



# PEPPER PO PROSTORU

Raziskovalna naloga

**Avtorja:**

Jaka Mastnak in Luka Lončar, R-4.a

**Mentor:**

mag. Boštjan Resinovič, univ. dipl. inž. rač. in inf.

**Mladi za Celje**

Celje, april 2023

## Zahvala

Zahvaljujemo se mentorju za spodbudo in dragocene nasvete, ki so naju vodili skozi proces raziskave, ter kritično povratno informacijo, ki nama je pomagala izboljšati kakovost naloge.

Posebna zahvala tudi zaposlenim v Tehno parku Celje, saj so nama omogočili delo z robotom Pepper.

## Povzetek

Raziskovalna naloga z naslovom Pepper po prostoru opisuje postopek izdelave programa, ki robotu Pepper (proizvajalca SoftBank Robotics) omogoča prosto vodenje obiskovalcev Tehno parka Celje med eksponati na drugi platformi stavbe in raziskave o robotskih vodičih. Naloga obsega več poglavij, ki govorijo o uporabljenih tehnologijah in orodjih, specifikacijah robota, postopku in delovanju programa ter analizi vprašalnika. Pri delu sva uporabila robotko Barbaro, ki je robot serije Pepper in jo hranijo v prostorih Tehno parka Celje, številna orodja razvijalca Adobe, razvojno okolje RMS in številna druga programska orodja.

Pri analizi ankete sva ugotovila, da si obiskovalci Tehno parka Celje želijo avtonomno robotko, ki jih bo lahko samostojno vodila po parku in bo ob tem zmožna interaktivnega obnašanja.

**Ključne besede:** robotika, humanoidni roboti, Pepper, RMS, vodič po muzeju

## Abstract

The research thesis entitled Pepper in Space describes the process of creating a program that allows the Pepper robot (manufactured by SoftBank Robotics) to freely guide visitors of Celje Technopark between exhibits on the second platform of the building and research on robot guides. The assignment consists of several chapters on the technologies and tools used, the specifications of the robot, the process and operation of the software, and the analysis of the questionnaire. We used Barbara, a Pepper series robot kept in the premises of Technopark Celje, a number of Adobe developer tools, the RMS development environment and a number of other software tools.

When analysing the survey, we found that visitors to the Celje Techno Park would like to have an autonomous robot that can guide them around the park independently and is capable of interactive behaviour.

**Keywords:** robotics, humanoid robots, Pepper, RMS, museum guide

## Kazalo vsebine

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Uvod .....                                         | 6  |
| Cilj .....                                         | 7  |
| Hipoteze.....                                      | 7  |
| Uporabljene tehnologije in orodja .....            | 8  |
| Softbank Robotics – robot Pepper .....             | 8  |
| Aldebaran .....                                    | 9  |
| Robot Pepper.....                                  | 10 |
| NAOqi OS .....                                     | 11 |
| RMS – Robot management sytem.....                  | 12 |
| Adobe .....                                        | 14 |
| Adobe Illustrator.....                             | 14 |
| Zasnova in specifikacije robota Pepper .....       | 15 |
| Zasnova robota .....                               | 15 |
| Tehnične specifikacije robota .....                | 15 |
| Predstavitev programa .....                        | 17 |
| Ustvarjanje aktivnega uporabniškega vmesnika ..... | 18 |
| Interaktivnost ob eksponatih .....                 | 22 |
| Dialogi.....                                       | 25 |
| Postopek izdelave .....                            | 26 |
| Izdelava ikon .....                                | 28 |
| Navodila za uporabo.....                           | 30 |
| 1. Lokalizacija.....                               | 30 |
| 2. Izbira eksponata .....                          | 30 |
| 3. Izbirni meni .....                              | 30 |
| Prednosti pametnih in robotskih vodičev .....      | 31 |
| Analiza ankete .....                               | 32 |
| Analiza hipotez in ciljev .....                    | 35 |
| Hipoteze.....                                      | 35 |
| Cilj .....                                         | 35 |
| Zaključek.....                                     | 36 |
| Bibliografija.....                                 | 37 |

## Kazalo slik

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Logotip podjetja SoftBank Robotics .....               | 8  |
| Slika 2: Logotip podjetja Aldebaran United Robotics Group ..... | 9  |
| Slika 3: Robot Pepper .....                                     | 10 |
| Slika 4: Logotip operacijskega sistema NAOqi .....              | 11 |
| Slika 5: Logotip podjetja Humanizing Technologies .....         | 12 |
| Slika 6: Razvojno okolje RMS .....                              | 13 |
| Slika 7: Logotip podjetja Adobe .....                           | 14 |
| Slika 8: Logotip orodja Illustrator .....                       | 14 |
| Slika 9: Tipala na robotu Pepper .....                          | 16 |
| Slika 10: Uporabniški vmesnik .....                             | 17 |
| Slika 11: Podmeni uporabniškega vmesnika .....                  | 18 |
| Slika 12: Besedilo, ki se prikazuje med vožnjo .....            | 22 |
| Slika 13: Lokacija .....                                        | 22 |
| Slika 14: Izbirni meni .....                                    | 23 |
| Slika 15: Posnetek z razlago o eksponatu .....                  | 24 |
| Slika 16: QR koda za dostop do ankete .....                     | 24 |
| Slika 17: Prikaz dialoga .....                                  | 25 |
| Slika : Testni posnetek okolja .....                            | 26 |
| Slika : Vektorska grafika logotipa Tehno parka Celje .....      | 28 |
| Slika : Ikona – Digitalizacija in prihodnost .....              | 28 |
| Slika : Logotip – Naravoslovje .....                            | 29 |
| Slika : Logotip – Človeško telo .....                           | 29 |
| Slika : Logotip – Izzivi .....                                  | 29 |

## Kazalo grafov

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Graf 1: Spol obiskovalcev.....                                                | 32 |
| Graf 2: Število vračajočih se obiskovalcev .....                              | 32 |
| Graf 3: Število zaporednih obiskov.....                                       | 33 |
| Graf 4: Povprečna ocena robotke Pepper .....                                  | 33 |
| Graf 5: Število obiskovalcev, ki so že bili v stiku z robotskim vodičem ..... | 34 |
| Graf 6: Število obiskovalcev, ki si želijo robotskega vodiča .....            | 34 |

## Uvod

»Roboti bodo svet naredili nepredstavljivo boljšega, kot je danes.« (Bill Gates)

S tem prepoznavnim izrekom enega izmed pionirjev današnjega računalništva in željo po novem znanju ter izkušnjah sva se podala na pot robotike. Po zaslugi Tehno parka Celje sva si priborila najnovejšega robota iz serije Pepper, katerega proizvajalec je japonsko podjetje SoftBank Robotics. Z njim sva pripravila program, ki bo obiskovalce Tehno parka Celje vodil po razstavnih eksponatih, jim predajal informacije o teh in bo predstavljal prvega robotskega vodiča v Celju.

Kot dijaka programa računalniški tehnik sva se odločila, da bova združila moči in se preizkusila na področju, ki nama je bilo neznano ter robota Pepper naučila samostojnega premikanja po prostoru in podobnih trikov, ki bodo največjemu interaktivnemu tehnološkemu muzeju v Sloveniji in njihovim obiskovalcem redno služili.

V veliko pomoč pri izvedbi programa so bili senzorji na robotu, ki so omogočili natančno in zanesljivo premikanje po prostoru parka. Za skeniranje sva uporabila že nameščeno aplikacijo Pepper Robot Management System, ki omogoča ustvarjanje in modifikacijo zemljevidov prostorov, ter dodajanje oznak »Waypoint«, po katerih se bo robot sam orientiral in premikal.

Namen avtomatizacije vodenja na robotu Pepper je bila predpostavljena hipoteza, da bo »robotski vodič« pritegnil obiskovalce in predstavljal eno izmed glavnih atrakcij.

## Cilj

Cilj raziskovalne naloge je ustvariti aplikacijo za robota Pepper in raziskati avtonomne robotske vodiče.

## Hipoteze

Hipoteze sva si zastavila na osnovi raziskav s tega področja in najinega sklepanja. Te bova potrdila ali ovrgla na osnovi vprašalnika, ki bo na voljo v prostorih Tehno parka Celje od 22. 2. 2023 do 24. 2. 2023, ter s pomočjo najinega izdelka, ki bo utemeljil funkcionalnost.

1. Obiskovalci si želijo robota, ki bo omogočal funkcionalnost robotskega vodiča.
2. Robot Pepper bo sposoben samostojnega premikanja po prostorih Tehno parka Celje.
3. Mogoče bo vzpostaviti interaktivnost z robotom na posameznih točkah, ki bodo predstavljale eksponate razstave.
4. Natančnost senzorjev bo omejena, vendar funkcionalna.



## Uporabljene tehnologije in orodja

Med izdelavo raziskovalne naloge sva uporabila naslednje programe, tehnologije in pripomočke, s katerimi sva izdelala program.

### Softbank Robotics – robot Pepper

Softbank Robotics je japonsko mednarodno konglomeratno holding podjetje s sedežem v mestni četrti Minato v Tokiu. Podjetje se ukvarja predvsem z menedžmentom investicij v podjetjih, ki operirajo na področjih tehnologije, energetike in financ. Trenutno je korporacija ena izmed večjih na Japonskem, saj je po raziskavah revije Forbes na drugem mestu, takoj za avtomobilskim velikanom Toyota Motors, na svetovni ravni pa jo najdemo na triinšestdesetem mestu.

Podjetje je bilo ustanovljeno septembra leta 1981 kot SOFTBANK Corp. Ustanovil ga je tedaj štiriindvajsetletni Masayoshi Son z namenom distribucije programov in programske opreme ter revij in priročnikov, katerih tematika so bili programi, računalniki in podobno. Prva revija z naslovom Oh!PC je bila izdana maja leta 1989 in je govorila o računalnikih NEC ter Sharp. Do leta 1989 je podjetje postalo največja založba računalniških revij na Japonskem. Pet let kasneje se je vrednost podjetja povečala na 3 milijarde dolarjev.

Kasneje se je podjetje SoftBank razširilo na različna področja, med drugim na mobilno telefonijo, telekomunikacije, spletno prodajo, investicije v tehnološka podjetja in umetno inteligenco. Danes je SoftBank eno največjih in najbolj raznolikih japonskih podjetij.

Najbolj znane podružnice podjetja SoftBank so SoftBank Mobile, japonski mobilni operater, Yahoo Japan, spletna stran za iskanje, e-prodajo ter druge »online« storitve in SoftBank Vision Fund, ena največjih družb za tvegano kapitalizacijo na svetu.

Ena od posebnih podružnic podjetja SoftBank je SoftBank Robotics, ki izdeluje in prodaja robote. SoftBank Robotics je leta 2015 kupil Aldebaran, francosko podjetje, specializirano za razvoj robotov z umetno inteligenco. Danes je ta del podjetja pod novim imenom United Robotics Group. Govora pa je tudi o preimenovanju na staro ime povzeto po zvezdi.

Najbolj znan izdelek podjetja SoftBank Robotics je robot Pepper, ki je bil predstavljen leta 2014. Pepper je humanoidni robot z obrazom in sposobnostjo prepoznavanja človeških čustev ter razpoloženj. Njegov namen je sodelovanje z ljudmi v različnih okoljih, na primer kot spremljevalec v trgovinah ali kot zabava za otroke v zabaviščnih parkih.

Poleg Pepper SoftBank Robotics izdeluje tudi druge robote, vključno z robotom Nao, ki je namenjen izobraževalnim namenom, in robotom Whiz, ki se uporablja za čiščenje pisarn in drugih zaprtih prostorov.



Slika 1: Logotip podjetja SoftBank Robotics –  
Vir: [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0100/1429/4079/files/SBRA\\_logo-gray.png?height=628&pad\\_color=fff&v=1613759720&width=1200](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0100/1429/4079/files/SBRA_logo-gray.png?height=628&pad_color=fff&v=1613759720&width=1200)

## Aldebaran

Aldebaran Robotics je francosko podjetje, ki je bilo ustanovljeno leta 2005 s sedežem v Parizu, s ciljem razvoja in proizvodnje humanoidnih robotov z umetno inteligenco. Podjetje je zaslovelo s svojim prvim produktom – robotom Nao, ki je postal znan po celem svetu, saj je postal priljubljen v številnih šolah, univerzah in raziskovalnih institucijah.

