

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ

УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

Број 2 – 157/10

30. 01. 2013. год.

ЧАЧАК

На основу члана 84. Статута Факултета техничких наука, Наставно-научно веће, на седници одржаној 30. јануара 2012. год., донело је

О Д Л У К У

І ПРИХВАТА СЕ извештај рецензената за техничко решење под називом:
"Систем за мониторинг топлотне комфорности у радном и животном простору",
чији су аутори: др **Синиша Ранђић**, ред. проф., mr **Урош Пешовић**, асистент,
Жељко Јовановић, асистент и **Душан Марковић**.

II Техничко решење је реализовано у оквиру Пројекта бр. ТР32043.

III Извештај рецензената из тачке I, саставни је део ове Одлуке.

Доставити:

- именованима,
 - продекану за науку и међународну сарадњу,
 - архиви ННВ.



ДЕКАН
ФАКУЛЬТЕТА ТЕХНИЧИЧКИХ НАУКА

Проф. др Јерослав М. Живанић, дипл. инж. ел.

РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

1. Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења:	Уређај за мониторинг топлотне комфорности у радном и животном простору
Категорија техничког решења:	M85
Назив пројекта:	Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптибилних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге
Ознака пројекта:	TP 32043
Руководилац пројекта:	Горан Димић
Организација:	Факултет техничких наука, Чачак, Агрономски факултет, Чачак
Одговорно лице	Жељко Јовановић, email: zjovanovici@gmail.com
Реализатори:	Жељко Јовановић, Урош Пешовић, Синиша Ранђић, Душан Марковић

2. Евалуација техничког решења

- Сажетак описа техничког решења:* Уређај и пратећа софтверска подршка који су реализовани у оквиру овог техничког решења намењени су за праћење параметара радног и животног простора и процену одговарајуће топлотне комфорности. У разматраној верзији уређај се састоји из сензора за аквизицију података о температури и влажности на бази којих даје процена топлотне комфорности за одређену људску активност у посматраном радном или животном простору. Поред квантитативних показатеља корисник добија и квалитативну информацију која садржи препоруку о начину одевања у радном или животном простору. Уређај је пројектован да може да ради као независан систем у погледу аквизиције података, њихове обраде и приказивања излазних вредности преко уgraђеног LCD дисплеја на коме корисник добија информацију о стању топлотне комфорности у датом простору. Поред тога уређај поседује могућност повезивања са северверским рачунаром преко уgraђеног мрежног адаптера Ethernet типа. На тај начин сви потребни подаци могу да се дистрибуирају преко Интернета, што потенцијалним корисницима овог система обезбеђује могућност правовременог упознавања са топлотном комфорношћу радног и животног простора.
- Релевантност техничког решења за примењену област:* Промене које се дешавају око нас, како природне тако и друштвене захтевају од савременог човека неопходна прилагођавања. Међутим, поред потребе да се прилагођава реалним условима животне средине човек мора да преузме иницијативу и својим активним деловањем утиче ако не на заустављање тих промена онда бар на смањење негативних ефеката на живот човека. Међу најзначајније промене и проблеме са којима се савремени човек суочава спадају климатске промене и енергетска криза. Систем који је реализован у оквиру овог техничког решења управо представља покушај да се у понашање човека унесу неки нови елементи, који поред доминације технике и техничких средстава треба да шансу дају и организационим мерама. Сходно томе система за одређивање топлотне

комфорности је много значајнији од једноставног уређаја који прати параметре радног и животног простора и о томе обавештава њихове потенцијалне кориснике. Јер поред тога овај систем може да помогне у погледу осмишљавања нових начина пројектовања оптималних система за управљање климом у радним и животним просторима.

3. *Проблем који се решава:* Основни проблем, којим се бави ово техничко решење односи се на успостављање корелације између система за одређивање топлотне комфорности радног и животног простора и човека који треба да користи тај простор. Приказани систем је развијан са претпоставком да човека треба прилагодити условима топлотне комфорности средине, а не покушавати климатске услове одржавати у границама који би требало да одговарају човеку. Познавајући потребне информације, захваљујући њиховој доступности преко Интернета, човек ће моћи да се прилагоди условима који владају у одређеном простору.
4. *Стање решености истог проблема у свету:* Приступ који је промовисан кроз реализацију разматраног техничког решења до сада није шире експолатисан у светској пракси. Данас се на тржишту углавном могу наћи различити уређаји који обезбеђују управљање климом у одређеним просторима. С друге стране уређаји који могу да прате топлотну комфорност радног и животног простора и информишу човека о њеном стању са циљем да се човек прилагоди реалним условима нису комерцијално доступни.
5. *Квалитет објашњења и описа решења:* Опис техничког решења је детаљан, добро структуриран и изложен јасним језиком. Текст садржи већи број слика и табела које додатно опис чине квалитетним.
6. *Применљивост резултата рада:* Захваљујући функционалности којом располаже, и уз комуникационе могућности у погледу повезивања са окружењем разматрано техничко решење може се лако применити за праћење топлотне комфорности. Кориснички интерфејс којим уређај располаже добро је прилагођен најширем скупу корисника. Цена реализованог система као и цена његове експлоатације су сасвим прихватљиве што омогућава његову широку примену.
7. *Научни допринос:* Реализовано техничко решење нуди систем који се може користити и у научно – истраживачке сврхе. Увођењем концепта система који нуди другачији приступ у праћењу топлотне комфорности реализовани уређај омогућава и даља истраживања на пољу интеракције човек – системи за управљање климатским параметрима радног и животног простора. Треба очекивати да главни правац нових истраживања буде усмерен ка тражењу оптималних решења у погледу обезбеђивања адекватне топлотне комфорности уз истовремену енергетску ефикасност система за обезбеђења климатских услова радних и животних простора.

ОПШТА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА РАДА: Решење је комплетно и квалитетно урађено.

Да ли се техничко решење прихвата (Да или Не): Решење се прихвата.

3. Квалитети техничког решења

Квалитет реализованог техничког решења исказан је кроз увођење новог приступа у остваривању интеракције човек – радни и животни простор у погледу топлотне комфорности. Захваљујући овом систему човек постаје активни учесник у процесу прилагођавања условима радне и животне средине. Непосредна примена развијеног система за прилагођавање човека условима топлотне комфорности у радном и животном простору није једина могућност коју он нуди. Искуства у практичном коришћењу система могу да утичу на даља истраживања у погледу успостављања

корелације топлотних услова радне и животне средине са субјективним доживљајем тих услова од стране човека. Такође, практична примена омогућуј спровођење истраживања на плану енергетске ефикасности система за обезбеђење топлотне комфорности радног и животног простора.

Развијени систем указује на могућност и потребу повезивања савремених електронских уређаја у глобални информациони простор. Повезивање уређаја у рачунарске мреже Ethernet типа, а путем ње и приступ WEB серверима омогућавају да подаци које разматрани уређај прикупља из окружења и обрађује у складу са задатим алгоритмом буду доступни свим заинтересованим корисницима.

4. Примедбе на техничко решење

4.1 Суштинске примедбе

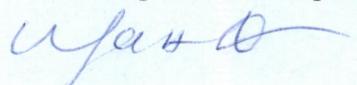
Немам суштинских примедби на ово техничко решење.

4.2 Ситније примедбе

У Београду, 25. јануар 2013. године

Рецензент

др Слободан Обрадовић, ванр. проф.



РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

1. Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења: Уређај за мониторинг топлотне комфорности у радном и животном простору
Категорија техничког решења: М85
Назив пројекта: Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптибилних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге
Ознака пројекта: ТР 32043
Руководилац пројекта: Горан Димић
Организација: Факултет техничких наука, Чачак, Агрономски факултет, Чачак
Одговорно лице: Жељко Јовановић, email: zjovanovici@gmail.com
Реализатори: Жељко Јовановић, Урош Пешовић, Синиша Ранђић, Душан Марковић

2. Евалуација техничког решења

- Сажетак описа техничког решења:* Ово техничко решење представља реализацију уређаја за процену топлотне комфорности у радном и животном простору. Уређај се састоји из сензорског блока, који прати параметре окoline (температуру и влажност) на основу којих развијена софтверска апликација одржује процену топлотне комфорности за задату метаболичку активност. У складу са добијеном проценом топлотне комфорности препоручује се начин одевања у радном или животном простору. Такође, на бази познавања топлотне комфорности могу се пројектовати системи за климатизацију са циљем да се топлотни услови у радном или животном простору оптимално прилагоде потребама корисника. Уређај је пројектован као независан систем у погледу прикупљања података, обраде и приказивања излазних вредности, али и са могућношћу повезивања са серверским рачунаром посредством локалне рачунарске мреже Ethernet типа. Захваљујући томе сви релевантни подаци се могу дистрибуирати преко Интернета, чиме се заинтересовани корисници овог система могу правовремено упознати са топлотном комфорношћу радног или животног простора. Поред тога на самом уређају постоји LCD индикатор који кориснику непосредно упознаје са стањем топлотне комфорности у датом простору.
- Релевантност техничког решења за примењену област:* Читав низ фактора, као што су евидентне климатске промене и свешира примена уређаја за климатизацију у радном и животном простору утицаје је на непостојање одоварајуће корелације у понашању човека као корисника наведеног простора. Развој овог техничког решења ишао је трагом добијања једног система који ће омогућити оптимизацију понашања човека и његово прилагођавање условима реалне топлотне комфорности простора у коме ради односно живи. Истовремено овај систем може бити и од значаја за прилагођавање радних и животних услова потребама човека кроз давање показатеља на који начин треба пројектовати оптималне системе за загревање односно хлађење радног и

животног простора. Од овог система се очекује да помогне у сагледавању захтева у погледу енергетске ефикасности уређаја који треба да обезбеде оптималне услове у погледу топлотне комфорности за рад и живот човека.

3. *Проблем који се решава:* Главни проблем, који је решаван кроз реализацију овог техничког решења односи се на успостављање интеракције између система за праћење параметара топлотне комфорности радног и животног простора и човека као корисника тог простора. Већина система који су до сада налазили своју примену у овој области развијани су са претпоставком да окружење треба прилагодити човеку. Међутим, овај систем је развијан са обрнутом претпоставком да се човек прилагоди идентификованим условима топлотне комфорности средине. На бази глобално доступне информације, јер се подаци о топлотној комфорности дистрибуирају путем Интернета, човек ће бити у прилици да се прилагоди условима рада или живота у одређеном простору.
4. *Стање решености истог проблема у свету:* Као што је указано у претходној секцији решавање проблема топлотне комфорности базирало се на развоју уређаја који ће да оптимизују услове рада и живота, кроз подешавање разних климатских параметара у радном и животном простору. Сходно томе на тржишту се могу наћи различити уређаји који обезбеђују управљање изворима топлоте, системима за хлађење или овлаштивачима ваздуха с циљем оптимизовања услова рада или живота у одређеном простору. Међутим, уређаји и системи који се базирају на њима, а намењени су праћењу топлотне комфорности радног и животног простора са идејом да се човек информише о реалним условима и прилагоди њима нису комерцијално расположиви.
5. *Квалитет објашњења и описа решења:* Опис техничког решења је детаљан и добро структуриран. Текст је јасан и свеобухватан чему доприноси и велики број слика и табела које прате приказ техничког решења.
6. *Применљивост резултата рада:* С обзиром на функционалност коју поседује, али и комуникационе могућности у погледу повезивања са окружењем представљено техничко решење може се веома брзо и непосредно применити за праћење топлотне комфорности. Реализовани кориснички интерфејс је доволно прихватљив за најшири круг корисника што додатно обезбеђује повољне услове за коришћење реализованог система. Такође, цена реализованог система и цена његове експлоатације су доволно ниске што омогућава његову широку примену.
7. *Научни допринос:* Поред практичне примене реализовано техничко решење нуди систем који се може користити и на научно – истраживачком плану. Почев од концепта система који нуди другачији приступ у праћењу топлотне комфорности реализовани уређај омогућава и даља истраживања на плану интеракције човек – системи за управљање климатским параметрима радног и животног простора. Главни правац ових истраживања требало би да буде усмерен ка тражењу оптималних решења на плану постизања топлотне комфорности уз истовремену енергетску ефикасност у раду комплетног система за обезбеђења радних и животних услова.

ОПШТА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА РАДА: Решење је комплетно и квалитетно урађено.

Да ли се техничко решење приhvата (Да или Не): Решење се приhvата.

3. Квалитети техничког решења

Главни квалитет реализованог техничког решења односи се на промену приступа у остваривању интеракције човек – радни и животни простор у функцији топлотне комфорности. У овом случају човек је активни учесник у процесу остваривања корелације са условима радне и животне средине. Поред непосредне примене за

прилагођавање човека условима топлотне комфорности у радном и животном простору развијени систем нуди и додатне могућности. На бази искуства у практичном коришћењу система могућа су даља истраживања на плану успостављања корелације топлотних услова радне и животне средине са субјективним доживљајем тих услова од стране човека. Такође, у контексту практичне примене могуће је спровести истраживања на плану енергетске ефикасности система за обезбеђење топлотне комфорности радног и животног простора.

Развијени систем је добар пример повезивања савремених електронских уређаја у глобални информациони простор. Могућност повезивања уређаја у рачунарске мреже Ethernet типа, а путем ње и приступ WEB серверима омогућавају да подаци које уређај прикупља и обрађује буду доступни свим заинтересованим корисницима.

4. Примедбе на техничко решење

4.1 Суштинске примедбе

Немам суштинских примедби на ово техничко решење.

4.2 Ситније примедбе

У Новом Саду, 25. јануар 2013. године

Рецензент

др Дејан Вукобратовић, доцент



Fakultet tehničkih nauka, Čačku
Agronomski fakultet, Čačak

UREĐAJ ZA MONITORING TOPLITNE KOMFORNOSTI U RADNOM I ŽIVOTNOM PROSTORU

Projekat: **Razvoj i modelovanje energetsko efikasnih, adaptibilnih,
višeprocesorskih i višesenzorskih elektronskih sistema male
snage**

Oznaka projekta: **TR32043**
Rukovodilac projekta: **Goran Dimić**

Vrsta dokumenta: **Tehnička dokumentacija projekta**
Stepen poverljivosti: **poverljivo - interno**

Odgovorno lice:

Jovanović Željko, e-mail: zjovanovici@gmail.com

Realizatori:

Jovanović Željko, Pešović Uroš, Marković Dušan, Randić Siniša

SADRŽAJ:

1. KRATAK OPIS TEHNIČKOG REŠENJA	3
2. STANJE U SVETU	4
3. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA.....	4
3.1 Uvod	4
3.2 Specifikacija sistema	6
3.2.1 Funkcionalni zahtevi	6
3.2.2 Interfejsi.....	6
3.2.3 Napajanje	8
3.2.4 Uslovi rada i klimo – mehaničke karakteristike	8
3.2.5 Cena	8
3.3 Arhitektura pretvarača	8
3.3.1 Arhitektura hardvera.....	8
3.3.2 Arhitektura softvera i softversko rešenje.....	10
3.4 Opis rešenja prototipa.....	12
3.4.1 Štampana ploča.....	12
3.4.2 Plastično kućište	13
3.5 Verifikacija prototipa.....	14
3.5.1 Verifikacija hardvera	14
3.5.2 Verifikacija softvera	14
3.5.3 Verifikacija sistema	15

1. KRATAK OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

Primena od (dd.mm.gggg): 01.10.2012. godine

Godina: 2012

Odgovorno lice: Siniša Randić

Opis:

Ovim tehničkim rešenjem predstavljen je uređaj za procenu temperaturne komfornosti u radnom i životnom prostoru. Uređaj se sastoji od senzora koji prati parametre radne okoline (temperaturu i relativnu vlažnost vazduha) i na osnovu kojih daju procenu o toplotnoj komfornosti za zadatu metaboličku aktivnost i način odevanja u radnom ili životnom prostoru. Poznavanjem temperaturne komfornosti, klimatizacioni sistemi mogu se projektovati na odgovarajući način, kako bi se toplotni uslovi u radnom prostoru prilagodili optimalnim potrebama korisnika, i kako bi se isti sistemi učinili energetski efikasnim. Takođe ukoliko je radno mesto na otvorenom prostoru, čovek može da prilagodi svoj način odevanja datim uslovima, kako bi se osećao komforno prilikom izvođenja radnih aktivnosti na otvorenom prostoru. Uređaj za monitoring toplotnje komfornosti, projektovan je kao nezavistan uređaj, opremljen za prikupljanje ambijentalnih parametara sa senzora. Dobijeni podaci sa senzora se prikazuju na LCD displeju. Za unapred određene parametre, tipa odevanja i metaboličke aktivnosti, određuju se parametri toplotnje komfornosti, koji se prikazuju na sedmostepenoj skali toplotnje komfornosti. Uređaj poseduje Ethernet interfejs preko koga mu je moguće pristupiti preko HTTP zahteva kako bi se mogli promeniti radni parametri uređaja.

