

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIHA VELENJE  
Vodnikova cesta 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

## **BHĀSKARJEVO KOLO**

Tematsko področje: FIZIKA

Avtorji:

Anže Zupančič, 9. r

Gašper Beuc, 9.r

Njegoš Jauz, 9.r

Mentor:

Damijan Vodušek, prof.

Velenje, 2025

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

Mentor:       Damijan Vodušek, prof.

Datum predavitve: marec 2025

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2024/2025

KG energija/premikanje/stroj/zakoni fizike/perpetuum mobile

AV ZUPANČIČ, Anže, BEUC, Gašper, JAUZ, Njegoš

SA VODUŠEK, Damijan

KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje

LI 2025

IN BHĀSKARJEVO KOLO

TD Raziskovalna naloga

OP VI, 26 str., 6 graf., 9 sl., 7 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Energija je ena temeljnih lastnosti vesolja, ki omogoča premikanje, delo in spremembe. V kontekstu Bhāskarjevega kolesa se koncept perpetuum mobile nanaša na napravo, ki bi lahko delovala večno brez zunanjega dotoka energije. Vendar zakon o ohranitvi energije, ki ga danes razumemo kot prvi zakon termodinamike, jasno kaže, da takšna naprava ni mogoča. Kljub temu so poskusi ustvarjanja perpetuum mobile skozi zgodovino spodbudili razvoj znanstvenega mišljenja in razumevanja naravnih zakonitosti.

V tej raziskovalni nalogi bomo raziskali delovanje Bhāskarjevega kolesa, njegov zgodovinski kontekst in vpliv na razumevanje energije ter gibanja. Prav tako bomo razpravljali o tem, zakaj perpetuum mobile ostaja neuresničljiv ideal, ter kako je iskanje večnega gibanja prispevalo k razvoju znanstvenih teorij.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2024/2025

CX energy/motion/machine/laws of physics/perpetuum mobile

AU ZUPANČIČ, Anže, BEUC, Gašper, JAUZ, Njegos

AA VODUŠEK, Damijan

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2025

TI BHĀSKAR'S WHEEL

DT Research work

NO VI, 26 p., 6 graf, 9 fig., 7 ref.

LA SL

AL sl/en

AB Energy is one of the fundamental properties of the universe that enables movement, work and change. In the context of Bhāskar's wheel, the concept of a perpetuum mobile refers to a device that could run forever without an external input of energy. However, the law of conservation of energy, which we understand today as the first law of thermodynamics, clearly shows that such a device is not possible. Nevertheless, attempts to create a perpetuum mobile throughout history have encouraged the development of scientific thinking and understanding of natural laws.

In this research paper, we will explore the operation of the Bhāskar wheel, its historical context and impact on the understanding of energy and motion. We will also discuss why the perpetuum mobile remains an unrealizable ideal, and how the search for perpetual motion has contributed to the development of scientific theories.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO VSEBINE .....	V
KAZALO SLIK .....	VI
KAZALO GRAFIKONOV .....	VII
SEZNAM OKRAJŠAV .....	VII
1 UVOD .....	1
2 PREGLED OBJAV .....	2
2.1 Zakaj si želimo perpetuum mobile? .....	2
2.2 Pravila perpetuum mobile .....	3
2.3 Zgodovina perpetuum mobile .....	4
2.4 Bhāskarjevo kolo .....	6
2.5 Zakaj ne deluje Bhāskarjevo kolo .....	6
2.6 Pomen Bhāskarjevega kolesa .....	7
3 METODE DELA .....	8
3.1 Opis dela z viri in literaturo .....	9
3.2 Izdelava makete .....	10
3.3 Preizkušanje .....	14
3.4 Metoda dela obdelave podatkov .....	16
4 REZULTATI .....	17
5 DISKUSIJA .....	22
6 ZAKLJUČEK .....	23
7 POVZETEK .....	24

8 ZAHVALA.....	25
----------------	----

9 VIRI IN LITERATURA.....	26
---------------------------	----

## **KAZALO SLIK**

Slika 1: Fuzijski reaktor .....	2
Slika 2: Ilustracija PM, kjer se voda neskončno pretaka .....	3
Slika 3: Skica PM Bhaskara the Learneda. ....	4
Slika 4: Neskončni vir energije.....	7
Slika 5: Nosilec za štiri plastenke z ležajem. ....	10
Slika 6: Bukova letvica z ležajem. ....	11
Slika 7: Nosilec za Bhāskarjevo kolo. ....	12
Slika 8: Bhāskarjevo kolo s štirimi plastenkami. ....	12
Slika 9: Tehnica za nakit in plastična brizga. ....	13
Slika 10: QR koda, povezava do posnetka. ....	15

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Primerjava časa vrtenja oglatih in oblikovanih plastenk.....	17
Grafikon 2: Povprečen čas vrtenja šestih plastenk pri različnih polnitvah. ....	18
Grafikon 3: Povprečen čas vrtenja štirih plastenk pri različnih polnitvah. ....	19
Grafikon 4: Primerjava časa vrtenja različnega števila plastenk pri napolnjenosti 200 ml.....	20
Grafikon 5: Primerjava časa vrtenja različnega števila plastenk pri napolnjenosti 300 ml.....	21
Grafikon 6: Primerjava časa vrtenja različnega števila plastenk pri napolnjenosti 400 ml.....	21

## SEZNAM OKRAJŠAV

itd.     in tako dalje

npr.     na primer

oz.     oziroma

PM     perpetuum mobile

# 1 UVOD

Smo trije devetošolci, ki nas zanima raziskovanje ideje neskončne energije in koncepta večnega gibanja. Med iskanjem zanimivih tem smo naleteli na Bhāskarjevo kolo, starodavni model, ki ponazarja poskus ustvarjanja *perpetuum mobile* – naprave, ki bi se lahko gibala večno brez zunanje vira energije. Čeprav danes vemo, da takšne naprave zaradi fizikalnih zakonov niso izvedljive, nas je zamisel vseeno pritegnila zaradi svoje inovativnosti in zgodovinskega pomena.

