



Srednja šola za kemijo,
elektrotehniko in računalništvo

Šolski center Celje

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo

Uporaba GPS naprave za povečevanje varnosti v prometu

raziskovalna naloga

Avtorji:

Ana Šmerc, R-4. b

Tilen Černelič, R-4. b

Jan Vipotnik, R-4. b

Mentor:

Boštjan Lubej, dipl. inž. inf. in tehn. kom.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2023

Zahvala

Zahvaljujemo se vsem, ki ste kakorkoli pomagali pri izdelavi te raziskovalne naloge. Brez vaših spodbudnih besed, nasvetov in kritik bi težko prišli do cilja.

Najprej se želimo zahvaliti vsem anketirancem, ki ste si vzeli čas za reševanje vprašalnika. Vaše sodelovanje in odgovori so bili ključni za uspeh našega raziskovanja.

Prav tako se želimo zahvaliti našemu mentorju, Boštjanu Lubeju, ki nam je bil ves čas v oporo in nam je pomagal pri premagovanju ovir, ki so se pojavljale pri izdelavi naloge. Vaše znanje, strokovno vodstvo in konstruktivni napotki so ključni razlogi, da je naša raziskovalna naloga nastala in da smo se naučili nekaj novega.

Povzetek

Raziskovalna naloga se ukvarja z uporabo GPS naprave za izboljšanje varnosti v prometu, s poudarkom na sistemu za opozarjanje na varnostno razdaljo. Naš cilj je bil ovrednotiti potencial GPS tehnologije in razviti sistem, ki bi na temeljih naše raziskave prispeval k prometni varnosti.

V teoretičnem delu smo s pomočjo spletnih virov preučili, kaj je GPS, kako deluje in kako lahko GPS naprave pomagajo pri preprečevanju prometnih nesreč ter zmanjševanju tveganj na cesti.

V empiričnem delu raziskave smo razvili prototip sistema, ki je zasnovan za opozarjanje na ustreznost varnostne razdalje med vozili.

Izvedli smo tudi anketo, s katero smo želeli ugotoviti, ali se udeleženci v prometu držijo cestno prometnih predpisov, kaj jih v največji meri opozarja na pravila v prometu in kakšno je splošno mnenje o varnosti na cesti. Ugotovili smo, da med ljudmi prevladuje mnenje, da bi dodatna opozorila na cestno prometne predpise pripomogla k bolj dostojnemu upoštevanju le-teh.

Skupni rezultati raziskovalne naloge kažejo, da lahko GPS naprave pomagajo pri izboljšanju prometne varnosti in omejevanju prometnih nesreč. Sistem za opozarjanje na varnostno razdaljo lahko vsaj v teoriji prispeva k zmanjšanju števila trčenj na cestah.

Ključne besede: GPS, prometna varnost, Raspberry Pi, varnostna razdalja

Abstract

Our research paper deals with the use of a GPS device to increase safety on roads and in traffic, with an emphasis on a system for safety distance detection. Our goal was to evaluate the potential of GPS technology and develop a system that would contribute to traffic safety based on our research.

In the theoretical part, with the help of online resources, we studied what GPS is, how it works and how GPS devices can help prevent traffic accidents and reduce risks on the road. In the empirical part of the research, we developed a prototype of a system designed to warn of the proper safety distance between vehicles.

We also conducted a survey in which we wanted to find out whether road users adhere to road traffic regulations, what most reminds them of traffic rules and what is the general opinion about road safety. We have found that the prevailing opinion among people is that additional warnings on road traffic regulations would help them to be obeyed more decently.

The overall results of the research show that GPS devices can help improve traffic safety and limit traffic accidents. A safety distance warning system can, at least in theory, contribute to reducing the number of collisions on the roads.

Keywords: GPS, Road Safety, Raspberry Pi, Safety Distance

Kazalo vsebine

1	Uvod	10
1.1	Opredelitev problema	10
1.2	Hipoteze	11
1.3	Cilji raziskovalne naloge	11
1.4	Metode raziskovanja	12
2	Globalni sistem za določanje položaja	13
2.1	Zgodovina GPS-a	13
2.2	Struktura oziroma segmenti GPS-a	16
2.3	Delovanje GPS-a	18
2.4	Podobni sistemi	20
3	Uporabljena programska oprema, orodja, naprave in storitve	21
3.1	Raspberry Pi	21
3.1.1	Opis	21
3.1.2	Zgodovina	27
3.1.3	Različni modeli	28
3.2	Ultrazvočni senzor HC-SR04	41
3.2.1	Delovanje	42
3.2.2	Izračun razdalje	43
3.3	VK-162 G-Mouse USB GPS naprava	44
3.4	IDLE in IDLE 3	45
3.5	Thonny	45
3.6	LXTerminal	45
3.7	Visual Studio Code	46
3.8	Python	47
3.8.1	Opis	47
3.8.2	Uporabljene knjižnice in paketi	47

3.9	OpenWeather	48
4	Uporaba GPS naprav za povečevanje prometne varnosti	49
4.1	Promet in prometna varnost.....	49
4.2	Ideje in načini uporabe GPS naprav v prometu	49
4.3	Varnostna razdalja	51
5	Prototip sistema za opozarjanje na primerno varnostno razdaljo v prometu	53
5.1	Ideja in razlog za izdelavo	53
5.2	Potek izdelave.....	54
5.2.1	Izbiranje komponent in programske opreme.....	54
5.2.2	Ovrednotenje varnostne razdalje	56
5.2.3	Program za računanje varnostne razdalje	56
5.2.4	Priprava mikroračunalnika Raspberry Pi 400	57
5.2.5	Priklop ultrazvočnega senzorja HC-SR04 na testno ploščico Raspberry Pi	58
5.2.6	Nastavljanje GPS naprave in dodajanje vremenskih storitev.....	61
5.2.7	Testiranje in končno stanje prototipa	63
5.2.8	Težave pri izdelovanju	65
5.2.9	Možnosti nadgradnje in izboljšav v prihodnosti	66
6	Analiza anketnega vprašalnika.....	67
7	Predstavitev rezultatov raziskovalne naloge	75
8	Zaključek.....	76
9	Viri in literatura	77
10	Priloge	78
10.1	Anketa	78
10.2	Izjava.....	80

Kazalo slik

Slika 1: Sputnik 1 - prvi umetni satelit v vesolju	13
Slika 2: Prvi satelit sistema Transit.	14
Slika 3: Generacije GPS satelitov in njihove poglavitne lastnosti.	15
Slika 4: Enote kontrolnega segmenta GPS sistema po svetu.	16
Slika 5: Povezava med segmenti GPS sistema.....	17
Slika 6: Prikaz Dopplerjevega pojava.	18
Slika 7: Princip trilateracije - pridobivanje signala prvega satelita.....	18
Slika 8: Princip trilateracije - pridobivanje signala drugega satelita.....	19
Slika 9: Princip trilateracije - pridobivanje signala vseh treh satelitov in določanje lokacije..	19
Slika 10: Različni sistemi za določanje položaja.	20
Slika 11: Logotip Raspberry Pi.	21
Slika 12: Raspberry Pi OS.....	23
Slika 13: Shematski prikaz sistema na čipu (SoC).....	24
Slika 14: Procesor Broadcom na Raspberry Pi 4 Model B.	25
Slika 15: RAM pomnilnik na Raspberry Pi.	26
Slika 16: Različne periferne naprave in dodatki za Raspberry Pi.	27
Slika 17: Raspberry Pi 1 Model B.....	28
Slika 18: Raspberry Pi Compute Module 1.....	29
Slika 19: Raspberry Pi 1 Model A+.	29
Slika 20: Raspberry Pi Model 1 B+.	30
Slika 21: Raspberry Pi Zero.	31
Slika 22: Raspberry Pi 2 Model B v1.2.....	32
Slika 23: Raspberry Pi 3 Model B.....	33
Slika 24: Raspberry Pi Zero W.	34
Slika 25: Raspberry Pi 3 Model B.....	35
Slika 26: Raspberry Pi 3 Model A+.	36
Slika 27: Raspberry Pi Compute Module 3.....	37
Slika 28: Raspberry Pi 4 Model B.....	38
Slika 29: Raspberry Pi Compute Module 4.....	39
Slika 30: Raspberry Pi 400.....	40
Slika 31: Zvočne frekvence in ultrazvok.....	41
Slika 32: Nogice za priključitev senzorja HC-SR04.	42

Slika 33: Prikaz delovanja ultrazvočnega senzorja.	43
Slika 34: GPS naprava VK-162 GMOUSE USB.	44
Slika 35: Logotip programskega okolja IDLE.	45
Slika 36: Logotip programskega okolja Thonny.	45
Slika 37: Logotip programa Visual Studio Code.	46
Slika 38: Logotip programskega jezika Python.	47
Slika 39: Logotip storitve OpenWeather.	48
Slika 40: Določanje varnostne razdalje v praksi.	52
Slika 41: Nameščanje operacijskega sistema z orodjem Raspberry Pi Imager.	57
Slika 42: Razporeditev GPIO nogic na Raspberry Pi.	58
Slika 43: Shematski prikaz napetostnega delilnika.	59
Slika 44: : Shema vezave senzorja HC-SR04 na Raspberry Pi.	61
Slika 45: Testiranje GPS naprave z ukazom xgps.	62
Slika 46: Prototip sistema za opozarjanje na varnostno razdaljo.	63
Slika 47: Vezava ultrazvočnega senzorja na prototipu	63
Slika 48: Izpis programa, kadar podatki o lokaciji niso na voljo.	64
Slika 49: Izpis programa, kadar je lokacija na voljo.	64

Kazalo enačb

Enačba 1: Izračun upornosti v zaporedni vezavi.	60
Enačba 2: Računanje upornosti za delilnik napetosti.	60

Kazalo tabel

Tabela 1: Zahteve napajanja različnih Raspberry Pi modelov.	22
Tabela 2: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 1 Model B.	28
Tabela 3: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 2 Model B.	30
Tabela 4: Sistemske specifikacije Raspberry Pi Zero.	31
Tabela 5: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 2 Model B v1.2.	32
Tabela 6: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 3 Model B.	33
Tabela 7: Sistemske specifikacije Raspberry Pi Zero W.	34
Tabela 8: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 3 Model B+.	35
Tabela 9: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 3 Model A+.	36
Tabela 10: Sistemske specifikacije Raspberry Pi Compute Module 3.	37
Tabela 11: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 4 Model B.	38
Tabela 12: Sistemske specifikacije Raspberry Pi Compute Module 4.	39
Tabela 13: Specifikacije sistema Raspberry Pi 400.	40
Tabela 14: Tehnične specifikacije senzorja HC-SR04.	41

Kazalo grafov

Graf 1: V katero starostno skupino spadate?	67
Graf 2: Ali ste opravili vozniški izpit?	68
Graf 3: Ali ste redni udeleženec v prometu?	68
Graf 4: Kako ste največkrat vključeni v promet?	69
Graf 5: Ali menite, da se v Sloveniji zgodi veliko prometnih nesreč?	70
Graf 6: Ali menite, da bi se lahko izognili nekaterim prometnim nesrečam, če bi bili udeleženci v prometu bolj dosledni pri upoštevanju cestno prometnih predpisov?	70
Graf 7: Ali ste kdaj bili udeleženi v prometni nesreči?	71
Graf 8: Kaj od navedenega se vam zdi, da je najpogostejši vzrok za prometne nesreče?	71
Graf 9: Ali menite, da se večina ljudi drži cestno prometnih predpisov?	72
Graf 10: Ali menite, da bi se ljudje bolj držali cestno prometnih predpisov, če bi jih nekaj na to dodatno opozarjalo?	73
Graf 11: Kateri načini opozarjanja na cestno prometne predpise se vam zdijo najprimernejši oziroma najbolj učinkoviti?	73
Graf 12: Ali se trudite, da s svoje strani zagotovite varnost v prometu?	74

Uporabljene kratice

API	ang. Application Programming Interface – vmesnik za komunikacijo med različnimi aplikacijami
CPU	ang. Central Processing Unit – centralna procesna enota
eMMC	ang. Embedded Multi-Media Card – majhna pomnilna naprava s flash pomnilnikom in enostavnim pomnilniškim vezjem
GPS	ang. Global Positioning System – globalni sistem za določanje položaja
GPU	ang. Graphics Processing Unit – grafična procesna enota
MIT	ang. Massachusetts Institute of Technology – Tehnološki inštitut Massachusettsa
RAM	ang. Random Access Memory – pomnilnik z naključnim dostopom
NMEA	ang. National Marine Electronics Association – protokol in format za komunikacijo z GPS napravami
RPi	Raspberry Pi – mikroračunalnik, ki ga je razvilo podjetje Raspberry Pi Foundation
SoC	ang. System on a Chip – integrirano vezje, ki združuje večino ali vse komponente elektronskega sistema

1 Uvod

V zadnjih letih lahko na vseh področjih življenja zaznamo izjemno hiter tehnološki razvoj, kar se seveda kaže tudi na področju prometa. Že več desetletij nazaj so se za potrebe vojske začele razvijati različne GPS naprave, ki so danes postale nepogrešljivi del življenj, ne le, ko smo v vlogi udeleženca v prometu, temveč tudi v športu, za zabavo, za ohranjanje spominov o obiskanih lokacijah, sledenju vremenskih napovedi in podobno. Načinov uporabe je nešteto mnogo, nas pa je zanimalo, kako bi lahko GPS napravam dodali še kakšno dodatno vrednost ali način uporabe, ki bi kakorkoli pripomogel življenju večjega števila ljudi in doprinesel k nadaljnjemu tehnološkemu razvoju.

Ker so GPS naprave danes vgrajene v skoraj vsa osebna in tovorna vozila, smo se odločili, da se bomo poglobili v to, kako lahko s pomočjo GPS naprav izboljšamo prometno varnost in zmanjšamo število prometnih nesreč, ki jih je zaradi povečanega števila udeležencev v prometu vedno več.

1.1 Opredelitev problema

Zaradi vedno gostejšega prometa na vseh cestno prometnih povezavah se povečujejo možnosti za nastanek nesreč, ki povzročajo zastoje v prometu, poškodbe ljudi in infrastrukture ter smrtne žrtve. Z željo, da bi se takšnim nezgodam izognili ali jih vsaj omejili, smo se odločili, da bomo s pomočjo GPS naprave in drugih pripomočkov ustvarili izdelek ali vsaj prototip, ki bo ponazarjal realno rešitev problema varnosti v prometu.

V samem začetku raziskovanja smo z brskanjem po spletnih virih ugotovili, da je med najpogostejšimi vzroki za prometne nesreče na slovenskih cestah omenjena prekomerna hitrost, ki je največkrat povezana še z neprimerno varnostno razdaljo.

Ugotovitev nas je privedla do ideje, da bomo s pomočjo GPS naprave merili hitrost avtomobila in spremljali njegovo lokacijo. Na podlagi teh podatkov bomo na povezan LED zaslon, ki bo v zadnjem delu avtomobila, izpisovali priporočeno varnostno razdaljo za voznike za nami. Zaslon bo povezan z mikroprocesorjem Raspberry Pi, ki bo obdelal podatke iz GPS naprave in laserskega senzorja na zadnjem delu avtomobila, s katerim bomo merili oddaljenost našega vozila od tistih za nami. Ideja o izdelavi tovrstnega izdelka se nam je zdela vsesplošno uporabna in učinkovita, predvsem pa smo jo vzeli kot izziv, saj podobnih sistemov na spletu nismo našli in smo upali, da bo predstavljala nekakšno novost.

1.2 Hipoteze

Pred začetkom raziskovanja smo si postavili nekaj hipotez, ki jih bomo lahko na koncu potrdili ali ovrgli.

Hipoteza št. 1: Z uporabo GPS naprave bomo lahko vsaj v teoriji pripomogli k izboljšanju varnosti v prometu.

Hipoteza št. 2: Na trgu je veliko ponudnikov GPS naprav in storitev, zato ne bomo imeli težav z izbiranjem ustreznih pripomočkov za izdelavo našega izdelka.

Hipoteza št. 3: Udeleženci v prometu bi se bolj držali cestno prometnih predpisov, če bi jih na to nekaj ves čas dodatno opozarjalo.

Hipoteza št. 4: Kot najpogostejši vzrok za prometne nesreče bo med anketiranci izbrana neprimerno hitrost.

1.3 Cilji raziskovalne naloge

Cilj naše raziskovalne naloge je preučiti in ovrednotiti učinkovitost GPS tehnologije pri povečevanju varnosti v prometu ter poiskati način uporabe, ki bi bil v prometu splošno uporaben in ga lahko tudi sami realiziramo ali izdelamo vsaj prototip naše ideje. Zraven smo želeli vključiti tudi svoje znanje s področja računalništva, zato smo se odločili, da bomo sistem zgradili na mikroračunalniku Raspberry Pi.

Cilji v teoretičnem delu:

- predstaviti osnove delovanja in bistvene značilnosti GPS sistemov;
- predstaviti uporabljene komponente in programsko opremo;
- predstaviti Raspberry Pi;
- povzeti promet in prometno varnost.

Cilji v empiričnem delu:

- izdelati sistem, ki bo na temeljih GPS naprave pripomogel k varnosti v prometu;
- implementirati sistem za testiranje v realnih okoliščinah;
- analizirati, kaj o raziskovani temi menijo drugi.

1.4 Metode raziskovanja

Za osnovo svoje raziskovalne naloge in teoretične podlage smo za pridobivanje informacij uporabili metodo namizne raziskave, s katero smo zajeli in pregledali različne obstoječe vire na spletu. Raziskovanje je torej potekalo z analiziranjem literature, blogov, strokovnih člankov in statističnih raziskav. Na osnovi tega smo si zastavili hipoteze in oblikovali cilje raziskovalne naloge.

V fazi načrtovanja izdelka smo uporabili podatke iz različnih spletnih mest. Za izbiranje ustreznih pripomočkov smo morali opraviti tudi raziskavo trga ter pregledati različne ponudbe naprav in storitev. Opravljali smo veliko testiranj našega prototipa sistema za opozarjanje na varnostno razdaljo.

Pripravili smo tudi anketni vprašalnik, s katerim smo želeli bolje spoznati, kaj ljudje menijo o varnosti v prometu, kako sami kot prometni udeleženci skrbijo za ohranjanje varnosti na cestah in kako mislijo, da bi lahko z uporabo GPS naprav varnosti tudi povečali.

2 Globalni sistem za določanje položaja

Globalni sistem pozicioniranja (ang. Global Positioning System) ali bolje poznan pod kratico GPS, je globalni satelitski navigacijski sistem vlade Združenih narodov, ki ga upravljajo vesoljske sile Združenih držav Amerike in uporabnikom omogoča natančno določanje geografskega položaja, merjenje časa, hitrosti in smeri gibanja. Največkrat je uporabljen za navigacijo vozil ter beleženje lokacije v različnih poslovnih, vojaških in navadnim uporabnikom namenjenih aplikacijah.

2.1 Zgodovina GPS-a

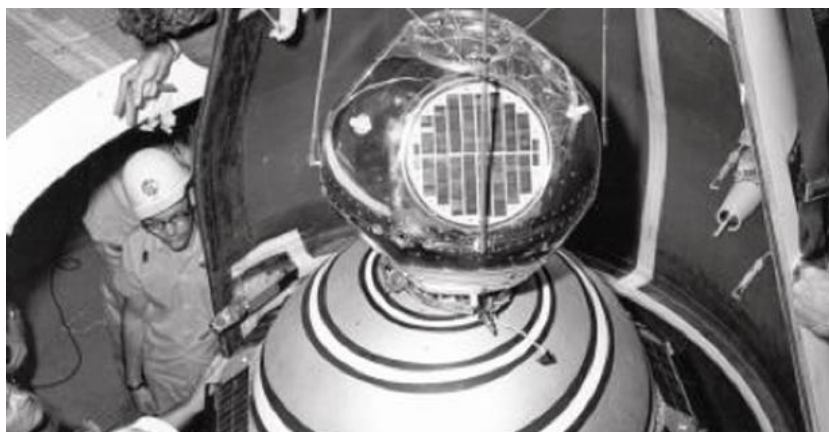
Koncept GPS-a si je v osnovi zamislil Ivan Gettling, prvo pa ga je za potrebe vojske razvilo Vojno letalstvo Združenih držav Amerike. Sama ideja se je v Sovjetski zvezi pojavila že leta 1957, z izstrelitvijo satelita Sputnik 1, ki se je prvi uspešno vključil v orbito. Med kroženjem okoli Zemlje je skupina znanstvenikov na Univerzi Johnsa Hopkinsa zasledila nenavaden pojav: frekvenca radijskih signalov, ki jih je oddajal satelit, se je s približevanjem povečevala, z oddaljevanjem pa je bila vedno nižja. Gre za fizikalni pojav, poznan kot Dopplerjev efekt, kjer zaradi gibanja vira, opazovalca ali obeh, nastane navidezna razlika v valovni dolžini. S pomočjo radijskih frekvenc, ki jih je satelit oddajal, so lahko začeli slediti gibanju Sputnika. Teorijo Dopplerjevega pojava so razširili še v novo idejo: če je lahko lokacija satelita določena s pomočjo razlike v frekvenci radijskih signalov na Zemlji, potem je lahko tudi lokacija sprejemnika na tleh določena s pomočjo oddaljenosti od satelita.



Slika 1: Sputnik 1 - prvi umetni satelit v vesolju.¹

¹ Vir: https://img.zeit.de/zeit-wissen/2023/01/04-10-57-bild-8/wide__1300x731

Na podlagi tega principa je Agencija za napredne obrambne analize ZDA leta 1958 izdelala prvi globalni sistem za določanje položaja, poimenovan Transit. Prvi satelit tega projekta je bil izstreljen leta 1960, deloval pa je po konceptu, zasnovanem v Laboratoriju za uporabno fiziko Univerze Johns Hopkins. V prvi vrsti je bil namenjen navigaciji za vojsko in mornarico. Transit je deloval do leta 1996, ko so ga na Obrambnem ministrstvu zamenjali z današnjim GPS sistemom.



Slika 2: Prvi satelit sistema Transit.²

Sprva je sistem sestavljalo le 24 satelitov, vendar se je za potrebe večje natančnosti število satelitov čez čas povečevalo. Javna uporaba sistema se je začela šele v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, po strmoglavljenju plovila Korean Air Lines 007, zaradi česar je ameriški predsednik Ronald Reagan naznanil, da bo GPS na voljo za civilno uporabo, izboljšanje navigacije in večjo varnost zračnega prometa. Znotraj vlade je zrasla tudi zaskrbljenost, da se bo GPS začel uporabljati proti ZDA.

