

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIHA VELENJE  
Vodnikova cesta 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA  
**LEGO – ORODJE PRI FIZIKI**  
Tematsko področje: FIZIKA

Avtorji:  
Val Goter, 9. razred  
Tilen Gril, 9. razred  
Maj Jelen, 9. razred

Mentor:  
Damijan Vodušek, prof.

Velenje, 2024

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentor:       Damijan Vodušek, prof.

Datum predstavitve:

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2023/2024

KG fizika/fizikalni eksperimenti/LEGO Spike Prime/merjenje in izračun pospeška

AV GOTER, Val, GRIL, Tilen, JELEN, Maj

SA VODUŠEK, Damijan

KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje

LI 2024

IN LEGO – ORODJE PRI FIZIKI

TD Raziskovalna naloga

OP VII, 31 str., 20 sl., 3 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Namen naše raziskave je poskusiti najti, kako bi pri fiziki uporabljali set LEGO Spike. Raziskovali bomo uporabo seta LEGO pri fizikalnih eksperimentih. Natančneje se bomo opredelili na pospešeno gibanje. V ta namen smo izdelali klančino, na katero smo namestili pametno kocko LEGO s senzorjem na dotik. Kasneje smo drčo nadgradili še z motorjem, ki odpravi napake v meritvah.

Program smo napisali v programu LEGO Spike Education, s pomočjo katerega smo krmilili našega »robot«. Meril je čas gibanja kroglice, iz pridobljenih meritev pa izračunal pospešek in vse skupaj tudi grafično prikazal.

Prvi del raziskovalne naloge je raziskovanje našega lego robota, njegovih zmožnosti in senzorjev. Raziskovali smo vsak senzor posebej, njihovo delovanje in natančnost.

Drugi del je bil namenjen končnemu izdelku. Naredili smo robota, ki se pritrdi na klančino. Po opravljenih meritvah ta izračuna parametre, ki so potrebni za izračun pospeška. Izmerjeni pospešek tudi primerja z matematično izračunanim pospeškom.

## **KEY WORDS DOCUMENTATION**

ND OŠ Gustava Šiliha, school year 2023/2024

CX physics/physics experiments/LEGO Spike Prime/measurement and calculation of acceleration

AU GOTER, Val, GRIL, Tilen, JELEN, Maj

AA VODUŠEK, Damijan

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2023

TI **LEGO – Physics tool**

DT Research work

NO VII, 31 p., 20 fig., 3 ref.

LA SL

AL sl/en

AB The purpose of our research is to try to find out how to use the LEGO Spike set in physics. We will explore the use of the LEGO set in physics experiments. We will focus more specifically on accelerated movement. For this purpose, we made a ramp on which we installed a smart LEGO brick with a touch sensor. Later, we upgraded the drill with a motor that eliminates errors in measurements.

We wrote the program in the LEGO Spike Education program, with the help of which we controlled our "robot". He measured the time of the marble's movement, and from the obtained measurements he calculated the acceleration and displayed everything graphically.

The first part of the research task is to explore our lego robot, its capabilities and sensors. We researched each sensor separately for its performance and accuracy.

The second part was dedicated to the final product. We made a robot that attaches itself to a ramp. After the measurements are taken, it calculates the necessary parameters needed to calculate the acceleration. It also compares the measured acceleration with the mathematically calculated acceleration.

**KAZALO VSEBINE**

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO SLIK.....	VI
SEZNAM OKRAJŠAV.....	VII
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV .....	2
2.1 Zgodovina robotike.....	2
2.2. LEGO Mindstorm .....	3
2.2.2 Zgodovina LEGO Mindstorma .....	5
2.3 LEGO Spike.....	6
2.3.1 Veliki motor .....	7
2.3.2 Srednji motor.....	7
2.3.3 Senzor za razdaljo .....	8
2.3.4 Barvni senzor.....	8
2.3.5 Senzor na dotik.....	9
2.3.6 Pametna kocka.....	9
3 METODE DE LA .....	10
3.1 Opis dela z viri in literaturo .....	10
3.2 Metoda dela intervjuja .....	10
3.3 Metoda dela s praktičnim poskusom .....	10
3.4 Metoda dela obdelave podatkov .....	11
3.5 Izdelava eksperimenta.....	11
3.6 Program.....	13
4 REZULTATI .....	17

5 DISKUSIJA.....	19
6 ZAKLJUČEK.....	20
7 POVZETEK.....	21
8 ZAHVALA.....	22
9 VIRI IN LITERATURA.....	23

## **KAZALO SLIK**

Slika 1: Primer robota iz znanstvenofantastičnega filma. ....	2
Slika 2: Pametna kocka LEGO Mindstorms EV3. ....	3
Slika 3: Primer robota na osnovi LEGO RCX. ....	5
Slika 4: Komplet LEGO Spike Prime. ....	6
Slika 5: Veliki motor. ....	7
Slika 6: Srednji motor.....	7
Slika 7: Senzor za razdaljo. ....	8
Slika 8: Optični senzor. ....	8
Slika 9: Senzor na dotik.....	9
Slika 10: Pametna kocka LEGO Spike Prime. ....	9
Slika 11: Klančina z robotom in kroglico.....	11
Slika 12: Robot od blizu. ....	12
Slika 13: Celoten program.....	13
Slika 14: Začetek programa.....	14
Slika 15: Ponastavitev časa.....	14
Slika 16: Meritev časa kotaljenja.....	15

Slika 17: Prikazovanje grafov. ....	15
Slika 18: QR koda za povezavo na posnetek.....	16
Slika 19: Meritve časa kotaljenja kroglice po klancu z naklonom 84 stopinj. ....	18
Slika 20: Meritve časa kotaljenja kroglice po klancu 18 stopinj.....	18