Za raziskovalno nalogo smo si zadali cilj preučiti delovanje Bhāskarjevega kolesa in raziskati različne parametre, ki bi lahko vplivali na njegovo delovanje. Izdelali smo več modelov kolesa, pri katerih smo eksperimentirali z različnimi materiali, oblikami ter razporeditvami težišč. Naš namen je razumeti, zakaj kolo ne deluje, kot si je zamislil Bhāskara, in kako so zakoni fizike povezani s tovrstnimi napravami.

S to nalogo želimo združiti zgodovinski pogled, ustvarjalnost in znanstveni pristop ter skozi praktične preizkuse bolje razumeti, kako energija in gibanje vplivata na mehanične sisteme.

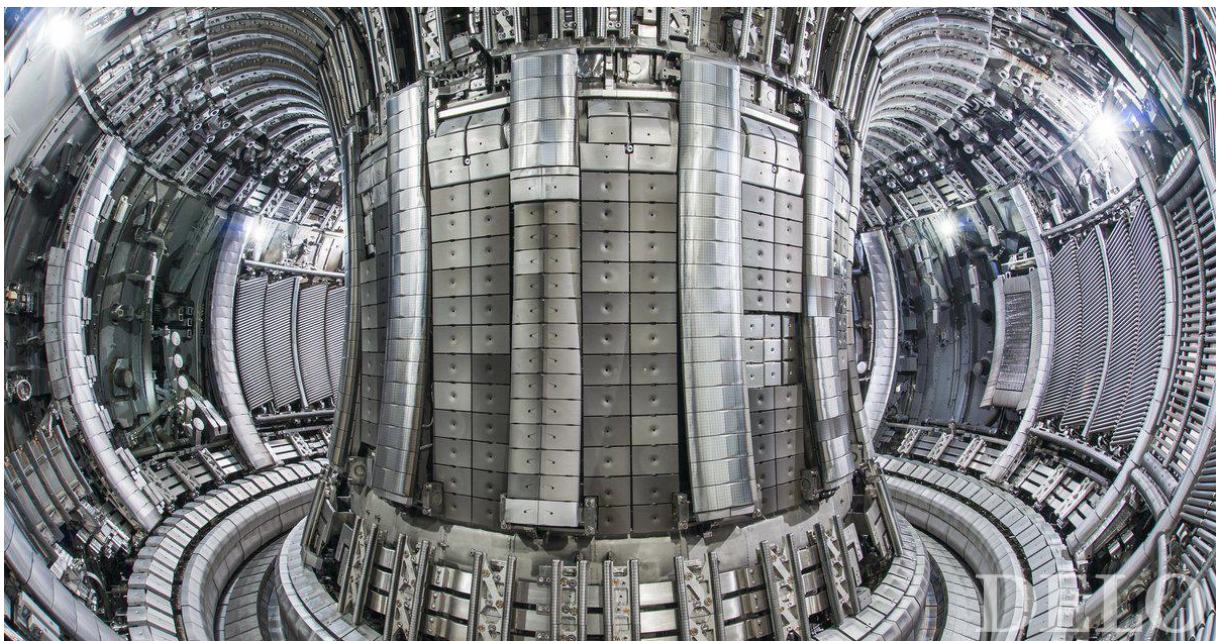
## HIPOTEZE

1. Oblika plastenkov vpliva na delovanje stroja. Oglate so boljše od oblikovanih.
2. Polovično napolnjene plastenke najdlje poganjajo stroj.
3. Večje število plastenkov dlje poganjajo stroj kot manjše število.



## 2 PREGLED OBJAV

Človek za življenje potrebuje veliko energije. Ljudje za energijo jedo hrano, ta pa se hrani s soncem. Ljudje v primerjavi z nekoč porabimo več energije. Na začetku smo bili odvisni le od sonca, kasneje pa smo začeli uporabljati orodje in orožje in vpregati živino. Zdaj pa na tisoče elektrarn proizvaja električno energijo, ki jo uporabljamo na neskončno načinov zato ljudje iščemo neskončno energijo. Želimo si ustvariti umetno sonce, ki ga bomo brzdali v reaktorju.



Slika 1: Fuzijski reaktor

### 2.1 Zakaj si želimo *perpetuum mobile*?

Danes smo vsi odvisni od elektrike, ki poganja vse okoli nas. Težava pa je pridelovanje, ker za to potrebujemo elektrarne, ki onesnažujejo okolje. PM bi nam omogočil neskončno energijo, ki ne bi puščala negativnega odtisa v okolje. To je ekološki pogled. PM bi nam omogočil neskončno energijo kjerkoli bi jo želeli. To pa bi bila za nas blaginja. [1]

## ***2.2 Pravila perpetuum mobile***

Ko govorimo o PM, ne moremo zaobiti dejstev, ki jih mora takšen stroj izpolnjevati, in to so:

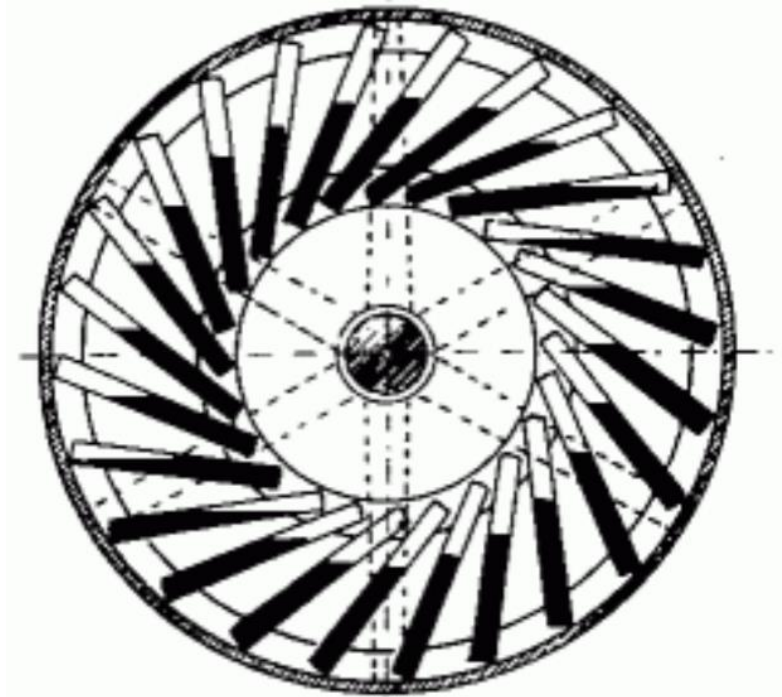
1. Stroj se pod nobenim pogojem ne sme ustaviti.
2. Stroj ne sme imeti pomoči nobene zunanje energije.
3. Zakoni fizike ne smejo biti prekršeni.
4. stroj lahko dobi pomoč samo na začetku. [2]



