

# ROBOT THEATER

Sveobuhvatan priručnik za profesionalce

# RobotTheater: Sveobuhvatan priručnik za profesionalce kako pripremiti kazališnu predstavu s robotima

Izdavač: Hrvatski robotički savez, Zagreb, Hrvatska, 2024.

Erasmus+ projekt: 2021-2-HR01-KA210-000050920

RobotTheater: how can robots become an integral part of theater plays

Partneri: Hrvatski robotički savez, Zagreb (Hrvatska), Delavski dom Trbovlje (Slovenija)

## Autori:

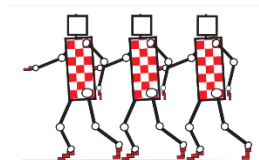
Ana Sović Kržić  
Dalia Kager  
Bogdan Šteh  
Antea Šetka  
Nikola Paun  
Mirela Mastelić  
Nikolina Buzić  
Petra Mažar  
Andrej Uduč

## Fotografije i ilustracije:

Ana Sović Kržić  
Boris Kržić  
Bogdan Šteh  
Privatna arhiva partnera  
Creative Commons fotografije s Interneta

## Prijevod:

Dalia Kager  
Nikola Paun  
Bogdan Šteh  
Ana Sović Kržić



**Sufinancira  
Europska unija**

Ova je publikacija ostvarena uz financijsku potporu Europske komisije. Ona izražava isključivo stajalište njenih autora i Komisija se ne može smatrati odgovornom pri uporabi informacija koje se u njoj nalaze. [Broj projekta: 2021-2-HR01-KA210-000050920]

## Sadržaj

1. Roboti i robotika .....	5
1.1. Dijelovi robota.....	5
1.1.1. Efektori .....	5
1.1.2. Aktuatori .....	6
1.1.3. Senzori.....	7
1.1.4. Upravljači.....	8
1.2. Povijest robotike .....	10
1.3. Vrste robota .....	10
1.4. Primjeri robota i programa .....	13
1.4.1. Lego roboti .....	14
1.4.2. mBot robot.....	16
1.4.3. NAO .....	17
1.4.4. Thymio.....	19
1.4.5. STEMI hexapod.....	21
1.4.6. Open Roberta Lab .....	23
2. Kazalište i kazališna umjetnost .....	25
2.1. Povijest.....	25
2.2. Teorija .....	26
2.3. Infrastruktura.....	27
2.4. Izvedba predstave .....	28
2.5. Ostala zanimanja vezana uz kazalište .....	29
2.6. Faze stvaranja predstave .....	30
2.6.1. Faza planiranja i izrade scenarija.....	30
2.6.2. Faza pripreme predstave .....	30
2.6.3. Probe .....	32
2.6.4. Izvedba predstave .....	32
3. Roboti u kazalištu.....	34
3.1. Neautonomni roboti .....	34
3.1.1. Ljudi kao roboti u kazalištu .....	34
3.1.2. Lutke roboti .....	34
3.2. Autonomni roboti .....	35
3.2.1. Industrijski roboti .....	35
3.2.2. Humanoidni roboti.....	36

3.3.	Umjetna inteligencija i roboti u kazalištu .....	40
3.3.1.	3.3.1. Kako umjetna inteligencija zamišlja robote u kazalištu? .....	40
3.3.2.	Mogu li roboti napisati kazališnu predstavu? .....	40
3.4.	Roboti u kazalištima u obrazovne svrhe .....	41
3.4.1.	Kazalište susreće robota – prema inkluzivnom STEAM obrazovanju .....	41
3.4.2.	Robotsko kazalište s učenicima za STEAM edukaciju.....	41
3.4.3.	Roboti u obrazovnom igranju uloga.....	42
3.4.4.	RoboCup Junior OnStage.....	42
4.	Implementacija robota u kazalištu.....	44
4.1.	RURURURURURURURUR.....	44
4.2.	Rođendanski poklon.....	48
4.3.	Robot čistač.....	52
4.4.	Dron napada.....	57
4.5.	Pauci i tenk.....	62
4.6.	Tenk napada.....	66
4.7.	Eva i djeca .....	71
4.8.	Savska robotnica .....	75
4.9.	Putovanje robota Zume .....	79
4.10.	Pogreška u kodu .....	86
4.11.	Robotski RUR.....	91
5.	Izrada predstave s robotima-glumcima .....	95
5.1.	Koraci izrade predstave s robotima-glumcima .....	95
5.2.	Postizanje realističnosti kod robota-glumaca .....	112
6.	Roboti, kazalište i škola .....	116
6.1.	Što učenici misle o predstavama s robotima-glumcima .....	116
6.2.	O čemu pričaju kratke dječje kazališne priče s robotima .....	116
6.3.	Primjeri dječjih priča .....	117
6.4.	Što nastavnici i edukatori misle o robotima .....	120
6.5.	Veza koraka izrade kazališne predstave s robotima i vještinama 21. stoljeća .....	122
6.6.	Veza koraka izrade predstave s kurikulumom .....	125
7.	Edukacijski roboti.....	130
8.	Literatura.....	135

# 1. Roboti i robotika

Robot je, prema definiciji Encyclopedia Britannice, svaki automatski upravljani stroj koji zamjenjuje ljudski rad. Međutim, ne mora izgledom ličiti ljudskim bićima niti obavljati funkcije na način na koji to rade ljudi [1]. Povezano s time, robotika je inženjerska disciplina fokusirana na dizajn, konstrukciju i rad robota [2].

Riječ robot prvi se put pojavila 1920. u predstavi R.U.R. (Rossum's Universal Robots) češkog pisca Karela Čapeka. Likovi su bili čovjekoliki roboti napravljeni za rad na tvorničkim trakama za montažu, pobunjeni protiv svojih ljudskih gospodara. Etimološki termin dolazi od češke riječi "rabota" i znači "prisilni rad". Kao takav ostao je sve do modernog doba, ali s proširenim značenjem u odnosu na izvorni oblik [3].

Razvojem i napretkom robotike mnoge velike i male tvrtke smanjile su cijenu proizvodnje i povećali profitabilnost koristeći robote. Stoga, svrha robota i robotike bila je prvenstveno da umjesto ljudi obavljaju najteže, najopasnije i najzamornije poslove.



Slika 1. Robot za točkasto zavarivanje [4].

## 1.1. Dijelovi robota

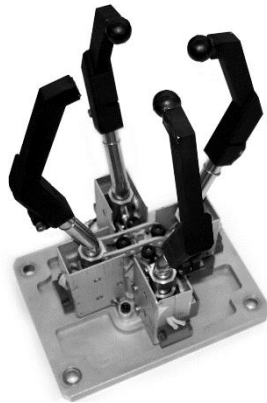
Roboti se uglavnom sastoje od tri dijela [5]: upravljača, mehaničkih dijelova i senzora. Upravljač uključuje procesorsku jedinicu, memoriju i softver. Obraduje podatke dobivene od senzora te upravlja mehaničkim dijelovima i osigurava izvršenje zadataka. Mehanički dijelovi omogućuju fizičku interakciju robota s okolinom. Oni uključuju aktuatora koji pokreću dijelove robota, zglobove koji omogućuju fleksibilnost, efektore kao što su hvataljke ili alati specijalizirani za specifične zadatke te lokomotorne sustave, kao što su noge, kotači ili gusjenice koje omogućuju robotu da se kreće u njihovoj okolini. Da bi se roboti ili dijelovi robota kretali potreban je izvor energije.

Postoje različiti izvori energije koji su prilagođeni potrebama robota i okolini u kojoj rade. To mogu biti baterije, električna mreža, solarna energija, hidraulički ili pneumatski sustavi i gorive ćelije. Izvor energije određuje autonomiju, mobilnost i sposobnost robota da obavlja zadatke. Senzori igraju ključnu ulogu u dopuštanju robotu da percipira svoje okruženje, iznutra i izvana, prikupljanjem informacija. Pametni roboti iz ovih podataka mogu učiti kako bi odredili veličinu, oblik i smjer predmeta u svojoj okolini. Na primjer, senzori pomažu robotu u procjeni potrebne količine pritiska za hvatanje predmeta bez nanošenja štete.

### 1.1.1. Efektori

**Efektori** su dijelovi robota koji izvode neke radnje i izvršavaju zadatke – hvataju predmete, okreću dijelove robotskih kotača itd. Efektor može biti bilo koji element koji možete spojiti na robota i njime upravljati, koristeći računalo robota.

Krajnji efektori su alati na kraju robotskih ruku i oni izravno stupaju u kontakt s objektima u svijetu. Jedan takav primjer je hvataljka na kraju robotske ruke, a osim nje krajnji efektori mogu biti i svjetla, čekići i odvijači. Medicinski roboti imaju svoje specijalizirane efektore poput alata za kirurške rezove i šivanje rezova.



Slika 2. Krajni efektor robota [6].



Slika 3. Krajni efektor robota [7].

### 1.1.2. Aktuatori

Aktuatori su komponente koje omogućuju robotima kretanje u prostoru i manipuliranje različitim objektima. Aktuatori pretvaraju različite oblike energije, kao što su električna, hidraulična ili pneumatska u mehaničko kretanje ili djelovanje. Oni su ključni u omogućavanju robotima da obavljaju dodijeljene zadatke, poput hodanja, hvatanja, rotacije i pritiskanja. Postoje različiti tipovi aktuatora: motori, cilindri i umjetni mišići, a svaki tip ima svoju specifičnu primjenu ovisno o potrebama robota i zadacima koje treba izvršiti.

Motori se mogu koristiti za mnoge pokretne dijelove robota, od zglobova na udovima robota do kotača na robotskim vozilima. Pneumatika (upravljana zrakom ili plinom pod tlakom) i hidraulika (upravljana stlačenom tekućinom, poput vode ili ulja) drugi su načini pomicanja dijelova robota, posebno tamo gdje je robotu potrebno mnogo snage za obavljanje određenog zadatka.

Zvučnici omogućuju robotima da proizvode zvukove i olakšavaju komunikaciju između pametnih robota i ljudi. Govor je u biti oblik ponašanja koji ima za cilj utjecati na okolinu prenošenjem informacija onima oko nas.



Slika 4. Servo motor.

### 1.1.3. Senzori

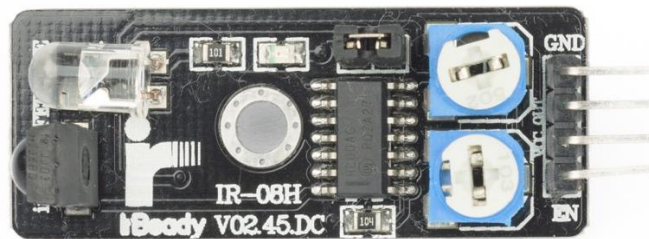
Kao što ljudi percipiraju svoju okolinu uz pomoć osjetila putem kojih dobivaju informacije o okolini (oči za vid, nos za njuh, uši za sluh...), tako i roboti podatke o svojoj okolini prikupljaju uz pomoć senzora koji određuju njihovo ponašanje. Brojne vrste senzora daju robotu razne mogućnosti.

Neki od senzora koji se mogu ugraditi na robota su kamere, mikrofoni, ultrazvučni senzori (SONAR), akcelerometri, magnetometri, senzori temperature, pritiska i slični.

Kamere omogućuju robotu da konstruira vizualni prikaz svoje okoline, odnosno da procijeni značajke okoline koje se mogu definirati samo vidom, kao što su oblik i boja te veličina i udaljenost objekata.

Mikrofoni omogućuju robotima detektiranje zvukova, dok uz pomoć ultrazvučnog senzora robot može odrediti udaljenost čvrstog objekta, poput zida, i na taj način ispraviti svoje kretanje kroz prostor. Neki roboti dolaze opremljeni s termometrima i barometrima kako bi mjerili temperaturu i tlak.

Roboti opremljeni sensorima za detekciju i domet svjetlosti (LIDAR) koriste lasere za stvaranje trodimenzionalnih karata svoje okoline dok se kreću kroz prostor. Jedan primjer robota koji koriste takve senzore su autonomna vozila. Neki roboti koriste akcelerometre i magnetometre koji omogućuju robotu da osjeti svoje kretanje u odnosu na Zemljinu gravitaciju i magnetsko polje.



Slika 5. Infracrveni senzor za detektiranje prepreka ili crne linije.

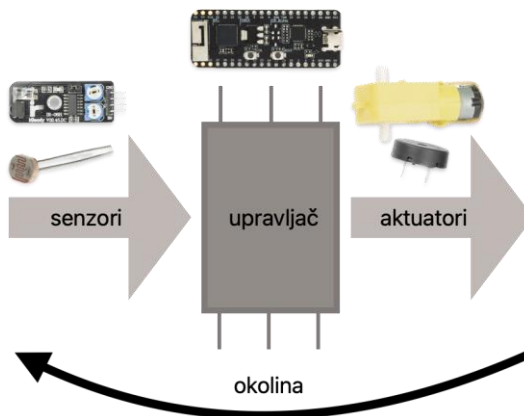


Slika 6. Senzor boje i ultrazvučni senzor za Lego Spike Prime robote.



Slika 7. Mobilni roboti opremljeni su s LIDAR senzorom, koji im omogućuje mapiranje okoline i izbjegavanje prepreka [8].

Senzori pretvaraju fizičke ulaze u električne izlaze, dok aktuatori obavljaju suprotnu funkciju. Aktuatori primaju električne signale iz upravljačkih modula i pretvaraju ih u fizičke izlaze. Imaju različite funkcije, uključujući rotirajuće rotore i upravljačke ventile. Slika 8 ilustrira petlju od senzora do aktuatora, predstavljajući model robotove percepcije okoline.



Slika 8. Petlja od senzora do aktuatora.

#### 1.1.4. Upravljači

Upravljač služi kao komponenta odgovorna za upravljanje ponašanjem robota. Upravljači mogu biti unaprijed isprogramirani, omogućujući robotu ponavljanje određenih operacija. Na takve robote mogu ili ne moraju utjecati promjene u njihovoj okolini ili mogu posjedovati ograničene sposobnosti otkrivanja informacija iz određenih dijelova okoline. Posljedično, ti će roboti funkcionirati optimalno samo ako im je okruženje usklađeno s njihovim unaprijed programiranim radnjama.

Postoji mnogo različitih tipova sustava upravljanja koji se koriste u robotima, a spomenut ćemo dvije takozvane robotske arhitekture.

*Top-down* arhitektura zahtijeva da se prvo istrenira upravljač (mozak) robota koji će primati ulazne podatke od senzora i djelovati u skladu s njima. To činimo pisanjem računalnog programa za umjetnu inteligenciju (AI).

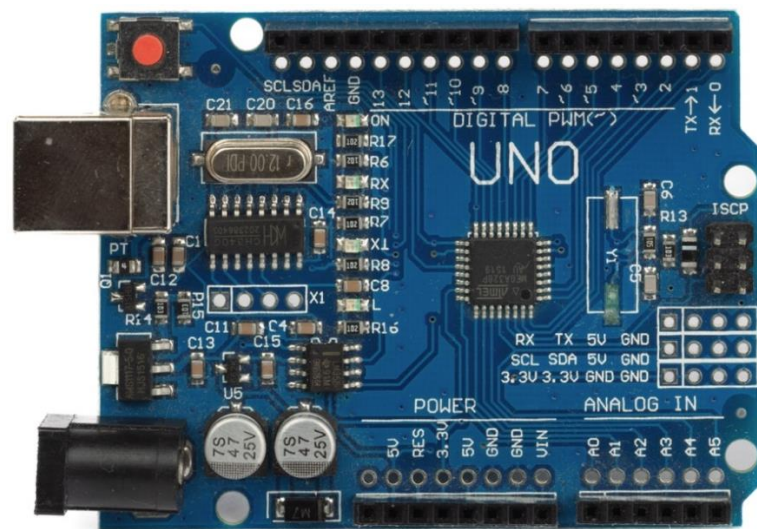
*Bottom-up* arhitektura uključuje spajanje senzora izravno s efektorom i zatim rangiranje parova senzora-efektor prema redoslijedu prioriteta kako bi se odredilo koji "pobjeđuje" i kontrolira robota ako je aktivirano više od jednog para. Ovu arhitekturu nazivamo "hijerarhijom", gdje prava hijerarhija može

proizvesti nevjerojatno “inteligentno” ponašanje. Roboti koji koriste ovaj tip arhitekture nazivaju se roboti “temeljeni na ponašanju”.

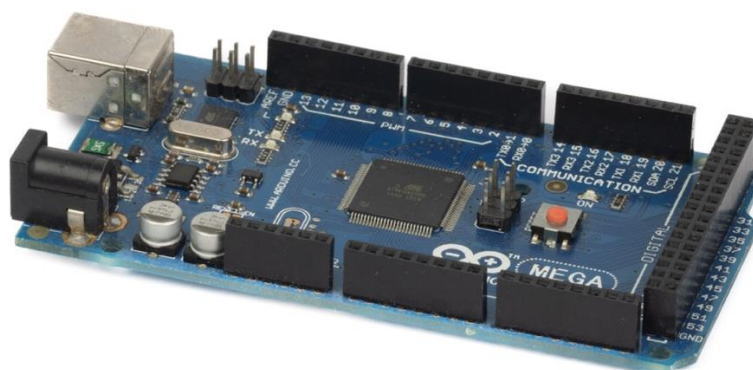
Danas su najčešće korišteni sljedeći upravljači:

- Arduino Uno – vjerojatno najpopularniji mikroupravljač, posebno popularan među hobistima, edukatorima i umjetnicima zbog svoje jednostavnosti, otvorene zajednice korisnika i obilje dostupnih resursa,
- Arduino Mega – poput Arduino Uno mikroupravljača, ali s više I/O (ulazno/izlaznih) opcija i više memorije, zbog čega je koristan za kompleksnije projekte,
- Raspberry Pi Board – iako je tehnički više mikroracunalo nego mikroupravljač, Raspberry Pi iznimno je popularan u robotici i DIY projektima zbog svoje snažne procesorske snage i mogućnosti povezivanja,
- ESP8266 – iznimno popularan zbog svoje WiFi funkcionalnosti i niske cijene, koristi se u raznim IoT aplikacijama,
- ESP32 – nasljednik ESP8266 s dodatnim značajkama kao što je Bluetooth, bolje performanse i više I/O (ulazno/izlaznih) opcija,
- ATmega Series – obitelj mikroupravljača koji se često koriste u Arduino, serija Atmega dobro je poznata i cijenjena zbog svoje učinkovitosti i performansi.

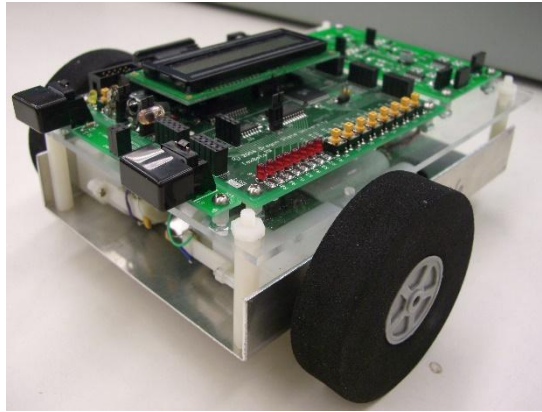
Ovi mikroupravljači popularni su zbog svoje dostupnosti, podrške zajednice, obilja biblioteka i resursa te su često prvi izbor za obrazovne svrhe, hobiste i mnoge profesionalne primjene. Odabir pravog mikroupravljača ovisi o specifičnim zahtjevima projekta, uključujući potrebnu procesorsku snagu, I/O mogućnosti, komunikacijske protokole, potrošnju energije i cijenu.



Slika 9. Arduino UNO mikroupravljač.



Slika 10. Arduino Mega mikroupravljač.



Slika 11. TekBot opremljen s Atmega 128.2 mikroupravljačem [9].

## 1.2. Povijest robotike

Povijest robota i robotike [3] seže do **automata**. Već 350. godine prije Krista, grčki matematičar Archytas stvorio je mehaničku pticu na parni pogon. Vodeći do industrijske revolucije, ljudi su konceptualizirali, opisivali i konstruirali razne automate koji su se koristili za zabavu, vjerske obrede i za pojednostavljivanje svakodnevnih teških zadataka.

Pojava električne energije označila je početak razvoja modernih robota kakve danas poznajemo. Sredinom 20. stoljeća George C. Devol patentirao je **robotsku ruku Unimate**. Deset godina kasnije, uz pomoć Josepha Engelbergera, dodatno je doraden i pretvoren u industrijskog robota. Ovaj je robot bio zaposlen na proizvodnoj traci General Motorsa u tvornici Inland Fisher Guide u New Jerseyju, gdje je omogućio prijenos i zavarivanje kalupnih odljevaka na karoserije automobile, smanjujući rizik od izlaganja radnika štetnim isparavanjima ili mogućim ozljedama.

Neki značajni roboti kroz povijest su:

- **ELSIE** (Electro-Light-Sensitive Internal-External), razvijen 1950-ih, prvi je mobilni robot u povijesti. Iako je bio ograničenih tehničkih kapaciteta, koristio je osjetljivost na svjetlo i elektromehaničke komponente za unutarnju i vanjsku stabilnost.
- **Shakey**, iz 1960-ih, bio je robot opremljen taktinim sensorima i kamerom za vid. Mogao se kretati po tlu i njime su upravljala dva računala, jedno ugrađeno na njemu i jedno daljinsko, povezano putem radija.
- **MARS-ROVER**, razvijen 1970-ih, bila je platforma opremljena mehaničkom rukom, sensorima blizine, laserskim telemetrijskim uređajem i stereo kamerama. Stvorila ga je NASA, a dizajniran je za istraživanje neprijateljskih ili nepoznatih terena.
- **SRI's CART** iz 1980-ih bio je platforma koja je koristila Kartezijeve koordinate za modeliranje prepreka kroz svoje vrhove.

Ovi roboti odigrali su značajnu ulogu u napretku tehnologije robotike kroz povijest.

## 1.3. Vrste robota

Današnji roboti mogu se općenito podijeliti u šest kategorija [10][11]:

1. **Autonomni mobilni roboti (AMR)** – roboti koji se samostalno kreću, koriste senzore i kamere, te obrađuju i analiziraju prikupljene podatke na temelju kojih u stvarnom vremenu donose odluku (npr. o svom kretanju po tvornici).

2. **Automatizirano vođena vozila (AGV)** – roboti koji se oslanjaju na unaprijed definirane staze i obično se koriste za isporuku materijala i premještanje objekata u kontroliranim okruženjima kao što su skladišta i tvornice.
3. **Artikulirani roboti (robotske ruke)** – roboti koji oponašaju funkcije ljudske ruke, gdje im više rotacijskih zglobova omogućuje veći stupanj kretanja pa su izvrsni u rukovanju materijalom ili u zavarivanju.
4. **Humanoidni roboti** – roboti koji obavljaju funkcije orijentirane na ljude i često poprimaju čovjekoliki oblik, prikupljaju informacije iz okoline i obavljaju zadatke kao što je davanje uputa u zračnim lukama.
5. **Koboti (kolaborativni roboti)** – roboti dizajnirani da rade zajedno s ljudima s kojima dijele prostor i pomažu u obavljanju opasnih ili teških zadataka.
6. **Hibridi** – kombinacija različitih vrsta robota sposobnih za obavljanje složenijih zadataka. Na primjer, AMR s robotskom rukom idealan je robot za rukovanje paketima unutar skladišta.

**Autonomni roboti** [12] mogu skupljati informacije o svojoj okolini pomoću različitih senzora te se mogu samostalno kretati i obavljati zadatke bez ljudske pomoći. Posjeduju sposobnost opažanja okoline, što im omogućuje izbjegavanje potencijalno opasnih ili štetnih situacija za ljude, imovinu ili njih same. Softver koji koriste ovi roboti, u kombinaciji sa sensorima, igra ključnu ulogu u lokalizaciji i klasifikaciji objekata u stvarnom vremenu, poboljšavajući mogućnosti pametnih robota.

Jedan značajan primjer ranog pametnog robota je Shakey, kojeg je 1958. stvorio istraživački tim pod vodstvom Charlesa Rosena u Centru za umjetnu inteligenciju Istraživačkog instituta Stanford u SAD-u. Shakey je mogao analizirati naredbe i rastaviti ih na osnovne komponente. Kretao se kroz nepoznata okruženja koristeći kamere kako bi uočio okolinu. Robot je dobio ime zbog svojih klimavih i drhtavih pokreta, karakterističnih za njegov rani dizajn.



Slika 12. Robot *Shakey*, Carlo Nardone iz Rima, Italija, CC BY-SA 2.0 [13].

Nakon 2010. godine pojavili su se brojni pametni roboti primjenjivi u kućanstvu, poput **robotskih usisavača** i **kosilica** koji nam olakšavaju svakodnevne poslove, a tu su i pametni roboti koji kuhaju ukusna jela prema unaprijed učitanim receptima.

Tri pametna robota nastanila su i Međunarodnu svemirsku postaju (ISS) te od 2019. godine pomažu astronautima u rutinskim zadacima kako bi se astronauti mogli više posvetiti istraživanju. Riječ je o

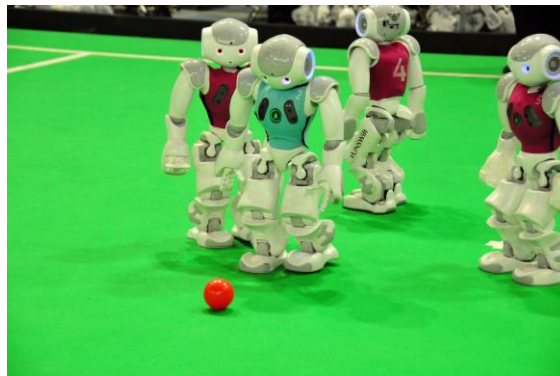
autonomnim letećim robotima kockastog oblika koji se zovu **Astrobees** ili **Star Bees** - Honey, Queen i Bumble.



Slika 13. NASA-in astronaut i robot Astrobee (NASA) [14].

Jedan od najnaprednijih pametnih humanoidnih robota sada je **Sophia**, prvi robot građanin na svijetu i prvi predstavnik robotske inovacije za razvojni program Ujedinjenih naroda.

**Robotski nogometaši** navikli su promovirati robotiku i istraživanje umjetne inteligencije, a okuplja ih međunarodna znanstvena inicijativa RoboCup koja za cilj ima poticanje razvoja pametnih robota. Njihova misija je do sredine 21. stoljeća razviti tim potpuno autonomnih humanoidnih robota nogometaša koji će u nogometnoj utakmici, prema službenim pravilima FIFA-e, pobijediti pobjednika posljednjeg Svjetskog prvenstva.



Slika 14. Roboti igraju nogomet na RoboCup ligi [15].

Strukovna udruga Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) klasificirala je robote na sljedeći način [16]:

- **zrakoplovni roboti** – široka kategorija koja uključuje sve vrste letećih robota, ali i robote koji mogu djelovati u svemiru
- **potrošački roboti** – roboti koje možete kupiti i koristiti samo za zabavu ili da vam pomognu u zadacima i poslovima,
- **roboti za odgovor na katastrofe** – obavljaju opasne poslove poput potrage za preživjelim nakon hitne situacije,
- **dronovi** – koji se nazivaju i bespilotne letjelice, dronovi dolaze u različitim veličinama i imaju različite razine autonomije,
- **edukacijski roboti** – široka kategorija namijenjena je sljedećoj generaciji robotičara, za korištenje kod kuće ili u učionicama,
- **roboti za zabavu** – osmišljeni da izazovu emocionalnu reakciju i nasmiju nas ili se osjećamo iznenađeni ili zadivljeni,

- **egzoskeleti** – robotski egzoskeleti mogu se koristiti za fizičku rehabilitaciju i za ponovno hodanje paraliziranog pacijenta,
- **humanoidi** – roboti dizajnirani da izgledaju kao ljudi,
- **industrijski roboti** – sastoje se od ruke manipulatora dizajnirane za obavljanje ponavljajućih zadataka,
- **medicinski roboti** – medicinski i zdravstveni roboti,
- **vojni i sigurnosni roboti** – dizajnirani posebno za korištenje u vojnim i sigurnosnim pitanjima,
- **istraživački roboti** – prvenstveno namijenjeni pomoći istraživačima u istraživanju,
- **samovozeći automobili** – roboti koji se mogu sami voziti uokolo,
- **roboti za teleprisutnost** – omogućuju vam da budete prisutni na mjestu bez odlaska tamo,
- **podvodni roboti** – roboti koji se mogu kretati pod vodom,
- **roboti za dostavu** – transport hrane, medicinskih potrepština, paketa itd.,
- **uslužni roboti** – namijenjeni za čišćenje, doček posjetitelja, za rad u muzejima, zračnim lukama, trgovačkim centrima i slično,
- **društveni roboti** – pomažu ljudima u svakodnevnim zadacima, prave im društvo, stupaju u interakciju i komuniciraju s ljudima.

#### 1.4. Primjeri robota i programa

Roboti se mogu programirati ili daljinski upravljati.

**Programabilni roboti** se programiraju pisanjem koda. Kod se može napisati u nekim programskim jezicima, poput Pythona, C ili pomoću vizualnih blokova. Programirani roboti su autonomni i mogu izvršiti zadani zadatak neovisno o ljudskoj prisutnosti.

**Daljinski upravljani roboti** su roboti kojima se upravlja pomoću daljinskog upravljača. Danas su daljinski upravljači često mobilni telefoni ili tableti. Upravljanje ovim robotom zahtijeva ljudsku prisutnost. Robotičari često rade programe za ove robote i njihove daljinske upravljače.



Slika 15. Robot kontroliran putem mobilne aplikacije.



Slika 16. Robot kontroliran daljinskim upravljačem.

#### 1.4.1. Lego roboti

Lego roboti su interaktivni, programabilni roboti napravljeni od LEGO kockica, posebno iz serija kao što su LEGO Mindstorms ili LEGO Technic. Ovi roboti kombiniraju tradicionalnu LEGO konstrukciju s modernom tehnologijom senzora, motora i mikroupravljača, što ih čini iznimno prilagodljivim i obrazovnim alatima za učenje i zabavu.

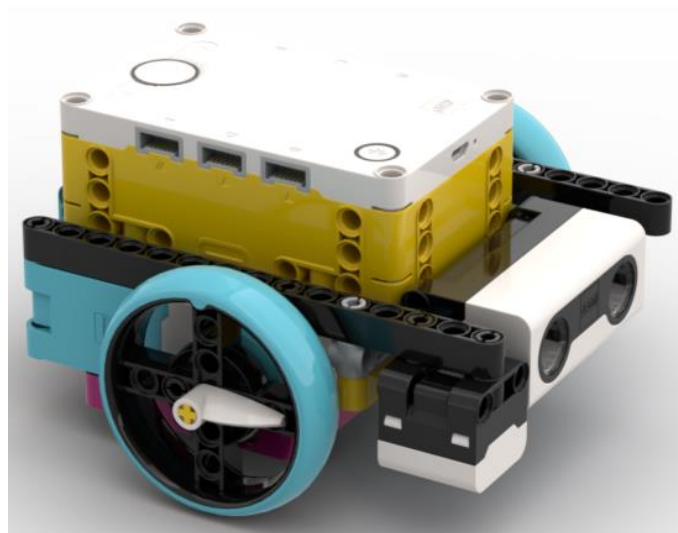
Kada govorimo o Lego robotima, obično mislimo na modele koji se mogu sastaviti, programirati i kontrolirati za obavljanje raznih zadataka. Roboti mogu biti različitih oblika i veličina, ovisno o konstrukcijskom setu i mašti korisnika. Mogu izgledati poput vozila, životinja, strojeva ili bilo koje druge strukture koju možete zamisliti i izgraditi pomoću LEGO kockica.

Srce ovih robota je programabilni "mozak" ili središnja procesorska jedinica koja se zove Spike Hub, LEGO Mindstorms EV3 kockica, NXT ili slično, ovisno o generaciji. Ovaj modul omogućuje korisnicima programiranje ponašanja robota pomoću jednostavnog, ali snažnog grafičkog ili tekstualnog programskog jezika.

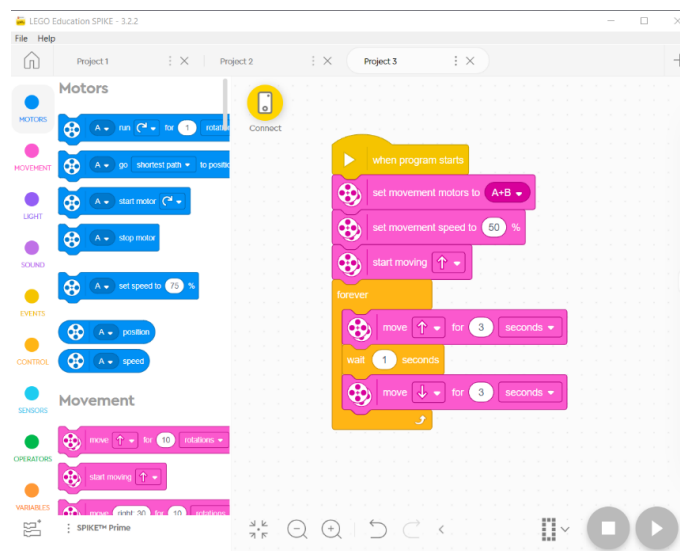
Lego robot dijelovi uobičajeno uključuju:

- Središnja procesorska jedinica (CPU): "mozak" robota koji kontrolira sve operacije,
- Motori: Za pomicanje dijelova robota, poput kotača ili ruku,
- Senzori: Da bi robot reagirao na okolinu, koriste se različiti senzori, poput onih za svjetlo, zvuk, dodir ili udaljenost,
- LEGO kocke i konektori: Za izgradnju tijela i strukture robota,
- Priključni kabeli: Za spajanje motora i senzora na središnju jedinicu.

Lego roboti namijenjeni su širokom spektru korisnika – od djece koja se prvi put susreću s robotikom, preko entuzijasta i hobista, do obrazovnih institucija koje ih koriste za podučavanje principima inženjerstva, programiranja, matematike i znanosti. Kroz zabavno i interaktivno učenje korisnici razvijaju vještine rješavanja problema, kritičkog mišljenja i timskog rada.



Slika 17. Lego Spike Prime robot.



Slika 18. Lego Education Spike aplikacija i programski kôd.

```

1. import spike
2. import math
3. from spike.control import wait_for_seconds, wait_until
4. TRACKWIDTH = 11.5
5. diff_drive = spike.MotorPair('A', 'B')
6. diff_drive.set_motor_rotation(5.6 * math.pi, 'cm')
7.
8. def run():
9.     while True:
10.         diff_drive.move(10, 'cm', 0, 30)
11.         diff_drive.start(100, 30)
12.
13. def main():
14.     try:
15.         run()
16.     except Exception as e:
17.         hub.light_matrix.show_image('SAD')
18.
19. main()

```

Slika 19. Lego Spike Prime robot Python programski kôd.



Web stranica proizvođača: <https://www.lego.com/en-gb/categories/robots-for-kids>

Preuzmite aplikaciju: <https://education.lego.com/en-us/downloads/spike-app/software/>

Primjeri programa: <https://makecode.mindstorms.com/examples>

Za daljnja istraživanja o tome kako programirati robota Lego Spike Prime posjetite: [https://www.youtube.com/playlist?list=PL\\_zXBalpibu33gw5CML3DtL7fN8640qku](https://www.youtube.com/playlist?list=PL_zXBalpibu33gw5CML3DtL7fN8640qku) ili <https://primelessons.org/en/>

#### 1.4.2. mBot robot

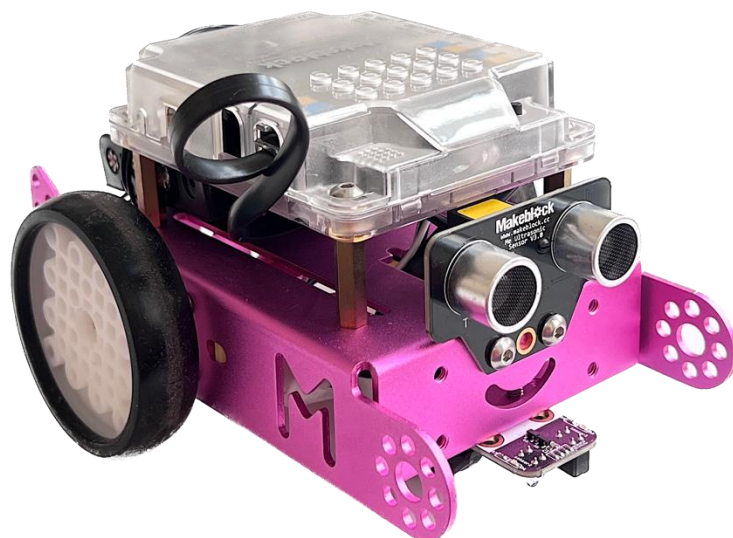
mBot roboti su obrazovni roboti dizajnirani za učenje i eksperimentiranje s robotikom, programiranjem i STEM (znanost, tehnologija, inženjerstvo, matematika) obrazovanjem. Proizveden od strane Makeblock-a, mBot roboti pružaju pristupačnu, zabavnu i interaktivnu platformu za djecu, studente, učitelje i hobiste.

mBot se obično temelji na popularnoj platformi Arduino, što ga čini iznimno prilagodljivim i kompatibilnim s mnogim elektroničkim modulima i dodacima. Obični mBot dolazi u obliku kompleta koji korisnici sami sastavljaju, čime se pruža dodatno iskustvo učenja kroz konstrukciju i montažu.

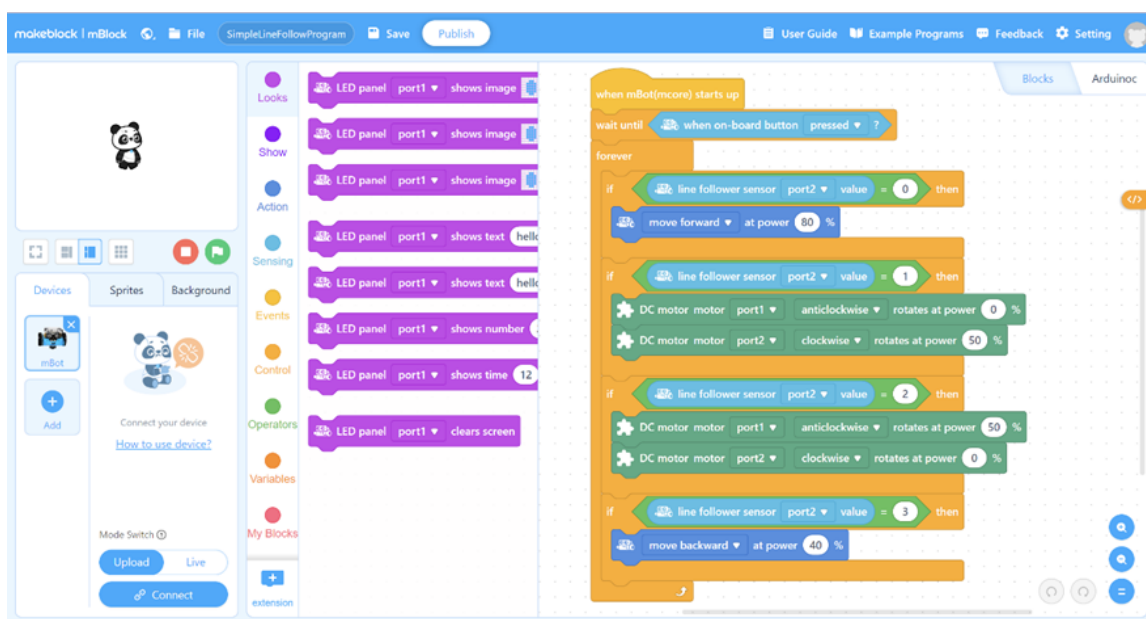
Glavne karakteristike mBot robota uključuju:

- Jednostavan i prilagodljiv dizajn: mBot roboti dizajnirani su tako da ih je lako sastaviti i programirati, što ih čini prikladnima za sve uzraste. Njihov modularni dizajn omogućuje jednostavno dodavanje različitih senzora i modula.
- Programiranje: mBot roboti se mogu programirati pomoću mBlock-a, okruženja za grafičko programiranje temeljenog na Scratchu, koje korisnicima omogućuje sastavljanje programa pomoću blokova umjesto pisanja koda. Također, napredniji korisnici mogu programirati mBot koristeći Arduino IDE i C/C++ jezik.
- Obrazovna primjena: prvenstveno namijenjeni obrazovanju, mBot roboti su korisni alati za učenje o elektronici, mehanici, softverskom inženjerstvu i robotici. S mBotovima učenici mogu razviti vještine rješavanja problema, logičkog razmišljanja i timskog rada.
- Sensori i moduli: Osnovni mBot dolazi s nizom senzora i modula, uključujući svjetlosne senzore, ultrazvučni senzor za otkrivanje prepreka, infracrveni prijemnik, zvučnik, motore i više. Ovi elementi omogućuju mBotu obavljanje raznih zadataka kao što su praćenje linije, izbjegavanje prepreka, slanje i primanje poruka itd.
- Izdržljiva konstrukcija: mBotovi su napravljeni od jakih i izdržljivih materijala, što ih čini otpornima na redovitu upotrebu u učionicama i kod kuće.

mBot roboti izvrstan su alat za one koji žele istražiti svijet robotike i programiranja u interaktivnom i pristupačnom formatu. Sastavljajući i programirajući svoje robote, korisnici ne samo da uče tehničke vještine, već i razvijaju svoju kreativnost i inovativno razmišljanje.



Slika 20. mBot robot.



Slika 21. mBot robot programski kôd.



Web stranica proizvođača: <https://www.makeblock.com/pages/mbot-robot-kit>

Preuzmite aplikaciju: <https://mblock.makeblock.com/en-us/download/>

Primjeri programa: <https://education.makeblock.com/help/classic-example-programs/>

Online urednik mBlock 5: <https://ide.mblock.cc/>

Za daljnja istraživanja o tome kako programirati mBot robote, posjetite: <https://cutt.ly/mblock-tut>.

### 1.4.3. NAO

NAO robot je napredni humanoidni robot koji je razvio SoftBank Robotics (ranije poznat kao Aldebaran Robotics). Poznat po svojoj sposobnosti hodanja, prepoznavanja lica, hvatanja predmeta i interakcije s ljudima, NAO je postao popularan u obrazovanju, istraživanju i kao pomoćni robot u raznim scenarijima.

NAO je visok oko 58 cm, što ga čini pristupačnim i pogodnim za interakciju. Robot je opremljen raznim sensorima, kamerama, mikrofonom i zvučnicima koji mu omogućuju da vidi, čuje i komunicira s okolinom.

NAO može prepoznavati lica i predmete, odgovarati na glasovne naredbe i izvršavati složene motoričke zadatke zahvaljujući 25 stupnjeva slobode kretanja.

Osnovne karakteristike NAO robota uključuju:

- Humanoidni oblik: NAO ima oblik malog čovjekolikog robota, s glavom, tijelom, rukama i nogama, što mu omogućuje izvođenje različitih ljudskih pokreta i gesti,
- Programiranje: NAO se može programirati pomoću različitih programskih jezika, uključujući Python i C++, što ga čini prilagodljivim za razne obrazovne i istraživačke projekte,
- Sensori i aktuatori: Opremljen je raznim sensorima (uključujući taktilne senzore, sonare za otkrivanje prepreka, kamere i mikrofone) i aktuatorima koji mu omogućuju precizno kretanje i interakciju s okolinom,
- Komunikacija: NAO može komunicirati na više jezika, prepoznavati ljudske glasove, odgovarati na glasovne naredbe i izražavati emocije kroz pokrete i LED svjetla na tijelu,
- Obrazovne i istraživačke aplikacije: NAO se naširoko koristi u školama, sveučilištima i istraživačkim laboratorijima za učenje i istraživanje u poljima kao što su robotika, umjetna inteligencija, računalni vid, interakcija čovjeka i robota i druga.

NAO roboti posebno su poznati po svojoj sposobnosti pružanja interaktivnih demonstracija i obrazovnih aktivnosti, čime doprinose STEM obrazovanju i promiču interes za robotiku među učenicima i entuzijastima. Također, zahvaljujući svojoj interaktivnosti i prilagodljivosti, koriste se u terapijskim scenarijima za pomoć djeci s posebnim potrebama te u ugostiteljstvu i zabavi. Njihova sposobnost prilagodbe i obavljanja različitih zadataka čini ga jednim od najpopularnijih humanoidnih robota u svijetu robotike.



Slika 22. NAO robot na pozornici.

```

def onUnload(self):
    #put clean-up code here
    pass

def onInput_onStart(self):
    #self.onStopped() #activate the output of the box
    pass

def onInput_Front(self):
    global FrontCounter
    global MidCounter
    global LastTouched
    FrontCounter+=1
    LastTouched=0
    pass

def onInput_Mid(self):
    global FrontCounter
    global MidCounter
    global LastTouched
    MidCounter+=1
    LastTouched=1
    if (MidCounter-5 > FrontCounter):
        MidCounter=0
        FrontCounter=0
        BackCounter=0
        global BadResponse
        BadResponse+=1
        self.Bonk(BadResponse%3+1)
    pass

def onInput_Back(self):
    global FrontCounter
    global MidCounter
    global LastTouched
    if (MidCounter==1 and FrontCounter==1 and LastTouched==1):
        global GoodResponse
        GoodResponse+=1
        self.Pat(GoodResponse%3+1)
    LastTouched=2
    MidCounter=0
    FrontCounter=0
    BackCounter=0
    pass

```

Slika 23. NAO robot Python programski kôd.



Preuzmite aplikaciju: <https://www.robotlab.com/choregraphe-download-page-for-nao>

Web stranica proizvođača: <https://www.aldebaran.com/en/nao>

NAO dokumentacija: <http://doc.aldebaran.com/1-14/index.html>

Besplatni NAO programi (dances, stories, etc.):

<https://engagek12.robotlab.com/stemlab/apps/nao/a1uD0000002SokxIAC>

Za daljnja istraživanja o tome kako programirati NAO robota, posjetite:

<https://www.youtube.com/watch?v=j7HMIIEqArQ>.

#### 1.4.4. Thymio

Thymio je edukacijski robot namijenjen uvođenju djece i početnika u svijet robotike i programiranja. Razvijen od strane École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) u Švicarskoj, Thymio se ističe svojim pristupačnim, ali moćnim značajkama. Cilj Thymio robota je omogućiti učenje kroz igru, eksperimentiranje i interakciju, čineći temeljne koncepte robotike i programiranja razumljivima i dostupnima širokom krugu korisnika.

Thymio je relativno mali robot, u obliku kutije s raznim sensorima i svjetlima. Njegov dizajn je jednostavan, ali učinkovit, dopuštajući korisnicima istraživanje različitih aspekata robotike, od senzorskih sustava do programske logike.

Osnovne karakteristike Thymio robota uključuju:

- Dostupno programiranje: Thymio se može programirati korištenjem vizualnih programskih jezika poput Scratch-a ili tekstualnih jezika poput Asebe. To omogućuje djeci i početnicima da lako nauče osnove programiranja i robotike.
- Sensori i aktuatori: Thymio dolazi s nekoliko senzora, uključujući senzore dodira, senzore udaljenosti, mikrofoni i senzore svjetla. Također ima kotače i motore koji mu omogućuju kretanje.
- Obrazovna primjena: Thymio je iznimno popularan u školama i radionicama zbog svoje pristupačnosti i raznih obrazovnih izvora dostupnih učiteljima i učenicima. Koristi se za podučavanje matematike, fizike, tehnologije, inženjerstva i informatike.
- Interaktivnost: Thymio može reagirati na vanjske podražaje i komunicirati s korisnicima koristeći LED svjetla i zvukove. Može pratiti linije, izbjegavati prepreke, reagirati na zvukove i dodir te obavljati razne druge interaktivne zadatke.
- Prilagodljivost: Dok Thymio dolazi s nekoliko unaprijed definiranih ponašanja koja se mogu koristiti odmah po vađenju iz kutije, također omogućuje korisnicima da kreiraju vlastite programe i prilagode ponašanje robota, omogućujući kreativno izražavanje i dublje razumijevanje robotike.

Robot Thymio izvrstan je alat za učenje, eksperimentiranje i igranje, potičući korisnike svih godina da istražuju i razvijaju vještine u STEM područjima. Njegova pristupačnost, prilagodljivost i širok raspon funkcionalnosti čine ga popularnim izborom u obrazovnim ustanovama i domovima diljem svijeta.



Slika 24. Thymio robot.



Slika 25. Thymio robot programski kôd.



Web stranica proizvođača: <https://www.thymio.org/>

<https://www.thymio.org/download-thymio-suite/>

Primjer programa: <https://www.thymio.org/products/programming-with-thymio-suite/>

Za daljnja istraživanja o tome kako programirati robota Thymio posjetite <https://www.youtube.com/@Thymioll>.

#### 1.4.5. STEMI hexapod

STEMI hexapod je edukativni robot koji predstavlja šesteronožnog, odnosno heksapodnog robota, kojeg je razvila tvrtka STEMI. Ovaj robot dizajniran je kako bi učenicima, učiteljima i hobistima pružio uvid u svijet robotike, programiranja, mehanike i elektronike. Hexapod koncept omogućuje korisnicima istraživanje složenih oblika kretanja i navigacije koji nisu mogući s robotima s manje nogu.

STEMI hexapod je zamišljen kao DIY projekt, koji korisnicima pruža sve komponente potrebne za izradu i programiranje vlastitog robota. Kroz proces izgradnje i programiranja korisnici uče o mehaničkim strukturama, elektroničkim komponentama, principima kretanja i osnovama programiranja.

Značajke STEMI heksapodnog robota uključuju:

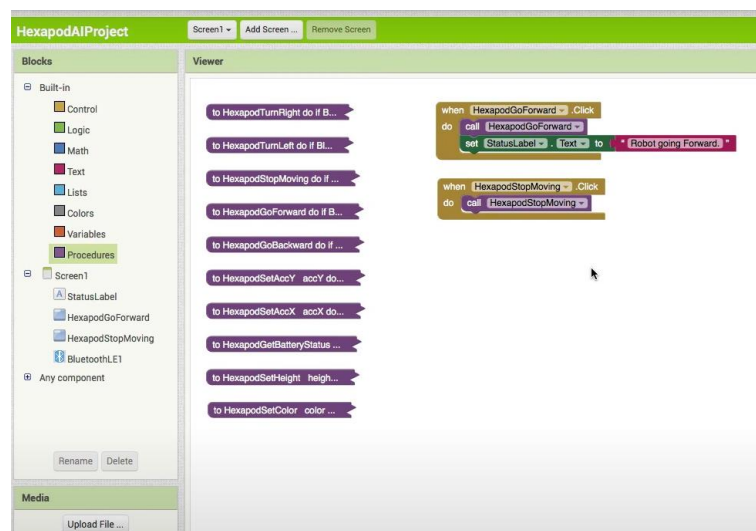
- Hexapod konstrukcija: STEMI hexapod ima šest nogu, svaka s više zglobova, što omogućuje raznoliko i prilagodljivo kretanje. Može se kretati u različitim smjerovima, penjati se preko prepreka i mijenjati brzinu i stil hoda,
- Obrazovni aspekt: Ovaj robot je zamišljen kao obrazovni alat za učenje kroz praktično iskustvo. Korisnici se upoznaju s osnovama robotike, mehanike, elektronike i programiranja dok sastavljaju i programiraju svoj heksapod,

- Programiranje: STEMI hexapod se programira putem prilagođene aplikacije ili putem popularnih programskih jezika. Ovo korisnicima različitih razina vještina omogućuje učenje i eksperimentiranje s programiranjem robota,
- Prilagodljivost: korisnici mogu prilagoditi i poboljšati svoje STEMI heksapodne robote dodavanjem senzora, promjenom algoritama programiranja ili prilagodbom fizičkog izgleda,
- Interaktivnost: Osim što se može kretati i obavljati zadatke, STEMI heksapod može reagirati na svoje okruženje i komunicirati s korisnicima pomoću ugrađenih senzora i mogućnosti programiranja.

