

# Šolski enter ptuj elektro in računalniška šola

Volkmerjeva cesta 19, 2250 Ptuj

## **Izvedba merilnega vmesnika z Arduino mikroprocesorskim sistemom**

Področje: Elektrotehnika, elektronika, robotika in  
računalništvo

**Avtor:** Tomi Polanec, dijak  
**Razred:** 4. a  
**Mentor:** Franc Vrbančič, učitelj  
**Lektor:** Mateja Drevenšek



---

**Povzetek**

Dandanes so mikroprocesorji vsepovsod – od telefona do moderne pečice. Odločili smo se to področje podrobneje raziskati. Najprej smo proučili, kaj je že znanega na tem področju. Pomagali smo si s pisnimi in drugimi viri. Ugotovitve smo uporabili za načrtovanje, izvedbo in preizkus merilnega vmesnika. Pri oblikovanju naprave smo najprej določili njene funkcionalnosti, čemur je sledilo naročilo elementov ter študija elektronsko-programske opreme in izvedba te. Na koncu smo po vnaprej določenih postopkih in kriterijih napravo preizkusili ter podali mnenje o ustreznosti naprave za merjenje temperature, zračne vlage in osvetljenosti.

**Ključne besede:** algoritem, elektronska naprava, merilni vmesnik, vremenska postaja

---

## Summary

Nowadays microprocessors are everywhere - from the phone to the modern oven. We decided to investigate this area in more detail. First, we looked at what is already known in the field. We helped ourselves with written and other resources. The findings were used to design, implement, and test the data acquisition system. By designing the device, we first determined its functionality, followed by the ordering of the elements and the study of the hardware - software components and finally we implemented it. According to predefined procedures and criteria, we tested the device and gave an opinion on the suitability of the device to measure the temperature, humidity and brightness of a area.

**Key words:** microprocessor, algorithm, electronic device, data acquisition system, weather station

***Strokovna terminologija***

<b>Kratica, tujka ali pojem</b>	<b>Prevod, sinonim</b>	<b>Kratek opis</b>
LED (led emitting diode)	Svetleča dioda	Polprevodniški elektronski element, ki oddaja svetlobo, če je priključen na napetost.
Microprocessor	Mikroprocesor	Digitalno elektronsko vezje, ki obdeluje (procesira) in nadzira podatke ter upravlja enote, priključene na vezje.
Algorithm	Algoritem	Končno zaporedje dovoljenih ukazov, s katerimi opravimo določeno nalogo.
LCD (liquid crystal display)	Zaslon s tekočimi kristali	Zaslon, izdelan iz tekočih kristalov.
IC (Integrated circuit)	Integrirano vezje	Skupek elektronskih komponent, povezanih v celoto, in opremljen s priključki – pini.
DHT11 sensor	Senzor Dht11	Digitalni senzor za merjenje temperature in vlažnosti.
Photoresistor	Fotoupornik	Upornik, katerega upornost se spreminja v odvisnosti od intenzitete vpadle svetlobe.

---

*Kazalo vsebine*

<b>1</b>	<b>Uvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Raziskovalna ideja in njen opis .....</b>	<b>9</b>
2.1	Raziskovalna ideja .....	9
2.2	Načrt raziskave .....	10
2.3	Opis metodologije raziskovanja.....	10
2.4	Omejitve raziskave .....	10
<b>3</b>	<b>Strojna oprema.....</b>	<b>11</b>
3.1	Načrt dela s strojno opremo.....	11
3.2	Določanje seznama elementov in sklopov .....	11
3.3	Opis uporabljenih elementov in slopov .....	11
3.3.1	Arduino razvojna plošča .....	11
3.3.2	Folijska tipkovnica.....	12
3.3.3	Senzor DHT .....	13
3.3.4	Fotoupornik .....	13
3.3.5	Zaslon LCD .....	13
3.4	Finančna konstrukcija naprave .....	14
3.5	Izvedba izdelka .....	14
<b>4</b>	<b>Programska oprema.....</b>	<b>16</b>
4.1	Algoritem .....	16
4.2	Opis uporabljenih programskih ukazov.....	17
<b>5</b>	<b>Rezultati in analiza hipoteze.....</b>	<b>19</b>
5.1	Preizkušanje delovanja posameznih senzorjev.....	19
5.2	Preizkušanje delovanja vmesnika kot celote .....	19
5.3	Končni sklep .....	19
<b>6</b>	<b>Zaključek .....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Viri in literatura .....</b>	<b>21</b>

