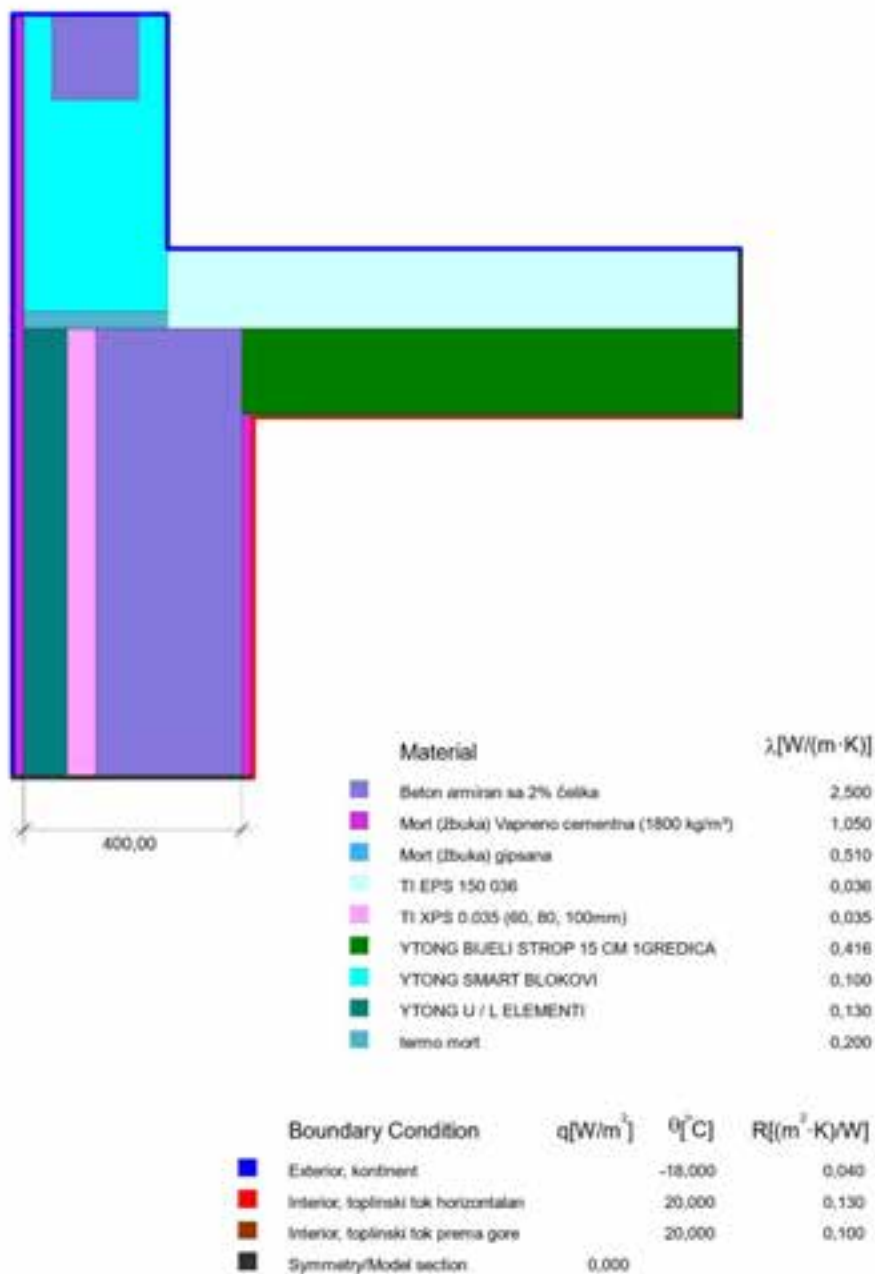


D-12-PRIMORJE - BALKON - PRAG VRATA

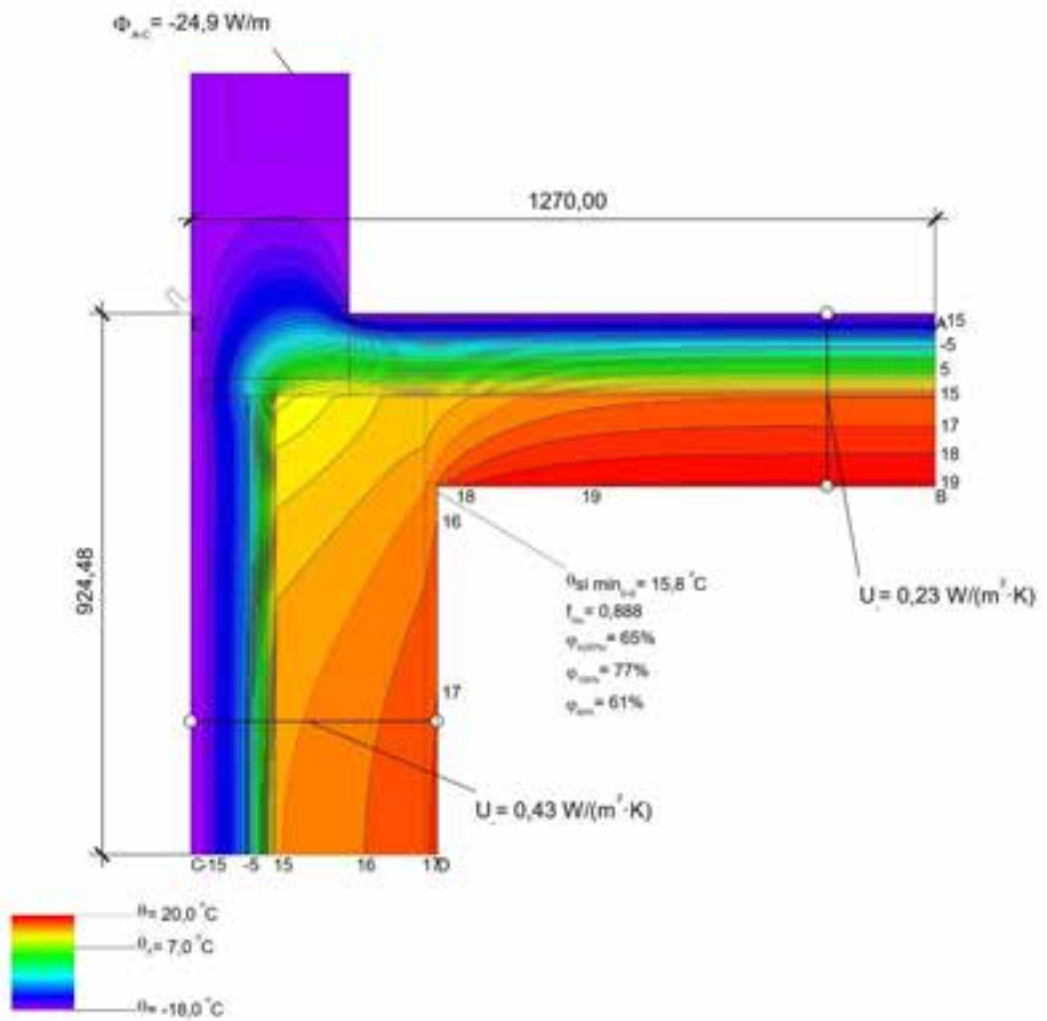
ATIKA RAVNOG KROVA



1. VANJSKI NOSIVI ZID OD YTONG BLOKOVA
3. UNUTARNJA GIPS-VAPNENA ŽBUKA TIPA RIMAT 100 DLP, DEBLJINE 0,5-1 cm
4. VANJSKA VAPNENO-CEMENTNA ŽBUKA TIPA BAUMIT GRUNDPUTZ LEICHT, DEBLJINE 1,5 cm
5. TOPLINSKA IZOLACIJA EPS 2 cm
6. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - YTONG BIJELI STROP
7. PE FOLIJA DEBLJINE > 0,2 mm SA PREKLOPIMA 20 cm
11. OPLATA HORIZONTALNOG SERKLAŽA - YTONG "L" PROFIL
13. AB HORIZONTALNI SERKLAŽ
15. BETON ZA PAD 4-6 cm
16. PAROPROPUSNA VODONEPROPUSNA FOLIJA TIPA TYVEK
17. IZOLACIJSKE PLOČE OD EPS-a ILI KAMENE VUNE
18. SINTETIČKA KROVNA H.I. MEMBRANA
19. NADOZID OD JEDNOG REDA YTONG BLOKA
20. AB HORIZONTALNI SERKLAŽ
21. OKAPNI LIM