## **SEZNAM OKRAJŠAV**

itd. in tako dalje

npr. na primer

oz. oziroma

## **1 UVOD**

Smo trije devetošolci in smo se odločili, da bomo s pomočjo robota LEGO Spike Prime izvedli fizikalni poskus s fizikalnega področja pospešenega gibanja. Za merjenje bomo uporabili komplet kock LEGO Spike Prime, s pripadajočimi senzorji in klančino, ki smo jo izdelali sami. Pri poskusu želimo prikazati natančnost in zmogljivost kompleta LEGO in čim bolj kombinirati fiziko z robotiko. Za projekt smo izbrali orodje klančino, saj je odlična za transport predmetov. Poleg tega smo uporabili LEGO Spike, ki je trenutno najnaprednejši komplet LEGO za učenje robotike. Boljši je zaradi visoko kakovostnih senzorjev, ki s pomočjo programa izračunajo čas, hitrost, pospešek ...

### **HIPOTEZE**

1. Robot bo natančno izmeril meritve.
2. Pri manjših kotih bo večji vpliv zunanjih dejavnikov (rotacijska energija).
3. Pri prostem padu bosta imela izmerjeni in izračunani pospešek enako vrednost.
4. LEGO Spike Prime je primeren set za demonstracijo fizikalnih eksperimentov.



## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 Zgodovina robotike

Robotika se je začela že v antični Grčiji, saj so znanstveniki začeli ustvarjati pripomočke, ki bi nadomestili človeško delo. Leonardo Da Vinci je prvi začel razvijati teorije o strojih in prvi stroj, ki ga je naredil, je bil tako imenovani humanoid, ker ga je navdihnili človeška oblika. Ime robot se je razvilo iz češke besede robot, ki pomeni prisilno delo. Prvi bolj kompleksni roboti so nastali leta 1756. To so bile lutke z zobniškim sistemom. Ti roboti so bili samo okrasni. Leta 1760, ko je nastopila industrijska revolucija, so se roboti zelo razvili. Prišli so tudi veliki stroji, ki so že začeli opravljati nekatere človeške naloge.

Leta 1960 so se z razvojem računalnikov uvedli novi sistemi oz. programi, ki so robota izboljšali. Prišlo je veliko novih inovacij, poleg tega pa so roboti dobili mesto v vsakdanjem življenju. Zahvaljujoč razvoju tehnologije je bilo mogoče izdelati vrsto tehnologije, ki je temeljila na veliko bolj zapletenih mehanizmih. Robotom so povečali moč in zmanjšali porabo energije. Prvi bolj kompleksen robot je bila mehanska ročica, ki je delovala na prehodno kodirane električne impulze.

Danes se pojavlja veliko vrst robotov. Najpomembnejši izum v robotiki je bil izum umetne inteligence. Robotom je to dalo sposobnost, da se razvija v različnih situacijah. Imajo tudi ogromno različnih senzorjev, ki omogočajo še večjo prepoznavnost okolice. Današnji roboti delujejo z zelo veliko učinkovitostjo in natančnostjo. [1]



Slika 1: Primer robota iz znanstvenofantastičnega filma.

## 2.2. LEGO Mindstorm

Skupina LEGO je razvila priljubljeno robotsko platformo, znano kot LEGO Mindstorms. To platformo pogosto uporabljajo študentje in kot hobi za izdelavo in programiranje lastnih robotov po svojih željah. Z uporabo LEGO Mindstorms lahko posamezniki pridobijo praktično znanje s področja robotike, inženiringa in programiranja. Ključne komponente LEGO Mindstorms so običajno naslednje:

1. Kocka (krmilnik): Centralna procesna enota sistema Mindstorms je programabilna kocka, ki deluje kot robotovi možgani. Ta opeka, podobna kot majhen računalnik, ima vhodne in izhodne priključke, ki omogočajo priklop različnih senzorjev in motorjev.



Slika 2: Pametna kocka LEGO Mindstorms EV3.

2. Senzorji: Kompleti LEGO Mindstorms so opremljeni z različnimi senzorji, vključno s senzorji na dotik, svetlobnimi senzorji, zvočnimi senzorji in ultrazvočnimi senzorji. Ti omogočajo robotu interakcijo z okolico in odziv na različne dražljaje.

3. Motorji: Komplet vključuje enega ali več motorjev, ki jih je mogoče uporabiti za nadzor gibanja robota. Motorji so ključnega pomena za konstruiranje robotov, ki lahko opravljajo naloge, kot so hoja, manipulacija predmetov ali obračanje.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024

4. Elementi LEGO: Sistem temelji na gradbenih elementih LEGO, kar uporabnikom olajša fizično izdelavo robotov. Modularna in zamenljiva narava LEGO kock omogoča široko paleto kreativnih oblik.

5. Programska oprema za programiranje: Kompleti LEGO Mindstorms običajno prihajajo z uporabniku prijazno programsko opremo za programiranje. Programsko okolje pogosto uporablja grafični vmesnik, ta uporabnikom omogoča vlečenje in spuščanje blokov, ki predstavljajo različne ukaze. Takšen pristop omogoča ustvarjanje zaporedij dejanj za njihove robote, zaradi česar je dostopen tudi začetnikom, vključno z otroki.