---

**Kazalo slik**

Slika 1: Ideja napovedovanja vremena .....	8
Slika 2: Funkcionalna shema vmesnika .....	9
Slika 3: Arduino Mega 2560 strojna platforma .....	12
Slika 4: Folijska tipkovnica .....	12
Slika 5: Senzor DHT .....	13
Slika 6: Fotoupornik .....	13
Slika 7: Zaslon LCD .....	13
Slika 8: Merilni vmesnik s strežnikom .....	14
Slika 9: Prikaz temperature na LCD zaslonu .....	15
Slika 10: Prikaz merjenih vrednosti na strežniku .....	15
Slika 11: Algoritem delovanja merilnega vmesnika .....	16

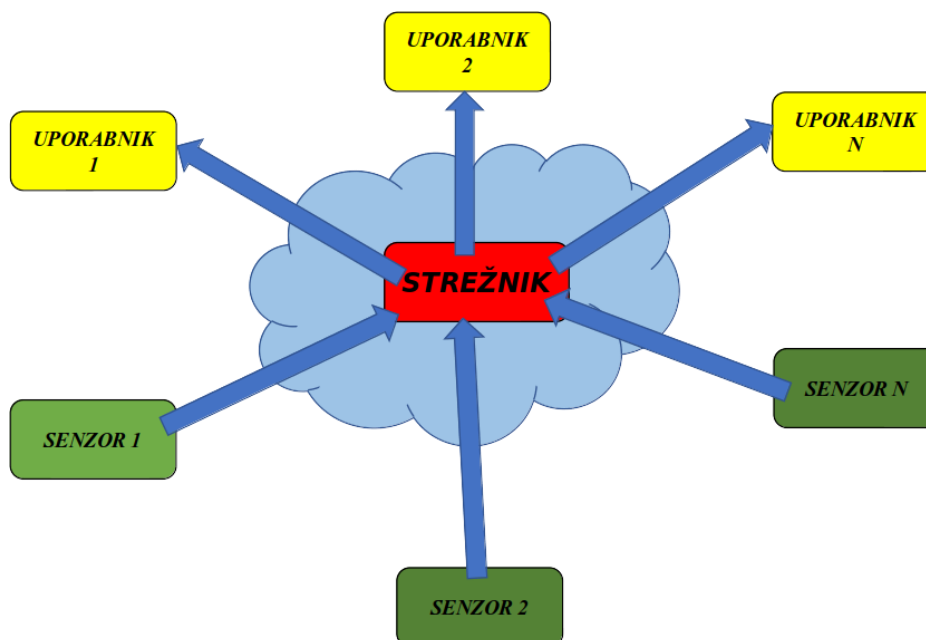
**Kazalo tabel**

Tabela 1: Seznam komponent s ceno .....	14
Tabela 2: Seznam ukazov z opisom delovanja .....	17

## 1 Uvod

Človek želi že od nekdaj razumeti pojave, ki se dogajajo v naravi. Med drugim tudi pojave, ki se pojavljajo v atmosferi našega planeta, kot so veter, dež, sneg in podobni. Aktivnost teh pojavov v obdobju nekaj dni imenujemo vreme. Vreme v daljšem obdobju pojmovno preide v podnebje. Vreme bolj ali manj neposredno vpliva na človekovo življenje in njegove dejavnosti; vsaj na področjih, kot so kmetijstvo, turizem, logistika, gradbeništvo in podobna [1].

Da bi človek lahko opravila izvajal v ugodnem vremenu, si je že od nekdaj prizadeval vreme tudi napovedovati. Vsaj za jutri, mogoče še za dan ali dva kasneje ali pa kar za celo leto vnaprej. Tako se je razvila znanost, ki se ukvarja z napovedovanjem vremena – meteorologija. Podlaga za napovedovanje vremena je velika količina zbranih podatkov o trenutnem stanju atmosfere – predvsem temperature, vlage in vetra. S senzori zbrane podatke o temperaturi, gibanju zračnih mas, vlagi itd. zbiramo, hranimo in z ustreznimi algoritmi obdelujemo (strežnik). Rezultat je napoved vremena za določen čas in določen kraj, kar je zanimivo za uporabnika – gradbenika, turista, kmetovalca ... (slika 1).



Slika 1: Ideja napovedovanja vremena

Več kot je podatkov in boljše kot poznamo algoritem povezovanja posameznih podatkov v celoto, bolj natančna in dolgoročna je lahko napoved vremena.