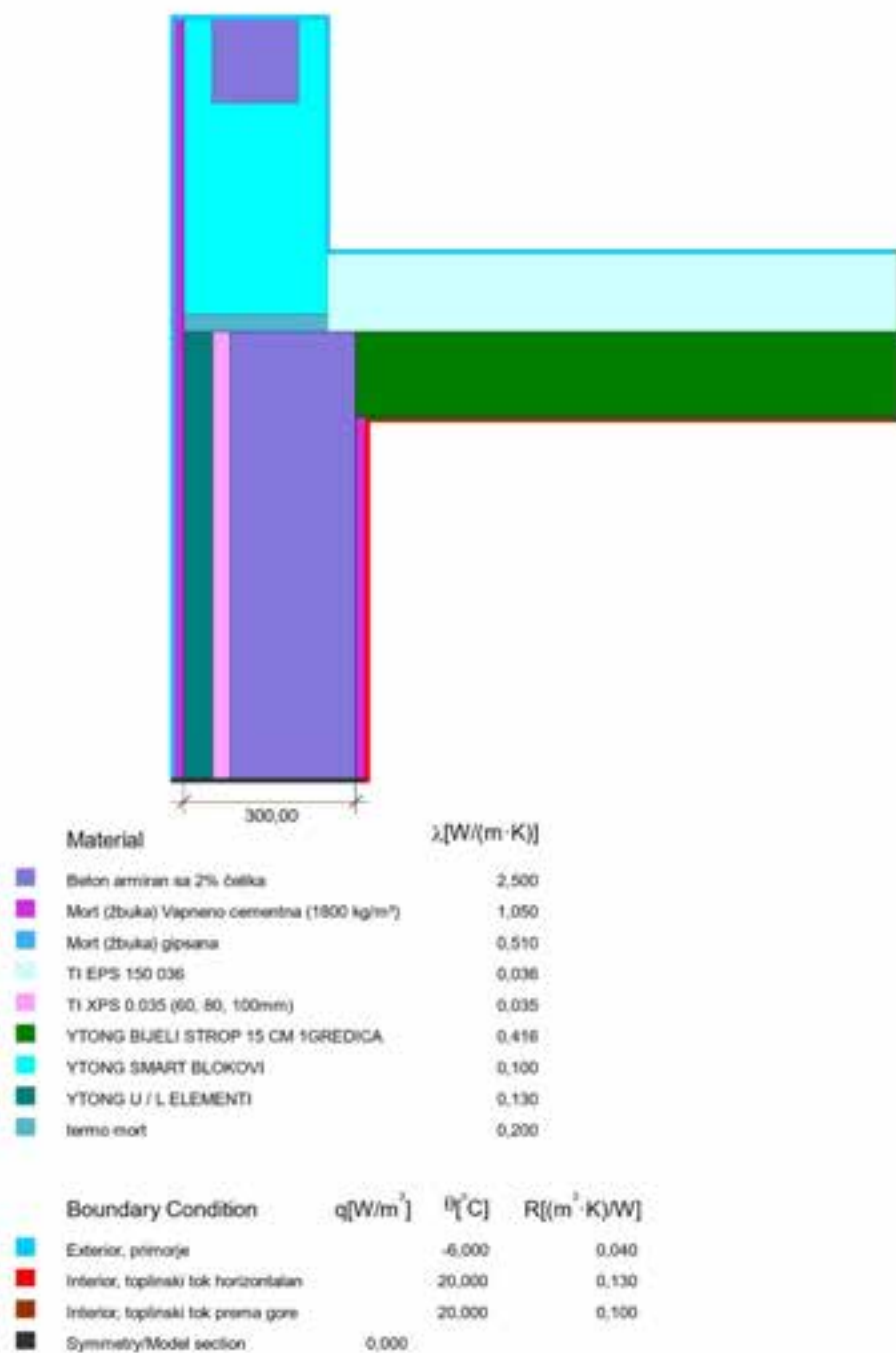


D-13-KONTINENT - ATIKA

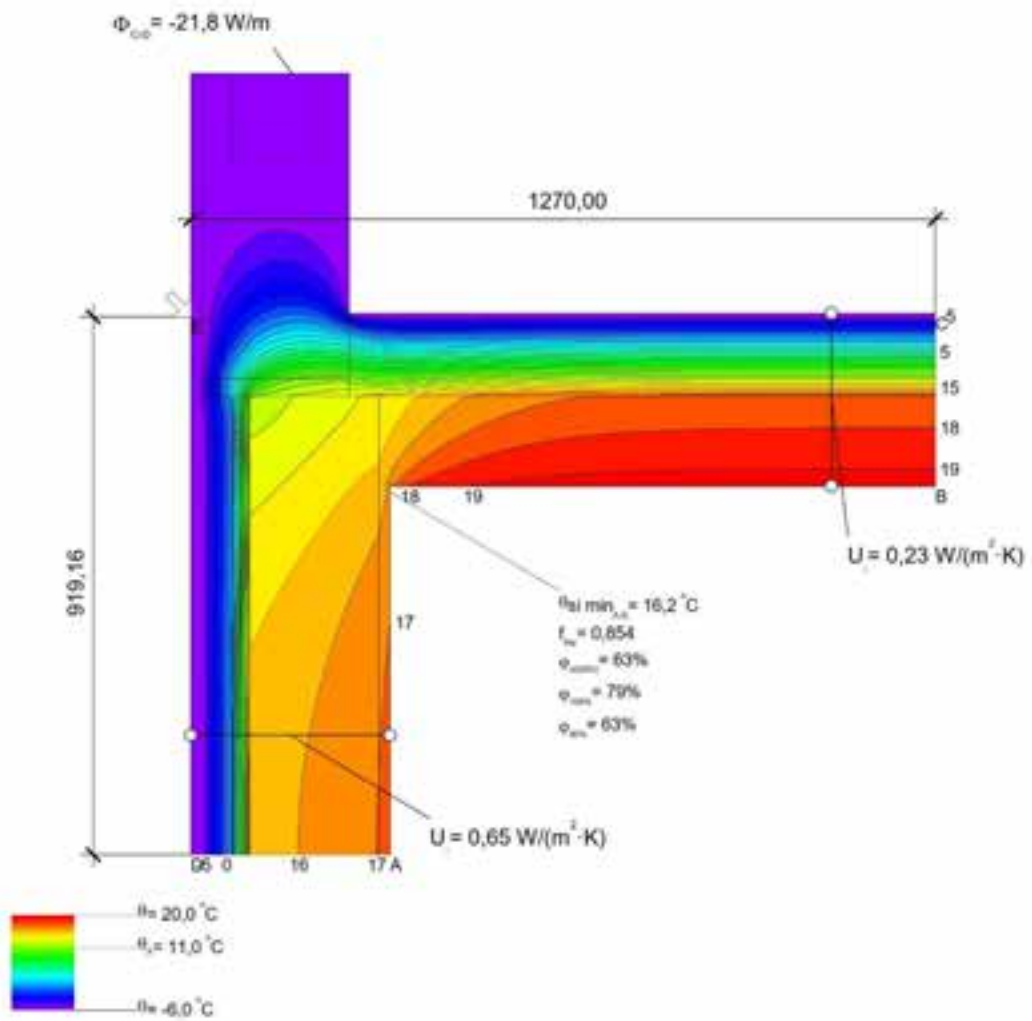


$$\Psi_{acc} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{24,920}{38,000} - 0,227 \cdot 1,270 - 0,432 \cdot 0,924 = -0,032 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

