

Proračun transmisijskih gubitaka topline

Gregorović, Mateo

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:011089>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-17**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Tehnički fakultet u Puli



MATEO GREGORVIĆ

**PRORAČUN TRANSMISIJSKIH GUBITAKA
TOPLINE**

Završni rad

Pula, kolovoz, 2021. godine

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Tehnički fakultet u Puli

MATEO GREGOROVIĆ

PRORAČUN TRANSMISIJSKIH GUBITAKA TOPLINE

Završni rad

JMB: 0069062022, vanredni student

Studijski smjer: Prediplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo

Predmet: Tehnike grijanja, ventilacije i klimatizacije

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Strojarstvo

Znanstvena grana: Proizvodno strojarstvo

Mentor: Red. prof. dr. sc. Bernard Franković

Pula, kolovoz, 2021. godine

Zahvala

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Bernardu Frankoviću na pomoći i savjetima, te ustupljenoj literaturi prilikom izrade ovog rada. Također se zahvaljujem i doc. dr. sc. Marku Kršulji na ustupljenim savjetima.

Posebno se zahvaljujem mojoj obitelji i bližnjima na pruženoj podršci i pomoći tokom studiranja i izrade ovog rada.



Prof. red. dr. sc. Bernard Franković

(Ime i prezime nastavnika)

Tehnike grijanja, ventilacije i klimatizacije

(Predmet)

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

ODJEL ZA TEHNIČKE STUDIJE

ZADATAK TEME ZAVRŠNOGA RADA

Pristupniku

Mateu Gregoroviću

MBS: 0069062022

Studentu stručnog studija Odjela za tehničke studije, izdaje se zadatak za završni rad – tema završnog rada pod nazivom:

Proračun transmisivskih gubitaka topline

Sadržaj zadatka: Proračun gubitaka topline, te dobivanje energetske certifikata zgrade uz pomoć EnCert programa. Koristiti program AutoCAD za izračune oplošja, debljine zidova i ostalih parametara koji su potrebni za izračun. Osvrnuti se na probleme do kojih je došlo tokom izrade rada te dati preporuke za unaprijeđenje postupka pri projektiranju.

Rad obraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Sveučilišta u Puli.

Redovni ili izvanredni, proizvodno strojarstvo

(izvanredni, proizvodno strojarstvo)

Datum: 24.03.2021.

Potpis nastavnika

Red. prof. dr. sc. Bernard Franković



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
TEHNIČKI FAKULTET U PULI

PRIJAVA TEME ZAVRŠNOGA RADA

potvrđujem da sam prihvatio temu završnoga rada pod naslovom:

Tehnike grijanja, ventilacije i klimatizacije
Proračun transmisijskih gubitaka topline

Heating, ventilation and air conditioning techniques
Calculation of heat transfer losses

koju je prijavio student: Mateo Gregorović

Matični broj: 0069062022

Izvanredni student stručnog preddiplomskog studija Proizvodno strojarstvo.

Datum: 24.03.2021.

Potpis nastavnika:

**IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, dolje potpisani Mateo Gregorović, kandidat za prvostupnika proizvodnog strojarstva ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljeni način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

U Puli, 01.08.2021.

**IZJAVA O KORIŠTENJU AUTORSKOG DJELA**

Ja, Mateo Gregorović dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj Završni rad pod nazivom Proračun transmisijskih gubitaka topline

koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 01.08.2021.

Potpis

Godly

Sadržaj

Uvod	8
Fizika zgrade	8
Svojstva materijala i odabir	9
Fizikalne veličine	9
Energetika i fizika zgrade	10
Toplinski mostovi	15
Zahtjevi	17
Legislativa	17
Proračun gubitaka	19
Osnovni podaci o kući:	19
Termotehnički sustav zgrade:	19
Popis građevnih dijelova zgrade	21
Proračun građevnih dijelova:	23
Proračun stana A	29
Energetski certifikat za stan A	35
Proračun stana B	36
Energetski certifikat za stan B	41
Zaključak	42
Literatura	43
Popis slika	44
Popis tablica	44
Popis priloga	45
Popis oznaka i simbola	46

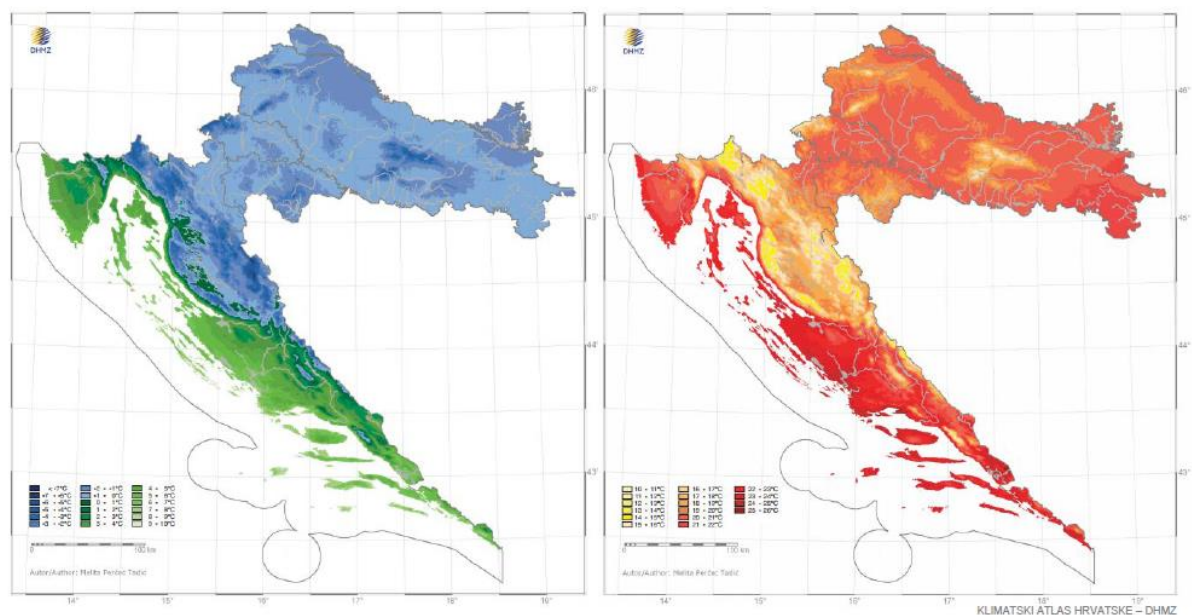
Uvod

Ovaj završni rad je usmjeren na analiziranje projekta obiteljske kuće te izrade proračuna transmisijskih gubitaka zgrade, kako bi se proučio termodinamički proces u građevnim dijelovima zgrade, te kako bi se prikazao utjecaj vanjskih faktora, materijala i oblika građevine na uštedu energije.

Fizika zgrade

Fizika zgrade je disciplina koja se bavi proučavanjem i analiziranjem građevnih materijala i njihovih svojstava. Za cilj ima osiguravanje ugodne mikroklimе u stanu/ kući uz racionalnu uporabu energije.

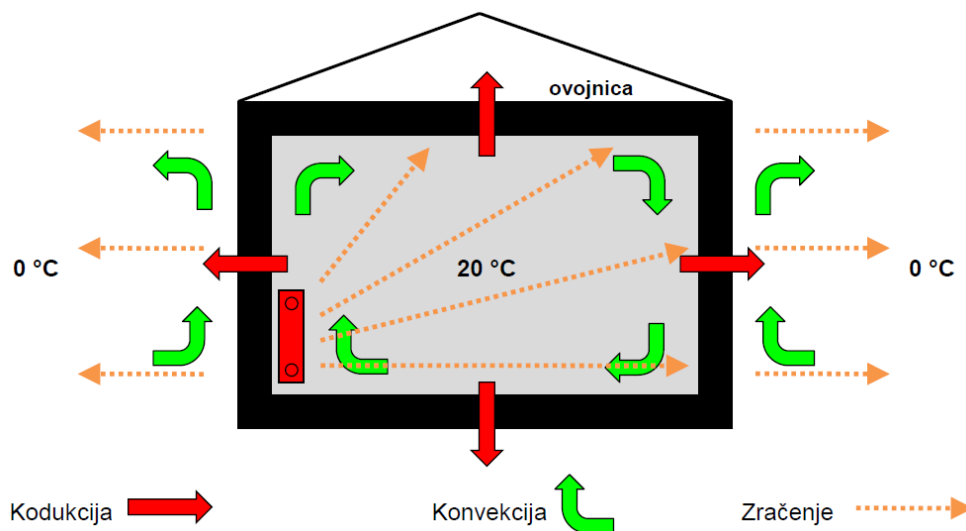
Energetika zgrade najviše ovisi o klimi u kojoj se zgrada nalazi, te o godišnjim dobima. Hrvatska ima umjerenu klimu, sa prosječnim zimskim temperaturama $-1,8 - 9,8$ C, dok su prosječne ljetne temperature $16,4 - 26,6$ C.



Slika 1. Klima u RH

Ljudsko tijelo reagira na uvjete okoliša – u tijelu se odvijaju biokemiski procesi koji proizvode toplinu, čiji višak moramo otpustiti u okoliš. Idealna temperatura okoliša za ljudsko tijelo iznosi $21-24$ °C. Reakcija tijela na okoliš, osim o temperaturi, ovisi i o vlažnosti zraka, otpornosti organizma, vjetru, insolaciji... Zbog toga čovjek različitim načinima kontrolira mikroklimatske uvjete – kondicioniranjem zraka – grijanjem, hlađenjem, vlaženjem, odvlaživanjem. Za kondicioniranje zraka potreban je rad – energija, a ovojnica sprečava gubitak topline. Gubitak energije nije moguće potpuno zaustaviti, ali ga je pametnim projektiranjem ovojnica zgrada i korištenjem optimalnih materijala moguće svesti na minimum.

Toplina se prenosi sa sustava više temperature na sustav niže temperature na tri načina: kondukcijom, konvekcijom i zračenjem.



Slika 2. Prijenos toplinske energije

Svojstva materijala i odabir

Masivni materijali bez zračnih šupljina dobro provode toplinu – metal, beton, kamen, puna opeka.

Porozni materijali sa zračnim šupljinama poput drva, plinobetona i plastike slabo provode toplinu, dok materijali poput mineralne vune, polistirena, pur pjene, sa vrlo velikim brojem zračnih šupljina jako slabo provode toplinu, zbog čega se koriste kao topinska izolacija.

Fizikalne veličine

U izračunu energetske učinkovitosti koristi se međunarodni sustav mjernih jedinica SI sustav – uporaba je zakonom propisana u svim državama osim u SAD-u Liberiji i Mijanmaru.

Celzijev stupanj ($^{\circ}\text{C}$ ili samo **Celzij**) – mjerna jedinica za temperaturu. 0°C = temperatura ledišta vode.

Kelvin (simbol **K**) – mjerna jedinica za temperaturu. 0 K = apsolutna nula (stanje bez energije) = $-273,15^{\circ}\text{C}$. Razlika u temperaturi od 1 K je isto što i razlika u temperaturi od 1°C ($0^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$; $1^{\circ}\text{C} = 274,15\text{ K}$; $2^{\circ}\text{C} = 275,15\text{ K}$...)

Džul (simbol **J**) – mjerna jedinica za rad (W), energiju (E) i toplinu (Q). $1.000\text{ J} = 1\text{ kJ}$; $1.000.000\text{ J} = 1\text{ MJ}$.

Vat; Watt (simbol **W**) – mjerna jedinica za snagu (P). Obavljen rad ili protok energije u određenom vremenu ($W = J / s$). $1.000\text{ W} = 1\text{ kW}$; $1.000.000\text{ W} = 1\text{ MW}$.

Vatsat (simbol **Wh**) – mjerna jedinica za energiju (E). Energija koju je potrošilo trošilo snage 1 W u jednom satu. $Wh = W \times h = (J / s) \times h = (J / s) \times 3.600\text{ s} = 3.600\text{ J}$.

Kilovatsat (simbol **kWh**) – mjerna jedinica za energiju (E). Energija koju je potrošilo trošilo snage 1 kW u jednom satu. $kWh = kW \times h = (kJ / s) \times h = (kJ / s) \times 3.600\text{ s} = 3.600\text{ kJ} = 3.600.000\text{ J}$.

Kalorija (simbol **cal**) – mjerna jedinica za energiju (E) $1\text{ cal} = 4,2\text{ J}$; $1\text{ kcal} = 4.200\text{ J}$.

Tablica 1. Međunarodni sustav mjernih jedinica

Fizikalne veličine koje su bitne u izračunu energetske učinkovitosti:

Koeficijent vodljivosti topline materijala (simbol λ) – mjerna jedinica je **W/mK**. λ je vrijednost koja pokazuje koliko topline u sekundi prolazi kroz kocku materijala $1 \times 1 \times 1\text{ m}$ pri razlici temperature od 1 K . Materijali sa malom vrijednošću λ su dobri toplinski izolatori.

Koeficijent prolaska topline pregrade (simbol **U**) – mjerna jedinica je **W/m²K**. U je vrijednost koja pokazuje koliko topline u sekundi prolazi kroz pregradu površine 1 m^2 pri razlici temperature od 1 K . Koeficijent prolaska topline pregrade ovisi o materijalima od kojih je pregrada napravljena i njihovoj debljini. Pregrade s malom vrijednošću U su dobro toplinski izolirane.

Toplinski otpor (simbol **R**) – mjerna jedinica je **m²K/W**. Vrijednost koja pokazuje koliki otpor neki sloj ili pregrada pruža prolasku topline. Visoka vrijednost otpora znači mali prolazak topline.

Godišnja potrebna energija za grijanje (simbol **Q_{H,nd}**) – mjerna jedinica je **kWh/a**. Potrebna toplina za grijanje zgrade za jednu godinu (annual – godišnje).

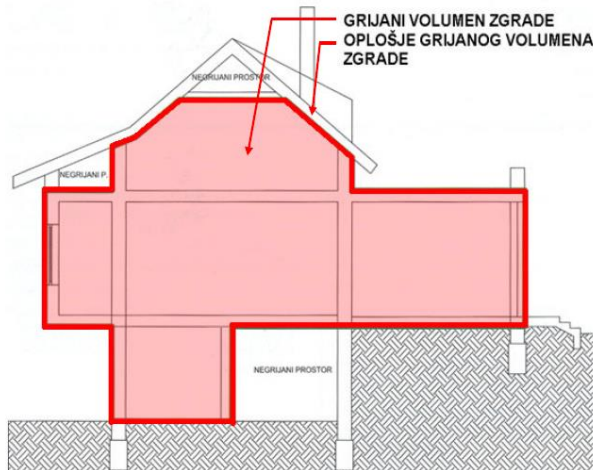
Specifična godišnja potrebna energija za grijanje (simbol **Q^{*}_{H,nd}**) – mjerna jedinica je **kWh/m²a**. Potrebna toplina za grijanje zgrade za jednu godinu po jedinici površine. Najpregledniji podatak o potrošnji energije u zgradi.

Isporučena godišnja energija (simbol **E_{del}**) – mjerna jedinica je **kWh/a**. Potrebna godišnja energija za grijanje i hlađenje zgrade, pripremu tople vode (i rasvjetu) za jednu godinu.

Tablica 2. Međunarodni sustav mjernih jedinica

Energetika i fizika zgrade

Kod projektiranja zgrade najbitniji pojam je oplošje zgrade (ovojnica) što se odnosi na obodne građevne dijelove grijanog dijela zgrade. Oplošje je ukupna površina građevnih dijelova – zidova, prozora, krova, podova koji odvaraju grijani od negrijanog dijela konstrukcije.



Slika 3. Oplošje zgrade

Na oplošje zgrade djeluju vanjski utjecaji – temperatura zraka, insolacija, padaline, vjetar i buka, te unutarnji faktori – temperatura, vlažnost zraka, kondenzat, propusnost zraka te unutarnja buka.







Uloga ovojnice zgrade je da zgradu toplinski zaštiti tako da se postigne ugodna mikroklima prostora, gubitak topline se svede na minimum, da se spriječi orošavanje oplošja, da se ljeti spriječi pregrijavanje, te da se kontrolira toplinski rad konstrukcije.

Zgradu treba projektirati tako da se omogući ispravan fizikalni proces – prirodan proces izmjene topline i vlage dvaju sustava. Ispravan fizikalni proces neće dopustiti kondenzaciju vodene pare u građevnom dijelu ili na njemu.

Ukoliko zahtjev ispravnog fizikalnog procesa nije ispunjen, doći će do građevinske štete koja se očituje u vlaženju materijala, gubljenju toplinsko izolacijskih svojstva materijala, propadanje materijala te u razvoju mikroorganizama.

Materijali imaju različite vrijednosti provodljivosti topline, a oni koji se koriste kao toplinske izolacije imaju vrlo malu vodljivost ($\lambda=0,025$ do $0,045$ W/mK).

EKVIVALENTNA DEBLJINA MATERIJALA S ISTIM VRIJEDNOSTIMA TOPLINSKOG OTPORA

	TOPLINSKA IZOLACIJA	1 cm
	POROBETON	4 cm
	DRVO	5 cm
	ŠUPLJA OPEKA	15 cm
	PUNA OPEKA	19 cm
	ARMIRANI BETON	60 cm

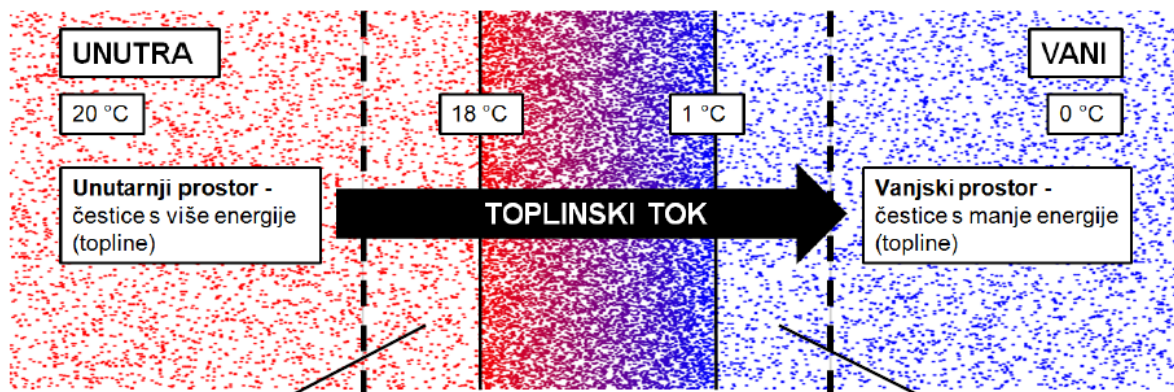
Slika 4. Materijali u toplinskoj zaštiti

Toplinska vodljivost materijala je jednaka količini topline koja u jedinici vremena prođe kroz jedinicu površine pri jediničnoj razlici temperature.

Vrijednost λ ovisi u najvećoj mjeri o gustoći materijala, te o stanju vlažnosti. Što je veća gustoća materijala, to je veća toplinska provodljivost. S povećanjem vlažnosti također raste provodljivost materijala.

Vrijednos koeficijenta toplinske provodljivosti je vrlo promijenjiva, čak i kod istog materijala, zbog toga što ovisi o volumenu, strukturi pora, količini vlage u zraku, temperaturi i o kemijskom sastavu.

Količina topline koja će proći ovisi o sastavu građevinskog dijela – o materijalima i o njihovim debljinama. Toplina se prenosi sa toplijeg sustava provođenjem kroz slojeve građevnog dijela prema hladnijem sustavu. Zimi toplina putuje iz unutarnjeg prostora prema vanjskom, dok je ljeti obrnuto.



Slika 5. Prijenos topline

Otpor pojedinog sloja pregrade (R_n)

- Računa se prema formuli $R_n = d / \lambda$ (m^2K/W)

Toplinski otpor je veći što je deblji sloj i manja toplinska provodljivost.