Heksapodni robot STEMI dizajniran je za pružanje edukativnog i zabavnog iskustva učenja, potičući korisnike da proniknu u STEM polja kroz interaktivne i praktične aktivnosti. Njegova jedinstvena šestokraka konstrukcija i prilagodljivost čine ga intrigantnim projektom za pojedince svih dobi zainteresiranih za robotiku i srodne discipline.



Slika 26. STEMI hexapod robot.



Slika 27. STEMI hexapod robot programski kôd (MIT App Inventor snimka zaslona).



Web stranica proizvođača: <https://stemi.education/>

MIT App Inventor za programiranje aplikacija za kontroliranje Hexapod robota: <https://appinventor.mit.edu/>

STEMI Lab aplikacija:

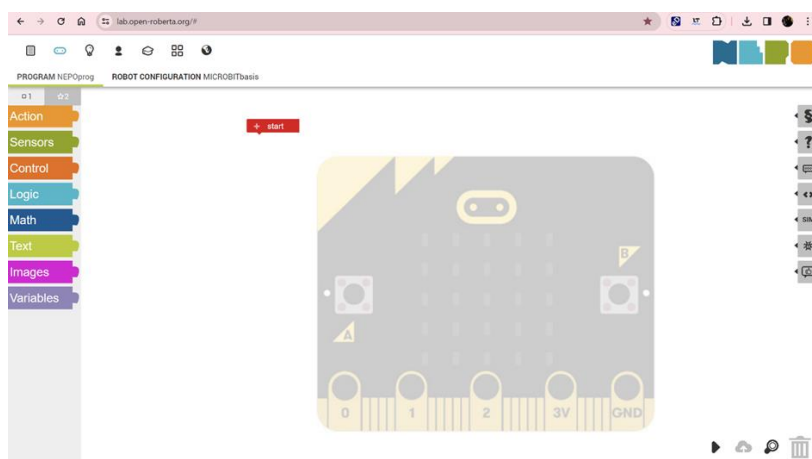
Android - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stemiapp&hl=hr&gl=US>

iOS - <https://apps.apple.com/jp/app/stemi-lab/id1393849515?l=en>

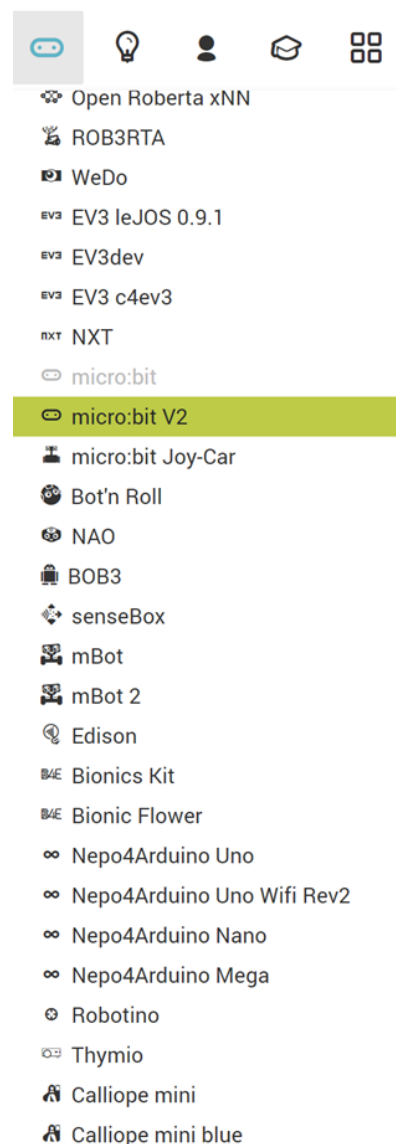
Za daljnja istraživanja kako programirati STEMI heksapodnog robota, pogledajte <https://lab.stemi.education/> ili ako želite naučiti kako programirati heksapodnog robota u Arduino, posjetite <https://github.com/stemi-education/stemi-hexapod>.

#### 1.4.6. Open Roberta Lab

Open Roberta Lab [17] je online platforma koja pruža intuitivno, vizualno programsko okruženje za učenje i poučavanje programiranja i robotike. Razvijen od strane Fraunhofer IAIS, cilj ove platforme je učiniti obrazovanje u STEM područjima (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika) dostupnim, zabavnim i učinkovitim za učenike, nastavnike i hobiste svih uzrasta.



Slika 28. Open Roberta Lab online okruženje.



Slika 29. Različite vrste robota i mikroupravljača korisnici mogu programirati u online okruženju Open Roberta Lab.

Open Roberta Lab omogućuje korisnicima programiranje raznih vrsta robota i mikroupravljača, uključujući popularne modele kao što su LEGO Mindstorms EV3, Calliope, micro:bit i mnogi drugi. Koristeći povuci i ispusti programske blokove koji se temelje na Blocklyju, korisnici mogu jednostavno izraditi program bez potrebe za pisanjem složenog koda.

Značajke Robert Lab's Open uključuju:

- Vizualno programiranje: platforma koristi Blockly, vizualni programski jezik koji korisnicima omogućuje izradu programa povlačenjem i povezivanjem blokova. To čini programiranje dostupnim i razumljivim, posebno za početnike i djecu,
- Podrška za različite robote: Open Roberta Lab podržava širok raspon obrazovnih robota i platformi, omogućujući školama i učenicima korištenje platforme s postojećim hardverom,
- Obrazovni resursi: Platforma nudi mnoštvo materijala za učenje, vodiča i primjera projekata koji korisnicima pomažu da brzo nauče i započnu s vlastitim projektima,
- Suradničko učenje: Open Roberta Lab omogućuje nastavnicima i učenicima da surađuju, dijele kod i projekte, omogućujući bolju interakciju i učenje kroz zajednički rad,
- Besplatno i otvoreno: Kao platforma otvorenog izvornog koda, Open Roberta Lab je besplatno dostupan svima, promičući pristupačnost i inovacije u obrazovanju o robotici i programiranju.

Open Roberta Lab izvrstan je alat za one koji se žele otisnuti u svijet robotike i programiranja, pružajući korisnicima bez obzira na predznanje mogućnost jednostavnog učenja, eksperimentiranja i realizacije svojih ideja. Njegova pristupačnost, fleksibilnost i obilje podržanog hardvera čine ga popularnim izborom u obrazovnim ustanovama, radionicama i među hobistima diljem svijeta.



Open Roberta Lab web stranica: <https://lab.open-roberta.org>

Open Roberta Wiki: <https://jira.iais.fraunhofer.de/wiki/display/ORInfo/Open+Roberta+Wiki>

## 2. Kazalište i kazališna umjetnost

### 2.1. Povijest

Kazalište je u svojim počecima prenosilo tradiciju starih civilizacija kroz slike i riječi, a radi lakšeg pamćenja tekst je davan u rimi ili ritmičkom pripovijedanju. Slično tome, religijska tradicija se prenosi na sljedeće generacije. No, o pravom se kazalištu govori tek od trenutka kada je uprizorenje tekstova postalo prava predstava. To se dogodilo već u starom Egiptu, gdje su se priredbe održavale u čast boga Ozirisa, a još više u staroj Grčkoj, gdje su priredbe bile posvećene pojedinim bogovima (kao što je Dioniz) ili cijelom Olimpu. Najstariji tekst sačuvan u izvorniku, za koji znamo da se izvodio (a izvodi se i danas), jesu Eshilovi Perzijanci. Tekst je nastao osam godina nakon grčke pobjede nad Perzijancima kod Salamine, ali to nije drama koja veliča vojnu nadmoć Grka, naprotiv: to je antiratna drama, kojom je Eshil želio upozoriti svoje domovine da je koračala smrtonosnim putem perzijskog carstva.

Širenjem pismenosti djela su postala još dostupnija budućim generacijama, iako se (za razliku od modernog doba) nije pretpostavljalo da je kazalište namijenjeno svim ljudima [18]. U antičkom kazalištu isprva je tekst pripovijedala samo jedna osoba, kasnije u dijalogu s zborom, a tek kasnije uključuje i razgovor između glumaca. Žanr je počeo razlikovati tragediju i komediju. Prvi put se pojavljuju građevine posebno namijenjene kazalištu, osobito u rimskom razdoblju, kada glumac postaje sve eksponiraniji i nezaobilazan unutar kazališta. U početku su glumci mogli biti samo muškarci, pa su igrali i ženske uloge.

U srednjem vijeku kazališne predstave prikazivale su priče religioznog sadržaja, kako bi ih uglavnom nepismeni ljudi lakše razumjeli i doživjeli. Izvođene su predstave koje su pričale priče o biblijskim likovima ili svecima, božićne igrokaze, pasionske igrokaze, ratove, bitke i mučeništva u muslimanskom svijetu također su bile u znaku teatra.

S renesansom je došlo do oživljavanja tradicije antičkog kazališta, kako grčkog tako i rimskog. Commedia dell'arte prigrllila je publiku željnu zabave u Italiji, koja je tražila publiku među obrazovanim slojevima stanovništva, dobro upućenim u latinski jezik. Po prvi put se razvila jasno organizirana kazališna grupa sa cjelovitim repertoarom, koja je uglavnom bila usmjerena na komediju, a manje na tradiciju i povijest. U Engleskoj je u isto vrijeme sličan razvoj doživjelo kazalište Williama Shakespearea. Kazalište je prvi put postalo profesionalno, a predstave su bile plaćene. Profesionalni pisci počeli su pisati drame (uz Shakespearea, primjerice, Christopher Marlowe), a umjesto kazališnih kritičara, publika je u početku davala svoje reakcije na drame. Kazališni pisci u početku nisu bili previše cijenjeni u javnosti, što se promijenilo kada su njih i kazalište počeli sponzorirati plemići ili čak vladari. S razvojem tehnologije efekti i rasvjeta sve se više ugrađuju u izvedbe. Upravo iz tog razloga na pozornici je manje improvizacije kako bi kolege iz backstagea mogli na vrijeme reagirati na ono što se događa u predstavi. U početku se kazališta nisu služila scenografijom, već su za scenografiju koristili prostor u kojem se predstava izvodi. Kasnije se pozornica sve više afirmirala, ruku pod ruku sa spoznajom da kazalištarci sve više postaju gledatelji, a ne samo slušatelji.

Kako je rasla popularnost kazališta, rasla je i želja vlasti za kontrolom sadržaja na pozornici. Pojavila se cenzura djela, poput Moliereova Tartuffea. Puritanska vlast u Engleskoj čak je zabranila kazalište, nakon čega je kruna uspostavila monopol na organizaciju kazališnih predstava. U Francuskoj je apsolutizam kazališnu umjetnost podredio moralu, a kontrola se vršila putem cenzure i kraljevskog pokroviteljstva. Ulično kazalište nastalo je zbog protivljenja tim normama.

U građanskom kazalištu odlazak na predstavu postaje važan društveni događaj, a sve veći utjecaj dobivaju glumci koji postaju poznate ličnosti. Krajem 19. stoljeća kazalište počinje skidati nepotrebne kostime i rekvizite na sceni, a prevladava teatar ideja, što se vidi i po zbivanjima na pozornici. Sa školom Stanislavskog značajno se razvila kazališna teorija s ciljem da publika kroz glumca što vjerodostojnije doživi emocije likova u predstavi. U moderno doba, s izumom električne energije i novih tehničkih uređaja, pojavili su se novi načini privlačenja pažnje publike. Nakon Drugog svjetskog rata europsko kazalište

počinje istraživati apсурd, besmisao i egzistencijalne teme te otvara vrata improvizacijskom kazalištu. U isto su vrijeme u SAD-u u kazalište uvedene fantastične i glazbene teme.

U 21. stoljeću zemlje nastavljaju održavati svoja nacionalna kazališta, koja uglavnom uspješno djeluju i ispunjavaju svoju svrhu. Istodobno, kazališna umjetnost postaje sve globalnija, posebice njezin komercijalniji dio. Ova vrsta kazališta bezrezervno posuđuje teme za predstave iz različitih tradicija i pristupa izvedbama bez opterećenja tradicionalnim kazališnim tehnikama.

## 2.2. Teorija

Kazalište je jedan od najstarijih oblika umjetničkog stvaralaštva. Priča priču kroz govor, pokret, ples, zvuk, kostimografiju i scenografiju. Postoji nekoliko vrsta kazališnih predstava:

- klasični (stil dijaloga),
- opera i balet,
- improvizacijski teatar,
- kabare,
- mima i pantomima,
- stand-up komedija,
- kazalište lutaka.

Dramska ostvarenja vezana su za scenarij, ali scenarij ostvaruje svoju svrhu tek u kombinaciji s ponašanjem, gestama i mimikom glumca (od grčkog mimesis – predstavljati, oponašati). Ilustrirajmo primjerom: hodač po žici izvodi akrobacije, dok ih glumac koji ih glumi na sceni samo oponaša. I jedni i drugi igraju, ali samo glumac stvara dramsku iluziju. Kazališna predstava može sadržavati akrobacije, ples, pjevanje i druge elemente koji nisu nužno vezani samo uz kazalište, kao sredstvo prikazivanja stvarnog ili izmišljenog događaja. Predstava koja ima samo namjeru prikazati radnju, ali ne i reprezentirati je, nema element kazališne izvedbe [19]. Od 20. stoljeća u europskom i sjevernoameričkom kazalištu pojavilo se nekoliko žanrova koji spajaju kazalište s nekazališnim elementima izvedbe (skeč, mjuzikl, ples, performans), što još više vrijedi za cjelokupni razvoj kazališta u Aziji. Stoga je ključno da definicija kazališta u tom pogledu ostane fleksibilna [19].

Prema britanskom redatelju Peteru Brooku, kazališna predstava može se opisati kad god osoba nastupa u nekom prostoru, a njihovu izvedbu prati jedan ili više pojedinaca. Starija teorija kazališta smatrala je glumčevu želju za osvajanjem publike temeljem kazališne izvedbe. To vrijedi samo djelomično i za neke kazališne žanrove, no češće su emocije i doživljaji strukturirani u kazalištu [19].

Mnogo je kazališnih žanrova, svaki ima svoje posebnosti, ali postoji i zajednička jezgra koja se odnosi na cjelokupnu kazališnu umjetnost. Sve kazališne produkcije odvijaju se u određenom prostoru (obično na pozornici) gdje glumac ili glumci izvode predstavu. Trajanje izvedbe obično je vremenski ograničeno [19].

Posao glumca, središnje figure kazališta, obuhvaća pet temeljnih područja:

- Izražavanje specifičnih (uključujući glasovne) sposobnosti,
- Izrazi lica koji izražavaju psihička stanja i aktivnosti,
- Imaginarna interpretacija izmišljenih događaja,
- Izrazi obrazaca ljudskog ponašanja koji nisu svojstveni samom glumcu,
- Interakcija s drugim glumcima i publikom.

Zahtjevi koji se postavljaju pred glumca razlikuju se ovisno o kulturnom okruženju kazališta. Glumci u nekim tradicionalnim azijskim kazalištima (Kina, Japan) morali su tijekom svoje profesionalne karijere igrati istu vrstu uloga. Takav je glumac igrao ulogu u skladu sa strogo definiranom tradicijom, ponavljajući točno određene obrasce govora i pokreta. Tek su u kasnijem razdoblju njihove karijere toj osnovi mogli dodati karakteristična obilježja koja su se mogla prihvatiti u postojeću tradiciju i prenijeti na sljedeću generaciju [19].

Odnos između izvođača i publike može biti vrlo različit. U predstavama koje nisu dio kazališne umjetnosti, izvođač prihvaća prisutnost publike i s njom je u neposrednoj komunikaciji. Takvi odnosi postoje i u kazalištu, ali nisu nužni. U starogrčkom kazalištu, glumac se obraćao, ispitivao i izazivao publiku u ime dramatičara. S druge strane, u modernom naturalističkom kazalištu glumac se mentalno odvaja od publike („četrvi zid“). Između ove dvije krajnosti nalazi se cijeli niz različitih komunikacijskih metoda, koje se u nekim slučajevima mijenjaju tijekom same izvedbe [19]. Način komuniciranja s publikom može se povezati s položajem glumca u određenom društvu. U grčkoj tragediji, japanskom kazalištu i srednjovjekovnim misterijama glumčeve radnje imale su i religiozno i dramsko značenje, a glumca su smatrali gotovo svećenikom. U rimsko doba glumci su često bili robovi ili sluge uglednih obitelji, dok su u elizabetinskom kazalištu radili pod patronatom plemstva ili su se smatrali skitnicama. S *commedia dell'arte* i osnivanjem profesionalnih kazališnih i glumačkih grupa, odnos između kazališta i publike mijenja se u odnos proizvođača i potrošača. Moderno kazalište, koje se razvilo u 19. i 20. stoljeću, dodalo je ulogu glumca kao buntovnika koji kroz predstavu prenosi društveno-kritičke i političke poruke (uključujući reinterpretacije klasičnih tekstova) [19].

U tumačenju uloge glumac se mora uživjeti u svoj lik ili određenu vrstu lika. U mnogim slučajevima, tumačeći ulogu, glumac se povezuje s osobinama koje se pripisuju određenoj skupini ljudi. Rimska komedija imala je ograničen skup dobro definiranih likova, s pripisanim karakteristikama kao što su lukavi rob, strastveni mladi ljubavnik ili ostarjeli otac pun sumnji i briga. Iz povijesnih i biblijskih priča izronili su likovi poput kralja, mudrog savjetnika ili okrutnog tiranina. Neki tipični likovi proizašli su iz razvoja kazališta, poput protagonista, mladića, nevine duše ili negativca [19]. Razvoj kazališta doveo je do individualiziranijeg pristupa tumačenju uloga, osobito od 19. stoljeća nadalje kada se od glumaca počelo tražiti da dodaju svoj osobni pečat svojim likovima istražujući osobnosti svojih likova. To je osobito istinito u teoriji glume Konstantina Stanislavskog. Dok glumac može početi oblikovati lik na temelju standardnih modela, tijekom proba, oni počinju oblikovati osobnost lika na način koji se može razlikovati od sličnih uloga u drugim predstavama. Ova vrsta glume postavlja teorijska pitanja o odnosu glumca i uloge (u kojoj se mjeri mogu preklapati), koja su i danas predmet rasprava [19].

### 2.3. Infrastruktura

Izvođači i publika zajedno sukreiraju kazališni doživljaj. Obje strane susreću se u zajedničkom prostoru unutar kojeg su dva jasno odvojena prostora: prostor za izvođače (najčešće pozornica) i prostor za publiku. Odnos između dva područja unutar prostora može biti različit, ali postoje neki češći tipovi:

- amfiteatar: prostor za publiku polukružno okružuje mjesto izvođenja predstave,
- gledatelji raspoređeni u krug oko pozornice na kojoj se izvodi predstava,
- redovi stolaca za publiku, raspoređeni ispred pozornice, koja je izdignuta iznad razine sjedala [19].

Kazalište se često povezuje s vlastitom zgradom u kojoj se održavaju predstave, no to nije nužno tako. U prošlosti i sadašnjosti, druge zgrade ili čak vanjski prostori, poput trgova ili čak gradova, mogu se pretvoriti u pozornicu za performans. Glumci se moraju donekle odvojiti od publike. Ovo ima i praktične aspekte koji se odnose na gledateljev nesmetan pogled na radnju, kao i apstraktnije aspekte. U antičkom kazalištu, razdvajanje između glumaca i publike bilo je povezano s religijom. Oltar boga Dioniza bio je okružen pozornicom namijenjenom plesu. Odatle dolazi ideja o pozornici kao mjestu izvedbe [19]. Čak i kad je religiozni karakter gledanja kazališta izgubio snagu, izlazak na pozornicu i dalje je značio iskorak u drugi svijet, odvojen od publike. U nekim azijskim kazališnim tradicijama priprema prije izlaska na pozornicu još uvijek se smatra svetim zadatkom [19].

Pozornica postaje mjesto iluzije i za glumce i za publiku tijekom izvedbe. Okruženje u kojem se igra odvija može se stvoriti samo govorom ili češće scenografijom koja ilustrira mjesto na kojem se igra odvija. U tom slučaju publika počinje doživljavati prostor u kojem se predstava odvija kao primarni, a svijest o stvarnoj pozornici potiskuje se u drugi plan [19]. Zvuk također može sukreirati iluziju prostora. Stanislavski u svom kazalištu jasno razlikuje prostor za glumce i prostor za publiku.



Slika 30. Pozornica i publika.

## 2.4. Izvedba predstave

U kazališnoj umjetnosti većina predstava je unaprijed planirana, a probe se održavaju prije same izvedbe kako bi se oblikovala predstava. Prethodno planiranje predstave uključuje pripremu pisanog teksta (scenarija ili drame) od strane dramaturga ili samih glumaca. Unutar dramskog teksta sadržaj je podijeljen u nekoliko dijelova (scena ili činova), od kojih je svaki korak naprijed u razvoju priče. Sadržaj teksta često se veže uz obilježja razdoblja u kojem je nastao. U antičkom se kazalištu sadržaj crpio iz mitova, a kasnije su ga preuzele priče, pjesme, akrobacije i govori [19].

U predstavi glumci koriste kostime i maske koje mijenjaju njihov izgled. U starogrčkom teatru (kao i u tradicionalnom japanskom) glumac se transformira u nešto više od običnog ljudskog bića. U drugim društvima i tradicijama, međutim, glumac predstavlja prosječnu osobu ili pripadnika niže klase, čija uvjerljiva gluma potkopava načela reda i racionalnosti [19]. Scenografija ovisi o potrebi preoblikovanja pozornice kako bi se postigla svrha predstave. U engleskom kazalištu elizabetinskog doba i pozornica i prostor za sjedenje ostaju nepromijenjeni, dok se u uličnom kazalištu prostor za sjedenje mijenja klupama, a mijenja se samo pozornica ili i pozornica i prostor za sjedenje, što je karakteristika dvorskog kazališta. U renesansnom ili modernom kazalištu [19]. Renesansno kazalište utemeljilo je praksu scenografije na pozornicama u Europi. U početku su se izrađivale tipske scene za pojedini dramski žanr (tragedija, komedija, pastorala), a kasnije za svaku pojedinu predstavu. S vremenom je scenografija postala toliko složena da su unutar nje formirani posebni odjeli za scenske elemente, rasvjetu, rekvizite, tehniku itd. [19].

Produkcija kazališnih predstava nema jedinstven plan, ali sve imaju neke zajedničke značajke. Većina kazališnih predstava dio je šire, dugoročnije aktivnosti koja je povezana ili s vjerskim ili društvenim životom zajednice. Unutar proizvodnje odnosi mogu biti hijerarhijski ili temeljeni na suradnji, pri čemu je hijerarhijsko upravljanje češće [19]. U konačnici, planiranje i izvođenje repertoara ovisi o umjetničkom vodstvu redatelja ili skupine koja djeluje u kazalištu. Tijekom 19. stoljeća javlja se ideal kazališnog ansambla ili grupe koji ističe potrebu za jedinstvom unutar kazališta. Razvoj je doveo do potrebe za detaljnom koordinacijom svih aspekata proizvodnje. Kazalište se u 18. i 19. stoljeću oslanjalo na glumca početnika, no nakon tog razdoblja primat preuzima zvjezdani ansambl, a preko njega i njegov redatelj [19].

Grčki gradovi-države poticali su stvaranje pojedinačnih predstava, bez stalnog kazališta ili ansambla. Isto je vrijedilo i za organiziranje igara u srednjovjekovnim gradovima. U Ateni su se svake godine postavljala

nova djela, dok su se u srednjovjekovnim gradovima organizirala godišnja ponavljanja istih predstava. Ta se tradicija u određenoj mjeri nastavila u dvorskom kazalištu 16. i 17. stoljeća, gdje je za priređivanje predstava bio odgovoran jedan od dvorjana, s ulogom sličnom onoj današnjeg kazališnog intendanta [19]. S renesansom, rastom gradova i promijenjenim pristupom izvedbi, koji je zahtijevao bolju organizaciju, nastaju začeci stalnih i profesionalnih kazališta i kazališnih grupa. Oni su u početku bili putujući, jer ni gradovi ni dvorovi nisu mogli održati stalno kazalište. Takvo kazalište nije moglo imati puno scenografije, što su glumci nadoknađivali širokim izborom kostima. Takva grupa je imala svoj set igara, pomoću kojih su se mogli prilagoditi publici u sredini u kojoj su se trenutno nalazili. Započeo je prijelaz s pojedinačnih predstava na stalno kazalište s poznatim repertoarom [19]. U 18. i 19. st. prvi među glumcima vodio je kazališnu grupu. Kako su on i ostali članovi grupe živjeli od glumačke profesije, počeli su priređivati predstave koje su privlačile publiku i dobro zarađivale. Umjesto promjene repertoara, usredotočili su se na ponavljanje djela koja su bila komercijalno uspješna. Npr. u Londonu, Mišolovka Agathe Christie neprestano se prikazivala u kinima više od 50 godina. Krajem 19. stoljeća u Europi se uspostavlja stalni kazališni sustav s kazališnom skupinom i određenim repertoarom koji podupire država. To je omogućilo osnivanje većih kazališta s glumcima, tehničarima i drugim osobljem koje se moglo posvetiti dugoročnom planiranju produkcije. Repertoar je fleksibilan: vraćaju se stare izvedbe, a neke uklanjaju s njega [19].

Umjetničko vodstvo produkcije gotovo je uvijek u rukama pojedinca. U vrijeme *commedia dell'arte*, glumac je bio taj koji je u svojim rukama držao i umjetničke i financijske aspekte produkcije. Tome je pridonijela i priroda te vrste kazališta jer su scenariji, ako su uopće postojali, bili vrlo labavo strukturirani, a glumac je uvelike oblikovao sliku predstave na pozornici. Glumci u elizabetinskom kazalištu, Pekinškoj operi u Kini i Kabuki kazalištu u Japanu igrali su sličnu važnu ulogu u produkciji [19].

## 2.5. Ostala zanimanja vezana uz kazalište

Osim djelatnika zaduženih za umjetničku izvedbu programa, u rad kazališta uključeni su i mnogi drugi ljudi. Ti su ljudi, iako nisu izravno na pozornici, sastavni dio svake predstave.

**Producent** kontrolira cijeli tijek izvedbe(a). Oni su odgovorni za poslovnu stranu rada kazališta, kao što su proračunski okviri, prikupljanje sredstava za instituciju, određivanje rasporeda za pojedinačne predstave i probe, cijene ulaznica i način promocije. Surađuju s umjetničkim vodstvom u planiranju novih produkcija [20].

**Pomoćnik redatelja** blisko surađuje s redateljem u pripremi nove produkcije i probama za predstavu, vodi bilješke sa sastanaka i sudjeluje u pripremi prijedloga za predstavu [21].

**Inspicijent** je taj koji raspoređuje rad na pozornici, surađuje s glumačkom postavom i dizajnerima tijekom stvaranja nove predstave te nadzire nesmetano odvijanje predstave. Oni osiguravaju da je pozornica za određenu scenu postavljena na vrijeme i da su svi glumci prisutni [22].

**Upravitelj dvorane** odgovoran je za onaj dio kazališta koji ravnatelj ne pokriva. Oni kontroliraju sustav prodaje ulaznica i razvrstavanje publike po mjestima u gledalištu. Osiguravaju nesmetan pristup i izlaz iz gledališta, dodatne programe prije predstave i sigurnost publike. U slučaju bilo kakve zabune oko reda sjedenja, oni su ti koji rješavaju problem [20].

**Tehnički ravnatelj** u većim kazalištima odgovoran je za cjelokupnu tehničku produkciju u kazalištu. Oni su osobe koje odabiru ključno tehničko osoblje kao što su inženjeri zvuka, inženjeri rasvjete i scenski tehničari. **Scenski tehničar** osigurava da izvedba ima odgovarajuću opremu koja pomaže stvoriti pravu atmosferu za izvedbu (ili dio predstave). **Inženjer rasvjete** osigurava da svi dijelovi pozornice budu pokriveni pravom rasvjetom u pravo vrijeme, stvarajući pravu atmosferu za nastup i usmjeravajući pozornost publike svjetlom. **Dizajner zvuka** stvara dobar i uravnotežen zvuk kako za izvođače na pozornici tako i za zvučne efekte [20].

**Kostimograf** kreira kostime za predstavu uzimajući u obzir vremenski okvir, stil i zamisli redatelja za predstavu [21]. Naravno, kostimi trebaju biti i praktični. Kako bi se postigla namjena kostima, kostimograf pomno analizira scenarij, razdoblje u kojem se odvija i tadašnju modu te redateljske upute. Na temelju

njihovih uputa i skica kostimograf izrađuje krojeve i prema njima kreira kostime [21]. Ako izvedba zahtijeva i posebnu **šminku, frizuru ili perike**, u produkciju su uključene osobe specijalizirane za ta područja. Oni također blisko surađuju s redateljem i pripremaju detaljan plan za šminku, frizuru ili periku za svaku scenu. Po potrebi izrađuju perike posebno prilagođene izvedbi [21].

## 2.6. Faze stvaranja predstave

Predstava će od početne ideje do izvedbe proći kroz nekoliko faza nastajanja. Svaka od faza je jedan korak naprijed na putu do uspješno završenog projekta. Na temelju tih polazišta prvo ćemo isplanirati nastup i izraditi scenarij. Na temelju scenarija, tijekom pripremne faze pobrinut ćemo se da imamo pri ruci sve što je potrebno za uspješnu izvedbu naše priče. Prije predstavljanja javnosti odradit ćemo potrebne probe kako bi izvedba, kada dođe, protekla u najboljem redu i ostavila dobar dojam na publiku. Nakon uspješne premijere dobro je analizirati obavljeni posao kako bi se eventualni nedostaci otklonili prije idućih izvedbi.

### 2.6.1. Faza planiranja i izrade scenarija

Svaki nastup počinje idejom koju želimo prenijeti na pozornicu. To može biti postojeće djelo ili možemo izraditi potpuno novi dramski tekst za izvedbu. Bilo da je riječ o jednoj ili drugoj opciji, to će biti temelj našeg rada u narednom razdoblju, pa neka priča i osobno privuče [22]. Na temelju priče izradit ćemo scenarij za igru. To će odrediti likove koji će se pojaviti u predstavi, odrediti atmosferu u kojoj će se ona odvijati, kao i pozadinu priče, njen zaplet i rasplet. Dobro poznavanje scenarija ili prijedloga za predstavu ključno je za dobru izvedbu. Prije svega, redatelj ga mora dobro upoznati, pa je preporučljivo nekoliko puta pročitati scenarij, za to vreme si redatelj zapisuje svoja zapažanja ili pitanja. Na temelju tih zapisa redatelj može doći do ispravnih zaključaka o poruci, koju je autor teksta želio prenijeti i načinu na koji bi taj tekst trebao biti izveden na pozornici. Ponekad će ova faza pokrenuti hrpu pitanja, ali neka vas to ne plaši, jer je to sasvim normalno za ovu fazu stvaranja predstave. Pitanja ili dileme koje sami ne možemo riješiti, moći ćemo riješiti u suradnji s glumcima, koji će također imati svoje viđenje predstave iz teksta [23].

Redatelj i dramaturg/scenarist može biti ista osoba, što je češće viđeno kod starijih autora i tekstova. U 17. stoljeću slavni Racin i Molière režirali su svoje drame. Većina današnjih autora ne osjeća se dovoljno vještih, da predstavu postavi na pozornicu niti da motiviraju cijelu ekipu koja priprema predstavu. Naravno, i dalje ima iznimaka, poput Harolda Pintera (i sam nekada vrlo dobar glumac), Darija Foa ili Georgea Bernarda Shawa, koji se jedino tako mogao osigurati da se predstava izvede baš onako, kako ju je zamislio kad je pisao tekst. U tome je i više nego očito uspio, jer i njegove režije danas predstavljaju poučne primjere lucidnog iznošenja ideja [24].

U ovoj fazi odabiremo i sve ključne suradnike koji nam pomažu u realizaciji emisije. Glumce možemo birati iz reda ljudi koje poznamo ili možemo pripremiti audiciju za popunjavanje uloga. Prva opcija ima prednost jer radimo s ljudima koje poznamo, od kojih znamo što možemo očekivati. S druge strane, idealna osoba za određenu ulogu može biti i osoba koju nikada prije nismo sreli i možemo je upoznati tek na audiciji [22]. Nije potrebno da se sa tekstom upoznaju na prvoj audiciji, ali svakako na finalnom odabiru, jer se tako najbolje vidi kako će se glumci ponašati u svojim ulogama u predstavi [22]. Ključnu ulogu u izboru glumaca u načelu bi trebao imati redatelj, iako tu ulogu u praksi često dijeli (ili mu je čak oduzima) producent, osobito u onim predstavama koje su više tržišno orijentirane. U tom slučaju, u promotivne svrhe, nerijetko se događa da je zvučno ime i pojavljivanje u medijima važniji faktor od glumačke sposobnosti pojedinca [24].

### 2.6.2. Faza pripreme predstave

S uređenim scenarijem i odabranim glumcima postavili smo temelje za pripremu predstave. U sljedećoj fazi potrebno je pripremiti kostime i rekvizite za glumce, odrediti potrebne scenske elemente na pozornici, izraditi planove ozvučenja i rasvjete [25]. Ekipa za pripremu predstave proširit će se stručnjacima iz ovih

područja. Za scenografiju će se pobrinuti majstor pozornice sa suradnicima, za tonsku izvedbu pobrinut će se tonski majstor i ekipa, a za rasvjetu će se pobrinuti dizajner svjetla. Svatko od njih dat će svoj udio u uspješno izvedenoj predstavi i pomoći glumcima, da posjetiteljima što zornije dočaraju priču u skladu s vizijom tekstopisca i redatelja.

Scenografija već odavno nije samo oslikana podloga za predstavu, kao što je to bio slučaj u antičkoj Grčkoj. Pri planiranju, naravno, mora se voditi računa o tehničkim specifičnostima pozornice, poput površine i oblika pozornice, te rasvjete, akustike i mogućnosti interakcije između glumaca i publike [26]. Već antičko grčko kazalište je poznavalo rudimente "scenske tehnike" za izmjenu scena i prve specijalne efekte: *deus ex machina* [26]. Izraz se odnosi na tehniku u starogrčkom kazalištu, gdje su se naizgled nemoguće okolnosti rješavale intervencijom bogova. Glumac u ulozi boga ili je spušten na pozornicu običnom dizalicom ili je izašao iz rupe ispod pozornice prekrivene poklopcem. U srednjem vijeku kazalište je isprva bilo u službi crkvene liturgije, tek njegovim preseljenjem iz crkava na trgove počinju kazališne predstave u pravom smislu te riječi, što u 14. stoljeću dovodi do još danas važećih osnovnih principa scenografije. Talijansko renesansno kazalište u 15. stoljeću postavlja temelje kazališne scenografije koja vrijedi i danas, a temelji se prvenstveno na vizualnom učinku na posjetitelja [26]. S druge strane, *Commedia dell'arte* u 16. stoljeću, bila je scenski vrlo fleksibilna, a predstave su se odvijale ne samo u kazalištu nego i na trgovima, terasama i u salonima [26]. Odjeci takve fleksibilnosti scene mogu se vidjeti i danas u lutkarskim predstavama, što ne čudi, jer je i lutkarstvo blisko povezano s *commedia dell'arte*.

Postoji 6 osnovnih scenskih rasporeda za kazalište:

- frontalni
- središnji (poput cirkuske arene)
- kružno (igra se u krugu oko gledatelja, koji sjede u sredini kruga)
- istodobna događanja na više lokacija (publika je pokretna i seli se s jednog mjesta na drugo: tipičan primjer je karneval)
- disperzirani prostor događanja (publika se tijekom izvedbe kreće s jedne lokacije na drugu prema planu) [26].

Redatelj će zajedno sa svojom ekipom i scenografom izraditi plan scene, koja će služiti izvedbi predstave. Danas scenografija više nije samo fizički element, sve se više koriste projekcije i cijeli niz digitalnih alata koji mogu zamijeniti fizičku opremu. Suvremeni scenograf je osoba koja scenografskim odabirom zna dati sceni ono značenje koju zahtijeva tekst predstave. Suvremena scenografija stoga zahtijeva intenzivnu suradnju redatelja, glumaca, scenarista, dramaturga, scenografa, dizajnera zvuka i glazbenika (ako sudjeluju u predstavi) [26].

Poput scenografije, izbor svjetla i zvuka tijekom izvedbe pomaže u prenošenju priče. Svjetlom usmjeravamo pozornost gledatelja na određeni trenutak predstave, uspostavljamo atmosferu ili dočaravamo određeno vrijeme u kojem se scena odvija. Isto vrijedi i za zvuk, koji može dodatno pojačati dojam realnosti onoga što se događa na pozornici (npr. zvuk automobila na ulici). Zvučna slika može se precizno uskladiti s reakcijama i tekstom glumaca, utoliko što pridonosi boljem dojmu predstave [27].

I na kraju, potrebno je odabrati prave kostime. kako bi se glumci stopili s likom koji tumače na pozornici. Kostimografija je prešla dug put od davnih početaka kazališta do danas. U staroj Grčkoj glavni dio kostimografije bile su maske s dramatičnim izrazima lica, koje su služile ili za komičan ili groteskni učinak. Istodobno su omogućavale, da se isti glumac pojavi u više uloga, budući da je njegovo pravo lice ostalo skriveno [28]. Osim toga, dugo vremena žene nisu smjele igrati u kazalištu, pa su njihove uloge (i uz pomoć maski) igrali muškarci. S vremenom se kostimografija proširila i na odjeću, koja je svoj vrhunac dosegla s kazalištem u dobi baroka. Potkraj 19. stoljeća trend kostimiranja u kazalištu skreće od pretjerivanja i raskoši prema autentičnijem prikazu razdoblja u kojem se odvija predstava [28]. Zadaća kostima je upravo to: pomoći nam da predstava bude što uvjerljivija za publiku. Stoga je važno, da izbor kostima bude primjeren priči, da odražava vrijeme i okruženje u kojem se odvija. Kao i sve ostalo vezano uz predstavu, odabir kostima (i rekvizita) također mora biti u skladu s režijom, scenografijom i ostalom scenskom tehnikom, a naravno i sa glumcima [28].

### 2.6.3. Probe

Do kraja osmišljen scenarij, razrađen koncept scene, kostima, svjetla i zvuka, temelj su od kojeg možemo krenuti sa probama za izvedbu predstave. Naravno, i dalje ćemo biti otvoreni za promjene u sastavu svih sastavnica predstave, kao rezultat odluka koje ćemo donijeti tijekom proba.

Prije prve probe na pozornici preporuča se nekoliko puta zajedničko čitanje teksta (vježba sa čitanjem teksta). Dok čitamo, zapisujemo svoja razmišljanja i nakon nekoliko čitanja pokušavamo sažeti sadržaj drame u nekoliko rečenica. Zatim nastup podijelimo u nekoliko dijelova i svaki dio posebno uvježbavamo. Čak i ako sam tekst nije strukturiran, može se podijeliti na pojedinačne dijelove, na primjer kada se radnja promijeni ili kada uđe novi, važan lik [22]. Kao i tekst, dobro je strukturirati i sam proces vježbi do izvedbe. Napravimo kalendar u kojem planiramo proces vježbanja. Na primjer: u slučaju predstave s osam scena, odlučujemo da ćemo u prvom tjednu uvježbati prve tri scene, a u sljedećem ćemo tjednu dodati sljedeće tri i tako dalje. Prva vježba trebala bi biti posvećena stvaranju prave atmosfere u timu [22].

Kada započnemo s tjednim (ili dnevnim) ritmom proba, pazimo da vrlo dobro definiramo koji su nam ciljevi pojedine vježbe. Vodimo računa, da na probama budu samo glumci, koji su nam potrebni za taj dio predstave. Prije početka rada dobro je provjeriti jesu li svi sudionici upoznati sa sadržajem odlomka i karakteristikama svog karaktera. Iako smo na samu probu već došli s pripremljenim scenarijem, ostajemo otvoreni za sugestije koje se pojave tijekom proba [22]. Sve dok scena nije u potpunosti gotova, sasvim je prikladno prekidati igrače tijekom stvarne igre. kako bi im se dale upute kako da bolje igraju. I to je dio procesa stvaranja predstave. Kad je scena konačno formirana, ponovno je igramo u cijelosti, bez prekida [25].

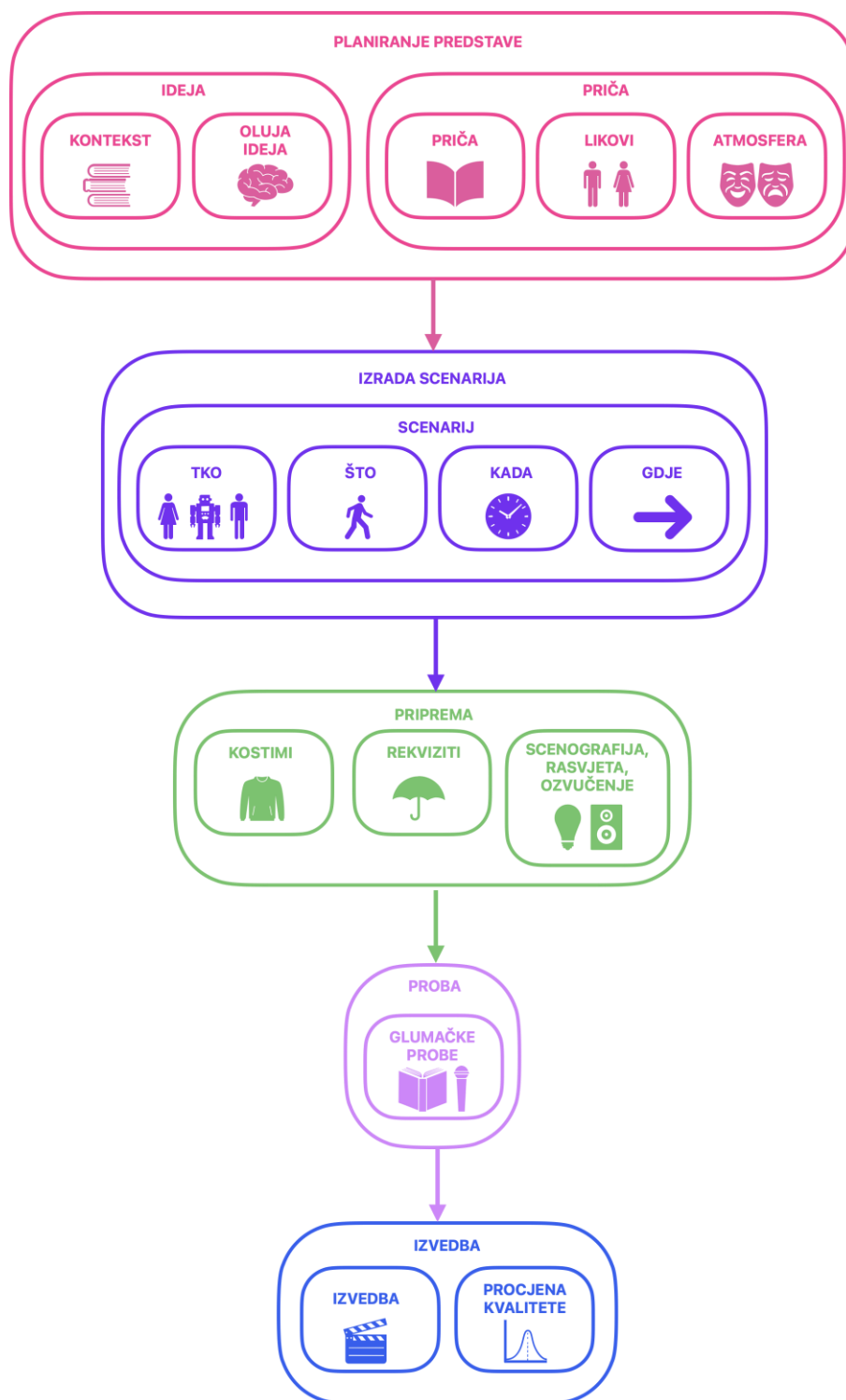
Proces proba uvelike ovisi o vremenu koje je na raspolaganju za pripremu nastupa. Europska kazališta sa svojim sustavom državne potpore stvarateljima imaju bolje uvjete za pripremu predstava, jer si mogu priuštiti nekoliko tjedana intenzivnih proba prije premijere, a u nekim slučajevima i više mjeseci. S druge strane, u SAD-u si redatelj i producent teško mogu priuštiti više od četiri tjedna priprema za premijeru [25]. U principu, četiri tjedna bi trebala biti dovoljna za pripremu izvođenja dramskog teksta na pozornici [25].

Nakon što završimo probe s glumcima, potrebno je njihovu izvedbu uskladiti sa scenografijom, svjetlom, zvukom i ostalim tehničkim elementima predstave. Tehnički dio predstave testiramo prethodno, bez glumaca, na tehničkoj probi, a zatim s glumcima održavamo zajedničku probu, na kojoj usuglašavamo posljednje detalje. U ovom trenutku moramo biti spremni i na veće korekcije planirane izvedbe jer se redateljeva (i glumčeva) vizija predstave možda neće slagati s tehničkim rješenjima. Opet, kazališta u Europi ovdje imaju prednost, omogućujući timu više vremena za zajedničke probe na pozornici s tehničkim kolegama [25].

### 2.6.4. Izvedba predstave

Došli smo do odlučujućeg trenutka, premijere predstave. Obično mu prethodi generalna proba - predstava bez publike, izvedena na isti način kao i prva izvedba djela. Ovdje možemo saznati i posljednje detalje koje je potrebno popraviti prije premijere, a sva ekipa uključena u predstavu dobiva pravi osjećaj za izvedbu. Prilikom izvođenja predstave ekipi se priključuju i djelatnici koji brinu o publici. Ljudi zaduženi za promociju i prodaju ulaznica već su radili sa nama na pripremi predstave, a sada će im se pridružiti i šef dvorane sa svojom ekipom, koja će se pobrinuti da dvorana bude spremna za dolazak posjetitelja i da svatko nađe svoje mjesto u dvorani.


Pravilno planiran proces pripreme dovest će do uspješno izvedene predstave, u kojoj će uživati i publika i glumci na pozornici i radnici uz nju. Nakon izvedbe ima smisla evaluirati obavljeni rad, pogotovo ako imamo planirana ponavljanja izvedbe. Svaka uspješno odrađena predstava neka nam bude izazov za daljnji rad, kako bismo se svaki put odvažili učiniti nešto više i istražiti pravce u kazalištu koje dosada još nismo [23].



Slika 31. Faze stvaranja predstave.



**opremljene naprednom elektronikom, programirane** softverom vlastitog dizajna, koji im omogućuje da se kreću i govore s izuzetnom fluidnošću i preciznošću [30].


 YouTube video: [31].

U fascinantnom primjeru suradnje čovjeka i robota, **industrijski robot KUKA dizajniran je za upravljanje marionetama (Austrija)** [32]. To se postiže snimanjem pokreta ljudskog lutkara i njihovom reprodukcijom uz pomoć dviju robotskih ruku. Sljedeća faza razvoja uključuje integraciju **umjetne inteligencije** za samostalno dizajniranje lutkarskih predstava i stvaranje novih predstava. Ovaj proboj ima potencijal revolucionirati polje lutkarstva širenjem mogućnosti onoga što se može postići umjetničkom formom.

 YouTube video: Kako KUKA roboti rade kao lutkari: [33].

Krajem 2022. u Maleziji je došlo do revolucionarnog razvoja uvođenjem **robotskog wayang kulita**. Koristeći **3D isprintane lutke i kazalište sjena** roboti su uposleni da upravljaju tradicionalnim lutkama kako bi se očuvala ova umjetnička forma koja je u velikom opadanju. Objedinjavanje tehnologije s tradicijskom umjetnošću ima za cilj učiniti je privlačnijom suvremenoj mladeži i osigurati joj kontinuirano postojanje [34].

**Lentintin Studios** [35] je robotsko kazalište lutaka u Hrvatskoj. Nekoliko učenika iz jedne zagrebačke srednje škole imalo je ideju za takvo kazalište i pokrenuli su uzbudljiv projekt. Nakon toga su nastupali na brojnim događanjima i osvajali nagrade za svoje nastupe. Rezanjem, bušenjem, mjerenjem, šaraflijenjem, 3D printanjem raznih predmeta i programiranjem dočaravaju gotovo sve dijelove kazališta. Uloga ovih robota je da odigraju cijelu predstavu.

 YouTube video: Robot Puppet Theatre: [36].


## 3.2. Autonomni roboti

Autonomni roboti mogu obavljati posao bez ljudske intervencije. Najčešći primjeri takvih robota su robotski usisavači, samovozeći automobili i neki industrijski roboti.

### 3.2.1. Industrijski roboti

**Projekt Baxter (UK) [37]** je inovativna inicijativa koja nastoji transformirati Baxtera, društvenog robota koji se obično koristi u industrijskim okruženjima, u izvođača. Kroz ovaj pothvat projekt istražuje koncept robota kao izvođača, karakterne osobine koje mogu pokazivati i uvide koje nude u ljudsko ponašanje.

Jedno od najznačajnijih postignuća projekta Baxter, koji se provodio između 2015. i 2016., bilo je stvaranje zadivljujućeg kratkog filma "**Stroj-Hamlet: biti ili ne biti**". U ovom filmu robot Baxter preuzima ulogu glumca koji uz ljudske glumce vježba za izvedbu Shakespeareovog "Hamleta". Primarni cilj filma bio je prožeti robota osjećajem subjektivnosti i karaktera. To je zahtijevalo od tima da primijeni inovativne tehnike koje bi mogle prenijeti Baxterove emocije i postupke na način koji bi odjeknuo kod odrasle publike.

 YouTube video: Stroj-Hamlet: Biti ili ne biti [38].



Slika 33. Baxter [39].