D-13-KONTINENT - ATIKA



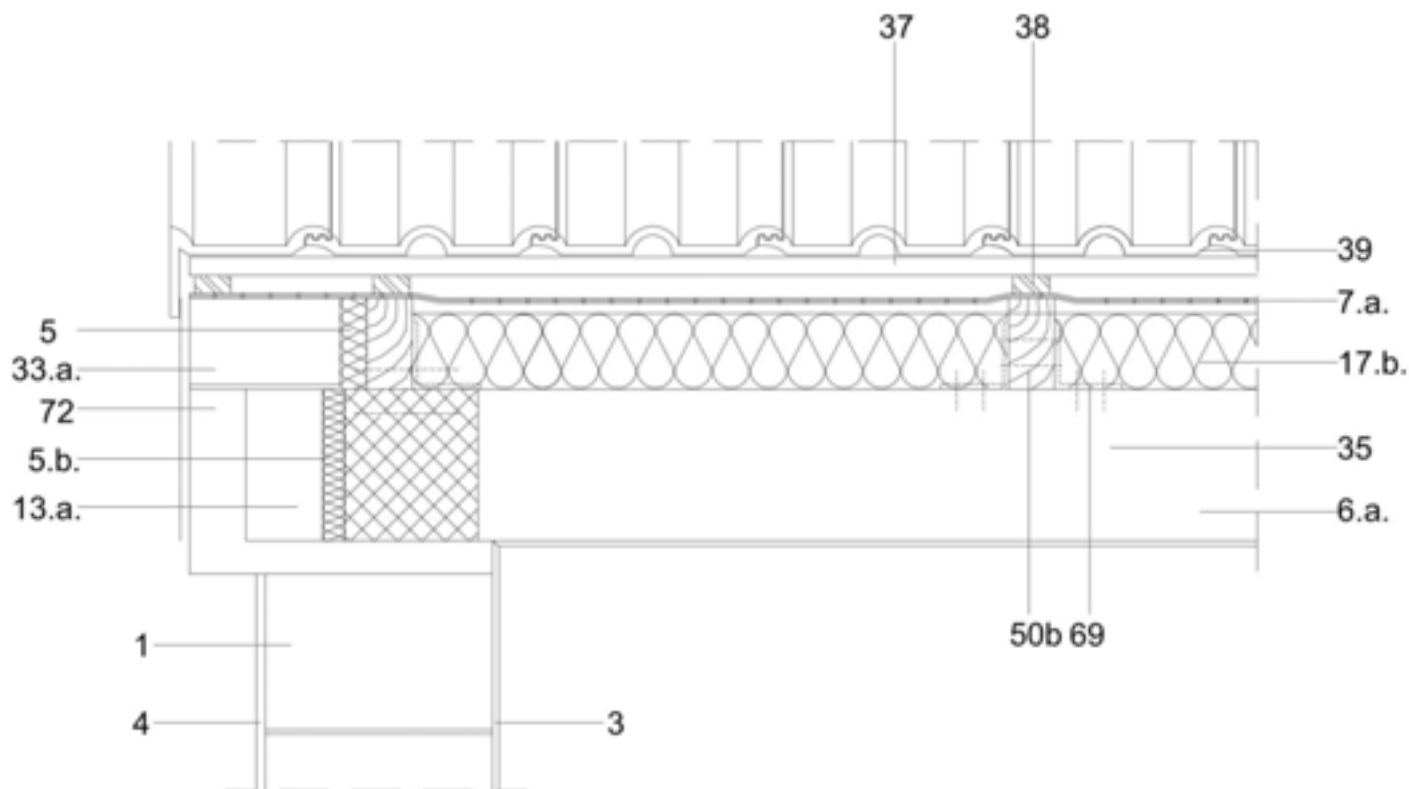
D-13-PRIMORJE - ATIKA



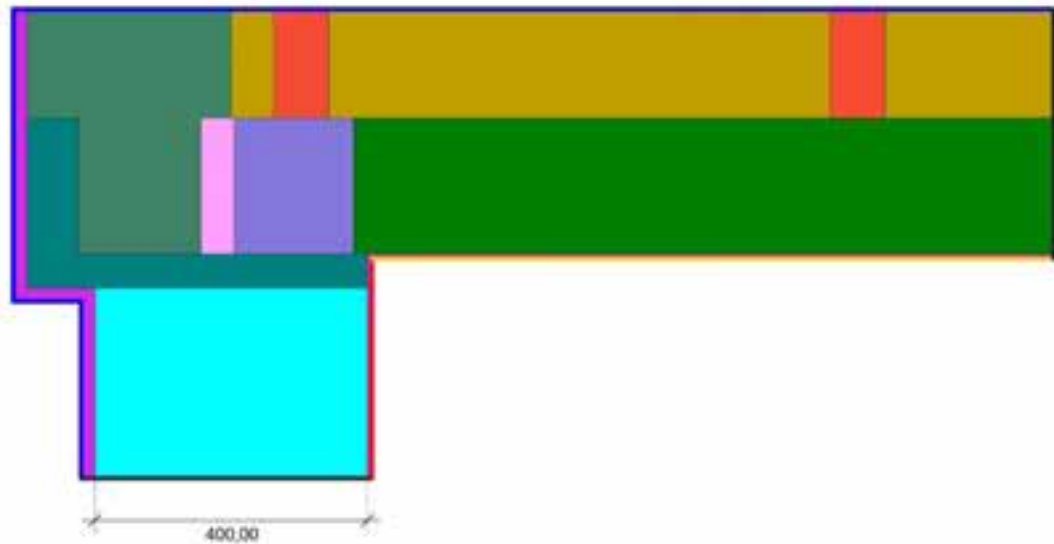
$$\psi_{ce0} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{21,780}{28,000} - 0,227 \cdot 1,270 - 0,650 \cdot 0,919 = -0,049 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

D-13-PRIMORJE - ATIKA

ZABAT KOSOG KROVA



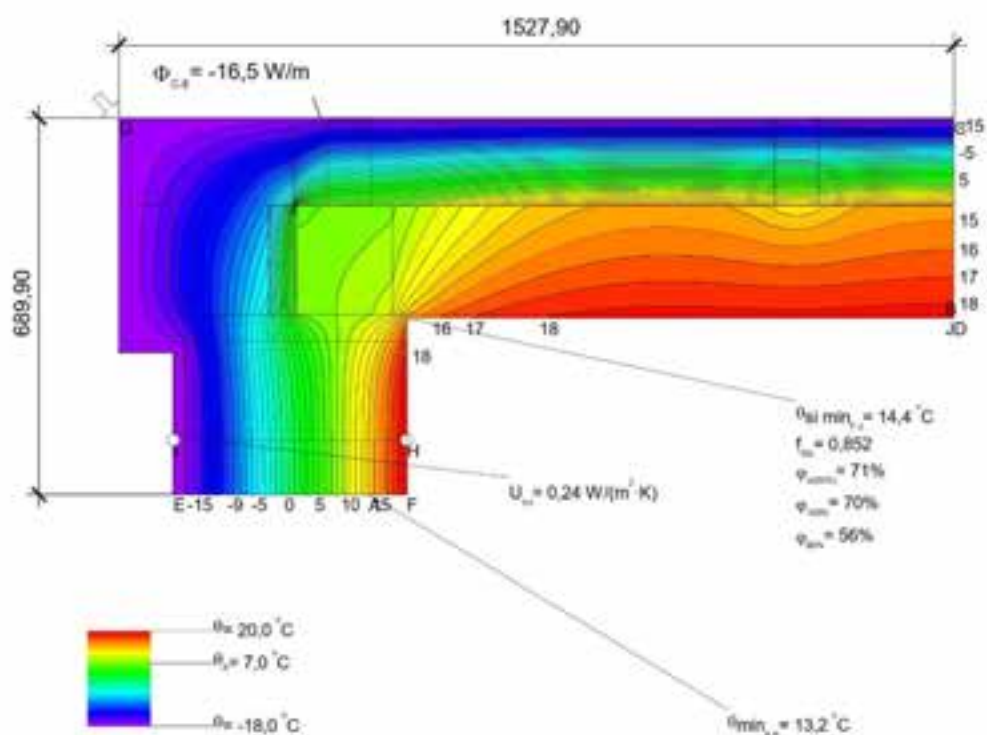
1. VANJSKI NOSIVI ZID OD YTONG BLOKOVA
3. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA TIPA RIMAT 100 DLP, DEBLJINE 0,5-1 cm
4. VANJSKA VAPNENO - CEMENTNA ŽBUKA DEBLJINE 1,5 cm
5. TOPLINSKA IZOLACIJA
- 5.b. TOPLINSKA IZOLACIJA EPS 3 cm
- 6.a. KROVNA KONSTRUKCIJA - YTONG BIJELI KROV
- 7.a. POTKROVNA FOLIJA, DIFUZNO PROPUSNA
13. AB HORIZONTALNI SERKLAŽ
- 17.b. TOPLINSKO IZOLACIJSKE PLOČE IZMEDU ROGOVA
- 33.a. YTONG ZIDNE PLOČE DEBLJINE 15 cm
35. SPECIJALNI POCINČANI ČAVLI
37. LETVE 5x3 cm
38. KONTRA LETVE 5x3 cm
39. ZAVRŠNI POKROV - CRUJEP
- 50.b. DRVENI ROG 6x10cm
69. ČELIČNI KUTNIK, POCINČAN
72. YTONG "L-PROFIL"



Material	λ [W/(m·K)]
■ Beton armiran sa 2% čelika	2,500
■ DRVO 500 kg/m ³ (meko drvo)	0,130
■ Mort (žbuka) Vapneno-cementna (1800 kg/m ³)	1,050
■ Precbetonski blok 400	0,130
■ TI MW - KI-SDP-035 - Ploče kamene vune za kose krovove	0,035
■ TI XPS 0.035 (60, 80, 100mm)	0,035
■ YTONG BIJELI STROP 15 CM 1 GREDICA	0,416
■ YTONG SMART BLOKOVI	0,100
■ YTONG U / L ELEMENTI	0,130