6. Skupnost in izobraževanje: LEGO Mindstorms se ponaša z živahno skupnostjo uporabnikov in se pogosto uporablja v izobraževalnih okoljih za poučevanje konceptov STEM (znanost, tehnologija, inženirstvo in matematika). Številne šole in ustanove vključujejo Mindstorms v svoje učne načrte, da učence vključijo v praktične učne izkušnje. [2]

### 2.2.2 Zgodovina LEGO Mindstorma

Lego Mindstorm je zgradba strojne in programske opreme, ki razvije programabilne robote, temelječe na lego kockah. Prvi izdelek se je lansiral leta 1998. Leta 1985 so Seymour Papert, Mitchel Resnick in Steohen Ocko ustanovili podjetje Microworlds z namenom zgraditi gradbeni komplet, ki bi ga lahko animirali računalniki za izobraževalne namene. Papert je razvil programski jezik logo, ki bi podprl razvoj novih načinov razmišljanja in učenja ter uporabil želvje robote za fizično izvajanje programov v resničnem svetu. Leta 1985 se je programski jezik lego prvič uporabil na legokockah. Velik pomen je ta kombinacija dobila, ko so jo začeli uporabljati otroci, saj so lahko z legokockami začeli programirati. Leta 1986 so naredili prvo pametno kocko, poimenovano »grey brick«. To so naredili zaradi tega, ker je bila prej velika težava, ker je moral biti robot povezan z računalnikom. Logo brick je vseboval procesorsko kartico iz računalnika Apple II. Zaradi nove kocke so lahko dali robotu 4 vhode za senzorje in dodatne motorje. Logo brick je bil največkrat namenjen šolski uporabi. [2]



Slika 3: Primer robota na osnovi LEGO RCX.

## 2.3 LEGO Spike

Spike Prime je bil objavljen leta 2019. Namenjen je poučevanju robotike, preko zanimivih aktivnosti in izkustvenega učenja se učenci seznanijo s kritičnim razmišljanjem in reševanjem zahtevnejših problemov. Sistem je zasnovan tako, da ga lahko uporabljajo vsi, ne glede na stopnjo predznanja.

Senzorji so električne naprave, ki pomagajo robotom zaznavati okolico. Tako jim izboljšamo natančnost. Imamo 5 senzorjev lego tehnic, ki jih uporabljamo v različnih situacijah. Zraven spadajo tudi motorji lego tehnic. Obstaja več različnih motorjev, ki opravljajo različne naloge.



Slika 4: Komplet LEGO Spike Prime.

### 2.3.1 Veliki motor

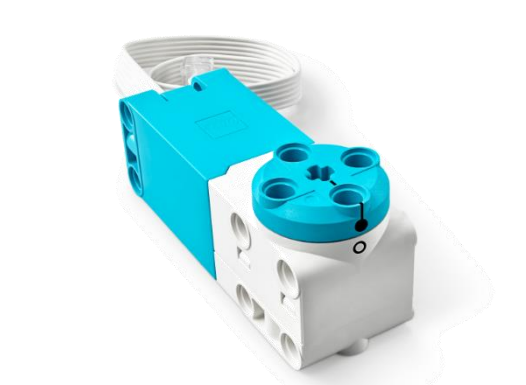
Veliki motor lego tehnic je idealna rešitev za visoko zmogljive aplikacije z velikim navorom. Motor vsebuje integriran senzor vrtenja in absolutno pozicioniranje za resnično pravokotno krmiljenje. Motor lahko poroča o hitrosti in položaju.



Slika 5: Veliki motor.

### 2.3.2 Srednji motor

Srednji motor lego tehnic z nizko profilnim dizajnom in z natančnostjo na stopinjo natančno je odličen za: hitre odzive z manjšim naporom, odličen za manjše modele, pri katerih je prostor omejen, ima enostavno obliko za hitro vgraditev v robota.



Slika 6: Srednji motor.

### 2.3.3 Senzor za razdaljo

Senzor lego tehnic ima razpon med 1 in 200 cm. Je na 1 centimeter natančen. Deluje na osnovi ultrazvoka.



Slika 7: Senzor za razdaljo.

### 2.3.4 Barvni senzor

Barvni senzor lego tehnic meri odbojno svetlobo, zunanjo svetlobo od temne do svetle sončne svetlobe in razlikuje med 8 barvami. Ima visoko natančnost in prebira podatke s frekvenco 1 kHz.



Slika 8: Optični senzor.

### 2.3.5 Senzor na dotik

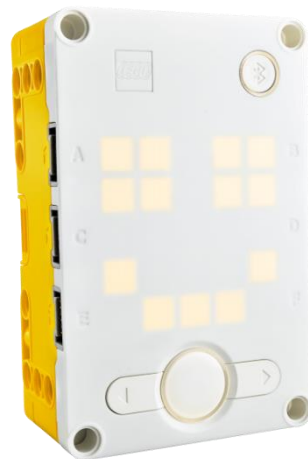
Senzor sile lego tehtnic meri silo do 10 N. Sproži se tudi ob pritisku ali sprostitvi, zato se tudi uporablja za senzor na dotik.



Slika 9: Senzor na dotik.

### 2.3.6 Pametna kocka

Inteligentni krmilnik (Hub): Spike Prime vključuje programabilni krmilnik, znan tudi kot »hub«, ki služi kot robotovi možgani. Ta krmilnik je opremljen z različnimi vhodnimi in izhodnimi vrati za priključitev senzorjev, motorjev in drugih naprav. Vanj se naloži program, ki ga ob sprožitvi tudi izvaja.



Slika 10: Pametna kocka LEGO Spike Prime.



## **3 METODE DELA**

Pri našem raziskovanju smo uporabili kar nekaj metod:

- metoda dela z viri in literaturo,
- metoda dela intervjuja,
- metoda dela s praktičnim poskusom in
- metoda dela obdelave podatkov.