Aldebaran Robotics je vodil Bruno Maisonnier, ki je pred tem delal na projektih z umetno inteligenco v laboratoriju za umetno inteligenco pri francoski nacionalni agenciji za raziskave (CNRS). Njegova vizija je bila ustvariti humanoidne robote, ki bodo sposobni interakcije z ljudmi in bodo imeli sposobnost učenja ter razvoja svoje inteligence.

Najbolj znan izdelek podjetja Aldebaran Robotics je robot Nao, ki je bil predstavljen leta 2006. Nao je humanoidni robot, ki je bil prvotno zasnovan za raziskave v robotiki in umetni inteligenci. Nao je bil hitro sprejet na številnih univerzah in raziskovalnih institucijah, saj je bil preprost za uporabo, prilagodljiv in sposoben učenja. Kasneje se je Nao razvil v številne produkte, kot so Nao Evolution, Nao Next Gen, Nao Qi in druge.

Podjetje Aldebaran Robotics je svoj uspeh s produktom Nao izkoristilo za razvoj še naprednejših robotov. Leta 2014 je podjetje predstavilo humanoidnega robota Pepper (

Robot Pepper), ki je postal znan po vsem svetu. Pepper je bil zasnovan kot robot, ki lahko interagira z ljudmi in prepozna njihove obrazne izraze ter glasovne ukaze, kar mu omogoča bolj naravno komunikacijo.

Leta 2015 je japonsko podjetje SoftBank kupilo Aldebaran Robotics, da bi lahko razvilo svoj lasten nabor robotskih izdelkov. SoftBank je obdržal njihovo ekipo strokovnjakov za robotiko in s tem omogočil nadaljevanje razvoja humanoidnih robotov z umetno inteligenco.

Podjetje Aldebaran Robotics je bilo znano po svojih inovativnih rešitvah v robotiki in umetni inteligenci. Njihovi izdelki so bili zasnovani tako, da se lahko uporabljajo v številnih industrijskih in izobraževalnih okoljih, v bolnišnicah ter domovih za ostarele. Njihovi humanoidni roboti so se izkazali za koristne pri spodbujanju socializacije ter interakcije in pri izboljševanju kakovosti življenja.



*Slika 2: Logotip podjetja Aldebaran United Robotics Group -  
Vir: <https://www.aldebaran.com/themes/custom/softbank/logo.png>*

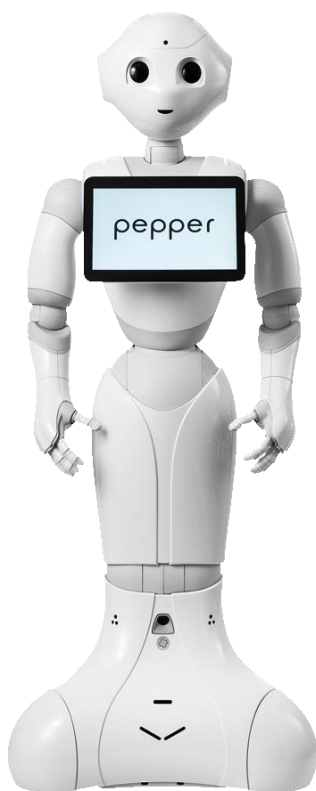
### Robot Pepper

Pepper je bil predstavljen leta 2014 kot prvi "socialni robot" na svetu, ki je sposoben interakcije z ljudmi na različne načine. Ta sposobnost mu omogoča, da je koristen v različnih okoljih, in sicer od trgovin, bolnišnic do izobraževalnih ustanov.

Pepper je zasnovan tako, da lahko zazna in prepozna različne obrazne mimike ter glasovne ukaze. Robot je opremljen s številnimi senzorji in kamerami (Tehnične specifikacije robota), ki mu omogočajo zaznavanje okolja ter ljudi v njem. S pomočjo algoritmov strojnega učenja se Pepper prilagaja in uči iz izkušenj, kar mu omogoča, da se lahko bolj natančno odziva na potrebe uporabnika.

Pepper lahko opravlja številne naloge, kot so naročanje hrane v restavraciji, sprejem strank v hotelih, vodenje obiskovalcev po muzejih in celo kot spremljevalec ostarelih. Robot se lahko uporablja tudi v izobraževalne namene, saj lahko otrokom pomaga pri učenju novih veščin in podpira njihovo socializacijo.

Ena od prednosti robota Pepper je njegova prilagodljivost, saj se lahko s pomočjo reprogramiranja prilagodi potrebam vsakega posameznega uporabnika. Poleg tega ima Pepper tudi zaslon in zvočnike, ki mu omogočajo komunikacijo z uporabnikom ter izvajanje nalog. Njegova preprosta uporaba in sposobnost učenja mu omogočata, da postaja vse bolj uporaben v različnih industrijskih ter izobraževalnih okoljih.



*Slika 3: Robot Pepper -*

*Vir: <http://www.aldebaran.com/themes/custom/softbank/images/360/pepper.png>*

## NAOqi OS

NAOqi OS je poseben operacijski sistem, ki je bil razvit za uporabo v humanoidnih robotih družbe SoftBank Robotics, kot sta robot Pepper in robot NAO. Sistem temelji na jedru operacijskega sistema Linux, vendar vključuje tudi številne druge komponente, ki so posebej zasnovane za uporabo v robotiki.

Ena izmed ključnih lastnosti NAOqi OS je modularnost, kar pomeni, da je sistem sestavljen iz več ločenih modulov, ki se lahko uporabljajo neodvisno drug od drugega. To omogoča, da se razvijalci osredotočijo le na določene funkcije robota in posledično lažje razvijanje programov ter aplikacij.

NAOqi OS podpira različne programske jezike, kot so C++, Python in Java, kar omogoča razvijalcem, da uporabljajo svoje najljubše programske jezike in orodja za razvoj programov. Poleg tega NAOqi OS vključuje številne knjižnice in orodja, ki so namenjeni razvijalcem, da lahko ti hitreje ter učinkoviteje razvijajo aplikacije.

NAOqi OS ima širok nabor funkcij, ki so posebej zasnovane za uporabo v robotiki, kot so prepoznavanje govora in obrazov, zaznavanje dotika ter gibanja, navigacija po okolju, zaznavanje ovir in druge. Te funkcije so vgrajene v operacijski sistem.

NAOqi OS je zasnovan tako, da je enostaven za uporabo in razvoj, saj zagotavlja odprtokodno platformo za razvoj robotov, katero lahko razvijalci prilagodijo svojim potrebam. Skupaj s strojno opremo robota SoftBank NAOqi OS omogoča razvijalcem, da ustvarijo napredne in interaktivne robote, ki lahko komunicirajo ter sodelujejo z ljudmi na številnih področjih, kot so zdravstvo, izobraževanje, zabava in industrija.



*Slika 4: Logotip operacijskega sistema NAOqi -*

*Vir: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS7zEkUN8u5ptMMPqidlseZL1d-4a8j8dmgpw&usqp=CAU>*

## RMS – Robot management sytem

Robot Management System (RMS) je programska platforma, ki jo razvija podjetje SoftBank Robotics za upravljanje humanoidnih robotov, kot sta robot Pepper in robot NAO. RMS omogoča upravljanje in nadzor robotov v realnem času, kar olajša uporabo teh robotov v različnih okoljih, kot so trgovine, pisarne, zdravstveni domovi, šole in druga mesta.

RMS zagotavlja širok nabor funkcij za upravljanje robotov, kot so nadzor nad gibanjem in pozicioniranjem robota, nadzor nad senzorji ter kamerami, nadzor nad zvokom in prepoznavanjem govora, nadzor nad aplikacijami ter storitvami, ki jih uporablja robot, ter nadzor nad povezavo robota s spletom in drugimi napravami.

Ena izmed ključnih lastnosti RMS je preprosta uporaba, ki omogoča uporabnikom, da se hitro naučijo uporabljati platformo in robote. RMS vključuje tudi orodja za razvoj aplikacij in storitev za robote, ki omogočajo razvijalcem, da ustvarijo prilagojene aplikacije ter storitve za robote glede na potrebe njihove organizacije ali uporabnikov.

RMS uporablja odprte standarde in protokole, kar omogoča integracijo robotov s široko paleto drugih naprav ter sistemov, kot so pametni telefoni, tablični računalniki, računalniki in druge naprave. RMS podpira tudi možnost oddaljenega upravljanja robotov preko spleta, kar omogoča uporabnikom, da upravljajo robote od kjerkoli na svetu.

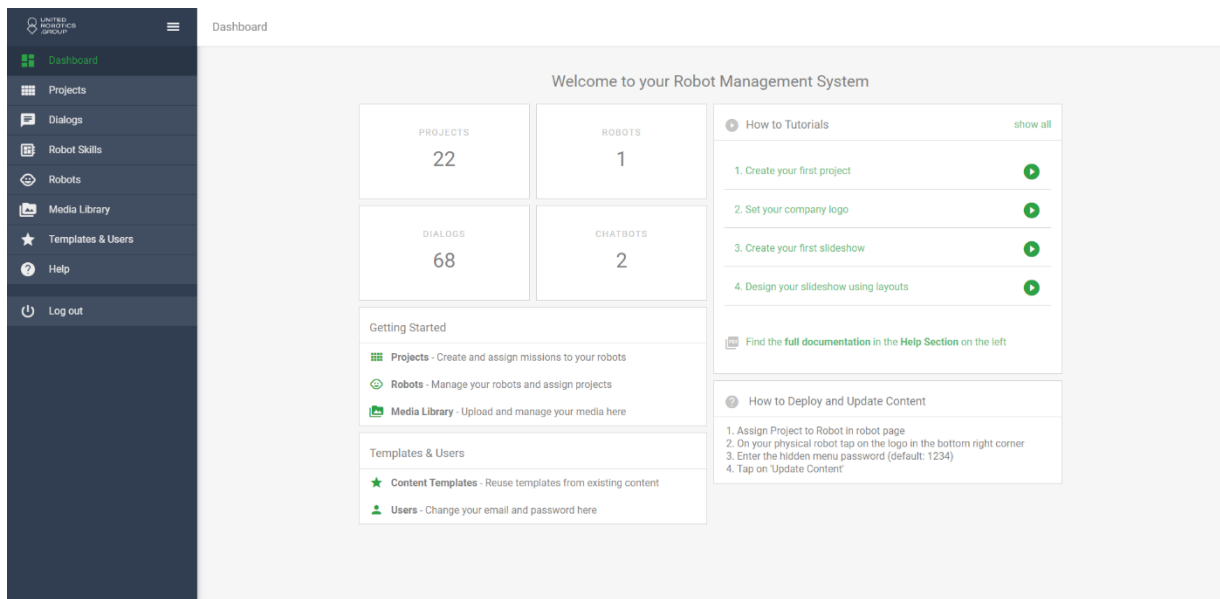
RMS zagotavlja nadzor nad varnostjo robotov tako, da zagotavlja uporabo robota v skladu s predpisi in standardi. To vključuje nadzor nad dostopom do robotov in zaščito pred neželenimi vdori ali vdori v mrežo.

V skupnosti robotike je RMS postal standard za upravljanje humanoidnih robotov SoftBank. Skupaj z robotsko platformo NAOqi OS in strojno opremo robota SoftBank RMS omogoča razvijalcem in uporabnikom, da ustvarijo napredne in interaktivne robote, ki lahko komunicirajo ter sodelujejo z ljudmi na številnih področjih.



*Slika 5: Logotip podjetja Humanizing Technologies -*

*Vir: [https://humanizing.com/wp-content/uploads/Humanizing\\_Logo\\_Humanizing\\_dark.svg](https://humanizing.com/wp-content/uploads/Humanizing_Logo_Humanizing_dark.svg)*



Slika 6: Razvojno okolje RMS -  
Vir: <https://pip.humanizing.com>

## Adobe

Adobe je eno vodilnih tehnoloških podjetij na svetu, ki se ukvarja s proizvodnjo ter razvojem programske opreme in storitev. Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1982 v Kaliforniji, v ZDA. Na začetku se je Adobe ukvarjal predvsem s proizvodnjo programske opreme za računalniško oblikovanje, kasneje pa so se razširili na številna druga področja, kot so digitalna izdaja in upravljanje dokumentov, obdelava videa ter fotografije, digitalni marketing in še več.

Eden najbolj znanih izdelkov podjetja Adobe je program Adobe Photoshop, ki je najbolj priljubljen program za obdelavo in urejanje fotografij na svetu. Poleg tega podjetje proizvaja tudi druge programske rešitve, kot so Adobe Illustrator, InDesign, Acrobat, Premiere Pro, After Effects, Dreamweaver in druge. Adobe je razvil tudi vrsto storitev v oblaku, kot so Adobe Creative Cloud, Adobe Marketing Cloud in Adobe Document Cloud.