Ukupan toplinski otpor određuje se kao zbroj pojedinih otpora

$$R_k = 1/\alpha_i + \sum d/\lambda + 1/\alpha_e \quad (m^2K/W),$$

α_i - koeficijent prijelaza topline s unutarnjeg zraka na unutarnju plohu pregrade (W/m^2K),

d - debljina sloja (m),

λ - koeficijent toplinske vodljivosti (W/mK),

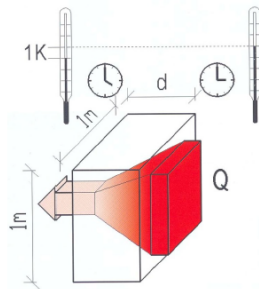
α_e - koeficijent prijelaza topline s vanjske plohe pregrade na vanjski zrak (W/m^2K)

Slika 6. Ukupan toplinski otpor

Proračun koeficijenta prolaska topline U

Koeficijent prolaska topline U (W/m^2K) je recipročna vrijednost ukupnog otpora prolaska topline pregrade R_T (m^2K/W).

$$U = 1 / R_T \text{ (W/m}^2\text{K)}$$



Vrijednost U izražena je za 1 m^2 pregrade

Slika 7. Koeficijent prolaska topline

PRIMJER

Vanjski zid	d (m)	λ (W/mK)
1. Produžna žbuka	2 cm	1
2. Blok opeka	25 cm	0,45
3. EPS F	15 cm	0,039
4. Polimercementna žbuka	0,3 cm	0,7
5. Završna žbuka	0,2 cm	0,87

$$R_T = 0,13 + 0,02/1 + 0,25/0,45 + 0,15/0,039 + 0,003/0,7 + 0,002/0,87 + 0,04 = 4,598 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1 / R_T = 1 / 4,598 = 0,217 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Tablica 3. Primjer koeficijenta prolaska topline

PRORAČUN KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE U [$W/(m^2K)$]

Toplinski otpor R :

$$R = d / \lambda \quad (m^2K)/W$$

d debljina sloja materijala u m

λ projektne vrijednosti toplinske provodljivosti materijala u $W/(mK)$

Ukupan toplinski otpor R_T :

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se} \quad (m^2K)/W$$

R_{si} unutarnji plošni otpor prijelaza topline u $(m^2K)/W$

$R_1, R_2, \dots R_n$ projektne vrijednosti toplinskog otpora svakog sloja u $(m^2K)/W$

R_{se} vanjski plošni otpor prijelaza topline u $(m^2K)/W$

Vrijednosti plošnih otpora prijelaza topline u $(m^2K)/W$, ovisno o smjeru toplinskog toka:

$R_{si} = 0,10$ (uvis); $0,13$ (vodoravno); $0,17$ (naniže) $(m^2K)/W$

$R_{se} = 0,04$ (uvis, vodoravno i naniže) $(m^2K)/W$

Vrijednost prolaska topline U :

$$U = 1 / R_T \quad W/(m^2K)$$

Tablica 4. Proračun koeficijenta prolaska topline

Redni broj	Građevni dio	U [W/(m ² ·K)]			
		$\Theta_i \geq 18^\circ\text{C}$		$12^\circ\text{C} < \Theta_i < 18^\circ\text{C}$	
		$\Theta_{e, \text{mj, min}} \leq 3^\circ\text{C}$	$\Theta_{e, \text{mj, min}} > 3^\circ\text{C}$	$\Theta_{e, \text{mj, min}} \leq 3^\circ\text{C}$	$\Theta_{e, \text{mj, min}} > 3^\circ\text{C}$
1.	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, tavanu	0,30	0,45	0,50	0,60
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	1,60	1,80	2,50	2,80
3.	Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora, prozirnih elemenata ovojnice zgrade	1,10	1,40	1,40	1,40
4.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema tavanu	0,25	0,30	0,40	0,50
5.	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	0,25	0,30	0,40	0,50
6.	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	0,40	0,60	0,90	1,20
7.	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,40 ¹⁾	0,50 ¹⁾	0,65 ¹⁾	0,80 ¹⁾
8.	Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom	2,00	2,40	2,90	2,90
9.	Stijenka kutije za rolete	0,60	0,80	0,80	0,80
10.	Stropovi između stanova, stropovi između grijanih radnih prostorija različitih korisnika	0,60	0,80	1,20	1,20
11.	Kupole i svjetlosne trake	2,50	2,50	2,50	2,50
12.	Vjetrobrani, promatrano u smjeru otvaranja vrata	3,00	3,00	3,00	3,00

Tablica 5. Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline (U – W/(m²*K)), građevnih djelova novih zgrada, malih zgrada (AK<50m²) i nakon zahvata na postojećim zgradama



TERMOGRAFSKI SNIMAK KUĆE

boje: bijelo i žuto - visoke vanjske površinske temperature
 crveno - srednje visoke vanjske površinske temperature
 plavo i crno - niske vanjske površinske temperature
 Izraziti gubici topline vidljivi su kod prozora i istake balkonske ploče



Slika 8. Termografski snimak kuće

Gubici topline su najveći kod prozora i kod toplinskih mostova.

Prozori:

Kod prozora su gubici topline veći nego li kod neprozirnih građevnih dijelova gdje se toplinsko-izolacijskim materijalima može postići bolja toplinska zaštita. Kod prozora ključnu ulogu imaju ventilacijski gubici topline kroz sljubnice prozora.

$U_{\max} \text{ prozora} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

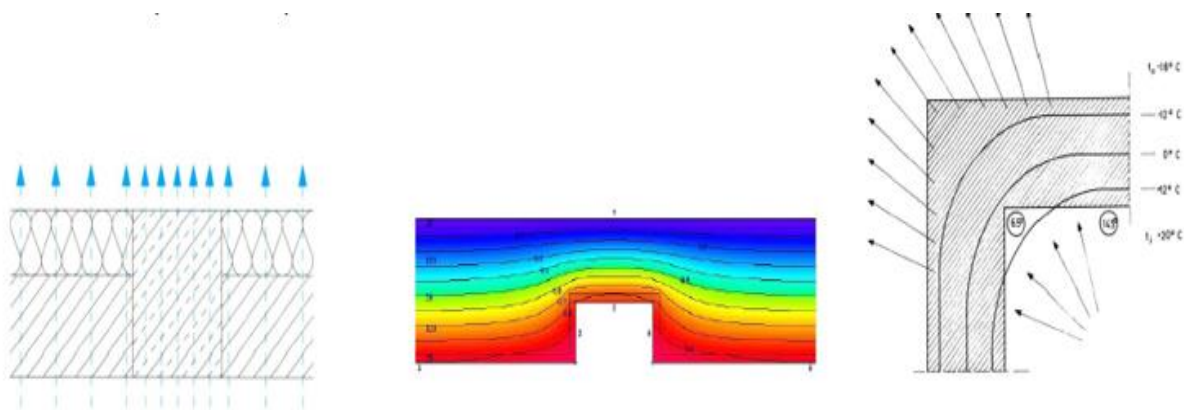
$U_{\max} \text{ zida} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K} = 5x \text{ bolja izolacija}$

Jaki toplinski mostovi su oni gdje se kod spajanja elemenata pojavljuju propusne sljubnice ili postoji prekid toplinske izolacije zbog konstruktivnih razloga.

Toplinski mostovi

Toplinskim mostovima zovu se dijelovi vanjskog građevinskog elementa koji imaju manji otpor toplinskoj propustljivosti nego tipični presjek elemenata. Jednolični toplinski otpor oplošja građevine može se promijeniti uslijed:

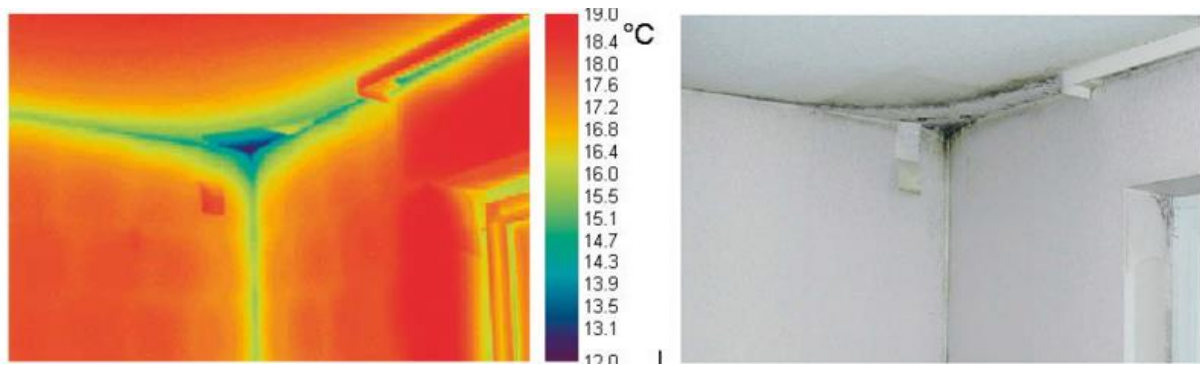
- Potpunog ili djelomičnog prodora oplošja zgrade materijalima s drugačijim svojstvima provodljivosti topline,
- Promjene debljine građe,
- Razlike između unutrašnje i vanjske površine, kao što se događa na spojevima zida / poda / stropa



Slika 9. Toplinski mostovi

Posljedice toplinskih mostova su:

- Promjene u toplinskim gubicima
- Promjene unutarnje površinske temperature



Slika 10. Promjene u toplinskim mostovima - termografski prikaz

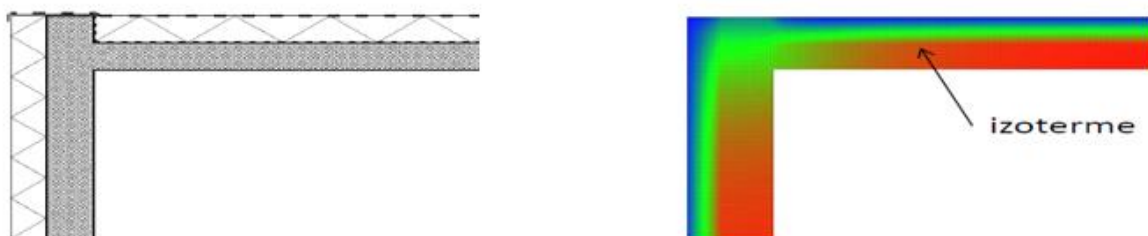
Iz razloga manjeg otpora toplinskoj propustljivosti, nego tipični presjek zgrade, temperatura unutarnje površine pregrade na toplinskom mostu manja je nego na preostaloj površini, što povećava potencijalnu opasnost ondenziranja vodene pare na ovim mjestima.

Toplinski mostovi su mjesta na oplošju grijanog dijela zgrade gdje se toplinski tok mijenja radi promijene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela.

Promjena materijala: Mjesto gdje se spajaju različiti materijali je toplinski most zbog različitih pojedinačnih svojstva materijala i kroz to različitih tokova topline i uzajamnog djelovanja.

Promjena debljine i geometrije: Mjesta gdje je promjena debljine sloja materijala ili promjena geometrijske građevnog dijela je toplinski most jer postoji razlika između površina kroz koje ulazi i izlazi topline.

Na toplinskim mostovima je povećan gubitak topline na kojega treba računati kod toplinske bilance zgrade.



Slika 11. Toplinski most I – presjek konstrukcije

Zahtjevi

Postojeće zgrade u pravilu imaju poveću potrošnju energije za grijanje, hlađenje, rasvjetu i sl. Ovisno o materijalima kojima su građene, mogu imati prilično različita energetska svojstva.

Prema sadašnjim normativima, energetska učinkovitost se mjeri godišnjom potrebnom toplinom za grijanje zgrade izraženom u kWh/m²a za stambene zgrade i u kWh/m³a za nestambene građevine.

VRST ZGRADE	POTREBNA TOPLINA ZA GRIJANJE kWh/(m ² a)	POTROŠNJA LOŽ ULJA litara/(m ² a)
Stare zgrade	225	22,5
Današnja novogradnja	< 100	< 10
Energetski efikasna zgrada	< 50	< 5
Niskoenergetska zgrada	< 40	< 4
Pasivna zgrada	< 10	< 1

Tablica 6. Prikaz potrebe topline za grijanje i potrošnje goriva prema vrsti zgrade

Zahtjevi i propisi za građevine se stalno mijenjaju, i različiti su ovisno o državi i klimatskim uvjetima u kojima se nalazi zgrada. U odnosu na potrebnu energiju za grijanje, zgrade možemo razvrstati na:

1. Niskoenergetske
2. Pasivne
3. Nul-energetske
4. Energetski autonomne
5. Plus energetske

U svakoj državi su kriteriji za svrtavanje zgrade različiti, pa je tako u Njemačkoj pasivna zgrada ona koja troši do 50kWh/m² godišnje, u Švicarskoj do 42 kWh/m². Novim mjerama bi se te mjere trebale kretati oko 20.30 kWh/m² godišnje.

Legislativa

Europska Unija daje niz direktiva i zakona kojima je uređeno područje racionalne upotrebe energije koje članice provode putem akcijskim planovima.

Zahtjevi za korištenjem obnovljivih i alternativnih izvora energije su sve stroži kako jačaju zelene politike. Energetska učinkovitost i ekonomičnost danas postaje prioritet u projektiranju građevina. Primjenom adekvatnih tehničkih rješenja te odabirom pogodnih materijala postiže se smanjenje troškova i doprinosi zaštiti okoliša.

PROPISI I HRVATSKE NORME

Propisi

Zakon o gradnji, NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19
Zakon o energetskej učinkovitosti, NN 127/14, 116/18, 25/20, 41/21
Pravilnik o energetskej pregledu zgrade i energetskej certificiranju NN 88/17, 90/20, 1/21, 45/21
Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskej zaštiti zgrada NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20
Tehnički propis za prozore i vrata NN 69/06
Tehnički propis za staklene konstrukcije NN 53/17

Hrvatske norme

HRN EN 410:2011 Staklo u graditeljstvu -- Određivanje svjetlosnih i sunčanih značajka ostakljenja (EN 410:2011)
HRN EN 673:2011 Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U vrijednost) -- Proračunska metoda (EN 673:2011)
HRN EN ISO 6946:2008 Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrade -- Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline -- Metoda proračuna (ISO 6946:2007; EN ISO 6946:2007)
HRN ISO 9836:2011 Standardi za svojstva zgrada -- Definiiranje i proračun površina i prostora (ISO 9836:2011)
HRN EN ISO 10077-1:2008 Toplinska svojstva prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Općenito (ISO 10077-1:2006; EN ISO 10077-1:2006)
HRN EN ISO 10077-1:2008/Ispr.1:2010 Toplinska svojstva prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Općenito (ISO 10077-1:2006/Cor 1:2009; EN ISO 10077-1:2006/AC:2009)
HRN EN ISO 10211:2008 Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Toplinski tokovi i površinske temperature -- Detaljni proračuni (ISO 10211:2007; EN ISO 10211:2007)
HRN EN ISO 10456:2008 Građevni materijali i proizvodi -- Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu -- Tablične projektne vrijednosti i postupci određivanja nazivnih i projektnih toplinskih vrijednosti (ISO 10456:2007; EN ISO 10456:2007)
HRN EN 12464-1:2012 Svjetlo i rasvjeta -- Rasvjeta radnih mjesta -- 1. dio: Unutrašnji radni prostori (EN 12464-1:2011)
HRN EN 12524:2002 Građevni materijali i proizvodi -- Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu -- Tablice projektnih vrijednosti (EN 12524:2000)
HRN EN 12831:2004 Sustavi grijanja u građevinama -- Postupak proračuna normiranoga toplinskog opterećenja (EN 12831:2003)
HRN EN ISO 13370:2008 Toplinske značajke zgrada -- Prijenos topline preko tla -- Metode proračuna (ISO 13370:2007; EN ISO 13370:2007)
HRN EN 13779:2008 Ventilacija u nestambenim zgradama -- Zahtjevi za sustave ventilacije i klimatizacije (EN 13779:2007)
HRN EN ISO 13788:2002 Značajke građevnih dijelova i građevnih dijelova zgrada s obzirom na toplinu i vlagu -- Temperatura unutarne površine kojom se izbjegava kritična vlažnost površine i unutarnja kondenzacija -- Metode proračuna (ISO 13788:2001; EN ISO 13788:2001)
HRN EN ISO 13789:2008 Toplinske značajke zgrada -- Koeficijenti prijelaza topline transmisijom i ventilacijom -- Metoda proračuna (ISO 13789:2007; EN ISO 13789:2007)
HRN EN ISO 13790:2008 Energetska svojstva zgrada -- Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora (EN ISO 13790:2008)
HRN EN ISO 14683:2008 Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Linearni koeficijent prolaska topline -- Pojednostavnjene metode i zadane utvrđene vrijednosti (ISO 14683:2007; EN ISO 14683:2007)
HRN EN 15193:2008 Energijska svojstva zgrade -- Energijski zahtjevi za rasvjetu (EN 15193:2007)
HRN EN 15193:2008/Ispr.1:2011 Energijska svojstva zgrade -- Energijski zahtjevi za rasvjetu (EN 15193:2007/AC:2010)
HRN EN 15232:2012 Energijske značajke zgrada -- Utjecaj automatizacije zgrada, nadzor i upravljanje zgradama (EN 15232:2012)
HRN EN 15251:2008 Ulazni mikroklimatski parametri za projektiranje i ocjenjivanje energijskih značajka zgrada koji se odnose na kvalitetu zraka, toplinsku lagodnost, osvjetljenje i akustiku (EN 15251:2007)

Slika 12. Popis propisa i Hrvatskih normi

Proračun gubitaka

Proračun transmisivskih gubitaka zgrade izrađen je pomoću računalnog softwera EnCert, kako bi se dobili što precizniji rezultati.

Proračun je izrađen prema zahtjevima iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama "Narodne novine", broj. 128/15, 70/18, 73/18, 86/18 i 102/20.

Uzet je primjer obiteljske kuće sa dvije stambene jedinice u Krnici. Kuća se sastoji od dvije stambene jedinice na dvije etaže: prizemlje i kat. Prizemlje je poluukopano sa sjeverne strane.

Popis slojeva i materijala je također preuzet sa projekta obiteljske kuće.

Osnovni podaci o kući:

Lokacija: Krnica 82 F, 52208

Kategorija zgrade: obiteljska kuća

Godina izgradnje: 2021

Meterološka postaja: Pula

Etažnost: P+1

Nadmorska visina: 42 mnv

Referentna klima: Primorska Hrvatska

Termotehnički sustav zgrade:

Način grijanja zgrade: centralno

Način pripreme potrošne tople vode: spremnik

Izvor energije za grijanje: električna energija

Izvor energije za pripremu potrošne tople vode: električna energija

Način hlađenja zgrade: lokalno

Izvor energije koji se koristi za hlađenje zgrade: električna energija

Vrsta ventilacije: prirodna

Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije: dizalica topline, solarni kolektori

Geometrijske karakteristike za stan A

Geometrijske karakteristike zgrade:

Obujam grijanog dijela, V_e (m ³):	464,10
Neto obujam, V (m ³):	385,11
Korisna površina, A_K (m ²):	102,09
Bruto podna površina, A_f (m ²):	117,00
Vanjska površina grijanog dijela, A (m ²):	376,19
Faktor oblika, f_o (m ⁻¹):	0,81

Tablica 7. Geometrijske karakteristike zgrade – stan A

Geometrijske karakteristike za stan B

Geometrijske karakteristike zgrade:

Obujam grijanog dijela, V_e (m ³):	243,20
Neto obujam, V (m ³):	174,90
Korisna površina, A_K (m ²):	64,78
Bruto podna površina, A_f (m ²):	77,70
Vanjska površina grijanog dijela, A (m ²):	267,17
Faktor oblika, f_o (m ⁻¹):	1,10

Tablica 8. Geometrijske karakteristike za stan B

Popis građevnih dijelova zgrade

Vanjski zidovi

✓ VZ1 - VANJSKI ZID, $U=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{dop}=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- 1 3.02 - vapnena žbuka (1600), $d=1(\text{cm})$, $\lambda=0,8 \text{ (W/mK)}$, $r=0,1 \text{ (m)}$, $m'=16 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 2 blok opeka za nosive zidove (1000), $d=25(\text{cm})$, $\lambda=0,45 \text{ (W/mK)}$, $r=2,5 \text{ (m)}$, $m'=250 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 3 7.02 - ekspandirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163, $d=10(\text{cm})$, $\lambda=0,035 \text{ (W/mK)}$, $r=6 \text{ (m)}$, $m'=1,5 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 4 Prod. vapnena žbuka i mortovi (1800), $d=2(\text{cm})$, $\lambda=0,87 \text{ (W/mK)}$, $r=0,4 \text{ (m)}$, $m'=36 \text{ (kg/m}^2\text{)}$

✓ VZ1a - VANJSKI ZID - PODNOŽJE, $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{dop}=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- 1 3.02 - vapnena žbuka (1600), $d=1(\text{cm})$, $\lambda=0,8 \text{ (W/mK)}$, $r=0,1 \text{ (m)}$, $m'=16 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 2 blok opeka za nosive zidove (1000), $d=25(\text{cm})$, $\lambda=0,45 \text{ (W/mK)}$, $r=2,5 \text{ (m)}$, $m'=250 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 3 polimerbitumenske hidroizolacijske trake, $d=1(\text{cm})$, $\lambda=0,23 \text{ (W/mK)}$, $r=500 \text{ (m)}$, $m'=11 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 4 XPS ekstrudirani polistiren u pločama, $d=8(\text{cm})$, $\lambda=0,03 \text{ (W/mK)}$, $r=12 \text{ (m)}$, $m'=2,4 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 5 Prod. vapnena žbuka i mortovi (1800), $d=2(\text{cm})$, $\lambda=0,87 \text{ (W/mK)}$, $r=0,4 \text{ (m)}$, $m'=36 \text{ (kg/m}^2\text{)}$