**Slika 2: Ilustracija PM, kjer se voda neskončno pretaka**

### 2.3 Zgodovina perpetuum mobile

Prvo idejo za PM je narisal Bhaskara the Learned – kolo z nagnjenimi rezervati živega srebra. Rekel je, da bi z vrtenjem kolesa ena polovica postala težja kot druga in bi s tem naredilo neuravnoteženost. Na žalost to, da je ena stran težja od druge, pomeni, da center mase ni več v sredini in kolo ne deluje kot zaželeno. [3]



Slika 3: Skica PM Bhaskara the Learneda.

Prvi znani poskusi razumevanja in ustvarjanja perpetuum mobile segajo v srednji vek, čeprav se je ideja večnega gibanja pojavljala že prej. Tukaj so ključne osebnosti in mejniki, povezani z zgodnjim raziskovanjem tega koncepta:

Villard de Honnecourt (13. stoletje)

Francoski arhitekt in inženir je eden prvih, ki je dokumentiral idejo perpetuum mobile. V svojih zapiskih je narisal skico kolesa z nihajočimi kladivi, ki naj bi ohranjala njegovo gibanje. Njegova zasnova temelji na zamisli, da bi nesimetrično težišče omogočilo stalno

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2025

vrtenje. Čeprav naprava ni delovala, je skica pomembna kot zgodovinski primer tovrstnih poskusov. [4]

### Bhāskara II (12. stoletje)

Indijski matematik in astronom je predlagal svojo različico perpetuum mobile z uporabo kolesa, opremljenega s posodicami, napolnjenimi s tekočino. Verjel je, da bi premikanje tekočine spreminjalo težišče in povzročilo stalno vrtenje. Bhāskarjeva zasnova je bila eden prvih poskusov razumevanja energije in gibanja v kontekstu mehanskih sistemov. [5]

### Evropski srednjeveški inženirji

Med 13. in 15. stoletjem so številni inženirji in izumitelji po Evropi eksperimentirali s konceptom perpetuum mobile. Veliko naprav je vključevalo nihala, vzvode, tekočine ali magnete. Vendar nobena ni delovala, saj niso upoštevali zakonov ohranitve energije in trenja.

### Simon Stevin (16. stoletje)

Flamski znanstvenik in matematik je v 16. stoletju dokazal, zakaj perpetuum mobile ni mogoč. S pomočjo fizikalnih načel je pokazal, da v zaprtih sistemih ni mogoče ustvariti večne energije, saj se energija vedno izgublja zaradi trenja in drugih sil.

Čeprav nihče od teh zgodnjih raziskovalcev ni uspel ustvariti delujočega perpetuum mobile, so njihovi poskusi pripomogli k razvoju razumevanja fizike, mehanike in termodinamike. Iskanje večnega gibanja je skozi zgodovino spodbudilo številne inovacije in pripeljalo do temeljnih zakonov o ohranitvi energije. [6]

## 2.4 Bhāskarjevo kolo

### Kaj je Bhāskarjevo kolo?

Bhāskarjevo kolo je konceptualna naprava, ki jo je v 12. stoletju opisal indijski matematik in astronom Bhāskara II. Gre za kolo, zasnovano kot poskus ustvarjanja *perpetuum mobile* – naprave, ki bi se lahko vrtela večno brez zunanjega dotoka energije. Bhāskara si je zamislil kolo z več posodicami ali cevmi, napolnjenimi s tekočino, ki so bile pritrjene na obod.

### Kako naj bi delovalo?

Bhāskarjeva zamisel temelji na ideji neravnovesja težišča:

1. Kolo ima na svojem obodu več posodic, napolnjenih s tekočino.
2. Ko se kolo vrti, naj bi tekočina v posodicah tekla proti zunanjim koncem, kar bi na eni strani kolesa povzročilo večjo težo in moment sile.
3. To neravnovesje naj bi ohranjalo vrtenje kolesa v eno smer, saj bi "težja" stran kolesa vedno premagala "lažjo" stran. [7]

## 2.5 Zakaj ne deluje Bhāskarjevo kolo

### Zakaj ne deluje v praksi?

Čeprav je zasnova zanimiva, kolo v resnici ne deluje kot *perpetuum mobile* zaradi zakonov fizike:

1. **Zakon o ohranitvi energije:** Energija se ne more ustvariti iz nič. Vsak mehanski sistem, vključno z Bhāskarjevim kolesom, izgublja energijo zaradi trenja in upora.
2. **Porazdelitev mase:** Ko se tekočina premika v posodicah, se težišče sicer spreminja, vendar se notranje sile sistema med seboj izničijo. Kolo ne more ustvariti dodatnega momenta sile, ki bi ga ohranjalo v gibanju.
3. **Trenje:** Trenje v osi kolesa in zračnem uporju sčasoma ustavi vsak mehanski sistem, če mu ne dovajamo zunanje energije. [7]



## ***2.6 Pomen Bhāskarjevega kolesa***

Čeprav kolo ne deluje, kot je Bhāskara domneval, je naprava pomembna kot zgodovinski primer poskusa razumevanja gibanja, težišča in energije. Takšni eksperimenti so spodbudili razvoj znanstvenih teorij, kot sta zakon o ohranitvi energije in zakon entropije. Bhāskarjevo kolo tudi kaže, kako so znanstveniki v različnih kulturah raziskovali temeljna vprašanja narave. Vendar še vedno pa je v naravi človeka iskanje po neskončnem viru energije. [7]



**Slika 4: Neskončni vir energije.**

### **3 METODE DELA**

#### **Kratek opis metod raziskovanja:**

##### **1. Metoda dela z viri in literaturo:**

Pri raziskovanju smo preučili obstoječe vire, članke in literaturo, da smo pridobili teoretične osnove in razumevanje obravnavanega problema.