Adobe je v zadnjih letih postal vodilno podjetje na področju tehnologij za obdelavo fotografij in video vsebin. Adobe aktivno vlaga v raziskave in razvoj, kar podjetju omogoča, da ostaja na vrhu digitalnega trga in razvija nove konkurenčne programe, ki so uporabni tako za posameznike kot tudi za podjetja.



*Slika 7: Logotip podjetja Adobe -*

*Vir: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Adobe\\_Corporate\\_logo.svg/2560px-Adobe\\_Corporate\\_logo.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Adobe_Corporate_logo.svg/2560px-Adobe_Corporate_logo.svg.png)*

## Adobe Illustrator

Adobe Illustrator je zmogljivo programsko orodje, ki ga oblikovalci in umetniki uporabljajo za ustvarjanje osupljivih digitalnih umetnin. Ta vektorski program uporabnikom omogoča preprosto ustvarjanje in urejanje grafik, ilustracij in tipografije.

Ena izmed glavnih prednosti programa Adobe Illustrator je zmožnost umetniških del brez izgube kakovosti. To pomeni, da bo slika ostala ostra in jasna ne glede na to, kako velika ali majhna je. Zato je idealno orodje za oblikovanje logotipov, ikon in drugih grafik, ki jih je treba reproducirati v različnih velikostih.

Adobe Illustrator poleg možnosti povečevanja in zmanjševanja ponuja tudi širok nabor orodij ter funkcij, ki uporabnikom omogočajo prilagajanje in ustvarjanje edinstvenih umetniških del. V programu Illustrator je na voljo veliko orodij za oživitve modelov, od orodij za pisalo in čopič do možnosti za določanje oblik ter poti.

Poleg tega se Adobe Illustrator brez težav povezuje z drugimi izdelki Adobe, kot sta Photoshop in InDesign, kar olajša prenos umetniških del med različnimi programi.



*Slika 8: Logotip orodja Illustrator -*

*Vir: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fb/Adobe\\_Illustrator\\_CC\\_icon.svg/800px-Adobe\\_Illustrator\\_CC\\_icon.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fb/Adobe_Illustrator_CC_icon.svg/800px-Adobe_Illustrator_CC_icon.svg.png)*



## Zasnova in specifikacije robota Pepper

### Zasnova robota

Robot Pepper je bil zasnovan za pomoč ljudem pri vsakdanjih opravilih, ki jih trenutno opravlja človeški kader in niso fizično zahtevna. Robota lahko največkrat srečamo v poslovnih okoljih in trgovinah, kjer deluje kot asistent, kateremu lahko zastavljamo vprašanja. Robot je na vprašanja zmožen tudi odgovoriti, saj se v njegovi glavi nahajajo štiri mikrofoni, ki poslušajo človeški govor. Poleg tega je zmožen tudi vožnje po prostorih zahvaljujoč večjim kameram in senzorjem, kateri so nameščeni po celem robotu. V glavi robota se nahajata dve visokoločljivi kameri (na čelu in v predelu ustnic), tridimenzionalni senzor globine (enota se nahaja za očmi), giroskop in senzorji dotika (te najdemo tudi v rokah robota). Ti senzorji so namenjeni interakciji robota z ljudmi. V podnožju pa se nahajajo merilne aparature, ki so namenjene fizičnim premikom, in sicer dva sonarja ter šest laserjev za meritev oddaljenosti od ovir, giroskop za ohranjanje ravnotežja in trije senzorji zaznavanja trkov.

Vsi ti senzorji se nahajajo v ohišju robota, ki je zgrajeno iz treh materialov: ABS smole, ki se uporablja v gospodinjstvih aparatih in je cenjena zaradi svoje prožnosti; polikarbonatne smole, ki se uporablja v ohišju pametnih telefonov in je prepoznavna po svoji vzdržljivosti ter trdoti; steklenih vlaken.

### Tehnične specifikacije robota

#### **Dimenzije robota:**

**Višina:** 1,20 metrov; **širina:** 48,5 centimetrov; **globina:** 42,5 centimetrov.

#### **Teža:**

28 kilogramov.

#### **Baterija:**

Litij-ionska baterija s kapaciteto 30 amperskih ur/795 vatnih ur in predvidenim časom delovanja 12 ur.

#### **Zaslon:**

10,1 palčni zaslon na dotik.

#### **Premikajoči se deli:**

Glava (20°), ramena (2° levo in desno), komolci (2 rotaciji L&R), zapestje (1° L&R), roka s 5 prsti (1° levo in desno), boki (2°), kolena (1°), podvozje (3°) – skupaj robota poganja 20 elektromotorjev.

#### **Programska oprema:**

Programska oprema robota je zgrajena na operacijskem sistemu NAOqi OS.

#### **Brezžične povezave:**

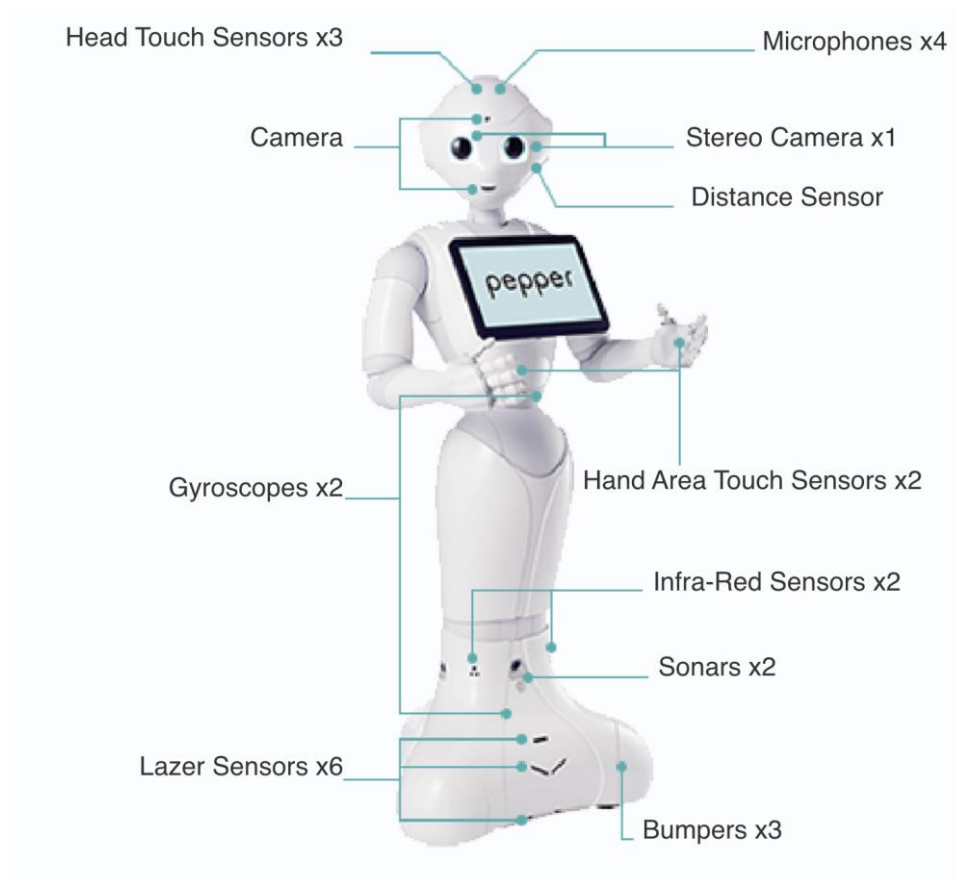
Wi-Fi: IEEE 802.11 a/b/g/n (2.4 GHz/5 GHz), Ethernet x1 (10/100/1000 base T).

#### **Hitrost premikanja:**

Do tri kilometre na uro (dve milji na uro).

#### **Vzpon:**

Maksimalni vzpon, katerega lahko opravi robot, je 1,5 centimetra.



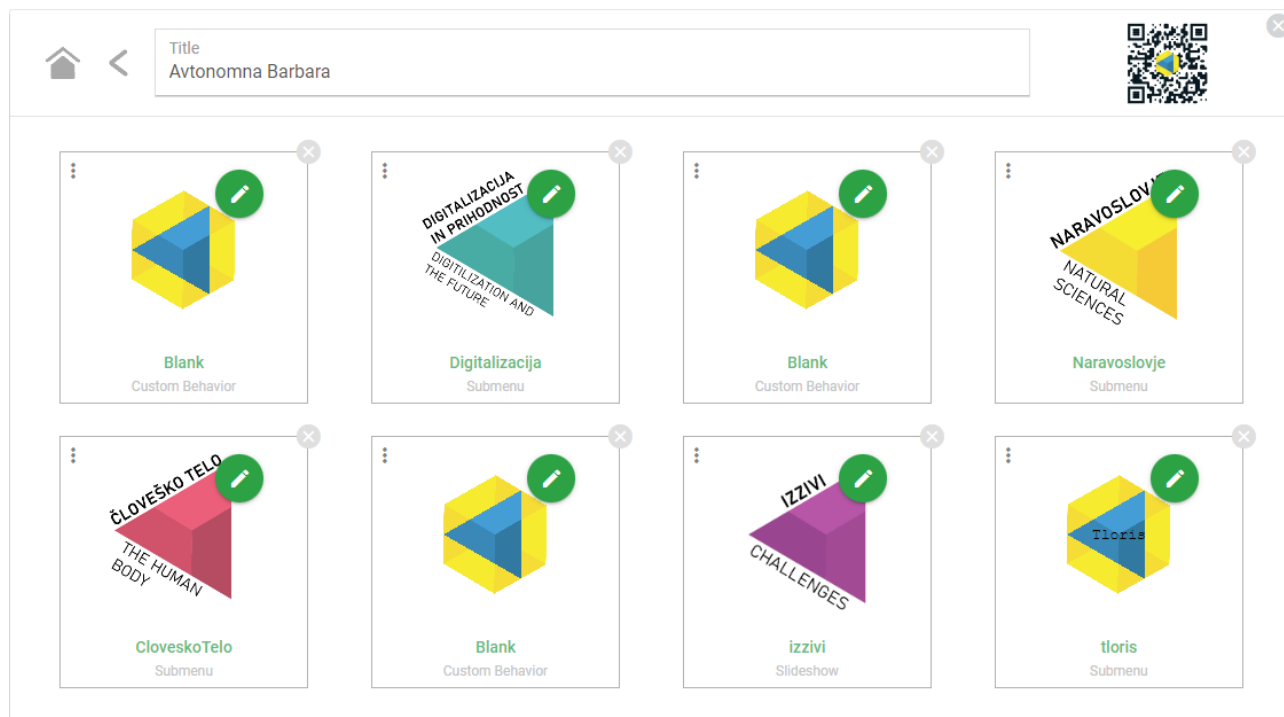
Slika 9: Tipala na robotu Pepper -  
 Vir: [https://www.softbank.jp/robot/set/data/img/p/pepper\\_spec\\_img\\_en.png](https://www.softbank.jp/robot/set/data/img/p/pepper_spec_img_en.png)

## Predstavitev programa

Glavni del seminarske naloge predstavlja program, ki robotu Pepper omogoča vožnjo med razstavnimi eksponati parka. Z uporabo senzorjev, ki so vgrajeni v ohišje, Pepper zaznava svojo okolico in se prilagaja ter spreminja smer glede na ovire, ki se pojavijo na njegovi poti.

Izdelan v okolju RMS program Avtonomna Barbara povezuje tipala robota z visoko nivojskim uporabniškim sistemom, ki ga ponuja izbrano razvojno okolje.