### ***3.1 Opis dela z viri in literaturo***

Najprej smo poiskali potrebno literaturo, ki smo jo iskali največ na spletu. Preučili smo, kako deluje naš robot LEGO Spike. Potrebovali smo tudi znanje iz fizike, zato smo si pregledali literaturo fizike, na spletu našli veliko enačb, ki smo jih potrebovali.

### ***3.2 Metoda dela intervjuja***

Intervjuvali smo našega mentorja Damijana Voduška, prof., ki uči fiziko in tehniko. Izprašali smo ga o različnih materialih, fizikalnih konstantah, ki so nam pomagali pri našem raziskovalnem problemu.

### ***3.3 Metoda dela s praktičnim poskusom***

Ko smo dobili želeno literaturo, smo začeli s poskusom. Zgradili smo robota iz LEGO Spike in ga pritrdili na klančino. Robot izmeri čas kotaljenja kroglice po klanca. Nato s programom, ki vsebuje enačbe, izmeri povprečni čas, hitrost in pospešek. Izmerjen pospešek na koncu tudi primerja z izračunanim, ki je odvisen od kota klanca.

### ***3.4 Metoda dela obdelave podatkov***

Ko smo zbrali vse podatke, smo jih analizirali ter izdelali tabele in grafe. Za izdelavo tabel in grafov smo uporabili Microsoft Excel in Word.

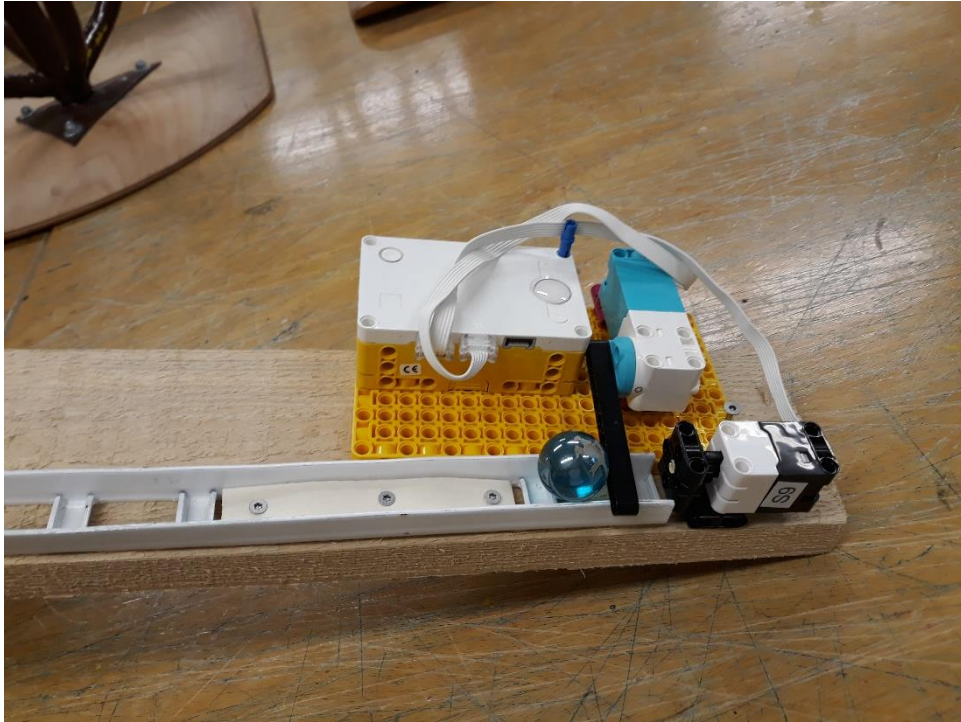
### ***3.5 Izdelava eksperimenta***

Na ravno leseno desko smo pritrdili železno progo, na koncu deske pa smo pritrdili pametno kocko, ki je bila povezana z malim motorjem in senzorjem na dotik. Desko smo nastavili na poljuben kot. Potem smo uporabili določeno vozilo oziroma kroglico. 6-krat smo jo spustili po klančini, ki je bila dolga natančno 97 cm. Ko kroglico spustimo, moramo na čim bolj enak čas pritisniti desni gumb, ki resetira čas prejšnje meritve. Poleg tega se s pritiskom odpre rampa, ki prepreči, da bi kroglica nehote še enkrat zadela senzor na dotik. Kroglica tako potuje po klancu in ko se zaleti v senzor na dotik, se rampa zapre. Pametna kocka pošlje računalniku podatke o času in natančno izmeri kot. Ko računalnik prejme vse podatke, z danimi formulami, ki so bile sprogramirane v program, izračuna pospešek, povprečno hitrost, spremembo v hitrosti, povprečni čas, kot, poleg tega pa z enačbo sinusa in kota izračuna natančen pospešek.