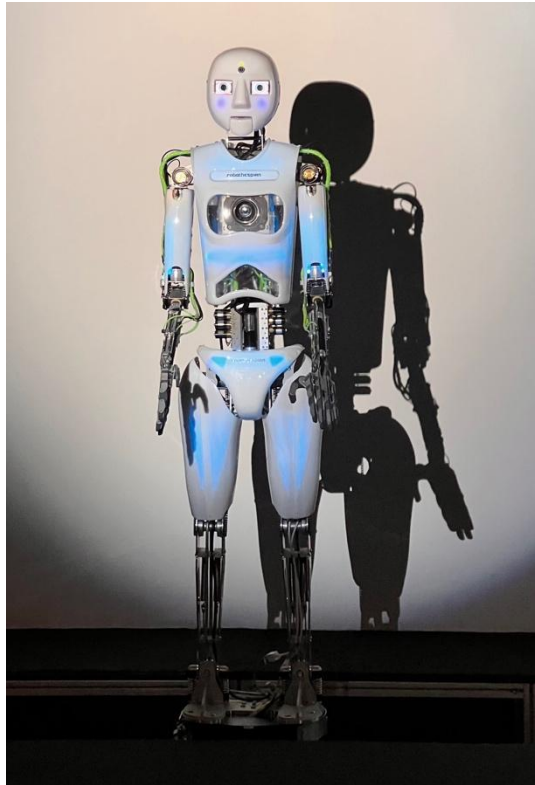
### 3.2.2. Humanoidni roboti

Kazališna kompanija Rimini Protokoll iz Njemačke kreirala je intrigantnu predstavu pod naslovom "**Uncanny Valley**" [40] u kojoj nevjerojatno realističan **animatronički model** služi kao **jedini izvođač**. Koncept koji stoji iza ove predstave uključivao je stvaranje monologa koji bi mogao izvesti robot upečatljivog ljudskog izgleda. Iako sličnost robota s ljudima može u početku izazvati osjećaj prihvaćanja, pretjerana sličnost može izazvati nepovjerenje i uznemirujući osjećaj koji briše granice između čovječanstva i stroja [41]. Ovaj fenomen poznat je kao "jezovita dolina", izraz koji su skovali japanski istraživači robotike. Stefan Kaegi i Thomas Melle crpili su inspiraciju iz ovog koncepta kada su stvarali istoimenu predstavu.

📺 YouTube video: Teatro a Mil 2021: Trailer Uncanny Valley [42].

Produkcija **Znanstvenog centra Copernicus** u Poljskoj uključuje vrhunske humanoidne robote koji koriste komprimirani zrak za pokretanje svojih pokreta, što rezultira stručno osmišljenim i zadivljujućim 20-minutnim izvedbama u predstavama "**Princ Ferrix i princeza Crystal**" i "**Tajna prazne ladice, ili Duhovi četvrte dimenzije**". Ove produkcije sadrže dva ili tri potpuno programabilna robota ljudske veličine koji rade putem naprednih algoritama i koda, koji koriste oblik umjetne inteligencije. Ovi roboti, poznati kao **RoboThespians**, opremljeni su automatiziranim pokretima i unaprijed određenim gestama, stvarajući očaravajuću prisutnost na pozornici. Od svog predstavljanja 2010. godine, ovi neumorni izvođači zadivili su publiku svih dobnih skupina, osobito one od četiri godine naviše [43].

📺 YouTube video: Robotic Theatre: All in One Theatre by Engineered Arts [44].



Slika 34. RoboThespians u predstavi Prince Ferrix and Princess Crystal.

Tijekom 2014. godine pokrenut je vrlo zanimljiv interaktivni projekt [45] za studente računarstva na Sveučilištu Iowa, SAD. U sklopu ovog projekta studenti su trebali osmisliti **plesnu koreografiju posebno za robote**, a zatim ih programirati da izvedu ples kao dio završne izvedbe. U jesenskom semestru te godine studenti Robot Theatrea dobili su zadatak programirati skupinu humanoidnih robota za izvođenje monologa, izvođenje mađioničarskih trikova, igranje skečeva i istraživanje zamršenog odnosa koji postoji između ljudi i robota. To je postignuto upotrebom pet najmodernijih programabilnih **Nao humanoidnih robota**, od milja nazvanih Alberto, Christopher, Denise, Daniel i Amanda. Predstave su bile namijenjene učenicima K12, uključujući učenike vrtića, osnovne škole i srednje škole, a izvodile su se tijekom tri sezone seminara.

📺 YouTube video: Inspiriranje učenika učenjem vođenim istraživanjem [46].



Slika 35. Nao [47].

Sto godina riječi robot je obilježeno izvedbom **R.U.R.-a** na Sveučilištu u Zagrebu Fakultetu elektrotehnike i računarstva, Hrvatska [48]. U predstavi su, osim ljudskih glumaca koje glume studenti, glumili i roboti Nao i Pepper. Rad [48] detaljno analizira **zahtjeve koje roboti moraju zadovoljiti** kako bi glumili u

predstavi (npr. ljudski izgled, napredne komunikacijske vještine, izvrsna mobilnost, adaptivnost na nestrukturiranu okolinu i drugi).

📺 YouTube video: Autonomni roboti kao glumci u predstavi R.U.R. [49].

Predstava Heddatron Skidmore Collegea iz SAD-a prikazuje ukupno 10 robota napravljenih za ovu predstavu, od kojih je 5 robota u istaknutim ulogama uz ljudske glumce i 5 malih autonomnih robota koji se kreću po pozornici. U predstavi roboti otimaju trudnu domaćicu iz njezina doma i prisiljavaju je da igra glavnu ulogu Hedde u njihovoj produkciji. Humanoidnim robotima **daljinski upravljaju ljudski operateri**, a njihovi **govori su unaprijed snimljene**. Predstava je prouzvedena 2006. godine za odraslu publiku [50].

📺 YouTube video: Heddatron [51].

**My Square Lady** [52], revolucionarna **robot-reality-opera**, uključila je suradnju preko 150 pojedinaca uključujući glazbenike, pjevače, izvođače, tehničare i znanstvenike. Predstava, koja se održala u lipnju i srpnju 2015. u Komische Oper Berlin u Njemačkoj, predstavila je autonomnog robota za učenje po imenu Myon kao izvođačku zvijezdu. Myonov cilj bio je postati više čovjek i iskusiti emocije. **Opernog robota** izradili su Laboratorij za istraživanje neurorobotike na berlinskom Sveučilištu Humboldt i projekt Europske unije Artificial Language Evolution on Autonomous Robots. Myon je pjevao i kretao se tijekom izvedbe besprijekorno komunicirajući s ostatkom glumačke ekipe. Zanimljivo, nitko nije kontrolirao Myona iz backstagea; umjesto toga, istraživači i izvođači proveli su **dvije godine podučavajući robota** kako pjevati s orkestrom, upravljati pozornicom i odgovarati na vizualne i slušne znakove.

📺 YouTube video: My Square Lady Komische Oper Berlin [53].



Slika 36. Myon [54].

Predstava "**Roboti**", Les voyages extraordinaires iz 2009. redatelja švicarskog kazališta, Saveznog instituta za tehnologiju u Lausannei, Kantonalne umjetničke škole Lausanne i kazališta Barnabé, prikazuje tri vrlo napredna autonomna robota koji mogu interagirati i s glumcima i sa setom. U predstavi roboti pomažu ljudskom glumcu da upozna ženu. Dijalog je odsutan u izvedbi, a emocije se prenose kroz glazbenu partituru i scensko oblikovanje [55].


📺 YouTube video: ROBOTI - Kazališna predstava [56].



Slika 37. Roboti u Les voyages extraordinaires [57].

Razvoj kazališnih predstava s robotima bio je zajednički pothvat **Orize Hirate i Hiroshija Ishigura**, direktora Laboratorija za inteligentnu robotiku na Sveučilištu u Osaki [58]. Umjesto da pokušaju uspostaviti definiciju robota, Hirata i Ishiguro željeli su istražiti prirodu čovječanstva kroz stvaranje performansi potpomognutih robotima. Uključivanje robota u ove izvedbe postignuto je kroz tri različite metode: **integracija softvera** (prethodnim snimanjem sekvenci gesta ljudskog glumca [59]), **pretprogramiranje i daljinsko upravljanje**. Same izvedbe uključuju kombinaciju ljudskih i robotskih glumaca, sa značajnim predstavama uključujući "Ja, radnik" (2008.), "Sayonara" (2010.) i "La Métamorphose" (2014.).

**Sayonara** [60] je kazališna predstava koja traje otprilike 20 minuta i prikazuje korištenje teleoperiranog androidnog robota **Geminoid F**, dizajniranog da nalikuje stvarnoj ženi. Kako bi se kontrolirali pokreti androida na pozornici, **pokreti tijela ljudskog glumca prethodno su obrađeni i pretvoreni u skup naredbi**, uključujući pokrete usana koji su procijenjeni pomoću prepoznavanja zvuka. Mnogo je truda uloženo kako bi performanse androida izgledale što prirodnije. Sama predstava prikazuje scenu u kojoj žena koja boluje od teške bolesti komunicira s robotom suputnikom. Ženu tumači ljudska glumica, dok Geminoid F igra ulogu robota. Tijekom predstave, android recitira poeziju umirućoj ženi, postavljajući pitanja koja potiču na razmišljanje vezana uz život i smrt. U produkciji uživo sugerirano je da je robota kupio otac umiruće djevojke kako bi joj pravio društvo. Značajno je da je kazališna produkcija poslužila kao istraživačka platforma putem koje su se istraživale tehnike za stvaranje prirodnijeg izgleda androida. Naknadna studija otkrila je da je otprilike 5% publike bilo "prevareno" da povjeruje da je android zapravo ljudsko biće.

 YouTube video: Androido Human Theatre Sayonara [61].

U Sayonari [62], robot je dizajniran da što je moguće sličniji ljudskom glumcu kroz osvjetljenje, scenografiju i kretanje, ali njegovo razmišljanje i govor ostaju udaljeni. S druge strane, u **Ja, radnik**, roboti (**Robovie R3**) imaju komičan izgled, a jedan robot ima turobnu, depresivnu osobnost, sličnu svom ljudskom gospodaru. Obje su predstave uspjele tako što su ljudski glumci suzdržavali svoje izvedbe kako bi odgovarali sposobnostima robota. Iako obje predstave ističu kontrast između ljudske krhkosti i besmrtnosti robota, one također pokazuju kako gledatelji mogu razviti empatične osjećaje prema robotima. Ljudi imaju tendenciju pripisivati robotima emocije poput usamljenosti i privrženosti, brišući granicu između čovjeka i stroja. Sve u svemu, ove predstave pokazuju kako roboti mogu izmamiti emocije od ljudi na različite načine i kako se mogu koristiti kao alat za **istraživanje granica ljudskih emocija i interakcija** [63].

 YouTube video: Robot Human Theatre I, Worker [64].

Korištenje **robotskih i virtualnih likova** može se manifestirati na različite načine, u rasponu od autonomne i djelomično autonomne kontrole do lutkarstva, skriptiranja ili kontrole u stvarnom vremenu temeljene na pokretima ljudskog tijela (utjelovljena teleprisutnost). Osim toga moguće je prilagoditi različite načine udaljenog ljudskog sudjelovanja, uključujući ne samo video konferencije, već i kontrolu robota i/ili virtualnih likova. Jedan primjer je Ibn Sina Interactive Theatre [65].

### 3.3. Umjetna inteligencija i roboti u kazalištu

Sveprisutna umjetna inteligencija (AI) također se može povezati s robotima u kinu. Između ostalog, može se koristiti za stvaranje ideja za predstavu, cjelovitog scenarija ili plakata za predstavu.

#### 3.3.1. Kako umjetna inteligencija zamišlja robote u kazalištu?

**Generatori slika temeljeni na umjetnoj inteligenciji** mogu stvoriti jedinstvene slike iz tekstualnih opisa. Korištenjem algoritama strojnog učenja ovi generatori mogu interpretirati opise prirodnog jezika i prevesti ih u odgovarajuće slike. Razvoj modela teksta u sliku može se pripisati napretku dubokih neuronskih mreža koji se dogodio sredinom 2010-ih [66]. Nekoliko generatora teksta u sliku koristi se za provođenje eksperimenata, besplatnih i komercijalnih, koristeći tekstualni upit "**roboti u kazalištu**". Rezultirajuće slike mogu se vidjeti na slici 38. Slike su stvorene pomoću OpenAI Dall-E 2 [67].



Slika 38. Roboti u kazalištu generirani umjetnom inteligencijom.

#### 3.3.2. Mogu li roboti napisati kazališnu predstavu?

Roboti bi se mogli programirati da **generiraju tekst ili ideje za predstavu**, a potencijalno bi se mogli koristiti kao **pomoć ljudskim piscima drama** u procesu pisanja. Također je razvijeno nekoliko programa umjetne inteligencije za pisanje poezije, fikcije i drugih vrsta kreativnog pisanja. Moguće je da se ove vrste programa mogu koristiti za stvaranje ideja ili teksta za kazališnu predstavu. Evo nekoliko različitih načina na koje se tehnike umjetne inteligencije (AI) mogu koristiti za pisanje scenarija za kazališnu predstavu [68][69]:

1. Sustavi umjetne inteligencije mogu se trenirati na skupu podataka o postojećim scenarijima kazališnih predstava, a zatim se mogu koristiti za generiranje novih scenarija kombiniranjem elemenata iz različitih predstava u skupu podataka. Na primjer, sustav umjetne inteligencije može se uvježbati na skupu podataka o Shakespeareovim dramama, a zatim **generirati novu predstavu kombiniranjem elemenata poput likova, zapleta i dijaloga iz različitih Shakespeareovih drama**.
2. Sustavi umjetne inteligencije mogu se koristiti za analizu **postojećih scenarija kazališnih predstava i predlaganje promjena ili poboljšanja**. Na primjer, sustav umjetne inteligencije može

se trenirati na skupu podataka o uspješnim scenarijima kazališne predstave, a zatim se koristiti za analizu novog scenarija predstave i predlaganje promjena koje bi povećale vjerojatnost da će predstava biti uspješna.

3. Sustavi umjetne inteligencije mogu se koristiti za generiranje **pojedinačnih elemenata scenarija kazališne predstave** poput likova, zapleta ili dijaloga. Na primjer, sustav umjetne inteligencije može se uvježbati na skupu podataka opisa likova i zatim koristiti za generiranje novog lika za kazališnu predstavu.

No, vrijedno je spomenuti da rezultirajući scenariji često zahtijevaju značajno uređivanje i doradu od strane ljudskih pisaca.

Proslaviti 100. obljetnicu postojanja riječi "robot" i saznati odgovor na pitanje "Može li robot napisati dramu?" tim stručnjaka iz raznih područja započeo je uzbudljiv projekt. Htjeli su uz pomoć umjetne inteligencije generirati scenarij kazališne predstave. Na kraju su uspjeli te je 26. veljače 2021. održana premijera prve predstave koju je napisao AI pod nazivom **AI: When a Robot Writes a Play**. S obzirom na tadašnje covid mjere, ljudi su gledali premijeru predstave online. Koliko je predstava bila uspješna govori podatak da je na predstavu bilo spojeno čak 18450 uređaja [70].

### 3.4. Roboti u kazalištima u obrazovne svrhe

Obrazovni roboti često se koriste u školama, kako za učenje programiranja i same robotike, tako i za razvoj mnogih vještina 21. stoljeća. Neke od primjena su u popularizaciji čitanja, u učenju stranih jezika, ali i izravno u izradi scenskih predstava s robotima.

#### 3.4.1. Kazalište susreće robota – prema inkluzivnom STEAM obrazovanju

Rad "Kazalište susreće robota – prema inkluzivnom obrazovanju STEAM" [71] predlaže novi pristup obrazovanju robotike integracijom kazališta u proces učenja. Ovaj pristup ima za cilj poboljšati i razviti vještine potrebne učenicima 21. stoljeća, kao što su rješavanje problema, komunikacija i kritičko razmišljanje. Autori sugeriraju da proces smišljanja, planiranja, stvaranja i dijeljenja kazališne predstave s programiranjem robota kao glumaca može unaprijediti ove vještine.

Okvir kazališne robotike uključuje započinjanje s kontekstom, poput priče, bajke ili povijesnog događaja, u kojem učenici pronalaze i shvaćaju informacije. Ovaj je korak usmjeren prema razvoju vještina u književnosti, povijesti, komunikaciji, medijskoj pismenosti i drugim srodnim predmetima. Nakon što razumiju kontekst, učenici pišu scenarij za kazališnu predstavu. Paralelno ili nakon razvijanja scenarija, učenici počinju stvarati glumce za predstavu koristeći robotske platforme kao što su Lego Mindstorms ili izrađuju robote od nule s Arduinom ili sličnom upravljačkom tehnologijom. Korištenje 3D printera i sličnih sredstava također može biti od pomoći u ovoj fazi, unatoč njihovim složenim korisničkim sučeljima i radnim procesima.

Sve u svemu, integracija kazališta u obrazovanje robotike pruža jedinstven i privlačan pristup koji potiče učenike da svoje znanje i vještine primjenjuju na nove i kreativne načine. Potiče suradnju, kritičko razmišljanje i vještine rješavanja problema dok istovremeno razvija tehničke kompetencije učenika.

#### 3.4.2. Robotsko kazalište s učenicima za STEAM edukaciju

Provedeno je dugotrajno istraživanje korištenjem raznih robota, uključujući Darwina, Naoa, Robosapiena, Plea, Zoomera, Roma i BB-8 za interakciju s malom skupinom djece u dobi od 5 do 7 godina. Istraživanje je trajalo devet tjedana, s jednosatnim sesijama koje su se održavale svaki tjedan kao aktivnost nakon škole. Istraživači su namjeravali angažirati djecu u pisanju scenarija za robote, pri čemu su neki od robota bili igračke na daljinsko upravljanje, a drugi su bili previše osjetljivi i skupi za izravnu interakciju, reagirajući samo na glasovne naredbe.

Istraživanje je uključivalo koncepte robotike i programiranja primjerene dobi, uvodeći djecu u ako-onda klauzule i usmjeravajući ih u stvaranju glinenih modela robota, dok je također razvijala njihove vještine

pisanja scenarija. Jedno od ključnih zapažanja bilo je da djeca ove dobi često nisu mogla procijeniti izvedivost svojih priča, kao ni narativnu strukturu predstave, što je zahtijevalo od istraživača da prerade i prošire dječje ideje kako bi stvorili kohezivni scenarij.

Osim što su napisali scenarij, djeca su izradila rekvizite i scenografiju te uvježbala predstavu. Ključni zaključci iz studije uključivali su zapažanje da je pisanje scenarija i pamćenje redaka trajalo dulje od očekivanog te da je suradnja učitelja koji su upoznati s djecom bila korisna za uspjeh programa. Studija je također otkrila da bi prilagodba poznate priče mogla biti izvediva od stvaranja originalne priče.

Program je bio uspješan u stvaranju interesa djece za robotiku, iako nije nužno u svim slučajevima pobudio interes za kazalište. Uočeno je da su djeca često stvarala emocionalne veze s robotima koje su prije koristila, što bi moglo biti važno razmatranje u razvoju daljnjih primjena robotske tehnologije u obrazovanju i igri [72].

### 3.4.3. Roboti u obrazovnom igranju uloga

Robotske lutke koriste se kao pedagoški alat za olakšavanje obrazovnih aktivnosti u vrtićima. Ove su lutke osmišljene kako bi podržale maštovitu igru ili igranje uloga, među učiteljima i učenicima, potičući tako razvoj motoričkih vještina, komunikacije i kreativnosti kod male djece. Napajane baterijama, ovim lutkama daljinski upravljaju korisnici kako bi sudjelovali u recipročnim igrama i razgovorima sa svojim ljudskim kolegama [73].

### 3.4.4. RoboCup Junior OnStage

RoboCup je međunarodna znanstvena inicijativa usmjerena na poboljšanje inteligentnih robota. Na godišnjim događanjima znanstvenici i entuzijasti natječu se u ligama: nogometnoj, spasilačkoj, kućnoj i industrijskoj. U svrhu promicanja robotike među djecom i mladima pokrenuta je RoboCup Junior liga. Fokus ove lige je edukacija, razvoj znanja iz područja elektronike, hardvera i softvera kao i razvoj društvenih vještina poput timskog rada. Učenici se mogu natjecati u tri izazova: Nogomet, Spašavanje i OnStage (ranije poznat kao Ples). U kategoriji OnStage [74] studenti trebaju dizajnirati, izgraditi i programirati autonomne robote te stvoriti performans s njima. Izvedba može biti ples, kazališna predstava, pričanje priča, mađioničarska predstava ili čak umjetnička instalacija. Polaznici mogu imati između 14 i 19 godina. Svaki tim treba razviti nešto novo što do sada nije viđeno. Robot bi trebao biti autonoman, dizajniran i konstruiran od strane učenika (ako je moguće ne iz komercijalnog kompleta). Ohrabrujuće je da roboti međusobno komuniciraju tijekom izvedbe infracrvenim, Bluetooth ili sličnim protokolima te da s polaznicima komuniciraju pomoću senzora. Timovi se ocjenjuju na temelju: (a) OnStage izvedbe (izvedba uživo pred sucima, 40% ukupnog rezultata), (b) OnStage tehničkog intervjua (prezentacija robota, programa, električnog dizajna, 30% ocjene), (c) OnStage tehnički demonstracijski video (demonstracija bez kostima na robotima, 15% rezultata), (d) OnStage tehnički opisni poster (objašnjenje korištene tehnologije, 15% rezultata). Nakon prve izvedbe timovi dobivaju povratnu informaciju i vrijeme za bolju pripremu druge izvedbe. Mnoge izvedbe u posljednjih nekoliko godina mogu se besplatno pogledati na <https://www.youtube.com/@rcjonstage>.



Slika 39. RoboCup Junior OnStage kategorija, državno natjecanje u Hrvatskoj 2018.

## 4. Implementacija robota u kazalištu

Roboti u kazalištu mogu imati različite uloge, od toga da u predstavi uopće nema, da su samo ukras na pozornici, pa do toga da su glavni i jedini glumci u predstavi. Mogu poprimiti humanoidni izgled, izgled robotske ruke, vozila, kućnog ljubimca, mogu biti pozitivni ili negativni likovi. Mogu biti daljinski upravljani ili autonomni. U nastavku će biti dano deset primjera kazališnih predstava s robotima koje su nastale u suradnji s mladima ili za mlade gledatelje.

### 4.1. RURURURURURURURUR

**Naslov:** RURURURURURURURUR

**Link na predstavu:** [www.facebook.com/watch/?v=1136146563592102](http://www.facebook.com/watch/?v=1136146563592102)

**Omjer ljudi – roboti:**



**Sažetak radnje:** Početak drame odvija se u knjižnici gdje nadzornica objašnjava publici gdje se nalaze i kakav strašan događaj se toga dana dogodio. Naime, iz povjerljivog arhiva u knjižnici otuđen je krajnje osjetljiv dokument, koji sve ljude izlaže potencijalno pogubnom riziku. Taj je dokument poznati dramski tekst R.U.R. S obzirom na originalni tekst drame R.U.R, gdje su roboti bili potlačeni i shvativši to digli su pobunu, ljudi više nisu smjeli dozvoliti da drugi roboti pročitaju tu dramu kako ne bi i oni sada ponovno pokušali osvijestiti te činjenice i postupiti slično robotima u drami. Stoga je robotima bilo dozvoljeno čitati R.U.R samo do određene stranice (točnije 51.) gdje su oni bili poslušni i uzorno obavljali svoj posao, a sve nakon te stranice nije im bilo dostupno jer tada počinju problemi i robotska pobuna. Zato je nastao veliki problem kada je drama nestala. U uvodnoj sceni nadzornica dijeli prisutnu publiku na obranu (brani robote tezom „Roboti nisu krivi.“) i tužiteljstvo (optužuju robote „Roboti jesu krivi.“) te je zadatak tako podijeljene publike kroz predstavu otkriti što se zapravo dogodilo s originalnim tekstom i spriječiti njegovo širenje među populacijom čime se spašava ljudska egzistencija. Nakon podjele, gledatelji prelaze u novu prostoriju gdje se odigrava ostatak predstave. Na samom početku, roboti i ljudi imaju zabavu na kojoj slave obnovu planeta Zemlje, ali tada se dogodi tragedija – jedan čovjek pao je mrtav. U ostatku predstave pokušava se otkriti što se točno dogodilo, tko je kriv za tragediju i gdje je nestao R.U.R. Scene su podijeljene na radnje u čijem centru su roboti, odnosno u čijem centru su ljudi, a publika koju čine obrana i tužiteljstvo interaktivno se kreće kroz prostoriju i nastoji pomoći nadzornicima da otkriju što se zapravo dogodilo. Na kraju radnje, roboti opet uspijevaju u svom naumu te dovode do izumiranja ljudske vrste, ali ovoga puta samo kako bi uspjeli učinkovito obnoviti planet Zemlju za što su ih, kako kažu, ljudi i napravili. Na kraju ipak vraćaju i ljude u život.

**Fotografija predstave:**



Slika 40. RURURURURURURURUR na pozornici.

**Broj glumaca u predstavi:** 12

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- a) glume oko robota
- b) komuniciraju s robotom
- c) prenose robota
- d) moraju znati pokrenuti / ugasiti robota
- e) moraju znati programirati / sastaviti robota
- f) glume robote**
- g) u predstavi nema glumaca

**Broj korištenih robota** u predstavi: 0

**Izgled robota:**

- a) stroj
- b) vozilo
- c) životinja
- d) čovjek

**Korišteni roboti:** -

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota: -

**Cijena robota:**



**jeftino**

**skupo**

**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: ljude koji glume robote u predstavi mogu zamijeniti neki humanoidni roboti ljudske veličine. Na primjer Geminoid DK [75] ili Sophia [76] i slični.

**Koraci predstave:**

1. Priča i scenarij
2. Izrada kostima, rekvizita, scenografije, rasvjete
3. Glumci uče svoj govor kroz vježbe čitanja
4. Glumci uče svoj hod: nakon što je priča osmišljena i napisan tekst za glumce, oni trebaju naučiti svatko svoj govor i ponašanje na pozornici
5. Sinkronizacija glumaca na pozornici: kada svaki od glumaca nauči svoj dio potrebno je izvježbati dio po dio predstave skupa sa svim potrebnim glumcima na pozornici kako bi bili sinkronizirani i mogli odraditi cijelu predstavu kako je zamišljeno.

**Sastavljanje robota:**

- a) robot unaprijed sastavljen
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota
- c) potrebno sastaviti robota

**Opis robota:** Robote su u predstavi glumili ljudi. Uz prikladnu odjeću i šminku bili su nalik robotima (primjer se može vidjeti na fotografijama predstave).

**Način kretanja robota u predstavi:** -

**Dijagram kretanja robota:** -

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** -

**Primjer programa za robot:** -

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) prilagođeno za početnike
- b) potrebno znati osnove programiranja
- c) potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) mladi 14 – 20
- e) učitelji
- f) profesionalci

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) lik
- f) glavni lik

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima

- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici**

**Tehničar za robota:** Ne

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** -

**Dodatna vrijednost:** Roboti i ljudi se u predstavi razliku po različitoj odjeću koju nose. Roboti nisu prikazani kao strojevi, već su dizajnirani tako da izgledaju prirodno kao ljudi.

**Moguće nadogradnje:** Uvođenje barem jednog humanoidnog robota koji bi mogao biti vođa robota. Roboti bi mogli biti glumci u predstavi umjesto ljudi koji su glumili robote. Roboti bi mogli biti efekt iznenađenja u pojedinim dijelovima predstave. Uvođenje robota kao dio scenografije ili kulisa.

## 4.2. Rođendanski poklon

**Naslov:** Rođendanski poklon

**Link na predstavu:** <https://www.youtube.com/watch?v=gDq-ICT1kiQ&list=PLHXIz0zXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf>

**Omjer ljudi – roboti:**



samo ljudi **Rođendanski poklon**

samo roboti

**Sažetak radnje:** Djevojčica Lorena ima rođendan i od mame i tate zaželi robota koji se može sastaviti u razne oblike. Otac nije suglasan s kupovinom jer misli da je takav robot zacijelo skup. Djevojčica se rasplače. Majka nagovara oca da odu provjeriti cijenu robota, što naposljetku i učine te djevojčici kupe toliko željeni poklon.

**Fotografija predstave:**



Slika 41. Rođendanski poklon na pozornici.

**Broj glumaca u predstavi:** 4

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- a) **glume oko robota**
- b) komuniciraju s robotom
- c) **prenose robota**
- d) **moraju znati pokrenuti / ugasiti robota**
- e) **moraju znati programirati / sastaviti robota**
- f) glume robote
- g) u predstavi nema glumaca

**Broj korištenih robota** u predstavi: 1

**Izgled robota:**

- a) stroj
- b) vozilo**
- c) životinja
- d) čovjek

**Korišteni roboti:** Lego Spike Prime

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota: <https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-spike-prime-set/45678>

**Cijena robota:** 500 €



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: Fischertechnik

**Koraci predstave:**

1. Osmišljena je radnja predstave koja se odvija u 4 čina
2. Napisana je priča
3. Odabran je robot prikladan za predstavu
2. Prema priči je raspisan dijalog između glumaca
3. Glumci su naučili tekst
4. Određene su pozicije i kretanje na pozornici
5. Robot je sastavljen, a za kretanje ravno naprijed korišten je ugrađeni program kojega je samo trebalo pokrenuti pritiskom na tipke programabilnog modula robota
6. Sinkronizirani su glumci i robot

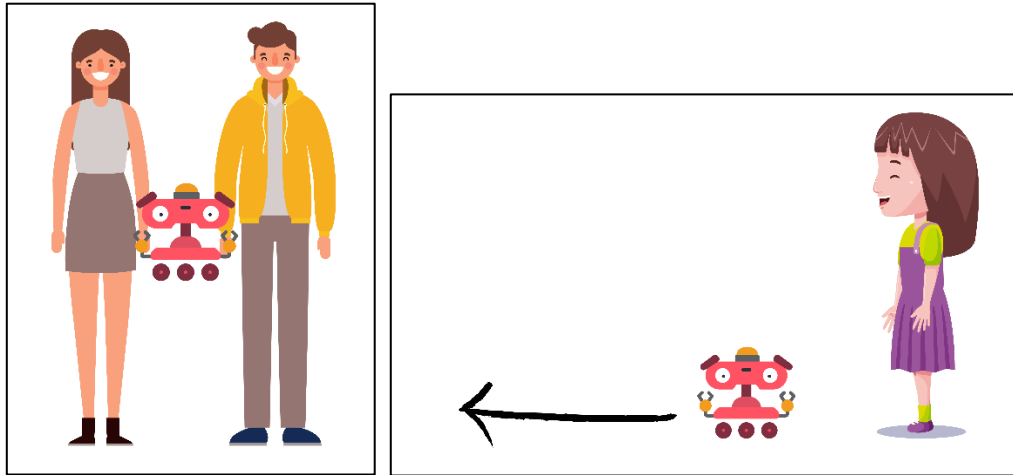
**Sastavljanje robota:**

- a) robot unaprijed sastavljen
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota
- c) potrebno sastaviti robota**

**Opis robota:** Robot je veličine 30 x 20 cm, ima 4 kotača od kojih svaki pokreće jedan servo motor. Sastavljen je od Lego elemenata koji mu daju izgled vozila u kombinaciji s ljudskim izgledom, budući da ima svojevrsno lice i oči koje čine dva programabilna LED modula.

**Način kretanja robota u predstavi:** Robot se nalazi u kutiji i nije vidljiv na početku predstave. Glumci koji glume roditelje preuzimaju robota od glumca prodavača te ga u rukama donose i predaju ga djevojčici. Djevojčica ga uključuje, pokreće ugrađeni program za pravocrtno kretanje i podešava brzinu na najveću moguću. Robota spušta na pod i on se kreće pravocrtno prema naprijed.

**Dijagram kretanja robota:** Na početku predstave robot je smješten u kutiji. Roditelji ga donose u rukama i predaju djevojčici. Ona stoji lijevim bokom okrenuta prema publici. Nakon što djevojčica uključi robota i pokrene ugrađeni program te ga spušta na pod, robot se kreće pravocrtno prema naprijed i izlazi iz kadra u lijevu stranu.



Slika 42. Dijagram kretanja robota u predstavi Rođendanski poklon.

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** 30 cm x 500 cm

**Primjer programa za robot:** korišten je demo program s robota

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) prilagođeno za početnike
- b) potrebno znati osnove programiranja
- c) potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) mladi 14 – 20
- e) učitelji
- f) profesionalci

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) lik
- f) glavni lik

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima
- d) **radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme**
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Ne. Tehničar je potreban kako bi pokrenuo ugrađeni program ako glumac to ne uspije učiniti.

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** Robot je relativno malen i ne može se dobro vidjeti u predstavi.

**Dodatna vrijednost:** U ovoj je predstavi robot je subjekt radnje jer ga djevojčica želi kao rođendanski poklon. Ona naglašava da robot mora biti u mogućnosti poprimiti razne oblike, što ukazuje publici da su roboti modularni i da o ljudskoj kreativnosti ovisi kako će izgledati, što dodatno popularizira robotiku među publikom predstave.

**Moguće nadogradnje:** Robota je moguće nadograditi s dodatnim elementima kako bi se njegova veličina povećala, a moguće ga je povećati i s dodatnim materijalima (papir, tkanina, žica itd.). Također, moguće je modificirati scenarij kako bi robot više bio uključen u predstavu.

### 4.3. Robot čistač

**Naslov:** Robot čistač

**Link na predstavu:** [https://www.youtube.com/watch?v=-rR5o\\_hHaYM&list=PLHXIzOzXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=-rR5o_hHaYM&list=PLHXIzOzXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf&index=2)

**Omjer ljudi – roboti:**



**Sažetak radnje:** četvero djece (tri sestre i brat) leže u sobi, slušaju glazbu, drijemaju, tipkaju po mobitelu. U sobu ulazi majka i kudi ih jer nisu pospremili sobu te ih tjera da ju pospreme, što oni odbiju. Majka pozove oca koji djeci uzima mobitele koje će zadržati kod sebe dok soba ne bude pospremljena. Djeca nevoljko ustaju i počnu spremati, kada se brat dosjeti da je majka svojedobno kupila robota za čišćenje, a jedna od sestara ga pronalazi u kutiji, izvadi i robot počne čistiti. Djeca se vraćaju natrag dokolici. Robot se neko vrijeme kreće naprijed natrag po prostoriji, a zatim demonstrativno spušta glavu do poda i ugasi se. Djeca se uznemire jer je robotu prazna baterija, spremaju ga natrag u kutiju te dovršavaju čišćenje sobe. Uskoro dolaze roditelji i vraćaju djeci mobitele zbog obavljenog zadatka, a oni dalje nastavljaju dokolичariti.

**Fotografija predstave:**



Slika 43. Robot čistač na pozornici.



Slika 44. Lego Spike Prime robot za predstavu Robot čistač.

**Broj glumaca u predstavi:** 6

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- a) **glume oko robota**
- b) komuniciraju s robotom
- c) **prenose robota**
- d) **moraju znati pokrenuti / ugasiti robota**
- e) **moraju znati programirati / sastaviti robota**
- f) glume robote
- g) u predstavi nema glumaca

**Broj korištenih robota** u predstavi: 1

**Izgled robota:**

- a) stroj
- b) **vozilo**
- c) životinja
- d) čovjek

**Korišteni roboti:** Lego Spike Prime

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota: <https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-spike-prime-set/45678>

**Cijena robota:** 500 €



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: Fischertechnik

**Koraci predstave:**

1. Osmišljena je radnja predstave
2. Napisana je priča
3. Odabran je robot prikladan za predstavu
4. Prema priči je raspisan dijalog između glumaca
5. Glumci su naučili tekst
6. Određene su pozicije i kretanje na pozornici
7. Robot je sastavljen i programiran
8. Sinkronizirani su glumci i robot

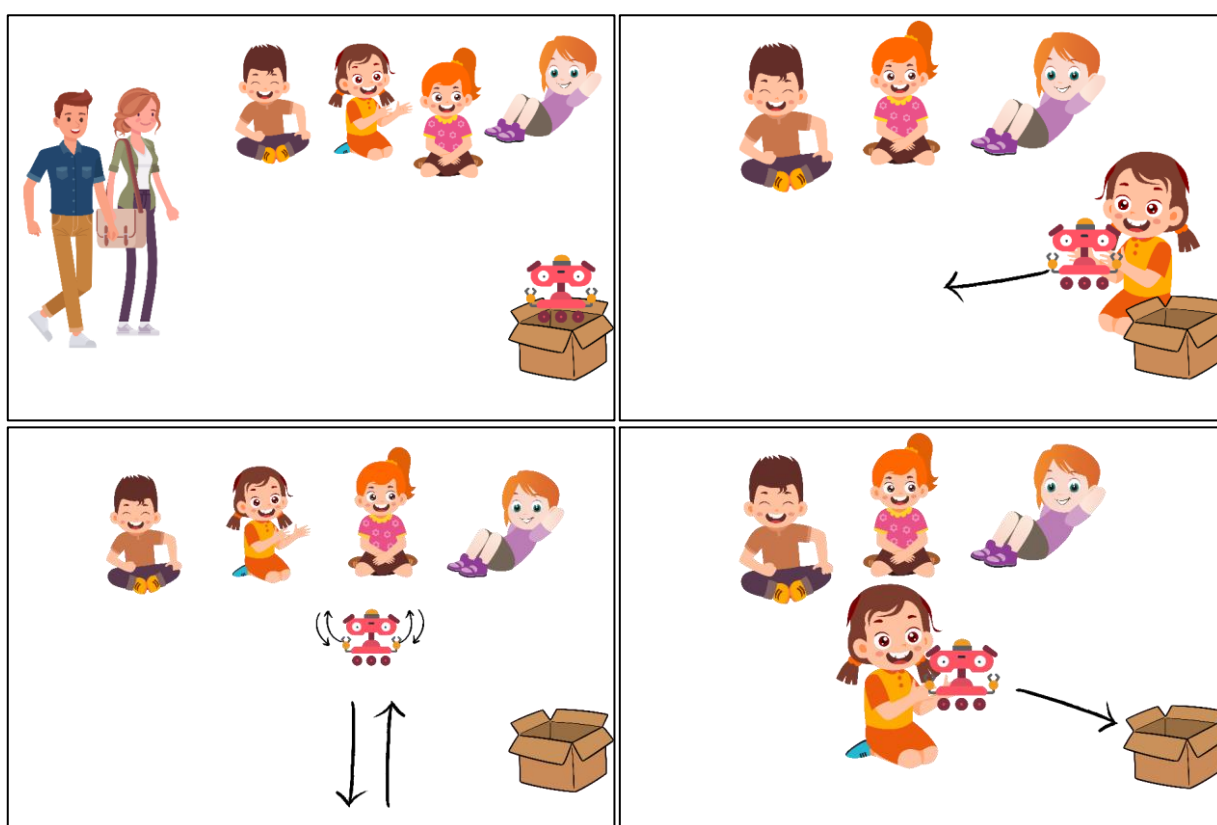
**Sastavljanje robota:**

- a) robot unaprijed sastavljen
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota
- c) **potrebno sastaviti robota**

**Opis robota:** Robot je veličine 40 x 30 cm, ima 4 kotača od kojih dva pokreću servo motori te se robot može kretati naprijed i natrag i skretati lijevo i desno, ako se u programskom kodu podesi broj rotacija određenih motora. Naprijed ima improvizirane lopatice za čišćenje koje također pokreće motor. Sastavljen je od Lego elemenata koji mu daju izgled ralice I ljudski izgled, budući da ima oči koje čine dva programabilna LED modula, a i glava se robota miče (gore ili dolje) s pomoću motora.

**Način kretanja robota u predstavi:** Robot se nalazi u kutiji i nije vidljiv u kadru. Kako je robot u obliku vozila, kreće se po pozornici naprijed-natrag i podiže i spušta lopatice te glavu prije nego se isključi. Glumci uključuju robota putem gumba na programabilnom modulu, a tehničar bežičnim prijenosom na robota učitava programe i pokreće ih. Isključenog robota glumci spremaju natrag u kutiju i on više nije vidljiv u kadru.

**Dijagram kretanja robota:** Na početku predstave robot je smješten u kutiji (Slika 45a). Djevojčica ga vadi iz kutije te smješta na sredinu pozornice u prvi plan kako bi ga publika bolje vidjela, namješta mu lopatice i glavu i uključuje robota (Slika 45b). Nakon što tehničar učitava program na robota, robot se kreće naprijed-natrag, podiže i spušta lopatice u 20 ponavljanja (Slika 45c). Nakon toga se zaustavlja i gasi LED svjetla. Tehničar učitava drugi program na robota. Robot se uključuje, pali LED svjetla, kreće prema naprijed 3 sekunde, zaustavlja se, podiže lopatice, spušta ih na pod, gasi LED svjetla i saginje glavu do poda te se isključuje. Glumci spremaju robota u kutiju iz koje su ga izvadili (Slika 45d).

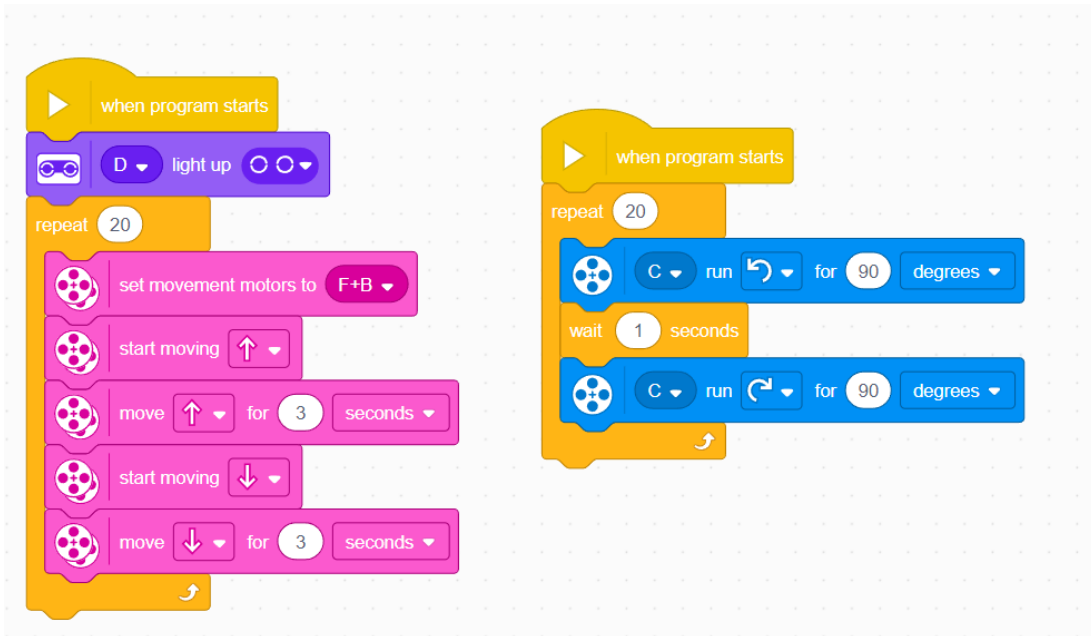


Slika 45. Dijagram kretanja robota u predstavi Robotski čistač se sastoji od četiri koraka.

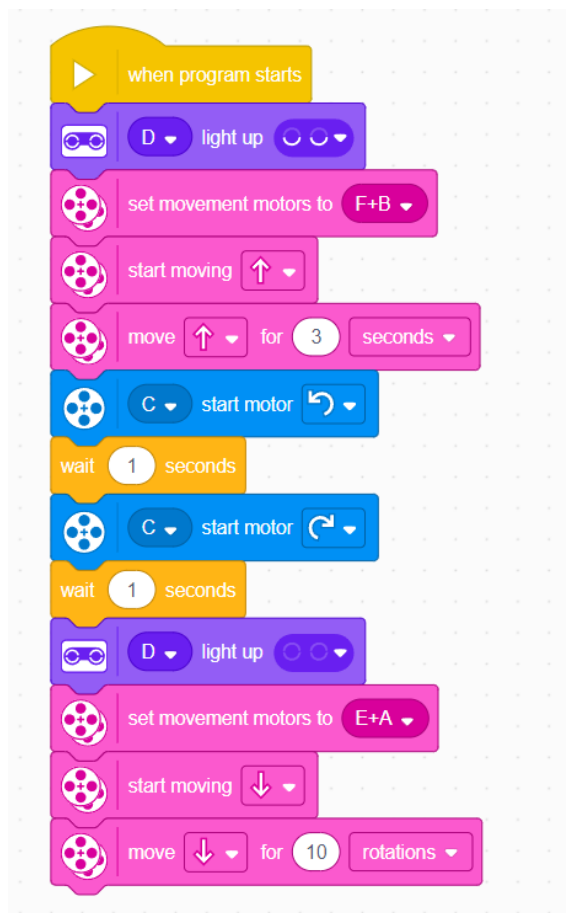
**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** 150 cm x 150 cm

**Primjer programa za robot:**

Programski kod za „čišćenje“ – kretanje robota naprijed-natrag, podizanje i spuštanje lopatica dan je na Slika 46. Programski kod za otkazivanje robota zbog praznih baterija dan je na Slika 47.



Slika 46. Programski kod za „čišćenje“.



Slika 47. Programski kod za otkazivanje robota zbog praznih baterija.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) prilagođeno za početnike
- b) potrebno znati osnove programiranja**
- c) potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina**
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) mladi 14 – 20
- e) učitelji
- f) profesionalci

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit**
- d) sporedni lik**
- e) lik
- f) glavni lik

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima
- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme**
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Da, tehničar je potreban kako bi bežično (putem Bluetooth veze) učitao i pokrenuo različite programe na robotu te pokretao glazbu.

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** Gibanje robota po pozornici je relativno nepredvidljivo s obzirom da se kreće preko otpadaka i papira koji mu mogu promijeniti smjer. Iz tog razloga postoji opasnost da ode u pogrešnom smjeru u trenutku kada robot treba odglumiti da su mu se ispraznile baterije.

**Dodatna vrijednost:** U ovoj je predstavi robot subjekt radnje jer ga djeca koriste kao pomoćnika u čišćenju sobe, što dodatno popularizira robotiku među publikom predstave jer ukazuje da su roboti korisni u obavljanju kućanskih poslova.

**Moguće nadogradnje:** Moguće je unaprijediti programe za kretanje robota kako bi efektivnije čistio, odnosno, moguće je promijeniti elemente i umjesto lopatica izraditi neku vrstu guralice kojom bi robot mogao odgurati otpad na jednu hrpu.



### Izgled robota:

- a) stroj
- b) vozilo**
- c) životinja
- d) čovjek

**Korišteni roboti:** dron DJi Tello, DJi RoboMaster S1

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota:

[www.ryzerobotics.com/tello](http://www.ryzerobotics.com/tello)

<https://www.dji.com/hr/robomaster-s1>

**Cijena robota:** DJi Tello 120 €, DJi RoboMaster S1 550 €



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: bilo koji dron, npr. DJi Tyze Tech Tello, Parrot Mambo, CoDrone i drugih

### Koraci predstave:

1. Osmišljena je priča (dron napada policajca, u pomoć mu dolazi robo-tenk koji neutralizira drona i spašava policajca)
2. Odabrani su prikladni roboti za predstavu
3. Osmišljeno je gdje će stajati robot, odnosno s koje strane u kadar ulaze čovjek i robot, a s koje dron
4. S obzirom na to da u predstavi nije bilo teksta, ideja je bila da glumac gestikuliranjem i govorom tijela odglumi radnju. Istovremeno dva tehničara daljinski upravljaju robotima. Glumac je izvježbao geste, a tehničari upravljanje robotima prema zamišljenom kretanju scenom
5. U nekoliko pokušaja sinkronizirani su glumci i roboti

### Sastavljanje robota:

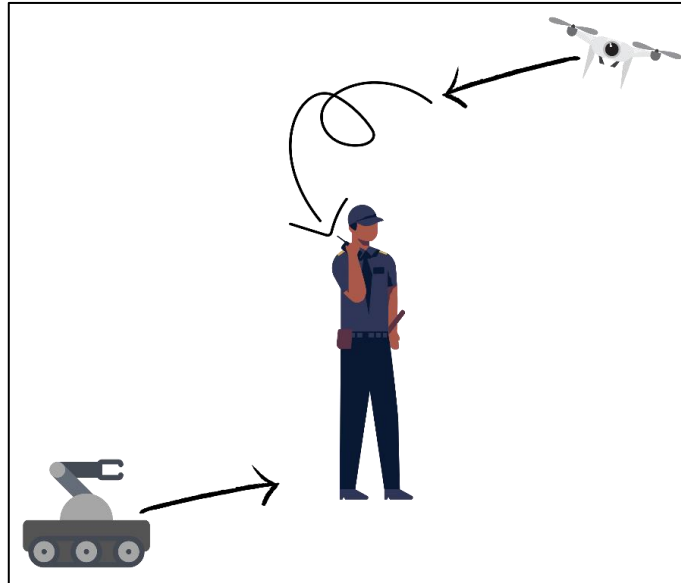
- a) robot unaprijed sastavljen**
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota
- c) potrebno sastaviti robota

**Opis robota:** RoboMaster S1 je robot oblika tenka, visine 30-ak cm sa četiri kotača pri čemu su svi kotači svesmjerni (omogućava robotu kretanje u svim smjerovima). Ima top kroz koji se mogu pucati silikonske kuglice. Na „glavi“ na kojoj se nalazi top, nalazi se i kamera kroz koju korisnik može direktno vidjeti prijenos slike s robota. Robota se upravlja putem aplikacije na mobitelu.

Dji Tello je programirajući dron s četiri pogonska propelera, maksimalne brzine 8 m/s. Upravlja se pomoću aplikacije na mobitelu. S prednje strane ima kameru kroz koju se u aplikaciji vidi pogled (Point of View) robota. Dron je također moguće programirati u programskoj okolini Scratch, i na taj način je moguće dron učiniti autonomnim.

**Način kretanja robota u predstavi:** Na početku predstave niti jedan robot nije u kadru, a u trenutku kada glumac prilazi sredini kadra, u kadar ulazi i dron koji leti oko („napada“) glumca. U istom trenutku s lijeve strane u kadar ulazi robot u obliku tenka koji se vozi oko glumca i puca po dronu, pri čemu dron slijeće na pod.

**Dijagram kretanja robota:** RoboMaster S1 postavljen je s lijeve strane kako bi popratio hod čovjeka u predstavi, odnosno došao s iste strane kao i on, dok je dron dolazio s desne strane kadra. RoboMaster S1 ima svesmjerni pogon što mu omogućuje da se brzo kreće i okreće oko prepreka. Dron leti oko čovjeka i može ga se okarakterizirati kao „dosadnog komarca“ koji čovjeka ne želi pustiti na miru. Čovjek nije imao potrebe direktno micati robota s obzirom na to da su oba bila daljinski upravljajna.



Slika 49. Dijagram kretanja robota u predstavi Dron napada.

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** DJI Tello dron 500 x 500 cm, DJi RoboMaster S1 500 x 500 cm

**Primjer programa za robot:**



Slika 50. Upravljanje robotom DJi RoboMaster.



Slika 51. Upravljanje dronom Tello.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) **prilagođeno za početnike**
- b) potrebno znati osnove programiranja
- c) potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) **djeca 11 – 14 godina**
- d) mladi 14 – 20
- e) učitelji
- f) profesionalci

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) **lik**
- f) glavni lik

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) **ljudi upravljaju robotima na daljinski**
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima
- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- h) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- i) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Da, potrebna su dva tehničara koji daljinski upravljaju robotima.

