Eksperimentano i numeričko određivanje toplinskih svojstava vatrootporne žbuke i vatrobetona na visokim temperaturama

Kuzmić, Roman

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:077883

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Roman Kuzmić

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentori: Student:

Prof. dr. sc. Ivanka Boras, dipl. ing. Roman Kuzmić

Zagreb, 2019. godina.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentorici prof.dr.sc. Ivanki Boras, prof.dr.sc. Srećku Švaiću i mag.ing. Ivanu Horvatu koji su me usmjeravali prilikom izrade ovog rada. Također, hvala laborantu Željku Badžeku na profesionalnoj pomoći tijekom obavljanja eksperimentalnih mjerenja.

Hvala mojoj obitelji na podršci i razumijevanju tijekom cijelog mog obrazovnog putovanja. Također, zahvaljujem se svojoj djevojci koja me pratila tijekom studija i pružila mi neupitnu ljubav i podršku.

Roman Kuzmić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodostrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur. broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Roman Kuzmić** Mat. br.: 0035199073

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Eksperimentalno i numeričko određivanje toplinskih svojstava vatrootporne žbuke i vatrobetona na visokim temperaturama**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Experimental and numerical determination of thermal properties of fireproof mortar and concrete at high temperatures**

Opis zadatka:

Zaštita od požara građevinskih konstrukcija, između ostalog, postiže se i primjenom odgovarajućih materijala koji su otporni na visoke temperature - vatrootporne žbuke i vatrobetona. Poznavanje njihovih fizikalnih i toplinskih svojstva na visokim temperaturama je nužno radi procjene integriteta cijele građevinske konstrukcije. Parametri koji pri tome određuju ponašanje materijala su: temperatura, vrijeme izloženosti visokoj temperaturi, tijek procesa (grijanje, hlađenje, procesi nakon ohlađivanja i sl.), vrsta betona, vrsta agregata i drugo.

U radu je potrebno mjerenjem odrediti i numeričkom simulacijom potvrditi ovisnost specifičnog toplinskog kapaciteta o temperaturi za dvije vrste materijala:

- vatrootporna žbuka VATROSTOP, proizvođač Samoborka, Samobor i
- vatrobeton VATRIT, proizvođač VIG, Zagreb.

Maksimalna temperatura koju treba postići u uzorcima je 500 °C. Mjerenja je, za svaki ispitivani materijal, potrebno provesti na tri uzorka jednake geometrije, a rezultate prikazati u obliku funkcije $c = c(\vartheta)$. Numeričku simulaciju treba provesti za svaki ispitivani uzorak, uvažavajući specifične početne i rubne uvjete procesa zagrijavanja. Rezultate usporediti s rezultatima eksperimenta te analizirati eventualna odstupanja.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:	Datum predaje rada:	Predviđeni datum obrane:
26. rujna 2019.	28. studenoga 2019.	2. – 6. prosinca 2019.

Zadatak zadao:

I. Boras

Prof. dr. sc. Ivanka Boras

Predsjednica Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić

SADRŽAJ

1. UVOD ... 1
1.1. O požaru ... 1
1.2. Opasnosti požara ... 2
1.3. Mjere sigurnosti i prevencije požara ... 4
1.3.1. Građevinske mjere prevencije ... 4
1.3.2. Civilne mjere prevencije ... 4
2. VATROOTPORNI MATERIJALI ... 8
2.1. Najčešći primjeri ... 8
2.2. Istraživanja vatrootpornosti ... 10
2.2.1. Izvadci iz literature ... 11
2.3. Svojstva ispitivanih materijala ... 13
2.3.1. VATROSTOP žbuka ... 14
2.3.2. VATRIT vatrobeton ... 15
3. EKSPERIMENTALNA ANALIZA ... 16
3.1. Opis sustava ... 16
3.1.1. Svojstva komponenti sustava ... 17
3.1.2. Model prijelaza topline ... 18
3.1.3. Kritične vremenske točke ... 23
3.2. Provedba mjerenja ... 24
3.2.1. Mjerna oprema ... 25
3.2.3. Geometrija i priprema uzoraka ... 32
3.3. Zapažanja ... 33
3.3.1. Utjecaj vlage ... 34
3.3.2. Identifikacija gubitaka tijekom mjerenja ... 36
3.4. Rezultati mjerenja ... 37
4. NUMERIČKA ANALIZA ... 41
4.1. Opis analize ... 41
4.2. Matematički model ... 42
4.3. Izrada geometrije i mreže ... 45
4.4. Rubni i početni uvjeti ... 48
4.5. Rezultati numeričke analize ... 50
5. ANALIZA REZULTATA ... 54
5.1. Vatrootporna žbuka ... 54
5.3. Vatrobeton ... 56
5.5. Usporedba s literaturom ... 58
6. ZAKLJUČAK ... 59
LITERATURA ... 60
PRILOZI ... 62

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz raspodjele udjela pojedinih vrsta materijala koji se pojavljuju kao prijenosnici požara 1
Slika 2. Crkva Notre Dame, Pariz (2019.) u požaru 3
Slika 3. Minerali korišteni u vatrostalnim materijalima 8
Slika 4. Materijali korišteni za izradu staklenog vlakna 9
Slika 5. Najčešće korišteni vatrootporni materijali 10
Slika 6. Krivulja razvoja temperature požara [6] 11
Slika 7. Izvadak iz literature: mjerenje betona DSC metodom 12
Slika 8. Ovisnost specifičnog toplinskog kapaciteta gipsa o temperaturi prema [10] 13
Slika 9. Izvadak iz literature. Mjerenje DSC metodom. 13
Slika 10. Vatrostop protupožarna žbuka [Samoborka] 14
Slika 11. Shematski prikaz sustava izolacijske posude, električnog grijača i ispitnog uzorka 17
Slika 12. Prikaz kretanja toplinskog toka u sustavu 18
Slika 13. Krivulja temperatura mjerenih u uzorku 23
Slika 14. Skica izolacijske posude s dimenzijama (lijevo). Poklopac (desno). 26
Slika 15. Realni prikaz termoizolacijske posude (lijevo. Pogled odozgora (desno). 26
Slika 16. Električni grijač 27
Slika 17. Termopar tip K 27
Slika 18. Varijabilni transformator korišten tijekom mjerenja (lijevo). Nova izvedba (desno). 28
Slika 19. Mjerni uređaji: ampermetar (lijevo), voltmetar (desno). 29
Slika 20. Keysight 34970A za prikupljanje podataka tijekom mjerenja [15] 29
Slika 21. Nadograđeni Keysight uređaj korišten tijekom mjerenja 30
Slika 22. Sučelje sustava Agilent BenchLink 3.0 30
Slika 23. Shematski prikaz eksperimentalne opreme 31
Slika 24. Skica uzorka s dimenzijama (lijevo). Način montiranja uzorka na poklopac (desno). 32
Slika 25. Uzorci žbuke (desno). Uzorci betona (lijevo). 32
Slika 26. Uzorak betona nakon mjerenja (lijevo). Uzorak žbuke nakon mjerenja (desno). . 33
Slika 27. Utjecaj vlage na rezultate zagrijavanja uzoraka 35
Slika 28. Prikaz toplinskih gubitaka u sustavu 36
Slika 29. Prikaz temperaturnog profila termobetona pri zagrijavanju do 500°C 38
Slika 30. Prikaz temperaturnog profila vatrootporne žbuke pri zagrijavanju do 500°C 38
Slika 31. Krivulja ovisnosti temperature stijenke grijača o vremenu. Zagrijavanje pri 150V. 39
Slika 32. Specifični toplinski kapacitet vatrootporne žbuke u ovisnosti o temperaturi 40
Slika 33. Specifični toplinski kapacitet vatrobetona u ovisnosti o temperaturi 40
Slika 34. Diskretizacija sredine uzorka prema dominantnom širenju topline 43
Slika 35. Diskretizacija modela na rubu uzorka 44
Slika 36. Model ispitnog uzorka izrađenog u SolidWorks-u. 45
Slika 37. Detalji izrade mreže (lijevo). Prikaz mreže (desno). 46
Slika 38. Mreža uzorka i stijenke posude 47
Slika 39. Zadavanje globalnog početnog uvjeta 48
Slika 40. Zadavanje rubnih uvjeta (ANSYS Mechanical) 49
Slika 41. Temperaturna mapa prvog uzorka vatrootporne žbuke (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno). 50

Slika 42. Temperaturna mapa drugog uzorka vatrootporne žbuke (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno). 51
Slika 43. Temperaturna mapa trećeg uzorka vatrootporne žbuke (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno). 51
Slika 44. Temperaturna mapa prvog uzorka vatrobetona (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno)..... 52
Slika 45. Temperaturna mapa drugog uzorka vatrobetona (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno)..... 52
Slika 46. Temperaturna mapa trećeg uzorka vatrobetona (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno)..... 53
Slika 47. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrootporna žbuka, prvi uzorak 54
Slika 48. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrootporna žbuka, drugi uzorak 55
Slika 49. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrootporna žbuka, treći uzorak 55
Slika 50. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrobeton, prvi uzorak 56
Slika 51. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrobeton, drugi uzorak 56
Slika 52. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrobeton, treći uzorak 57
Slika 53. Usporedba rezultata vatrobetona s literaturom..... 58
Slika 54. Usporedba rezultata vatrootporne žbuke s literaturom..... 58

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tehničke karakteristike Vatrostop žbuke 14
Tablica 2. Tehničke karakteristike Vatrit vatrobetona 15
Tablica 3. Svojstva komponenti mjernog sustava 17
Tablica 4. Popis korištenih termoparova 28
Tablica 5. Iznos jakosti struje tijekom mjerenja 33
Tablica 6. Način zapisivanja podataka iz mjerenja 37
Tablica 7. Specifični toplinski kapacitet elektrogrijača 39

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
T	K	Termodinamička temperatura
t	s	Vrijeme
c	$\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot K}}$	Specifični toplinski kapacitet
e	-	Maseni sadržaj vode
f	-	Korekcijski faktor
ϑ	°C	Temperatura
λ	$\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m \cdot K}}$	Toplinska provodnost
E	J	Električna energija
Q	J	Toplinska energija
P	W	Snaga
U	V	Napon
I	A	Jakost struje
m	kg	Masa
A	$\mathrm{m^2}$	Površina
C	$\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2 \cdot (100K)^4}}$	Konstanta zračenja
ε	-	Emisivnost
σ	$\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2 \cdot (100K)^4}}$	Stefan-Boltzmannova konstanta
ω	-	Geometrijski faktor
ρ	$\mathrm{kg/m^3}$	Gustoća
a	$\mathrm{m^2/s}$	Toplinska provodnost

Indeks	Opis
d	Isparena voda

sl	Slobodna voda
ul	Ulazna komponenta
g	Elektrogrijač
uz	Ispitni uzorak
zr	Zračenje
z	Zrak
EL	Električna energija
0	Početno (nulto) vrijeme
i	Isključivanje
su	Stijenka uzorka
sp	Stijenka termoizolacijske posude
i	i-ti trenutak

SAŽETAK

U ovom radu obrađen je i prikazan postupak utvrđivanja specifičnog toplinskog kapaciteta pri požarnim temperaturama (do 500 °C) sljedećih materijala: Vatrostop vatrootporne žbuke (Samoborka, Samobor) i Vatrit vatrobetona (VIG, Zagreb). Analiza je izvedena eksperimentalnom metodom, a onda provjerena numeričkom metodom. Za analizu je osmišljen i predstavljen matematički model prijelaza topline, a krajnji rezultat je definirana funkcijska ovisnost specifičnog toplinskog kapaciteta o temperaturi.

Osim navedenog, u radu su navedene osnove zaštite od požara uključujući i zakonsku regulativu te ispitne mjere koje objekti moraju zadovoljiti. Prikazan je pregled vatrootpornih materijala u svakodnevnoj upotrebi kao i sirovine od kojih se isti proizvode.

Ključne riječi: specifični toplinski kapacitet, požar, termodinamička analiza, Vatrostop, vatrootporna žbuka, Vatrit, vatrobeton, prijenos topline

SUMMARY

This article addresses the topic of determining the specific heat capacity of Vatrostop fire mortar (Samoborka, Zagreb) and Vatrit high-temperature resistant concrete. An experimental and then numerical approach is used. For the purpose of this analysis, a mathematical model of heat transfer is designed. The final result is a function of temperature-dependent specific heat capacity.

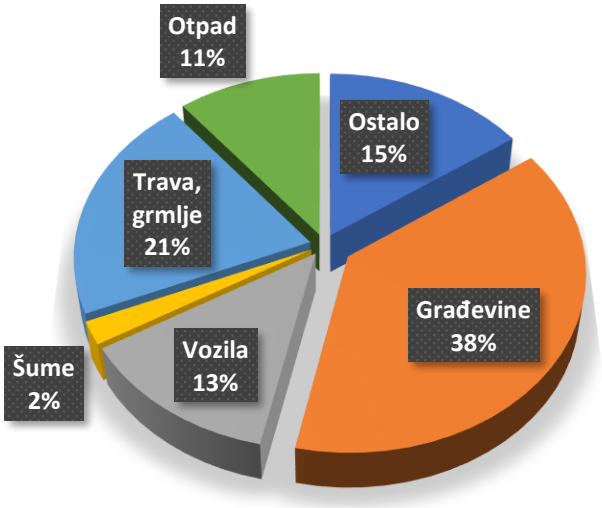
Furthermore, the article deals with the description of fire-resistant materials and precaution measures that are needed for the protection of a fire accident.

Key words: specific heat capacity, fire-resistant materials, fire mortar, fire concrete, heat tranfer

1. UVOD

Sve utjecajniji problem globalnog zatopljenja donosi između ostalog i veće vjerojatnosti za pojavom požara zbog većih godišnjih prosječnih temperatura. Statistike pokazuju da je 2015. godine u državama koje sudjeluju u vođenju statistike požar odnio 18 400 života. Ukupno je u trideset jednoj državi zabilježeno 3,5 milijuna požara [1]. Od toga je Republici Hrvatskoj 2015. godine zabilježena brojka od 12 156 požara te 24 izgubljena života.

Ono što je iznenađujuće jest da je čak 38,2 % požara prenošeno preko građevina i struktura, što među ostalim medijima širenja (trava, smeće, vozila, šume) čini najveći udio. Na Slici 1. vidljiv je točan raspored udjela medija širenja požara u 2015. godini.



Slika 1. Prikaz raspodjele udjela pojedinih vrsta materijala koji se pojavljuju kao prijenosnici požara

Zbog prethodno navedenih podataka od velike je važnosti u građevinarstvu korištenje materijala poznatih svojstava kako bi se pravilno projektirali požarni putevi i brane. Najvažnija svojstva u tom pogledu su ona termodinamička; toplinska provodnost i specifični toplinski kapacitet i mehanička svojstva pri visokim temperaturama. Mjerenje i određivanje specifičnog toplinskog kapaciteta vatrootporne žbuke i vatrobetona predmet je ovog diplomskog rada.

1.1. O požaru

Vatra je kemijska reakcija koja je ljudima poznata još od davnih vremena. Stari Grci poznavali su tehniku paljenja vatre pomoću koncentriranja Sunčevih zraka. U današnje vrijeme parabolično se zrcalo i dalje koristi kao tehnika paljenja vatre na olimpijskoj baklji. Poznata je činjenica da je Zemlja jedini poznati planet gdje se može odvijati proces gorenja. Bilo gdje

drugdje nema dovoljno kisika za navedeni proces. Za nastanak i održanje vatre potrebna su tri esencijalna uvjeta: visoka temperatura, kisik i goriva tvar. U slučaju nestanka jedne od ovih komponenti vatra se gasi. Boja plamena vatre određena je količinom kisika u plamenu; žuti plamen je onaj s nedostatkom kisika, a plavi plamen s dovoljno kisika.

Požar ima drukčiju definiciju od vatre; požar je nekontrolirano gorenje vatre koje nanosi materijalnu štetu i/ili ugrožava ljudske živote. Unatoč mjerama opreza požari i dalje izbijaju pod raznim okolnostima. Požari se mogu klasificirati prema više kriterija:

- Fazi požara: početni požar, razbuktali požar, faza zgarišta
- Obujmu požara: mali, srednji, veliki i katastrofalni

  U malom požaru izgara manja količina gorive tvari i lako se gasi. Srednji požar zahvaća jednu prostoriju neke zgrade ili više njih, a u velikom zahvaćena je cijela zgrada, tvornica ili velika površina.

Požari prema vrsti gorive tvari:

A. Požari klase A su požari krutih tvari poput papira, ugljena, drva i slično. Za gašenje se koriste sredstva poput vode, pijeska, određenih vrsti praha, pjene i halona.
B. Požari klase B su požari zapaljivih tekućina - npr. zapaljiva ulja i slično. Gasimo ih pomoću pjene, praha, halona, ugljičnog dioksida ili raspršene vode.
C. Požari klase C su požari zapaljivih plinova. Gase se pomoću praha i halona.
D. Požari klase D su specijalni požari koji se teško gase, npr. požari lakih metala i sredstava koja su samozapaljiva i sl. Za njihovo gašenje nisu dovoljni obični vatrogasni aparati već se koriste posebni aparati sa specijalnim prahom ili suhi pijesak.[2]

Prilikom konstruiranja većih objekata (institucije, javne zgrade, tvornice, itd.) obavezno je provođenje mjera zaštite od požara o kojima će više biti u Poglavlju 1.3.

1.2. Opasnosti požara

Posljedice i opasnosti od požara mnogo su drastičnije od onih kakvima se većini ljudi čini i kakvima se prikazuju na televiziji i filmovima. Požari u kućama uzrokuju gusti i crni dim koji uvelike otežava vidljivost; ljudi koji inače poznaju svoj dom i lako se orijentiraju postaju izgubljeni i u mogućnosti su krenuti u krivom smjeru/prema vatri. Spomenuti dim poguban je za ljude i uzima živote puno prije nego vatra dođe blizu. Razlog tomu prisutnost je otrovnih plinova koji djeluju na ljudska osjetila i u stanju su spriječiti čovjeka da se probudi/vrati svijest.

Ova činjenica veoma je značajna zbog toga što većina požara izbija tijekom noći, kad ljudi spavaju.

Temperature koje se postižu tijekom požara u stambenim objektima mogu dostići do 2000 °C u razini stropa, a pri takvim temperaturama zadobivaju se teške opekotine i doživljavaju se gubici svijesti. Plamen tijekom požara rapidno se širi i u stanju je progutati nečiji dom u roku od par minuta te bez prisutnosti detektora dima i požarnih alarmnih sustava, ljudi imaju vrlo male šanse za spasom.

Požari u spavaćoj sobi ili dnevnom boravku čine čak 73% svih smrtnih slučajeva u stambenim objektima. Među najčešćim uzrocima požara u stanovima su: zaboravljena hrana na upaljenom štednjaku, prijenosni grijači koji se nalaze preblizu zapaljivim predmetima (zavjesama, namještaju, rublju), slučajno ostavljen neugašen opušak, neispravna električna oprema ili neugašena električna oprema poput pegle, uvijača za kosu. Također, ljudi znaju ostaviti upaljene svijeće ili neadekvatno odlažu spremnike sa zapaljivim tekućinama.

Slika 2. Crkva Notre Dame, Pariz (2019.) u požaru

1.3. Mjere sigurnosti i prevencije požara

1.3.1. Građevinske mjere prevencije

Građevinske konstrukcije i elementi otporni na požar su bilo koja građevinska konstrukcija (zid, međukatna konstrukcija, stup, greda) ili bilo koji element koji ima neki stupanj otpornosti na požar (od 15 do 360 minuta), a izveden je od negorivog i/ili ograničeno gorivog materijala. Pravilan izbor materijala tijekom izgradnje građevina pokazao se kao jedna od najbitnijih mjera prevencije požara.

Osnovni zahtjevi za zaštitu građevine od požara:

- očuvanje nosivosti konstrukcije u slučaju požara tijekom određenog vremena
- sprječavanje širenja vatre i dima unutar građevine
- sprječavanje širenja vatre na susjedne građevine
- omogućavanje da osobe mogu neozlijeđene napustiti građevinu odnosno da se omogući njihovo spašavanje
- omogućavanje zaštite spašavatelja

Važno je razlikovati pojmove negorivost materijala od požarne otpornosti građevinskih sustava. Negorivost je svojstvo pojedinog materijala koja opisuje njegovo ponašanje tijekom požara. Prema standardu EN 13501-1 materijali su razvrstani u više razreda gorivosti:

- A1 i A2 su razredi negorivih materijala
- B, C, D, E i F su razredi manje ili više gorivih materijala odnosno materijala kod kojih se negorivost ne deklarira

S druge strane, požarna otpornost određuje se za konstrukcije koje su sastavljene od više pojedinačnih građevinskih materijala, a ona u pravilu označava vremenski period u kojem se određena konstrukcija odupire vatri, sprječava njezin prolazak i koliko čuva svoje toplinsko izolacijske sposobnosti.

1.3.2. Civilne mjere prevencije

Prema [1] sustav zaštite od požara podrazumijeva planiranje zaštite od požara, propisivanje mjera zaštite od požara građevina, ustrojavanje subjekata zaštite od požara, provođenje mjera zaštite od požara, financiranje zaštite od požara te osposobljavanje i ovlašćivanje za obavljanje

poslova zaštite od požara, s ciljem zaštite života, zdravlja i sigurnosti ljudi i životinja te sigurnosti materijalnih dobara, okoliša i prirode od požara, uz društveno i gospodarski prihvatljiv požarni rizik.

U cilju zaštite od požara poduzimaju se organizacijske, tehničke i druge mjere i radnje za:

- otklanjanje opasnosti od nastanka požara,
- rano otkrivanje, obavješćivanje te sprječavanje širenja i učinkovito gašenje požara,
- sigurno spašavanje ljudi i životinja ugroženih požarom,
- sprječavanje i smanjenje štetnih posljedica požara,
- utvrđivanje uzroka nastanka požara
- otklanjanje njegovih posljedica.

Terminologija korištena u zakonskim propisima

a) Otpornost na požar je sposobnost dijela građevine da kroz određeno vrijeme ispunjava zahtijevanu nosivost (R) i/ili cjelovitost (E) i/ili toplinsku izolaciju (I) i/ili drugo očekivano svojstvo, kako je propisano normom o ispitivanju otpornosti na požar.
b) Reakcija na požar je doprinos materijala razvoju požara uslijed vlastite razgradnje do koje dolazi izlaganjem tog materijala određenim ispitnim uvjetima.
c) Neposredna opasnost je stanje visokog požarnog rizika, koje može u bliskoj budućnosti dovesti do požara.
d) Evakuacijski put iz građevine je posebno projektiran i izveden put koji vodi od bilo koje točke u građevini do vanjskog prostora ili sigurnog prostora u građevini, čije značajke (otpornost i reakcija na požar, širina, visina, označavanje, protupanična rasvjeta i dr.) omogućuju da osobe zatečene u požaru mogu sigurno (samostalno ili uz pomoć spasitelja) napustiti građevinu.

Zakonska regulativa zaštite od požara

Svaka fizička i pravna osoba, tijelo državne vlasti te jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave dužni su djelovati na način kojim se ne može izazvati požar.

Svaka fizička i pravna osoba, tijela državne vlasti te jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave dužni su provoditi mjere zaštite od požara utvrđene odredbama Zakona o zaštiti od požara i drugim propisima donesenim na temelju njega, planovima i procjenama ugroženosti od požara, odlukama jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave te drugim općim aktima iz područja zaštite od požara.

Svaka fizička i pravna osoba odgovorna je za neprovođenje mjera zaštite od požara, izazivanje požara, kao i za posljedice koje iz toga nastanu sukladno odredbama Zakona o zaštiti od požara i odlukama jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave.

Svatko ima pravo i obvezu biti upoznat s opasnostima od požara na mjestu gdje boravi ili radi.

Radi osiguranja pravodobne i učinkovite zaštite od požara jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave te pravne osobe organiziraju osposobljavanje pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje početnih požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom prema posebnim propisima.

Svaka građevina ili njezin dio, ovisno o svojoj namjeni, mora se tijekom svog trajanja održavati na način da ispunjava bitni zahtjev zaštite od požara.

Svaki prostor ili njegov dio, ovisno o svojoj namjeni, mora se održavati na način da ispunjava propisane mjere zaštite od požara.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada dužni su održavati slobodnima i propisno označenima evakuacijske putove, kao i pristupe vatrogasnim vozilima.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada dužni su posjedovati uređaje, opremu i sredstva za gašenje požara.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada dužni su sukladno propisima, tehničkim normativima, normama i uputama proizvođača održavati u ispravnom stanju postrojenja, uređaje i instalacije električne, plinske, ventilacijske i druge namjene, dimnjake i ložišta, kao i druge uređaje i instalacije, koji mogu prouzročiti nastajanje i širenje požara te o održavanju moraju posjedovati dokumentaciju. Vlasnik, odnosno korisnik građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada dužni su održavati prijenosne i prijevozne aparata za gašenje požara, sukladno uputi proizvođača, o čemu mora postojati evidencija.

U nastavku slijede primjeri postupaka ustanova za obavljanje poslova zaštite od požara, koje posjeduju predmetna ovlaštenja izdana od nadležnih tijela Republike Hrvatske.

Ispitivanja:

- Pregled i ispitivanje hidrantske mreže
- Mjerenje tlakova i izračun količine vode u vodovodnoj mreži
- Pregled i ispitivanje sustava za gašenje vodom – sprinkle
- Pregled i ispitivanje sustava za gašenje vodom – drencher
- Pregled i ispitivanje sustava za hlađenje vodom

- Pregled i ispitivanje sustava za gašenje požara pjenom
- Pregled i ispitivanje bacača vode i pjene
- Pregled i ispitivanje sustava za gašenje požara plinom
- Pregled i ispitivanje sustava za dojavu požara
- Pregled i ispitivanje sustava za dojavu prisutnosti zapaljivih plinova i para
- Pregled i ispitivanje funkcionalnosti sustava za signalizaciju i gašenja požara
- Pregled i ispitivanje sustava za odvođenje dima i topline
- Pregled i ispitivanje funkcionalnosti klapni (zaklopki) otpornih prema požaru
- Pregled i ispitivanje funkcionalnosti vrata otpornih prema požaru
- Pregled i ispitivanje funkcionalnosti tipkala za isključenje električne energije
- Pregled i ispitivanje funkcionalnosti sigurnosne rasvjete
- Pregled i ispitivanje sustava za dojavu prisutnosti toksičnih plinova i para
- Pregled i ispitivanje nepropusnosti plinske instalacije
- Ispitivanje funkcionalnosti elektromagnetskih ventila
- Pregled i ispitivanje brodova unutranje plovidbe:
    - sustava za dojavu i gašenje požara
    - sustava za dojavu zapaljivih plinova

Akti (elaborati):

- Procjena ugroženosti od požara
- Plan zaštite od požara
- Normativni akt iz zaštite od požara (Pravilnik zaštite od požara)
- Elaborat zaštite od požara

2. VATROOTPORNI MATERIJALI

Vatrootpornost se definira kao svojstvo materijala da u određenom periodu izdrži visoke temperature koje se razvijaju tijekom gorenja. Takvi materijali pomažu u suzbijanju širenja vatre jer usporavaju njeno napredovanje. Iako se materijali nazivaju vatrootpornima to ipak nije u potpunosti ispravan izraz. Svaki materijal podložan je izgaranju ako se podvrgne utjecajima dovoljno visokih temperatura. Među široko korištenim materijalima su: cigla i opeka, staklena vlakna i kamena vuna (Slika 5.).

2.1. Najčešći primjeri

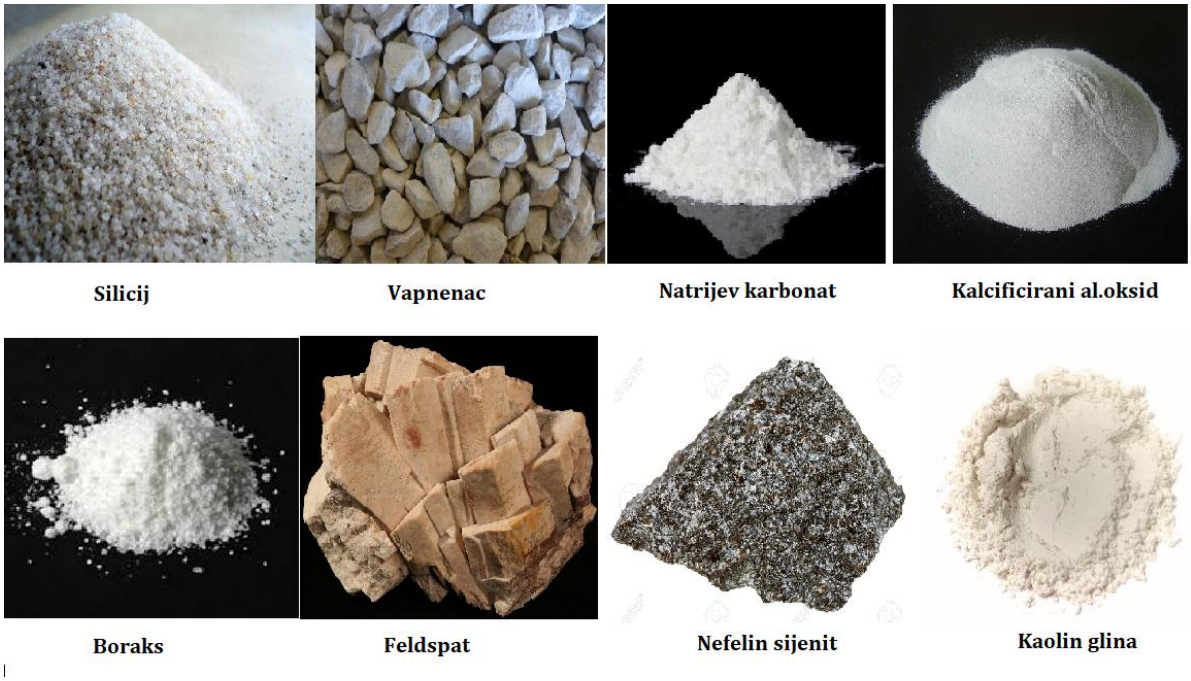
Vatrostalni materijali

U ovu skupinu tvrdih, vatrootpornih materijala ubrajaju se cement, cigla, keramika i opeka. U sastav ovih materijala ulaze određeni minerali (Slika 3.); aluminijev oksid (Al_2O_3), krom-željezov oksid ($FeCr_2O_4$), vatrena glina, magnezit ($MgCO_3$) i silicijev karbid (SiC). Vatrostalni materijali najčešće se koriste u visokotemperaturnim okruženjima poput peći, reaktora i ostalih sličnih jedinica u tehničkim procesima. Također se koriste u svrhe električne ili toplinske izolacije. Navedeni materijali u stanju su podnijeti veće temperature od metala (540 °C) i otporni su na fizičko trošenje i kemijska sredstva.

Slika 3. Minerali korišteni u vatrostalnim materijalima

Stakleno vlakno

Stakleno vlakno (eng. fiberglass) kombinacija je primarno stakla i pijeska. Sirovine koje se koriste u proizvodnji „fiberglasa“ su: silicijev pijesak, vapnenac, natrijev karbonat, kalcificirani aluminijev oksid, boraks (natrijev borat), feldspat, nefelin sijenit, magnezit i kaolin glina (Slika 4). Stakleno vlakno proizvodi se na način da se otopljeno staklo gura kroz stroj za prosijavanje koji ga formira u navoje, a koji se dalje sljepljuju. Ovaj materijal je snažan, izdržljiv i prirodno nezapaljiv zbog sastava kojeg čine pijesak i reciklirano staklo. Služi za razne svrhe poput električne izolacije, tekstila i ojačanja. Također koristi se za potrebe stvaranja kiselinske otpornosti i za toplinsku izolaciju. U praksi svoje je mjesto ovaj proizvod našao na trupovima brodova, automobilima, pećima i rashladnim jedinicama te akustičnim zidovima (zvučna izolacija).



Slika 4. Materijali korišteni za izradu staklenog vlakna

Mineralna i staklena vuna

Mineralna i staklena vuna loši su vodiči topline i zvuka, a osim toga teško su gorivi i imaju visoku temperaturu zapaljenja. Ovakva svojstva čine ih odličnim vatrootpornim materijalima. Oba materijala su otporna na najezde insekata što ih čini odličnima za građevinsku namjenu. Mineralna vuna, a i staklena načinjene su od šljake, kamena, stakla i minerala. Navedene sirovine tale se i razvijaju u filamente (spiralne čestice). Najčešća upotreba ovih materijala uključuje termoizolaciju, vatrootporne barijere, brtve u autoindustriji i kočione elemente.

Vatrostalna opeka **Stakleno vlakno** **Mineralna vuna**

Slika 5. Najčešće korišteni vatrootporni materijali

2.2. Istraživanja vatrootpornosti

Prema [5] u klasičnom požarnom ispitivanju ispitne su komponente izložene rastućoj temperaturi čija se ovisnost o vremenu prema [6] izražava na sljedeći način:

a) Celulozni požar (standardni)

$$\vartheta = 345log_{10}(8t + 1) + 20 \qquad (1)$$

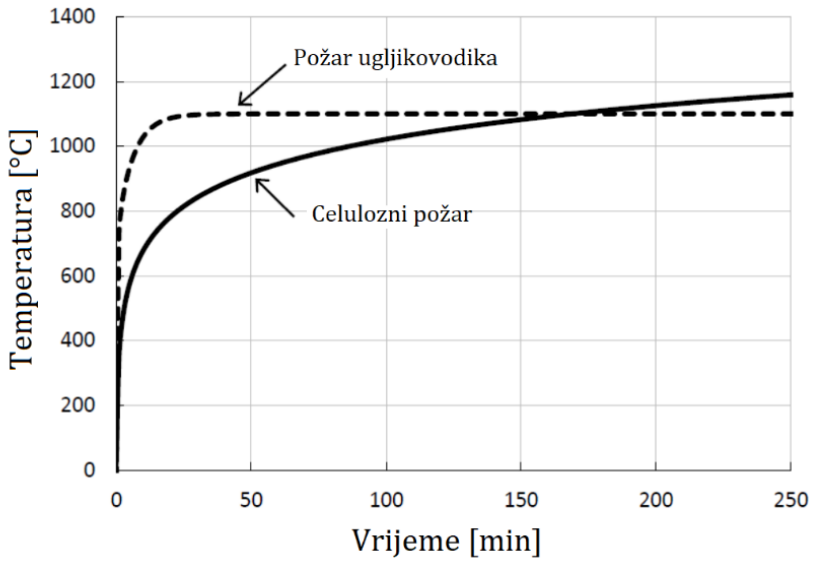
b) Požar ugljikovodika (prema ISO/DIS 834)

$$\vartheta = 1100(1 - 0.325e^{-0.1667t} - 0.204e^{-1.417t} - 0.471e^{-15.833t}) \qquad (2)$$

gdje su

- ϑ - temperatura [°*C*];
- t - vrijeme trajanja požara [*min*], maksimalno do 360 min.

Na Slici 6. može se vidjeti razvoj temperature ovisno o navedenim vrstama požara. Relevantna vrsta požara za problem ovog rada je celulozni požar koji je najčešći ako govorimo o slučaju požara na klasičnom građevinskom objektu. Razvoj temperature u takvom požaru, kao što potvrđuju krivulje, blaže je prirode i prema takvome će se provoditi scenariji grijanja korišteni tijekom analize dalje u tekstu.



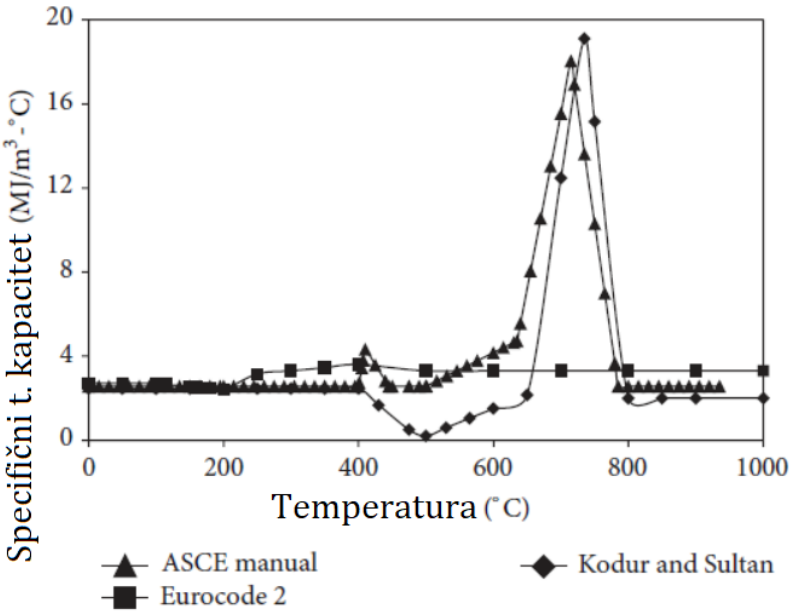
Slika 6. Krivulja razvoja temperature požara [6]

2.2.1. Izvadci iz literature

Ispitivanje materijala DSC metodom

DSC (eng. differential scanning calorimetry) termoanalitički je pristup pri kojemu se ispituje količina topline potrebna da se ispitni uzorak i referentni objekt zagriju do neke temperature. Rezultat mjerenja je funkcija ovisna o temperaturi. I uzorak i referentni objekt cijelo vrijeme moraju se održavati na istoj temperaturi. Načelo odabira temperature ispitivanja je takvo da temperatura držača uzorka bude povećavana linearno kao funkcija vremena. Referentni uzorak mora imati precizno definiran toplinski kapacitet za raspon temperatura pri kojemu se mjeri ispitni uzorak [10].

Istraživači Khaliq i Kodur [7] sakupili su podatke iz više znanstvenih studija o mjerenim specifičnim toplinskim kapacitetima različitih materijala. Na Slici 7. prikazani su različiti rezultati mjerenja s DSC opremom temeljeni na ne posve jednakim standardima. Međutim, pokazano je da je specifični toplinski kapacitet betona u svim mjerenjima skoro konstantan do vrijednosti od oko 400 °C kada doživljava nagli skok između temperatura 700 i 800 °C. Ovo se objašnjava odvijanjem endotermičke reakcije koja je rezultat raspadanja u strukturi materijala što apsorbira veliku količinu energije.



Slika 7. Izvadak iz literature: mjerenje betona DSC metodom

Specifični toplinski kapacitet gipsa pri visokim temperaturama

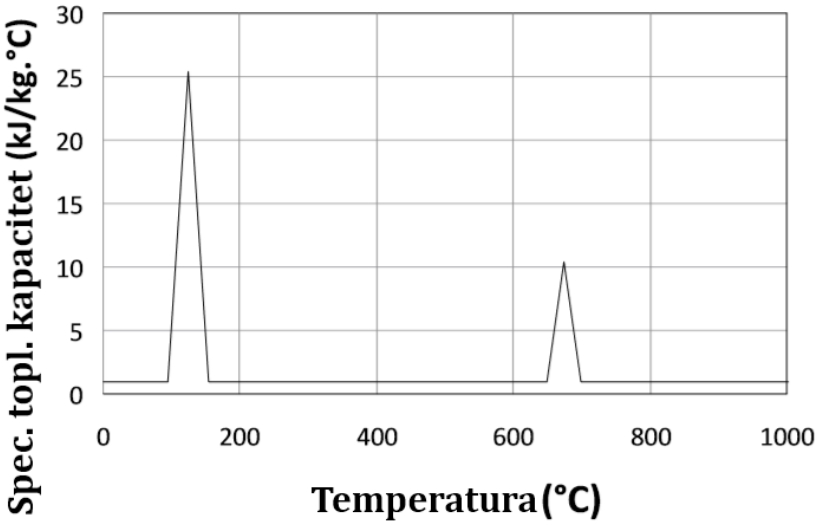
Prema [8] u materijalima se tijekom provođenja ispitivanja specifičnog toplinskog kapaciteta pojavljuju 2 nagla skoka u krivuljama (Slika 8.). Te pojave objašnjavaju se kao pojave dehidracije uzorka. Voda koja isparava iz materijala preuzima toplinu za odvijanje reakcije promjene faznog stanja i prividno povećava specifični toplinski kapacitet. Zbog toga su autori iz navedenog članka naveli izraz za korekciju ove pojave. Dodana vrijednost specifičnog toplinskog kapaciteta zbog isparavanja vode može se izračunati prema

$$\Delta c = \frac{2.26\text{x}10^6}{\Delta\vartheta}(e_\mathrm{d} f_1 + e_\mathrm{sl}) f_2 \qquad [\mathrm{J/kg°C}] \qquad (3)$$

gdje je

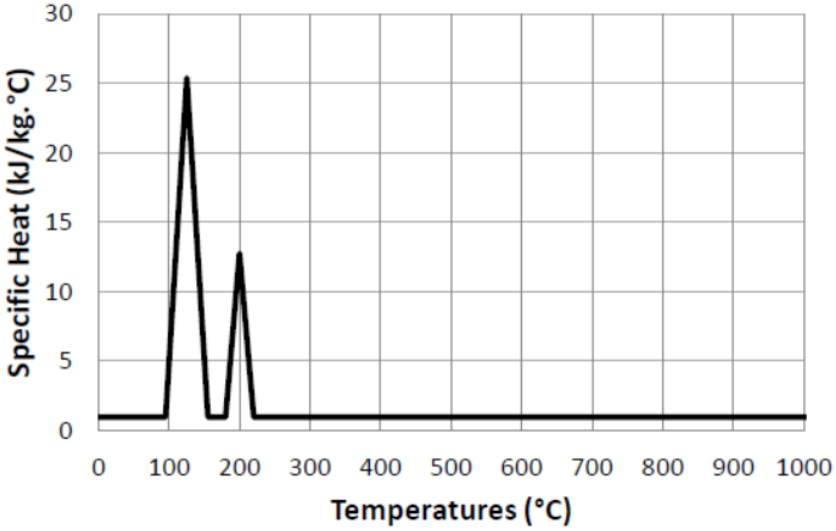
- Δc - prosječno povećanje spec. toplinskog kapaciteta [J/kg°C],
- e_d - sadržaj isparene vode (postotak ukupne mase),
- e_sl - sadržaj slobodne vode (postotak ukupne mase)
- $\Delta\vartheta$ - temperaturni interval [°C],
- f_1, f_2 - korekcijski faktori koji u obzir uzimaju brzinu reakcija (ovisno o jačini toplinskog toka) i utjecaj kretanja čestica vode

Vrijednosti faktora f_1 i f_2 su 1,28 i 1,4.[11]



Slika 8. Ovisnost specifičnog toplinskog kapaciteta gipsa o temperaturi prema [10]

Slična opažanja zabilježena su i ovoj doktorskoj studiji [9].



Slika 9. Izvadak iz literature. Mjerenje DSC metodom.

Iako u drugim temperaturnim intervalima, pojava povećanog specifičnog toplinskog kapaciteta prisutna je u svim materijalima s udjelom vlage u svom sadržaju.

2.3. Svojstva ispitivanih materijala

U sklopu ovog diplomskog rada određivan je specifični toplinski kapacitet sljedećih materijala:

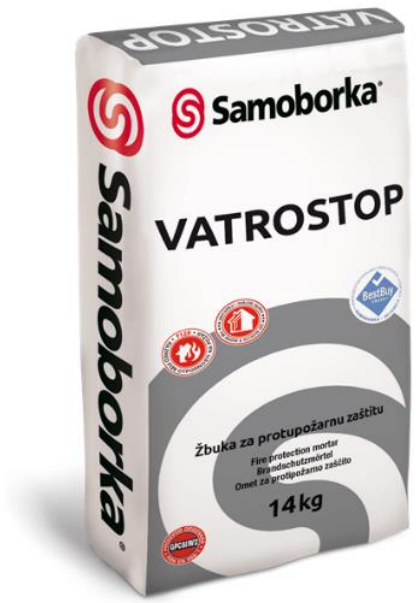
- vatrootporne žbuke „Vatrostop“, proizvođač Samoborka, Samobor i
- vatrobetona „Vatrit“, proizvođač VIG, Zagreb

2.3.1. VATROSTOP žbuka

Ovaj materijal proizvod je Samoborke d.d. i namijenjen je protupožarnoj zaštiti metalnih i armirano-betonskih konstrukcija. Po izgledu to je sivi prah, a tehničke karakteristike i svojstva prikazana su u Tablica 1.