##### **2. Metoda dela s praktičnim poskusom:**

Izvedli smo praktične poskuse, s katerimi smo testirali postavljene hipoteze in preverili delovanje različnih dejavnikov v nadzorovanih okoliščinah.

##### **3. Metoda obdelave podatkov:**

Podatke, pridobljene s poskusi, smo analizirali, jih obdelali s pomočjo programov za delo s tabelami (npr. Excel) in jih predstavili v grafični obliki za boljšo interpretacijo rezultatov.

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

Prvi del raziskovalne naloge je osredotočen na delo z viri, kar predstavlja ključen korak v celotnem raziskovalnem procesu. Delo z viri zajema iskanje, pregledovanje, analizo in izbor ustreznih informacijskih virov, ki bodo služili kot osnova za nadaljnje raziskovanje.

Med iskanjem virov smo naleteli na obsežno količino podatkov, kar je zahtevalo selektiven pristop. Ključno je bilo identificirati zanesljive in relevantne vire, ki so vsebinsko ustrezali našemu raziskovalnemu področju. Pri tem smo se soočali z vprašanji, kot so: *Katere informacije so ključne za našo raziskavo? Kako zagotoviti, da so viri zanesljivi in znanstveno preverjeni? Kako povezati različne vire v celovito podlago za nadaljnjo analizo?*

Med pregledovanjem in prebiranjem virov so se začela oblikovati tudi raziskovalna vprašanja, ki so postopoma usmerjala naš fokus. Ta vprašanja so služila kot okvir za formulacijo raziskovalnih hipotez, ki smo jih oblikovali z namenom, da jih v nadaljevanju preverimo.

Hipoteze so bile oblikovane na podlagi pridobljenih informacij in so izražale naša pričakovanja glede rezultatov raziskave. Pri tem smo se osredotočili na to, da so bile hipoteze jasne, merljive in preverljive. Na primer, če so viri kazali na določene trende ali korelacije, smo to uporabili kot osnovo za oblikovanje predpostavk, ki bi jih lahko empirično preverili.

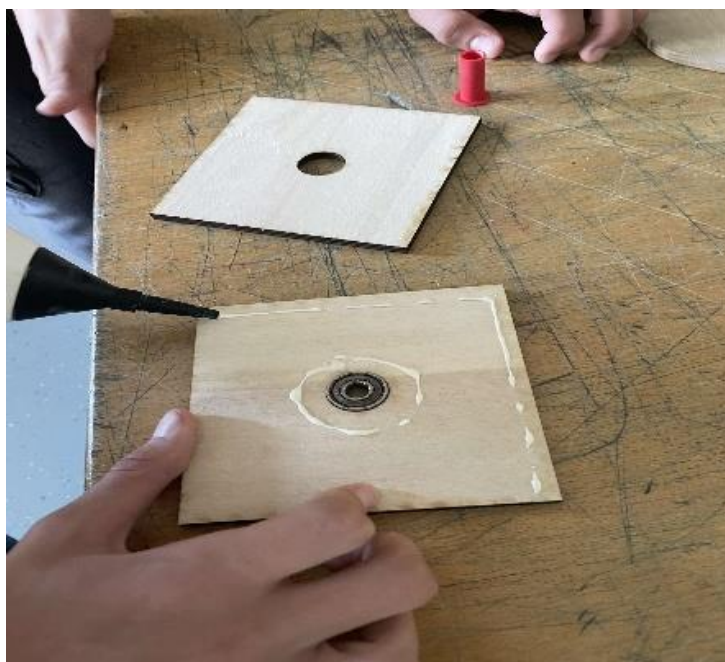
Skupno je delo z viri predstavljalo intelektualno zahteven proces, ki ni zgolj omogočil oblikovanja teoretičnega okvira za našo raziskavo, temveč nas je tudi spodbudil k premisleku o širšem kontekstu in globljemu razumevanju obravnavane tematike.



### 3.2 Izdelava makete

Najprej smo se lotili izdelave nosilcev za plastenke, ki so ključni del našega projekta. Izbrali smo vezano ploščo kot material, saj je lahka, a hkrati dovolj trdna, da prenese obremenitve in omogoča stabilnost celotne konstrukcije. Oblikovanje nosilcev smo izvedli s pomočjo računalniškega programa za načrtovanje, kar nam je omogočilo natančnost in ponovljivost pri izdelavi. Ko smo načrtovanje zaključili, smo nosilce iz vezane plošče izrezali s pomočjo laserskega rezalnika. Ta tehnika je omogočila natančne in gladke reze, kar je ključnega pomena za pravilno delovanje mehanizma.

Vsak nosilec je bil zasnovan tako, da ima na sredini natančno oblikovano odprtino, prilagojeno velikosti ležaja za rolerje. Ta odprtina, ali "liknja," je bila skrbno izmerjena in izdelana, saj je pravilna lega ležaja bistvena za doseganje gladkega in učinkovitega vrtenja plastenke. Ležaji zagotavljajo zmanjšano trenje med gibanjem, kar je ključno za natančne meritve in nemoteno delovanje naprave.



Slika 5: Nosilec za štiri plastenke zležajem.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2025

Da bi nosilce z ležaji trdno vpeli in preprečili njihovo premikanje, smo uporabili 8 mm debelo okroglo bukovo letvico. Letvica ni bila izbrana naključno – bukov les je znan po svoji trdnosti in odpornosti, kar zagotavlja dolgo življenjsko dobo in stabilnost konstrukcije. Letvica je bila natančno odrezana in vstavljena v nosilce, da je povezala vse elemente v enoten, trden sklop.