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** S obzirom na to da oba robota nemaju dedikiran upravljač za upravljanje robotom (primjerice joystick), upravljanje samo po sebi ispada neprecizno i teško se može dobiti točno željeno kretanje robota. Također, dron nema nikakvih svjetlosnih efekata, a zbog svoje veličine ne dolazi baš previše do izražaja. Glasnoća propelera može negativno utjecati na zvuk predstave.

**Dodatna vrijednost:** Poneke repetitivne uloge robotu ne predstavljaju problem, također su vrlo precizni i konzistentni. S obzirom na različite vrste robota, gledatelji mogu naučiti štošta o njihovim pokretima i samim time zaviriti u svijet robotike.

**Moguće nadogradnje:** Robote je također moguće nadograditi na način da prilikom predstave više dolaze do izražaja (recimo svjetlosni efekti na dronu).

## 4.5. Pauci i tenk

**Naslov:** Pauci i tenk

**Link na predstavu:**

<https://www.youtube.com/watch?v=3mA38pu5paM&list=PLHXIz0zXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf&index=4>

**Omjer ljudi – roboti:**



**Sažetak radnje:** Eva i njeni prijatelji okupili su se kako bi igrali igru brojalice, pri čemu ih u trenutku napadaju dva pomahnitala robotska bića, izgledom nalik na pauke. Kako bi ih izbavio iz nevolje, u pomoć dolazi patrolni robo-tenk, koji već godinama stanovnike brani od najezde strašnih heksapodskih robota.

**Fotografija predstave:**



Slika 52. Pauci i tenk na pozornici.



Slika 53. Robot STEMI.

**Broj glumaca u predstavi:** 6

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- a) **glume oko robota**
- b) **komuniciraju s robotom**
- c) prenose robota
- d) moraju znati pokrenuti / ugasiti robota
- e) moraju znati programirati / sastaviti robota
- f) glume robote
- g) u predstavi nema glumaca

**Broj korištenih robota** u predstavi: 3

**Izgled robota:**

- a) stroj
- b) **vozilo**
- c) **životinja**
- d) čovjek

**Korišteni roboti:** STEMI Hexapod robot, DJi RoboMaster S1

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota:  
[stemi.education/solutions/stemi-hexapod/](http://stemi.education/solutions/stemi-hexapod/)  
[www.dji.com/hr/robomaster-s1](http://www.dji.com/hr/robomaster-s1)

**Cijena robota:** STEMI Hexapod 340€, DJi RoboMaster S1 550€



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: Lynxmotion T-Hex roboti umjesto STEMI, vlastito izrađeni roboti iz Lego Spike Prime ili Fischertechnik kompleta.

**Koraci predstave:**

1. Odabrani su roboti
2. Osmišljena je priča koja se može izvesti s odabranim robotima
3. Zbog fizičkih ograničenja robota odabrano je gdje će roboti stajati na početku predstave i kako će se kretati po pozornici
4. Preuzete su odgovarajuće aplikacije kako bi se moglo upravljati robotima
5. Glumci su uvježbali pokrete i govor
6. Sinkronizirani su pokreti glumaca i robota

**Sastavljanje robota:**

- a) **robot unaprijed sastavljen**
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota
- c) potrebno sastaviti robota

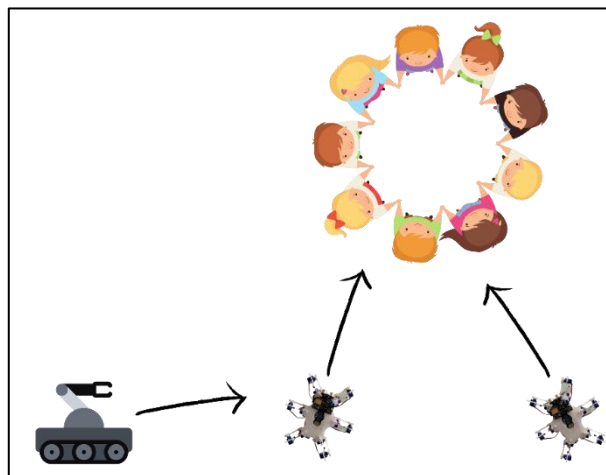
**Opis robota:** RoboMaster S1 je robot oblika tenka, visine 30-ak cm sa četiri kotača pri čemu su svi kotači svemjerni (omogućava robotu kretanje u svim smjerovima). Ima top kroz koji se mogu pucati silikonske

kuglice. Na „glavi“ na kojoj se nalazi top, nalazi se i kamera kroz koju korisnik može direktno vidjeti prijenos slike s robota. Robota se upravlja putem aplikacije na mobitelu.

STEMI Hexapod je robot koji izgledom naliči pauku, ima 6 nogu pogonjenih malim servo motorima, visok je oko 10 centimetara i upravlja se pomoću pripadajuće aplikacije. Aplikacija nudi promjenu položaja robota na mjestu, promjenu boje LED lampica unutar njega, kao i upravljanje njegovim pokretima.

**Način kretanja robota u predstavi:** Zbog brzine kretanja STEMI Hexapod robota bilo ih je potrebno staviti što bliže kadru, na sam rub kadra. RoboMaster S1 se brzo kreće po sceni tako da je stavljen malo dalje izvan kadra i čeka da se STEMI Hexapod roboti približe glumcima, nakon čega RoboMaster S1 ulazi u kadar.

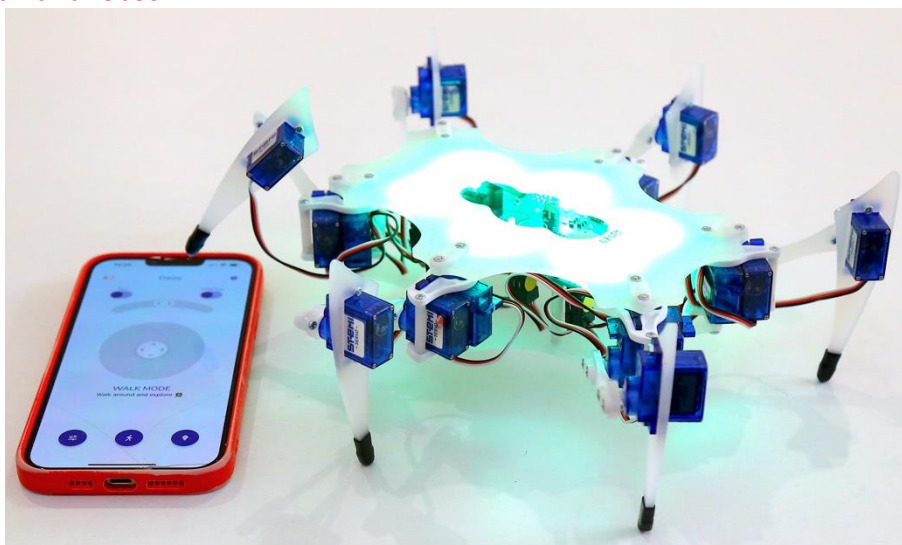
**Dijagram kretanja robota:** Plave točke na slici predstavljaju STEMI Hexapod robote koji šetaju prema crvenoj točki, pri čemu ih RoboMaster S1 (zeleni točka) sustiže ulaskom u kadar i STEMI Hexapod roboti se tada gase.



Slika 54. Dijagram kretanja robota u predstavi Pauci i tenk.

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** STEMI Hexapod 300 x 300 cm, RoboMaster S1 500 x 500 cm

**Primjer programa za robot:**



Slika 55. Upravljanje robotom STEMI.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) prilagođeno za početnike
- b) potrebno znati osnove programiranja
- c) potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) mladi 14 – 20
- e) učitelji
- f) profesionalci

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) lik
- f) glavni lik

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima
- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Da, za svakog robota potrebno je preuzeti odgovarajuću aplikaciju na mobitel i pomoću nje upravljati robotom.

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** Upravljanje STEMI hexapod robotima pomalo je nespretno, zbog čega je njihovo kretanje po pozornici vremenski zahtjevno (spori su), pa ih je potrebno na pozornici staviti na odgovarajući položaj. Također zbog svoje veličine ne dolaze baš pretjerano do izražaja, iako im u tome pomalo pomažu programabilna LED svjetla.

**Dodatna vrijednost:** U ovoj predstavi roboti daju efekt iznenađenja predstavi. Nadalje, moderna su tehnologija koju djeca vole, čine tako predstavu privlačnijom i modernijom.

**Moguće nadogradnje:** Roboti se mogu nadograditi na način da im se izrade prikladni kostimi, primjerice korištenjem 3D pisača za izradu dodatnih elemenata koji se mogu pričvrstiti na robote (STEMI hexapod) ili korištenjem drugih materijala poput krep papira, tkanine, plastike itd. Na taj bi način postali uočljiviji u predstavi. Također, STEMI hexapod robote trebalo bi nekako ubrzati, moguće izradom programskog koda umjesto upravljanja daljinskim upravljačem, jer se na taj način može bolje regulirati brzina kretanja robota.

## 4.6. Tenk napada

**Naslov:** Tenk napada

**Link na predstavu:**

<https://www.youtube.com/watch?v=VjoVCOVQXW8&list=PLHXIzOzXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12Igf&index=5>

**Omjer ljudi – roboti:**



**Sažetak radnje:** Pomahnitali dron kojemu je zadaća ugroziti stanovnike grada, napada šetačicu psa i njihovog robotskog ljubimca pilića koji prelaze ulicu. U pomoć im dolazi policajac koji patrolira gradom i štiti ljude od napada neprijateljskih robota.

**Fotografija predstave:**



Slika 56. Tenk napada na pozornici.

**Broj glumaca u predstavi:** 2 osobe i 1 pas

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- glume oko robota
- komuniciraju s robotom
- prenose robota
- moraju znati pokrenuti / ugasiti robota
- moraju znati programirati / sastaviti robota
- glume robote
- u predstavi nema glumaca

**Broj korištenih robota** u predstavi: 3

### Izgled robota:

- a) stroj
- b) vozilo
- c) životinja
- d) čovjek

**Korišteni roboti:** Smart Lumies, mTiny, DJi RoboMaster S1

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota:

<https://smartlumies.com/>

<https://www.makeblock.com/pages/mtiny-robot-toy>

<https://www.dji.com/hr/robomaster-s1>

**Cijena robota:** Smart Lumies 60 €, mTiny 250 €, DJi RoboMaster S1 550€



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenih: Cubelets, Code & Go Robot Mouse Activity Set, Bluebot, Thymio, mBot, Codey-Rocky

### Koraci predstave:

1. Osmišljena je priča (tenk napada šetačicu, psa i robota-ljubimca, a u pomoć im dolazi policajac koji otjera robota tenka te šetačici, psu i robotu-ljubimcu pomaže sigurno prijeći ulicu)
2. Odabrani su prikladni roboti za predstavu
3. Osmišljeno je gdje će stajati roboti, odnosno s koje strane u kadar ulaze šetačica, pas i robot-ljubimac, a s koje robot tenk te policajac
4. U predstavi je vrlo malo teksta, pa nije bilo potrebe da ga glumci uče napamet. Uz to, ideja je bila da glumci s naglaskom na gestikuliranje i govor tijela odglume zadane radnje
5. U nekoliko pokušaja sinkronizirani su glumci i roboti

### Sastavljanje robota:

- a) robot unaprijed sastavljen
- b) potrebno dograditi / ukasiti robota
- c) potrebno sastaviti robota

### Opis robota:

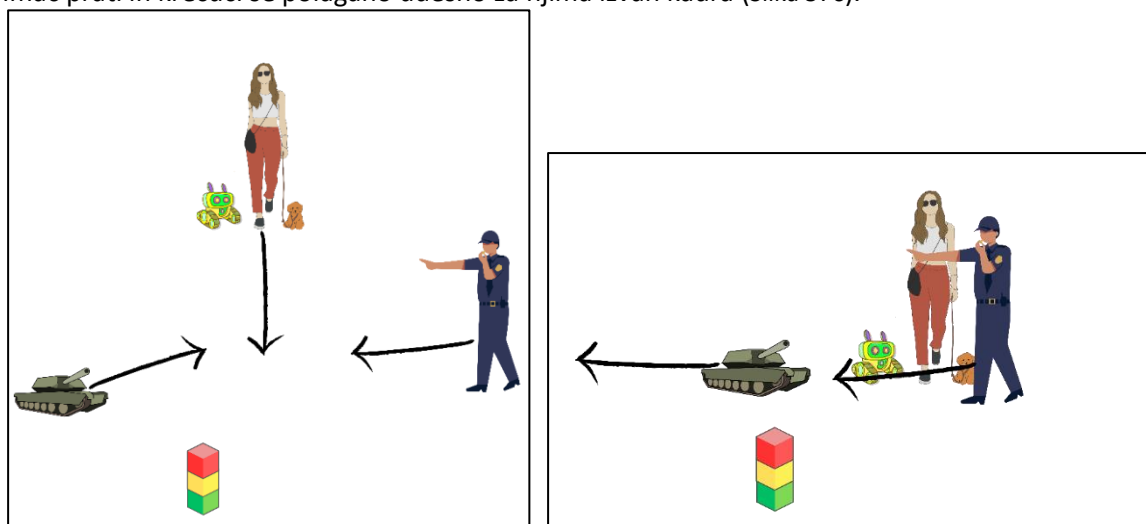
RoboMaster S1 je robot oblika tenka, visine 30-ak cm sa četiri kotača pri čemu su svi kotači svesmjerni (omogućava robotu kretanje u svim smjerovima). Ima top kroz koji se mogu pucati silikonske kuglice. Na „glavi“ na kojoj se nalazi top, nalazi se i kamera kroz koju korisnik može direktno vidjeti prijenos slike s robota. Robota se upravlja putem aplikacije na mobitelu.

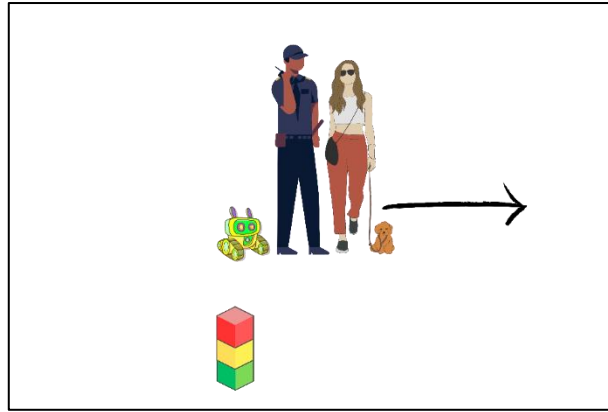
Smart Lumies su programabilne interaktivne svjetleće kocke veličine 10 x 10 x 10 cm, opremljene LED svjetlećim površinama i nizom senzora. Nisu pomične, ali se mogu slagati jedna na drugu te tako stvoriti svjetleće obrasce. Upravlja se s pomoću aplikacije za mobilni telefon ili tablet.

mTiny je robot na tri kotača veličine 11,30 x 9,00 x 8,70 cm, na prednjoj strani ima LED oči kojima dobiva različite izraze, a u setu su dostupne i papirnate maske kojima robot poprima razne oblike (pas, mačka, pile itd.). Upravlja se olovkom za programiranje koja je ujedno i daljinski upravljač s joystickom. Robot ima pogon na stražnja dva kotača te se može kretati u svim smjerovima.

**Način kretanja robota u predstavi:** Na početku su u kadru šetačica, pas i robot ljubimac. Kreću se naprijed prema publici. Šetačica vodi psa, hoda i tipka po mobilnom telefonu. Robotom ljubimcem upravlja tehničar. Otprilike 5 m ispred njih nalaze se tri Smart Lumies kocke složene jedna na drugu okomito i predstavljaju semafor na ulici. Robot tenk nije u kadru. Kako se glumci kreću prema naprijed, s lijeve strane u kadar ulazi robot tenk i napada šetačicu – kreće se naprijed-natrag uz zvučne signale (zvuk pucanja). Njime upravlja tehničar. Nakon što šetačica bezuspješno pokuša zaštititi psa i robotskog ljubimca s kojima šeta i ne uspijeva otjerati robota tenka, u kadar s desne strane ulazi policajac i uspješno uspijeva otjerati robota tenka iz kadra. Policajac se prema lijevoj strani kadra kreće prema naprijed, gestikulirajući rukama i glasom tjerajući robota tenka, a robot tenk se kreće unatrag. I policajac i robot tenk izlaze iz kadra na lijevoj strani. Policajac se zatim vraća u kadar i pomaže šetačicu prijeći ulicu te svi izlaze na desnoj strani iz kadra. U kadru ostaje samo semafor složen od Smart Lumies kocaka.

**Dijagram kretanja robota:** Robot ljubimac na početku se nalazi smješten uz šetačicu i psa. Kreće se polagano prema naprijed, prateći brzinu hoda šetačice i psa. Robot tenk je postavljen izvan kadra s lijeve strane (Slika 57a). U trenutku kada robot tenk mahnito uletava u kadar s lijeve strane, te se brzo kreće naprijed-natrag i okreće lijevo i desno puca po šetačicama uz zvučne signale, robot ljubimac skreće udesno i okreće se za 360° kako bi ga šetačica zaštitila rukama. Robot tenk, nakon što u kadar s desne strane uđe policajac, iz kadra izlazi na lijevu stranu krećući se unatrag, nastavljajući pucati uz zvučne signale (Slika 57b). Robot tenk ostaje izvan kadra. U kadar se s lijeve strane vraća policajac, šetačica pruža ruku da ustane i izvodi je, zajedno sa psom, iz kadra na desnu stranu. Robot ljubimac prati ih krećući se polagano udesno za njima izvan kadra (Slika 57c).





Slika 57. Dijagram kretanja robota u predstavi Tenk napada.

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** RoboMaster S1 500 x 500 cm, Smart Lumies 15 x 15 cm, mTiny 500 x 500 cm

**Primjer programa za robot:**



Slika 58. Upravljanje robotom mTiny.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) prilagođeno za početnike
- b) potrebno znati osnove programiranja
- c) potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) mladi 14 – 20
- e) učitelji
- f) profesionalci

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) lik
- f) glavni lik

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima
- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Da, dvama se robotima upravlja daljinski (RoboMaster S1 i mTiny).

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** RoboMaster S1 nema dedican upravljач za upravljanje robotom (primjerice joystick), upravljanje samo po sebi ispada neprecizno i teško se može dobiti točno željena kretanja robota. S druge strane, iako je upravljanje kretanjem mTiny robota preciznije zbog joystick upravljača, on je previše spor i presitan na pozornici, pa bi svakako trebalo upotrijebiti većeg robota.

**Dodatna vrijednost:** S obzirom da su korišteni različiti oblici i vrste robota, gledatelj može dobiti uvid u područje robotike i primjenu robota izvan njihovog prvobitnog konteksta. Nadalje, većina korištenih robota su obrazovni roboti i njihovo korištenje u predstavi kao elemenata moderne tehnologije, povezuje ova područja (tehničko i umjetničko) dajući tako mogućnost da se veći broj osoba zainteresira za predstavu.

**Moguće nadogradnje:** Nadograditi mTiny robota da bude veći na pozornici ili ga zamijeniti s nekim sličnim, ali većim i bržim robotom.

## 4.7. Eva i djeca

**Naslov:** Eva i djeca

**Link na predstavu:**

<https://www.youtube.com/watch?v=pDqGK9uTex0&list=PLHXIz0zXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf&index=6>

**Omjer ljudi – roboti:**



**Sažetak radnje:** Djeca prilaze humanoidnom robotu Evi kako bi se svi zajedno družili. Postaje im dosadno, a jedan od vršnjaka predlaže ples. Djeca uočavaju kako Eva i nije baš spretna za plesanje, zbog čega joj se počinju rugati. Međutim, ubrzo saznaju da, iako je matematika teška, za Evu predstavlja lagan pojam. Na kraju svi zajedno odlučuju kako će si međusobno pomoći postati bolji u onome što im lošije ide (djeca će pomoći Evi plesati, a Eva njima matematiku) te se svi zajedno zagrlje.

**Fotografija predstave:**



Slika 59. Eva i djeca na pozornici.



Slika 60. NAO robot Eva.

**Broj glumaca u predstavi:** 4

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- a) glume oko robota
- b) komuniciraju s robotom**
- c) prenose robota
- d) moraju znati pokrenuti / ugasiti robota
- e) moraju znati programirati / sastaviti robota
- f) glume robote
- g) u predstavi nema glumaca

**Broj korištenih robota** u predstavi: 1

**Izgled robota:**

- a) stroj
- b) vozilo
- c) životinja
- d) čovjek**

**Korišteni roboti:** Humanoidni robot NAO

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota: <https://www.aldebaran.com/en/nao>

**Cijena robota:** 10.000 €



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: Alpha 1Pro, Aelos 1S, Aelos 1Pro

**Koraci predstave:**

1. Osmišljena je radnja predstave
2. Odabrani su roboti: humanoidni robot prikladan za predstavu u kojoj glumci mogu komunicirati s robotom
3. Uzevši u obzir neravan pod i blagu nestabilnost humanoidnog robota, odlučeno je da bi najbolje bilo odviti radnju oko robota tako da se što manje miče, odnosno da stoji na mjestu
4. S obzirom na to da je humanoidni robot Eva programabilan, bilo mu je potrebno snimiti glas i govor kako bi mogao „komunicirati“ s glumcima oko sebe. Također, bilo je potrebno i unaprijed programirati sekvencu „ples“, tako da se u pravom trenutku predstave samo pokrene
5. Sinkronizirani su pokreti i govor glumaca i robota

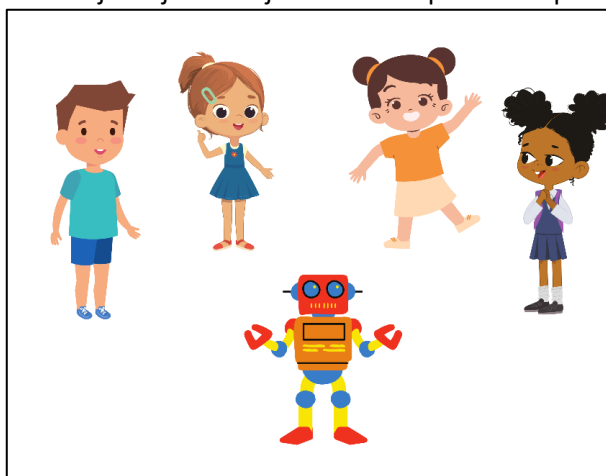
**Sastavljanje robota:**

- a) robot unaprijed sastavljen**
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota
- c) potrebno sastaviti robota

**Opis robota:** Robot je humanoidnog oblika, visine oko 60 cm. Ima dvije ruke i dvije noge. Kako je noge teško programirati i robot je sam po sebi pomalo nestabilan te se u predstavi predlaže korištenje samo micanje ruku kako bi se umanjio faktor nepouzdanosti izvođenja. Robot je programabilan, mogu mu se programirati pokreti ruku, nogu i glave, a ujedno sadrži zvučnike pomoću kojih se može reproducirati snimljeni zvuk (govor).

**Način kretanja robota u predstavi:** Na početku predstave robot stoji u sredini kadra i pomiče samo glavu („gleda oko“). Zatim miče ruke i glavu istovremeno (ples), a ostatak predstave za interakciju koristi zvučnike i pomicanje glave.

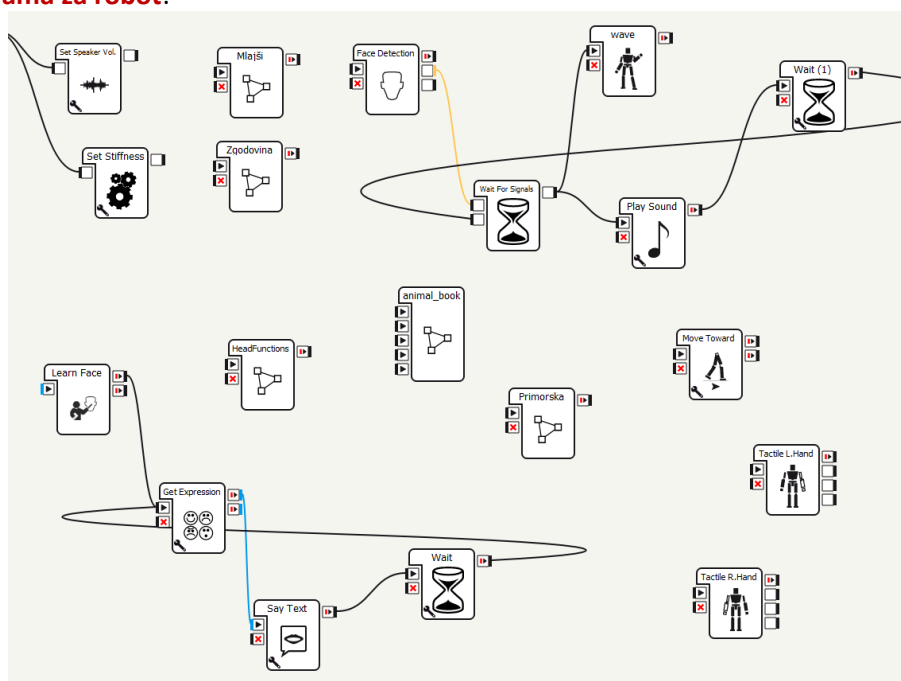
**Dijagram kretanja robota:** Robot je stavljen u prvi plan na način da se nalazi u sredini kadra ispred glumaca. Zbog jednostavnosti ostaje stajati na mjestu i tokom predstave pomiče samo ruke i glavu.



Slika 61. Dijagram kretanja robota u predstavi Eva i djeca.

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** 50 x 50 cm

**Primjer programa za robot:**



Slika 62. Upravljanje robotom Nao.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- prilagođeno za početnike
- potrebno znati osnove programiranja
- potrebno napredno poznavanje programiranja**

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) mladi 14 – 20**
- e) učitelji**
- f) profesionalci**

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) lik
- f) glavni lik**

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima
- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme**
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Da, robotu je potrebno snimiti glas koji će služiti kao interakcija u komunikaciji s ljudima. Također je potrebno unaprijed programirati pokrete robota.

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** Ova verzija humanoidnog robota je pomalo nestabilna i iz toga razloga je „nespretno“ pokušati programirati noge. Također, samo programiranje nije jednostavno zbog čega je potrebno imati tehničara koji zna kako i što napraviti kako bi se robot prilagodio predstavi. Zbog komunikacije je potrebno robota spojiti kabelom s računalom, što također ograničava kretanje scenom.

**Dodatna vrijednost:** Humanoidni robot je zanimljiv tip robota jer, kao što i sam tip robota govori, izgledom liči na čovjeka, zbog čega je publici intuitivno razumjeti moguće pokrete robota. Zvučnici na njemu su dovoljno glasni i zvuk koji izlazi iz njega je dovoljno jasan da bi mogao lagano komunicirati sa svojom okolinom, odnosno drugim glumcima.

**Moguće nadogradnje:** Veće površine na nogama robota kako bi robot bio stabilniji i mogao se kretati pozornicom.



**Korišteni roboti:** Yaskawa Motoman Moto Mini robotska roka, s upravljačem YRC1000micro

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota:

[https://www.yaskawa.si/products/robots/handling-mounting/seriesdetail/serie/motomini\\_492](https://www.yaskawa.si/products/robots/handling-mounting/seriesdetail/serie/motomini_492)

**Cijena robota:** 18.000 €



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: mala robotska roka Kuka 3r540

#### **Koraci predstave:**

1. Predstava je od početka planirana kao pilot projekt u kojem će se koristiti roboti. Ipak, priča je napisana tako da bi se mogla izvesti i s običnim marionetama. Glavni lik, hobotnica, projektirano je uvrštena upravo zato što je kao lutka najbolje odgovarala tehničkim zahtjevima robotske ruke
2. Ruka robota ima ograničenu težinu koju može sigurno podići. U slučaju Yaskawine ruke, ova težina je samo 0,5 kg. Stoga je lutka hobotnica kojom upravlja robotska ruka morala biti izrađena od što lakših materijala. Položaj na pozornici morao se prilagoditi okviru koji je robotskoj ruci potreban za stabilnost
3. Glumci uče svoj govor i hod. Samo učenje i interpretacija teksta nije odudarala od uobičajenih priprema za predstavu. Robot nije utjecao na samu interpretaciju govora, a također je trebalo minimalno prilagoditi kretanje glumaca na pozornici. Međutim, robotska ruka uspjela je zamijeniti jednog od glumaca koji sada nije trebao biti na pozornici tijekom predstave
4. Osmišljavanje gdje robot stoji: robot je postavljen u sredinu scene, okvir robotske ruke ujedno je korišten i kao stalak za scenografiju u predstavi
5. Kako je robotska ruka već sastavljena, potrebno je samo dodati držač za lutku i metalnu konstrukciju unutar koje se lutka može kretati
6. Robot u predstavi ne govori, već pomiče lutku prema uobičajenom programu za robotsku ruku, gdje su programirani odgovarajući pokreti. Tijekom cijele izvedbe u pozadini je tehničar obučen za korištenje robotske ruke koji upravlja robotom
7. Prema scenariju, imitator hobotnice prati njezine pokrete i vizualu dodaje glasovnu sliku, ostali glumci također reagiraju na pokrete te se međusobno sinkroniziraju.

#### **Sastavljanje robota:**

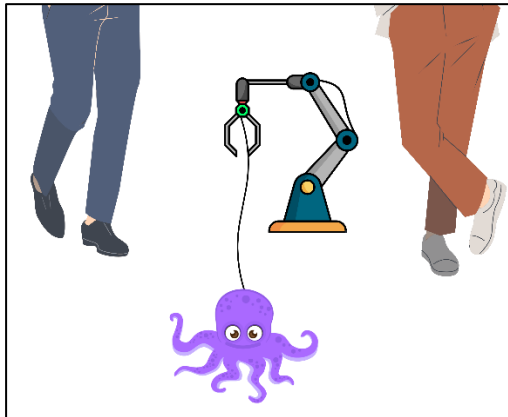
- a) robot unaprijed sastavljen
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota**
- c) potrebno sastaviti robota

**Opis robota:** Za upravljanje marionetom koristi se Yaskawa mini robotska ruka, no mogu se koristiti i robotske ruke drugih proizvođača sličnih karakteristika. lutka je izrađena posebno za ovu izvedbu, jer robotska ruka ne može podići teret teži od 0,5 kg (ona je u osnovi namijenjena šarafljenju ili varenju, a ne dizanju tereta). Kako bi se pomaknula lutka, robotska ruka mora biti posebno programirana, u programskom jeziku koji koristi robotska ruka. Za upravljanje robotskom rukom potrebno je proći odgovarajuću obuku i dobiti licencu Yaskawe.

**Način kretanja robota u predstavi:** Robotnica/lutka se tijekom izvedbe ne miče, pomiču se njeni pipci koji su lagano pričvršćeni za ruku robota. Pomiče ih tako da Robotnica oživi, odnosno stvori dojam kretanja.

**Dijagram kretanja robota:** Lutka hobotnice je djelomično pokretna, pokretima se bavi robotska ruka. Budući da je robotskom rukom pričvršćena na postolje (slično okvirima s vodilicama u rukama lutkara kod

klasične lutke), ne kreće se po prostoriji, ali može kriliti svojim pipcima stvarajući dojam živog bića za publiku.



Slika 64. Dijagram kretanja robota u predstavi Savska robotnica.

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** Robotnica stoji na posebnom stalku, pipci su joj labavo spojeni za okvir na kojem visi ispod ruke robota. Sama lutka se tijekom izvedbe ne miče, robotska ruka pomicanjem gore-dolje, lijevo-desno, pokreće pomicanje pipaka za nekoliko cm, tako da imamo osjećaj da je lutka živa i da se kreće.

#### Primjer programa za robot:

```
def turnOnServos():
    global robot
    status = {}
    if FS100.ERROR_SUCCESS == robot.get_status(status):
        #print(status)
        if not status['servo_on']:
            robot.switch_power(FS100.POWER_TYPE_SERVO, FS100.POWER_SWITCH_ON)

def barvaOci(barva):
    global ser
    print(barva)
    ukaz2=str(0)+'\n'
    ser.write(ukaz2.encode())
    ukaz1=str(barva)+'\n'
    ser.write(ukaz1.encode())

def pozicijaOci(pozicija):
    global ser
    ukaz1=str(pozicija)+'\n'
    ser.write(ukaz1.encode())

def motorji(motor):
    global ser
    ukaz1=str(motor)+'\n'
    ser.write(ukaz1.encode())

def shuffleEyes():
    global ser
    ukaz="0\n"
    ser.write(ukaz.encode())
    time.sleep(1)
    ukaz="1\n"
    ser.write(ukaz.encode())
    time.sleep(1)
    ukaz="2\n"
    ser.write(ukaz.encode())
    time.sleep(1)
    ukaz="3\n"
    ser.write(ukaz.encode())
```

Slika 65. Program za robot Yaskawa Motoman Moto Mini.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) prilagođeno za početnike
- b) potrebno znati osnove programiranja
- c) potrebno napredno poznavanje programiranja**

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) mladi 14 – 20
- e) učitelji
- f) profesionalci**

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) lik**
- f) glavni lik

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski**
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima
- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme**
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** DA. Robotskom rukom može upravljati samo tehničar, koji ima licencu za upravljanje robotom izdanim sa strane proizvođača.

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** Robotska ruka sama po sebi nije robot koji bi mogao biti zanimljiv lik, bar u kontekstu ove predstave. Zato je korištena kao sprava, koja omogućava upotrebu posebno prilagođene marionete, koja s pomoću njega oživi i priča svoju priču.

**Dodatna vrijednost:** Izvedba i inovativnost u području lutkarstva pružaju nove mogućnosti izvođenja lutkarskih predstava. Korištenjem robota eliminirana je potreba da glumac vodi lutku. To je posebno teško s marionetama, koje znaju biti velike i teške, a mnogi su lutkari stari ljudi koji više nemaju snage upravljati lutkama. Osim toga, ako je robot pravilno programiran, može izvoditi čišće i složenije pokrete, što omogućuje izvođenje predstava koje do sada nisu bile moguće zbog ograničenja motoričkih sposobnosti glumca. Osim toga, glumac, lišen vođenja marionete, može se više posvetiti interpretaciji teksta i dramaturgiji izvedbe. To se odnosi kako na stare lutkare, tako i na mlađe generacije, kojima je pomicanje robotske lutke atraktivna pojava, i kao gledatelji i kao izvođači.

**Moguće nadogradnje:** Postoji mogućnost kombiniranja upravljanja robotskom rukom i BCI tehnologije (upravljanje uređajima putem računala uz pomoć moždanih valova), čime bi se glumci lišili potrebe da fizički kontroliraju lutku. Lutka bi tako imala još više slobode kretanja.

## 4.9. Putovanje robota Zume

**Naslov:** Putovanje robota Zume

**Link na predstavu:**

[www.youtube.com/watch?v=3liY618AUwE&list=PLHXIz0zXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf&index=9](http://www.youtube.com/watch?v=3liY618AUwE&list=PLHXIz0zXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf&index=9)

**Omjer ljudi – roboti:**



**Sažetak radnje:** Predstava "Putovanje robota Zume" započinje nostalgичnim prisjećanjem robota Zume na svoje stvaranje. Malena djevojčica u zabačenom selu u Francuskoj vlastitim je rukama stvorila Zumu, robota s velikim srcem i snažnom željom za otkrivanjem svijeta. Jedne tihe večeri, pod zvjezdanim nebom, Zuma je skupio hrabrost i krenuo na putovanje koje će mu zauvijek promijeniti život. Tijekom svog putovanja, susretao je razne ljude koji su ga iskorištavali za različite poslove. Nažalost, nijedan mu nije išao od ruke. Njegova nespretnost i nesnalaženje činili su ga nesretnim i obeshrabrenim, sve dok nije stigao u šarmantni kafić "Le Petit". I tamo je u početku bio nesretan; neprestano se sudarao s ljudima i stolovima, stvari su mu ispadale, i činilo se da nikada neće postati dobar konobar. No, sve se promijenilo kada je pronašao prijateljicu, suosjećajnu kolegicu koja mu je pomogla prilagoditi se novom okruženju. Zajedno su iskoristili senzore za dodir i boju kako bi mu olakšali kretanje i rad. Zahvaljujući njenoj pomoći, Zuma je postao sposoban i pouzdan radnik. Njegova sreća i vjera u ljude su se obnovili, a zahvalnost koju je osjećao bila je neizmijerna. Glavna poruka predstave je snaga prijateljstva, prilagodbe i podrške u prevladavanju životnih izazova. Kroz Zuminu priču, podsjećamo se da uz malo pomoći i razumijevanja, svatko može pronaći svoje mjesto i svrhu u svijetu.

**Fotografija predstave:**



Slika 66. Putovanje robota Zume na pozornici.



Slika 67. Robot Zuma.



### **Sastavljanje robota:**

- a) robot unaprijed sastavljen
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota
- c) **potrebno sastaviti robota**

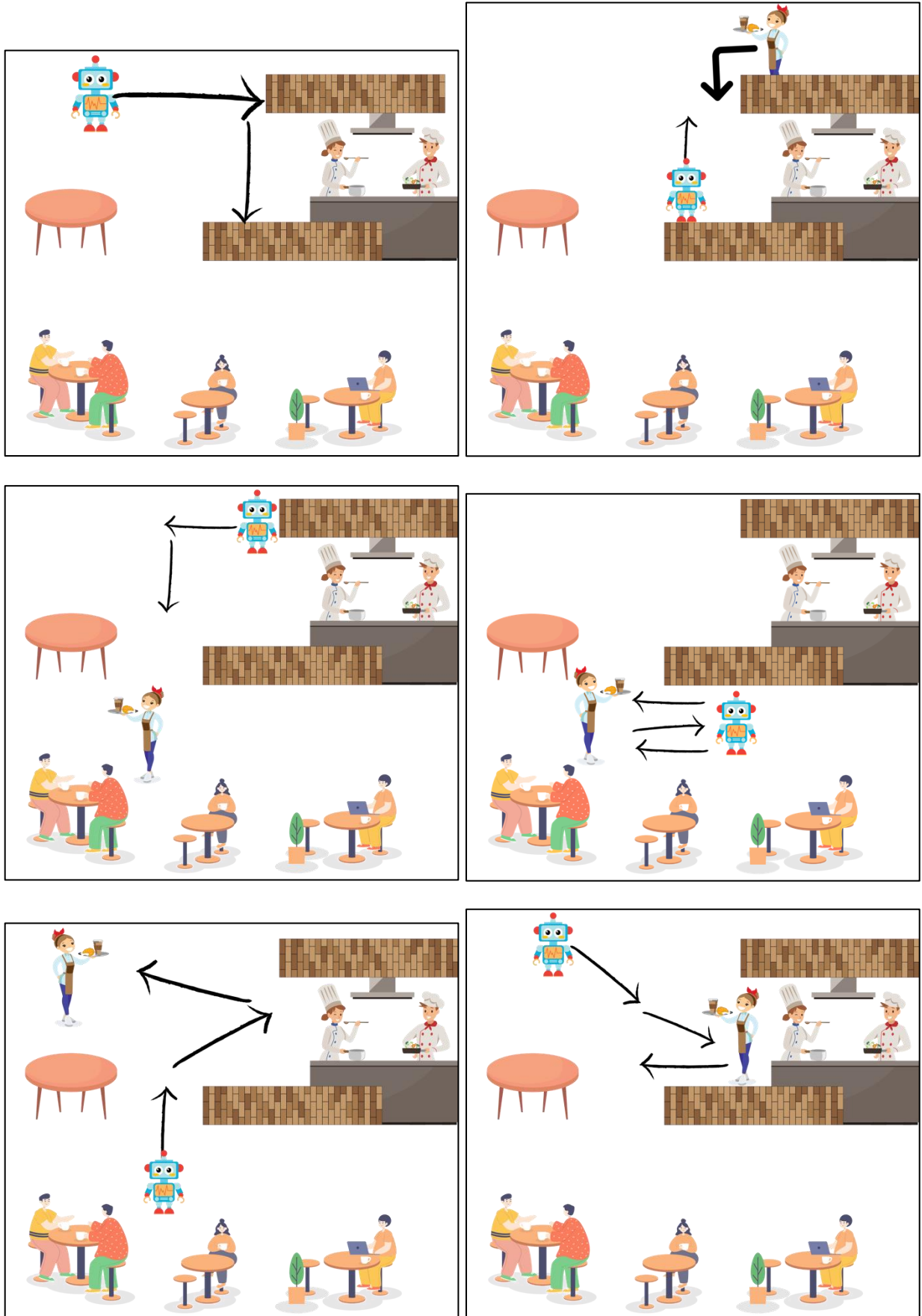
**Opis robota:** Robot korišten u predstavi sastavljen je od dijelova iz REV Robotics seta. Konstrukcija je čvrsta i stabilna, zahvaljujući upotrebi metalnih šipki koje osiguravaju čvrst okvir. Robot se kreće na četiri kotača, od kojih dva prednja omogućuju kretanje lijevo-desno, pružajući mu potrebnu pokretljivost za izvođenje različitih radnji na sceni. Ruke robota su fiksirane u jednom položaju i ne mogu se micati, no to nije nužno za potrebe priče. Lice robota je prikazano putem tableta na kojem se vrte animacije lica, što robotu omogućuje izražavanje emocija i interakciju s publikom na zanimljiv način. Animacije se izmjenjuju nasumično, ili je moguće odabrati jednu koja će se neprestano vrtjeti. Za kretanje robota koristimo kombinaciju servo motora i kotača, omogućavajući mu precizne pokrete prema unaprijed definiranom planu. Programiranje robota obavljeno je pomoću FTC Driver Station aplikacije i REV Hardware Clienta, gdje su definirane sve potrebne funkcionalnosti i pokreti robota. Također, senzori za dodir i boju ugrađeni su kako bi robot mogao bolje navigirati prostorom i izbjegavati prepreke. Robot je dizajniran da bude što autonomniji, ali i dovoljno prilagodljiv kako bi se mogao uskladiti s glumcima tijekom izvedbe. Kroz pažljivo programiranje i brojne probe, postignuta je sinkronizacija svih pokreta robota s radnjama glumaca, čime je omogućena besprijekorna izvedba predstave. Njegov izgled i pokreti pažljivo su osmišljeni kako bi se uklopili u priču i prenijeli poruku o prilagodbi, suradnji i prijateljstvu.

**Način kretanja robota u predstavi:** U kazališnoj predstavi, sva se radnja odvija istovremeno na pozornici, što znači da je cijela scenografija stalno prisutna. Glavni dijelovi scenografije uključuju kafić sa šankom gdje robot Zuma radi kao konobar zajedno sa svojom kolegicom, te stol za kojim sjedi gošća. S obzirom na takvu postavku, kretanje robota moguće je izvesti na dva načina.

Ručno upravljanje uz pomoć tehničara: tehničar upravlja robotom Zuma pomoću FTC Driver Station aplikacije više puta tijekom predstave. Svaka kretnja robota izvodi se posebno, prema unaprijed određenom planu. Ovaj način omogućuje prilagodbu kretanja robota u stvarnom vremenu, što je korisno u slučaju nepredviđenih situacija na pozornici.

Automatizirano kretanje putem programa: drugi način uključuje pokretanje robota na početku predstave, pri čemu tehničar aktivira program koji upravlja robotom tijekom cijele izvedbe. Za ovaj pristup, potrebno je točno poznavati dimenzije pozornice i raspored scenografije. Robot treba precizno znati svoju poziciju u svakom trenutku, što zahtijeva detaljno programiranje svih njegovih kretnji unaprijed. Ovaj način također se može izvesti u jednostavnom Blocks kodu, ali je program dulji jer obuhvaća sve radnje odjednom, koje se izvode sekvencijalno.

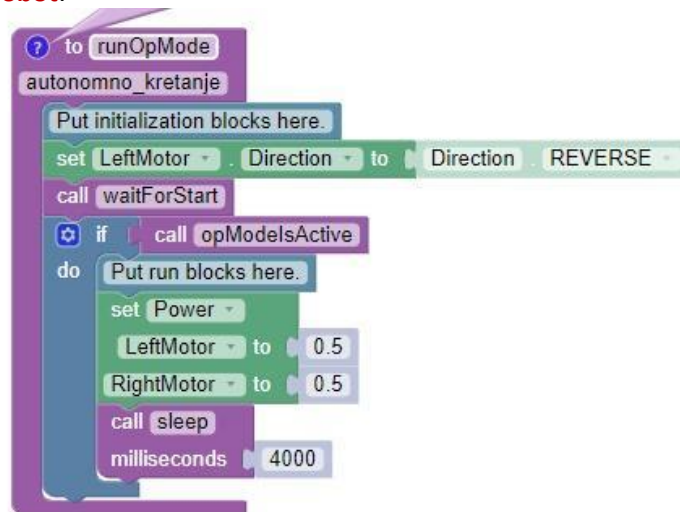
Dijagram kretanja robota:



Slika 68. Dijagram kretanja robota u Putovanju robota Zume.

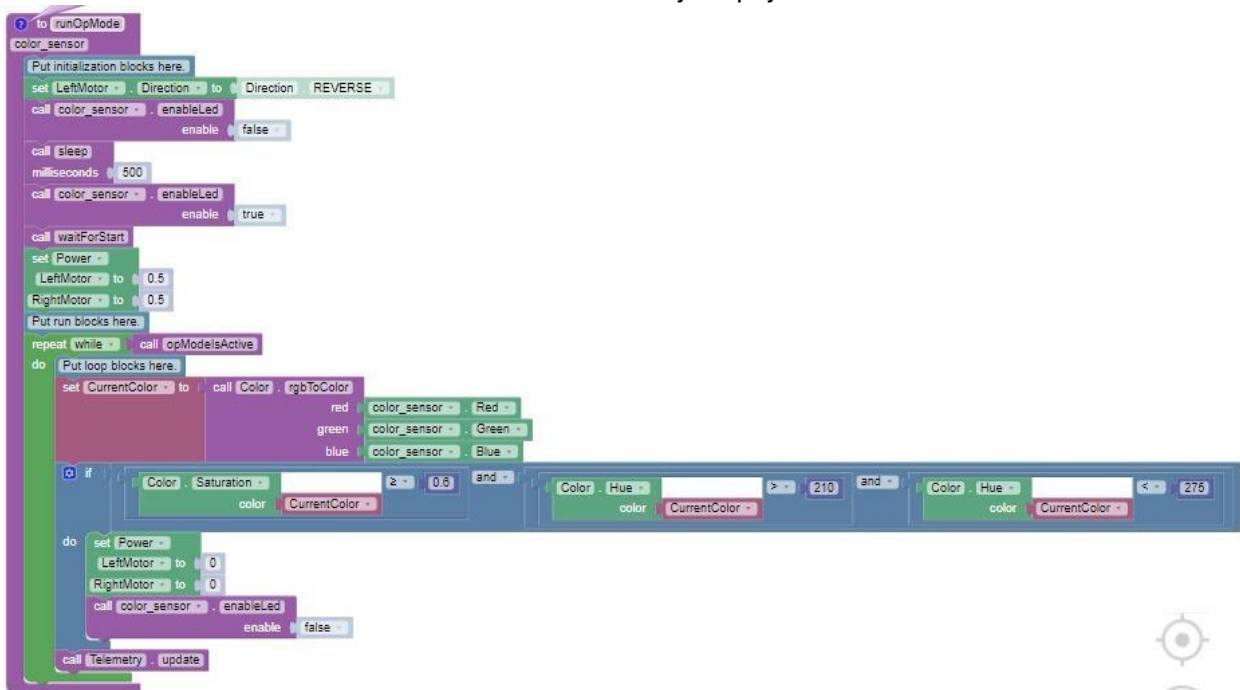
Očekivani prostor koji robot može prijeći: 500 x 500 cm

Primjer programa za robot:



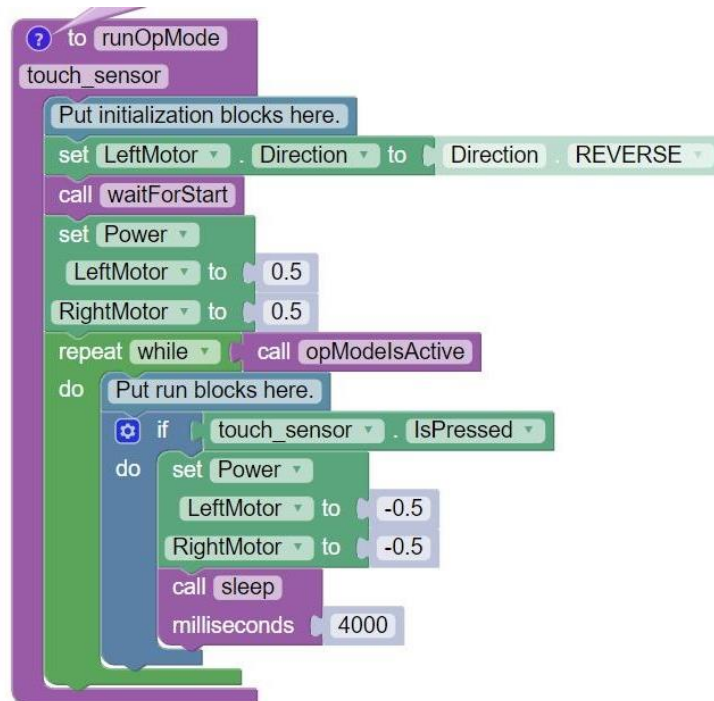
```
to runOpMode
  autonomno_kretanje
  Put initialization blocks here.
  set LeftMotor . Direction to Direction REVERSE
  call waitForStart
  if call opModelsActive
  do
    Put run blocks here.
    set Power
      LeftMotor to 0.5
      RightMotor to 0.5
    call sleep
      milliseconds 4000
```

Slika 69. Kod za kretanje naprijed.



```
to runOpMode
  color_sensor
  Put initialization blocks here.
  set LeftMotor . Direction to Direction REVERSE
  call color_sensor . enableLed
    enable false
  call sleep
    milliseconds 500
  call color_sensor . enableLed
    enable true
  call waitForStart
  set Power
    LeftMotor to 0.5
    RightMotor to 0.5
  Put run blocks here.
  repeat while call opModelsActive
  do
    Put loop blocks here.
    set CurrentColor to call Color rgbToColor
      red color_sensor . Red
      green color_sensor . Green
      blue color_sensor . Blue
    if Color . Saturation >= 0.6 and Color . Hue > 210 and Color . Hue <= 270
      color CurrentColor
    do
      set Power
        LeftMotor to 0
        RightMotor to 0
      call color_sensor . enableLed
        enable false
    call Telemetry update
```

Slika 70. Kod za senzor boje.



Slika 71. Kod za senzor dodira.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) prilagođeno za početnike
- b) potrebno znati osnove programiranja**
- c) potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina**
- d) mladi 14 – 20**
- e) učitelji
- f) profesionalci

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) lik
- f) glavni lik**

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima**
- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme**
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima**
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Da, potrebno je pokrenuti robota u FTC Driver Station aplikaciji

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** Ograničena pokretljivost: fiksne ruke i ograničeni raspon pokreta mogu smanjiti mogućnosti interakcije s okolinom i glumcima. Zvuk i glasovno izražavanje: robot trenutno ne može govoriti, što može otežati prenošenje priče publici, ali glas robota moguće je dodati korištenjem tableta. Tehničke poteškoće: problemi s baterijom, senzori ili povezivanje mogu ometati rad robota. Ako dođe do tehničkih poteškoća tijekom predstave, to može negativno utjecati na izvedbu.