Kot rešitev se je obrambno ministrstvo odločilo prilagoditi sistem tako, da bo za nevojaške namene manj natančen in bodo preprečili kakršno koli uporabo s strani sovražnikov. Izvedli so tako imenovano selektivno razpoložljivost.

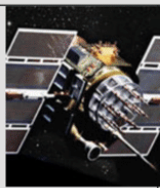
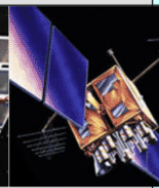
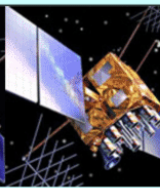
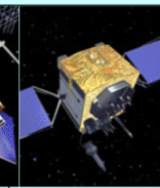
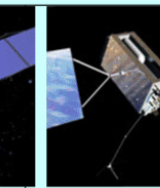
GPS sistem je pokrival vedno večji del ozemlja, prav tako pa se je povečala tudi dostopnost s strani civilistov. Leta 1999 se je tehnologija GPS prvič pojavila tudi v mobilnem telefonu Benefon Esc!, sledili pa so mu tudi drugi proizvajalci. GPS sprejemniki so se začeli pojavljati tudi v avtomobilih. Leta 2000 je ameriška vlada odobrila načrte za dodajanje treh dodatnih GPS signalov za civilne namene. Končali so tudi program "selektivne razpoložljivosti", ki je zmanjševal natančnost za civilne uporabnike GPS.

² Vir: https://www.darpa.mil/DDM_Gallery/1960b_TransitSatellite_619x316.jpg

Cene GPS sprejemnikov in čipov so padle s približno 3000 USD na 1,50 USD. Povečanje natančnosti skupaj z znižanjem stroškov je povzročilo eksponentno rast uporabe GPS naprav za navigacijo v avtomobilih, uporabo v pomorskem prometu, jadranju in drugih industrijah.

Danes v orbiti kroži 31 GPS satelitov, od katerih mora 24 delovati ves čas. Razporejeni so v šest enakomernih orbitalnih ravnin, ki obdajajo Zemljo. Vsaka ravnino sestavljajo štirje sateliti. Tovrstna postavitev zagotavlja 95% procentno razpoložljivost GPS storitev kjerkoli po svetu. Dodatni sateliti lahko povečajo zmogljivost sistema, vendar se ne štejejo kot del osnovne konstelacije. Leta 2011 so letalske sile ZDA uspešno izvedle konstelacijo »Expandable 24«, v katero so dodali tri satelite in tako dosegli postavitev 27 satelitov, ki pokriva še večji del Zemlje.

Sateliti so se skozi desetletja izboljševali, zato so v orbiti različne generacije satelitov, ki so jih poimenovali »Block« (Slika 3).

Legacy Satellites		Modernized Satellites		
				
Block IIA	Block IIR	Block IIR (M)	Block IIF	GPS III
6 Operational	12 Operational	7 Operational	6 Operational	Now in Production
▪ Coarse Acquisition (C/A) code on L1 frequency for civil users ▪ Precise P(Y) code on L1 & L2 frequencies for military users ▪ 7.5-year design lifespan ▪ Launched in 1990-1997	▪ C/A code on L1 ▪ P(Y) code on L1 & L2 ▪ On-board clock monitoring ▪ 7.5-year design lifespan ▪ Launched in 1997-2004	▪ All legacy signals ▪ 2nd civil signal on L2 (L2C) ▪ New military M code signals for enhanced jam resistance ▪ Flexible power levels for military signals ▪ 7.5-year design lifespan ▪ Launched in 2005-2009.	▪ All Block IIR (M) signals ▪ 3rd civil signal on L5 frequency (L5) ▪ Advanced atomic clocks ▪ Improved accuracy, signal strength, and quality ▪ 12-year design lifespan ▪ Launched since 2010.	▪ All Block IIF signals ▪ 4th civil signal on L1 (L1C) ▪ Enhanced signal reliability, accuracy, and integrity ▪ No Selective Availability ▪ Satellites 9+: laser reflectors; search & rescue payload ▪ 15-year design lifespan ▪ Begins launching in 2016.

Slika 3: Generacije GPS satelitov in njihove poglavitne lastnosti.³

(Povzeto po: <https://sl.eferrit.com/zgodovina-globalnega-sistema-za-dolocanje-polozaja-gps/> in <https://aerospace.org/article/brief-history-gps>)

³ Vir:

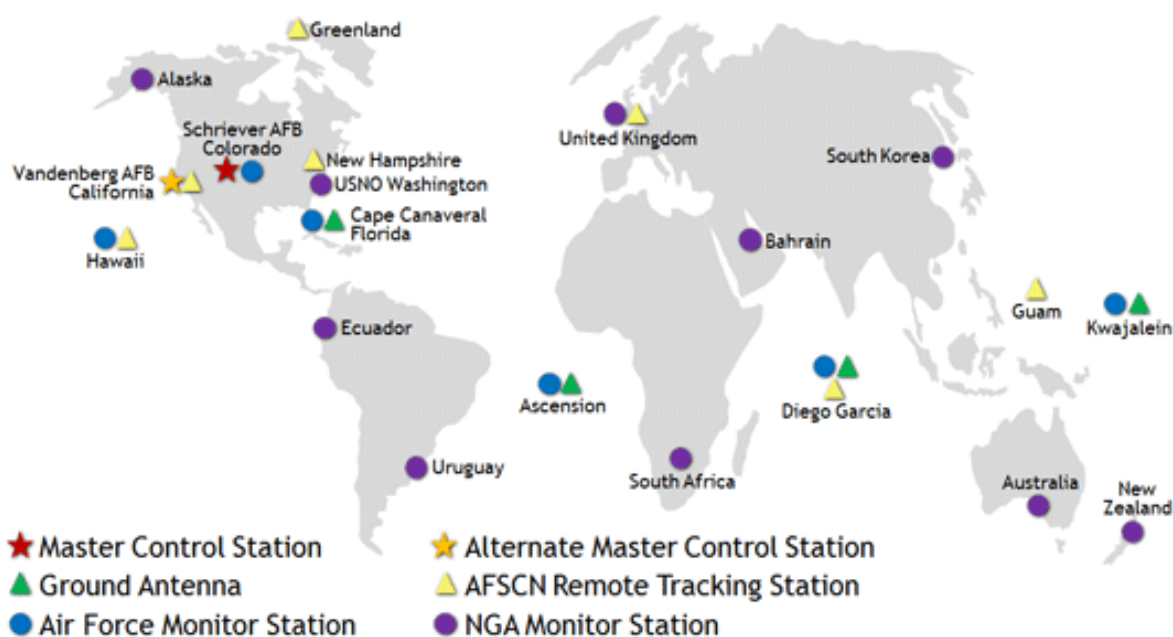
<https://www.researchgate.net/publication/304025457/figure/tbl1/AS:614382786588701@1523491679925/1-Summarizes-features-of-the-current-and-future-generations-of-GPS-satellites-42.png>

2.2 Struktura oziroma segmenti GPS-a

Globalni sistem pozicioniranja je sestavljen iz treh glavnih delov: vesoljskega segmenta, kontrolnega segmenta in sprejemnikov. Vsi deli med seboj sodelujejo in tako zagotavljajo, da so poslani podatki točni in natančni.

Vesoljski segment sestavlja 31 satelitov, ki na višini 20200 kilometrov krožijo okoli Zemlje. Vsak satelit je opremljen z atomsko uro, ki skrbi, da je satelit sinhroniziran z zemeljskimi urami. Sateliti proti Zemlji pošiljajo radijske signale, ki jih prestrezajo sprejemniki.

Kontrolni segment, poimenovan tudi kot zemeljski segment, je kot komponenta zelo podoben radijskim oddajnikom, saj je gre za stolpe z antenami in satelitskimi krožniki. Zemeljski segment je zadolžen za kontrolo nad delovanjem satelitov in sprejemnikov ter ustrezno izmenjavo podatkov med njima. Sestavljen je iz glavne kontrolne postaje, pomožne kontrolne postaje, zemeljskih anten in šestih nadzornih postaj, ki so pod okriljem Vojnega letalstva ZDA (Slika 4).

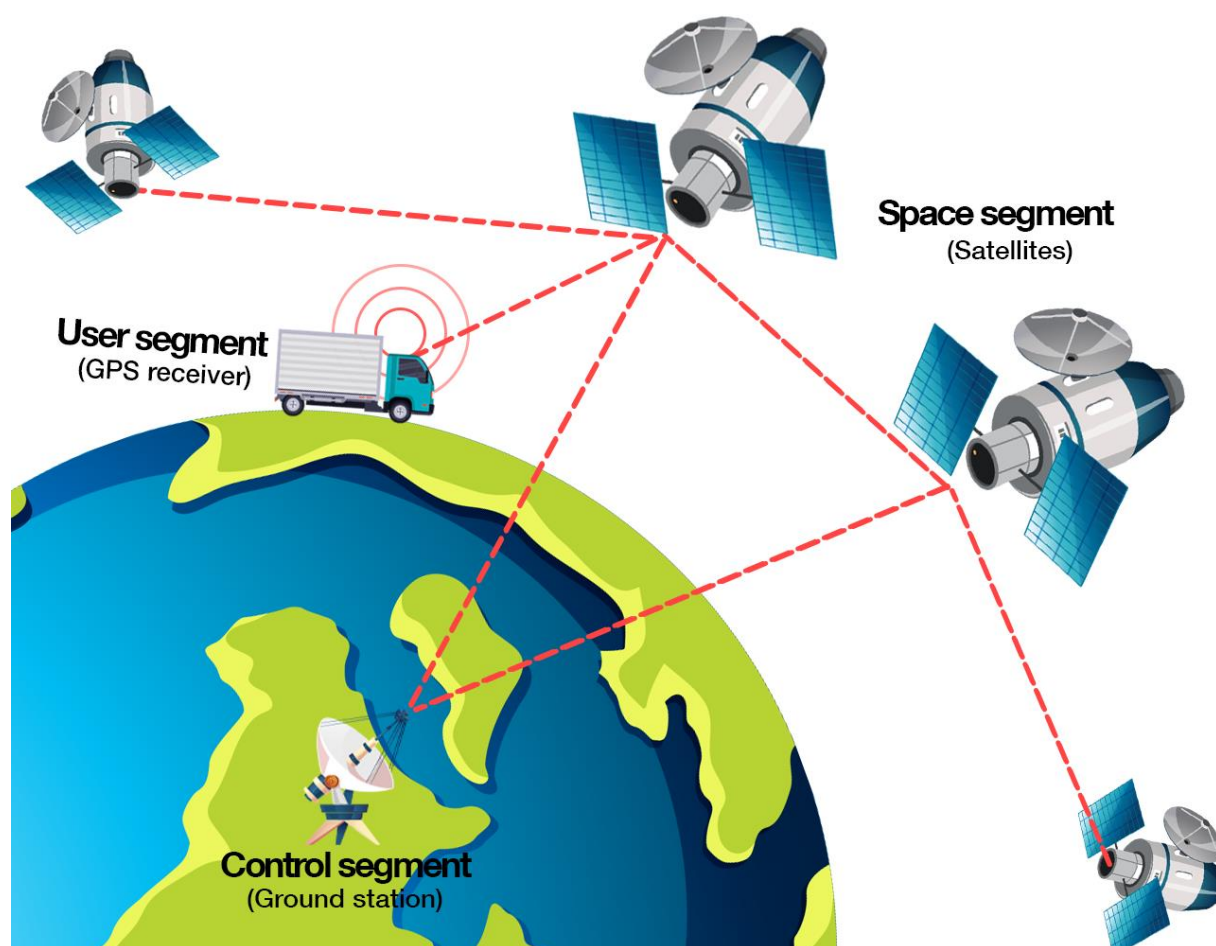


Slika 4: Enote kontrolnega segmenta GPS sistema po svetu.⁴

Med glavne naloge zemeljskega segmenta štejemo sledenje satelitskim postajam v vesolju, analiziranje in nadzorovanje prenesenih podatkov in komuniciranje s sateliti za zagotavljanje čim natančnejših podatkov.

⁴ Vir: <https://www.gps.gov/systems/gps/control/map.png>

Zadnji in najbolj obsežen del GPS sistema predstavlja uporabniški segment. Sestavlja ga sprejemniki, najdeni v skoraj vseh pametnih telefonih, urah, avtomobilih, vremenskih postajah in drugod. Sprejemniki so sestavljeni iz antene in procesorja. Antena je nastavljena na frekvenco, ki jo oddajajo sateliti, procesor pa uporablja trilateracijo, s katero določi lokacijo na površju Zemlje. Vsak sprejemnik mora imeti tudi notranjo uro, ali pa je preko interneta povezan z zunanjo, da lahko zabeleži čas ob katerem je prejel podatke.



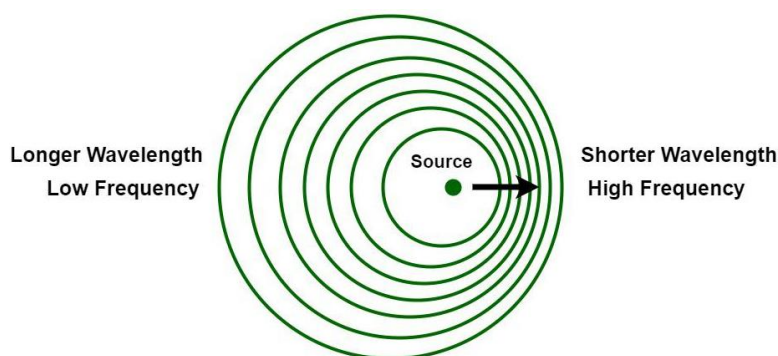
Slika 5: Povezava med segmenti GPS sistema.⁵

(Povzeto po: <https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/what-is-gps/>)

⁵ Vir: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTMyo8zuQByqOM3aM0wrhtPzgUawDd2LRnd1g&usqp=CAU>

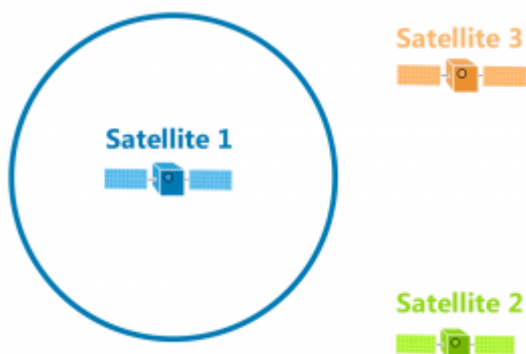
2.3 Delovanje GPS-a

GPS temelji na Dopplerjevem pojavu, pri katerem se zaradi premikanja izvora ali sprejemnika valovanja navidezno spremeni frekvenca valovanja. S pomočjo frekvence se določa razdalja GPS sprejemnika od satelita. Za merjenje razdalje se uporablja sistem trilateracije ali multilateracije. Princip teh dveh načinov delovanja je enak, le da se za multilateracijo uporablja več satelitov. Več kot je satelitov, s katerimi se lahko GPS sprejemnik poveže, bolj natančna je določena lokacija, vendar za običajno uporabo zadostujejo trije sateliti.



Slika 6: Prikaz Dopplerjevega pojava.⁶

Trilateracija za delovanje potrebuje vsaj tri satelite, od katerih prejme signale oziroma podatke, ki jih med sabo primerja. Signali, ki jih oddajajo sateliti, so radijske frekvence, ki ji prestrežejo sprejemniki na Zemlji. Trilateracija poteka tako, da sprejemnik zazna signal enega od satelitov in s tem izračuna razdaljo med njima. Tako lahko vemo, da se GPS sprejemnik nahaja nekje na tej razdalji okrog satelita. Satelit tako postane središče navidezne krožnice, pri katerem je polmer razdalja med satelitom in GPS sprejemnikom.



Slika 7: Princip trilateracije - pridobivanje signala prvega satelita.⁷

⁶ Vir: <https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/20221014183143/de.jpg>

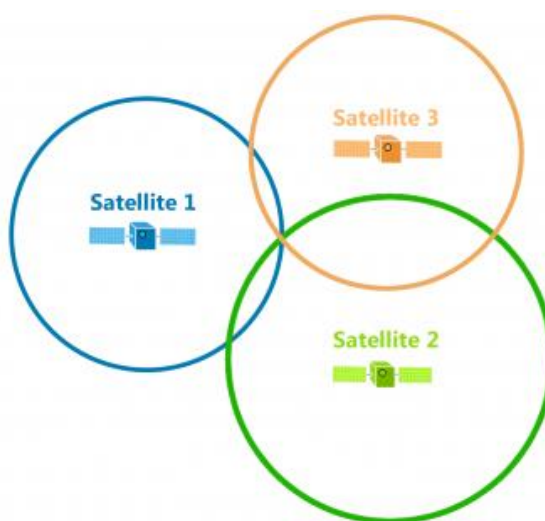
⁷ Vir: <https://gisgeography.com/wp-content/uploads/2016/11/Trilateration-2-425x308.png>

Ko GPS sprejemnik prejme signal od drugega satelita, se postopek ponovi, le da sta tokrat znani že dve razdalji. Lokacija sprejemnika se lahko nahaja v preseku dveh navideznih krožnic.



Slika 8: Princip trilateracije - pridobivanje signala drugega satelita.⁸

Končna lokacija se določi s tretjim satelitom. Vsak od treh satelitov je središče svoje krožnice, skupno presečišče pa predstavlja lokacijo GPS sprejemnika.



Slika 9: Princip trilateracije - pridobivanje signala vseh treh satelitov in določanje lokacije.⁹

(Povzeto po: <https://sl.eyewated.com/trilateracija-v-gps/> in <https://gisgeography.com/trilateration-triangulation-gps/>)

⁸ Vir: <https://gisgeography.com/wp-content/uploads/2016/11/Trilateration-3-425x308.png>

⁹ Vir: <https://gisgeography.com/wp-content/uploads/2016/11/Trilateration-4-425x308.png>

2.4 Podobni sistemi

GPS je le eden iz med globalnih navigacijskih sistemov (ang. Global Navigation Satellite System – GNSS), razvit s strani ZDA, nekatere druge države pa uvajajo tudi svoje sisteme.

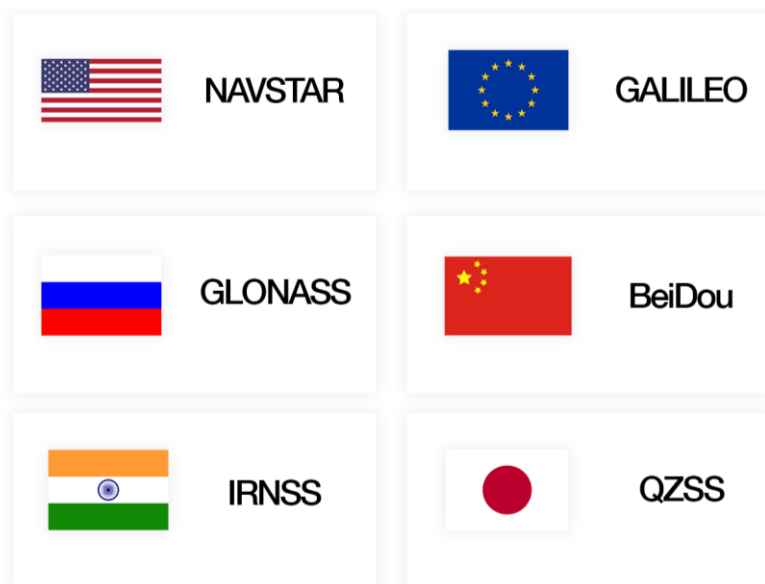
BeiDou ali BDS je GNSS v lasti in upravljanju Ljudske republike Kitajske. Projekt BDS je začel uradno delovati leta 2020, sestavlja pa ga 35 satelitov. Glede natančnosti naj bi bil boljši kot GPS, vendar je natančnost omejena na vojaške namene.

GALILEO je v lasti in upravljanju Evropske unije, njegove storitve pa so na voljo od leta 2016. Deluje s konstelacijo 22 satelitov.

GLONASS (rusko: Globalnaya Navigazionnaya Sputnikovaya) je v lasti Ruske federacije, sestavljen pa je iz konstelacije 24 satelitov. Po natančnosti in površini, ki jo pokriva, se lahko iz med vseh najbolj primerja z GPS-om.

NavIC (Navigation Indian Constellation) je regionalni GNSS v lasti in upravljanju indijske vlade. Pred letom 2016 se je imenoval IRNSS. Zasnovan je za pokrivanje indijske regije in 1500 km okoli indijske celine. Sistem je sestavljen iz 7 satelitov.

QUASI-ZENITH SATELLITE SYSTEM (QZSS) je regionalni GNSS v lasti japonske vlade in dopolnjuje GPS za boljšo pokritosti v vzhodni Aziji in Oceaniji. Leta 2018 je Japonska razglasila uradni začetek storitev QZSS s 4 delujočimi sateliti.



Slika 10: Različni sistemi za določanje položaja.¹⁰

(Povzeto po: <https://www.gps.gov/systems/gnss/>)

¹⁰ Vir: <https://www.onelap.in/blog/wp-content/uploads/2019/11/Navigation-system-around-the-world.png>

3 Uporabljena programska oprema, orodja, naprave in storitve

3.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi (okrajšano RPi) je cenovno dostopen mikroprocesor, glede na zmogljivost bi lahko rekli tudi mikroračunalnik, ki vsem vrstam uporabnikov ponuja vse glavne funkcionalnosti osebnih računalnikov, od brskanja po spletu, predvajanja multimedijskih vsebin, urejanja besedil in programske kode ter igranja sistemu prilagojenih iger. Podpira tudi povezovanje z vsemi osnovnimi perifernimi napravami, kot so tipkovnica, miška, zaslon in zvočniki.

Razvili so ga v podjetju in dobrodelni organizaciji Raspberry Pi Foundation, ki je bila ustanovljena leta 2009 v Združenem kraljestvu. Njihov namen je bil približati računalništvo, programiranje in tehnologijo med vse ljudi iz različnih okolij in z različnimi stopnjami strokovnega znanja. Motilo jih je, da kljub svetovnemu tehnološkemu napredku in dejstvu, da danes skoraj vse temelji na tehnologiji, računalniki še vedno niso dostopni v počasi ali slabše razvijajočih državah. Ravno to neravnovesje je vzbudilo željo po nastanku cenovno dostopnega, a vseeno dovolj zmogljivega računalnika Raspberry Pi.