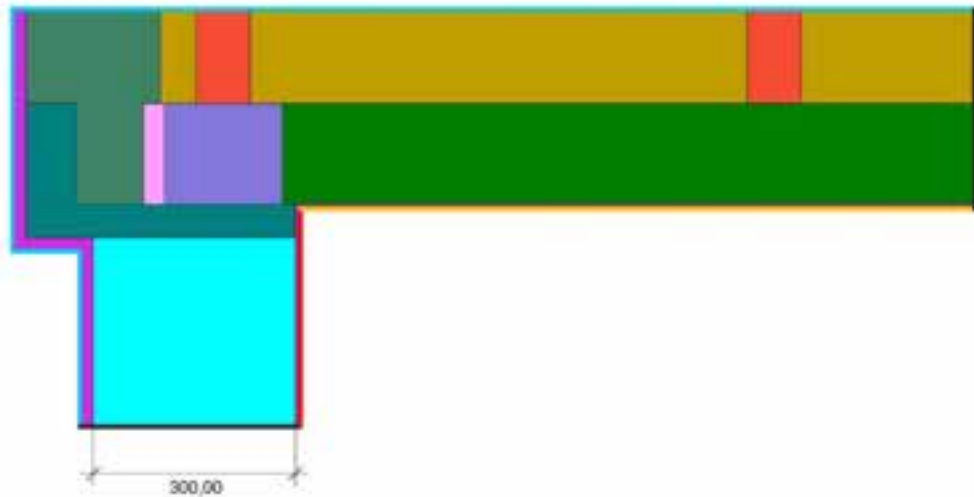
Boundary Condition	q [W/m ²]	t_i [°C]	R [(m ² ·K)/W]
■ Exterior, kontinent		-18,000	0,040
■ Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
■ Interior, toplinski tok prema dođe		20,000	0,170
■ Symmetry/Model section	0,000		

D-14-KONTINENT - ZABAT



$$\psi_{sw,ext,i} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{16,454}{38,000} - 0,241 \cdot 1,528 - 0,238 \cdot 0,690 = -0,100 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

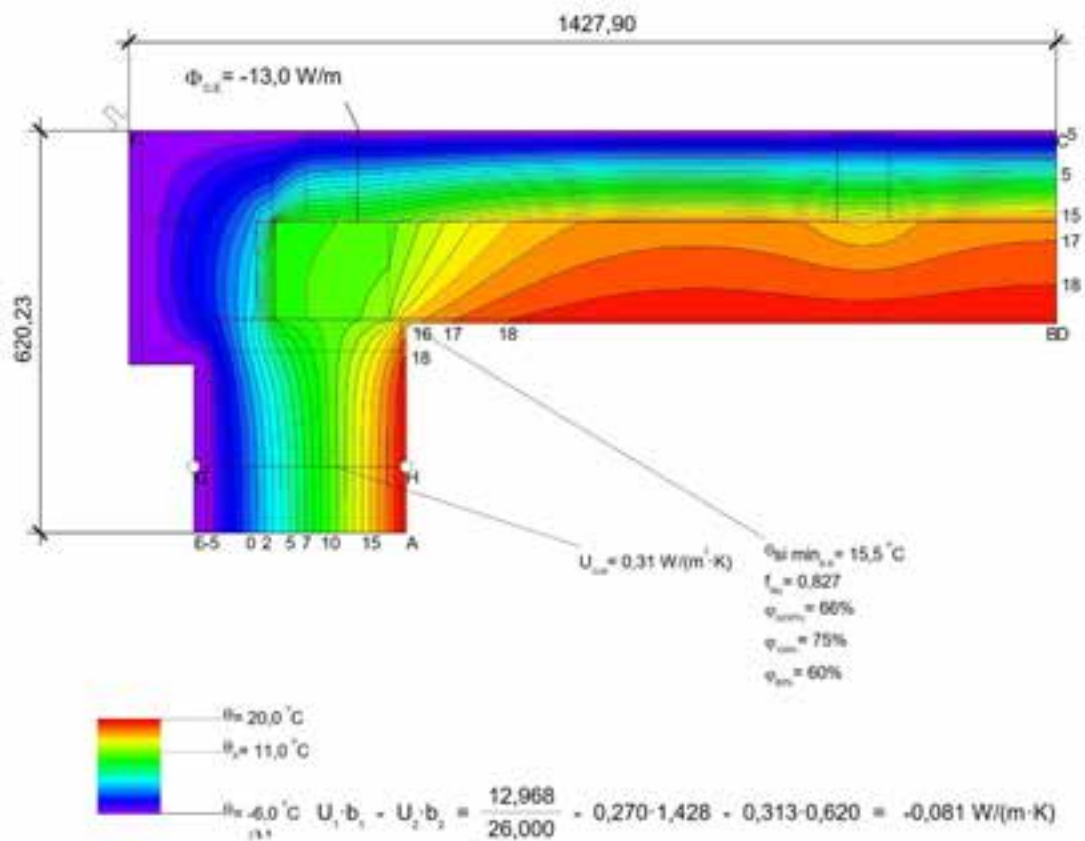
D-14-KONTINENT - ZABAT



Material	λ [W/(m·K)]
Beton armiran sa 2% čelika	2,500
DRVO 500 kg/m ³ (meko drvo)	0,130
Mort (zbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
Porobetonski blok 400	0,130
T1 MW - KI-SDP-035 - Ploče kamene vune za kose krovove	0,035
T1 XPS 0.035 (60, 80, 100mm)	0,035
YTONG BIJELI STROP 15 CM 1 GREDICA	0,416
YTONG SMART BLOKOVI	0,100
YTONG U / L ELEMENTI	0,130

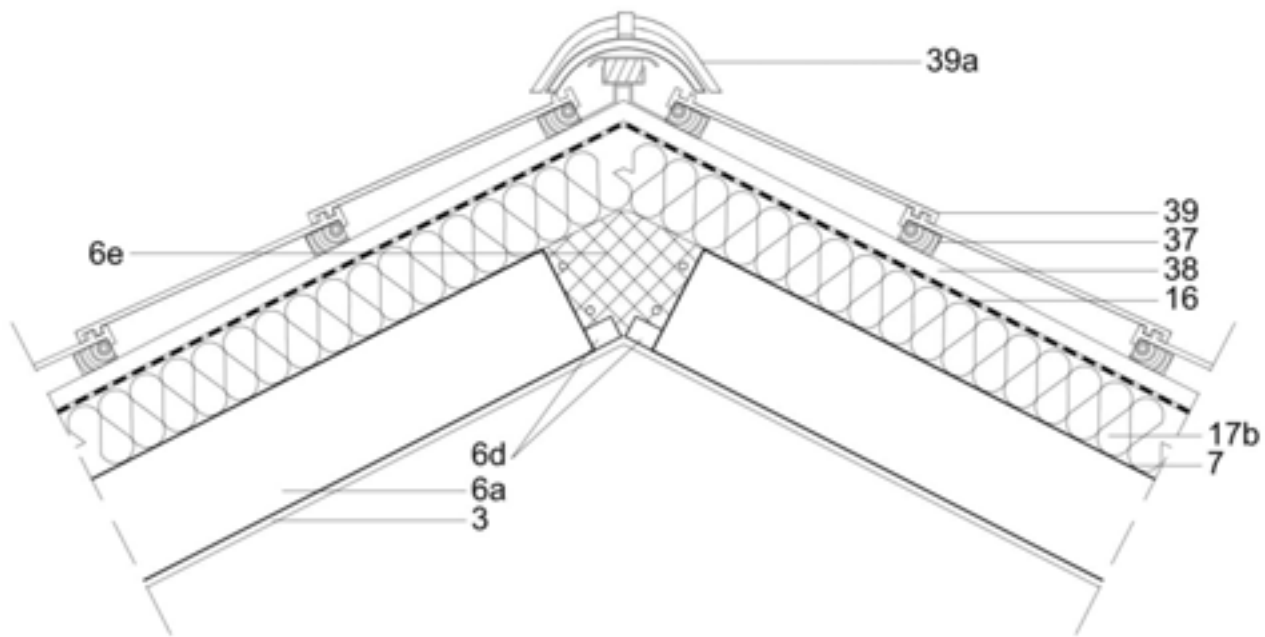
Boundary Condition	q[W/m ²]	t_i [°C]	R[(m ² ·K)/W]
Exterior, primorje		-6,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Interior, toplinski tok prema dolje		20,000	0,170
Symmetry/Model section	0,000		

