

Osnovna šola Hudinja  
Mariborska cesta 125, Celje

PREPUSTNOST LESA ZA RFID SIGNAL  
RAZISKOVALNA NALOGA

AVTORJI:

Matevž Novak, 6.a

Gašper Novak, 8.a

Jon Strašek, 6.a

MENTOR:

Uroš KALAR uni. dipl. prof. športne vzgoje,  
fizike in tehnike

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2025

## POVZETEK

Z raziskovalno nalogo smo se dotaknili ključavnic in RFID ključavnic. V sodobnem času, ko je digitalizacija in z njo poenostavitev procesov in življenja močno v trendu, smo se odločili raziskati eno od možnosti praktične uporabe RFID ključavnice. Vizija, ki jo imamo je uporaba RFID ključavnic v ustanovah, kjer so dominantno prisotne klasične ključavnice, bi pa uporaba novejših v mnogo primerih uporabniku olajšala organizacijo dela in izrabo časa. Zamislili smo si vgradnjo RFID ključavnice v klasična lesena vrata, tako da bi bila uporabniku nevidna, nepridipravu pa nedosegljiva. Ključavnico bi torej vgradili v lesena vrata ali lesene podboje. Zanimalo pa nas je, kako to vpliva na prehodnost RFID signala, saj je to ključnega pomena za nemoteno delovanje ključavnice. Napravili smo meritve, s katerimi smo simulirali prehod RFID signala les, pri tem pa spreminjali debelino in vrsto lesa. Rezultati so pokazali, da na prehod signala vplivata tako debelina lesa, kot tudi vrsta lesa.

**Ključne besede:** ključavnica, prevodnost, programiranje, arduino, izdelaj si sam, RFID

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	7
1.1	OPIS RAZISKOVALNEGA PROBLEMA IN NAMEN RAZISKOVALNE NALOGE ...	7
1.2	HIPOTEZE.....	9
2	METODE DELA.....	9
2.1	DELO Z LITERATURO.....	9
2.2	EKSPERIMENTALNI DEL.....	10
3	TEORETIČNA IZHODIŠČA.....	10
3.1	KAJ JE KLJUČAVNICA.....	10
3.2	ZGODOVINA KLJUČAVNICE.....	10
3.2.1	ZGODOVINA RFID KLJUČAVNICE.....	11
3.3	RFID KLJUČAVNICA IN NJENI “KLJUČI”.....	12
4	EKSPERIMENTALNI DEL.....	15
4.1	OPIS MATERIALA IN PRIPOMOČKOV.....	15
4.1.1	VMESNIK ARDUINO UNO.....	15
4.1.2	SERVOMOTOR– MICRO SERVO SG90.....	16
4.1.3	RFID-RC522 mini.....	17
4.2	POSTOPEK IZDELAVE MODELA.....	18
4.2.1	SESTAVLJANJE SISTEMA RFID.....	18
4.2.2	SESTAVLJANJE MAKETE.....	21
4.3	MERJENJE PREVODNOSTI SIGNALA.....	22

4.3.1	OPIS POSTOPKA MERITEV RFID SIGNALA BREZ OVIR .....	22
4.3.2	REZULTATI MERITEV IN UGOTOVITVE RAZISKOVANJA .....	24
4.3.3	MERJENJE ODZIVANJA RFID ZNAČK GLEDE NA VRSTO LESA IN ODDLJENOST OD RFID ČITALCA NA KUPLJENI KLJUČAVNICI.....	24
4.3.4	REZULTATI MERITEV IN UGOTOVITVI RAZISKOVANJA.....	25
4.3.5	MERJENJE ODZIVANJA RFID ZNAČK, GLEDE NA VRSTO LESA IN ODDLJENOST OD RFID ČITALCA NA NAREJENI KLJUČAVNICI. ....	26
4.3.6	REZULTATI IN UGOTOVITVE RAZISKOVANJA: .....	27
4.4	STROŠKOVNIK.....	29
5	DISKUSIJA .....	30
5.1	HIPOTEZE .....	30
5.2	ZAKLJUČEK .....	31
6	LITERATURA IN VIRI.....	33
6.1	SPLETNI VIRI.....	33
6.2	VIRI FOTOGRAFIJ IN SLIK.....	33

## KAZALO SLIK

Slika 3.2.1 Ključavnica iz Asirije [11] .....	11
Slika 3.2.2 Vrtljiva ključavnica Roberta Barrona [12].....	11
Slika 3.3.1 Različne oblike odzivnikov RFID značk [13].....	13
Slika 3.3.2 Različne oblike aktivnih RFID odzivnikov [13].....	13
Slika 3.3.3 RFID Ključavnica .....	14
Slika 4.1.1 Vmesnik Arduino Uno [9] .....	16
Slika 4.1.2 Servo Motor Micro Servo Sg90 [10] .....	16
Slika 4.1.3 Shema priklopa in delovanja servomotorja SG90.....	17
Slika 4.1.4 Shema povezovanja RFID-RC522 mini z Arduino UNO [10] .....	17
Slika 4.2.1 Vnašanje UID za kartice, ki jim želimo dodeliti dovoljenje za odklepanje ključavnice	19
Slika 4.2.2 Povezovanje servomotorja in RFID na Arduino UNO .....	19
Slika 4.2.3 Določanje servomotorja v kodi .....	20
Slika 4.2.4 Določanje izhodnih PIN-ov .....	20
Slika 4.2.5 Elektronika v ohišju .....	21
Slika 4.2.6 Model omarice .....	21
Slika 4.2.7 Ključavnica brez ohišja.....	21
Slika 4.2.8 Namestitev RFID ključavnice na omarico .....	22
Slika 4.3.1 RFID senzor (zadaj) .....	23
Slika 4.3.2 RFID senzor (vrh) .....	23
Slika 4.3.3 RFID senzor (desno) .....	23
Slika 4.3.4 žaganje lesomala .....	26

Slika 4.3.5 postavitev čitalca pri meritvah z iveralom .....	27
Slika 4.3.6 postopek merjenja z lesomalom .....	27

#### KAZALO GRAFOV

Graf 4.3.1 Rezultati meritev s kupljeno ključavnico in kartico .....	25
Graf 4.3.2 Rezultati meritev s kupljeno ključavnico in obeskom .....	25
Graf 4.3.3 Rezultati meritev s kupljeno ključavnico in pasivno RFID mastercardom .....	25
Graf 4.3.4 rezultati meritev z narejeno ključavnico in pasivno RFID značko - kartico.....	28
Graf 4.3.5 rezultati meritev z narejeno ključavnico in pasivno RFID značko - obesek.....	28
Graf 4.3.6 rezultati meritev z narejeno ključavnico in aktivno RFID značko - mobilni telefon.....	28

#### KAZALO TABEL

Tabela 4.3.1 Rezultati meritev brez ovire .....	24
Tabela 4.4.1 stroškovnik .....	29

# 1 UVOD

Smo ekipa poslovno usmerjenih učencev, ki želimo vplivati na svet tako, da olajšamo bivanje ljudem in jim posredujemo moderne rešitve bivanja. Ključi so ena od stvari, ki bodo počasi dobili muzejsko vrednost, saj jih z ekstremno brzo prehitevajo elektronske ključavnice, prstni odtisi in drugi senzorji identifikacije uporabnika, ki želi svojo lastnino spraviti na varno.

Predstavljajte si sodoben dom. V adaptirani hiši so že kupljeni novi aparati: pametni sesalec, hladilnik, ki sporoča, kaj mu manjka in sproti piše seznam za trgovino, pralni stroj, celo pečica. Že na poti domov nastaviš klimo, da je hiša ob prihodu ohlajena, pralni stroj konča program, pečenka v pečici se peče... Izstopiš iz avtomobila, avto se zaradi keyless sistema zaklene sam. Stopiš pred vhodna vrata in iščeš ključ. Iščeš, iščeš, iščeš in ga končno najdeš - najprej za poštni nabiralnik, nato pa še za vhodna vrata, da fizično odkleneš skorajda sodobno pametno hišo. Če imaš srečo, imajo tudi vhodna vrata že nameščeno pametno ključavnico, a ste morali zanjo odšteti precej več denarja, kot je dejansko vredna.

Ali pa v šoli... Učitelj prispe na delovno mesto, identificira svoj prihod z RFID obeskom ali kartico, nato pa mora vzeti kup ključev, s katerimi odklene najprej kabinet, pa spet drugega za svojo omarico in tretjega za kateder, morda ima še nekaj ključev za telovadnico, pa ograjo igrišča... Ves čas nosi zajeten kupček ključev s seboj, na njem pa kot okras visi RFID obsek. V tem modernem elektronsko usmerjenem svetu.