Slika 11: Logotip Raspberry Pi.¹¹

(Povzeto po: <https://www.spiceworks.com/tech/networking/articles/what-is-raspberry-pi/>)

3.1.1 Opis

Osnovni mikroračunalnik Raspberry Pi, ki ga kupimo od ponudnika, je sestavljen iz vseh ključnih komponent računalnika, seveda brez dodatnih perifernih naprav in notranjega pomnilnika. Za delovanje potrebuje SD spominsko kartico, na kateri je naložena ustrezna različica operacijskega sistema Raspberry Pi OS, ki temelji na Linux-u, zaradi česar mikroračunalniki za delovanje porabijo manj pomnilnega prostora.

¹¹ Vir: <https://www.easyedge.io/wp-content/uploads/2021/04/raspberry-pi-1-1-1.png>

3.1.1.1 Napajanje

Ključnega pomena je, da pred uporabo mikroračunalnika zagotovimo zadostno napajanje. Obstaja več različnih modelov Raspberry Pi računalnikov, zato moramo prej ugotoviti, kolikšno napajanje zadostuje za optimalno delovanje izbranega modela. Z razvojem novejših modelov se seveda spreminjajo tudi priključki in vmesniki za napajanje, zato moramo preveriti, da izberemo pravega. Starejši modeli do Raspberry Pi 3 imajo za napajanje integrirane mikro USB vmesnike, naslednji modeli pa uporabljajo USB C vmesnik. Vsi modeli potrebujejo za delovanje napetost 5 V, tok pa z novejšimi modeli narašča in se giba od 0,7 A do 3 A. Točna količina potrebnega toka je odvisna tudi od tega, katere in koliko naprav priključimo na Raspberry Pi. Spodnja tabela prikazuje tipične zahteve napajanja za vsak Raspberry Pi model.

Tabela 1: Zahteve napajanja različnih Raspberry Pi modelov.¹²

Model	Priporočen tok napajanja	Največja skupna poraba perifernega USB toka	Povprečna poraba aktivnega toka brez plošče
RPi 1 Model A	700 mA	500 mA	200 mA
RPi 1 Model B	1.2 A	500mA	500 mA
RPi 1 Model A+	700 mA	500 mA	180 mA
RPi 1 Model B+	1.8 A	1.2 A	330 mA
RPi 2 Model B	1.8 A	1.2 A	350 mA
RPi 3 Model B	2.5 A	1.2 A	400 mA
RPi 3 Model A+	2.5 A	Omejena glede na moč napajalne enote.	350 mA
RPi 3 Model B+	2.5 A	1.2A	500 mA
RPi 4 Model B	3.0 A	1.2 A	600 mA
RPi 400	3.0 A	1.2 A	800 mA
RPi Zero	1.2 A	Omejena glede na moč napajalne enote.	100 mA
RPi Zero W	1.2 A	Omejena glede na moč napajalne enote.	150 mA
RPi Zero 2 W	2 A	Omejena glede na moč napajalne enote.	350 mA

¹² Vir: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html#power-supply>:~:text=are%20shown%20below.,Product,350mA,-From%20the%20Raspberry

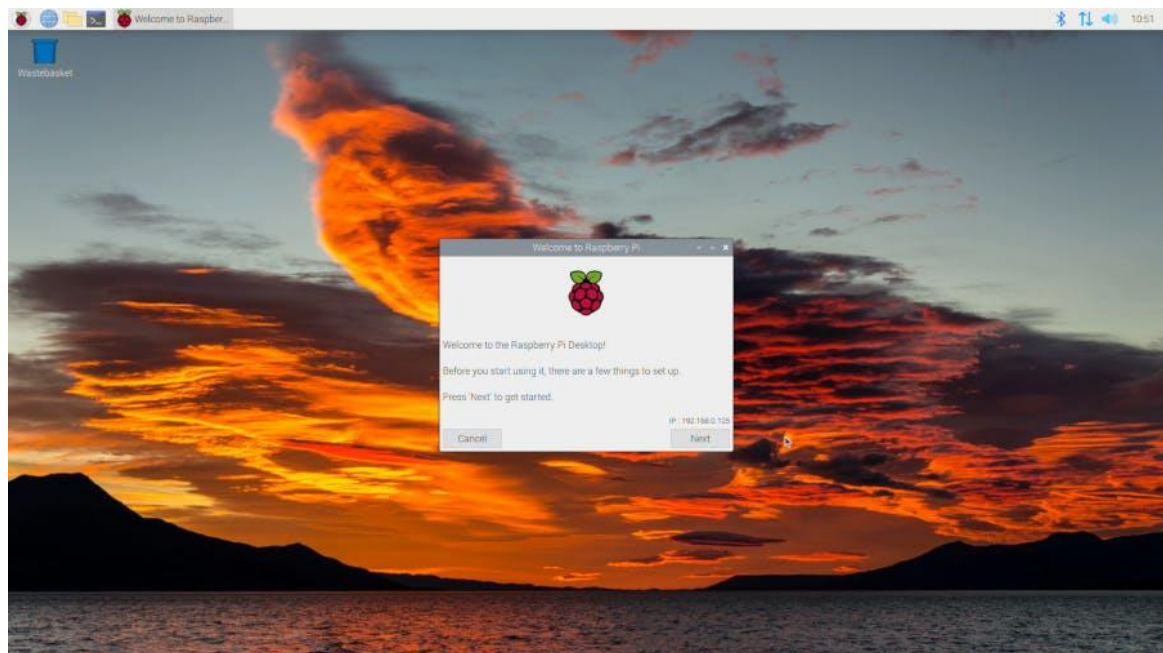
3.1.1.2 Operacijski sistem

Raspberry Pi računalniki za zagon potrebujejo SD ali mikro SD kartico, kar se razlikuje od modela, na katero moramo pred začetkom uporabe namestiti želen operacijski sistem Raspberry Pi OS. Kapaciteta SD kartice mora biti za uspešno namestitev operacijskega sistema vsaj 8 GB, če pa namestimo tako imenovano Lite (»lažjo«) različico operacijskega sistema, ki za delovanje uporablja manj pomnilnega prostora in drugih virov, pa zadostuje SD kartica s kapaciteto 4 GB.

Poleg osnovnih različic Raspberry Pi operacijskega sistema, ki jih ponujajo na uradnem Raspberry Pi spletišču, lahko namestimo tudi operacijske sisteme drugih proizvajalcev:

- več kot 20 različnih distribucij operacijskih sistemov, ki temeljijo na Linux-u (Alpine Linux, Android Things, CentOS, Debian, Fedora, Gentoo Linux, Kali Linux, Ubuntu ...),
- tri distribucije BSD operacijskih sistemov (FreeBSD, NetBSD in OpenBSD),
- Windows 10 IoT Core, Haiku, RISC OS Pi in drugi.

Vsi Raspberry Pi OS operacijski sistemi kot osnovna programska jezika podpirajo Python in Scratch, razvita pa je tudi podpora za veliko drugih programskih jezikov.



Slika 12: Raspberry Pi OS.¹³

¹³ Vir:

https://hackster.imgix.net/uploads/attachments/1381275/image_nZIpnjnlUU.png?auto=compress%2Cformat

Raspberry Pi 2 različice V1.1 so uporabljale sistem Broadcom BCM2836 Soc z 32 bitnim procesorjem ARM Cortex-A7 s frekvenco delovanja 900 MHz. Procesor je imel štiri jedra in 256 KB predpomnilnik. Naslednje verzije V1.2 so nadgradili s 64 bitnim procesorjem ARM Cortex-A53, ki je prav tako deloval na frekvenci 900 MHz.

Mikroračunalniki Raspberry Pi 3 so osnovani na Broadcom BCM2837 SoC z 64 bitnim in štiri jedrnim procesorjem ARM Cortex-A53, ki ima 512 KB predpomnilnika. V modelu B deluje procesor s frekvenco 1,2 GHz, pri modelih A+ in B+ pa s frekvenco 1,4 GHz.

Raspberry Pi 4 uporablja že precej bolj zmogljiv sistem Broadcom BCM2711 SoC s 64 bitnim in štiri-jedrnim ARM Cortex-A72 procesorjem, ki ima delovno frekvenco 1,5 ali 1,8 GHz in 1 MB velik predpomnilnik. Za razliko od prejšnjih modelov, ki so uporabljali prekinitveni krmilnik po meri, je prekinitveni krmilnik na tem SoC združljiv z arhitekturo 2.0 ARM Generic Interrupt Controller (GIC), ki zagotavlja strojno podporo za distribucijo prekinitev pri uporabi virtualizacijskih zmogljivosti ARM procesorjev. Virtualizacija procesorja omogoča, da procesor navidezno razdelimo na več virtualnih procesorjev.

Modela RPi Zero in Zero W uporabljata enak Broadcom BCM2835 SoC kot Raspberry Pi 1, le da se je izboljšala hitrost delovanja, ki znaša 1 GHz. Za RPi W2 so pri podjetju Raspberry Pi razvili poseben sistemski nabor RP3A0-AU, ki vsebuje 64 bitni procesor ARM Cortex A53 s procesorsko hitrostjo 1 GHz in 512 MB predpomnilnika. Tudi RPi Pico uporablja njihov sistem RP2040 z 32 bitnim dvojedrnim procesorjem ARM Cortex-M0+, ki deluje s 133 MHz.



Slika 14: Procesor Broadcom na Raspberry Pi 4 Model B.¹⁵

¹⁵ Vir: <https://hackaday.com/wp-content/uploads/2021/09/new-pi-chip-featured.jpg>

3.1.1.4 RAM

Začetna modela RPi A in B sta imela le 256 MB RAM pomnilnika, vendar se je kapaciteta čez leta izboljševala. RPi 2, RPi 3 Model A+, RPi Zero in RPi Zero W imajo 512 MB RAM pomnilnika, novejši modeli RPi 3 pa so imeli 1 GB. Najnovejši, RPi 4, pa je na voljo z 1, 2, 4, ali 8 GB RAM pomnilnika, katerega kapaciteto si lahko uporabnik glede na svoje zahteve izbere sam.



Slika 15: RAM pomnilnik na Raspberry Pi.¹⁶

3.1.1.5 Omrežno povezovanje

Modeli RPi 1 A, A+ in RPi Zero se lahko v omrežje povežejo le preko zunanjega USB vmesnika, ki ga povežemo na Ethernet ali Wi-Fi adapter. RPi Model B in B+ že imata vgrajen ethernet priključek, vsi naslednji modeli pa imajo poleg ethernet priključka še lastni brezžični vmesnik, preko katerega se povežejo v omrežje. Modeli RPi 4 podpirajo poln gigabit Ethernet prenos, kar pomeni 1000 Mb/s.

3.1.1.6 Periferne naprave

Za upravljanje in delanje z RPi so potrebne osnovne periferne naprave, ki si jih morajo uporabniki priskrbeti sami. Za prikazovanje slike in grafični nadzor nad dogajanjem služi monitor ali televizijski zaslon, za katerega je potrebno zagotoviti ustrezen priključek, ki je kompatibilen z uporabnikovim Raspberry Pi modelom. Poleg zaslona sta potrebni tudi tipkovnica in miška s katerimkoli standardnim USB priključkom, delujejo pa tudi z brezžično povezavo. Na voljo je tudi mnogo dodatkov (Slika 16).

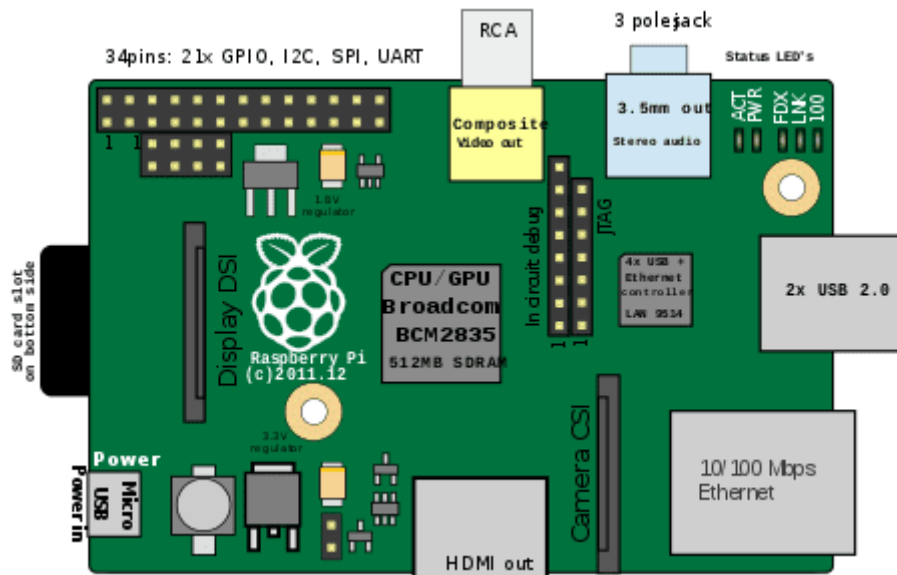
¹⁶ Vir:

https://cdn.shopify.com/s/files/1/0176/3274/files/20200619_150545_copy_1612x1209_1_grande.jpg?v=1592575767

3.1.3 Različni modeli

Uptonova ideja je bila, da zasnuje dva različna modela: A, ki bi bil cenovno dostopnejši, in B, pri katerem je poudarek na hitrosti in učinkovitosti delovanja.

Prvi model, ki je leta 2012 vstopil na trg, je bil Raspberry Pi 1 Model B.



Slika 17: Raspberry Pi 1 Model B.¹⁸

Tabela 2: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 1 Model B.¹⁹

Raspberry Pi 1 Model B komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	Broadcom BCM2835 SoC, 700MHz ARM1176JZF-S
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	26 nógic
RAM	512 MB
Vhodno/Izhodne priključki	2 2.0 USB priključka, 1 HDMI priključek
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	SD kartica

¹⁸ Vir: <https://raspberrypi.com/wp-content/uploads/2018/12/raspberrypi-a.png>

¹⁹ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

Po dveh letih so na trgu predstavili novo različico RPi 1 Model B v obliki razširitvene kartice, ki je bila namenjena uporabi v industrijskih projektih, specifikacije pa so ostale enake kot pri prvi različici.



Slika 18: Raspberry Pi Compute Module 1.²⁰

V istem letu so razvili minimalistično različico RPi 1, ki so jo poimenovali Raspberry Pi 1 Model A+, in ima še vedno enake specifikacije, le da so odvzeli Ethernet priključek in pustili le en USB priključek.



Slika 19: Raspberry Pi 1 Model A+.²¹

Kasneje so izdali še izboljšano različico s štirimi USB priključki, poimenovali pa so jo Raspberry Pi 1 Model B+.

²⁰ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-2.png>

²¹ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-3.png>

V februarju 2015 je na trg prišla nova in močno izboljšana generacija Raspberry Pi 2.

Pri RPi 2 Model B so povečali količino RAM pomnilnika in uporabili mnogo boljši štirijedrni procesor s frekvenco delovanja 900 MHz, kar je omogočilo uporabo namiznih aplikacij in programov na napravi. Poleg izboljšane procesorske moči so povečali tudi število GPIO nogic ter dodali analogni vtič za predvajanje zvoka in Ethernet priključek za povezovanje v omrežje.



Slika 20: Raspberry Pi Model 1 B+.²²

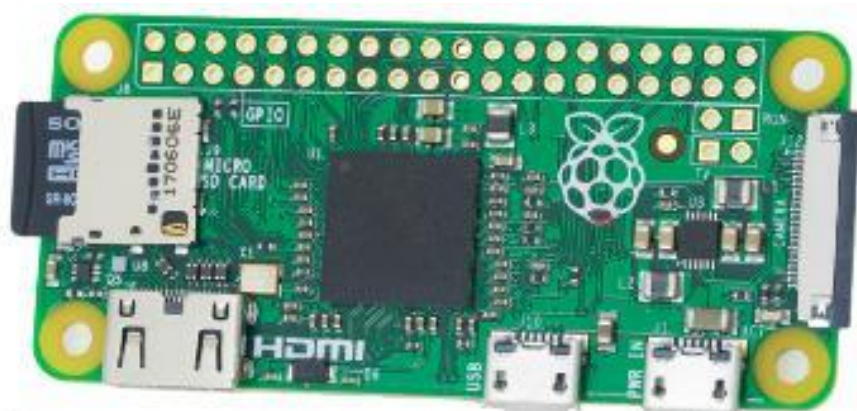
Tabela 3: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 2 Model B.²³

Raspberry Pi 2 Model B komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	900MHz Broadcom BCM2836 štirijedrni ARM Cortex-A7
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	1 GB
Vhodno/Izhodni priključki	4 USB priključki, HDMI port, vmesnik za kamero
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD kartica

²² Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-4.png>

²³ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

V letu 2015 je za kupce, ki si niso mogli privoščiti nobenega od takratnih modelov, postal na voljo model Raspberry Pi Zero, ki je fizično manjši in ima zelo podobne specifikacije kot RPi 1 Model B+. Z modela so vzeli Ethernet priključek, dodali pa so režo za mikro SD kartico, mikro USB priključek in mini-HDMI za priključitev Raspberry Pi zaslona.



Slika 21: Raspberry Pi Zero.²⁴

Tabela 4: Sistemske specifikacije Raspberry Pi Zero.²⁵

Raspberry Pi Zero komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	1GHz enojedrni ARMv6 CPU (BCM2835)
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nopic
RAM	512 MB
Vhodno/Izhodni priključki	Mini HDMI in USB Port
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD

²⁴ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-6.png>

²⁵ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

V letu 2016 je podjetje razvilo izboljšano različico Raspberry Pi 2 Model B v1.2.



Slika 22: Raspberry Pi 2 Model B v1.2.²⁶

Tabela 5: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 2 Model B v1.2.²⁷

Raspberry Pi 2 Model B v1.2 komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	900MHz Broadcom BCM2837 štirijedrni ARM Cortex-A53
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	1 GB
Vhodno/Izhodni priključki	4 USB priključki, HDMI priključek, vmesnik za kamero
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD

²⁶ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-7.png>

²⁷ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

Razvoj je hitro napredoval in še v letu 2016 je bila na voljo nova generacija RPi 3, ki je prinašala mnogo izboljšav, med njimi zmogljivejši procesor z 1.2 GHz frekvenco delovanja, katerega arhitektura je omogočila 64 bitno delovanje sistema.



Slika 23: Raspberry Pi 3 Model B.²⁸

Tabela 6: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 3 Model B.²⁹

Raspberry Pi 3 Model B komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	1.2GHz Broadcom BCM2837 štirijedrni ARM Cortex-A53
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	1 GB
Vhodno/Izhodni priključki	4 USB priključki, HDMI priključek, vmesnik za kamero
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD

²⁸ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-8.png>

²⁹ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

V letu 2017 so Raspberry Pi Zero Model nadgradili v Raspberry Pi Zero W, ki podpira Bluetooth in Wi-Fi povezavo.



Slika 24: Raspberry Pi Zero W.³⁰

Tabela 7: Sistemske specifikacije Raspberry Pi Zero W.³¹

Raspberry Pi Zero W komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	1GHz enojedrni ARMv6 CPU (BCM2835)
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	512 MB
Vhodno/Izhodni priključki	Mini HDMI in USB priključek
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD

³⁰ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-9.png>

³¹ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

Raspberry Pi 3 Model B+ je postal na voljo v letu 2018, uporabljal pa je hitrejši procesor s frekvenco 1.4 GHz in tudi boljši grafični procesor, ki je povišal učinkovitost delovanja programov na napravi. Tudi hitrost omrežne poveztljivosti preko Wi-Fi je poskočila s 2.4 GHz na 5 GHz, hitrost prenašanja preko Ethernet priključka pa na 1000 Mb/s.



Slika 25: Raspberry Pi 3 Model B.³²

Tabela 8: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 3 Model B+.³³

Raspberry Pi 3 Model B+ komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	1.4GHz Broadcom BCM2837B0 štirijedrni ARM Cortex-A53
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	1 GB
Vhodno/Izhodni priključki	4 USB priključki, 1 HDMI priključek, vmesnik za kamero
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD

³² Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-10.png>

³³ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

Raspberry Pi 3 Model A+ je cenejša različica RPi 3 B+ z manjšo količino RAM pomnilnika in hitrostjo procesorja.



Slika 26: Raspberry Pi 3 Model A+. ³⁴

Tabela 9: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 3 Model A+. ³⁵

Raspberry Pi 3 Model A+ komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	1.4 GHz Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bitni SoC
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	512 MB
Vhodno/Izhodni priključki	1 USB priključek, 1 HDMI priključek, vmesnik za kamero
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD

³⁴ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-11.png> /

³⁵ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

Raspberry Pi Compute Module 3+ je v letu 2018 izšel v dveh različnih modelih, ki se razlikujeta po pomnilniku: eden z mikro SD kartico, drugi pa z vgrajenim 4 GB eMMC pomnilnikom.



Slika 27: Raspberry Pi Compute Module 3.³⁶

Tabela 10: Sistemske specifikacije Raspberry Pi Compute Module 3.³⁷

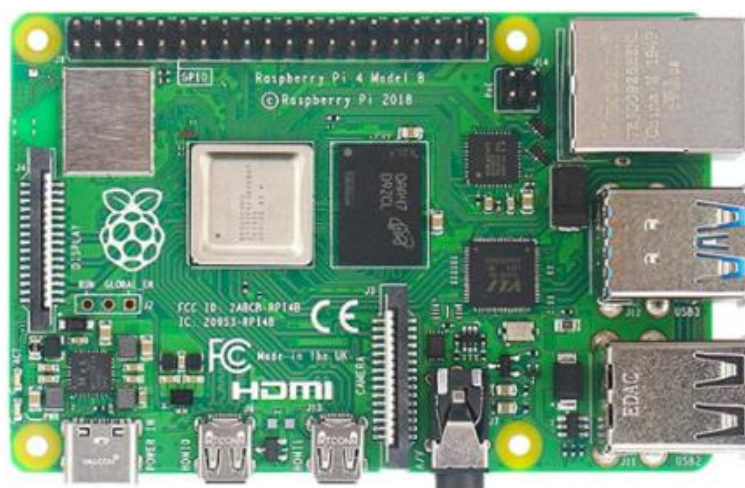
Raspberry Pi Compute Module 3 komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	Broadcom BCM2837 SoC, 1.2GHz ARM
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	1GB RAM
Vhodno/Izhodni priključki	Nima priključkov
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	SD ali 8GB/16GB/32GB eMMC shrambe

³⁶ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-12.png>

³⁷ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

Leta 2019 je nova generacija Raspberry Pi 4 presegla vse prejšnje modele in izjemno izboljšala učinkovitost ter hitrost, poleg tega pa dodala širok izbor dodatnih komponent in priključkov.