D-14-PRIMORJE - ZABAT

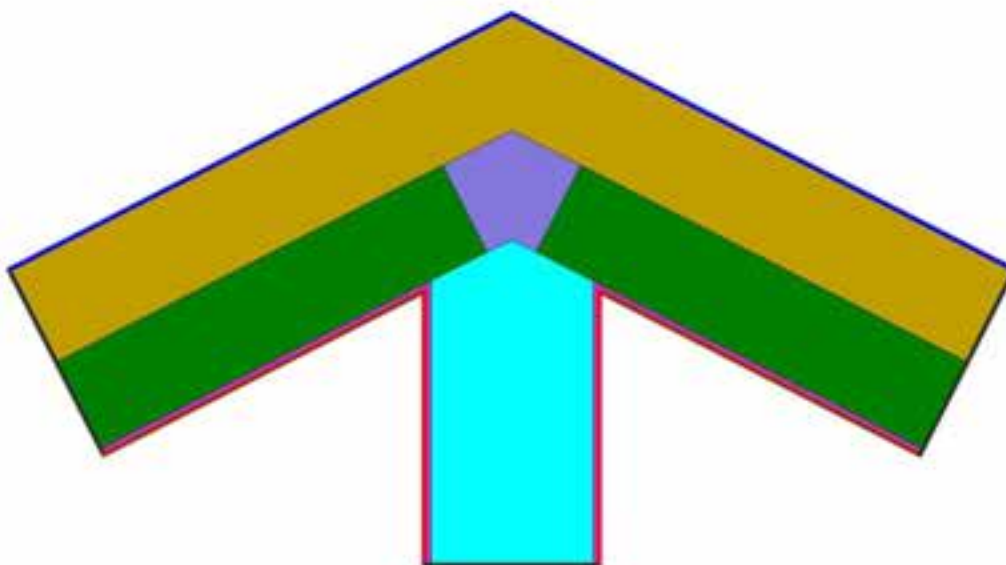


D-14-PRIMORJE - ZABAT

SLJEME KOSOG KROVA



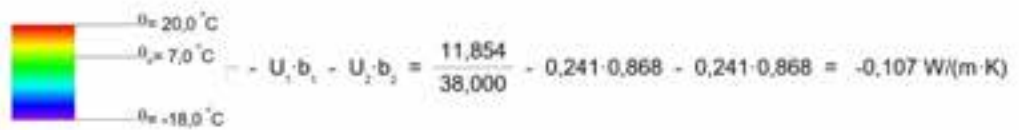
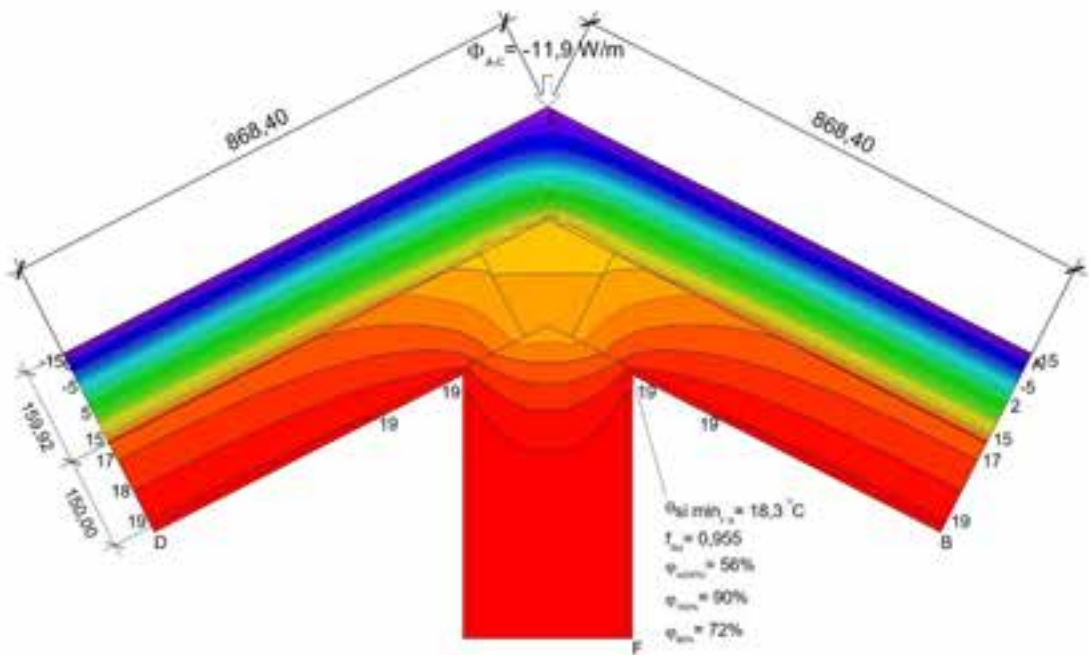
- 3. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA TIPA RIMAT 100 DLP, DEBLJINE 0,5-1 cm
- 6a. KROVNA KONSTRUKCIJA - YTONG BIJELI KROV
- 6d. LEŽAJNICA
- 6e. SLJEMENI AB VIJENAC - 4 Ø 10
- 7. PE FOLIJA DEBLJINE > 0,2 mm SA PREKLOPIMA 20 cm
- 16. PAROPROPUSNA VODONEPROPUSNA FOLIJA TIPA TYVEK
- 17b. IZOLACIJSKE PLOČE OD EPS-a ILI KAMENE VUNE IZMEĐU ROGOVA
- 37. LETVE 5x3 cm
- 38. KONTRA LETVE 5x3 cm
- 39. ZAVRŠNI POKROV - CRIJEP
- 39a. ZAVRŠNI POKROV - SLJEMENI CRIJEP



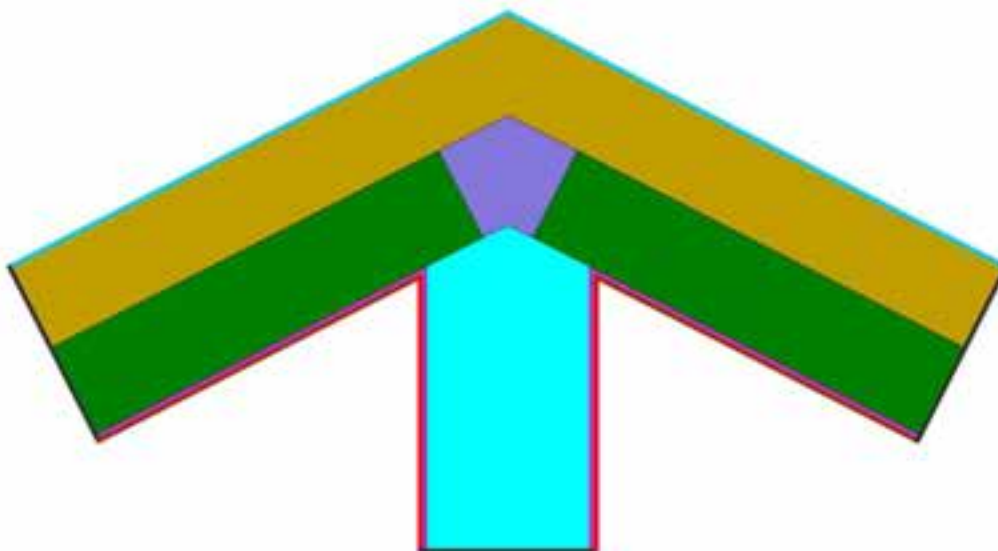
Material	λ [W/(m·K)]		
■ Beton armiran sa 2% čelika	2,500		
■ Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050		
■ TI MW - KI-SDP-035 - Ploče kamene vune za kose krovove	0,035		
■ YTONG BIJELE STROP 15 CM 1 GREDICA	0,416		
■ YTONG SMART BLOKOVI	0,100		

Boundary Condition	q[W/m ²]	t ₀ [°C]	R[(m ² ·K)/W]
■ Exterior, kontinent		-18,000	0,040
■ Interior, toplinski tok horizontalan	20,000		0,130
■ Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
■ Symmetry/Model section	0,000		