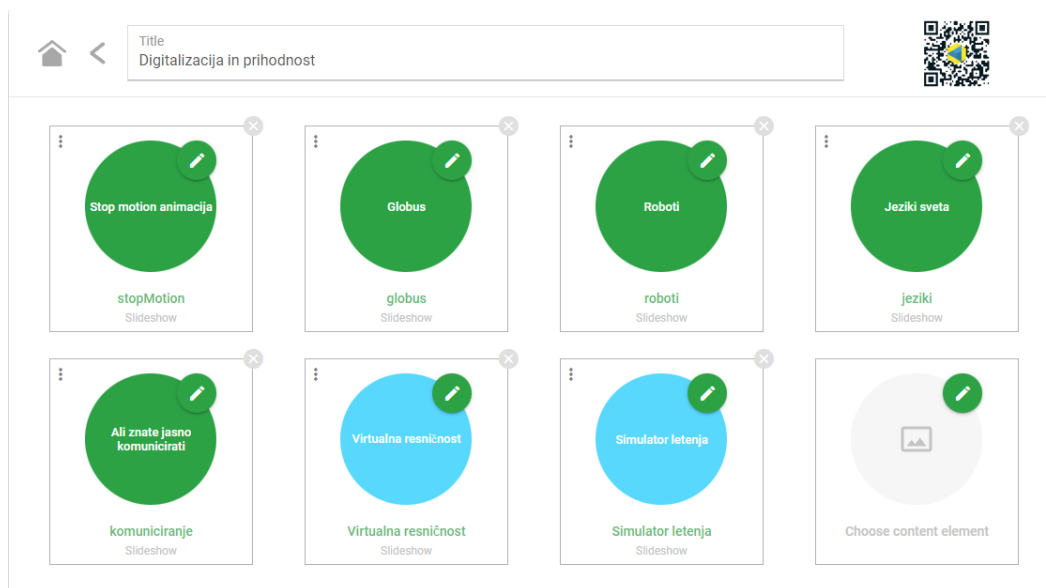
Do programa lahko dostopamo preko menija, ki je bil ustvarjen izključno za Tehno park Celje.



Slika 10: Uporabniški vmesnik -  
Vir: Lasten

Vmesnik je bil izdelan v okolju RMS, saj lahko tako omogočimo najvišjo raven povezljivosti z robotom in še pred začetkom delovanja onemogočimo potencialne napake. Vmesnik je zgrajen iz treh glavnih delov, in sicer štirih ikon, ki tematsko ločujejo eksponate med sabo, treh ikon, ki skrbijo za estetski izgled in urejenost vmesnika ter ikone, ki obiskovalcu omogoča dostop do tlorisa druge platforme v Tehno parku Celje.

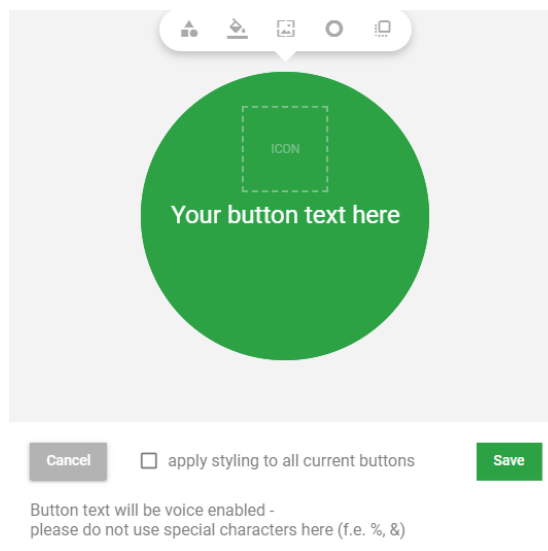
Če obiskovalec izbere eno izmed štirih ikon, ki ponujajo izbiro lokacij, do katerih jih lahko popelje robot Pepper, se bo odprl podmeni, na katerem lahko izbere vodenje do želenega eksponata.



Slika 11: Podmeni uporabniškega vmesnika -  
Vir: Lasten

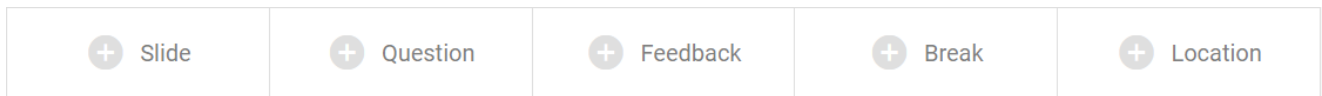
### Ustvarjanje aktivnega uporabniškega vmesnika

Če želimo ustvariti aktivni uporabniški vmesnik, je potrebno najprej ustvariti gumb. Oblikovanje gumba je preprosto, RMS pa nam omogoča v ozadje gumba dodati tudi sliko in s tem besedilo ni potrebno, če je slika seveda dovolj sporočilna.



Slika 12: Izgled gumba -  
Vir: Lasten

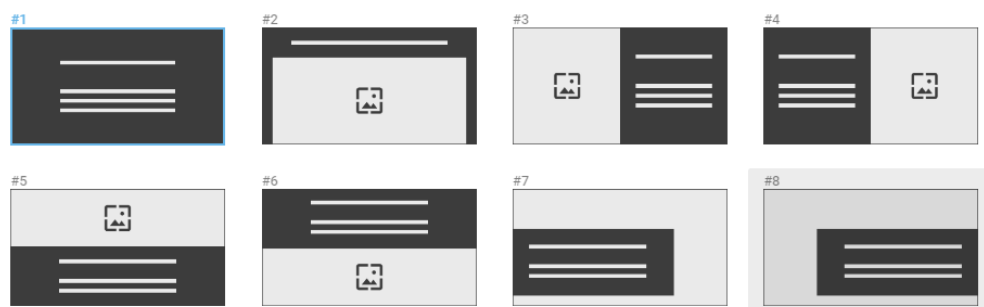
Aktivni uporabniški vmesnik nam na začetku ponuja možnost, da se robot med izvajanjem ustavi, če zazna človeški obraz. Nato pa nam ponudi novih pet možnosti.



Slika 13: Izbira elementov -  
Vir: Lasten

Prva izbira je namenjena prikazovanju diapozitiva, na katerem imamo na izbiro osem različnih postavitev v dveh vodoravnih vrstah – štiri v vsaki vrsti. Za ozadje lahko, tako kot pri gumbih, vstavimo sliko, video ali pa samo spremenimo barvo ozadja. Prikaže se nam polje, v katerega vnesemo besedilo, za katerega želimo, da ga bo robot prebral, in polje za besedilo, ki se bo prikazovalo na diapozitivu.

Select a Layout



Slika 14: Postavitev elementov -  
Vir: Lasten

Pri drugi izbiri nam je na voljo sekundarni meni, ki ima podobne lastnosti kot primarni vmesnik, le da nam ta nudi do štiri dodatne gumbе. Vsak od njih se lahko povezuje na naslednji element, specifični element (katerega pokličemo s pomočjo »Short code«), ali pa nas preusmeri na začetno stran programa.

Header Text

0 / 35

Type your text here ...  
Type your text here ...

Button #1 Text

Button #2 Text

Button #3 Text

Button #4 Text

Button text will be voice enabled - please do not use special characters here (f.e. %).

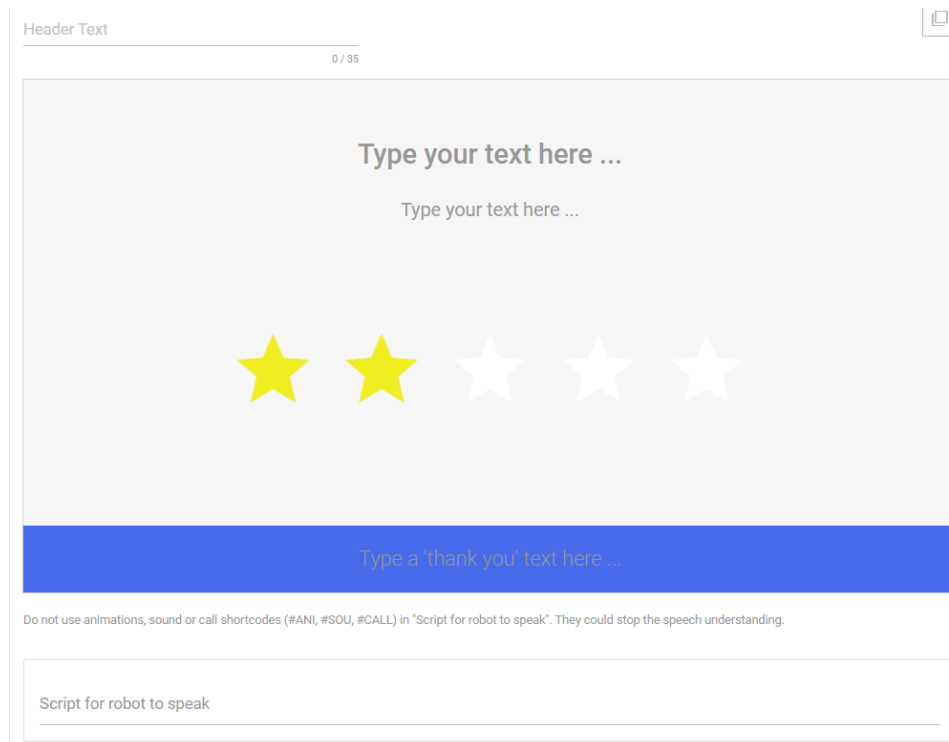
| Button #1 Text                                                                                                     | Button #2 Text                                                                                                     | Button #3 Text                                                                                                     | Button #4 Text                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 / 24                                                                                                             | 0 / 24                                                                                                             | 0 / 24                                                                                                             | 0 / 24                                                                                                             |
| Button #1 Link to Element<br>Search                                                                                | Button #2 Link to Element<br>Search                                                                                | Button #3 Link to Element<br>Search                                                                                | Button #4 Link to Element<br>Search                                                                                |
| <input checked="" type="radio"/> Content Element<br><input type="radio"/> Next Slide<br><input type="radio"/> Home | <input checked="" type="radio"/> Content Element<br><input type="radio"/> Next Slide<br><input type="radio"/> Home | <input checked="" type="radio"/> Content Element<br><input type="radio"/> Next Slide<br><input type="radio"/> Home | <input checked="" type="radio"/> Content Element<br><input type="radio"/> Next Slide<br><input type="radio"/> Home |

Do not use animations, sound or call shortcodes (#ANI, #SOU, #CALL) in "Script for robot to speak". They could stop the speech understanding.

Script for robot to speak

Slika 15: Sekundarni meni -  
Vir: Lasten

Tretja izbira ponuja možnost povratnih informacij v obliki ocene od ene do pet zvezdic. Robot je zmožen tudi drugačnega odgovora. Tako lahko na primer na slabo oceno odreagira negativno ali žalostno, na dobro pa pozitivno, s kakšno lepo mislijo in pozdravom. Različno obnašanje glede na oceno ni nujno, lahko samo vpišemo, kakšno zahvalo želimo, da izreče ne glede na oceno.



Slika 16: Povratne informacije -  
Vir: Lasten

Naslednja je možnost »Break«, ki priključa časovno zakasnitev za določeno časovno enoto. Ta element je uporaben med različnimi diapozitivi, ko želimo premor.



Slika 17: Premor -  
Vir: Lasten

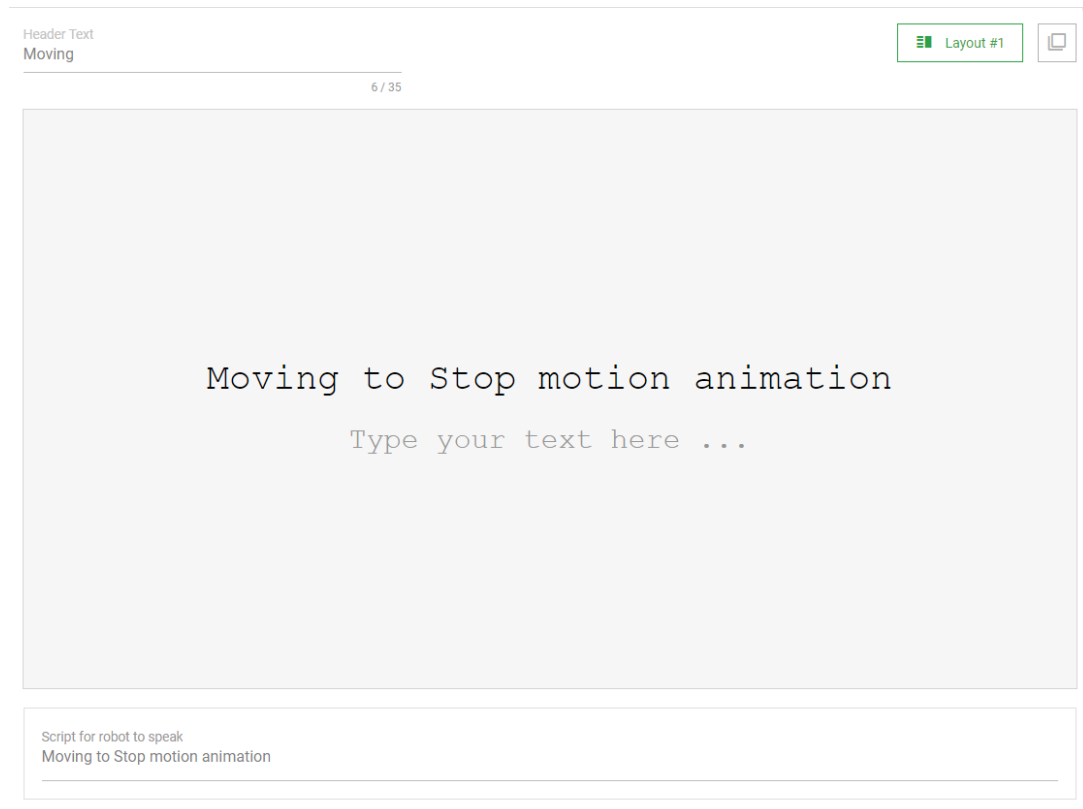
Zadnji element je najpomembnejši, saj omogoča robotu vožnjo od trenutne pozicije na točno določeno točko zarisano na zemljevidu. Lokacijo, katero vnašamo, moramo poimenovati točno tako, kot smo jo poimenovali v programu Map&Move, v nasprotnem primeru robot ne bo vedel, kaj od njega želimo.