**Dodatna vrijednost:** Efekt iznenađenja i inovativnosti: roboti u predstavi donose element iznenađenja koji fascinira publiku. Gledatelji, posebno djeca, uživaju u neočekivanim elementima, a prisustvo robota na sceni sigurno će pobuditi njihovu pažnju i interes. Učenje kroz zabavu: korištenje robota može biti edukativno. Djeca mogu naučiti o robotici, tehnologiji i programiranju kroz zabavnu i interaktivnu priču. Predstava može poslužiti kao inspiracija za buduće robotičare i inženjere. Efekti svjetla i zvuka: roboti mogu biti opremljeni dodatnim svjetlima i zvučnim efektima koji pridonose atmosferi predstave. Na primjer, robot može imati svjetlosne efekte koji se mijenjaju u skladu s emocijama ili scenama, stvarajući vizualno spektakularan doživljaj. Demonstracija moderne tehnologije: predstava koja koristi robote demonstrira naprednu tehnologiju u praksi, što može biti zanimljivo i inspirativno, posebno za mlade gledatelje. Prikazivanje robota u svakodnevnim situacijama pokazuje kako tehnologija može biti integrirana u naš život na kreativan način. Povezivanje s digitalnim svijetom: djeca danas rastu uz digitalnu tehnologiju i često su fascinirana robotikom i umjetnom inteligencijom. Korištenje robota u predstavi može stvoriti poveznicu između njihovih digitalnih interesa i tradicionalne umjetnosti kazališta, stvarajući most između dva svijeta. Fleksibilnost i prilagodljivost: roboti mogu biti programirani za različite uloge i zadatke, omogućujući prilagodbu predstave različitim publikama i situacijama. Na primjer, robot može mijenjati svoj izgled ili funkciju ovisno o scenariju, čime se povećava raznolikost i zanimljivost predstave.

**Moguće nadogradnje:** Pokretne ruke: dodavanje pokretnih ruku omogućilo bi robotu obavljanje složenijih zadataka, kao što je posluživanje pića ili interakcija s rekvizitima na sceni. Ovaj dodatak bi značajno povećao sposobnost robota da sudjeluje u različitim scenarijima predstave. Napredniji senzori: ugradnja dodatnih senzora, poput LIDAR-a ili ultrazvučnih senzora, omogućila bi precizniju navigaciju i izbjegavanje prepreka. Ovi senzori bi omogućili robotu da bolje "vidi" svoju okolinu i reagira na dinamične promjene u prostoru. Glasovna interakcija: integracija glasovnih modula omogućila bi robotu da odgovara na glasovne naredbe i komunicira s glumcima i publikom. Ovo bi dodalo novu dimenziju interakciji i omogućilo robotu da sudjeluje u dijalozima tijekom predstave. Poboljšana mimika lica: nadogradnja tableta ili ekrana s naprednijim softverom za animaciju lica omogućila bi robotu izražavanje šireg spektra emocija. Realističniji izrazi lica poboljšali bi sposobnost robota da prenese emocije i reagira na situacije u predstavi.

**Napomena:** video predstave je kreiran pomoću OpenShot Video Editora (<https://www.openshot.org/>), izuzetno korisnog alata za uređivanje videa. OpenShot je open-source softver te je dostupan besplatno za korištenje i distribuciju. Na početku videa, korištene su fotografije koje su generirane putem Pixlr Image Generatora (<https://pixlr.com/image-generator/>). Pixlr je također alat otvorenog koda, koji omogućava kreiranje i obradu slika. Fotografije korištene u videu generirane su tokom besplatnog probnog razdoblja, što omogućava njihovo korištenje i javnu objavu (<https://pixlr.com/license-and-services-agreement/>).

## 4.10. Pogreška u kodu

**Naslov:** Pogreška u kodu

**Link na predstavu:**

<https://www.youtube.com/watch?v=cWMFeg4MsY4&list=PLHXIz0zXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf&index=8>

**Omjer ljudi – roboti**



**Sažetak radnje:** Eva, humanoidni robot, je jako ljubazna, sve dok joj programer zabunom ne promijeni kod. Tada postaje zla i počinje plašiti i terorizirati druge robote u Robotgradu. Roboti, koji su do tada mirno živjeli i zabavljali se, sad se moraju organizirati, kako bi izbjegli zlu sudbinu, ako im Eva stupi na put. Uspiju nadmudriti Evu i isključe joj struju. Za to vrijeme programer mijenja kod i Eva ponovo postaje dobra i prijatelj svih robota.

**Fotografija predstave:**



Slika 72. Predstava Pogreška u kodu na pozornici.

**Broj glumaca u predstavi:** 1 osoba (programer)

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- a) glume oko robota
- b) komuniciraju s robotom
- c) prenose robota
- d) moraju znati pokrenuti / ugasiti robota
- e) moraju znati programirati / sastaviti robota
- f) glume robote
- g) u predstavi nema glumaca

**Broj korištenih robota** u predstavi: 5

### Izgled robota:

- a) stroj
- b) vozilo
- c) životinja
- d) čovjek

**Korišteni roboti:** Nao, Codey Rocky, Boltley, mBot, Mouse

Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota:

<https://education.makeblock.com/mbot-explorer-kit/>

<https://www.aldebaran.com/en/nao>

<https://education.makeblock.com/>

<https://botleybot.com/>

<https://www.learningresources.com/item-stem-robot-mouse>

**Cijena robota:** Nao €10.000, Codey Rocky €100, Botley €100, mBot €170, Code & Go® Robot Mouse €60



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: mTiny umjesto nekog od malih robota

### Koraci predstave:

1. Provjera robota koji su na raspolaganju. Na temelju toga su odabrani roboti koji će nastupiti u predstavi.
2. Na osnovi iskustva o mogućnostima pojedinih robota, učenici su napisali priču i svakom robotu dodijelili ulogu, koju on može odglumiti, s obzirom na njihov fizički izgled i tehničke mogućnosti.
3. Nakon toga se pristupilo pisanju scenarija i plana za predstavu, na osnovu kojeg se izradila scenografija i nabavili rekviziti.
4. Programiranje robota za pojedine prizore
5. Snimanje predstave.
6. Montaža u kojoj su se prizorima s robotima dodali prizori u kojima nastupa i čovjek – glumac.

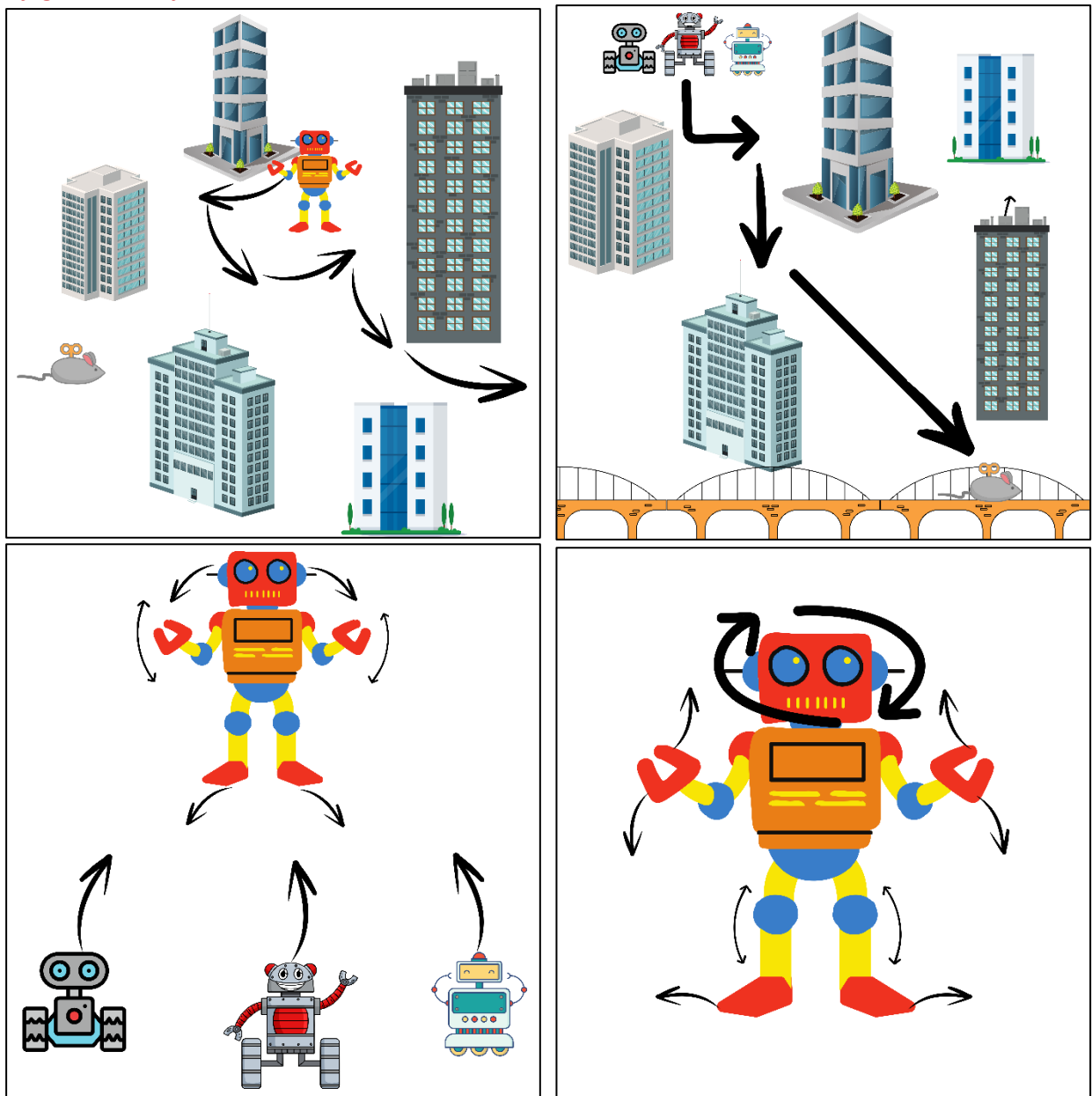
### Sastavljanje robota:

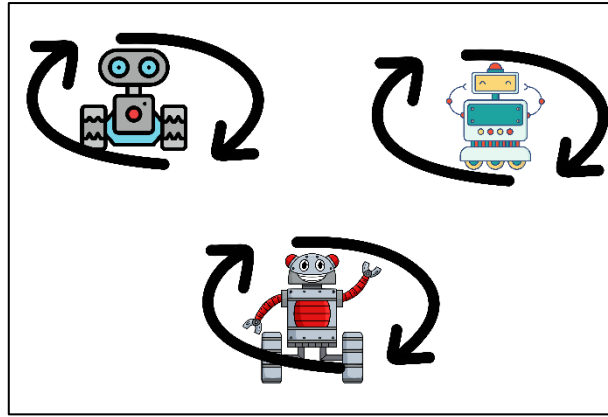
- a) robot unaprijed sastavljen
- b) potrebno dograditi / ukrasiti robota
- c) potrebno sastaviti robota

**Opis robota:** Eva, humanoidni robot visine od 30 cm ima dvije ruke i noge te glavu, koje se pomiču. U glavi ima zvučnike i mikrofona te može govoriti i slušati. Ima kameru da se može orijentirati u prostoru. Programira se pomoću kompleksnog programa za programiranje. Ostali roboti su igračke, koji pomažu djeci kod prvih koraka u programiranju. Može se ih programirati pomoću tipki na njima samima ili daljinskim upravljačem, dok se Codey Rockya programira grafičkim programom na računalu.

**Način kretanja robota u predstavi:** Roboti su programirani da se kreću lijevo desno. U jednom prizoru svojim micanjem simuliraju ples. Za to vrijeme Eva se kreće među zgradama (predstavljena je kao veća od gradskih kuća), hoda kao čovjek po dva noge.

### Dijagram kretanja robota:

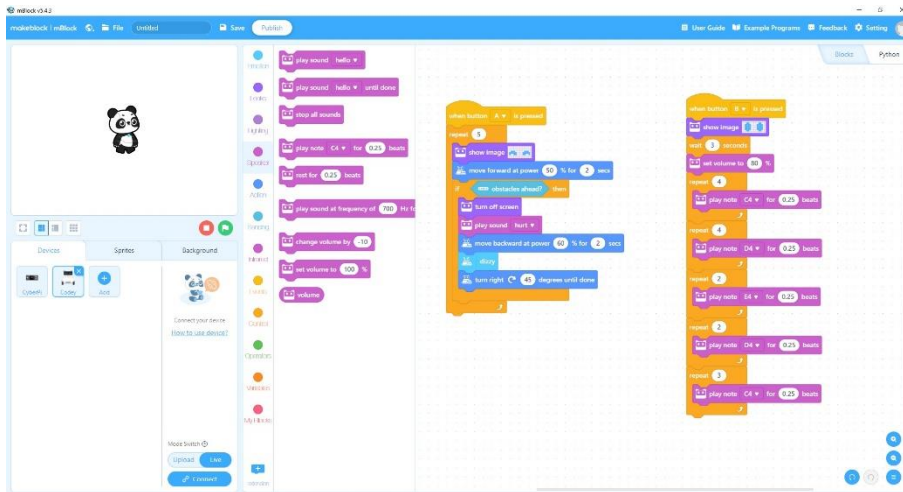




Slika 73. Dijagram kretanja robota u Pogrešci u kodu.

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** U ovoj predstavi Eva koristi dio pozornice, odprilike 3m x 3m, gdje se miče među scenskim elementima. Ostali roboti koriste isti taj prostor, ali se manje miču, oko metar u svaku stranu.

**Primjer programa za robot:**



Slika 74. Program za robot Codey Rocky.



Slika 75. Program za robot mTiny.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- a) prilagođeno za početnike
- b) potrebno znati osnove programiranja
- c) **potrebno napredno poznavanje programiranja**

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) **mladi 14 – 20**
- e) **učitelji**
- f) **profesionalci**

**Uloga robota:**

- a) **kulise**
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) **lik**
- f) **glavni lik**

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) **roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima**
- d) **radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme**
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Nao robot mora programirati iskusen profesionalac ili barem učenik koji već ima iskustva rada s tim robotom.

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** nestabilnost Nao robota na nekim podlogama, što ga čini malo pokretljivim.

**Dodatna vrijednost:** ova predstava pokazuje koje sve funkcije robota možemo koristiti za predstavu. Eva u ovoj predstavi glumi mnogo dinamičniju ulogu nego u prošloj predstavi, Codey Rocky sa svojim ekranom omogućava više izražavanja emocija i poruka.

**Moguće nadogradnje:** Da je bilo više vremena, mogla priča bi se mogla nadgraditi. Pokazalo se kako se s robotima koje smo koristili može napraviti jako atraktivna i dinamična predstava, po uzoru na popularne filmove. Jedino je potrebno malo više vremena za samu realizaciju.

## 4.11. Robotski RUR

**Naslov:** Robotski RUR

**Link na predstavu:**

<https://www.youtube.com/watch?v=mZOPUKSPsn8&list=PLHXIz0zXOImW3nA1vIG2HHsYpRM12lgXf&index=7>

**Omjer ljudi – roboti:**



**Sažetak radnje:** Ova predstava ulomak je iz drame RUR Karela Čapeka. Radnja se odvija u prostoriji gdje petero ljudi (koje glume roboti) gledaju kako se vani okuplja velika skupina robota, koje su oni izumili i stvorili, ali roboti donose oružje i planiraju kraj ljudske vrste. Unatoč tome što se roboti planiraju „riješiti“ ljudi i preuzeti vlast nad Zemljom, ljudima nije žao što su ih stvorili.

**Fotografija predstave:**



Slika 76. Robotski RUR na pozornici.

**Broj glumaca u predstavi:** 0

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- glume oko robota
- komuniciraju s robotom
- prenose robota
- moraju znati pokrenuti / ugasiti robota
- moraju znati programirati / sastaviti robota
- glume robote
- u predstavi nema glumaca**

**Broj korištenih robota** u predstavi: 5

**Izgled robota:**

- stroj
- vozilo
- životinja
- čovjek**

**Korišteni roboti:** Alpha 1Pro (2 komada), Aelos 1S (2 komada), Aelos 1EDU (1 komad)

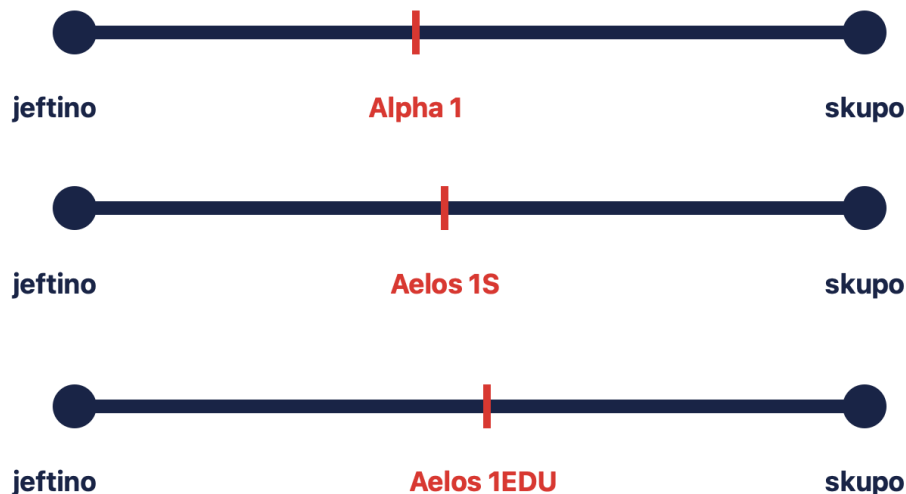
Link na **proizvođača robota** / web stranicu robota:

[www.ubtrobot.com/consumer/humanoidRobots/alphaSeries/Alpha1E](http://www.ubtrobot.com/consumer/humanoidRobots/alphaSeries/Alpha1E)

[www.lejurobot.com/aelos-1s/](http://www.lejurobot.com/aelos-1s/)

[www.lejurobot.com/aelos-edu/](http://www.lejurobot.com/aelos-edu/)

**Cijena robota:** Alpha 1Pro 700 €, Aelos 1S 850 €, Aelos 1EDU 1.300 €



**Slični roboti** koji se mogu koristiti umjesto navedenog: MeccaNoid, NAO

#### **Koraci predstave:**

1. Za ovu predstavu je odabran ulomak drame RUR Karela Čapeka
2. Za samu predstavu potrebno je prilagoditi tekst, odlučiti koliko robota je u predstavi potrebno te pridijeliti tekst pojedinim robotima
3. Kada je priča odabrana i tekst napisan, vrijeme je za razradu tehničkog plana i raspisivanje zahtjeva koje roboti trebaju zadovoljavati za odabrani scenarij
4. Izabrani su roboti koji bi svojim izgledom i karakteristikama odgovarali predstavi. U ovom slučaju to su bili humanoidni roboti Aelos i Alpha
5. Osmišljeno je kako će izgledati pozornica i gdje će stajati roboti, hoće li se tijekom predstave pomicati samo malo u mjestu ili se kretati kroz cijeli prostor
6. Roboti su programirani kako bi izvršili sve definirane radnje (kretanje, govor)
7. Roboti su sinkronizirani: nakon što je svaki od robota isprogramiran, treba još isprobati cijeli dio odglumiti na pozornici i sinkronizirati robote kako bi predstava bila realizirana kao što je zamišljena

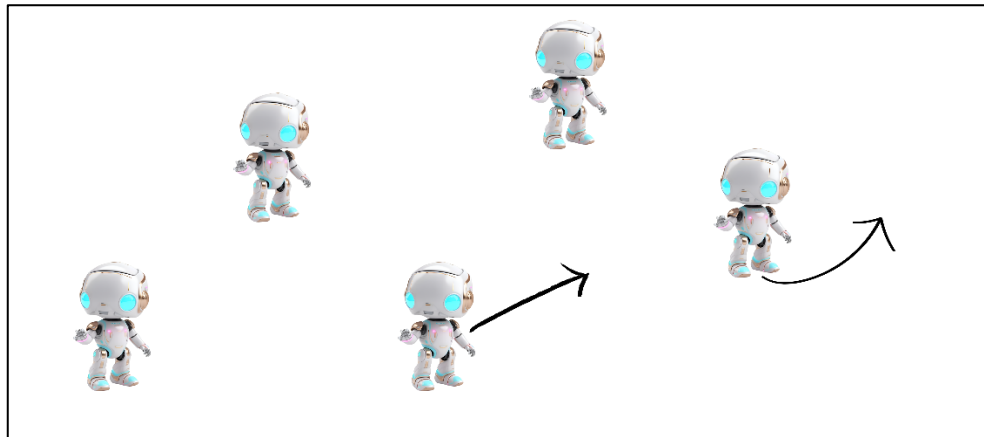
#### **Sastavljanje robota:**

- a) robot unaprijed sastavljen
- b) potrebno dograditi / ukasiti robota
- c) potrebno sastaviti robota

**Opis robota:** Svi korišteni roboti su humanoidnog oblika s dvije ruke i dvije noge, visine oko 40 cm. Robote je vrlo jednostavno povezati s pametnim uređajima i upravljati pomoću besplatne aplikacije unaprijed programiranim pokretima. Isto tako, moguće ih je i programirati što ih čini odličnim za edukaciju. Moguće ih je programirati upravljajući svaki pojedini motor ruku ili nogu.

**Način kretanja robota u predstavi:** Tijekom cijele predstave gotovo svi roboti stoje na mjestu na kojem su postavljeni na početku, osim jednog koji radi nekoliko koraka u polukrug i drugog koji radi nekoliko koraka unaprijed te se okreće u mjestu.

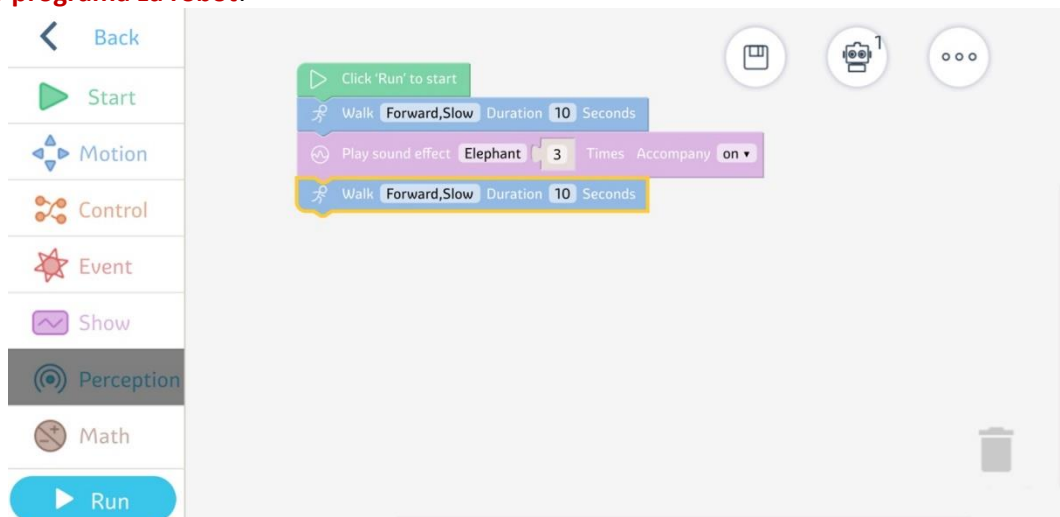
**Dijagram kretanja robota:** Robot označen žutom bojom najprije se kretao par koraka unaprijed i nakon toga se okretao u mjestu ulijevo. Robot označen zelenom bojom kretao se par koraka polukružno. Ostali roboti nisu se micali s mjesta, nego su samo micali rukama i/ili glavom u mjestu.



Slika 77. Dijagram kretanja robota u Robotskom RUR-u.

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** U ovoj predstavi korišteno je pet humanoidnih robota, koji su uglavnom stajali na mjestu i micali rukama i glavom, a jedan robot se vrlo malo pomicao s mjesta. S obzirom na sporo kretanje robota očekivani prostor bio bi 1m x 1m.

**Primjer programa za robot:**



Slika 78. Program za robot Alpha Pro 1.

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- prilagođeno za početnike
- potrebno znati osnove programiranja**
- potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- a) djeca do 7 godina
- b) djeca 7 – 10 godina
- c) djeca 11 – 14 godina
- d) mladi 14 – 20**
- e) učitelji**
- f) profesionalci**

**Uloga robota:**

- a) kulise
- b) dio scenografije
- c) rekvizit
- d) sporedni lik
- e) lik
- f) glavni lik**

**Količina interakcije ljudi i robota:**

- a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju
- b) ljudi upravljaju robotima na daljinski
- c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima
- d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme**
- e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima
- f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima
- g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici

**Tehničar za robota:** Da, potreban je tehničar da programira robote i po potrebi popravi na licu mjesta za vrijeme predstave. Roboti su programirani prije predstave, ali uvijek se može dogoditi nešto neočekivano.

**Ograničenja korištenja robota u predstavi:** Roboti korišteni u predstavi su dosta maleni za veću publiku uživo (veličina oko 40cm) te sami roboti i pokreti nisu dobro vidljivi izdaleka. Stoga predstavu uživo može gledati samo manji broj ljudi kako bi vidjeli sve kvalitetno. Moguće rješenje je snimiti predstavu pa gledati snimku. Programiranje pokreta nogu ovakvim robotima nije baš jednostavno, stoga i takve kretnje mogu uzrokovati nestabilnost robota pa čak i pad. Isto tako neki pokreti tijela kao naginjanje gornjeg dijela tijela robota može biti vrlo nestabilno. Stoga je bitno uložiti dosta truda kako bi se pokreti programirali što bolje i kako ne bi došlo do padova. Glasovi robota mogu biti snimljeni i na samim robotima što ih čini praktičnima za korištenje. No, ukoliko se robot kreće za vrijeme dok priča, zvukovi motora u rukama i nogama mogu biti glasnjiji od snimljenog govora, što čini dosta problema u razumijevanju predstave.

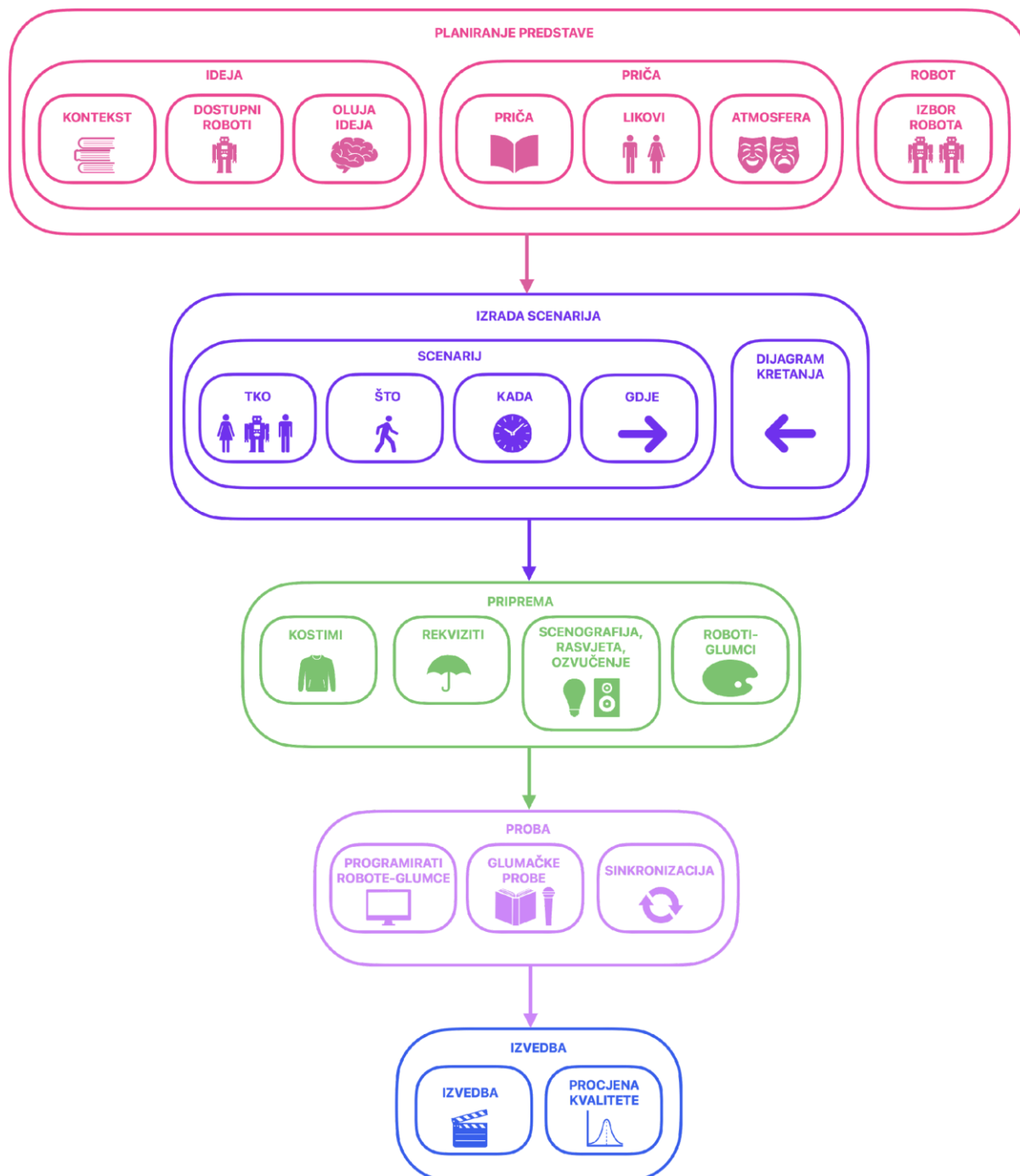
**Dodatna vrijednost:** Odlično je što su roboti glavni glumci u predstavi što bi moglo biti jako zanimljivo mlađoj i starijoj publici. Predstava ne traje dugo, ali je dovoljno za zainteresirati publiku prije nego im postane dosadno i nezanimljivo. Humanoidni roboti su najbolji odabir za ovu predstavu jer su najsličniji ljudskim glumcima pa ih je i najintuitivnije zamisliti na pozornici.

**Moguće nadogradnje:** Robote bi se moglo dodatno programirati da se malo više kreću tijekom predstave. Robotima koji glume ljude bi se mogla dodati odjeća kako bi se i u predstavi razlikovali ljudi i roboti te kako bi bili više nalik ljudima. Predstava bi mogla trajati dulje (npr. scena okupljanja robota i iskrcavanja oružja o čemu pričaju roboti).

## 5. Izrada predstave s robotima-glumcima

### 5.1. Koraci izrade predstave s robotima-glumcima

Kako bi uspješno napravili predstavu s robotima potrebno je slijediti korake izrade predstave kao u klasičnim predstavama s ljudima, uz dodatne korake koji su usko vezani uz izbor robota, izradu robota, programiranje robota i njihovu sinkronizaciju s ljudima na samoj pozornici (Slika 79). Cijeli proces završava izvedbom predstave i osvrtom na kvalitetu izvedene predstave.



Slika 79. Koraci izrade predstave s robotima-glumcima

## 1. Planiranje predstave

Uspješna predstava počinje kvalitetnim planiranjem predstave. U ovom koraku je potrebno razraditi ideju predstave, raspisati priču i izabrati robote koji će glumiti u predstavi.

### 1.1. Dobiti ideju

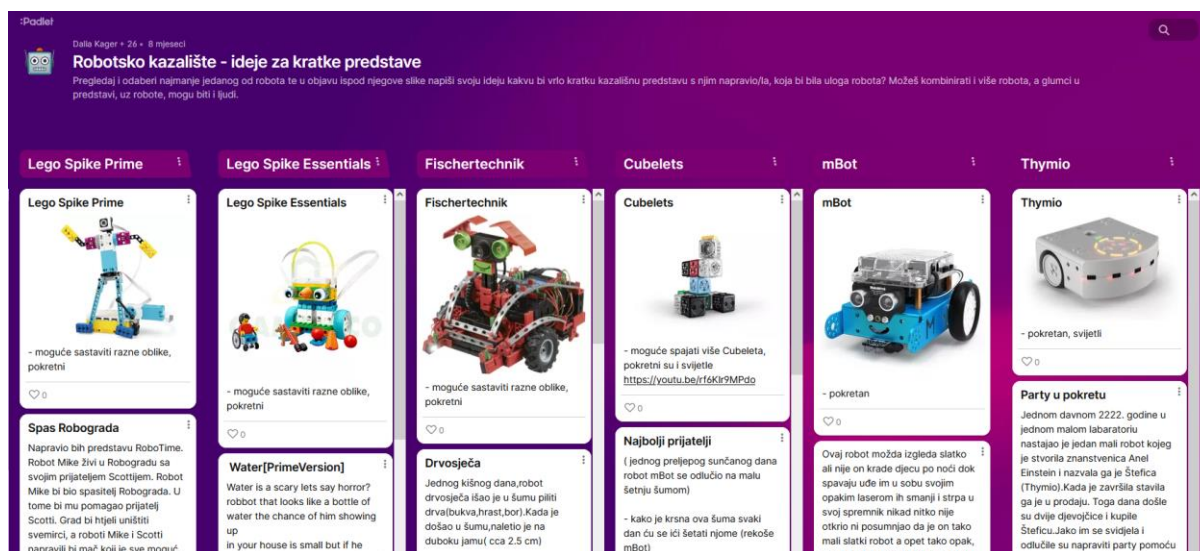
Razrada ideje se sastoji od izbora konteksta, proučavanja dostupnih robota te oluje ideja koja će rezultirati pričom u sljedećem koraku.

#### 1.1.1. Izabrati kontekst

U ovom slučaju izbor konteksta predstavlja donošenje odluke hoće li predstava biti u potpunosti nova priča [77], hoće li biti prema poznatoj bajci, priči, knjizi, povijesnom događaju [78], ili će se kazalište koristiti za učenje nekog školskog predmeta. Na primjer, na satu povijesti, predstave se mogu koristiti za rekreiranje događaja i situacija kako bi pomogle učenicima oko razumijevanja tih događaja i situacija. Ovakve predstave mogu omogućiti učenicima da istraže različite alternative neke situacije i njihove moguće posljedice. Osim toga, predstave se mogu koristiti za simuliranje nekih procesa ili fenomena [79]. U ovom koraku je potrebno i dublje istražiti izabrani kontekst pretraživanjem interneta, knjiga ili putem intervjua [78]. Pri izboru konteksta predstave treba imati na umu tko će biti gledatelj te je, sukladno tome, potrebno prilagoditi predstavu (i robote) gledateljima. Na primjer, jednostavnije teme za mlađe učenike.

#### 1.1.2. Proučiti dostupne robote

Izgled dostupnih robota i njihove mogućnosti mogu inspirirati samu priču [79]. U zamišljenim situacijama, a pogotovo u pričama koje osmišljavaju učenici, roboti se mogu ponašati gotovo kao ljudi, često su veliki kao ljudi, mogu govoriti, pokazivati emocije te se prirodno kretati. No u stvarnosti smo ograničeni robotima koje imamo dostupnima u ormaru ili ih je moguće kupiti ili posuditi. Dodatno ograničenje čini kompleksnost samih robota, mogu li ih učenici sastaviti, programirati i upravljati sami ili je potreban tehničar koji zna upravljati izabranim robotom. Vjerojatno najveće ograničenje je upravo cijena samih robota i njihovih softvera. Zato je u ovom koraku potrebno istražiti koji roboti su dostupni (unutar škole, za posudbu ili cjenovno prihvatljivi za nabavku). Dobra ideja je napraviti njihov popis s kratkim opisom i fotografijom te taj popis pokazati učenicima kako bi na temelju njih mogli razviti svoju priču za kazališnu predstavu. Popis je moguće napraviti u Padletu, gdje kasnije učenici mogu i pisati svoje priče. Primjer je dan na Slika 80, a može se pogledati i na linku: <https://padlet.com/daliaka/dobro-do-li-u-robotsko-kazali-te-scenariji-za-kratke-kazali--nla6c10ioznmoi51>



Slika 80. Dostupni roboti prikazani u Padletu.

### 1.1.3. Provesti oluju ideja (brainstorming)

Brainstorming je pojam koji opisuje intenzivno iznošenje različitih, uglavnom kreativnih ideja između više osoba s ciljem da se na brz način pronađe idejno rješenje iznesenog problema, koje se kasnije razvojem može naknadno promijeniti i/ili poboljšati. Svi sudionici razgovora potiču se da razmišljaju naglas kako bi se različitim načinima razmišljanja, a ujedno i različitim iskustvima sudionika razgovora o danoj problematici, ponudilo što više ideja za rješavanje problema u kratkom vremenskom periodu. Cilj ove praktične metode jest onoga tko iznosi problem izbaciti iz standardnog okvira razmišljanja uz pomoć ostalih sudionika u razgovoru.

Karakteristike, odnosno pravila specifična za ovakav pristup rješavanja problema su sljedeća:

- Definiranje problema: za početak treba biti postavljeno početno pitanje koje može, ali i ne mora biti direktno povezano s problemom (cilj je potaknuti sudionike na razgovor)
- Ako postoje, potrebno je objasniti pravila i dati početni prijedlog
- Provodi se u grupi, ne premaloj i ne prevelikoj kako bi razgovor bio što efikasniji
- Sve ideje u trenutku brainstorminga **jednako su vrijedne** (u trenutku ne postoji dobra ili loša ideja!), dok se prava vrijednost ideja određuje kasnije
- Postavljanje pitanja, koja također navode na nove grane ideja su dobrodošla
- Korištenje asocijacija kako bi nastala lista pojmova
- Poželjno je proširivanje tuđe ideje.

Oluja ideja može započeti koristeći alat za poticanje kreativnost osmišljavanja priča „start priče“ [80]. Učenicima se zada nekoliko riječi (npr. pjesma, pauk, robot), a oni na temelju tih riječi moraju osmisлити priču. Na temelju ovih riječi se grade događaji, likovi i glavna radnja koja se kasnije razrađuje detaljnije. Na sličan način funkcioniraju i kockice za pričanje priča [81]. Na svakoj strani kockica se nalazi crtež. Bacanjem pet kockica one će pokazati pet crteža od kojih učenici zatim mogu razraditi svoju priču.

Pri razradi kazališne predstave, oluja ideja može pomoći kod osmišljavanja teme priče, zapleta u priči, razrade likova u priči, izgleda robota i slično. Ideje se mogu nabacivati na ploču, pisati na post-it papiriće ili na veliki papir na stolu. Bitno je zapisivati sve ideje kako bi se kasnije mogle razrađivati.

## 1.2. Osmisliti i napisati priču

Nakon izbora konteksta i razrade ideje, potrebno je napisati priču [78]. Pri razradi priče treba stalno imati na umu da se ovdje radi o kazališnoj predstavi, a ne o igranom ili animiranom filmu. Kod filma su i prostor i vrijeme dinamični, kamera mijenja svoj položaj i na taj način i gledatelj mijenja mjesto gledanja pojedine scene, a scene se brzo izmjenjuju. U kazalištu, glumci ulaze na pozornicu, nešto odglume i odlaze s pozornice. Pozadina je statička, a publika sve gleda s istog mjesta. Pojedina scena mora imati dulje trajanje, jer je nemoguće mijenjati scenografiju svakih nekoliko sekundi ili minuta. Stoga, pri smišljanju priče treba imati na umu da se scenografija minimalno mijenja te da je vizualne efekte moguće izvesti na licu mjesta uživo.

### 1.2.1. Osmisliti priču

U ovom koraku priča može biti kratka, na primjer do 250 riječi, ali mora sadržavati osnovne podatke kada i gdje se predstava odvija, koliko ima scena te što će se dogoditi u svakoj od tih scena [79]. Za svaku scenu treba spomenuti i koji likovi su prisutni te što rade.

Priča mora imati ograničeni broj likova. Uz pretpostavku da će kazališna predstava s robotima-glumcima biti relativno kratka (npr. do 5 minuta), bilo bi dobro da se bavi samo jednim događajem u životu glavnog lika. U priči treba opisati konkretne detalje radnje, bez mnogo apstraktnih ideja koje neće biti moguće prikazati na pozornici. Korišteni jezik treba biti aktivan bez mnogo opisa [82]. Glavne odrednice pri stvaranju priče su određivanje događaja koji će se pratiti u priči, definiranje likova, mjesta i vremena radnje te raspisivanje dijelova priče. Dijelovi priče su uvod, zaplet, vrhunac i rasplet [82][83][84].

**Uvod** uvodi likove i postavlja priču (mjesto i vrijeme radnje). U njemu upoznajemo glavni lik i situaciju u kojoj se taj lik našao. **Zaplet** otkriva akciju u priči, to može biti neki sukob između likova (npr. netko je ukrao dio robota), problem sa svijetom ili prirodom oko glavnog lika (npr. krčenje šuma) ili emotivna kriza lika (npr. glavni lik nema prijatelja). Zaplet se može sastojati o više događaja koji vode prema vrhuncu radnje. **Vrhunac radnje** je trenutak najveće napetosti kada sve izgleda kritično, a ishod je neizvjestan. To je trenutak kada se događa preokret u samoj priči. Nakon vrhunca situacija u priči se počinje rasplitati, napetosti se smiruju, pojedini problemi se rješavaju. **Rasplet** može biti neočekivan, glavni lik može otkriti neku svoju novu unutarnju kvalitetu ili glavni likovi mogu riješiti napetost između sebe. **Kraj priče** može biti sretan, tužan, ali i neutralan. Bitno je samo riješiti sve otvorene događaje iz priče kako gledatelji ne bi ostali zbunjeni. Na samom kraju mora se vidjeti zaključak i poanta cijele priče (i kasnije predstave). On mora biti kratak i jasan.

Pri osmišljavanju priče može pomoći Tablica 1 [82]. U tablicu je moguće dodavati redove po potrebi, ovisno koliko događaja čini zaplet radnje.

Naslov	
Mjesto radnje	
Vrijeme radnje	
Glavni lik	
Ostali likovi	
Uvod	
Zaplet (prvi događaj)	
Zaplet (drugi događaj)	
Vrhunac radnje	
Rasplet	
Kraj priče	

Tablica 1. Skica priče [82].

### 1.2.2. Razraditi likove iz priče

Usporedno razvoju same priče, potrebno je i razraditi likove iz priče. Razrada likova uključuje analizu fizičkih, socijalnih, psiholoških i moralnih kvaliteta likova. To između ostalog može uključivati dob, motivaciju lika, njegovo emocionalno stanje, osobnost, raspoloženje, fizički izgled, karakteristike kretanja, društvene odnose između likova, pozadinsku priču i slično [79]. Obratiti pažnju koji likovi će biti pozitivni, a koji negativni. U priču ne uvoditi likove koji neće doprinijeti samoj radnji, zapletu ili raspletu priče kako oni ne bi dodatno zbunjivali gledatelje. Premda to neće biti vidljivo u priči (i kasnije u scenariju i na pozornici), onaj koji piše priču mora u detalje znati životnu priču svakog lika. Poznavanje životne priče će utjecati na dosljedno ponašanje i reakcije lika u određenim situacijama u priči. Isto tako, kako svaka situacija u stvarnom životu mijenja ljude, tako i događaji u priči mijenjaju likove. Zato pri osmišljavanju priče i likova treba uzeti u obzir i njihov razvoj od početka do kraja priče [83]. Tako postaju realni i publika se može poistovjetiti s likovima i pričom. Ista ova pravila vrijede kako za ljudske glumce, tako i da za robote-glumce.

Pri osmišljavanju likova može pomoći Tablica 2 [82]. Tablicu je potrebno ispuniti za svaki lik iz priče. Ukoliko je opisan lik robot, to je potrebno obilježiti uz mogućnost navođenja posebnih karakteristika željenog robota.

Ime lika	
Dob	
Fizički izgled	
Osobnost	
Posebnosti (npr. karakteristike kretanja, tikovi na licu)	
Emocionalno stanje	
Odnosi s ostalim likovima	
Životna priča	
Prednosti	
Mane	
Robot	

Tablica 2. Opisi likova iz priče [82].

### 1.2.3. Odrediti atmosferu priče

Kako bi priča na pozornici izgledala uvjerljivo, realistično i prenijela poruku koju želimo, potrebno je razraditi njenu atmosferu, fizičku i zvučnu. Atmosfera uključuje kostime koje će nositi glumci (i ljudi i roboti), rekvizite s kojima će obavljati pojedine akcije, scenografiju i dekoracije, rasvjetu te glazbu i zvučne efekte [79].

Kostimi, rekviziti i scenografija se moraju podudarati s vremenom radnje u kojem se događa priča (npr. neki određeni trenutak iz povijesti ili suvremena adaptacija događaja). Treba obratiti pažnju da kostimi pokazuju je li neki lik bogat ili siromašan, starost lika, koju vrstu posla obavlja, pa čak i njegovo emocionalno stanje. Kostimi se mogu tokom predstave mijenjati, ovisno o samoj sceni, no tada treba uzeti u obzir i vrijeme potrebno da se glumci preodjenu. Pri izboru glazbe i zvukova treba paziti da se uklapaju u priču. Paralelno izradi priče je potrebno napraviti i plan korištenja pojedini zvučnih efekata jer će oni doprinijeti da se gledatelji užive u samu predstavu. Rasvjeta će dodatno naglasiti atmosferu radnje. Pomoću rasvjete je moguće dočarati događa li se radnja priče po danu, noći ili mjesecini. Korištenjem reflektora se mogu naglasiti točno određeni događaji na pozornici, može se skrenuti pogled gledatelja na druge dijelove pozornice po potrebi (npr. kako bi se preuredio dio scenografije) ili se može igrati sa sjenama i siluetama.


### 1.3. Izabrati robote

Nakon što je priča napisana i nakon što su razrađeni likovi koji se pojavljuju u priči potrebno je donijeti konačnu odluku koji roboti će se koristiti. Pri tome treba uzeti u obzir koja će biti uloga robota u predstavi (dio scenografije, rekvizit, sporedni ili glavni lik), izgled robota (izgled stroja, vozila, životinje ili čovjeka) te jesu li bitne emocije robota u predstavi i kako će ih izražavati (treba li robot imati lice ili će npr. emocije pokazivati vožnjom naprijed-nazad).

Treba si postaviti pitanja vezana uz sastavljanje robota koje želimo koristiti: (a) jesu li unaprijed sastavljeni kao na primjer robot NAO, (b) je li ih potrebno dograditi, (c) sastaviti u potpunosti iz seta (npr. Lego Spike Prime ili Fischertechnik) ili (d) sastaviti od nule korištenjem mikroupravljača (npr. Arduino ili ESP32) i 3D printanjem dijelova. Na izbor robota utječe i koji programski jezik se koristi, mogu li robota programirati

sami učenici ili je potrebno napredno poznavanje programiranja, može li se možda robot upravljati daljinski te trebamo li pomoć tehničara. Količina upravljanja ili programiranja će ovisiti o radnjama koje od robota-glumca očekujemo na pozornici: (a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, a predstava ne ovisi o njihovom gibanju, (b) ljudi upravljaju robotima na daljinski, (c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, a ljudi se prilagođavaju robotima, (d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme, ili (e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima. Treba razmisliti i o ograničenjima robota i hoće li to utjecati na samu priču i predstavu. Može se dogoditi da je učenike kod pisanja priče inspirirao jedan robot, no uvidom u njegove karakteristike ispadne vidljivo kako ga ipak nije moguće koristiti na pozornici. Pitanja koja treba imati na umu su dana u Tablica 3. Konačan izbor robota se temelji na priči, dostupnim robotima, mogućnosti izražavanja emocija pomoću robota te na predznanju učenika.

Omjer ljudi - roboti:



**samo ljudi** **samo roboti**

**Broj glumaca u predstavi:** \_\_\_\_\_

**Uloga glumaca** u ovoj predstavi:

- glume oko robota
- komuniciraju s robotom
- prenose robota
- moraju znati pokrenuti / ugasiti robota
- moraju znati programirati / sastaviti robota
- glume robote
- u predstavi nema glumaca

**Broj korištenih robota** u predstavi: \_\_\_\_\_

**Korišteni roboti:** \_\_\_\_\_

**Izgled robota:**

- stroj
- vozilo
- životinja
- čovjek

**Sastavljanje robota:**

- robot unaprijed sastavljen
- potrebno dograditi / ukrasiti robota
- potrebno sastaviti robota

**Količina programerskog znanja** za programiranje ovog robota:

- prilagođeno za početnike
- potrebno znati osnove programiranja
- potrebno napredno poznavanje programiranja

**Tko može programirati ovog robota:**

- djeca do 7 godina
- djeca 7 – 10 godina

<p>c) djeca 11 – 14 godina  d) mladi 14 – 20  e) učitelji  f) profesionalci</p> <p><b>Uloga robota:</b></p> <p>a) kulise  b) dio scenografije  c) rekvizit  d) sporedni lik  e) lik  f) glavni lik</p> <p><b>Količina interakcije ljudi i robota:</b></p> <p>a) roboti se samostalno gibaju po pozornici, predstava ne ovisi o njihovom gibanju  b) ljudi upravljaju robotima na daljinski  c) roboti se samostalno gibaju pozornicom, ljudi se prilagođavaju robotima  d) radnje robota su programirane unaprijed, dijelovi radnje se uvijek događaju na istom mjestu u isto vrijeme  e) roboti imaju senzore i prilagođavaju se ljudima  f) koristi se umjetna inteligencija za upravljanje robotima  g) robote glume ljudi koji se samostalno kreću po pozornici</p> <p><b>Tehničar za robota:</b></p> <p>a) NE  b) DA, _____</p> <p><b>Ograničenja robota:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p>
--

Tablica 3. Uloga glumaca i robota u predstavi.

## 2. Izrada scenarija

Izrada scenarija je identična kao kod pisanja scenarija za predstave bez robota-glumaca. Dodatak u ovom koraku je skiciranje dijagrama kretanja robota (i glumaca) kako bi se olakšalo programerima u pripremi robota za pozornicu.

### 2.1. Napisati scenarij

Pisanje scenarija uključuje razradu priče na temelju odabranog robota, njegovih mogućnosti i početne ideje priče. Scenarij treba biti napisan u obliku upravnog govora, s opisima likova, radnji glumaca i robota-glumaca, mjesta radnje i vremenom trajanja radnje. Pri tome treba stalno imati na umu tehničke mogućnosti robota koji su na raspolaganju i koji će glumiti u predstavi. Kada se scenarij napiše do kraja, potrebno ga je još nekoliko puta kritički pročitati, doraditi, napisati novu verziju, kratiti neke dijelove, produljiti druge dijelove, zamijeniti redoslijed scena, izbaciti ili dodati likove [85].

Scenarij je podijeljen na scene. Jedna scena se događa u jednom prostoru (npr. kuhinja) u nekom vremenskom trenutku (npr. jutro). Čim se promijeni prostor, radi se o novoj sceni [85]. Svaka scena se sastoji od opisa [79]:

- **likova** iz priče, odnosno opisa **tko čini akciju**. Potrebno je opisati glavne karakteristike likova kao što su osobnost, raspoloženje, karakteristične geste, karakteristični pokreti, način izražavanja i

slično. Treba imati na umu kada će lik ući u priču te kako će doprinijeti zapletu i raspletu priče, kako se ne bi uvodili nepotrebni likovi.