Tablica 1. Tehničke karakteristike Vatrostop žbuke

Razredba prema HRN EN 998-1: GP CS Il W 2	
Gustoća suhog očvrslog morta (HRN EN 1015-10)	≈ 550 kg/m^3
Tlačna čvrstoća nakon 28 dana (HRN EN 1015-11)	CS II (1,5 – 5,0 N/mm^2)
Čvrstoća prionjivosti (HRN EN 1015-12)	≥0,2 N/mm^2 ; SL:B
Vodoupojnost (HRN EN 1015-18)	W 2 (≤ 0,2 kg/m^{2}min^{0,5})
Paropropusnost, μ (HRN EN 1015-19)	≤15
Toplinska provodljivosti, $\lambda_{10,dry}$ (HRN EN 1745) tab.	≈0,15 W/(m·K) (kod 20°C)
Razredba reakcije na požar (HRN EN 13501-1)	A 1
Otpornost prema požaru (HRN DIN 4102-2)	razred F120



Slika 10. Vatrostop protupožarna žbuka [Samoborka]

2.3.2. VATRIT vatrobeton

Vatrit vatrobeton proizvod je tvrtke VIG d.d. iz Zagreba. Namijenjen je upotrebi pri gradnji objekata koji rade u visokotemperaturnim uvjetima. Koristi se za oblaganje konstrukcija poput čeličnih stupova ili ostalih nosivih elemenata koje je potrebno dodatno zaštititi od utjecaja požara. Poznata su sljedeća svojstva ovog materijala.

Tablica 2. Tehničke karakteristike Vatrit vatrobetona

VATRIT vatrobeton		
Struktura	Polipropilenska mikroarmatura PM6/15; 2kg/m^3	
	Zrna veličine maksimalno 8mm	
	Drobljeni dolomitni agregat	
	Mikroarmirani vatrobeton C30/37 (XC4;XS1;CI0,10)	
SVOJSTVO	**Vrijednost**	
Gustoća, ρ	2006	[kg/m^3]
Toplinska provodnost, λ	-0,221ln(T)+2,0929	[W/m°C]
	$\lambda = 0{,}65152 \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m°C}}\ pri\ 680\ °\mathrm{C}$	

3. EKSPERIMENTALNA ANALIZA

Veoma je važno znati kako se građevni materijal ponaša u uvjetima požara. Zato se prije stvarne izgradnje objekata konstruiraju njihovi virtualni modeli i provodi se analiza stvarnih uvjeta požara kako bi se utvrdile moguće slabe točke i zadovoljavaju li postavljene požarne barijere i zidovi zadane uvjete i kriterije. Na kraju, ovakve analize svode se na utvrđivanje otpornosti određenog zida ili elementa gradnje na povećanje temperature, odnosno pri kojoj temperaturi takav element popušta (urušava se). Mehanička svojstva materijala koja su od značajne važnosti u ovakvim analizama su linearno istezanje i gubitak mase u ovisnosti o temperaturi. Kako bi se mogla napraviti takva mehanička analiza potrebno je, između ostalog, poznavati funkciju ovisnosti termodinamičkih svojstava o temperaturi; specifičnog toplinskog kapaciteta $c = c_p(\vartheta)\ \left[\frac{J}{kgK}\right]$ i toplinske provodljivosti $\lambda = \lambda(\vartheta)\ \left[\frac{W}{mK}\right]$.

Za rješavanje predstavljenog problema u ovom radu prvo će se napraviti eksperimentalna analiza nakon koje će slijediti provjera numeričkom analizom.

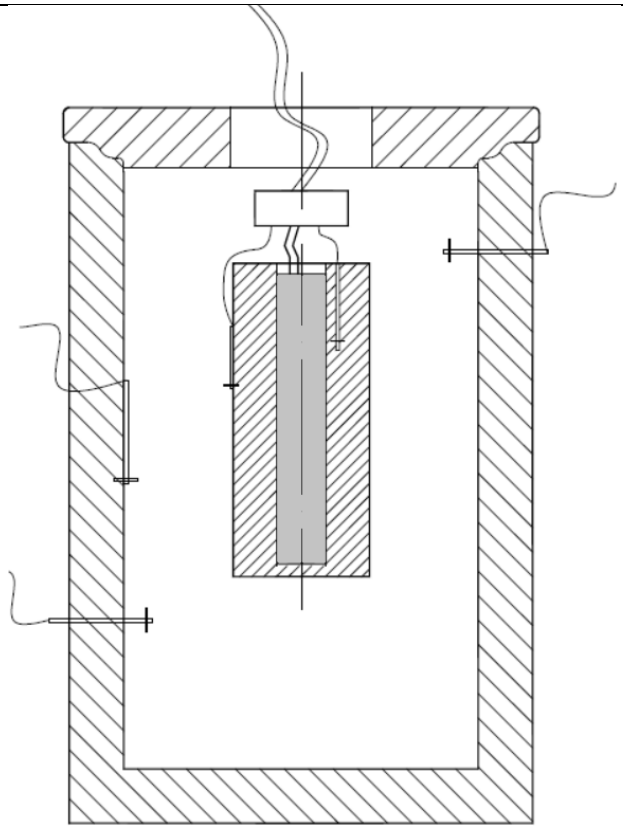
3.1. Opis sustava

Za utvrđivanje specifičnog toplinskog kapaciteta termootporne žbuke i vatrobetona postoji više načina i metoda mjerenja. Za tu svrhu u literaturi se mogu pronaći razni primjeri ispitivanja, ali će se u sklopu ovog rada primijeniti posebno osmišljen i jedinstven sustav za ispitivanje koji se sastoji od sljedećih komponenti:

- uzorak materijala koji se ispituje (cilindrični oblik),
- termoizolacijska posuda u kojoj se nalazi uzorak (cilindrični oblik),
- elektrogrijač s varijabilnim transformatorom
- mjerna oprema: termoparovi, multimetri, računala, itd.

Najvažniji parametar koji se za rješavanje ovog problema prati je temperatura. Iz tog je razloga na svaku komponentu sustava pričvršćen/spojen 1 ili 2 termopara, ovisno o tome koliki volumni temperaturni gradijent na određenoj komponenti postoji.

Na Slici 11. moguće je vidjeti shemu stvarnog sustava predviđenog za mjerenje i točne pozicije termoparova. Sivom bojom označen je električni grijač postavljen u središte uzorka. Dakle, uzorak se nalazi u sredini termoizolacijske posude viseći s poklopca tako da ne postoji direktan dodir sa stijenkom posude u kojoj se uzorak nalazi.



Slika 11. Shematski prikaz sustava izolacijske posude, električnog grijača i ispitnog uzorka

3.1.1. Svojstva komponenti sustava

U sklopu analize podataka dobivenih mjerenjem potrebno je poznavati svojstva komponenti koje sudjeluju u izmjenama topline (mase, volumeni, površine, itd.). U sljedećoj tablici (Tablica 3.) prikazana su svojstva važna za izvedbu analize. Toplinska provodljivost materijala dobivena je u srodnom ispitivanju provedenom na Fakultetu strojarstva i brodogradnje.

Tablica 3. Svojstva komponenti mjernog sustava

Svojstvo	Komponenta				
	Zrak	Grijač	Žbuka	Beton	Posuda
Masa [kg]	0,007795	0,0507	0,111	0,435	-
Volumen [L]	6,019	0,020027	0,19781		6,019
Gustoća [kg/m^3]	1,295	2531,58	561,14	2199,08	-
Oplošje [m^2]	-	0,011741	0,02147		0,1669
cp [kJ/kgK] pri 20 °C	1,004	1,200	?		-
λ [W/mK] pri 20 °C	0,025	-	0,1014	2,093	-
Emisivnost	-	-	0,91	0,92	0,047

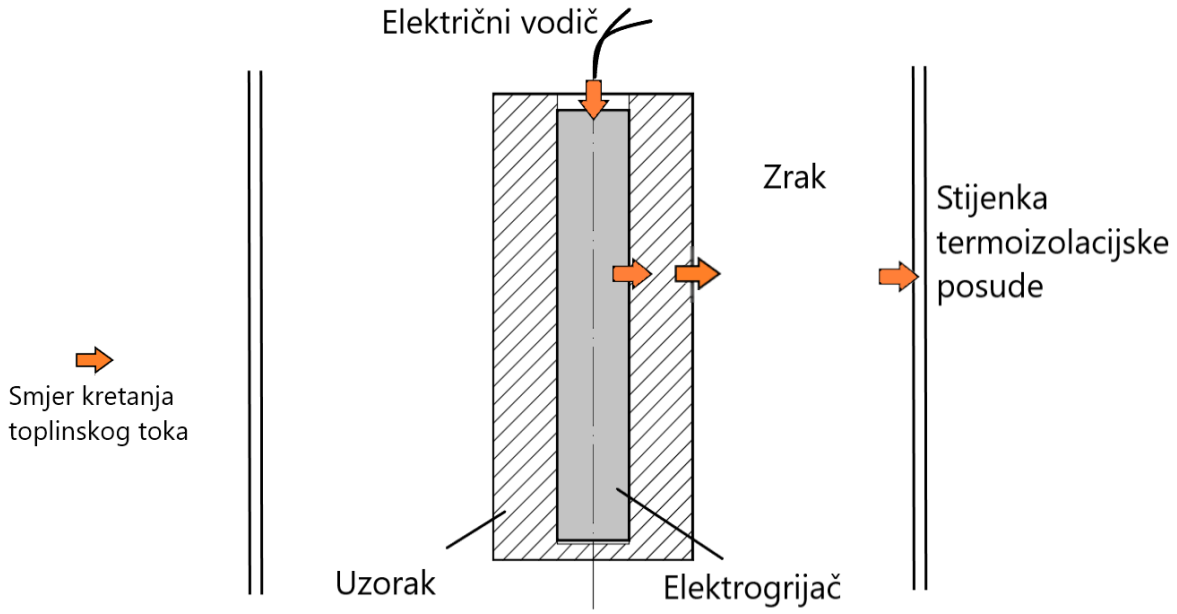
3.1.2. Model prijelaza topline

Elektrogrijač koji se nalazi u središtu cilindričnog uzorka izvor je topline u sustavu. Najznačajniji dio toplinskog toka širi se radijalno kroz uzorak, a zanemarivi dio aksijalno (gore i dolje). Toplinski tok polazi iz središta grijača i provodi se kroz grijač prema unutarnjoj stijenki uzorka do vanjske stijenke uzorka gdje postoji prijelaz topline konvekcijom na zrak i zračenjem na unutarnju stijenku termoizolacijske posude.

Matematički model opisanog sustava sastoji se od bilanca energije u više razina (podsustava). Svaka razina predstavlja zatvoreni sustav i određena je prema objektima koji se nalaze u interakciji. Na taj način postoji sljedeća podjela bilanci energija:

1) Izmjena energije električnog vodiča i elektrogrijača,
2) Izmjena topline provođenjem između elektrogrijača i uzorka,
3) Izmjena topline konvekcijom između uzorka i zraka i
4) Izmjena topline zračenjem između stijenki uzorka i termoizolacijske posude

Shematski prikaz modela prijelaza topline vidljiv je na Slici 12.



Slika 12. Prikaz kretanja toplinskog toka u sustavu

Prema navedenom prikazu moguće je uočiti izmjene topline između određenih objekata. Međutim, kako je cijeli sustav (pod pretpostavkom) idealno izoliran, mogu se postaviti granice oko sustava i promatrati ulazne i izlazne energije iz istog.

Osnovna energetska bilanca

Uzimajući u obzir cijeli promatrani sustav, unutar njegovih granica može se postaviti ukupna bilanca energije:

$$E_{\mathrm{ul}} - Q_{\mathrm{g}} - Q_{\mathrm{uz}} - Q_{\mathrm{zr}} - Q_{\mathrm{z}} = 0 \qquad [\mathrm{J}] \qquad (4)$$

gdje je

- E_{ul} - ulazna električna energija [J],
- Q_{g} - toplinska energija koja zagrijava elektrogrijač [J],
- Q_{uz} - toplinska energija koja zagrijava ispitni uzorak [J],
- Q_{zr} - toplinska energija koja se predaje zračenjem na stijenku posude [J],
- Q_{z} - toplinska energija koja zagrijava zrak u sustavu [J].

Kako je za potrebe utvrđivanja termodinamičkih svojstava navedenih materijala od najveće važnosti odrediti toplinsku energiju koja zagrijava uzorak, tako će se i opis modela orijentirati tako da krajnji rezultat bude Q_{uz} i specifični toplinski kapacitet $c = c_p(\vartheta)$. Prema tome, jednadžba (1) može se preformulirati na sljedeći način:

$$Q_{\mathrm{uz}} = E_{\mathrm{ul}} - Q_{\mathrm{g}} - Q_{\mathrm{zr}} - Q_{\mathrm{z}} \qquad [\mathrm{J}] \qquad (5)$$

S obzirom na to da su poznate temperature komponenti u sustavu, slijede prikladni matematički izrazi koji opisuju članove iz glavne energetske bilance.

Ulazna električna energija

Električna energija koja ulazi u sustav u pretpostavljenom slučaju (bez gubitaka) u 100%-tnoj mjeri pretvara se u ulaznu toplinsku energiju Q_{ul}, a jednaka je električnoj snazi P_{EL} (mjerena u vodiču) integriranoj u vremenu. Podatke o naponu i struji tijekom mjerenja moguće je bilo očitati na multimetrima koji su postavljeni na mjernoj liniji (Poglavlje 3.2.1)

$$E_{\mathrm{ul}} = Q_{\mathrm{ul}} = \int_{t_0}^{t_{\mathrm{i}}} P_{\mathrm{EL}} \cdot dt = \int_{t_0}^{t_{\mathrm{i}}} U \cdot I \cdot dt = U \cdot I \cdot \int_{t_0}^{t_{\mathrm{i}}} dt \qquad [\mathrm{J}] \qquad (6)$$

gdje su

- Q_{ul} - toplinska energija koja ulazi u sustav [J],

- P_{EL} - ulazna električna snaga [W],
- U - napon u vodiču (mjeren voltmetrom) [V],
- I - jakost struje u vodiču (mjerena ampermetrom) [A],
- t_0 - početni vremenski trenutak [s],
- t_{i} - vremenski trenutak isključivanja elektrogrijača [s].

Toplinska energija predana grijaču

Toplinska energija predana masi grijača Q_{g} rezultira povećanjem temperature grijača i može se odrediti prema mjerenim vrijednostima temperatura na temelju jednadžbe

$$Q_{\mathrm{g}} = m_{\mathrm{g}} \cdot c_{\mathrm{g}} \cdot \left(\vartheta_{\mathrm{g,t2}} - \vartheta_{\mathrm{g,t1}}\right) \qquad [\mathrm{J}] \qquad (7)$$

gdje je

- Q_{g} - toplinska energija koja zagrijava elektrogrijač [J],
- m_{g} - masa elektrogrijača [kg],
- c_{g} - specifični toplinski kapacitet grijača [J/kgK],
- $\vartheta_{\mathrm{g,t2}}$ - temperatura grijača u krajnjem vremenskom trenutku [s],
- $\vartheta_{\mathrm{g,t1}}$ - temperatura grijača u početnom vremenskom trenutku [s].

Toplinska energija predana zračenjem

Toplinska energija koja se emitira s površine vanjske stijenke uzorka $\mathrm{Q_{zr}}$ i rezultira povećanjem temperature stijenke termoizolacijske posude može se odrediti prema jednadžbi zračenja temeljem poznatih temperatura dviju stijenki.

$$Q_{\mathrm{zr}} = \int_{t_0}^{t_i} A_{\mathrm{uz}} \cdot C_{12} \left[\left(\frac{T_{\mathrm{su}}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{\mathrm{sp}}}{100}\right)^4\right] \cdot dt \qquad [\mathrm{J}] \qquad (8)$$

gdje je

- A_{uz} - površina oplošja ispitnog uzorka [m^2],
- C_{12} - konstanta zračenja između dviju stijenki [W/m^2(100K)^4],
- T_{su} - apsolutna temperatura vanjske stijenke uzorka [T],

- T_{sp} - apsolutna temperatura unutarnje stijenke posude [T],
- t_0 - početni vremenski trenutak [s],
- t_i - vremenski trenutak postizanja stacionarnog stanja [s](Slika 13.).

Kako su vrijednosti površine oplošja A_{uz} i konstante zračenja C_{12} konstantne tijekom vremena integracije, mogu se izvući izvan integrala te jednadžba sada glasi

$$Q_{zr} = A_{uz} \cdot C_{12} \int_{t_0}^{t_i} \left[\left(\frac{T_{su}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{sp}}{100} \right)^4 \right] \cdot dt \qquad [J] \qquad (9)$$

Konstanta zračenja C_{12} svojstvo je određeno emisivnošću stijenki u međudjelovanju te odnosom veličina njihovih površina. Izraz ovisnosti glasi

$$C_{12} = \frac{C_c}{\frac{1}{\varepsilon_{su}} + \omega \left(\frac{1}{\varepsilon_{sp}} - 1 \right)} \qquad [W/m^2(100K)^4] \qquad (10)$$

gdje je

- C_c - Stefan-Boltzmannova konstanta zračenja $[W/m^2(100K)^4]$,
- ε_{su} - emisivnost stijenke uzorka [-],
- ε_{sp} - emisivnost stijenke termoizolacijske posude [-],

Toplinska energija predana zraku

Masa zraka u sustavu izmjenjuje toplinu konvekcijom s ispitnim uzorkom te sa stijenkom posude. Toplinska energija koja se predaje masi zraka Q_z i rezultira povećanjem temperature zraka u termoizolacijskoj posudi može se odrediti prema mjerenim vrijednostima temperature na temelju sljedećeg izraza

$$Q_z = m_z \cdot c_z \cdot \left(\vartheta_{z,t2} - \vartheta_{z,t1} \right) \qquad [J] \qquad (11)$$

gdje je

- Q_z - toplinska energija predana zraku [J],
- m_z - masa zraka u sustavu [kg],
- c_z - specifični toplinski kapacitet zraka[J/kg·K],

- $\vartheta_{z,t2}$ - temperatura zraka u krajnjem vremenskom trenutku [s],
- $\vartheta_{z,t1}$ - temperatura zraka u početnom vremenskom trenutku [s].

Specifični toplinski kapacitet uzorka

Nakon što se prema izrazu (5) odredi toplinska energija Q_{uz} koja zagrijava masu uzorka m_{uz} moguće je odrediti specifični toplinski kapacitet uzorka c_{uz} koji je ispitivan. Navedeno se računa prema sljedećem izrazu

$$c_{uz} = \frac{Q_{uz}}{m_{uz}(\vartheta_{uz,t2} - \vartheta_{uz,t1})} \qquad [J/kgK] \qquad (12)$$

gdje je

- Q_{uz} - toplinska energija koja zagrijava masu uzorka [J],
- m_{uz} - masa ispitivanog uzorka [kg],
- c_{uz} - specifični toplinski kapacitet uzorka [J/kgK],
- $\vartheta_{uz,t2}$ - temperatura uzorka u krajnjem vremenskom trenutku [s],
- $\vartheta_{uz,t1}$ - temperatura uzorka u početnom vremenskom trenutku [s].

Važno je napomenuti da je fizički nemoguće montiranje više termoparova u samo središte uzorka na način kako bi jedan mjerio točnu temperaturu grijača, a drugi temperaturu središta uzorka (nekoliko mm razmaka). Navedeno bi uzrokovalo pucanje i degradaciju materijala na tom dijelu pa se stoga temperatura grijača odredila prema mjerenim rezultatima gdje je zagrijavan samo grijač i prikladno se ta informacija iskoristila u ovoj analizi.

Specifični toplinski kapacitet uzorka pridružuje se maksimalnoj prosječnoj temperaturi uzorka postignutoj u jednom mjerenju. Prosječna temperatura uzorka računa se na sljedeći način:

$$\vartheta_{uz,ti} = \frac{(\vartheta_{sr,ti} + \vartheta_{su,ti})}{2} \qquad [°C] \qquad (13)$$

gdje je

- $\vartheta_{uz,ti}$ - prosječna temperatura uzorka u i-tom trenutku [°C],
- $\vartheta_{sr,ti}$ - temperatura središta uzorka u i-tom trenutku [°C],
- $\vartheta_{su,ti}$ - temperatura stijenke uzorka u i-tom trenutku [°C].

3.1.3. Kritične vremenske točke

Kako bi se unaprijed razjasnilo u kojim trenucima se uzimaju relevantne temperature (krajnja i početna) koje su važne u prethodno navedenim jednadžbama topline u analizi, prikazana je krivulja razvoja temperature u uzorku na središnjem termoparu i onome na stijenki (Slika 13.).

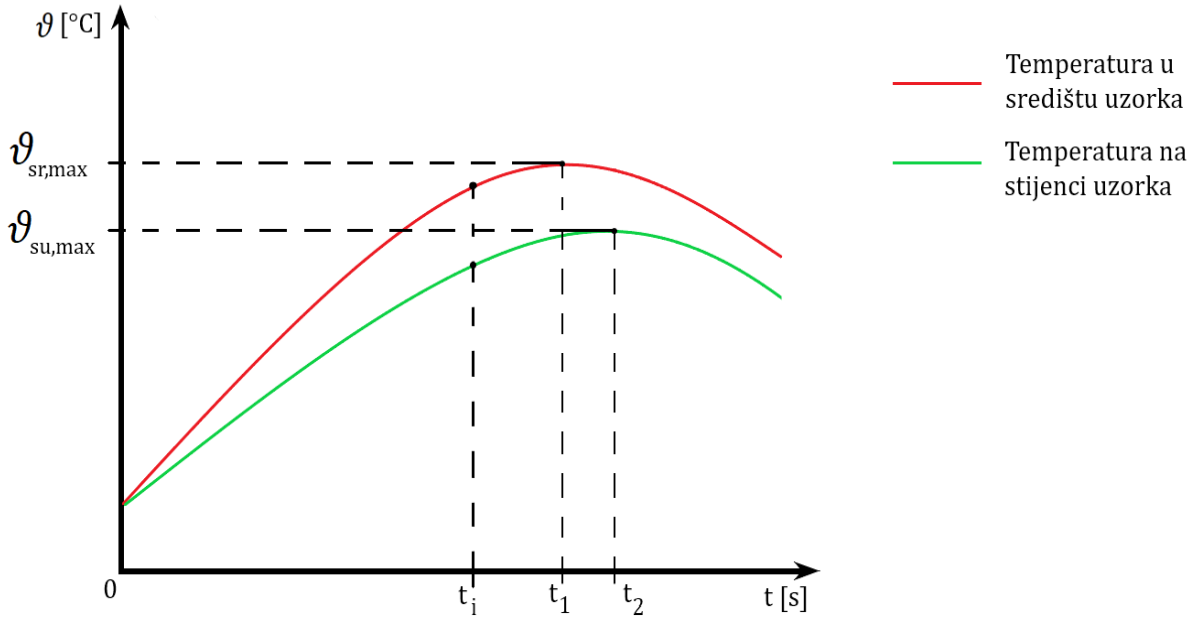
Stacionarno stanje

Zbog različitih pozicija dvaju termoparova u uzorku, onaj na stijenki bilježi sporiji porast temperature i niži maksimum (zelena krivulja). Početna vremenska točka u nultom trenutku t_0 jednostavna je za odrediti jer obje krivulje počinju iz iste točke, ali ona krajnja koja predstavlja stacionarno stanje sustava dobiva se iz aritmetičke sredine vremenskih točaka s maksimalnim temperaturama. Stoga, izraz za izračun krajnje vremenske točke t_{12} glasi

$$t_{12} = \frac{(t_1+t_2)}{2} \qquad [\mathrm{s}] \qquad (14)$$

gdje je

- t_{12} - vrijeme dogovorenog postizanja stacionarnog stanja sustava [s],
- t_1 - vrijeme potrebno za postizanje maksimalne temperature u središtu uzorka [s],
- t_2 - vrijeme potrebno za postizanje maksimalne temperature na stijenci uzorka [s].



Slika 13. Krivulja temperatura mjerenih u uzorku

Točka isključivanja grijača

U jednadžbama termodinamičkog modela ključan je trenutak t_i koji označava vrijeme trajanja uključenosti elektrogrijača u sekundama jer će to vrijeme direktno utjecati na količinu energiju ubačenu u sustav. Tijekom mjerenja bilježi se točno vrijeme isključivanja grijača, a to je u trenutku postizanja unaprijed dogovorene temperature središta (npr. 400°C ili 500 °C). Na grafu (Slika 13.) označen je opisani vremenski trenutak.

3.2. Provedba mjerenja

Mjerenja na ispitnim uzorcima provedena su u Laboratoriju za toplinu i toplinske uređaje na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu.

Zbog mjerenja tijekom duljeg vremenskog perioda, početni temperaturne uvjeti u uzorcima i sustavu razlikovali su se i po 10 °C. Osim toga, veliki faktor tijekom provođenja eksperimenta bila je vlaga u zraku koja se proširila na uzorke tijekom hlađenja sustava i između mjerenja. Temperatura i vlaga uzrokovale su sporiji ili brži trend zagrijavanja uzorka (unošenja topline u sustav) i zbog toga su morale biti uvedene korekcije kako bi analiza bila valjana.

Prilikom određivanja temperaturno ovisnih svojstava materijala, potrebno je napraviti takve uvjete mjerenja koji će isključiti utjecaj ostalih faktora na rezultate. U slučaju utvrđivanja specifičnog toplinskog kapaciteta kada je uzorke potrebno nadzirati termoparovima ili ostalim mjernim uređajima tijekom postupka grijanja, sustav u kojem se uzorak nalazi potrebno je idealno izolirati tako da toplina koja ulazi u sustav može biti kontrolirana (zatvoren sustav).

Analiza se provodila na sljedeći način: u prije opisani zatvoren sustav kreće se s ubacivanjem toplinskog toka preko elektrogrijača (svaki materijal s određenom vrijednošću toka). Od početnog trenutka obavlja se mjerenje temperature u središtu uzorka i stijenke uzorka, kao i temperature zraka u posudi i stijenke posude. Kako se uzorak zagrijava središnji termopar mjeri rapidno povećanje temperature dok onaj vanjski bilježi sporije povećanje. Uzrok tomu je masa grijača, uzorka, isparavanje vode u uzorku itd.

Grijač se isključuje u trenutku postizanja središnje temperature koja je određena scenarijem grijanja, a ta se točka u vremenu bilježi. Svaki uzorak prošao je kroz minimalno 6 scenarija grijanja, a koji se očituju u maksimalnoj temperaturi mjerenoj u uzroku.

Scenarij s minimalnom temperaturom bio je pri 250 °C, a maksimalnom 500 °C. Dakle temperature su povećavane s inkrementom od 50 °C (250, 300, 350, 400, 450 i 500 °C). Redoslijed obavljanja mjerenja nije nužno bio od najmanje do najveće temperature, a u pravilu

je bilo moguće provesti jedno do dva mjerenja u jednom danu zbog potrebnog postizanja istih početnih uvjeta (sustav se u potpunosti morao ohladiti).

Napon na varijabilnom izlazu transformatora (napon koji napaja grijač) u slučaju žbuke iznosio je 150 V (0,7 A), a u slučaju betona 220 V (1 A). Navedeni podaci mjereni su na multimetrima (Poglavlje Mjerna oprema). Prema navedenom bilo je moguće izračunati snagu koja je napajala električni grijač i određivala ulazni toplinski tok u sustav.

Nakon isključivanja grijača u trenutku postizanja željene temperature zbog akumulirane topline u grijaču se u uzorak i dalje dovodi toplina, a stacionarno stanje u sustavu postiglo se par minuta kasnije. U trenutku postizanja stacionarnog stanja bilježi se druga točka u vremenu kako bi se za analizu mogla dobiti vrijednost ubacivane topline.

Po završetku mjerenja poklopac termoizolacijske posude ostavljen je otvoren kako bi se uzorak i cijeli sustav učinkovitije ohladio. Ovo je donijelo i nužnu smetnju prilikom sljedećeg mjerenja, a to je povlačenje vlage iz okolnog prostora nazad u sustav.

3.2.1. Mjerna oprema

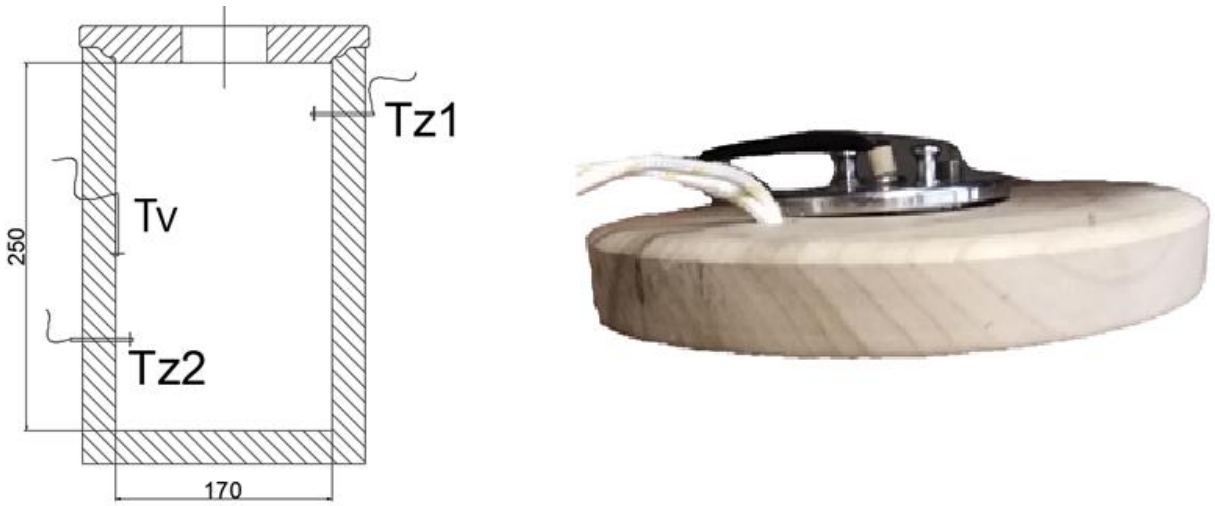
Sva mjerna oprema omogućena je od strane fakulteta i osoblja Laboratorija za toplinu i toplinske uređaje. Od mjerne opreme bile su potrebne sljedeće komponente:

- Termoizolacijska posuda
- Elektrogrijač
- Termoparovi
- Varijabilni transformator
- Multimetri
- Modul za obradu podataka
- Računalo

Termoizolacijska posuda

Kako bi se kontrolirali uvjeti tijekom provedbe ispitivanja uzorci su bili postavljeni u termički izoliranu posudu. Posuda je cilindričnog oblika promjera 170 mm i visine 250 mm (Slika 14.). U posudi su se nalazila tri termopara K tipa; dva koja su mjerila temperaturu zraka u peći i jedan koji je mjerio temperaturu stijenke posude. Stijenka posude limena je i glatka sjajna površina faktora emisivnosti $\varepsilon_s = 0{,}1$. Izolacijska posuda sastoji se (gledajući iznutra) od unutarnje sjajne stijenke, više međuslojeva za izolaciju, vanjske stijenke (obični lim). Iako je navedena izolacijska posuda nekomercijalni proizvod, proizvedena je u laboratoriju Fakulteta

strojarstva i brodogradnje na Zavodu za tehničku termodinamiku i odlično služi namijenjenoj funkciji, izoliranju ispitnog sustava. Također, na skici su vidljive pozicije triju termoparova (Tv, Tz1 i Tz2) kao i provrta u poklopcu posude kroz koji se montira uzorak. Poklopac ima središnji provrt u koji dolazi čelični umetak s držačima za grijač te bočni provrt za žice termoparova (Slika 14. desno). Dno poklopca obloženo je aluminijskom folijom za dodatnu toplinsku izolaciju.



Slika 14. Skica izolacijske posude s dimenzijama (lijevo). Poklopac (desno).

Slika 15. Realni prikaz termoizolacijske posude (lijevo. Pogled odozgora (desno).

Svaki uzorak na sebi ima montirana 2 termopara; jedan koji mjeri temperaturu središta TC i nalazi se u spomenutom provrtu na dubini od 40 mm od vrha uzorak, dok drugi TS mjeri temperaturu stijenke uzorka (Slika 15.).

Elektrogrijač

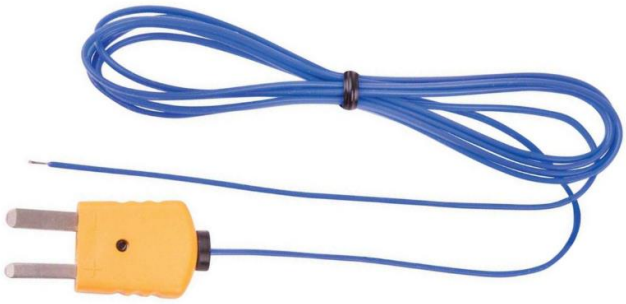
Ubacivanje topline u sustav postignuto je elektrogrijačem cilindričnog oblika koji je načinjen od kvarcnog pijeska i keramika (punjenje i kontaktna površina) te bakra (vodič). Grijač (ϕ17) je postavljen u provrt promjera 18 mm i oslanja se na donju stranicu uzorka dok s gornje strane visi na vodiču. Prikaz elektrogrijača nalazi se na Slici 16.

Grijač je vodičima spojen na varijabilni transformator preko kojega je moguće kontrolirati ubacivanu električnu snagu (toplinski tok grijača)

Slika 16. Električni grijač

Termoparovi

Vrsta opreme koja služi za mjerenje temperature tijekom ispitivanja materijala jesu termoparovi. Korišteni su termoparovi tipa K (nikal,krom-nikal) (Slika 17.). Ovaj mjerni element funkcionira na temelju termoelektričnog efekta kojeg je otkrio Thomas Johann Seebeck. Sastoji se od dva različita električna vodiča koji pri mjerenim temperaturama proizvode razliku u potencijalu (napon). Termoparovi su tijekom predmetnog mjerenja bili spojeni s jedne strane u jedinicu za obradu mjernih podataka, a s druge strane su mjerili temperature u sustavu. U sljedećoj tablici navedeni su svi termoparovi korišteni tijekom eksperimenta.



Slika 17. Termopar tip K

Tablica 4. Popis korištenih termoparova

Oznaka	Mjerno mjesto
102	Temperatura okolnog (sobnog) zraka
103	Temperatura središta uzorka
104	Temperatura stijenke uzorka
105	Temperatura zraka u posudi
106	Temperatura zraka u posudi
107	Temperatura stijenke posude

Varijabilni transformator

Varijabilni transformator dio je opreme koji služi za regulaciju snage grijača. Ulazni vodiči spojeni su na standardnu utičnicu (220V), a izlazni vodiči spojeni su na električni grijač. Okretanjem potenciometra na transformatoru moguće je odrediti izlazni napon koji napaja grijač (150V za žbuku i 220V za beton). Na Slici 18. vidi se fotografija opisanog varijabilnog transformatora korištenog tijekom mjerenja (lijevo) i slika novog modela tog uređaja (desno)[14]. Izlazne vrijednosti električne energije mjerene su na multimetrima.

Slika 18. Varijabilni transformator korišten tijekom mjerenja (lijevo). Nova izvedba (desno).

Transformator se uključivao (ručno) u isto vrijeme kada je započeto mjerenje, a isključivao u trenutku postizanja zadane temperature u središtu uzorka predviđene za određeni scenarij. S obzirom da je potrebno neko vrijeme da se transformator zagrije, početne vrijednosti ubacivane snage ne odgovaraju onima koje se ustale nakon par minuta, što je uzeto u obzir u proračunu.

Multimetar

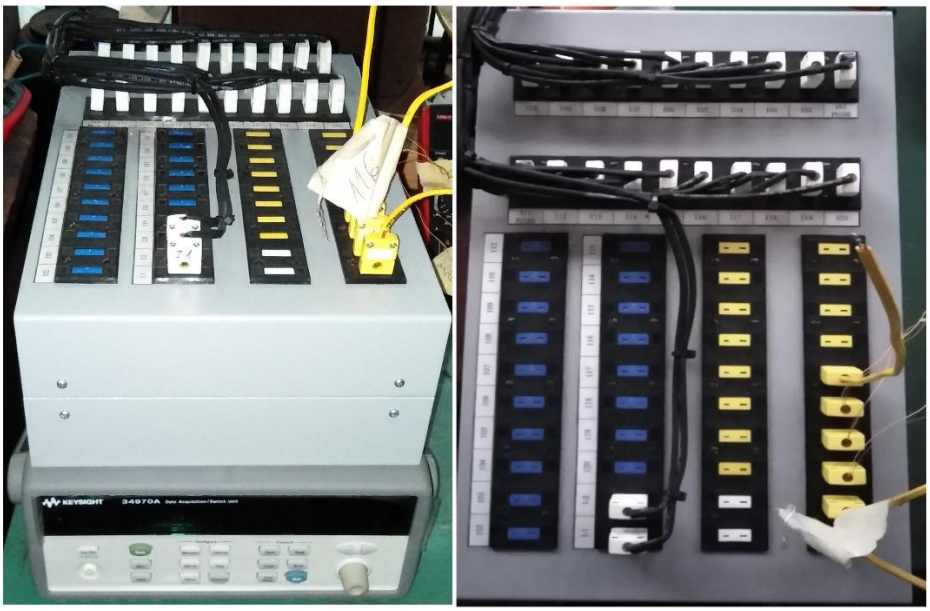
Tijekom mjerenja korištena su istodobno uvijek dva multimetra. Jedan je mjerio jakost izlazne struje iz transformatora, dok je drugi bilježio izlazni napon iz transformatora. Produkt ovih dviju veličina daje iznos električne snage kojom se napajao električni grijač u sustavu. Na Slici 19. u nastavku moguće je vidjeti opisane mjerne uređaje u stvarnom eksperimentalnom postavu. Uređaji su jednaki, ali su podešeni na odgovarajući način kako bi se mjerile oba temeljna parametra električne energije.

Slika 19. Mjerni uređaji: ampermetar (lijevo), voltmetar (desno).

Modul za obradu podataka

Tijekom mjerenja korišten je Keysightov 34970A uređaj koji služi za prikupljanje podataka iz mjernih instrumenata, obradu i transfer obrađenih podatak prema računalu. Na komercijalni uređaj nadograđena je dodatna jedinica za prihvat većeg broja termoparova (proizvod iz Laboratorija za toplinu i toplinske uređaje)(Slika 21.). Ovaj uređaj omogućuje čitanje podataka iz termoparova na rezoluciji do 3 decimale, što je i više nego dovoljno za potrebe ovog rada.

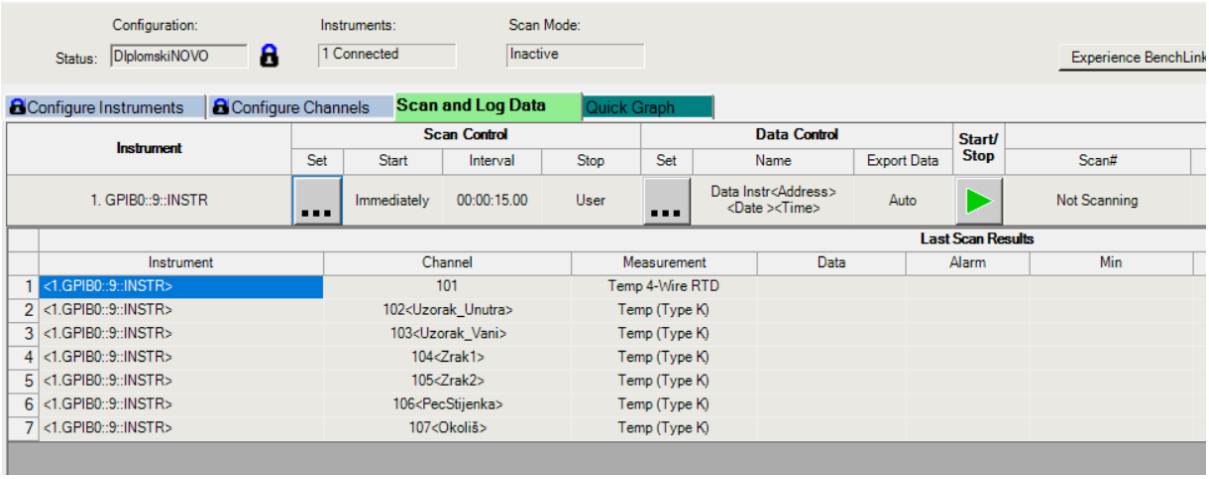
Slika 20. Keysight 34970A za prikupljanje podataka tijekom mjerenja [15]



Slika 21. Nadograđeni Keysight uređaj korišten tijekom mjerenja

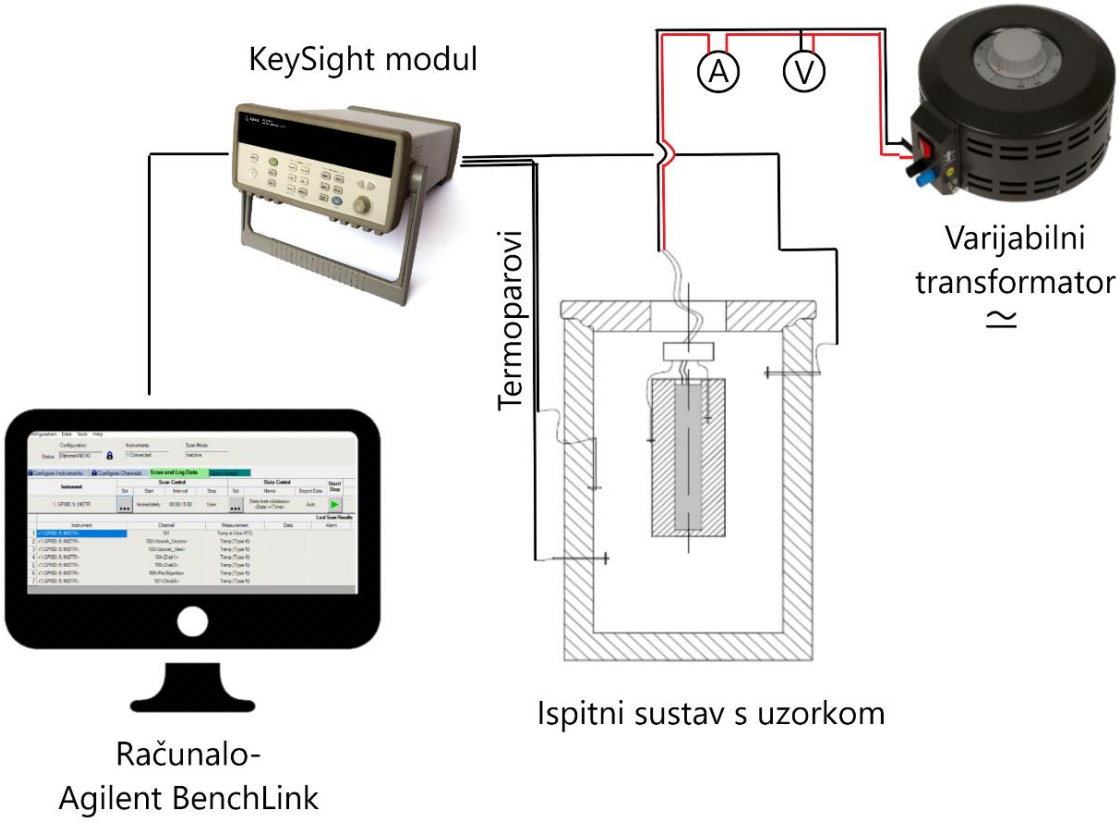
Računalo

Sustav praćenja rezultata, kontroliranja i podešavanja scenarija eksperimenta nalazio se na računalu. Preko softverskog alata Agilent BencLink Data Logger 3.0. (Slika 22.) moguće je bilo postaviti interval mjerenja, termoparove koji su od interesa tijekom mjerenja i ostale informacije potrebne za konačnu analizu podataka. Podaci dobiveni mjerenjem u programu su strukturirani i prilagođeni daljnjoj upotrebi.



Slika 22. Sučelje sustava Agilent BenchLink 3.0

Shema spajanja mjerne opreme tijekom izvođenja eksperimenta vidljiva je na Slici 23.