Tehničke karakteristike:

Ulagani napon: 9V ÷ 25V

Radna frekvencija: 32 MHz

Mikrokontroler: PIC 18F4520

Žična mreža: Ethernet 100/10 BaseT

Tehničke mogućnosti:

Uređaj za monitoring toplotnje komfornosti omogućava distribuciju vrednosti toplotnje komfornosti putem Interneta za odabrani tip metaboličke aktivnosti i odevne kombinacije.

Realizatori:

Jovanović Željko, Pešović Uroš, Marković Dušan, Randić Siniša

Korisnici:

Uređaj za monitoring toplotnje komfornosti će se koristi u istraživačkom radu na Fakultetu tehničkih nauka u Čačku i Agronomskom fakultetu u Čačku sa ciljem potencijalne upotrebe u praćenju ambijentalnog komfora u različitim radnim i životnim okruženjima.

Podtip rešenja:

Prototip (M85)

2. STANJE U SVETU

Na tržištu postoje niz uređaja koji izmerene vrednosti priključenih senzora distribuiraju preko HTTP protokola u vidu HTML stranica. Uređaji ređe distribuiraju izvedene podatke dobijene kao rezultat određenih proračuna na izmerenim vrednostima sa više senzora.

Realizovani uređaj predstavljen ovim tehničkim rešenjem daje mogućnost proračuna termalnog komfora na osnovu vrednosti očitanih sa priključenih senzora, odabrane metaboličke aktivnosti i odevne kombinacije. Na ovaj način se postiže određeni nivo personalizacije uređaja potrebama klijenta i pružanje sirovih ali i obrađenih informacija. Na tržištu postoji određeni broj uređaja koji prikazuju toplotnu komfornost ali samo za predefinisane parametre odevanja i metaboličke aktivnosti koji se ne mogu menjati. Koliko je autorima ovog tehničkog rešenja poznato, ne postoji uređaj koji putem HTTP protokola pruža informacije o termalnom komforu određenog radnog ili životnog okruženja.

3. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

3.1 Uvod

Toplotni komfor predstavlja skup mikroklimatskih uslova pod kojima se čovek oseća ugodno. Osećaj temperaturne komfornosti zavisi od brojnih faktora koji se mogu podeliti na personalne faktore i ambijentalne faktore. Personalni faktori zavise od aktivnosti koju osoba obavlja (ležanje, sedenje, kretanje), uzrasta, pola i fizičkog stanja osobe, kao i od načina odevanja. Ambijentalni faktori obuhvataju faktore koji mogu uticati na osećaj temperaturne komfornosti, a da nisu direktno vezani za čoveka. Oni obuhvataju temperaturu i vlažnost vazduha, brzinu strujanja vazduha i toplotno radijaciono zračenje. Temperatura vazduha predstavlja parametar na osnovu koga telo sa lakoćom može definisati razliku između termički komfornih i nekomfornih uslova. Za razliku od temperature, čovekov organizam nije u stanju da detektuje promenu relativne vlažnosti vazduha koja značajno može da utiče na osećaj temperaturne komfornosti. Primarni mehanizam za regulaciju telesne temperature baziran je na transpiraciji vode putem kože na osnovu kojeg se telo oslobađa suvišne toplove. Ukoliko relativna vlažnost vazduha postane previše visoka, koža neće biti u stanju da se oslobađa viška tečnosti kako bi se telo rashladilo. Zbog ovog efekta čovek oseća višu temperaturu od realne, što dovodi do znojenja, a u ekstremnim uslovima može dovesti do toplotnog udara. U slučaju niske relativne vlažnosti koža će mnogo lakše da gubi vlagu, što će usled isparavanja čoveku stvoriti utisak niže temperature od realne. To dovodi do isušivanja kože, a u ekstremnim uslovima može da dovede do smrzavanja. Strujanje vazduha povećava oslobađanje topote sa čovekove kože, jer pospešuje transpiraciju vode kroz kožu, što dovodi do osećaja niže temperature od realne. Toplotno radijaciono zračenje predstavlja zračenje koje potiče od toplotnih izvora i ono sprečava oslobađanje topote preko kože što dovodi do osećaja povećane temperature od realne. Skala temperaturne komfornosti definisana je internacionalnim standardom ISO7730, kao skala sa sedam stanja temperaturne komfornosti baziranih na toplotnom balansu ljudskog tela i prikazana je u Tabeli 1.

Tabela 1. Skala temperaturne komfornosti

Vrednost	Opis
+3	Vruće
+2	Toplo
+1	Umereno toplo
0	Normalno
-1	Umereno hladno
-2	Hladno
-3	Vrlo hladno

Standard definiše predviđenu srednju ocenu temperaturne komfornosti, PMV (eng. Predicted Mean Vote), koja predstavlja srednju vrednost glasova populacije na sedmostepenoj skali temperaturne komfornosti. Srednja ocena temperaturne komfornosti nalazi se preko topotnog balansa ljudskog tela koji predstavlja razliku topote generisane metaboličkim procesom MW i sume topotnih gubitaka koje ljudsko telo predaje okolini $\sum H_i$.

$$PMV = T_S \cdot (MW - \sum H_i) \quad (1)$$

Kako bi se na bazi topotnog balansa došlo do srednje ocene temperaturne komfornosti koristi se transformacioni koeficijent temperaturne komfornosti T_S koji se izračunava prema sledećoj formuli:

$$T_S = 0.303 \cdot e^{-0.036M} + 0.028 \quad (2)$$

Metabolička topota jednaka je razlici metaboličke snage M i spoljašnjeg rada koje ljudsko telo obavlja W . Topotni gubici potiču od skupa termodinamičkih procesa koji se odvijaju između ljudskog tela i njegove okoline i mogu se podeliti u šest kategorija:

- Topotni gubici kondukcijom kroz kožu H_1
- Topotni gubici usled znojenja H_2
- Gubitak latentne topote disanjem H_3
- Gubitak topote disanjem H_4
- Topotni gubitak usled zračenja topote H_5
- Topotni gubitak usled konvekcije H_6

Metabolička snaga M , zavisna je od fizičke aktivnosti, čiji nivoi snage su definisani standardom ISO8996, a neki od osnovnih nivoa aktivnosti prikazani su u tabeli 2, gde Met predstavlja indeks metaboličke aktivnosti.

Tabela 2. Nivoi metaboličke aktivnosti

Metabolička aktivnost	Metabolička topotna snaga	
	W/m²	Met
Ležanje	46	0.8
Sedenje	58	1
Rad u kancelariji	70	1.2
Stajanje	93	1.6
Lakši fizički rad	116	2.0
Šetanje 3km/h	140	2.4
Šetanje 4km/h	165	2.8
Šetanje 5km/h	200	3.4

Način odevanja značajno utiče na osećaj temperaturne komfornosti, pa se stoga definiše topotni izolacioni koeficijent odeće CLO koji je definisan standardom ISO9920, a neke od osnovnih vrsta odeće i odgovarajućih vrednosti topotnog izolacionog koeficijenta odeće prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Izolacioni koeficijenti odeće

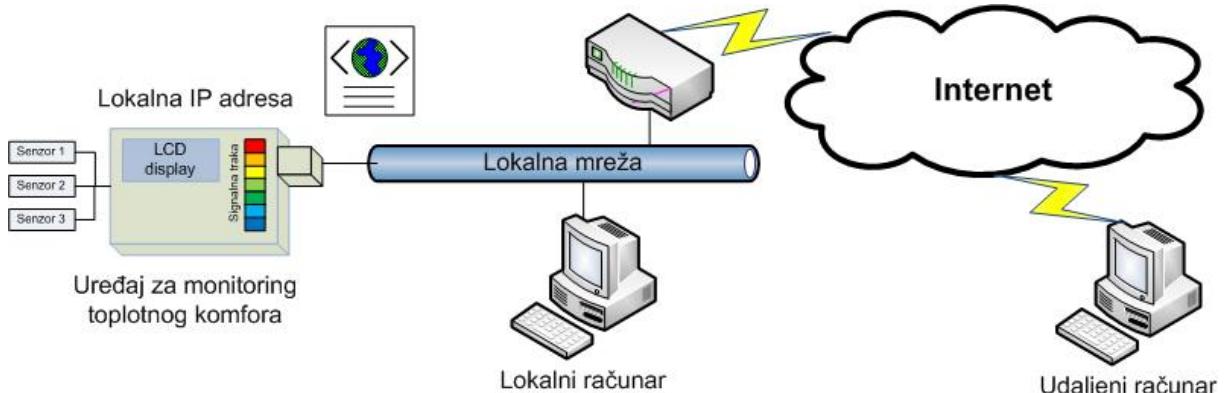
Odeća	Izolacioni koeficijent odeće	
	m²K/W	CLO
Bez odeće	0	0
Letnja odeća (šorts, majica, sandale)	0.05	0.3
Letnja odeća (pantalone, majica, cipele)	0.08	0.5
Prolećna odeća (pantalone, košulja, cipele)	0.11	0.7
Zimska odeća (pantalone, džemper, jakna, cipele)	0.2	1.3