Ali ne bi bilo smiselno, da bi vse te ključe pospravili v muzej in na obstoječe pohištvo in vrata namestili RFID ključavnico, ki bi jo lahko vsak odklepal s svojo kartico, obeskom ali celo mobilnim telefonom? Sliši se skoraj pravljичno. Mi bomo iz pravljice naredili zgodbo. Naredili bomo prvi korak k temu, da bo naša šola postala prva šola brez ključev. Naredili bomo prvi korak, da bomo staro pohištvo modernizirali in tako doma, kot v šoli, počasi ključe pospravili v muzej.

## 1.1 OPIS RAZISKOVALNEGA PROBLEMA IN NAMEN RAZISKOVALNE NALOGE

Naša šola je dobila nov prizidek, ki je sodoben in opremljen z veliko sodobne elektronike. Hkrati pa imamo stari del šole, ki je še vedno precej starodoben. Učitelje opazujemo in slišimo, kako korakajo po šoli z velikimi šopi ključev. Zato smo pomislili, da bi učiteljem olajšali delo in namestili RFID ključavnice na vrata omar, kabinetov in katedrov. Tudi naše šolske omarice so zastarele – no

potrebujejo fizično odklepanje. RFID obeske že uporabljamo za kosilo, torej potrebujemo le še nove ključavnice in vsi bomo lahko pozabili na ključe.

Začeli smo raziskovati, kakšne ključavnice obstajajo in hitro ugotovili, da smo naleteli na težavo. Na tržišču še namreč ni RFID ključavnice, ki bi bila nevidna. Nahajati bi se torej morala za vrati – skrita očem uporabnika, da bi preprečili vandalizem in hkrati poenostavili montažo, saj bi izgledalo res malo čudno, če bi nad ali pod obstoječe ključavnice dodali še eno luknjo, v katero bi vstavili sodobno, elektronsko ključavnico.

Nenazadnje, večina ključavnica zelo kazi videz sodobnega pohištva, notranjih in zunanjih vrat.

Ključavnica in RFID značka bi lahko tako uporabno nadomestili veliko količino ključev, ki jih učitelji nosijo s sabo. Uporabna bi lahko bila tudi doma, na starih vhodnih vratih, v hotelskih omarah, sefih... Preden pa se bomo lotili prenove šole, se moramo prepričati, ali bodo skrite ključavnice sploh delovale, če jih namestimo na notranji del vrat.

Pomisli smo, da lahko sami naredimo skrito RFID ključavnico, ki jo lahko uporabimo za širšo paleto pohištva in nekoč morda celo ponudimo na tržišče za širšo javnost.

Če želimo narediti tako vrsto ključavnice, da jo lahko namestimo na stavbno pohištvo (vrata in okna) ali notranje pohištvo (mize, omare, garderobe), moramo pred tem upoštevati, da je pohištvo narejeno iz različnih materialov in različnih vrst lesa.

Ker imajo učitelji prednost, smo se najprej sprehodili po šoli in opazovali materiale, iz katerih so narejeni predmeti, ki potrebujejo nove ključavnice. Ugotovili smo, da je v največji meri zastopan prav les in iverne plošče.

Po našem opazovanju smo prišli do sklepa, da je najbolj smiselno preveriti prevodnost RFID signala skozi masivni les in iveral glede na njegovo debelino in vrsto lesa. Po posvetu z učiteljem smo se odločili, da je najbolj smiselno vzeli dve vrsti lesa in sicer bukev in topol in ju med seboj primerjati. Bukev ima običajno visoko gostoto, kar pomeni, da je težja in bolj trda. Topol pa ima nižjo gostoto v primerjavi z bukvijo, kar pomeni, da je lažji in manj trd. To je odlično izhodišče za raziskovanje prevodnosti signala, glede na gostoto lesa.

Preveriti moramo tudi ali lahko različne RFID značke – RFID tag (ključek, obesek, kartica, telefon) vplivajo na domet signala, da bomo lahko učiteljem zagotovili potrebno opremo, ki bo najbolje nadomestila šop ključev.[1]

**Namen** raziskovalne naloge je ugotoviti:

- Ali vrsta lesa vpliva na prevodnost RFID signala,
- kako vpliva debelina materiala na učinkovitost RFID značke in
- ali je moč signala odvisna tudi od RFID značke, ki jo uporabljamo.

Končni produkt raziskovalne naloge bo omara, na kateri bo RFID ključavnica skrita očem in primerna za širšo uporabo.

## **1.2 HIPOTEZE**

### **HIPOTEZA 1**

Skozi masivni les debeline do 3 mm bo signal potoval enako, kot če ne bi bilo ovire.

### **HIPOTEZA 2**

Vrsta lesa pri debelini do 3 mm, bo vplivala na prehod signala.

### **HIPOTEZA 3**

Pri debelini ovire 10 mm, signal ne bo več prehajal v zadostni meri, da bi bilo delovanje ključavnice nemoteno.

### **HIPOTEZA 4**

RFID signal bo z oddaljenostjo od ključavnice upadal.

## **2 METODE DELA**

### **2.1 DELO Z LITERATURO**

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo najprej poiskali ustrezno literaturo. Največ podatkov in koristnih informacij smo našli na spletu, nekaj malega pa v knjigah. Informirali smo se o prevodnosti lesa in tipih značk ter čitalcev.

## **2.2 EKSPERIMENTALNI DEL**

Prebrskali smo splet in se odpravili v trgovine, kjer smo preverili obstoječe načine, nevidnih ključavnic. Ponudba na trgu je zelo skromna saj velika večina pametnih ključavnic zahteva vrtanje velike luknje na sprednjo fronto vrat. Ker smo navdušeni nad elektroniko in mehatroniko, smo se odločili, da bomo uporabili sistem ARDUINO (UNO) in sami izdelali "sef" s ključavnico, ki je nevidna z zunanje strani in primerna za zaklepanje in odklepanje vrat.

Ker nam je "sef" dobro uspel smo želeli naš produkt razviti do te mere, da bo uporaben tudi drugim ljudem okoli nas. Zato smo se lotili obsežnega raziskovanja prevodnosti materialov različnih vrst in debelin z različnimi RFID značkami in prišli do spodbudnih rezultatov, ki jih bomo predstavili v nadaljevanju naloge.

## **3 TEORETIČNA IZHODIŠČA**

### **3.1 KAJ JE KLJUČAVNICA**

Če smo v naslov naloge zapisali, da želimo izdelati ključavnico, ki bo lahko odpirala vrata na kartico ter beležila podatke, je pomembno, da najprej pogledamo, kaj sploh ključavnica je.

Spletni vir [2] navaja, da je ključavnica lahko mehanska ali elektronska zapiralna naprava, ki se odpre s fizičnim predmetom (kot je ključ, prstni odtis, kartica RFID, varnostni žeton ali kovanec) z vnosom tajnih informacij (kot je številka, črka ali geslo). Vsak izmed nas ključavnice dnevno uporablja doma, v službi, pri zaklepanju avtomobila ali kolesa.

### **3.2 ZGODOVINA KLJUČAVNICE**

Kot lahko preberemo na Wikipediji [2], je bila najstarejša znana naprava za zaklepanje vrat odkrita v ruševinah Ninive, glavnem mestu starodavne Asirije. Ocenjujejo, da izhaja iz leta 600 p.n.št. Iz teh ključavnic je kasneje nastala egiptovska lesena ključavnica z zatiči, ki je sestavljena iz vijaka, ogrodja vrat in ključa. Leta 1848 je Linus Yale izumil cilindrično ključavnico z zatiči. Leta 1778 je Robert Barron prvi poskusil izboljšati varnost ključavnic. Izumil je delujočo vrtljivo ključavnico, vrtljiva ključavnica je nivo ali zatič, ki pade v režo v zapahu in preprečuje njeno premikanje, dokler je s ključem ne dvignete na pravo višino iz reže. [2]



Slika 3.2.1 Klučavnica iz Asirije [11]



Slika 3.2.2 Vrtljiva ključavnica Roberta Barrona [12]

### 3.2.1 ZGODOVINA RFID KLJUČAVNICE

V današnjem svetu, kjer je tehnologija vseprisotna, so RFID (Radio-Frequency Identification) značke postale nepogrešljiv del našega vsakdana. Od sledenja izdelkov v trgovinah do nadzora dostopa v poslovnih objektih, ta tehnologija omogoča hitro in učinkovito identifikacijo predmetov. Vendar pa zgodovina RFID sega veliko dlje nazaj, kot si morda mislimo. Korenine RFID tehnologije lahko zasledimo v času druge svetovne vojne, ko so zavezniki in Nemčija razvili sisteme za identifikacijo svojih letal. Ti sistemi, znani kot "prijatelj-sovražnik", so uporabljali radijske signale za prepoznavanje lastnih letal in s tem preprečili prijateljski ogenj. Čeprav ti sistemi niso bili namenjeni identifikaciji predmetov, so postavili temelje za razvoj RFID tehnologije.