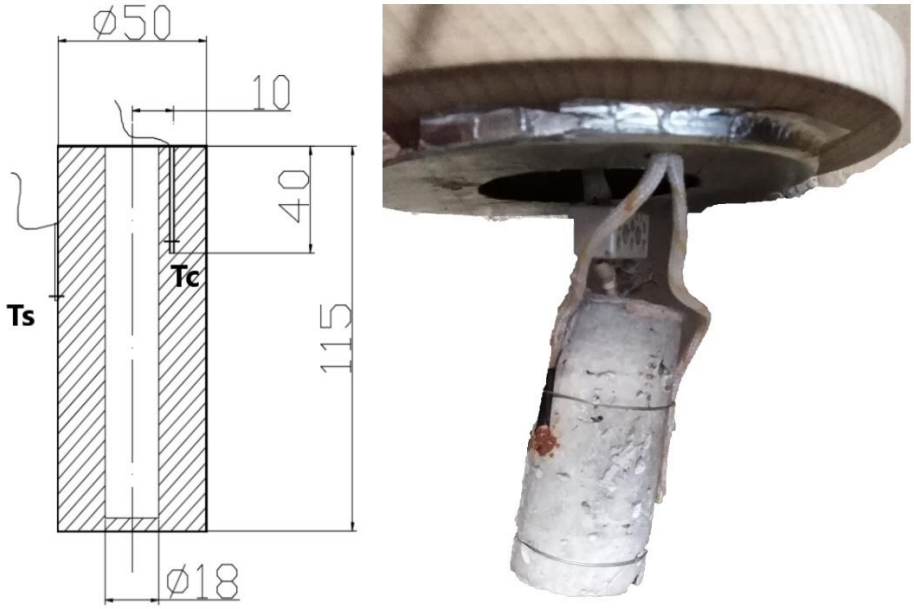
Slika 23. Shematski prikaz eksperimentalne opreme

3.2.3. Geometrija i priprema uzoraka

Uzorci vatrootporne žbuke i vatrobetona proizvedeni su u obliku cilindara promjera 50 mm i visine 115 mm sa središnjim provrtom promjera 14 mm. Važno je spomenuti da su uzorci porozne strukture i nisu u potpunosti homogeni kao što je vidljivo na priloženim fotografijama. Zbog navedenih činjenica strukturne prirode očekivano je odstupanje u mjerenjima dvaju uzoraka istih materijala. Tijekom pripreme za mjerenja na udaljenosti od 10 mm od središta cilindričnog uzorka izbušena je rupa minimalnog provrta za ugradnju termopara. Ta rupa kasnije je zatvorena istim materijalom koji je nastao bušenjem uz primjesu termostakla.

Uzorak je montiran na ranije opisani poklopac termoizolacijske posude. Termoparovi koji mjere temperature na uzorku (središte i stijenku) prolaze kroz provrt na poklopcu posude (Slika 24., desno).

Kotiranu skicu uzorka moguće je vidjeti na. Stvarni prikaz uzoraka vidljiv je na Slici 25. Žbuka je prikazana desno, a betonski uzorci lijevo.



Slika 24. Skica uzorka s dimenzijama (lijevo). Način montiranja uzorka na poklopac (desno).

Slika 25. Uzorci žbuke (desno). Uzorci betona (lijevo).

3.3. Zapažanja

Tijekom prvih mjerenja na ispitnim uzorcima zamijećena je značajna količina isparavanja iz termoizolacijske posude, a po završetku mjerenja u posudi u blizini gornjeg poklopca nalazio se kondenzat (u manjoj ili većoj mjeri) u obliku kapljica na rubu otvora. Kondenzat je nakon mjerenja uklonjen.

Osim toga, ispitivanje koje je uključivalo zagrijavanje uzoraka na visoke temperature (iznad 500 °C) vizualno je ostavilo pukotine u uzorku (najviše kod žbuke) kao posljedicu dehidracije uzoraka (Slika 26.). Također, jedan uzorak betona nakon par mjerenja po sebi je imao nakupine stvrdnute pjene iz nepoznatog razloga.

Tijekom svakog mjerenja na početku procesa grijanja snaga koja je ulazila u električni grijač bila je na maksimumu, a vremenom se smanjila i stabilizirala. Razlog tomu je povećana količina struje za vrijeme inicijacije grijanja (veći otpor energiji zbog hladnog grijača).

Tablica 5. Iznos jakosti struje tijekom mjerenja

Vrsta materijala (desno) / Vrijeme mjerenja (dolje)	Žbuka	Beton
Početak grijanja	I=0,74 A	I=1,06 A
Nakon 5 minuta	I=0,69 A	I=1,00 A

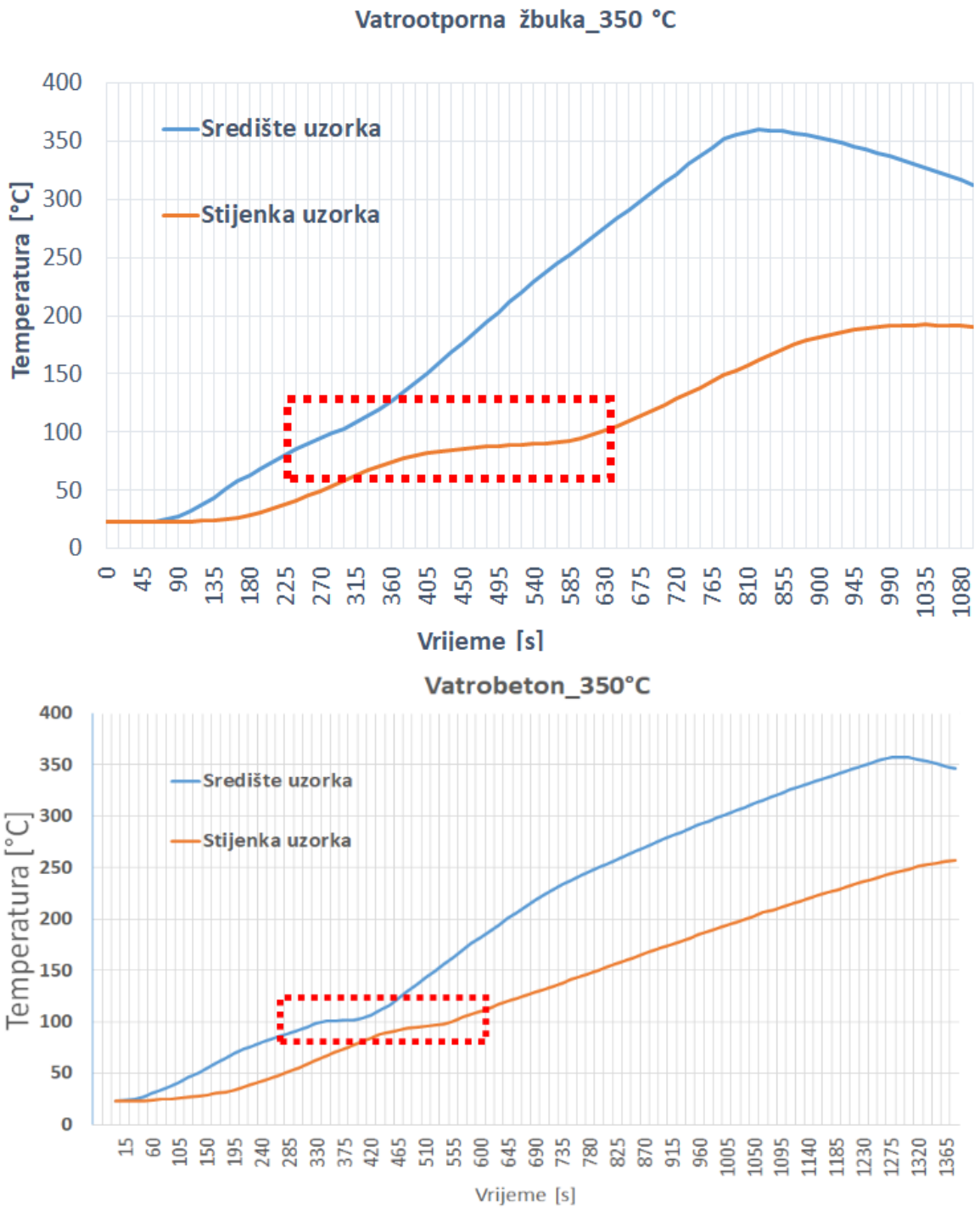
Slika 26. Uzorak betona nakon mjerenja (lijevo). Uzorak žbuke nakon mjerenja (desno).

3.3.1. Utjecaj vlage

Kao što je navedeno u literaturi [8] specifični toplinski kapacitet nekog materijala značajno ovisi o udjelu vlage u tom materijalu. Zagrijavajući uzorke unutar ovog ispitivanja zamijećena je stagnacija temperature (od 90 °C do 120 °C) na termoparu stijenke uzorka, dok je ona u središtu linearno rasla cijelo vrijeme. Dakle, toplina koja je provođenjem iz središta krenula prema stijenki potrošena je na isparavanje sadržaja vode u materijalu te iz tog razloga nije bilo porasta temperature stijenke uzorka. Ovaj proces isparavanja vode (dehidracije materijala) prividno povećava specifični toplinski kapacitet materijala jer je potrebna veća količina energija za postizanje određene temperaturne razlike.

Važno je napomenuti da je ova pojava zamijećena prilikom prvog i drugog mjerenja na istom uzorku jer je u njemu bila prisutna količina vode koja je utjecala na rezultate. Na trećem mjerenju uzorak je bio dehidriran i utjecaj vlage više nije bio značajan. Iz tog razloga se na mjerenjima koja su prikazala opisane stagnacije temperature primijenila korekcija rezultata opisana jednadžbom (3).

Na Slici 27. vidi se promjena u nagibu krivulje pri navedenim temperaturama (označeno crvenom površinom). Temperatura stijenke stagnira oko vrijednosti 100 °C, a na krivulji temperature središta vidi se smanjenje nagiba. Graf pripada mjerenjima vatrootporne žbuke.

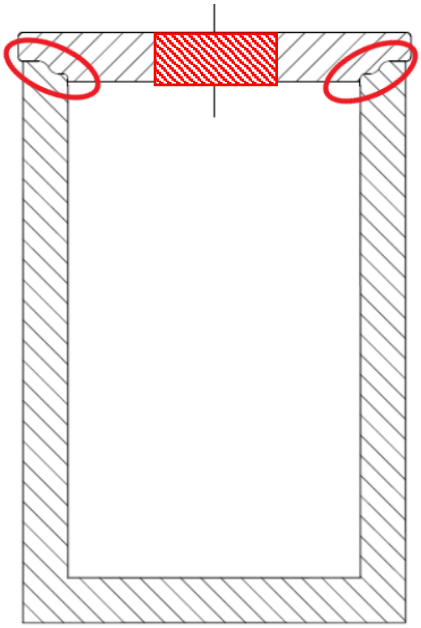


Slika 27. Utjecaj vlage na rezultate zagrijavanja uzoraka

3.3.2. Identifikacija gubitaka tijekom mjerenja

Tijekom mjerenja zbog opaženih kapljica kondenzata na kontaktu termoizolacijske posude i poklopca moguće je bilo zaključiti da je tu mjesto gdje postoji značajan gradijent temperature te da zbog toga para na tom mjestu kondenzira. Na shemi ispod (Slika 28.) moguće je vidjeti točno mjesto gdje se opisani proces odvija.

Osim toga, zbog isparavanja vode iz uzorka postoji bježanje vodene pare iz sustava kroz prostor u poklopcu (označen šrafiranim pravokutnikom). Međutim, taj toplinski gubitak ne uzima se u obzir tijekom proračuna jer se radi o neznačajnoj masi vodene pare.



Slika 28. Prikaz toplinskih gubitaka u sustavu

Osim gubitaka vezanih uz postojanje vlage u sustavu, zbog ne 100% idealno izolirane termoizolacijske posude sigurno postoji zagrijavanje mase stijenke posude te prijelaz topline u okoliš s vanjske stijenke posude. Međutim, ovi gubici zanemarivi su i nisu uzimani u obzir tijekom analize i proračuna rezultata.

Pored navedenih toplinskih gubitaka, praksa govori da postoje gubici u transformatoru tijekom pretvorbe napona, ali u razmatranjima koja su važna za zatvoreni termodinamički sustav ovakvi su gubici nevažni jer ono što se mjeri jest energija u vodiču tik ispred električnog grijača.

3.4. Rezultati mjerenja

Rezultati dobiveni tijekom eksperimentalnih ispitivanja spremani su u Excel tablice, a sadržavaju podatke o temperaturama zapisanim u pravilnim vremenskim intervalima. Znajući koliko je prošlo vremena od početka do kraja zagrijavanja može se izračunati ukupno ubačena toplinska energija u sustav (Jednadžba (6)).

Tablica tempertaura sastoji se od onolikog broja kolona koliko je termoparova sudjelovalo u mjerenju. Sljedeća demonstracijska tablica (Tablica 6.) prikazuje način na koji su rezultati bili prikazani. Legenda koja sadrži odgovarajuće nazive za termoparove 102,103, itd. nalazi se u potpoglavlju Mjerna oprema (Tablica 4.).

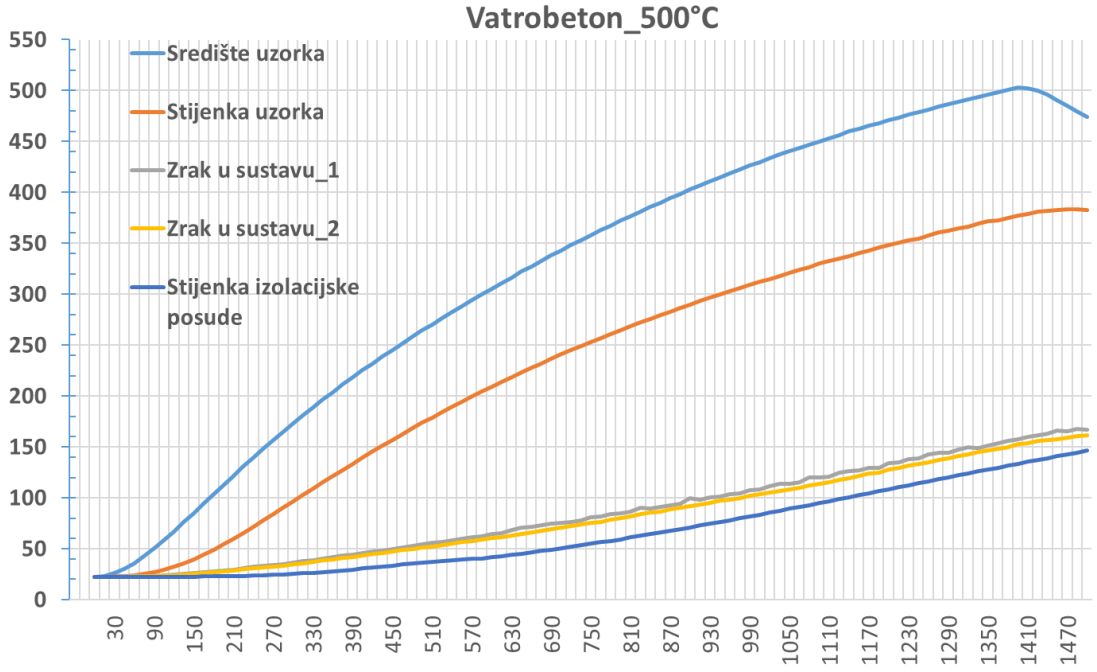
Tablica 6. Način zapisivanja podataka iz mjerenja

Scan	Time	101	102	103	104	105	106	107
1	30.9.2019. 12:55:36	20,881	24,96	24,51	22,637	22,435	22,598	20,853
2	30.9.2019. 12:55:46	20,884	24,929	24,537	22,682	22,567	22,601	20,872
3	30.9.2019. 12:55:56	20,886	24,928	24,541	22,713	22,632	22,59	20,911
4	30.9.2019. 12:56:06	20,883	24,946	24,533	22,76	22,705	22,587	20,906
5	30.9.2019. 12:56:16	20,883	24,949	24,536	22,768	22,729	22,605	20,879
6	30.9.2019. 12:56:26	20,882	25,045	24,53	22,783	22,741	22,58	20,867
7	30.9.2019. 12:56:36	20,88	25,264	24,591	22,791	22,741	22,57	20,884
8	30.9.2019. 12:56:46	20,882	25,671	24,7	22,825	22,754	22,565	20,875
9	30.9.2019. 12:56:56	20,879	26,347	24,842	22,838	22,751	22,593	20,872
10	30.9.2019. 12:57:06	20,878	27,253	25,088	22,855	22,789	22,584	20,879

Krajnji rezultat analize grafički je prikaz ovisnosti specifičnog toplinskog kapaciteta o temperaturi. S obzirom da su za svaki materijal ispitana po 3 uzorka, a na svakom uzorku u prosjeku je napravljeno 6 ispitivanja, po završetku ispitivanja svakom materijalu pridruženo je minimalno 18 točaka koje su sadržavale informaciju o specifičnom toplinskom kapacitetu i temperaturi kojoj isti pripada.

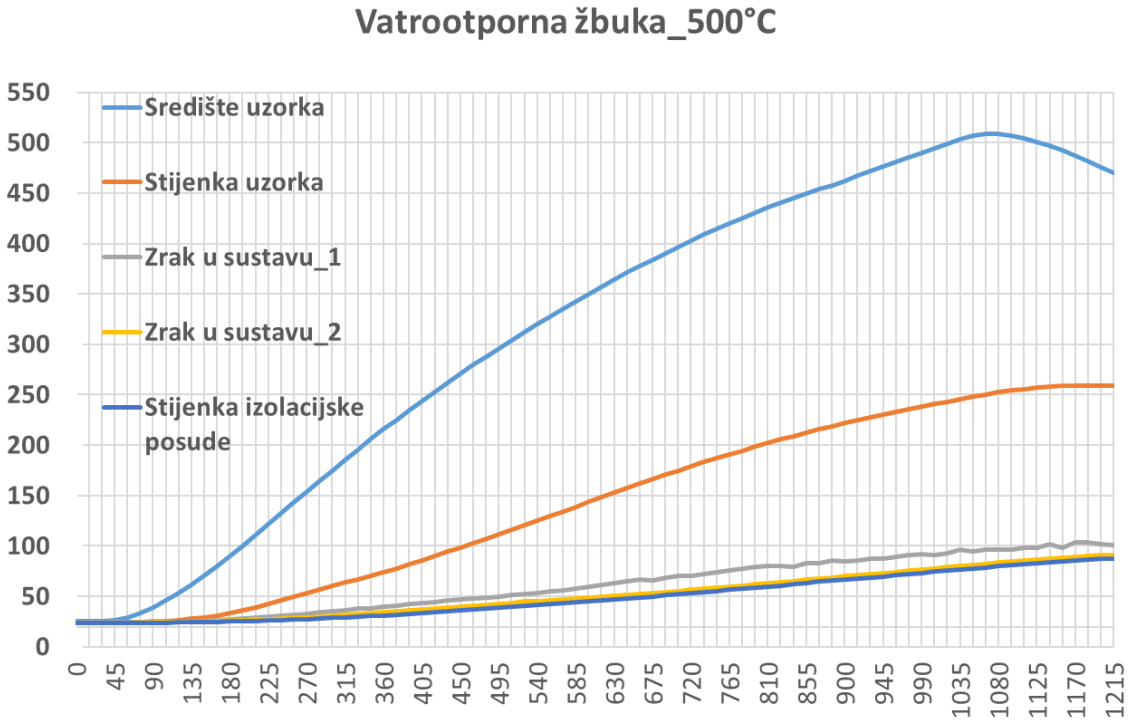
Za temperaturu kojoj se pridružuje navedeno termodinamičko svojstvo odabran je prosjek temperature kroz cijeli volumen uzorka u trenutku postizanja stacionarnog stanja (opisano prethodno u tekstu).

Nakon što su podaci sortirani u Excel tablice bilo je moguće napraviti krivulje temperaturnog razvoja u uzorcima tijekom zagrijavanja i hlađenja (Slika 29.).



Slika 29. Prikaz temperaturnog profila termobetona pri zagrijavanju do 500°C

Moguće je uočiti na krivulji temperature stijenke uzorka da ne postoji opisana stagnacija u porastu temperature zbog ishlapljivanja vode iz uzorka. Razlog tomu jest što je navedeni uzorak već prošao nekoliko ciklusa mjerenja (grijanja) koji su za posljedicu već imali dehidraciju uzorka te nije postojala značajna količina vode koja bi mogla naknadno ishlapiti.

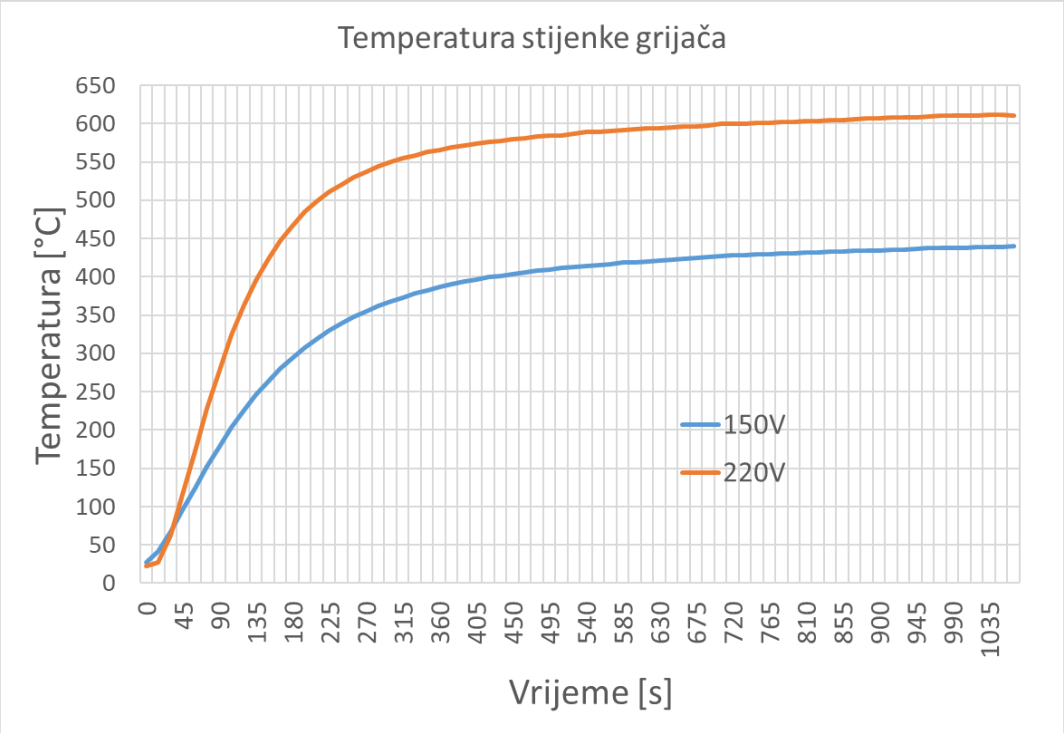


Slika 30. Prikaz temperaturnog profila vatrootporne žbuke pri zagrijavanju do 500°C

S obzirom na to da točni tehnički podaci o električnom grijaču nisu bili dostupni tijekom analize, grijač je zasebno podvrgnut ispitivanju kako bi se utvrdila dinamika njegovog ponašanja prilikom zagrijavanja. Na taj način izmjereni podaci o grijaču su se mogli primijeniti na analizu zagrijavanja cijelog sustava.

Eksperimentalni postav i mjerna oprema koji su korišteni pri ispitivanju grijača u potpunosti su bili jednaki kao u slučaju analize uzoraka materijala. Grijač je bio ispitan na sljedeći način: u termoizolacijsku posudu (koja je korištena i za ostala mjerenja) bio je postavljen samo grijač bez uzorka. Mjerenje je započelo u trenutku paljenja transformatora spojenog na vodiče grijača. Ispitivanje je napravljeno pod istim naponima koji su korišteni tijekom analize vatrootporne žbuke i termobetona (150V i 220V). Izmjerene jakosti struje na ampermetru tijekom oba mjerenja odgovarale su onima u slučaju osnovne analize (0,7A u slučaju žbuke i 1A u slučaju betona).

Točni cilj ovog dodatnog ispitivanja bio je odrediti krivulju temperaturne ovisnosti grijača o vremenu zagrijavanja te njegov specifični toplinski kapacitet. Rezultati ispitivanja prikazani su u nastavku.

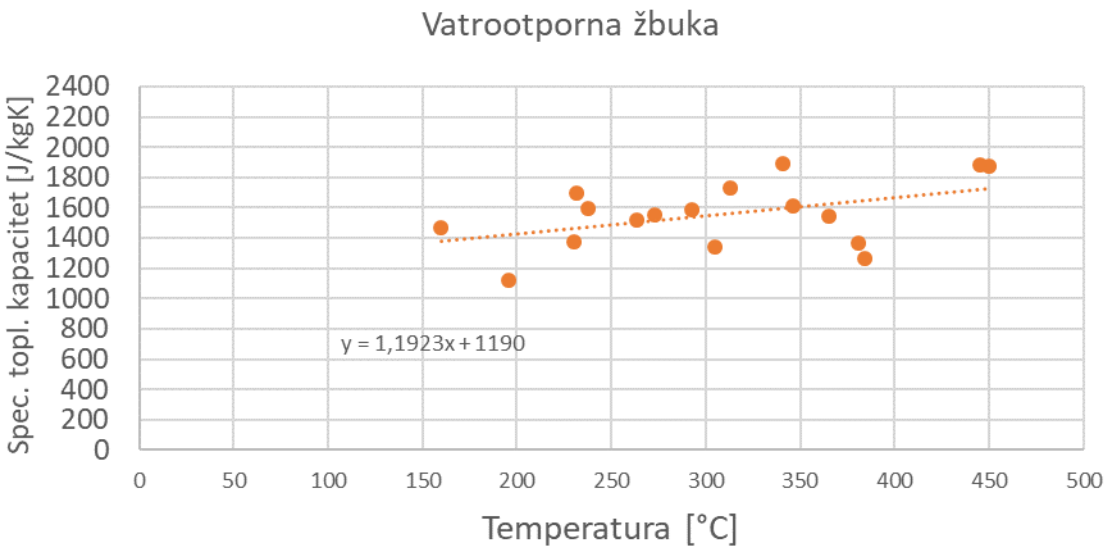


Slika 31. Krivulja ovisnosti temperature stijenke grijača o vremenu. Zagrijavanje pri 150V.

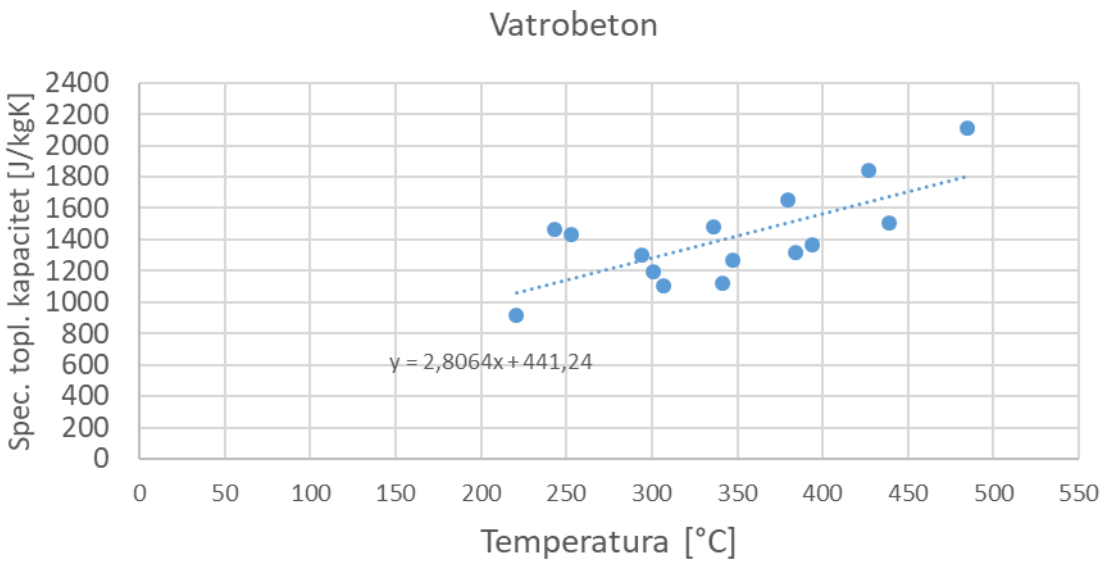
Tablica 7. Specifični toplinski kapacitet elektrogrijača

Temperatura [°C]	20	100	200	300	400
c_p [J/kgK]	1200	1250	1300	1400	1600

Rezultati dobiveni mjerenjem specifičnog toplinskog kapaciteta materijala vatrootporne žbuke i vatrobetona prikazani su u nastavku (Slika 32. i Slika 33.).



Slika 32. Specifični toplinski kapacitet vatrootporne žbuke u ovisnosti o temperaturi



Slika 33. Specifični toplinski kapacitet vatrobetona u ovisnosti o temperaturi

4. NUMERIČKA ANALIZA

U sklopu utvrđivanja termodinamičkih svojstava materijala poželjno je napraviti numeričku provjeru eksperimentalnih mjerenja kako bi se utvrdila ispravnost rezultata i zaključaka donesenih temeljem toga. Pristupajući rješavanju problema potrebno je odabrati valjani model prijelaza topline u sustavu. Cilj numeričke analize je potvrditi trend i zaključke dobivene na temelju rezultata mjerenja. Odstupanja su očekivana, zbog različitih faktora koji onemogućuju potpuno podudaranje rezultata ovih dviju metoda pri provođenju analize predstavljenog problema.

Numerička analiza predstavljenog problema provedena je u računalnom alatu ANSYS (Transient Thermal modul).

4.1. Opis analize

Tijekom numeričke analize prioritet je bio motrenje temperature uzorka pa je stoga ostatak komponenti izdvojen iz ovog postupka. Umjesto stvarnih komponenti koje sudjeluju u numeričkoj analizi uvedeni su adekvatni rubni uvjeti. Umjesto fizičkog sudjelovanja grijača u simulaciji predstavljen je razvoj temperature na unutarnjoj stijenki uzorka. Vrijednost te temperature dobivena je na temelju ranije odrađene eksperimentalne analize.

Postupak provjere eksperimentalnih rezultata temeljio se na praćenju dobivenih temperatura stijenke uzorka numeričkom analizom. Kao ulazni parametri u numeričkoj analizi bili su podaci iz eksperimentalne analize: specifični toplinski kapacitet i temperatura unutarnje stijenke uzorka te temperatura okolišnog zraka.

Rezultat numeričke analize je vremenski razvoj temperature na vanjskoj stijenki uzorka koji je uspoređen sa stvarnim vremenskim razvojem temperature stijenke mjerenim tijekom eksperimenta.

Tijekom svakog pojedinog mjerenja mijenjani su ispitni uvjeti (početne temperature i različiti scenariji grijanja). Stoga se u numeričkoj provjeri vodilo računa da specifični početni i rubni uvjeti svakog pokusa odgovaraju onima koji su u stvarnosti zabilježeni u laboratoriju. U nastavku slijedi matematički model na kojem se temelji numerički rješavač i detalji o izradi geometrije i postavkama rješavača.

4.2. Matematički model

Model prijenosa topline koji se koristi u numeričkoj metodi rješavanja zasniva se na temeljnoj jednadžbi provođenja topline u krutinama. Prema [16] polazna jednadžba provođenja topline u Kartezijevom koordinatnom sustavu, bez izvora topline glasi

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = a\left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2}\right) \tag{15}$$

u kojoj

$$a = \frac{\lambda}{\rho c} \tag{16}$$

predstavlja temperaturnu provodnost (eng. thermal diffusivity) i izražava se u m^2/s.

U cilindričnom koordinatnom sustavu, r,φ,z, jednadžba (15) poprima oblik

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = a\left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial \vartheta}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2}\right) + \frac{\Phi_V}{\rho c} \tag{17}$$

Prema [16] može se pretpostaviti dominantno širenje topline samo u smjeru polumjera uzorka r. Radi toga iščezavaju sljedeći članovi u prethodnoj diferencijalnoj jednadžbi:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial z} = 0; \quad \text{i} \quad \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2} = 0$$

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial \varphi} = 0; \quad \text{i} \quad \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \varphi^2} = 0$$

te se ista transformira u oblik

$$\lambda(t)\left(\frac{\partial^2 \vartheta(r,t)}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial \vartheta(r,t)}{\partial r}\right) = \rho c(t)\frac{\partial \vartheta(r,t)}{\partial t} \tag{18}$$

gdje je

- $\vartheta(r,t)$ - temperatura [°C],
- $\lambda(\vartheta)$ - toplinska provodnost [W/mK],
- ρ - gustoća materijala [kg/m^3],
- c - specifični toplinski kapacitet materijala [J/kgK],
- t - vrijeme [s]
- r - koordinata ($0 \leq r \leq D/2$, D je vanjski promjer uzorka.

Koristeći eksplicitnu metodu prema [17], za izračun temperature određene ćelije u određenom vremenskom trenutku koristi se samo informacija o temperaturama susjednih ćelija što dovodi do jednostavne računalne sheme operacija:

(i) Za ćeliju u sredini modela (Slika 34.) vrijedi:

$$\vartheta'_m = F_0 \left[\frac{2(\lambda_{m-1,m} \cdot \vartheta_{m-1} + \lambda_{m+1,m} \cdot \vartheta_{m+1})}{\lambda_{m-1,m} + \lambda_{m+1,m}} + \vartheta_m \left(\frac{1}{F_0} - 2 \right) \right] \tag{19}$$

gdje je F_0 definiran kao

$$F_0 = \frac{(\lambda_{m-1,m} + \lambda_{m+1,m}) \cdot \Delta t}{2\rho c (\Delta r)^2} \tag{20}$$

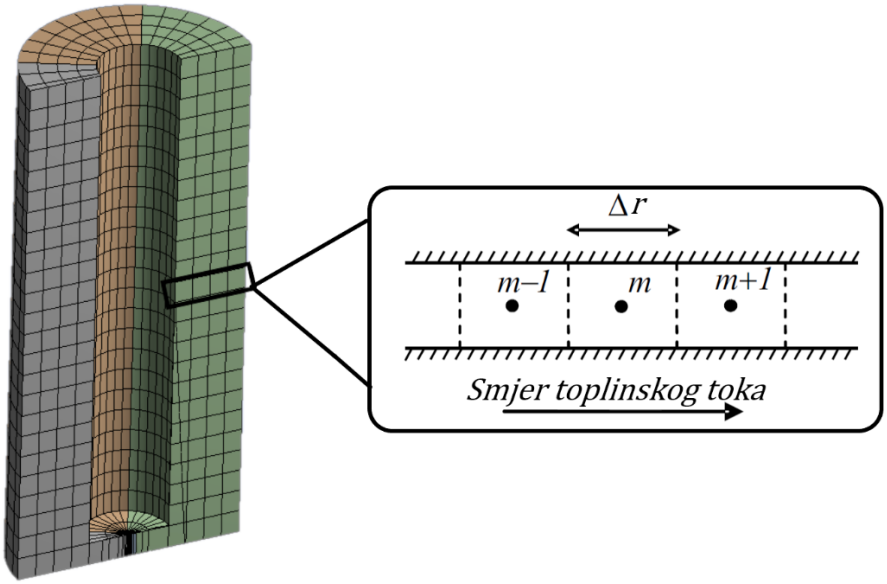
$\boldsymbol{\vartheta'_m}$ je temperatura ćelije *m* u sljedećem vremenskom koraku, dok je $\boldsymbol{\lambda_{i,j}}$ toplinska provodnost pri prosječnoj temperaturi ćelija *i* i *j*:

$$\lambda_{i,j} = \lambda \left(\frac{\vartheta_i + \vartheta_j}{2} \right). \tag{21}$$

Numerička stabilnost ove eksplicitne metode zahtijeva da je

$$\Delta t \leq \frac{\rho c (\Delta r)^2}{(\lambda_{m-1,m} + \lambda_{m+1,m})}. \tag{22}$$

Kako je dominantno širenje topline u radijalnom smjeru, prikazat će se takav isječak modela koji prikazuje ćelije numerirane prema jednadžbama (Slika 34.).



Slika 34. Diskretizacija sredine uzorka prema dominantnom širenju topline

(ii) Za rubnu ćeliju (Slika 35.) vrijedi:

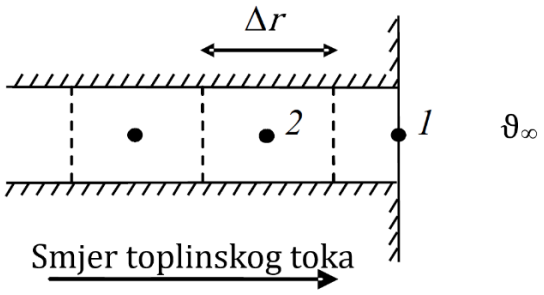
$$\vartheta'_m = 2F_0\left[\vartheta_2 + \frac{\alpha\Delta r}{\lambda_1}\vartheta_\infty + \vartheta_1\left(\frac{1}{2F_0} - 1 - \frac{\alpha\Delta r}{\lambda_1}\right)\right] +$$
$$\omega\varepsilon\sigma[(\vartheta_\infty + 273)^4 - (\vartheta_1 + 273)^4]\frac{2\Delta t}{\rho c\Delta r} \tag{23}$$

gdje je F_0

$$F_0 = \frac{\lambda_1\Delta t}{\rho c(\Delta r)^2},$$

- $\alpha(\vartheta)$ - koeficijent konvekcije [W/m²·°C],
- ϑ_∞ - temperatura okolišnog zraka [°C],
- ω - geometrijski faktor,
- ε - emisijski faktor,
- σ - Stefan-Boltzmannova konstanta [5,67x10^{-8} W/m^2·K^4).

Grafički prikaz mreže na opisanom rubnom dijelu moguće je vidjeti na Slici 35.

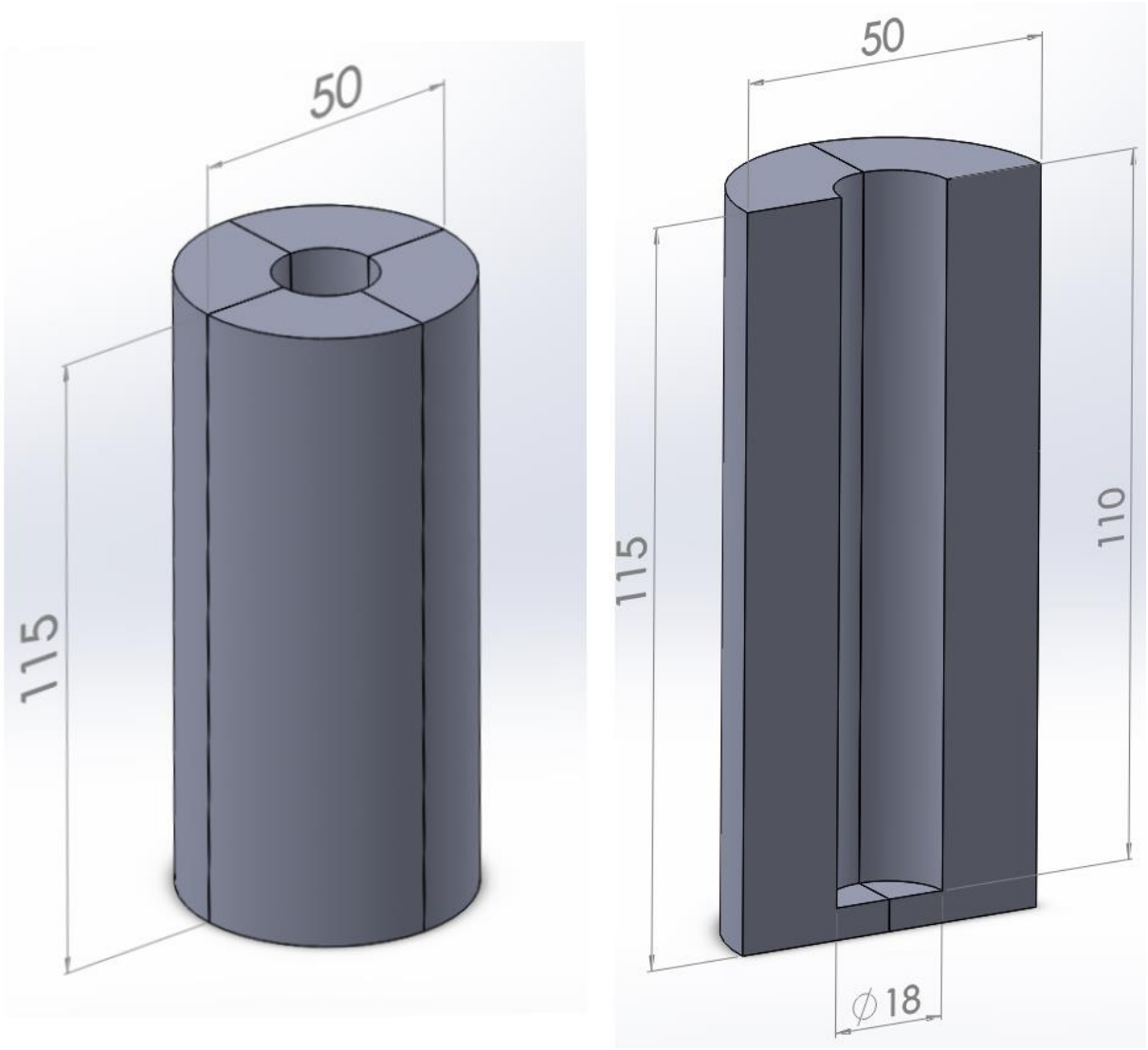


Slika 35. Diskretizacija modela na rubu uzorka

4.3. Izrada geometrije i mreže

Geometrija uzorka izrađena je u softverskom paketu Solidworks 2017 prema stvarnim dimenzijama uzoraka izmjerenim u laboratoriju. Dimenzije ispitnog uzorka mogu se pogledati na tehničkom crtežu u Prilogu I.

Tijekom ekstrudiranja modela pazilo se da uzorak bude simetrično podijeljen na 4 dijela kao što je vidljivo na Slici 36. Na ovaj način model je bio pravilno pripremljen za izradu mreže u sljedećem koraku. Iako je podijeljen na dijelove, uzorak se i dalje ponaša kao jedno kruto tijelo jer su dijelovi idealno spojeni.



Slika 36. Model ispitnog uzorka izrađenog u SolidWorks-u.

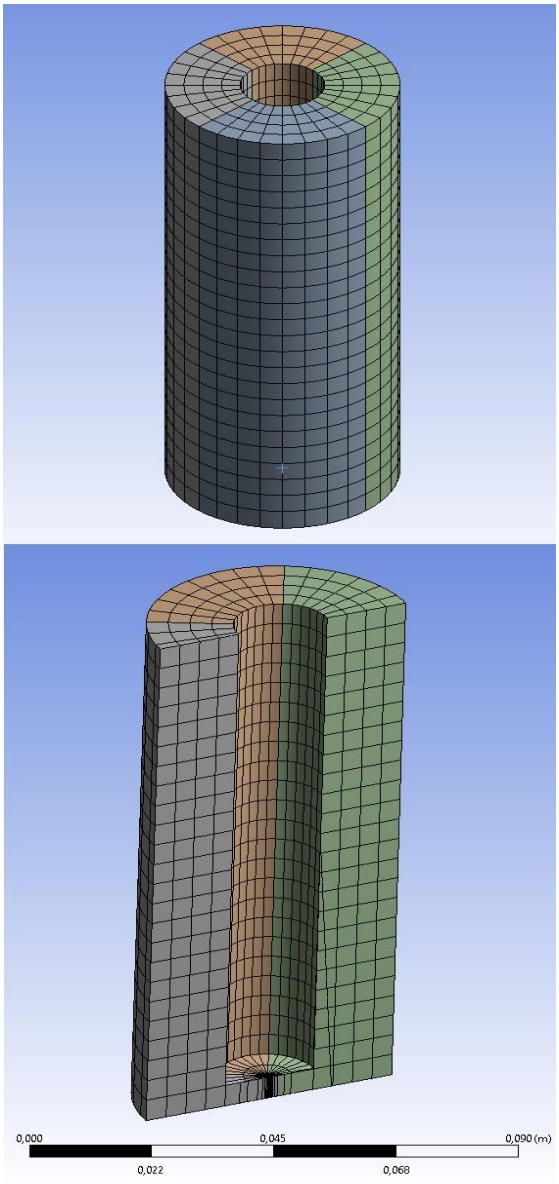
Izrada mreže

Nakon što je dio iz Solidworks-a uvezen u Mechanical modul ANSYS-a bilo je potrebno odrediti metodu izrade mreže (način podjele uzorka na sitnije dijelove). Pravilna podjela modela uzorka na djeliće skraćuje vrijeme potrebno za numeričku simulaciju i pogoduje ciljanoj analizi određenih dijelova uzorka. Na taj način može se preciznije odraditi analiza rubnih dijelova uzorka (unutarnja stijenka gdje je kontakt s grijačem i vanjska stijenka). Ciljana analiza dijelova u numeričkom modelu olakšava usporedbu sa stvarno izmjerenim temperaturama pomoću termoparova u eksperimentu.