Srednja ocena temperaturne komfornosti predstavlja srednju vrednost glasova. Pri tome neophodno je znati i procenat populacije čiji glasovi značajno odstupaju od normalne vrednosti indeksa topotne komfornosti, kojima predviđena srednja ocena temperaturne komfornosti neće odgovarati. U grupu populacije nezadovoljne procenjenom ocenom

temperaturne komfornosti spadaju oni kojima su procenjeni uslovi vrući, topli, sveži ili hladni. Procenat populacije koji spada u grupu nezadovoljnih procenom temperaturne komfornosti nalazi se pomoću sledeće formule:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-0.03353 \cdot PMV^4 - 0.2179 \cdot PMV^2} \quad (3)$$

Uredaj predstavljen ovim tehničkim rešenjem klijentima pruža informacije o vrednostima parametara toplotne komfornosti, PMV i PPD, na zahtev klijenta putem HTTP protokola. Blok šema upotrebe realizovanog uređaja u lokalnoj mreži prikazana je na slici 1.



Slika 1. Pristup uređaju za monitoring toplotne komfornosti u lokalnoj mreži

Uredaj je moguće implementirati u okviru lokalne mreže i pristupati mu sa nekog od računara u mreži ili ako uređaj poseduje javnu IP adresu moguće mu je pristupati sa bilo koje lokacije u svetu koja ima pristup Internetu. Uredaj ima i lokalni prikaz vrednosti sa senzora na LCD displeju kao i vrednost komfora na sedmostepenoj skali toplotne komfornosti uključivanjem LED diode odgovarajuće boje.

3.2 Specifikacija sistema

3.2.1 Funkcionalni zahtevi

Uredaj za monitoring toplotne komfornosti treba da pruži sledeće funkcionalnosti:

- **Priklučivanje u lokalne Ethernet mreže** – Uredaj za monitoring toplotne komfornosti mora da obezbedi lako priključivanje i konfigurisanje u Ethernet mreži.
- **Radi kao WEB server** – Uredaj mora da radi kao WEB server da bi mogao da odgovori na HTTP zahteve korisnika
- **Prenos podataka** – Uredaj mora da obezbedi prenos podataka putem Etherneta pomoću HTTP protokola
- **Autonomija sistema** – Uredaj je opremljen bezbednosnim tajmerom, koji u slučaju blokiranja uređaja vrši njegovo restartovanje i ponovnu inicijalizaciju.

3.2.2 Interfejsi

Uredaj poseduje komunikacionu karticu koja mu obezbeđuje interfejs ka Ethernet mrežama. Kartica je zasnovana na ENC624J40 primopredajniku za 10BaseT/100BaseTX Ethernet komunikaciju. One poseduju i odgovarajuću RJ-45 Ethernet priključnicu sa izolacionim transformatorima. Signalizacija uspešno uspostavljene Ethernet veze, kao i aktivnosti na Ethernet mreži signaliziraju se preko dve LED diode. Raspored kontakata na interfejsu komunikacione kartice prikazan je tabelom 4.

Tabela 4. Raspored kontakata na interfejsu komunikacione kartice

Oznaka konektora	Broj kontakta	Naziv pina
J5	1	INT
	2	CS
	3	NC
	4	SCK
	5	MISO
	6	MOSI
	7	NC
	8	NC
	9	Vcc
	10	GND

Uređaj poseduje interfejske ka mernim instrumentima, koji se nalaze van kutije uređaja kako bi bili izloženi ambijentalnim uslovima. Anemometar za merenje brzine veta povezan je preko interfejsa J2, SHT11 senzor temperature i relativne vlažnosti vazduha povezan je preko SMBus interfejsa J4 dok je DS18B20 senzor radijacione temperature povezan preko OneWire interfejsa J6. Raspored kontakata na pomenutim interfejsima prikazan je tabelom 5.

Tabela 5. Raspored kontakata na interfejsima senzora

Oznaka konektora	Magistrala	Broj pina	Naziv pina
J2	Analogni/digitalni ulaz	1	Vcc
		2	OUT
		3	GND
J4	SMBus	1	Vcc
		2	SDA
		3	SCL
		4	GND
J6	OneWire	1	Vcc
		2	DQ
		3	GND

Uređaj je opremljen i interfejsima za vizuelnu komunikaciju sa korisnikom. Alfanumerički LCD displej, komunicira sa mikrokontrolerom preko četvorobitnog interfejsa za podatke i upravljačkog interfejsa sa tri upravljačka signala. Raspored kontakata na interfejsu LCD displeja prikazan je tabelom 6.

Tabela 6. Raspored kontakata na interfejsu LCD displeja

Oznaka konektora	Broj kontakta	Naziv pina
J7	1	GND
	2	Vcc
	3	Vo
	4	RS
	5	R/W
	6	EN
	7	D0
	8	D1
	9	D2
	10	D3
	11	D4
	12	D5
	13	D6
	14	D7
	15	LED+
	16	LED-

Sedmostepena skala toplotne komfornosti realizovana je pomoću sedam trobojnih LED dioda kojima se prikazuje trenutnu nivo toplotne komfornosti. Svaka LED dioda povezana je preko odgovarajućeg tranzistora na odgovarajući digitalni izlaz mikrokontrolera. Raspored kontakata na interfejsu sedmostepene skale toplotne komfornosti prikazan je tabelom 7.

Tabela 7. Raspored kontakata na interfejsu sedmostepene skale toplotne komfornosti

Oznaka konektora	Broj kontakta	Naziv pina
J7	1	Vcc
	2	RED
	3	ORANGE
	4	YELLOW
	5	LIGHT GREEN
	6	GREEN
	7	CYAN
	8	BLUE
	9	GND

3.2.3 Napajanje

Uredaj se napaja jednosmernim naponom preko prekidačkog izvora za napajanje zasnovanog na MC34063 kontroleru. Napajanje radi u „buck“ režimu i snižava ulazni napon koji može biti u granicama od 9V do 15V na napon napajanja uređaja od 5V. Prekidačko napajanje u stanju je da obezbedi 500mA struje i poseduje znatno veću energetsku efikasnost u odnosu na klasična linearna napajanja sa naponskim regulatorima, pa stoga i ne zahteva dodatni hladnjak.

3.2.4 Uslovi rada i klimo – mehaničke karakteristike

Uredaj može raditi u širem opsegu radnih temperatura od -30°C do +50°C.

3.2.5 Cena

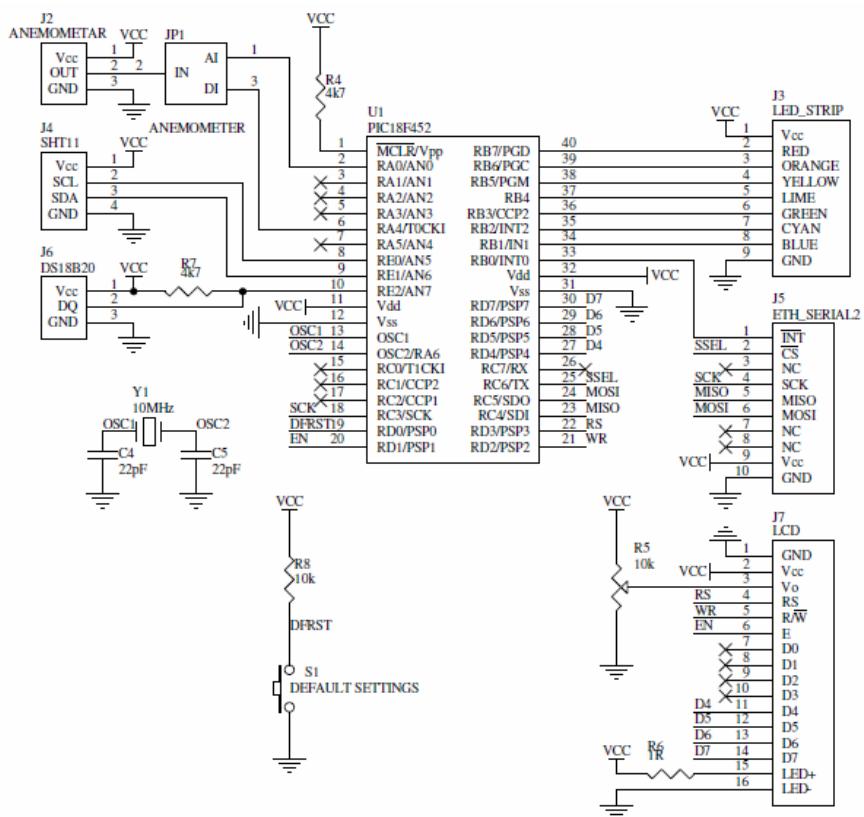
Cena uređaja zavisi od konfiguracije odabranih senzora i odabranog načina napajanja. Cena uređaja sa senzorom radijacione temperature DS18B20 i temperature i relativne vlažnosti vazduha SHT11, iznosi oko 100 €.