Raspberry Pi 4 Model B si lahko uporabnik prilagodi po svojih zahtevah, saj ima na voljo različne količine RAM pomnilnika. K dvema USB priključkoma so dodali tudi Thunderbolt tehnologijo za hitrejši prenos podatkov. Za napajanje so začeli uporabljati USB C priključek.



Slika 28: Raspberry Pi 4 Model B.³⁸

Tabela 11: Sistemske specifikacije Raspberry Pi 4 Model B.³⁹

Raspberry Pi 4 Model B komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	1.5 GHz 64-bitni štirijedrni ARM Cortex-A72 procesor
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	1 GB, 2GB, 4GB in 8GB
Vhodno/Izhodni priključki	2 2.0 USB priključka, 2 3.0 USB priključka, 1 HDMI, vmesnik za kamero
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD

³⁸ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-12.png>

³⁹ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

Na podlagi prejšnjega modela so naredili še rahlo spremenjen Raspberry Pi Compute Model 4, ki ga lahko uporabniki naročijo v 32 različnih kombinacijah in prilagodijo svojim potrebam.



Slika 29: Raspberry Pi Compute Module 4.⁴⁰

Tabela 12: Sistemske specifikacije Raspberry Pi Compute Module 4.⁴¹

Raspberry Pi Compute Module 4 komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	1.5 GHz 64-bitni štirijedrni ARM Cortex-A72 procesor
GPU	Video Core IV Graphics
GPIO	40 nogic
RAM	1 GB, 2GB, 4GB in 8GB
Vhodno/Izhodni priključki	2x 2.0 USB priključka , 2x 3.0 USB priključka, 1 HDMI vhod, vmesnik za kamero
Vir napajanja	Mikro USB ali GPIO
SD reža	Mikro SD

⁴⁰ Vir: <https://linuxhint.com/wp-content/uploads/2021/07/Raspberry-Pi-History-14.png>

⁴¹ Vir: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>

Model, ki ga uporabljamo tudi mi za svoj prototip je Raspberry Pi 400. Gre za samostojen računalnik, ki je osnovan na RPi 4 in je vgrajen v tipkovnico. V njej so vse komponente in priključki, za uporabo sta potrebna le še zaslon in miška.



Slika 30: Raspberry Pi 400.⁴²

Tabela 13: Specifikacije sistema Raspberry Pi 400.⁴³

Raspberry Pi 400 komponente	Sistemske specifikacije
Procesor	Broadcom BCM2711 4x 1.8Ghz 64-bitni
RAM	4 GB DDR4
Omrežje	Gigabit Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth
USB	2 USB 3.0 priključka, 1 USB 2.0 priključek
Zaslon	2 mikro HDMI
GPIO	40 nogic
Dimenzije	286 x 122 x 23 mm

(Povzeto po: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/> in
<https://raspberrypitips.com/raspberry-pi-history/>)

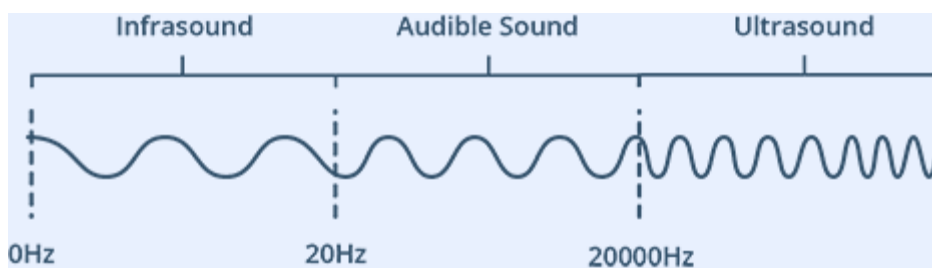
⁴² Vir: <https://raspberrypitips.com/wp-content/uploads/2020/11/rpi400-inside.jpg>

⁴³ Vir: <https://raspberrypitips.com/raspberry-pi-400-released/>

3.2 Ultrazvočni senzor HC-SR04

HC-SR04 je cenovno dostopen, nizko poraben in enostaven ultrazvočni senzor, ki je uporabljen v preprostih projektih za merjenje razdalje med senzorjem in predmeti v bližnji okolici.

Ultrazvok je visokofrekvenčni signal, ki sega nad slušno mejo človeka. Ljudje z ušesi zaznavamo frekvence od 20 Hz do 20000 Hz, pod to mejo se gibljejo nizkofrekvenčni signali, ki jih imenujemo infrazvok, nad to mejo pa se širi že prej omenjeni ultrazvok.



Slika 31: Zvočne frekvence in ultrazvok.⁴⁴

HC – SR04 senzor je sestavljen iz dveh ultrazvočnih pretvornikov. Prvi deluje ko oddajnik, ki pretvori električni signal v ultrazvočne impulze frekvence 40 Hz. Drugi deluje kot sprejemnik in posluša oddane impulze. Ko sprejemnik zazna impulze, proizvede tako imenovani izhodni impulz, katerega širina je sorazmerna z oddaljenostjo predmeta pred njim.

Senzor zagotavlja zaznavanje predmetov, ki so oddaljeni med 2 cm in 400 cm, z natančnostjo meritve na 3 mm. V spodnji tabeli so prikazane še druge tehnične specifikacije senzorja.

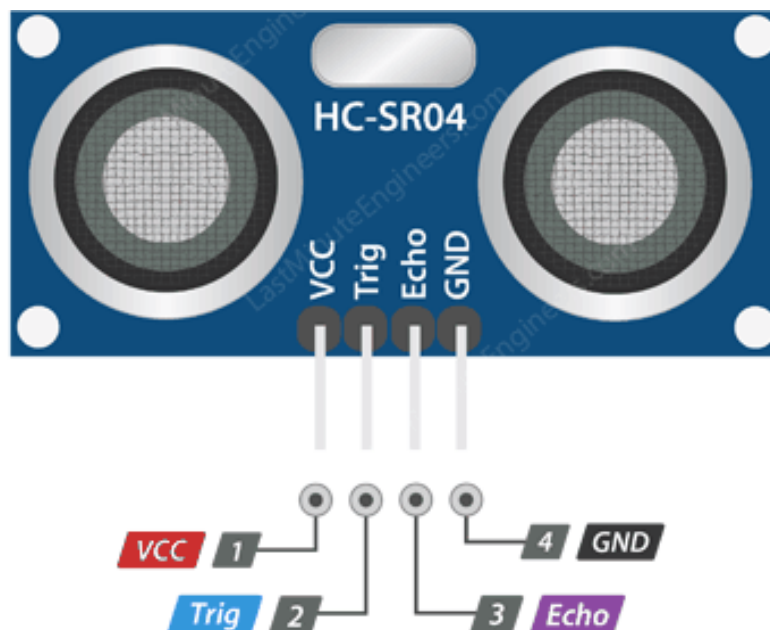
Tabela 14: Tehnične specifikacije senzorja HC-SR04.⁴⁵

Električna napetost	DC 5 V
Električni tok	15 mA
Frekvenca delovanja	40 KHz
Maksimalna razdalja	4 m
Minimalna razdalja	2 cm
Natančnost merjenja	3 mm
Kot merjenja	15 stopinj
Vhodni signal na Trig	10 μ S TTL pulz
Dimenzije	45 x 20 x 15 mm

⁴⁴ Vir: <https://lastminuteengineers.b-cdn.net/wp-content/uploads/arduino/Ultrasonic-Frequency-Range-Spectrum.png>

⁴⁵ Vir: <https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>

Senzor je v osnovi namenjen priključevanju na mikrokrmilnike, kar dosežemo s štirimi nogicami, ki so označene na spodnji shemi (Slika 32).



Slika 32: Nogice za priključitev senzorja HC-SR04.⁴⁶

VCC služi dovajanju napetosti 5 V do senzorja.

Trig (angleško Trigger, slovensko sprožilec) za 10 μ s sproži ultrazvočne impulze.

Echo postavi vrednost na visoko (HIGH ali 5 V), ko sprožilec sproži ultrazvočni impulz, in ostane v tem stanju, dokler ne prejme odbitega ultrazvočnega signala, po katerem se njegova vrednost postavi na nizko (LOW ali 0 V). S pomočjo časa med spremembo stanja na tej nogici, torej od kar se postavi na HIGH do takrat, ko se spremeni na LOW, izračunamo oddaljenost predmeta v bližini senzorja.

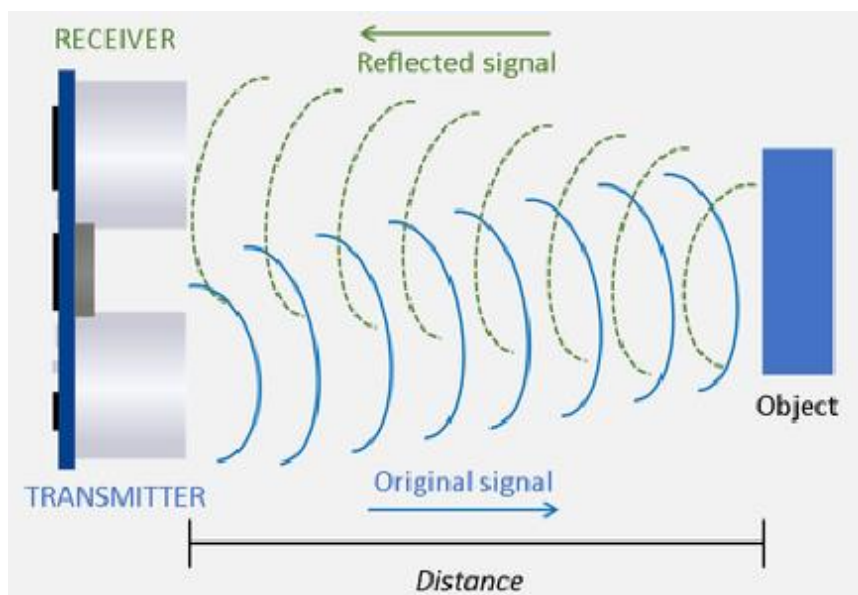
GND predstavlja ozemljitev, torej 0 V.

3.2.1 Delovanje

Ultrazvočni senzor deluje tako, da se stanje na Trig za 10 μ s nastavi na HIGH. Kot posledica senzor odda osem ultrazvočnih impulzov s frekvenco 40 kHz. Vzorec osmih impulzov je posebej zasnovan tako, da lahko sprejemnik brez težav loči oddane impulze od ultrazvočnega hrupa iz okolice. V trenutku, ko začne osem impulzov potovati po zraku, se stanje na Echo postavi na HIGH.

⁴⁶ Vir: <https://lastminuteengineers.b-cdn.net/wp-content/uploads/arduino/HC-SR04-Ultrasonic-Distance-Sensor-Pinout.png>

Če se impulzi ne odbijejo nazaj oziroma se ne vrnejo po 38 ms, pomeni, da pred senzorjem ni nobene ovire, ki bi jo lahko zaznal v svojem merilnem območju. Če se poslani impulzi vrnejo, se stanje na Echo v tistem trenutku postavi na LOW. Na Echo se generira impulz, ki lahko ima širino od 150 μ s do 25 ms, odvisno od tega, koliko časa je bilo potrebnega, da so se signali vrnili do senzorja.



Slika 33: Prikaz delovanja ultrazvočnega senzorja.⁴⁷

3.2.2 Izračun razdalje

Oddaljenost predmeta od senzorja se izpelje iz širine prejetega impulza. Širina impulza je posebno merilo, s katerim izrazimo pretečen čas od začetnega do končnega »roba« posameznega impulza. Enačba za izračun oddaljenosti je izpeljana iz običajne enačbe za računanje poti pri gibanju: pot = hitrost * čas. Hitrost predstavlja hitrost zvoka, ki znaša 340 m/s, čas pa je enak polovični vrednosti širine impulza, saj ta predstavlja skupen čas potovanja od senzorja do objekta in od objekta nazaj do senzorja, torej dvakratno razdaljo. Enačba za izračun razdalje je:

$$\text{oddaljenost objekta} = \text{hitrost zvoka} / (\text{čas potovanja} / 2)$$

(Povzeto po: <https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>)

⁴⁷ Vir:

https://cdn.shopify.com/s/files/1/0559/1970/6265/files/Principle_of_ultrasonic_sensor_480x480.jpg?v=1662816132

3.3 VK-162 G-Mouse USB GPS naprava

VK-162 G-Mouse USB External GPS Navigation Module je zunanji GPS sprejemnik za osebne računalnike in mikroračunalnike Raspberry Pi, ki ga je razvilo švicarsko podjetje U-blox za izdelovanje brezžičnih polprevodnikov in modulov z globalnimi navigacijskimi sistemi. Sprejemnik je podprt le na Windows in Linux operacijskih sistemih, ne pa tudi na Android in iOS. Uporaba sprejemnika je preprosta, saj ne zahteva namestitve posebne programske opreme, podatke pa prejema preko standardnega NMEA formata, s katerim prejmemo podatke, kot so: trenutni čas, datum, zemljepisna širina in dolžina, hitrost premikanja, nadmorska višina in smer premikanja. Sprejema lahko signale različnih navigacijskih sistemov in satelitov: GPS, Galileo in SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN).

Dimenzije sprejemnika so 49mm x 38mm x 16mm, kar je priročno za vse vrste uporabnikov. Na spodnjem delu ohišja je vdelana tudi magnetna plošča za pritrditev sprejemnika na feromagnetne snovi. Sprejemnik deluje v širokem temperaturnem območju, ki znaša od - 40 °C do 80 °C. Položaj lahko določi z natančnostjo do 5 metrov.



Slika 34: GPS naprava VK-162 G-MOUSE USB.⁴⁸

⁴⁸ Vir:

<https://electropeak.com/pub/media/catalog/product/cache/8c20942d16bee0e91a66b7a1a33735cd/s/e/sen-15-007-1.jpg>

3.4 IDLE in IDLE 3

IDLE (ang. Integrated Development and Learning Environment) predstavlja razvojno programsko okolje za programski jezik Python. Izšlo je leta 1998, razvil pa ga je Guido van Rossum, razvijalec Python-a. Funkcije programa so podobne enostavnim urejevalnikom besedila ima pa tudi dodatke za označevanje sintakse in lažje odpravljanje napak, samodejno dopolnjevanje kode in razhroščevalnik.

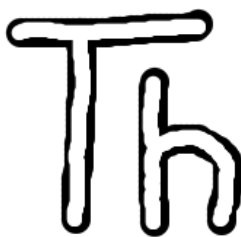
IDLE 3 je programsko okolje napisano za Python 3, ki je novejša različica programskega jezika.



Slika 35: Logotip programskega okolja IDLE.⁴⁹

3.5 Thonny

Thonny je integrirano razvojno okolje za Python, vključeno v Raspberry Pi operacijski sistem. Ustvaril ga je Aivar Annamaa iz Estonije, namen okolja pa je urejevanje kode. Program deluje na vseh večjih platformah in podpira večino Python knjižnic in različic.



Slika 36: Logotip programskega okolja Thonny.⁵⁰

3.6 LXTerminal

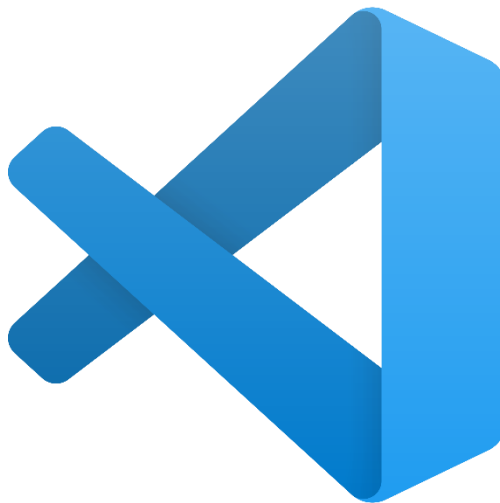
LXTerminal je terminal, ustvarjen za Linux sisteme. Zasnovan je tako, da porablja zelo malo sistemskih virov in tako omogoča čim boljše zmogljivost na računalnikih s slabšo strojno opremo.

⁴⁹ Vir: <https://i.morioh.com/200512/7b043468.jpg>

⁵⁰ Vir: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Thonny_logo.png

3.7 Visual Studio Code

Visual Studio Code je odprtokodni urejevalnik kode za Windows, Linux in macOS naprave, razvit s strani Microsofta in podjetja Electron Framework. Orodje je bilo izdano leta 2015 pod licenco MIT, leto kasneje pa je postal dostopen tudi za javnost. Je uporabniku prijazno orodje z možnostmi spreminjanja teme, ustvarjanja bližnjic in vključevanja dodatnih paketov in knjižnic, ki so jih razvili drugi uporabniki in korporacije. Podpira delo z najbolj pogostimi programskimi jeziki: C, C#, C++, Fortran, Go, Java, JavaScript, Node.js, Python in Rust. Prav tako so v urejevalniku različne funkcije za pomoč pri programiranju, kot so pametno dopolnjevanje kode in sintakse z IntelliSense, Vključuje tudi interaktivni razhroščevalnik kode za programske jezike JavaScript, TypeScript, JSON, CSS in HTML.



Slika 37: Logotip programa Visual Studio Code.⁵¹

(Povzeto po: https://code.visualstudio.com/docs/editor/whyvscode#_robust-and-extensible-architecture)

⁵¹Vir: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg/2048px-Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg.png

3.8 Python

3.8.1 Opis

Python je visokonivojski programski jezik, ki ga je leta 1991 razvil Guido van Rossum. Danes se uporablja v širokem spektru, sploh pri delu z analizo podatkov in umetno inteligenco. Ena izmed značilnosti programskega jezika, ki prispeva k njegovi visoki uporabljenosti na različnih področjih, je njegova sorazmerna enostavnost uporabe in pregleda glede na ostale programske jezike visokega nivoja. Prav tako ima na voljo veliko uporabniku dostopnih knjižnic, polnih funkcij in algoritmov za reševanje problemov, ki bi za druge jezike predstavljali problem. Prej našteje prednosti, skupaj z predhodnim prevajanjem in dinamičnim delovanjem, postavljajo Python v sam vrh programskih jezikov. Vgrajeno ima podporo za delovanje z veliko različnimi podatkovnimi tipi, funkcijami in sezname za lažje obdelovanje podatkov.



Slika 38: Logotip programskega jezika Python.⁵²

3.8.2 Uporabljene knjižnice in paketi

Requests je knjižnica za HTTP metode in omogoča poenostavljanje kompleksnih ukazov z API klici. Implementirane metode za strežnik se izvedejo preko podanega URL naslova, podpira pa tudi pošiljanje dodatnih informacij do strežnika preko parametrov.

Time modul dodaja časovne funkcije in možnost uporabe časovnih aktivnosti, kot so časovniki in ure. Vključujemo ga lahko z objekti, številkami in navadnimi nizi.

JSON (JavaScript Object Notation) je odprt standard za formatiranje in izmenjavo podatkov. Uporablja človeku berljivo besedilo za shranjevanje in prenos podatkovnih objektov, ki so sestavljeni iz parov atribut-vrednost.

Array modul definira tip objekta, ki predstavlja seznam vrednosti.

RPi.GPIO je modul, ki nadzoruje stanje GPIO nogic na Raspberry Pi.

⁵² Vir: <https://logos-world.net/wp-content/uploads/2021/10/Python-Symbol.png>

3.9 OpenWeather

OpenWeatherMap je spletna storitev, ki ponuja globalne vremenske podatke, napovedi in zgodovinske vremenske podatke za večino krajev po svetu. Podatke pridobiva s pomočjo strojnega učenja, meteoroloških postaj, vremenskih satelitov in avtomatiziranih vremenskih postaj. Storitve, ki jih ponuja, so uporabne za vključevanje v programe preko API klicev.



Slika 39: Logotip storitve OpenWeather.⁵³

⁵³ Vir: <https://flexmeasures.io/media/posts/16/OpenWeather-Logo.jpg>

4 Uporaba GPS naprav za povečevanje prometne varnosti

4.1 Promet in prometna varnost

Promet je gibanje, premikanje vozil ali oseb po določeni poti.⁵⁴ V promet je na različne načine vključenih veliko udeležencev, zato morajo veljati določena pravila, s katerimi sta zagotovljena red in varnost vseh posameznikov. Prometna varnost se nanaša na različne metode in ukrepe za zmanjševanje tveganja udeležencev v prometu.

Poznamo dve vrsti prometne varnosti: aktivno in pasivno. Pasivna prometna varnost vključuje vse ukrepe, s katerimi zagotavljamo varno okolje. Pod to spadajo vzdrževanje cest, izvedbe kolesarskih poti, pločnikov, prehodov za pešce, usmerjanje prometa in podobno. Cilj pasivne prometne varnosti je torej zagotoviti okolje, kjer se zaradi nečloveških faktorjev ne bo zgodila prometna nesreča. Aktivna prometna varnost predstavlja skrb za varnost s strani udeležencev v prometu in je odvisna tudi od njihove izobraženosti oziroma usposobljenosti.

(Povzeto po: https://sl.wikipedia.org/wiki/Prometna_varnost)

Javna agencija za varnost prometa je osrednja državna institucija v Sloveniji, ki skrbi za varnost cestnega prometa. Njeno poslanstvo je prizadevanje za zmanjšanje najhujših posledic prometnih nesreč v cestnem prometu (smrtnih žrtev in telesno poškodovanih udeležencev). Poslanstvo in cilje agencija dosega z učinkovitim izvajanjem ukrepov iz zakonodaje, nacionalnega programa in drugih aktov ter s spodbujanjem udeležencev v prometu k odgovornejšemu vedenju, spoštovanju predpisov in oblikovanju zavesti o pomenu prometne varnosti, z zagotavljanjem varnejših vozil in cestne infrastrukture.

(Povzeto po: <https://www.gov.si teme/varnost-v-cestnem-prometu/>)

4.2 Ideje in načini uporabe GPS naprav v prometu

V raziskovalni nalogi smo se želeli osredotočiti predvsem na aktivno varnost v prometu. Naš namen je bil, da jo s pomočjo GPS naprav izboljšamo. Raziskali smo tudi, kaj je na tem področju že narejeno ali uporabljeno ter združili nekaj idej, ki bi jih lahko implementirali v sistem za povečevanje varnosti v prometu.

⁵⁴ Vir: <https://fran.si/iskanje?View=1&Query=promet>

GPS sistemi so v osnovi uporabljeni za pet različnih namenov:

- lociranje (določanje položaja),
- navigacijo (določanje poti med prvo in drugo točko),
- sledenje (spremljanje gibanja),
- izrisovanje zemljevidov in
- zagotavljanje časovne točnosti.