Prozori

✓ PROZOR, $U_w=1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{w,dop}=1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$)

$U_f=2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_g=1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, $F_f=0,70$, $g_{okom.}=0,80$, $F_{c,H}=1,00$, $F_{c,C}=0,30$

Balkonska vrata

✓ BV1 - BALKONSKA VRATA, $U_w=1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{w,dop}=1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$)

$U_f=2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_g=1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, $F_f=0,70$, $g_{okom.}=0,80$, $F_{c,H}=1,00$, $F_{c,C}=0,30$

Slika 13. Popis slojeva konstrukcije

Ravni i kosi krov iznad grijanog prostora✓ **KK1 - KOSI KROV**, $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{\text{dop}}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- 1 Drvo (700), $d=2,5(\text{cm})$, $\lambda=0,18 \text{ (W/mK)}$, $r=5 \text{ (m)}$, $m'=17,5 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 2 7.01 - mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, $d=12(\text{cm})$, $\lambda=0,04 \text{ (W/mK)}$, $r=0,144 \text{ (m)}$, $m'=3,6 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 3 Drvo (700), $d=2,5(\text{cm})$, $\lambda=0,18 \text{ (W/mK)}$, $r=5 \text{ (m)}$, $m'=17,5 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 4 Bitumenska ljepenka, $d=1(\text{cm})$, $\lambda=0,19 \text{ (W/mK)}$, $r=20 \text{ (m)}$, $m'=11 \text{ (kg/m}^2\text{)}$

✓ **RK1 - RAVNI KROV - TERASA**, $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{\text{dop}}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- 1 2.01 - armirani beton (2500), $d=16(\text{cm})$, $\lambda=2,6 \text{ (W/mK)}$, $r=20,8 \text{ (m)}$, $m'=400 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 2 betonska podloga za nagib, $d=4(\text{cm})$, $\lambda=2,5 \text{ (W/mK)}$, $r=5,2 \text{ (m)}$, $m'=96 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 3 7.03 - ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164, $d=12(\text{cm})$, $\lambda=0,03 \text{ (W/mK)}$, $r=18 \text{ (m)}$, $m'=3 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 4 Bitumenske višeslojne trake i bitumenski premazi (hidroizolacija), $d=2(\text{cm})$, $\lambda=0,17 \text{ (W/mK)}$, $r=1000 \text{ (m)}$, $m'=21 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 5 filc, poliesterski filc, geotekstil, $d=1(\text{cm})$, $\lambda=0,04 \text{ (W/mK)}$, $r=0,012 \text{ (m)}$, $m'=0,5 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 6 3.19 - cementni estrih (2000), $d=6(\text{cm})$, $\lambda=1,6 \text{ (W/mK)}$, $r=3 \text{ (m)}$, $m'=120 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 7 4.03 - keramičke pločice, $d=1(\text{cm})$, $\lambda=1,3 \text{ (W/mK)}$, $r=2 \text{ (m)}$, $m'=23 \text{ (kg/m}^2\text{)}$

Zidovi prema tlu✓ **VZ2 - ZID PREMA TLU**, $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{\text{dop}}=0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- 1 3.02 - vapnena žbuka (1600), $d=1(\text{cm})$, $\lambda=0,8 \text{ (W/mK)}$, $r=0,1 \text{ (m)}$, $m'=16 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 2 blok opeka za nosive zidove (1000), $d=25(\text{cm})$, $\lambda=0,45 \text{ (W/mK)}$, $r=2,5 \text{ (m)}$, $m'=250 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 3 polimerbitumenske hidroizolacijske trake, $d=1(\text{cm})$, $\lambda=0,23 \text{ (W/mK)}$, $r=500 \text{ (m)}$, $m'=11 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 4 XPS ekstrudirani polistiren u pločama, $d=8(\text{cm})$, $\lambda=0,03 \text{ (W/mK)}$, $r=12 \text{ (m)}$, $m'=2,4 \text{ (kg/m}^2\text{)}$

Podovi na tlu✓ **P1 - POD PREMA TLU**, $U=0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{\text{dop}}=0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- 1 4.03 - keramičke pločice, $d=1(\text{cm})$, $\lambda=1,3 \text{ (W/mK)}$, $r=2 \text{ (m)}$, $m'=23 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 2 3.19 - cementni estrih (2000), $d=5(\text{cm})$, $\lambda=1,6 \text{ (W/mK)}$, $r=2,5 \text{ (m)}$, $m'=100 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 3 STIROPOR EPS T (elastificirani prema HRN EN 13163), $d=3(\text{cm})$, $\lambda=0,042 \text{ (W/mK)}$, $r=1,2 \text{ (m)}$, $m'=0,36 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 4 7.03 - ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164, $d=5(\text{cm})$, $\lambda=0,03 \text{ (W/mK)}$, $r=7,5 \text{ (m)}$, $m'=1,25 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 5 polimerbitumenske hidroizolacijske trake, $d=1(\text{cm})$, $\lambda=0,23 \text{ (W/mK)}$, $r=500 \text{ (m)}$, $m'=11 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 6 2.01 - armirani beton (2500), $d=15(\text{cm})$, $\lambda=2,6 \text{ (W/mK)}$, $r=19,5 \text{ (m)}$, $m'=375 \text{ (kg/m}^2\text{)}$

Vanjska vrata, s neprozirnim vratnim krilom✓ **V1 - VANJSKA VRATA**, $U=2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{\text{dop}}=2,40 \text{ W/m}^2\text{K}$)**Stropovi između grijanih radnih prostorija različitih korisnika**✓ **MK1 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA**, $U=0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($U_{\text{dop}}=0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- 1 4.03 - keramičke pločice, $d=1(\text{cm})$, $\lambda=1,3 \text{ (W/mK)}$, $r=2 \text{ (m)}$, $m'=23 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 2 3.19 - cementni estrih (2000), $d=5(\text{cm})$, $\lambda=1,6 \text{ (W/mK)}$, $r=2,5 \text{ (m)}$, $m'=100 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 3 STIROPOR EPS T (elastificirani prema HRN EN 13163), $d=3(\text{cm})$, $\lambda=0,042 \text{ (W/mK)}$, $r=1,2 \text{ (m)}$, $m'=0,36 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 4 7.03 - ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164, $d=2(\text{cm})$, $\lambda=0,03 \text{ (W/mK)}$, $r=3 \text{ (m)}$, $m'=0,5 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- 5 2.01 - armirani beton (2500), $d=16(\text{cm})$, $\lambda=2,6 \text{ (W/mK)}$, $r=20,8 \text{ (m)}$, $m'=400 \text{ (kg/m}^2\text{)}$

Slika 14. Popis slojeva konstrukcije

Proračun građevnih dijelova:

Na slijedećim stranicama prikazan je proračun građevnih dijelova, izrađen u programskom softveru 'EnCert':

VZ1a - VANJSKI ZID - PODNOŽJE

Građevni dio: Vanjski zidovi

sloj	materijal	debljina d (cm)	spec. topl. c_p (J/kgK)	gustoća ρ (kg/m ³)	topl. prov. λ (W/mK)	diff. otpor S_d (m ²)
1	3.02 - vapnena žbuka (1600)	1,00	1000	1600	0,800	0,1
2	blok opeka za nosive zidove (1000)	25,00	900	1000	0,450	2,5
3	polimerbitumenske hidroizolacijske trake	1,00	1000	1100	0,230	500,0
4	XPS ekstrudirani polistiren u pločama	8,00	1450	30	0,030	12,0
5	Prod. vapnena žbuka i mortovi (1800)	2,00	1050	1800	0,870	0,4
Ukupno:		37,00				515,0

Koeficijent prolaska topline:Plošni otpor prijelaza topline, $R_{si} = 0,13$ m²K/W, $R_{se} = 0,04$ m²K/WToplinski otpor homogenih slojeva, $R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} = 3,47$ m²K/WKoeficijent prolaska topline, $U = 1/(R_T + R_{si}) + \Delta U = 0,29 + 0,00 = 0,29$ W/m²KDozvoljeni koeficijent prolaska topline za građevni dio, $U_{max} = 0,45$ W/m²K

Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za koeficijent prolaska topline!

Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za dinamičku toplinsku karakteristiku!

Kondenzacija na površini:

mjesec	tlak pare u prost. p_i (Pa)	tlak zasić. pare p_{sat} (Pa)	površ. temp. $\theta_{i,min}$ (°C)	faktor temp. f_{rsi}	
1	siječanj	1.192	1.490	12,9	0,495
2	veljača	1.197	1.496	13,0	0,492
3	ožujak	1.264	1.580	13,8	0,434
4	travanj	1.472	1.840	16,2	0,395
5	svibanj	1.887	2.359	20,2	0,345
6	lipanj	2.058	2.572	21,6	-
7	srpanj	2.058	2.572	21,6	-
8	kolovoz	2.058	2.572	21,6	-
9	rujan	2.012	2.515	21,2	0,322
10	listopad	1.665	2.082	18,1	0,378
11	studenj	1.350	1.687	14,8	0,404
12	prosinac	1.220	1.525	13,3	0,475

Nepoznati unutarnji uvjeti - mali intenzitet korištenja.

Kontinentalna i tropska klima.

Unutarnja projektna temperatura, $\theta_i = 20,0$ (°C).

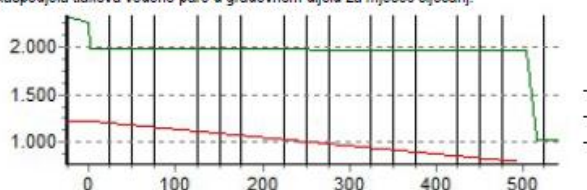
Sprječavanje plijesni (<0.8).

Faktor temperature na unutarnjoj površini za kritičan mjesec, $f_{rsi,max} = 0,495$ (-)Projektni faktor temperature na unutarnjoj površini, $f_{rsi} = (R_T - R_{si})/R_T = 0,963$ (-)

Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za kondenzaciju na površini!

Unutrašnja kondenzacija:

Raspodjela tlakova vodene pare u građevnom dijelu za mjesec siječanj.



Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za unutrašnju kondenzaciju!

KK1 - KOSI KROV

Građevni dio: Ravni i kosi krov iznad grijanog prostora

sloj	materijal	debljina d (cm)	spec. topl. c _p (J/kgK)	gustoća ρ (kg/m ³)	topl.prov. λ (W/mK)	diff otpor. S _d (m)
1	Drvo (700)	2,50	1600	700	0,180	5,0
2	7.01 - mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	12,00	1030	30	0,040	0,1
3	Drvo (700)	2,50	1600	700	0,180	5,0
4	Bitumenska ljepka	1,00	1460	1100	0,190	20,0
Ukupno:		18,00				30,0

Koeficijent prolaska topline:Plošni otpor prijelaza topline, $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ Toplinski otpor homogenih slojeva, $R_T = R_{si} + \sum d/\lambda + R_{se} = 3,47 \text{ m}^2\text{K/W}$ Koeficijent prolaska topline, $U = 1/(R_T + R_{si}) + \Delta U = 0,29 + 0,00 = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ Dozvoljeni koeficijent prolaska topline za građevni dio, $U_{max} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ Građevni dio **ZADOVOLJAVA** zahtjev za koeficijent prolaska topline!Građevni dio **ZADOVOLJAVA** zahtjev za dinamičku toplinsku karakteristiku!**Kondenzacija na površini:**

mjesec	tlak pare u prost. p _i (Pa)	tlak zasić. pare p _{sat} (Pa)	površ. temp. θ _{s,rsi} (°C)	faktor temp. f _{rsi}
1 siječanj	1.192	1.192	9,6	0,255
2 veljača	1.197	1.197	9,6	0,248
3 ožujak	1.264	1.264	10,4	0,123
4 travanj	1.472	1.472	12,7	-
5 svibanj	1.887	1.887	16,6	-
6 lipanj	2.058	2.058	18,0	-
7 srpanj	2.058	2.058	18,0	-
8 kolovoz	2.058	2.058	18,0	-
9 rujanj	2.012	2.012	17,6	-
10 listopada	1.665	1.665	14,6	-
11 studeni	1.350	1.350	11,4	0,045
12 prosinac	1.220	1.220	9,9	0,212

Nepoznati unutarnji uvjeti - mali intenzitet korištenja.

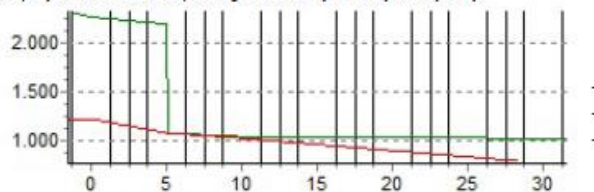
Kontinentalna i tropska klima.

Unutarnja projektna temperatura, $\theta_i = 20,0 \text{ (}^\circ\text{C)}$.

Sprječavanje plijesni (<0.8).

Faktor temperature na unutarnjoj površini za kritičan mjesec, $f_{rsi,max} = 0,255 \text{ (-)}$ Projektni faktor temperature na unutarnjoj površini, $f_{rsi} = (R_T - R_{si})/R_T = 0,971 \text{ (-)}$ Građevni dio **ZADOVOLJAVA** zahtjev za kondenzaciju na površini!**Unutrašnja kondenzacija:**

Raspodjela tlakova vodene pare u građevnom dijelu za mjesec siječanj.

Građevni dio **ZADOVOLJAVA** zahtjev za unutrašnju kondenzaciju!

RK1 - RAVNI KROV - TERASA

Građevni dio: Ravni i kosi krov iznad grijanog prostora

sloj	materijal	debljina d (cm)	spec. topl. c_p (J/kgK)	gustoća ρ (kg/m ³)	topl.prov. λ (W/mK)	dif. otpor. S_e (m)
1	2.01 - armirani beton (2500)	16,00	1000	2500	2,600	20,8
2	betonska podloga za nagib	4,00	1000	2400	2,500	5,2
3	7.03 - ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164	12,00	1450	25	0,030	18,0
4	Bitumsne višeslojne trake i bitumenski premazi (hidroizolacija)	2,00	1000	1050	0,170	1000,0
5	filc, polesterski filc, geotekstil	1,00	1030	50	0,040	0,0
6	3.19 - cementni estrih (2000)	6,00	1100	2000	1,600	3,0
7	4.03 - keramičke pločice	1,00	840	2300	1,300	2,0
Ukupno:		42,00				1049,0

Koeficijent prolaska topline:Plošni otpor prijelaza topline, $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ Toplinski otpor homogenih slojeva, $R_T = R_{si} + \sum d/\lambda + R_{se} = 4,63 \text{ m}^2\text{K/W}$ Koeficijent prolaska topline, $U = 1/(R_T + R_{si}) + \Delta U = 0,22 + 0,00 = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ Dozvoljeni koeficijent prolaska topline za građevni dio, $U_{max} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ Građevni dio **ZADOVOLJAVA** zahtjev za koeficijent prolaska topline!Građevni dio **ZADOVOLJAVA** zahtjev za dinamičku toplinsku karakteristiku!**Kondenzacija na površini:**

mjesec	tlak pare u prost. p_i (Pa)	tlak zasić. pare p_{sat} (Pa)	površ. temp. $\theta_{s,i,m}$ (°C)	faktor temp. f_{rsi}
1 siječanj	1.192	1.490	12,9	0,495
2 veljača	1.197	1.496	13,0	0,492
3 ožujak	1.264	1.580	13,8	0,434
4 travanj	1.472	1.840	16,2	0,395
5 svibanj	1.887	2.359	20,2	0,345
6 lipanj	2.058	2.572	21,6	-
7 srpanj	2.058	2.572	21,6	-
8 kolovoz	2.058	2.572	21,6	-
9 rujanj	2.012	2.515	21,2	0,322
10 listopada	1.665	2.082	18,1	0,376
11 studeni	1.350	1.687	14,8	0,404
12 prosinac	1.220	1.525	13,3	0,475

Nepoznati unutarnji uvjeti - mali intenzitet korištenja.

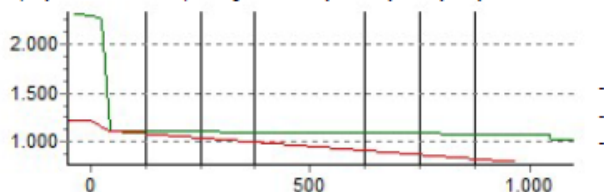
Kontinentalna i tropska klima.

Unutarnja projektna temperatura, $\theta_i = 20,0 \text{ (}^\circ\text{C)}$,

Sprječavanje plijesni (<0.8).

Faktor temperature na unutarnjoj površini za kritičan mjesec, $f_{rsi,max} = 0,495 \text{ (-)}$ Projektni faktor temperature na unutarnjoj površini, $f_{rsi} = (R_T - R_{si})/R_T = 0,978 \text{ (-)}$ Građevni dio **ZADOVOLJAVA** zahtjev za kondenzaciju na površini!**Unutrašnja kondenzacija:**

Raspodjela tlakova vodene pare u građevnom dijelu za mjesec siječanj.

Građevni dio **ZADOVOLJAVA** zahtjev za unutrašnju kondenzaciju!

VZ2 - ZID PREMA TLU

Građevni dio: Zidovi prema tlu

sloj	materijal	debljina d (cm)	spec. topl. c_p (J/kgK)	gustoća ρ (kg/m ³)	topl. prov. λ (W/mK)	diff. otpor. S_d (m)
1	3.02 - vapnena žbuka (1600)	1,00	1000	1600	0,800	0,1
2	blok opeka za nosive zidove (1000)	25,00	900	1000	0,450	2,5
3	polimerbitumenske hidroizolacijske trake	1,00	1000	1100	0,230	500,0
4	XPS ekstrudirani polistiren u pločama	8,00	1450	30	0,030	12,0
Ukupno:		35,00				515,0

Koeficijent prolaska topline:Plošni otpor prijelaza topline, $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ Toplinski otpor homogenih slojeva, $R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} = 3,41 \text{ m}^2\text{K/W}$ Koeficijent prolaska topline, $U = 1/(R_T + R_{si}) + \Delta U = 0,29 + 0,00 = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ Dozvoljeni koeficijent prolaska topline za građevni dio, $U_{max} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za koeficijent prolaska topline!

P1 - POD PREMA TLU

Građevni dio: Podovi na tlu

sloj	materijal	debljina d (cm)	spec. topl. c_p (J/kgK)	gustoća ρ (kg/m ³)	topl. prov. λ (W/mK)	diff. otpor. S_d (m)
1	4.03 - keramičke pločice	1,00	840	2300	1,300	2,0
2	3.19 - cementni estrih (2000)	5,00	1100	2000	1,600	2,5
3	STIROPOR EPS T (elastificirani prema HRN EN 13163)	3,00	1260	12	0,042	1,2
4	7.03 - ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164	5,00	1450	25	0,030	7,5
5	polimerbitumenske hidroizolacijske trake	1,00	1000	1100	0,230	500,0
6	2.01 - amirani beton (2500)	15,00	1000	2500	2,600	19,5
Ukupno:		30,00				533,0

Koeficijent prolaska topline:Plošni otpor prijelaza topline, $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ Toplinski otpor homogenih slojeva, $R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} = 2,69 \text{ m}^2\text{K/W}$ Koeficijent prolaska topline, $U = 1/(R_T + R_{si}) + \Delta U = 0,37 + 0,00 = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ Dozvoljeni koeficijent prolaska topline za građevni dio, $U_{max} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za koeficijent prolaska topline!

MK1 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA

Građevni dio: Stropovi između grijanih radnih prostorija različitih korisnika

sloj	materijal	debljina d (cm)	spec. topl. c_p (J/kgK)	gustoća ρ (kg/m ³)	topl. prov. λ (W/mK)	diff. otpor. S_d (m)
1	4.03 - keramičke pločice	1,00	840	2300	1,300	2,0
2	3.19 - cementni estrih (2000)	5,00	1100	2000	1,600	2,5
3	STIROPOR EPS T (elastificirani prema HRN EN 13163)	3,00	1260	12	0,042	1,2
4	7.03 - ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164	2,00	1450	25	0,030	3,0
5	2.01 - amirani beton (2500)	16,00	1000	2500	2,600	20,8
Ukupno:		27,00				30,0

Koeficijent prolaska topline:Plošni otpor prijelaza topline, $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ Toplinski otpor homogenih slojeva, $R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} = 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ Koeficijent prolaska topline, $U = 1/(R_T + R_{si}) + \Delta U = 0,57 + 0,00 = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$ Dozvoljeni koeficijent prolaska topline za građevni dio, $U_{max} = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za koeficijent prolaska topline!