**Slika 6: Bukova letvica z ležajem.**

Celotno konstrukcijo pa podpira stojalo, izdelano iz smrekovih desk. Smreka je bila izbrana zaradi svoje kombinacije lahкости in trdnosti, kar omogoča enostavno premikanje naprave, hkrati pa zagotavlja potrebno stabilnost. Stojalo je bilo zasnovano tako, da prenese vse mehanske obremenitve in prepreči nihanje ali premikanje med meritvami. Stabilnost je ključna, saj vsakršne vibracije ali premiki lahko vplivajo na natančnost rezultatov. Skupna zasnova omogoča trdnost, zanesljivost in minimalizacijo napak, kar je bilo ključno vodilo pri našem delu.



**Slika 7: Nosilec za Bhāskarjevo kolo.**

Na koncu smo na nosilce pritrdili plastenke, ki smo jih napolnili z vodo glede na predhodno izbrane parametre in potrebe meritev. Plastenke smo skrbno pozicionirali, da smo zagotovili njihovo pravilno težišče in enakomerno porazdelitev mase. Za pritrditev plastenk smo uporabili plastične vezice, saj so lahke, enostavne za uporabo ter zagotavljajo trdno in stabilno pritrditev. Vezice smo zategnili ravno prav, da so plastenke ostale na mestu brez nepotrebnega premikanja ali tresljajev med meritvami. Ta korak je bil ključen za ohranitev celotne stabilnosti sistema in zagotavljanje natančnih rezultatov pri vseh izvedenih poskusih.



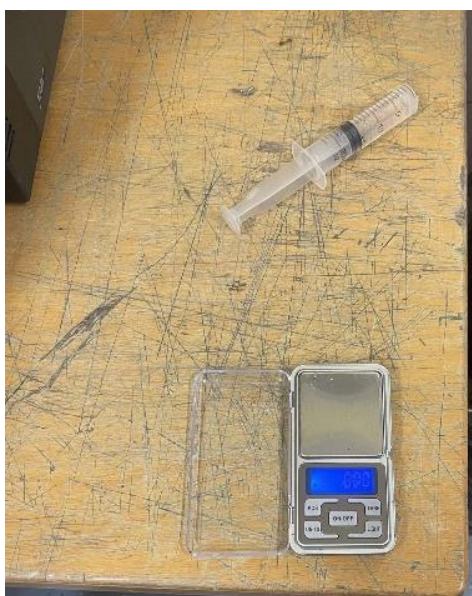
**Slika 8: Bhāskarjevo kolo s štirimi plastenkami.**

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2025

Za zagotovitev natančnih meritev je bilo ključno, da smo plastenke napolnili z vodo do točno določene mase. Pri tem smo uporabili tehtnico za nakit, saj je ta zasnovana za visoko stopnjo natančnosti in omogoča merjenje z natančnostjo do 0,01 g. Takšna preciznost je bila nujna, saj tudi najmanjša odstopanja v masi plastenk lahko vplivajo na rezultate in zanesljivost naših meritev.

Postopek polnjenja plastenk smo izvedli sistematično. Vsako plastenko smo postopoma polnili z vodo, pri čemer smo maso natančno spremljali na tehtnici. Po potrebi smo vodo dodajali ali odvezemali kapljico po kapljico, dokler masa ni natančno ustrezala željeni vrednosti. Tehtnico smo pred vsakim merjenjem skrbno umerili, da smo zagotovili zanesljive rezultate.

Ta pristop je omogočil, da so bile vse plastenke enako obremenjene, kar je izločilo morebitne variacije v meritvah, ki bi nastale zaradi nepravilnega polnjenja. S tem smo dosegli visoko stopnjo ponovljivosti in zanesljivosti pri eksperimentih ter zmanjšali možnost napak, povezanih z neenakomerno porazdelitvijo mase.



**Slika 9: Tehtnica za nakit in plastična brizga.**

### ***3.3 Preizkušanje***

Ko smo imeli platenke trdno pritrjene na nosilce, smo pričeli z meritvami, pri čemer smo se trudili doseči kar največjo natančnost. Za merjenje časa smo uporabili športno štoparico, ki omogoča merjenje z natančnostjo na stotinko sekunde. Takšna preciznost je bila ključnega pomena za to, da so bile naše meritve zanesljive in da smo lahko opazili tudi najmanjše razlike med posameznimi poskusi.

Sam postopek merjenja je bil zasnovan metodološko in strukturirano. Pri vsakem merjenju smo najprej identificirali t. i. "točko preloma". Ta točka predstavlja skrajno lego, kjer sistem ne potrebuje dodatne sile za ohranjanje gibanja, saj se nahaja v stanju ravnotežja. Točka preloma je bila izhodiščna točka za vse naše meritve, saj je omogočala enake začetne pogoje za vsako ponovitev.

Merjenje časa smo izvedli tako, da smo ob sprožitvi sistema začeli meriti čas vrtenja kolesa v isto smer. Štoparico smo ustavili v trenutku, ko se je kolo povsem zaustavilo. Na ta način smo beležili celoten čas trajanja vrtenja, kar nam je omogočilo analizo vpliva različnih dejavnikov na dolžino vrtenja.

Rezultate meritev smo skrbno zapisovali v tabele. V teh tabelah smo beležili različne parametre, kot so število platenk, oblika platenk ter stopnja njihove napolnjenosti. Vsak parameter smo spreminjali posebej, da smo lahko izolirali njegov vpliv na rezultate. Izvedli smo več ponovitev za vsako variacijo, da bi zmanjšali vpliv morebitnih naključnih napak in pridobili zanesljive povprečne vrednosti.

Naše meritve so zajemale različne kombinacije dejavnikov: merili smo čas vrtenja za različno število platenk (na primer eno, dve ali tri platenke), za platenke različnih oblik (okrogle, kvadratne ali nepravilnih oblik) in za platenke z različno količino vode (na primer polne, napol polne ali četrtinsko napolnjene). Na ta način smo lahko sistematično preučevali, kako posamezni parametri vplivajo na dinamiko vrtenja sistema.