Za komercialno rabo je na voljo veliko aplikacij, ki uporabljajo GPS storitve, med njimi: Waze, Maps.me, Google Maps, Apple Maps, Here WeGo, GPS Essentials, MapFactor Navigator, TomTom GO Navigation, CoPilot GPS Navigation in Sygic GPS Navigation & Maps. Vse našteje aplikacije služijo navigaciji, sledenju in izrisovanju zemljevidov.

Lokacijske storitve so vključene tudi v družabna omrežja, na primer Snapchat, kjer lahko uporabnik preverja lokacijo svojih prijateljev. Spremljanje gibanja je pogosto uporabljeno tudi v športnih aplikacijah, kot je Strava.

V vsakdanjem življenju se velikokrat zgodi, da ljudje pozabijo ali izgubijo pametne telefone. Tudi to težavo so rešili z GPS tehnologijo, ki je vgrajena v vse pametne telefone. Skoraj vsak proizvajalec telefonov ima svoje aplikacije za tovrstne potrebe uporabnikov.

Za podobne namene gre tudi pri aplikacijah za sledenje avtomobilom. Koristne so na velikih parkiriščih, kjer lahko da pozabijo kje so parkirali. Pomagajo tudi pri kraji avtomobilov, saj aplikacije opozarjajo, da se je avto začel premikati in lahko spremljajo njegovo lokacijo. Podobne sisteme uporabljajo tudi policisti.

Razmišljali smo tudi o tem, da bi glede na omejitve hitrosti sprožili glasovna opozorila ali piske, kadar vozniki prekoračijo dovoljeno hitrost. Opozarjali bi lahko tudi na slabše infrastrukture, prisotnost policijske kontrole in previdnost na območjih z veliko pešci in kolesarji v urbanih predelih.

Zadnja ideja, ki smo se jo odločili tudi uresničiti, je sistem za opozarjanje na varnostno razdaljo, ki temelji na GPS napravi. Razlog za izdelavo je bil to, da med raziskovanjem nismo zasledili še nobenih podobnih sistemov.

4.3 Varnostna razdalja

Varnostna razdalja je najmanjša razdalja med premikajočimi vozili. Definicija varnostne razdalje izhaja iz 44. člena Zakona o varnosti cestnega prometa⁵⁵:

(1) Voznik, ki vozi za drugim vozilom po istem prometnem pasu, mora voziti za njim na razdalji, ki ni manjša od razdalje, ki jo pri hitrosti, s kakršno vozi, prevozi v dveh sekundah (varnostna razdalja) oziroma na razdalji, določeni s prometnim znakom.

(2) Varnostna razdalja mora ne glede na vozne razmere omogočati, da:

- lahko voznik zmanjša hitrost ali ustavi in s tem prepreči trčenje, če voznik, ki vozi pred njim, zmanjša hitrost ali ustavi,
- se lahko voznik, ki prehiteva, varno vrne na izhodiščni prometni pas.

(3) Ne glede na prvi odstavek tega člena se ob dobrih prometnih razmerah, kadar se oblikuje kolona, ki vozi z zmanjšano hitrostjo, varnostna razdalja lahko zmanjša, vendar ne sme biti manjša od razdalje, ki jo vozilo pri hitrosti, s kakršno vozi, prevozi v eni sekundi (minimalna varnostna razdalja).

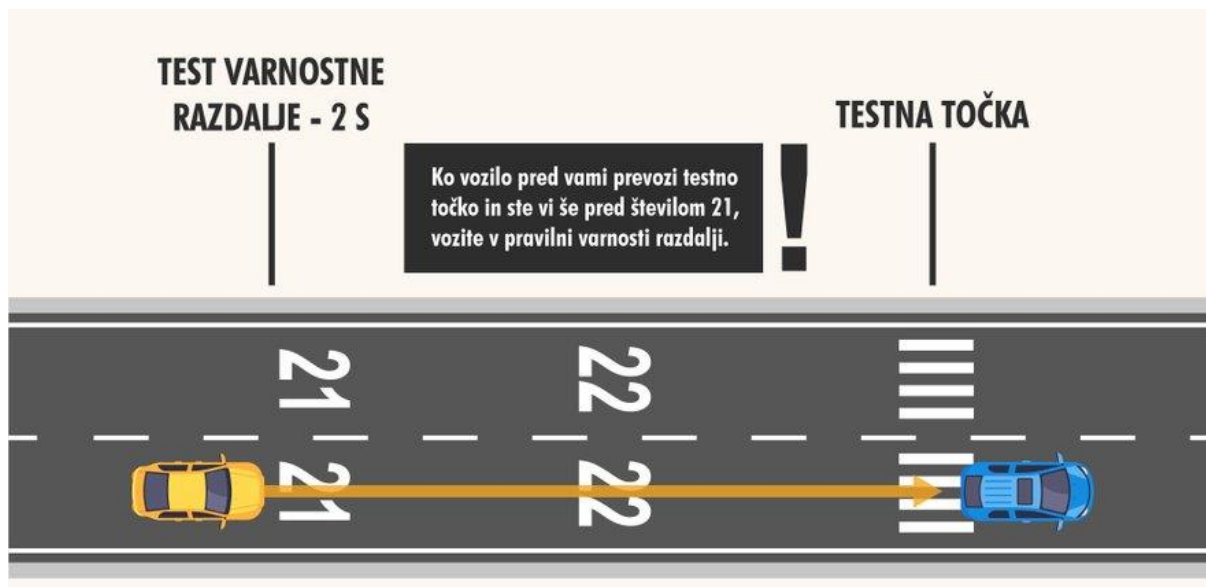
(4) Z globo 40 eurov se kaznuje za prekršek voznik, ki ne potrebuje voznškega dovoljenja, ki ravna v nasprotju z določbami tega člena.

(5) Z globo 300 eurov se kaznuje za prekršek voznik motornega vozila, ki ravna v nasprotju z določbami prvega, drugega ali tretjega odstavka tega člena. Vozniku motornega vozila se izrečejo tudi 3 kazenske točke.

(6) Z globo 500 eurov se kaznuje za prekršek voznik motornega vozila, ki ne vozi na varnostni razdalji, določeni s prometnim znakom. Vozniku motornega vozila se izreče tudi 5 kazenskih točk.

⁵⁵ Vir: <https://zakonodaja.com/zakon/zprcp/44-clen-razdalja-med-vozili>

Za sam izračun varnostne razdalje uporabljamo tako imenovano sekundno metodo ali pravilo dveh sekund, ki jo v praksi uporabljamo tako, da ob robu vozišča izberemo nek predmet oziroma orientacijsko točko (na primer prometni znak). Ko vozilo pred nami z zadnjim delom vozila prevozi ta predmet ali točko, začnemo šteti v sekundnem taktu: "Enaindvajset, dvaindvajset". Če isti predmet ali točko z našim sprednjim delom vozila prevozimo po štetju dveh sekund, imamo ustrezno varnostno razdaljo. Če ga prevozimo prej, je naša varnostna razdalja nezadostna oziroma prekratka.



Slika 40: Določanje varnostne razdalje v praksi.⁵⁶

Varnostno razdaljo lahko upoštevamo tudi tako, da si zapomnimo njeno vrednost pri določenih hitrostnih omejitvah. Pri hitrosti 50 km/h mora biti varnostna razdalja vsaj 27 metrov, pri hitrosti 90 km/h je varnostna razdalja vsaj 50 metrov, pri hitrosti 110 km/h je varnostna razdalja vsaj 61 metrov, pri hitrosti 130 km/h pa znaša najmanj 72 metrov.

Ob dobrih prometnih razmerah se lahko oblikuje počasnejša kolona vozil, kjer se varnostna razdalja posledično skrajša, vendar ne sme biti krajša od razdalje, ki jo vozilo prevozi v eni sekundi.

(Povzeto po: <https://www.policija.si/svetujemo-ozavescamo/prometna-varnost-category-blog/varnostna-razdalja> in https://www.avprs.si/wpcontent/uploads/2012/02/RAZISKAVA_II._del.pdf)

⁵⁶ Vir: https://images.24ur.com/media/images/884xX/Dec2019/a75fc4512c_62355235.jpg?v=d41d

5 Prototip sistema za opozarjanje na primerno varnostno razdaljo v prometu

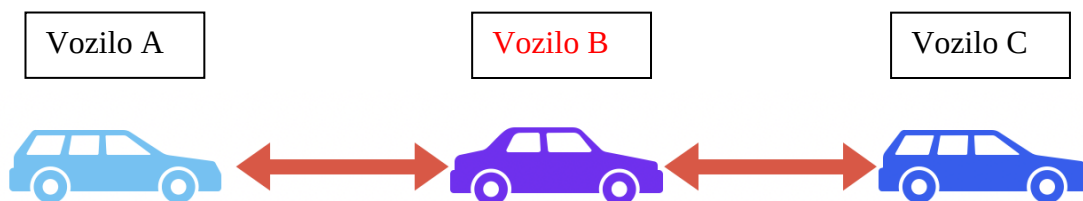
5.1 Ideja in razlog za izdelavo

Zaradi vedno gostejšega prometa na vseh cestno prometnih povezavah se povečujejo možnosti za nastanek prometnih nesreč. Takšne nezgode smo želeli omejiti, zato smo se odločili, da bomo s pomočjo GPS naprave in drugih pripomočkov ustvarili izdelek ali vsaj prototip, ki bi lahko dejansko pomagal pri povečevanju varnosti v prometu.

V samem začetku raziskovanja smo z brskanjem po spletnih virih ugotovili, da je med najpogostejšimi vzroki za prometne nesreče na slovenskih cestah omenjena prekomerna hitrost, ki je največkrat povezana še z vožnjo na prekratki varnostni razdalji.

Ugotovitev nas je privedla do ideje, da bomo s pomočjo GPS naprave merili hitrost avtomobila in spremljali njegovo lokacijo. Na podlagi teh podatkov bomo na LED zaslon, ki bo nameščen na zadnjem vetrobranskem steklu, izpisovali priporočeno varnostno razdaljo voznika za nami. Zaslona bo povezan z mikroračunalnikom Raspberry Pi, ki bo obdelal podatke iz GPS naprave in laserskega senzorja na zadnjem delu avtomobila, s katerim bomo merili oddaljenost našega vozila od tistega za nami. S tem sistemom bi lahko torej druge voznike opozarjali na primerno varnostno razdaljo, da pa bi izdelek koristil tudi neposrednemu uporabniku, se nam je zdelo smiselno, da bi namestili še en laserski senzor na sprednji del vozila in merili varnostno razdaljo vozila pred nami, ki bi jo izpisovali na nekem zaslonu v vozilu.

S pomočjo spodnje sheme smo želeli vizualno predstaviti našo idejo (Slika 41). Vozilo B je tisto, v katerem bi bil integriran naš sistem. To vozilo ima na sprednjem in zadnjem delu laserski senzor za merjenje varnostne razdalje, kar ponazarjata rdeči puščici. Na zadnjem vetrobranskem steklu vozila B je nameščen LED zaslon, ki bi voznika vozila A s pomočjo kratkega zapisa opozarjal na varnostno razdaljo med vozili A in B. V notranjosti vozila B bi lahko dodali še majhen zaslon za opozarjanje na varnostno razdaljo med vozili B in C, ki bi služil vozniku B.



Slika 41: Shematski prikaz delovanja sistema med vozili.

Ideja o tovrstnem izdelku se nam je zdela vsesplošno uporabna in učinkovita, predvsem pa smo jo vzeli kot izziv, saj podobnih sistemov na spletu nismo našli in smo upali, da bo predstavljala nekakšno novost.

5.2 Potek izdelave

Izdelovanje našega prototipa je potekalo po naslednjih korakih:

1. Izbiranje komponent, programov in storitev.
2. Načrtovanje programa in ovrednotenje varnostne razdalje.
3. Pisanje programa za izračun varnostne razdalje pri določeni hitrosti.
4. Nastavljanje mikroračunalnika Raspberry Pi 400.
5. Priklapljanje ultrazvočnega senzorja HC-SR04 na testno ploščico Raspberry Pi.
6. Posodabljanje programa za delovanje s senzorjem.
7. Nastavljanje Raspberry Pi za delo z VK-162 G-Mouse USB GPS napravo.
8. Dodajanje vremenskih in lokacijskih storitev.
9. Testiranje sistema za opozarjanje na primerno varnostno razdaljo v prometu.

5.2.1 Izbiranje komponent in programske opreme

Načrtovanje izdelka smo začeli z izbiranjem ustreznih naprav in programske opreme. Hitro smo spoznali, da je na trgu velika ponudba GPS naprav, LED zaslonov in senzorjev za merjenje razdalje, zato smo morali komponente izbirati previdno in načrtno. Pri tem smo se opirali na cenovno ugodnost, hitrost dostave produktov, kompatibilnostjo z ostalimi sistemi in napravami, enostavnost uporabe in namembnost naprav, torej ali so namenjene profesionalni ali splošni uporabi.

Že pri samem izbiranju komponent smo naleteli na težavo, in sicer to, da na trgu ni mikroračunalnikov Raspberry Pi, zato smo si ga izposodili v šoli. Druga težava je bila povezana z laserskimi senzorji, saj se na začetku nismo pozanimali o ceni, ki že za enostavne senzorje znaša okoli 200 EUR, kar se nam je za izdelavo raziskovalne naloge zdelo preveč. Po razmisleku smo za merjenje razdalje izbrali ultrazvočni senzor, ki je cenovno zelo ugoden in ga ni težko dobiti. S to odločitvijo smo morali v veliki meri spremeniti našo začetno idejo. Laserski senzorji za merjenje razdalje imajo namreč merilno območje do več 100 metrov, med tem ko imajo neprofesionalni ultrazvočni senzorji le nekaj metrov. Zaradi tega je ideja o dejanskem izdelku postala nesmiselna, saj so avtomobili in druga prevozna sredstva za nami več 10 metrov, ultrazvočni senzorji pa teh razdalj ne dosežejo več. Poleg tega jih je potrebno tudi zvezati na testno ploščico, ki je povezana z Raspberry Pi, kar onemogoča, da bi bili nameščeni kjerkoli v prevoznem sredstvu. Iz teh razlogov smo se odločili, da bomo izdelali le prototip sistema za opozarjanje na primerno varnostno razdaljo v prometu.

Tako smo se po daljšem raziskovanju ponudb in primerjanju specifikacij odločili za uporabo naslednjih naprav:

- Raspberry Pi 400,
- ultrazvočni senzor HC-SR04,
- VK-162 G-Mouse USB GPS naprava.

Sledilo je izbiranje programske opreme in spletnih storitev. Osnutek programa smo začeli pisati v Visual Studio Code, ker je odprtokoden in imamo z njim že veliko izkušenj. Po prevzemu Raspberry Pi smo začeli program razvijati na mikroračunalniku, in sicer v predhodno naloženih programskih okoljih IDLE 3 in Thonny, ki sta del operacijskega sistema. Namestitev vseh potrebnih knjižnic in dodatnih programov smo izvajali v privzetem terminalu LXTerminal.

Po pregledu pravil glede varnostne razdalje smo se odločili, da bomo upoštevali tudi vremenske razmere, saj na njo pomembno vplivajo. Za pregledovanje vremenskega stanja smo se odločili za uporabo storitve OpenWeather, ki je do neke mere brezplačna, a zahteva registracijo uporabniškega profila.

5.2.2 Ovrednotenje varnostne razdalje

Pisanje programa, ki bo v teoriji nadzoroval varnostno razdaljo vozila za nami, smo začeli s prebiranjem samih pravil in priporočil. Za računanje varnostne razdalje smo uporabili pravilo dveh sekund, ki ga določa 44. člen Zakona o pravilih cestnega prometa: »Voznik, ki vozi za drugim vozilom po istem prometnem pasu, mora voziti za njim na razdalji, ki ni manjša od razdalje, ki jo pri hitrosti, s kakršno vozi, prevozi v dveh sekundah (varnostna razdalja) oziroma na razdalji, določeni s prometnim znakom.« V slabših vremenskih razmerah je potrebno voziti še bolj previdno, predvsem pa z večjo varnostno razdaljo. Na mokri ali zasneženi cesti je razdalja po pravilu dveh sekund bistveno prekratka, zato smo primernost varnostne razdalje v našem programu razdelili na štiri stopnje, ki se razlikujejo po vremenskih razmerah na voznikovi lokaciji:

1. Varnostna razdalja ustreza poti, ki jo z določeno hitrostjo prevozimo v **dveh** sekundah.
2. Varnostna razdalja ustreza poti, ki jo z določeno hitrostjo prevozimo v **treh** sekundah.
3. Varnostna razdalja ustreza poti, ki jo z določeno hitrostjo prevozimo v **štirih** sekundah.
4. Varnostna razdalja ustreza poti, ki jo z določeno hitrostjo prevozimo v **petih** sekundah.

Stopnje za določanje varnostne razdalje smo razdelili glede na potrebno previdnost v določenem vremenu, ki se nam je zdela smiselna. O tem smo se pogovorili tudi z inštruktorjem vožnje. Za razvrščanje v stopnje smo poskrbeli s podatkovnimi polji, ki vsebujejo statusne kode vremenskih stanj s spletne storitve OpenWeather.

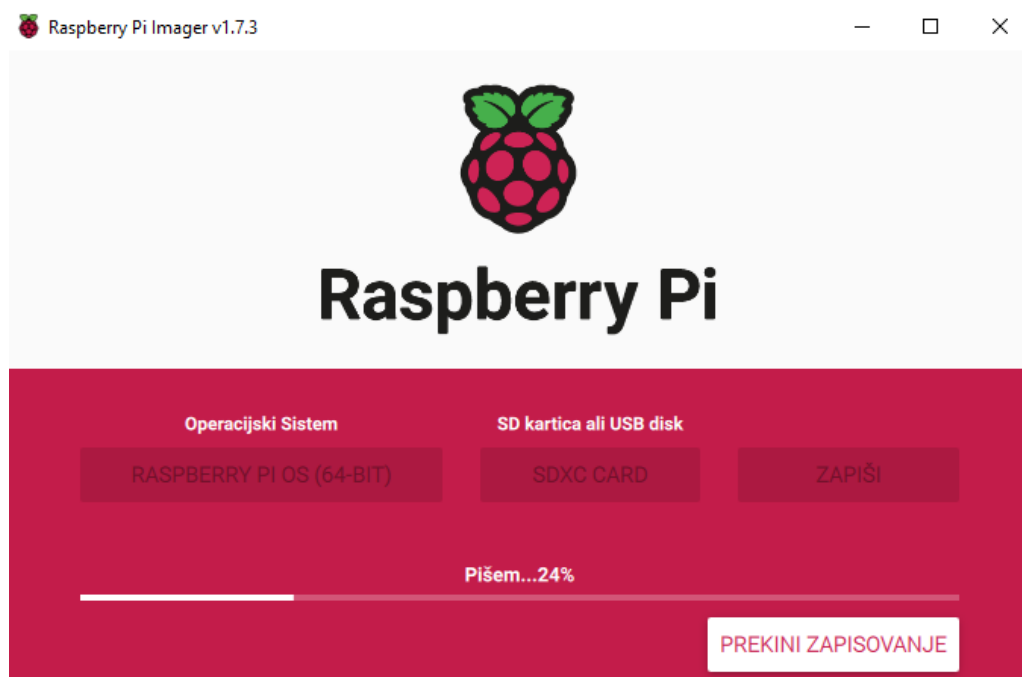
5.2.3 Program za računanje varnostne razdalje

Izdelovanje prototipa smo začeli z razvijanjem osnovnih funkcionalnosti programa, saj smo čakali na vse potrebne strojne komponente, da smo lahko začeli z dejanskim razvijanjem prototipa v fizični obliki. Osnutek programa za določanje varnostne razdalje smo napisali v programskem okolju Visual Studiu Code, saj imamo z njim veliko izkušenj. Prvotni program je bil namenjen le temu, da se glede na določeno hitrost izračuna in izpiše varnostna razdalja.

Predvidevali smo, da bomo hitrost gibanja iz GPS naprave prejeli v enoti km/h, zato smo poskrbeli tudi za pretvorbo v osnovno enoto m/s, kar nam je poenostavilo računanje varnostne razdalje v metrih. V programu smo si že v naprej pripravili spremenljivke in metode za delo z vremenskimi stanji in lokacijo.

5.2.4 Priprava mikroračunalnika Raspberry Pi 400

Mikroračunalnik Raspberry Pi 400 smo si za potrebe raziskovalne naloge izposodili na šoli. Po priključitvi napajanja in vseh perifernih naprav je bilo treba namestiti operacijski sistem, o čemer nas je s tekstovnim prikazom in QR kodo s povezavo do uradne strani podjetja Raspberry Pi obvestil sistem. Operacijski sistem mora biti nameščen na SD kartico, za kar smo potrebovali napravo z bralnikom SD kartic. Uporabili smo starejši prenosni računalnik, saj na novejših napravah rež za spominske kartice skoraj ni več. Nanj smo namestili program Raspberry Pi Imager, ki služi namestitvi operacijskega sistema Raspberry Pi OS. Namestili smo operacijski sistem Raspberry Pi OS (64-bit) s priporočeno programsko opremo, v mikroračunalnik vstavili SD kartico in vklopili sistem. Sledilo je ustvarjanje uporabniškega profila in urejanje sistemskih nastavitev, kot so jezik sistema in tipkovnice, lokacija in časovni format ter vzpostavljanje povezave z internetom za uspešno nastavljanje sistema. Ko smo Raspberry Pi pripravili za delo, smo začeli nameščati potrebne knjižnice in programske dodatke.



Slika 42: Nameščanje operacijskega sistema z orodjem Raspberry Pi Imager.

5.2.5 Priklop ultrazvočnega senzorja HC-SR04 na testno ploščico Raspberry Pi
S pomočjo spletnih virov smo se najprej podučili o vezavi ultrazvočnega senzorja in njegovem delovanju, nato pa je sledila fizična izvedba.

Raspberry Pi mikroračunalniki imajo za tovrstne vezave posebne GPIO nogice (ang. General Purpose Input Output), ki so namenjene priključevanju različnih naprav, senzorjev, merilnikov, zaslonov, LED diod in drugih elektronskih komponent. Obstaja več načinov za označevanje GPIO nogic, zato je pri programiranju pomembno, katerega izberemo (Slika 43).