**Slika 11: Klančina z robotom in kroglico.**

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024



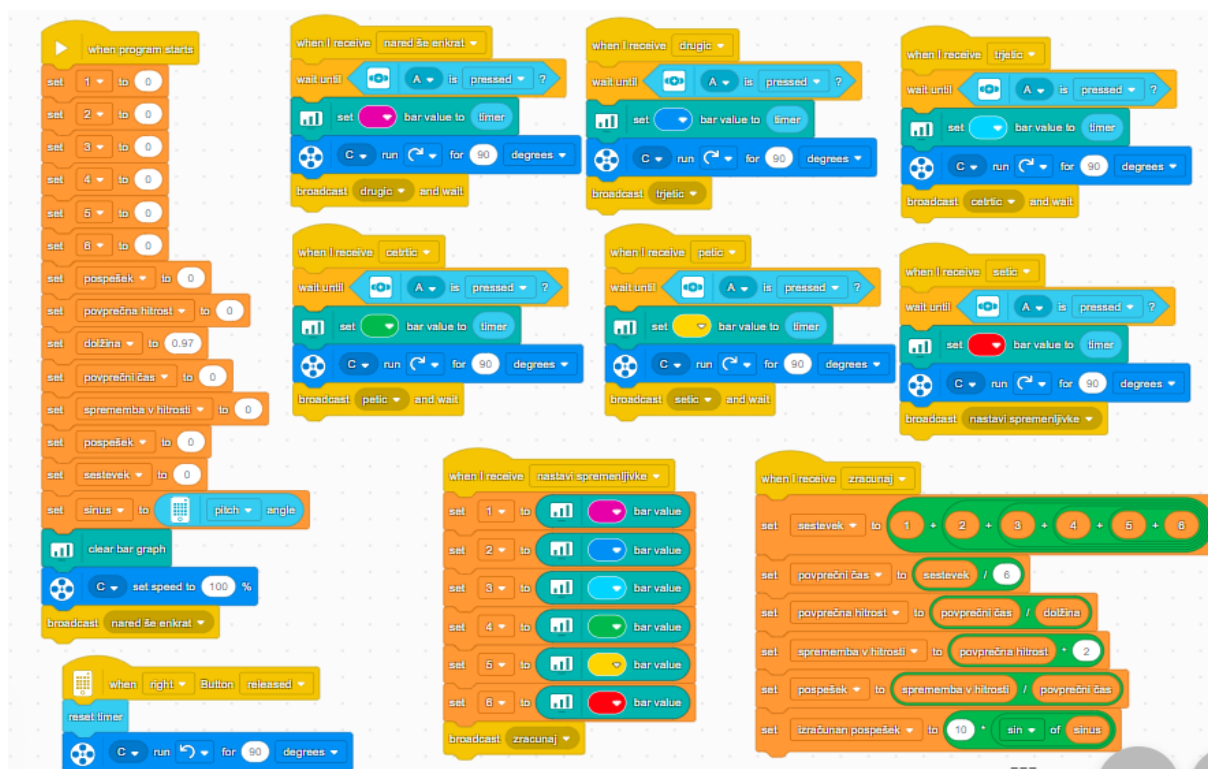
**Slika 12: Robot od blizu.**

Na fotografiji zgoraj je natančno prikazana izdelava robota. Skrajno desno vidimo senzor na dotik, ki ustavi štoparico, ko se vanj zaleti kroglica. Pred njim je motor z rampo, ki jo nastavi takoj po tem, ko se kroglica zaleti v senzor dotika, da prepreči ponoven dotik. Na levi strani je pametna kocka, ki s pomočjo senzorja izvaja program.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024

### 3.6 Program

Ob zagonu programa ta najprej ponastavi (resetira) čas, pospešek, povprečno hitrost, nastavi dolžino klančine, ponastavi vse izračunane parametre, robot pa avtomatsko spremeni kot na trenutni kot, ki ga izmeri s pomočjo žirosenzorja v pametni kocki. Nastavimo hitrost motorja na polno moč in ko pritisnemo desno tipko na pametni kocki, se rampa odpre in ponastavi čas na vrednost nič. Istočasno moramo spustiti kroglico po klancu in tipko na pametni kocki. To je začetek delovanja štoparice našega robota. Čas šteje tako dolgo, dokler se kroglica ne dotakne senzorja dotika in rampa se zapre. S tem prepreči, da bi se odbita kroglica še enkrat dotaknila senzorja dotika in poslala napačne podatke. Tako izmerimo čas kotaljenja kroglice. V programu so nato enačbe, ki izračunajo fizikalne količine.



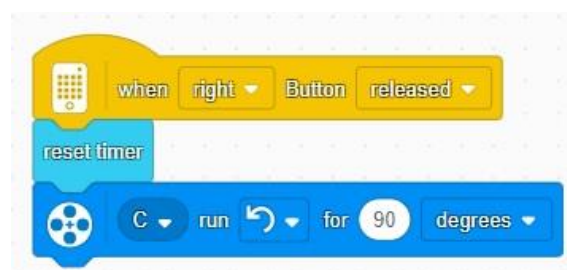
Slika 13: Celoten program.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024

Prvi del je namenjen fazi, da program ponastavi čas in vse parametre. Nastavljena je le dolžina klanca in to je dolžina vodila, po katerem bomo spustili kroglico – 97 cm. Edini podatek, ki ga prebere, je naklon pametne kocke. Ta podatek bomo potrebovali za matematični izračun pospeška.



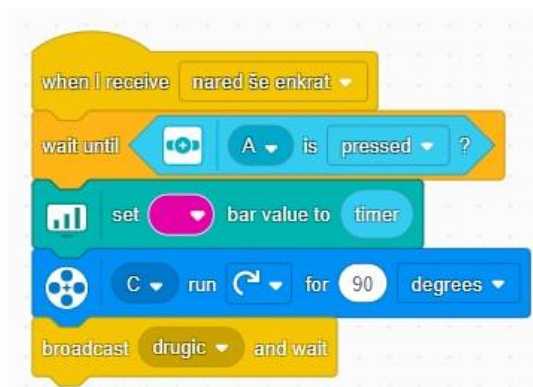
Slika 14: Začetek programa.



Slika 15: Ponastavitev časa.