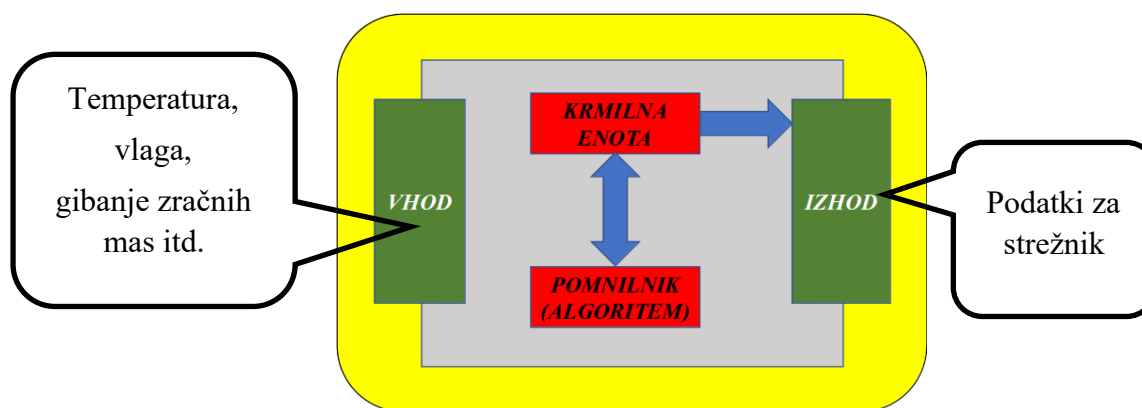


## 2 Raziskovalna ideja in njen opis

V nalogi se ne bomo ukvarjali z zbiranjem in obdelavo velikih količin podatkov in posledično z napovedovanjem vremena, ampak z načrtovanjem in izvedbo ter testiranjem senzorsko-merilnega vmesnika.

Vmesnik bo zgrajen modularno, kar omogoča enostavno dodajanje novih merilnih in algoritemskih sklopov za merjenje želenih fizikalnih veličin, ki so podlaga za napovedovanje vremena.

S senzorji bomo merili omenjene fizikalne veličine in jih pošiljali na strežnik. Pošiljanje podatkov bo potekalo z internetnim protokolom. Mogoče bi bil tovrsten vmesnik ustrezen tudi za veliko serijsko proizvodnjo, če bi ga vstavili v ustrezno ohišje, odporno na vlago, udarce in ostale mehanske vplive. Za energijsko neodvisnost bi dodali še kakšno sončno celico. V tem primeru bi morali proučiti še vplive vmesnika na okolje in živali v njem, kar pa presega idejo naše naloge – načrtovati, izvesti in preizkusiti merilni vmesnik, idejno prikazano na sliki 2.



Slika 2: Funkcionalna shema vmesnika

### 2.1 Raziskovalna ideja

Raziskovali bomo idejo:

**"Načrtovanje, izvedba in preverjanje delovanja merilnega vmesnika, ki bo meril temperaturo, vlago in osvetljenost ter zbrane podatke pošiljal na strežnik."**

Ko uporabnik vklopi delovanje vmesnika, ta deluje po protokolu:

- senzorji izmerijo temperaturo, vlago in osvetljenost,
- izmerjene vrednosti se prikažejo na LCD zaslonu,
- izmerjene vrednosti se pošljejo na strežnik,
- postopek merjenja in pošiljanja podatkov se ponavlja v določenih časovnih intervalih, dokler uporabnik vmesnika ne izklopi.

Raziskovalno idejo bomo označili za uspešno, če bo vmesnik deloval po opisanem protokolu, v ostalih primerih bomo idejo označili za neuspešno.

---

## 2.2 Načrt raziskave

Načrt dela smo si zastavili takole:

- izdelava vsebinskega načrta raziskave (raziskovalna ideja z opisom);
- metode raziskovalnega dela;
- opis preizkušanja vmesnika,
- načrtovanje vmesnika, nabava materiala in izvedba vmesnika;
- preizkušanje delovanja naprave (po delih in kot celota);
- rezultati in sklep.

## 2.3 Opis metodologije raziskovanja

Raziskavo bomo izvedli v dveh delih. Najprej bomo z metodo študije pisnih in drugih, predvsem elektronskih virov, prišli do seznama materiala ter do podrobnejših opisov delovanja in uporabe tega.

V nadaljevanju raziskave bomo merilni vmesnik izvedli ter preizkusili njegovo delovanje z metodo empiričnega preizkusa. Preizkus bo dvodelen:

- preizkus in kalibracija senzorjev za merjenje osvetljenosti, vlage in temperature;
- preizkus naprave v delovanju.

## 2.4 Omejitve raziskave

V raziskavi se bomo omejili na načrtovanje, izvedbo in preizkus delovanja merilnega vmesnika, ne bomo pa načrtovali algoritma, ki bi zbrane podatke obdelal in kot rezultat napovedal vreme. Tistim, ki bi morebiti raziskovali tovrsten algoritem, svetujemo, da uporabijo nevronske mreže in ustrezen algoritem za reševanje tovrstnih problemov.

Prav tako nismo raziskovali, ali sploh obstaja potreba po tovrstni napravi. Zaenkrat nam zadostuje napravo izvesti in preizkusiti njeno delovanje, kar je predpogoj dokončanja srednješolskega izobraževanja. Pred morebitno masovno proizvodnjo vmesnika bi bilo smiselno zraven raziskave trga izvesti tudi pretvorbo laboratorijske rešitve v industrijsko (proizvodno). Predvsem bi bilo treba raziskati ustrezno ohišje, ki bi se vklopilo v okolje, kjer bi merilni vmesnik meril podatke.