Za izradu mreže odabrana je heksagonalna metoda s dodatnom višezonskom podjelom. Na priloženoj grafici (Slika 37.) vidljiv je način na koji je napravljena mreža modela uzorka.

Details of "Mesh"

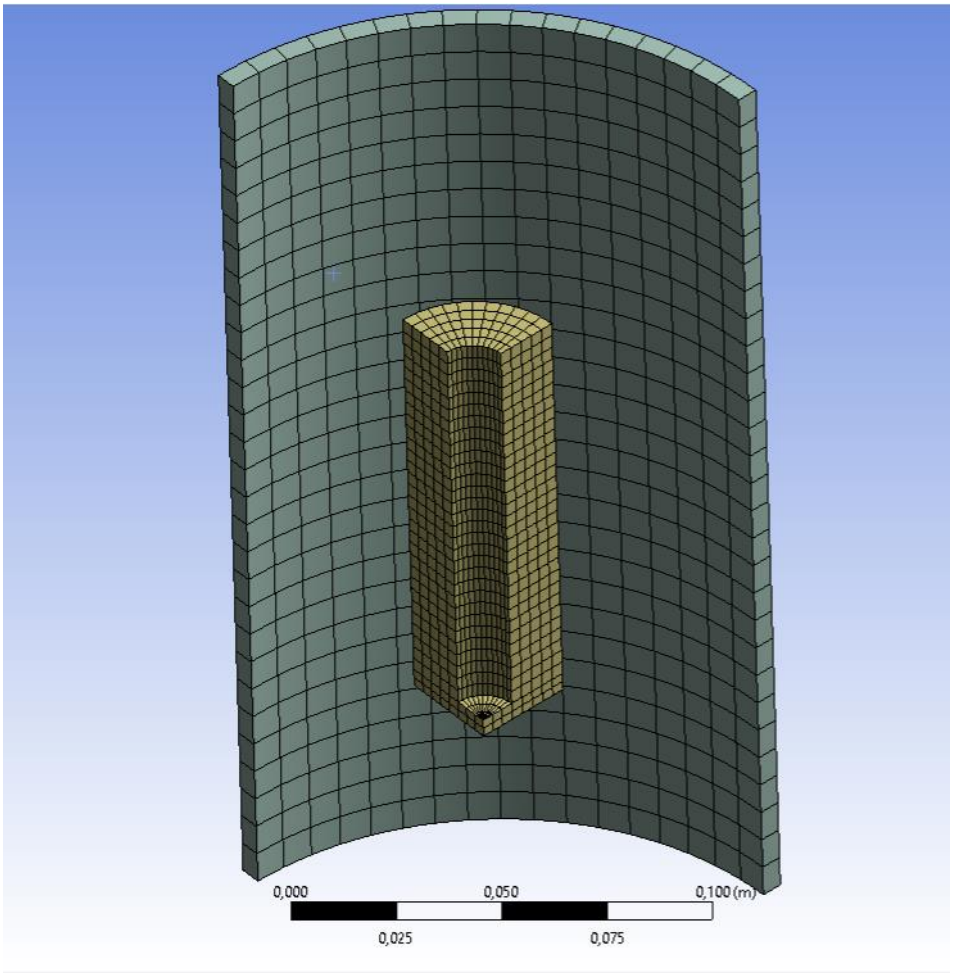
Display	
Display Style	Use Geometry Setting
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Element Order	Program Controlled
Element Size	Default
Sizing	
Use Adaptive Sizing	Yes
Resolution	3
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Span Angle Center	Coarse
Initial Size Seed	Assembly
Bounding Box Diagonal	0,135 m
Average Surface Area	1,5455e-003 m²
Minimum Edge Length	5,e-003 m
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Pa...	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refr...	No
Statistics	
Nodes	16748
Elements	3136



Slika 37. Detalji izrade mreže (lijevo). Prikaz mreže (desno).

Rezolucija mreže odabrana je najbolja moguća (najveći broj ćelija) u rasponu koji dopušta ANSYS-ov rješavač (maksimalno 500.000 ćelija).

Osim geometrije uzorka u numeričku analizu bilo je potrebno uključiti geometriju termoizolacijske posude za pravilno definiranje rubnog uvjeta zračenja. Kako je dominantni prijenos topline u radijalnom smjeru, za analizu je model uzorka i stijenke posude podijeljen na četvrtine kako bi se uštedilo na broju potrebnih računalnih operacija. Ispod je prikazana mreže podijeljenog uzorka i modela stijenke posude.



Slika 38. Mreža uzorka i stijenke posude

Tijekom izrade mreže i geometrije isprobano je više mogućih kombinacija uzorka i stijenke posude (više ploha u modelu, cijeli sustav uključen, itd.). Uključivanje ostalih stranica i ploha u simulaciju nije donosilo značajne promjene u rezultatima, a zahtijevalo je dodatni procesorski angažman. Stoga je kao optimalni rezultat izabrana kombinacija ploha vidljiva na Slici 38.

4.4. Rubni i početni uvjeti

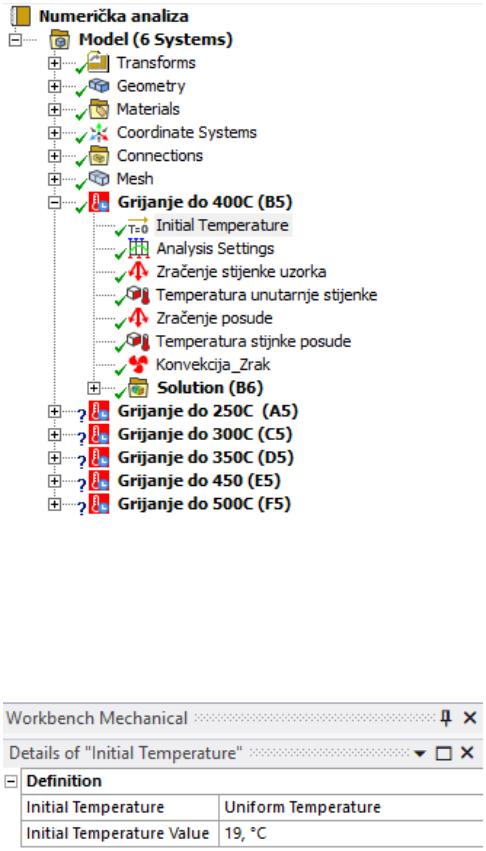
Rubni i početni uvjeti su preuzeti iz eksperimentalne analize te su primijenjeni u numeričkoj analizi kao ulazni parametri ili kao referentne vrijednosti za provjeru (promjenjiva temperatura vanjske stijenke uzorka).

Početni uvjeti

Temperatura cijelog sustava na početku mjerenja je jednake vrijednosti što znači da je u početnom trenutku sustav u stacionarnom stanju. U Prilogu II prikazana je tablica sa svim početnim temperatura tijekom mjerenja.

Početna temperatura (iz tablice rezultata eksperimenta) u ANSYS rješavaču primijenjena je se za cijeli sustav preko unosa „Initial Temperature“. U grafičkom prilogu u nastavku, na primjeru početne temperature od 19,1 °C , može se vidjeti način unosa početnog uvjeta.

Osim navedenog globalnog početnog uvjeta, informacija o početnim temperaturama pojedinih stijenki ili zraka sadržana je u promjenjivom rubnom uvjetu (nulti trenutak).



Slika 39. Zadavanje globalnog početnog uvjeta

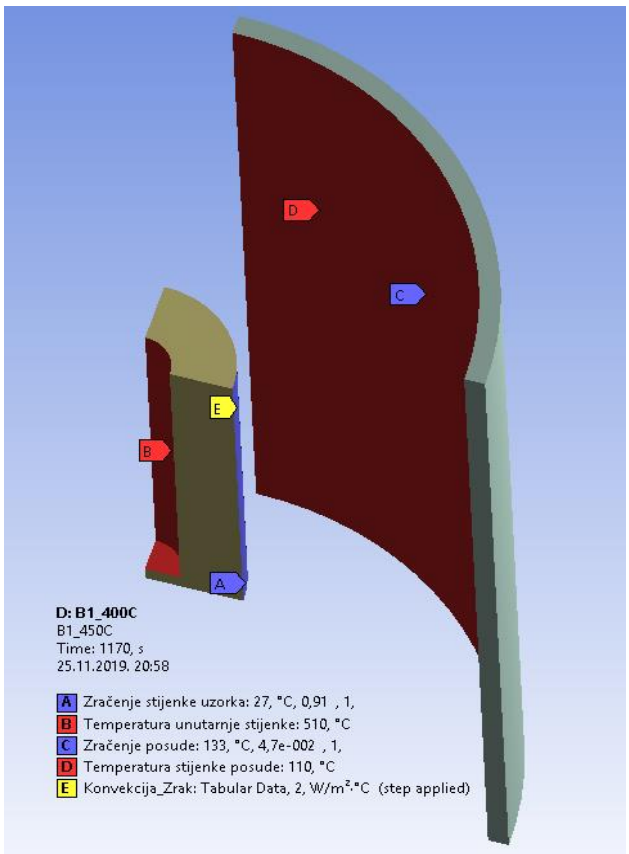
Rubni uvjeti

Rubni uvjeti primijenjeni u numeričkoj analizi također su dobiveni iz rezultata eksperimentalne analize. Prema podacima o temperaturi grijača koja se posebno mjerila, uz korekcije je u numeričkom modelu na unutarnju stijenku primijenjen pridruženi promjenjivi rubni uvjet temperature stijenke. Nadalje, na isti način je prema rezultatima mjerenja temperature zraka u posudi (termoparovi mjere temperaturu zraka na dvije pozicije u posudi) primijenjen rubni uvjet temperature okolišnog zraka u numeričkoj analizi. Na Slici 39. moguće je vidjeti sve uvjete zadane u izborniku postavki rješavača:

- Temperatura unutrašnje stijenke uzorka
- Konvekcija sa stijenke uzorka prema zraku
- Zračenje stijenke uzorka prema stijenki posude
- Temperatura stijenke posude

U Prilogu II moguće je pogledati tablice svih podataka o temperaturama korištenim u numeričkoj analizi.

Na Slici 40. može se vidjeti način zadavanja spomenutih promjenjivih rubnih uvjeta temperature unutarnje stijenke uzorka i temperature okolišnog zraka (zraka u sustavu).

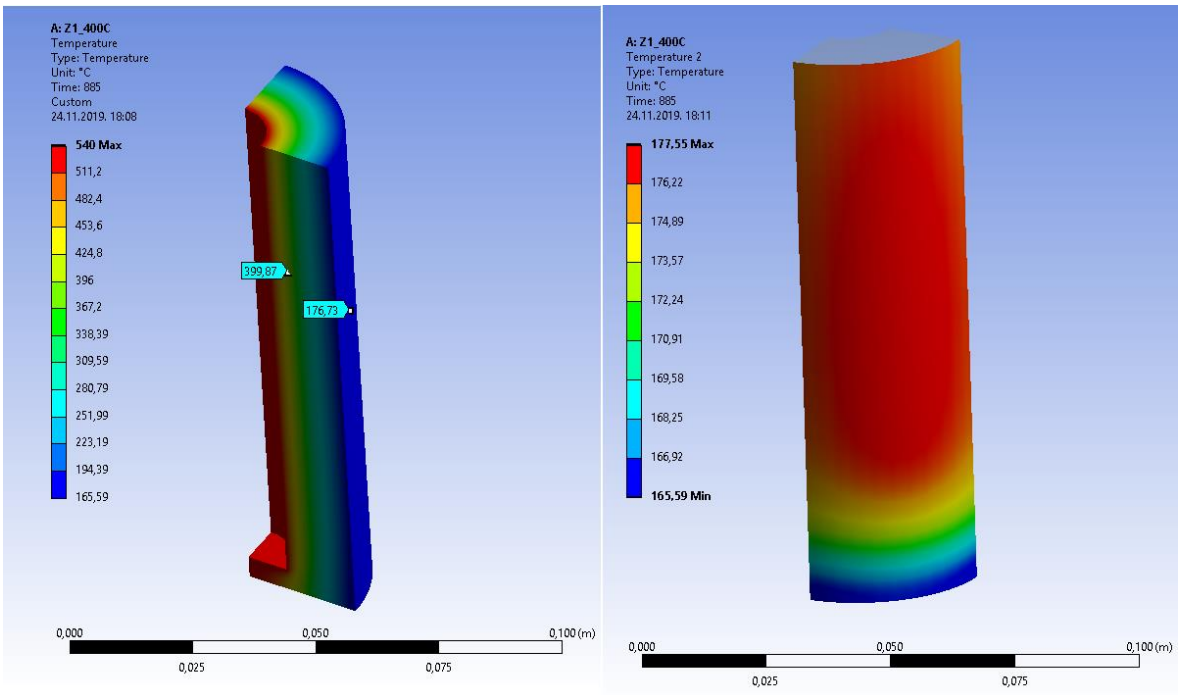


Slika 40. Zadavanje rubnih uvjeta (ANSYS Mechanical)

4.5. Rezultati numeričke analize

Prikaz rezultata biti će priložen za određene scenarije u obliku temperaturnih mapa, dok će krajnji prikaz rezultata biti dan na grafu, kako bi konačna usporedba bila preglednija.

Prvi uzorak vatrootporne žbuke zagrijavan je u nekoliko scenarija od kojih je ovdje za provjeru numeričkom analizom odabran scenarij zagrijavanja do 400°C (Slika 41.).



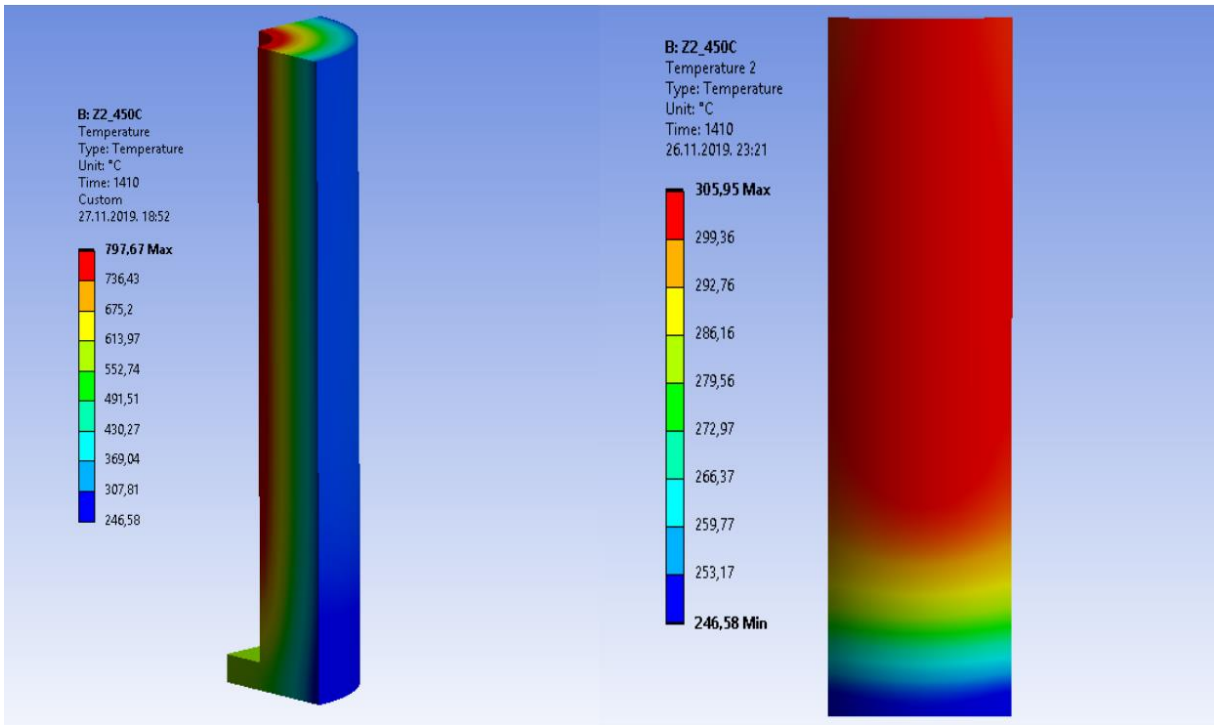
Slika 41. Temperaturna mapa prvog uzorka vatrootporne žbuke (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno).

Prema priloženim slikama vidljivo je kako je zbog pozicije grijača na udaljenosti 5 mm od donjeg ruba uzorka temperaturna raspodjela tako orijentirana da je donji dio ostao najmanje zagrijan, odnosno najniže je temperature. To odgovara zapažanjima tijekom eksperimenta kada je i zrak u donjem dijelu posude bio hladniji (utjecaj strujanja zraka je zanemariv).

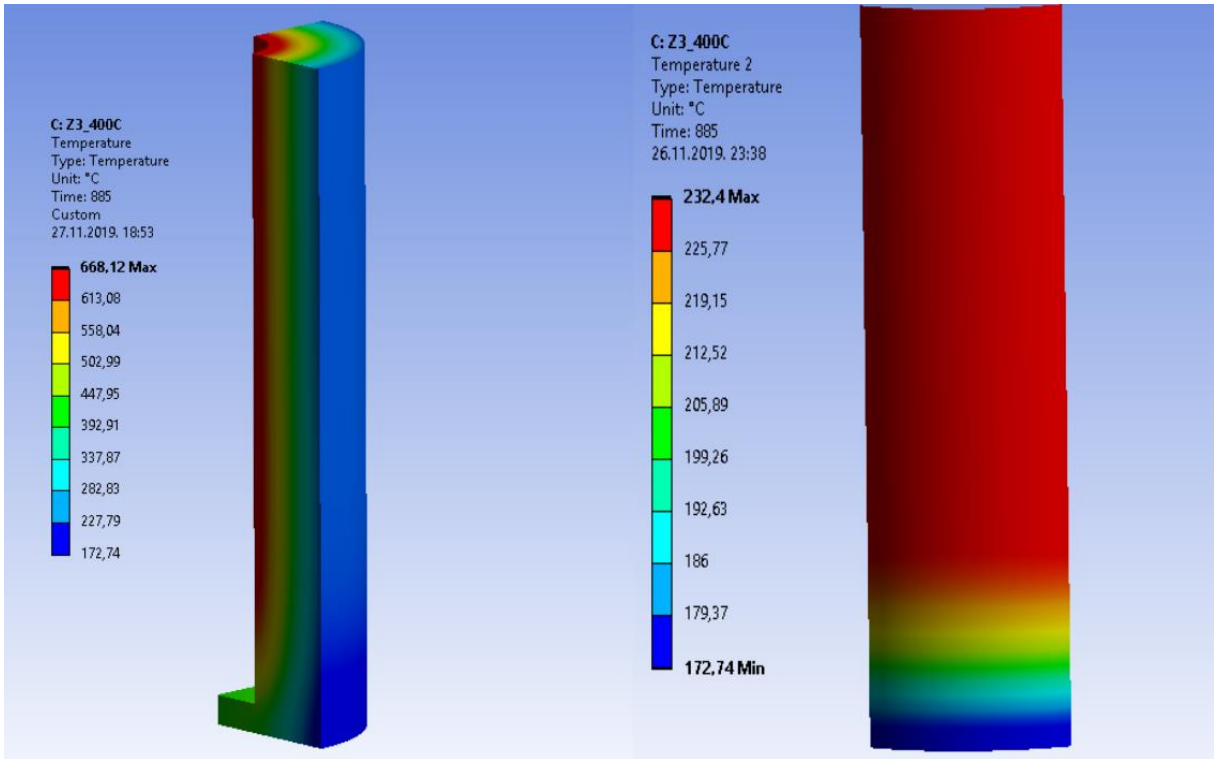
Scenarij grijanja koji je u eksperimentu proveden bez utjecaja vlage izabran je kao referentni scenarij provjere specifičnog toplinskog kapaciteta. Pritom je biran scenarij zagrijavanja uzorka na višu temperaturu, što je poželjno, jer numerički model u tom slučaju razvije dovoljno veliku razliku u odnosu na eksperimentalne rezultate, a broj računalnih operacija je u željenom graničnom intervalu.

Na sljedećoj stranici moguće je vidjeti rezultate numeričke analize vatrootporne žbuke (Slika 42. i Slika 43.).

Temperaturne mape vatrootporne žbuke

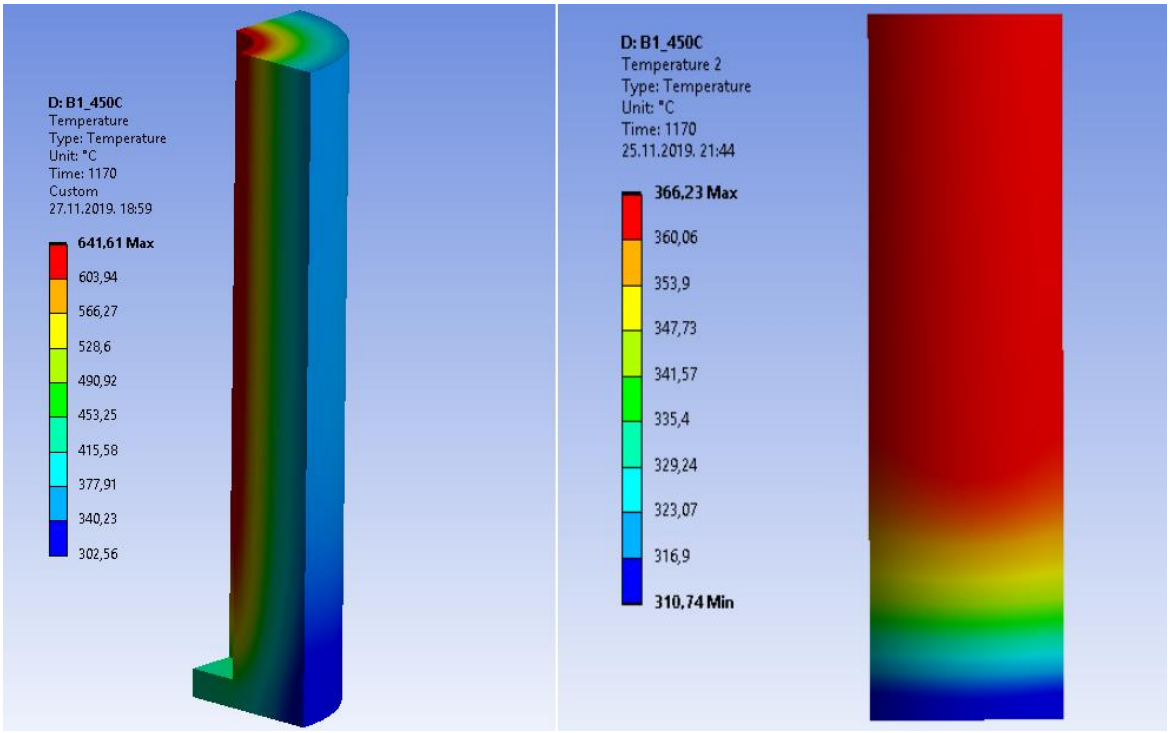


Slika 42. Temperaturna mapa drugog uzorka vatrootporne žbuke (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno).

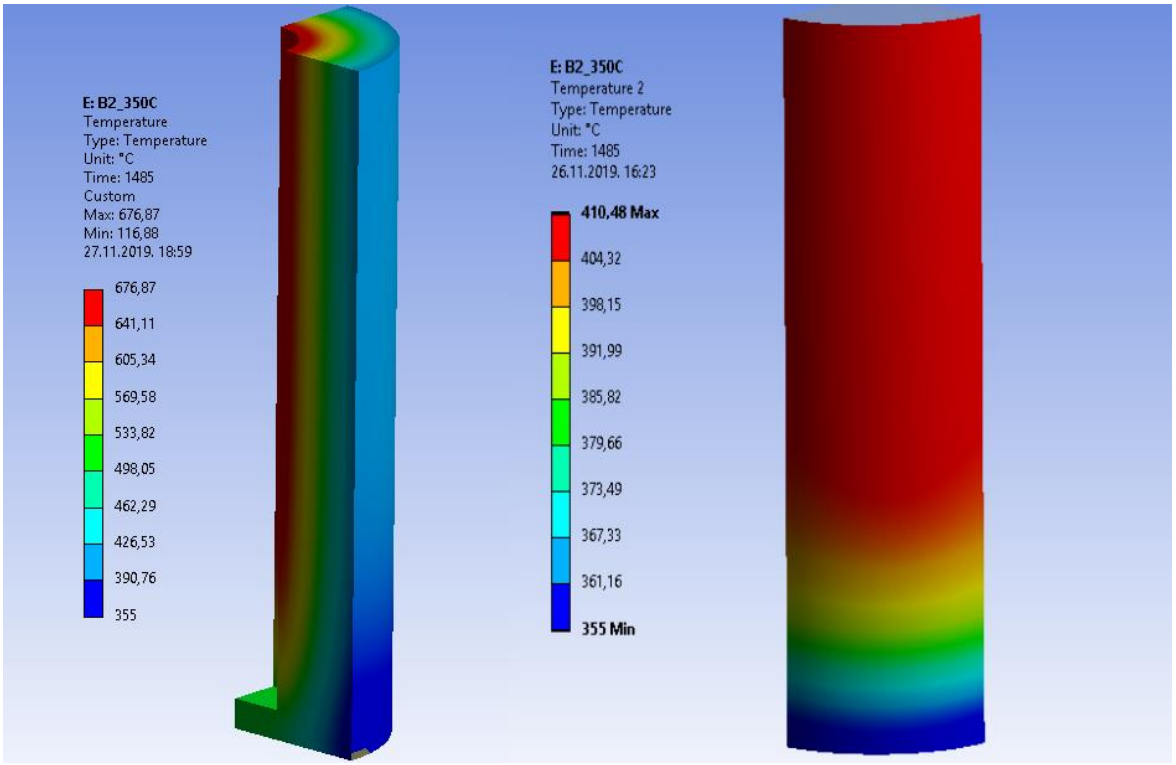


Slika 43. Temperaturna mapa trećeg uzorka vatrootporne žbuke (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno).

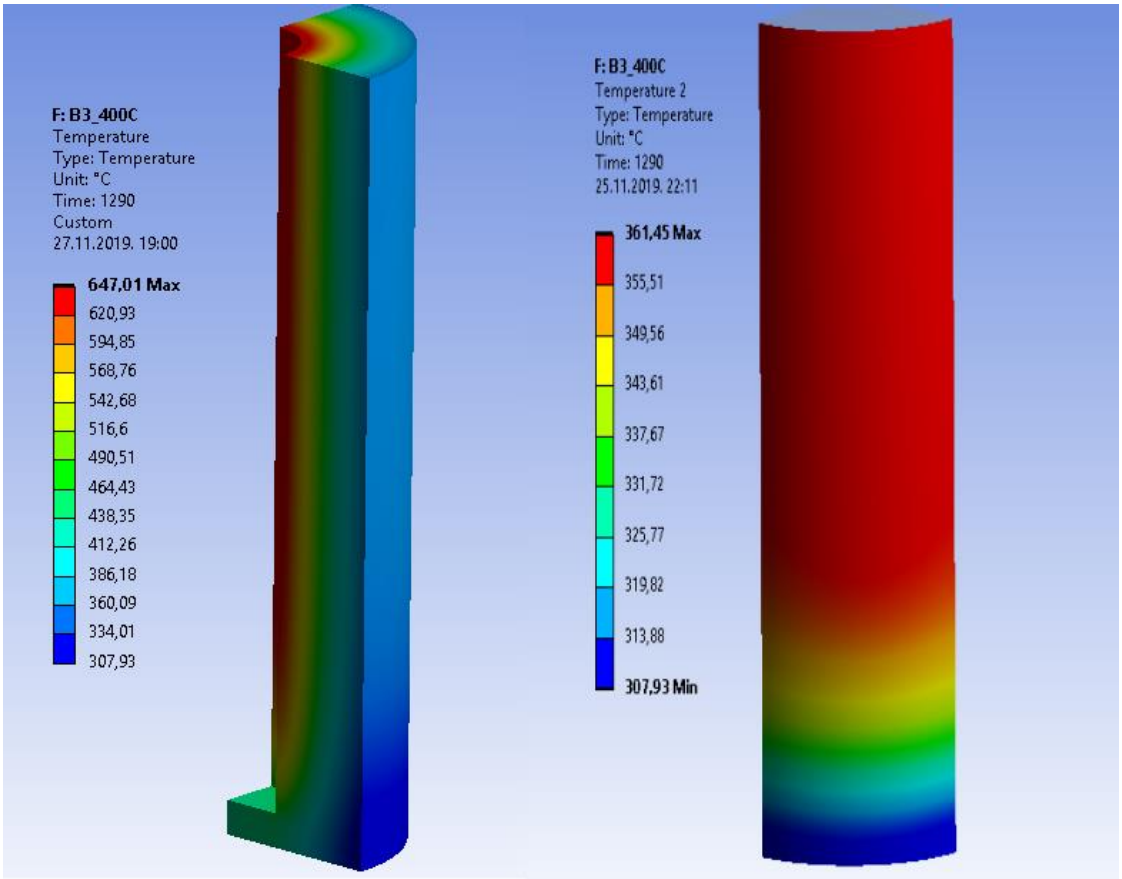
Temperaturne mape vatrobetona



Slika 44. Temperaturna mapa prvog uzorka vatrobetona (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno).



Slika 45. Temperaturna mapa drugog uzorka vatrobetona (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno).



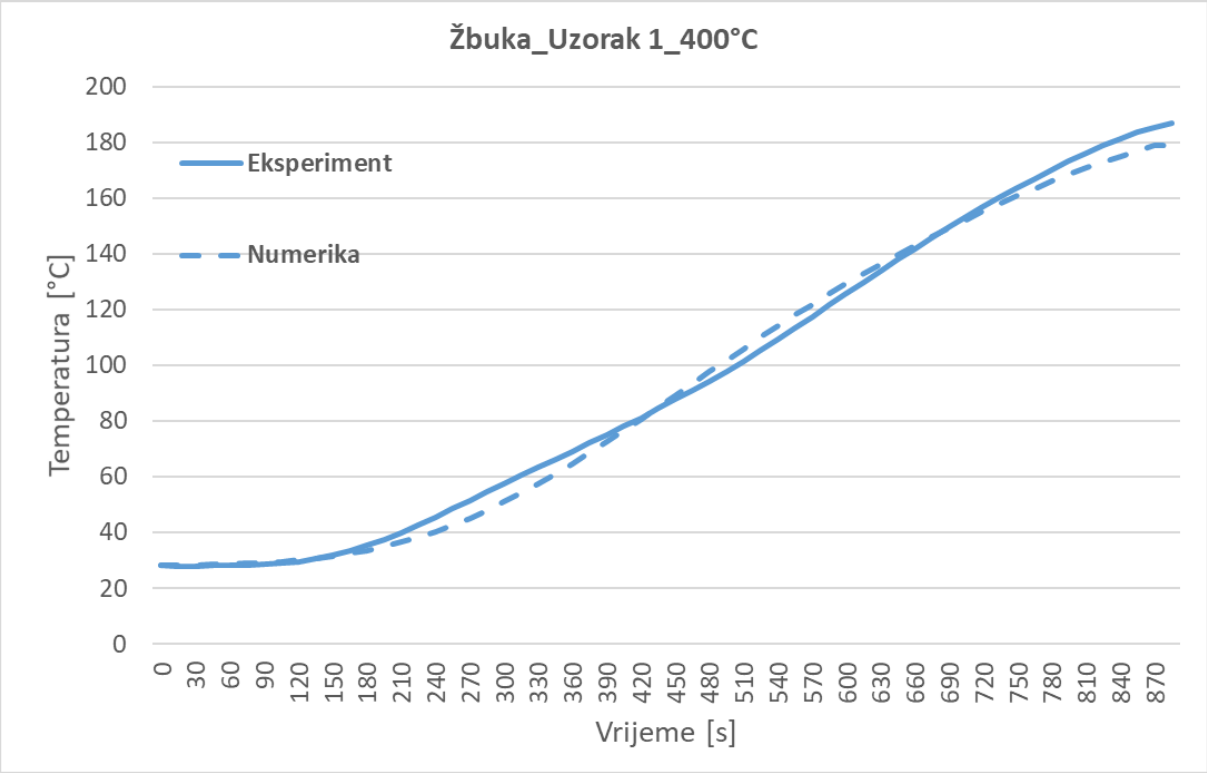
Slika 46. Temperaturna mapa trećeg uzorka vatrobetona (lijevo). Temperatura vanjske stijenke (desno).

5. ANALIZA REZULTATA

Kako bi se utvrdila opravdanost korištenih metoda tijekom utvrđivanja specifičnog toplinskog kapaciteta materijala vatrootporne žbuke i vatrobetona potrebno je usporediti rezultate dobivene eksperimentalnom i numeričkom metodom.

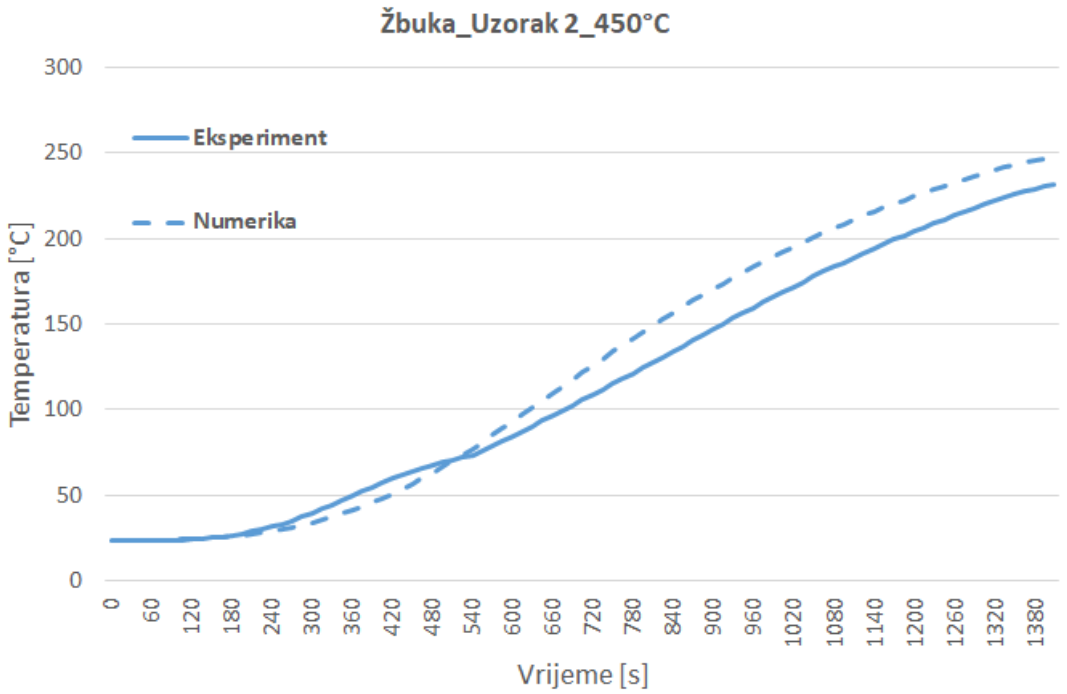
Temeljni kriterij usporedbe je krivulja temperature vanjske stijenke uzorka. U slučaju numeričke analize korišteni su ulazni parametri koji su dobiveni eksperimentom te je krajnji rezultat dobiven u obliku temperaturne mape u trenutku završetka procesa (npr. Slika 41. (desno)) i grafa ovisnosti temperature o vremenu. Na Slici 47. nalazi se prikaz opisane krivulje za slučaj eksperimenta (plavo) i numeričkog rješenja (crtkano plavo).

5.1. Vatrootporna žbuka

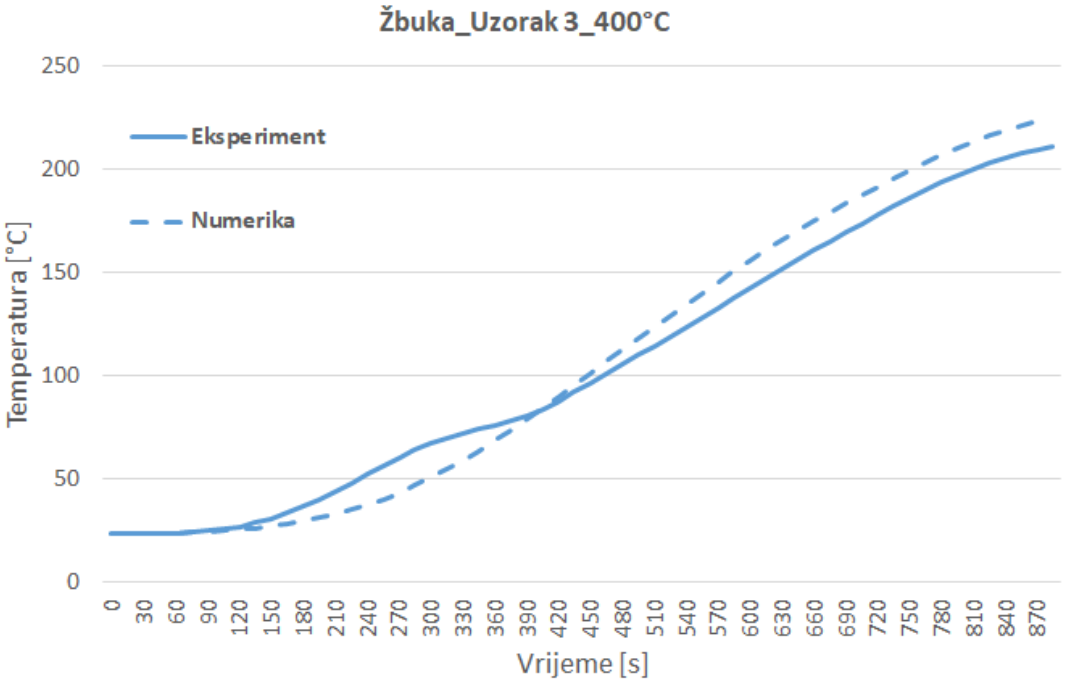


Slika 47. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrootporna žbuka, prvi uzorak

Prema priloženom grafičkom prikazu moguće je uočiti podudaranje rezultata eksperimenta i numeričke analize. Odstupanja koja su sve izraženija s povećanjem ukupne temperature u sustavu moguće je pripisati utjecaju vlage na mjerenja i poroznosti uzoraka koja je složena za primjenu u numeričkoj analizi. Na primjeru drugog i trećeg uzorka žbuke gdje je vidljiva stagnacija temperature opisana ranije, odstupanja dvaju rješenja su izraženija.



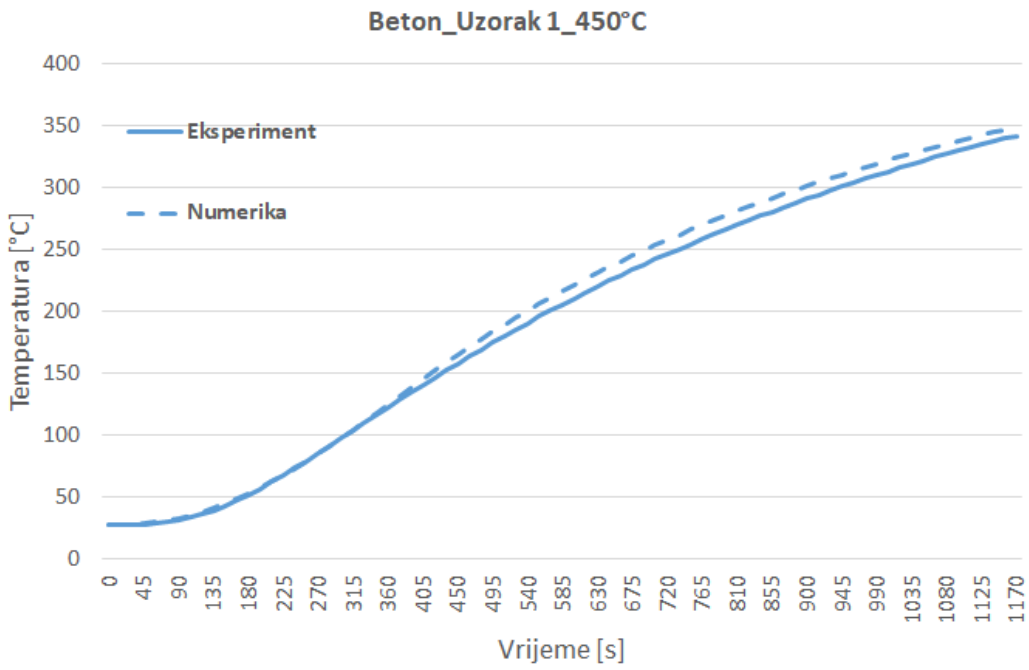
Slika 48. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrootporna žbuka, drugi uzorak



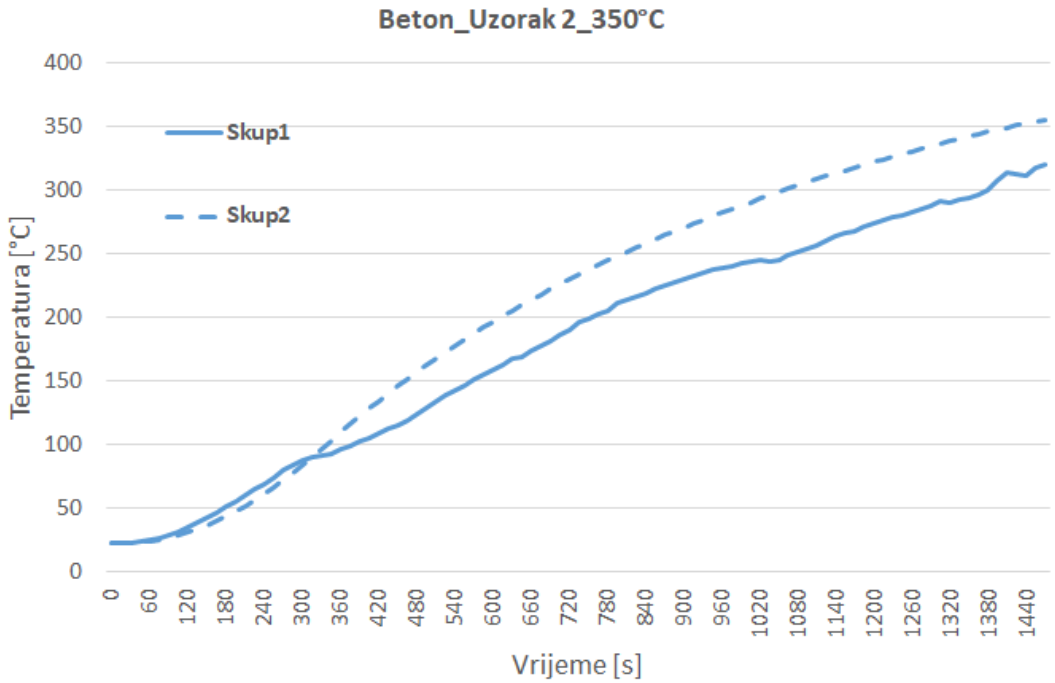
Slika 49. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrootporna žbuka, treći uzorak

5.3. Vatrobeton

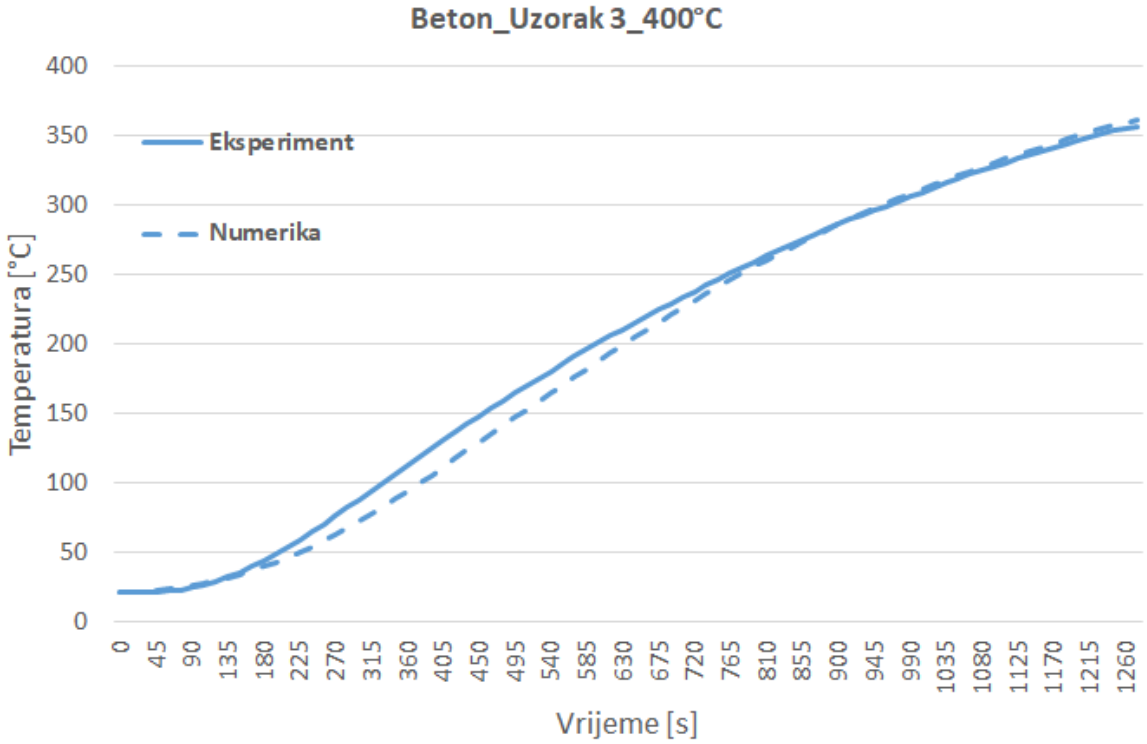
Na primjeru rezultata vatrobetona također je uočljivo poklapanje numeričkog rješenja s mjerenjima. Veća odstupanja vidljiva su na uzorku koji je sadržavao značajniji udio vodenog sadržaja (Slika 51.).