3.3 Arhitektura pretvarača

3.3.1 Arhitektura hardvera

Uredaj za monitoring toplotne komfornosti realizovan je kao nezavisan uređaj koji je zasnovan na osmobiltnom PIC 18F4520 mikrokontroleru. PIC 18F4520 je 40-pinski RISC mikrokontroler sadrži 32 KB Flash memorije, 1.5 KB RAM memorije i 256 B EEPROM memorije. On može raditi na taktu do 40 MHz na kojem postiže performanse od 10 MIPS-a. Mikrokontroler poseduje dva komparatora, 10bitni A/D konvertor sa 13 analognih ulaza i niz digitalnih magistrala. Namenjen je za rad u naponskom opsegu od 4.2 do 5.5V, dok potrošnja struje iznosi oko 25ma.

Uloga mikrokontrolera je u prikupljanju ambijentalnih parametara sa senzora, određivanju parametara toplotnog komfora i prikazu izračunatih parametara temperaturnog komfora na LCD displeju i sedmostepenoj LED skali toplotne komfornosti. Električna šema uređaja za monitoring toplotne komfornosti prikazana je na slici 2.



Slika 2. Električna šema uređaja za monitoring toplotne komfornosti

Za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha koristi se SHT11 digitalni senzor. Ovaj senzor se sastoji iz kapacitivnog senzorskog elementa za merenje relativne vlažnosti, silicijumskog senzora za merenje temperature i komunikacionog interfejsa za SMBus magistralu. Svaki SHT11 senzor je individualno kalibriran u komori sa precizno regulisanom vlažnošću vazduha pri čemu su kalibracioni koeficijenti smešteni u internoj memoriji senzora. SHT11 senzor odlikuje jako niska potrošnja električne energije od 3mW u radnom i 5 μ W u neaktivnom režimu, dok se napon napajanja senzora može kretati u granicama od 2.4 do 5.5V.

Tabela 8. Karakteristike SHT11 senzora

Karakteristika	Temperatura	Relativna vlažnost
Radni opseg	- 40 \div 124 °C	0 \div 100 %
Rezolucija	\pm 0.01 °C	\pm 0.05 %
Rezolucija A/D	14 bit	12 bit
Tačnost	\pm 0.4 °C	\pm 3 %
Ponovljivost	\pm 0.1 °C	\pm 0.1 %
Vreme odziva	5 s	8 s

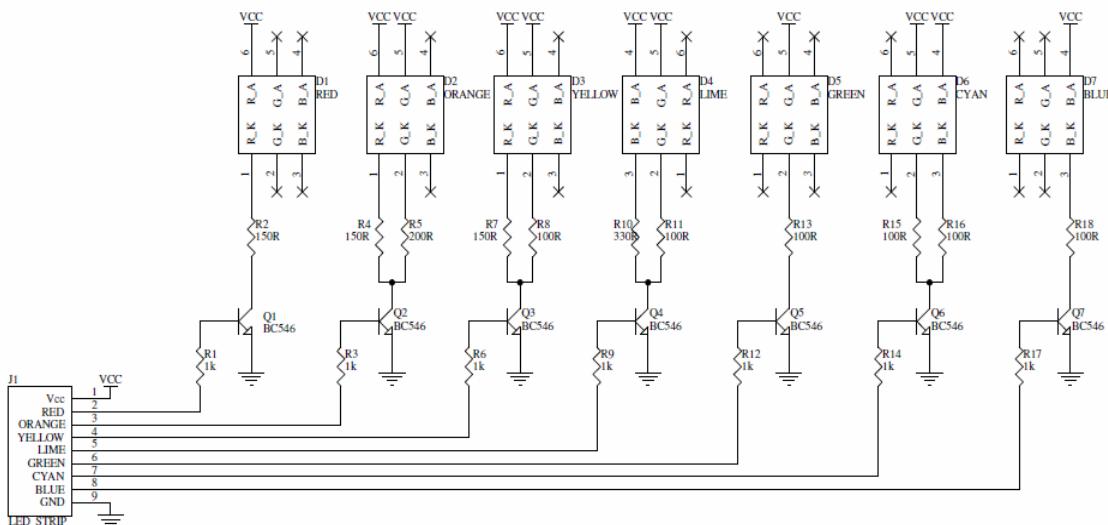
Merenje radijacione temperature se obavlja preko DS18B20 digitalnog senzora koji je direktno izložen radijacijonom zračenju okoline. Ovaj poluprovodnički senzor namenjen je za merenje temperature u opsegu -55°C do +125°C, dok u opsegu od -10°C do +85°C postiže tačnost od \pm 0.5 °C. Senzor poseduje 12-bitni A/D konvertor kojim mu obezbeđuje rezoluciju merenja temperature sa korakom od 0.0625°C. Sa mikrokontrolerom se povezuje preko OneWire digitalnog interfejsa, koji zahteva samo jednu komunikacionu liniju. Senzor DS18B20 se odlikuje vrlo niskom potrošnja električne energije od 5mW u radnom i 5 μ W u neaktivnom režimu, dok se napon napajanja senzora može kretati u granicama od 3 do 5.5 V.

Anemometar predstavlja opcionalni senzor ovog uređaja i koristi se za merenje brzine strujanja vazduha u zatvorenom prostoru, odnosno brzine veta na otvorenom prostoru. Uredaj se može koristiti sa anemometrima sa šoljicama ili ultrazvučnim anemometrima, kod koga smer strujanja vazduha ne utiče na promenu očitavanja brzine strujanja vazduha. Izlaz

anemometra može biti analogan ili digitalan, stoga u uređaju postoji kratkospojnik koji izlaz anemometra dovodi na analogni ili digitalni ulaz. Kod anemometra sa analognim izlazom, vrednost izlaza je direktno proporcionalna brzini strujanja vazduha, dok je kod digitalnog anemometra frekvencija signala direktno proporcionalna brzini strujanja vazduha. Analogni ulaz se kratkospojnikom povezuje sa ulazom A/D konverotra mikrokontrolera, dok se digitalni ulaz kratkospojnikom povezuje sa brojačem mikrokontrolera.

Interakcija korisnika sa uređajem omogućena je korišćenjem komunikacione kartice koja mu obezbeđuje interfejs ka Ethernet mrežama. Kartica je zasnovana na ENC624J40 primopredajniku za 10BaseT/100BaseTX Ethernet komunikaciju. One poseduje i odgovarajuću RJ-45 Ethernet priključnicu sa izolacionim transformatorima. Signalizacija uspešno uspostavljene Ethernet veze, kao i aktivnosti na Ethernet mreži signaliziraju se preko dve LED diode. Korišćenjem tastera koji se nalazi u uređaju, moguće je restartovati uređaj sa fabričkim podešavanjima.

Vizuelna interakcija sa korisnikom moguća je i preko LCD displeja i sedmostepene LED skale topotne komfornosti. LCD displej predstavlja alfanumerički displej kapaciteta 2x16 karaktera, na kojem se ciklično prikazuju vrednosti izmerenih ambijentalnih parametara, kao i vrednosti izračunate topotne komfornosti. Sedmostepena LED skala topotne komfornosti, predstavlja niz od sedam trobojnih LED dioda, čijim uključivanjem se odgovarajućom bojom korisniku vizuelno prikazuje vrednost temperaturnog komfora. Boje koje prikazuje skala, dobijene su mešanjem osnovnih boja crvene, plave i zelene LED diode u odgovarajućim odnosima. Skala topotne komfornosti je povezana odgovarajućim konektorom sa mikrokontrolerom i njena električna šema prikazana je na slici 3.