### 3 Strojna oprema

V tem poglavju smo s študijo virov sestavili seznam potrebnega materiala ter opisali delovanje posameznih sestavnih delov in sklopov, ki jih bomo povezali v vmesnik.

#### 3.1 Načrt dela s strojno opremo

Pri izvajanju praktičnega dela smo izvedli naslednje postopke:

- načrtovanje strojnega dela sistema (izbira komponent in materiala);
- nabava materiala;
- priprava komponent, kot so LCD-zaslon, senzor DHT, fotoupornik ter njihova povezava na Arduino mikroprocesorski komplet;
- izdelava ohišja in montaža komponent v ohišje;
- programiranje sistema z uporabo prej načrtovanega algoritma;
- preizkušanje izdelka ter vrednotenje rezultatov preizkušanja.

#### 3.2 Določanje seznama elementov in sklopov

Z iskalnimi besedami v slovenskem in angleškem jeziku, kot so mikroprocesorska platforma, vremenska postaja, senzor (temperatura, vlaga, svetloba, pritisk, hitrost vetra), prikazovanje podatkov in programiranje mikroprocesorjev, smo preiskali baze podatkov Google učenjak, bazo diplom na FERI-UM, IEEE Xplore in Cobiss. Iskali smo predvsem članke, na osnovi katerih smo lahko določili seznam potrebnega materiala, ter članke, iz katerih smo črpali znanje delovanja in povezovanja elementov oziroma sklopov v vmesnik [2, 3, 4, 5].

#### 3.3 Opis uporabljenih elementov in sklopov

Odločili smo se, da bomo v vmesnik vključili Arduino Mega 2560 komplet, senzor DHT, fotoupornik in zaslon LCD 1602. Naštete komponente smo poiskali ter nabavili preko sistema eBay. V nadaljevanju bomo opisali delovanje posameznih komponent, ki so potrebne za izvedbo strojnega dela vmesnika.

##### 3.3.1 Arduino razvojna plošča

Arduino je odprtokodna strojna platforma, katere namen je enostavna uporaba strojnega krmilnika, na katerega lahko priklopimo različne senzorje za temperaturo, vlago, servomotorje, ethernet modul, modul Wi-Fi ter še veliko drugih stvari. S programsko opremo Arduino IDE lahko krmilnik sprogramiramo tako, da se obnaša po naših željah. Krmilnik je na voljo v različnih izvedbah. Najbolj znani in uporabljeni modeli so: Arduino Uno, Leonardo, Mega 2560 in jih lahko najdemo v različnih velikostih. Različne Arduino ploščice imajo različne mikrokrmilnike, ki so si tudi med seboj podobni. Razlikujejo se po številu vhodov in izhodov.

Izbira je velika. Za svoj projekt smo si izbrali Arduino Mega 2560, ki podpira 86 priključkov. Razvojna ploščica se programira v programu Arduino IDE, katerega lahko prenesemo iz njihove uradne spletne strani. Programski jezik je podoben C++ oz. C-ju. Priključitev krmilnika na računalnik je enostavna, saj ga lahko priklopimo kar na običajna vrata USB. Preko USB-ja lahko tako nalagamo lastno programsko opremo na krmilnik, ki ga programiramo.



Slika 3: Arduino Mega 2560 strojna platforma  
(vir: [www.amazon.com](http://www.amazon.com))

### 3.3.2 Folijska tipkovnica

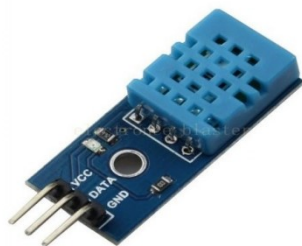
Folijska tipkovnica deluje po rastrskem principu – vsaka tipka je priključena na natanko eno vodoravno in eno navpično žico. S časovnim multipleksom nekaj sto-krat na sekundo preverimo, katera tipka je aktivna. Poljubno vrstico priključimo na napetost in po stolpcih preverimo, če smo v katerem zaznali napetost. Napetost se pojavi v tistem stolpcu, kjer je tipka aktivna. Postopek ponovimo za vse kombinacije vrstic in stolpcev. Če je aktivna le ena tipka, jo upoštevamo, drugače rezultat zavržemo.



Slika 4: Folijska tipkovnica  
(vir: [www.theymademecreateablog.blogspot.com](http://www.theymademecreateablog.blogspot.com))

### 3.3.3 Senzor DHT

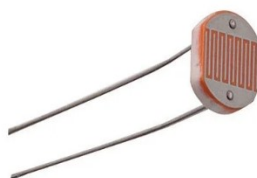
Sklop se uporablja za zaznavanje zvoka. V tem primeru ima 4 priključke: dva za napajanje ter AO (analogni izhod) in DO (digitalni izhod). Modul je kompatibilen z razvojnimi ploščami Arduino.