Slika 50. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrobeton, prvi uzorak



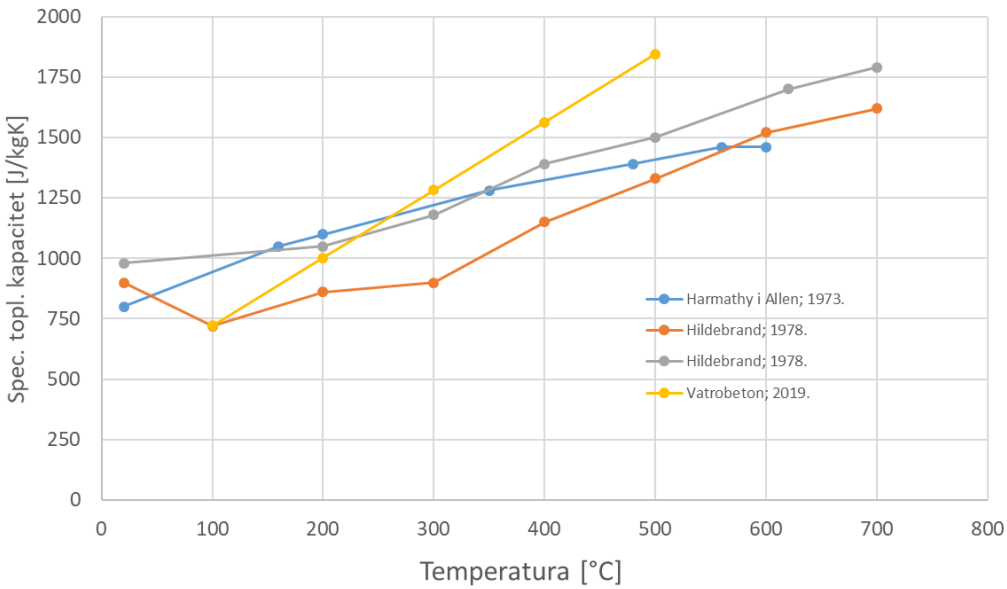
Slika 51. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrobeton, drugi uzorak



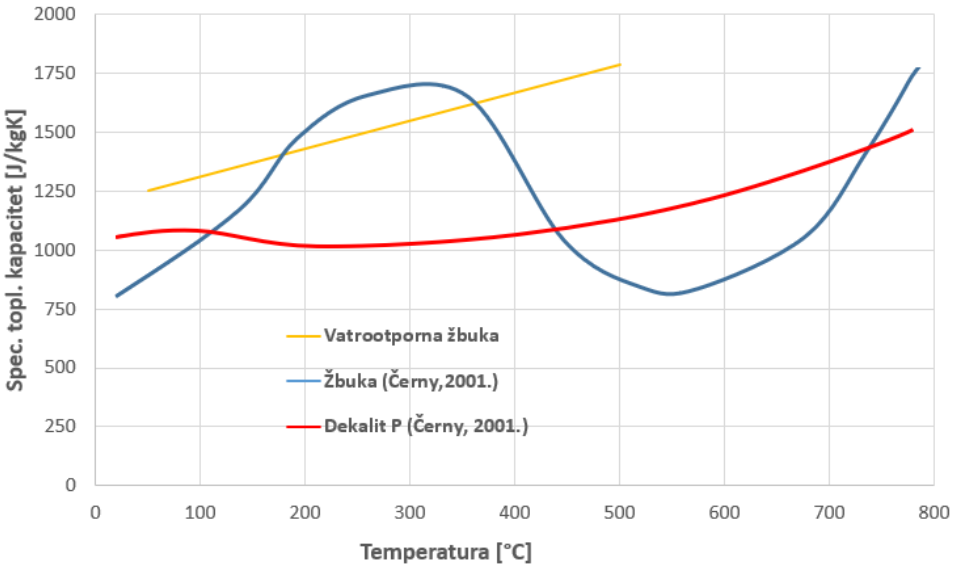
Slika 52. Usporedba rezultata eksperimenta i numeričke analize: Vatrobeton, treći uzorak

5.5. Usporedba s literaturom

Rezultati mjerenja betona pronađeni u literaturi dobiveni su DSC metodom (vidi Poglavlje 2.2.1) koja s velikom točnošću ispituje specifični toplinski kapacitet tvari. Međutim, metoda korištena u ovom radu pokazuje rezultate sukladne onima iz [18] za temperaturni raspon od 150 do 450 °C (Slika 53.). Usporedba vatrootporne žbuke s rezultatima pronađenim u literaturi prikazana je na Slici 54.



Slika 53. Usporedba rezultata vatrobetona s literaturom



Slika 54. Usporedba rezultata vatrootporne žbuke s literaturom

6. ZAKLJUČAK

Utvrđeni rezultati specifičnog toplinskog kapaciteta materijala vatrootporne žbuke i vatrobetona pokazuju da je moguće mjeriti navedeno termodinamičko svojstvo na način opisan u ovom radu.

Odstupanja numeričke analize i eksperimentalnih mjerenja su prihvatljiva uzevši u obzir s jedne strane različite faktore koji su utjecali na preciznost mjerenja (nehomogenost materijala, nedosljednost položaja termoparova), a s druge strane nemoguću idealnu simulaciju numeričkom analizom.

Prema prikazanim rezultatima može se zaključiti da se izmjereni specifični toplinski kapaciteti u eksperimentalnoj analizi s dovoljnom sigurnošću mogu primjenjivati u numeričkim analizama. Međutim, treba imati na umu da je u ovom radu numerički model zanemario utjecaj poroznosti u materijalu koja donosi određena odstupanja od stvarnih mjerenja.

Eksperimentalni dio analize bi za potpunu sigurnost trebalo obaviti DSC metodom koja bi sa sigurnošću mogla utvrditi krivulju specifičnog toplinskog kapaciteta.

U radu je potvrđena pojava povećanog specifičnog toplinskog kapaciteta u materijalu zbog postojanja određenog masenog sadržaja vode. Također, provjereni su promjenjivi početni i rubni uvjeti te se potvrđuje trend povećanog specifičnog toplinskog kapaciteta s povećanjem temperature.

LITERATURA

[1] Center of Fire Statistics of CTIF 2017

[2] https://hr.wikipedia.org/wiki/Požar; 12.11.2019.

[3] https://www.zus.hr/zastita-od-pozara; 12.11.2019.

[4] https://www.vig.hr; 12.11.2019.

[5] Rahmanian, I., Thermal and mechanical properties of gypsum boards and their influences on fire resistance of gypsum board based systems, 2011

[6] BS 476; Part 7; 1997.

[7] Khaliq, W., Kodur, V., "High temperature mechanical properties of high strength fly ash concrete with and without fibers,"ACI Materials Journal, vol. 109, no. 6, pp. 665–674, 2012.

[8] Rahmanian, I., Wang, Y., Thermal Conductivity of Gypsum at High Temperatures A Combined Experimental and Numerical Approach, Acta Polytechnica Vol. 49 No. 1/2009

[9] Rahmanian, I., Thermal and mechanical properties of gypsum boards and their influences on fire resistance of gypsum board based systems, 2011

[10] Michael H. Chiu, Elmar J. Prenner; Differential scanning calorimetry: An invaluable tool for a detailed thermodynamic characterization of macromolecules and their interactions; J Pharm Bioallied Sci.; 2011 (39-59)

[11] Ang, C.N., Wang,Y.C., The Effect of Water Movement on Specific Heat of Gypsum Plasterboard in Heatt Transfer Analysis Under Natural Fire Exposure. Construction and Building Materials, Vol.18 (str. 505–51), 2003.

[12] Galović, A., Termodinamika I, FSB, Zagreb, 2016.

[13] https://www.samoborka.hr/upload/proizvodi/TUP-%20Vatrostop.pdf; 14.11.2019.

[14] http://www.micom.hr/varijabilni-transformatori; 17.11.2019.

[15] https://www.keysight.com/en/pd-1000001313%3Aepsg%3Apro-pn-34970A/data-acquisition-data-logger-switch-unit?cc=HR&lc=eng; 17.11.2019.

[16] Galović, A., Termodinamika II, FSB, Zagreb, 2016.

[17] Wang, H. B.: Heat Transfer Analysis of Components of Construction Exposed to Fire. Department of Civil Engineering and Construction, University of Salford, U.K., 1995.

[18] Jansson, R., Measurement of thermal properties at elevated temperatures – Brandforsk project 328-031, 2004.

[19] Černy, R., Toman, J., Determination of changes in thermal properties of building materials in the conditions of a fire, CIB World Building Congress, 2001.

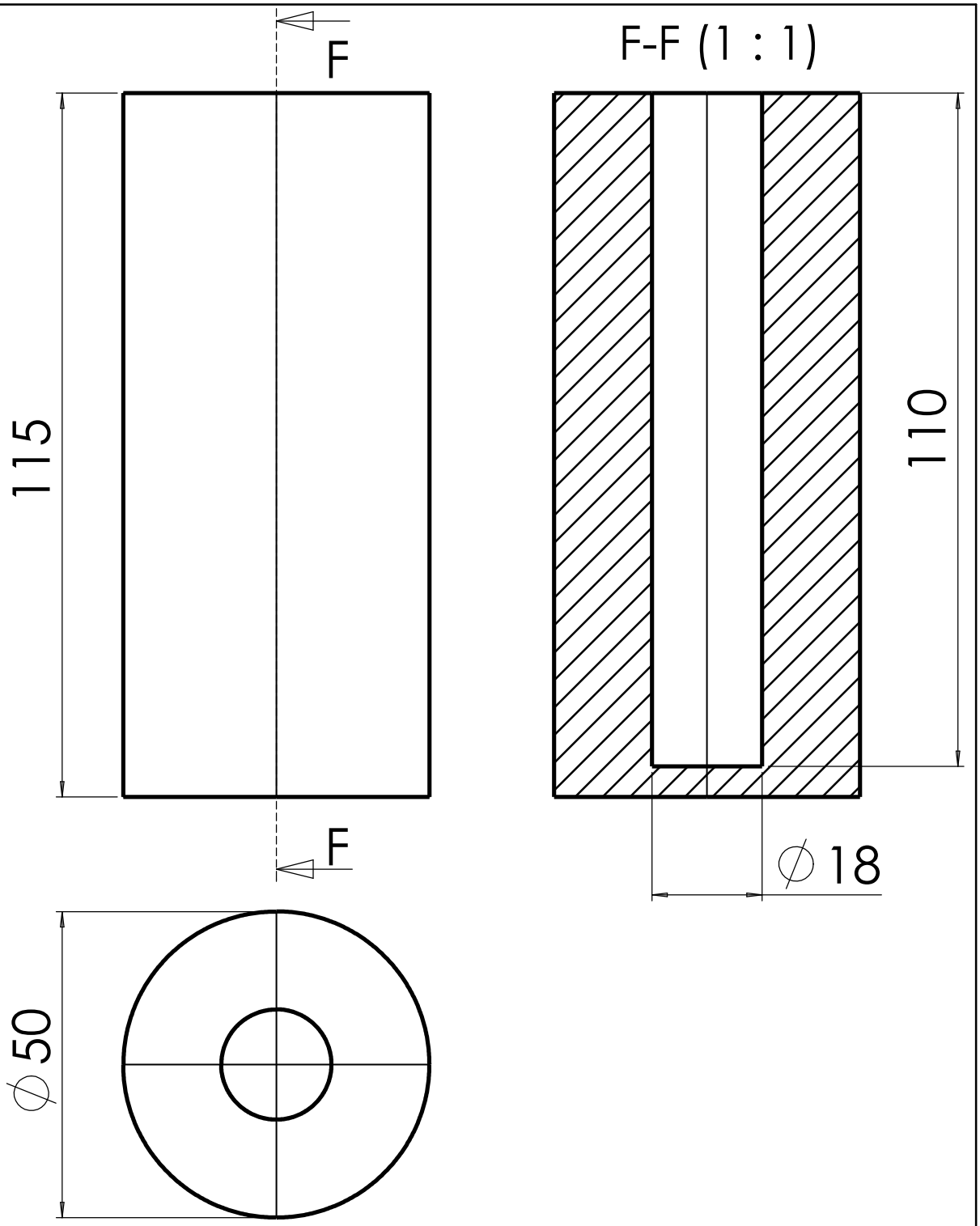
PRILOZI

I. Tehnički crtež ispitnog uzorka

II. Tablice rezultata mjerenja

III. CD-R disc

PRILOG I



	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao				FSB Zagreb
Razradio				
Crtao	28.11.2019.	Roman Kuzmić		
Pregledao				

Napomena:	Objekt broj:	
	R. N. broj:	
		Kopija
Materijal: Beton/Žbuka	Masa:	
Mjerilo originala 1:1	Naziv: ISPITNI UZORAK	Pozicija: 1
	Crtež broj: RK-2019-01	Format: A4
		Listova: 1
		List: 1

Design by CADLab

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

PRILOG II: Tablice rezultata mjerenja

		600					600_2					400					300					200				
Scan	Vrijeme	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Stijenka2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Stijenka2	Zrak	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka
1	0	19,271	19,191	19,084	19,139	19,089	21,982	21,875	21,867	21,758	21,675	28,104	28,049	27,833	27,816	27,606	27,05	27,006	26,913	26,896	26,791	23,58	23,961	23,911	23,862	23,767
2	15	19,326	19,196	19,089	19,149	19,113	22,086	21,896	21,948	21,909	21,675	28,231	28,041	27,817	27,821	27,608	27,113	27,003	26,934	26,899	26,775	23,95	24,07	23,996	23,932	23,756
3	30	19,797	19,196	19,115	19,131	19,115	23,012	21,908	22,007	21,869	21,697	28,925	28,044	27,83	27,829	27,577	27,739	26,985	26,952	26,925	26,799	24,273	24,273	24,091	24,098	23,727
4	45	21,39	19,23	19,1	19,206	19,12	25,02	21,93	21,997	21,888	21,685	30,82	28,089	27,869	27,862	27,627	29,579	27,034	27,01	26,934	26,799	24,52	24,668	24,225	24,262	23,769
5	60	24,312	19,27	19,127	19,257	19,116	28,547	21,997	22,055	21,932	21,708	34,043	28,154	27,932	27,932	27,634	32,838	27,079	27,035	26,975	26,804	25,234	25,276	24,538	24,441	23,769
6	75	28,663	19,372	19,148	19,361	19,117	33,441	22,111	22,265	22,038	21,684	38,427	28,291	28,048	28,017	27,663	37,528	27,221	27,165	27,105	26,841	30,907	26,173	24,933	24,699	23,788
7	90	34,278	19,616	19,207	19,473	19,132	39,521	22,354	22,748	22,125	21,701	44,002	28,514	28,132	28,139	27,674	43,412	27,442	27,263	27,266	26,833	36,071	27,361	25,464	25,054	23,79
8	105	40,917	20,064	19,242	19,611	19,13	46,666	22,832	23,416	22,051	21,705	50,584	28,983	28,303	28,373	27,666	50,385	27,826	27,426	27,524	26,859	42,414	28,845	25,966	25,451	23,817
9	120	48,459	20,779	19,309	19,832	19,145	54,716	23,527	24,75	22,884	21,724	58,049	29,645	28,542	28,602	27,7	58,237	28,41	27,625	27,836	26,859	49,81	30,644	26,398	25,898	23,89
10	135	56,729	21,796	19,386	20,086	19,167	63,506	24,467	26,325	23,298	21,737	66,238	30,619	28,866	28,875	27,703	66,892	29,287	27,937	28,199	26,87	58,074	32,81	26,859	26,415	23,959
11	150	65,653	23,102	19,514	20,41	19,181	72,916	25,741	28,276	23,757	21,768	75,062	31,855	29,366	29,204	27,729	76,2	30,456	28,464	28,629	26,883	67,012	35,296	27,352	27,054	24,092
12	165	75,05	24,766	19,703	20,767	19,2	82,821	27,321	30,593	24,235	21,81	84,466	33,432	30,024	29,641	27,794	86,01	31,95	29,059	29,079	26,912	76,608	37,915	27,729	27,669	24,226
13	180	84,841	26,804	19,868	21,159	19,249	93,171	29,254	33,177	23,687	21,839	94,27	35,326	30,775	30,109	27,873	96,213	33,718	29,811	29,576	26,975	86,708	40,762	28,196	28,31	24,376
14	195	94,954	29,147	20,107	21,611	19,308	103,605	31,413	35,696	22,906	21,861	104,394	37,469	31,58	30,669	27,923	106,743	35,803	30,571	30,149	26,993	97,255	43,783	28,717	29,059	24,56
15	210	105,371	31,819	20,388	22,103	19,347	114,544	33,927	38,95	24,412	21,939	114,73	39,881	32,424	31,242	28,012	117,486	38,12	31,489	30,767	27,054	108,076	46,887	30,469	29,843	24,847
16	225	115,96	34,777	20,691	22,652	19,454	125,545	36,689	42,322	25,383	22,029	125,233	42,544	33,616	31,947	28,097	128,429	40,815	32,425	31,468	27,169	119,117	50,049	32,339	30,632	25,173
17	240	126,586	37,951	21,034	23,254	19,603	136,622	39,662	45,747	26,213	22,144	135,689	45,415	34,862	32,707	28,225	139,301	43,67	33,448	32,166	27,303	130,164	53,108	33,49	31,558	25,526
18	255	137,283	41,337	21,419	23,936	19,769	147,383	42,542	47,348	23,03	22,152	146,205	48,501	35,762	33,499	28,488	150,076	46,673	34,416	32,871	27,432	141,188	56,089	34,531	32,525	25,983
19	270	147,847	44,849	21,832	24,767	19,992	158,069	45,907	49,973	22,781	22,236	156,566	51,567	36,879	34,288	28,754	160,835	49,785	35,019	33,653	27,59	152,098	58,921	34,903	33,496	26,496
20	285	158,347	48,402	22,29	25,626	20,304	168,946	49,245	55,093	27,194	22,54	166,865	54,651	37,919	35,011	29,096	171,48	52,954	35,25	34,463	27,847	162,935	61,538	34,122	34,425	27,053
21	300	168,704	51,879	22,787	26,491	20,647	179,713	52,67	58,377	29,402	22,88	176,999	57,639	39,134	35,783	29,461	182,014	56,106	36,339	35,13	28,161	173,618	64,001	35,105	35,376	27,637
22	315	178,945	55,195	23,285	27,342	21,05	190,305	56,075	61,352	30,529	23,296	187,064	60,562	40,18	36,603	29,927	192,32	59,212	37,783	35,945	28,568	184,167	66,318	34,797	36,178	28,226
23	330	188,99	58,311	23,826	28,255	21,539	200,666	59,368	64,277	31,62	23,749	196,99	63,53	41,406	37,536	30,46	202,583	62,408	39,294	36,882	29,073	194,506	68,673	36,043	37,119	28,831
24	345	198,824	61,213	24,376	29,285	22,028	210,798	62,555	67,185	32,783	24,214	206,573	66,312	42,382	38,428	31,01	212,544	65,5	40,19	37,758	29,557	204,617	71,101	38,425	38,186	29,641
25	360	208,46	63,905	24,974	30,271	22,627	220,782	65,263	68,14	28,293	23,961	215,981	69,131	43,974	39,425	31,56	222,28	68,571	40,426	38,668	30,078	214,411	73,525	39,927	39,015	30,312
26	375	217,881	66,435	25,609	31,256	23,097	230,416	68,277	72,27	33,638	24,926	225,175	72,058	45,018	40,453	32,31	231,736	71,662	40,206	39,629	30,646	223,025	75,916	40,654	39,62	30,946
27	390	227,096	68,924	26,294	32,225	23,723	239,841	71,349	75,39	35,847	25,607	234,317	75,076	47,035	41,503	33,014	241,032	74,844	42,265	40,64	31,309	228,96	78,339	41,372	40,345	31,564
28	405	236,261	71,458	27,001	33,173	24,294	249,03	74,406	78,419	37,11	26,254	243,114	78,073	48,603	42,425	33,74	250,165	78,168	43,052	41,702	31,934	232,415	80,83	42,275	41,048	32,197
29	420	245,138	74,079	27,759	34,098	24,874	257,965	77,435	81,404	38,085	27,061	251,775	81,213	50,573	43,348	34,495	259,018	81,426	44,145	42,765	32,668	234,141	83,265	42,618	41,716	32,865
30	435	253,791	76,785	28,483	35,031	25,734	266,703	80,506	84,608	39,175	27,69	260,268	84,445	51,899	44,342	35,203	267,589	84,651	45,116	43,783	33,241	234,481	85,487	43,758	42,354	33,473
31	450	262,249	79,649	29,208	39,806	26,048	275,256	83,682	88,115	40,303	28,442	268,565	87,719	52,948	45,341	35,887	275,98	87,956	43,692	42,499	33,865	233,954	87,488	45,833	42,913	34,051
32	465	269,645	82,486	27,86	54,447	26,557	283,59	86,959	92,048	41,364	29,189	276,619	90,945	53,819	46,298	36,61	284,501	90,667	45,965	38,797	33,883	232,849	89,349	45,774	43,268	34,593
33	480	277,378	85,865	30,493	60,25	27,378	291,679	90,19	96,23	42,22	29,857	284,488	94,179	55,048	47,156	37,247	292,555	94,193	49,734	43,32	34,682	231,402	91,212	47,911	43,666	35,131
34	495	285,219	89,305	31,847	62,569	27,963	299,347	93,298	97,395	33,498	29,849	292,358	97,756	56,163	48,303	38,008	300,433	97,979	51,769	45,176	35,347	229,645	93,028	48,545	44,041	35,648
35	510	292,964	92,781	32,925	64,855	28,732	306,557	95,704	101,788	28,65	29,218	299,956	101,553	56,763	49,274	38,689	308,153	101,947	53,029	46,382	36,044	227,611	94,747	48,227	44,255	36,062
36	525	300,569	96,302	33,895	67,185	29,365	314,557	98,256	104,868	32,035	29,294	307,429	105,494	57,545	50,185	39,3	315,867	106,066	55,032	47,465	36,777	225,475	96,35	49,159	44,563	36,555
37	540	308,078	100,089	34,888	69,64	30,1	321,818	102,732	111,717	40,409	30,665	314,91	109,538	58,842	51,264	39,986	323,03	110,081	56,78	48,588	37,45	223,256	97,879	50,026	44,976	36,989
38	555	315,496	104,119	35,784	72,099	30,817	329,187	107,136	116,181	43,811	31,433	322,244	113,583	59,437	52,356	40,646	328,315	114,104	56,661	49,659	38,121	221,066	99,234	49,952	45,379	37,374
39	570	322,798	108,29	36,766	74,596	31,448	336,46	111,422	120,297	45,607	32,166	329,443	117,552	60,553	53,291	41,299	331,081	118,118	56,783	50,417	38,786	218,83	100,372	49,596	45,789	37,717
40	585	330,055	112,437	37,78	77,239	32,121	343,591	115,658	124,342	47,02	32,948	336,614	121,679	59,957	54,449	41,918	332,073	122,284	59,414	51,501	39,441	216,534	101,47	49,775	46,081	38,12
41	600	337,176	116,596	38,774	79,792	32,694	350,875	119,909	128,088	48,144	33,797	343,689	125,837	61,096	55,389	42,63	331,668	126,274	58,531	52,389	40,065	214,33	102,349	50,161	46,311	38,424
42	615	344,268	120,767	39,815	82,555	33,606	357,945	124,09	131,824	49,212	34,571	350,598	129,933	62,719	56,352	43,176	330,348	130,024	60,279	53,117	40,702	212,159	103,162	51,151	46,459	38,689
43	630	351,225	124,994	40,735	85,082	34,323	364,885	128,262	135,33	50,283	35,321	357,432	134,016	63,603	57,46	43,761	328,59	133,615	58,072	54,319	41,367	209,963	103,866	51,684	46,906	38,985
44	645	358,085	129,168	41,733	87,53	35,012	371,93	132,362	138,756	50,999	36,008	364,188	138,056	64,628	58,533	44,33	326,259	136,847	59,154	55,354	41,884	207,772	104,44	52,114	47,158	39,229
45	660	364,876	133,277	42,754	90,038	35,686	378,548	136,356	142,118	52,308	36,716	370,791	141,95	66,309	59,636	44,873	323,668	139,748	60,741	56,193	42,352	205,735	104,923	52,58	47,34	39,409
46	675	371,607	137,357	43,581	92,407	36,473	385,293	140,346	145,301	53,383	37,433	377,272	145,817	65,269	60,47	45,367	321,002	142,41	63,46	56,936	42,768	203,62	105,322	52,717	47,653	39,64
47	690	378,272	141,386	44,728	95,073	37,16	391,945	144,281	148,41	54,566	38,135	383,751	149,649	68,485	61,37	45,876	318,036	144,703	63,347	57,663	43,064	201,563	105,692	53,025	47,874	39,842
48	705	384,931	145,262	45,664	97,634	37,847	397,218	147,411	148,753	45,821	38,27	390,024	153,288	68,149	62,268	46,271	314,996	146,664	63,445	58,336	43,231	199,598	105,927	53,244	47,972	39,982
49	720	391,509	149,144	46,534	100,408	38,5	403,796	149,067	144,807	32,77	36,722	396,179	156,907	71,03	63,223	46,721	311,881	148,372	64,958	59,041	43,389	197,546	106,051	53,321	48,114	40,107
50	735	397,855	152,893	47,593	101,93	39,226	410,743	152,44	148,651	41,871	37,371	402,276	160,479	71,54	64,443	47,126	308,745	149,809	65,174	59,577	43,6	195,537	106,244	53,19	48,304	40,255
51	750	402,474	156,538	48,196	104,855	39,89	416,89	156,661	155,744	54,479	37,523	408,053	163,832	71,436	65,769	47,41	305,525	150,952	66,459	59,835	43,763	193,551	106,234	53,244	48,443	40,385
52	765	404,542	160,022	49,092	107,015	40,517	422,456	160,394	159,181	57,506	37,864	412,509	167,193	71,945	66,348	47,729	302,293	151,875	66,694	60,515	44,171					
53	780	404,571	163,44	49,58	108,293	41,114	428,396	163,987	162,153	59,243	38,385	414,498	170,398	72,637	67,669	48,021	299,106	152,617	67,263	61,088	44,85					
54	795	403,214	166,582	50,657	110,65	41,721	433,949	167,361	164,868	60,546	38,943	414,361	173,417	73,339	68,388	48,359	295,793	153,103	68,391	61,432	45,583					
55	810	401,499	169,562	51,658	112,726	42,354	439,568	170,616	167,538	61,892	39,705	412,915	176,374	75,199	69,259	48,899	292,575	153,523	67,62	61,824	46,324					
56	825	401,183	172,284	52,278	113,89	42,873	445,185	173,84	170,13	62,899	40,612	410,387	179,004	75,69	70,338	49,487	289,377	153,8	67,87	62,285	47,049					
57	840	402,549	174,673	53,252	115,619	43,413	450,379	176,861	172,483	63,963	41,561	407,266	181,463	76,246	71,546	50,37	286,065	153,869	68,108	62,817	47,751					
58	855	405,144	176,81	53,999	117,683	43,946	455,961	179,981	174,986	64,993	42,461	403,69	183,69	75,99	72,723	51,323	282,944	153,897	69,001	63,211	48,48					
59	870	408,573	178,754	54,804	119,183	44,348	460,937	182,856	177,315	66,416	43,523	399,753	185,563	78,176	73,793	52,284	279,679	153,779	68,582	63,685	49,124					
60	885	412,6	180,546	55,849	120,168	44,595	466,252	185,793	179,649	67,375	44,333	395,57	187,076	79,681	74,337	53,242										
61	900	417,029	182,293	57,003	121,672	44,831	471,084	188,545	181,74	68,257	45,373	391,383	188,482	80,732	75,429	54,231										
62	915	421,426	182,208	49,091	118,268	43,958	476,121	191,333	184,23	69,644	46,37	386,907	189,498	82,781	76,018	55,197										
63	930	426,24	184,378	55,032	130,049	44,042	480,846	194,061	186,361	70,77	47,321	382,474	190,291	81,138	76,584	56,132										
64	945	431,105	186,331	57,345	131,102	44,249	484,18	194,038	187,617	62,46	47,681	377,975	190,905	80,909	77,029	57,111										
65	960	436,037	188,283	58,505	134,68	44,8	488,641	197,277	193,193	74,231	48,771	373,386	191,212	81,973	77,362	57,987										
66	975	441,005	190,199	59,399	134,553	45,458	492,667	200,152	195,552	76,561	49,764	368,911	191,352	82,801	78,201	58,844										
67	990	445,947	192,075	60,601	136,847	46,31	497,088	202,895	197,851	80,254	50,823	364,333	191,288	83,561	78,548	59,787										
68	1005	450,853	193,967	61,418	137,291	47,281	501,23	205,589	200,498	80,56	51,713															
69	1020	455,71	195,92	62,464	138,715	48,262	505,245	208,055	202,2	79,254	52,709															
70	1035	460,557	197,883	63,416	140,214	49,213	509,594	210,506	204,375	82,409	53,692															
71	1050	465,47	199,843	65,043	140,518	50,203	513,43	212,644	206,474	85,393	54,762															
72	1065	470,332	201,82	65,703	144,536	51,169	517,669	215,082	208,306	88,318	55,849															
73	1080	475,053	203,863	66,547	145,862	52,162	521,277	217,165	210,532	87,506	56,809															
74	1095	479,649	205,867	67,846	145,503	53,183	525,394	219,465	212,192	88,316	57,833															
75	1110	484,162	207,85	68,572	147,368	54,123	528,872	221,525	214,51	89,883	58,782															
76	1125	488,697	209,85	69,858	149,097	55,048	532,492	223,416	216,051	92,408	60,011															
77	1140	493,06	211,846	70,791	150,645	56,008	536,321	225,671	218,132	94,873	60,971															
78	1155	497,373	213,847	72,178	151,679	57,039	539,536	227,478	219,591	95,31	61,956															
79	1170	501,609	215,867	73,49	153,473	58,018	543,238	229,523	221,684	98,928	62,993															
80	1185	505,704	217,879	74,362	154,981	59,064	546,255	231,29	223,29	95,757	64,048															
81	1200	509,74	219,787	75,477	157,113	59,997	549,82	233,079	224,671	102,767	65,225															
82	1215	513,732	221,715	76,188	161,454	61,014	552,731	235,09	226,74	103,021	66,201															
83	1230	517,647	223,674	77,322	159,763	61,979	555,719	236,551	228,433	114,912	67,253															
84	1245	521,433	225,502	77,872	153,58	63,002	558,802	238,474	230,124	119,691	68,337															
85	1260	525,059	225,209	68,46	119,204	63,439	561,673	239,931	231,217	118,763	69,633															
86	1275	528,437	227,582	77,757	130,006	64,545	564,354	241,751	233,264	107,372	70,519															
87	1290	531,558	229,7	80,196	129,209	65,479	567,187	243,291	234,531	111,994	71,768															
88	1305	534,593	231,683	81,105	128,469	66,464	569,775	245,142	236,176	123,118	72,82															
89	1320	537,813	233,687	82,999	135,354	67,426	572,444	246,53	237,233	125,933	73,779															
90	1335	541,416	235,59	83,98	139,923	68,41	575,36	248,346	238,886	126,598	75,101															
91	1350	544,803	237,435	84,839	137,46	69,431	577,35	249,807	239,829	124,948	76,13															
92	1365	547,689	238,996	85,205	142,729	70,444	580,392	251,312	241,503	124,031	77,158															
93	1380	550,698	240,797	86,496	142,498	71,367	582,52	253,048	242,833	132,417	78,242															
94	1395	553,747	242,476	88,822	143,394	72,457	584,642	254,209	244,367	122,084	79,308															
95	1410	556,859	244,055	89,003	149,165	73,392	587,208	255,814	245,688	120,521	80,295															
96	1425	560,256	245,849	90,159	143,885	74,284	589,689	257,408	246,795	139,733	81,422															
97	1440	563,069	247,358	91,38	147,174	75,262	591,965	258,805	248,526	135,57	82,533															
98	1455	565,646	248,766	92,332	148,322	76,293	593,515	256,969	237,103	73,116	82,189															
99	1470	568,319	250,088	93,2	142,266	77,264	596,46	250,691	63,158	48,851	82,175															
100	1485	571,475	251,717	94,36	157,542	78,313	599,994	254,008	169,953	97,023	83,763															
101	1500	573,998	253,363	95,379	156,691	79,284	601,264	257,57	178,108	107,802	84,782															
102	1515	576,285	254,685	96,458	153,572	80,269	602,664	259,868	180,292	110,77	85,722															
103	1530	578,911	255,94	96,769	163,052	81,183	604,678	261,953	182,11	111,544	86,731															
104	1545	581,641	257,64	98,483	160,569	82,171	606,86	264,054	184,448	112,863	87,732															
105	1560	583,925	259,031	99,762	159,071	83,105	608,488	265,914	184,114	113,725	88,682															
106	1575	586,141	260,233	101,013	163,093	84,06	610,167	267,174	186,994	118,964	89,898															
107	1590	588,441	261,324	101,515	164,003	85,013	612,41	268,332	187,631	119,472	90,954															
108	1605	590,874	262,731	102,236	157,204	86	614,469	269,797	188,182	119,724	91,909															
109	1620	593,123	264,085	103,243	162,267	86,936	616,919	271,105	190,506	119,175	93,099															
110	1635	595,535	265,485	105,18	161,601	87,915	618,079	272,893	189,977	121,379	94,009															
111	1650	597,73	266,798	106,17	174,088	88,949	616,467	274,324	190,981	122,094	95,082															
112	1665	599,411	267,773	106,5	170,214	89,866	612,693	275,512	192,571	122,425	96,062															
113	1680	601,74	269,257	107,955	170,392	90,829	607,733	276,545	194,232	124,192	97,062															
114	1695	603,459	270,529	107,964	176,434	91,741	602,289	277,419	194,478	126,987	97,932															
115	1710	605,477	271,56	110,288	173,68	92,682	595,323	277,99	194,24	126,897	98,905															
116	1725	607,505	272,6	111,544	170,717	93,651	587,941	278,258	197,564	127,132	99,874															
117	1740	609,034	273,549	112,025	166,638	94,651	580,482	278,709	195,323	126,138	100,768															
118	1755	610,902	274,675	113,039	174,847	95,519	573	278,762	196,436	128,431	101,941															
119	1770	612,76	275,938	114,3	174,597	96,45	565,314	278,557	194,799	130,278	102,765															
120	1785	614,276	276,9	114,797	176,505	97,365	557,43	277,826	194,118	127,139	103,483															
121	1800	615,897	274,655	85,582	97,546	96,802																				
122	1815	616,373	266,899	73,686	139,256	97,079																				
123	1830	618,086	271,376	107,66	185,006	98,288																				
124	1845	619,153	274,292	113,612	185,691	99,143																				
125	1860	620,306	276,42	114,7	196,956	100,059																				
126	1875	621,121	278,054	116,244	186,817	100,922																				
127	1890	618,903	278,986	116,891	197,509	101,785																				
128	1905	614,32	280,392	118,408	193,871	102,604																				
129	1920	609,218	281,687	119,508	192,908	103,493																				
130	1935	602,194	282,196	120,181	200,094	104,358																				
131	1950	595,16	282,725	121,052	202,578	105,188																				
132	1965	587,483	282,873	121,683	190,355	106,036																				
133	1980	579,647	282,509	122,265	197,058	106,888																				