Slika 18: Vnos lokacije -  
Vir: Lasten

## Interaktivnost ob eksponatih

Ko uporabnik izbere, kateri eksponat si želi ogledati, ga Pepper s pomočjo vmesnika obvesti. Ker pa želimo čim bolj interaktivnega robotskega vodiča, obiskovalcem tudi pove, kam je namenjen.



*Slika 19: Besedilo, ki se prikazuje med vožnjo -  
Vir: Lasten*

Naslednji element je lokacija, kamor je namenjen. Izberemo lahko tudi, ali želimo, da naslednje elemente napove med potjo ali šele, ko prispemo do eksponata.



*Slika 20: Lokacija -  
Vir: Lasten*



Predvidevamo lahko, da ne želi vsak obiskovalec razlage, zato se nam naprej prikaže meni, ki ponuja več možnosti. Privzeta izbira je ta, ki nam pove več o eksponatu. Na voljo so še gumbi »Domov«, »Zanimivo dejstvo« in »Naslednji eksponat«. Če izberemo »Domov«, pošljemo robota na začetno mesto. Izbira »Zanimivo dejstvo« nam pove kakšno zanimivost o trenutnem eksponatu. Gumb »Naslednji eksponat« pa nas pelje do naslednjega eksponata, v tem primeru so to Jeziki sveta. Na ta način nam Pepper lahko razkaže celotno platformo.

Header Text
0 / 35

Choose an option

Type your text here ...

Tell me more

Home

Quick fun fact

Next exhibit

Button text will be voice enabled - please do not use special characters here (f.e. %).

Button #1 Text

Tell me more

12 / 24

Button #1 Link to Element

next slide

☐ Content Element
☒ Next Slide
☐ Home

Button #2 Text

Home

4 / 24

Button #2 Link to Element

home

☐ Content Element
☐ Next Slide
☒ Home

Button #3 Text

Quick fun fact

14 / 24

Button #3 Link to Element

SLIDES\_funfacts

☒ Content Element
☐ Next Slide
☐ Home

Button #4 Text

Next exhibit

12 / 24

Button #4 Link to Element

SLIDES\_jeziki

☒ Content Element
☐ Next Slide
☐ Home

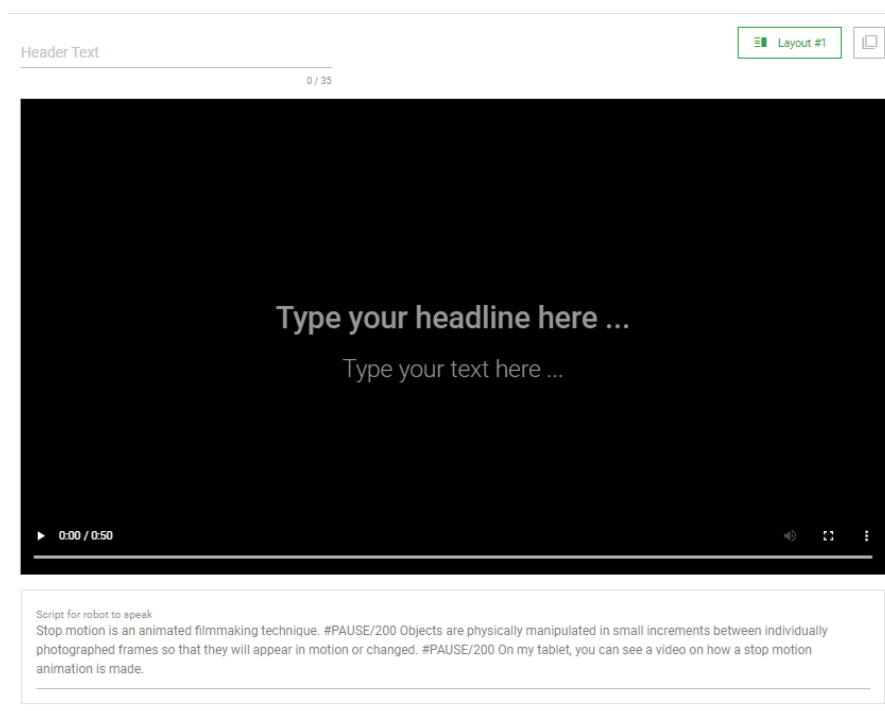
Do not use animations, sound or call shortcodes (#ANI, #SOU, #CALL) in "Script for robot to speak". They could stop the speech understanding.

Script for robot to speak

Would you like to know more about stop motion animation?

Slika 21: Izbirni meni -  
Vir: Lasten

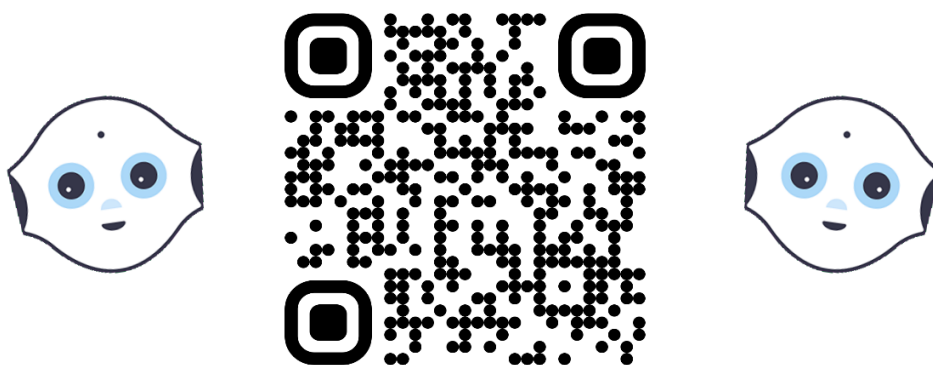
Ker smo izbrali animacijo zaustavljenih gibov, bo predstavitev eksponata temu primerna. Animacija zaustavljenih gibov je tehnika animacije, ki prikazuje nežive predmete v gibanju. Ob neprekinjenem predvajanju zaporedja fotografij se ustvari iluzija gibanja (Penov, 2016). Na zaslonu se zato predvaja kratek videoposnetek o izdelavi takšnih animacij. Med njim pa nam Pepper pojasni, kaj se na posnetku dogaja.



*Slika 22: Posnetek z razlago o eksponatu -  
Vir: Lasten*

Na zgornji desni strani vmesnika se začasno nahaja QR koda, ki obiskovalcem Tehno parka Celje ponudi povezavo do ankete, ki sva jo pripravila v raziskovalne namene.

**Prosim vas za vaše menje**  
Skeniraj QR kodo s svojim telefonom



*Slika 23: QR koda za dostop do ankete -  
Vir: Lasten*

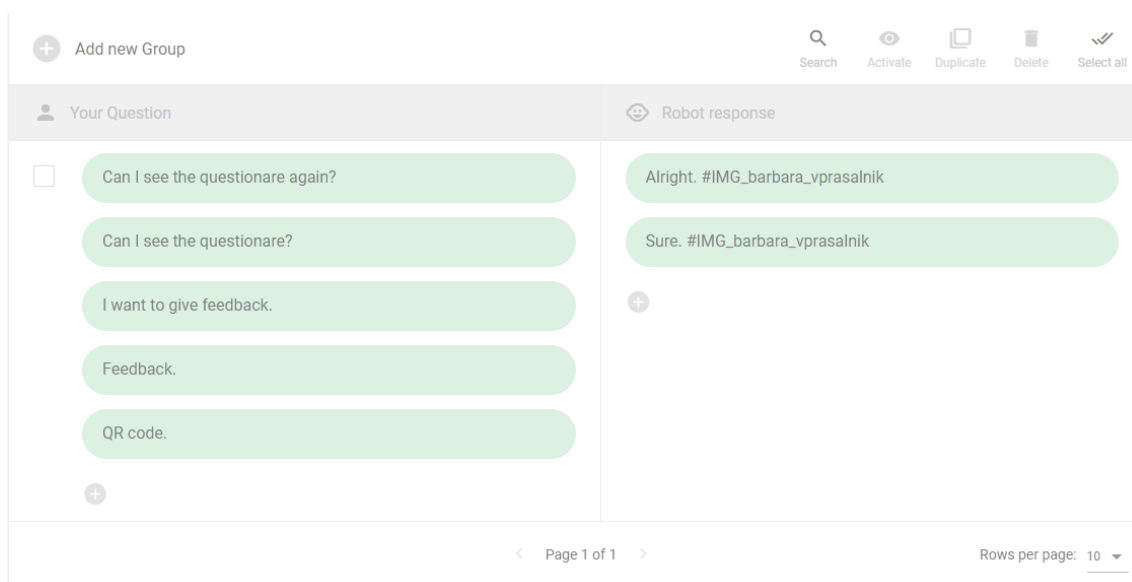
Po končani raziskavi bo na tem mestu znova QR koda, ki bo vodila do uradne spletne strani znanstveno-zabavnega parka in dodatnih informacij o razstavnih eksponatih.

## Dialogi

Velik del interaktivnosti predstavljajo dialogi, ki so glavno orodje, s katerimi se Pepper zna sporazumevati z gosti. S pomočjo dialogov lahko ustvarjamo vprašanja, na katera bo robot znal odgovoriti. Pri teh je pomembno, da predvidevamo, kakšno vprašanje bo gost najpogosteje zastavil. Če želimo ustvariti nov dialog, v zavihku »Dialogs« dodamo novo skupino vprašanj. V to lahko pričenemo vstavljati besedilo v enem izmed petnajstih podprtih jezikov. V polje »Your Question« je potrebno vstaviti vprašanja, na katera bo robot znal odgovoriti, v polje »Robot response« pa odgovore robota na zastavljena vprašanja.

Vsako izmed polj predstavlja novo vprašanje, na katerega lahko Pepper odgovori v primarno izbranem jeziku. Na vsako vprašanje lahko vežemo več možnih odgovorov, med katerimi robot izbira – ti so vedno izbrani naključno, zato moramo biti pozorni, da pri pisanju pazimo, da se bodo odgovori zagotovo ujemali z vprašanjem. Polje odgovora ne sme nikoli biti prazno, saj lahko to povzroči sistemsko napako. Kot je prikazano na spodnji sliki, lahko znotraj odgovorov uporabljamo tudi tako imenovan »Short code« in tako dostopamo do drugih funkcij, katere lahko robot izvaja med samim pogovorom. Te so lahko denimo odprtje QR kode za dostop do ankete, kar je razvidno na spodnji sliki pod kategorijo Robot response (nahaja se na levi strani zaslona, kjer lahko vidimo tudi ostale odgovore, če so ti podani), ali pa prikaz slike oziroma diaprojekcije.

Če želimo z gručo odgovorov ali vprašanj ordinirati, lahko to storimo s pomočjo orodne vrstice, ki jo najdemo v desnem zgornjem kotu zaslona. Ta ponuja možnosti, kot so »Search« – iskanje (v primeru, da ne najdemo določenega vprašanja oziroma odgovora, lahko z uporabo te komponente iščemo med vsemi besedili v gruči), »Duplicate« – podvoji (z uporabo te funkcije lahko podvojimo skupino vprašanj in odgovorov ter jo uporabimo v drugem dialogu), »Delete« – izbriši, »Select all« – izberi vse (možnost hkratnega izbiranja med vprašanji ali odgovori, katere lahko kasneje izbrišemo ali podvojimo) in »Activate« – aktiviraj (izbiramo lahko med aktivnim in deaktiviranim stanjem gručे odgovorov in vprašanj; če je ta deaktivirana, do nje robot ne more dostopati med delovanjem).