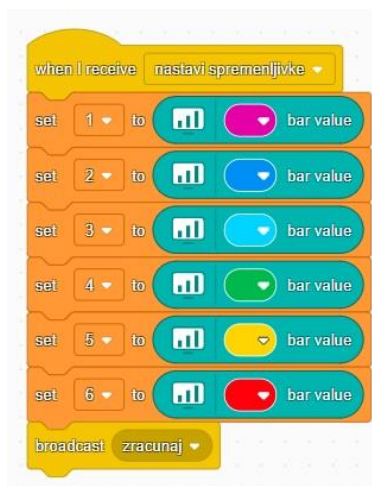
Drugi del programa se požene, ko spustimo desno tipko na pametni kocki. V tem trenutku se zažene štoparica, motor pa odpre rampo za kot 90 stopinj. Istočasno spustimo kroglico po klančini.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024



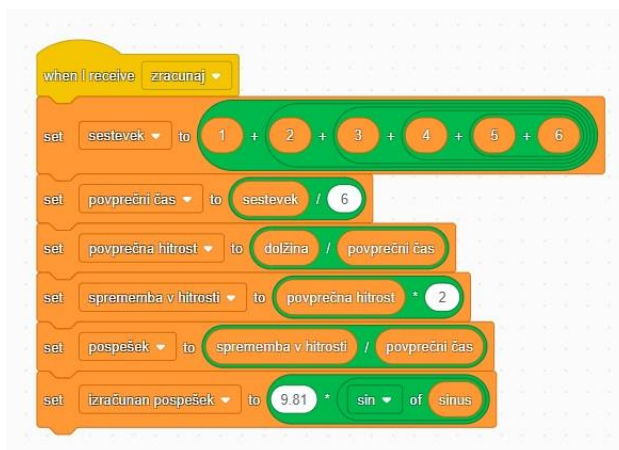
Slika 16: Meritev časa kotaljenja.

Ko ta del programa dobi sporočilo »naredi še enkrat«, bo program počakal, dokler ni senzor za silo pritisnjen. Ob trku kroglice ob senzor na dotik se štoparica ustavi in zapiše prvo meritev (čas kotaljenja) z roza barvo v graf in zapre rampo. Meritev ponovimo še petkrat in vsakič robot doda meritev z drugo barvo. Po prebranih šestih meritvah je eksperiment končan.



Slika 17: Prikazovanje grafov.

Iz zbranih podatkov robot izračuna povprečni čas kotaljenja kroglice po klancu.



Slika 5: Izračun posameznih parametrov.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024

To naredi tako, da vseh šest meritev sešteje in deli s številom šest.

Sledi izračun povprečne hitrosti. To dobimo tako, da dolžino poti delimo s povprečnim časom.

V naslednjem koraku izračunamo spremembo hitrosti. Hitrost se spremeni za dvakratno povprečno hitrost. Iz tega sledi izračun pospeška. Kot smo se učili pri fiziki, je pospešek fizikalna količina, ki nam pove, kako se spremeni hitrost v nekem časovnem obdobju.

Pri našem poskusu je pospešek izračunan na osnovi  $a = \frac{v - v_0}{t}$ , pri čemer  $v - v_0$  predstavlja spremembo hitrosti (dvokratnik povprečne hitrosti).

Izračunan pospešek se dobi, če sinus kota naklona pomnožimo z  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Na spodnji povezavi je prikaz, kako smo izvajali poskus. Prikazali smo dve ponovitvi, kako spuščamo kroglico in kako se odziva robot med meritvijo.

Povezava: <https://www.youtube.com/shorts/FlasKhaiJ6E>.



Slika 18: QR koda za povezavo na posnetek.

## 4 REZULTATI

Program smo naredili tako, da smo, takoj ko smo pritisnili desno tipko, izpustili kroglico. To smo ponovili 6-krat in potem pregledali rezultate. Primerjali smo izmerjen pospešek in izračunan pospešek. Tako smo ugotovili, da so razlike med meritvami zaradi rotacijske energije in trenja precej velike.

Velikokrat smo poskusili in zagnali program. Tako smo ugotovili, da so odstopanja za čas zelo majhna, ampak je zaradi zunanjih vplivov razlika med pospeškom in izračunanim pospeškom kar velika. Robot je kar natančen, a večji problem je v izvajalcu, torej tistem, ki izpusti kroglico. Rezultati za čas so urejeni v grafu, rezultati pospeška in hitrosti pa so zapisani pod ikono za spremenljivke.

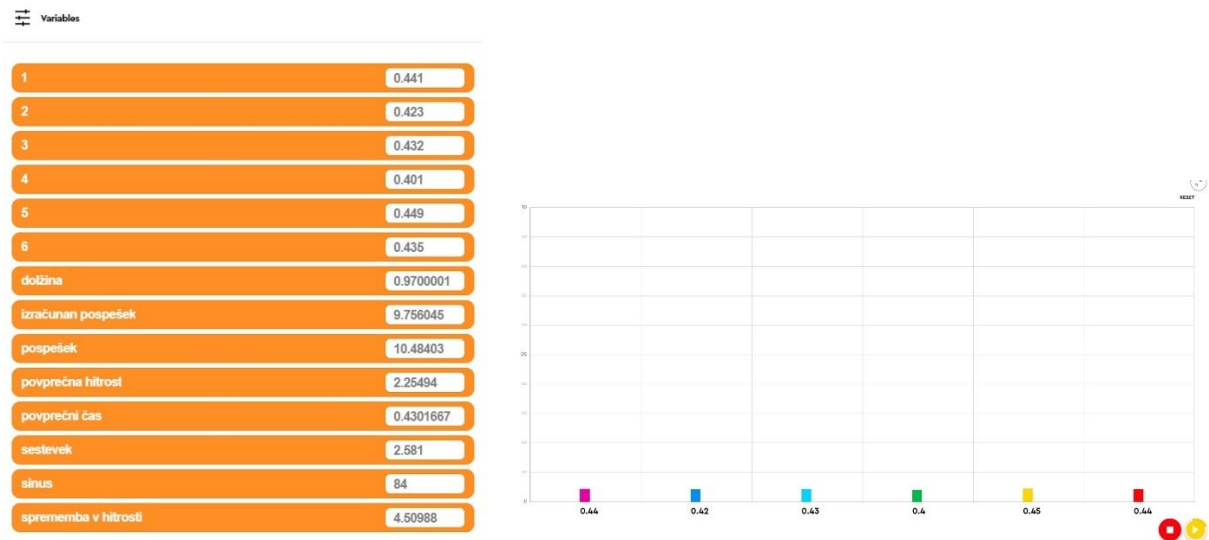
Pri večjem kotu so bile napake manjše, pri manjših kotih pa so bile napake večje. Ugotavljamo, da kroglica ni najboljša možnost za prikaz poskusa. Pri manjšem kotu se velik del potencialne energije pretvori v rotacijsko in ne le v kinetično. To se odraža tako, da se čas kotaljenja podaljša in posledično se kroglica giblje z nižjo hitrostjo, torej z nižjim pospeškom.