**Slika 10: QR koda, povezava do posnetka.**

Da bi si lažje predstavljali celoten proces preizkušanja, smo se odločili za vizualno predstavitev, ki omogoča vpogled v ključne korake našega dela. V ta namen smo posneli video, ki prikazuje vse faze izdelave kolesa in postopke, ki jih uporabljamo pri izvajanju meritev.

Video smo naložili na platformo YouTube, kar omogoča enostaven dostop in deljenje. Poleg tega smo ustvarili QR kodo, ki uporabnikom omogoča takojšnjo povezavo do videoposnetka s pomočjo njihove mobilne naprave ali druge naprave, ki podpira skeniranje QR kod.

Videoposnetek zajema naslednje ključne točke:

Postopek izdelave kolesa: V tem delu je podrobno prikazano, kako smo kolo sestavili in katere materiale ter tehnologije smo uporabili.

Postopki meritev: Prikazali smo, kako smo izvajali meritve, katere metode smo uporabili in kakšne rezultate smo pridobili.

Videoposnetek je dostopen za ogled na naslednji povezavi:

<https://www.youtube.com/watch?v=5GHywf80pEY>.

Poleg tega lahko posnetek odprete tudi s skeniranjem zgoraj navedene QR kode. Na ta način smo želeli zagotoviti, da je predstavitev našega dela čim bolj razumljiva in dostopna širšemu občinstvu.

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

Podatke, pridobljene z izvedenimi meritvami, smo vnesli v program Microsoft Excel, ki je izredno uporabno orodje za delo s tabelami, analizami in vizualizacijo podatkov. Proces vnosa podatkov je bil strukturiran in natančen, da bi zagotovili brezhibnost nadaljnje analize. V Excelu smo ustvarili pregledne tabele, v katerih smo beležili ključne parametre posameznih meritev, kot so število plastenk, oblika plastenk, količina vode v njih ter izmerjeni čas vrtenja kolesa.

Vsak parameter smo organizirali v ločen stolpec, pri čemer smo poskrbeli, da so bile vse meritve jasno kategorizirane in enostavno razumljive. Poleg tega smo v tabelo dodali tudi povprečne vrednosti za posamezne sklope meritev, saj so bile te ključne za prepoznavanje trendov in primerjavo rezultatov. Z namenom zmanjšanja vpliva morebitnih napak smo izračunali standardna odstopanja, ki so nam pomagala oceniti zanesljivost in variabilnost podatkov.

Za lažjo predstavo o pridobljenih rezultatih in za boljše razumevanje vpliva posameznih parametrov na čas vrtenja smo podatke tudi grafično prikazali. Uporabili smo različne vrste grafikonov, kot so stolpični grafi ali črtni grafi, odvisno od narave podatkov in vrste analize. Na primer, za prikaz vpliva števila plastenk na čas vrtenja smo uporabili črtni graf, ki jasno ponazarja trende, medtem ko smo za primerjavo različnih oblik plastenk uporabili stolpične grafe, saj ti omogočajo enostavno primerjavo vrednosti med skupinami.

Vsak grafikon smo opremili z ustreznimi naslovi, oznakami osi in legendami, kar je omogočilo natančno interpretacijo podatkov. Os x je običajno prikazovala spremenljivke, kot so število plastenk, količina vode ali oblika plastenke, medtem ko je os y prikazovala čas vrtenja kolesa. Takšna vizualna predstavitev je bistveno pripomogla k boljšemu razumevanju razmerij med spremenljivkami ter k lažji identifikaciji morebitnih anomalij ali odstopanj v podatkih.

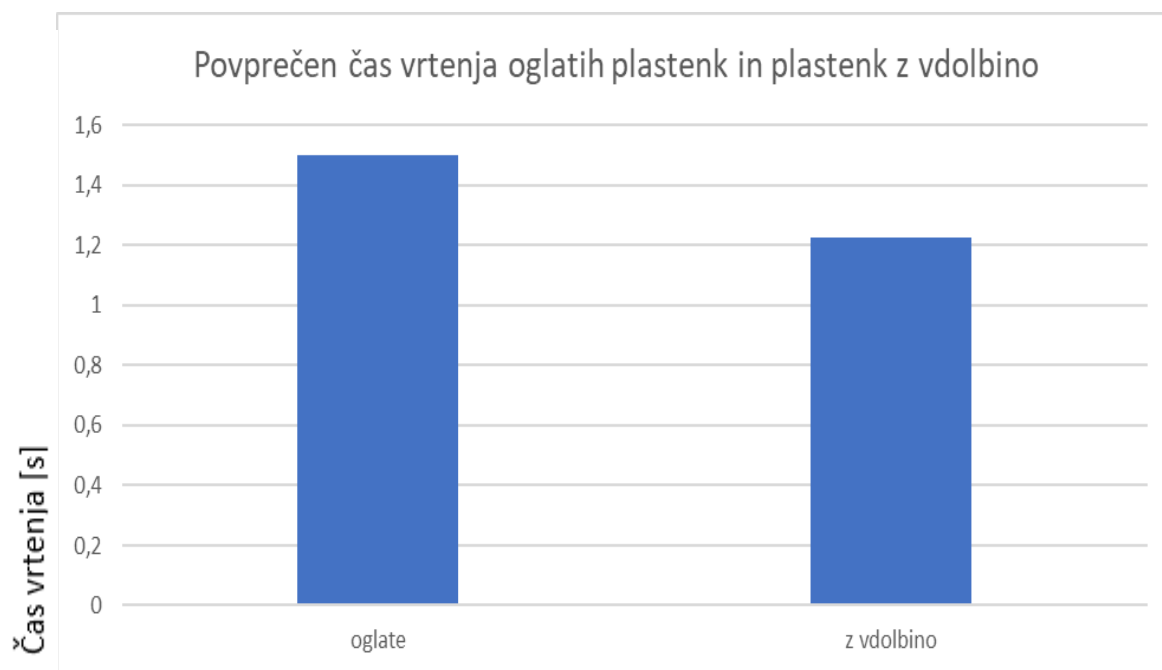
S pomočjo Excelovih funkcij za analizo podatkov smo nato izračunali povprečja, trende in druge ključne vrednosti, ki so nam omogočile globljo interpretacijo rezultatov. Na koncu je grafični prikaz podatkov služil tudi kot temelj za pripravo poročila, saj je omogočil jasnejšo predstavitev naših ugotovitev drugim.