Slika 24: Prikaz dialoga -  
Vir: Lasten

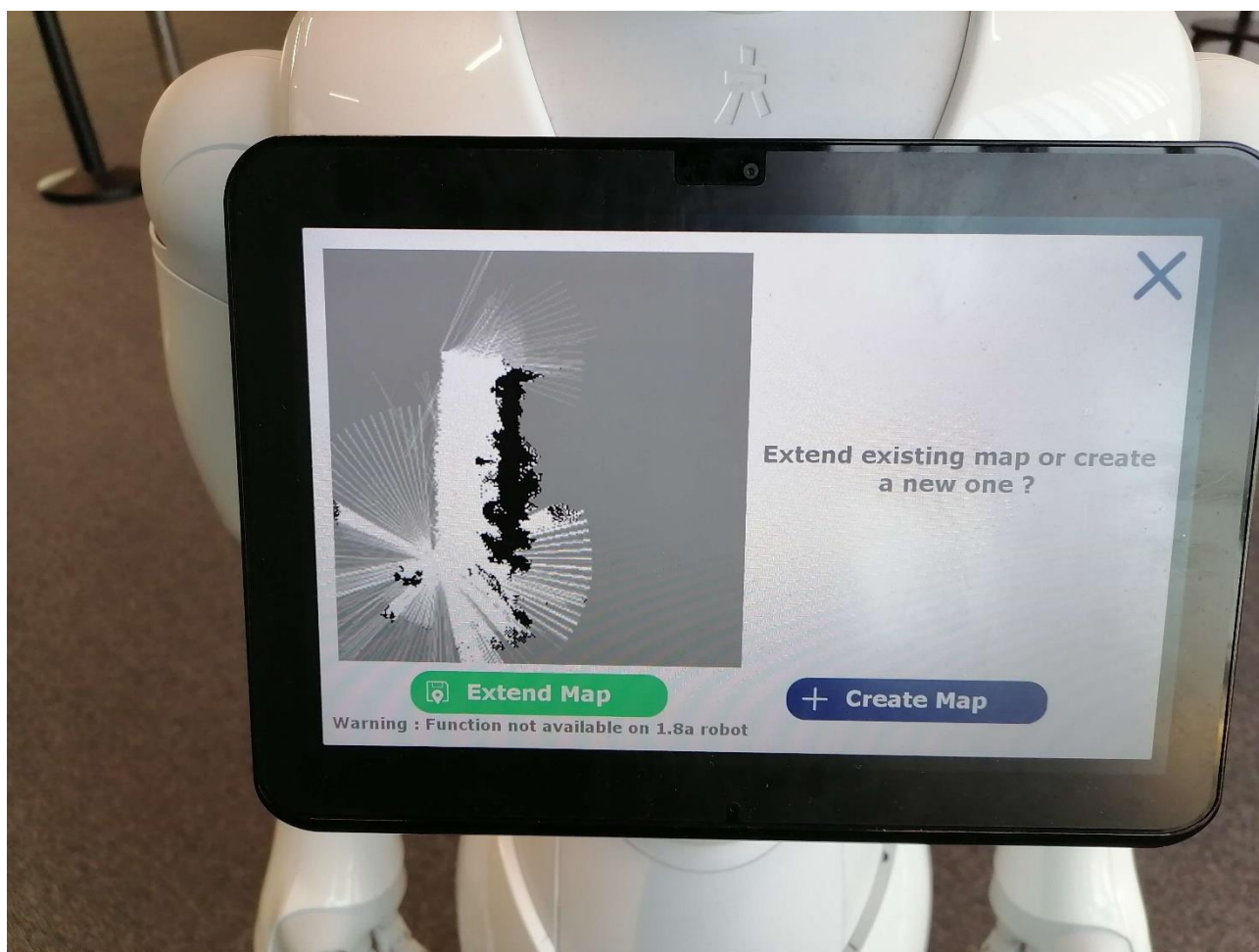
## Postopek izdelave

Pri izdelavi programa sva se odločila, da ga bova ustvarila v več zaporednih korakih oziroma fazah.

Prvi korak je bil proces skeniranja druge platforme Tehno parka Celje.

Postopek skeniranja prostorov Tehno parka Celje z robotom Pepper sva pričela z zagonom programa Map&Move in pripravo robota na skeniranje. Za to je potrebno omogočiti uporabo senzorjev robota, kot so laserski senzorji, infrardeči senzorji, kamera in mikrofoni. S pomočjo teh senzorjev robot zazna svojo okolico, zagotovi odzivnost in shrani podatke o različnih predmetih, prostorih in ovirah, ki jih zazna na svoji poti.

Pri postopku skeniranja sva naletela na različne težave. Ena izmed teh je bila nenatančnost senzorjev, ki se je pojavila najpogosteje. Ta napaka lahko privede do napačne interpretacije okolice in nepopolnega skeniranja prostorov, kar je v primeru najinega programa nedopustno. Zaznamo jo lahko predvsem kot pogosto pojavljanje kopic črnih pik na zarisanem zemljevidu ali pa kot snop premic, ki potekajo tam, kjer robot ni zaznal ovir oziroma prostora. Problem je bilo težje rešiti zaradi njegove nepredvidljivosti in nekonsistence pojavljanja – robota je bilo potrebno večkrat znova zagnati, saj funkcija popravkov zemljevida ni zanesljiva. Prav tako je bilo potrebno poskrbeti, da so bili vsi predmeti oddaljeni vsaj 50 centimetrov in hkrati, da je bil vodič robota neprestano za robotom med postopkom skeniranja. Če je oseba stopila na bočno ali prednjo stran robota, je bilo potrebno začeti znova.



Slika 25: Testni posnetek okolja -  
Vir: Lasten

Poleg tega sva se soočila tudi s težavo pregrevanja motorjev, ki se je pogosto pojavljalo med vožnjo robota. To lahko privede do prekinitve skeniranja ali celo poškodb motorjev robota, kar lahko povzroči dodatne stroške za popravilo in vzdrževanje robota, zato sva pri reševanju tega problema morala biti še posebej pozorna. Rešila sva ga na zelo preprost način, in sicer sva robota med procesom skeniranja po parku vodila počasi in na vsakih 5 do 10 metrov počakala za približno 30 sekund.

Po končanem procesu skeniranja prostora in reševanja težav sva lahko pričela z ustvarjanjem uporabniškega vmesnika za vodenja do izbrane lokacije. Te sva na zarisan zemljevid pritrdila z uporabo točk, ki imajo X in Y koordinate. Te sva preimenovala ter jih s pomočjo RMS »Short Code« vnesla v uporabniški vmesnik. Tega sva razdelila in zasnovala glede na različne tematske oddelke Tehno parka Celje. Zasnovala sva glavni prikaz, ki eksponate deli glede na vrsto oziroma temo in ima možnost prikaza tlorisa. Vsak izmed gumbov je bil ustvarjen kot vektorska grafika v programu Adobe Illustrator, besedilo pa je bilo dodano v programu Adobe Photoshop.

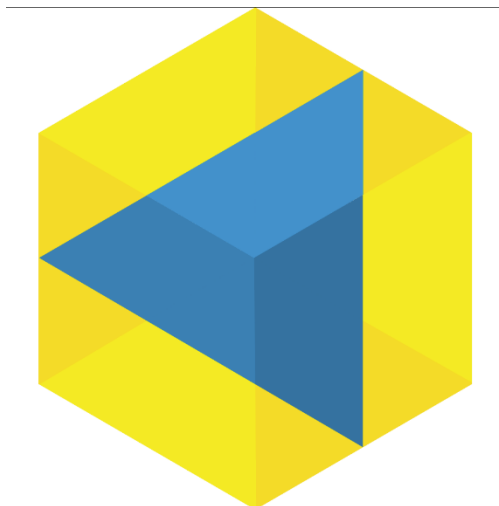
Sekundarni prikaz vsako izmed glavnih tem deli na posamične eksponate. Vsak izmed eksponatov je s pomočjo »Short Code« povezan z lokacijo istoimenskega eksponata. Ko pritisnemo na zeleni eksponat, se bo robot zagnal in se po najkrajši poti odpeljal do cilja. Med tem bo na svojem zaslonu prikazoval besedilo, kjer bo zapisano ime eksponata. Ko bo robot prispel, se bo pojavilo novo okno.

To okno je tretji del uporabniškega vmesnika. Ustvarjen je bil s funkcijo »SlideShow«. Ta del programa je napisan v angleščini, saj lahko le tako, brez večjih posegov v kodo robota, omogočimo dvogovor med obiskovalcem parka in robotom Pepper. Tu lahko najdemo tudi štiri gumbe, vsak izmed njih ima svojo funkcijo, ki se povezuje s »Short Code«.

## Izdelava ikon

Za izdelavo ikon sva uporabila program Adobe Illustrator, ker ta omogoča ustvarjanje in obdelovanje vektorske grafike za čim boljšo kakovost slik.

Za začetek sva poustvarila logotip Tehno parka Celje. Osrednji trikotnik tega je postal osnova za preostale ikone.



*Slika 26: Vektorska grafika logotipa Tehno parka Celje -  
Vir: Lasten*

Ker ima druga platforma več predelov, je bilo potrebno za vsako področje ustvariti barvno zaznamovano ikono. Za obiskovalce, ki prvič obišejo park, je pripisano tudi besedilo za lažje prepoznavanje. Napisi so prevedeni za slovensko in angleško govoreče goste.



*Slika 27: Ikona – Digitalizacija in prihodnost -  
Vir: Lasten*



Slika 28: Logotip – Naravoslovje -  
Vir: Lasten



Slika 29: Logotip – Človeško telo -  
Vir: Lasten



Slika 30: Logotip – Izzivi -  
Vir: Lasten

## Navodila za uporabo

V naslednjem besedilu, bova prikazala funkcionalnost robota s pomočjo natančnih navodil za uporabo.

### 1. Lokalizacija

Preden je robot pripravljen na uporabo ga je potrebno lokalizirati. To storimo tako, da zaženemo program in s pritiskom na gumb RMS v spodnjem desnem kotu, vnosom gesla ter pritiskom na gumb »Localize«. Ta korak je namenjen administratorju ali vodiču Tehno-parka Celje.

### 2. Izbira eksponata

Ko je pooblaščen oseba opravila postopek lokalizacije sta robot in program pripravljena na uporabo. Obiskovalec lahko s preprostim pritiskom na enega izmed gumbov, ki zaznamujejo teme znotraj Tehno-parka, izbere želeno lokacijo oziroma eksponat, ki bi si ga želeli ogledati (Predstavitev programa). Če potrebuje pomoč, lahko s pritiskom na gumb tloris izriše zemljevid druge platforme parka. Ko je eksponat izbran bo robot pričel z vožnjo – ta se bo prilagajal oviram in poiskal najkrajšo pot do eksponata. Priporočeno je, da obiskovalec hodi za ali ob robotu in drži varnostno razdaljo petdesetih centimetrov.

### 3. Izbirni meni

Za tem, ko bo robot prispel na cilj se bo na zaslonu prikazal izbirni meni, kjer lahko uporabnik izbira med štirimi funkcijami (Slika 21: Izbirni meni -

Vir: Lasten). Te so; »Tell me more« (povej mi več), »Home« (domov), »Quick fun fact« (zabavno dejstvo) in »Next exhibit« (naslednji eksponat). Vsak izmed njih ima svojo vlogo pri opravljanju funkcije pametnega robotskega vodiča. Privzeta izbira je ta, ki nam pove več o eksponatu. Na voljo so še gumbi »Domov«, »Zanimivo dejstvo« in »Naslednji eksponat«. Če izberemo »Domov«, pošljemo robota na začetno mesto. Izbira »Zanimivo dejstvo« nam pove kakšno zanimivost o trenutnem eksponatu. Gumb »Naslednji eksponat« pa nas pelje do naslednjega eksponata. Na ta način nam Pepper lahko razkaže celotno platformo.