3v3 Power	1		2	5v Power
GPIO 2 (I2C1 SDA)	3		4	5v Power
GPIO 3 (I2C1 SCL)	5		6	Ground
GPIO 4 (GPCLK0)	7		8	GPIO 14 (UART TX)
Ground	9		10	GPIO 15 (UART RX)
GPIO 17	11		12	GPIO 18 (PCM CLK)
GPIO 27	13		14	Ground
GPIO 22	15		16	GPIO 23
3v3 Power	17		18	GPIO 24
GPIO 10 (SPI0 MOSI)	19		20	Ground
GPIO 9 (SPI0 MISO)	21		22	GPIO 25
GPIO 11 (SPI0 SCLK)	23		24	GPIO 8 (SPI0 CE0)
Ground	25		26	GPIO 7 (SPI0 CE1)
GPIO 0 (EEPROM SDA)	27		28	GPIO 1 (EEPROM SCL)
GPIO 5	29		30	Ground
GPIO 6	31		32	GPIO 12 (PWM0)
GPIO 13 (PWM1)	33		34	Ground
GPIO 19 (PCM FS)	35		36	GPIO 16
GPIO 26	37		38	GPIO 20 (PCM DIN)
Ground	39		40	GPIO 21 (PCM DOUT)

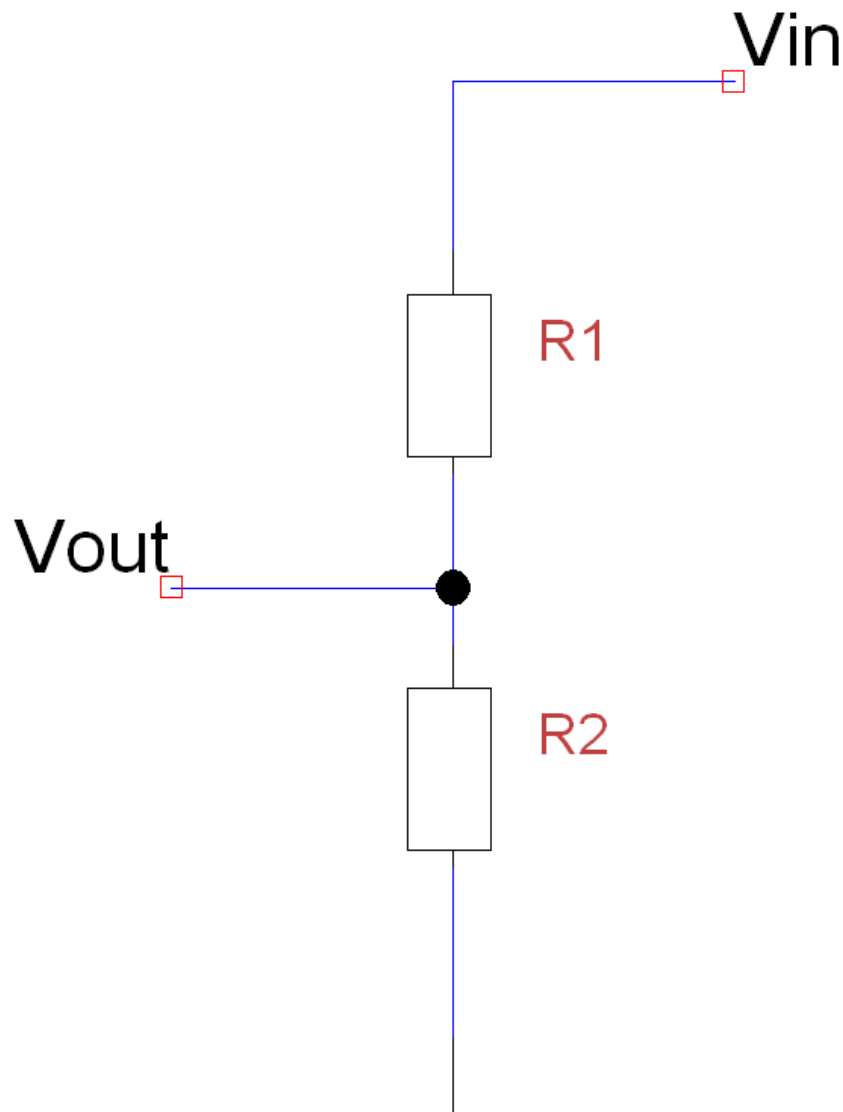
Slika 43: Razporeditev GPIO nogic na Raspberry Pi.⁵⁷

Najpogosteje uporabljeni možnosti sta BCM in BOARD. Pri BCM gre za logično naslavljanje nogic z imeni GPIO in številko. Za delo s tako poimenovanimi nogicami potrebujemo v programu posebno knjižnico RPi.GPIO. BOARD predstavlja fizično naslavljanje nogic, ki se nanaša na njihovo lokacijo na čipu. Na zgornji sliki so označene s temno zelenimi številkami. Nogica, ki je na shemi označena z belo, bi bila po BCM poimenovanju označena kot GPIO 27, po BOARD pa kot 13.

⁵⁷ Vir: <https://pinout.xyz/>

Pri vezanju ultrazvočnega senzorja smo morali biti posebej pozorni na napetost, saj nogica Echo na senzorju oddaja 5 V napetostne signale, vhodna napetost na Raspberry Pi pa ne sme presegati 3,3 V. Da smo nogice zaščitili pred preveliko napetostjo, smo morali z uporabi ustvariti delilnik napetosti.

Delilnik napetosti je preprost sistem dveh zaporedno vezanih uporov, ki sta priključena na neko vhodno napetost (V_{in}), zato da dobimo manjšo izhodno napetost (V_{out}) (Slika 44).



Slika 44: Shematski prikaz napetostnega delilnika.⁵⁸

⁵⁸ Vir: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0176/3274/files/hc-sr04-tut-1_1024x1024.png?v=1561458993

Upornost, ki jo potrebujemo za zmanjšanje napetosti, izračunamo po enačbi:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R2}{R1 + R2}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R2}{R1 + R2}$$

Enačba 1: Izračun upornosti v zaporedni vezavi.⁵⁹

Pri tem je V-out izhodna napetost, V-in vhodna napetost, R1 upornost prvega upora in R2 upornost drugega upora. Na voljo smo imeli le 1 kΩ upore, zato smo za upornost prvega upora v enačbo vstavili kar 1000 Ohm in tako izračunali še upornost drugega upora, ki znaša 1941 Ω. Vrednost se najbolj približa 2000 Ω, zato smo v vezavi uporabili še dva zaporedno vezana 1 kΩ upora in uspešno zmanjšali 5 V napetost na 3,3 V.

$$\frac{3.3}{5} = \frac{R2}{1000 + R2}$$

$$0.66 = \frac{R2}{1000 + R2}$$

$$0.66(1000 + R2) = R2$$

$$660 + 0.66R2 = R2$$

$$660 = 0.34R2$$

$$1941 = R2$$

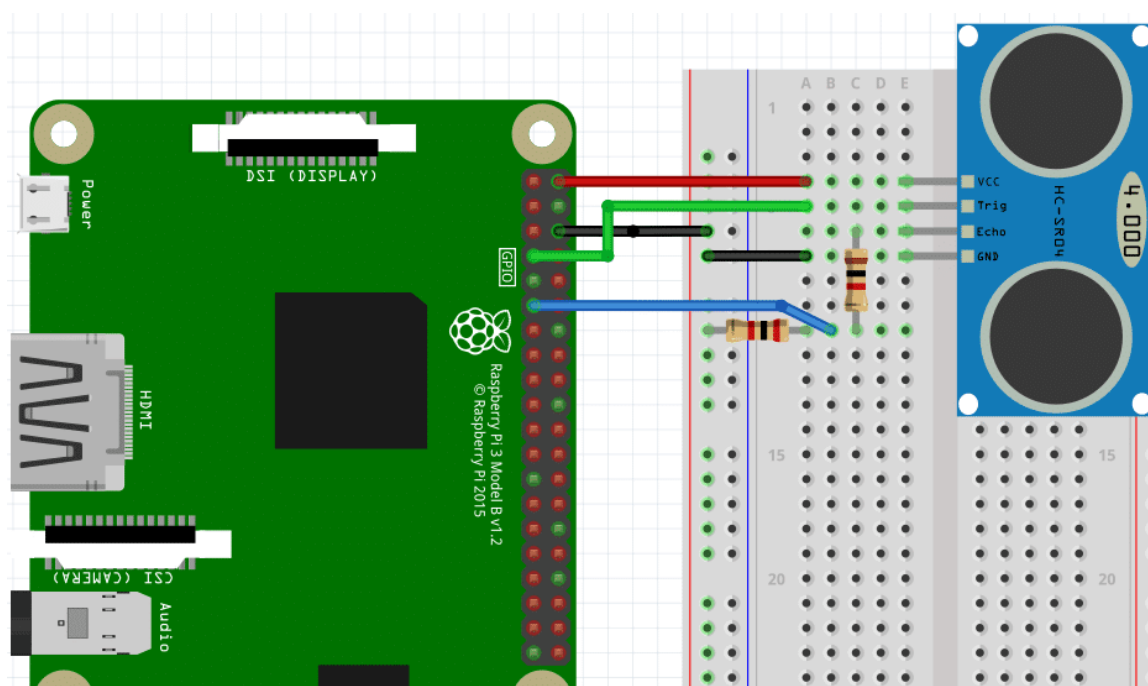
Enačba 2: Računanje upornosti za delilnik napetosti.⁶⁰

(Povzeto po: <https://thepihut.com/blogs/raspberry-pi-tutorials/hc-sr04-ultrasonic-range-sensor-on-the-raspberry-pi>)

⁵⁹ Vir: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0176/3274/files/hc-sr04-eq1_1024x1024.png?v=1561459033

⁶⁰ Vir: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0176/3274/files/hc-sr04-eq2_1024x1024.png?v=1561459088

Pri vezavi senzorja smo se zgledovali po spodnji vezalni shemi.



Slika 45: Shema vezave senzorja HC-SR04 na Raspberry Pi..⁶¹

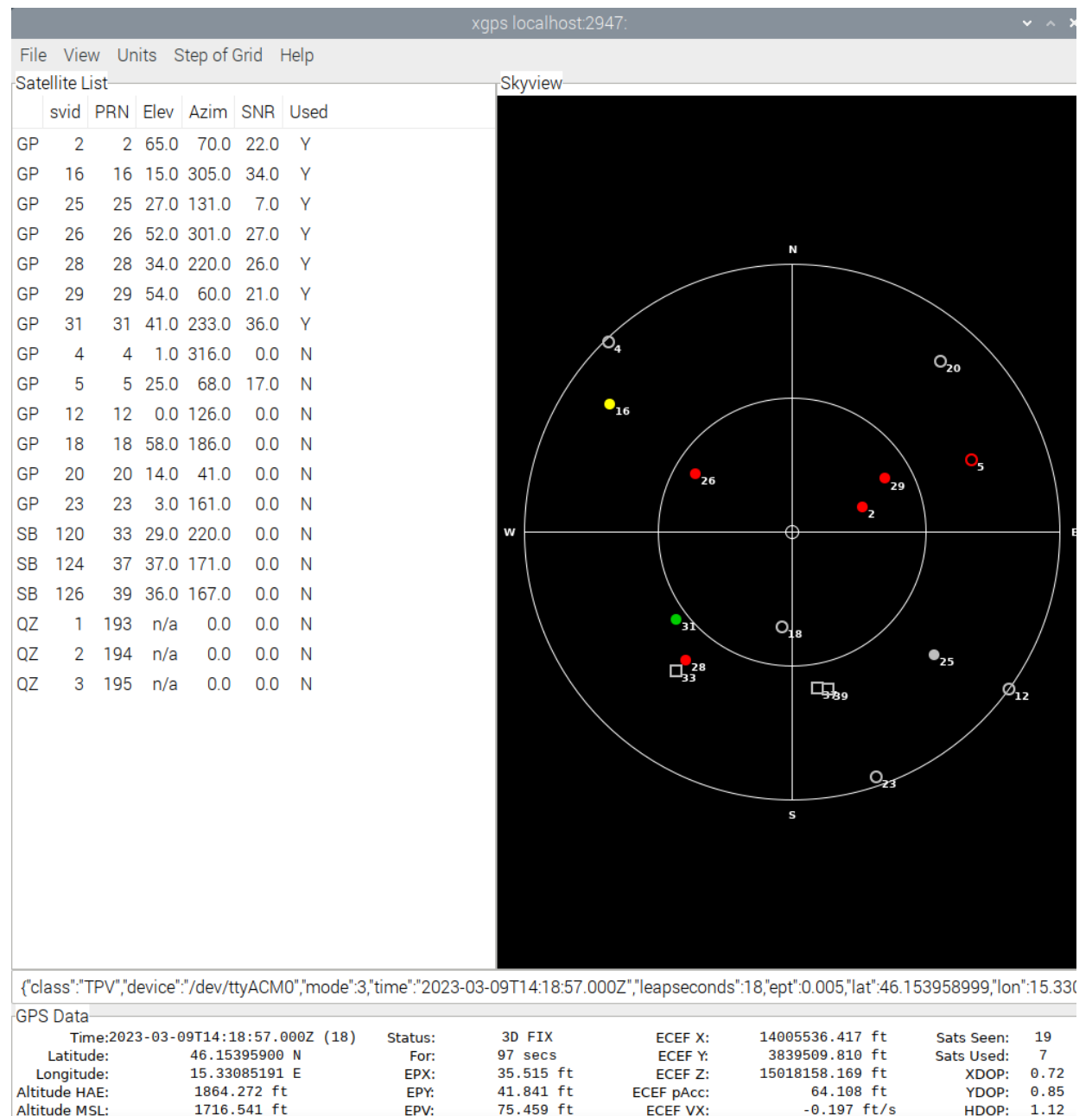
Sledilo je pisanje programa za testiranje senzorja. Kot že omenjeno, smo morali za naslavljanje nogic namestiti Python knjižnico RPi.GPIO, poleg te pa še knjižnico time, ki nadzoruje časovne funkcije. Nato smo kodo za senzor združili s prejšnjo kodo za računanje varnostne razdalje in jo testirali.

5.2.6 Nastavljanje GPS naprave in dodajanje vremenskih storitev

Z nastavljanjem GPS naprave je bilo precej dela, saj ni bila opremljena z navodili ali priporočili. Prvi korak je bilo ugotavljanje, na katerem vhodu mikroračunalnika se nahaja in kako je poimenovana. Posebne metode za to ni, zato smo preleteli seznam vseh vhodov brez GPS naprave in vseh vhodov po priključitvi GPS naprave, da smo ugotovili, katera naprava se je pojavila na novo. Naložili smo storitve in knjižnice za delo z GPS podatki in v nastavitvah konfigurirali GPS napravo, da smo lahko aktivirali storitev za GPS. S testiranjem naprave smo imeli nekaj težav, saj naj bi bila naprava zunaj, a tega zaradi vseh priključkov nismo mogli realizirati. Namestili smo jo čim bližje oknu, kar je zadostovalo, vendar se je povezava včasih prekinila.

⁶¹ Vir: <https://cdn.pimylifeup.com/wp-content/uploads/2018/03/Distance-Sensor-Fritz.png>

Iz GPS naprave smo izluščili geografsko širino in geografsko dolžino, ki smo ju uporabili za pridobivanje vremenskih podatkov s spletne strani OpenWeather, kjer smo registrirali uporabniški profil in aktivirali naročnino za uporabo API klicev. API klici so programski vmesniki, ki poskrbijo za interakcijo enega programa z drugim. Naš program pošlje API klic na strežnik OpenWeather, ki obdela našo zahtevo in vrne željene podatke.

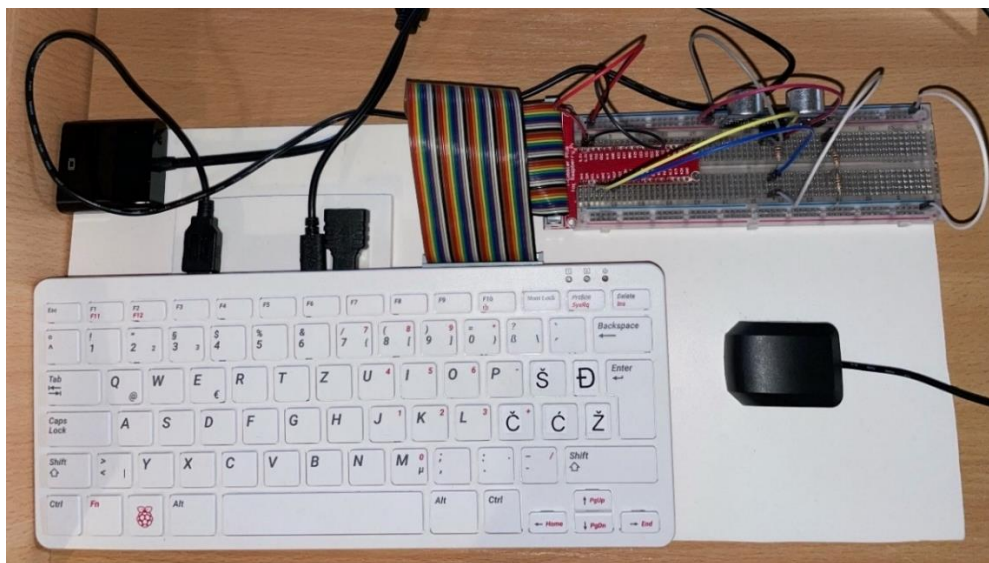


Slika 46: Testiranje GPS naprave z ukazom xgps.

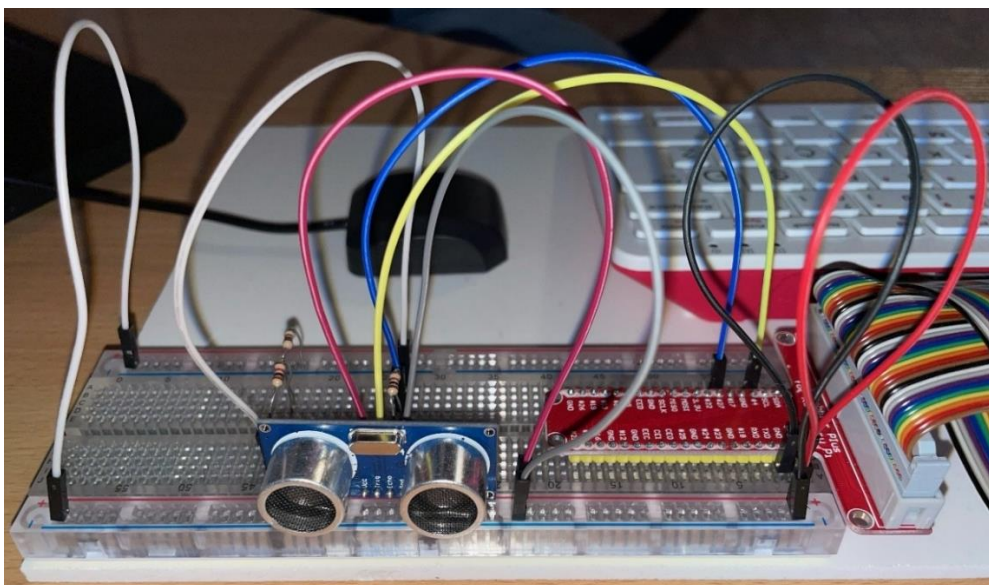
5.2.7 Testiranje in končno stanje prototipa

Prototip sistema za opozarjanje na varnostno razdaljo deluje, vendar se ni približal našim zastavljenim ciljem, saj ni primeren za uporabo v prevoznih sredstvih in potrebuje še veliko izboljšav.

Spodnji sliki prikazujeta naš sistem v celoti. V zgornjem desnem kotu je preko testne ploščice povezan ultrazvočni senzor za merjenje razdalje. Pod njim se nahaja GPS naprava, ki mora biti ob uporabi sistema čimbolj na odprtem, ob oknu ali v najboljšem primeru kar zunaj.



Slika 47: Prototip sistema za opozarjanje na varnostno razdaljo.



Slika 48: Vezava ultrazvočnega senzorja na prototipu

Sistem deluje tako, da ultrazvočni senzor vsake tri sekunde izmeri oddaljenost nekega predmeta v njegovi smeri merjenja. To vrednost smo za boljšo ponazoritev dejanske uporabe v prometu iz centimetrov »pretvorili« v metre: 12 cm torej predstavlja 12 m, saj računanje varnostne razdalje v centimetrih ni smiselno. Zatem se obdelajo podatki iz GPS naprave. Iz NMEA formata podatkov program izlušči geografsko dolžino in širino, ki se uporabita za API klic na OpenWeather. Tam prejme statusno kodo za vreme in pregleda podatkovna polja, da jo lahko umesti v eno iz med stopenj za računanje varnostne razdalje, ki smo jih definirali sami.

V programu smo poskrbeli tudi za posebne izjeme in ustrezno oblikovali izpis. Če podatkov o lokaciji ni mogoče dobiti, se upošteva običajna varnostna razdalja po pravilu dveh sekund. V naslednjih primerih iz programa je bila hitrost nastavljena na 100 km/h. Spodnja slika prikazuje odziv programa v primeru, da lokacija ni znana. Pri prvem izpisu je bila varnostna razdalja prekratka, zato program opozori, naj se je držimo. V drugem primeru je bila varnostna razdalja ustrezna, na kar se program odzove s kratko zahvalo.

```
Vzpostavljanje sistema za varnostno razdaljo.  
  
Lokacija trenutno ni na voljo.  
Poteka merjenje razdalje...  
Razdalja: 10.44 m  
Trenutno vreme: Ni podatkov o vremenu.  
Priporočena varnostna razdalja je: 56 m.  
Drži se varnostne razdalje 56 m. Tvoja trenutna razdalja je 10.44 m.  
  
Lokacija trenutno ni na voljo.  
Poteka merjenje razdalje...  
Razdalja: 117.91 m  
Trenutno vreme: Ni podatkov o vremenu.  
Priporočena varnostna razdalja je: 56 m.  
Hvala, ker se držiš varnostne razdalje 56 m.
```

Slika 49: Izpis programa, kadar podatki o lokaciji niso na voljo.

Na naslednji sliki je prikazan odziv programa, kadar so podatki o lokaciji na voljo. Izpiše se tudi stanje vremena, glede na katerega se prilagaja varnostna razdalja. Ker je v tem primeru vreme le pretežno oblačno, ni potrebne daljše varnostne razdalje, kot ta, ki jo prevozimo v dveh sekundah.

```
Lokacija: Laško  
Poteka merjenje razdalje...  
Razdalja: 118.36 m  
Trenutno vreme: pretežno oblačno  
Priporočena varnostna razdalja je: 56 m.  
Hvala, ker se držiš varnostne razdalje 56 m.
```

Slika 50: Izpis programa, kadar je lokacija na voljo.

GPS meri tudi hitrost gibanja, vendar to pri našem prototipu ni možno realizirati, saj nas omejujejo fizične povezave s kabli, priključki in drugimi napravami. S tem naša ideja izgubi veliko mero uporabnosti, a v teoriji še vedno deluje. Ker nismo prišli do boljše rešitve, smo za testiranje uporabili izmišljene podatke o hitrosti.