VATROOTPORNAŽBUKA_
UZORAK 1

Scan	Vrijeme	250					300					350					400					420					500				
		Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka
1	0	18,614	18,545	18,426	18,426	18,444	19,353	19,199	19,228	19,212	19,201	21,685	21,496	21,456	21,44	21,36	21,694	21,593	21,54	21,566	21,486	25,045	24,53	22,783	22,741	22,58	28,73	26,7	24,388	24,501	24,001
2	10	18,841	18,567	18,453	18,463	18,453	19,638	19,229	19,239	19,232	19,202	21,99	21,533	21,485	21,445	21,381	21,907	21,638	21,556	21,553	21,492	25,264	24,591	22,791	22,741	22,57	29,035	26,697	24,329	24,448	24,011
3	20	19,258	18,644	18,474	18,468	18,45	20,102	19,354	19,251	19,248	19,232	22,522	21,657	21,486	21,463	21,375	22,311	21,742	21,574	21,585	21,5	25,671	24,7	22,825	22,754	22,565	29,714	26,694	24,39	24,521	23,99
4	30	19,959	18,778	18,552	18,475	18,437	20,935	19,528	19,315	19,278	19,235	23,357	21,818	21,533	21,482	21,381	23,009	21,886	21,602	21,591	21,517	26,347	24,842	22,838	22,751	22,593	30,852	26,699	24,045	24,508	23,971
5	40	20,944	18,954	18,59	18,518	18,441	22,014	19,767	19,362	19,307	19,251	24,484	22,104	21,575	21,556	21,396	23,946	22,108	21,624	21,629	21,547	27,253	25,088	22,855	22,789	22,584	32,439	26,721	24,117	24,493	23,961
6	50	22,235	19,319	18,657	18,564	18,46	23,412	20,163	19,424	19,389	19,259	25,93	22,476	21,611	21,637	21,411	25,214	22,41	21,674	21,658	21,562	28,448	25,465	22,889	22,774	22,576	34,488	26,826	24,358	24,519	23,972
7	60	23,833	19,741	18,73	18,661	18,459	25,127	20,657	19,49	19,471	19,306	27,68	22,996	21,708	21,716	21,45	26,799	22,851	21,742	21,718	21,593	29,884	25,957	22,945	22,845	22,603	36,975	26,991	24,332	24,655	23,966
8	70	25,716	20,336	18,78	18,756	18,49	27,115	21,322	19,569	19,59	19,335	29,712	23,659	21,801	21,823	21,495	28,663	23,418	21,852	21,82	21,605	31,602	26,559	23,006	22,903	22,574	39,838	27,207	24,661	24,553	23,951
9	80	27,907	21,109	18,865	18,87	18,58	29,458	22,14	19,714	19,714	19,369	32,034	24,487	21,92	21,939	21,527	30,806	24,133	21,953	21,979	21,639	33,551	27,312	23,085	22,972	22,59	43,079	27,53	24,702	24,657	23,973
10	90	30,417	22,038	18,983	19,025	18,616	31,958	23,096	19,828	19,902	19,437	34,596	25,447	22,069	22,101	21,591	33,208	25,004	22,116	22,11	21,706	35,78	28,228	23,204	23,073	22,594	46,652	27,938	24,623	24,731	23,94
11	100	33,125	23,101	19,128	19,165	18,689	34,757	24,244	19,985	20,078	19,483	37,397	26,595	22,242	22,268	21,637	35,838	26,049	22,28	22,295	21,803	38,215	29,298	23,346	23,204	22,586	50,522	28,47	25,061	24,735	23,948
12	110	36,054	24,318	19,329	19,412	18,747	37,762	25,512	20,188	20,34	19,571	40,344	27,907	22,454	22,449	21,713	38,683	27,264	22,485	22,477	21,912	40,853	30,523	23,539	23,366	22,603	54,677	29,105	24,918	24,847	23,955
13	120	39,149	25,716	19,57	19,661	18,812	40,842	26,961	20,427	20,594	19,679	43,48	29,367	22,672	22,685	21,822	41,682	28,644	22,723	22,692	22,06	43,712	31,9	23,749	23,564	22,612	59,075	29,888	25,295	24,972	23,94
14	130	42,369	27,251	19,848	19,965	18,925	44,102	28,583	20,694	20,873	19,801	46,736	30,967	22,944	22,923	21,929	44,85	30,168	22,99	22,937	22,256	46,726	33,458	23,98	23,759	22,626	63,707	30,791	25,409	25,093	23,957
15	140	45,699	28,937	20,13	20,289	19,063	47,498	30,333	20,996	21,243	19,959	50,066	32,708	23,251	23,191	22,051	48,159	31,867	23,265	23,189	22,413	49,94	35,145	24,251	23,985	22,633	68,502	31,818	25,645	25,247	23,964
16	150	49,135	30,781	20,448	20,645	19,23	50,888	32,195	21,325	21,62	20,11	53,44	34,564	23,553	23,487	22,224	51,547	33,685	23,608	23,477	22,58	53,305	36,952	24,57	24,207	22,665	73,465	32,988	25,783	25,41	23,965
17	160	52,612	32,766	20,806	21,011	19,41	54,363	34,249	21,697	22,03	20,258	56,877	36,546	23,892	23,798	22,409	55,015	35,621	23,975	23,804	22,773	56,793	38,9	24,888	24,48	22,684	78,589	34,244	25,811	25,587	23,98
18	170	56,139	34,865	21,238	21,418	19,578	57,913	36,343	22,112	22,433	20,458	60,367	38,635	24,273	24,112	22,652	58,525	37,657	24,365	24,096	22,921	60,437	40,963	25,239	24,778	22,713	83,82	35,666	25,943	25,785	23,991
19	180	59,729	37,019	21,622	21,787	19,771	61,455	38,574	22,525	22,856	20,646	63,881	40,803	24,693	24,433	22,881	62,121	39,8	24,788	24,423	23,089	64,141	43,173	25,612	25,065	22,748	89,197	37,169	26,041	25,993	24,013
20	190	63,362	39,263	22,048	22,141	19,987	65,089	40,825	22,969	23,297	20,853	67,456	43,051	25,145	24,772	23,151	65,737	42,03	25,264	24,706	23,314	67,945	45,508	26,023	25,447	22,782	94,595	38,816	26,247	26,224	24,04
21	200	67,045	41,576	22,489	22,484	20,238	68,731	43,172	23,405	23,749	21,065	71,101	45,324	25,629	25,137	23,409	69,424	44,332	25,81	25,181	23,511	71,853	47,888	26,446	25,83	22,837	100,057	40,553	26,455	26,46	24,064
22	210	70,784	43,91	22,925	22,868	20,509	72,433	45,538	23,865	24,16	21,326	74,803	47,626	26,08	25,575	23,663	73,165	46,671	26,316	25,521	23,751	75,825	50,37	26,907	26,239	22,88	105,59	42,385	26,639	26,744	24,095
23	220	74,576	46,301	23,391	23,341	20,719	76,108	47,877	24,299	24,672	21,562	78,547	49,928	26,566	25,998	23,931	76,964	49,065	26,814	26,056	23,965	79,821	52,923	27,318	26,647	22,954	111,091	44,349	26,608	27,05	24,104
24	230	78,438	48,721	23,879	23,785	20,989	79,93	50,271	24,812	25,112	21,821	82,321	52,24	27,078	26,46	24,242	80,826	51,492	27,372	26,582	24,231	83,94	55,559	27,747	27,052	23,012	116,637	46,355	26,791	27,388	24,144
25	240	82,314	51,11	24,369	24,324	21,243	83,718	52,633	25,38	25,609	22,111	86,116	54,562	27,702	26,971	24,569	84,721	53,902	27,91	27,284	24,493	88,079	58,267	28,089	27,395	23,086	122,059	48,461	27,204	27,741	24,177
26	250	86,245	53,478	24,917	25,091	21,544	87,535	54,937	25,959	26,683	22,413	89,944	56,871	28,327	27,485	24,923	88,638	56,296	28,433	27,594	24,764	92,291	61,005	28,457	27,694	23,178	127,428	50,608	27,984	28,142	24,262
27	260	90,169	55,822	25,524	25,503	21,921	91,451	57,241	26,581	27,662	22,701	93,794	59,143	28,797	27,992	25,222	92,551	58,664	28,981	28,129	25,052	96,565	63,817	28,891	28,044	23,283	132,692	52,837	28,793	28,548	24,3
28	270	94,078	58,157	26,068	26,494	22,285	95,335	59,488	27,153	28,331	23,023	97,607	61,363	29,464	28,585	25,56	96,415	61,033	29,606	28,761	25,376	100,841	66,617	29,486	28,49	23,402	137,974	55,102	28,557	28,904	24,366
29	280	97,988	60,407	26,666	27,144	22,578	99,197	61,715	27,739	29,122	23,375	101,45	63,54	30,056	29,162	25,898	100,279	63,337	30,124	29,469	25,718	105,212	69,459	29,973	28,976	23,56	143,331	57,445	29,06	29,315	24,444
30	290	101,867	62,631	27,379	28,313	22,95	103,018	63,87	28,43	29,727	23,756	105,256	65,653	30,794	29,805	26,338	104,184	65,63	30,862	30,184	26,104	109,551	72,291	30,493	29,438	23,701	148,741	59,803	29,553	29,818	24,531
31	300	105,754	64,803	28,025	28,986	23,254	106,82	65,979	29,069	30,292	24,121	109,034	67,743	31,368	30,5	26,749	108,043	67,882	31,482	30,725	26,492	113,876	75,166	31,123	29,939	23,91	154,18	62,186	30,127	30,237	24,616
32	310	109,606	66,96	28,676	28,65	23,767	110,612	68,088	29,739	30,615	24,505	112,799	69,839	32,18	31,249	27,143	111,9	70,084	32,008	31,311	26,855	118,177	78,025	31,773	30,547	24,076	159,577	64,623	30,62	30,71	24,752
33	320	113,455	69,15	29,35	28,935	24,045	114,437	70,171	30,338	30,93	24,978	116,59	72,007	32,975	31,859	27,624	115,741	72,283	32,824	31,882	27,297	122,439	80,825	32,386	31,089	24,298	164,964	67,042	31,357	31,149	24,859
34	330	117,333	71,345	30,028	29,512	24,415	118,273	72,359	30,994	31,762	25,31	120,438	74,173	33,601	32,615	28,13	119,591	74,507	33,279	32,566	27,71	126,678	83,645	32,918	31,634	24,53	170,305	69,503	33,322	31,639	25,023
35	340	121,209	73,592	30,659	30,322	24,785	122,134	74,502	31,743	32,511	25,856	124,319	76,353	34,83	33,152	28,536	123,46	76,741	34,081	33,229	28,152	130,862	86,445	33,45	32,219	24,765	175,564	71,947	35,912	32,111	25,182
36	350	125,091	75,853	31,449	30,865	25,276	125,901	76,711	32,459	32,612	26,225	128,218	78,57	35,474	33,761	28,95	127,337	79,008	35,11	33,511	28,642	134,998	89,203	34,046	32,933	25,026	180,713	74,431	36,565	32,59	25,37
37	360	129,01	78,177	32,118	31,563	25,748	129,818	78,977	33,14	33,227	26,685	132,095	80,848	36,383	34,851	29,37	131,249	81,302	35,949	33,968	29,112	139,08	91,952	34,752	33,555	25,306	185,716	77,044	37,658	33,193	25,575
38	370	132,886	80,497	32,912	32,133	26,375	133,738	81,289	33,828	33,775	27,141	135,919	83,169	37,074	35,946	29,959	135,112	83,632	36,663	34,659	29,598	143,123	94,66	35,453	34,216	25,619	190,466	79,794	37,114	33,747	25,811
39	380	136,736	82,868	33,627	32,736	26,828	137,518	83,626	34,6	33,789	27,711	139,763	85,531	37,714	36,391	30,425	138,968	86,017	36,751	35,539	30,092	147,068	97,357	36,025	34,924	25,962	194,995	82,614	38,521	34,355	26,059
40	390	140,586	85,308	34,331	33,67	27,168	141,372	86,039	35,158	34,975	28,16	143,602	87,929	38,299	36,931	30,89	142,788	88,454	37,091	36,334	30,557	150,957	100,055	36,711	35,611	26,303	199,463	85,328	38,938	35,064	26,355
41	400	144,464	87,807	35	34,532	27,667	145,191	88,495	35,864	35,622	28,8	147,449	90,428	39,266	37,516	31,371	146,633	90,956	37,824	37,252	31,065	154,857	102,729	37,275	36,271	26,7	203,978	87,355	40,222	35,721	26,68
42	410	148,346	90,369	35,265	35,574	28,191	149,036	91,016	36,454	36,106	29,19	151,28	93,002	39,707	38,381	31,913	150,449	93,489	38,383	37,941	31,546	158,675	105,413	37,959	37,054	27,04	208,358	88,905	41,402	36,421	26,994
43	420	152,21	92,983	35,77	36,321	28,731	152,925	93,634	37,048	37,69	29,777	155,137	95,611	39,431	39,45	32,496	154,275	96,061	39,008	38,65	32,068	162,518	108,117	38,629	37,605	27,465	212,5	90,112	41,127	37,176	27,373
44	430	156,061	95,591	36,419	38,005	29,235	156,729	96,262	37,355	38,915	30,261	158,975	98,236	39,673	40,864	33,122	158,081	98,646	39,684	39,328	32,625	166,262	110,824	39,317	38,493	27,841	216,623	91,144	42,346	37,973	27,777
45	440	159,889	98,209	37,061	38,689	29,867	160,537	98,854	37,933	39,625	30,733	162,712	100,882	39,919	40,821	33,829	161,845	101,211	40,452	40,146	33,119	170,026	113,549	40,29	39,237	28,293	220,193	92,041	42,38	38,712	28,225
46	450	163,697	100,818	37,665	39,483	30,312	164,306	101,504	38,494	39,958	31,266	166,545	103,53	40,457	41,765	34,163	165,629	103,824	40,984	40,524	33,731	173,744	116,238	40,812	39,584	28,724	224,108	92,883	43,623	39,551	28,664
47	460	167,463	103,478	38,304	39,456	30,832	168,092	104,163	39,113	41,133	31,864	170,309	106,174	41,223	42,599	34,743	169,371	106,435	41,639	41,66	34,272	177,421	118,926	41,542	40,606	29,174	227,833	93,745	44,576	40,198	29,152
48	470	171,226	106,165	38,848	39,875	31,507	171,889	106,85	39,852	42	32,417	174,049	108,861	41,764	42,903	35,387	173,083	109,053	42,368	42,045	34,838	181,035	121,605	42,04	41,242	29,648	231,658	94,651	45,163	40,979	29,659
49	480	174,967	108,843	39,455	40,89	32,018	175,586	109,552	40,364	42,514	33,035	177,776	111,579	42,377	43,695	35,83	176,801	111,713	42,977	42,444	35,348	184,658	124,298	42,697	41,174	30,116	235,506	95,729	48,661	41,662	30,168
50	490	178,704	111,566	40,05	41,548	32,544	179,298	112,245	40,994	42,962	33,565	181,504	114,309	42,624	44,314	36,343	180,474	114,397	43,698	43,139	36,018	188,264	127,032	43,431	41,981	30,567	239,432	97,076	47,147	42,443	30,724
51	500	182,407	114,322	40,734	42,149	33,191	182,996	115,016	41,592	43,256	34,127	185,178	117,017	43,218	44,091	36,772	184,143	117,089	44,228	44,161	36,59	191,88	129,804	44,062	43,212	31,055	243,941	98,297	49,41	43,172	31,262
52	510	186,111	117,033	41,431	42,5	33,707	186,693	117,759	42,272	44,211	34,61	188,856	119,753	43,96	45,109	37,424	187,846	119,79	45,011	44,371	37,271	195,435	132,624	44,756	44,241	31,562	248,604	100,456	48,467	43,834	31,83
53	520	189,781	119,769	42,005	43,609	34,355	190,324	120,478	42,838	44,562	35,382	192,561	122,513	44,898	45,569	37,813	191,526	122,471	45,539	44,921	37,747	199,016	135,466	45,384	44,417	32,022	253,175	102,868	48,943	44,609	32,421
54	530	193,448	122,503	42,602	43,827	34,881	193,975	123,22	43,41	45,217	36	196,219	125,278	45,271	45,887	38,595	195,165	125,187	46,029	45,28	38,292	202,626	138,304	46,055	45,244	32,503	257,671	105,427	49,843	45,317	33,024
55	540	197,133	125,301	43,121	44,531	35,688	197,637	126,03	44,008	45,328	36,803	199,891	128,079	45,762	46,529	39,327	198,811	127,947	46,492	46,349	38,913	206,149	141,156	46,699	45,763	32,957	262,151	108,07	51,222	46,004	33,614
56	550	200,817	128,156	43,842	44,772	36,107	201,306	128,841	44,599	46,232	37,278	203,552	130,922	46,315	46,996	39,742	202,437	130,753	47,178	46,58	39,407	209,654	143,982	47,227	46,098	33,481	266,816	110,786	51,944	46,73	34,217
57	560	204,46	131,039	44,507	45,284	36,923	204,911	131,695	45,226	46,845	37,85	207,24	133,841	46,978	47,797	40,333	206,059	133,6	47,768	47,495	40,046	213,059	146,772	47,785	47,543	33,966	271,379	113,046	51,68	47,452	34,834
58	570	208,102	133,93	45,197	46,224	37,571	208,544	134,602	45,848	48,244	38,425	210,836	136,782	47,67	48,176	41,053	209,674	136,476	48,288	48,133	40,546	216,59	149,592	48,57	47,607	34,468	275,824	115,478	52,726	48,128	35,435
59	580	211,689	136,832	45,808	46,879	38,268	212,131	137,532	46,339	48,004	39,231	214,417	139,713	48,186	48,724	41,245	213,231	139,381	49,003	49,024	41,3	220,011	152,435	49,204	48,673	34,923	280,211	117,632	53,519	48,89	36,03
60	590	215,29	139,729	46,39	47,332	39,129	215,716	140,45	46,97	48,753	39,69	218,074	142,642	48,817	49,608	41,874	216,832	142,237	49,364	49,153	41,813	223,395	155,192	49,488	49,091	35,466	284,589	119,788	53,737	49,456	36,632
61	600	218,852	142,654	46,841	48,569	39,408	219,283	143,35	47,743	49,794	40,268	221,653	145,546	49,455	49,7	42,461	220,395	145,107	49,817	49,925	42,288	226,77	157,966	50,551	49,632	35,902	288,928	122,043	55,122	50,134	37,283
62	610	222,405	145,596	47,572	48,605	40,089	222,786	146,237	48,108	49,71	41,189	225,165	148,45	49,709	50,457	42,808	223,932	147,977	50,424	50,723	42,942	230,24	160,675	51,165	49,874	36,391	293,505	124,452	56,145	50,833	37,9
63	620	225,936	148,411	48,123	49,231	40,57	226,228	149,063	48,7	50,931	41,369	228,64	151,339	50,468	51,439	43,608	227,466	150,832	51,004	51,159	43,613	233,516	163,338	49,476	49,11	36,865	297,802	127,087	56,618	51,308	38,528
64	630	229,443	151,29	49,024	49,663	41,154	229,762	151,958	49,464	51,023	41,781	232,132	154,22	51,143	52,169	43,881	230,948	153,678	51,611	52,214	44,13	236,694	164,361	45,318	42,994	36,551	302,145	129,708	58,128	52,056	39,123
65	640	232,884	154,161	49,402	50,558	42,116	233,155	154,801	49,963	52,04	43,147	235,672	157,088	51,597	52,7	44,669	234,382	156,525	52,334	52,331	44,607	239,683	166,878	50,888	49,178	36,999	306,385	132,269	58,241	52,54	39,706
66	650	236,289	156,961	49,848	51,201	42,693	236,524	157,568	50,515	51,876	43,46	238,961	159,863	52,329	52,937	45,072	237,819	159,322	52,744	53,551	45,151	242,755	169,628	52,823	52,161	37,387	310,593	134,577	59	53,235	40,282
67	660	239,591	159,707	50,403	51,436	43,513	239,92	160,306	51,146	53,279	43,91	242,464	162,638	52,875	53,187	45,797	241,177	162,056	53,413	53,521	45,724	245,708	172,261	53,354	53,238	37,746	314,912	136,682	61,282	53,797	40,883
68	670	243,055	162,456	51,161	52,091	43,909	243,286	163,051	51,745	53,571	44,751	245,648	165,323	53,421	53,632	46,265	244,5	164,717	53,974	54,576	46,378	248,901	174,854	53,855	53,71	38,1	319,124	138,754	60,466	54,448	41,478
69	680	246,227	165,086	51,643	52,506	44,752	246,483	165,649	52,281	54,254	44,956	249,051	168,01	54,1	54,692	46,498	247,773	167,371	54,495	55,348	47,316	252,007	177,338	54,597	53,244	38,454	322,395	140,804	60,763	55,127	42,005
70	690	249,607	167,739	52,31	52,812	45,539	249,8	168,31	52,888	54,191	46,143	252,349	170,642	54,626	55,417	47,326	251,03	169,976	55,031	55,664	47,653	254,979	179,826	54,996	53,996	38,817	326,417	142,938	61,136	55,763	42,566
71	700	252,738	170,277	52,962	52,975	46,2	252,878	170,843	53,685	54,458	46,09	255,392	173,17	55,187	55,311	48,286	254,248	172,551	55,799	56,659	48,305	258,236	182,28	55,752	54,706	39,188	330,573	145,165	62,605	56,526	43,138
72	710	255,891	172,817	53,477	53,843	47,055	256,172	173,396	54,064	55,308	46,628	258,777	175,749	55,974	56,253	48,545	257,429	175,058	56,403	57,372	48,834	261,05	184,593	56,233	54,535	39,54	336,111	147,393	63,882	57,124	43,654
73	720	258,971	175,294	53,971	54,34	47,528	259,279	175,862	54,597	55,888	47,995	261,655	178,202	56,312	57,168	48,759	260,561	177,524	57,213	57,589	49,217	264,121	186,898	56,782	56,112	39,837	341,788	149,611	46,063	50,691	43,718
74	730	261,983	177,693	54,625	55,261	48,313	262,251	178,246	55,214	56,533	48,58	264,905	180,663	57,119	57,945	49,413	263,65	179,948	57,642	58,448	49,89	266,984	189,278	57,732	57,006	40,17	347,29	150,776	44,707	39,97	41,92
75	740	264,834	180,006	55,229	55,01	48,774	265,234	180,594	55,8	57,135	48,942	267,948	183,043	57,475	59,209	50,239	266,579	182,313	58,303	59,071	50,248	269,937	191,474	58,376	57,314	40,476	351,969	153,303	60,47	50,073	43,172
76	750	267,416	182,238	55,832	55,879	49,15	268,368	182,971	56,425	57,573	50,234	270,939	185,383	58,268	58,969	50,62	269,634	184,719	58,593	59,613	50,769	272,669	193,769	60,19	58,616	40,776	356,53	156,079	66,753	54,311	43,615
77	760	269,741	184,306	56,318	56,849	49,417	271,094	185,206	57,038	57,711	50,325	273,798	187,684	58,768	60,563	51,3	272,8	187,074	59,24	59,887	51,553	275,612	195,883	60,938	59,726	41,127	360,924	158,728	67,047	56,157	44,012
78	770	271,767	186,285	56,821	56,95	50,447	274,04	187,482	57,696	58,418	51,086	276,591	189,994	59,599	60,449	52,001	275,862	189,346	59,849	60,98	51,968	278,23	198,087	60,994	60,04	41,457	365,294	161,303	67,884	57,29	44,406
79	780	273,537	188,066	57,424	57,133	50,917	276,981	189,739	58,252	60,009	51,655	279,832	192,21	59,901	60,837	52,072	278,77	191,531	60,549	61,471	52,467	281,304	200,24	61,591	60,092	41,732	369,467	163,661	68,253	58,078	44,814
80	790	275,012	189,702	58,01	58,613	51,469	279,937	191,936	59	59,423	52,282	282,421	194,389	60,405	61,436	52,47	281,465	193,693	61,251	62,291	52,995	284,044	202,29	61,814	60,91	42,094	373,326	166,118	69,25	58,797	45,246
81	800	276,22	191,203	58,547	58,694	51,985	282,424	194,088	59,705	60,611	52,533	285,291	196,621	60,909	61,952	53,188	284,166	195,857	61,923	62,92	53,83	286,312	204,283	63,72	61,569	42,436	377,313	168,534	69,715	59,689	45,647
82	810	277,183	192,467	59,04	58,658	52,282	285,514	196,201	60,43	61,533	52,882	288,277	198,673	61,59	62,869	53,643	286,995	198,034	62,406	63,449	54,226	289,293	206,249	63,508	63,103	42,798	381,254	171,049	70,545	60,523	46,086
83	820	277,917	193,629	59,642	60,515	52,655	287,853	198,269	60,971	62,663	53,137	290,561	200,764	62,325	63,573	54,183	290,051	200,235	63,131	63,415	54,542	291,601	208,297	63,949	62,721	43,271	385,149	173,501	71,137	61,241	46,517
84	830	278,404	194,623	59,941	59,858	53,312	290,914	200,254	61,44	62,324	54,692	293,392	202,753	63,166	64,094	54,515	293,02	202,286	63,699	65,145	55,464	294,587	210,281	64,547	63,319	43,714	388,931	174,516	45,728	41,149	44,485
85	840	278,691	195,455	60,426	60,369	53,689	293,151	202,275	62,159	62,928	55,577	296,156	204,84	63,66	64,926	54,69	295,623	204,231	64,672	65,487	55,728	296,817	212,016	65,552	64,786	44,313	392,73	176,556	70,756	54,467	45,725
86	850	278,81	196,141	60,716	60,259	54,269	295,962	204,321	62,588	63,877	56,024	298,622	206,747	64,547	66,075	55,42	298,03	206,135	65,098	66,072	56,192	299,186	213,972	65,836	64,726	44,878	396,156	179,181	77,838	59,195	45,929
87	860	278,756	196,7	61,211	61,56	54,055	298,66	206,239	63,196	64,854	55,852	301,128	208,773	64,829	66,513	56,244	300,496	208,087	65,708	66,451	56,96	302,118	215,99	69,409	65,231	45,43	399,691	181,842	79,737	61,325	46,22
88	870	278,526	197,117	61,591	62,586	54,221	301,019	208,033	63,877	65,722	56,088	303,92	210,616	65,446	67,87	56,57	303,332	210,143	66,087	67,323	57,707	304,173	217,653	68,4	65,968	46,084	403,425	184,486	81,907	62,672	46,63
89	880	278,147	197,423	62,098	62,716	54,481	303,648	209,989	64,465	65,488	57,094	306,392	212,643	66,421	68,159	56,984	306,332	212,145	66,571	67,924	58,234	306,783	219,666	68,228	66,823	46,67	407,03	187,088	82,759	63,54	46,848
90	890	277,661	197,649	62,5	62,423	55,753	306,106	211,83	65,112	66,893	57,36	309,058	214,38	66,767	68,758	57,893	308,866	213,901	67,913	69,012	58,895	309,008	221,177	68,928	67,708	47,324	410,525	189,725	83,659	64,387	47,337
91	900	277,039	197,749	62,657	63,057	56,151	308,455	213,639	65,666	67,08	58,813	311,383	216,39	67,599	68,767	58,608	310,908	215,643	68,286	69,435	59,25	311,761	223,218	69,857	69,007	47,902	414,063	192,379	86,162	65,249	47,742
92	910	276,301	197,716	62,875	63,574	56,243	310,712	215,423	66,43	67,857	58,705	313,748	218,054	68,137	69,793	59,729	313,815	217,654	68,863	70,124	59,92	313,638	224,641	70,308	69,109	48,512	417,634	195,04	84,536	66,051	48,079
93	920	275,48	197,646	63,366	63,832	56,839	312,783	217,111	66,894	68,348	59,5	316,494	219,873	68,641	70,251	60,452	316,399	219,355	69,606	71,446	60,973	316,267	226,721	71,539	69,871	49,128	420,936	197,421	86,974	66,777	48,412
94	930	274,563	197,45	63,775	64,5	56,872	314,588	218,69	67,681	69,096	60,671	318,508	221,568	69,319	71,224	61,033	318,313	221,026	70,395	71,92	61,593	318,625	228,307	72,389	70,246	49,768	424,394	199,832	87,748	67,54	48,754
95	940	273,581	197,227	63,991	65,024	57,426	316,109	220,143	68,123	68,985	60,975	320,88	223,503	70,156	71,404	62,023	321,28	223,062	70,98	71,916	62,694	320,689	230,148	73,163	72,043	50,431	427,69	202,148	87,08	68,224	49,218
96	950	272,486	196,96	64,042	64,601	58,127	317,379	221,483	68,807	70,407	61,266	323,598	225,027	70,799	72,832	62,518	323,54	224,588	71,695	73,013	63,647	323,094	231,748	73,967	71,727	51,056	430,969	203,702	50,512	53,394	48,373
97	960	271,371	196,607	64,476	65,858	58,537	318,349	222,666	69,162	69,367	61,644	325,481	226,912	71,585	72,898	63,101	325,579	226,295	72,167	73,456	64,163	325,219	233,52	74,564	72,719	51,754	434,186	202,544	57,291	50,843	47,088
98	970						319,071	223,68	69,876	71,717	62,705	328,096	228,587	72,261	73,555	64,179	328,579	228,236	72,764	73,333	64,687	327,359	234,865	75,337	73,603	52,39	437,489	204,874	82,097	62,585	47,483
99	980						319,548	224,557	70,632	72,503	63,806	330,33	229,967	72,734	73,408	64,927	330,863	229,813	73,378	74,467	65,74	329,363	236,343	75,103	73,696	53,072	440,56	207,5	84,88	67,477	47,848
100	990						319,776	225,273	71,301	72,88	63,966	332,267	231,856	73,329	75,197	65,737	332,608	231,131	74,384	75,629	66,501	331,414	237,832	68,372	68,888	53,723	443,473	209,969	87,242	69,146	48,264
101	1000						319,791	225,845	71,391	73,095	64,991	334,779	233,406	73,928	75,7	66,403	334,653	232,733	75,093	76,34	67,492	333,601	237,253	59,642	60,079	53,93	446,289	212,367	88,713	70,374	48,774
102	1010						319,599	226,278	72,031	73,517	64,9	336,889	234,722	74,863	76,302	66,746	336,902	234,387	75,637	77,312	68,133	334,84	238,427	70,855	70,384	54,634	449,078	214,807	84,538	71,29	49,285
103	1020						319,225	226,588	72,599	75,32	65,494	338,853	236,225	75,318	77,913	67,466	339,16	235,928	76,398	77,122	68,949	336,287	239,985	74,058	74,002	55,252	451,851	217,137	88,29	72,079	49,851
104	1030						318,697	226,782	72,974	74,132	66,871	340,97	237,994	76,524	78,445	68,114	341,336	237,446	77,649	77,25	69,817	338,078	241,709	75,771	75,389	55,908	454,56	216,442	40,546	41,695	49,528
105	1040						318,025	226,8	73,658	75,248	66,761	343,301	239,302	76,982	79,247	69,003	343,527	238,935	77,74	78,718	71,048	340,283	243,795	76,548	76,95	56,504	457,311	215,227	71,872	58,021	49,96
106	1050						317,163	226,731	73,976	76,47	67,25	345,175	240,838	77,957	79,586	70,323	345,692	240,454	78,224	79,756	71,784	341,931	245,02	77,164	77,387	57,152	460,101	217,793	90,935	67,395	50,577
107	1060						316,195	226,541	74,347	76,65	68,083	347,472	242,675	78,199	79,664	70,608	347,912	241,942	79,207	80,982	72,573	344,205	246,843	78,497	77,38	57,864	462,653	220,525	94,326	71,484	51,16
108	1070						315,122	226,26	74,678	76,681	68,896	349,394	243,83	79,005	80,611	71,273	350,07	243,43	80,057	81,317	72,995	346,247	248,621	78,73	78,118	58,459	465,066	222,836	97,013	73,109	51,822
109	1080						313,921	225,866	75,212	76,823	69,382	351,185	245,066	79,717	81,566	72,229	352,299	245,037	82,493	81,446	74,264	347,913	249,503	79,947	78,72	59,152	467,268	225,058	95,843	74,432	52,455
110	1090											353,38	246,962	80,647	82,368	72,663	354,614	246,588	81,687	82,779	74,626	350,064	251,254	80,757	81,003	59,813	469,521	227,586	97,627	75,45	52,932
111	1100											355,304	247,661	81,306	83,378	73,507	356,925	248,274	82,473	83,311	76,28	352,067	253,125	80,948	81,391	60,487	472,107	230,383	96,248	76,335	53,463
112	1110											357,32	249,427	81,922	83,305	74,018	358,873	249,656	83,465	84,033	76,775	353,759	254,254	81,664	81,718	61,132	474,745	232,609	98,336	77,39	54,185
113	1120											359,191	250,786	82,37	84,135	75,001	360,429	250,75	83,196	84,636	77,751	355,686	255,291	81,807	82,404	61,854	477,203	234,502	98,982	78,089	54,849
114	1130											361,002	252,148	83,106	84,96	75,806	362,112	251,614	83,788	85,084	78,358	357,86	257,39	82,966	83,696	62,519	479,526	236,173	100,624	79,182	55,487
115	1140											362,695	253,394	83,774	85,478	76,042	364,036	252,935	84,697	85,87	78,778	359,564	258,022	83,668	84,05	63,216	481,628	237,91	103,191	80,254	56,072
116	1150											364,167	254,545	84,816	86,393	77,13	366,37	254,662	85,523	86,38	79,788	361,438	259,747	84,852	84,785	63,86	483,614	239,892	101,108	81,311	56,679
117	1160											365,388	255,632	85,113	86,835	77,311	368,393	256,252	86,266	87,468	79,986	363,598	260,996	85,106	85,134	64,581	485,754	241,694	52,938	56,771	56,903
118	1170											366,312	256,533	86,06	87,575	78,144	370,251	257,559	86,928	88,048	81,469	365,402	262,789	86,957	86,045	65,243	488,393	239,068	35,857	35,748	55,984
119	1180											366,959	257,341	86,483	88,26	79,652	371,845	258,68	87,267	88,76	82,422	367,089	263,386	87,48	87,105	66,008	490,326	240,034	91,025	65,973	57,237
120	1190											367,33	258,004	86,789	88,674	80,003	373,29	259,613	87,554	89,357	83,325	369,17	265,123	87,934	87,035	66,729	491,914	242,601	97,827	75,407	57,791
121	1200											367,451	258,533	87,471	89,834	80,763	374,993	260,815	88,874	89,755	83,688	370,908	266,666	88,927	88,229	67,422	493,9	245,382	96,554	79,437	58,343
122	1210											367,328	258,886	88,066	89,702	81,636	376,771	262,223	89,602	90,134	84,589	372,372	267,352	89,862	89,142	68,134	496,239	247,14	97,287	81,41	59,032
123	1220											366,986	259,114	88,652	91,185	82,051	378,729	263,581	90,454	91,022	84,988	374,153	268,473	90,28	89,815	68,826	497,794	248,844	100,52	82,792	59,58
124	1230											366,384	259,218	89,156	91,956	82,197	380,471	264,817	90,923	91,951	86,107	376,333	269,848	90,81	90,345	69,585	499,448	251,246	100,506	83,511	60,189
125	1240											365,631	259,127	89,323	91,884	82,951	382,033	265,872	91,564	92,409	86,714	377,86	271,451	91,531	91,389	70,302	501,516	253,358	102,147	84,47	60,828
126	1250											364,686	258,918	89,487	91,205	83,921	383,645	266,942	91,984	92,495	87,781	379,378	272,31	93,678	92,178	70,976	503,553	254,79	99,393	85,341	61,53
127	1260											363,549	258,619	90,078	91,756	84,329	385,368	268,149	92,285	93,351	88,293	381,205	272,865	93,485	93,785	71,729	505,325	256,49	102,39	86,154	62,22
128	1270																387,071	269,058	95,028	93,931	89,742	382,933	274,798	93,511	94,315	72,442	506,681	258,152	102,757	87,443	62,878
129	1280																388,599	269,834	94,114	94,882	89,84	384,688	275,174	93,922	94,386	73,223	507,442	259,741	103,532	88,479	63,575
130	1290																389,919	269,928	94,875	95,042	91,099	386,368	277,05	94,834	95,281	73,877	507,592	261,233	104,857	89,765	64,257
131	1300																391,287	270,928	95,064	96,083	91,344	387,755	277,71	96,309	95,973	74,672	507,21	262,194	57,808	60,636	64,409
132	1310																392,681	272,159	96,339	96,403	91,913	389,658	278,396	96,31	96,318	75,418	506,368	257,096	42,186	43,533	63,202
133	1320																394,142	273,328	96,361	97,678	92,983	391,492	279,826	96,5	97,233	76,169	505,066	258,013	100,131	73,732	64,859
134	1330																395,783	274,716	97,139	97,658	93,9	392,775	281,099	99,851	97,811	76,83	503,315	259,75	107,566	82,878	65,448
135	1340																397,256	275,782	98,408	99,046	94,167	394,524	281,427	98,825	99,094	77,644	501,256	261,227	110,242	87,306	66,002
136	1350																398,668	276,801	98,983	99,274	94,617	396,326	282,768	99,527	99,377	78,363	499,023	262,478	108,025	89,324	66,67
137	1360																400,203	277,732	99,47	100,023	95,889	397,471	283,481	99,377	100,224	79,047	496,646	263,473	109,599	90,224	67,278
138	1370																401,493	278,264	99,77	100,22	96,6	399,411	284,732	80,26	93,571	79,794	494,197	264,281	107,405	90,937	67,854
139	1380																402,822	279,184	99,939	100,877	96,576	400,39	282,266	49,347	47,242	79,173	491,641	264,852	107,252	91,741	68,5
140	1390																404,125	279,998	100,778	101,889	97,918	400,907	281,304	83,137	83,432	80,223	488,936	265,204	110,913	92,553	69,097
141	1400																405,338	280,864	101,706	102,889	98,384	401,784	282,659	95,341	94,508	80,87	486,098	265,397	105,751	93,75	69,692
142	1410																406,361	281,668	101,714	102,804	99,353	402,574	284,169	97,223	97,722	81,451	482,971	265,346	111,532	93,959	70,344
143	1420																407,218	282,394	102,405	103,798	99,848	404,146	284,623	98,825	100,212	82,131	479,658	265,196	105,139	94,487	70,914
144	1430																407,787	282,949	103,164	104,12	100,201	405,822	286,266	101,03	100,862	82,776	476,179	264,971	102,837	95,27	71,608
145	1440																408,134	283,377	103,83	104,386	100,836	406,986	287,155	100,906	101,79	83,411	472,723	261,133	43,23	48,826	69,996
146	1450																408,195	283,775	105,029	104,466	101,299	408,932	287,727	103,385	103,044	84,096	469,022	259,687	100,606	81,044	71,638
147	1460																408,005	283,996	104,418	105,25	102,357	410,736	289,202	102,012	103,066	84,761	465,088	259,212	104,101	89,204	72,222
148	1470																407,557	284,094	105,855	105,958	102,895	412,001	290,371	102,742	103,3	85,429	461,07	258,707	104,337	92,346	72,797
149	1480																406,908	284,047	105,709	106,771	103,524	413,768	290,716	104,077	105,182	86,172	457,029	258,148	104,483	93,44	73,329
150	1490																406,032	283,871	106,49	107,001	103,565	414,93	291,806	104,751	105,684	86,822	453,094	257,405	105,202	94,048	73,903
151	1500																404,962	283,565	107,888	106,65	103,842	416,9	292,881	105,179	107,237	87,624	449,149	256,631	104,601	94,592	74,411
152	1510																403,702	283,209	108,575	107,178	104,46	417,891	290,99	44,601	55,695	87,195	445,248	255,713	104,429	94,944	74,947
153	1520																402,28	282,686	108,824	107,711	105,399	418,815	288,402	83,05	86,803	88,069	441,355	254,716	105,965	95,2	75,533
154	1530																400,717	282,001	108,442	108,53	105,804	418,539	289,541	98,116	100,473	88,673	437,503	253,637	103,685	95,648	76,075
155	1540																					419,678	291,025	102,971	103,593	89,244	433,657	252,472	103,271	96,002	76,64
156	1550																					420,564	291,679	104,966	106,167	89,709	429,85	251,241	105,286	96,066	77,147
157	1560																					422,154	293,339	105,993	106,726	90,348	426,015	249,995	106,466	96,276	77,697
158	1570																					423,232	294,354	107,237	107,756	90,961	422,243	248,662	104,227	96,642	78,211
159	1580																					424,689	295,359	109,146	108,968	91,541	418,451	247,283	105,226	96,982	78,785
160	1590																					426,033	296,283	109,413	110,216	92,097	414,692	245,922	108,179	97,273	79,28
161	1600																					427,283	297,155	109,703	110,165	92,706	410,948	244,518	105,134	97,133	79,781
162	1610																					428,329	297,945	110,326	111,798	93,243	407,231	243,055	107,845	97,586	80,197
163	2430																					429,165	298,592	111,198	111,799	93,899	403,534	241,604	105,832	97,496	80,719
164	2445																					429,783	299,149	111,604	112,878	94,531	399,869	240,225	104,185	97,499	81,142
165	2460																					430,121	299,462	112,579	112,829	95,103	396,219	238,763	107,083	97,537	81,644
166	2475																					430,248	299,618	112,812	113,951	95,764					
167	2490																					430,132	298,822	66,416	81,036	96,075					
168	2505																					429,424	294,597	37,299	57,456	95,768					
169	2520																					427,995	290,419	51,46	56,816	95,648					
170	2535																					426,121	287,354	77,18	74,626	95,757					
171	2550																					424,2	287,247	97,742	100,774	96,319					
172	2565																					422,542	287,522	105,542	107,849	96,693					
173	2580																					421,078	287,516	108,948	110,186	97,044					
174	2595																					419,591	287,324	109,606	111,164	97,475					
175	2610																					418,1	286,918	110,091	111,515	97,96					
176	2625																					416,473	286,339	110,276	112,628	98,512					
177	2640																					414,734	285,628	111,791	112,278	99,015					

VATROOTPORNAŽBUKA_ UZORAK 2

Scan	Vrijeme	250					300				
		Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka	Zrak1	Zrak2	Pec
1	0	22,933	22,801	22,75	22,756	22,658	23,151	23,07	22,999	23,017	22,967
2	15	23,714	22,838	22,816	22,73	22,658	23,476	23,068	23,029	22,997	22,989
3	30	25,873	22,846	22,927	22,753	22,671	24,359	23,089	23,104	23,023	22,983
4	45	29,427	22,97	23,116	22,801	22,66	25,936	23,096	23,175	23,027	22,988
5	60	34,372	23,191	23,384	22,888	22,695	28,171	23,152	23,302	23,065	23,002
6	75	40,318	23,664	23,455	23,022	22,666	31,078	23,266	23,431	23,116	23,008
7	90	47,31	24,39	23,48	23,189	22,718	34,562	23,396	23,635	23,157	23,009
8	105	55,037	25,449	23,768	23,421	22,752	38,564	23,672	23,82	23,238	23,015
9	120	63,518	26,877	24,157	23,727	22,849	42,987	24,007	23,881	23,328	23,002
10	135	72,491	28,637	24,599	24,09	22,923	47,867	24,485	23,788	23,446	23,007
11	150	81,953	30,854	25,217	24,564	23,004	53,077	25,108	23,942	23,574	23,04
12	165	91,719	33,543	25,98	25,05	23,128	58,659	25,867	24,117	23,723	23,092
13	180	101,851	36,633	27,005	25,61	23,283	64,533	26,795	24,383	23,883	23,107
14	195	112,251	40,082	28,232	26,258	23,478	70,679	27,879	24,677	24,091	23,141
15	210	122,639	43,773	29,489	26,932	23,678	76,992	29,158	25,044	24,37	23,2
16	225	133,113	47,759	30,415	27,507	23,927	83,399	30,614	25,505	24,645	23,238
17	240	143,618	51,935	31,687	28,401	24,277	90,021	32,312	26,033	24,957	23,313
18	255	154,029	55,912	32,976	29,048	24,553	96,82	34,208	26,667	25,325	23,384
19	270	164,314	59,787	34,002	29,853	24,874	103,711	36,272	27,395	25,73	23,484
20	285	174,501	63,25	35,409	30,644	25,268	110,765	38,428	28,167	26,134	23,564
21	300	184,55	66,24	36,96	31,459	25,642	117,895	40,803	28,965	26,605	23,73
22	315	194,456	68,81	37,811	32,244	26,115	125,005	43,313	29,648	27,028	23,877
23	330	204,311	71,076	39,382	33,073	26,654	132,123	45,91	30,255	27,438	24,008
24	345	213,872	73,385	40,331	34,041	27,151	139,286	48,609	31,003	27,889	24,185
25	360	223,354	75,998	41,587	34,917	27,703	146,388	51,274	31,86	28,422	24,343
26	375	232,631	78,864	42,702	35,873	28,271	153,469	53,936	32,366	28,899	24,516
27	390	241,691	82,2	43,252	36,715	28,871	160,503	56,583	33,332	29,421	24,738
28	405	250,759	86,303	44,729	37,754	29,607	167,505	59,044	34,085	30,019	24,952
29	420	259,474	90,949	45,775	38,623	30,278	174,421	61,37	35,076	30,634	25,173
30	435	266,895	95,448	46,663	39,236	31,001	181,271	63,498	35,901	31,155	25,434
31	450	272,195	99,775	47,773	40,197	31,682	188,066	65,411	36,884	31,781	25,705
32	465	275,768	104,147	49,458	41,063	32,476	194,855	67,149	37,971	32,226	25,976
33	480	277,885	108,316	50,761	41,872	33,205	201,619	68,712	38,662	32,802	26,289
34	495	278,917	112,322	51,413	42,723	33,988	208,262	70,149	39,53	33,335	26,591
35	510	279,179	116,113	52,987	43,337	34,741	214,881	71,622	40,343	33,958	26,927
36	525	278,972	119,752	54,156	44,092	35,55	221,412	73,018	40,911	34,672	27,254
37	540	278,161	123,059	53,935	44,719	36,278	227,858	75,045	41,949	35,174	27,631
38	555	277,056	126,161	55,254	45,406	37	234,152	77,762	42,386	35,823	27,988
39	570	275,666	129,083	55,825	46,039	37,684	240,45	80,285	43,241	36,351	28,401
40	585	274,059	131,706	56,466	46,469	38,357	246,624	82,978	44,266	36,914	28,805
41	600	272,261	134,042	58,468	46,869	38,991	252,733	86,07	44,584	37,697	29,218
42	615	270,26	136,146	58,44	47,922	39,594	258,799	89,29	45,55	38,145	29,659
43	630	268,199	138,117	59,243	48,073	40,181	264,767	92,439	46,514	38,789	30,097
44	645	265,962	139,751	59,186	48,577	40,717	270,634	95,486	48,449	39,399	30,546
45	660	263,603	141,112	59,57	48,737	41,177	276,469	98,593	48,137	40,017	31,016
46	675	261,295	142,352	59,76	49,203	41,699	282,149	101,614	49,483	40,534	31,502
47	690	258,85	143,32	60,252	49,589	42,066	287,947	104,776	50,709	41,144	32,012
48	705	256,266	144,072	60,54	50,005	42,432	293,56	107,888	51,337	41,757	32,511
49	720	253,782	144,745	61,199	50,368	42,757	299,145	111,014	52,177	42,441	33,009
50	735	251,221	145,197	61,81	50,355	42,915	304,732	114,194	53,183	43,272	33,556
51	750	248,56	145,428	62,303	50,741	43,069	309,999	117,351	54,387	43,878	34,094
52	765	245,984	145,571	61,661	51,301	43,406	314,594	120,495	55,579	44,41	34,637
53	780	243,348	145,615	61,759	51,797	44,014	318,199	123,641	55,609	44,821	35,188
54	795	240,69	145,533	61,836	51,977	44,5	320,859	126,754	57,102	45,477	35,72
55	810	238,082	145,307	62,391	52,281	45,054	322,741	129,899	58,885	46,008	36,299
56	825	235,45	145,002	62,879	52,35	45,573	323,937	132,969	59,841	46,63	36,857
57	840	232,813	144,556	63,137	52,618	46,028	324,629	135,956	60,487	47,282	37,371
58	855						324,853	138,834	60,815	47,666	37,945
59	870						324,732	141,651	61,918	48,205	38,464
60	885						324,304	144,269	62,932	48,737	38,948
61	900						323,615	146,851	62,679	49,33	39,513
62	915						322,739	149,193	63,376	49,773	39,996
63	930						321,691	151,426	63,847	50,355	40,49
64	945						320,434	153,513	64,126	50,797	40,957
65	960						319,099	155,384	64,88	51,344	41,439
66	975						317,61	157,104	66,15	51,636	41,88
67	990						316,069	158,681	65,966	51,812	42,278
68	1005						314,397	160,141	66,457	52,326	42,625
69	1020						312,653	161,398	66,48	52,71	42,968
70	1035						310,831	162,558	67,469	53,009	43,254
71	1050						308,969	163,561	67,493	53,354	43,502
72	1065						307,055	164,441	67,584	53,649	43,698
73	1080						305,101	165,182	68,072	53,988	43,952
74	1095						303,082	165,81	69,548	54,232	44,406
75	1110						301,037	166,378	68,616	54,762	44,852
76	1125						298,975	166,825	69,095	55,086	45,408
77	1140						296,863	167,165	68,784	55,221	45,89
78	1155						294,758	167,45	69,497	55,58	46,372
79	1170						292,633	167,585	69,504	55,834	46,836
80	1185						290,489	167,665	69,988	55,909	47,294
81	1200						288,313	167,65	71,086	55,987	47,698
82	1215						286,153	167,606	70,941	56,297	48,136
83	1230						283,981	167,512	70,902	56,554	48,547
84	1245						281,791	167,327	70,865	57,001	48,956
85	1260						279,618	167,09	69,919	57,099	49,36
86	1275										
87	1290										
88	1305										
89	1320										
90	1335										
91	1350										
92	1365										
93	1380										
94	1395										
95	1410										
96	1425										
97	1440										
98	1455										
99	1470										
100	1485										
101	1500										
102	1515										
103	1530										
104	1545										
105	1560										
106	1575										