## Prednosti pametnih in robotskih vodičev

V sodobni dobi robotike se robotski vodiči po muzejih pojavljajo kot novost, ki obiskovalcem omogoča interaktivno in edinstveno izkušnjo obiska muzeja. Taki roboti se že uporabljajo v nekaterih muzejih po svetu, kot na primer v Nacionalnem muzeju za znanost in tehnologijo v Tokiu, kjer obiskovalcem pomagajo pri navigaciji po muzeju in jim nudijo informacije o razstavljenih predmetih (Petkoska, 2022).

Robotski vodiči lahko izboljšajo kakovost ogleda muzeja, saj so sposobni zagotoviti natančne in strokovne informacije o razstavljenih predmetih, pri tem pa so vedno na voljo ter neodvisni od delovnega časa muzeja.

Poleg tega robotski vodiči omogočajo tudi bolj prilagojeno izkušnjo obiska muzeja, saj so sposobni zaznavati posamezne obiskovalce in jim nuditi informacije v njihovem jeziku ali na osnovi njihovih zanimanj.

Rezultati raziskave (Analiza anketea)**Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.****Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.** v Tehno parku Celje, kjer si 67 % anketirancev želi funkcije robotskega vodiča v muzeju, kažejo na pozitiven odziv javnosti. Ta bo lahko pripomogel k razbremenitvi zaposlenih vodičev, prav tako pa bo zagotovo nepozabna atrakcija za otroke in mlajše obiskovalce.

Seveda pa obstajajo tudi nekateri izzivi in težave, ki jih je potrebno rešiti pri implementaciji robotskih vodičev v muzejih. Med težavami se največkrat omenjajo tehnične omejitve, kot so nenatančnost senzorjev ali pregrevanje motorjev, s katerimi sva se med raziskovanjem srečala tudi midva.

Obstajajo tudi skeptiki, ki dvomijo v učinkovitost robotskih vodičev. Nekateri menijo, da bodo roboti izpodrinili človeške vodiče, kar bi lahko negativno vplivalo na delovna mesta. Drugi pa menijo, da je interakcija s človeškim vodičem bistvena za pristno doživetje tehničnega muzeja, kot je Tehno park Celje.

V vsakem primeru bi morali biti robotski vodiči zasnovani tako, da se izboljša obiskovalčeva izkušnja in ne zmanjša interakcije s človeškimi vodiči ali drugimi obiskovalci. Prav tako bi morali biti prilagojeni specifičnim potrebam posameznega muzeja in ne enotni za vse muzeje.

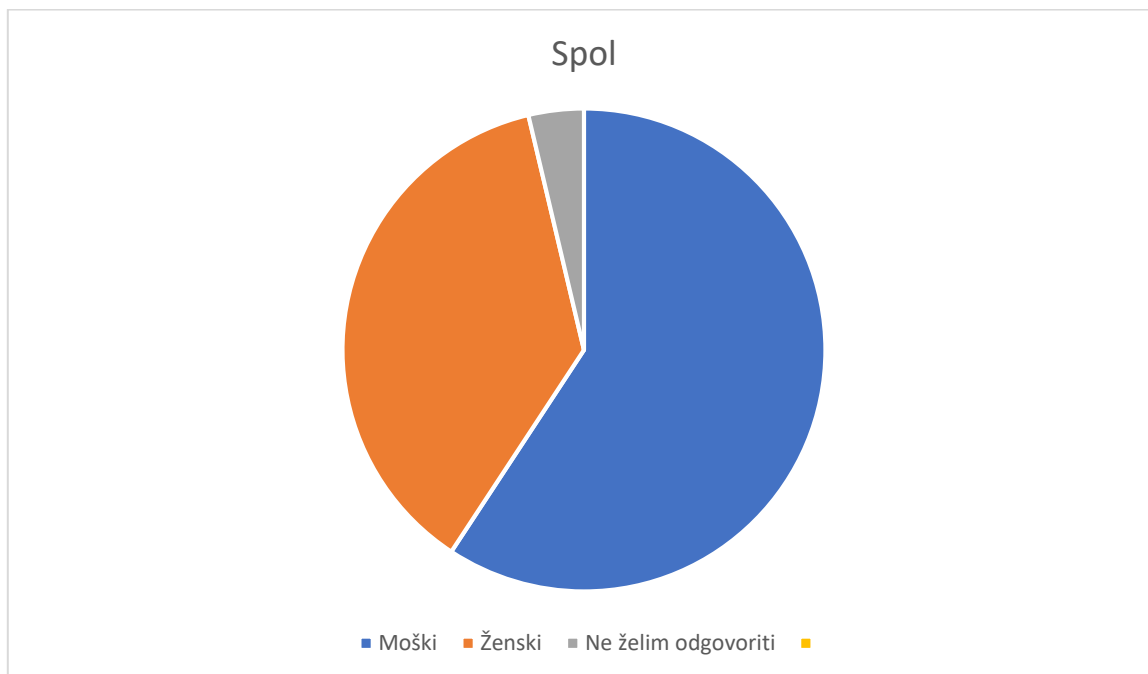
V skladu s tem bi morala biti tehnologija robotskih vodičev bolj osredotočena na uporabniško izkušnjo in ne na tehnologijo samo. Kot je dejal Clive Thompson v članku v reviji Smithsonian Magazine: "V prihodnosti bomo morali izboljšati tehnologijo robotskih vodičev, da bodo bolj prijazni in všečni obiskovalcem, saj bodo ljudje bolj pripravljeni sprejeti robote, ki jih dojemajo kot prijatelje, ne kot stroje." (Thompson, 2017)

Gotovo pa je, da so robotski vodiči neizogiben del prihodnosti muzejskih izkušenj. Vendar pa se bo, kljub temu da se bo tehnologija razvijala, vedno našel prostor za človeške vodiče. Kot je zaključil Clive Thompson: "V idealnem svetu bi morali imeti človeške vodiče in robotske vodiče, ki se dopolnjujejo in zagotavljajo najboljše možne izkušnje za obiskovalce." (Thompson, 2017)

## Analiza ankete

V nadaljevanju so predstavljeni podatki raziskave na temo robotskih vodičev, ki sva jih pridobila na osnovi vprašalnika, ki je bil na voljo v prostorih Tehno parka Celje od 22. 2. 2023 do 24. 2. 2023.

V anketi je sodelovalo 27 naključnih obiskovalcev Tehno parka Celje, od tega je bilo 16 moških (59 %), 10 žensk (37 %) in ena neopredeljena oseba (4 %).



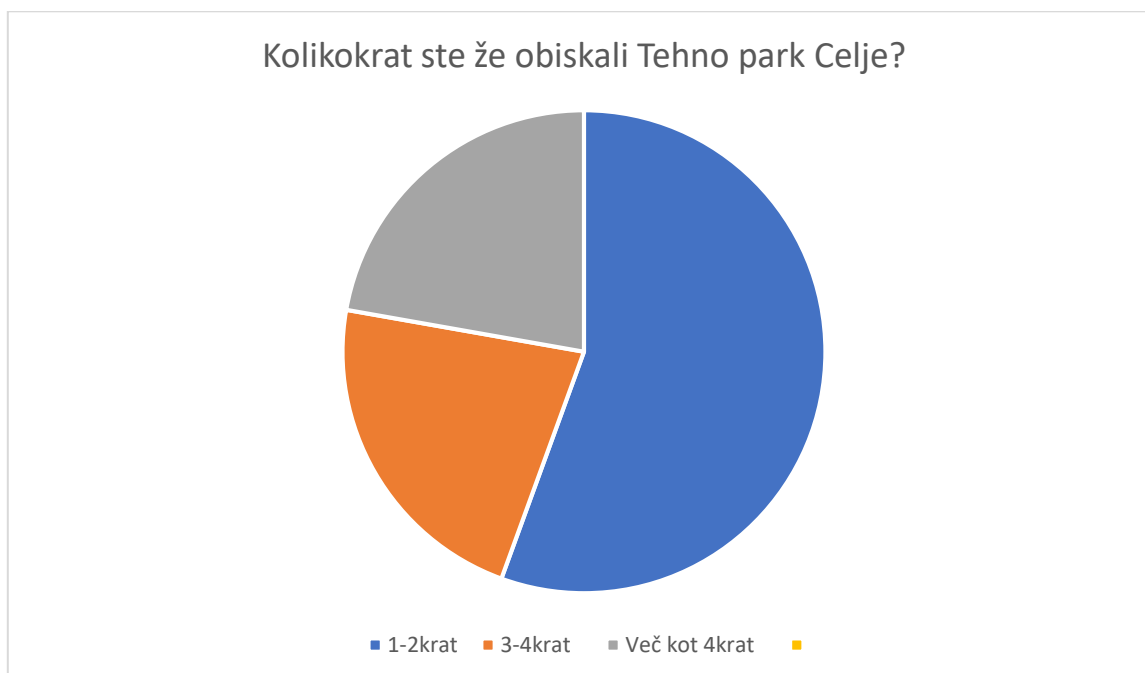
Graf 1: Spol obiskovalcev

Sledilo je vprašanje, ali so anketiranci že večkrat obiskali Tehno park Celje, kjer je večina (15 anketirancev) odgovorila z DA, preostalih 12 anketirancev pa z NE.



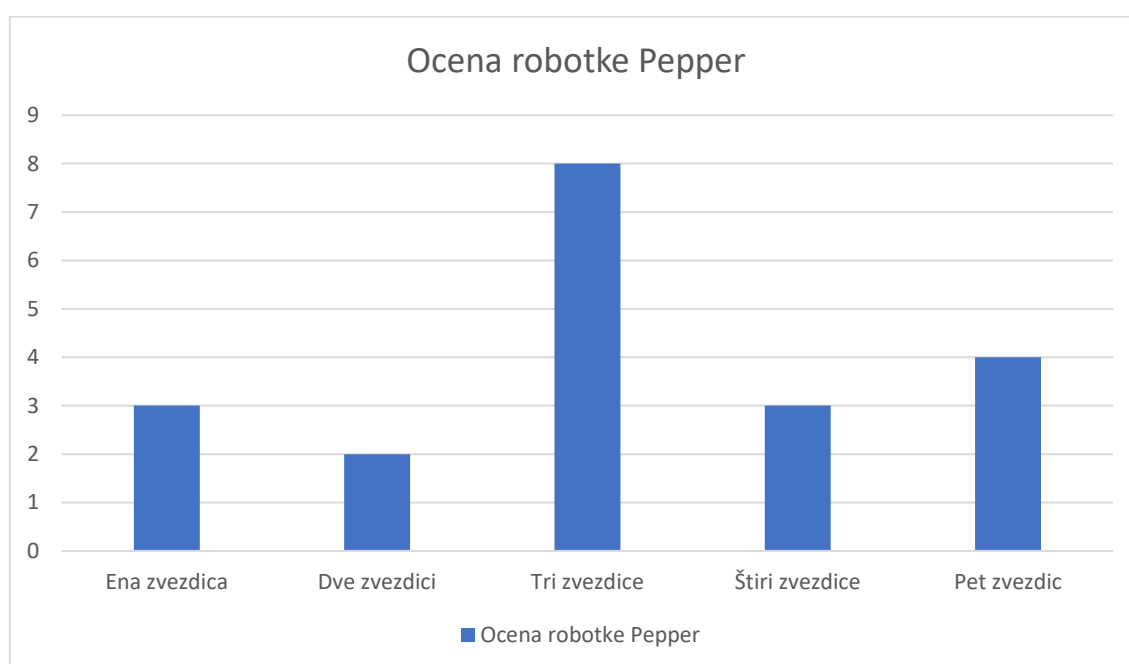
Graf 2: Število vračajočih se obiskovalcev

Če je obiskovalec pri drugem vprašanju odgovoril z DA, se je pojavilo novo vprašanje o številu njegovih predhodnih obiskov. Tu je večina, torej 10 obiskovalcev (75 %), odgovorila z enkrat do dvakrat, štirje (20 %) z več kot štirikrat, en sam obiskovalec (5 %) pa se je opredelil z odgovorom trikrat do štirikrat.