5.2.8 Težave pri izdelovanju

Na prvo težavo smo naleteli že pri samem izbiranju komponent, saj nismo našli mikroračunalnikov Raspberry Pi, zato smo si ga izposodili v šoli. Sprva smo delali z modelom Raspberry Pi 1 Model B rev. 2, ki je imel naložen nepodprt operacijski sistem. Težavo smo skušali rešiti s ponovnim nalaganjem novejšega operacijskega sistema, a bralnik ni zaznal SD kartice. Iz tega razloga smo si v šoli izposodili novejši model Raspberry Pi 400.

Druga težava je bila povezana z laserskimi senzorji, saj se na začetku nismo pozanimali o ceni, ki že za enostavne senzorje znaša okoli 200 EUR, kar se nam je za izdelavo raziskovalne naloge zdelo preveč. Po razmisleku smo za merjenje razdalje izbrali ultrazvočni senzor. S to odločitvijo smo morali spremeniti našo začetno idejo. Laserski senzorji imajo merilno območje do več 100 metrov, med tem ko imajo neprofesionalni ultrazvočni senzorji le nekaj metrov. Zaradi tega je ideja o dejanskem izdelku postala nesmiselna, saj so avtomobili in druga prevozna sredstva za nami več 10 metrov, ultrazvočni senzorji pa teh razdalj ne dosežejo več.

Poleg tega je senzor zvezan na testno ploščico, ki je povezana z Raspberry Pi, kar onemogoča, da bi bil sistem nameščen kjerkoli v prevoznem sredstvu. Iz teh razlogov smo se odločili, da bomo izdelali le prototip sistema za opozarjanje na primerno varnostno razdaljo v prometu.

Težave so se porajale tudi pri nastavljanju GPS naprave. Status servisa je bil neaktiven, ker je bil nastavljen napačen vhod za prejemanje podatkov. Ker GPS nismo mogli namestiti zunaj, se je povezava velikokrat prekinila in nismo dobili nobenih podatkov.

5.2.9 Možnosti nadgradnje in izboljšav v prihodnosti

Sistem, ki smo ga razvili za opozarjanje na primerno varnostno razdaljo, lahko v prihodnje izboljšamo na več področjih.

Prva nadgradnja bi bila posvečena izdelavi sistema, ki bi ga lahko fizično namestili v prevozno sredstvo in ga preizkušali z realnimi podatki v resničnih situacijah. Za doseg te nadgradnje je v prvi vrsti potreben boljši senzor za merjenje varnostne razdalje, morda kar laserski, ki se nam je že na začetku zdel najbolj primeren za merjenje daljših razdalj. Za natančnejše rezultate bi lahko vgradili tudi kamere za razpoznavanje objektov ali registrskih tablic, saj so lahko za prevoznim sredstvom tudi ograje ali drugi objekti, za katere ni smiselno, da se izpisuje varnostna razdalja.

Integracija sistema za varnostno razdaljo v prevozna sredstva postavlja mnogo vprašanj. Potreben bi bil razmislek o tem, kakšen mikroračunalnik ali mikrokrmilnik bi najbolj ustrezal našim zahtevam, kako bi zagotovili napajanje sistema in kako bi sistem fizično vgradili ali pritrdili v prevozno sredstvo. Uporaba integriranega sistema bi predstavljala težavo tudi na vozilih s prikolicami ali drugimi priključki, saj bi jih senzor ves čas zaznaval in opozarjal, da varnostna razdalja ni primerna. Tudi to težavo bi lahko rešili s pomočjo kamere in algoritmov za razpoznavanje objektov.

Za delovanje bi lahko uporabljali privzete GPS naprave, ki so vgrajene v novejših avtomobilih, ali pa bi k sistemu dodali svoje. Tudi pri tem se pojavijo nove težave s povezljivostjo in različnimi vrstami naprav, mnogo avtomobilov jih sploh nima.

Izpisovanje podatkov bi lahko izboljšali s prikazovanjem na LED zaslonu, ki bi bil nameščen na zadnjem vetrobranskem steklu avtomobila. Zaslone bi moral biti na mestu, kjer ne zastira voznikovega pogleda. Pozornost je treba nameniti tudi temu, da zaslon ne bo motil voznikov za nami. Preveriti bi bilo treba tudi dovoljenja in predpise v zvezi z avtomobilskimi dodatki na zadnjem vetrobranskem steklu.

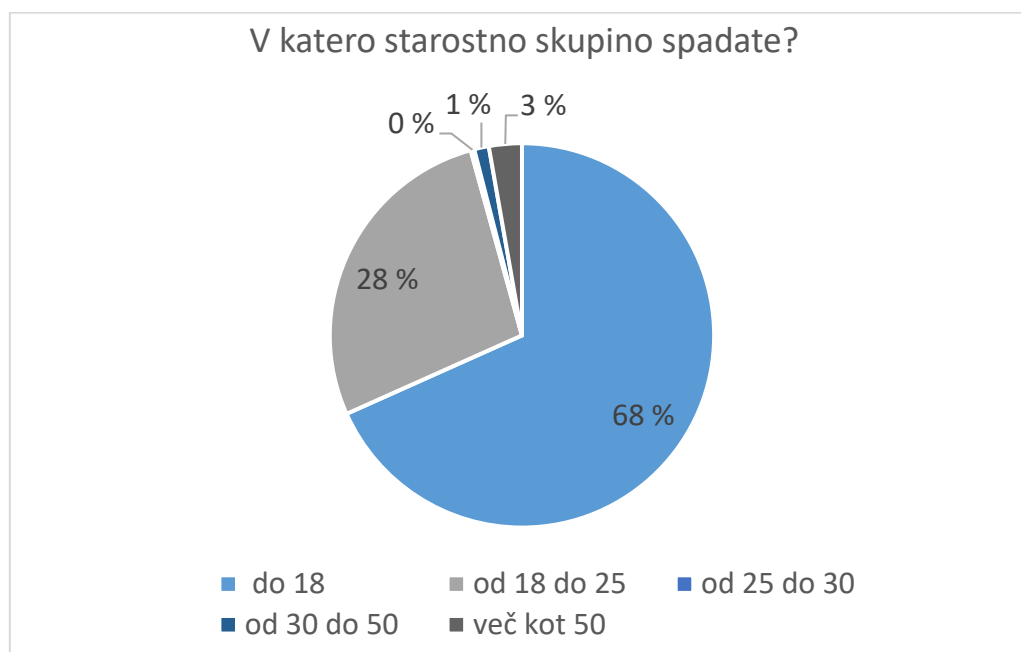
V programskem delu bi lahko upoštevali več okoliščin, ki vplivajo na varnostno razdaljo, opozarjali bi lahko tudi na zastoje in podobno.

6 Analiza anketnega vprašalnika

Pomoč pri raziskovanju nam je nudil anketni vprašalnik, ki smo ga izdelali s spletnim orodjem 1KA. Glede na rezultate bomo lahko potrdili ali ovrgli nekaj hipotez, zastavljenih v uvodnem delu raziskovalne naloge.

Z anketnim vprašalnikom smo želeli ugotoviti, ali se udeleženci v prometu držijo cestno prometnih predpisov, kaj jih v največji meri opozarja na pravila v prometu in kakšno je splošno mnenje o varnosti na cesti. Prosili smo jih tudi za ideje in že poznane načine, kako lahko GPS naprave uporabljamo v prometu. Anketa je bila namenjena širši skupini anketirancev različnih starosti in poklicne usmeritve, da bi zajeli čim več rezultatov z različnimi pogledi na to temo. Spletno anketo, ki jo je rešilo 325 ljudi, sestavlja 14 vprašanj, večinoma zaprtega tipa s podanimi odgovori. Pri nekaterih vprašanjih so lahko anketiranci označili več odgovorov, dve vprašanji sta bili odprtega tipa. Anketa je priložena na koncu raziskovalne naloge.

Najprej smo anketirance razvrstili v starostne skupine. Vprašanje se nam je zdelo pomembno zato, ker se mnenja med generacijami vedno razlikujejo. Anketo smo preko spleta delili med prijatelje in vrstnike, zato je pričakovan rezultat, da se starost anketirancev giblje okrog 18 let. Presenetil nas je podatek, da je delež anketirancev, ki so starejši od 50 let, večji od tistih, ki so stari od 25 do 50 let, saj je največ aktivnih voznikov ravno v tem obdobju in bi lahko od njih pridobili najbolj aktualne podatke.



Graf 1: V katero starostno skupino spadate?

Pri naslednjem vprašanju nas je zanimalo, ali so anketiranci opravili voziški izpit, saj so s tem povezane njihove izkušnje v prometu. Sodeč po rezultatih so v anketi sodelovali predvsem ljudje, ki nimajo voziškega izpita, kar se sklada tudi s prejšnjim vprašanjem, kjer smo ugotovili, da je večina anketirancev mladoletnih.



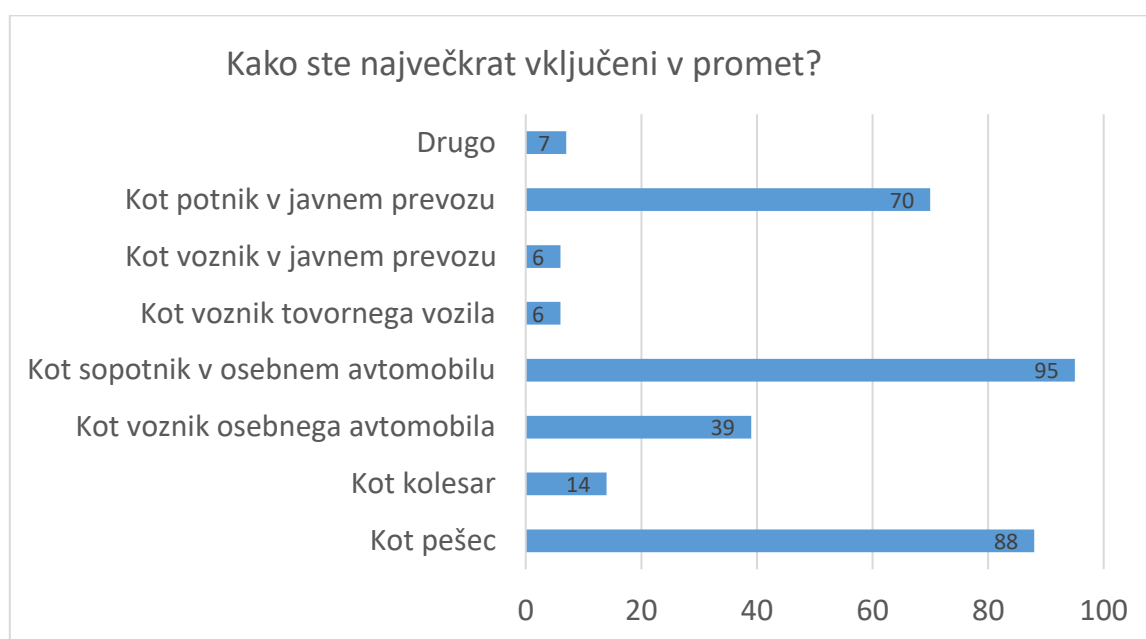
Graf 2: Ali ste opravili voziški izpit?

Tudi naslednje vprašanje je služilo temu, da smo lahko ocenili, koliko izkušenj imajo anketirancev z dogodki v prometu. Kar 84 % jih je odgovorilo, da so redni udeleženci v prometu, kar za nas pomeni, da so anketiranci seznanjeni z določenimi pravili in dogajanjem v prometu.



Graf 3: Ali ste redni udeleženec v prometu?

Na vprašanje o tem, kako so anketiranci največkrat vključeni v promet, je prevladal odgovor kot sopotnik v osebnem avtomobilu. Najbolj se mu je približal odgovor, da so v prometu največkrat kot pešec, kar je najverjetneje posledica tega, da živi večina anketirancev v mestih, kjer imajo dostop do večine storitev. Kmalu za tem so tudi potniki v javnem prevozu, kar je za prevladujočo starostno skupino pričakovano, saj se večina šolarjev vozi z javnim prevozom v šolo in domov. Manjši delež anketirancev se je označil kot voznik osebnega avtomobila, kar se nanaša na polnoletne anketirance, ki so opravili vozniški izpit. Drugi ponujeni odgovori niso bili pogosti. Med odgovor »Drugo« spadajo skiroji, rolke, motorji...

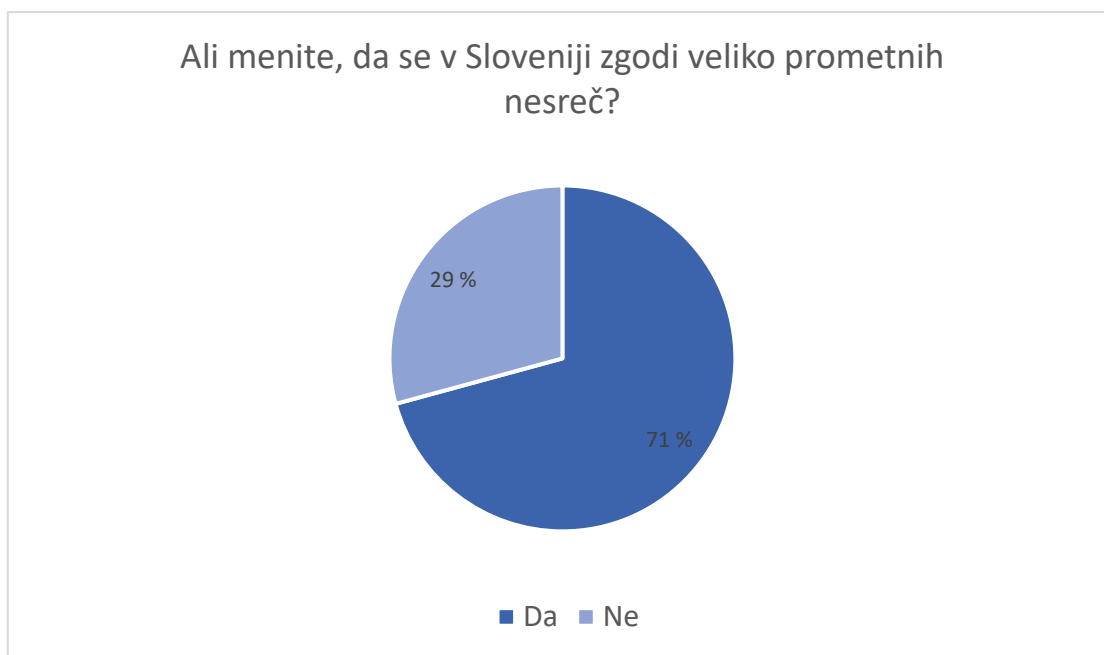


Graf 4: Kako ste največkrat vključeni v promet?

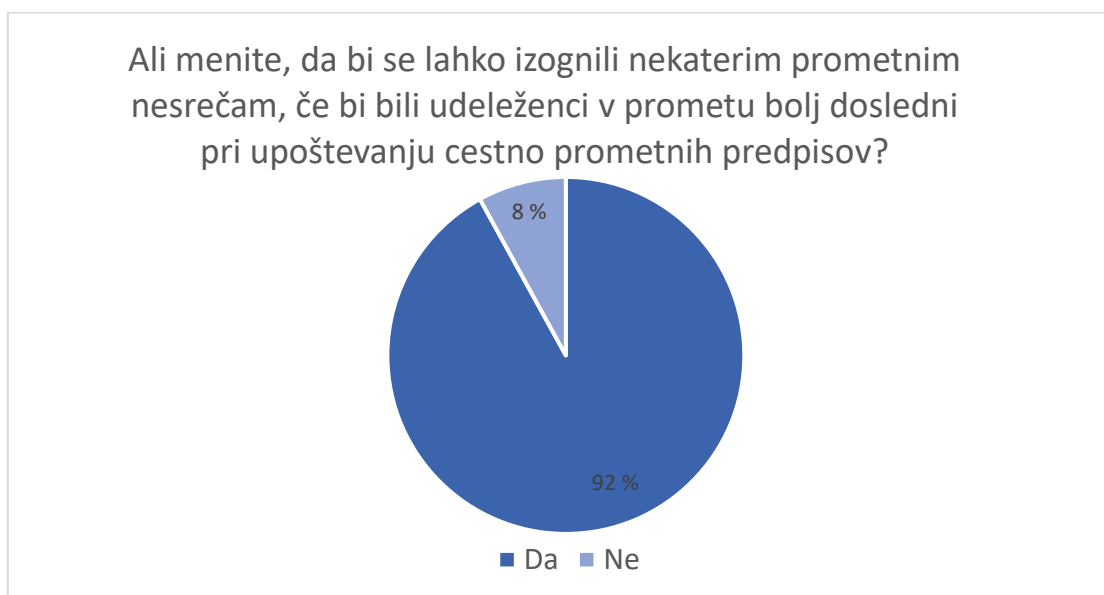
S tem vprašanjem smo se želeli prepričati, kolikšen del ljudi bi v vsakdanjem življenju opazil sistem za opozarjanje na varnostno razdaljo. Med te spadajo vsi, razen pešci in tisti, ki so za odgovor izbrali drugo. Glede na to smo ugotovili, da bi bil velik del prometnih udeležencev na svoji poti opozorjen na primerno varnostno razdaljo.

Naslednja vprašanja se navezujejo na prometne nesreče in upoštevanje cestno prometnih predpisov.

Med anketiranci prevladuje mnenje, da se na slovenskih cestah zgodi veliko prometnih nesreč in da bi se jim lahko izognili, če bi se udeleženci držali cestno prometnih predpisov. Iz teh podatkov smo ugotovili, da se je vredno posvetiti izdelavi nekega sistema, ki bi kakorkoli pripomogel k varnosti v prometu in udeležence opozarjal na pravila.

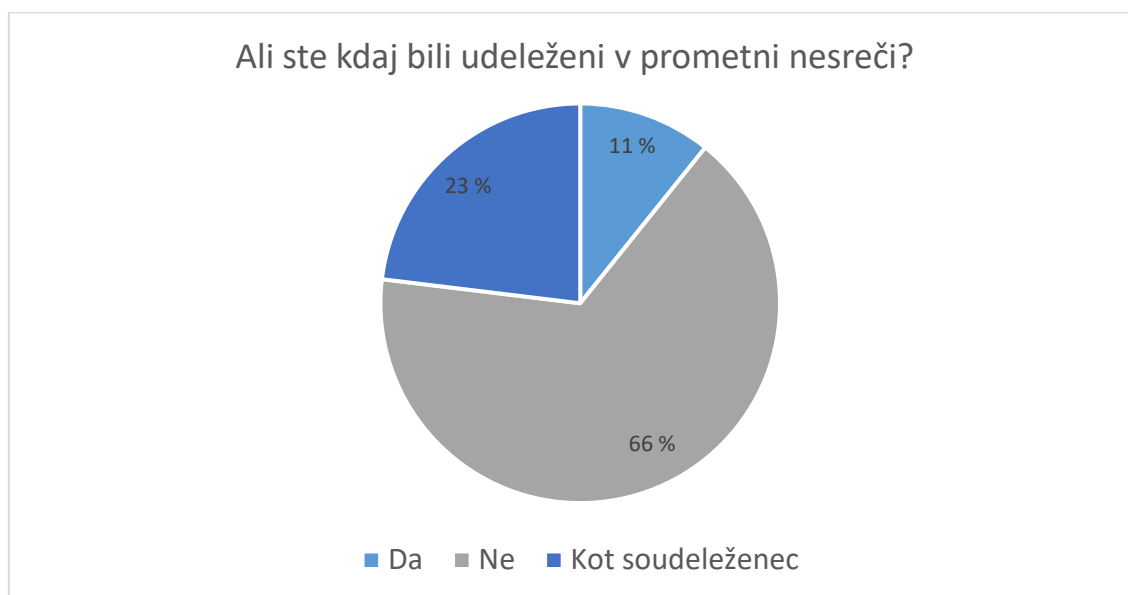


Graf 5: Ali menite, da se v Sloveniji zgodi veliko prometnih nesreč?



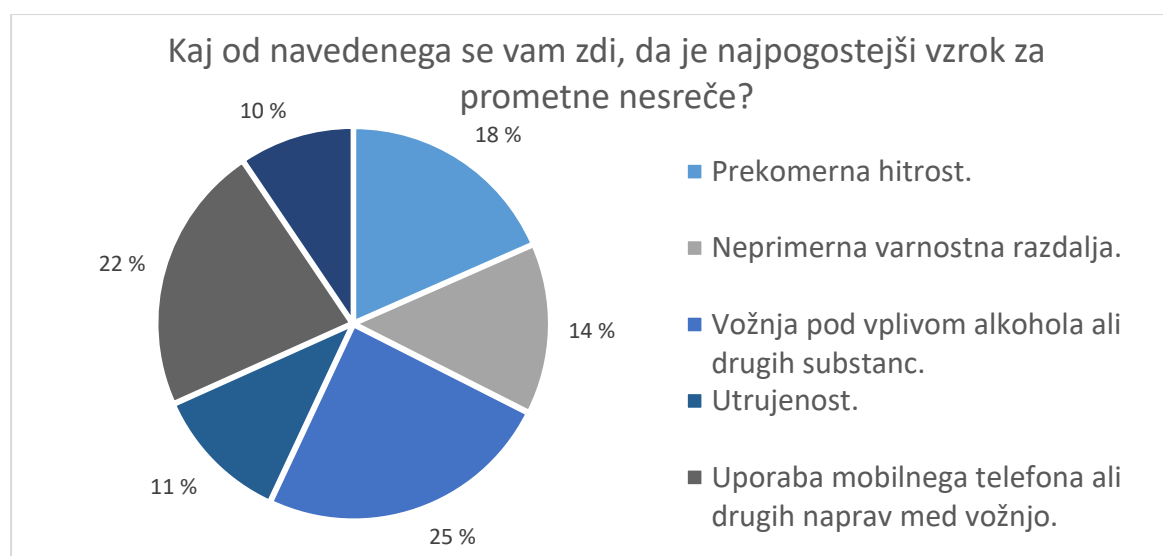
Graf 6: Ali menite, da bi se lahko izognili nekaterim prometnim nesrečam, če bi bili udeleženci v prometu bolj dosledni pri upoštevanju cestno prometnih predpisov?

Pri naslednjem vprašanju nas je zanimalo, koliko anketirancev je že doživelo prometno nesrečo ali pa so bili v njo vključeni kot soudeleženci. Podatek, da jih je od približno 300 anketirancev kar 34 % že bilo v prometni nesreči, je še dodaten pokazatelj, da se na naših cestah zgodi veliko prometnih nesreč.