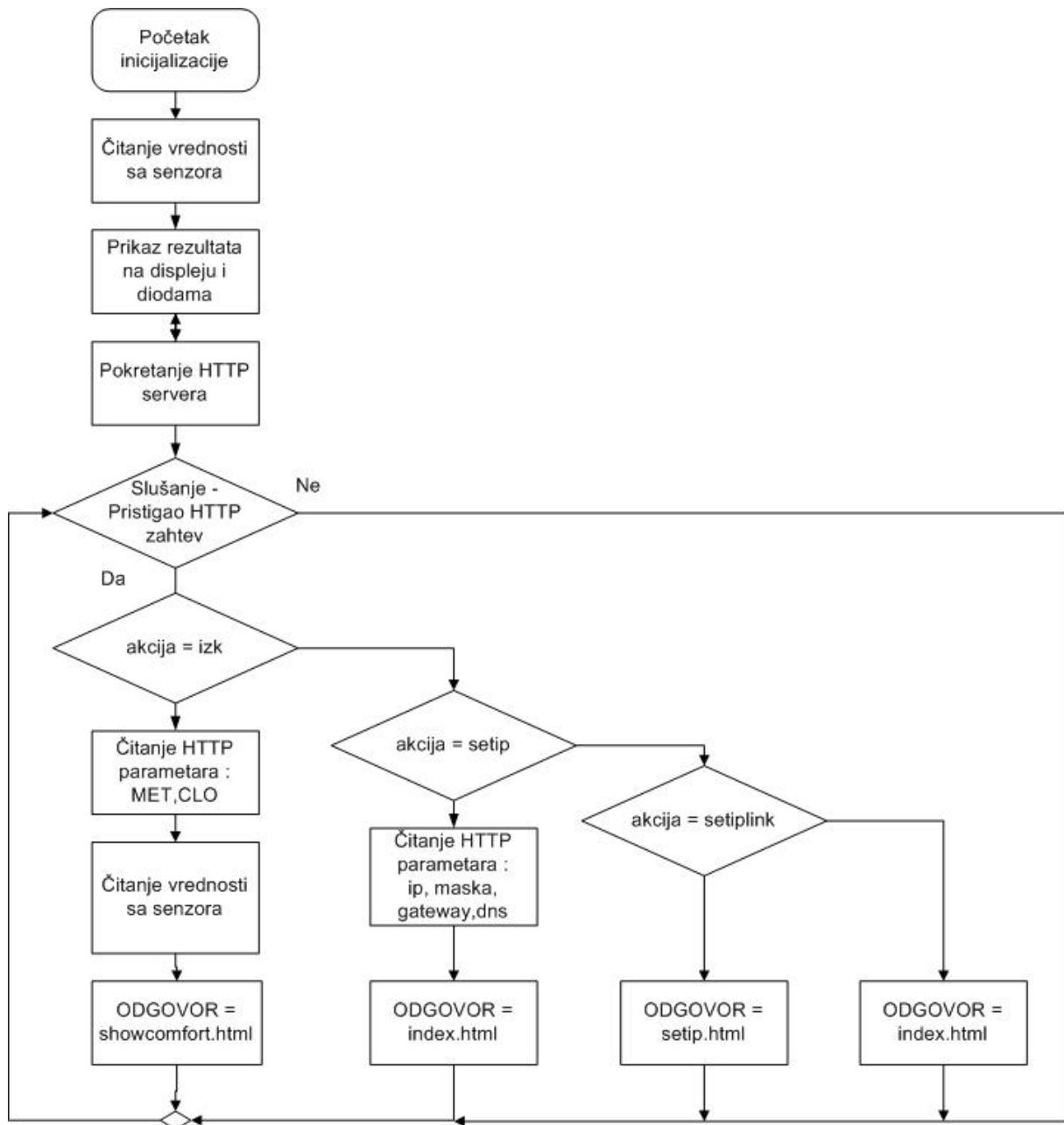
Slika 3. Električna šema sedmostepene skale topotne komfornosti

3.3.2 Arhitektura softvera i softversko rešenje

Softverska podrška za uređaj realizovana je u programskom jeziku C pomoću razvojnog okruženja MikroC PRO za PIC mikrokontrolere. MikroC PRO predstavlja razvojni alat koji omogućava jednostavno razvijanje aplikacija, programiranje i analizu rada aplikacija za PIC mikrokontrolere. MikroC PRO sadrži više biblioteka koje se mogu koristiti da bi se ubrzao razvoj softvera, posebno onih delova koji se odnose na prikupljanje podataka, memoriju, prikaz podataka na displeju, komunikaciju, konverziju i sl. Posebno važna biblioteka koja se koristi u ovom softverskom rešenju je SPI_Ethernet biblioteka koja omogućava realizaciju Web servera na PIC mikrokontroleru. Pri tome se koristi rutina SPI_Ethernet_doPacket() koja procesira pristigle Ethernet pakete. Pri tome je takođe u kodu postavljeno da aplikacija osluškuje TCP zahteve na portu 80. Kada se dobije TCP zahtev poziva se interna funkcija SPI_Ethernet_UserTCP() koja vrši dalje procesiranje. Sadržaju HTTP

zahteva pristupa se koristeći SPI_Ethernet_Get rutinu. Na kraju da bi se formirao odgovor podaci se postavljaju u prenosni bafer koristeći SPI_Ethernet_Put rutinu. Funkcija treba da vrati broj bajtova od HTTP odgovora ili nulu ako nema podataka za prenos u vidu odgovora.

Softversko rešenje na PIC mikrokontroleru u osnovi sadrži funkcije za čitanje vrednosti mernih veličina sa prikačenih senzora (SHT11), kao i funkcije koje će na osnovu zadatih i izmerenih parametara izračunati indekse toplotne komfornosti, PMV i PPD. Pored dela softvera koji je zadužen za procesiranje HTTP zahteva uređaj ima softversku podršku za samostalnu indikaciju o uslovima ambijentalnog komfora. Vrednosti izmerenih veličina mogu biti ažurno prikazane na LCD displeju uređaja dok odgovarajuća programska logika je zadužena da na osnovu predefinisanih parametara vrši indikaciju preko sedmostepene LED skale o trenutnim uslovima u ambijentu. Uprošćeni algoritam koji opisuje softver realizovanog uređaja prikazan je na slici 4.



Slika 4. Algoritamski prikaz softverskog rešenja

Pri pokretanju uređaja prvo se uređaj inicijalizuje, prikupe se predefinisani podaci iz EEPROM memorije. Uređaj ciklično čita podatke sa senzora i na LCD displeju i preko sedmostepene LED vizuelno ukazuje na trenutne ambijentalne uslove. Pored navedenih

mogućnosti, mikrokontroler na sebi poseduje Web server koji je zadužen da interakciju sa korisnikom. U slučaju da pristigne HTTP zahtev koji sadrži kao parametar akciju za izračunavanje komfora (*izk*) i parametre MET i CLO, preuzimaju se vrednosti sa senzora i izračunavaju vrednosti koeficijenata PMV i PPD. Kao rezultat odgovora, formira se HTML stranica showcomfort.html sa grafičkim prikazom vrednosti izračunatih parametara

U slučaju da je potrebno rekonfigurisati mrežna podešavanja onda se u HTTP zahtevu navodi akcija *setiplink*, pri čemu se onda kao odgovor vraća nazad korisniku stranica setip.html koja sadrži formu za unos novih mrežnih parametara. Po unosu ispravnih parametara šalje se HTTP zahtev uređaju za promenu mrežnih parametara (IP adresa, Subnet maska, Gateway adresa i DNS adresa). Uređaj skladišti nove mrežne parametre u EEPROM memoriju, nakon čega se restartuje i započinje rad sa novim mrežnim parametrima.

Kreiranje odgovarajućeg HTML koda zavisi od parametra „akcija“ u okviru pristiglog HTTP GET zahteva. Ispod je data lista mogućih formata zahteva koje uređaj prihvata kao validne pri podrazumevanim Ethernet parametrima i IP adresom 192.168.22.55.