Na osnovi tega smo izbrali možnost prostega pada. Klančino smo postavili pokonci in izvedli eksperiment ter ugotovili, da je napaka skoraj ničelna. Izmerjeni in izračunani pospešek sta skoraj ista. Ne smemo pa pozabiti, da tudi pri spustu izvajalec, ki spusti kroglico in sproži program, ne more biti skladen.

Spodaj sta prikazani dve meritvi. Pri prvi je naklon klanca 84 stopinj in prikazuje skoraj prosti pad. V prvih šestih vrsticah so meritve časa kotaljenja kroglice po klanecu. Sledi dolžina klanca, izračunani pospešek, ki je odvisen od sinusa kota klanca, ki ga pomnožimo z gravitacijskim pospeškom. Sledi pa vrstica »POSPEŠEK«, v kateri po zgoraj opisanih algoritmičnih računalnik izračuna dejanski pospešek iz meritev. Če ju med sabo primerjamo, opazimo, da sta skoraj enaka. Glede vrednosti pospeška, ki je sicer večji od gravitacijskega, si razlagamo, da gre za napako pri izvajanju meritev. Spodaj sledi še nekaj parametrov, ki jih potrebujemo za izračun pospeška.



Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024



Slika 19: Meritve časa kotaljenja kroglice po klancu z naklonom 84 stopinj.

Drugi poskus prikazuje meritev, ki smo jo dobili, ko smo kroglico spuščali po klancu z naklonom 18 stopinj.



Slika 20: Meritve časa kotaljenja kroglice po klancu 18 stopinj.

Opazimo, da gre za veliko večje odstopanje. Izmerjeni pospešek,  $1,24 \text{ m/s}^2$ , je opazno manjši kot matematično izračunani, ki je  $3,03 \text{ m/s}^2$ .

## 5 DISKUSIJA

Za to raziskovalno nalogo smo se odločili, da bi odkrili, kako natančen je robot LEGO Spike. Ugotovili smo, da imajo rezultati odstopanja, vendar teh ne povzroča robot, temveč zunanji dejavniki in izvajalci, ki delajo poskus.

Našo prvo hipotezo: Robot bo izmeril meritve natančno, lahko potrdimo, saj je robot dejansko zelo natančen pri meritvah. Podatke zbira s frekvenco 1 kHz, kar pomeni 1000 meritev na sekundo. Z drugimi besedami, čas zmeri na tisočinko natančno, kar presega naše zmožnosti, če bi merili čas s stoparico.

Drugo hipotezo: Pri manjših kotih bo vpliv zunanjih delavnikov večji, potrdimo, saj pri skoraj ničelnih kotih poskus sploh ni izvedljiv. V tem primeru se kroglica ne kotali oz. potrebuje za potrebno klančino neprimerno več časa, kot bi pričakovali v teoriji.

Ko kot malo povečamo (naklon nad 15 stopinj), je poskus izvedljiv, a z velikim odstopanjem glede na matematično izračunani pospešek. Pri teh poskusih smo odkrili, da se vsa potencialna energija kroglice ne spremeni v kinetično energijo, saj se po klanču navzdol postopno spreminja v rotacijsko energijo, kar meritve popači. Na osnovi teh ugotovitev lahko potrdimo drugo hipotezo: pri manjših kotih bo vpliv znanjih dejavnikov večji.

Našo tretjo hipotezo, ki pravi, da bosta pri prostem padu izmerjeni in izračunani pospešek enaka, lahko potrdimo. Z meritvami smo ugotovili, da sicer pride do minimalnih odstopanj, ki pa so lahko le posledica napake izvajalca meritev. Primer je, da ne spustimo kroglice in tipke na pametni kocki istočasno.

Zadnja hipoteza je bila, da je LEGO Spike Prime primeren za prikaz fizikalnih eksperimentov. To hipotezo lahko potrdimo, saj je set LEGO zelo natančen in omogoča veliko možnosti uporabe. Težave nastajajo v načinu izvedbe poskusov. Za prosti pad se je izkazal kot odličen, pri klančini pa bi morali dodelati naš poskus tako, da bi uporabili voziček z lahkimi kolesi (z manjšo vztrajnostjo) ali celo zračno drčo (brez trenja).

## 6 ZAKLJUČEK

Pri raziskovalnih nalogah se lahko veliko naučimo. Ne le kaj je dobro in uporabno, spoznamo tudi, kaj ni dobro in kaj lahko naredimo bolje. Pri našem delu smo spoznali veliko novega, česar kot osnovnošolci ne bi bili deležni pri urah fizike. Po navadi rečemo, da trenje in upor zanemarimo, a v vsakdanjem življenju tega ne moremo storiti.