V1 - VANJSKA VRATA

Građevni dio: Vanjska vrata, s neprozirnim vratnim krilom

Koeficijent prolaska topline:

Koeficijent prolaska topline, U (W/m^2K)	2,00
Dozvoljeni koef. prolaska topline, U_{max} (W/m^2K)	2,40

<i>Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za koeficijent prolaska topline!</i>
--

PROZOR

Građevni dio: Prozori

Koeficijent prolaska topline:

Koef. prolaska topline okvira, U_{okv} (W/m^2K) (uključivo linijski toplinski most između okvira i stakla)	2,60
Koeficijent prolaska topline stakla, U_g (W/m^2K)	1,10
Udio ostakljenja u ploštini otvora, $(1-F_f)$ (-)	0,70
Ukupni koeficijent prolaska topline, U_w (W/m^2K)	1,55
Dozvoljeni koef. prolaska topline, $U_{w,max}$ (W/m^2K)	1,80

<i>Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za koeficijent prolaska topline!</i>
--

Stupanj prop. ukupne en. kroz ostaklj., $g=g_{okomito} \cdot 0.9$ (-)	0,72
Faktor zasjenjenja, F_{sh} (-)	1,00
Orijentacija prozora: S	
- od obzora: $Kut_{hor}: 0^\circ$	
- od nadstrešnice: $Kut_{ov}: 0^\circ$	
- od bočnih zaslona: $Kut_{in}: 0^\circ$	
Faktor smanjenja zbog zašt. od sunca, $F_{c,H}$ (-) - zimi	1,00
Faktor smanjenja zbog zašt. od sunca, $F_{c,C}$ (-) - ljeti	0,30

Kondenzacija na površini:

Nepoznati unutarnji uvjeti - mali intenzitet korištenja.

Kontinentalna i tropska klima.

Unutarnja projektna temperatura, $\theta_i = 20,0$ ($^\circ C$),

Sprječavanje kondenzacije (<1.0).

Faktor temperature na unutarnjoj površini za kritičan mjesec, $f_{rsi,max} = 0,000$ (-)Projektni faktor temperature na unutarnjoj površini, $f_{rsi} = (R_t - R_{si})/R_T = 0,832$ (-)

<i>Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za kondenzaciju na površini!</i>
--

BV1 - BALKONSKA VRATA

Građevni dio: Balkonska vrata

Koeficijent prolaska topline:

Koef. prolaska topline okvira, U_{okv} (W/m ² K) (uključivo linijski toplinski most između okvira i stakla)	2,60
Koeficijent prolaska topline stakla, U_g (W/m ² K)	1,10
Udio ostakljenja u ploštini otvora, $(1-F_f)$ (-)	0,70
Ukupni koeficijent prolaska topline, U_w (W/m ² K)	1,55
Dozvoljeni koef. prolaska topline, $U_{w,max}$ (W/m ² K)	1,80

<i>Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za koeficijent prolaska topline!</i>
--

Stupanj prop. ukupne en. kroz ostaklj., $g=g_{okomito} \cdot 0.9$ (-)	0,72
Faktor zasjenjenja, F_{sh} (-)	1,00
Orijentacija prozora: S - od obzora: $Kut_{hor}: 0^\circ$ - od nadstrešnice: $Kut_{cv}: 45^\circ$ - od bočnih zaslona: $Kut_{fn}: 0^\circ$	
Faktor smanjenja zbog zašt. od sunca, $F_{c,H}$ (-) - zimi	1,00
Faktor smanjenja zbog zašt. od sunca, $F_{c,C}$ (-) - ljeti	0,30

Kondenzacija na površini:

Nepoznati unutarnji uvjeti - mali intenzitet korištenja.

Kontinentalna i tropska klima.

Unutarnja projektna temperatura, $\theta_i = 20,0$ (°C), Sprječavanje kondenzacije (<1.0).Faktor temperature na unutarnjoj površini za kritičan mjesec, $f_{rsi,max} = 0,000$ (-)Projektni faktor temperature na unutarnjoj površini, $f_{rsi} = (R_t - R_{si})/R_T = 0,832$ (-)

<i>Građevni dio ZADOVOLJAVA zahtjev za kondenzaciju na površini!</i>
--

Proračun stana A

Na slijedećim stranicama prikazan je proračun gubitaka topline za stan A, izrađen u programskom softveru 'EnCert':

OSNOVNA ZONA - Toplinska zona zgrade s najvećom Ak - stan A	ZONA PRETEŽITE NAMJENE ZGRADE
--	--------------------------------------

Obujam grijanog dijela, V_g (m ³):	464,10
Neto obujam, V (m ³):	385,11
Ploština korisne površine, A_k (m ²):	102,09
Bruto podna površina, A_r (m ²):	117,00
Oplošje grijanog dijela, A (m ²):	376,19
Faktor oblika, f_o (m ⁻¹):	0,81
Proj. unutar. temp. grijanja, $\Theta_{int,set,H}$ (°C):	20
Proj. unutar. temp. hlađenja, $\Theta_{int,set,C}$ (°C):	22
Toplinski kapacitet, C_m (MJ/K):	19,31
Unutarnji dobitak po jed. površ. A_k (W/m ²):	5

Korištenje zone:

Broj sati grijanja dnevno (sat)	24
Broj dana grijanja tjedno (dan)	7
Početak rada sustava (sat)	0
Broj sati hlađenja dnevno (sat)	24
Broj dana hlađenja tjedno (dan)	7
Početak rada sustava (sat)	0

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka, H_{tr} (W/K)Direktni toplinski gubici kroz **neprozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef.topl.proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl.gubitak AU (W/K)
KOSI KROV	KK1 - KOSI KROV	15/E	0,29	58,9	20,0
KOSI KROV	KK1 - KOSI KROV	15/W	0,29	58,9	20,0
VANJSKI ZID PODNOŽJE SJEVER	VZ1a - VANJSKI ZID - PODNOŽJE	90/N	0,29	2,7	0,9
VANJSKI ZID JUG	VZ1 - VANJSKI ZID	90/S	0,28	31,8	10,5
VANJSKI ZID SJEVER	VZ1 - VANJSKI ZID	90/N	0,28	33,2	11,0
VANJSKI ZID ISTOK	VZ1 - VANJSKI ZID	90/E	0,28	38,4	12,7
VANJSKI ZID ZAPAD	VZ1 - VANJSKI ZID	90/W	0,28	36,6	12,1
MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA	MK1 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA	0/Hor	0,57	102,1	63,3
VANJSKA VRATA	V1 - VANJSKA VRATA	90/W	2,00	2,3	4,6
Ukupno:				364,9	155,1

* toplinski gubici su računati sa povećanim koeficijentom prolaska topline za $\Delta U_{TM} = 0,05 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.Direktni toplinski gubici kroz **prozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef.topl.proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl.gubitak AU (W/K)
SJEVERNI PROZOR	PROZOR	90/N	1,55	0,5	0,7
JUŽNI PROZOR	PROZOR	90/S	1,55	1,2	1,9
ISTOČNI PROZOR 1	PROZOR	90/E	1,55	1,4	2,2
ISTOČNI PROZOR 2	PROZOR	90/E	1,55	1,2	1,9
ISTOČNI PROZOR 3	PROZOR	90/E	1,55	1,2	1,9
ZAPADNI PROZOR 1	PROZOR	90/W	1,55	1,2	1,9

ZAPADNI PROZOR 2	PROZOR	90/W	1,55	0,5	0,7
ZAPADNI PROZOR 3	PROZOR	90/W	1,55	0,4	0,7
ZAPADNI PROZOR 4	PROZOR	90/W	1,55	1,2	1,9
BALKONSKA VRATA	BV1 - BALKONSKA VRATA	90/S	1,55	2,5	3,9
Ukupno:				11,3	17,6

Koeficijent toplinskog gubitka zbog provjetravanja, H_{ve} (W/K)

naziv			obujam zraka, V (m ³)	br. izmj. zraka, n (1/h)	topl. gubitak H_{ve} (W/K)
Faktor prekida ventilacije, $f_{v,br}$ (-)	Zrakopropusnost zgrade, n_{50} (h ⁻¹)	Koeficijent zaštićenosti od vjetrova, e (-)	Proj. protok zraka zbog meh. provj., V_f (m ³ /s)		Iskor. sust. za povrat topline., η_v (-)
Ventilacijski gubitak			385,1	0,5	64,2
Ukupno:			385,1		64,2

Koeficijent transmisivskih toplinskih gubitaka:

- direktnih, H_D (W/K)	172,6
- kroz tlo, H_g (W/K)	0,0
- kroz susjedne prostorije, H_A (W/K)	0,0

Koef. transmisivskih topl. gubitaka, $H_{tr,adj}$ (W/K) 172,6**Koef. ventilacijskih topl. gubitaka, $H_{ve,adj}$ (W/K) 64,2****Koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka, H (W/K) 236,8****Toplinski dobici od sunca, Q_{sol} (kWh)**

naziv	oznaka		nagib/ orientacija		površina, A (m ²)		1-F ₁	F _c	F _{sh}	g	A _{net} =A*(1-F ₁)* F _{sh} *F _c *g*F _w (m ²)	
	I	II	III	IV	V	VI					VII	VIII
solarni dobici za mjesec, Q_{sol} (kWh)												
	SJEVERNI PROZOR		N/90		0,48		0,70	1,00	1,00	0,80	0,2	
	4	5	9	11	14	14	14	12	9	7	4	3
PROZOR	JUŽNI PROZOR		S/90		1,20		0,70	1,00	1,00	0,80	0,6	
	38	58	63	61	57	53	57	62	67	67	41	34
PROZOR	ISTOČNI PROZOR 1		E/90		1,44		0,70	1,00	1,00	0,80	0,7	
	22	38	58	76	90	93	97	86	68	49	25	19
PROZOR	ISTOČNI PROZOR 2		E/90		1,20		0,70	1,00	1,00	0,80	0,6	
	18	32	48	64	75	77	81	72	56	41	21	16
PROZOR	ISTOČNI PROZOR 3		E/90		1,20		0,70	1,00	1,00	0,80	0,6	
	18	32	48	64	75	77	81	72	56	41	21	16
PROZOR	ZAPADNI PROZOR 1		W/90		1,20		0,70	1,00	1,00	0,80	0,6	
	18	32	48	64	75	77	81	72	56	41	21	16
PROZOR	ZAPADNI PROZOR 2		W/90		0,48		0,70	1,00	1,00	0,80	0,2	
	7	13	19	25	30	31	32	29	23	16	8	6

PROZOR	ZAPADNI PROZOR 3		W/90		0,42		0,70	1,00	1,00	0,80	0,2			
	6	11	17	22	26	27	28	25	20	14	7	6		
PROZOR	ZAPADNI PROZOR 4		W/90		1,20		0,70	1,00	1,00	0,80	0,6			
	18	32	48	64	75	77	81	72	56	41	21	16		
BV1 - BALKONSKA VRATA	BALKONSKA VRATA		S/90		2,52		0,70	1,00	0,74	0,80	0,9			
	58	90	98	94	89	83	89	96	103	104	64	52		
Ukupni mjes. dob. od sunca, Q_{sol} (kWh)			207	343	456	545	606	609	641	598	514	421	233	184

Unutarnji dobici topline računati sa zadanom vrijednošću, Q_{int} (kWh)

Korisna površina zgrade, A_k (m ²)	102,1
Unutarnji dobitak po 1m ² korisne površine (W/m ²)	5,0
Unutarnji topl. dob. računan sa zadanom vrijed., (W)	510,5

Potrebna energija za grijanje i hlađenje, $Q_{H,C,nd}$ (kWh)

Transmisivski gubici za mjesec: $Q_{tr} = H_D (\theta_i - \theta_e) t + Q_g + Q_A$ (kWh)

- kroz tlo, $Q_g = H_g (\theta_i - \theta_e^-) t + H_{pe} \theta_e^A \cos(2\pi(h-t-730\beta)/8760) t$

- kroz susjedne zone (y), $Q_A = H_A (\theta_i - \theta_y) t$

Gubici topline: $Q_{H,C} = Q_{tr} + Q_{ve} - Q_{int} - Q_{sol}$

gdje je: t - promatrano razdoblje grijanja (h), θ_e^- - prosječna godišnja vanjska temperatura (°C), θ_e^A - odstupanje od prosječne godišnje vanjske temperature (°C), h - sat, T - sat sa minimalnom temperaturom, β - vremenski pomak (uzimima se 1 ili 2 ovisno o tipu poda), θ_y - unutarnja temperatura susjedne zone (°C), H_{pe} - vanjski periodički koeficijent prijenosa topline (W/K), $Q_{H,C}$ - potrebna energija za grijanje, hlađenje (kWh), Q_{int} - unutarnji dobici topline (kWh), Q_{sol} - solarni dobici topline (kWh)

	mjesec	sati (h)	vanj temp. θ_e (°C)	unutrašnji dobici, Q_{in} (kWh)	solarni dobici grijanje, $Q_{sol,H}$ (kWh)	toplini gubici grijanje, $Q_{grij,H}$ (kWh)	potrebna topl. za grijanje, $Q_{grij,H}$ (kWh)	solarni dobici hlađenje, $Q_{sol,C}$ (kWh)	toplini gubici hlađenje, $Q_{grij,C}$ (kWh)	potrebna topl. za hlađenje, $Q_{grij,C}$ (kWh)
1	siječanj	744	6,0	380	207	2.468	1.879	0	891	0
2	veljača	672	6,2	343	343	2.198	1.510	0	833	0
3	ožujak	744	9,1	380	456	1.945	1.107	0	846	0
4	travanj	720	12,8	368	545	1.345	431	0	724	0
5	svibanj	744	18,1	380	606	788	0	0	571	21
6	lipanj	720	22,2	368	609	401	0	0	213	596
7	srpanj	744	24,9	380	641	0	0	0	53	1.081
8	kolovoz	744	24,5	380	598	0	0	0	57	1.004
9	rujan	720	19,5	368	514	655	0	0	430	173
10	listopad	744	15,4	380	421	963	161	0	624	0
11	studenj	720	11,0	368	233	1.543	942	0	708	0
12	prosinac	744	7,2	380	184	2.256	1.691	0	846	0
Ukupno:				4.475	5.361	14.561	7.722	0	6.796	2.874

Toplinska energija proizvedena solarnim sustavom (kWh)

Solarno grijanje i PTV

Toplinska energija za grijanje, $Q_{sol,H}$ (kWh)	0
Toplinska energija za PTV, $Q_{sol,W}$ (kWh)	0
Ukupna solarna energija predata zoni, Q_{sol} (kWh)	0

Rekapitulacija ZONE: OSNOVNA ZONA - Toplinska zona zgrade s najvećom Ak - stan A	
Potrebna spec. topl. za grijanje, $Q''_{H,nd}$ (kWh/m ² a)	75,64
Dozv. spec. topl. za grijanje, $Q''_{H,nd,dop}$ (kWh/m ² a)	48,30
Potrebna spec. en. za hlađenje, $Q''_{C,nd}$ (kWh/m ² a)	28,15
Dozv. spec. en. za hlađenje, $Q''_{C,nd,dop}$ (kWh/m ² a)	50,00
E_{del} (kWh)	0
E_{prim} (kWh)	0
E_{prim}/A_k (kWh/m ² a)	0,00
E_{prim}/A_k , dopušteno (kWh/m ² a)	35,00
CO ₂ emisije (kg/a)	0
E_{ren} (kWh)	0
E_{ren1} (kWh)	0
UOIE (%)	0,00
UOIE, minimalno (%)	30
UCSG (%)	0,00
UCSG, minimalno (%)	60

REZULTATI PRORAČUNA ZA ZGRADU

Specifični transm. toplinski gubitak po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade

Dozvoljeni koeficijent transmisivskog toplinskog gubitka $H''_{tr,rdj,dopv} = 0,64$ (W/m²K)

Izračunati koeficijent transmisivskog toplinskog gubitka $H''_{tr,rdj} = 0,46$ (W/m²K)

Specifični transmisivski gubitak zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Potrebna toplina za grijanje i hlađenje zgrade

	mjesec	sati (h)	vanj temp, θ_e (°C)	unutrašnji dobici, Q_{in} (kWh)	solarni dobici grijanje, $Q_{sol,H}$ (kWh)	toplinski gubici grijanje, $Q_{gub,H}$ (kWh)	potrebna topl. za grijanje, $Q_{sol,H}$ (kWh)	solarni dobici hlađenje, $Q_{sol,C}$ (kWh)	toplinski gubici hlađenje, $Q_{gub,C}$ (kWh)	potrebna topl. za hlađenje, $Q_{sol,C}$ (kWh)
1	siječanj	744	6,0	380	207	2.468	1.879	0	891	0
2	veljača	672	6,2	343	343	2.198	1.510	0	833	0
3	ožujak	744	9,1	380	456	1.945	1.107	0	846	0
4	travanj	720	12,8	368	545	1.345	431	0	724	0
5	svibanj	744	18,1	380	606	788	0	0	571	21
6	lipanj	720	22,2	368	609	401	0	0	213	596
7	srpanj	744	24,9	380	641	0	0	0	53	1.081
8	kolovoz	744	24,5	380	598	0	0	0	57	1.004
9	rujan	720	19,5	368	514	655	0	0	430	173
10	listopad	744	15,4	380	421	963	161	0	624	0
11	studenj	720	11,0	368	233	1.543	942	0	708	0
12	prosinac	744	7,2	380	184	2.256	1.691	0	846	0
Ukupno:				4.475	5.361	14.561	7.722	0	6.796	2.874

$$Q_{H,ls} = 0 \text{ (kWh)} = 0 \text{ (MJ)}$$

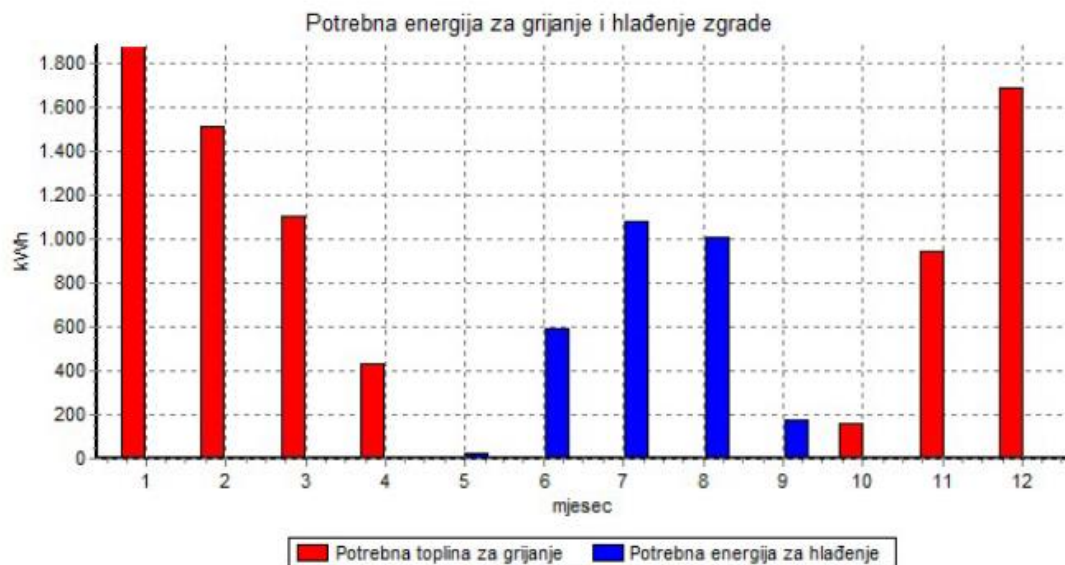
$$Q_{H,int} = 4.475 \text{ (kWh)} = 16.110 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{H,sol} = 5.361 \text{ (kWh)} = 19.300 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{H,gn} = 9.836 \text{ (kWh)} = 35.410 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{H,nd} = 7.722 \text{ (kWh)} = 27.799 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{C,nd} = 2.874 \text{ (kWh)} = 10.347 \text{ (MJ)}$$



Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q_{H,nd}$ (kWh/a)	7.722
Bruto obujam grijanog dijela zgrade, V (m ³)	464,10
Korisna površina, neto ploština grijanog dijela zgrade, A_k (m ²)	102,09
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q''_{H,nd}$ (kWh/m²a)	75,64
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za ref. klim. pod., $Q_{H,nd,ref}$ (kWh/a)	5.388
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke, $Q''_{H,nd}$	52,78
Dopušt. vrijed. specif. god. potrebne toplinske energije za grijanje, $Q''_{H,nd,dop}$ (kWh/m ² a), prema TPRUETZZ	48,30
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q_{C,nd}$ (kWh/a)	2.874
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za referentne klimatske podatke, $Q_{C,nd,ref}$ (kWh/a)	4.242
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q''_{C,nd}$ (kWh/m²a)	28,15
Dopušt. vrijed. specif. god. potrebne topl. energije za hlađenje $Q''_{C,nd,dop}$ (kWh/m ² a), prema TPRUETZZ	50,00
Specifični transmisivski topl. gubitak, $H'_{tr,adj}$ (W/m ² K)	0,459
Max. dozvoljeni pecifični transmisivski topl. gubitak, $H'_{tr,adj,dop}$ (W/m ² K)	0,635

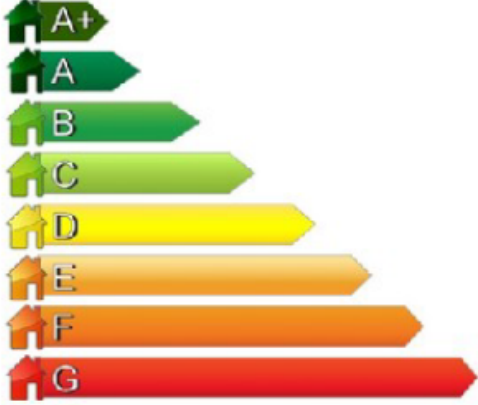
Potrebna toplinska energija za grijanje zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Potrebna toplinska energija za hlađenje zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Vrijednosti izračunat godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m²·a)] i $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m²·a)] (za stambene ili nestambene zgrade) zadovoljavaju i kada su veće od dopuštenih vrijednosti, ukoliko je specifična vrijednosti E_{pim} niža za najmanje 20% od dopuštene vrijednosti prema članku 9. stavak (8) Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u

Energetski certifikat za stan A

Proračunom je dobiven energetski certifikat za stan A, gdje specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje iznosi 52,78 kWh/m²a.