D-15-KONTINENT - SLJEME



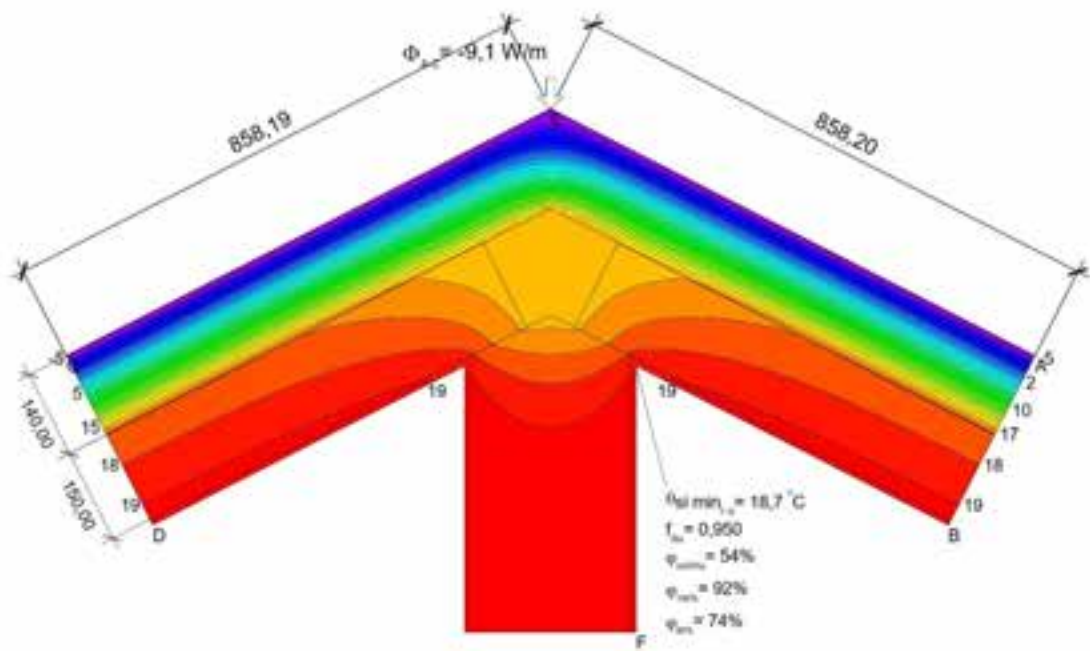
D-15-KONTINENT - SLJEME



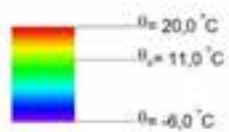
Material	λ [W/(m·K)]
Beton armiran sa 2% čelika	2,500
Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
T1 MW - KJ-SDP-035 - Ploče kamene vune za kose krovove	0,035
YTONG BIJELE STROP 15 CM 1 GREDICA	0,416
YTONG SMART BLOKOVI	0,100

Boundary Condition	q[W/m ²]	t ₀ [°C]	R[(m ² ·K)/W]
Exterior, primorje		-6,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan	20,000		0,130
Interior, toplinski tok prema gore	20,000		0,100
Symmetry/Model section	0,000		

D-15-PRIMORJE - SLJEME

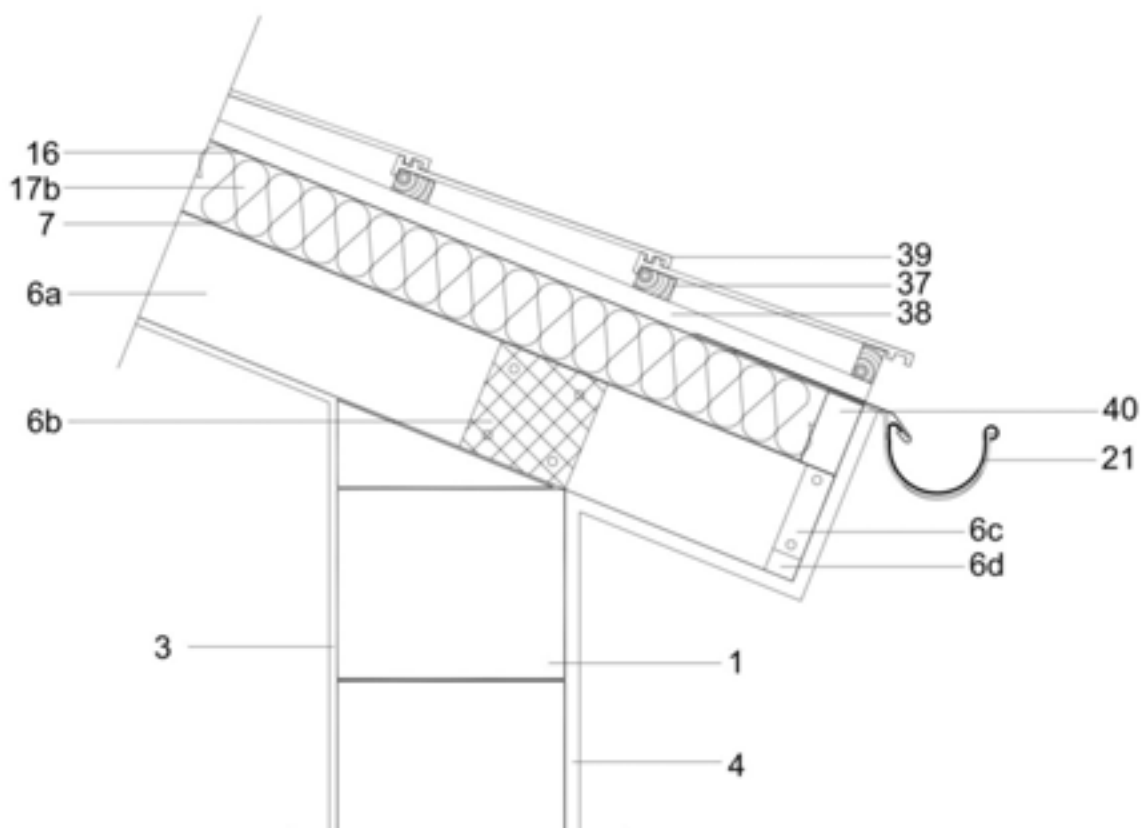


$$\Psi_{\text{d.f.c.}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{9,076}{26,000} - 0,270 \cdot 0,858 - 0,270 \cdot 0,858 = -0,114 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