Scan	Vrijeme	350					400				
		Zbuka Centar	Zbuka	Zrak1	Zrak2	Pec	Zbuka	Zbuka	Zrak1	Zrak2	Pec
1	0	22,998	22,854	22,816	22,764	22,658	23,418	23,284	23,151	23,111	23,104
2	15	23,572	22,87	22,832	22,774	22,663	23,946	23,305	23,199	23,127	23,096
3	30	25,174	22,896	22,877	22,78	22,666	25,743	23,31	23,233	23,156	23,106
4	45	28	23,027	22,971	22,875	22,718	31,23	23,397	23,296	23,201	23,127
5	60	32,149	23,308	23,06	22,95	22,731	37,27	23,628	23,399	23,279	23,117
6	75	37,533	23,75	23,181	23,055	22,762	43,88	23,985	23,432	23,353	23,135
7	90	44,015	24,479	23,328	23,237	22,807	51,03	24,637	23,632	23,527	23,164
8	105	51,209	25,495	23,561	23,477	22,883	53,18	25,583	23,854	23,731	23,233
9	120	57,891	27,011	23,951	23,843	23,051	61,411	26,898	24,317	23,994	23,346
10	135	63,439	28,884	24,343	24,179	23,224	70,311	28,612	24,844	24,355	23,493
11	150	68,942	31,24	24,85	24,595	23,44	79,642	30,867	25,492	24,794	23,724
12	165	74,372	34,234	25,563	25,125	23,742	89,306	33,492	26,249	25,26	23,921
13	180	80,06	37,5	26,374	25,701	24,073	99,208	36,573	27,109	25,867	24,195
14	195	85,416	41,285	27,311	26,532	24,384	109,224	40,025	27,958	26,598	24,555
15	210	90,254	45,333	28,671	27,331	24,77	119,342	43,796	29,396	27,31	24,868
16	225	94,654	49,743	30,104	28,139	25,248	129,703	47,885	30,445	27,999	25,236
17	240	98,789	54,256	31,653	29,01	25,79	140,038	52,053	31,731	28,83	25,749
18	255	103,08	58,697	33,489	30,529	26,337	150,311	56,241	33,061	29,602	26,254
19	270	108,442	63,125	34,646	31,75	27,013	160,675	60,373	34,633	30,593	26,877
20	285	114,124	67,201	37,003	32,599	27,81	170,866	64,066	35,894	31,411	27,374
21	300	120,314	70,877	37,797	33,64	28,554	180,824	67,218	37,328	32,184	28,224
22	315	127,158	74,309	39,668	34,5	29,35	190,644	69,922	38,116	33,065	28,702
23	330	134,751	77,182	39,323	35,086	30,184	200,409	72,134	39,054	33,93	29,307
24	345	142,63	79,663	40,848	36,19	31,047	209,909	73,974	40,288	34,707	30,091
25	360	151,118	81,84	41,538	37,279	31,788	219,328	75,738	41,495	35,742	30,748
26	375	159,513	83,466	41,833	38,639	32,267	228,529	78,071	43,32	36,693	31,603
27	390	168,284	84,874	43,226	39,065	33,095	237,598	80,748	43,994	37,447	32,366
28	405	177,094	86,089	43,421	40,344	34,207	246,457	83,884	45,194	38,366	33,024
29	420	185,816	87,034	44,224	41,017	34,72	255,103	87,552	47,011	39,419	33,786
30	435	194,523	87,782	44,253	41,141	35,553	263,739	91,984	47,745	40,08	34,654
31	450	203,243	88,496	45,317	42,783	36,263	272,131	96,463	49,353	40,816	35,397
32	465	211,922	89,027	45,978	43,221	37,394	280,327	100,895	48,85	41,891	36,125
33	480	220,349	89,312	46,669	44,189	38,049	288,438	105,298	51,339	42,817	36,886
34	495	228,85	89,673	47,413	45,269	38,974	296,496	109,867	50,269	43,771	37,871
35	510	237,147	90,106	48,191	45,867	39,741	304,221	114,388	51,823	44,718	38,932
36	525	245,371	91,13	48,95	46,43	40,572	311,9	118,94	53,947	45,471	39,426
37	540	252,327	92,869	49,71	47,197	41,373	319,484	123,528	53,113	46,584	40,325
38	555	260,1654	95,219	50,303	48,258	42,283	327,012	128,195	54,255	47,36	41,284
39	570	267,21996	98,185	52,123	49,025	43,302	334,28	132,773	56,013	48,277	41,973
40	585	274,27452	101,539	52,76	49,241	44,455	341,428	137,408	57,592	49,237	42,904
41	600	281,32908	105,376	53,36	50,189	45,15	348,475	142,126	58,073	50,25	43,582
42	615	288,38364	109,671	55,502	50,726	45,648	355,385	146,79	59,59	51,135	44,562
43	630	295,4382	114,206	57,556	51,363	46,644	362,181	151,409	62,396	51,965	45,337
44	645	302,49276	118,926	57,073	52,221	47,57	368,73	155,947	62,53	53,08	46,088
45	660	309,54732	123,806	57,445	53,33	48,499	375,195	160,544	62,675	53,835	46,974
46	675	316,60188	128,754	48,541	46,065	45,772	381,308	165,035	65,333	54,726	48,046
47	690	330,711	133,296	56,544	50,842	46,009	387,121	169,327	65,287	55,899	48,821
48	705	337,183	138,604	62,547	55,762	50,902	392,962	173,697	67,296	56,887	49,702
49	720	344	144,027	61,379	57,06	52,751	398,423	177,863	68,297	57,867	50,761
50	735	3,52E+02	149,2	61,346	59,287	53,521	403,501	181,888	68,742	58,8	51,572
51	750	3,55E+02	153,292	49,64	47,853	44,005	408,485	185,974	69,92	59,676	52,659
52	765	357,489	157,542	61,847	58,957	52,081	410	189,794	71,562	60,776	53,795
53	780	359,573	162,371	64,392	59,375	54,175	411	193,455	71,325	61,806	54,982
54	795	359,128	167,026	66,004	60,37	55,19	413,072	196,844	71,375	62,905	56,146
55	810	358,346	171,27	66,914	61,686	55,627	412,305	200,002	74,747	63,605	57,158
56	825	357,117	175,145	68,592	61,931	56,137	410,617	202,829	74,155	65,04	58,279
57	840	355,416	178,514	68,902	62,806	56,856	408,365	205,335	74,22	65,661	59,144
58	855	353,345	181,42	69,248	63,443	57,95	405,598	207,503	74,787	66,355	60,234
59	870	351,061	183,926	69,806	64,12	58,571	402,402	209,252	76,564	67,312	60,991
60	885	348,543	186,006	70,142	64,807	58,908	398,922	210,764	76,708	67,896	61,934
61	900	345,786	187,758	70,585	65,764	60,188	395,201	211,946	77,276	68,848	62,913
62	915	342,947	189,168	70,923	66	60,35	391,186	212,728	80,04	69,135	63,631
63	930	339,831	190,205	71,882	66,453	60,422	387,161	213,327	78,955	69,971	64,46
64	945	336,764	191,126	73,193	66,799	61,299	382,956	213,639	78,887	70,552	65,296
65	960	333,481	191,682	72,544	67,197	62,442	378,631	213,664	81,204	70,875	65,693
66	975	330,15	191,994	73,392	67,709	62,672	374,334	213,593	79,859	71,848	66,831
67	990	326,825	192,181	73,864	68,024	62,995	369,903	213,203	81,074	71,898	67,6
68	1005	323,287	192,008	73,721	68,095	63,315					
69	1020	319,839	191,771	74,313	68,453	63,722					
70	1035	316,31	191,399	75,208	69,191	64,478					
71	1050	312,769	190,893	75,001	69,383	64,488					
72	1065										
73	1080										
74	1095										
75	1110										
76	1125										
77	1140										
78	1155										
79	1170										
80	1185										
81	1200										
82	1215										
83	1230										
84	1245										
85	1260										
86	1275										
87	1290										
88	1305										
89	1320										
90	1335										
91	1350										
92	1365										
93	1380										
94	1395										
95	1410										
96	1425										
97	1440										
98	1455										
99	1470										
100	1485										
101	1500										
102	1515										
103	1530										
104	1545										
105	1560										
106	1575										

Scan	Vrijeme	450					500				
		Zbuka	Zbuka	Zrak1	Zrak2	Pec	Zbuka	Zbuka	Zrak1	Zrak2	Pec
1	0	23,47	23,436	23,383	23,378	23,389	24,983	24,757	24,101	23,898	23,945
2	15	23,567	23,412	23,354	23,367	23,38	25,255	24,758	24,149	23,938	23,916
3	30	24,078	23,426	23,402	23,392	23,378	26,548	24,716	24,15	23,958	23,924
4	45	25,238	23,462	23,496	23,391	23,381	29,302	24,758	24,215	24,013	23,911
5	60	27,131	23,459	23,596	23,422	23,367	33,508	24,898	24,276	24,073	23,942
6	75	29,645	23,516	23,766	23,421	23,4	39,039	25,259	24,395	24,19	23,997
7	90	32,822	23,668	23,939	23,486	23,381	45,676	25,838	24,564	24,376	24,041
8	105	36,624	23,843	24,053	23,58	23,377	53,222	26,618	24,878	24,513	24,141
9	120	40,876	24,139	24,012	23,652	23,365	61,533	27,791	25,239	24,739	24,257
10	135	45,608	24,501	23,975	23,704	23,389	70,478	29,228	25,765	25,071	24,441
11	150	50,67	25,048	24,141	23,802	23,412	79,958	31,11	26,353	25,463	24,67
12	165	56,056	25,724	24,251	23,964	23,422	89,902	33,343	27,176	25,877	24,951
13	180	61,784	26,532	24,485	24,104	23,464	100,218	35,966	28,01	26,322	25,28
14	195	67,719	27,501	24,752	24,315	23,487	110,75	38,987	28,773	26,879	25,596
15	210	73,981	28,638	25,05	24,566	23,525	121,48	42,346	29,87	27,466	25,933
16	225	80,414	29,967	25,403	24,796	23,591	132,363	46,006	30,948	28,211	26,397
17	240	87,057	31,46	25,846	25,099	23,645	143,068	49,77	32,126	28,775	26,918
18	255	93,835	33,216	26,342	25,517	23,709	153,859	53,537	32,857	29,417	27,502
19	270	100,718	35,079	26,956	25,838	23,773	164,454	57,214	34,117	30,064	28,013
20	285	107,736	37,177	27,598	26,348	23,897	174,972	60,698	34,978	30,709	28,597
21	300	114,895	39,422	28,142	26,876	24,022	185,306	63,869	36,117	31,582	29,215
22	315	121,987	41,775	28,67	27,41	24,154	195,592	66,834	37,554	32,373	29,819
23	330	129,203	44,298	29,534	28,071	24,325	205,653	70,266	38,386	33,296	30,487
24	345	136,323	46,859	30,183	28,584	24,444	215,521	73,933	39,925	34,072	31,047
25	360	143,512	49,505	30,99	29,144	24,619	225,218	77,601	41,119	34,961	31,792
26	375	150,685	52,175	31,72	29,77	24,775	234,666	81,589	42,383	35,923	32,505
27	390	157,782	54,788	32,223	29,947	24,973	244,03	85,853	43,157	36,717	33,448
28	405	164,818	57,301	33,177	30,347	25,167	253,108	90,05	44,522	37,655	34,245
29	420	171,843	59,715	34,047	30,914	25,411	261,98	94,232	45,621	38,665	34,861
30	435	178,702	61,905	35,153	31,367	25,622	270,723	98,422	46,594	39,471	35,791
31	450	185,587	63,969	36,025	31,775	25,875	279,379	102,758	47,891	40,599	36,633
32	465	192,428	65,835	37,195	32,298	26,151	287,801	107,135	48,32	41,638	37,59
33	480	199,17	67,497	37,532	32,928	26,442	296,013	111,491	49,797	42,481	38,601
34	495	205,815	69,039	38,875	33,435	26,746	304,114	115,922	51,175	43,501	39,488
35	510	212,389	70,556	39,68	34,158	27,061	312,18	120,504	52,269	45,108	40,379
36	525	218,967	72,063	40,226	34,747	27,392	319,949	125,004	53,591	45,143	41,299
37	540	225,327	73,473	40,939	35,503	27,759	327,689	129,586	54,961	46,03	42,233
38	555	231,679	76,351	41,555	36,084	28,11	335,202	134,167	56,37	46,932	43,371
39	570	237,924	78,787	42,261	36,664	28,507	342,678	138,885	58,178	47,794	44,234
40	585	244,16	81,286	43,337	37,323	28,904	349,96	143,605	59,615	48,751	45,391
41	600	250,248	84,112	43,527	37,844	29,307	357,05	148,246	61,637	49,722	46,384
42	615	256,209	87,228	44,157	38,429	29,715	364,02	152,856	63,351	50,334	47,195
43	630	262,194	90,331	44,958	38,786	30,191	370,986	157,525	64,835	51,483	48,28
44	645	268,027	93,381	45,746	39,517	30,634	377,673	162,029	66,632	52,57	49,12
45	660	273,867	96,443	46,162	40,18	31,12	384,172	166,353	65,506	53,171	50,006
46	675	279,588	99,461	47,191	40,775	31,582	390,524	170,753	68,71	54,283	51,036
47	690	285,245	102,494	47,949	41,31	32,045	396,747	174,951	70,033	55,459	52,089
48	705	290,884	105,617	49,098	41,871	32,552	402,845	179,043	70,66	56,599	53,259
49	720	296,377	108,654	49,633	42,591	33,02	408,806	183,155	71,927	57,476	54,294
50	735	301,833	111,819	50,584	43,153	33,562	414,385	187,093	73,496	58,524	55,407
51	750	307,154	114,909	51,779	43,867	34,072	419,787	190,883	75,289	59,708	56,648
52	765	312,5	118,06	52,881	44,595	34,632	425,284	194,663	77,13	60,816	57,395
53	780	317,898	121,251	53,619	45,176	35,176	430,477	198,395	79,161	61,956	58,835
54	795	323,12	124,369	53,934	45,798	35,713	435,545	201,985	80,137	62,695	59,672
55	810	328,163	127,505	55,156	46,48	36,26	440,243	205,57	80,159	64,069	60,865
56	825	333,262	130,72	56,315	46,999	36,797	444,622	208,981	79,542	65,29	62,205
57	840	338,421	133,972	57,79	47,672	37,363	449,125	212,324	83,266	66,718	63,402
58	855	343,488	137,238	58,277	48,526	37,953	453,834	215,509	83,344	67,58	64,492
59	870	348,27	140,442	59,692	48,916	38,466	457,575	218,68	85,205	68,735	65,509
60	885	353,269	143,738	60,437	49,81	39,057	462,343	221,811	84,263	70,131	66,542
61	900	358,024	146,94	61,289	50,564	39,575	467,22	224,582	85,358	71,144	67,68
62	915	362,941	150,188	62,451	50,857	40,124	471,477	227,719	86,946	72,497	68,789
63	930	367,432	153,342	62,928	51,639	40,681	476,407	230,383	87,308	73,371	69,853
64	945	372,299	156,546	63,07	52,227	41,275	480,829	233,027	88,987	74,311	70,972
65	960	376,652	159,702	65,015	53,084	41,81	485,394	235,709	90,948	75,37	72,487
66	975	381,477	162,805	66,986	53,53	42,387	489,892	238,229	92,322	76,509	73,358
67	990	385,612	165,864	66,67	54,374	42,94	494,237	240,775	91,027	77,785	74,592
68	1005	390,317	168,903	67,074	54,946	43,457	498,573	243,202	93,1	79,021	75,706
69	1020	394,655	171,842	69,512	55,703	44,018	503,293	245,665	96,416	80,499	76,416
70	1035	398,832	174,762	68,214	55,991	44,533	506,983	248,086	94,462	81,136	77,765
71	1050	403,018	177,716	69,107	56,803	45,046	508,706	250,252	96,654	82,393	78,836
72	1065	407,534	180,548	72,109	57,687	45,475	508,591	252,31	96,004	83,451	79,911
73	1080	411,512	183,278	72,325	58,355	45,891	507,081	254,137	96,634	84,537	80,974
74	1095	415,34	186,039	73,448	59,289	46,246	504,409	255,719	98,388	85,812	81,814
75	1110	419,752	188,754	73,679	59,724	46,652	500,914	257,043	98,196	86,541	82,718
76	1125	423,348	191,41	74,257	60,47	47,408	496,815	258,125	101,393	87,535	84,018
77	1140	427,24	194,113	74,403	61,142	48,115	492,184	258,723	98,127	88,321	84,93
78	1155	430,95	196,622	76,969	61,79	48,874	486,954	259,013	103,251	89,342	85,55
79	1170	434,947	199,241	76,772	62,667	49,594	481,521	259,246	103,629	90,085	86,674
80	1185	438,759	201,538	77,415	63,305	50,403	475,7	259,134	102,146	90,693	87,596
81	1200	442,217	204,11	79,574	64,002	51,185	469,735	258,77	100,841	91,392	87,743
82	1215	446,02	206,487	80,582	64,483	51,963					
83	1230	449,468	208,663	81,239	65,35	52,785					
84	1245	453,008	211,119	82,723	66,387	53,606					
85	1260	456,253	213,461	83,805	66,809	54,388					
86	1275	458,75	215,704	83,571	67,046	55,2					
87	1290	460,277	217,912	84,922	67,818	56,013					
88	1305	460,844	220,012	83,65	68,417	56,859					
89	1320	460,678	222,049	84,082	68,957	57,654					
90	1335	459,885	223,892	86,319	69,809	58,488					
91	1350	458,596	225,664	85,594	70,929	59,304					
92	1365	456,913	227,345	87,919	71,442	60,106					
93	1380	454,873	228,841	88,33	71,917	60,882					
94	1395	452,612	230,136	89,424	72,491	61,649					
95	1410	450,093	231,322	89,403	73,266	62,442					
96	1425	447,378	232,322	87,271	73,505	63,247					
97	1440	444,512	233,13	88,521	74,221	64,028					
98	1455	441,558	233,748	89,845	74,478	64,736					
99	1470	438,472	234,232	89,494	74,922	65,499					
100	1485	435,322	234,577	91,084	75,047	66,221					
101	1500	432,087	234,905	90,036	75,701	66,932					
102	1515	428,794	235,024	88,696	76,102	67,609					
103	1530	425,446	234,983	88,284	76,474	68,264					
104	1545	422,05	234,855	90,553	76,933	68,965					
105	1560	418,645	234,658	90,184	77,252	69,588					
106	1575	415,219	234,334	89,141	77,726	70,214					

VATROOTPORNAŽBUKA_
UZORAK 3

Scan	Vrijeme	500					450					400					350_1					350_2					250				
		Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka
1	0	22,677	22,674	22,566	22,529	22,486	27,982	27,811	25,866	25,89	25,916	23,368	23,344	23,321	23,318	23,305	23,268	23,244	23,221	23,218	23,205	21,595	21,574	21,422	21,4	21,377	22,818	22,824	22,855	22,799	22,752
2	15	23,408	22,677	22,605	22,542	22,486	28,445	27,819	25,966	25,93	25,895	23,681	23,37	23,355	23,349	23,326	23,581	23,27	23,255	23,249	23,226	22,152	21,581	21,536	21,401	21,38	23,223	22,816	22,878	22,822	22,746
3	30	25,862	22,809	22,679	22,605	22,473	30,704	27,885	25,974	25,972	25,884	24,815	23,4	23,41	23,405	23,313	24,715	23,3	23,31	23,305	23,213	24,404	21,643	21,631	21,446	21,359	25,454	22,906	22,921	22,965	22,762
4	45	30,147	23,156	22,76	22,695	22,478	35,014	28,118	26,062	26,069	25,879	26,973	23,493	23,425	23,504	23,317	26,873	23,393	23,325	23,404	23,217	28,571	21,995	21,696	21,529	21,383	29,787	23,147	23,053	23,106	22,791
5	60	35,869	23,908	22,884	22,847	22,489	40,847	28,723	26,181	26,211	25,892	30,092	23,64	23,503	23,606	23,319	30,332	24,395	23,717	23,701	23,204	34,195	22,667	21,858	21,67	21,375	35,775	23,825	23,253	23,254	22,811
6	75	42,658	25,115	23,076	23,103	22,489	47,736	29,707	26,447	26,381	25,879	33,975	23,966	23,624	23,745	23,324	33,611	24,699	23,794	23,781	23,216	40,965	23,83	22,066	21,925	21,383	42,656	24,803	23,358	23,492	22,809
7	90	50,225	26,894	23,355	23,373	22,515	55,39	31,232	26,641	26,584	25,889	38,405	24,424	23,693	23,935	23,33	37,431	25,13	23,92	23,872	23,241	48,635	25,539	22,356	22,24	21,401	50,406	26,421	23,612	23,942	22,846
8	105	58,433	29,274	23,96	23,773	22,528	63,567	33,326	27,002	26,87	25,897	43,235	25,052	23,811	24,05	23,308	41,549	25,737	24,033	24,011	23,27	56,939	27,822	22,937	22,68	21,457	58,554	28,536	23,889	24,434	22,88
9	120	67,016	32,194	24,46	24,217	22,578	72,149	35,972	27,988	27,241	25,913	48,364	25,956	23,939	24,199	23,331	45,955	26,523	24,174	24,122	23,285	65,752	30,7	23,641	23,128	21,502	67,088	31,223	24,373	25,014	22,927
10	135	75,892	35,696	25,321	24,761	22,62	81,01	39,228	28,407	27,766	25,992	53,812	27,041	24,09	24,393	23,327	50,528	27,527	24,341	24,291	23,318	74,821	34,157	24,434	23,763	21,592	75,937	34,449	24,916	25,637	22,956
11	150	84,941	39,688	26,03	25,416	22,686	90,049	42,951	29,451	28,365	26,086	59,495	28,42	24,345	24,753	23,367	55,344	28,774	24,581	24,518	23,366	84,078	38,093	25,381	24,379	21,64	85,042	38,237	25,705	26,599	23,019
12	165	94,106	44,152	26,9	26,147	22,77	99,195	47,147	30,022	28,991	26,138	65,323	30,042	24,674	25,181	23,387	60,163	30,317	24,872	24,793	23,425	93,446	42,474	26,578	25,207	21,73	94,207	42,459	26,557	27,354	23,101
13	180	103,333	49,024	27,878	27,063	22,915	108,369	51,693	30,986	29,916	26,215	71,309	31,882	25,064	25,59	23,399	64,95	32,095	25,227	25,061	23,48	102,865	47,299	28,206	25,976	21,823	103,439	47,149	27,667	28,237	23,203
14	195	112,568	54,267	28,953	27,975	23,078	117,581	56,62	31,996	30,686	26,328	77,406	33,96	25,453	25,966	23,422	69,42	34,118	25,604	25,427	23,578	112,155	52,443	28,72	26,758	21,946	112,629	52,177	28,47	29,184	23,34
15	210	121,746	59,865	29,717	28,907	23,282	126,87	61,92	32,541	31,42	26,452	83,61	36,263	25,961	26,337	23,451	73,354	36,497	26,061	25,816	23,665	121,318	57,902	30,688	27,558	22,108	121,805	57,463	28,672	29,863	23,472
16	225	130,744	65,563	30,922	29,775	23,461	136,001	67,418	33,285	32,173	26,596	89,838	38,775	26,566	26,916	23,515	76,736	39,046	26,541	26,249	23,787	130,355	63,628	31,398	28,452	22,3	131	63,035	29,751	30,116	23,648
17	240	139,576	71,494	32,329	30,833	23,69	144,933	73,149	33,972	32,962	26,786	96,081	41,517	27,162	27,549	23,572	79,972	41,936	27,099	26,699	23,898	139,182	69,526	32,961	29,423	22,523	139,99	68,723	31,013	32,217	23,9
18	255	148,162	77,562	32,92	31,786	23,982	153,675	79,066	34,896	33,91	27,019	102,346	44,44	28,089	28,047	23,617	83,238	45,017	27,691	27,176	24,046	147,904	75,66	34,165	30,558	22,831	148,795	74,554	32,543	33,621	24,258
19	270	156,574	83,71	34,23	32,757	24,387	162,205	85,07	36,343	34,963	27,316	108,652	47,523	28,438	28,456	23,664	86,212	48,295	28,34	27,695	24,218	156,462	81,872	34,808	31,59	23,243	157,4	80,573	33,971	34,883	24,665
20	285	164,85	89,961	35,157	33,643	24,84	170,471	91,16	37,473	35,957	27,574	115,022	50,777	29,096	29,009	23,746	89,104	51,739	28,984	28,232	24,41	164,827	88,092	36,582	32,508	23,641	165,793	86,647	35,16	36,131	25,204
21	300	172,967	96,22	36,344	34,809	25,35	178,633	97,317	38,736	37,122	27,9	121,359	54,141	29,719	29,808	23,856	91,846	55,262	29,674	28,809	24,605	173,029	94,333	38,272	33,686	24,125	174,009	92,709	37,026	37,418	25,754
22	315	181,014	102,613	37,822	35,961	25,988	186,544	103,495	40,15	38,255	28,279	127,739	57,684	30,314	30,485	23,962	94,436	58,94	30,504	29,428	24,796	181,095	100,66	39,089	34,941	24,653	182,05	98,753	37,455	38,799	26,399
23	330	188,765	108,85	38,833	37,275	26,604	194,336	109,677	41,313	39,18	28,671	133,998	61,282	30,63	31,308	24,064	98,394	62,648	31,185	30,143	24,993	188,983	106,969	40,566	36,255	25,253	189,87	104,803	38,454	40,429	27,122
24	345	196,372	115,053	40,419	38,459	27,343	202,08	115,926	42,56	40,402	29,167	140,195	65,028	31,447	32,157	24,239	100,95	66,543	32,228	30,852	25,226	196,765	113,259	40,857	37,3	25,924	197,421	110,683	40,24	42,229	27,893
25	360	203,818	121,232	41,482	39,618	28,095	209,59	122,103	44,162	41,567	29,643	146,178	68,802	32,466	32,792	24,406	101,053	70,287	32,883	31,683	25,481	204,334	119,575	42,884	38,633	26,691	204,833	116,607	41,587	43,49	28,716
26	375	211,099	127,325	43,203	40,967	28,879	216,931	128,285	45,29	42,646	30,151	152,105	72,677	32,93	33,47	24,605	101,409	74	33,965	32,432	25,698	211,737	125,752	44,631	39,554	27,464	212,17	122,594	42,705	45,152	29,681
27	390	218,188	133,434	44,189	42,202	29,734	224,165	134,425	47,018	43,579	30,719	157,953	76,657	34,008	34,258	24,836	101,817	77,67	31,905	28,662	25,642	218,954	131,896	45,486	40,721	28,267	219,188	128,428	44,204	46,572	30,588
28	405	225,171	139,498	45,828	43,66	30,691	231,223	140,491	47,317	44,517	31,311	163,636	80,593	34,082	35,162	25,094	103,46	81,207	34,607	32,41	25,771	226,026	137,955	48,455	41,914	29,137	226,045	134,274	45,446	47,917	31,514
29	420	231,963	145,44	47,105	44,809	31,611	238,313	146,515	48,672	45,851	31,994	169,259	84,597	35,232	36,142	25,394	106,583	84,473	36,57	35,348	26,308	232,918	143,904	49,821	43,17	30,068	232,672	140,037	47,958	49,262	32,471
30	435	238,646	151,237	48,25	46,068	32,574	245,137	152,307	50,243	46,972	32,718	174,835	88,633	35,886	37,139	25,698	111,043	87,679	38,069	36,878	26,804	239,804	149,836	50,526	44,628	31,023	239,246	145,805	48,355	50,303	33,41
31	450	245,212	156,97	49,747	47,282	33,545	251,816	158,027	52,439	48,388	33,415	180,315	92,689	37,1	37,891	26,034	116,544	90,095	39,669	38,286	27,3	246,434	155,572	52,249	45,8	31,993	245,741	151,536	50,81	51,949	34,436
32	465	251,685	162,595	51,008	48,539	34,552	258,4	163,649	52,853	49,544	34,13	185,745	96,725	37,954	38,729	26,411	122,925	92,223	41,152	39,457	27,793	252,949	161,225	55,423	46,827	32,966	251,962	157,086	51,775	53,189	35,415
33	480	258,065	168,177	52,686	49,626	35,511	264,965	169,281	54,571	50,675	34,914	190,996	100,742	38,322	39,625	26,839	129,627	93,599	42,532	40,801	28,324	259,319	166,797	56,016	48,33	33,921	257,916	162,551	53,699	54,493	36,362
34	495	264,287	173,584	54,615	51,097	36,416	271,31	174,749	55,956	52,259	35,77	196,316	104,801	38,915	40,415	27,263	136,47	94,926	43,91	41,973	28,957	265,756	172,378	59,083	49,523	34,928	261,568	167,848	54,22	55,539	37,285
35	510	270,34	178,933	55,671	52,162	37,24	277,568	180,086	56,877	53,472	36,621	201,49	108,855	40,146	41,381	27,727	143,102	95,795	45,078	43,128	29,62	271,977	177,748	59,832	50,862	35,787	262,462	172,815	55,532	56,343	38,192
36	525	276,373	184,215	56,581	53,655	38,031	283,741	185,357	58,85	54,76	37,494	206,6	112,846	40,757	42,229	28,206	149,627	96,874	46,326	44,025	30,349	278,057	183,004	60,428	52,404	36,593	261,594	177,42	55,986	57,808	39,153
37	540	282,388	189,46	58,469	55,001	38,737	289,844	190,607	60,35	56,245	38,502	211,706	116,892	41,53	43,103	28,708	156,185	97,684	47,078	45,536	31,092	284,032	188,193	61,013	53,51	37,34	259,666	181,39	57,57	58,931	39,925
38	555	288,236	194,545	59,666	56,372	39,379	295,791	195,699	61,736	58,152	39,43	216,653	120,876	42,493	43,977	29,243	163,053	100,536	48,455	46,757	31,933	290,072	193,418	61,768	55,084	38,088	257,248	184,785	59,117	59,639	40,724
39	570	294,059	199,545	61,15	57,76	39,99	301,628	200,707	62,877	58,964	40,473	221,557	124,816	43,332	44,832	29,753	169,857	104,734	49,325	47,883	32,774	295,875	198,416	66,384	56,221	38,73	254,653	187,575	61,319	60,773	41,355
40	585	299,783	204,458	62,508	58,997	40,679	307,308	205,601	64,44	60,318	41,57	226,403	128,792	44,207	45,734	30,331	176,25	107,69	51,116	49,392	33,564	301,624	203,355	67,266	57,515	39,291	252,22	189,959	61,606	61,799	41,898
41	600	305,508	209,305	64,189	60,398	41,687	313,009	210,525	66,393	61,985	42,669	231,017	132,716	44,957	47,331	30,914	182,612	110,882	52,855	50,467	34,51	307,347	208,28	68,107	59,222	40,006	249,694	191,763	61,386	62,675	42,272
42	615	311,072	214,033	65,634	61,782	42,889	318,463	215,274	68,146	63,774	43,8	235,663	136,618	45,651	48,224	31,505	188,368	113,79	53,666	51,608	35,476	312,859	213,012	70,805	60,792	40,941	247,151	193,108	62,656	63,343	42,613
43	630	316,599	218,689	68,057	63,282	44,069	323,904	219,907	68,693	64,874	44,942	240,301	140,527	46,802	48,504	32,112	194,381	116,807	55,531	52,643	36,206	318,357	217,697	71,894	62,053	42,124	244,769	194,183	63,351	64,183	43
44	645	322,092	223,328	70,673	64,762	45,332	329,293	224,509	70,22	66,788	46,15	244,799	144,371	47,324	49,307	32,703	200,359	119,875	56,59	53,655	37,249	323,748	222,343	75,034	63,503	43,307	242,389	194,897	63,118	64,651	43,759
45	660	327,453	227,788	71,434	66,025	46,572	334,503	229,053	72,295	68,164	47,414	249,096	148,153	48,074	49,939	33,335	206,418	122,797	57,409	55,101	38,221	329,165	226,959	76,807	64,938	44,542	239,993	195,288	63,799	65,555	44,625
46	675	332,697	232,194	72,983	67,324	47,851	339,483	233,399	73,653	69,373	48,677	253,479	151,917	49,308	50,795	33,988	212,424	125,702	58,799	56,336	39,247	334,44	231,438	78,564	66,092	45,748	237,657	195,453	65,68	66,216	45,493
47	690	337,972	236,63	74,644	69,186	49,195	344,561	237,735	74,835	71,243	49,952	257,883	155,627	49,952	51,441	34,606	218,456	128,883	60,238	57,464	40,193	339,603	235,793	77,807	68,03	46,988	235,494	195,512	65,432	66,835	46,428
48	705	343,035	240,847	75,769	70,901	50,555	349,697	242,056	77,645	72,865	51,325	261,962	159,298	50,837	52,386	35,255	223,895	131,878	61,413	58,666	41,289	344,802	240,155	81,068	69,369	48,345	233,247	195,258	66,359	67,217	47,284
49	720	348,019	244,958	76,56	72,132	51,934	354,248	246,196	78,203	74,455	52,68	266,343	162,905	51,601	53,6	35,943	228,97	135,017	62,335	59,379	42,326	349,836	244,371	85,756	70,692	49,661					
50	735	352,984	249,05	77,949	73,547	53,402	359,259	250,314	80,295	75,854	54,074	270,282	166,514	52,889	54,249	36,561	233,627	138,1	63,137	60,332	43,355	354,727	248,489	81,418	72,353	51,029					
51	750	357,948	253,154	81,229	75,36	54,872	364,006	254,347	81,532	77,599	55,549	274,598	170,043	53,382	55,072	37,236	238,098	141,228	63,963	60,956	44,339	358,2	252,582	85,757	73,718	52,458					
52	765	362,794	257,14	81,482	76,632	56,408	368,32	258,272	83,22	78,806	56,963	278,447	173,584	54,957	55,828	37,897	242,37	144,305	64,402	61,737	45,416	358,758	256,354	87,979	75,31	53,865					
53	780	367,417	260,963	84,137	78,543	57,873	373,046	262,164	85,123	80,607	58,457	282,51	176,981	55,604	57,157	38,615	246,546	147,504	65,113	62,527	46,415	357,154	259,702	88,787	76,766	55,305					
54	795	372,143	264,882	84,711	79,92	59,442	377,663	266,039	86,471	82,28	59,992	286,249	180,477	56,707	57,696	39,247	250,53	150,553	66,066	63,203	47,317	354,453	262,758	89,725	78,279	56,832					
55	810	376,787	268,576	86,097	81,697	61,028	382,046	269,664	86,728	83,741	61,522	290,36	183,837	57,272	58,632	39,882	254,611	153,807	66,862	64,215	48,248	350,949	265,18	92,851	79,763	58,246					
56	825	381,209	272,185	89,95	83,706	62,625	386,315	273,372	89,536	85,691	63,035	293,87	187,2	58,259	59,627	40,548	258,49	156,895	67,924	64,894	49,181	347,149	267,104	92,663	81,073	59,764					
57	840	385,634	275,956	89,729	85,375	64,265	390,603	276,96	90,351	87,321	64,68	297,949	190,493	58,857	60,865	41,173	262,349	160,039	67,781	65,392	49,999	343,266	268,56	93,34	82,392	61,236					
58	855	390,003	279,48	91,181	86,586	65,946	394,228	280,549	93,185	88,857	66,312	301,367	193,81	61,497	61,766	41,798	266,22	163,25	69,582	66,476	50,907	339,419	269,561	93,886	83,685	62,784					
59	870	394,499	282,987	92,834	88,449	67,6	398,376	284,202	94,29	90,601	67,914	305,325	197,103	61,344	62,908	42,431	270,016	166,363	69,673	67,295	51,784	335,63	270,191	95,757	84,761	64,265					
60	885	398,629	286,524	94,512	90,101	69,321	402,424	287,7	96,252	92,59	69,562	308,669	200,289	61,728	63,506	42,95	273,61	169,559	70,889	68,226	52,592	331,836	270,333	97,203	85,549	65,749					
61	900	402,967	289,965	99,978	91,808	71,036	406,767	290,995	98,417	93,734	71,279	312,625	203,462	62,549	64,294	43,38	277,225	172,621	71,563	68,803	53,424	328,157	270,25	99,214	86,265	67,179					
62	915	407,132	293,288	97,967	93,788	72,756	409,999	294,16	98,789	95,426	72,94	315,79	206,643	63,865	65,451	43,841	281,039	175,848	71,903	69,332	54,234										
63	930	410,921	296,683	100,205	95,296	74,505	414,106	297,354	102,466	97,489	74,725	319,705	209,711	64,971	66,558	44,207	284,56	178,832	72,556	69,855	54,973										
64	945	414,941	299,853	100,946	97,281	76,303	417,726	301,002	101,895	99,206	76,418	322,795	212,8	65,642	67,526	44,617	288,086	181,835	73,026	70,591	55,745										
65	960	418,734	302,91	103,369	98,093	78,101	421,482	304,133	103,738	100,663	78,121	326,605	215,913	66,231	68,394	44,983	291,797	185,071	74,293	71,147	56,442										
66	975	422,716	305,984	104,286	99,889	79,927	425,194	307,156	106,519	102,347	79,9	329,708	218,84	67,947	69,523	45,434	295,215	188,002	74,742	71,883	57,115										
67	990	426,155	309,209	107,794	101,994	81,722	428,559	310,066	107,439	103,94	81,627	333,178	221,946	68,453	70,459	45,879	298,809	191,201	76,02	72,839	57,787										
68	1005	429,473	312,138	108,103	103,517	83,597	431,909	312,679	110,01	105,999	83,443	336,394	224,779	69,207	71,432	46,462	302,273	194,242	76,938	73,67	58,409										
69	1020	433,5	315,003	111,537	104,998	85,499	435,044	316,098	113,316	108,671	85,238	339,944	227,81	70,906	72,474	47,169	305,636	197,158	77,672	74,525	58,995										
70	1035	437,183	317,942	113,694	106,455	87,348	438,266	318,94	114,927	109,788	87,122	342,776	230,675	71,586	73,221	47,973	309,015	200,236	77,934	75,022	59,632										
71	1050	440,212	321,159	113,644	108,428	89,233	441,411	321,308	116,649	111,761	88,963	346,44	233,511	72,849	74,803	48,816	312,35	203,199	77,923	75,971	60,195										
72	1065	443,518	323,682	115,5	109,983	91,141	445,124	324,621	116,806	113,305	90,804	349,541	236,423	73,005	75,867	49,623	315,747	206,175	78,607	76,588	60,797										
73	1080	447,151	326,45	120,094	112,102	92,993	448,577	327,154	120,52	114,753	92,613	352,214	239,154	74,309	76,99	50,491	318,966	208,944	79,498	77,562	61,348										
74	1095	450,247	329,994	119,7	113,422	94,896	451,565	329,777	121,727	117,228	94,444	355,384	241,776	75,831	77,642	51,35	322,314	211,829	80,564	78,441	61,886										
75	1110	453,215	332,599	120,832	115,629	96,817	454,674	332,667	122,239	117,976	96,383	358,969	244,503	76,547	78,949	52,203	325,7	214,772	82,058	79,1	62,505										
76	1125	456,205	334,887	124,507	117,734	98,738	455,741	335,195	125,998	120,359	98,119	361,549	247,362	77,154	80,543	53,044	328,844	217,472	81,743	80,068	63,099										
77	1140	459,709	337,601	126,273	119,517	100,685	454,245	337,446	127,773	121,078	99,929	364,651	249,757	78,524	81,79	53,976	332,012	220,21	82,563	80,906	63,718										
78	1155	462,47	340,835	127,117	121,454	102,558	450,987	339,616	130,364	123,22	101,806	367,924	252,598	79,645	82,28	54,843	335,233	223,039	82,883	81,484	64,296										
79	1170	465,369	342,679	129,122	124,248	104,534	446,698	341,154	128,716	125,167	103,625	370,391	255,073	80,371	83,545	55,826	338,2	225,777	84,648	82,371	64,892										
80	1185	468,157	345,619	129,646	124,793	106,43	441,902	342,255	131,33	126,552	105,477	373,564	257,512	82,267	84,661	56,782	340,965	228,41	85,747	83,319	65,481										
81	1200	470,906	348,048	134,379	127,489	108,383	436,854	342,998	132,096	127,546	107,269	376,722	260,149	83,497	85,715	57,703	343,835	231,026	85,491	84,234	66,053										
82	1215	473,72	350,982	134,993	129,536	110,364	431,743	343,167	136,397	129,223	109,018	379,017	262,717	84,628	86,778	58,693	346,875	233,698	86,079	84,851	66,553										
83	1230	476,294	352,702	137,795	131,494	112,312	426,618	342,99	136,338	130,113	110,782	381,91	264,976	85,315	88,075	59,695	349,853	236,454	87,571	85,853	67,104										
84	1245	478,807	354,89	139,059	133,458	114,248						385,024	267,786	86,256	89,266	60,647	352,691	238,993	87,892	86,887	67,637										
85	1260	481,432	357,766	142,351	135,026	116,206						387,384	269,95	89,072	90,525	61,707	355,291	241,557	89,094	87,417	68,242										
86	1275	483,96	360,627	144,24	136,878	118,101						390,484	272,401	88,655	91,4	62,682	356,994	244,08	89,641	88,503	68,76										
87	1290	486,548	362,596	144,127	138,896	120,088						392,804	274,989	88,725	93,109	63,7	357,427	246,492	90,134	90,203	69,325										
88	1305	489,053	364,483	147,349	141,035	122,091						395,531	276,754	90,526	93,783	64,752	356,819	248,851	91,278	89,734	69,86										
89	1320	491,403	366,45	150,004	142,767	124,038						397,913	279,039	90,483	95,842	65,807	355,425	251,034	93,091	90,651	70,393										
90	1335	493,615	369,278	149,339	145,02	125,909						400,835	281,675	93,064	96,642	66,823	353,54	252,982	93,309	91,942	70,948										
91	1350	496,127	371,51	151,486	146,722	127,843						403,311	283,668	93,11	97,549	67,902	351,29	254,734	93,969	92,045	71,348										
92	1365	498,642	372,84	153,47	148,176	129,78						405,384	285,859	93,774	99,718	69,011	348,843	256,197	92,939	92,171	71,794										
93	1380	501,083	374,882	156,04	149,588	131,748						406,259	288,016	96,121	101,055	70,071	346,241	257,531	93,749	93,849	69,508										
94	1395	502,899	377,208	157,894	152,647	133,587						405,933	289,979	98,604	101,616	71,164	343,661	258,619	93,888	93,531	69,435										
95	1410	502,632	379,059	159,828	153,503	135,39						404,568	291,809	99,557	102,918	72,247	340,999	259,553	96,516	94,769	69,565										
96	1425	499,979	380,731	161,34	155,753	137,33						402,626	293,484	97,872	103,384	73,343	338,358	260,303	96,081	96,199	69,895										
97	1440	495,801	382,006	162,661	156,753	139,151						400,091	294,923	99,635	105,812	74,482	335,794	260,877	96,589	96,56	70,279										
98	1455	490,836	382,899	165,791	157,427	141,013						397,285	296,168	100,429	110,305	75,579	333,252	261,27	96,616	99,14	70,64										
99	1470	485,443	383,323	165,428	159,142	142,778						394,363	297,221	104,418	109,383	76,669	330,71	261,529	97,087	98,767	71,056										
100	1485	479,839	383,214	167,583	160,376	144,528						391,359	298,033	102,977	110,714	77,765	328,261	261,633	98,648	97,642	71,486										
101	1500	474,288	382,822	166,796	161,593	146,303						388,255	298,614	104,561	110,445	78,872	325,819	261,638	98,391	99,685	71,826										
102	1515											385,177	299,1	105,263	113,019	79,967	323,442	261,495	98,104	100,872	72,237										
103	1530											382,066	299,407	105,364	114,747	81,057															
104	1545											379,023	299,439	105,281	114,595	82,175															
105	1560											376,024	299,397	105,98	113,098	83,229															