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}^{*}$ [kWh/(m ² a)]	Specifična godišnja primarna energija E_{prim} [kWh/(m ² a)]
	52,78	0,00
	C	A+
Specifična godišnja isporučena energija Edel [kWh/(m ² a)]		0,00
Specifična godišnja emisija CO ₂ [kg/(m ² a)]		0,00
Upisati „nZEB” ako energetska svojstva zgrade (Eprim) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ		nZEB

Slika 15. Energetski certifikat za stan A

Proračun stana B

Na slijedećim stranicama prikazan je proračun gubitaka topline za stan A, izrađen u programskom softveru 'EnCert':

Koeficijent transmisivskih toplinskih gubitaka, H_{tr} (W/K)

Direktni toplinski gubici kroz **neprozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef.topl.proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl.gubitak AU (W/K)
ULAZNA VRATA ISTOK	V1 - VANJSKA VRATA	90/E	2,00	2,3	4,6
ZAPADNI ZID - UKOPANO	VZ2 - ZID PREMA TLU	90/W	0,29	14,4	4,9
ZAPADNI ZID	VZ1a - VANJSKI ZID - PODNOŽJE	90/W	0,29	9,3	3,2
ISTOČNI ZID - UKOPANI	VZ2 - ZID PREMA TLU	90/E	0,29	2,6	0,9
ISTOČNI ZID	VZ1a - VANJSKI ZID - PODNOŽJE	90/E	0,29	24,7	8,4
JUŽNI ZID	VZ1a - VANJSKI ZID - PODNOŽJE	90/S	0,29	25,5	8,7
SJEVERNI ZID - PREMA NEGRIJANOM PROSTORU	UZ1 - ZID PREMA NEGRIJANOM	90/N	0,44	25,1	12,3
MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA	MK1 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA	0/Hor	0,57	53,2	33,0
RAVNI KROV	RK1 - RAVNI KROV - TERASA	0/Hor	0,22	25,5	6,9
Ukupno:				182,7	82,8

* toplinski gubici su računati sa povećanim koeficijentom prolaska topline za $\Delta U_{TM} = 0,05 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Direktni toplinski gubici kroz **prozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef.topl.proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl.gubitak AU (W/K)
JUŽNI PROZOR 1	PROZOR	90/S	1,55	1,4	2,2
JUŽNI PROZOR 2	PROZOR	90/S	1,55	0,5	0,7
ZAPADNI PROZOR 1	PROZOR	90/W	1,55	1,0	1,5
ZAPADNI PROZOR 2	PROZOR	90/W	1,55	1,2	1,9

BALKONSKA VRATA ISTOK	BV1 - BALKONSKA VRATA	90/E	1,55	2,5	3,9
Ukupno:				6,6	10,2

Koeficijent toplinskog gubitka kroz tlo, H_0 (W/K)

naziv	visina zid. u tlu z (m)	ploština poda, A (m ²)	izloženi opseg, P (m)	period. koef., H_{pe} (W/K)	topl. gubitak, H_1 (W/K)
Gubitak kroz tlo		64,8	35,5	16,2	42,6
Ukupno:				16,2	42,6

Koeficijent toplinskog gubitka zbog provjetravanja, H_{ve} (W/K)

naziv	Zrakopropusnost zgrade, n50 (h ⁻¹)		Koeficijent zaštićenosti od vjetra, e (-)	obujam zraka, V (m ³)	br. izmj. zraka, n (1/h)	topl. gubitak H_{ve} (W/K)
Faktor prekida ventilacije, $f_{v,br}$ (-)				Proj. protok zraka zbog meh. provj., V_r (m ³ /s)	Iskor. sust. za povrat topline, η_r (-)	
Ventilacijski gubitak				385,1	0,5	64,2
Ukupno:				385,1		64,2

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka:

- direktnih, H_D (W/K)	93,0
- kroz tlo, H_0 (W/K)	42,6
- kroz susjedne prostorije, H_A (W/K)	0,0

Koef. transmisijskih topl. gubitaka, $H_{tr,adj}$ (W/K) **135,6**

Koef. ventilacijskih topl. gubitaka, $H_{ve,adj}$ (W/K) **64,2**

Koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka, H (W/K) **199,8**

Toplinski dobici od sunca, Q_{sol} (kWh)

naziv	oznaka		nagibi/ orijentacija		površina, A (m ²)		1-F _t	F _t	F _{sh}	g	A ₀₁ =A*(1-F _t)*F _{sh} *F _g *g*F _w (m ²)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
solarni dobici za mjesec, Q_{sol} (kWh)												
	JUŽNI PROZOR 1		S/90		1,44		0,70	1,00	1,00	0,80	0,7	
	45	69	76	73	68	64	69	74	80	81	50	41
PROZOR	JUŽNI PROZOR 2		S/90		0,48		0,70	1,00	1,00	0,80	0,2	
	15	23	25	24	23	21	23	25	27	27	17	14
PROZOR	ZAPADNI PROZOR 1		W/90		0,96		0,70	1,00	1,00	0,80	0,5	
	15	25	38	51	60	62	65	57	45	33	17	13
PROZOR	ZAPADNI PROZOR 2		W/90		1,20		0,70	1,00	1,00	0,80	0,6	
	18	32	48	64	75	77	81	72	56	41	21	16

BV1 - BALKONSKA VRATA	BALKONSKA VRATA ISTOK		E/90		2,52		0,70	1,00	0,76	0,80	1,0			
	29	50	77	101	119	124	129	114	90	65	34	25		
Ukupni mjes. dob. od sunca, Q_{sol} (kWh)			122	199	264	313	345	348	367	342	298	247	139	109

Unutarnji dobici topline računati sa zadanom vrijednošću, Q_{int} (kWh)

Korisna površina zgrade, A_k (m ²)	64,8
Unutarnji dobitak po 1m ² korisne površine (W/m ²)	5,0
Unutarnji topl. dob. računan sa zadanom vrijed., (W)	323,9

Potrebna energija za grijanje i hlađenje, $Q_{H,C,nd}$ (kWh)

Transmisivski gubici za mjesec: $Q_{tr} = H_D (\theta_i - \theta_e) t + Q_g + Q_A$ (kWh)

- kroz tlo, $Q_g = H_g (\theta_i - \theta_e^-) t + H_{geo} \theta_e^+ \cos(2\pi(h-\tau-730\beta)/8760) t$

- kroz susjedne zone (y), $Q_A = H_A (\theta_i - \theta_y) t$

Gubici topline: $Q_{H,C} = Q_{tr} + Q_{ve} - Q_{int} - Q_{sol}$

gdje je: t - promatrano razdoblje grijanja (h), θ_e^- - prosječna godišnja vanjska temperatura (°C), θ_e^+ - odstupanje od prosječne godišnje vanjske temperature (°C), h - sat, τ - sat sa minimalnom temperaturom, β - vremenski pomak (uzimima se 1 ili 2 ovisno o tipu poda), θ_y - unutarnja temperatura susjedne zone (°C), H_{geo} - vanjski periodički koeficijent prijenosa topline (W/K), $Q_{H,C}$ - potrebna energija za grijanje, hlađenje (kWh), Q_{tr} - unutarnji dobici topline (kWh), Q_{sol} - solarni dobici topline (kWh)

	mjesec	sat (h)	vanj. temp. θ_e (°C)	unutarnji dobici, Q_{tr} (kWh)	solarni dobici grijanje, $Q_{sol,H}$ (kWh)	toplinski gubici grijanje, $Q_{tr,ve,H}$ (kWh)	potrebna topl. za grijanje, $Q_{tr,H}$ (kWh)	solarni dobici hlađenje, $Q_{sol,C}$ (kWh)	toplinski gubici hlađenje, $Q_{tr,ve,C}$ (kWh)	potrebna topl. za hlađenje, $Q_{tr,C}$ (kWh)
1	siječanj	744	6,0	241	122	1.779	1.353	0	579	0
2	vejača	672	6,2	218	199	1.584	1.098	0	540	0
3	ožujak	744	9,1	241	264	1.513	879	0	544	0
4	travanj	720	12,8	233	313	1.176	460	0	460	0
5	svibanj	744	18,1	241	345	659	16	0	373	0
6	lipanj	720	22,2	233	348	359	0	0	140	369
7	srpanj	744	24,9	241	367	0	0	0	35	689
8	kolovoz	744	24,5	241	342	0	0	0	38	636
9	rujan	720	19,5	233	298	583	0	0	283	95
10	listopad	744	15,4	241	247	947	278	0	397	0
11	studen	720	11,0	233	139	1.326	811	0	457	0
12	prosinac	744	7,2	241	109	1.717	1.274	0	549	0
Ukupno:				2.840	3.095	11.643	6.169	0	4.395	1.788

Toplinska energija proizvedena solarnim sustavom (kWh)

Solarno grijanje i PTV

Toplinska energija za grijanje, $Q_{sol,H}$ (kWh)	0
Toplinska energija za PTV, $Q_{sol,W}$ (kWh)	0
Ukupna solarna energija predata zoni, Q_{sol} (kWh)	0

Proračun isporučene i primarne energije (kWh/a) te emisije CO₂ (t/kWh)

Pomoćna energija (kWh):	
Grijanje	0

Rekapitulacija ZONE: OSNOVNA ZONA - Toplinska zona zgrade s najvećom Ak - stan B	
Potrebna spec. topl. za grijanje, $Q_{H,nd}^*$ (kWh/m ² a)	95,23
Dozv. spec. topl. za grijanje, $Q_{H,nd,dop}^*$ (kWh/m ² a)	57,50
Potrebna spec. en. za hlađenje, $Q_{C,nd}^*$ (kWh/m ² a)	27,61
Dozv. spec. en. za hlađenje, $Q_{C,nd,dop}^*$ (kWh/m ² a)	50,00
E_{del} (kWh)	0
E_{prim} (kWh)	0
E_{prim}/A_k (kWh/m ² a)	0,00
E_{prim}/A_k , dopušteno (kWh/m ² a)	35,00
CO ₂ emisije (kg/a)	0
E_{ren} (kWh)	0
E_{ren1} (kWh)	0
UOIE (%)	0,00
UOIE, minimalno (%)	30
UCSG (%)	0,00
UCSG, minimalno (%)	60

REZULTATI PRORAČUNA ZA ZGRADU

Specifični transm. toplinski gubitak po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade

Dozvoljeni koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj,dov.} = 0,59$ (W/m²K)

Izračunati koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj} = 0,51$ (W/m²K)

Specifični transmisijski gubitak zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Potrebna toplina za grijanje i hlađenje zgrade

	mjesec	sati (h)	vanj. temp. θ_e (°C)	unutrašnji dobiti, Q_{in} (kWh)	solarni dobiti grijanje, $Q_{sol,H}$ (kWh)	toplinski gubici grijanje, $Q_{tr,adj,H}$ (kWh)	potrebna topl. za grijanje, $Q_{H,nd}$ (kWh)	solarni dobiti hlađenje, $Q_{sol,C}$ (kWh)	toplinski gubici hlađenje, $Q_{tr,adj,C}$ (kWh)	potrebna topl. za hlađenje, $Q_{C,nd}$ (kWh)
1	siječanj	744	6,0	241	122	1.779	1.353	0	579	0
2	veljača	672	6,2	218	199	1.584	1.098	0	540	0
3	ožujak	744	9,1	241	264	1.513	879	0	544	0
4	travanj	720	12,8	233	313	1.176	460	0	460	0
5	svibanj	744	18,1	241	345	659	16	0	373	0
6	lipanj	720	22,2	233	348	359	0	0	140	369
7	srpanj	744	24,9	241	367	0	0	0	35	689
8	kolovoz	744	24,5	241	342	0	0	0	38	636
9	rujan	720	19,5	233	298	583	0	0	283	95
10	listopad	744	15,4	241	247	947	278	0	397	0
11	studenj	720	11,0	233	139	1.326	811	0	457	0
12	prosinac	744	7,2	241	109	1.717	1.274	0	549	0
Ukupno:				2.840	3.095	11.643	6.169	0	4.395	1.788

$$Q_{t,Us} = 0 \text{ (kWh)} = 0 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{t,Int} = 2.840 \text{ (kWh)} = 10.223 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{t,Sol} = 3.095 \text{ (kWh)} = 11.143 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{t,In} = 5.935 \text{ (kWh)} = 21.366 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{H,nd} = 6.169 \text{ (kWh)} = 22.209 \text{ (MJ)}$$

$$Q_{C,nd} = 1.788 \text{ (kWh)} = 6.438 \text{ (MJ)}$$



Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q_{H,nd}$ (kWh/a)	6.169
Bruto obujam grijanog dijela zgrade, V (m^3)	243,20
Korisna površina, neto ploština grijanog dijela zgrade, A_k (m^2)	64,78
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q''_{H,nd}$ (kWh/m^2a)	95,23
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za ref. klim. pod., $Q_{H,nd,ref}$ (kWh/a)	4.301
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke, $Q''_{H,nd}$	66,40
Dopušt. vrijed. specif. god. potrebne toplinske energije za grijanje, $Q''_{H,nd,dop}$ (kWh/m^2a), prema TPRUETZZ	57,50
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q_{C,nd}$ (kWh/a)	1.788
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za referentne klimatske podatke, $Q_{C,nd,ref}$ (kWh/a)	2.682
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q''_{C,nd}$ (kWh/m^2a)	27,61
Dopušt. vrijed. specif. god. potrebne topl. energije za hlađenje $Q''_{C,nd,dop}$ (kWh/m^2a), prema TPRUETZZ	50,00
Specifični transmisijski topl. gubitak, $H'_{tr,adj}$ (W/m^2K)	0,507
Max. dozvoljeni pecifični transmisijski topl. gubitak, $H'_{tr,adj,dopv}$ (W/m^2K)	0,593

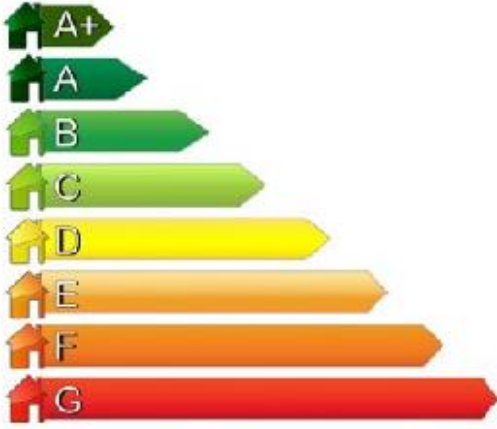
Potrebna toplinska energija za grijanje zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Potrebna toplinska energija za hlađenje zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Vrijednosti izračunat godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke $Q''_{H,nd}$ [$kWh/(m^2 \cdot a)$] i $Q''_{C,nd}$ [$kWh/(m^2 \cdot a)$] (za stambene ili nestambene zgrade) zadovoljavaju i kada su veće od dopuštenih vrijednosti, ukoliko je specifična vrijednosti E_{prim} niža za najmanje 20% od dopuštene vrijednosti prema članku 9. stavak (8) Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u

Energetski certifikat za stan B

Proračunom je dobiven enegetski certifikat za stan A, gdje specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje iznosi 66,40 kWh/m²A.

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	Specifična godišnja primarna energija E_{prim} [kWh/(m ² a)]
	66,40	0,00
	C	A+
Specifična godišnja isporučena energija Edel [kWh/(m ² a)]		0,00
Specifična godišnja emisija CO ₂ [kg/(m ² a)]		0,00
Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade (E _{prim}) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ		nZEB

Energetski razred zgrade prema $Q''_{H,nd}$ i prema specifičnoj E_{prim}

Vrsta zgrade prema pretežitoj namjeni iz PEPZEC NN 88/17: **obiteljske kuće**

Klimatsko područje: **P**

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za ref. klim. pod.: $Q_{H,nd,ref}$ (kWh/a): **4.301,32**

Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke, $Q''_{H,nd,ref}$ (kWh/m²a): **66,40**

Energetski razred zgrade prema $Q''_{H,nd,ref}$ (kWh/a): **C**

Godišnja primarna energija za referentne klimatske podatke, $E_{prim,ref}$ (kWh/a): **,00**

Specifična godišnja primarna energija za referentne klimatske podatke, $E_{prim,ref}/A_k$ (kWh/m²a): **,00**

Energetski razred zgrade prema E_{prim} (kWh/a): **A+**

Kriterij za kontrolu nZEB:

Godišnja primarna energija za stvarne klimatske podatke, E_{prim} (kWh/a): **,00**

Korisna površina zgrade, A_k (m²): **64,78**

Specifična godišnja primarna energija za stvarne klimatske podatke, E_{prim}/A_k (kWh/m²a): **,00 < 35,00 - OSTVARENO**

Udio obnovljivih izvora u potrebnoj isporučenoj energiji, **0,0% < 30%**

Slika 16. Energetski certifikat za stan B

Zaključak

Za obiteljsku kuću sa dvije stambene jedinice izrađen je proračun energetske učinkovitosti, koristeći projektnu dokumentaciju i projektirani popis slojeva. Proračun je izrađen u softveru EnCert, koji uzima u obzir arhitektonske karakteristike zgrade, svojstva materijala te važeće propise i norme.

Softverom se vrlo precizno može izračunati gubitak topline, kondenzacija slojeva, dobivena toplina, potrebna energija za grijanje i hlađenje po mjesecima.

Stoga, bitno je već prilikom projektiranja razmišljati o materijalima, energentima i obliku zgrade kako bi se optimizirala potrošnja energije.

Literatura

- (1) Mihanović A., Dinamika konstrukcija, Udžbenici Sveučilišta u Splitu, Split, 1995
- (2) Bauer M., Mosle P., Schwarz M.; Green Building: Guidebook for sustainable architecture, Springer 2021.
- (3) Skupina autora: Priručnik za energetska certificiranje zgrada, Program Ujedinjenih naroda za razvoj – UNPD, Zagreb 2010
- (4) Bošnjaković F.: Nauka o Toplini I. dio, Tehnička knjiga, Zagreb 1978.
- (5) <https://www.encert.hr/>
- (6) <http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-57-2005-10-09.pdf>
- (7) Europska norma EN 1991, 2004
- (8) Europska norma EN 1992, 2004
- (9) Europska norma EN 1996, 2004
- (10) Europska norma EN 1998, 2004
- (11) Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08)
- (12) Veršić, Binički; Arhitektonski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Skripta iz kolegija Fizika zgrade
- (13) Vlašić, Puž, Skokandić; Građevinski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Skripta iz kolegija visoke građevine
- (14) Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, Pravilniku o energetska pregledu zgrade i energetska certificiranju zgrada, Zagreb, 2014.