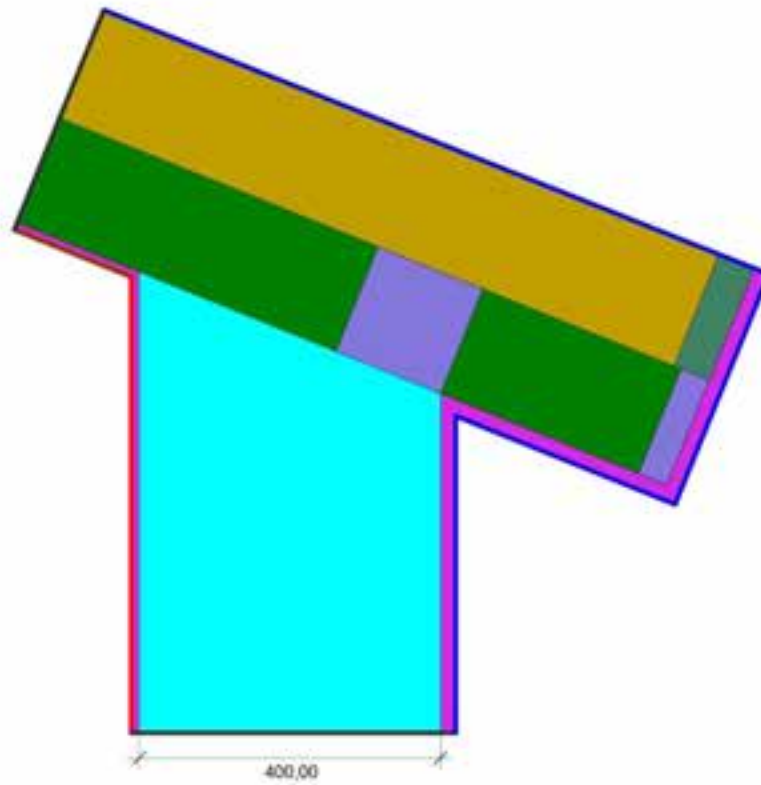


D-15-PRIMORJE - SLJEME

STREHA KOSOG KROVA



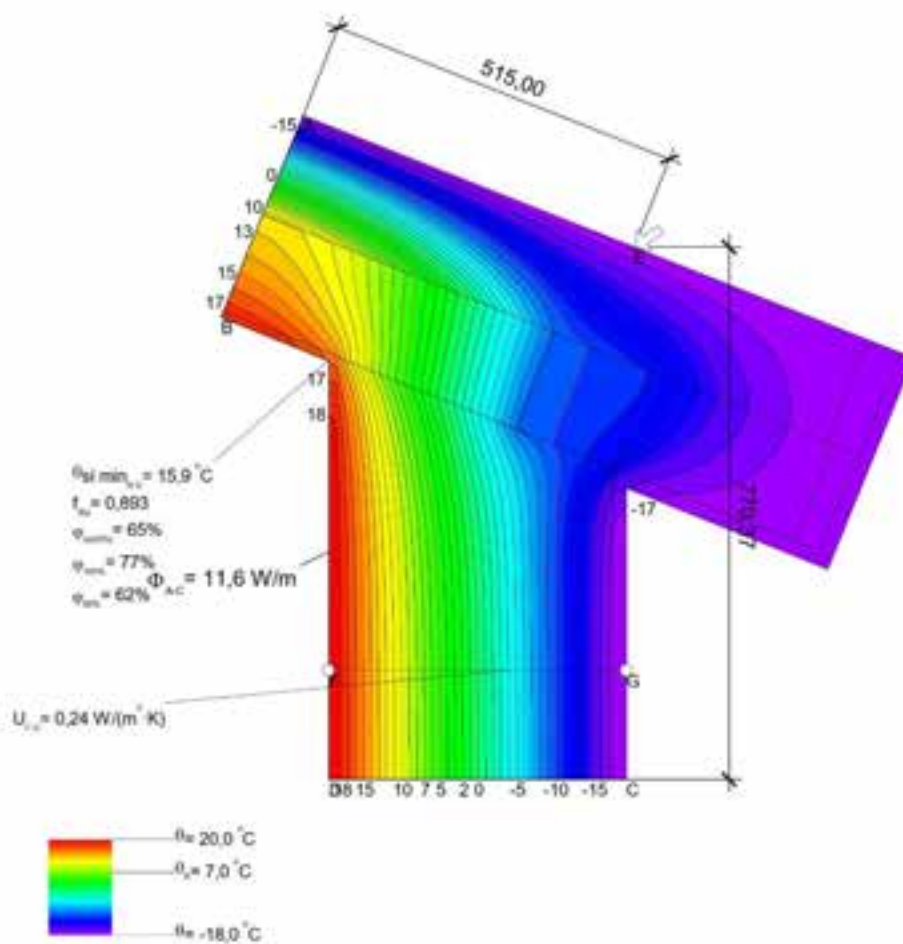
1. VANJSKI NOSIVI ZID OD YTONG BLOKOVA
3. UNUTARNJA GIPS - VAPNENA ŽBUKA TIPIA RIMAT 100 DLP, DEBLJINE 0,5-1 cm
4. VANJSKA VAPNENO - CEMENTNA ŽBUKA TIPIA BAUMIT GRUNDPUTZ LEDICHT, DEBLJINE 1,5 cm
- 6a. KROVNA KONSTRUKCIJA - YTONG BUJLI KROV
- 6b. KROVNI AB VJENAC - 4 Ø 10
- 6c. POPREČNO REBRLO
- 6d. LEŽAJNICA ZA POPREČNO REBRLO
7. PE FOLIJA DEBLJINE > 0,2 mm SA PREKLOPIMA 20 cm
16. PAROPROPUSNA VODONEPROPUSNA FOLIJA TIPIA TYVEK
- 17b. IZOLACIJSKE PLOČE OD EPS-a ILI KAMENE VUNE (IZMEĐU ROKOVA)
21. OKAPNI LIM
37. LETVE 5x3 cm
38. KONTRA LETVE 5x3 cm
39. ZAVRŠNI POKROV - CRJEP
40. YTONG PLOČA DEBLJINE 5 cm



Material	λ [W/(m·K)]
Beton armiran sa 2% čelika	2,500
Mort (žbuka) Vapreno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
Porobitonski blok 400	0,130
T1 MW - KI-SDP-035 - Ploče kamene vune za kose krovove	0,035
YTONG BIJELI STROP 15 CM 1 GREĐICA	0,418
YTONG SMART BLOKOVI	0,100

Boundary Condition	q [W/m ²]	t_i [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, kontinent		-18,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
Symmetry/Model section	0,000		

D-16-KONTINENT - STREHA

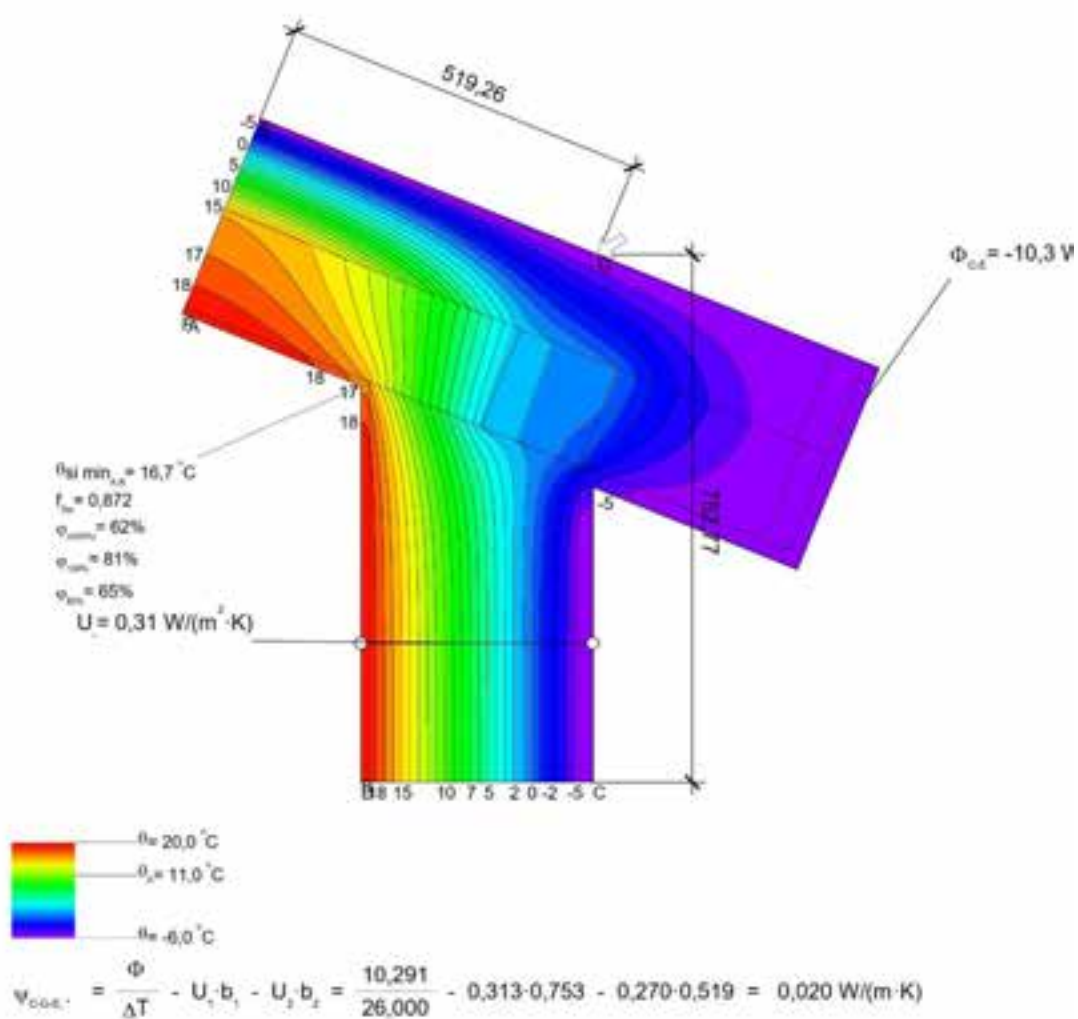


$$\psi_{ACC} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{11,608}{38,000} - 0,241 \cdot 0,515 - 0,238 \cdot 0,770 = -0,002 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$$