- **akcije** koja kaže **što lik radi ili govori** u predstavi. Ovdje se opisuju verbalni i neverbalni izrazi, interakcije sa scenskim rekvizitima (npr. podići predmet, pritisnuti gumb) te drugi pokreti tijela (tj. plesati, sjediti, stajati, pljeskati, gledati oko sebe).
- **vremenskog trajanja**, tj. opisa **kada se akcija događa**. Ovaj opis koordinira pojedine akcije (npr. robot-glumac započinje radnju kada otkrije uzorak svjetla na pozornici, a završava radnju kada dođe do određenog mjesta na pozornici). Kod predstave u kojoj imamo robote-glumce, vremensko trajanje opisuje situacije u kojima se odvija trenutna akcija sve dok sljedeća akcija ne ispuni preduvjete. Kada sljedeća akcija ispuni svoje preduvjete, robotu se šalje naredba za prekid trenutne akcije.
- **položaja**, tj. **gdje se radnja odvija** i kako se likovi kreću po pozornici. Važan aspekt predstave s robotima je poznavanje položaja robota na pozornici, kako bi se ljudski glumci mogli prilagoditi robotu, odnosno kako bi robot u nastavku predstave svoje akcije izvodio na željenom dijelu pozornice. Jednostavna opcija za kontrolu položaja i kretanja robota-glumaca je slijeđenje crne linije.

Na početku svakog scenarija se navodi popis likova s njihovim osnovnim karakteristikama (dob, spol, fizički izgled) (Slika 81 **Pogreška! Izvor reference nije pronađen.**). Svaka scena započinje rednim brojem scena, određivanjem prostora (interijer ili eksterijer), lokacije (npr. dnevna soba, ulica) i vremena radnje (npr. dan, noć, 100 godina u budućnosti). Slijedi opis situacije i akcije koja se odvija u toj sceni. Ako se u ovoj sceni uvodi novi lik, treba ga kratko opisati. Opisi se pišu u sadašnjosti, bilo bi dobro izbjegavati pridjeve (npr. lijepo) i priloge. Dijalog između likova se piše tako da se imena likova pišu velikim slovima, a njihova emotivna stanja u zagradama [85][86]. Ova emotivna stanja će glumci pokazivati svojim kretnjama i izrazima lica. U zagradama se pišu i opisi akcija i radnji koje pojedini likovi izvode za vrijeme govora (Slika 82). Kada bi samo stajali na pozornici i razgovarali, postoji mogućnost da će scena biti dosadna gledateljima, a sami glumci neće znati što da rade svojim rukama. Zato je uvijek preporučljivo da za vrijeme razgovora likovi nešto rade. U zagradama se navode i zvučni efekti koje želimo čuti u tom trenutku, komentari za glazbu i rasvjetu.

Likovi:  
HELENA, 40 godina, žensko, odjevena u svakodnevnu odjeću, prosječne visine  
POLICAJAC, 40 godina, muško, odjeven u policijsku odjeću, obrijan  
JURA, manji pas na povodcu  
KOKOŠ, robot u obliku kokoši, nešto manji od psa  
TENK, robot u obliku tenka

Slika 81. Primjer navođenja likova na početku scenarija.

1. Eksterijer, križanje ulice, dan  
HELENA (40 godina, vitka žena) šeta ulicom i tipka po mobitelu. Na povodcu vodi psa JURU. Pored njih samostalno šeta robot KOKOŠ.  
HELENA (opuštena, diže glavu uz blagi osmeh): Kako je divan ovaj dan! (Spusti pogled na mobitel)  
HELENA (s njene desne strane dolazi TENK. Kotači TENKA proizvode glasni duboki zvuk. Helena naglo diže pogled): Oh, što je ovo?

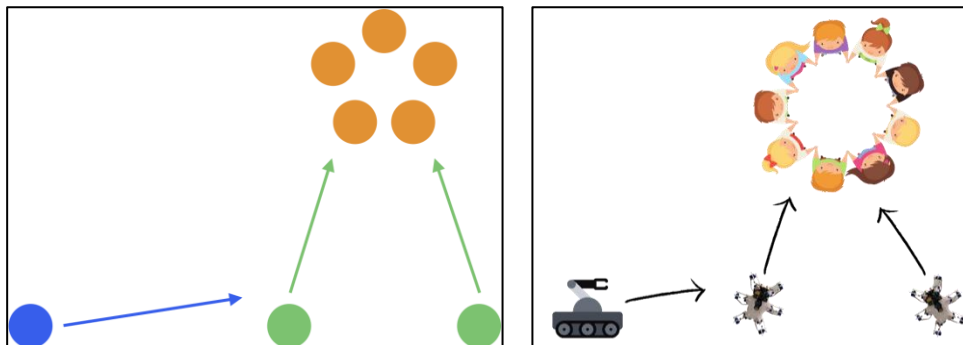
Slika 82. Primjer scenarija za prvu scenu.

## 2.2. Skicirati dijagram kretanja robota

Kako bi se olakšala dizajnerima i programerima robota priprema robota za pozornicu, u ovom koraku se može skicirati dijagram kretanja robota (Slika 83). Skica može biti jednostavna, na način da je robot prikazan kružićem, a njegov smjer kretanja strelicom. Može biti i složenija da se skicira stvarni izgled

robotu i drugih glumaca te se strelicama prikazuju njihovi smjerovi gibanja. Ako je radnja priče složenija, dijagrama kretanja robota se može prikazati i kroz nekoliko slika, čime se dobiva strip dijagrama kretanja robota. Ovakvi dijagrami će pomoći programerima i tehničarima kako bi znali tko, gdje i kada treba izvesti koju radnju na pozornici.

Pri planiranju kretanja robota i crtanju dijagrama kretanja treba uzeti u obzir karakteristike robota: dimenzije robota, koliko je robot pokretan, koliko mu je potrebno vremena za neku radnju te koliko velika može biti pozornica na kojoj se taj robot kreće (Tablica 4). Naravno, ukoliko se radi o sporom robotu, on može fizički stajati na mjestu, vrtjeti se oko svoje osi ili samo pričati.



Slika 83. Primjer dijagrama kretanja robota. Lijevo: jednostavni prikaz robota s krugovima u boji, desno: složeni prikaz sa crtežima robota i glumaca.

**Dimenzije robota:** \_\_\_\_\_

**Pokretljivost robota:**

- Robot se ne može kretati
- Robot se može samo okretati oko sebe
- Robot je na fiksnoj lokaciji, ali može pomicati neke svoje dijelove
- Robot se može voziti po pozornici
- Robot može hodati po pozornici
- Robot leti iznad pozornice

**Brzina robota:**

- Robot je nepokretan
- Robot je spor
- Robot je srednje brz
- Robot je brz
- Robot je prebrz

**Očekivani prostor koji robot može prijeći:** \_\_\_\_\_

**Način kretanja robota u predstavi** (opis kretanja robota po pozornici):

**Dijagram kretanja robota:**

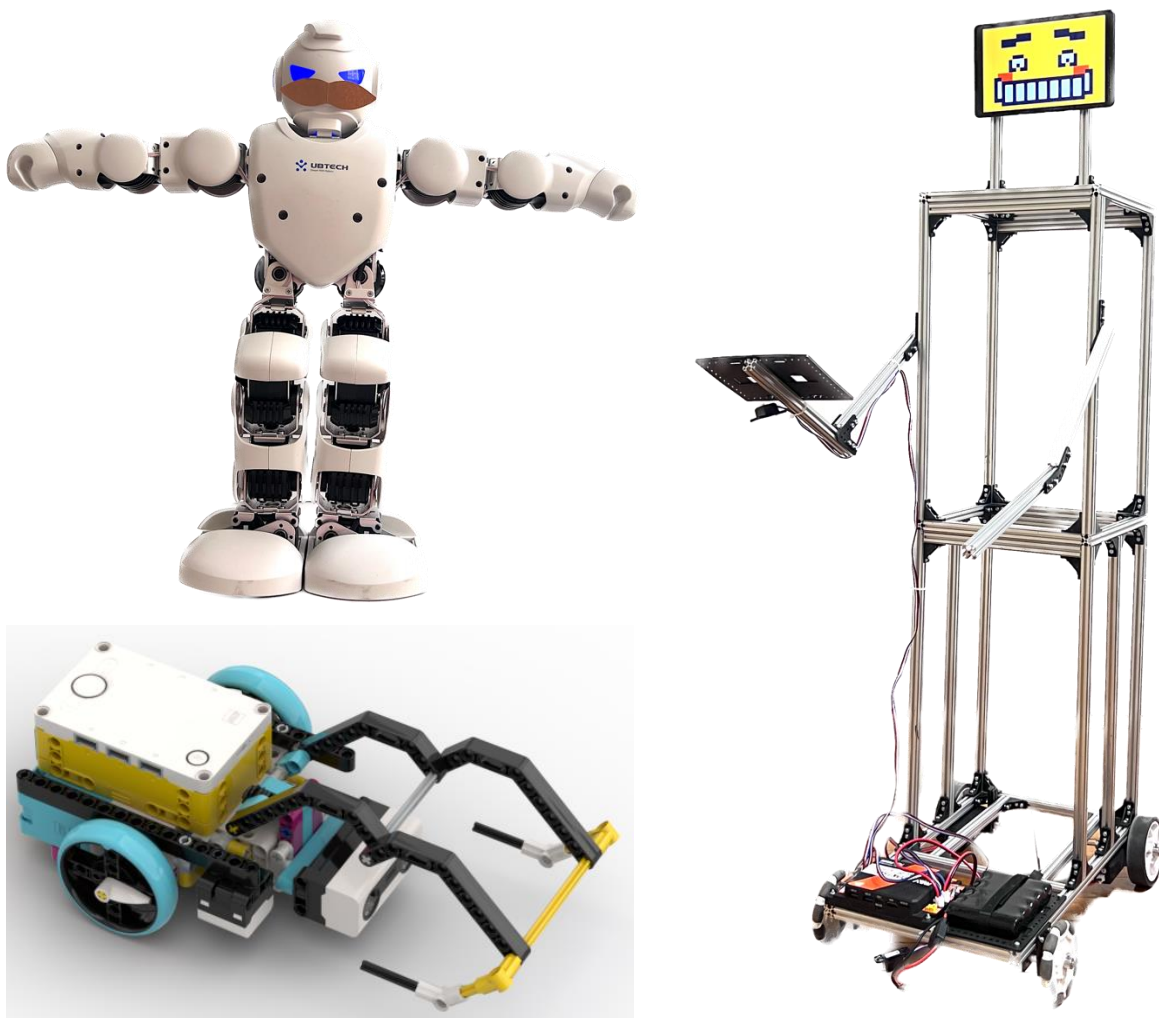
Tablica 4. Kretanje robota u predstavi.

### 3. Priprema

Nakon što je izrađena konačna verzija scenarija može početi nabavka i izrada robota-glumaca, rekvizita, kostima, scenografije, ozvučenja i osvjetljenja.

### 3.1. Izraditi robote-glumce

U ovom koraku fizički izrađujemo robote koji će nastupiti u predstavi. U prethodnim koracima smo proučavali koja oprema nam je dostupna i što pojedini robot može, dok u ovom koraku stvarno izrađujemo robote. U predstavi se mogu koristiti gotovi roboti (npr. humanoidni robot NAO ili Alpha 1pro), robot sastavljen iz robotskog seta (npr. Lego Spike Prime ili Fischertechnik) ili se robot može graditi po narudžbi, koristeći mikroupravljače (npr. Arduino) i mikroročunala (npr. Raspberry Pi), motore, senzore, 3D ispis, izrezivanje dijelova iz drveta i slično (Slika 84) [78][79]. Nakon izgradnje robota potrebno ih je prilagoditi značajkama njihovih likova [79]. To je moguće pomoću ukrasnog materijala, 3D ispisa i naljepnica. Kako bi omogućili prikaz lica i izraza lica za prenošenje emocija, dobra ideja je koristiti tablete umjesto glava (Slika 84c) [79]. Moguće prepreke koje se u ovom koraku mogu javiti su predznanje učenika, poteškoće u stvaranju verbalnih i neverbalnih ponašanja za prenošenje emocija robota-glumaca te slaba izražajnost lica robota [79]. Primjeri edukacijskih robota i kako ih sastaviti dani su u poglavlju 7.



Slika 84. Roboti-glumci: Alpha 1Pro, Lego Spike Prime i REV robotics s tabletom umjesto glave.

### 3.2. Izraditi kostime

U profesionalnim kazalištima za izradu kostima se brinu kostimografi. Upravo oni daju prijedlog kostima na temelju priče, redateljevih uputa i sugestija glumaca te ih kasnije i izrađuju. Kostimi pomažu pričati

priču, pomažu glumcima osjetiti lik kojeg trebaju glumiti, prenose publici važne informacije o samom liku, njegovom društvenom položaju, osobnosti, vremenu radnje i situaciji u kojoj se lik našao. Kostim uključuje sve što je vidljivo na liku: odjeća, obuća, šeširi i kape, torbice, nakit, perike. Kostimi mogu uključivati i neke nevidljive dijelove skrivene ispod odjeće: veliki trbuh, korzet, obruči ispod haljina i slično. Internet i knjige su odličan izvor ideja o izgledu kostima, pogotovo ako se radi o nekom povijesnom razdoblju ili našoj verziji poznate priče [87].

Najjeftinija varijanta pripreme kostima je potražiti ih u vlastitim ormarima. Najčešće korištena odjeća koju je dobro imati u svojem ormaru, a često se koristi u kazalištu, je [88]:

- obična crna majica dugih rukava i crne ravne hlače (u nuždi može i tajice ili tamne traperice). Crna boja odjeće čini glumca neutralnim.
- bijela košulja s kragom i gumbima. Pomoću bijele košulje moguće je glumiti poduzetnika, odvjetnika, konobara i mnoge druge likove. Ovisno o situaciji, može se kombinirati sa sokom, šarenom majicom ispod košulje i trapericama.
- jednostavan, običan kožni remen, crne (ili smeđe boje). Može poslužiti da pridržava odjeću, ali i da se na njega zatakne pištolj ili mač.
- crne svečane cipele i crne visoke čarape. Mlađi učenici mogu nositi i crne tenisice ili balerinke.

Kod odjeće bi trebalo pripaziti da nema vidljivi logo proizvođača. Ako ipak postoji, može ga se prelijepiti komadom ljepljive platnene trake odgovarajuće boje (engl. gaff tape). Dobar izvor kostima su i trgovine uoči fašnika. Tada se za niže cijene mogu nabaviti kostimi mnogih popularnih likova. Nadalje, mnoga lokalna amaterska ili profesionalna kazališta već posjeduju kolekciju kostima te postoji mogućnost posudbe (besplatno, uz reklamu ili uz naknadu). Posljednja opcija je naravno, šivanje vlastitih kostima.

Kada se raditi priredba u kojoj glume učenici, uvijek je dobro pokazati im kostime prije ili za vrijeme proba. To će im omogućiti da se bolje užive u ulogu, bit će više uzbuđeni te samopouzdaniji u svojim izvedbama [87].

Kostime za robote trebamo izraditi i ako koristimo već unaprijed sastavljene robote i ako ih sami gradimo. Kao što kostimi po veličini i dizajnu moraju odgovarati ljudima, isto vrijedi i kod kostima za robote.

Osim dizajna kostima, potrebno je razmisliti i o šminki. Često korištena šminka uključuje: puder, olovka za oči, rumenilo, sjenilo za oči, maskara, ruž za usne, spužvice i kistići, sprej za učvršćivanje šminke, odstranjivač šminke i drugo [89]. Kod stavljanja i skidanja šminke treba paziti na higijenu, dezinfekciju te ima li koji od glumaca problema s osjetljivom kožom. Ne smije se zaboraviti niti na frizure, koje također moraju odgovarati temi predstave.

### **3.3. Izraditi rekvizite za glumce i robote-glumce**

Dio potrebnih rekvizita je direktno navedeno u scenariju i priča bez njih nema smisla. No dio može biti i otkriven slučajno, za vrijeme proba, od strane samih glumaca kada se bolje užive u svoj lik. Rekvizite je moguće pronaći kod kuće, u školi, posuditi, jeftino kupiti u hobi dućanima, nabaviti on-line ili izraditi. Dobra ideja je, u znak zahvalnosti, osobe koje vam posude dio rekvizita pozvati na premijeru predstave ili napraviti plakat na ulazu s popisom svih koji su pomogli predstavu [90]. Naravno, rekviziti svojom veličinom moraju odgovarati glumcima i robotima-glumcima. Kako su roboti-glumci često manji od ljudi, dio rekvizita će biti potrebno izraditi iz kartona, drveta ili 3D ispisom.

Kako bi bili sigurni da su nabavljeni svi rekviziti, može se pripremiti tablica (Tablica 5) u koju se upisuje mjesto i vrijeme radnje (kako bi se rekviziti prilagoditi predstavi). Za svaku scenu se navodi: predmet (npr. knjiga, mobitel, šalica), opis (specifikacije predmeta, npr. stara, debela knjiga), količina (npr. 5 knjiga na polici), tko donosi rekvizit na pozornicu (može biti neki glumac kada ulazi na pozornicu), tko odnosi rekvizit s pozornice, kako će se nabaviti rekvizit (posuditi ili kupiti), tko će nabaviti rekvizit, tko će vratiti rekvizit (ukoliko je posuđen), treba li rekvizit posebno održavanje (npr. dopuniti bocu vodom), je li jestivo (npr. ako je jabuka koju glumac zagriže, za svaku predstavu će trebati nova). Kod izrade popisa rekvizita treba pažljivo čitati scenarij i zabilježiti baš svaki predmet koji se spomene. Npr. u scenariju može pisati: „Helena

spusti pogled na mobitel.“, na popis se tada dodaje predmet „mobitel“ i svi potrebni podaci o tom predmetu. Ako je dodan neki rekvizit koji nije naveden u scenariju, potrebno ga je dodati u tablicu, u onaj redak kada se taj rekvizit pojavljuje na sceni [91].

Za vrijeme predstave bilo bi dobro sve rekvizite držati na jednom organiziranom stolu ili polici iza zastora, kako bi glumcima smanjili stres za vrijeme izvedbe. Kako bi bili sigurni da su svi rekviziti spremni, na stolu se mogu obilježiti mjesta za svaki od njih te na pik-traku ili post-it papirić napisati koji predmet treba stajati na tom mjestu. Stol treba biti organiziran tako da se glumci po njemu brzo snalaze: često korišteni predmeti bliže rubu, veći predmeti ispod stola, redosljedom korištenja i slično. Sitniji dijelovi mogu stajati u dodatnim kutijama kako se ne bi pogubili. Ako je stol u mraku, iznad njega postaviti malu lampicu za lakše traženje predmeta [92].

Mjesto radnje	Ulica	Vrijeme radnje	Sadašnjost	
<b>Scena 1</b>				
Predmet	Opis	Količina	Tko donosi	Tko odnosi
Mobitel	Smartphone	1	Helena	Helena
Jabuka	Crvena, velika	1	Ivica	Maja
...				

<i>nastavak...</i>				
Nabavka	Tko će nabaviti	Tko će vratiti	Održavanje	Jestivo
Posuditi	Glumac koristi svoj	Glumac koristi svoj	-	Ne
Kupiti	Juraj	-	Oprati prije predstave	Da, prije svake izvedbe nabaviti novu
...				

Tablica 5. Popis rekvizita.

### 3.4. Izraditi scenografiju, rasvjetu i ozvučenje

Pri izradi scenografije treba uzeti u obzir veličinu i oblik robota-glumaca. Ukoliko su na pozornici samo mali roboti i scenografija mora biti primjerene veličine. Kod korištenja svjetlosnih i zvučnih efekata treba obratiti pažnju i na to da roboti često svoje emocije izražavaju kroz svjetlo (npr. oči im svijetle u raznim bojama). Svjetla pozornice moraju poduprijeti prikaz ovih emocija, a ne ih učiniti nevidljivima. Govor robota zna biti tih te kod ozvučenja treba omogućiti da se roboti čuju dovoljno glasno u publici. Uvijek treba imati na umu cjelokupni dojam i raspoloženje koje želimo da predstava prenese.

Za svaki dio scenografije si treba postaviti pitanja kao što su: koja je svrha tog dijela, koliki dio pozornice zauzima, može li se isti dio koristiti u više scena i kako, koji likovi će koristiti taj dio scene i kako, koliko košta, koliko vremena treba da se sastavi, je li namijenjen samo da ga likovi gledaju ili da nešto rade s njime, hoće li biti statički ili će ga glumci pomicati po pozornici, mora li moći glumac biti na njemu ili treba li nešto staviti u njega, treba li proizvoditi neki zvuk ili svjetlost, treba li se moći okrenuti i slično. Najjednostavnije scenografije se sastoje od samo jednog dijela, na primjer [93]:

- oslikani zid ili zavjesa s dekoracijom vezanom uz predstavu, npr. unutrašnjost sobe, ulica, park. Ukoliko se može okrenuti, s druge strane može biti prikazana drugačija slika
- polica, ormarić, stalak za odjeću koji su na kotačićima kako bi ih se moglo premještati po pozornici
- veliki upečatljivi predmet, npr. kauč, klavir, drvo, kip. Ovaj predmet nepomično stoji na pozornici, ali ga glumci koriste da sjednu na njega, naslone se, skrivaju iza njega i slično.

Kod osmišljavanja scenografije dobro se voditi mišlju „manje je bolje“, kako dizajn pozornice ne bi odvrtao pozornost od same predstave. Za dobivanje ideja kako dizajnirati pozornicu, dobar prvi korak je pretraživanje Interneta. No, treba imati na umu da nije u redu direktno kopirati kako je to netko drugi

uradio, već treba razviti svoje ideje i dizajn. Nakon dobivanja ideje, može se napraviti model scenografije kako bismo dobili vizualnu percepciju gdje će što stajati. Prije izrade prave scenografije, treba se odlučiti za paletu boja koja će se koristiti ovisno o atmosferi koju želimo prenijeti [94]. Sama oprema će ovisi o budžetu koji imamo na raspolaganju [93]: koristiti već postojeću opremu, preuređenu ili izgrađenu od nule, posuđenu, doniranu ili sponzoriranu. Jednom kada se proizvede pojedini dio scenografije bilo bi ga dobro što više koristiti, u više predstava, fotografijama za društvene mreže i najavu predstave, posuđivanjem drugima.

#### **4. Proba**

Proba uključuje programiranje robota-glumaca, glumačke probe ljudskih glumaca, kao i njihovu iterativnu sinkronizaciju.

##### **4.1. Programirati robote-glumce**

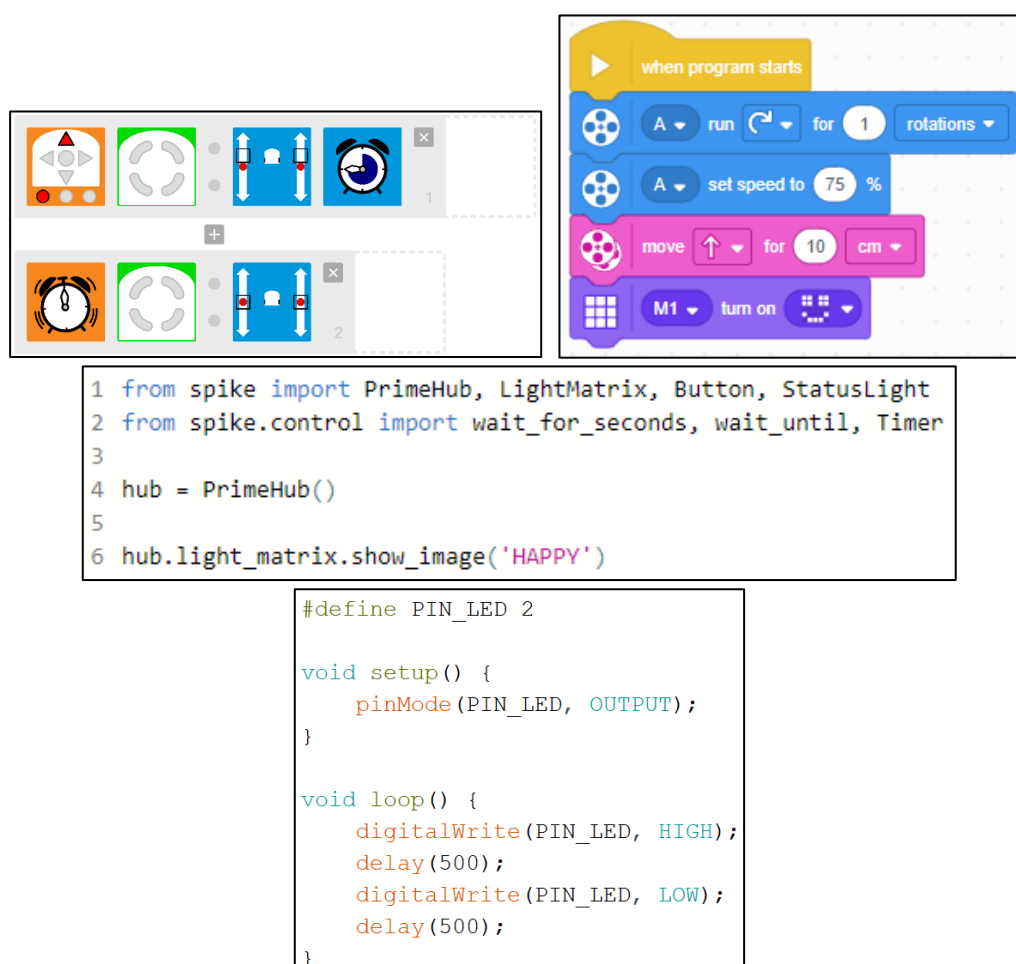
Nakon sastavljanja robota, potrebno ih je programirati kako bi na pozornici izvodili željene radnje [79]. Cilj je stvoriti ponašanja robota koja su čitljiva ljudima, koja publika i glumci mogu razumjeti i tako predvidjeti što će robot učiniti sljedeće, koja pokazuju unutarnja stanja i emocije robota te koja omogućuju komunikaciju i interakciju glumaca i robota [79]. Programiranje se može podijeliti na programiranje visoke razine, odnosno programiranje općenitog ponašanja robota (npr. kretanje pozornicom, interakcija s drugim glumcima) te programiranje niske razine, odnosno programiranje svake male radnje robota (npr. podizanje noge, okretanje očima) [79]. Posebnu pažnju treba obratiti na sitne pokrete koje robota čine živim: pomicanje očiju, glave, prstiju, mahanje rukama, mijenjanje emocija i druge. Neke ideje dane su u sljedećem poglavlju. Konačan program će obuhvaćati niz malih radnji u željenom redoslijedu (Slika 85). Razvojem umjetne inteligencije, virtualne i proširene stvarnosti i srodnih polja, otvara se mogućnost i za njihovo korištenje u kazališnim predstavama.

Kako bi se robot uklopio u predstavu na prirodan način, bilo bi dobro da postoji interakcija glumaca i robota-glumaca. To je moguće postići tako da se glumci prilagođavaju robotu, no izazovniji pristup, i u konačnici zanimljiviji, je koristeći senzore na robotima. Na taj način se robot može snaći u neplaniranim situacijama jer stalno osluškuje okruženje i na temelju toga reagira [95]. Za snalaženje na pozornici se mogu koristiti senzori boje i slijeđenja crne linije, ultrazvučni senzor za detekciju prepreka i osoba ili senzori zvuka za detekciju pljeska ili buke. Kod naprednijih robota se mogu koristiti napredno prepoznavanje govora, robotski vid pomoću kamere za prepoznavanje oznaka i markera (npr. QR kodovi ili oznake u boji) ili gesti i emocija na ostalim glumcima [79]. Nakon detekcije sensorima robot može obaviti neku radnju, npr. podići predmet, prenijeti rekvizit, izraziti svoju emociju putem promjene svog izraza lica, bojom svoga tijela ili zvukom te na taj način obogatiti interakciju na pozornici [95].

Roboti proizvode zvukove na više načina. Dio zvukova su posljedični zvukovi koji nastaju zbog robotske mehanike, interakcije s podlogom, njegove konstrukcije (zvukovi motora) ili vibracija i njih ne možemo izbjeći. Dio zvukova je dodano namjerno kako bi prenijeli poruku, pružili povratnu informaciju, alarmirali korisnike, a proizvedeni su piezo elementima i zvučnicima [96]. Ako želimo čuti govor robota, neki od njih već u svojim bazama imaju snimljene fraze ili zvukove, dok je za druge robote moguće samostalno snimiti željeni tekst. Snimanje vlastitog govora je često u kazališnim predstavama, a posebno ukoliko su predstave na manjim jezicima, kao što su slovenski ili hrvatski jezik. Učenici jako vole snimati svoje glasove i na taj način oživljavati robote [97]. Snimljeni glasovi se zatim povezuju s ostatkom programa za robot i pozivaju u trenutku kada želimo da ih robot izgovori ili proizvede. Ovdje treba imati na umu da zvučnici robota najčešće nisu dovoljno jaki kako bi proizvodili zvukove koji će se čuti na većim udaljenostima od robota, tj. u publici. Dodatni problem su posljedični zvukovi (posebno zvukovi motora) koji mogu biti glasniji od snimljenih govora. U tom slučaju treba razmotriti mogućnost puštanja zvukova direktno s računala, preko razglasa. Pri montiranju glasova na ovaj način treba ih unaprijed povezati s ostalim zvučnim efektima u predstavi. Mogući nedostatak u tom slučaju je da publika možda neće biti sigurna iz kojeg robota na pozornici dolazi zvuk (gubi se dubina i smjer dolaska zvuka). Kako bi im se skrenula pažnja na pravi robot, on može promijeniti boju, jače se kretati od ostalih robota, okrenuti se prema publici, istupiti prema

publici ili biti dodatno osvjetljen reflektorima i slično. Konačna odluka o načinu proizvodnje govora s robota ovisi o samom robotu i dvorani gdje se prikazuje predstava.

Svaki robot koristi neki svoj programski jezik (Slika 85). Najčešće korišteni jezici kod edukacijskih robota su temeljeni na vizualnim jezicima Scratch ([scratch.mit.edu/](http://scratch.mit.edu/)) i Blockly ([developers.google.com/blockly](http://developers.google.com/blockly)) te na tekstualnim jezicima Python ([www.python.org](http://www.python.org)), C/C++ i Java (<https://www.java.com/en/>). Upravo je programski jezik jedan od kriterija pri izboru robota za pozornicu. Ukoliko robota pripremaju i programiraju mlađi učenici, odličan izbor je korištenje robota čije je programiranje vizualno, dok je kod starijih učenika bolji izbor tekstualni programski jezik. Roboti namijenjeni predškolicima imaju posebno razvijene programske jezike u kojima ne treba znati niti slova niti brojeve (npr. VPL za Thymio robot, <https://www.thymio.org/products/programming-with-thymio-suite/>), pa čak i programiranje pomoću fizičkih elemenata i kockica. Neke robote nije moguće ili nije potrebno programirati. Njima se daljinski upravlja pomoću daljinskog upravljača, mobitela ili računala. Kako bi to bilo moguće potrebno je preuzeti i instalirati odgovarajuću aplikaciju te uvježbati upravljanje robotom na pozornici između glumaca i scenografije. Primjeri edukacijskih robota i kako ih programirati dani su u poglavlju 7.



Slika 85. Primjeri programskih jezika za robote: VPL za Thymio, Scratch za Lego Spike Prime, Python za Lego Spike Prime, C/C++ za Arduino.

#### 4.2. Provesti glumačke probe

Prije samih glumačkih proba potrebno je odrediti tko će glumiti koji lik. Jedan od načina je kroz audiciju ili ukoliko na predstavi radi manja grupa učenika direktnim dogovorom. Bilo bi dobro da se na **prvoj probi** svi glumci i članovi tima predstave i objasne svoju ulogu u predstavi. Nakon toga redatelj objašnjava viziju predstave. Svoju priču može potkrijepiti fotografijama, skicama, kolažima kako bi svima bio jasan koncept [98]. Nakon toga slijede **čitalačke probe**, tj. probe čitanja teksta. Paralelno vježbama čitanja se daju upute

za pozornicu. Kroz ove probe je dobro provoditi i razvoj likova i njihovih odnosa te vježbe povezivanja glumaca, kako bi na pozornici djelovali skladno [99].

Slijede **probe kretanja** glumaca po pozornici (engl. blocking rehearsals). Ove probe opisuju lokacije glumaca na sceni i njihovo kretanje kroz scenu. Kako bi im se to olakšalo, na pozornicu se može staviti privremena scenografija (dok je prava još u izradi), na primjer stolice koje glume kauč ili ormar, oznake na podu pomoću pik trake i slično. Glumci mogu voditi bilješke u svojim scenarijima kako bi im bilo lakše zapamtiti svoje položaje. Ako se radi o duljoj predstavi, ona se može razlomiti u manje dijelove, a ove probe se mogu podijeliti u nekoliko termina. Svaki sljedeći termin treba ponoviti kretanja prethodnih dijelova scenarija [98]. Naravno, na ovim probama treba voditi računa i o tome gdje će se nalaziti roboti-glumci i bilježiti dodatne upute za programere. Ako u nekim scenama ne sudjeluju svi učenici, nije nužno da taj dan dođu na probe, kako ne bi dekoncentrirali učenike trenutno na pozornici.

Slijede **radne i razvojne probe** gdje se u dijelovima prolazi kroz predstavu, popravljajući problematična područja i omogućujući učenicima više zajedničke vježbe. Podrazumijeva se da su učenici samostalno, između proba, naučili tekst napamet. Kroz 10 do 15 proba, trebali bi se slobodno kretati pozornicom, bez teksta u rukama. Ukoliko se ne mogu sjetiti pojedine rečenice, može im se pomoći [98]. Kako je proizveden ili nabavljen koji dio scenografije ili rekvizita, on se dodaje na pozornicu. To omogućuje glumcima postepeno prihvaćanje konačne postave pozornice [99]. **Probe poliranja** su probe u kojima glumci više nemaju tekstove u ruci [100]. Ukoliko dođe do promjene u nekoj sceni, provode se probe vezane samo uz taj dio predstave. Prvo nekoliko proba bez rekvizita, a zatim s rekvizitima, kako bi učenici zapamtili promjene [100]. **Tehničke probe** u probe uključuju i tehničare koji brinu o svjetlu, zvučnim efektima, mikrofonima, specijalnim efektima [99]. Kada učenici usvoje tekst, kretnje pozornicom i sve promjene, na red dolaze **probe u kostimima**. Kod ovih proba treba imati na umu moguće probleme dok učenici mijenjaju odjeću, pa ukoliko je potrebno, učenici mogu vježbati samo to. Ovih proba ne bi trebalo biti previše, kako se predstava ne bi „prenaučila“ [100]. Proba u kostimima se naziva i **generalnom probom**, tj. posljednjom probom prije samog nastupa. Osim odjeće, glumci na sebi imaju i frizure i šminku kakva se očekuje na nastupu.

### 4.3. Sinkronizirati glumce i robote-glumce

Sinkronizacija glumaca i robota-glumaca je iterativni proces prethodna dva koraka: podešavanje kretnji i ponašanja robota kroz programiranje te kretnji glumaca. Tek kada su zajedno na sceni možemo provjeriti jesu li sva vremena i položaji dobro usklađeni. U ovom koraku uvijek bavimo i usavršavamo scene [79]. Kontinuirano moramo provjeravati prenosi li robot adekvatno namjere i emocije, jesu li sinkronizirani njegovi neverbalni i verbalni izrazi, kreće li se ispravno po pozornici te izgleda li prirodno njegova interakcija s ljudima. Cilj je osigurati da se svi glumci, roboti-glumci, rekviziti, scenografija, svjetla i zvuk isprepliću u jedinstvenu i dosljednu cjelinu [79].

## 5. Izvedba

Posljednji korak u procesu nastanka predstave je izvedba pred publikom. Najveća nagrada za sve uključene je pljesak nakon predstave, a dodatna povratna informacija se može dobiti kroz upitnike za procjenu kvalitete.

### 5.1. Izvesti predstavu

Izvedba je korak u predstavi gdje se sama predstava izvodi pred publikom. To mogu biti drugi učenici u školi, sumješteni, nastup u susjednom gradu ili sudjelovanje na natjecanju ili smotri kazališnih predstava s robotima, kao što je na primjer RoboCup Onstage [95].

### 5.2. Procijeniti kvalitetu

Procjenu kvalitete je moguće napraviti iz perspektive učenika koji su radili na samoj predstavi te iz perspektive gledatelja. Iz perspektive učenika ta refleksija može biti na tijek pripreme predstave, na

izvedbu predstave te na ulogu robota u predstavi. Primjeri pitanja dani su u tablicama 6, 7 i 8 [95][101][102].

Nakon održane predstave bilo bi dobro s učenicima porazgovarati o cijelom procesu izrade predstave kao i dojmovima samog nastupa. Pri tome se mogu koristiti strukturirane diskusije, prezentacije, dnevnik dojmova [79], fotografije, pa čak i anonimni upitnik. Neke od tema o kojima se može porazgovarati su što su novoga naučili tijekom pripreme predstave, kako su podijelili posao, jesu li funkcionirali kao tim, jesu li imali problema pri pripremi predstave i kako su ih riješili, što misle kako se predstava svidjela publici, je li izazvala emocije kod publike, potaknula ih na gledanje i slično.

Učenici neka razmisle je li robot djelovao prirodno na pozornici, kako je manipulirao predmetima, provodio interakciju s ljudima ili drugim robotima, je li pri tome koristio senzore, je li interakcija izgledala prirodno i slično. Kako se ovdje radi o predstavi uz korištenje robota, dobro je osvrnuti se i na sam tehnički aspekt predstave i robota. Neka učenici istaknu što misle da je bilo posebno u korištenim i razvijenim robotima iz perspektive mehaničkog dizajna robota, elektroničkog dizajna i ožičenja, korištenih senzora, programskog rješenja, interakciji robota i okoline (ljudskih glumaca ili predmeta) te što je posebno inovativno u njihovoj predstavi.

Drugi pogled na procjenu kvalitete je iz perspektive publike. Na kraju predstave se publika može zamoliti da odgovori na kratki anonimni upitnik ili ispuni knjigu dojmova. Komentari publike mogu biti dobar putokaz za sljedeće predstave, kao i dati pozitivan poticaj učenicima za sudjelovanje u sličnim projektima.

<p><b>Refleksija na tijek pripreme predstave</b></p> <p>Što ste novog naučili?</p> <hr/> <p>Tko je pri izradi predstave bio zadužen za koji dio?</p> <hr/> <p>Kako ste funkcionirali kao tim?</p> <hr/> <p>Kako ste riješili probleme na koje ste naišli putem? Navedite konkretan primjer.</p> <hr/> <p>Što mislite, kako se predstava svidjela publici?</p> <hr/>
---

Tablica 6. Upitnik o refleksiji na tijek pripreme predstave.

Refleksija na izvedbu predstave	Početno	Srednje	Napredno	Premašeno
<b>Implementacija tehnoloških elemenata predstave</b>				
Kretnje robota su prirodne.				
Robot se snalazi u prostoru pozornice.				
Postoji interakcija robota s ljudima i/ili rekvizitima.				
Postoji detekcija objekata ili ljudi.				
Robot može manipulirati objektima (npr. prihvatiti, pritisnuti, okrenuti, prenijeti).				
Robot može izražavati emocije (na svom licu ili kretnjama, svjetlom ili zvukovima).				

Glas, govor ili zvukovi s robota su dovoljno glasni i na temelju njih je moguće prepoznati koji ih robot-glumac proizvodi.				
Verbalni i neverbalni izrazi robota su sinkronizirani.				
<b>Interakcija s robotom</b>				
Interakcija između ljudi i robota je zanimljiva i povezana s temom predstave.				
Interakcija između ljudi i robota djeluje prirodno i nenametljivo.				
Robot koristi komplicirane pokrete koji su povezani s pričom.				
Pri interakciji se koriste senzori.				
Pri interakciji se koriste senzori koji prepoznaju ljudske geste, izraze lica, govor ili slično.				
Više dijelova robota se intenzivno koristi pri interakciji (npr. senzori i motori su usklađeni).				
Postoji interakcija između robota i rekvizita koja je povezana s pričom.				
Interakcija između robota i rekvizita privlači pažnju i daje dodatnu vrijednost predstavi.				
Postoji interakcija između više robota na pozornici.				
<b>Kvaliteta izvedbe u cjelini</b>				
Tema je jasno prikazana kroz cijelu predstavu.				
Predstava potiče publiku na gledanje.				
Predstava izaziva emocije kod publike.				
Publici je jasna priča predstave.				
Kontekst predstave je prilagođen ciljanoj publici (prema dobi, predznanju i slično).				
U predstavi je jasno vidljivo kada i gdje se odvija radnja.				
Iz predstave su jasni odnosi između likova u priči (npr. tko je pozitivan, a tko negativan lik).				
Kostimi robota su usklađeni s predstavom i daju joj dodatnu vrijednost.				
U predstavi se učinkovito koristi prostor pozornice i scenografija.				
Dizajn i veličina robota su prilagođeni predstavi.				

Tablica 7. Upitnik o refleksiji na izvedbu predstave.

**Refleksija na ulogu robota u predstavi – što je posebno dobro izvedeno na robotu za predstavu (navesti primjer):**

Mehanički dizajn robota (npr. kako se kreće, vrsta kotača, koliko je stabilan, ima li funkcionalne ruke, glavu, lice, koristi li pneumatiku i slično):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Elektronički dizajn i ožičenje (izbor materijala, mikroupravljača, izrada vlastite elektronike, žice ne ometaju rad robota i slično):

Senzorika (npr. snalaženje u neplaniranim situacijama, robot osluškuje okruženje kako bi mogao reagirati, koristi se više senzora za bolju detekciju i reakciju i slično):

Programsko rješenje (izbor programskog jezika, poteškoće, odvažna funkcija, korištenje AI, VR, AR, proces testiranja):

Interakcija (npr. robot koristi kameru, podiže predmete, izražava emocija na temelju senzora i slično):

Inovacija:

Tablica 8. Uпитnik o refleksiji na ulogu robota u predstavi.

## 5.2. Postizanje realističnosti kod robota-glumaca

Scenografija, rasvjeta i zvuk značajno doprinose prenošenju poruke predstave sa pozornice do publike. No, za prezentaciju priče ipak su najvažniji glumci i način na koji oni priču interpretiraju. Način na koji se priča isporučuje, a koji utječe i na verbalnu interpretaciju, kao i na mimiku i pokret, umnogome ovisi o samom teoretskom osmišljavanju kazališta kao i od metode kojom glumac gradi svoj lik. Sam odnos glumca i publike razvija se između dva krajnja pola: starogrčkog kazališta, gdje glumac otvoreno komunicira s publikom, i naturalističkog kazališta modernog doba, u kojem se glumac s tzv. „četvrtim zidom“ izolira od publike ispred pozornice [103]. Čak i položaj koji glumac zauzima u društvu utječe na način na koji glumi. Glumac može igrati ulogu svećenika (kao u staroj Grčkoj ili tradicionalnom azijskom kazalištu) koji se izravno obraća publici. Glumci u rimskom ili elizabetinskom kazalištu u Engleskoj bili su ili robovi (ili oslobođenici) ili šticećnici moćnih ličnosti. Njihov pristup publici stoga je bio puno skromniji i suzdržaniji [103]. S erom romantike u svijet kazališta ulazi i glumac - buntovnik, koji i kroz klasične tekstove publici želi prenijeti političku poruku [103]. U svojoj glumi glumac mora uzeti u obzir osobnost lika kojeg glumi. Neke su uloge već unaprijed definirane tipičnim likovima, kao što je slučaj u kazalištu starog Rima, biblijski i povijesni likovi u europskom srednjovjekovnom i novovjekovnom kazalištu, dok su arhetipovi poput glavnog lika, mladića, naivca i negativca proizvod same tradicije kazališne umjetnosti [103]. Svaki glumac može izgraditi lik i način na koji će ga interpretirati uz pomoć raznih tehnika izgradnje lika. Slavni Konstantin Stanislavski zagovarao je potpuno mentalno sjedinjenje glumca s njegovim likom. Njegova učenica Stella Adler bila je otvorenija prema zamislima glumaca o liku koji će glumiti, a kod Ute Hagen metoda se odmiče od opsežne analize karaktera i teži jednostavnijim primjerima iz svakodnevnog života koji okružuje glumce [104].

Kako god pristupili, ključno je kako ćemo zamišljeni lik prikazati na pozornici. Dočaravanje dojma stvarnosti na pozornici osnovna je zadaća glumca. Svojim glasom, mislima, pokretom i izražavanjem emocija mora biti dovoljno dobar da uvjeri publiku u realnost svog lika. Stvarnost predstave kreirana je tako da je glumčevo iznošenje priče u većoj mjeri pokriveno idejama koje su posjetitelji imali prije ulaska u dvoranu, ali nije nužno da se glumac potpuno stopi sa svojim likom [105], već je dovoljno da uvjeri

publiku u stvarnost svog lika i njegove priče. Na primjer, kao lik, Hamlet je zamišljen kao mladi, šarmantni i lukavi princ. Da bi ga glumac mogao dočarati, nije nužno da je on zapravo takav (pogotovo po godinama), dovoljno je da njegova gluma sadrži sve te osobine.

Suprotno tome je pretjerivanje, s neprirodnim tonom glasa, pretjeranim izrazima lica i pojavom na pozornici. Granica između ta dva načina glume nije točno definirana jer je pretjerivanje u nekim žanrovima prikladno i poželjno (npr. komedija ili burleska), dok je u drugima (drama) deplasirano i kvari dojam izvedbe [104]. Analiza koju glumac radi za svoj lik prije početka proba je vrlo važna za uvjerljivost lika. Njome postavlja temelje za svoju interpretaciju lika. Kroz ovu analizu on upoznaje tko je njegov lik (osobnost), vrijeme i mjesto u kojem se lik nalazi, koji su glavni motivi lika u ovoj priči i što lik želi promijeniti u tijeku predstave [104]. Na ta se pitanja u najvećoj mjeri može odgovoriti detaljnom analizom teksta ili scenarija, a od njih kasnije logičnim zaključivanjem prijeći na ostale karakteristike lika koji gradimo i potom izvodimo na sceni [104]. Likovi koje glumci tumače mogu se uvelike razlikovati od predstave do predstave. Neki glumci imaju sposobnost prilagodbe vrlo različitim vrstama uloga. To je velika kvaliteta, ali nije dobro da ju se pokušava postići pod svaku cijenu. Scenarist i redatelj John Swanbeck vjeruje da je osobnost glumca njegovo najmoćnije oružje za izgradnju lika koji dobro tumači. Stoga smatra velikom greškom mnogih glumaca na početku karijere to što se pokušavaju snaći u svim mogućim ulogama, umjesto da se fokusiraju na one koje su im osobno bliže i u kojima su najuvjerljiviji [104]. Uvjerljivost na sceni, sinkronizacija glasa, mimike i pokreta, uz pomoć scenske tehnike, je ono što stvara dobru i uvjerljivu predstavu iz perspektive gledatelja.

Sličan pristup treba upotrijebiti i pri izradi predstave s robotima. Roboti su strojevi, no pri njihovom pretvaranju u robote-glumce moguće je obratiti pažnju na detalje kako bi i oni bili sposobni prenijeti značenje nekog događaja u predstavi. To je moguće učiniti pomoću [79]:

- verbalnih izraza kao što su prenošenje emocija kroz govor, njegova glasnoća i visina te raspon i varijacija glasa
- neverbalnih izraza kao što su izrazi lica, geste, držanje, položaj tijela i blizina ostalim likovima. Kako bi prenio neko značenje, robot-glumac može promijeniti smjer kretanja, brzinu, ubrzanje, veličinu, oblik i učestalost gesti i slično. Kako i ljudi, tako i roboti, svojim gestama mogu pojačati ili zamijeniti verbalnu poruku, usmjeriti način na koji se verbalna poruka treba protumačiti, mogu prenijeti osjećaje, emocije, namjere i želje
- fizičkog izgleda. Odjeća i kostimi odražavaju vremensko razdoblje predstave, a odjeća i dodaci pokazuju društveni i socijalni status lika i njegovu osobnost. Treba obratiti pažnju i na usklađenost stvarnog i očekivanog ponašanja robota-glumca, jer će gledatelji inače imati osjećaj nelagode, poznat pod nazivom jezovita dolina (engl. uncanny valley). Na temelju fizičkog izgleda, gledatelji će odrediti svoje stavove prema robotu
- svjetla što može biti boja i intenzitet svjetla na sceni, ali i na samom robotu (npr. svjetlo oko očiju robota)
- zvuka i glazbe koji dodatno pojačavaju dojam situacije u kojoj se likovi nalaze.