Popis slika

Slika 1. Klima u RH

Slika 2. Prijenos toplinske energije

Slika 3. Oplošje zgrade

Slika 4. Materijali u toplinskoj zaštiti

Slika 5. Prijenos topline

Slika 6. Ukupan toplinski otpor

Slika 7. Koeficijent prolaska topline

Slika 8. Termografski snimak kuće

Slika 9. Toplinski mostovi

Slika 10. Promjene u toplinskim mostovima – termografski prikaz

Slika 11. Toplinski most I - profila

Slika 12. Popis propisa i Hrvatskih normi

Slika 13. Popis slojeva konstrukcije

Slika 14. Popis slojeva konstrukcije

Slika 15. Energetski certifikat za stan A

Slika 16. Energetski certifikat za stan B

Popis tablica

Tablica 1. Međunarodni sustav mjernih jedinica

Tablica 2. Međunarodni sustav mjernih jedinica

Tablica 3. Primjer koeficijenta prolaska topline

Tablica 4. Proračun koeficijenta prolaska topline

Tablica 5. Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline

Tablica 6. Prikaz potrebe topline za grijanje i potrošnje goriva prema vrsti zgrade

Tablica 7. Geometrijske karakteristike zgrade – stan A

Tablica 8. Geometrijske karakteristike za stan B

Popis priloga

Prilog 1. Tlocrt suterena M1:100

Prilog 2: Tlocrt prizemlja M1:100

Prilog 3. Tlocrt krova M1:100

Prilog 4. Presjek 1-1 M1:100

Prilog 5. Presjek 2-2 M1:100

Prilog 6. Pročelja M1:100

Prilog 7. Pročelja M1:100

Prilog 8. Iskaz površina suterena 1 M1:100

Prilog 9. Iskaz površina prizemlje 1 M1:100

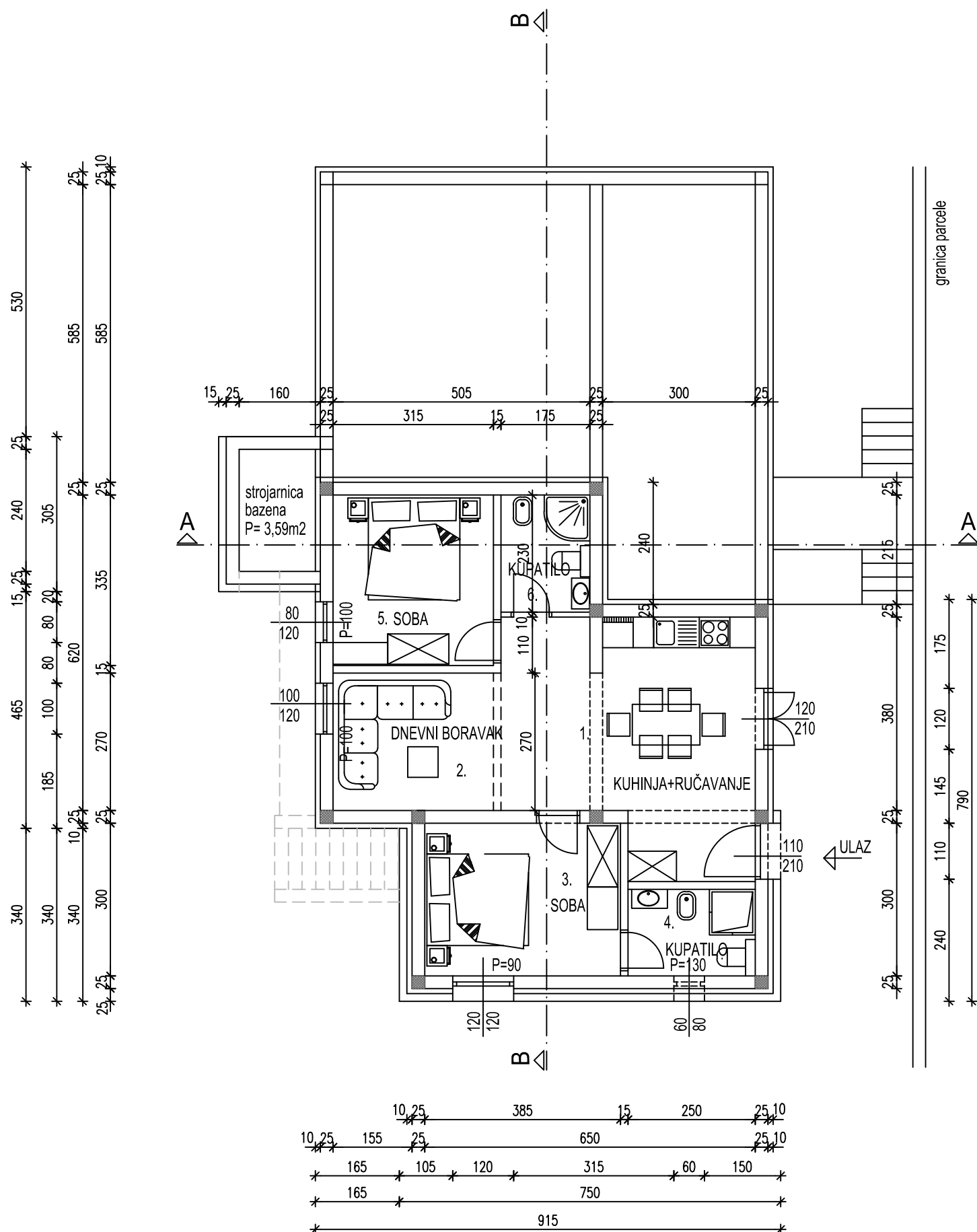
Prilog 10. Iskaz volumena suterena 1 M1:100

Prilog 11. Iskaz volumena prizemlje 1 M1:100

Prilog 12. Iskaz volumena ukupno

Popis oznaka i simbola

α	koeficijent prijelaza topline, $W/(m \cdot K)$
δ	debljina pojedinog sloja, m
λ	toplinska vodljivost materijala sloja, W/mK
k	koeficijent prolaza topline, $W/(m \cdot K)$
T	temperatura, °C, K
V	volumen, L, m^3
W	snaga, W
A	površina, m^2
Q	potrebna energija, kWh/m^2a
Q	toplinski učin, W
V	volumni protok, m^3/h
n	broj izmjena zraka, h^{-1}
q	toplinski tok, W/m^2
Sd	stupanj-dan, °C · 24 h
f _o	faktor oblika
P	primarna energija, kWh/m^2a
c _p	specifični toplinski zrak, kJ/kgK
ρ	gustoća zraka, kg/m^3
Δk	temperaturna razlika, K
p	tlak, Pa
b _v	broj sati rada sustava grijanja nazivnim toplinskim učinkom
f	korekcijski faktor



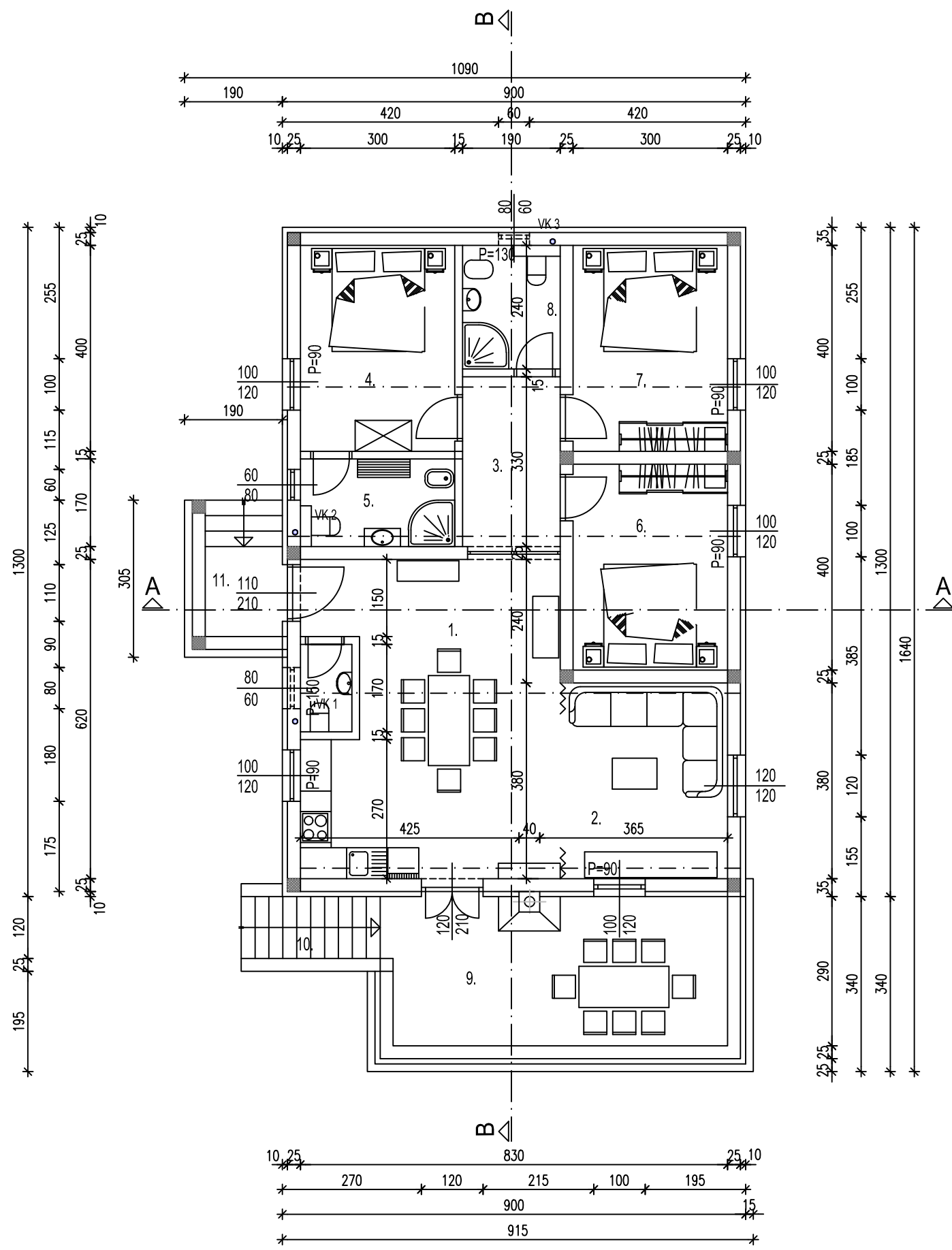
**LEGENDA:
STAN A**

1. KUHINJA I BLAGOVAONA	keramika	22,43 m2
2. DNEVNI BORAVAK	keramika	8,91 m2
3. SOBA	daščani pod	11,67 m2
4. KUPAONICA	keramika	4,25 m2
5. SOBA	daščani pod	10,55 m2
6. KUPAONICA	keramika	4,02 m2

SUTEREN - UKUPNA NETTO POVRŠINA = 61,83 m2

TLOCRT SUTERENA MJ 1:100

Investitor:		Projektant:		Dio građevine:	
Građevina: VIŠEOBITELJSKA ZGRADA SA BAZENOM k.č. 1451/5, k.o. KRNICIA		Projekt:		Sadržaj: TLOCRT SUTERENA	
Zajednička oznaka:		Faza:		Br. projekta: 213/2012	
Datum:		Mjerilo: 1:100		List: 2	



LEGENDA:

STAN B

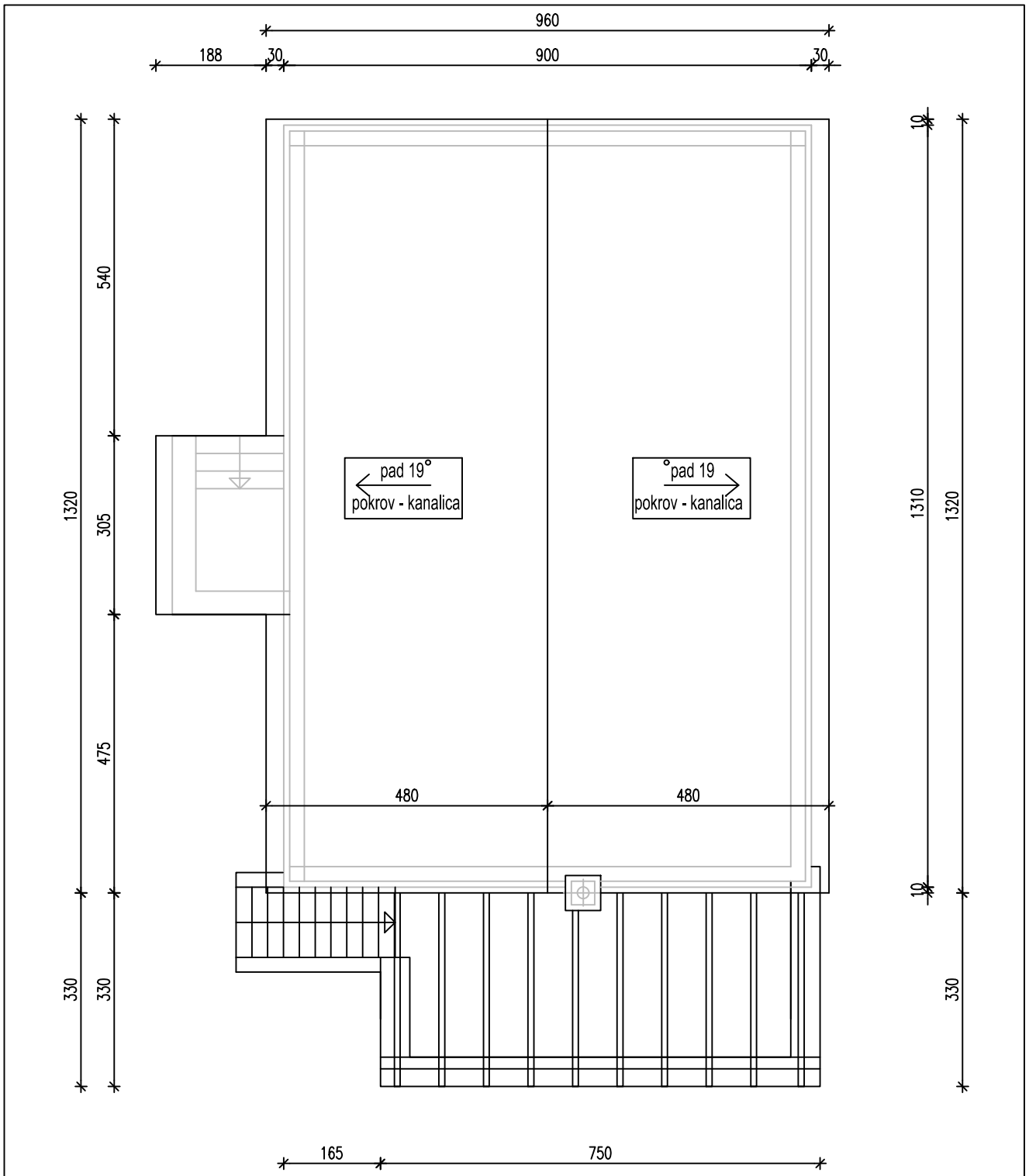
1. KUHINJA I BLAGOVAONA	keramika	31,52 m ²
2. DNEVNI BORAVAK	keramika	12,35 m ²
3. HODNIK	daščani pod	6,27 m ²
4. SOBA	daščani pod	12,00 m ²
5. KUPAONICA	keramika	5,10 m ²
6. SOBA	daščani pod	12,13 m ²
7. SOBA	daščani pod	12,13 m ²
8. KUPAONICA	keramika	4,56 m ²
9. NENATKRIVENA TERASA	keramika	19,27 m ² x 0,25 = 4,81 m ²
10. VANJSKO STUBIŠTE	kamen	3,24 m ² x 0,25 = 0,81 m ²
11. ULAZ	keramika	4,08 m ² x 0,50 = 2,04 m ²

PRIZEMLJE - UKUPNA NETTO POVRŠINA = 122,65 m²

PRIZEMLJE - UKUPNA NETTO SA KOEFICIJENTOM = 103,72 m²

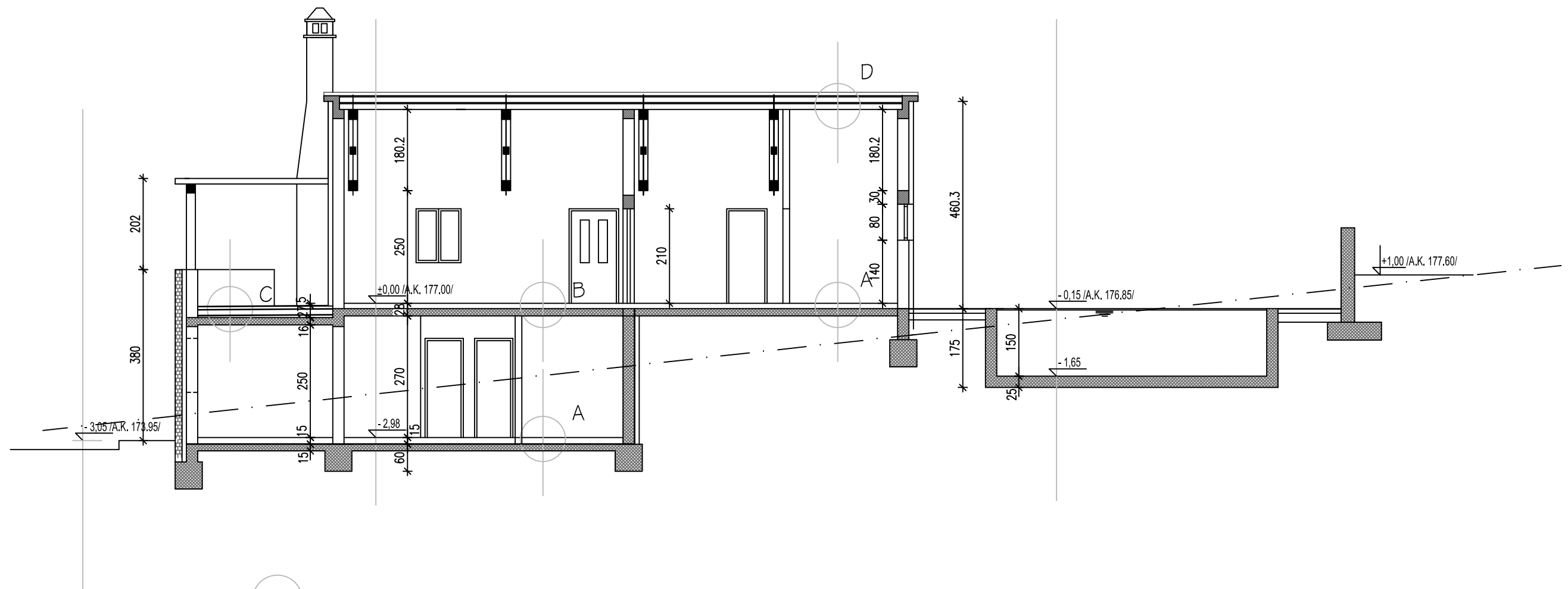
TLOCRT PRIZEMLJA MJ 1:100

Investitor:		Projektant:		Dio građevine:	
Građevina: VIŠEOBITELJSKA ZGRADA SA BAZENOM k.č. 1451/5, k.o. KRNICIA		Projekt:		Sadržaj: TLOCRT PRIZEMLJA	
		Faza:		Zajednička oznaka:	
		Datum:		Br. projekta:	
		Mjerilo: 1:100		List: 3	



TLOCRT KROVA mj 1:100

		Dio građevine:		
Investitor:	Projektant:	Sadržaj: TLOCRT KROVA		
Građevina: VIŠEOBITELJSKA ZGRADA SA BAZENOM k.č. 1451/5, k.o. KRNICIA	Projekt:	Zajednička oznaka:	Br. projekta:	
	Faza:	Datum:	Mjerilo: 1:100	List: 4