## 4 REZULTATI

Naše meritve so bile zasnovane sistematično in v več fazah, da bi čim boljše preučili vpliv različnih dejavnikov na čas vrtenja kolesa. V vsakem sklopu meritev smo spreminjali le en parameter, medtem ko so ostali parametri ostali nespremenjeni, kar nam je omogočilo izolacijo in natančno analizo vpliva posameznega dejavnika.

### Prva faza: Preučevanje vpliva oblike plasten

V prvem delu meritev smo se osredotočili na obliko plasten. Izbrali smo različni obliki plasten in sicer ene so kvadraste oblike, druge pa valjaste z vdolbino. Vse plaste smo napolnili z enako količino vode, da bi zagotovili pošteno primerjavo. Plaste smo pritrdili na nosilce in izvedli več ponovitev za vsako obliko plaste. Čas vrtenja smo merili od trenutka sprožitve kolesa do njegove popolne zaustavitve. S tem smo želeli ugotoviti, če oblika plaste vpliva na čas vrtenja. Na grafikonih smo predstavili povprečne vrednosti meritev.



**Grafikon 1: Primerjava časa vrtenja oglatih in oblikovanih plasten.**

Pri pregledu meritev smo ugotovili, da se oglate, kjer je prelivanje lažje vrtijo dlje časa, kot plaste, ki imajo vdolbine.



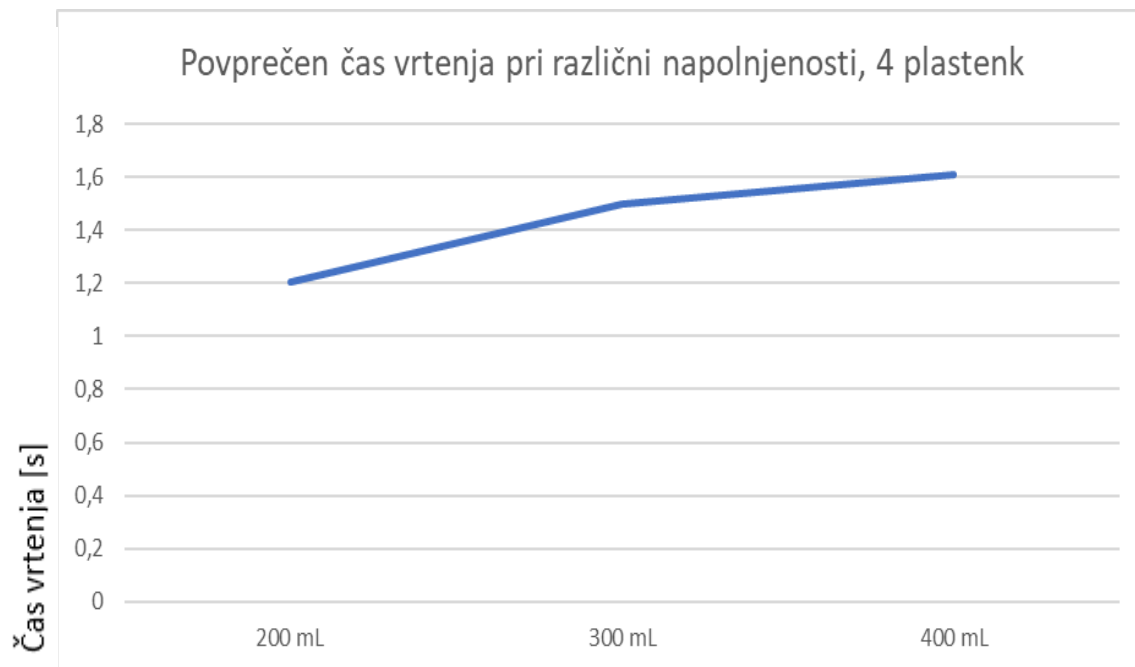
**Druga faza: Različno napolnjene platenke**

V drugem sklopu meritev smo raziskovali, kako stopnja napolnjenosti platenk z vodo vpliva na čas vrtenja kolesa. Pollitrške platenke smo napolnili z različnimi količinami vode, pri čemer smo uporabili tri stopnje napolnjenosti: 200 ml, 300 ml in 400 ml. Tudi v tem delu meritev smo uporabili platenke iste oblike, da bi izločili vpliv oblike na rezultate. Pri vsakem merjenju smo skrbno spremljali čas vrtenja in rezultate zapisali. Ta del eksperimenta je bil osredotočen na preučevanje vpliva mase na vrtenje.



**Grafikon 2: Povprečen čas vrtenja šestih platenk pri različnih polnitvah.**

Pri meritvah s šestimi platenkami se je izkazalo, da se je kolo najdlje vrtelo v primeru, ko je bilo v platenki 300 ml vode. Čas vrtenja je presegel 1,6 sekunde.