Kako bi gledatelji povjerovali robotima-glumcima da su uistinu živi i inteligentni, treba imati na umu sljedeće elemente [79]:

- autonomno ponašanje robota. Kako bi naglasili da su živi, roboti-glumci bi trebali izvoditi pokrete kao što su disanje, treptanje i vrpoljenje. Robot koji miruje djeluje kao stvar, kao da nije živ.
- pogled robota i kontakt očima daju dojam da robot sluša na ono što drugi glumci govore i rade i time pomaže povećati uvjerljivost lika
- pokreti robota-glumaca trebaju izgledati što prirodnije
- usklađenost između unutarnjeg stanja i neverbalnih izraza
- usklađenost između verbalnih i neverbalnih izraza
- odgovor u stvarnom vremenu na određene radnje ljudskih glumaca ili publike
- emocije robota. Kada određena situacija to zahtjeva, robot treba izraziti emociju i odgovoriti na emocije drugih likova. Izražavanje emocije je kratkog trajanja, nakon čega se robot mora vratiti u

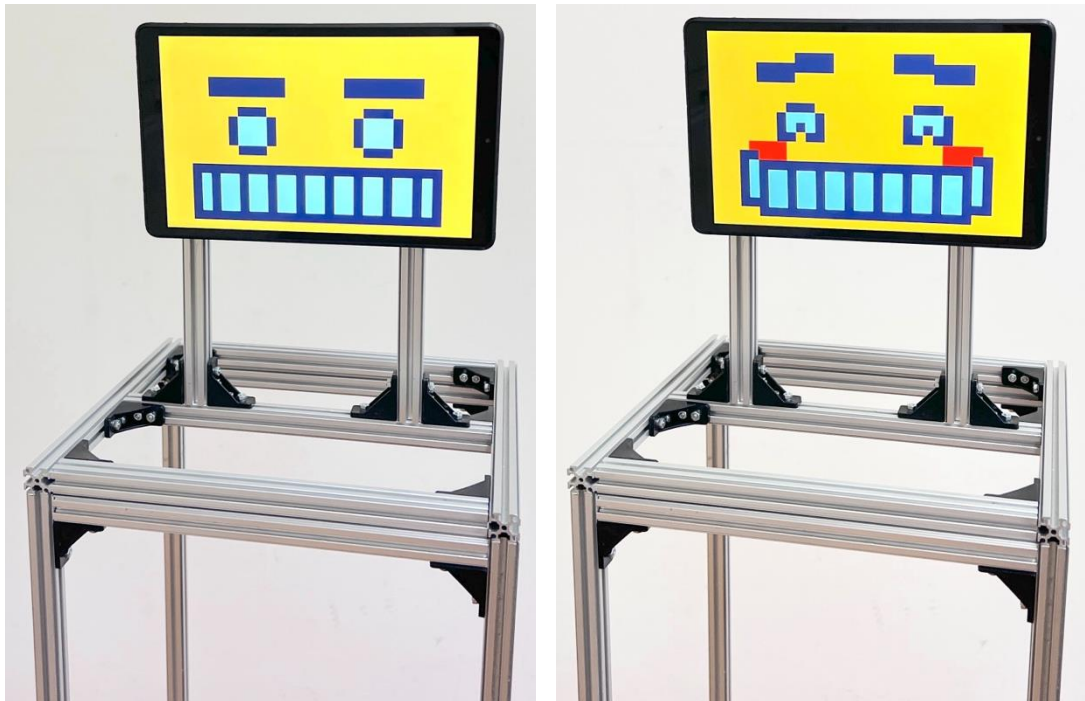
svoj neutralni izraz. Čimbenici koji utječu na intenzitet i vrstu emocija su npr. osobnost lika, intenzitet trenutnog raspoloženja, emocionalna zaraza (ponašanje prikladno emocionalnom stanju drugih likova), socijalna situacija, stav prema nekoj osobi ili objektu (sviđanje ili nesviđanje) i slično

- osobnost. Osobno je skup osobina koje karakter čine jedinstvenim, najčešće korištenjem verbalnih i neverbalnih izraza. Osobnost utječe na ponašanje likova, njihovo kretanje i govor. Kroz cijelu predstavu treba imati na umu osobnost robota-glumaca kroz dosljedne radnje kako bi osobnost postala uvjerljiva
- stav je spoj pozitivnih i negativnih osjećaja prema nekoj osobi, životinji, predmetu ili mjestu
- osobine likova i njihovi odnosi se mijenjaju tijekom vremena kao rezultat interakcije s drugima (npr. na početku priče se ne poznaju, na kraju se ožene)
- raspoloženje se mijenja tijekom predstave zbog promjena u fiziološkom stanju (bolesti, umor, glad), emocionalnih događaja, promjene stava prema osobama i stvarima, osobnih događaja lika i postizanja ciljeva (raspoloženje se mijenja ovisno o tome koliko dobro liku ide u postizanju cilja)
- empatija. Ljudi su više empatični prema članovima obitelji i prijateljima nego prema strancima, imaju jače reakcije kada imaju slično iskustvo. Kognitivna empatija uključuje razumijevanje tuđih osjećaja, misli i situacija (npr. robot-glumac govori „Izvršno! Odlično!“ dok drugi glumac donosi dobre vijesti). Afektivna empatija, odnosno emocionalna zaraza, je sposobnost doživljavanja emocija i osjećaja drugih i izražavanje tih emociju u skladu s drugima.
- pozadinska priča o robotu-glumcu sadrži detalje o liku, npr. dob, obitelj, životnu situaciju i drugo.

Kako bismo potvrdili koje od ovih osobina imaju više utjecaja na gledatelje da povjeruju da su roboti-glumci uistinu živi i inteligentni, provedeno je istraživanje među 20 nastavnika, nakon sudjelovanja na predavanju „Roboti u kazalištu“ u siječnju 2024. Prema istraživanju (Tablica 9), najvažnije osobine su „Pogled robota i kontakt očima“, „Kada određena situacija to zahtijeva, robot treba izraziti emociju“ te „Pokreti trebaju izgledati što prirodnije“. Najmanje bitne osobine su „Pozadinska priča o robotu-glumcu koja sadrži detalje o liku, npr. dob, obitelj, životna situacija“ te „Izvoditi pokrete kao što su disanje, treptanje i vrpoljenje“.

	Medijan	Srednja vrijednost	Najčešća vrijednost
Pogled robota i kontakt očima	5	4.5	5
Kada određena situacija to zahtijeva, robot treba izraziti emociju	5	4.5	5
Robot treba odgovoriti na emocije drugih glumaca	4.5	4.45	5
Osobnost	4.5	4.45	5
Odgovor u stvarnom vremenu na određene radnje ljudskih glumaca ili publike	4.5	4.35	5
Pokreti trebaju izgledati što prirodnije	5	4.3	5
Koherencija između verbalnih i neverbalnih izraza	4	4.25	4
Kognitivna empatija	4	4.2	4
Afektivna empatija, odnosno emocionalna zaraza	4	4.15	4
Raspoloženje robota se mijenja tijekom predstave	4	4.15	4
Osobine robota i odnosi se mijenjaju tijekom vremena	4	4.1	4
Empatija	4	4.05	4
Koherencija između unutarnjeg stanja i neverbalnih izraza	4	4.05	4
Stav	4	4	4
Izvoditi pokrete kao što su disanje, treptanje i vrpoljenje	4	3.95	4
Pozadinska priča o robotu-glumcu	4	3.75	4

Tablica 9. Osobine koje robot mora demonstrirati kako bi gledatelji povjerovali da je živ.

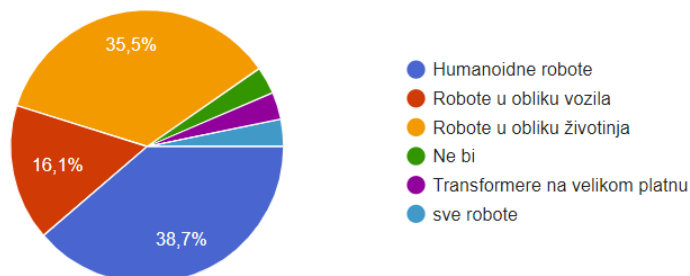


Slika 86. Primjeri izraza lica robota.

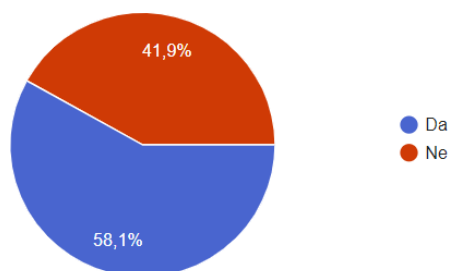
## 6. Roboti, kazalište i škola

### 6.1. Što učenici misle o predstavama s robotima-glumcima

Kako bismo saznali što učenici misle o ulozi robota kao glumaca u kazališnim predstavama, proveden je kratki upitnik. Upitnik su ispunili učenici koji su sudjelovali u izradi predstava s robotima u Trbovlju (Slovenija, 8 učenika), Ivanić-Gradu (Hrvatska, 5 učenika) te na Ljetnom robotičkom kampu Petica, Ivanić-Grad (Hrvatska, 18 učenika), njih ukupno 31. Rezultati su prikazani na slikama Slika 87 i Slika 88.



Slika 87. Dijagram učeničkih odgovora na pitanje „Koju vrstu robota biste najradije gledali u kazalištu“.



Slika 88. Dijagram učeničkih odgovora na pitanje „Gledao/la bih predstavu u kojoj su glumci samo roboti“.

Analizom odgovora na pitanje „Koju vrstu robota biste najradije gledali u kazalištu“ (Slika 87) može se zaključiti da je najizraženije zanimanje za humanoidne robote, koji su oblikom najbliži čovjeku te vjerojatno prva asocijacija na sam pojam „robot“. Nije iznenađujuće niti da je druga preferirana vrsta robot u obliku životinje, s obzirom da je to najbliže onome s čime se djeca susreću svakodnevno. Zanimljivo je za primijetiti i prisutnost robota u medijskim sadržajima, s obzirom na želju za gledanjem transformera u kazalištu, što upućuje na utjecaj tehnologije kroz filmsku industriju.

U pitanju „Gledao/la bih predstavu u kojoj su glumci samo roboti“ (Slika 88) možemo primijetiti kako nešto veći broj učenika želi dati priliku predstavama u kojima glume samo roboti i voljeli bi pogledati barem jednu takvu. Zanimljivo je to što su u prvom pitanju gotovo svi učenici (osim jednoga) naveli barem neku vrstu robota koju bi najviše voljeli vidjeti u kazalištu, a u drugom je pitanju gotovo polovica ispitanika odgovorila kako ne bi voljela gledati samo robote u predstavama. S obzirom na to da u prvom pitanju nije bilo definirano bi li uz robote glumili i ljudi, a u drugom pitanju je jasna definicija, dalo bi se zaključiti da su predstave u kojima su glumci i ljudi i roboti ipak nešto zanimljiviji i nešto što bi učenici radije odabrali nego li same robote na pozornici.

### 6.2. O čemu pričaju kratke dječje kazališne priče s robotima

Učenici Osnovne škole Eugen Kvaternik iz Velike Gorice su za vrijeme nastave Informatike napisali 79 priča s robotima kao glumcima. U pisanju priča sudjelovalo je 146 učenika, 82 djevojčice i 62 dječaka, stari između 9 i 15 godina. Njihove priče nastale su na temelju fotografija i kratkih opisa robota u Padletu. Analizom ovih priča mogu se otkriti stavovi učenika o robotima, kako ih doživljavaju i kako integriraju koncept robota u priču.

Najčešće spomenuta situacija u pričama je prijateljstvo (situacije u kojima robot ima ili nema prijatelja), zatim sukobi između robota te situacije u kojima je robot negativac (Tablica 10). Upravo ove teme pokazuju s čime su okruženi današnji mladi. Ove situacije su grupirane u teme prijateljstvo, rat, ljubav i drugo te su analizirane po spolu učenika. Pokazalo se, prema očekivanjima, kako su teme rata i konflikata prevladale kod dječaka (45%), s gotovo nezamjetnim spominjanjem ljubavi (3%). Iznenađujuće često su u svojim pričama i djevojčice opisivale sukobe (35%). Većina priča robote opisuje kao pozitivne likove (49% dječaka i 69% djevojčica), no taj stav se mijenja s godina učenika. 93% učenika petih razreda robote smatra pozitivnima, a samo 60% učenika osmih razreda dijeli taj stav. Detaljna analiza i zaključci su dani u [106].

Situacija	Broj priča
Robot ima barem jednog prijatelja	53
Međusobni sukobi robota	18
Robot je negativac	17
Robot ima obitelj	15
Robot je u svemiru	13
Robot leti	14
Robot se bori protiv ljudi	12
Robot spašava svijet	8
Robot obavlja svakodnevne ljudske poslove	8
Robot putuje kroz vrijeme	6
Robot se bavi sportom	4
Robot je zaljubljen	3
Robot je zarđao od tuge	3
Robot istražuje morske dubine	3
Robot voli glazbu	2
Robot je ljudima nakon nekog vremena dosadio	2
Spominjanje utjecajnih ličnosti suvremenosti	2

Tablica 10. Broj pojavljivanja pojedine situacije u dječjim pričama.

### 6.3. Primjeri dječjih priča

Učenici Osnovne škole Eugen Kvaternik iz Velike Gorice pod mentorstvom Dalie Kager su napisali mnoštvo priča s robotima kao glumcima. Dio tih priča je pretvoren u scenarije te realiziran na pozornici i prikazan u ovom priručniku. U nastavku je dan izbor priča učenika ove škole. Osim toga, kako bi se učenici iz cijele Hrvatske potaknuli na promišljanje o robotima na kazališnoj pozornici, organiziran je natječaj „Kazališna priča s robotima“, 2024. godine [109]. Nagrađene priče su također dane u nastavku.

#### Primjer 1. Prijateljstvo

Autorice: Jelena Kovačić i Lorena Katalenić

Škola: Ekonomska i birotehnička škola Bjelovar, Bjelovar

Mentor: Vesna Pavković-Dončević

##### 1. nagrada na natječaju „Kazališna priča s robotima“

Živio je davno robot po imenu Žuti. Bio je poseban, žut. Imao je sposobnost mijenjati boje svog metalnog oklopa prema osjećajima. Svaki put kada bi bio sretan, postao bi narančast, a kada bi bio tužan, postao bi plav. Žuti je bio usamljen. Želio je imati prijatelja s kojim će moći pričati i družiti se. Dok se šetao parkićem, ugledao je malog dječaka kako sjedi na klupi i plače. Žuti je odmah otrčao do njega. Pitao ga je zašto je žalostan, a dječak mu je odgovorio da nema prijatelje jer je drugačiji od ostale djece i osjeća se neprihvaćenim. „Današnja djeca stalno imaju mobitele u rukama i ne znaju se igrati u pijesku, ljuljati ili spuštati niz tobogan“, odgovorio je. Roditelji mu nisu mogli priuštiti mobitel jer su bili siromašni, ali on se nije ljutio na njih. Znao se zabaviti i bez mobitela, samo je želio društvo za igru. Žuti je odlučio razveseliti dječaka. Plesao je, pjevao i izvodio razne trikove kako bi ga nasmijao. Bio je sretan i promijenio je boju iz žute u narančastu. Dječaku je to bilo zabavno; oponašao je žutog. Navečer su bili umorni i odlučili su otići kući, a igru nastaviti sutradan. Provodili su mnogo vremena zajedno i postali su najbolji prijatelji. Žuti je

naučio dječaka da uz prijatelje svaka igra postaje veselija, izazovnija, ispunjena smijehom... Prijatelji čine nezaboravnim svaki trenutak života.

### **Primjer 2. Majstor Robert**

Autorice: Nikolina i Martina Bregar

Škola: Osnovna škola Žakanje, Žakanje

Mentor: Elvira Špelić Vidović

2. nagrada na natječaju „Kazališna priča s robotima“

Bio jednom jedan robot Robert koji je išao popraviti Eiffelov toranj jer su popadali neki dijelovi s njega. Robot je trebao prijeći dalek put do Pariza. Putem je izgubio alat, jer mu je prtljažnik bio otvoren. Morao se vratiti i pronaći izgubljeni alat. Izgubio je čekić, kliješta, odvijač i vijke. Prvo je otišao do jezera gdje je našao kliješta i a bome i ugledao vijke kod šarenih žaba. Veselo je zasvijetlio zelenom, plavom i bijelom bojom. Marljivo je sve pokupio i spremio u prtljažnik. Tražeći dalje kod farme je našao čekić i ugledao bijelog konja koji je pasao travu. Veselo je „blickao“ žutom bojom. I čekić je pospremio u prtljažnik. Već je pao mrak pa je morao upaliti svjetla jer put kroz šumu postajao je sve tamniji. Među visokim borovima pronašao je kliješta i spremio ih je u prtljažnik. Veselo je zasvijetlio zelenom bojom. Zasvijetlio je crvenim svjetlima i svirao veselu melodiju te nastavio put za Pariz, grad ljubavi.

### **Primjer 3. Kućni ljubimac**

Autorica: Petra Srebrenović

Škola: Ekonomska i birotehnička škola Bjelovar, Bjelovar

Mentor: Vesna Pavković-Dončević

3. nagrada na natječaju „Kazališna priča s robotima“

Kao rođendanski poklon dobila sam malog robota. Izenadila sam se tomu poklonu, nisam očekivala tako nešto i prvo što sam pomislila bilo je: „Što će to meni?“ Zatim sam ga počela proučavati. Mogao je govoriti. Izenadilo me što je njegov glas bio sličan mome. Zatim sam pratila njegove pokrete. Kretao se cijelo vrijeme za mnom, kao da me želi oponašati. Kada sam mu rekla da stane, poslušao me. Gledao je u mene robotskim očima kao da je stvarna osoba koja me razumije. Počela sam mu davati razne naredbe. Rekla sam mu da dođe i on bi mi se skroz približio. Zatim sam mu rekla da me prati i on bi opet poslušao. Pokušala sam čak i razgovarati s njim. Kada bih mu rekla: „Dobar dan“, on bi to također izgovorio. Zatim sam ga upitala kako je, a on je odgovorio: „Dobro sam“. Shvatila sam da on ima moć prepoznavanja glasa koji ga ispituje i da odgovara na pitanja. Tako je dobro bio programiran da sam u nekim trenucima pomislila da ima nešto ljudsko u sebi. Pomalo jezivo, zar ne!? Na trenutke me plašio kada bih slučajno izgovorila neku riječ, a on ponovio. Nakon nekog vremena toliko sam se navikla na njega da su mi dani bez njega nezamislivi. Prirastao mi je srcu – kao kad imaš kućnog ljubimca koji je uvijek s tobom, a ne moraš ga hraniti, već samo puniti baterije.

### **Primjer 4. Poklon za rođendan**

Autorica: Mateja, 6. razred

Škola: Osnovna škola Eugen Kvaternik, Velika Gorica

Mentor: Dalia Kager

U predstavi sudjeluju robot Jimu (Slagator) i djevojčica Lorena (smeđa kosa do ramena, plava haljina sa malim bijelim cvjetićima, bijele balerinke), mama (32 godine, plava duga kosa, crvena majica, crne traperice i bijele tenisice), tata (35 godina, smeđa kosa, plava kratka majica, crna trenirka i crne tenisice). Ispred, na početku pozornice, nalazi se drvena ograda, a iza nje mali zeleni travnjak na kojem se igra djevojčica Lorena s loptom.

Dok se igrala razmišljala je što bih htjela za rođendan. Dosjetila se da će od mame i tate zaželjeti robota. Došao je i taj dan - Lorenin rođendan.

MAMA: Dobro jutro Lorena, što bi ti za rođendan?

LORENA: Jutro mama! Za rođendan bih robota koji može mijenjati oblike.  
TATA, MAMA: (u isti glas): Može!  
(mama i tata ostavljaju Lorenu kod bake i odlaze u trgovinu)  
MAMA: Hej, hoćemo kupiti ovog robota po imenu Jimu?  
TATA: Pa zašto ne, samo pazi da se pretvara u razne oblike.  
MAMA: Piše da se pretvara u razne oblike.  
TATA: U redu, onda može.  
(Mama i tata vraćaju se po Lorenu da joj uruče poklon).  
LORENA: Vau! Baš je lijep! Nazvat ću ga Slagator.  
(Robot se počeo pretvarati u razne oblike, a Lorena je bila sretna. Svaki dan se igrala s njime.)  
LORENA: Slagatoru, ti si mi najbolji prijatelj, makar si robot!

### **Primjer 5. Spas Robograda (autor: Daniel, 5. razred)**

Autor: Daniel, 5. razred  
Škola: Osnovna škola Eugen Kvaternik, Velika Gorica  
Mentor: Dalia Kager  
Roboti: Lego Spike Prime

Robot Mike živi u Robogradu sa svojim prijateljem Scottijem. Robot Mike bi bio spasitelj Robograda. U tome bi mu pomogao prijatelj Scotti. Grad bi htjeli uništiti svemirci, a roboti Mike i Scotti napravili bi mač koji je svemoguć. Sve svemirce koje dotakne pretvara u prah od zlata. To zlato bi kasnije podijelili i nitko na svijetu više ne bi bio siromašan.

### **Primjer 6. Miševi ne pripadaju u WC-e**

Autor: Josip, 6. razred  
Škola: Osnovna škola Eugen Kvaternik, Velika Gorica  
Mentor: Dalia Kager  
Glavni lik: Billy  
Robot: Code & Go Robot Mouse Activity Set  
Mjesto radnje: Billyjeva soba

Bio jednom jedan mali dječak po imenu Billy. Billy je jako volio igrati video igru zvanu OSU! Igrao bi je svaki dan. Jednog dana kada je stigao iz škole... naravno, otišao je igrati OSU! na svom računalu. Tako je pokrenuo računalo i otvorio OSU! Billy je rekao: "Oh čovječe! Jedva čekam potrošiti svoj život i vrijeme na ovoj igri!" U svakom slučaju, ovaj put umjesto da igra neke lagane pjesme odlučio je... igrati najteže pjesme! I naravno, bio je loš u njima i izgubio je više puta. Ali Billy je imao majstorski plan! Odlučio je kupiti hakerski miš s ebaya po cijeni od samo 1\$! Billy nije smatrao ništa sumnjivim i kupio je miš. Dva dana kasnije - miš stiže! Odmah ga raspakira, odlazi na svoje računalo te ga priključuje. Njegovo računalo je počelo čudno raditi kada je priključio miš, ali nije puno razmišljao o tome i otvorio je OSU! Jednom u igri pokušao je igrati najtežu pjesmu i za svoje iznenađenje... Bio je još gori u njoj! Trebalo mu je samo minutu da shvati da... se prevario! Postao je tako ljut i frustriran da je otišao u svoju kupaonicu i bacio svoj miš u WC što je jače mogao i pustio vodu. Trenutak tišine. WC počinje proizvoditi klikajuće zvukove i ... EKSPLODIRA!!!

Od tog dana Billy je naučio nikada ne pokušavati varati u igrama i ne naručivati stvari s ebaya koje koštaju 1\$ i zvuče predobro da bi bile istinite.

KRAJ!

### **Primjer 7. Najbolji prijatelj robot**

Autori: Kiara, Roman i Dario, 8. razred  
Škola: Osnovna škola Eugen Kvaternik, Velika Gorica  
Mentor: Dalia Kager

Glavni lik: robot Izaija (MeccaNoid) i djevojčica Marija

Sporedni likovi: Ilija (Alpha 1 Pro) i Mojsije (Aelos 1S / Aelos 1 Pro)

Radnja počinje tako da malu djevojčicu Mariju vrijeđaju i tuku u školi. Njena mama je zbog toga naručila preko interneta robota Izaiju putem Facebooka, da joj bude prijatelj i da je brani. Kad je stigao, Mariji se Izaija svidio, pa su postali najbolji prijatelji. Jednog dana kad su išli skupa u školu, Mariji su se kolege iz razreda rugali zato što joj je jedini prijatelj Izaija. Kad je Izaija to čuo, pozvao je još svojih prijatelja robota - Iliju i Mojsija. Idući dan s Izaijom i Marijom došli su i Ilija i Mojsije. Izaija je bio sretan zato što je Marija bila sretna - jer napokon ima prijatelje.

Tako je Izaija postao najbolji prijatelj Mariji.

### **Primjer 8. Robočistač**

Autori: Valentina i Brigita, 8. razred

Škola: Osnovna škola Eugen Kvaternik, Velika Gorica

Mentor: Dalia Kager

Robot: Lego Spike Essentials

Robočistač je pomagao oko svih kućanskih poslova, no odjednom je odustao. Rastužilo ga je to što je uvijek morao raditi sve sam i nitko mu nije htio pomoći. Ponekad je htio odvojiti vrijeme za sebe, ali nije mogao jer je bio zauzet svim kućanskim poslovima. Robočistač je jednog dan samo prestao raditi i zahrđao je od tuge i depresije.

## **6.4. Što nastavnici i edukatori misle o robotima**

U svrhu procjene stavova nastavnika i edukatora prema robotima provedeno je istraživanje pomoću upitnika NARS (Negative Attitude Toward Robots Scale) [107]. Cilj istraživanja bio je istražiti otpor prema robotici među hrvatskim učiteljima koristeći negativne stavove prema robotima, budući da njihovi stavovi mogu izravno utjecati na učenike i njihove stavove (ograničena fizička izloženost tehnologiji, ali i utjecaj na njihovu percepciju). Upitnik je prikazan u Tablica 11. i sastoji se od 11 pozitivno i 3 negativno formuliranih stavki grupiranih u tri pod-skale:

- Pod-skala 1 (S1): Negativan stav prema situacijama interakcije s robotima
- Pod-skala 2 (S2): Negativan stav prema društvenom utjecaju robota
- Pod-skala 3 (S3): Negativan stav prema emocijama u interakciji s robotima.

U istraživanju su sudjelovala 62 ispitanika, nastavnika različitih razina formalne edukacije (od vrtića, osnovnih i srednjih škola do fakulteta), ali i edukatori iz udruga i drugih neformalnih oblika obrazovanja. Ispitanici su dobrovoljno sudjelovali na predavanju „Roboti u kazalištu“ ili radionicama programiranja Arduino mikroupravljača, no upitnik su ispunili prije samih aktivnosti. Rezultati odgovora na pojedinačne stavke upitnika prikazani su na Slika 89.

Prva pod-skala upitnika odnosi se na stavove prema interakciji čovjeka s robotima i iz danih rezultata da se zaključiti kako ispitanici nisu zabrinuti niti u strahu kada je u pitanju neka interakcija s robotima kao što je korištenje robota na poslu, stajanje ispred robota, upravljanje robotom pred drugima ili razgovor s robotom, a također i sama riječ robot im nije beznačajna. Ali, stav je potpuno drugačiji kada je u pitanju donošenje odluka od strane robota ili umjetne inteligencije, smatraju da to nikako ne bi bilo dobro.

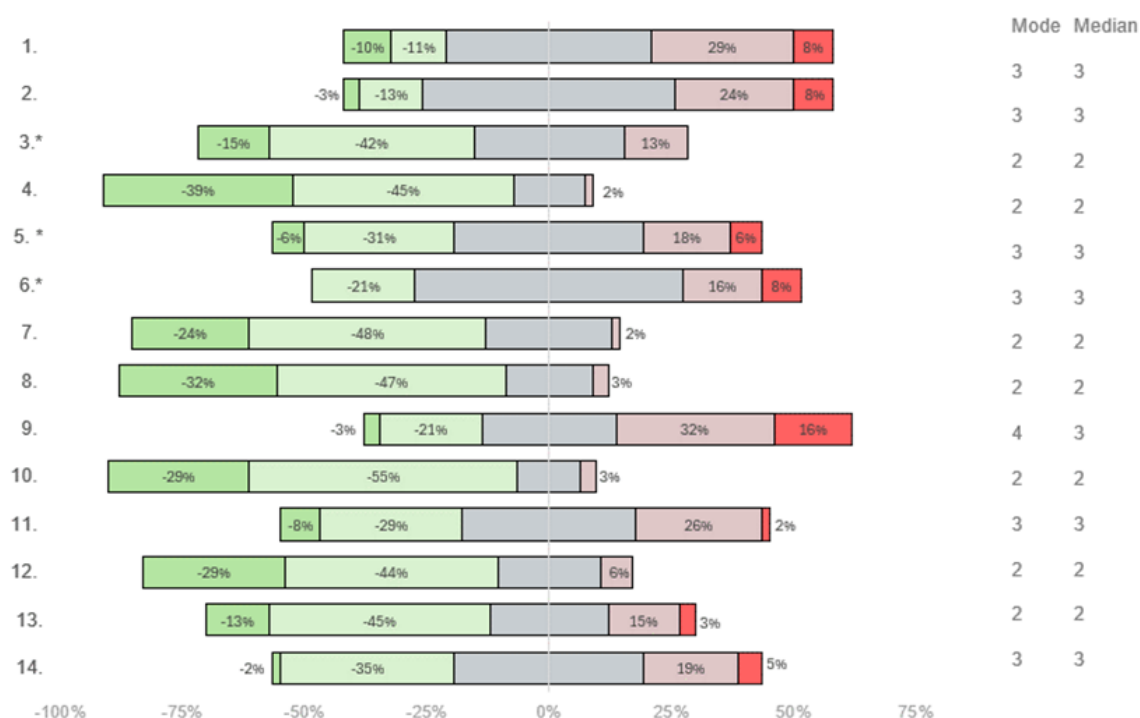
Pogledamo li stavke druge pod-skale, koje se odnose na društveni utjecaj robota, možemo vidjeti kako veći broj ispitanika ima negativan stav kada su u pitanju izazivanje nelagode u prisustvu robota te strah da bi se nešto loše dogodilo kada bi roboti bili živi i kada bismo previše o njima ovisili. No, dvije stavke izazivaju drugačije mišljenje ispitanika, a to je da većina njih smatra kako roboti ne mogu loše utjecati na djecu te kako roboti u budućnosti neće dominirati društvom.

Posljednju pod-skalu čine pozitivno formulirane stavke. Prema rezultatima vidljivo je da se ispitanici ne bi osjećali ugodno kada bi roboti imali emocije niti bi mogli razgovarati ili se sprijateljiti s njima tada. Dakle, izraženiji su negativni stavovi prema emocijama u interakciji s robotima.

Generalni rezultat provedenog istraživanja pokazao je da učitelji koji koriste robote u nastavi imaju manje negativne stavove prema svim pod-skalama upitnika. Razlike su najizraženije u ženskom uzorku koji pokazuje negativnije stavove nego muški uzorak. Detaljnija analiza je dana u članku [108].

NARS stavka	Stavka upitnika	Pod-skala
1	Osjećao/la bih se nelagodno kada bi roboti stvarno imali emocije.	S2
2	Nešto loše bi se moglo dogoditi kada bi roboti postali živa bića.	S2
3*	Osjećao/la bih se opušteno kada bih razgovarao/la s robotima.	S3
4	Osjećao/la bih se nelagodno kada bih dobio/la posao na kojem moram koristiti robote.	S1
5*	Kada bi roboti imali emocije, mogao/la bih se sprijateljiti s njima.	S3
6*	Osjećam se ugodno kada sam s robotima koji imaju emocije.	S3
7	Riječ "robot" meni ništa ne znači.	S1
8	Osjećao/la bih se nervozno kada bih upravljao/la robotom pred drugim ljudima.	S1
9	Ne bi mi se svidjela ideja da roboti ili umjetna inteligencija donose odluke o stvarima.	S1
10	Osjećao/la bih se vrlo nervozno čak i kada bih samo stajao/la ispred robota.	S1
11	Imam osjećaj da ako previše ovisim o robotima, nešto loše bi se moglo dogoditi.	S2
12	Osjećao/la bih se paranoično kada bih razgovarao/la s robotom.	S1
13	Zabrinut/a sam da bi roboti mogli imati loš utjecaj na djecu.	S2
14	Imam osjećaj da će u budućnosti društvom dominirati roboti.	S2

Tablica 11. Pitanja skale negativnih stavova prema robotima. \* obilježava reverzne stavke



Slika 89. Frekvencija odgovora po pojedinim pitanjima: tamno zelena – u potpunosti se ne slažem, svjetlo zelena – ne slažem se, siva – niti se slažem, niti se ne slažem, roza – slažem se, crvena – u potpunosti se slažem.

## 6.5. Veza koraka izrade kazališne predstave s robotima i vještinama 21. stoljeća

Vještine potrebne za uspješan život u modernom informatičkom dobu se nazivaju vještine 21. stoljeća. Mogu se podijeliti u tri skupine vještina: vještine učenja, vještine pismenosti i životne vještine (Slika 90). Postoje i druge vrste podjela, no srž ostaje slična.

Vještine učenja (engl. learning skills) se u engleskom jeziku često nazivaju „četiri C“ prema prvim slovima njihovih naziva. Ove vještine uključuju mentalne procese potrebne za prilagodbu budućem radnom okruženju. Vještine učenja su:

- **kritičko razmišljanje** (engl. critical thinking) koje uključuje analizu dostupnih informacija, činjenica, dokaza, zapažanja i argumenata kako bi donijeli informirani zaključak i odluku. Pomoću njega prepoznamo dvosmislenost, učimo ispitivati, tumačiti, obrazlagati i razmišljati [111]
- **kreativnost** (engl. creativity) opisuje razmišljanje izvan okvira, omogućuje sagledavanje problema iz druge perspektive što dovodi do inovacija [110]
- **suradnja** (engl. collaboration) obuhvaća rad s drugima, učenje postizanja kompromisa i zajedničkog traženja najboljeg rješenja problema. Često uključuje spremnost žrtvovanja dijela svojih ideja i prihvaćanje tuđih rješenja [110]
- **komunikacija** (engl. communication) obuhvaća razgovor s drugima, uči kako učinkovito prenijeti ideje između različitih vrsta ljudi kako bi eliminirali potencijalne nesporazume [110].

Vještine pismenosti (engl. literacy skills) se u engleskom jeziku često nazivaju IMT i uključuju prepoznavanje i kritičku analizu činjenica, prvenstveno povezanih s podacima na Internetu. Vještine pismenosti su:

- **informacijska pismenost** (engl. information literacy), koja obuhvaća razumijevanje činjenica, podataka, statistike i brojeva. Procjenjuje potrebu za informacijama, njihovo lociranje, procjenu, pohranjivanje, dohvaćanje i korištenje za rješavanje problema [112]
- **medijska pismenost** (engl. media literacy), koja obuhvaća razumijevanje metoda objave informacija. Uključuje sposobnost pristupa, analize, razumijevanja, evaluacije i stvaranja komunikacije u različitim oblicima, tj. prirodu, tehnike i utjecaje medijskih poruka [112]
- **tehnološka pismenost** (engl. technology literacy), koja obuhvaća razumijevanje korištenih uređaja i strojeva, npr. računala, mobilnih uređaja i drugih. Kroz ovu pismenost učenici uče koji uređaji služe za obavljanje kojih zadataka i kako se samim time otklanja mogući strah od korištenja tehnologije [110].

Životne vještine (engl. life skills) se u engleskom jeziku često nazivaju FLIPS vještine i uključuju osobne i profesionalne kvalitete svakog pojedinca. Životne vještine su:

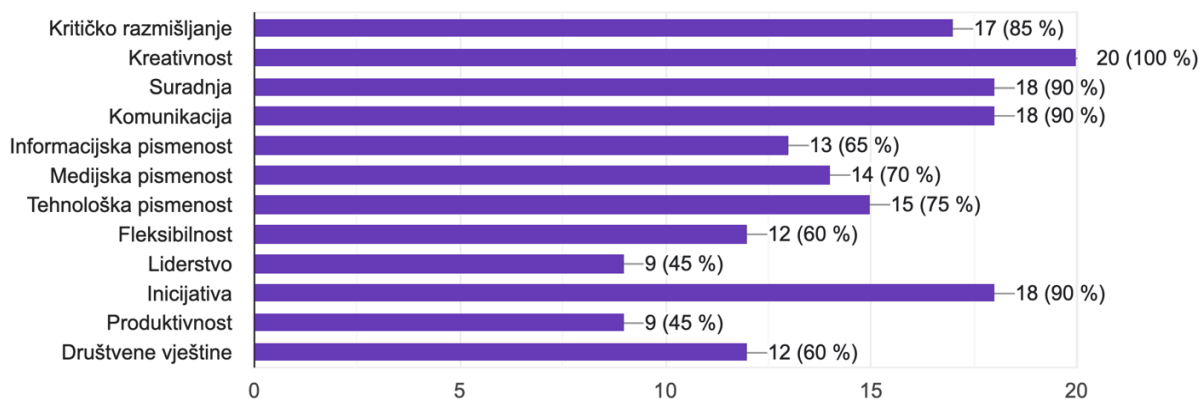
- **fleksibilnost** (engl. flexibility) koja obuhvaća odstupanje od planova prema potrebi kako bi se prilagodili promjenama. Učenici moraju naučiti da njihove ideje nisu uvijek najbolje, kako to prepoznati i priznati da su pogriješili, kada i kako se promijeniti i kako reagirati na promjenu [110]
- **vodstvo** (engl. leadership) je vještina kojom motiviramo tim kako bi postigao zadani cilj. Za one koji trenutno nisu voditelji tima, ova vještina pomaže razumjeti odluke koje je voditelj donio. Na taj način pojedinac razvija svoju vještinu kako bi bio spreman biti voditelj kada dođe u tu poziciju [110]
- **inicijativa** (engl. initiative) uči kako samostalno pokrenuti projekte. To je spremnost da se iskorači s idejom i preuzme rizik ostvarenja te ideje. Uči učenike kako si postaviti ciljeve, planirati kako postići te ciljeve i provoditi svoje planove [113]
- **produktivnost** (engl. productivity) uči kako ostati učinkovit pod pritiskom, kako završiti zadani posao u predviđenom vremenu, tj. kako učiniti što više u kraćem vremenu. Učeći ovu vještinu, učenici otkrivaju svoj način na koji rade najbolje poštujući pristupe drugih ljudi [110]
- **društvene vještine** (engl. social skills) pomažu kod upoznavanja i umrežavanja s drugima na obostranu korist. Ove vještine uključuju učenje bontona, pristojnost, manira i čavrljanja [110].



Slika 90. Vještine 21. stoljeća.

Rad na kazališnoj predstavi s robotima-glumcima razvija sve navedene vještine, neke u većem, neke u manjem obimu. Na temelju provedenog upitnika među 20 nastavnika i edukatora, nakon odslušanog predavanja „Roboti u kazalištu“ nastalog na temelju ovog priručnika (siječanj 2024. godine), dobiveni su rezultati koje vještine će učenici razviti pri izradi kazališne predstave s robotima. Svi ispitanici se slažu da izrada predstave s robotima razvija kreativnost (100%), 90% njih se slaže da razvija komunikaciju, suradnju i inicijativu, a 85% kritičko razmišljanje. Slijede tehnološka pismenost sa 75%, medijska pismenost (70%), informacijska pismenost (65%), fleksibilnost i društvene vještine (60%). Vještine koje se najmanje razvijaju su liderstvo i produktivnost, za koje se 45% ispitanika slaže da ih se ipak razvija pri izradi predstave.

U istraživanju provedenom nakon predavanja „Ima li mjesta robotima u kazalištu?“ (travanj 2024. godine), nastalog na temelju ovog priručnika, 27 ispitanika je procijenilo za svaki korak izrade predstave koju vještinu razvija (Tablica 12, Tablica 13, Tablica 14). Pokazalo se kako svaki korak predstave utječe na razvoj više vještina, a gotovo svi koraci utječu na razvoj kreativnosti i suradnje. Na razvoj kritičkog mišljenja posebno utječu koraci izbora robota i procjene kvalitete izvedene predstave. Komunikacijske vještine se najviše razvijaju pri izradi dijagrama kretanja robota, sinkronizaciji robota i glumaca i u samoj izvedbi predstave pred publikom. Najzastupljenija vještina pismenosti je medijska pismenost, zastupljena u gotovo svim koracima izrade predstave, osim kod direktnog rada s robotima gdje dominira razvoj tehnološke pismenosti. Informacijska pismenost se najviše razvija kod dobivanja ideje i izbora robota. Životne vještine su najmanje zastupljene, no ipak dobivanje ideje za predstavu razvija inicijativu i vodstvo, pisanje scenarija produktivnost i inicijativu, izrada rekvizita, scenografije, rasvjete i ozvučenja razvija produktivnost, a glumačke probe i sinkronizacija glumaca i robota društvene vještine. Ova analiza pokazuje kako rad na kazališnim predstavama s robotima uvelike doprinosi kako novim znanjima, tako i cjelokupnom razvoju vještina 21. stoljeća.



Slika 91. Koje vještine 21. stoljeća razvija rad na kazališnoj predstavi s robotima.

Korak izrade predstave	Kritičko razmišljanje	Kreativnost	Suradnja	Komunikacija
Dobiti ideju	10	22	17	17
Osmisliti i napisati priču	12	23	17	14
Izabrati robote	19	11	17	16
Napisati scenarij	12	23	17	15
Skicirati dijagram kretanja robota	16	15	19	20
Izraditi robote-glumce	15	22	18	14
Izraditi kostime	11	23	18	16
Izraditi rekvizite	8	22	18	14
Izraditi scenografiju, rasvjetu i ozvučenje	9	21	20	14
Programirati robote-glumce	14	20	19	14
Provesti glumačke probe	10	16	22	16
Sinkronizirati glumce i robote-glumce	10	18	17	18
Izvesti predstavu	6	15	19	18
Procijeniti kvalitetu	16	13	17	14

Tablica 12. Veza vještina učenja i koraka izrade predstave.

Korak izrade predstave	Informacijska pismenost	Medijska pismenost	Tehnološka pismenost
Dobiti ideju	18	20	10
Osmisliti i napisati priču	14	19	8
Izabrati robote	15	6	17
Napisati scenarij	10	21	5
Skicirati dijagram kretanja robota	13	8	18
Izraditi robote-glumce	12	13	16
Izraditi kostime	7	14	11
Izraditi rekvizite	10	16	13
Izraditi scenografiju, rasvjetu i ozvučenje	7	18	15
Programirati robote-glumce	13	8	17
Provesti glumačke probe	8	19	9
Sinkronizirati glumce i robote-glumce	11	18	12
Izvesti predstavu	11	20	10
Procijeniti kvalitetu	11	16	11

Tablica 13. Veza vještina pismenosti i koraka izrade predstave.

Korak izrade predstave	Fleksibilnost	Vodstvo	Inicijativa	Produktivnost	Društvene vještine
Dobiti ideju	13	14	19	13	13
Osmisliti i napisati priču	11	12	14	14	11
Izabrati robote	13	9	10	15	11
Napisati scenarij	8	7	16	16	8
Skicirati dijagram kretanja robota	6	9	15	17	7
Izraditi robote-glumce	12	12	12	14	8
Izraditi kostime	10	11	11	14	8
Izraditi rekvizite	14	11	11	16	8
Izraditi scenografiju, rasvjetu i ozvučenje	13	10	11	16	11
Programirati robote-glumce	8	12	15	14	11
Provesti glumačke probe	10	11	12	12	14
Sinkronizirati glumce i robote-glumce	11	16	12	9	14
Izvesti predstavu	12	12	13	15	12
Procijeniti kvalitetu	6	13	11	12	9

Tablica 14. Veza životnih vještina i koraka izrade predstave.

\*crvenom bojom najbolji rezultat po pojedinom koraku predstave, plavom bojom po pojedinoj vještini

## 6.6. Veza koraka izrade predstave s kurikulumom

Svaki korak izrade predstave s robotima je usko povezan s ishodima učenja u srednjim strukovnim školama u Hrvatskoj i Sloveniji te izborom predmeta u osnovnim školama (Tablica 15) [114][115].

Korak izrade predstave	Hrvatska	Slovenija
<b>1. Planiranje predstave</b>		
<b>1.1. Dobiti ideju</b>	SŠ HJ B.1.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstem. SŠ HJ A.3.1. Učenik govori upućivačke i raspravljačke tekstove u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja.	
<b>1.1.1. Izabrati kontekst</b>	SŠ HJ A.3.1. Učenik govori upućivačke i raspravljačke tekstove u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja.	
<b>1.1.2. Proučiti dostupne robote</b>	OŠ INF A.1.1. Nakon prve godine učenja predmeta Informatika u domeni informacije i digitalna tehnologija učenik prepoznaje digitalnu tehnologiju i komunicira s njemu poznatim osobama uz pomoć učitelja u sigurnome digitalnom okruženju.	SŠ Tehnik računalništva - modul Uvod v računalništvo: dijak uporabi različne tehnike za prepoznavo problemov naročnikov
<b>1.1.3. Provesti oluju ideja</b>	SŠ HJ A.3.1. Učenik govori upućivačke i raspravljačke tekstove u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja. SŠ HJ A.3.2. Učenik sluša u skladu s određenom svrhom upućivačke i raspravljačke tekstove različitih funkcionalnih stilova i oblika. SŠ HJ A.4.1. Učenik raspravlja u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja.	SŠ Tehnik računalništva - modul: Računalniški produkti in storitve dijak oblikuje inovativno rešitev za reševanje podanega kompleksnega problema v skupini z metodo »design thinking«.

<b>1.2. Osmisliti i napisati priču</b>	SŠ HJ A.1.4. Učenik piše tekstove opisnoga i pripovjednog diskursa u kojima ostvaruje obilježja funkcionalnih stilova u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja. SŠ HJ B.1.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstom.	SŠ Medijski tehnik - modul Izražanje s sliko in zvokom (ISZ): Dijak bo zmožen: pripraviti elemente zasnove sinopsisa AV produkcije.
<b>1.2.1. Osmisliti priču</b>	SŠ HJ B.4.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstom.	
<b>1.2.2. Razraditi likove iz priče</b>	SŠ HJ B.4.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstom.	
<b>1.2.3. Odrediti atmosferu priče (odlučiti o kostimima, rekvizitima, fizičkoj (rasvjeta, dekoracije) i zvučnoj atmosferi)</b>		SŠ Medijski tehnik - modul Izražanje s sliko in zvokom (ISZ): dijak pozna dramaturške elemente scenskega, maskerskega in kostumografskega oblikovanja. dijak uporabi različne izvore svetlobe glede na objekt slikanja in prostora, v katerem se nahaja; dijak izbere zvok za različne medije.
<b>1.3. Izabрати robote</b>	OŠ INF C. 2. 1. Nakon druge godine učenja predmeta informatika u domeni digitalna pismenost i komunikacija učenik prema savjetima učitelja odabire uređaj i program za jednostavne školske zadatke.	SŠ Medijski tehnik - modul Multimedijaska produkcija: dijak spozna tradicionalne in sodobne naprave za interakcijo. dijak izbere in uporabi ustrezno programsko opremo; SŠ Tehnik računalništva - modul Uvod v računalništvo: dijak zbere in uporabi najprimernejšo digitalno tehnologijo za sporazumevanje, dijak svetuje drugim glede uporabe digitalnih tehnologij za komuniciranje
<b>2. Izrada scenarija</b>		
<b>2.1. Napisati scenarij</b>	SŠ HJ A.1.4. Učenik piše tekstove opisnoga i pripovjednog diskursa u kojima ostvaruje obilježja funkcionalnih stilova u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja. SŠ HJ B.1.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstom.	SŠ Medijski tehnik - modul Izražanje s sliko in zvokom (ISZ): dijak izdela sinopsis in scenarij AV sporočila
<b>2.1.1. Opisati likove</b>	SŠ HJ A.1.4. Učenik piše tekstove opisnoga i pripovjednog diskursa u kojima ostvaruje obilježja funkcionalnih stilova u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja. SŠ HJ B.1.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstom.	

<b>2.1.2. Opisati akcije</b>	SŠ HJ A.1.4. Učenik piše tekstove opisnoga i pripovjednog diskursa u kojima ostvaruje obilježja funkcionalnih stilova u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja. SŠ HJ B.1.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstom.	SŠ Medijski tehnik - modul Izražanje s sliko in zvokom (ISZ): dijak nariše v tloris prizorišča postavitev kamer ter gibanje igralcev in kamere
<b>2.1.3. Odrediti vremensko trajanje</b>	SŠ HJ A.1.4. Učenik piše tekstove opisnoga i pripovjednog diskursa u kojima ostvaruje obilježja funkcionalnih stilova u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja. SŠ HJ B.1.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstom.	SŠ Medijski tehnik - modul Multimedijaska produkcija: dijak razume kategorije časovnih prvin in njihove lastnosti
<b>2.1.4. Opisati položaje</b>	SŠ HJ A.1.4. Učenik piše tekstove opisnoga i pripovjednog diskursa u kojima ostvaruje obilježja funkcionalnih stilova u skladu sa svrhom i željenim učinkom na primatelja.  SŠ HJ B.1.4. Učenik se stvaralački izražava prema vlastitome interesu potaknut tekstom.	
<b>2.2. Skicirati dijagram kretanja robota</b>	SŠ HJ A.2.4 Učenik piše izlagačke tekstove u kojima ostvaruje obilježja funkcionalnih stilova u skladu sa svrhom teksta i željenim učinkom na primatelja. SŠ HJ A.3.4 Učenik piše upućivačke i raspravljajčke tekstove u kojima ostvaruje obilježja funkcionalnih stilova u skladu sa svrhom teksta i željenim učinkom na primatelja. SŠ LOG A.2. Učenik na različite načine dijagramira rečenice iskazane običnim jezikom i dijagrame prevodi na običan jezik.	SŠ Medijski tehnik - modul Izražanje s sliko in zvokom (ISZ): dijak nariše v tloris prizorišča postavitev kamer ter gibanje igralcev in kamere
<b>3. Priprema</b>		
<b>3.1. Izraditi robote-glumce</b>		SŠ Tehnik mehatronike - modul Robotika: dijak zgradi preprost mobilni robot s kolesi in ga krmili, po možnosti tudi regulira in vodi za izvedbo določene naloge
<b>3.2. Izraditi kostime</b>		SŠ Izdelovalec oblačil: modul Krojaštvo - ženska oblačila dijak upošteva želje strank in jim zna svetovati dijak nariše modne skice dijak skroji oblačilo, dijak izdelava oblačilo po meri

<b>3.3. Izraditi rekvizite za glumce i robote-glumce</b>		
<b>3.4. Izraditi scenografiju, rasvjetu i ozvučenje</b>	OŠ INF C. 5. 4. Nakon pete godine učenja predmeta informatika u domeni digitalna pismenost i komunikacija učenik upotrebljava multimedijske programe za ostvarivanje složenijih ideja u komunikacijskome ili suradničkom okruženju.	SŠ Medijski tehnik - modul Snemanje in montaža: dijak zna izabrati ustrezno osvetlitev; dijak posname ustrezen zvok k sliki;
<b>4. Proba</b>		
		SŠ Tehnik računalništva - modul Uvod v računalništvo: dijak izdela "minimalno sprejemljiv produkt" projekta in ga predstavi ciljni stranki
<b>4.1. Programirati robote-glumce</b>	OŠ INF A.2.1. Nakon druge godine učenja predmeta informatika u domeni informacije i digitalna tehnologija učenik objašnjava ulogu programa u uporabi računala. OŠ INF B. 2. 1. Nakon druge godine učenja predmeta informatika u domeni računalno razmišljanje i programiranje učenik analizira niz uputa koje izvode jednostavan zadatak, ako je potrebno ispravlja pogrešan redoslijed. OŠ INF B. 4. 2. Nakon četvrtne godine učenja predmeta informatika u domeni računalno razmišljanje i programiranje učenik rješava složenije logičke zadatke s računalom ili bez uporabe računala. OŠ INF C. 4. 1. Nakon četvrtne godine učenja predmeta informatika u domeni 78 digitalna pismenost i komunikacija učenik odabire prikladan program za zadani zadatak, preporučuje ga drugima te istražuje mogućnosti sličnih programa. OŠ INF C. 4. 2. Nakon četvrtne godine učenja predmeta informatika u domeni digitalna pismenost i komunikacija učenik osmišljava plan izrade digitalnoga rada, izrađuje i vrednuje rad. OŠ INF B. 5. 2. Nakon pete godine učenja predmeta informatika u domeni računalno razmišljanje i programiranje učenik stvara algoritam za rješavanje jednostavnoga zadatka, provjerava ispravnost algoritma, otkriva i popravljiva greške.	SŠ Tehnik računalništva - modul Uvod v računalništvo: dijak ustvari testni načrt in testne primere za implementirano rešitev dijak testira implementirano rešitev skladno s testnim načrtom, dijak odpravi napake v implementirani rešitvi SŠ Tehnik računalništva - modul Programiranje aplikacij: dijak piše aplikacije v izbranem orodju za razvoj okenskih aplikacij
<b>4.2. Provesti glumačke probe</b>		SŠ Tehnik računalništva - modul Uvod v računalništvo: dijak spremlja in vodi

		skupinsko projektno delo glede na izbrano agilno metodologijo
<b>4.3. Sinkronizirati glumce i robote-glumce</b>	OŠ INF A. 3. 2. Nakon treće godine učenja predmeta informatika u domeni informacije i digitalna tehnologija učenik objašnjava i analizira jednostavne hardverske/softverske probleme i poteškoće koji se mogu dogoditi tijekom njihove uporabe.	SŠ Tehnik računalništva - modul Uvod v računalništvo: dijak izbere rešitve kompleksnih problemov, ki se nanašajo na spreminjanje, izpopolnjevanje, izboljševanje in vključevanje novih vsebin in informacij v obstoječe znanje, SŠ Tehnik računalništva - modul Programiranje aplikacij: obravnava dogodke (ki jih sproži miška, tipkovnica, ura), SŠ Tehnik mehatronike - modul Robotika: dijak zna določiti koordinatni sistem robota dijak zna uporabiti logične funkcije, dijak zna uporabiti časovne funkcije, dijak zna uporabiti vhodno in izhodno enoto robotskega krmilnika
<b>5. Izvedba</b>		
<b>5.1. Izvesti predstavu</b>		SŠ Tehnik mehatronike - modul Robotika: dijak zna uporabiti vhodno in izhodno enoto robotskega krmilnika
<b>5.2. Procijeniti kvalitetu</b>	OŠ HJ B.1.1. Učenik izražava svoja zapažanja, misli i osjećaje nakon slušanja/ čitanja knjiže vnoga teksta i povezuje ih s vlastitim iskustvom. OŠ INF C. 4. 2. Nakon četvrte godine učenja predmeta informatika u domeni digitalna pismenost i komunikacija učenik osmišljava plan izrade digitalnoga rada, izrađuje i vrednuje rad.	