V letu 1945 je Leon Theremin izumil "Thing", napravo za prisluškovanje, ki je uporabljala podobno načelo kot kasnejši RFID sistemi. Čeprav je bila ta naprava namenjena zbiranju obveščevalnih podatkov, je pokazala potencial radijskih valov za prenos informacij.

## Razvoj pasivnih RFID sistemov

Pomemben prelom v razvoju RFID tehnologije je predstavila izdelava pasivnih RFID značk. Te značke nimajo lastnega napajanja, temveč pridobijo energijo iz bralnika, ki pošlje radijski signal. Leta 1973 je Mario Cardullo patentiral prvi pravi pasivni RFID transponder s spominom, ki je bil namenjen za uporabo v cestninskih sistemih. Pri nas smo poznali cestninjenje s kartico ABC.

V istem letu so znanstveniki v Los Alamos National Laboratory izvedli demonstracijo pasivnih in polpasivnih RFID značk, ki so postavile temelje za današnje UHF RFID sisteme.

## Uveljavitev RFID tehnologije

Čeprav so bili začetki RFID tehnologije obetavni, je trajalo nekaj časa, da se je ta tehnologija uveljavila v širši uporabi. V osemdesetih letih prejšnjega stoletja je bil podeljen prvi patent, povezan s kratico RFID, kar je pripomoglo k popularizaciji tega pojma.

V devetdesetih letih so se pojavile prve baterijske RFID značke z omejenim motenjem, kar je omogočilo bolj zanesljivo delovanje teh sistemov. Sčasoma so RFID značke postale vse manjše, cenejše in bolj zanesljive, kar je privedlo do njihove široke uporabe v različnih panogah. Danes RFID značke uporabljamo za sledenje izdelkov, nadzor dostopa, identifikacijo živali in številnih drugih aplikacij. Čeprav je bilo na poti do današnjega stanja veliko izzivov, lahko pričakujemo, da bo RFID tehnologija še naprej napredovala in našla nove uporabne primere.

### **3.3 RFID KLJUČAVNICA IN NJENI “KLJUČI”**

Ko smo iskali različne tipe ključavnic, smo naleteli tudi na RFID ključavnice. Te so posebej pritegnile našo pozornost, saj za odklepanje ne potrebuje fizičnega ključa, na katerega pomislimo, ko slišimo besedo “ključ”. RFID ključavnico lahko odklenemo z obeskom, kartico ali celo kar z mobilnim telefonom. To imenujemo RFID tag ali po slovensko RFID značka. Poznamo pasivne in aktivne značke.

Vsaka pasivna značka vsebuje vezje, ki je sestavljeno iz tuljave in čipa. Tuljava ima dve nalogi. Sprejema inducirano električno napetost, ki jo oddaja RFID čitalec, ob odzivu čipa, pa deluje kot antena. Čip vsebuje unikatne identifikacijsko kodo, ki ji lahko dodamo identifikacijske podatke uporabnika. To imenujemo UID. Ohišje je pri pasivnih značkah lahko poljubnih oblik in barv (nalepke, kartica, obsek, zapestnica, prstan...). Kartice so po velikosti enakih dimenzij kot kreditne kartice ali druge plastične kartice, s katerimi lahko uveljavljamo različne ugodnosti po trgovinah,

zato shranjevanje le-te ne predstavlja posebne težave ali ovire. Obesek si lahko obesimo na šop fizičnih ključev, mobilni telefon pa je že postal naš nepogrešljiv spremljevalec.



*Slika 3.3.1 Različne oblike odzivnikov RFID značk [13]*

Aktivne RFID značke pa vsebujejo anteno ter čip. Tuljave zaradi lastnega vira napajanja ne potrebujejo. Največkrat je to kar mobilni telefon, klonirnik ali dlančnik. Pogosteje se uporablja v industrijskih procesih, ali skladiščih.



*Slika 3.3.2 Različne oblike aktivnih RFID odzivnikov [13]*

## PREDNOSTI RFID KLJUČAVNICE

RFID ključavnice zaradi naprednejše elektronske zasnove omogočajo kar nekaj možnosti varovanja, ki jih pri drugih ključavnicah ne moremo uporabiti. Za odklepanje uporabljamo kartico, obsek ali telefon, ki ga moramo posebej registrirati, za odziv na željeno RFID ključavnico. Registriranje nove dostopne RFID značke opravimo sami, zato imamo večji nadzor nad tem, kdo ima dovoljenje za odklepanje ključavnice. Obstaja možnost beleženja, kdo in kdaj je ključavnico odklepal, kar v našem primeru pomeni, da lahko retrogradno ugotovimo, kdo je zadnji odklenil ključavnico in ni poskrbel za primerno zaklepanje. Nekatere ključavnice lahko kontroliramo tudi na daljavo. [2]

## POMANJKLJIVOSTI RFID KLJUČAVNICE

RFID ključavnice potrebujejo napajanje. Napajajo se lahko na baterije, ki jih je potrebno polniti ali zamenjati, lahko pa se preprosto napajajo na elektriko. Tudi pri elektriki se lahko zgodi, da jo zmanjka. Pri elektronskih ključavnicah obstaja možnost, da delovanje ključavnice onemogočijo z različnimi motilci električnih naprav. V tem primeru so klasične, fizične ključavnice na ključ ali kodo nekoliko v prednosti. Najbrž pa je rok uporabe take ključavnice tudi mnogo bolj omejen, kot uporaba klasične ključavnice na kodo ali ključ.



*Slika 3.3.3 RFID Ključavnica*

## **4 EKSPERIMENTALNI DEL**

### **4.1 OPIS MATERIALA IN PRIPOMOČKOV**

Pri izdelavi praktičnega dela naloge smo potrebovali nekaj materiala in pripomočkov.

PRIPOMOČKI:

- klešče,
- spajkalnik,
- izvijač,
- tračna žaga
- namizni brusilnik
- 3D tiskalnik

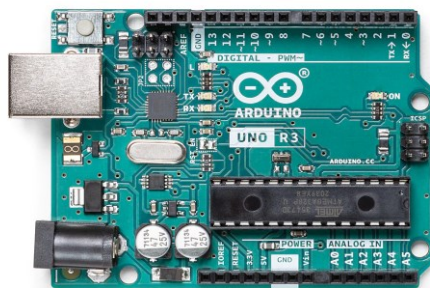
MATERIAL:

- (1) Arduino Uno (za meritve razdalje),
- (1) Arduino Nano (za sef),
- (1) Servo Motor SG90,
- (1) RFID-RC522 mini,
- (1) Vezana plošča,
- (1) Filament za 3D tiskalnik

#### **4.1.1 VMESNIK ARDUINO UNO**

Arduino UNO je mikrokrmilnik na matični plošči, ki temelji na čipu ATmega328P. Mikrokrmilnik je zasnovan tako, da bi bil postopek z uporabo elektronike v multidisciplinarnih projektih bolj

dostopen. Strojno opremo sestavljajo odprtokodna oblika plošče in 8-bitni mikrokrmilnik Atmel AVR ali 32-bitni Atmel ARM. Programska oprema (IDE) je sestavljena iz standardnega programskega jezika, prevajalnika in zagonskega nalagalnika, ki se izvaja na mikrokrmilniku. Razvojne plošče Arduino so naprodaj že sestavljene ali pa v izvedbi »sestavi sam«. Mikrokrmilnik so razvili na Šoli oblikovanja v italijanskem mestu Ivrea in je eden zgodnjih mejnikov v gibanju odprtokodne strojne opreme. [3]



*Slika 4.1.1 Vmesnik Arduino Uno [9]*

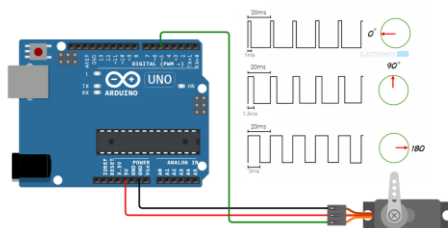
#### **4.1.2 SERVOMOTOR– MICRO SERVO SG90**

Gre za majhen in lahek motor s precejšnjo izhodno močjo. Servomotor se lahko zavrti za kot 180 stopinj (90 stopinj v eno in 90 stopinj v drugo stran od izhodiščnega položaja). Deluje na enak način kot standardni servomotor, le da je manjši. Za upravljanje je mogoče uporabiti katerokoli servokodo ali knjižnico. Primeren je za začetnike, ki želijo premikati dele sestava, ne da bi morali sestaviti lastni motor s povratnimi informacijami in reduktorjem. Zaradi majhne velikosti je zelo primeren za uporabo tam, kjer ni veliko prostora. Prodajajo tudi takega s tremi različnimi nastavki, s pomočjo katerih je nanj mogoče pritrditi različne elemente.