Ko smo izvajali poskuse, smo se veliko ukvarjali s tem, kaj vse moramo popraviti, da se bomo vsaj približali teoriji, ki smo jo spoznali pri fiziki.

S preizkušanjem robota smo ugotovili, da z njim ni nič narobe, da tiči težava drugje.

Če bi želeli meriti pospešek, bi morali predvideti mnogo več. Še najbolj pa se izkaže to, da v resničnem življenju ne moremo ničesar zanemariti.

Da bi dosegali boljše meritve, bi morali narediti mnogo boljši klanec in nanj postaviti vozilo, ki bi imelo minimalne izgube. To predstavljajo lahka kolesa ali pa kar zračna drča, po kateri bi spuščali ploščico brez upora. A naš namen ni bil narediti poskus, ki bi potrjeval teorije fizike, temveč preizkušanje robota in njegovo uporabo kot didaktični pripomoček v šoli.

S tem smo prišli do zaključka, da je LEGO Spike zelo kvaliteten računalnik, ki ima veliko možnosti uporabe na veliko področjih.

## 7 POVZETEK

Robotika je vsestransko področje, ni le uporabna, temveč je tudi zabavna. S to predpostavko smo se lotili fizike z vidika robotike. Našli smo enostaven fizikalni eksperiment, ki smo ga želeli popestriti.

Namen naše raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kako bi lahko pri fiziki uporabljali komplet LEGO Spike. Natančneje smo se opredelili na pospešeno gibanje. V ta namen smo izdelali klančino, na katero smo namestili pametno kocko LEGO s senzorjem na dotik. Kasneje smo drčo nadgradili še z motorjem, ki odpravi napake v meritvah.

Napisali smo program, ki meri čas kotaljenja kroglice. Meritve grafično prikaže in naredi izračun na osnovi pridobljenih meritev, poleg tega naredi tudi matematični izračun pospeška, ki ga pričakujemo v »idealnem« okolju. Izračun temelji na naklonu pametne kocke, ta kot pa uporabimo v kotnih funkcijah za izračun teoretičnega pospeška.

Prvi del raziskovalne naloge je bilo raziskovanje našega robota, njegovih zmožnosti, uporabnosti senzorjev in motorjev. Opazovali smo vsak senzor posebej, glede na njegovo delovanje in natančnost.

Drugi del je bil namenjen izdelku. Naredili smo robota, ki se pritrdi na klančino, in izvajali poskuse z njim. Po opravljenih meritvah nam je program izračunal iz pridobljenih meritev potrebne fizikalne količine, nazadnje tudi pospešek. Izmerjeni (dejanski) pospešek smo tudi primerjali z izračunanim (teoretičnim) in ugotavljali razlike. Pri svojem delu smo se morali poglobiti v znanje fizike, ob tem pa smo se tudi zabavali.

## **8 ZAHVALA**

Iskreno bi se radi zahvalili mentorju Damijanu Vodušku, ki nam je pomagal skozi celoten proces nastajanja raziskovalne naloge in nam predlagal rešitve, ko smo potrebovali pomoč.

Zahvalili bi se tudi lektorju Jožetu Volku.

Zahvala gre tudi našim staršem, ki so nas podpirali pri izdelovanju raziskovalne naloge.

## 9 VIRI IN LITERATURA

### 1. Zgodovina robotike

[https://dijaski.net/gradivo/mht\\_sno\\_robotika\\_03\\_zapiski](https://dijaski.net/gradivo/mht_sno_robotika_03_zapiski)

### 2. LEGO Mindstorms

[https://en.wikipedia.org/wiki/Lego\\_Mindstorms](https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms)

### 3. LEGO Spike Prime

<http://legama.si/lego-education-spike-i-vsebina-osnovnega-seta/>

## **VIRI SLIK**

Slika 1: Primer robota iz znanstvenofantastičnega filma

<https://cs.stanford.edu/people/eroberts/courses/soco/projects/1998-99/robotics/r2d2.jpg>

Slika 2: Pametna kocka LEGO Mindstorms EV3

[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Lego\\_Mindstorms\\_EV3\\_brick.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Lego_Mindstorms_EV3_brick.jpg)

Slika 3: Primer robota na osnovi LEGO RCX

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/Lego\\_Roverbot.JPG/220px-Lego\\_Roverbot.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/Lego_Roverbot.JPG/220px-Lego_Roverbot.JPG)

Slika 4: Set LEGO Spike Prime

[http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45678\\_Prod\\_01-800x600.png](http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45678_Prod_01-800x600.png)

Slika 5: Veliki motor

[http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45602\\_Prod\\_01-800x600.png](http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45602_Prod_01-800x600.png)

Slika 6: Srednji motor

[http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45603\\_Prod\\_01-800x600.png](http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45603_Prod_01-800x600.png)

Slika 7: Senzor za razdaljo

[http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45604\\_Prod\\_01-800x600.png](http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45604_Prod_01-800x600.png)

Slika 8: Optični senzor

[http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45605\\_Prod\\_01-800x600.png](http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45605_Prod_01-800x600.png)

Slika 9: Senzor na dotik

[http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45606\\_Prod\\_01-800x600.png](http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45606_Prod_01-800x600.png)

Slika 10: Pametna kocka LEGO Spike Prime

[http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45601\\_Prod\\_02-800x600.png](http://legama.si/wp-content/uploads/2020/05/45601_Prod_02-800x600.png)