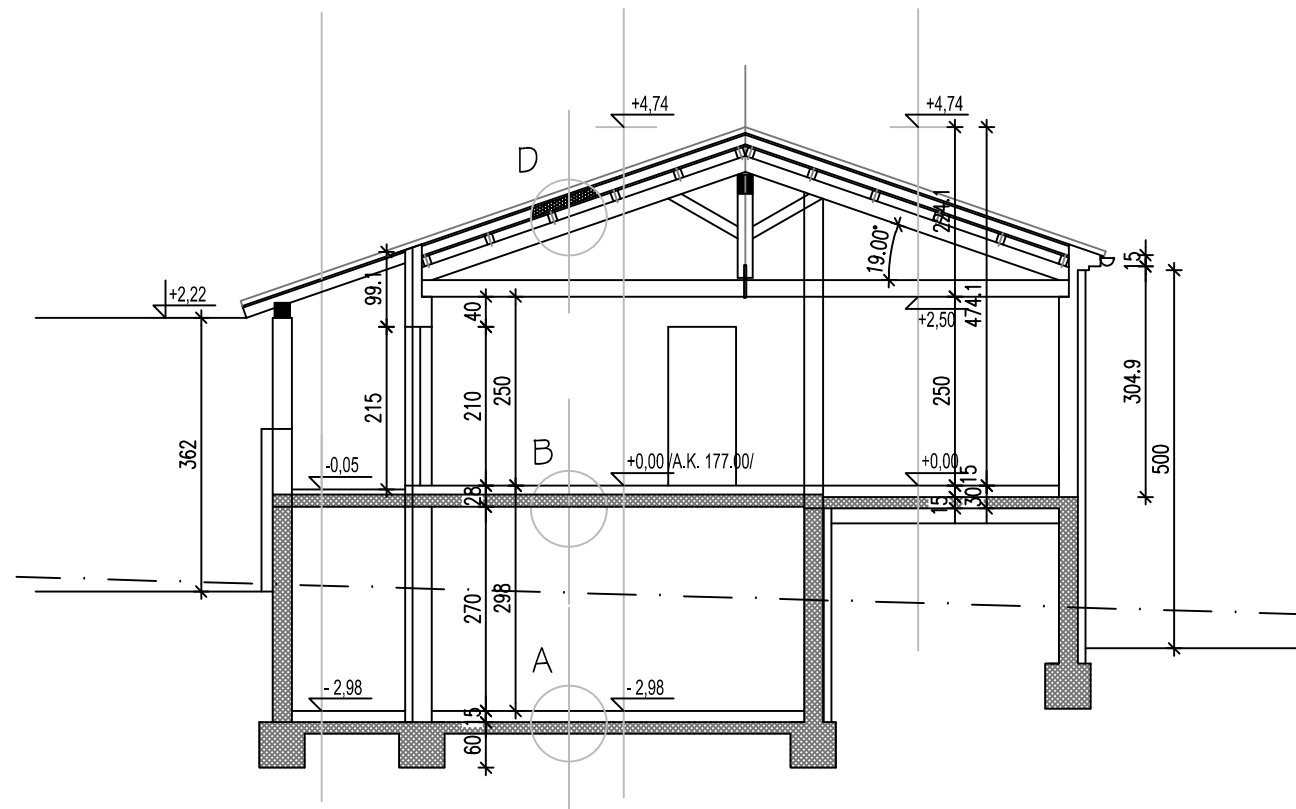


C

KERAMIKA – 1.0cm
 ARM.BET. PLOČA – 6.0cm
 PVC FOLIJA
 GEOTEKSTIL – 300g/m²
 ZVUČNO IZOLACIJSKA FOLIJA
 DVOSL.BIT.HIDROIZOLACIJA
 TOPLINSKA IZOLACIJA – XPS 12.0 cm /kaširani sa jedne strane/
 PARNA BRANA
 HLADNI BITUMENSKI PREMAZ
 BETON ZA PAD –/4.0–7.0cm /
 ARM.BET.PLOČA –16.0cm

PRESJEK B-B MJ 1:100

		Dio građevine:	
Investitor:		Projektant:	
Sadržaj:		PRESJEK B-B	
Građevina:		Zajednička oznaka:	
VIŠEOBITELJSKA ZGRADA SA BAZENOM k.č. 1451/5, k.o. KRNICIA		Br. projekta:	
Projekt:	Faza:	Datum:	Mjerilo:
			1:100
			List:
			6



Ⓐ	KERAMIKA	1,0 cm
	ARMIRANI ESTRIH	5,0 cm
	PVC FOLIJA	-
	EKS.POLISTIREN EPS (elastificirani)	3,0cm
	EKS.POLISTIREN XPS	5,0 cm
	HIDROIZOLACIJA	1,0 cm
	ARM.BETONSKA PLOČA	15,0 cm
	KAMENI TAMPON	20,0 cm

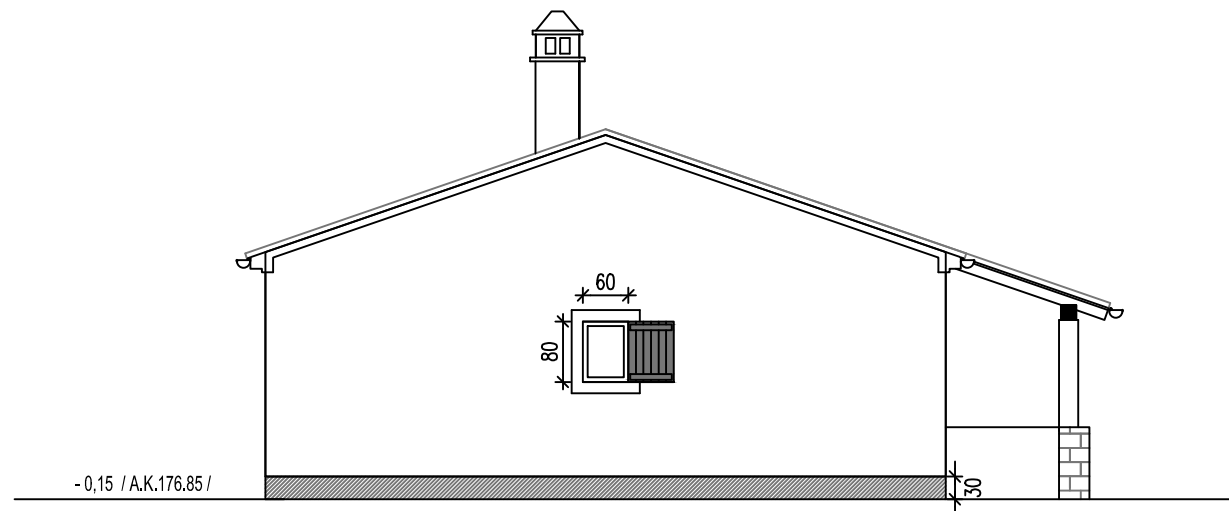
Ⓑ	KERAMIKA	1,0 cm
	ARMIRANI ESTRIH	5,0 cm
	PVC FOLIJA	-
	EKS.POLISTIREN EPS (elastificirani)	3,0cm
	EKS.POLISTIREN XPS	2,0 cm
	ARM.BETONSKA PLOČA	16,0 cm

Ⓓ	KANALICA	7,0 cm
	KROVNA LJEPENKA	-
	DAŠČANA OPLATA	2,5cm
	TOPLINSKA IZOLACIJA	12,0cm
	DAŠČANA OPLATA	2,5cm
	DRVENI ROGOVI	12,0 cm
	DRVENO KROVIŠTE	-

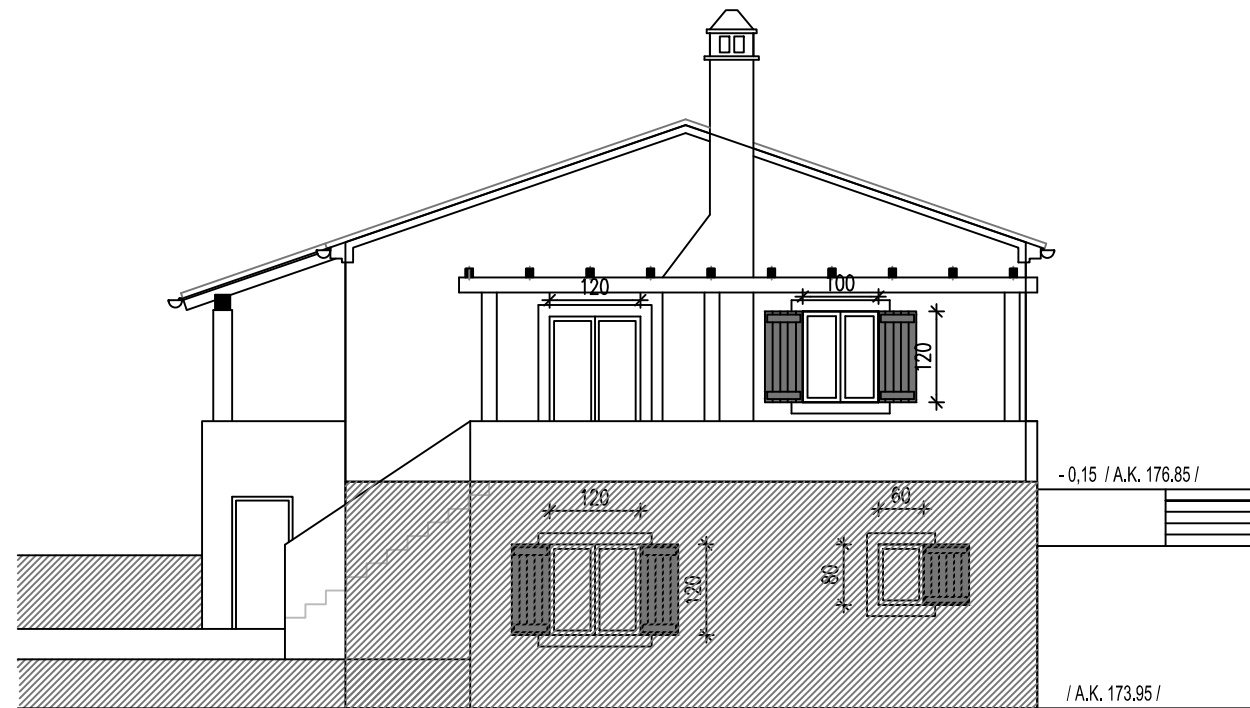
Ⓐ	DAŠČANI POD	2,5 cm
	ARMIRANI ESTRIH	4,0 cm
	PVC FOLIJA	-
	EKS.POLISTIREN EPS (elastificirani)	3,0cm
	EKS.POLISTIREN EPS	5,0 cm
	HIDROIZOLACIJA	1,0 cm
	ARM.BETONSKA PLOČA	15,0 cm
	KAMENI TAMPON	20,0 cm

PRESJEK A-A MJ 1:100

		Dio građevine:	
Investitor:	Projektant:	Sadržaj: PRESJEK A-A	
Građevina: VIŠEOBITELJSKA ZGRADA SA BAZENOM k.č. 1451/5, k.o. KRNICIA		Zajednička oznaka:	Br. projekta:
Projekt:	Faza:	Datum:	Mjerilo: 1:100
			List: 5

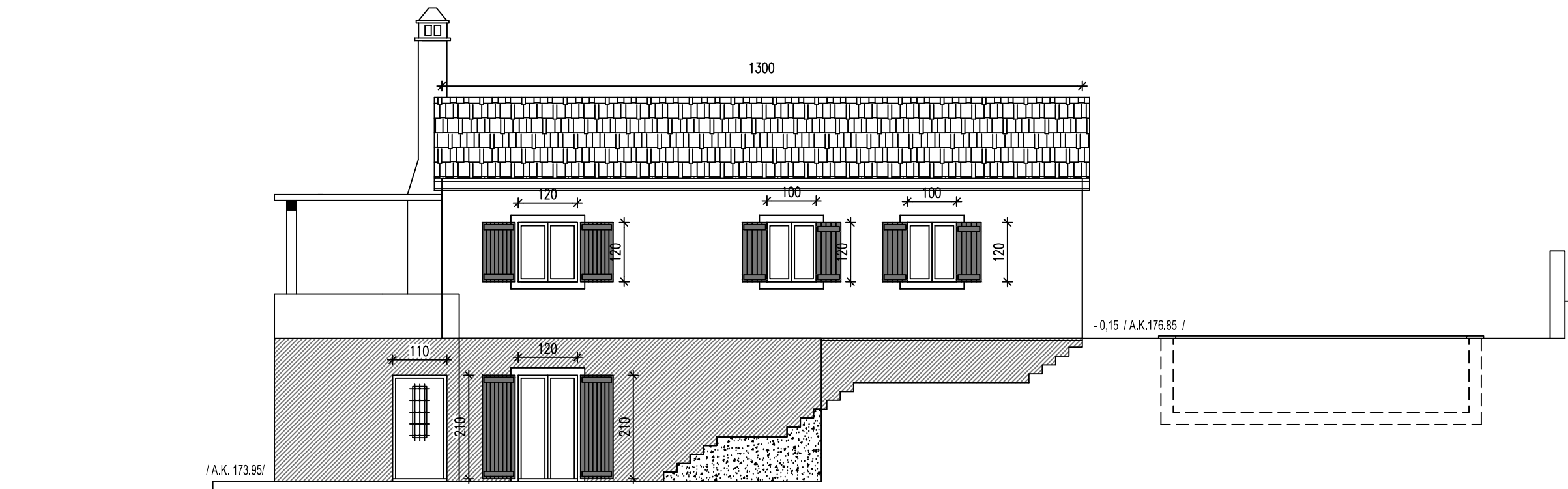


SJEVERNO PROČELJE MJ 1:100

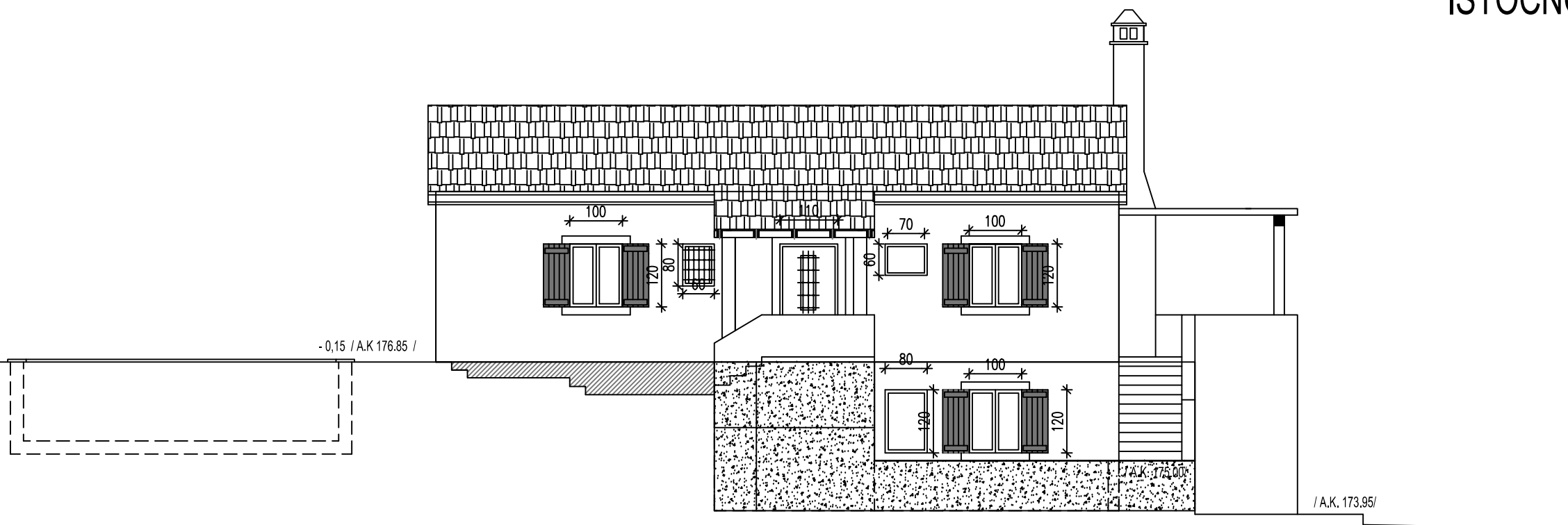


JUŽNO PROČELJE MJ 1:100

		Dio građevine:	
Investitor:	Projektant:	Sadržaj: PROČELJA	
Građevina: VIŠEOBITELJSKA ZGRADA SA BAZENOM k.č. 1451/5, k.o. KRNICA		Zajednička oznaka:	Br. projekta:
Projekt:	Faza:	Datum:	Mjerilo: 1:100
			List: 8

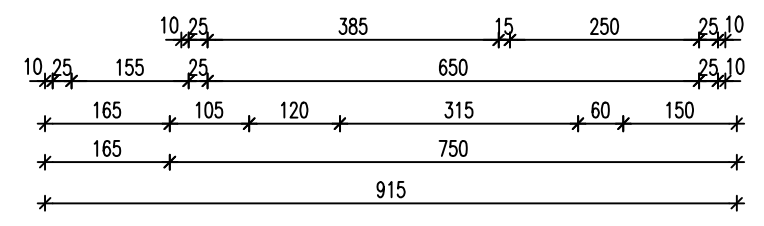
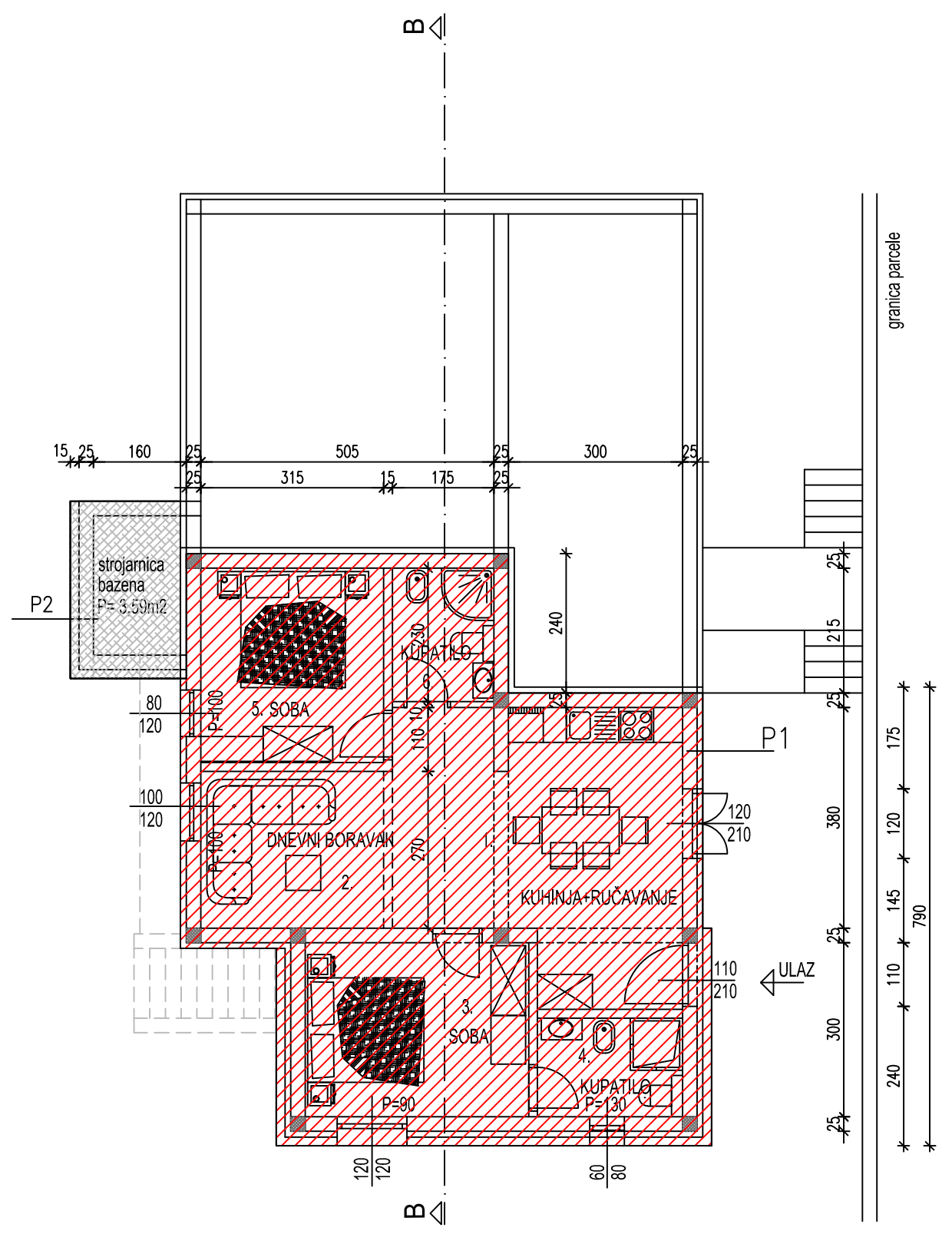
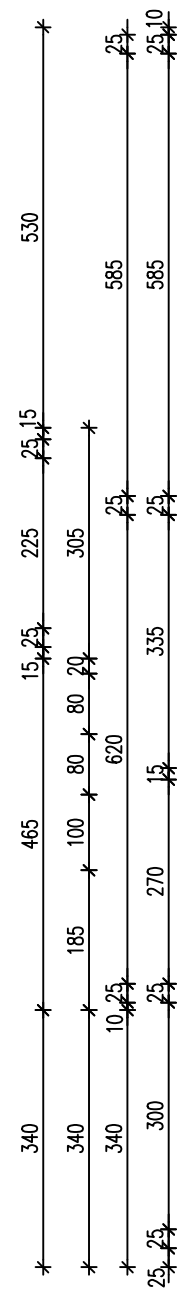