*Slika 4.1.2 Servo Motor Micro Servo Sg90 [10]*

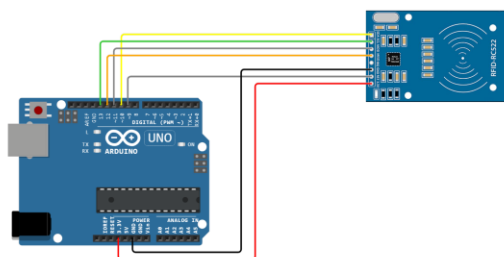
Motor za delovanje potrebuje napetost približno 5 V. Krmiljenje se izvaja z spreminjanjem dolžine pulza (PWM). Pulz dolžine 1,5 ms ga postavi v izhodiščni položaj ( $0^\circ$ ), pulz dolžine približno 2 ms ga zavrti za  $90^\circ$  v desno (desni skrajni položaj), pulz dolžine 1 ms pa za  $90^\circ$  v levo (levi skrajni položaj). Priklopni kabel je tribarven, pri čemer je oranžni namenjen signalu za krmiljenje, rdeči za pozitivni pol napajanja s 5 V, rjavi pa za negativnega oz. za ozemljitev (GND). [4]



Slika 4.1.3 Shema priklopa in delovanja servomotorja SG90

### 4.1.3 RFID-RC522 mini

Modul senzorja RFID-RC522 mini je zasnovan za ustvarjanje elektromagnetnega polja frekvence 13,56 MHz, ki ga uporablja za komunikacijo z značkami RFID. Čitalnik lahko komunicira z mikrokrmilnikom prek 4-pinskega vmesnika (SPI) z največjo hitrostjo prenosa podatkov 10Mbps. Podpira tudi komunikacijo prek protokolov I2C in UART. Modul je opremljen s prekinitvenim zatičem. To je priročno, saj namesto nenehnega spraševanja modula RFID "Ali je kartica že na vidiku?" " , nas bo modul opozoril, ko bo kartica prišla v njegovo bližino. Delovna napetost modula je od 2,5V do 3,3 V, vendar so logični zatiči tolerantni na 5 voltov, tako, da ga je mogoče enostavno povezati z Arduino UNO ali pa z vsakim 5 V logičnim mikrokrmilnikom brez uporabe pretvornika logičnih nivojev. [5]



Slika 4.1.4 Shema povezovanja RFID-RC522 mini z Arduino UNO [10]

## 4.2 POSTOPEK IZDELAVE MODELA

### 4.2.1 SESTAVLJANJE SISTEMA RFID

Preden smo pričeli z izdelavo ključavnice, smo pripravili vse pripomočke in ves material, ki smo ga pri izdelavi potrebovali.

Ključavnico smo želeli zasnovati tako, da lahko bere RFID značke. RFID sistem je v osnovi sestavljen iz oddajnika z dekodeerjem, antene in sprejemnika. Povezava deluje tako, da imajo kartice vgrajeno navitje. Ko kartico približamo čitalcu, le-ta odda signal preko antene, ki je povezana s čitalcem. Kartica se ob tem aktivira in odda informacijo, ki je shranjena v njenem spominskem modulu. Kartica se torej aktivira, ko je v bližini čitalca.

Najprej smo povezali modul RFID-RC522 mini z Arduino uno.

Ko je bilo vezje narejeno, smo s pomočjo LED lučk ugotovili če skozi vezje teče tok. Iz recikliranega materiala smo izdelali podstavek za RFID čitalnik.

Nato smo napisali preprosto kodo za testiranje prisotnosti kartice, ki je ob uspešnem branju RFID značke prižgala lučko to kodo smo uporabili pri izvedbi meritev.

Naslednja koda je bila uporabljena da smo iz RFID kartic prebrali njihov UID, ki smo ga potrebovali za končo kodo za ključavnico.

Nato smo povezali Arduno z računalnikom in na Arduino naložili kodo, s pomočjo katerega lahko uporabljamo RFID modul. V ta namen smo s spleta prenesli knjižnico ukazov MFRC522. V primeru, da smo vse pravilno povezali, smo lahko v programu na računalniku videli odčitek iz kartice. Pri tem je bilo pomembno, da smo si shranili UID kartice. Ta podatek smo nato vnesli v 43. vrstico kode za vmesnik Arduino, kjer se dodeljuje dovoljenja za kartice. Na tem mestu je v kodi možno dodati več kartic, kar storimo tako, da v ukazno vrstico ponovno dodamo ukaz »content.substring(1) == »xx xx xx xx«; pri čemer je znake »xx xx xx xx« zamenjamo z UID kodo nove kartice ali RFID obeska.

```
// predpripravljene kartice, ki odklepajo ključavnice
```

```
// Gašper
```

```
key1.keyByte[0] = 0x96;
```

```
key1.keyByte[1] = 0x07;
```

```

key1.keyByte[2] = 0xF3;

key1.keyByte[3] = 0x8C;

// Matevž

key2.keyByte[0] = 0xD3;

key2.keyByte[1] = 0x4F;

key2.keyByte[2] = 0x21;

key2.keyByte[3] = 0xAA;

// Jon

key3.keyByte[0] = 0x09;

key3.keyByte[1] = 0x97;

key3.keyByte[2] = 0x59;

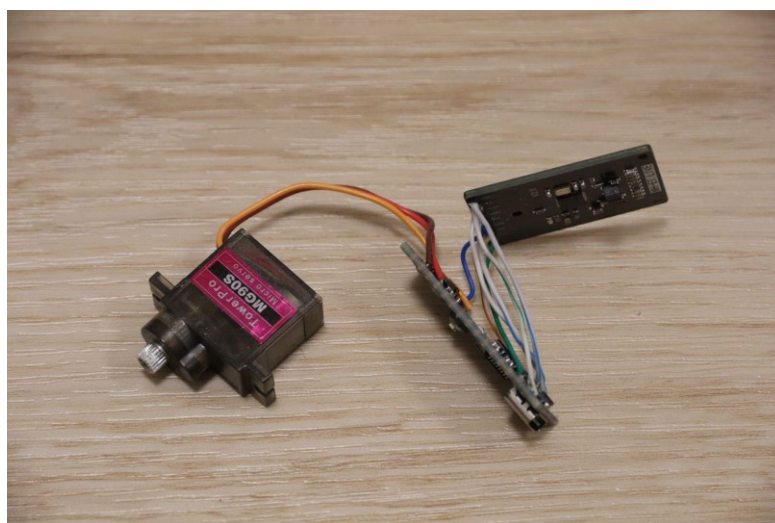
key3.keyByte[3] = 0xE4;

}

```

*Slika 4.2.1 Vnašanje UID za kartice, ki jim želimo dodeliti dovoljenje za odklepanje ključavnice*

V naslednjem koraku smo povezali servomotor, ki poskrbi za mehanski del ključavnice.



*Slika 4.2.2 Povezovanje servomotorja in RFID na Arduino UNO*

Za tem smo z vmesnikom Arduino povezali še zeleno in rdečo svetlobno diodo (LED), ki služita za oddajanje svetlobnega signala, ki nam sporoči, ali smo s kartico ali obeskom ključavnico odklenili ali ne. Hkrati pa smo povezali še brenčač, ki z zvočnim signalom opozori ali smo ključavnico odklenili oz. če smo ključavnico skušali odkleniti z neustrezno kartico ali obeskom.