Slika 5: Senzor DHT  
([www.potentiallabs.com](http://www.potentiallabs.com))

### 3.3.4 Fotoupornik

Vezje se uporablja za branje razdalje na podlagi ultrazvočnih valov. Vezje ima 4 priključke in sicer GND (negativni pol napajanja), VCC (pozitivni pol napajanja), Trig ter Echo. Na izhodu Trig pošljemo zvočni impulz ter vklopimo merjenje časa. Ko na vhodu Echo dobimo odbojni impulz, nehamo meriti čas. Za mirujoče ovire velja, da je dvojna pot (pot zvoka do ovire in nazaj) sorazmerna produktu hitrosti zvoka in izmerjenega časa.

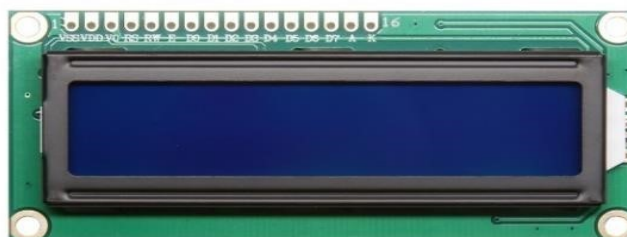


Slika 6: Fotoupornik  
([www.instructables.com](http://www.instructables.com))

### 3.3.5 Zaslon LCD

Za izpisovanje podatkov smo se odločili uporabiti zaslon LCD 1602, ki komunicira preko I<sup>2</sup>C protokola, z vsebovanim standardnim formatom 2 × 16, kar sta 2 vrstici s po 16 znaki.

VCC in GND sta pozitivni in negativni pol napajanja (5 V), SDA je podatkovna linija, SCL je časovna linija. Priključi se na enako označene priključke na Arduino razvojno ploščo.



Slika 7: Zaslon LCD  
([www.dotblogs.com.tw](http://www.dotblogs.com.tw))

### 3.4 Finančna konstrukcija naprave

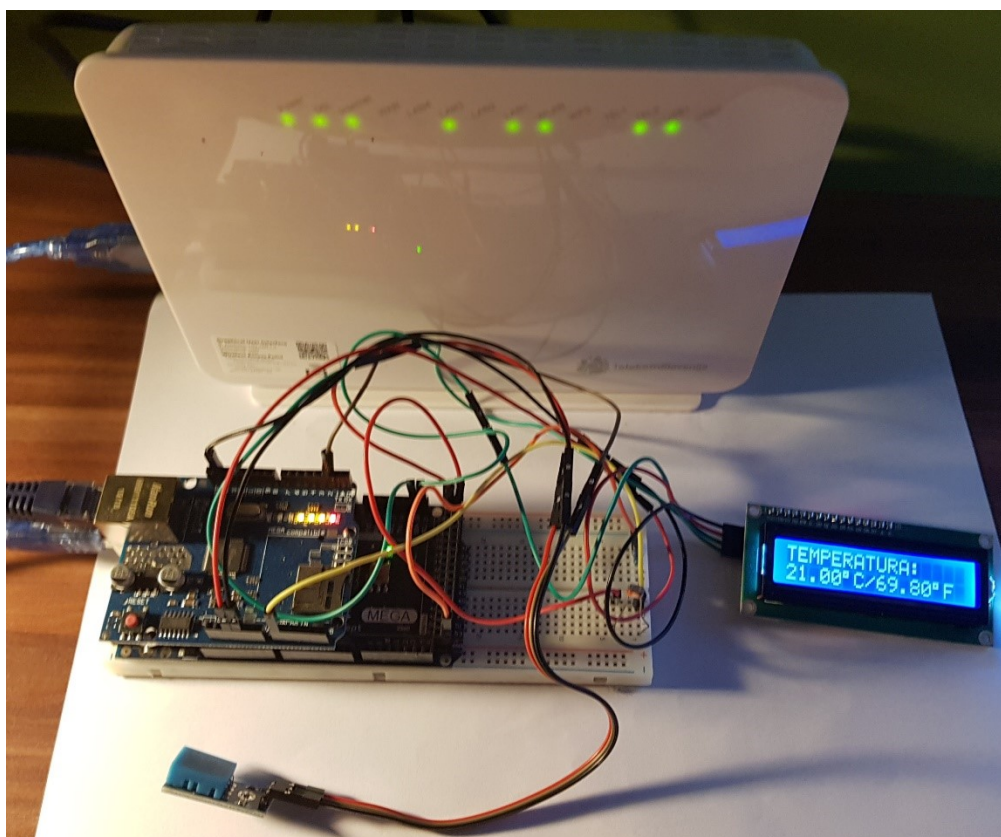
V tabeli 1 prikazujemo cene komponent, ki smo jih uporabili v vmesniku.