Graf 3: Število zaporednih obiskov

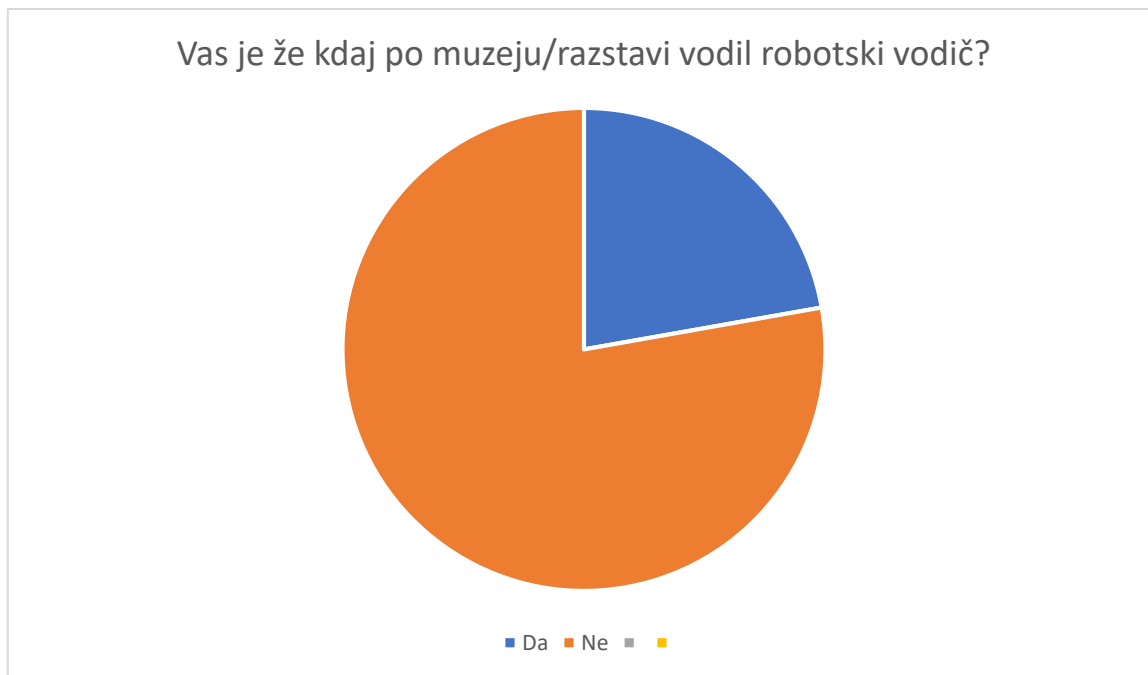
Sledilo je vprašanje, ki se je navezovalo na robotko Barbaro (model humanoidnega robota Pepper, proizvajalca SoftBank Robotics) in njeno funkcionalnost v parku. Tu je robotka dobila povprečno oceno 3,15 od 5 zvezdic – eno zvezdico od petih so ji podelili trije gostje, dve zvezdici je prejela od dveh anketirancev, osem vprašanih jo je označilo s tremi zvezdicami, trije so njeno funkcionalnost ocenili s štirimi zvezdicami, preostali štirje pa so bili nad sposobnostmi robotke navdušeni, zato je prejela pet zvezdic.



Graf 4: Povprečna ocena robotke Pepper

Zadnji dve vprašanji v anketi sta bili naslednji:

»Vas je že kdaj po muzeju/razstavi vodil robotski vodič?«, kjer je velika večina odgovorila z NE in



Graf 5: Število obiskovalcev, ki so že bili v stiku z robotskim vodičem

»Bi si v nadaljnjih obiskih želeli funkcije, ki bi na robotki Barbari omogočala zmožnosti robotskega vodiča?«, kjer je večina, razen devetih obiskovalcev, odgovorila z DA.



Graf 6: Število obiskovalcev, ki si želijo robotskega vodiča

Razvidno je, da so obiskovalci željni novih funkcij na robotki Barbari.

## Analiza hipotez in ciljev

Med izdelavo raziskovalne naloge so naju do cilja vodile štiri hipoteze, cilj pa je bil spoznati avtonomne robotske vodiče in ustvariti program za robota Pepper, ki se bo približal funkcionalnosti robotskih vodičev. V nadaljevanju so predstavljene najine ugotovitve in rezultati hipotez.

### Hipoteze

#### 1. Obiskovalci si želijo robota, ki bo omogočal funkcionalnost robotskega vodiča.

Po analizi podatkov pridobljenih iz ankete, ki je bila na voljo od 22. 2. do 24. 2. 2023, lahko to hipotezo POTRDIVA. Na vprašanje, če si obiskovalci Tehno parka Celje te funkcije želijo, je prednjačil odgovor DA s 67 %. To ugotovitev podpirajo tudi mednarodne raziskave (Norina Gasteiger, 2021), v katerih je večina udeleženih odgovorila pritrdilno za robotizacijo vodičev v muzejih in podobnih ustanovah. Prav tako je večina tujcev že bila v stiku z roboti v tej vlogi in to vidijo kot dodano vrednost. To ni presenetljivo, kot sva že pojasnila v predstavitvi prednosti robotov in avtonomnih vodičev, saj ti namreč motivirajo obiskovalce in popestrijo obisk, pogosto so celo glavna atrakcija za otroke.

#### 2. Robot Pepper bo sposoben samostojnega premikanja po prostorih Tehno parka Celje.

To hipotezo lahko potrdiva le delno. Čeprav je robot Pepper zmožen vožnje od točke A do točke B in umikanju oviram ter iskanju novih poti, občasno še vedno potrebuje pomoč vodiča. Prav tako je v trenutni obliki programa priporočena uporaba le pri večjih vodenih skupinah, saj funkcija iskanja poti še ni popolnoma funkcionalna. Pogosto ta pri iskanju točke izbere preveč zapleteno pot, ki vodi okoli zahtevnih ovir, kjer je prostora za prosto gibanje premalo. V takšnih primerih je potrebna pomoč vodiča, ki mora program zaustaviti in robota Pepper odpeljati na začetno mesto.

#### 3. Mogoče bo vzpostaviti interaktivnost z robotom na posameznih točkah, ki bodo predstavljale eksponate razstave.

Funkcija vzpostavitve interaktivnosti z robotom na posameznih točkah je mogoča in jo najin projekt podpira. Robot Pepper na končni destinaciji obiskovalcem odpre sloj programa, preko katerega lahko izbirajo med več možnostmi. Te so: »Tell me more«, kjer lahko robot Pepper in gost parka vzpostavi dvogovor na temo eksponata; »HOME« – robot se bo vrnil na svojo začetno točko; »Quick fun fact« – Pepper pove zanimivo dejstvo na temo eksponata, pred katerim se nahaja; »Next Exhibit« – ob izbiri te možnosti se bo robot v prostoru orientiral in nadaljeval vodenje po Tehno parku Celje do naslednjega razstavnega eksponata. To hipotezo lahko POTRDIVA.

#### 4. Natančnost senzorjev bo omejena, vendar funkcionalna

Natančnost senzorjev je zagotovo omejena. Na njihovo pravilno delovanje vpliva več dejavnikov, predvsem svetloba. Posledično je delovanje teh pod svetlimi lučmi znotraj znanstveno-zabavnega parka omejeno. Čeprav se kakovost delovanja tipal poslabša, so ti še vedno zmožni zaznavanja. To je pogost pojav pri komercialnih tipalih, ki niso tako kakovostna kot industrijska in nimajo visoke tolerance na zunanje vplive. Tudi to hipotezo lahko POTRDIVA.

### Cilj

Cilj raziskovalne naloge je bil razviti aplikacijo za robota Pepper, ki bo sposoben delovati kot avtonomni robotski vodič. Aplikacija izkorišča različne senzorje in algoritme za navigacijo, zaznavanje ovir ter interakcijo s človeškimi uporabniki. Z raziskavo sva preučila, kako se robot lahko avtonomno premika po okolju, komunicira s svojo okolico in opravlja določene naloge. Pri tem sva preučila tudi, kako lahko robotski vodič olajša in izboljša uporabniško izkušnjo v različnih okoljih, kot so javne ustanove ali trgovski centri. Glede na omenjeno lahko potrdiva, da je bil cilj dosežen.

## Zaključek

Avtonomni robotski vodiči bodo z razvojem tehnologije in cenovno dosegljivostjo postajali vse bolj pogosti ter dostopni. Proizvajalec Aldebaran (Tyagi, 2021) navaja, da so roboti, ki posnemajo človeške izraze, kot je recimo Pepper, ključni pri izboljšanju motivacije, s tem pa izboljšujejo izkušnjo obiskovalcev.

Najin program je dokaz, da lahko kdor koli z nekaj zanimanja in potrpljenja ustvari program, ki navadnega robota Pepper prelevi v avtonomnega vodiča, ki podpira enaindvajset jezikov za uporabniku čimbolj prijetno izkušnjo.

Številne raziskave navajajo, da je uporaba takšnega robota v muzeju povečala povprečno število obiskovalcev za več kot 50 % (Norina Gasteiger, 2021). Ti roboti so v muzejih uporabljeni predvsem kot asistenti človeškim vodičem in kot robotski vodiči, ki lahko v šestih dneh opravijo tudi do 2400 vodenih ogledov (Norina Gasteiger, 2021).

Upava, da bo najin program nekoč dosegal podobne rezultate in bo izboljšal izkušnjo številnih obiskovalcev. Trenutno okolje RMS bo kmalu zamenjalo novo, in sicer Plural.io, kar nama bo v bližnji prihodnosti omogočilo dodati različne funkcije, kot so zaznava obraza ter emocij, nadgradnja algoritmov za avtonomno vožnjo in še mnoge druge.

## Bibliografija

*Adobe*. (brez datuma). Pridobljeno 24. februar 2023 iz <https://www.adobe.com/>

*Adobe Illustrator*. (brez datuma). Pridobljeno 25. februar 2023 iz <https://www.adobe.com/products/illustrator.html>

*Aldebaran*. (brez datuma). Pridobljeno 25. februar 2023 iz Aldebaran: <https://www.aldebaran.com/en>

*Creative Cloud*. (25. februar 2023). Pridobljeno iz <https://www.adobe.com/products/creativecloud.html>

Heater, B. (Ured.). (22. september 2022). *SoftBank Robotics Europe is now Aldebaran (again)*. Pridobljeno 20. februar 2023 iz Techcrunch.com: [https://techcrunch.com/2022/09/20/softbank-robotics-europe-is-now-aldebaran-again/?guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly9kdWNrZHVja2dvLmNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAGcs8VOIBk9xKRb3rdQA7tOn7yTN1fEabCpoHi15hRc9M3wIXinPu9cOwGiYAXbZOofDUovlCtm27X9O72MJVd8Dc-Q1o8O9UEbVmgYTP](https://techcrunch.com/2022/09/20/softbank-robotics-europe-is-now-aldebaran-again/?guce_referrer=aHR0cHM6Ly9kdWNrZHVja2dvLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAGcs8VOIBk9xKRb3rdQA7tOn7yTN1fEabCpoHi15hRc9M3wIXinPu9cOwGiYAXbZOofDUovlCtm27X9O72MJVd8Dc-Q1o8O9UEbVmgYTP)

*Humazing technologies*. (brez datuma). Pridobljeno 20. februar 2023 iz <https://humanizing.com/en/>

Norina Gasteiger, M. H. (23. december 2021). *Deploying social robots in museum settings: A quasi-systematic review exploring purpose and acceptability*. Pridobljeno iz Sage journals: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/172988142111066740>

Petkoska, Z. (18. Avgust 2022). *Tokyo Robots and Where to Find Them*. Pridobljeno 26. februar 2023 iz Tokyo Weekender: [https://www.tokyoweekender.com/art\\_and\\_culture/entertainment-art\\_and\\_culture/tech-trends/tokyo-robots/](https://www.tokyoweekender.com/art_and_culture/entertainment-art_and_culture/tech-trends/tokyo-robots/)

*SoftBank*. (brez datuma). Pridobljeno 25. februar 2023 iz [https://en.wikipedia.org/wiki/SoftBank\\_Group](https://en.wikipedia.org/wiki/SoftBank_Group)

Thompson, C. (Januar 2017). *When Robots Take All of Our Jobs, Remember the Luddites*. Pridobljeno 23. februar 2023 iz Smithsonian Magazine: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/when-robots-take-jobs-remember-luddites-180961423/>

Tyagi, R. (31. maj 2021). *The Landscape of AI & Robotic Guides in Museums & Cultural Places*. Pridobljeno iz Aldebaran: <https://www.aldebaran.com/en/blog/news-trends/landscape-ai-robotic-guides-museums-cultural-places>

*Wikipedija – Pepper robot*. (23. februar 2023). Pridobljeno 24. februar 2023 iz Wikipedija: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pepper\\_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pepper_(robot))

### IZJAVA\*

Mentor/-ica Dostjan Resinovič 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 Pepper po Prostoru katere avtor/-ica je Jaka Mastnak in Luka Lončan:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene 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, 4.4.2023



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.