Popraviti smo morali še kodo. V vrstici 7 smo opredelili zeleno LED, v vrstici 8 rdečo LED, v vrstici 9 smo opredelili brenčač, v 11. vrstici pa servomotor. V vrsticah 7, 8 in 9 smo hkrati opredelili tudi PIN-e na katerih bodo elementi priklopljeni.

```
Servo myservo; // kreiramo nov objekt za nadzor servo motorja
```

```
int pos = 0; // spremenljivka v katero zapišemo pozicijo servo motorja
```

```
#define SERVO_PIN 5
```

```
void setup() {
```

```
  SPI.begin(); // Inicializiramo SPI vodilo
```

```
  rfid.PCD_Init(); // Inicializiramo MFRC522
```

```
  myservo.attach(SERVO_PIN); // Inicializiramo servo motor
```

```
  zaklenjen = true;
```

*Slika 4.2.3 Določanje servomotorja v kodi*

V 18. vrstici smo določili na katerem PIN-u bo priklopljen servomotor in v 19. vrstici, kakšna bo začetna pozicija servomotorja. V 20., 21., in 22. vrstici smo določili, da bodo to izhodni PIN-i, kar pomeni, da bomo na teh PIN-ih dobivali povratne informacije (obe LED in brenčač).

```
#define RST_PIN 9 // Pin za resetiranje čitalnika
```

```
#define SS_PIN 10 // Pin za izbrani Slave Select (SS/CS) pin
```

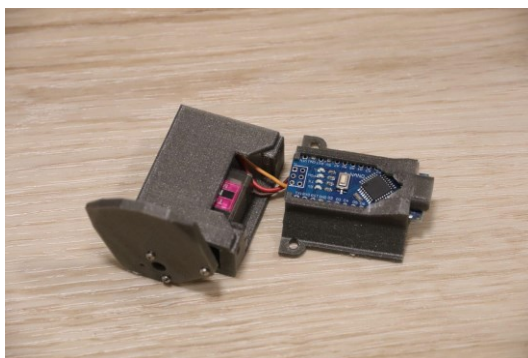
```
MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN); // kreiramo nov objekt rfid bralnika
```

*Slika 4.2.4 Določanje izhodnih PIN-ov*

Preizkusili smo delovanje, nato pa smo se lahko lotili sestavljanja makete, na kateri bi lahko prikazali delovanje ključavnice.

#### 4.2.2 SESTAVLJANJE MAKETE

Odločili smo se za izdelavo preproste omarice. Najprej smo, v šolski delavnici, naredili skico in nato načrt. Pri izdelavi ogrodja smo želeli, da bi bilo stabilno in estetsko, ter da je kvalitetno.



*Slika 4.2.5 Elektronika v ohišju*

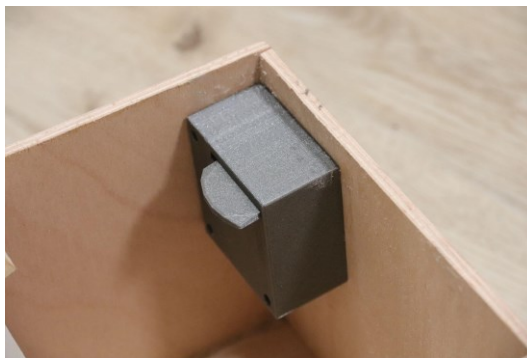


*Slika 4.2.6 Model omarice*

Ko smo naredili ogrodje smo nanj namestili vse komponente ključavnice ter končni izdelek priključili na računalnik in preverili, če pravilno delujejo posamezne komponente ter sistem kot celota.



*Slika 4.2.7 Ključavnica brez ohišja*



*Slika 4.2.8 Namestitvev RFID ključavnice na omarico*

Ko smo končali montažo je prišlo na vrsto odpravljanje napak. Prilagoditi smo morali program, tako da je položaj servomotorja ustrežal namestitvi le-tega na omarico ter da je zasuk potekal v pravo smer in za kot, ki ni potrebovali. Sprva smo imeli težave pri ponovljivosti delovanja sistema, saj se sef po prvem odklepanju in zaklepanju, ni več odzival. Popravili smo program in po nekaj poskusih je začel pravilno delovati.

Ker se zatič ni pravilno usedel, smo v sef postavili telefon z vklopljeno funkcijo snemanja in posneli napako pri zaklepanju od znotraj. S tako pridobljenim posnetkom, smo težavo z lahkoto odpravili. Dobro smo morali tudi razmisliti kje in kako narediti utor, v katerega se zavrti jeziček, ki ga obrača servomotor, zato da lahko omarico zaklenemo. Prilagodili smo čas odklepanja. Ko približamo kartico oz. ključ za odklepanje RFID modulu, se servo motor za nekaj sekund zavrti tako, da se omarica odklene. Takrat lahko vratca odpremo, Ob prekinitvi električnega toka in ponovni vzpostavitvi napajanja pa se zavrti v prvoten položaj, ki pomeni, da je omarica zaklenjena.

Kljub temu smo imeli pri izdelavi nemalo težav, lahko danes s ponosom predstavimo naš model.

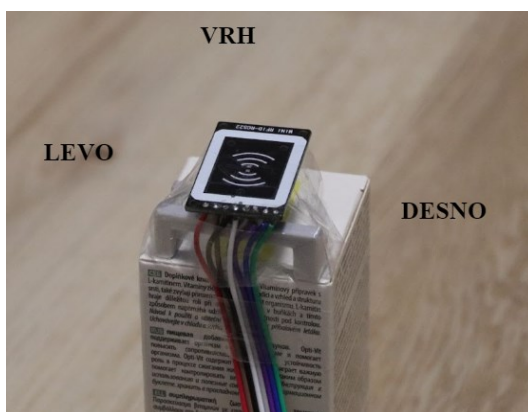
Ob vznemirjenju in nepopisnem veselju, ki smo ga čutili, ker je ključavnica delovala, smo se lahko lotili preizkušanja materialov, da bi ugotovili, kje vse jo lahko uporabimo, da izboljšamo življenje uporabnikov. Ključavnico želimo uporabiti za posodobitev šolskega pohištva in kasneje produkt morda lansirati na trg potrošnikov.

## **4.3 MERJENJE PREVODNOSTI SIGNALA**

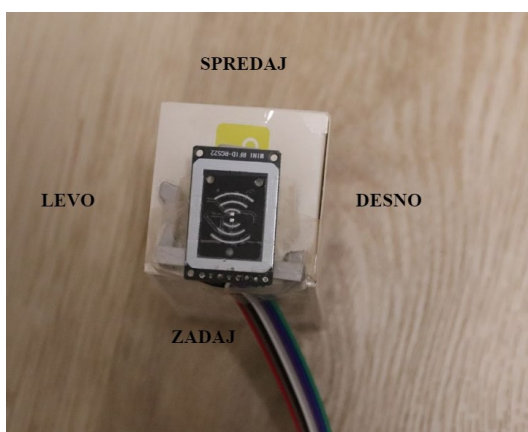
### **4.3.1 OPIS POSTOPKA MERITEV RFID SIGNALA BREZ OVIR**

Čitalec smo namestili 19 cm nad tlemi, da nič ne moti signala RFID. Nato smo postopoma oddaljevali kartico, obesek in telefon ter izmerili razdaljo med napravo in čitalnikom. Najprej smo odčitali razdalje iz 17 različnih smeri brez ovire, in prišli do ugotovitve, da najbolje deluje navpično od vrha

navzdol. To smer smo obdržali za nadaljnje meritve z različnimi materiali (ovirami). Postopek smo ponavljali z dodajanjem lesenih plošč.