Tablica 15. Ishodi učenja u školama Hrvatske i Slovenije i njihova povezanost s koracima izrade kazališne predstave s robotima (ishodi učenja u Sloveniji su navedeni na slovenskom jeziku).

## 7. Edukacijski roboti

Na tržištu postoji mnoštvo edukacijskih robota za razne dobne skupine, raznih izgleda, raznih oblika i razina složenosti. U Tablica 16 su dani neki od njih s linkovima na sastavljanje i programiranje, koji nisu nužno službeni linkovi samih proizvođača.

Robot	Sastavljanje robota	Programiranje robota
<b>Lego Mindstorms</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://makecode.mindstorms.com/tutorials">https://makecode.mindstorms.com/tutorials</a></li> <li>- <a href="https://www.lego.com/cdn/cs/set/assets/bltbef4d6ce0f40363c/LMSUser_Guide_LEGO_MINDSTORMS_EV3_11_Tablet_ENUS.pdf">https://www.lego.com/cdn/cs/set/assets/bltbef4d6ce0f40363c/LMSUser_Guide_LEGO_MINDSTORMS_EV3_11_Tablet_ENUS.pdf</a></li> <li>- <a href="#">Discover LEGO MINDSTORMS EV3 (video)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.lego.com/en-gb/themes/mindstorms/learntoprogram">https://www.lego.com/en-gb/themes/mindstorms/learntoprogram</a></li> <li>- <a href="https://ev3lessons.com/en/">https://ev3lessons.com/en/</a></li> <li>- <a href="#">LEGO MINDSTORMS Robot Inventor Guide: How to Program Your Sensors (video)</a></li> <li>- <a href="https://makecode.mindstorms.com/examples">https://makecode.mindstorms.com/examples</a></li> <li>- <a href="https://ev3-help-online.api.education.lego.com/Education/en-gb/page.html?Path=editor%2FCreatingPrograms.html">https://ev3-help-online.api.education.lego.com/Education/en-gb/page.html?Path=editor%2FCreatingPrograms.html</a></li> <li>- <a href="https://education.lego.com/en-us/lessons/ev3-tutorials/">https://education.lego.com/en-us/lessons/ev3-tutorials/</a></li> </ul>
<b>Lego Spike Prime</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://spike.legoeducation.com/prime/models/">https://spike.legoeducation.com/prime/models/</a></li> <li>- <a href="https://education.lego.com/en-us/teacher-resources/lego-education-spike-prime/">https://education.lego.com/en-us/teacher-resources/lego-education-spike-prime/</a></li> <li>- <a href="https://education.lego.com/en-us/product-resources/spike-prime/downloads/building-instructions/">https://education.lego.com/en-us/product-resources/spike-prime/downloads/building-instructions/</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://spike.legoeducation.com/prime/unit-plans/">https://spike.legoeducation.com/prime/unit-plans/</a></li> <li>- <a href="https://spike.legoeducation.com/prime/help/lls-help-python">https://spike.legoeducation.com/prime/help/lls-help-python</a></li> <li>- <a href="#">SPIKE Prime Tutorials (video playlist)</a></li> <li>- <a href="https://education.lego.com/en-au/lessons/prime-competition-ready/my-code-our-program/">https://education.lego.com/en-au/lessons/prime-competition-ready/my-code-our-program/</a></li> <li>- <a href="https://www.cmu.edu/roboticsacademy/roboticscurriculum/Lego%20Curriculum/lego_spike_prime_resources.html">https://www.cmu.edu/roboticsacademy/roboticscurriculum/Lego%20Curriculum/lego_spike_prime_resources.html</a></li> </ul>
<b>Lego Spike Essentials</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://spike.legoeducation.com/essential/models/">https://spike.legoeducation.com/essential/models/</a></li> <li>- <a href="https://education.lego.com/en-us/teacher-resources/lego-education-spike-essential/start-here/lego-education-spike-essential-start-here-play-student/">https://education.lego.com/en-us/teacher-resources/lego-education-spike-essential/start-here/lego-education-spike-essential-start-here-play-student/</a></li> <li>- <a href="https://education.lego.com/en-us/product-resources/45345-spike-essential-resource-page/downloads/building-instructions/">https://education.lego.com/en-us/product-resources/45345-spike-essential-resource-page/downloads/building-instructions/</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://spike.legoeducation.com/essential/unit-plans/">https://spike.legoeducation.com/essential/unit-plans/</a></li> <li>- <a href="https://education.lego.com/en-us/lessons/?products=SPIKE%E2%84%A2+Essential">https://education.lego.com/en-us/lessons/?products=SPIKE%E2%84%A2+Essential</a></li> <li>- <a href="https://www.robotsgottalents.com/spike-essential-zone">https://www.robotsgottalents.com/spike-essential-zone</a></li> <li>- <a href="https://spike.legoeducation.com/essential/help/lls-help-python">https://spike.legoeducation.com/essential/help/lls-help-python</a></li> </ul>
<b>Fischer-technik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.fischertechnik.de/en/service/information-and-updates/downloads">https://www.fischertechnik.de/en/service/information-and-updates/downloads</a></li> <li>- <a href="#">FischerTechnik Lessons (video tutorials - assembling and programming)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/learning/spielen/earlycoding/begleitmaterial-early_coding.pdf">https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/learning/spielen/earlycoding/begleitmaterial-early_coding.pdf</a></li> <li>- <a href="https://cfw.ftcommunity.de/ftcommunity-TXT/de/programming/brickly/">https://cfw.ftcommunity.de/ftcommunity-TXT/de/programming/brickly/</a></li> <li>- <a href="https://cfw.ftcommunity.de/ftcommunity-TXT/en/programming/python/">https://cfw.ftcommunity.de/ftcommunity-TXT/en/programming/python/</a></li> </ul>
<b>Cubelets</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://modrobotics.com/cubelets-getting-started-guide/">https://modrobotics.com/cubelets-getting-started-guide/</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://modrobotics.com/cubelets-blockly-tutorials/">https://modrobotics.com/cubelets-blockly-tutorials/</a></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://learn71.ca/wp-content/uploads/2018/08/Cubelets-Overall-Overview.pdf">https://learn71.ca/wp-content/uploads/2018/08/Cubelets-Overall-Overview.pdf</a></li> <li>- <a href="https://modrobotics.com/cubelets-robot-ideas/">https://modrobotics.com/cubelets-robot-ideas/</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://modrobotics.com/cubeletschat/introduce-programming-with-block-based-coding/">https://modrobotics.com/cubeletschat/introduce-programming-with-block-based-coding/</a></li> <li>- <a href="#">Create and Saving Programs with Cubelets Blockly (video)</a></li> </ul>
<b>mBot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/12822859943959-A-Beginner-s-Guide-to-mBot">https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/12822859943959-A-Beginner-s-Guide-to-mBot</a></li> <li>- <a href="#">How to Assemble mBot Step by Step (video)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://makeblockeducation.sharepoint.com/:b:/s/makeblockeducationassets/ERHScuMdS31BktUMQ1wTu7wBiSlcswQyohRqSbHZj3PCug?e=rzYv35">https://makeblockeducation.sharepoint.com/:b:/s/makeblockeducationassets/ERHScuMdS31BktUMQ1wTu7wBiSlcswQyohRqSbHZj3PCug?e=rzYv35</a></li> <li>- <a href="#">Setting up your MBot and transferring simple programmes (video)</a></li> <li>- <a href="https://learning.kidzcancode.com/course/introduction-to-robotics-using-makeblock-mbot/">https://learning.kidzcancode.com/course/introduction-to-robotics-using-makeblock-mbot/</a></li> <li>- <a href="https://forum.makeblock.com/t/sample-code-for-mbots/3348/2">https://forum.makeblock.com/t/sample-code-for-mbots/3348/2</a></li> <li>- <a href="https://ccr.fresnounified.org/wp-content/uploads/mBlock-Using-the-Sensors-Programs.pdf">https://ccr.fresnounified.org/wp-content/uploads/mBlock-Using-the-Sensors-Programs.pdf</a></li> </ul>
<b>Thymio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Introduction au robot Thymio (video)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Thymio Basic Tutorial (video)</a></li> <li>- <a href="https://www.thymio.org/teaching_resource/">https://www.thymio.org/teaching_resource/</a></li> <li>- <a href="https://assets.kogan.com/files/usermanuals/thymio-vpl-tutorial-en.pdf">https://assets.kogan.com/files/usermanuals/thymio-vpl-tutorial-en.pdf</a></li> </ul>
<b>Codey-Rocky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/12990942477847-A-Beginner-s-Guide-to-Codey-Rocky">https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/12990942477847-A-Beginner-s-Guide-to-Codey-Rocky</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://cdnlab.makeblock.com/Codey-Rocky-Coding-Guide_EN.pdf">http://cdnlab.makeblock.com/Codey-Rocky-Coding-Guide_EN.pdf</a></li> <li>- <a href="https://learning.kidzcancode.com/course/introduction-to-robotics-using-makeblock-codey-rockey/">https://learning.kidzcancode.com/course/introduction-to-robotics-using-makeblock-codey-rockey/</a></li> <li>- <a href="https://support.makeblock.com/hc/en-us/sections/360001829193-Codey-Rocky">https://support.makeblock.com/hc/en-us/sections/360001829193-Codey-Rocky</a></li> </ul>
<b>STEMI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://old.stemi.education/lesson/694939">https://old.stemi.education/lesson/694939</a></li> <li>- <a href="#">UNBOXING &amp; LETS PLAY! - HEXAPOD Robot - The Six Legged Robotic STEM Kit by STEMI (video)</a></li> <li>- <a href="#">Stemi Hexapod (Assembly &amp; first steps) - video</a></li> <li>- <a href="https://www.e-skole.hr/upute-za-koristenje-opreme/stemi-hexapod/">https://www.e-skole.hr/upute-za-koristenje-opreme/stemi-hexapod/</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://old.stemi.education/lesson/639436">https://old.stemi.education/lesson/639436</a></li> <li>- <a href="https://old.stemi.education/lesson/919243">https://old.stemi.education/lesson/919243</a></li> <li>- <a href="https://github.com/stemi-education/stemi-hexapod">https://github.com/stemi-education/stemi-hexapod</a></li> </ul>
<b>DJI Robomaster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">How to Assemble RoboMaster S1 Video</a></li> <li>- <a href="https://dl.djicdn.com/downloads/robomaster-s1/20200324/RoboMaster_S1_User_Manual_v1.8_EN.pdf">https://dl.djicdn.com/downloads/robomaster-s1/20200324/RoboMaster_S1_User_Manual_v1.8_EN.pdf</a></li> <li>- <a href="https://dl.djicdn.com/downloads/robomaster-s1/20191030/RoboMaster_S1_Quick_Start_Guide_v1.4_EN.pdf">https://dl.djicdn.com/downloads/robomaster-s1/20191030/RoboMaster_S1_Quick_Start_Guide_v1.4_EN.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.dji.com/hr/robomaster-s1/programming-guide">https://www.dji.com/hr/robomaster-s1/programming-guide</a></li> <li>- <a href="https://terra-1-g.djicdn.com/851d20f7b9f64838a34cd02351370894/RM%20EP%20CORE/Scratch%20Programming%20Guide_RoboMaster%20EP%20Core.pdf">https://terra-1-g.djicdn.com/851d20f7b9f64838a34cd02351370894/RM%20EP%20CORE/Scratch%20Programming%20Guide_RoboMaster%20EP%20Core.pdf</a></li> </ul>
<b>EMoRo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://hrobos.hr/wp-content/uploads/2012/06/E-MORO_Upute.pdf">https://hrobos.hr/wp-content/uploads/2012/06/E-MORO_Upute.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.emoro.eu/">https://www.emoro.eu/</a></li> </ul>
<b>REV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.revrobotics.com/content/docs/ClassBot-Guide.pdf">https://www.revrobotics.com/content/docs/ClassBot-Guide.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://docs.revrobotics.com/duo-control/programming/hello-robot-introduction-to-programming">https://docs.revrobotics.com/duo-control/programming/hello-robot-introduction-to-programming</a></li> <li>- <a href="#">Moving Forward and Backward - Blocks</a></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.firstinspires.org/sites/default/files/uploads/resource_library/ftc/basics-bot-guide-rev.pdf">https://www.firstinspires.org/sites/default/files/uploads/resource_library/ftc/basics-bot-guide-rev.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.firstinspires.org/sites/default/files/uploads/resource_library/ftc/blocks-programming-guide.pdf">https://www.firstinspires.org/sites/default/files/uploads/resource_library/ftc/blocks-programming-guide.pdf</a></li> </ul>
<b>Jimu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.manualslib.com/manual/1337164/Ubtech-Jimu.html">https://www.manualslib.com/manual/1337164/Ubtech-Jimu.html</a></li> <li>- <a href="#">Building Your JIMU Robot   JIMU ROBOT by UBTECH Robotics</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Programming Movements   JIMU ROBOT by UBTECH Robotics</a></li> <li>- <a href="#">Blockly Coding   JIMU ROBOT by UBTECH Robotics</a></li> </ul>
<b>Sphero Bolt Sphero Mini</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://support.sphero.com/en-US/articles/bolt-72242">https://support.sphero.com/en-US/articles/bolt-72242</a></li> <li>- <a href="#">Tutorial: Sphero Bolt Setup (video)</a></li> <li>- <a href="#">Sphero Mini (video playlist)</a></li> <li>- <a href="#">Sphero BOLT (video playlist)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://edu.sphero.com/cwists/preview/52597x">https://edu.sphero.com/cwists/preview/52597x</a></li> <li>- <a href="https://edu.sphero.com/programs/">https://edu.sphero.com/programs/</a></li> <li>- <a href="https://www.hackster.io/sphero/projects">https://www.hackster.io/sphero/projects</a></li> </ul>
<b>Alpha 1 Pro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://assets-new.ubtrobot.com/Alpha%201%E7%B3%BB%E5%88%97APP%E8%BD%AF%E4%BB%B6%E4%BD%BF%E7%94%A8%E8%AF%B4%E6%98%8E%E4%B9%A6%EF%BC%88%E8%8B%B1%E6%96%87%EF%BC%89.pdf?download">https://assets-new.ubtrobot.com/Alpha%201%E7%B3%BB%E5%88%97APP%E8%BD%AF%E4%BB%B6%E4%BD%BF%E7%94%A8%E8%AF%B4%E6%98%8E%E4%B9%A6%EF%BC%88%E8%8B%B1%E6%96%87%EF%BC%89.pdf?download</a></li> <li>- <a href="#">Alpha1 Pro Unboxing</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://assets-new.ubtrobot.com/downloads/Alpha%201S%20Operation%20user%20manual%20for%20PC.pdf?download">https://assets-new.ubtrobot.com/downloads/Alpha%201S%20Operation%20user%20manual%20for%20PC.pdf?download</a></li> </ul>
<b>Aelos 1 Aelos 1 Pro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.lejurobot.com/wp-content/themes/LejuWP/download/Aelos%201Edu.pdf">https://www.lejurobot.com/wp-content/themes/LejuWP/download/Aelos%201Edu.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.lejurobot.com/wp-content/themes/LejuWP/download/Aelos%201S%20Robot%20User%20Manual%20.pdf">https://www.lejurobot.com/wp-content/themes/LejuWP/download/Aelos%201S%20Robot%20User%20Manual%20.pdf</a></li> <li>- <a href="https://www.lejurobot.com/wp-content/themes/LejuWP/download/Aelos%201Pro.pdf">https://www.lejurobot.com/wp-content/themes/LejuWP/download/Aelos%201Pro.pdf</a></li> </ul>
<b>MeccaNoid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://spinmastersupport.helpshift.com/hc/en/7-meccano/faq/362-instructions/?s=sonic-plane">https://spinmastersupport.helpshift.com/hc/en/7-meccano/faq/362-instructions/?s=sonic-plane</a></li> <li>- <a href="#">Meccano   How To Build (video tutorials playlist)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.youtube.com/playlist?list=PLd9flvrHyYheqkODcSuZB-mPRkMyrIPzu">https://www.youtube.com/playlist?list=PLd9flvrHyYheqkODcSuZB-mPRkMyrIPzu</a></li> <li>- <a href="http://intl.meccano.com/meccanoid-programming">http://intl.meccano.com/meccanoid-programming</a></li> <li>- <a href="https://www.techagekids.com/2016/10/meccanoid-behavior-builder-robot-coding.html">https://www.techagekids.com/2016/10/meccanoid-behavior-builder-robot-coding.html</a></li> <li>- <a href="https://spinmaster.helpshift.com/hc/en/6-meccanoid/section/12-programming/?p=web">https://spinmaster.helpshift.com/hc/en/6-meccanoid/section/12-programming/?p=web</a></li> </ul>
<b>Gladius Mini S</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.chasing.com/en/service-support/gladius-mini-s.html">https://www.chasing.com/en/service-support/gladius-mini-s.html</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Mobile App setup manual</a></li> </ul>
<b>Tello</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://dl-cdn.ryzerobotics.com/downloads/Tello/Tello%20User%20Manual%20v1.4.pdf">https://dl-cdn.ryzerobotics.com/downloads/Tello/Tello%20User%20Manual%20v1.4.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://tello.oneoffcoder.com/index.html">https://tello.oneoffcoder.com/index.html</a></li> <li>- <a href="https://scratch3-tello.app/">https://scratch3-tello.app/</a></li> </ul>
<b>Airblock MakeBlock</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://cdnlab.makeblock.com/Airblock-V1.0_STD_EN_User%20Manual_D1.4.6_7.40.4602_Print.pdf">http://cdnlab.makeblock.com/Airblock-V1.0_STD_EN_User%20Manual_D1.4.6_7.40.4602_Print.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://download.makeblock.com/Airblock%20Coding%20Examples%20with%20Makeblock%20APP.docx">http://download.makeblock.com/Airblock%20Coding%20Examples%20with%20Makeblock%20APP.docx</a></li> <li>- <a href="http://download.makeblock.com/AirblockAPP-EN.pdf">http://download.makeblock.com/AirblockAPP-EN.pdf</a></li> <li>- <a href="#">Airblock video tutorials</a></li> </ul>
<b>Parrot Mambo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.parrot.com/en/support/documentation/mambo-range">https://www.parrot.com/en/support/documentation/mambo-range</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.tynker.com/courses/stunt-pilot-drone">https://www.tynker.com/courses/stunt-pilot-drone</a></li> <li>- <a href="#">Sample Block Code to Fly Parrot Mambo</a></li> <li>- <a href="#">Program Parrot Mini Drone with Tynker App 2017 - Connect, Take Off, Land</a></li> </ul>
<b>CoDrone</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://learn.robotlink.com/lesson/0-1-introduction-to-codrone-edu-2/">https://learn.robotlink.com/lesson/0-1-introduction-to-codrone-edu-2/</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">How to use Blockly for CoDrone Pro/Lite</a></li> <li>- <a href="https://www.eduporium.com/blog/eduporium-experiment-codrone-edu/">https://www.eduporium.com/blog/eduporium-experiment-codrone-edu/</a></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.manualslib.com/manual/2985669/Robolink-Codrone-Mini.html">https://www.manualslib.com/manual/2985669/Robolink-Codrone-Mini.html</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://learn.robotlink.com/product/codrone-edu/">https://learn.robotlink.com/product/codrone-edu/</a></li> </ul>
<b>Smart Lumies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://smartlumies.com/pages/faq-setup">https://smartlumies.com/pages/faq-setup</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://smartlumies.com/pages/faq-coding">https://smartlumies.com/pages/faq-coding</a></li> </ul>
<b>Botley® 2.0 the Coding Robot Activity Set 8</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.manualslib.com/manual/1533331/Learning-Resources-Botley.html#product-botley">https://www.manualslib.com/manual/1533331/Learning-Resources-Botley.html#product-botley</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.learningresources.com/amfile/file/download/file/2249/product/5891/">https://www.learningresources.com/amfile/file/download/file/2249/product/5891/</a></li> <li>- <a href="https://markhampubliclibrary.ca/wp-content/uploads/sites/74/2023/03/Botley-Instructions.pdf">https://markhampubliclibrary.ca/wp-content/uploads/sites/74/2023/03/Botley-Instructions.pdf</a></li> </ul>
<b>Matatalab</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Matatalab Coding set videos</a></li> <li>- <a href="https://matatalab.com/en/product-support">https://matatalab.com/en/product-support</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://matatalab.com/en/wiki/product-wiki/coding-set">https://matatalab.com/en/wiki/product-wiki/coding-set</a></li> <li>- <a href="https://www.lekolar.no/globalassets/inriver/resources/141727.pdf">https://www.lekolar.no/globalassets/inriver/resources/141727.pdf</a></li> <li>- <a href="https://matatalab.com/en/self-guided-course">https://matatalab.com/en/self-guided-course</a></li> </ul>
<b>Cubetto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.primotoys.com/cubetto-user-manual/">https://www.primotoys.com/cubetto-user-manual/</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Programming (video tutorials)</a></li> </ul>
<b>Code &amp; Go Robot Mouse Activity Set</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Code &amp; Go™ Robot Mouse Activity Set</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.learningresources.com/amfile/file/download/file/889/product/340/">https://www.learningresources.com/amfile/file/download/file/889/product/340/</a></li> </ul>
<b>Blue-bot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://asset.pitsco.com/sharedimages/resources/bluebot-userguide.pdf">https://asset.pitsco.com/sharedimages/resources/bluebot-userguide.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.terrapiologo.com/downloads/file/Getting%20Started%20with%20Blue-Bot%20App.pdf">https://www.terrapiologo.com/downloads/file/Getting%20Started%20with%20Blue-Bot%20App.pdf</a></li> <li>- <a href="https://youtu.be/T6SyP7lmygs?si=vF3LvMSboBhvNFxY">https://youtu.be/T6SyP7lmygs?si=vF3LvMSboBhvNFxY</a></li> <li>- <a href="https://www.digitaltechnologieshub.edu.au/teach-and-assess/classroom-resources/lesson-ideas/blue-bot-challenges/">https://www.digitaltechnologieshub.edu.au/teach-and-assess/classroom-resources/lesson-ideas/blue-bot-challenges/</a></li> </ul>
<b>mTiny</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://education.makeblock.com/help/mtiny-start/">https://education.makeblock.com/help/mtiny-start/</a></li> <li>- <a href="https://educatec.ch/media/pdf/21/41/d7/mTiny-Edu_Global_V2-3.pdf">https://educatec.ch/media/pdf/21/41/d7/mTiny-Edu_Global_V2-3.pdf</a></li> <li>- <a href="#">mTiny Discover Kit for Education (video tutorials)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/1500009717862-Use-Coding-Cards-to-Play-with-mTiny">https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/1500009717862-Use-Coding-Cards-to-Play-with-mTiny</a></li> <li>- <a href="#">mTiny Discover Kit - Coding</a></li> </ul>
<b>Coding &amp; Robotics KOSMOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Introduction to Coding &amp; Robotics - robot Sammy (video)</a></li> <li>- <a href="https://www.thamesandkosmos.com/manuals/full/567012_Kids-First-Coding&amp;Robotics-Manual.pdf">https://www.thamesandkosmos.com/manuals/full/567012_Kids-First-Coding&amp;Robotics-Manual.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.thamesandkosmos.com/manuals/full/567012_Kids-First-Coding&amp;Robotics-Manual.pdf">https://www.thamesandkosmos.com/manuals/full/567012_Kids-First-Coding&amp;Robotics-Manual.pdf</a></li> </ul>
<b>Coko</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Coko - how to</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Coko - how to</a></li> </ul>
<b>Code&amp;Go Mouse Mania Bord Game</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Code&amp;Go Mouse Mania Bord Game - how to play and program it</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Code&amp;Go Mouse Mania Bord Game - how to play and program it</a></li> </ul>
<b>ESP32</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://randomnerdtutorials.com/getting-started-with-esp32/">https://randomnerdtutorials.com/getting-started-with-esp32/</a></li> <li>- <a href="#">How to Setup and Program ESP32 Microcontroller using Arduino IDE</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">A beginner's guide to ESP32   Hardware &amp; coding basics + Wi-Fi server demo</a></li> <li>- <a href="#">ESP32 Projects</a></li> <li>- <a href="#">The 10 Best ESP32 Robotics Projects</a></li> </ul>
<b>Arduino</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Getting started with Arduino</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Built-in program examples</a></li> <li>- <a href="#">Arduino Robotics Projects</a></li> </ul>
<b>VIDI X</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://vidi-x.org/">https://vidi-x.org/</a></li> <li>- <a href="#">What is VIDI X</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">VIDI X programming manual</a></li> <li>- <a href="#">VIDI Lab</a></li> </ul>

<b>Raspberry Pi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.raspberrypi.com/">https://www.raspberrypi.com/</a></li> <li>- <a href="https://opensource.com/resources/raspberrypi">https://opensource.com/resources/raspberrypi</a></li> <li>- <a href="#">Raspberry Pi Explained in 100 Seconds</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://projects.raspberrypi.org/en/projects/raspberry-pi-getting-started">https://projects.raspberrypi.org/en/projects/raspberry-pi-getting-started</a></li> <li>- <a href="#">Getting Started with Your Raspberry Pi (video)</a></li> <li>- <a href="#">Raspberry Pi Robotics Projects (1)</a></li> <li>- <a href="#">Raspberry Pi Robotics Projects (2)</a></li> </ul>
<b>Micro:bit V1 Micro:bit V2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://microbit.org/get-started/user-guide/introduction/">https://microbit.org/get-started/user-guide/introduction/</a></li> <li>- <a href="#">Introduction to the BBC micro:bit (video)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://microbit.org/code/">https://microbit.org/code/</a></li> <li>- <a href="https://makecode.microbit.org/projects/toys">https://makecode.microbit.org/projects/toys</a></li> <li>- <a href="https://microbit.org/projects/make-it-code-it/">https://microbit.org/projects/make-it-code-it/</a></li> <li>- <a href="https://makecode.microbit.org/projects/">https://makecode.microbit.org/projects/</a></li> </ul>

Tablica 16. Edukacijski roboti i linkovi na primjere njihovog sastavljanja i programiranja.

## 8. Literatura

- [1] "Robot Technology," [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/robot-technology>. [Accessed 28 April 2023].
- [2] "Everything You Need to Know About Robots," [Online]. Available: <https://www.bbntimes.com/technology/everything-you-need-to-know-about-robots>. [Accessed 16 April 2023].
- [3] "History of Robots and Robotics," [Online]. Available: <https://robotnik.eu/history-of-robots-and-robotics/>. [Accessed 28 April 2023].
- [4] Mukszwei (26 July 2019), Spot welding robot [Online image]. CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spot\\_welding\\_robot.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spot_welding_robot.jpg) [Accessed January 2024].
- [5] "Parts of Robots," [Online]. Available: [https://mind.ilstu.edu/curriculum/medical\\_robotics/parts\\_of\\_robots.html](https://mind.ilstu.edu/curriculum/medical_robotics/parts_of_robots.html). [Accessed 17 April 2023].
- [6] Chojitsa at English Wikipedia (6 December 2010), brightness changed by an unknown user, A Robot and effector [Online image]. Public domain, via Wikimedia Commons, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Endeffector.png> [Accessed January 2024].
- [7] Alexgace (26 January 2010), Pinza Robot [Online image]. CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>>, via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinza\\_Robot.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinza_Robot.jpg) [Accessed January 2024].
- [8] S. Winkvist (3 March 2008), LIDAR equipped mobile robot [Online image]. Public domain, via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LIDAR\\_equipped\\_mobile\\_robot.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LIDAR_equipped_mobile_robot.jpg). [Accessed April 2023].
- [9] Jordman16 (10.12.2007.), TekBot Atmega128 [Online image]. Public domain, via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TekBot\\_Atmega128.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TekBot_Atmega128.JPG) [Accessed 16 April 2023].
- [10] "Types and Applications of Robotics," [Online]. Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/robotics/types-and-applications.html>. [Accessed 28 April 2023].
- [11] "Types of Robots," [Online]. Available: <https://robots.ieee.org/learn/types-of-robots/>. [Accessed 28 April 2023].
- [12] "What are Autonomous Robots," [Online]. Available: <https://www.robots.com/articles/what-are-autonomous-robots>. [Accessed 9 April 2024].
- [13] Carlo Nardone from Roma, Italy (10 November 2007), Shakey the Robot [Online image]. CC BY-SA 2.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0>>, via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shakey\\_the\\_Robot\\_\(developed\\_between\\_1966-1972\\_at\\_SRI\\_International\)\\_-\\_Computer\\_History\\_Museum\\_\(2007-11-10\\_23.16.01\\_by\\_Carlo\\_Nardone\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shakey_the_Robot_(developed_between_1966-1972_at_SRI_International)_-_Computer_History_Museum_(2007-11-10_23.16.01_by_Carlo_Nardone).jpg) [Accessed January 2024].
- [14] NASA (24 June 2022), ISS-67 Astronaut Bob Hines monitors an Astrobee robotic [Online image]. Public domain, via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISS-67\\_Astronaut\\_Bob\\_Hines\\_monitors\\_an\\_Astrobee\\_robotic\\_free-flyer.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISS-67_Astronaut_Bob_Hines_monitors_an_Astrobee_robotic_free-flyer.jpg) [Accessed January 2024].
- [15] Ralf Roletschek (29 June 2013), 13-06-29-robocup-eindhoven-027 [Online image], CC BY 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0>>, via Wikimedia Commons, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:13-06-29-robocup-eindhoven-027.jpg> [Accessed January 2024].
- [16] "Robots," [Online]. Available: <https://robots.ieee.org/>. [Accessed 27 April 2023].
- [17] "Open Roberta Lab," [Online]. Available: <https://lab.open-roberta.org/>. [Accessed April 2023].
- [18] Siegfried Melchinger, The History of Political Theater. Zgodovina političnega gledališča, MGL, Ljubljana, 2000, p. 23
- [19] Beckerman, Bernard and Barker, Clive. "Theatrical production". Encyclopedia Britannica, 5 Mar. 2024, [Online]. Available: <https://www.britannica.com/art/theatrical-production>. [Accessed 6 April 2024].
- [20] Diana Dart Harris. "Theatre Staff and Hierarchy." [Online]. Available: <https://us.humankinetics.com/blogs/excerpt/theatre-staff-and-hierarchy>. [Accessed 6 April 2024].
- [21] Get Into Theatre (2021). "What does an Assistant Director do?" [Online]. Available: <https://getintotheatre.org/blog/complete-list-of-jobs-in-theatre-industry/>. [Accessed 6 April 2024].
- [22] Laura Wayth. "Less is more – advice for first-time directors". Dramatics. [Online]. Available: <https://dramatics.org/less-is-more/>. [Accessed 6 April 2024].

- [23] Alexander Lee-Rekers. (2021) "How to Direct," StageMilk. [Online]. Available: <https://www.stagemilk.com/how-to-direct/>. [Accessed 6 April 2024].
- [24] John Bailey Fernald, NedChaillet. The director's relation to the actor. Encyclopedia Britannica. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/art/directing/The-directors-relation-to-the-actor>. [Accessed 6 April 2024].
- [25] Terry Berliner. (2016) "Putting on a Play: How to Plan for a Successful Production," Beat by beat. [Online]. Available: <https://bbbpress.com/2016/02/putting-on-a-show-10-steps-to-lay-groundwork-for-a-successful-production/>. [Accessed 6 April 2024].
- [26] Marcel Violette (2009). Translation Richard March. "Scenography," World encyclopedia of puppetry arts. [Online]. Available: <https://wepa.unima.org/en/scenography/>. [Accessed 6 April 2024].
- [27] Victoria Weisfeld (2020). "Lighting and Sound Design: Theater Magic," Front Row Center. [Online]. Available: <https://thefrontrowcenter.com/2020/11/lighting-and-sound-design-theater-magic/>. [Accessed 6 April 2024].
- [28] "The importance of costume in theatre," IAMPRO. (2022) [Online]. Available: <https://iampro.com/production/costume-in-theatre/>. [Accessed 6 April 2024].
- [29] "Rururururururur," [Online]. Available: <https://www.zekaem.hr/predstave/rurururururur/>. [Accessed 20 March 2023].
- [30] "Siberian puppeteer creates puppets with lives of their own," [Online]. Available: [https://www.rbth.com/arts/2013/07/12/siberian\\_puppeteer\\_creates\\_puppets\\_with\\_lives\\_of\\_their\\_own\\_28025.html](https://www.rbth.com/arts/2013/07/12/siberian_puppeteer_creates_puppets_with_lives_of_their_own_28025.html). [Accessed 20 April 2320].
- [31] Pti polika. (2010, March 02). 2 кy.avi [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=h\\_heZlgmbQE](https://www.youtube.com/watch?v=h_heZlgmbQE)
- [32] "Creative Robotics: Marionette," [Online]. Available: <https://creativerobotics.at/marionette/>. [Accessed 03 April 2023].
- [33] KUKA - Robots & Automation. (2023, October 30). #HomeofRobotik: How KUKA robots work as puppeteers [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=KeAUdbaDEvE>
- [34] "Robotic technology gives a new lease of life to dying Malaysian shadow puppetry," Reuters, [Online]. <https://asianews.network/robotic-technology-gives-a-new-lease-of-life-to-dying-malaysian-shadow-puppetry/> [Accessed 06 January 2024].
- [35] "Lentintin," [Online]. Available: <https://lentintin.com/>. [Accessed 21 March 2023].
- [36] LenTinTin Studios. (2017, July 24). Robot Puppet Theatre - xkcd: Spirit [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=CW53vItky-k>
- [37] "The Baxter Project," Robot Theatre, [Online]. Available: <https://www.robottheatre.co.uk/the-baxter-project>. [Accessed 15 March 2023].
- [38] Louise LePage. (2016, June 01). Machine-Hamlet: To be, or not to be [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=CrOTmyZcw00>
- [39] Salammb031 (21 November 2014), Baxter 2 [Online image]. CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Baxter\\_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Baxter_2.jpg) [Accessed January 2024].
- [40] "Uncanny Valley," Rimini Protokoll, [Online]. Available: <https://www.rimini-protokoll.de/website/en/project/unheimliches-tal-uncanny-valley>. [Accessed 20 03 2023].
- [41] "Robots in Theatre: The Uncanny Valley, Thomas Melle, Electric Rosary," The Guardian, 21 February 2022. [Online]. Available: <https://www.theguardian.com/stage/2022/feb/21/robots-theatre-uncanny-valley-thomas-melle-electric-rosary-tim-foley>. [Accessed 15 April 2023].
- [42] Fundación Teatro a Mil. (2020, December 02). Teatro a Mil 2021: Trailer Uncanny Valley | Santiago a Mil 2021 [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LPwGq9Gdvde>
- [43] "Robotic Theatre," Copernicus Science Centre, [Online]. Available: <https://www.kopernik.org.pl/en/exhibitions/robotic-theatre>. [Accessed 22 March 2023].
- [44] Engineered Arts. (2018, December 14). Robotic Theatre: All in One Theatre By Engineered Arts [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=t2t4BALBmxg>
- [45] "Robots," University of Iowa, Department of Computer Science, [Online]. Available: <https://cs.uiowa.edu/resources/robots>. [Accessed 26 04 2023].
- [46] University of Iowa. (2015, October 07). The Extraordinary Teaching Project: Inspiring Students with Inquiry-Guided Learning [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VrVFxgNHRTY>
- [47] Softbank Robotics Europe (16 February 2016), NAO Robot [Online image]. CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NAO\\_Robot\\_.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NAO_Robot_.jpg) [Accessed January 2024].

- [48] D. Petrović, L. Kićinbaći, F. Petric and Z. Kovačić, "Autonomous Robots as Actors in Robotics Theatre - Tribute to the Centenary of R.U.R.," 2019 European Conference on Mobile Robots (ECMR), Prague, Czech Republic, 2019, pp. 1-7, doi: 10.1109/ECMR.2019.8870908
- [49] Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva. (2019, May 3). Autonomous Robots as Actors in Robotics Theatre - Tribute to the Centenary of R.U.R. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=QCsrS-MGE8>
- [50] "Heddatron," Skidmore College Department of Theater, [Online]. Available: <https://theater.skidmore.edu/production/heddatron/>. [Accessed 14 April 2023].
- [51] Skidmore Theater. (2022, April 25). Heddatron [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ssYcMvmkiWk>
- [52] "My square lady," GobSquad, [Online]. Available: <https://www.gobsquad.com/projects/my-square-lady/>. [Accessed 10 September 2023].
- [53] Komische Oper Berlin. (2015, June 25). My Square Lady | Trailer | Komische Oper Berlin [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=jWBN9627mSg>
- [54] Myon the child-like cognitive robot developed by theNeuro Robotics group at Humboldt university [Online image]. CC BY-NC-ND 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>>, [https://www.researchgate.net/figure/Myon-the-child-like-cognitive-robot-developed-by-the-Neuro-Robotics-group-at-Humboldt\\_fig7\\_272391443](https://www.researchgate.net/figure/Myon-the-child-like-cognitive-robot-developed-by-the-Neuro-Robotics-group-at-Humboldt_fig7_272391443) [Accessed January 2024].
- [55] "Robots: Les Voyages Extraordinaires," Les Voyages Extraordinaires, [Online]. Available: <http://www.lesvoyagesextraordinaires.ch/index.php?page=62>. [Accessed 18 April 2023].
- [56] Voyages Extraordinaires. (2013, August 16). ROBOTS [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=bmfNbSYBjMA>
- [57] Daniel Balmat (2009). Les voyages extraordinaires. Swiss theatre director, Federal Institute of Technology in Lausanne, Lausanne Cantonal Art School and the Barnabé Theatre. Permission to use courtesy of the production.
- [58] "The Gaze of the Robot," The Theatre Times, [Online]. Available: <https://thetheatretimes.com/the-gaze-of-the-robot/>. [Accessed 18 April 2023].
- [59] "Video: Ona je android i glumi u kazalištu," Dnevnik.hr, [Online]. Available: <https://dnevnik.hr/vijesti/zanimljivosti/video-ona-je-android-i-glumi-u-kazalistu.html>. [Accessed 18 April 2023].
- [60] "Sayonara, Android: Human Theatre," Stage Whispers, [Online]. Available: <https://www.stagewhispers.com.au/reviews/sayonara-android-human-theatre>. [Accessed 17 April 2023].
- [61] 西山葉子. (2014, December 31). Androido Human Theater Sayonara [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=fIZ5i27XXCY>
- [62] "Creation and Staging of Android Theatre "Sayonara" towards Developing Highly Human-Like Robots", Takenobu Chikaraishi, Yuichiro Yoshikawa, Kohei Ogawa, Oriza Hirata, Hiroshi Ishiguro, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1999-5903/9/4/75> [Accessed 06 January 2024].
- [63] "Sayonara, I, Worker: These plays are a little too robotic", J.Kelly Nestruck, [Online]. Available: <https://www.theglobeandmail.com/arts/theatre-and-performance/theatre-reviews/sayonara-i-worker-these-plays-are-a-little-too-robotic/article9123716/> [Accessed 06 January 2024].
- [64] 西山葉子. (2014, December 31). Robot Human Theater I, Worker [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=58MlpKX-JWQ>
- [65] Nikolaos Mavridis, David Hanson. "The IbnSina Interactive Theater - where Humans, Robots, and Virtual Characters Meet," The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Toyama, Japan, 2009.
- [66] "Text-to-image model," Wikipedia, [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Text-to-image\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Text-to-image_model). [Accessed 28 March 2023].
- [67] Davinci. "AI Art Generator From Text", [Online]. Available: <https://davinci.ai>. [Accessed 6 April 2024].
- [68] "Aligning Textual and Visual Representations of Objects in Images and Texts," ArXiv, [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/2006.14668.pdf>. [Accessed 19 March 2023].
- [69] "Towards a Text-to-Image Translator: Vision-Based Grounding of Coordinated Text Expressions," UFAL, [Online]. Available: [https://ufal.mff.cuni.cz/books/preview/2022-schmidtova\\_full.pdf](https://ufal.mff.cuni.cz/books/preview/2022-schmidtova_full.pdf). [Accessed 10 April 2023].
- [70] "TheAITRE," TheAITRE, [Online]. Available: <https://theaitre.com/>. [Accessed 05 April 2023].
- [71] Suero Montero, C., Jormanainen, I. (2017). Theater Meets Robot – Toward Inclusive STEAM Education. In: Alimisis, D., Moro, M., Menegatti, E. (eds) Educational Robotics in the Makers Era. Edurobotics 2016 2016.

- Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 560. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9_3)
- [72] Jaclyn Barnes, Maryam S. Fakhr Hosseini, Eric Vasey, Zackery Duford, Myoungsoon Jeon, "Robot Theater with Children for STEAM Education," *SAGE*, 28 September 2017.
- [73] "Robotic puppet for pre-school education," ACAUSO, [Online]. Available: [www.acauso.com/p/robots-have-been-shown-to-assist-in.html](http://www.acauso.com/p/robots-have-been-shown-to-assist-in.html). [Accessed 05 April 2023].
- [74] "RoboCupJunior OnStage". RoboCup. Available: <https://junior.robotcup.org/rcj-onstage/>. [Accessed 4 January 2024].
- [75] Geminoid DK. [Online]. Available: [obotsguide.com/robots/geminoiddk](http://obotsguide.com/robots/geminoiddk) [Accessed 16 July 2023].
- [76] Sophia. [Online]. Available: [www.hansonrobotics.com/sophia/](http://www.hansonrobotics.com/sophia/) [Accessed 16 July 2023].
- [77] Barnes, J., FakhrHosseini, M. S., Vasey, E., Duford, Z., and Jeon, M. (2017). „Robot Theater with Children for STEAM Education“. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, vol. 61, no. 1, pp. 875-879. <https://doi.org/10.1177/1541931213601511>
- [78] Suero Montero, C., Jormanainen, I. (2017). „Theater Meets Robot – Toward Inclusive STEAM Education“. Educational Robotics in the Makers Era. Edurobotics 2016. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 560. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9_3)
- [79] Flor Ángela Bravo Sánchez, Alejandra María González Correal, and Enrique González Guerrero (2017). „Interactive drama with robots for teaching non-technical subjects“. *J. Hum.-Robot Interact.* Vol. 6, no. 2, pp. 48–69. <https://doi.org/10.5898/JHRI.6.2.Bravo>
- [80] „Naučite ih kako početi pisati priču“. Evenio. [Online]. Available: <https://evenio.hr/djeca-kreativno-izrazavanje-naucite-ih-poceti-pisati-pricu/>. [Accessed 3 May 2024].
- [81] Dunja Rudman (2015). „Drvene kockice koje pričaju priču“. *Journal*. [Online]. Available: <https://www.journal.hr/mama/drvene-kockice-story-teller-cube-pricaju-pricu/>. [Accessed 3 May 2024].
- [82] „Kratka priča“. Priručnik za učenje i poučavanje, Agencija za odgoj i obrazovanje. [Online]. Available: [http://pup.skole.hr/VodicHTML.aspx?xml=/datoteke/hr/hr/Student/SK/Activities/Kratka%20prica/Short\\_Story.xml](http://pup.skole.hr/VodicHTML.aspx?xml=/datoteke/hr/hr/Student/SK/Activities/Kratka%20prica/Short_Story.xml). [Accessed 3 May 2024].
- [83] Darko Tadić (2016). „Kako se piše priča“. *Blog*. [Online]. Available: <https://www.kreativnopisanje.org/blog/kako-se-pise-prica/>. [Accessed 3 May 2024].
- [84] Irena Skopljak-Barić, Kristina Dilica, Anita Katić. „Stvaralaštvo“. *Hrvatski jezik 5, CARNET*. [Online]. Available: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/2261884/index.html>. [Accessed 3 May 2024].
- [85] Vesna Krnčević. „Kako napisati scenarij“. [Online]. Available: <https://edutorij.carnet.hr/materijali/2121851>. [Accessed 3 May 2024].
- [86] Franjo Nagulov. „Izrada scenarija“. [Online]. Available: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/api/files/7a698f7f-4d62-4a4b-b95a-0b5931a3ff88>. [Accessed 3 May 2024].
- [87] Deborah Baldwin (2016). „Critical steps in producing a play or musical: Costumes“. [Online]. Available: <https://dramamommaspeaks.com/2016/11/19/critical-steps-in-producing-a-play-or-musical-costumes/>. [Accessed 5 May 2024].
- [88] Kerry Hishon. „Basic costumes items every drama student should own“. *Theatrefolk*. [Online]. Available: <https://www.theatrefolk.com/blog/basic-costume-items-every-drama-student-should-own>. [Accessed 5 May 2024].
- [89] Deborah Baldwin (2018). „Critical steps in producing a play or musical: Stage Makeup“. [Online]. Available: <https://dramamommaspeaks.com/2018/05/15/critical-steps-in-producing-a-play-or-musical-stage-makeup/>. [Accessed 5 May 2024].
- [90] Deborah Baldwin (2016). „Critical steps in producing a play or musical: Stage properties“. [Online]. Available: <https://dramamommaspeaks.com/2016/08/30/critical-steps-in-choosing-a-play-or-musical-stage-properties/>. [Accessed 5 May 2024].
- [91] Kerry Hishon. „How to Create a Master Props List“. [Online]. Available: <https://www.theatrefolk.com/blog/how-to-create-a-master-props-list>. [Accessed 5 May 2024].
- [92] Kerry Hishon. „Creating and Maintaining an Organized Props Area“. [Online]. Available: <https://www.theatrefolk.com/blog/creating-and-maintaining-an-organized-props-area>. [Accessed 5 May 2024].
- [93] Kerry Hishon. „Sets on a budget: One signature piece“. [Online]. Available: <https://www.theatrefolk.com/blog/sets-on-a-budget-one-signature-piece>. [Accessed 5 May 2024].

- [94] Deborah Baldwin (2016). „Critical steps in producing a play or musical: Set Design“. [Online]. Available: <https://dramamommaspeaks.com/2016/08/18/selecting-a-play-or-musical-set-design-and-set-construction/>. [Accessed 5 May 2024].
- [95] RoboCup Junior OnStage. [Online]. Available: <https://junior.roboocup.org/onstage/>. [Accessed 6 April 2024].
- [96] Ivana Storjak, Ana Sovic Krzic (2022). „Perceptual Evaluation of Educational Robots' Consequential Sounds“, 13th International Conference on Robotics in Education (RiE 2022), pp. 78-83, doi:10.1007/978-3-031-12848-6\_7
- [97] Ariana, Milačinčić, Bruna Anđelić, Liljana Pushkar, Ana Sović Kržić (2019). „Using Robots as an Educational Tool in Native Language Lesson“, Robotics in Education. Current Research and Innovations, Austria, pp. 296-301 doi:10.1007/978-3-030-26945-6\_26
- [98] Deborah Baldwin (2022). „Ten Steps in a Play Rehearsal in Youth Theater“. [Online]. Available: <https://dramamommaspeaks.com/tag/developing-rehearsal/>. [Accessed 6 April 2024].
- [99] Kerry Hishon. „Creating a Rehearsal Schedule“. [Online]. Available: <https://www.theatrefolk.com/blog/creating-rehearsal-schedule>. [Accessed 6 April 2024].
- [100] Deborah Baldwin (2022). „Youth Theater Musical Rehearsal: What You Need to Know“. [Online]. Available: <https://dramamommaspeaks.com/2022/11/09/youth-theater-musical-rehearsal-what-you-need-to-know/>. [Accessed 6 April 2024].
- [101] FIRST LEGO LEAGUE. [Online]. Available: <https://www.firstlegoleague.org/season#resources>. [Accessed 6 April 2024].
- [102] WorldSkills Croatia - robotika [Online]. Available: <https://worldskillscroatia.hr/robotika/>. [Accessed 6 April 2024].
- [103] Bernard Beckerman and Clive Barker. "Theatrical production". Encyclopedia Britannica, 5 Mar. 2024, [Online]. Available: <https://www.britannica.com/art/theatrical-production>. [Accessed 6 April 2024].
- [104] Suzy Woltmann (2023). „How to Act Realistically,“ Backstage. [Online]. Available: <https://www.backstage.com/magazine/article/how-to-act-realistically-75551/>. [Accessed 6 April 2024].
- [105] Tyrone Guthrie, Ned Chaillet. „Theatre as expression“. Encyclopedia Britannica. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/art/theatre-art/Theatre-as-expression>. [Accessed 6 April 2024].
- [106] Petra Mažar, Dalia Kager, Ana Sovic Krzic (2024). „Students' attitudes about robots based on their short stories“. Neobjavljeno, u recenziji.
- [107] T. Nomura, T. Suzuki, T. Kanda, and K. Kato (2006), "Measurement of negative attitudes toward robots," Interact. Stud. Soc. Behav. Commun. Biol. Artif. Syst., vol. 7, no. 3, pp. 437–454, doi: 10.1075/is.7.3.14nom.
- [108] Ivana Storjak, Ana Sovic Krzic (2024). „Surveying Teachers' Perspectives: Insights from the Negative Attitudes Toward Robots Scale in Croatia“. Neobjavljeno, u recenziji.
- [109] Ana Sović Kržić (2024). „Dodijeljene nagrade za kratku Kazališnu priču s robotima“. Hrvatski robotički savez. [Online]. Available: <https://hrobos.hr/dodijeljene-nagrade-za-kratku-kazalisnu-pricu-s-robotima/>. [Accessed 6 April 2024].
- [110] Brad Hummel (2024). „What Are 21st Century Skills?“, iCEV. [Online]. Available: <https://www.icevonline.com/blog/what-are-21st-century-skills>. [Accessed 6 April 2024].
- [111] „What is Critical Thinking?“, University of Louisville. [Online]. Available: <https://louisville.edu/ideastoaction/about/criticalthinking/what>. [Accessed 6 April 2024].
- [112] Alice YL Lee, and Clement YK So (2014). "Media literacy and information literacy: Similarities and differences." Comunicar vol. 42, no. 21. pp. 137-145
- [113] „What are life skills?“. Thoughtful learning [Online]. Available: <https://k12.thoughtfullearning.com/FAQ/what-are-life-skills>. [Accessed 6 April 2024].
- [114] Ministarstvo znanosti i obrazovanja (2018). Nacionalni kurikulumi. <https://mzo.gov.hr/istaknute teme/odgoj-i-obrazovanje/nacionalni-kurikulum/125>
- [115] Center rs za poklično izobraževanje. Poklično izobraževanje. <https://cpi.si/poklicno-izobrazevanje/>