Tabela 1: Seznam komponent s ceno

Komponenta	Cena (eBay)
Arduino Mega 2560 komplet	37,47 €
LCD 1602	V kompletu z Arduino Mega 2560
Folijska tipkovnica	V kompletu z Arduino Mega 2560
Senzor DHT	V kompletu z Arduino Mega 2560
Fotoupornik	V kompletu z Arduino Mega 2560
Ethernet Shield W5100	14 €

### 3.5 Izvedba izdelka

V prejšnjem poglavju smo elemente in sklope povezali na Arduino Mega 2560 strojno platformo. Končni izgled izdelka je viden na sliki 8, prikaz temperature na sliki 9, prikaz vseh merjenih podatkov pa na sliki 10.



Slika 8: Merilni vmesnik s strežnikom





Slika 9: Prikaz temperature na LCD zaslonu

<i>Temperatura (°C):</i>	<i>Temperatura (°F):</i>	<i>Vlaga (%):</i>
20.00 °C	68.00 °F	45.00 %

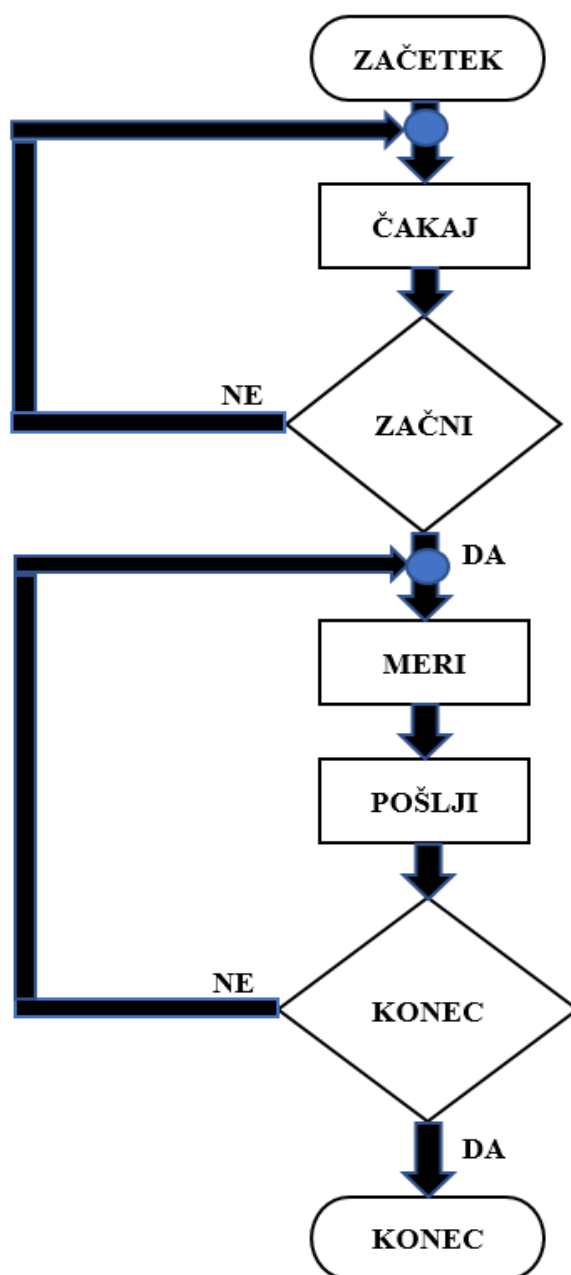
Slika 10: Prikaz merjenih vrednosti na strežniku

## 4 Programska oprema

Program merilnega vmesnika smo sprogramirali v okolju Arduino IDE 1.8.7.

### 4.1 Algoritem

Pri zapisu algoritma v osnovi človeški zapis naloge pretvorimo v algoritmično rešitev naloge. Algoritem nato prevedemo v kodno rešitev, ki jo razume procesor. Algoritmična in kodna rešitev sta pravilno zaporedje dovoljenih simbolov (besed), ki reši podano nalogo. Razlikujeta se le v uporabljenih simbolih. Algoritem delovanja merilnega vmesnika je podan na sliki 11. Ko uporabnik vklopi vmesnik, ta meri vrednosti temperature, vlage, osvetljenosti in jih pošilja na strežnik, ki jih obdela in prikaže. Izmerjene vrednosti se prikazujejo tudi na zaslonu LCD merilnega vmesnika.



Slika 11: Algoritem delovanja merilnega vmesnika



## 4.2 Opis uporabljenih programskih ukazov

V tabeli 2 smo našli ter kratko opisali pomembnejše programske ukaze, ki smo jih uporabili pri programiranju naše naprave.