*Slika 4.3.1 RFID senzor (zadaj)*



*Slika 4.3.2 RFID senzor (vrh)*



*Slika 4.3.3 RFID senzor (desno)*

### 4.3.2 REZULTATI MERITEV IN UGOTOVITVE RAZISKOVANJA

	točka	kartica						obesek						telefon					
		I	II	III	IV	V	povprečje	I	II	III	IV	V	povprečje	I	II	III	IV	V	povprečje
kabli so zadaj																			
vrh	1	2,4	2,6	2,6	3,1	3,0	2,74	1,1	1,0	1,1	0,9	1,0	1,02	2,8	2,3	2,1	3,3	3,8	2,86
desno	2	0,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,84	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,5	1,7	1,6	1,4	2,2	1,68
desno spredaj	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,5	1,2	1,8	1,7	1,4	1,52
spredaj	4	0,4	0,0	0,3	0,0	0,5	0,24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,3	1,8	2,0	1,4	2,2	1,74
levo spredaj	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	2,0	1,8	1,7	1,1	1,6	1,64
levo	6	1,3	1,2	0,9	1,0	1,0	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	2,0	1,9	2,2	1,3	1,4	1,76
levo zadaj	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,8	1,3	1,3	1,2	1,5	1,42
zadaj	8	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,5	1,3	2,3	2,0	1,9	1,80
desno zadaj	9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,5	1,5	1,5	0,8	0,0	1,06
zgoraj desno	10	1,2	1,5	0,9	1,5	1,7	1,36	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,5	1,7	1,3	1,6	1,8	1,58
zgoraj desno spredaj	11	1,2	1,3	1,1	0,8	1,5	1,18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,8	0,7	0,0	1,2	1,3	0,80
zgoraj spredaj	12	1,2	1,3	1,0	1,3	1,2	1,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,8	1,4	1,0	0,9	1,3	1,08
zgoraj levo spredaj	13	0,8	1,0	0,7	0,9	1,2	0,92	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,4	0,9	0,8	1,1	0,7	0,98
zgoraj levo	14	1,5	0,7	1,0	1,2	1,3	1,14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,2	1,5	2,0	2,6	2,3	1,92
zgoraj levo zadaj	15	0,6	0,5	0,8	1,2	1,0	0,82	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1,0	0,8	0,9	1,2	1,4	1,06
zgoraj zadaj	16	1,0	1,2	1,0	1,2	1,3	1,14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,8	1,0	0,8	0,9	1,1	0,92
zgoraj desno zadaj	17	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,68	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,6	0,9	1,0	1,2	0,9	0,92

Tabela 4.3.1 Rezultati meritev brez ovire

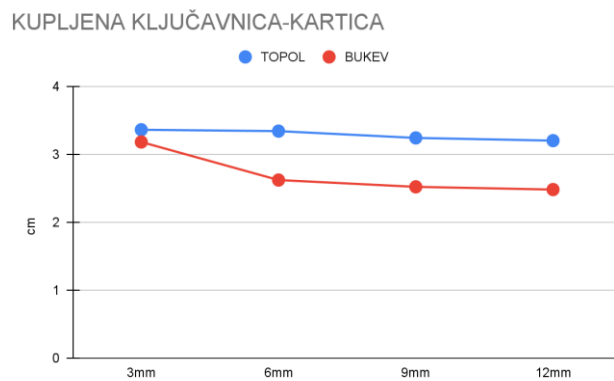
Ugotovili smo, da ima signal več dometa navpično kot pa iz drugih strani. Signal slabše potuje skozi les kot skozi zrak.

### 4.3.3 MERJENJE ODZIVANJA RFID ZNAČK GLEDE NA VRSTO LESA IN ODDLJENOST OD RFID ČITALCA NA KUPLJENI KLJUČAVNICI

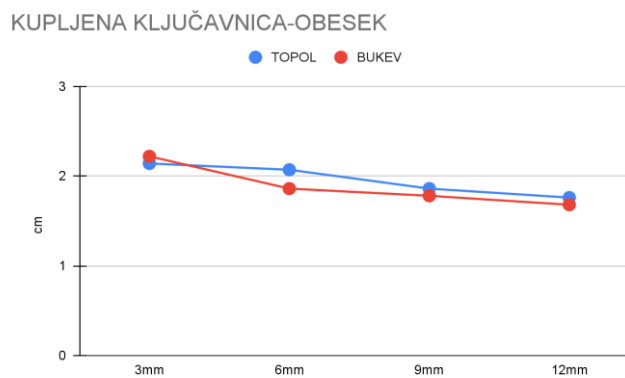
V šoli smo pri pouku tehnike obravnavali različne vrste lesa in njihove lastnosti. Znanje, ki smo ga pridobili smo uporabili za lažje razumevanje raziskovanja delovanja RFID sistema. Pripravili smo si bukovo vezano ploščo, topolovo vezano ploščo, lesomal in iveral ter z meritvami preverili vpliv materiala na prevodnost signala RFID.

Da smo lažje preverili učinkovitost naše izdelane ključavnice, smo kupili izdelano ključavnico RFID, in z njo opravili nekaj meritev na najbolj prevodnem lesu. Odziv RFID značk smo merili s priloženimi komponentami, ki smo jih dobili ob nakupu ključavnice. To so bili: RFID kartica, obesek in mastercard (kartica s katero programiramo ostale kartice). Rezultate meritev prikazujemo v spodnjih grafikonih.

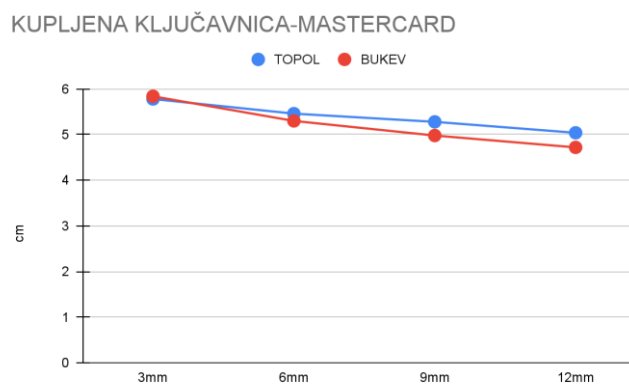
#### 4.3.4 REZULTATI MERITEV IN UGOTOVITVI RAZISKOVANJA



Graf 4.3.1 Rezultati meritev s kupljeno ključavnico in kartico



Graf 4.3.2 Rezultati meritev s kupljeno ključavnico in obeskom



Graf 4.3.3 Rezultati meritev s kupljeno ključavnico in pasivno RFID mastercardom

Ugotovili smo, da se kupljena ključavnica najbolj odziva na mastercard, slabše na kartico, ki jo samo programiramo in najslabše na obesek. Poleg tega smo izmerili, RFID signal prehaja bolje čez topolov les, kot čez bukov les.

Zaradi manjše gostote topolovega lesa, RFID signal bolje prehaja čez topol. Les z nižjo gostoto lahko omogoča boljši prehod elektromagnetnim valovom, vključno z RFID signali.

#### **4.3.5 MERJENJE ODZIVANJA RFID ZNAČK, GLEDE NA VRSTO LESA IN ODDLJENOST OD RFID ČITALCA NA NAREJENI KLJUČAVNICI.**

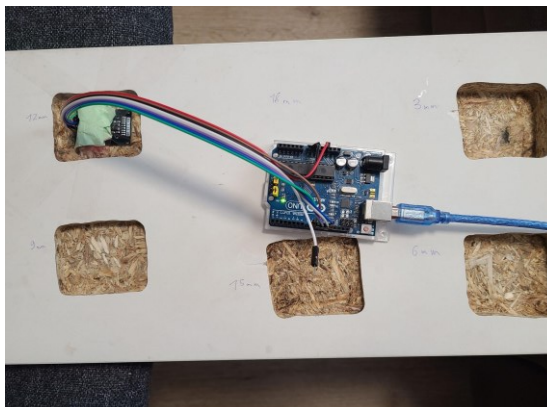
Ker je namen naše raziskovalne naloge narediti cenovno bolj dostopno RFID ključavnico za vrata in omare, smo nadaljnje meritve naredili z našo narejeno ključavnico.

Ob nakupu čitalca "RFID-RC522 mini" smo zraven dobili kartico ter obesek. To nas je spodbudilo k razmišljanju, da ima verjetno vsaka od RFID značk drugačen odziv na oddajnik. Seveda smo tudi to testirali z meritvami. Da je bilo raziskovanje še bolj zanimivo, smo dodali še aktivno značko, (telefon) ki ima svoje lastno napajanje in logično sklepali, da se bo odzvala na daljšo razdaljo. Ta ideja se nam je zdela resnično dobra, saj telefon nosi vsak učitelj in domač uporabnik v svoji torbi ali žepu.

Z ugotovitvami, ki smo jih dobili s prejšnjimi meritvami, smo meritve razširili na vse materiale, ki jih lahko najdemo na pohištvu doma in v šoli. Tako smo lesu topola in bukve dodali še lesomala in iveral, ki se pri šolskem pohištvu pogosteje uporabljata. Meritve smo naredili tako, da smo na čitalec dodajali po tri milimetre debele lesene deske iz dveh različnih vrst lesa (topol in bukev) in lesomala, v iveral pa smo z rezkarjem izvrtali različne globine lukenj. Pripravili smo plošče različnih debelin za vsakega od materialov. Izbrali smo štiri najpogostejše debeline (3mm, 6mm, 9mm in 12mm).