D-16-KONTINENT - STREHA

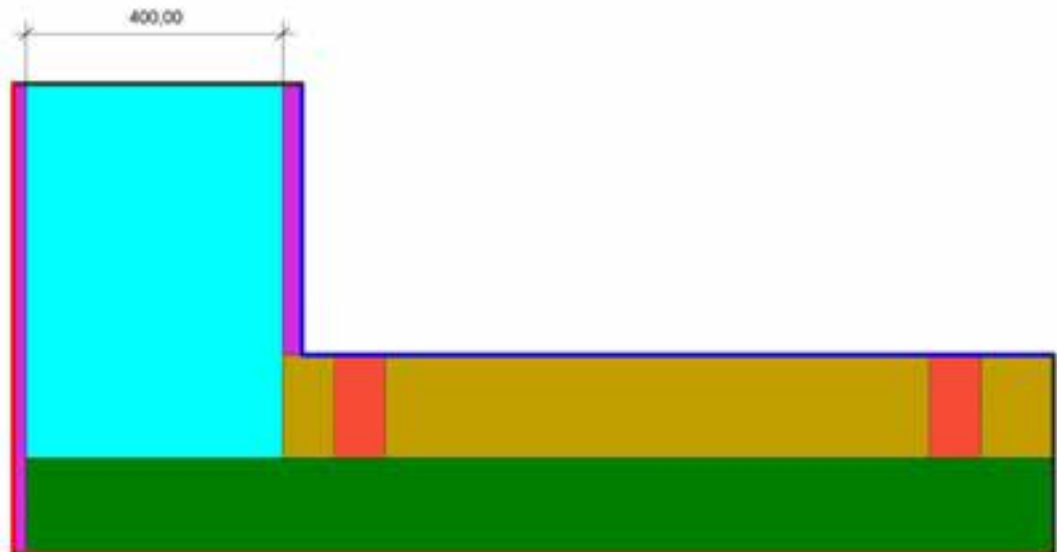


D-16-PRIMORJE - STREHA



D-16-PRIMORJE - STREHA

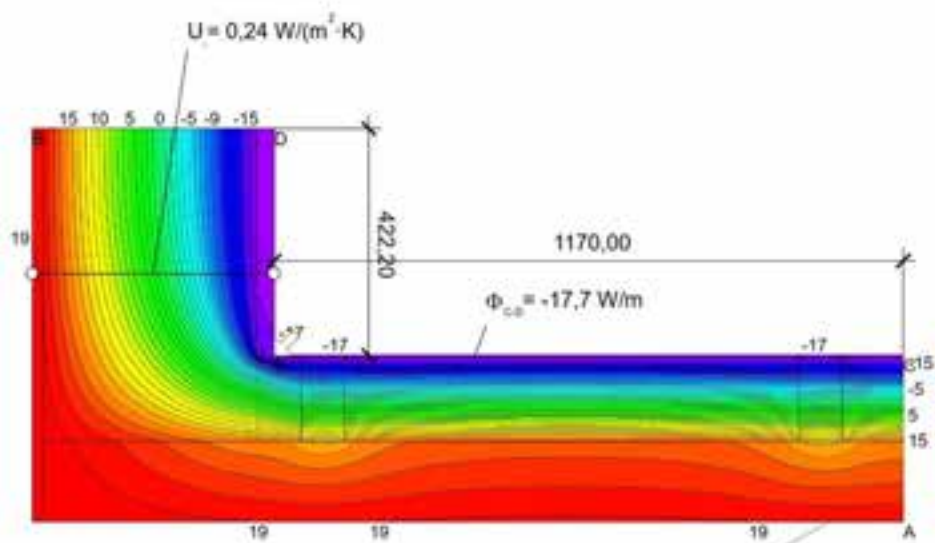
SPOJ KROVNE KUĆICE I KOSOG KROVA



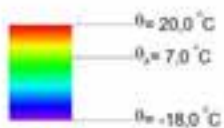
Material		λ [W/(m·K)]
DRVO 500 kg/m ³ (meko drvo)		0,130
Mort (žbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)		1,050
TI MW - K1-SDP-035 - Ploče kamene vune za kose krovove		0,035
YTONG BIJELI STROP 15 CM 1 GREDICA		0,418
YTONG SMART BLOKOVI		0,100

Boundary Condition	q [W/m ²]	θ_f [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, kontinent		-18,000	0,040
Interior, toplinski tok horizontalan		20,000	0,130
Interior, toplinski tok prema gore		20,000	0,100
Symmetry/Model section	0,000		

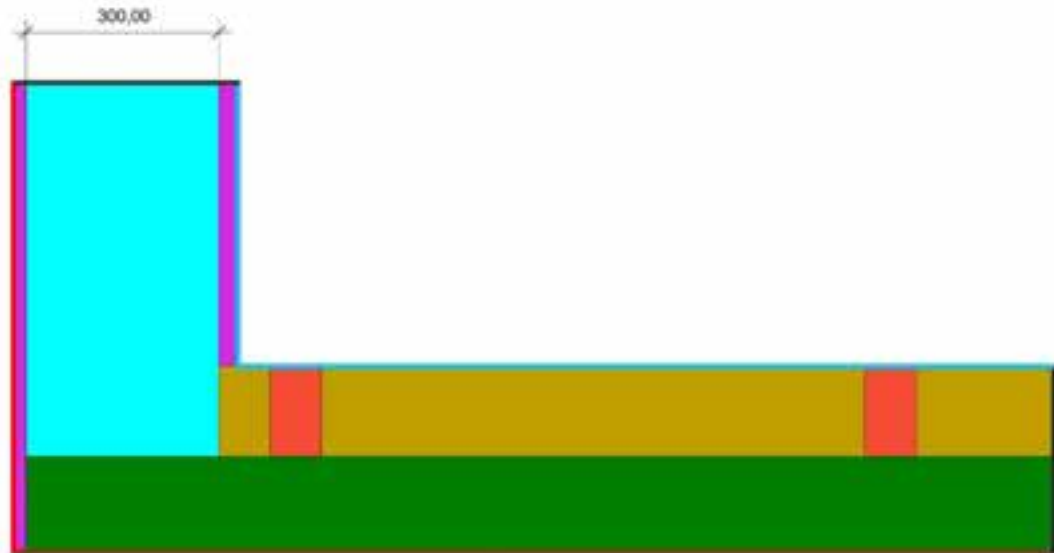
D-17-KONTINENT - KROVNA KUĆICA



$t_{si\ min,s} = 18,8\ ^\circ\text{C}$
 $f_{in} = 0,909$
 $\psi_{min} = 54\%$
 $\psi_{max} = 93\%$
 $\psi_{avr} = 74\%$



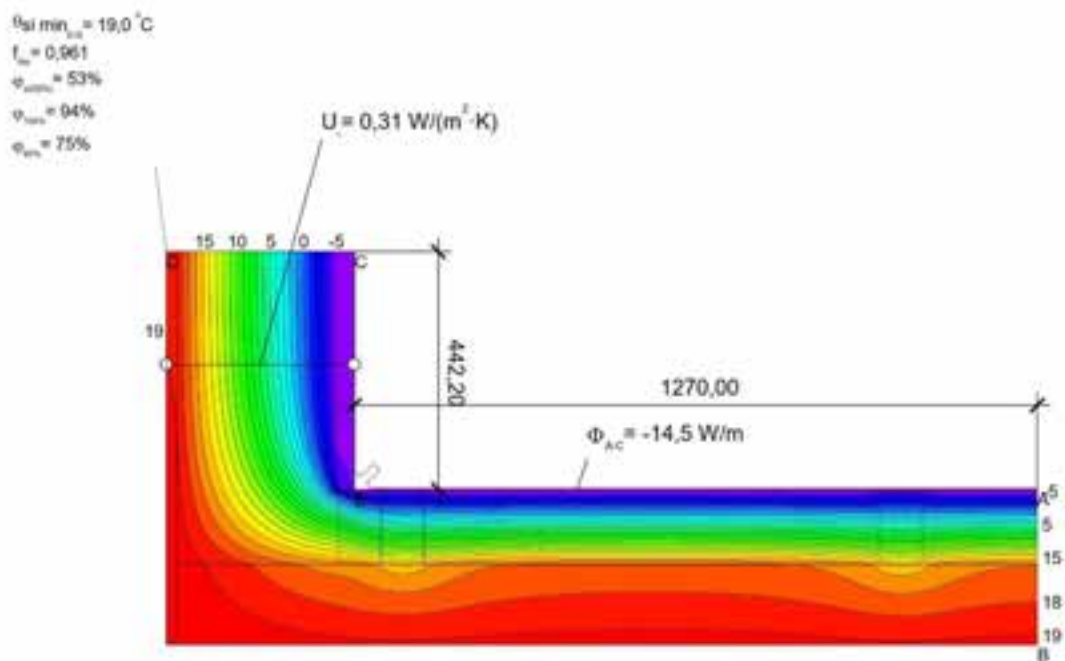
$$\psi_{c,c,w} = \frac{\Phi}{\Delta T} = U_1 \cdot b_1 + U_2 \cdot b_2 = \frac{17,677}{38,000} = 0,241 \cdot 1,170 + 0,237 \cdot 0,422 = 0,083\ \text{W/(m}\cdot\text{K)}$$



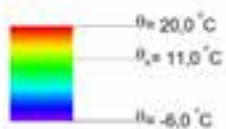
Material	λ [W/(m·K)]
DRVO 500 kg/m ³ (meko drvo)	0,130
Mort (Zbuka) Vapneno cementna (1800 kg/m ³)	1,050
TI MW - KI-SDP-035 - Ploče kamene vune za kose krovove	0,035
YTONG BIJELI STROP 15 CM 1 GREDICA	0,416
YTONG SMART BLOKOVI	0,100

Boundary Condition	q [W/m ²]	t_f [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Exterior, prirođe	-6,000		0,040
Interior, toplinski tok horizontalan	20,000		0,130
Interior, toplinski tok prema gore	20,000		0,100
Symmetry/Model section	0,000		

D-17-PRIMORJE - KROVNA KUĆICA



$$\psi_{\text{KfJC}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{14,501}{26,000} - 0,270 \cdot 1,270 - 0,311 \cdot 0,442 = 0,077 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$



D-17-PRIMORJE - KROVNA KUĆICA

Ytong porobeton d.o.o.

Savska Opatovina 36
10090 Susedgrad - Zagreb
Hrvatska

Tel: +385 1 3436 800
Fax: +385 1 3464 920
Besplatni info telefon: 0800 7000

www.xella.hr
www.gradnjakuće.com
www.renoviranje.hr
📘 Ytong Hrvatska
info.hr@ytong.com