Graf 7: Ali ste kdaj bili udeleženi v prometni nesreči?

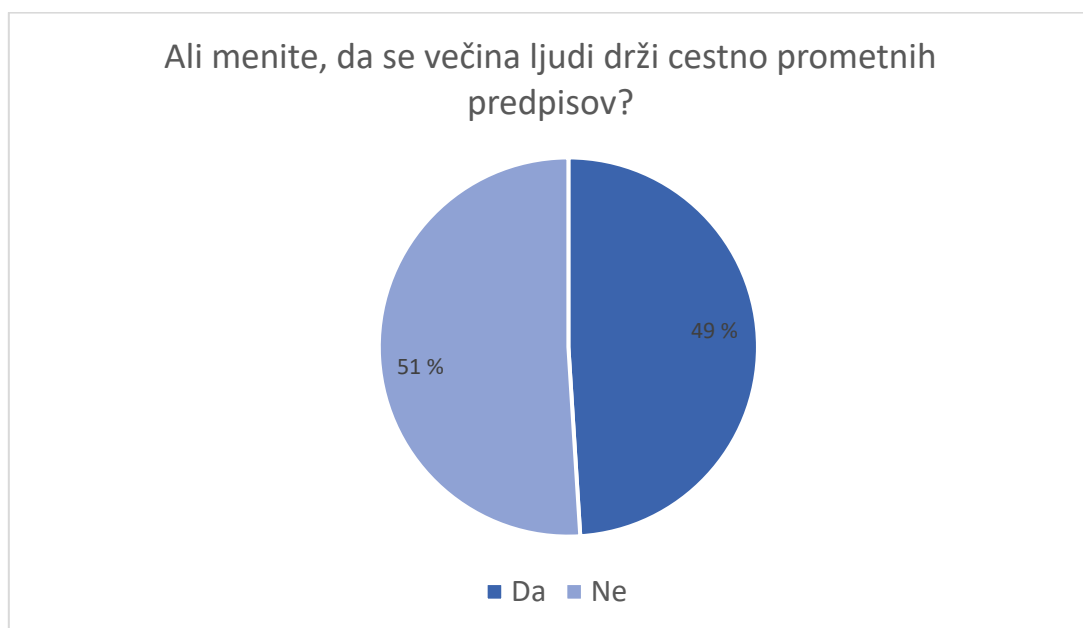
V nadaljevanju nas je zanimalo, kaj so po mnenju anketirancev najpogostejši razlogi za prometne nesreče. Pri tem vprašanju prevladujeta vožnja pod vplivom alkohola ali drugih substanc in uporaba mobilnega telefona ali drugih naprav med vožnjo. Sledita prekomerna hitrost in neprimerna varnostna razdalja, na koncu pa se pridružujejo še utrujenost in vremenske razmere.



Graf 8: Kaj od navedenega se vam zdi, da je najpogostejši vzrok za prometne nesreče?

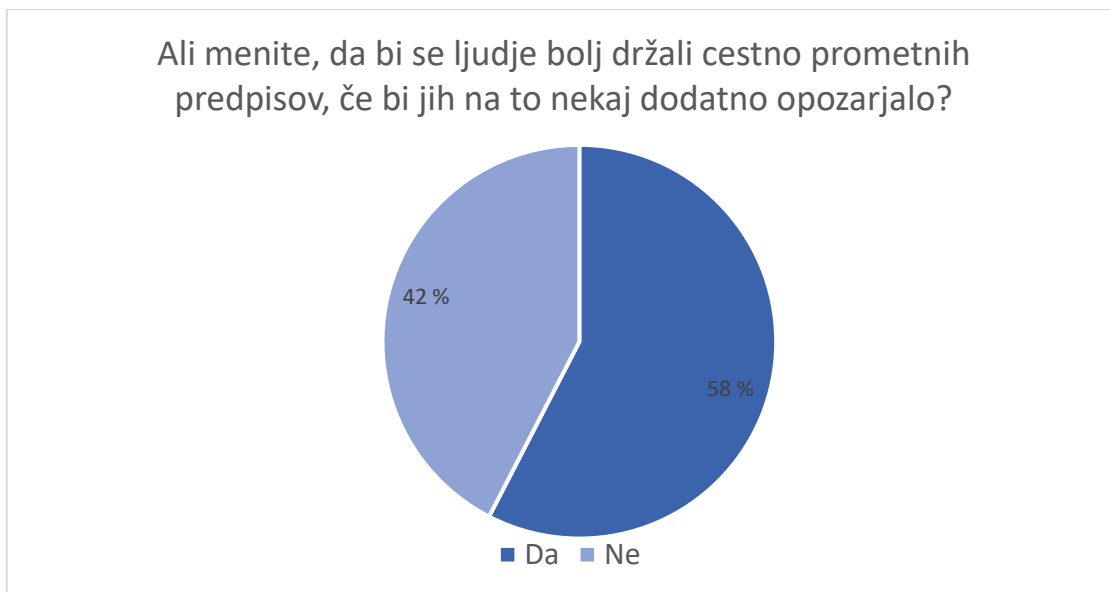
S temi ugotovitvami smo si pomagali pri izbiranju funkcij za naš izdelek. Na prekomerno hitrost opozarjajo že radarski merilniki ob cestah in merilniki hitrosti v avtomobilih. Ostaja le dolžnost voznika, da se drži hitrostne omejitve, zato se nismo poglobljali v nadzorovanje hitrosti. Kot posledica prekomerne hitrosti pa se pojavi prekratka varnostna razdalja, ki je v večini vozil ne meri noben merilnik, zato voznikom povzroča težave. Na varnostno razdaljo vplivajo tudi vremenske razmere. Tako smo se odločili, da bo naš sistem s pomočjo GPS naprave opozarjal na primerno varnostno razdaljo, ob tem pa se bodo upoštevale tudi vremenske razmere.

Naslednje vprašanje se dotika upoštevanja cestno prometnih predpisov. Nepričakovano je več kot polovica anketirancev odgovorila z ne, kar opozarja na resne probleme v prometu. Navječji del prometnih nesreč se zgodi ravno zaradi neupoštevanja pravil, torej smo za njih krivi ljudje sami. Morda je razlog v tem, da nekateri pravila pozabijo, večkrat je razlog to da o njih sploh ne razmišljajo, zato je potrebno nekaj, kar bi jih na njih pogosteje opozarjalo.



Graf 9: Ali menite, da se večina ljudi drži cestno prometnih predpisov?

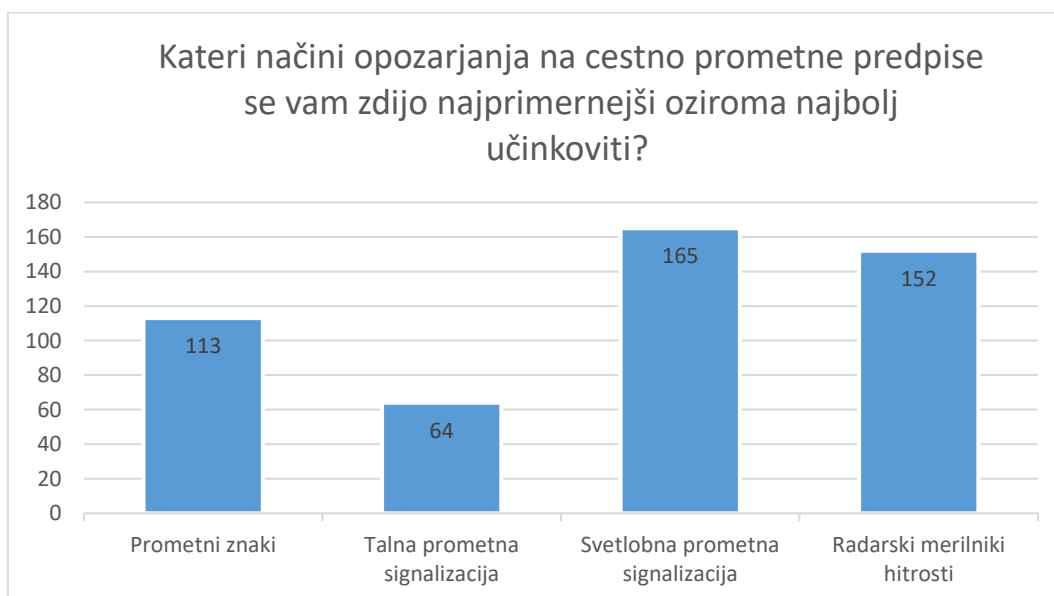
Tako je tudi pri naslednjem vprašanju prevladalo mnenje, da bi se ljudje bolje držali predpisov, če bi jih na to nekaj dodatno opominjalo.



Graf 10: Ali menite, da bi se ljudje bolj držali cestno prometnih predpisov, če bi jih na to nekaj dodatno opozarjalo?

Zanimalo nas je tudi, za katere načine opozarjanja na predpise anketiranci menijo, da so najboljši. Večina jih je izbrala svetlobno prometno signalizacijo, kot so semaforji in merilniki hitrosti z LED izpisovanjem ob cestah. Za učinkovite štejejo tudi radarski merilniki hitrosti, nekaj manj prometni znaki, na najnižje mesto pa je postavljena talna prometna signalizacija.

Iz tega smo ugotovili, da je najboljši način za opozarjanje na varnostno razdaljo svetlobna signalizacija, torej izpisovanje na nek zaslon, ki bo viden voznikom za nami.



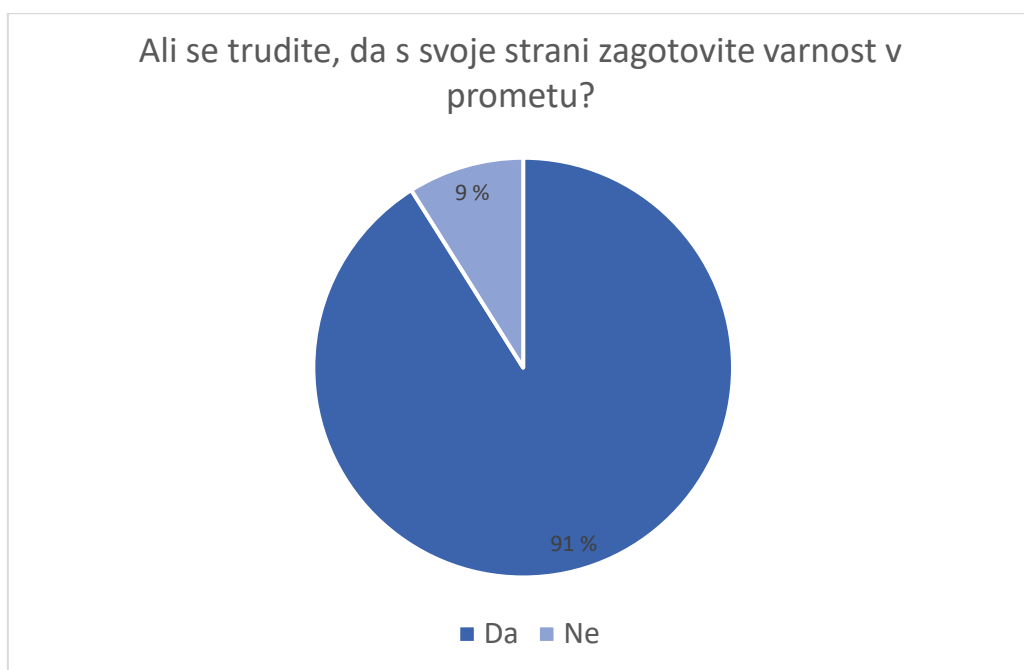
Graf 11: Kateri načini opozarjanja na cestno prometne predpise se vam zdijo najprimernejši oziroma najbolj učinkoviti?

Sledilo je vprašanje odprtega tipa, in sicer: »Katere načine opozarjanja na cestno prometna pravila še poznate?«

Med najpogostejše omenjenimi odgovori so bili:

- izpisovanje omejitve hitrosti na zaslonu v avtomobilih,
- policijske kontrole,
- zvočna opozorila soudeležencev v prometu,
- opozarjanje preko medijev (radio, spletne strani, npr. AMZS).

Anketa se je nadaljevala z vprašanjem, ali skušajo anketiranci tudi sami skrbeti za varnost v prometu. Na to vprašanje je kar 91 % odgovorilo pritrdilno, kar zanimivo nasprotuje z enim od prejšnjih vprašanj o tem, ali se ljudje držijo cestno prometnih predpisov, kjer je več kot polovica izbrala »Ne«. V tem se kaže tudi običajni človeški odziv, kjer za lastne napake krivimo druge.



Graf 12: Ali se trudite, da s svoje strani zagotovite varnost v prometu?

Vprašalnik smo zaključili z odprtim vprašanjem: »Navedite vsaj en način ali idejo, kako lahko GPS napravo uporabljamo v prometu.«

Prejeli smo veliko predlogov in že znanih načinov uporabe, na primer: navigacija, beleženje lokacije za iskanje avtomobila ali izgubljenih stvari, prikazovanje poti na zemljevidu, izbiranje najhitrejše poti z najmanjšo porabo, merjenje hitrosti, opozarjanje na radarske kontrole, opozarjanje na zastoje, prometne nesreče in ovire na cesti.

7 Predstavitev rezultatov raziskovalne naloge

Na začetku raziskovanja smo si zadali nekaj hipotez, ki jih lahko zdaj dokončno potrdimo ali ovržemo in tako povzamemo svoje ugotovitve o uporabi GPS naprav za povečevanje varnosti v prometu.

Hipoteza št. 1: Z uporabo GPS naprave bomo lahko vsaj v teoriji pripomogli k izboljšanju varnosti v prometu. Hipotezo lahko potrdimo, saj nam je uspelo ustvariti prototip, ki glede na hitrost in vremenske razmere opozarja na primerno varnostno razdaljo. Kljub temu, da izdelka ni možno integrirati in testirati v realnem okolju, v osnovi vseeno deluje in lahko služi kot osnovna za nadaljnje projekte.

Hipoteza št. 2: Na trgu je veliko ponudnikov GPS naprav in storitev, zato ne bomo imeli težav z izbiranjem ustreznih pripomočkov za izdelavo našega izdelka. To hipotezo je težko opredeliti za potrjeno ali ovrženo. Na trgu je namreč tako veliko naprav, programov in storitev, da smo se ravno zaradi široke ponudbe težko odločili, kaj nam najbolj ustreza. Kljub široki ponudbi pa veliko izdelkov ni na voljo zaradi pomanjkanja zaloge ali drugih razlogov. Tako smo si morali Raspberry Pi izposoditi v šoli. Iz teh razlogov smo se odločili, da bomo to hipotezo ovrgli.

Hipoteza št. 3: Udeleženci v prometu bi se bolj držali cestno prometnih predpisov, če bi jih na to nekaj ves čas dodatno opozarjalo. To hipotezo potrjujejo rezultati anketnega vprašanja, saj je med vprašanimi prevladalo mnenje, da bi se ljudje bolj držali cestno prometnih predpisov, če bi jih na to nekaj dodatno opozarjalo. S tem lahko potrdimo tudi uporabnost našega prototipa, saj bi lahko s povratno informacijo o varnostni razdalji vplival tudi na voznike navade, kar bi sčasoma lahko povečalo prometno varnost.

Hipoteza št. 4: Kot najpogostejši vzrok za prometne nesreče bo med anketiranci izbrana neprimerna hitrost. Glede na to, da so anketiranci za najpogostejši razlog izbrali vožnjo pod vplivom alkohola in drugih substanc, smo to hipotezo v nasprotju z našimi pričakovanji ovrgli. Prekomerna hitrost se je kot vzrok za prometne nesreče pojavila šele na tretjem mestu, za uporabo mobilnih telefonov in drugih naprav med vožnjo.

8 Zaključek

V raziskovalni nalogi smo se osredotočili na uporabo GPS naprav za povečevanje varnosti v prometu in izdelali prototip sistema za opozarjanje na varnostno razdaljo.

Naš prototip temelji na GPS tehnologiji in ultrazvočnem senzorju, ki skupaj omogočata natančno merjenje razdalje med vozili ter izračun varnostne razdalje glede na hitrost vožnje. Kot pomemben dejavnik, ki vpliva na varnostno razdaljo, smo zraven vključili še preverjanje vremenskih razmer. S tem smo dokazali, da lahko uporaba GPS naprav koristno vpliva na izboljšanje prometne varnosti, zmanjšanju števila nesreč in s tem povezanih poškodb ter smrtnih žrtev.

Anketa, ki smo jo izvedli, je pokazala, da se večina udeležencev zaveda pomembnosti prometne varnosti, vendar pa se še vedno precej voznikov ne drži prometnih predpisov in tvega z nevarno vožnjo. Kljub temu so udeleženci ankete izrazili svojo podporo uporabi GPS tehnologij, ki lahko pripomorejo k izboljšanju prometne varnosti.

Naša želja v prihodnje je, da bi svoj sistem nadgradili in ga integrirali v avtomobile ter ga začeli testirati v realnih situacijah, saj verjamemo, da ima potencial za izboljšanje varnosti. Hkrati je potrebno pripomniti, da je izobraževanje in ozaveščanje voznikov o pomenu spoštovanja prometnih predpisov in varni vožnji zelo pomembno. Le tako bomo lahko dosegli trajnostno izboljšanje prometne varnosti in rešili življenja na cestah.

9 Viri in literatura

- Aerospace team. (brez datuma). *A BRIEF HISTORY OF GPS*. Pridobljeno 14. Januar 2023 iz AEROSPACE: <https://aerospace.org/article/brief-history-gps>
- BasuMallick, C. (3. Junij 2022). *What Is GPS (Global Positioning System)? Meaning, Types, Working, Examples, and Applications*. Pridobljeno 5. Januar 2023 iz SpiceWorks: <https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/what-is-gps/>
- BasuMallick, C. (26. Avgust 2022). *What Is Raspberry Pi? Models, Features, and Uses*. Pridobljeno 18. December 2022 iz SpiceWorks: <https://www.spiceworks.com/tech/networking/articles/what-is-raspberry-pi/>
- Bellis, M. (brez datuma). *Zgodovina globalnega sistema za določanje položaja - GPS*. Pridobljeno 11. December 2022 iz Efferit: <https://sl.efferit.com/zgodovina-globalnega-sistema-za-dolocanje-polozaja-gps/>
- Fromaget, P. (brez datuma). *The Epic Story of the Raspberry Pi*. Pridobljeno 28. December 2022 iz RaspberryTips: <https://raspberrytips.com/raspberry-pi-history/>
- GISGeography. (31. Maj 2022). *How GPS Receivers Work – Trilateration vs Triangulation*. Pridobljeno 8. Februar 2023 iz GISGeography.
- How HC-SR04 Ultrasonic Sensor Works & Interface It With Arduino*. (brez datuma). Pridobljeno 15. December 2022 iz Last Minute Engineers: <https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>
- Khan, A. (Januar 2023). *Raspberry Pi History*. Pridobljeno 3. Februar 2023 iz linuxhint: <https://linuxhint.com/raspberry-pi-history/>
- Raspberry. (brez datuma). *Raspberry Pi Documentation*. Pridobljeno 2. Februar 2023 iz RaspberryPi: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html#power-supply:~:text=are%20shown%20below.-,Product,350mA,-From%20the%20Raspberry>
- Vesoljski oddelek ameriške vojske. (19. Oktober 2021). *Other Global Navigation Satellite Systems (GNSS)*. Pridobljeno 28. December 2022 iz gps: <https://www.gps.gov/systems/gnss/>
- What is Raspberry Pi?* (brez datuma). Pridobljeno 2. Februar 2023 iz RaspberryPi: <https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/>
- Why did we build Visual Studio Code?* (3. Januar 2023). Pridobljeno 10. Januar 2023 iz Visual Studio Code: https://code.visualstudio.com/docs/editor/whyvscode#_robust-and-extensible-architecture
- Zahradnik, F. (brez datuma). *Trilateracija v GPS*. Pridobljeno 13. December 2022 iz eYewated: <https://sl.eyewated.com/trilateracija-v-gps/>

10 Priloge

10.1 Anketa

1. V katero starostno skupino spadate?

- do 18 let.
- od 18 do 25 let.
- od 25 do 30 let.
- od 30 do vključno 50 let.
- več kot 50 let.

2. Ali ste opravili voziški izpit?

- Da.
- Ne.

3. Ali ste redni udeleženeec v prometu?

- Da.
- Ne.

4. Kako ste največkrat vključeni v promet?

- Kot pešec.
- Kot kolesar.
- Kot voznik osebnega avtomobila.
- Kot sopotnik v osebnem avtomobilu.
- Kot voznik tovornega vozila.
- Kot voznik v javnem prevozu.
- Kot potnik v javnem prevozu.
- Drugo.

5. Ali menite, da se v Sloveniji zgodi veliko prometnih nesreč?

- Da.
- Ne.

6. Ali menite, da bi se lahko izognili nekaterim prometnim nesrečam, če bi udeleženci v prometu bili bolj dosledni pri upoštevanju cestno prometnih predpisov?

- Da.
- Ne.

7. Ali ste kdaj že bili udeleženi v prometni nesreči?

- Da.
- Ne.
- Kot sopotnik.

8. Kaj od navedenega se vam zdi, da je najpogostejši vzrok za prometne nesreče?

- Prekomerna hitrost.
- Neprimerna varnostna razdalja.
- Vožnja pod vplivom alkohola ali drugih substanc.
- Utrujenost.
- Uporaba mobilnega telefona ali drugih naprav med vožnjo.
- Vremenske razmere.

9. Ali menite, da se večina ljudi drži cestno prometnih predpisov?

- Da
- Ne

10. Ali menite, da bi se ljudje bolje držali cestno prometnih predpisov, če bi jih nekaj (poleg cestnih oznak) na to opozarjalo?

- Da
- Ne

11. Kateri načini opozarjanja na cestno prometne predpise se vam zdijo najprimernejši oziroma najbolj učinkoviti?

- Prometni znaki.
- Talna prometna signalizacija.
- Svetlobna prometna signalizacija (semaforji).
- Radarski merilniki hitrosti.

12. Katere načine opozarjanja na cestno prometna pravila še poznate?

13. Ali se trudite, da s svoje strani zagotovite varnost v prometu?

- Da
- Ne

14. Navedite vsaj en način ali idejo, kako lahko GPS napravo uporabljamo v prometu.

10.2 Izjava

IZJAVA*

Mentor Boštjan Lubej v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Uporaba GPS naprave za povečevanje varnosti v prometu, katere avtorji so Ana Šmerc, Tilen Černelič in Jan Vipotnik:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljenе literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 7.4.2023



Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.