- URL zahtev za prikaz početne HTML stranice uređaja

<http://192.168.22.55>

- format URL zahteva sa prosledjene forme sa stranice *index.html*

<http://192.168.22.55?akcija=izk&MET=0&CLO=0>

- format URL za poziv stranice *setip.html* za promenu Ethernet parametara

<http://192.168.22.55?akcija=setiplink>

- format URL zahteva za prosleđivanje podešenih parametara sa forme stranice *setip.html*

<http://192.168.22.55?akcija=setip&...>

...ip=192.168.22.61&maska=255.255.255.0&gateway=192.168.22.99&dns=147.91.1.5

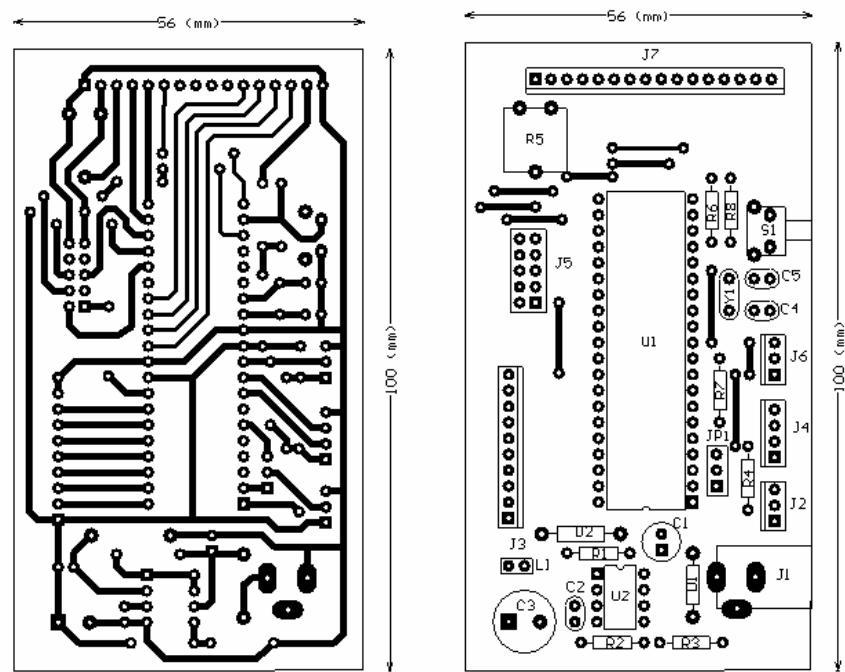
Kreirani stringovi koji predstavljaju odgovor u vidu HTML stranice u sebi imaju umetnute i JavaScript funkcije koje se aktiviraju pri interpretiranju odgovora od strane pretraživača na klijentskoj strani. Ovako kreirana stranica može biti uključena i kao okvir u bilo koju WEB aplikaciju.

Upotreba uređaja zavisi od njegove dostupnosti i poznavanja Ethernet parametara. Prilikom promene Ethernet parametara preko HTML forme, pomoću JavaScript funkcija vrši se validacija formata svih parametara pre prosleđivanja forme. Na ovaj način se smanjuje opterećenje mikrokontrolera i čuva funkcionalnost uređaja pri pokušaju prosleđivanja nekorektnih parametara.

3.4 Opis rešenja prototipa

3.4.1 Štampana ploča

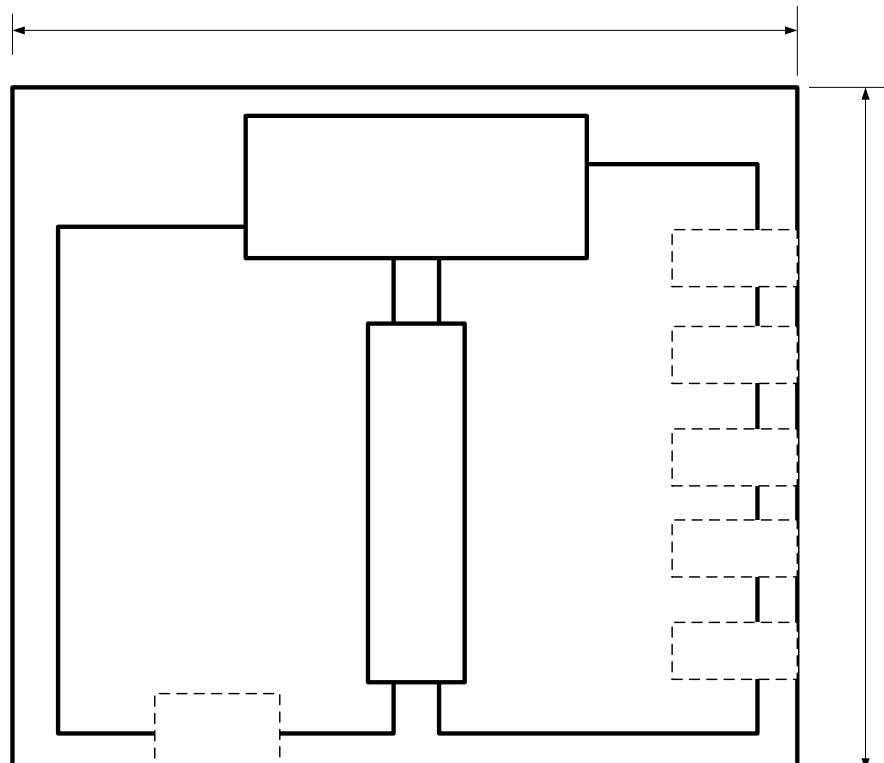
Na osnovu električne šeme uređaja izrađena je jednostrana štampana ploča na pertinaku. Štampana ploča je dimenzija 56x100 mm. Štampana ploča i raspored elemenata na štampanoj ploči prikazani su na slici 5.



Slika 5. Štampana ploča uređaja i raspored elemenata na štampanoj ploči

3.4.2 Plastično kućište

Uredaj može biti smešten u standardno kućište izrađeno od plastike sa uvodnicima za priključenje senzora spoljašnjih dimenzija 138x120x55 mm. Raspored elemenata uređaja unutar i na površini kutije prikazan je slikom 6.



Slika 6. Raspored elemenata uređaja unutar kutije

3.5 Verifikacija prototipa

3.5.1 Verifikacija hardvera

Verifikacija hardvera je vršena prema definisanim procedurama, a merenja su vršena na mernim mestima na realizovanom uređaju:

- Prva procedura se odnosi na vizuelni pregled štampane ploče i obuhvata proveru kvaliteta štampanih veza i lemova kao i prisutnost i pravilnost orientacije komponenti. Utvrđeno je da su kvalitet štampanih veza i lemova na zadovoljavajućem nivou kao i da su sve prisutne komponente pravilno orijentisane.
- Druga procedura se odnosi na proveru kvaliteta napajanja u sistemu. Prva faza ove procedure je omska provera napajanja kojom je potvrđeno da nema kratkih spojeva u projektu. Sledeća faza je provera pojedinačnih napajanja pre povezivanja sa ostatkom ploče, koja je pokazala da napajanje generiše napon u specificiranim granicama. Merenje napona napajanja nakon povezivanja sa ostatkom ploče se vršilo pri aktivnom reset signalu i utvrđeno je da je napon u specificiranim granicama.
- Treća procedura predstavlja proveru funkcionalnosti kola za resetovanje. Utvrđeno je da ovo kolo drži aktivnim signal za resetovanje dok je pritisnut odgovarajući taster.
- Četvrta procedura je provera tačnosti signala takta. Tačnost takta mikrokontrolera proverena je osciloskopom, gde je uočen signal kristalnog oscilatora frekvencije 8MHz, koji se u mikrokontroleru preko PLLa multiplicira na 32MHz
- Petom procedurom je verifikovana Ethernet komunikacija između računara i uređaja. Na uređaju je podignut web server, koji je odgovarao na HTTP zahteve sa računara.
- Šesta procedura je verifikacija serijskih interfejsa senzora i LCD displeja. U mikrokontroler je učitan kod koji je čitao vrednosti veličina senzora, skalirao ih i prikazivao na LCD displeju.
- Poslednja, sedma procedura je bila provera potrošnje uređaja. U mikrokontroler je učitana aplikacija za prikaz izmerenih vrednosti temperature i relativne vlažnosti vazduha putem HTML stranice, pri čemu je izmerena prosečna potrošnja energije koja iznosi 125mA.

3.5.2 Verifikacija softvera

Verifikacija softvera je vršena prema definisanim procedurama, korišćenjem debugger-a programskog paketa MikroC PRO i posredstvom Web pretraživača na računaru iz lokalne mreže.