*Slika 4.3.4 žaganje lesomala*



*Slika 4.3.5 postavitve čitalca pri meritvah z iveralom*



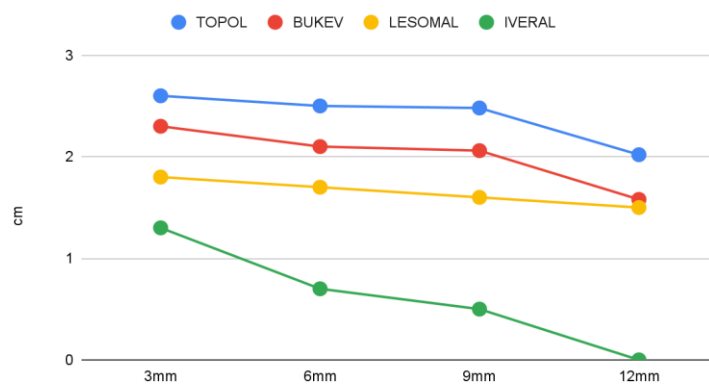
*Slika 4.3.6 postopek merjenja z lesomalom*

Z vsako ploščo smo preizkušali ali signal potuje skozi njeno debelino in meritve ponavljali na vseh materialih in vseh debelinah plošč posameznega materiala. Rezultate raziskave predstavljamo v spodnjem grafikonu.

#### **4.3.6 REZULTATI IN UGOTOVITVE RAZISKOVANJA:**

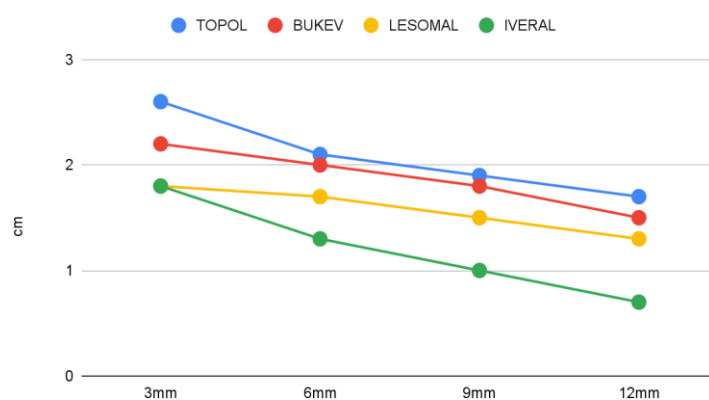
Grafi prikazujejo na x osi debelino lesa, skozi katero mora preiti signal, na y osi pa so prikazane razdalje, pri kateri je stekla komunikacija med »ključem« in ključavnico.

### NAREJENA KLJUČAVNICA-KARTICA



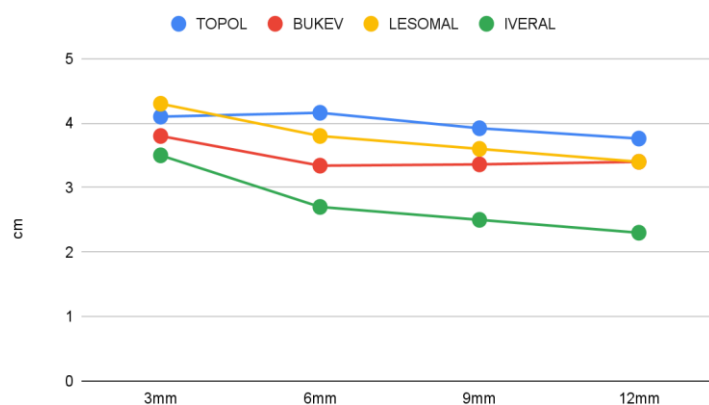
Graf 4.3.4 rezultati meritev z narejeno ključavnico in pasivno RFID značko - kartico

### NAREJENA KLJUČAVNICA-OBESSEK



Graf 4.3.5 rezultati meritev z narejeno ključavnico in pasivno RFID značko - obesek

### NAREJENA KLJUČAVNICA-MOBILNI TELEFON



Graf 4.3.6 rezultati meritev z narejeno ključavnico in aktivno RFID značko - mobilni telefon

Iz grafa je razvidno, da ima kupljena ključavnica z obeskom enak domet, kot naša narejena ključavnica. Kartica kupljene ključavnice se odziva za 1cm bolje. Če upoštevamo rezultate aktivne RFID značke - mobilni telefon, pa vidimo, da so rezultati zelo primerljivi kupljeni ključavnici in njeni pripadajoči mastercard kartici, saj lahko odklep naredimo že med 2 cm in 4,5 cm.

Najbolje prevoden je topolov les, sledi mu bukov les, le pri uporabi mobilnega telefona, pa lesomal. Slednji je torej zasedel tretje mesto po prevodnosti. Najslabše pa RFID signal prevaja iveral.

Ker je na naši šoli velika ponudba pohištva in vrat narejenih iz lesomala, in iverala, je naša ključavnica dovolj dobra, da bo prevaja signal skozi vse materiale. Najbolj zanesljivo bo odklepanje z mobilnikom, a tudi obesek, ki ga imajo učitelji za registracijo prihoda in odhoda na delo in je pokazal najslabši odziv, bo lahko odklenil njihove omare, kateder in kabinete, ter vrata skupnih prostorov.

#### 4.4 STROŠKOVNIK

Ob izdelovanju raziskovalne naloge smo potrebovali kar nekaj materiala. Za elektronske komponente smo odšteli malo denarja. Komponente smo naročili preko spletne strani AliExpress. Za ARDUINO UNO smo porabili 4,5 €, za servomotor 1€, za čitalec RC-522 mini pa 1€. Tako so nas elektronske komponente v skupnem seštevku stale 6,5€. Uporabili smo domač 3D tiskalnik, da smo izdelali nosilec in ohišje ključavnice, kar predstavlja zanemarljiv strošek. Za ohišje sefa, smo dobili material v šoli.

Za skupni strošek izdelave stroja, bi morali upoštevati tudi čas izdelave, uporabo različnih orodij in razen drobni material, ki smo ga pri izdelavi potrebovali. Vsekakor pa je cena v primerjavi s kupljeno ključavnico bolj ugodna, saj smo za izdelano ključavnico odšteli bistveno manj denarja, kot bi ga morali nameniti za nakup obstoječih ključavnic na trgu .

Pri testiranju meritev prevodnosti signala smo ravnali trajnostno. Uporabili smo les iz odsluženih omar, ki bi drugače pristal na odpadu, saj se zavedamo, da moramo svet čim manj obremenjevati z odpadki.

<i><b>ELEMENT</b></i>	<i><b>CENA</b></i>
<i>Arduino UNO</i>	4,50 €
<i>servomotor</i>	1,00 €
<i>čitalec RC-522 mini</i>	1,00 €
<i>drobni material</i>	0,20 €
<i>3D tiskano ohišje</i>	0,50 €
<i><b>SKUPAJ</b></i>	<i><b>7,20 €</b></i>

*Tabela 4.4.1 stroškovnik*

## 5 DISKUSIJA

V vsakdanjem življenju vse bolj težimo k poenostavljanju rutinskih procesov. Uporabljati en ključek za odklepanje vseh vrat je tako smiselna rešitev, da se izognemo nenehnemu iskanju pravega ključa. Če ključ izgubimo, ga lahko preprosto izberemo iz evidence dostopov in tako ne potrebujemo menjave ključavnice. Ideja o namestitvi pametnih ključavnic se nam je zato zdela smiselna in povsem uresničljiva.

Naši rezultati so jasno pokazali, da vrsta lesa vpliva na sposobnost prenosa RFID signala. Topolov les se je izkazal kot najboljši prevodnik, sledila mu je bukev, lesomal pa je zasedel tretje mesto. Najslabši rezultati so bili doseženi pri iveralu. Te ugotovitve so v skladu s pričakovanji, saj različni lesni materiali zaradi svoje strukture in vsebnosti vlage različno vplivajo na elektromagnetno sevanje.

Čeprav v okviru te raziskave nismo sistematično preučevali vpliva debeline materiala, lahko na podlagi pridobljenih podatkov sklepamo, da debelina materiala vsekakor vpliva na doseganje RFID signala. Debelejši material bo signal bolj oslabil, kar se kaže v krajšem dosegu ali manj zanesljivem delovanju. Če upoštevamo sestavo vrat srednjega cenovnega razreda, ki so sestavljena iz lesenega okvirja, v katerega je vstavljeno polnilo, površina pa sestavljena iz 4 mm debele MDF plošče in 0,3 mm in 1 mm debel furnir, lahko sklepamo, da če bi vgradili RFID ključavnico v polnilo takšnih vrat, ne bi imeli težav z delovanjem ključavnice.

Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko sklepamo, da je naša izdelana ključavnica dovolj zanesljiva za uporabo v šolskem okolju, kjer prevladuje pohištvo iz lesomala in iverala. Najbolj zanesljivo odklepanje bo možno z uporabo mobilnega telefona, vendar tudi obeski, ki jih uporabljajo učitelji, bodo omogočili zanesljivo delovanje.

### 5.1 HIPOTEZE

#### HIPOTEZA 1

Skozi masivni les debeline do 3 mm bo signal potoval enako, kot če ne bi bilo ovire.

To hipotezo smo ovrgli, ker so meritve pokazale, da ko smo postavili med čitalec in oddajnik (kartica, čip, telefon) leseno oviro debeline 3 mm, je komunikacija stekla pri manjši oddaljenosti oznake od čitalca. To vidimo v preglednici 4.3.1 ter grafih 4.3.4, 4.3.5 in 4.3.6. Ovira je razdaljo na kateri čitalec zaznal signal v povprečju zmanjšala za 0,8 mm.

#### HIPOTEZA 2

Vrsta lesa pri debelini do 3 mm, bo vplivala na prehod signala.

To hipotezo smo potrdili saj kot je razvidno iz grafov 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 in 4.3.6 se domet signala različno zmanjša pri različnih vrstah lesa. Topol vidno bolje prevaja signal kot iveral.

### HIPOTEZA 3

Pri debelini ovire 10 mm, signal ne bo več prehajal v zadostni meri, da bi bilo delovanje ključavnice nemoteno.

To hipotezo smo delno potrdili saj ko smo izvedli meritve se je prevodnost signala ob uporabi kartice pri iveralu, kot je to razvidno iz grafa 4.3.4, že toliko zmanjšala, da signal ni več mogel priti skozi plošče iverala.

### HIPOTEZA 4

RFID signal bo z oddaljenostjo od ključavnice upadal.

To hipotezo smo potrdili saj je iz grafov 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 in 4.3.6 razvidno, da moč signala z oddaljenostjo oznake od ključavnice upada.

S pomočjo meritev smo ugotovili da se domet signala, glede na značko spremeni in zato bomo to hipotezo potrdili.

## 5.2 ZAKLJUČEK

Raziskovalno nalogo na področju tehnologije in elektrotehnike, smo izdelali zato, ker nas ne povezuje le prijateljstvo ampak tudi skupni interesi. Predvsem nas zanima razvoj naprav, ki delujejo na RFID sistem. Imeli smo že nekaj preteklih izkušenj na področju poznavanja uporabe RFID sistemov, na področju preprostega programiranja arduino sistemov, a smo skozi raziskovalno nalogo morali preučiti še veliko teorije in se predvsem učiti na lastnih napakah.

Med izdelavo smo se soočili z nekaj manjšimi težavami, a smo se naučili, kako pomembna je natančnost pri izdelavi tehnično in elektronsko zahtevnih naprav. Mentor in starši so nam pomagali pri odpravljanju težav, ki so se pojavile. Spoznali smo, da že najmanjše napake, kot je nepriklopljena žica ali napačno mesto priklopa, lahko povzročijo zastoje pri delu ali preprečijo pravilno delovanje naprave. Naučili smo se spajkati in se izjemno veliko naučili o poteku električnega toka. Zanimivo je bilo tudi delo v tehnični učilnici, kjer smo lahko žagali in sestavljali model omarice z elektronsko ključavnico. Uspešno izdelana naprava nas je motivirala, da smo začeli verjeti v naš produkt in

naredili nadaljevanje raziskave o prevodnosti signala skozi različne materiale in njihove debeline. raziskujemo in se ukvarjamo s še zahtevnejšimi projekti na tem področju. Verjamemo, da lahko naše raziskave vplivajo na nadaljnji razvoj RFID ključavnic.

Naša glavna omejitev je bila, da smo testirali samo nekaj materialov in RFID značk, pa še to samo na določenem frekvenčnem območju. V prihodnje bi bilo dobro, če bi lahko testirali več različnih materialov in frekvenc. Na podlagi rezultatov bi bilo zanimivo raziskati, kako optimizirati RFID antene, da bi bolje delovale v različnih materialih. Prav tako bi bilo dobro pogledati, če bi uporaba drugih frekvenc izboljšala prodornost signala skozi les. Nismo pa še sistematično raziskali, kako vlaga in temperatura vplivata na delovanje sistema, kar bi lahko vplivalo na rezultate.

V prihodnosti lahko raziskavo razširimo še na druge materiale, ki so bolj primerni tudi za vhodna vrata in na ta način izdelamo izjemno napreden produkt, ki ga bo lahko uporabljal sleherni Zemljan po nizki, dostopni ceni. Ker smo mladi v skrbeh za naš planet, bi lahko na ta način pripomogli tudi k varovanju okolja, saj bi se ljudje raje, kot za nakup novega, odločili za cenovno ugodnejšo nadgradnjo starega pohištva in vrat, pri tem pa ne bi ustvaril kup odpadkov in bo lahko staro pohištvo nadgradil s sodobno tehnologijo.

## 6 LITERATURA IN VIRI

### 6.1 SPLETNI VIRI

- [1] RFID – pomen. Pridobljeno 18. 12. 2024 iz [https://sl.wikipedia.org/wiki/Radiofrekven%C4%8Dna\\_identifikacija](https://sl.wikipedia.org/wiki/Radiofrekven%C4%8Dna_identifikacija)
- [2] Kaj je ključavnica. Pridobljeno 18. 12. 2024 [https://en.wikipedia.org/wiki/Lock\\_and\\_key](https://en.wikipedia.org/wiki/Lock_and_key)
- [3] Vmesnik arduino Uno. Pridobljeno 20. 12. 2024 iz [https://www.conrad.si/p/arduino-plosca-uno-rev3-smd-core-atmega328-191789"191789](https://www.conrad.si/p/arduino-plosca-uno-rev3-smd-core-atmega328-191789)
- [4] Servomotor Mikro Servo Sg90. Pridobljeno 21. 12. 2024 iz <https://content.instructables.com/ORIG/FA2/O1SS/J7ARLNBW/FA2O1SSJ7ARLNBW.pdf>
- [5] RFID-RC522 mini. Pridobljeno 23. 12. 2024 iz <https://medium.com/autonomous-robotics/an-introduction-to-rfid-dc6228767691>
- [6] Pametna ključavnica. Pridobljeno 13. 11. 2024 [https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_lock](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_lock)

### 6.2 VIRI FOTOGRAFIJ IN SLIK

- [7] RFID ključavnica. Pridobljeno 29. 1. 2025 iz <https://www.metalika-kacin.com/sl/elektronski-zapirni-sistemi/elektronska-klju%C4%8Davnica-b-smart-corona-rfid-detail.html> (Slika 1)
- [8] Vmesnik arduino Uno. Pridobljeno 6. 2. 2025 iz (Slika 2) [https://store.arduino.cc/cdn/shop/products/A000066\\_03.front\\_1000x750.jpg](https://store.arduino.cc/cdn/shop/products/A000066_03.front_1000x750.jpg)
- [9] Servomotor Mikro Servo Sg90. Pridobljeno 9. 2. 2025 iz <https://thepihut.com/cdn/shop/products/towerpro-servo-motor-sg90-digital-towerpro-103048-40329593159875.jpg> (Slika 3)
- [10] RFID-RC522 mini. Pridobljeno 15. 2. 2025 iz <https://medium.com/autonomous-robotics/an-introduction-to-rfid-dc6228767691> (Slika 4. 5)
- [11] Ključavnica iz Asirije <https://www.ifsecglobal.com/access-control/600bc-evolution-lock-key-millennia/> (Slika 3.2.1)

[12] Vrtljiva ključavnica Roberta Barrona <https://www.ifsecglobal.com/access-control/600bc-evolution-lock-key-millennia/> (Slika 3.2.2)

[13] Različne oblike odzivnikov RFID značk. Pridobljeno 8. 12. 2024 iz <https://www.indiamart.com/proddetail/active-uhf-rfid-tags-22301326891.html> (Slika 3.3.1)