ISTOČNO PROČELJE MJ 1:100

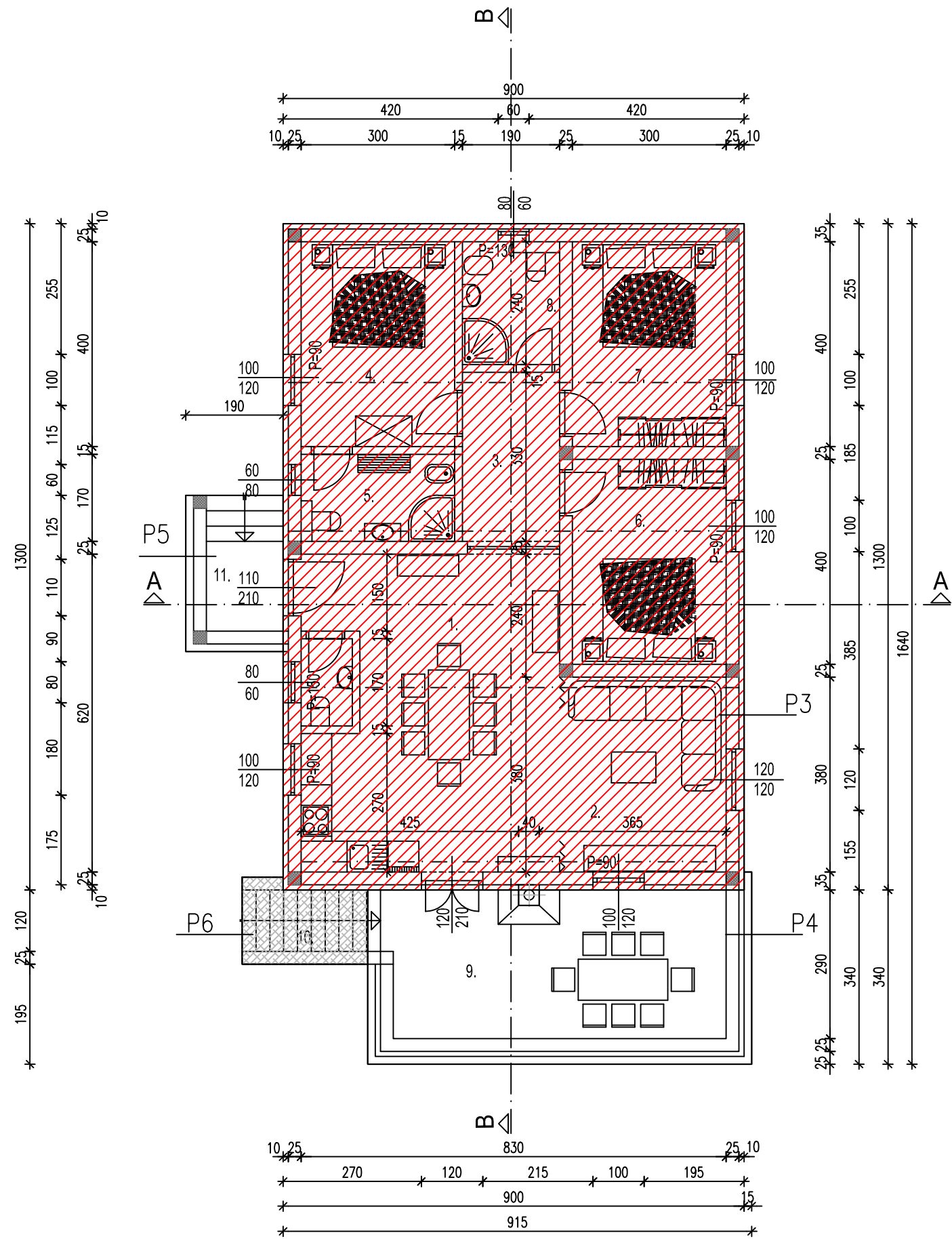


ZAPADNO PROČELJE MJ 1:100

		Dio građevine:		
Investitor:		Projektant:		Sadržaj: PROČELJA
Građevina: VIŠEOBITELJSKA ZGRADA SA BAZENOM k.č. 1451/5, k.o. KRNICIA		Projekt:		Faza:
		Datum:		Mjerilo: 1:100
		Br. projekta:		List: 7

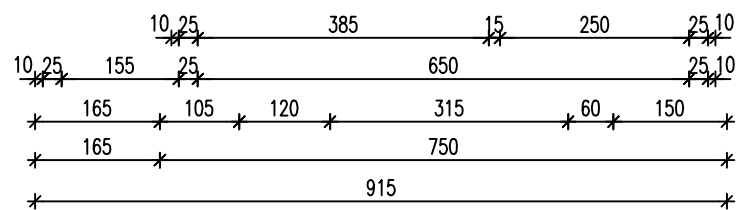
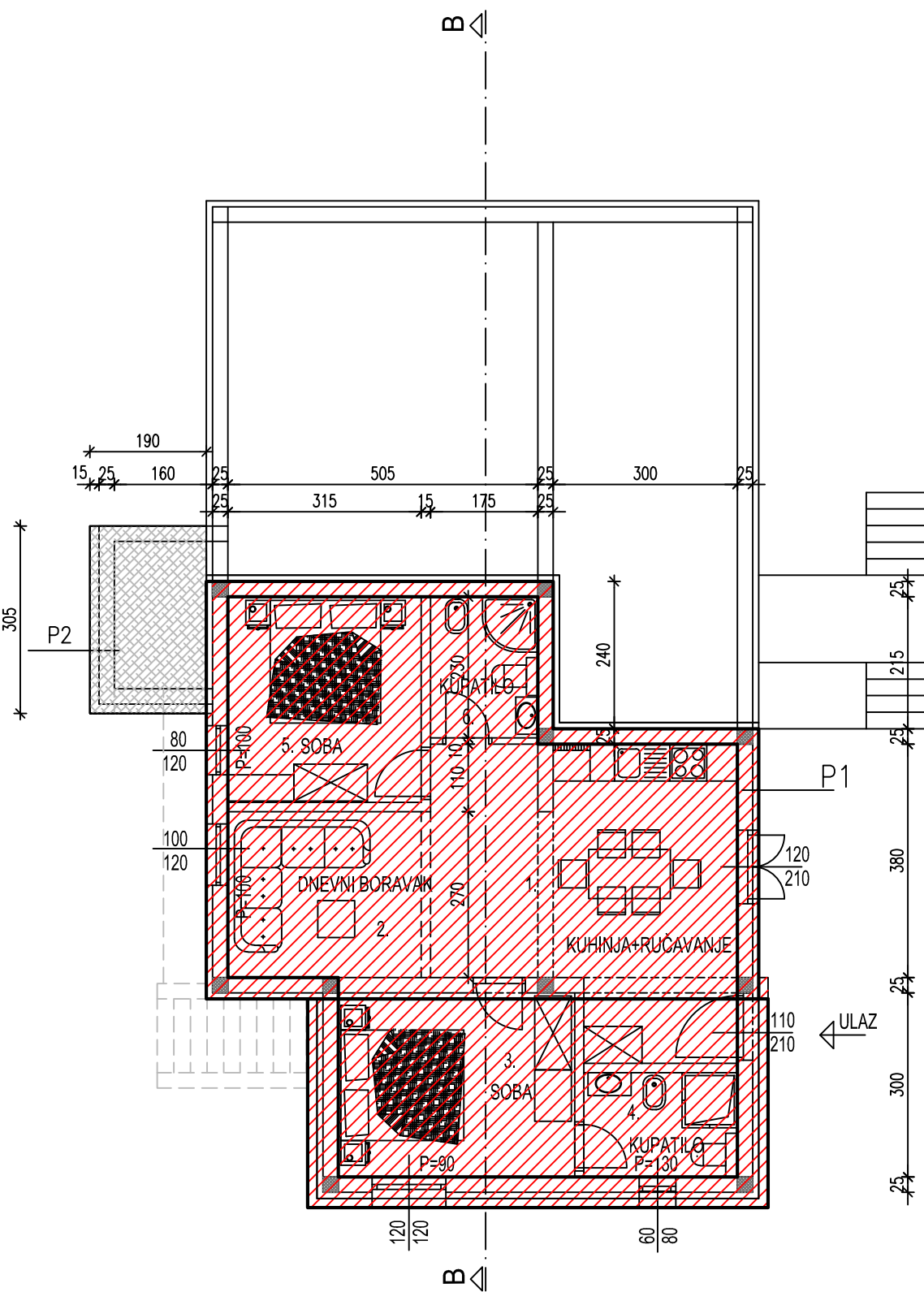
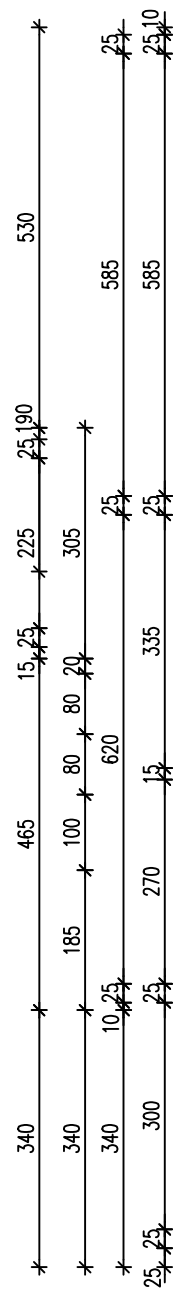


TLOCRT SUTERENA MJ 1:100
ISKAZ POVRŠINA I OBRAČUNSKIH VELIČINA

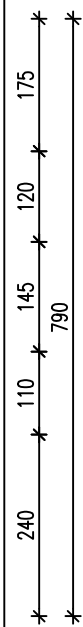


TLOCRT PRIZEMLJA MJ 1:100

ISKAZ POVRŠINA I OBRAČUNSKIH VELIČINA

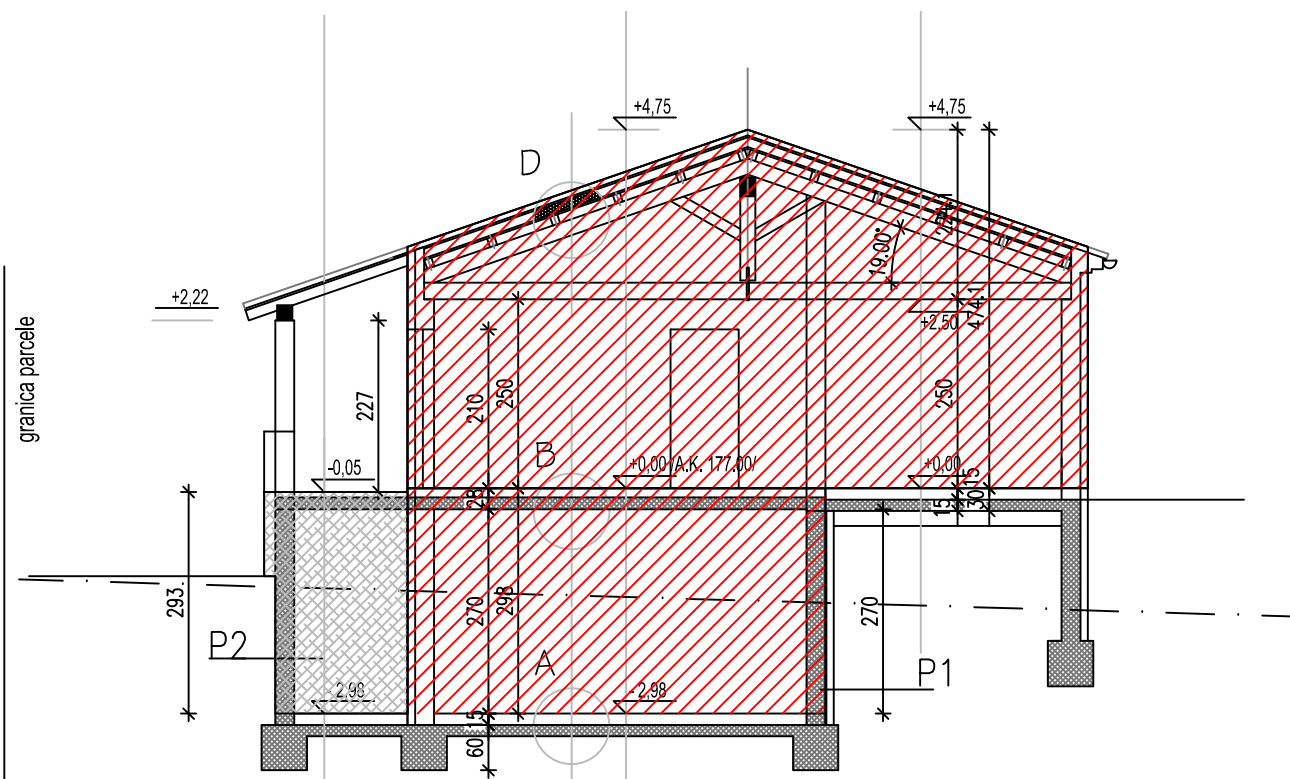


granica parcele

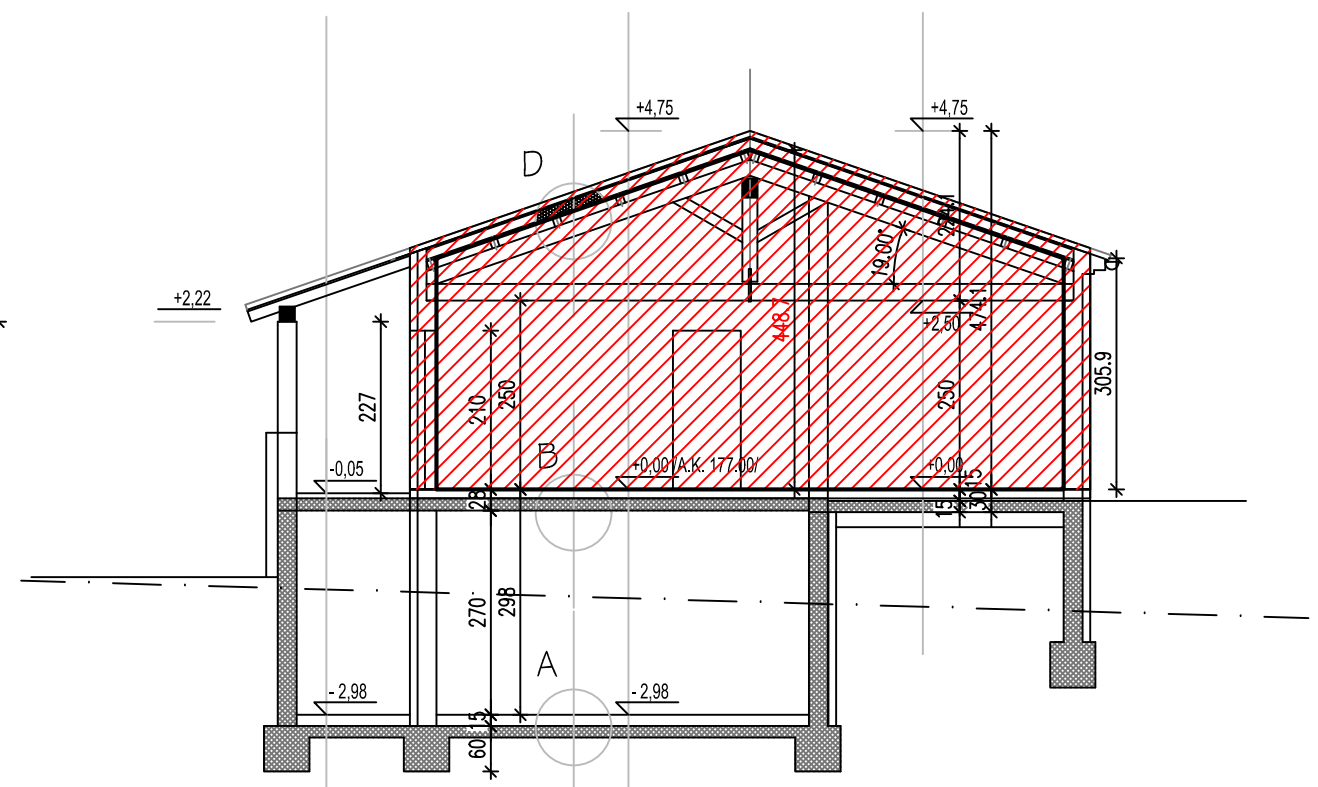
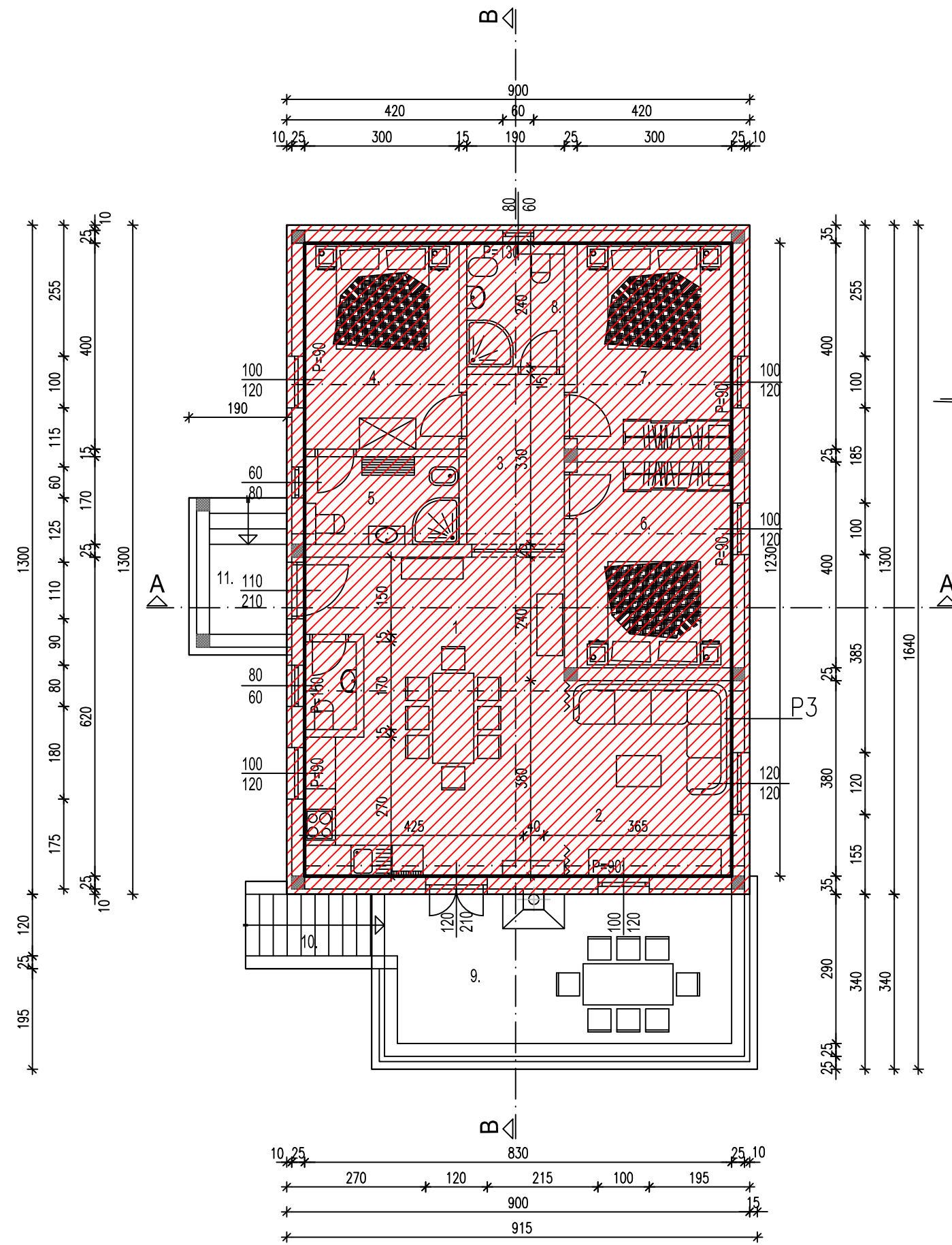


TLOCRT SUTERENA MJ 1:100

ISKAZ VOLUMENA I OBRAČUNSKIH VELIČINA



PRESJEK A-A MJ 1:100



PRESJEK A-A MJ 1:100

TLOCRT PRIZEMLJA MJ 1:100

ISKAZ VOLUMENA I OBRAČUNSKIH VELIČINA