Tabela 2: Seznam ukazov z opisom delovanja

Ukaz	Opis
short meritev;	Rezervacija pomnilnika – 16-bitno celo število, simbolično ime je "meritev".
for(short i=1;i<20;i=i+1) { //blok ukazov }	Ukaz za ponavljanje – zanka »for«. Dvajsetkrat ponovimo blok ukazov.
long vrednostTemp; vrednostTemp=analog.Read(A2) if(vrednostTemp <215) {//blok ukazov 1} else {//blok ukazov 2}	Ukaz odločitve – if stavek. Čitaj vrednost temperature. Izberi en blok ukazov med dvema enakovrednima.
void setup() { //inicializacija naprave in njenih delov }	Inicializacija naprave – postavitve začetnega stanja naprave in njenih delov. Ta del kode se izvede samo enkrat ob vklopu naprave.
void loop() { //koda delovanja naprave=algoritem delovanja }	Kodni algoritem delovanja naprave, ki se izvaja v neskončni zanki.
lcd.print(izpis);	Izpis besedila ali števila ali vrednosti pomnilnika na zaslon LCD.
#include <LiquidCrystal_I2C.h> LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); lcd.setCursor(0,0); //Prva vrsta lcd.print("Temperatura:");//izpis v prvo vrsto	Knjižnica za zaslon LCD. Povezovanje zaslona LCD z Arduino sistemom. Lega izpisa na LCD – prva vrsta, prvi znak. Izpis besedila na zaslon LCD.
tipka = customKeypad.getKey();	Čitanje s folijske tipkovnice.
const byte ROWS = 4; const byte COLS = 4; char hexaKeys[ROWS][COLS] = { {'1','2','3','A'}, {'4','5','6','B'}, {'7','8','9','C'}, {'*','0','#','D'} };	Določanje dimenzij tipkovnice (4 vrstice, 4 stolpci). Matrika tipkovnice – lega in pomen simbola v matriki 4 × 4.

Ukaz	Opis
<pre>#include &lt;Ethernet.h&gt; #include &lt;LiquidCrystal_I2C.h&gt; #include &lt;dht11.h&gt;</pre>	Vstavljanje knjižnic za delo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- z internetom,</li> <li>- z zaslonom LCD in</li> <li>- s senzorjem temperature in vlage.</li> </ul>
<pre>//enovrstični komentar /* večvrstični komentar */</pre>	To je komentar, procesor ga ignorira.
<pre>Ethernet.begin(mac, ip); if (Ethernet.hardwareStatus() == EthernetNoHardware) {   Serial.println("Ni Ethernet karte"); } server.begin(); while (client.connected()) {   if (client.available())   { //Pošlji podatke   } }</pre>	Povezovanje s serverjem. Preverjanje dosegljivosti ethernet vmesnika.  Dokler smo povezani s serverjem lahko pošiljamo podatke.

## 5 Rezultati in analiza hipoteze

Merilni vmesnik smo preizkusili dvostopenjsko. Najprej smo preizkusili delovanje senzorjev, nato še delovanje vmesnika kot celote [6, 7].

### 5.1 Preizkušanje delovanja posameznih senzorjev

Napravo smo vključili in priklopili posamezne senzorje. Z vžigalnikom smo deset minut spreminjali temperaturo v okolici senzorja in opazovali, če je senzor spremembe zaznal. Senzor vlage smo preizkušali nad posodo s paro (max. vlažnost) ter v zaprti posodi s kuhinjsko soljo (min. vlažnost). Delovanje senzorja osvetljenosti smo pet minut preizkušali s senzorjem na soncu (max. osvetljenost) ter enako časa v temi (min. osvetljenost). Vsi senzorji so zaznali razliko med posameznimi meritvami, zato preizkuse označimo kot uspešne.

Opomba: za natančnejše meritve bi morali vrednosti senzorjev primerjati z ustreznimi napravami za umerjanje.

### 5.2 Preizkušanje delovanja vmesnika kot celote

Ko smo potrdili, da senzorji in programski algoritem vmesnika delujejo, smo opravili še 10-minutni preizkus delovanja vmesnika. Vmesnik je programiran tako, da vsake 3 s izmeri temperaturo, osvetljenost in vlago v prostoru, kjer so senzorji. Zbrane podatke pošlje na strežnik, kjer smo jih prikazovali. Podatki se prikazujejo tudi na LCD-zaslonu vmesnika.

S primerjavo prikazanih podatkov na zaslonu LCD in zaslonu strežnika smo ugotovili, da so se na strežniku prikazovali enaki podatki, kot na LCD. Sklenemo, da algoritem pošiljanja podatkov na strežnik deluje **uspešno**.

V času preizkušanja smo spreminjali vrednosti temperature (vžigalnik), vlage (sopara, fen) in osvetljenost prostora. Vmesnik je spremembe vselej zaznal, zato delovanje vmesnika kot celote označimo za uspešno.