VATROBETON_
UZORAK 1

		500					400					350					250				
Scan	Vrijeme	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka
1	0	22	22,329	22,432	22,358	22,319	21,353	21,286	21,243	21,185	21,107	22,127	22,097	21,089	20,945	20,575	22,339	22,382	22,391	22,344	22,262
2	15	23,965	22,422	22,641	22,42	22,327	21,499	21,422	21,384	21,201	21,109	22,237	22,295	21,182	20,999	20,58	22,506	22,528	22,603	22,413	22,322
3	30	25,94	22,65	22,752	22,526	22,35	21,829	21,805	21,493	21,291	21,093	22,679	22,718	21,299	21,121	20,604	22,79	22,715	22,673	22,479	22,319
4	45	28,556	23,106	23,035	22,683	22,346	22	22,356	21,679	21,411	21,109	23,523	23,589	21,551	21,342	20,617	23,616	23,221	22,883	22,652	22,337
5	60	31,83	23,87	23,452	22,934	22,355	23,965	23,539	22,062	21,624	21,123	24,918	24,878	21,99	21,637	20,641	24,941	24,005	23,215	22,895	22,418
6	75	35,566	24,981	24,226	23,292	22,361	25,94	24,852	22,453	21,875	21,152	26,93	26,614	22,723	22,089	20,66	26,875	25,129	23,68	23,198	22,408
7	90	39,817	26,468	24,992	23,761	22,394	28,556	26,643	23,151	22,285	21,192	29,633	28,992	23,476	22,605	20,734	29,591	26,692	24,341	23,607	22,484
8	105	44,492	28,308	25,894	24,3	22,416	31,83	28,888	24,099	22,868	21,273	32,798	31,738	23,999	23,074	20,779	32,877	28,572	25,305	24,053	22,52
9	120	49,533	30,509	27,05	24,957	22,476	35,566	31,438	24,711	23,467	21,321	36,497	34,941	24,153	23,804	20,829	36,726	30,8	26,078	24,621	22,565
10	135	54,796	33,067	28,464	25,597	22,527	39,817	34,373	25,665	24,14	21,401	40,595	38,457	24,795	24,648	20,909	41,176	33,476	26,972	25,383	22,659
11	150	60,255	35,897	29,947	26,272	22,587	44,492	37,592	27,086	24,908	21,515	45,212	42,443	25,999	25,519	21,018	46,083	36,418	27,863	26,109	22,748
12	165	65,842	39,042	31,594	27,088	22,74	49,533	41,112	28,141	25,711	21,67	50,008	46,525	28,112	26,547	21,127	51,291	39,547	28,732	26,994	22,846
13	180	71,403	42,423	33,267	27,879	22,853	54,796	44,848	29,974	26,615	21,882	55,139	50,855	29,698	27,597	21,303	57,029	43,088	29,699	27,976	23,055
14	195	77,13	46,031	35,022	28,809	23,03	60,255	48,761	31,408	27,623	22,087	60,356	55,348	30,784	28,57	21,502	62,884	46,708	31,125	28,991	23,255
15	210	82,875	49,722	36,327	29,931	23,237	65,842	52,785	33,175	28,657	22,395	65,708	59,912	35,237	29,704	21,787	68,995	50,484	31,948	29,935	23,518
16	225	88,671	53,53	37,751	31,125	23,534	71,403	56,984	33,865	29,692	22,737	71,198	65,037	36,605	30,844	22,119	75,276	54,469	33,17	30,953	23,904
17	240	94,399	57,47	40,461	32,179	23,943	77,13	61,234	36,611	30,875	23,063	76,568	69,309	40,047	32,528	22,581	81,661	58,482	34,343	31,981	24,249
18	255	100,24	61,444	42,033	33,082	24,288	82,875	65,595	38,134	32,051	23,607	81,906	73,241	42	33,861	23,057	88,08	62,556	35,661	33,104	24,661
19	270	106,027	65,485	44,676	34,464	24,745	88,671	69,955	39,941	33,085	24,141	87,284	80,266	42,86	35,209	23,675	94,626	66,814	36,821	34,34	25,187
20	285	111,624	69,6	47,092	35,551	25,254	94,399	74,271	41,381	33,861	24,675	92,397	83,307	43,806	36,752	24,338	101,039	71,087	38,508	35,45	25,708
21	300	117,261	73,693	47,816	37,068	25,78	100,24	78,876	42,894	35,326	25,341	97,296	87,012	44,866	38,45	25,096	107,582	75,688	40,309	36,929	26,383
22	315	123,047	77,882	51,037	38,522	26,397	106,027	83,166	44,691	36,344	26,059	102,199	89,56	46,204	40,211	26,016	114,006	79,972	41,526	38,145	26,991
23	330	129,04	82,077	51,874	39,777	27,091	111,624	87,684	46,192	37,556	26,795	106,579	91,167	45,293	41,568	26,91	120,462	84,354	43,665	39,491	27,737
24	345	134,165	86,285	52,686	41,06	27,849	117,261	92,149	48,059	39,027	27,589	110,834	92,834	50,137	43,34	28,015	126,852	88,746	44,882	41,07	28,547
25	360	139,846	90,463	56,143	42,38	28,608	123,047	96,88	49,4	40,057	28,386	114,812	95,886	52,433	44,926	29,243	133,069	93,096	47,669	42,418	29,328
26	375	145,883	94,62	59,119	44,268	29,438	129,04	101,433	51,886	41,323	29,196	119,05	98,814	53,376	46,415	30,695	139,43	97,518	52,235	43,799	30,259
27	390	151,956	98,733	60,112	46,232	30,373	134,165	105,728	53,294	42,729	30,032	123,391	102,115	55,503	48,242	32,225	145,537	101,869	55,628	45,015	31,085
28	405	161,648	102,822	61,889	47,417	31,242	139,846	109,727	55,96	43,956	30,924	127,886	105,044	59,069	49,413	33,746	151,531	106,202	59,495	46,364	31,95
29	420	173,693	106,935	62,231	48,243	32,143	145,883	113,944	55,202	45,37	31,855	132,213	108,673	60,243	52,111	35,305	157,496	110,657	61,585	47,26	32,889
30	435	179,115	111,05	62,905	50,158	33,106	151,956	117,574	57,268	47,292	32,691	136,521	112,702	61,337	53,471	36,948	163,231	114,981	61,716	49,79	33,749
31	450	184,557	115,216	66,817	51,315	34,011	161,648	121,786	58,798	48,244	33,562	141,659	114,473	63,763	54,477	38,588	168,937	119,22	65,197	50,76	34,748
32	465	189,815	119,364	67,535	52,91	34,908	173,693	125,889	59,507	49,496	34,424	146,044	118,206	67,746	56,597	40,286	174,539	123,428	65,194	52,343	35,677
33	480	195,02	123,619	68,328	54,001	35,892	179,115	130,285	60,301	50,394	35,251	150,772	123,298	70,62	58,354	42,142	179,948	127,63	68,221	53,815	36,509
34	495	200,073	127,66	71,173	55,52	36,77	184,557	134,421	63,958	51,95	36,248	155,191	128,729	70,901	58,797	43,819	185,417	131,918	72,167	54,977	37,423
35	510	205,18	131,825	70,271	57,087	37,644	189,815	138,545	64,827	52,901	36,984	159,741	134,254	75,643	61,799	45,677	190,679	136,097	68,64	56,514	38,234
36	525	210,081	135,914	73,897	59,011	38,457	195,02	142,978	65,747	54,65	37,899	163,971	138,311	75,766	63,191	47,219	195,868	140,313	74,204	57,587	39,006
37	540	214,885	139,947	75,001	59,292	39,253	200,073	146,597	66,345	55,956	38,788	168,875	142,62	77,224	64,141	48,768	201,031	144,605	78,775	59,114	39,77
38	555	219,65	144,033	75,557	61,82	39,95	205,18	150,883	69,419	57,705	39,596	172,908	146,586	77,766	65,564	50,344	205,951	148,666	72,556	60,169	40,42
39	570	224,314	147,985	77,832	62,502	40,597	210,081	154,613	72,628	58,369	40,381	177,243	151,629	81,221	66,976	51,771	210,887	152,762	74,492	61,903	40,981
40	585	228,803	151,849	80,681	64,454	41,173	214,885	158,753	70,572	60,29	41,091	181,331	155,277	82,338	68,136	52,881	215,676	156,707	74,431	63,095	41,545
41	600	233,334	155,782	80,904	65,441	41,618	219,65	162,838	74,535	61,636	41,785	186,111	159,122	81,085	69,687	54,025	220,382	160,69	79,543	65,565	42,016
42	615	237,744	159,761	79,965	66,964	42,131	224,314	166,819	74,208	62,542	42,372	190,935	162,14	83,253	70,442	55,093	225,086	164,695	78,35	65,954	42,613
43	630	241,976	163,679	85,67	69,098	42,574	228,803	170,711	78,711	64,232	43,181	195,507	167,027	85,477	72,421	56,08	229,603	168,493	84,489	67,897	43,38
44	645	246,215	167,485	83,892	69,213	42,992	233,334	174,469	79,637	65,452	43,266	199,626	168,928	83,657	74,076	57,015	234,055	172,392	84,214	69,541	44,326
45	660	250,477	171,412	85,832	70,621	43,705	237,744	177,866	79,251	67,373	44,217	204,346	174,26	80,741	75,316	57,872	238,463	176,141	85,469	70,729	45,519
46	675	254,432	175,455	89,044	72,468	44,656	241,976	181,114	81,528	69,063	44,755	209,597	177,648	83,282	75,768	58,588	242,711	179,86	85,033	72,133	46,59
47	690	258,489	179,225	86,997	74,576	45,831	246,215	184,901	82,217	70,424	45,33	214,891	181,768	84,946	77,338	59,219	246,956	183,833	86,623	73,721	47,848
48	705	262,361	183,055	88,1	75,202	47,049	250,477	188,466	83,747	71,704	46,476	223,05	186,724	84,572	77,791	59,984	251,107	187,95	84,866	74,257	49,226
49	720	266,283	186,721	90,504	76,477	48,225	254,432	191,642	87,369	73,222	47,5	227,231	190,605	88,141	79,74	60,627	255,126	191,45	85,581	76,324	50,434
50	735	270,049	190,2	91,277	79,044	49,511	258,489	195,275	88,453	74,631	48,83	231,077	196,103	88,785	80,976	61,373	259,149	194,874	88,624	77,412	51,804
51	750	273,685	193,862	91,267	79,613	50,856	262,361	198,455	89,978	76,009	50,11	230,291	198,867	87,372	82,462	62,031	262,876	197,752	92,471	79,014	53,069
52	765	277,391	197,217	92,926	81,62	52,267	266,283	201,726	90,495	78,521	51,251	233,969	202,153	94,477	83,429	62,562	266,247	200,242	89,512	79,811	54,473
53	780	280,973	200,845	93,137	82,468	53,61	270,049	205,067	93,428	79,604	52,438	242,906	205,43	93,861	85,184	62,989	269,209	202,58	93,282	81,148	55,848
54	795	284,657	204,207	95,264	84,29	54,865	273,685	208,203	96,38	81,334	53,916	246,593	211,127	92,103	85,609	63,64	271,529	204,493	92,1	82,177	57,082
55	810	288,124	207,624	95,55	86,238	56,202	277,391	211,297	96,453	83,061	55,243	250,37	213,178	93,05	88,444	64,26	273,472	206,087	95,036	84,12	58,609
56	825	291,342	210,856	103,217	87,405	57,602	280,973	213,876	99,081	84,58	56,686	253,975	216,2	91,688	89,281	64,836	274,789	207,346	96,014	85,421	59,833
57	840	294,97	214,351	103,347	88,672	59,115	284,657	216,838	100,562	86,199	57,893	257,703	219,047	100,195	89,706	65,372	275,66	208,346	96,782	85,794	61,225
58	855	298,327	217,426	103,363	90,889	60,552	288,124	219,731	101,267	87,82	59,341	261,279	222,426	96,165	90,629	65,674	276,143	209,164	97,964	87,776	62,691
59	870	301,307	220,739	103,876	91,743	62,002	291,342	223,377	103,658	88,971	60,741	264,715	225,215	97,434	93,233	66,091	276,177	209,59	99,05	88,222	64,121
60	885	304,813	223,92	108,085	93,34	63,575	294,97	225,983	103,922	90,655	62,25	268,267	227,658	99,921	93,883	66,404	275,961	209,999	96,544	88,617	65,271
61	900	307,941	226,964	108,806	95,313	65,177	298,327	229,6	106,561	92,688	63,67	271,746	230,575	105,186	95,125	66,806	275,406	211,217	100,773	90,15	66,653
62	915	311,021	229,719	108,055	96,911	66,559	301,307	230,197	108,54	94,107	65,159	275,119	232,816	100,08	95,801	67,257	274,58	211,206	97,61	90,589	67,827
63	930	313,835	232,537	114,065	98,007	68,203	304,813	233,196	109,99	95,903	66,661	278,616	235,551	109,059	98,383	67,569	273,677	211,155	102,325	90,751	69,225
64	945	316,898	235,17	113,375	99,766	69,727	307,941	236,162	110,704	97,711	68,096	281,844	237,53	112,466	97,982	67,815	272,507	210,923	101,798	91,657	70,44
65	960	319,949	237,757	111,426	101,416	71,408	311,021	239,225	112,772	99,899	69,618	285,347	238,891	104,553	100,57	68,171					
66	975	322,77	240,477	115,01	102,737	72,886	313,835	241,807	114,644	101,77	71,266	288,396	240,032	104,746	100,061	68,545					
67	990	325,312	245,038	118,383	104,568	74,483	316,898	244,448	117,095	103,069	72,755	291,707	242,005	111,203	101,905	68,898					
68	1005	328,08	249,543	118,756	105,434	76,226	319,949	246,98	118,984	104,276	74,492	294,886	243,763	115,959	103,865	69,616					
69	1020	331,11	252,077	118,549	106,773	77,748	322,77	249,626	114,856	106,116	76,041	298,185	245,03	114,862	106,735	70,595					
70	1035	333,646	254,527	118,608	108,966	79,387	325,312	252,002	120,096	107,976	77,67	301,238	243,196	109,972	107,897	71,799					
71	1050	336,061	256,736	123,351	111,302	81,02	328,08	253,834	122,842	110,347	79,16	304,241	245,203	115,404	109,544	73,034					
72	1065	339,195	258,85	127,156	112,897	82,719	331,11	256,614	126,485	111,65	80,789	307,445	248,337	121,236	109,57	74,304					
73	1080	341,59	260,812	126,49	115,098	84,399	333,646	258,601	124,812	113,323	82,544	310,392	251,025	122,679	110,862	75,415					
74	1095	344,078	262,769	127,398	115,557	86,007	336,061	265,003	126,804	114,985	84,269	313,415	253,986	122,622	111,646	76,586					
75	1110	346,406	264,551	129,586	117,472	87,631	339,195	267,455	128,381	116,606	85,862	316,383	256,572	122,275	113,599	77,674					
76	1125	348,708	266,65	131,218	119,761	89,41	341,59	269,641	128,646	118,421	87,622	319,121	259,357	125,166	116,933	78,683					
77	1140	351,164	268,455	133,467	122,706	90,974	344,078	271,983	132,461	119,223	89,124	322,131	263,755	132,298	116,66	79,771					
78	1155	353,669	270,467	135,229	124,565	92,729	346,406	273,994	133,74	122,063	90,888	324,875	266,077	128,635	118,124	80,767					
79	1170	356,168	272,397	135,887	125,7	94,409	348,708	275,831	133,827	123,926	92,65	327,493	267,864	135,617	120,289	81,822					
80	1185	358,229	275,805	136,213	127,755	96,095	351,164	277,922	135,54	125,529	94,381	330,309	270,929	129,521	120,436	82,773					
81	1200	360,738	277,811	141,16	129,446	97,873	353,669	279,279	136,933	127,123	95,912	332,872	273,125	135,198	123,375	83,82					
82	1215	362,921	279,886	143,04	132,397	99,547	356,168	281,265	140,514	127,583	97,786	335,613	276,491	134,424	125,481	84,831					
83	1230	364,891	281,753	142,933	133,124	101,252	358,229	286,326	138,861	129,329	99,353	338,055	278,167	137,678	126,847	85,794					
84	1245	366,9	283,86	141,06	135,205	102,913	360,738	288,022	145,646	130,956	101,164	340,589	279,504	136,405	129,976	86,958					
85	1260	369,037	286,016	143,619	137,463	104,481	362,921	292,252	145,517	133,662	102,987	343,15	282,493	136,221	132,523	88,062					
86	1275	371,51	287,896	145,72	138,533	106,257	364,891	294,482	145,046	134,795	104,604	345,521	284,926	136,393	133,675	89,215					
87	1290	373,486	290,189	150,23	139,879	107,872	366,9	296,322	146,491	137,654	106,397	347,824	287,248	137,792	135,893	90,491					
88	1305	375,287	291,981	153,617	142,327	109,6	369,037	300,499	153,141	138,808	108,076	350,086	291,43	141,962	136,176	91,711					
89	1320	377,49	293,78	152,895	143,981	111,319	371,51	304,569	151,476	139,622	109,791	352,223	290,472	142,997	138,535	93,028					
90	1335	379,265	295,613	155,116	146,689	113,089	373,486	310,931	151,642	141,816	111,608	354,222	292,228	144,971	140,414	94,235					
91	1350	381,076	297,557	154,116	144,507	114,702	375,287	313,551	153,653	142,912	113,447	356,188	293,959	146,602	141,248	95,473					
92	1365	383,237	299,452	157,374	151,246	116,399	377,49	326,109	154,125	145,017	114,852	358,43	296,684	148,754	142,421	96,513					
93	1380	385,095	301,266	159,58	153,128	117,971	379,265	328,257	162,756	147,495	116,74	359,886	299,534	149,083	144,97	97,712					
94	1395	386,605	306,259	161,845	151,902	119,665	381,076	332,441	158,013	148,35	118,572	361,077	308,065	157,43	145,856	98,943					
95	1410	388,071	307,888	163,073	152,382	121,311	383,237	338,469	162,728	149,714	120,161	362,145	313,564	157,35	147,375	100,206					
96	1425	389,978	309,283	167,393	156,023	122,91	385,095	317,194	162,038	152,119	121,732	362,584	312,252	156,607	148,568	100,934					
97	1440	391,605	310,781	164,909	158,057	124,478	386,605	323,68	141,678	129,83	122,546	362,805	310,712	157,085	149,472	101,179					
98	1455	393,749	312,144	169,703	159,967	126,244	388,071	315,668	160,068	149,046	124,848	362,324	317,41	159,739	150,663	101,145					
99	1470	395,357	313,673	173,408	162,362	127,643	389,978	317,382	161,084	153,889	126,858	361,633	320,281	159,502	150,908	101,189					
100	1485	397,263	315,139	173,138	161,339	129,198	391,605	319,094	168,542	154,544	128,456	360,517	321,526	156,301	150,948	101,375					
101	1500	399,087	316,552	175,114	161,714	130,712	393,749	321,346	165,672	157,167	130,188	359,308	323,739	159,728	151,819	107,778					
102	1515	401,0824	318,252	174,521	163,702	132,455	395,357	323,203	169,641	157,939	131,968	357,95	324,545	161,654	152,989	112,031					
103	1530	403,0878	319,897	175,171	165,151	134,023	397,263	324,701	168,733	159,995	133,789	356,137	320,645	160,492	154,175	114,987					
104	1545	405,1033	321,274	177,874	166,631	135,629	399,087	327,205	169,704	160,543	135,364	354,374	316,335	159,941	154,35	117,575					
105	1560	407,1288	322,874	179,483	169,226	137,122	400,739	330,563	173,69	163,975	137,241										
106	1575	409,1644	324,584	180,068	170,294	138,73	402,438	333,534	174,109	164,126	138,965										
107	1590	411,2103	326,266	181,651	174,992	140,159	403,652	338,006	176,093	167,921	140,556										
108	1605	413,2663	327,961	186,5	174,562	141,783	405,36	340,68	178,15	168,832	142,443										
109	1620	415,3327	340,945	187,471	174,12	143,045	407,07	343,612	178,457	168,864	144,192										
110	1635	417,4093	341,929	191,051	179,387	144,649	408,643	345,468	180,04	169,658	145,63										
111	1650	419,4964	342,91	188,066	176,71	146,085	410,192	345,486	180,326	170,254	147,516										
112	1665	421,5938	343,508	193,223	178,773	147,541	411,485	348,924	183,54	171,086	149,091										
113	1680	423,7018	343,883	191,452	185,059	148,859	412,529	350,453	184,882	173,632	150,501										
114	1695	425,8203	344,808	198,538	182,472	150,384	413,087	352,86	186,147	172,745	152,325										
115	1710	427,9494	345,66	192,041	184,446	151,753	413,246	352,906	187,07	176,038	153,901										
116	1725	430,0892	346,442	196,802	185,148	153,258	412,965	352,878	189,219	175,48	155,466										
117	1740	432,2396	347,183	199,279	184,378	154,681	412,23	356,563	189,447	176,307	156,975										
118	1755	434,4008	347,932	200,104	187,747	156,08	411,336	358,543	187,538	176,014	158,267										
119	1770	436,5728	349,002	201,771	187,386	157,371	409,861	363,21	190,874	176,55	159,869										
120	1785	438,7557	350,127	202,998	190,311	158,863	408,199	362,988	188,546	180,076	161,229										
121	1800	440,9495	351,181	205,133	191,814	160,194	406,26	361,142	191,275	178,771	162,529										
122	1815	443,1542	352,722	207,348	193,436	161,522	404,045	356,15	191,16	177,756	163,827										
123	1830	445,37	354,578	208,229	202,062	162,938															
124	1845	447,5968	357,544	209,776	198,959	164,181															
125	1860	449,8348	359,81	211,305	200,614	165,503															
126	1875	452,084	362,716	211,211	202,877	166,836															
127	1890	454,3444	365,772	213,189	199,227	168,145															
128	1905	456,6161	370,369	215,89	202,144	169,441															
129	1920	458,8992	374,82	213,405	202,626	170,821															
130	1935	461,1937	377,328	217,094	203,461	171,963															
131	1950	463,4997	377,065	219,895	205,943	173,27															
132	1965	465,8172	378,399	223,266	208,917	174,536															
133	1980	468,1463	380,048	223,019	208,996	175,643															
134	1995	470,487	381,785	220,072	211,819	177,041															
135	2010	472,8394	383,709	225,051	211,068	178,29															
136	2025	475,2036	386,499	224,527	213,549	179,453															
137	2040	477,5796	390,107	226,688	212,199	180,641															
138	2055	479,9675	395,066	225,616	215,237	181,887															
139	2070	482,3674	401,247	225,125	217,46	183,1															
140	2085	484,7792	406,744	227,998	220,02	184,351															
141	2100	487,2031	412,405	230,892	216,509	185,41															
142	2115	489,6391	419,79	228,642	217,428	186,513															
143	2130	492,0873	422,239	229,8	219,145	187,582															
144	2145	494,5478	428,591	231,55	224,454	188,605															
145	2160	497,0205	460,872	234,787	222,49	189,753															
146	2175	499,5056	458,592	232,138	224,067	190,706															
147	2190	502,0031	468,082	236,497	223,866	191,852															

VATROBETON_
UZORAK 2

		460					400					350					300					270				
Scan	Vrijeme	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka	Zbuka Centar	Zbuka Stijenka	Zrak1	Zrak2	Pec Stijenka
1	0	21,393	21,188	21,092	21,204	21,111	21,393	21,393	21,167	21,43	21,14	29,008	28,721	25,291	28,687	26,061	21,393	21,553	21,335	21,474	21,293	21,157	21,157	21,045	21,175	21,101
2	15	21,399	21,191	21,077	21,207	21,117	21,399	21,399	21,184	21,413	21,171	28,969	28,761	25,733	28,777	26,049	21,399	21,507	21,342	21,499	21,345	21,19	21,19	21,055	21,201	21,1
3	30	23	21,23	21,087	21,196	21,14	23	21,448	21,24	21,469	21,155	29,015	28,815	25,85	28,809	26,05	23	21,498	21,335	21,482	21,319	21,273	21,273	21,095	21,353	21,079
4	45	25	21,301	21,133	21,338	21,123	25	21,672	21,289	21,752	21,156	29,528	28,923	25,948	28,871	26,051	25	21,583	21,338	21,593	21,343	21,479	21,479	21,152	21,697	21,088
5	60	28	21,575	21,192	21,841	21,123	28	22,197	21,36	22,441	21,155	30,818	29,295	26,044	29,227	26,017	28	21,94	21,406	22,055	21,323	21,814	21,814	21,211	22,254	21,094
6	75	30	22,18	21,322	22,885	21,138	30	23,135	21,45	23,738	21,184	32,914	30,073	26,191	30,002	25,975	30	22,612	21,533	23,044	21,336	28,9939	22,303	21,268	23,103	21,074
7	90	34	23,197	21,411	24,467	21,129	34	24,524	21,7	25,584	21,187	35,707	31,372	26,427	31,283	25,998	34	23,787	21,699	24,602	21,327	29,9611	23,047	21,379	24,173	21,097
8	105	38	24,687	21,727	26,694	21,152	38	26,466	21,967	28,047	21,206	39,202	33,191	26,643	33,106	25,991	38	25,451	21,959	26,785	21,352	31,1064	23,928	21,546	25,522	21,07
9	120	43,367	26,69	22,063	29,463	21,185	43,367	28,977	22,291	31,079	21,218	43,367	35,583	26,937	35,401	26,025	43,367	27,7	22,279	29,594	21,422	32,6118	25,086	21,741	27,198	21,1
10	135	48,101	29,19	22,393	32,754	21,172	48,101	31,966	22,636	34,607	21,238	48,101	38,486	27,126	38,254	26,034	48,101	30,467	22,61	32,871	21,424	34,4331	26,487	21,977	29,023	21,163
11	150	53,285	32,216	22,728	36,51	21,211	53,285	35,507	23,059	38,525	21,32	53,285	41,918	27,597	41,463	26,079	53,285	33,756	23,063	36,649	21,464	36,4533	28,041	22,228	31,116	21,126
12	165	58,865	35,762	23,131	40,621	21,291	58,865	39,5	23,419	42,786	21,381	58,865	45,801	27,929	45,042	26,12	58,865	37,527	23,575	40,792	21,509	38,883	29,91	22,501	33,443	21,186
13	180	64,811	39,703	23,712	45,109	21,344	64,811	44,264	24,475	47,719	21,475	64,811	50,11	28,438	48,961	26,171	64,811	41,734	24,239	45,465	21,605	41,5519	31,963	22,748	35,899	21,192
14	195	71,001	44,056	24,233	49,949	21,43	71,001	49,065	24,925	52,749	21,57	71,001	54,819	28,925	53,268	26,276	71,001	46,367	24,777	50,404	21,738	44,5458	34,266	23,118	38,622	21,244
15	210	77,408	48,772	24,789	54,999	21,547	77,408	54,19	25,526	58,758	21,691	77,408	59,786	29,44	57,745	26,376	77,408	51,341	25,311	55,502	21,891	47,7711	36,747	23,415	41,448	21,261
16	225	83,99	53,757	25,607	60,254	21,712	83,99	59,055	26,05	63,484	21,852	83,99	65,035	30,263	62,626	26,527	83,99	56,587	25,63	60,88	22,025	51,298	39,46	23,766	44,439	21,292
17	240	90,728	59,037	26,092	65,66	21,916	90,728	64,538	26,816	69,098	21,991	90,728	70,557	31,012	67,619	26,691	90,728	62,046	26,397	66,416	22,196	55,0433	42,341	24,127	47,598	21,378
18	255	97,6	64,511	26,868	71,193	22,088	97,6	70,257	27,851	74,872	22,196	97,6	76,171	32	72,792	26,883	97,6	67,739	27,566	72,145	22,47	58,9836	45,372	24,379	50,831	21,444
19	270	104,577	70,187	27,745	76,874	22,323	104,577	76,073	28,474	80,67	22,432	104,577	82,069	32,783	78,066	27,138	104,577	73,569	28,106	77,91	22,646	63,1072	48,544	24,864	54,248	21,525
20	285	111,569	76,002	28,533	82,557	22,551	111,569	82,016	29,401	86,524	22,67	111,569	87,965	33,312	83,246	27,378	111,569	79,55	29,049	83,715	23,054	67,3842	51,834	25,466	57,749	21,602
21	300	117,734	81,89	29,7	88,277	22,832	117,734	87,989	30,481	92,341	22,913	118,676	93,933	34,711	88,565	27,65	117,734	85,513	30,038	89,511	23,351	71,825	55,25	26,013	61,287	21,663
22	315	124,843	87,81	30,825	94,031	23,118	124,843	94,019	31,421	98,242	23,238	125,718	100,023	35,591	94,168	27,962	124,843	91,603	31,072	95,376	23,804	76,4725	58,825	26,41	64,89	21,758
23	330	131,867	93,81	31,885	99,751	23,428	131,867	100,049	32,484	104,09	23,627	132,692	106,197	36,273	99,62	28,374	131,867	97,67	32,169	101,202	24,262	81,2058	62,466	27,149	68,571	21,918
24	345	138,802	99,805	33,113	105,478	23,836	138,802	106,149	33,765	109,91	24,085	139,683	112,461	36,733	105,125	28,814	138,802	103,727	33,28	107,083	24,847	86,0028	66,156	27,654	72,287	21,992
25	360	145,682	105,82	33,846	111,207	24,287	145,682	112,262	34,347	115,681	24,541	146,705	118,808	37,534	110,344	29,251	145,682	109,685	34,245	112,825	25,397	90,9129	69,933	28,255	76,047	22,155
26	375	152,4	111,826	35,092	116,775	24,747	152,4	118,446	35,769	121,488	25,132	153,546	125,052	38,722	115,995	29,701	152,4	115,726	35,799	118,586	26,01	95,9829	73,833	28,714	79,793	22,359
27	390	159,059	117,962	36,768	122,422	25,314	159,059	124,566	36,94	127,121	25,722	159,851	131,248	39,637	121,469	30,292	159,059	121,929	36,714	124,386	26,646	101,0737	77,749	29,401	83,543	22,549
28	405	165,655	124,142	37,673	127,869	25,93	165,655	130,656	38,13	132,729	26,337	166,594	137,245	40,802	126,821	30,881	165,655	128,809	38,652	129,836	27,402	106,1437	81,649	30,005	87,33	22,764
29	420	172,138	130,233	38,812	133,352	26,627	172,138	136,53	39,261	138,185	26,995	173,324	143,487	41,732	132,175	31,446	172,138	133,544	39,344	135,79	28,107	111,3307	85,639	30,662	91,146	22,997
30	435	178,529	136,201	40,409	138,659	27,224	178,529	142,375	40,212	143,555	27,692	179,347	149,006	42,62	137,125	32,19	178,529	139,128	40,216	141,297	28,805	116,5346	89,642	31,458	94,957	23,283
31	450	184,854	142,086	41,254	143,775	27,971	184,854	148,096	41,24	148,927	28,387	185,708	155,123	43,718	142,574	32,883	184,854	144,878	41,157	146,654	29,576	121,7177	93,629	32,292	98,732	23,596
32	465	191,047	147,81	42,214	148,884	28,593	191,047	153,698	42,909	154,093	29,107	192,099	161,268	45,059	147,51	33,599	191,047	150,565	42,597	151,907	30,433	126,9645	97,665	32,864	102,515	23,936
33	480	197,153	153,393	43,991	153,953	29,376	197,153	159,197	43,946	159,197	29,731	198,04	167,011	46,112	152,443	34,413	197,153	156,145	44,096	157,103	31,231	127	101,648	33,367	106,267	24,239
34	495	203,214	158,889	45,292	158,971	30,069	203,214	164,701	45,39	164,256	30,52	203,871	172,602	47,322	157,545	35,263	203,214	161,656	45,236	162,208	32,024	128	105,642	34,401	109,966	24,579
35	510	209,102	164,294	45,916	163,836	30,726	209,102	170,042	46,456	169,288	31,12	209,747	177,321	48,784	162,282	36,198	209,102	167,576	46,37	167,11	32,84	129	109,666	35,357	113,793	25,023
36	525	214,951	169,599	47,758	168,72	31,461	214,951	175,326	47,86	174,157	31,889	214,933	182,91	50,144	166,976	37,166	214,951	171,436	47,862	169,996	33,705	131,8874	113,696	35,843	117,523	25,438
37	540	220,645	174,8	48,791	173,527	32,037	220,645	180,599	49,006	178,959	32,451	220,886	187,612	51,92	171,764	38,245	220,645	176,25	48,697	174,743	34,493	136,6886	117,835	36,768	121,178	25,845
38	555	226,352	179,894	49,922	178,284	32,6	226,352	185,748	50,277	183,732	33,248	225,845	192,838	53,045	176,078	39,287	226,352	181,265	50,348	179,431	35,131	141,4968	121,98	37,749	124,802	26,288
39	570	231,857	184,844	51,572	182,873	33,206	231,857	190,792	52,003	188,38	34,003	231,32	197,47	54,75	180,473	40,431	231,857	186,296	51,456	184,15	35,803	146,2714	126,096	39,144	128,447	26,768
40	585	237,282	189,737	53,123	187,388	33,935	237,282	195,813	53,012	193,012	34,672	236,693	202,687	55,887	185,12	41,515	237,282	191,138	52,646	188,79	36,524	150,9485	130,128	39,236	131,952	27,248
41	600	242,732	194,536	53,664	191,989	34,811	242,732	200,783	54,735	197,54	35,273	242,076	206,62	58,19	189,203	42,688	242,732	195,979	54,072	193,263	37,133	155,6384	134,171	39,755	135,408	27,773
42	615	247,971	199,313	55,914	196,334	35,423	247,971	205,654	55,741	202,013	36,104	247,172	210,979	59,205	193,211	43,874	247,971	200,7	55,458	197,659	37,618	160,2586	138,154	40,821	138,879	28,192
43	630	253,072	203,958	57,424	200,713	36,505	253,072	210,404	57,429	206,351	36,975	251,961	215,515	60,857	197,038	44,934	253,072	205,383	56,908	202,013	38,225	164,7525	142,028	42,106	142,368	28,755
44	645	258,183	208,464	58,863	204,943	37,367	258,183	215,177	58,761	210,691	37,89	257,134	220,165	61,924	201,111	46,144	258,183	209,959	58,417	206,265	39,005	169,15	145,819	42,306	145,814	29,268
45	660	263,352	212,948	59,332	209,015	38,311	263,352	219,88	59,861	214,919	39,003	261,645	224,14	63,649	204,577	47,429	263,352	214,441	59,598	210,386	39,96	173,514	149,581	43,465	149,222	29,859
46	675	268,323	217,363	61,512	213,116	39,403	268,323	224,494	61,521	219,113	40,034	266,512	228,719	64,959	208,829	48,708	268,323	218,818	61,664	214,502	40,927	177,8048	153,28	43,594	152,506	30,374
47	690	273,006	221,713	62,388	217,164	40,419	273,006	229,022	62,387	223,286	41,069	271,319	232,138	67,021	212,316	50,108	273,006	223,175	62,669	218,475	42,137	182,0655	156,953	44,76	155,831	30,904
48	705	277,931	225,909	63,605	220,851	41,495	277,931	233,523	64,325	227,205	42,262	275,935	236,12	68,31	215,583	51,497	277,931	227,42	64,648	222,375	43,167	186,2171	160,532	46,032	159,088	31,414
49	720	282,649	230,055	65,02	224,783	42,615	282,649	237,901	66,609	231,169	43,378	280,337	240,896	69,528	219,494	52,823	282,649	231,59	65,899	226,322	44,402	190,3119	164,062	46,9	162,344	31,991
50	735	287,054	234,067	66,405	228,511	43,888	287,054	242,245	67,873	234,943	44,494	284,814	244,16	71,521	222,975	54,286	287,054	235,695	67,517	230,043	45,521	194,4206	167,604	47,559	165,519	32,536
51	750	291,826	238,094	68,686	232,05	44,985	291,826	246,542	69,366	238,749	45,657	289,414	247,819	72,844	226,191	55,785	291,826	239,771	68,954	233,84	46,734	198,4563	171,083	48,253	168,727	32,984
52	765	296,338	242,026	69,976	235,941	46,19	296,338	250,78	70,832	242,584	46,863	293,744	252,388	74,537	230,052	57,28	296,338	243,685	70,719	237,488	47,931	202,456	174,531	48,634	171,93	33,486
53	780	300,357	245,897	71,455	239,306	47,337	300,357	254,915	72,257	246,219	48,175	297,864	255,986	75,737	232,608	58,754	300,357	247,647	71,882	241,092	49,249	206,3942	177,926	50,182	175,069	33,999
54	795	304,832	249,67	73,041	242,73	48,597	304,832	259,119	73,627	249,824	49,411	302,317	259,52	77,686	235,973	60,325	303	251,483	73,469	244,698	50,474	210,3173	181,308	51,067	178,133	34,437
55	810	309,252	253,33	74,212	246,457	49,85	309,252	263,18	74,897	253,242	50,642	306,829	263,33	79,236	239,818	61,898	306	255,243	74,716	248,188	51,789	214,1337	184,598	51,321	181,235	34,928
56	825	313,55	256,885	75,772	249,123	51,103	313,55	266,9	77,138	256,857	51,989	310,702	267,119	80,935	242,446	63,413	308	258,99	76,82	251,672	53,132	217,8944	187,84	52,524	184,269	35,332
57	840	317,627	260,561	77,514	252,835	52,429	317,627	270,667	78,571	260,292	53,32	315,088	270,474	82,712	245,783	65,038	310	262,646	77,935	255,044	54,347	221,7212	191,139	52,951	187,33	35,818
58	855	321,832	264,098	79,132	255,849	53,755	321,832	274,489	80,292	263,609	54,662	319,21	274,015	85,111	249,496	66,678	311	266,135	80,052	258,322	55,765	225,41	194,319	53,791	190,063	36,219
59	870	325,747	267,569	80,772	259,329	55,041	325,747	278,334	81,363	266,868	56,053	323,12	277,969	86,391	251,544	68,241	312	269,39	81,221	261,146	57,142	229,0258	197,436	54,779	193,078	36,542
60	885	329,561	270,957	82,538	262,476	56,367	329,561	282,106	83,492	270,276	57,453	327,055	281,142	88,861	255,149	69,911	312,5	272,313	82,97	263,838	58,458	232,6635	200,572	56,744	195,841	36,952
61	900	333,599	274,225	84,545	265,413	57,831	333,599	286,009	85,023	273,555	58,843	331,238	284,299	90,774	258,055	71,626	312	274,832	83,889	266,008	59,895	236,27	203,681	57,233	198,671	37,227
62	915	337,642	277,482	85,242	268,38	59,223	337,642	289,529	86,607	276,496	60,21	335,128	287,679	93,112	261,009	73,295	311	276,88	85,735	267,612	61,196	239,8613	206,777	58,501	201,585	37,794
63	930	341,4	280,722	87,423	271,624	60,656	341,4	292,767	88,294	279,518	61,63	339,13	291,229	94,216	263,199	75,079	310	278,362	86,749	268,487	62,593	243,3158	209,755	58,712	204,373	38,124
64	945	345,11	283,752	89,413	274,309	62,129	345,11	296,403	89,635	282,586	63,071	342,888	294,613	96,185	266,915	76,789		279,488	88,185	269,719	64,049	246,8086	212,766	59,241	206,982	38,757
65	960	348,355	286,953	90,948	276,573	63,653	348,355	299,261	92,089	285,719	64,536	346,578	297,874	97,166	269,687	78,472		280,138	89,203	270,003	65,421	250,1807	215,673	60,828	209,63	39,414
66	975	351	289,957	92,905	279,831	65,045	351	302,929	93,519	288,68	66,117	350,36	301,035	98,077	272,382	80,285		280,352	90,939	270,176	66,759	253,4414	218,484	61,897	212,127	39,994
67	990	355,944	293,028	94,036	282,59	66,512	355,944	306,563	95,575	291,609	67,527	353,883	304,316	99,603	275,887	81,983		280,358	91,726	269,578	68,121	256,5386	221,154	62,434	214,507	40,674
68	1005	359,399	295,904	95,915	285,356	68,051	359,399	309,05	97,145	294,438	69,06	356,827	307,349	102,542	278,37	83,744		279,985	92,524	269,315	69,404	259,4572	223,67	62,997	216,688	41,412
69	1020	362,871	298,739	97,571	287,898	69,531	362,871	312,311	98,959	297,204	70,636	358,288	310,148	103,471	281,577	85,478						262,1159	225,962	64,597	218,66	42,197
70	1035	366,21	301,808	99,523	290,959	71,025	366,21	315,877	100,403	300,133	72,149	358,395	312,562	104,745	283,605	87,252						264,5345	228,047	65,014	220,453	42,925
71	1050	369,542	304,263	100,822	293,163	72,616	369,542	319,19	102,465	302,678	73,571	357,529	314,554	106,418	285,081	89,024						266,6712	229,889	65,488	221,919	43,595
72	1065	372,672	307,297	103,197	295,99	74,203	372,672	322,051	104,528	305,287	75,228	356,025	316,116	107,884	286,128	90,764						268,5412	231,501	66,674	223,224	44,356
73	1080	375,827	310,116	104,768	297,245	75,599	375,827	324,511	105,849	307,995	76,755	354,111	317,004	109,377	287,986	92,629						270,1698	232,905	67,308	223,985	45,186
74	1095	379,026	312,444	106,791	300,495	77,259	379,026	327,362	107,818	310,647	78,333	351,886	317,484	110,727	287,876	94,307						271,5328	234,08	68,063	224,892	45,9
75	1110	382,03	315,125	108,771	302,566	78,884	382,03	330,273	109,256	313,372	79,895	349,453	317,382	112,187	288,094	96,006						272,6719	235,062	68,858	225,598	46,525
76	1125	385,022	318,056	108,912	305,331	80,272	385,022	333,632	110,672	315,752	81,498	346,933	317,019	114,066	288,763	97,727						273,5674	235,834	69,38	226,148	47,359
77	1140	387,995	320,092	111,717	307,505	81,872	387,995	336,298	113,56	317,827	83,039	344,291	316,246	114,002	289,319	99,388							236,462	69,868	226,628	48,134
78	1155	390,828	322,831	113,412	309,787	83,544	390,828	338,743	115,023	320,122	84,658	341,618	315,101	115,25	287,829	101,044							236,91	70,568	226,925	48,894
79	1170	393,904	325,583	114,925	311,786	85,079	393,904	341,019	116,826	322,436	86,274												237,217	71,337	226,95	49,631
80	1185	396,671	327,752	116,619	313,912	86,615	396,671	344,217	119,015	324,63	87,892												237,336	71,809	226,953	50,389
81	1200	399,268	330,283	118,321	316,838	88,345	399,268	346,628	120,68	326,594	89,479											268	237,385	72,562	226,891	51,11
82	1215	402,035	332,53	120,128	318,063	89,909	402,239	348,637	122,516	328,89	91,398												237,314	73,544	226,436	51,96
83	1230	404,632	334,412	121,407	320,693	91,464	404,425	351,249	123,053	331,139	92,875												237,144	73,604	225,83	52,574
84	1245	407,399	337,418	123,83	322,944	93,206	405,507	353,411	126,228	332,782	94,698												236,947	74,365	225,576	53,304
85	1260	409,996	339,213	125,815	324,728	94,838	405,345	355,305	127,428	334,586	96,383															
86	1275	412,763	341,495	127,009	326,844	96,409	404,124	356,757	127,661	335,888	97,975															
87	1290	415,36	344,051	129,41	328,62	98,12	402,225	357,576	130,155	337,207	99,675															
88	1305	418,127	345,909	131,081	331,262	99,768	399,595	358,145	131,23	337,875	101,367															
89	1320	420,724	347,601	132,26	333,041	101,566	396,861	358,211	132,415	337,544	103,033															
90	1335	423,491	349,988	134,489	334,396	103,056	394,027	357,722	133,663	337,692	104,568															
91	1350	426,088	352,611	135,628	337,276	104,72																				
92	1365	428,855	354,962	138,128	338,396	106,491																				
93	1380	431,452	356,466	140,038	340,45	108,069																				
94	1395	434,219	358,676	140,549	342,475	109,652																				
95	1410	436,816	360,288	142,591	344,704	111,473																				
96	1425	439,583	361,886	144,105	345,921	113,01																				
97	1440	442,18	364,251	146,41	348,309	114,864																				
98	1455	444,947	365,852	147,467	349,457	116,572																				
99	1470	447,544	368,119	147,571	351,22	118,202																				
100	1485	450,311	369,229	149,774	353,023	119,903																				
101	1500	452,908	371,304	152,248	357,828	121,38																				
102	1515	455,675	372,898	154,262	360,1	123,077																				
103	1530	458,272	374,59	155,654	361,305	124,646																				
104	1545	459,6555	376,212	157,209	363,397	126,295																				
105	1560	460,954	378,019	158,188	364,362	127,804																				
106	1575	461,6458	379,633	160,631	366,532	129,502																				
107	1590	462,295	381,06	161,964	367,199	131,118																				
108	1605	462,6409	382,888	162,603	368,55	132,651																				
109	1620	462,9655	384,77	164,567	370,367	134,282																				
110	1635	463,1384	385,874	166,166	371,785	135,942																				
111	1650	463,3008	387,826	166,551	373,728	137,35																				
112	1665	464,568	388,833	169,458	374,283	138,936																				
113	1680	464,268	390,294	169,925	375,541	140,465																				
114	1695	462,275	391,319	171,319	376,528	141,82																				
115	1710	460,307	391,959	173,195	376,619	143,299																				
116	1725	457,12	392,068	173,814	377,309	144,785																				
117	1740	453,947	391,813	173,515	377,349	146,176																				
118	1755	450,326	391,253	175,41	376,434	147,516																				
119	1770	446,55	390,267	176,511	375,524	148,803																				

VATROBETON_UZO
RAK 3