- Prva procedura se odnosi na testiranje funkcija za čitanje veličina sa senzora tako što se vrednosti rezultata merenja koje se dobijaju u programu i formiraju za prikaz korisniku porede sa odgovarajućim unapred zadatim stanjima na ulazima PIC mikrokontrolera.
- Druga procedura odnosi se na proveru tačnosti funkcije za proračun koeficijenata PMV i PPD tako što se za zadate početne uslove izračunate vrednosti ovih promenljivih porede sa njihovim očekivanim vrednostima.
- Treća procedura odnosi se na proveru dostupnosti Web servera tako što je slat HTTP zahtev sa odgovarajućim parametrima koji su nakon toga prosleđivani natrag kao odgovor i upoređivani sa poslatim sadržajem.

- Četvrta procedura se odnosi na proveru korektnosti HTML stranica i JavaScript funkcija putem pretraživača pre njihove implementacije na mikrokontroleru. Testiran je format kreiranog HTTP GET zahteva (treba da bude kao što je opisano u poglavlju 3.3.2) sa forme:
 - za odabir odevne kombinacije i metaboličke aktivnosti.
 - za promenu Ethernet parametara
- Peta procedura se odnosi na proveru funkcionalnosti kreirane JavaScript funkcije za prikaz toplotne komfornosti u vidu klizača za sve vrednosti iz definisanog opsega. Promenljivama PMV i PPD su dodeljivane različite kombinacije vrednosti i putem pretraživača verifikovan je kreirani izgled HTML stranice i prikaz rezultata
- Šesta procedura se odnosi na proveru funkcionalnosti JavaScript koda za verifikaciju formata Ethernet parametara. Pri popunjavanju forme testiran je veliki broj različitih vrednosti od kojih neki nisu ni logični (stringovi, negativne vrednosti i specijalni karakteri). Provereno je generisanje HTTP GET zahteva samo ako su sve četiri vrednosti u svakom od Ethernet parametara u opsegu od 0 do 255. Na slici 7 je prikazano upozorenje od strane JavaScript funkcije pri nekorektnom unosu parametara:



Slika 7. Prikaz JavaScript upozorenja pri nekorektnom unosu parametara

3.5.3 Verifikacija sistema

Verifikacija sistema podrazumeva proveru funkcionalnosti uređaja u celini. Testiranje uređaja izvedeno je sa podrazumevanim Ethernet parametrima. Po priključivanju uređaja na mrežu izvršene su sledeće test procedure:

- Provera dostupnosti uređaja na mreži.
 - Komandom ping 192.168.22.55 iz komandne konzole računara proverena je dostupnost uređaja u lokalnoj mreži
 - Putem pretraživača računara u lokalnoj mreži kreiran je sledeći HTTP GET zahtev <http://192.168.22.55>, na koji je kao odgovor uređaja dobijena HTML stranica prikazana na slici 8.

UREĐAJ ZA MONITORING TOPLOTNOG KONFORA

[Početna](#)

[Promena mrežnih parametara](#)

VREDNOSTI SA SENZORA

TA: 23.9 °C
RH: 36 %
TR: 23.9 °C
VEL: 0.1 m/s

LEGENDA KONFORA

3	VRUĆE
2	TOPLO
1	UMERENO TOPLO
0	NORMALNO
-1	UMERENO HLADNO
-2	HLADNO
-3	VRLO HLADNO

ETHERNET PARAMETRI

IP: 192.168.22.55
MSK: 255.255.255.0
GWY: 192.168.22.99
DNS: 147.91.1.5

ODREĐIVANJE TOPLOTNE KONFORNOSTI

Metabolička aktivnost Odevna kombinacija:

Ležanje Bez odeće Izračunaj konfor

Slika 8. Prikaz URL 1

- U levom delu stranice dobijaju se i trenutne vrednosti sa priključenih senzora na uređaju kao i Ethernet parametri, što potvrđuje uspešnu inicijalizaciju uređaja.
- Provera proračuna topotognog komfora za odabranu metaboličku aktivnost i odevnu kombinaciju. Na formi prikazanoj na slici 9. izabrane su metabolička aktivnost „Šetnja 3 km/h“ i odevna kombinacija „Zimska odeća (pantalone, džemper, jakna, cipele)“ i prosleđene su uređaju na obradu. Kao odgovor uređaja dobijena je HTML stranica prikazana na slici 9.

UREĐAJ ZA MONITORING TOPLOTNOG KONFORA

[Početna](#)

[Promena mrežnih parametara](#)

VREDNOSTI SA SENZORA

TA: 23.9 °C
RH: 36 %
TR: 23.9 °C
VEL: 0.1 m/s

LEGENDA KONFORA

3	VRUĆE
2	TOPLO
1	UMERENO TOPLO
0	NORMALNO
-1	UMERENO HLADNO
-2	HLADNO
-3	VRLO HLADNO

ETHERNET PARAMETRI

IP: 192.168.22.55
MSK: 255.255.255.0
GWY: 192.168.22.99
DNS: 147.91.1.5

TOPLOTNA KONFORNOST

HLADNO VRUĆE

PMV = 1.686735

PPD = 61.040290 %

0 % 100 %

Slika 9. HTML stranica za prikaz topotognog komfora

- Kao rezultat dobijena je srednja ocena temperaturne komfornosti PMV od 1.68, i procenat populacije koji spada u grupu nezadovoljnih procenom PPD od 61.04 % što se poklapa sa očekivanim vrednostima za odabranu metaboličku aktivnost i odevnu kombinaciju pri izmerenim vrednostima sa senzora.
- Provera funkcionalnosti promene Ethernet parametara. Klikom na link „Promena ethernet parametara“ uređaj vraća HTML stranicu prikazanu na slici 10.

UREĐAJ ZA MONITORING TOPLITNOG KONFORA

[Početna](#)

[Promena mrežnih parametara](#)

VREDNOSTI SA SENZORA

TA: 23.9 °C

RH: 36 %

TR: 23.9 °C

VEL: 0.1 m/s

LEGENDA KONFORA

3	VRUĆE
2	TOPLO
1	UMERENO TOPLO
0	NORMALNO
-1	UMERENO HLADNO
-2	HLADNO
-3	VRLO HLADNO

ETHERNET PARAMETRI

IP: 192.168.22.55

MSK: 255.255.255.0

GWY: 192.168.22.99

DNS: 147.91.1.5

PODEŠAVANJE MREŽNIH PARAMETARA

IP ADRESA:	<input type="text" value="192.168.22.88"/>
MASKA:	<input type="text" value="255.255.255.0"/>
GATEWAY:	<input type="text" value="192.168.22.99"/>
DNS:	<input type="text" value="147.91.1.5"/>

Slika 10. Prikaz URL 3

- IP adresa uređaja je promenjena na „192.168.22.88“. Po prosleđivanju forme uređaj je dostupan na novoj IP adresi. Kreiranjem HTTP GET zahteva (prikazan ispod) sa novom IP adresom uređaj vraća novu HTML stranicu, prikazanu na slici 11, gde se u okviru Ethernet parametara vidi nova IP adresa <http://192.168.22.88>

UREĐAJ ZA MONITORING TOPLOTNOG KONFORA

Početna
Promena mrežnih parametara

VREDNOSTI SA SENZORA

TA: 23.9 °C
RH: 36 %
TR: 23.9 °C
VEL: 0.1 m/s

LEGENDA KONFORA

3	VRUĆE
2	TOPLO
1	UMERENO TOPLO
0	NORMALNO
-1	UMERENO HLAĐENO
-2	HLAĐENO
-3	VRLO HLAĐENO

ETHERNET PARAMETRI

IP: 192.168.22.88
MSK: 255.255.255.0
GWY: 192.168.22.99
DNS: 147.91.1.5

ODREĐIVANJE TOPLOTNE KONFORNOSTI

Metabolička aktivnost Odevna kombinacija:

Ležanje Bez odeće

Slika 11. Prikaz uspešne promene IP adrese uređaja



Универзитет у Крагујевцу
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
Чачак

У Чачку, 29. јануара 2013. године

У име Факултета техничких наука у Чачку, Универзитета у Крагујевцу потврђује се да је:

Систем за мониторинг топлотне комфорности у радном и животном простору

техничко решење у категорији М85 (прототип), реализован од стране Желька Јовановића, Уроша Пешовића, Синише Ранђића (Факултет техничких наука у Чачку) и Душана Марковића (Агрономски факултет у Чачку) коришћен за потребе истраживања на пројекту **ТР32043 – Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптибилних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге**, који је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Резултати примене реализованог система представљени су домаћој и иностраној научној и стручној јавности. Одговарајуће референце су саставни део Извештаја о резултатима Пројекта у току друге године реализације.

Лабораторија за рачунарску технику

проф. др Синиша Ранђић

Декан Факултета техничких наука

проф. др Јерослав Живанић