### 5.3 Končni sklep

Merilni vmesnik je uspešno opravil empirični preizkus delovanja posameznih senzorjev, kakor tudi desetminutni preizkus obratovalnega delovanja. Ni smiselnih razlogov, da ne bi uspešno deloval še naslednjih deset minut in naslednjih in ... Tako z veliko mero verjetnosti raziskovalno idejo:

**"Načrtovanje, izvedba in preverjanje delovanja merilnega vmesnika, ki bo meril temperaturo, vlago in osvetljenost ter zbrane podatke pošiljal na strežnik,"**

označimo kot **uspešno in sprejeto**.

---

## 6 Zaključek

Živimo v obdobju, ki ga je zaznamovalo vezje, ki se imenuje procesor. S priklopom raznoraznih sklopov je zmožen v kratkem času zbrati, obdelati in prikazati velike količine podatkov.

V nalogi smo enega izmed množice procesorskih sklopov uporabili za zbiranje podatkov, ki so podlaga za vremensko prognozo. Podatke smo v razmakih 3 s merili in jih pošiljali na strežnik, kjer se zbirajo, obdelujejo, hranijo in po potrebi posredujejo uporabniku. Realizirali smo delček širše ideje, da bi celoten planet Zemlje opremili na gosto s senzorji in tako prišli do ustrezne količine podatkov za natančnejšo napovedovanje vremena.

Vso delo smo si zastavili v obliki raziskovalnega dela ter idejo realizirali v praksi v obliki merilnega vmesnika. Pred morebitno masovno proizvodnjo bi bilo treba opraviti še načrtovanje in izvedbo ter preizkušanje ohišja, ki bi moralo biti sposobno prenesti vplive okolja, kjer bi tovrsten senzor zbiral podatke.

Senzor je zgrajen modularno. Omogoča enostavno strojno-programsko nadgradnjo in posledično nadgradnjo vmesnika z dodatnimi funkcionalnostmi, kar pa je zgodba za naslednjo raziskavo. Prav tako je zgodba za naslednjo raziskavo na nevronskih mrežah temelječa obdelava zbranih podatkov, kar bi verjetno pomenilo še bolj natančno napoved vremena.

## 7 Viri in literatura

- [1] Pro-vreme, Kaj je vreme?, (online), obiskano december 2019, citirano januar 2020, dosegljivo na <https://www.pro-vreme.net/index.php?id=101>
- [2] Arduino, LCD display, (online), obiskano december 2019, citirano januar 2020, dosegljivo na <https://www.arduino.cc/>
- [3] Parallax, 4x4 Matrix Membrane Keypad, (online), obiskano oktober 2019, citirano december 2019, dosegljivo na <https://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/27899-4x4-Matrix-Membrane-Keypad-v1.2.pdf>
- [4] Hareendran, T. K., Arduino with Keypad Tutorial, (online), obiskano januar 2020, citirano januar 2020, dosegljivo na <https://www.electroschematics.com/12446/arduino-with-keypad/>
- [5] Arduino, Ethernet Card, (online), obiskano februar 2020, citirano februar 2020 dosegljivo na <https://www.arduino.cc/en/reference/ethernet>
- [6] Bartlett, J., How to Write Test Cases for Software (with a sample), (online), obiskano januar 2020, citirano februar 2020, dosegljivo na <https://blog.testlodge.com/how-to-write-test-cases-for-software-with-sample/>
- [7] Wu, S., Hardware Testing, (online), obiskano in citirano januar 2020, dosegljivo na <https://www.fictiv.com/hwg/test/hardware-testing-101>

### Viri slik

Slika 1: Ideja napovedovanja vremena, lasten vir.

Slika 2: Funkcionalna shema vmesnika, lasten vir.

Slika 3: Arduino Mega 2560 strojna platforma, dosegljivo na <https://www.amazon.com/SmartProjects-Mega-Arduino-MEGA-Board/dp/B004A7H3DG>.

Slika 4: Folijska tipkovnica, dosegljivo na <https://www.amazon.com/SmartProjects-Mega-Arduino-MEGA-Board/dp/B004A7H3DG>.

Slika 5: Senzor DHT, dosegljivo na <https://www.potentiallabs.com>.

Slika 6: Fotoupornik, dosegljivo na <https://www.instructables.com>.

Slika 7: Zaslon LCD, dosegljivo na <https://dotblogs.com.tw/jwpl102216/2016/12/10/213049>.

Slika 8: Merilni vmesnik s strežnikom, lasten vir.

Slika 9: Prikaz temperature na zaslonu LCD, lasten vir.

Slika 10: Prikaz merjenih vrednosti na strežniku, lasten vir.

Slika 11: Algoritem delovanja merilnega vmesnika, lasten vir.