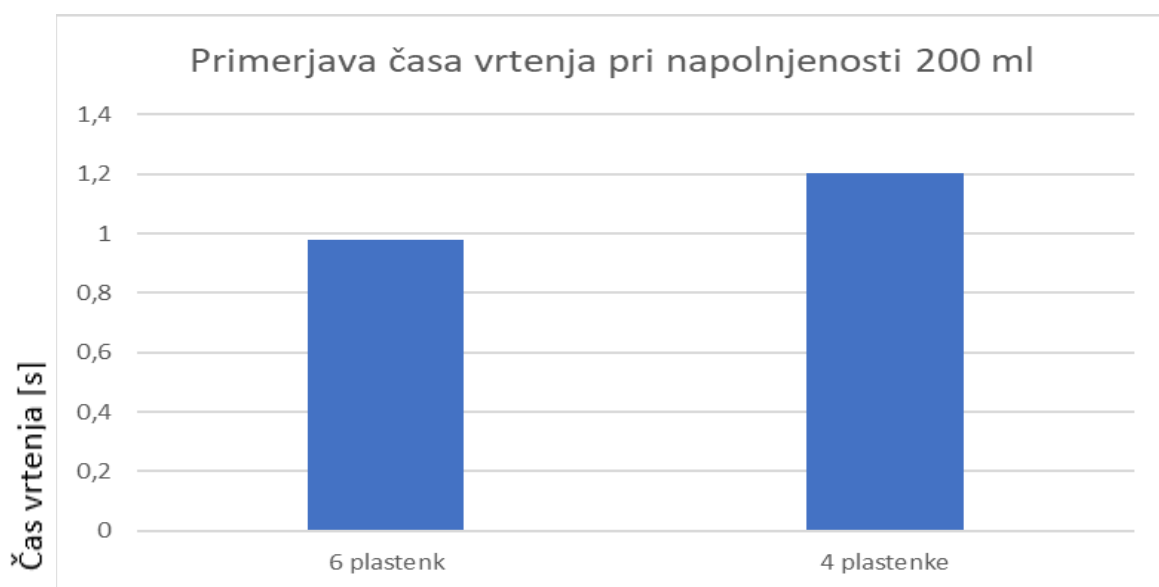


**Grafikon 3: Povprečen čas vrtenja štirih plasten pri različnih polnitvah.**

V primeru, ko smo uporabili štiri plastenke pa smo ugotovili, da je napolnjenost vplivala tako, da bolj polne plastenke se vrtijo dlje časa. Dodamo lahko, da razlika med časom vrtenja ni tako velika, sploh med 300 ml in 400 ml.

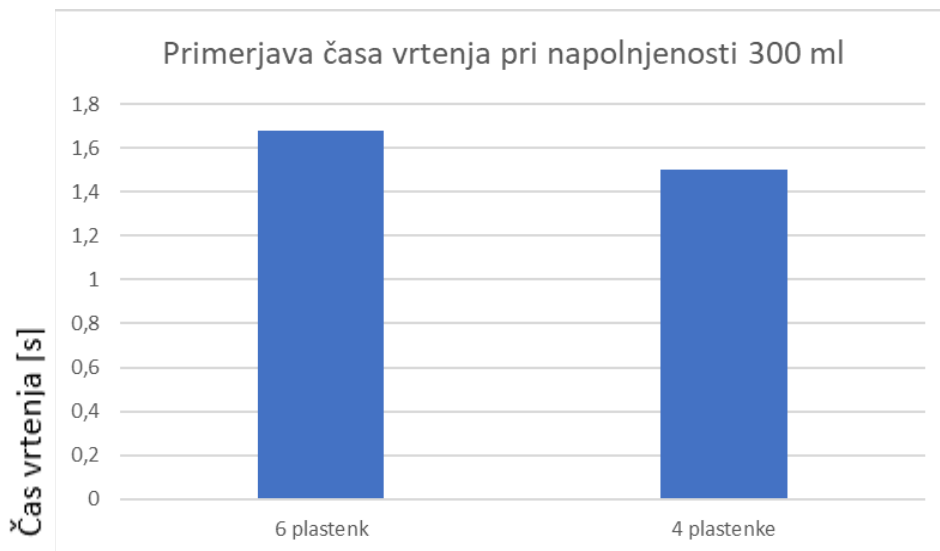
**Tretja faza: Število plasten**

V zadnjem sklopu meritev smo preverjali, kako število plasten vpliva na čas vrtenja kolesa. Uporabili smo dve različni konfiguraciji: štiri plastenke in šest plasten. Vse plastenke v posamezni konfiguraciji so bile enako napolnjene z vodo in nameščene na enakomerno razporejenih nosilcih. Meritve so bile izvedene večkrat za vsako konfiguracijo, da smo lahko izračunali povprečni čas vrtenja in ocenili vpliv povečanja mase in razporeditve plasten na sistem.



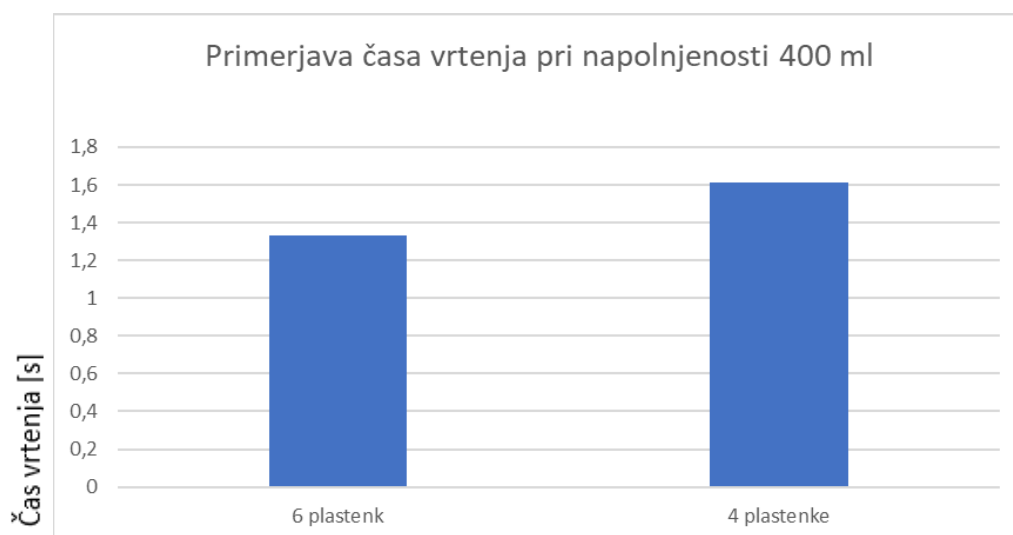
**Grafikon 4: Primerjava časa vrtenja različnega števila plasten pri napolnjenosti 200 ml.**

Ko primerjamo čas vrtenja šestih in štirih plasten pri napolnjenosti 200 ml ugotovimo, se dlje časa vrtijo 4 plastenke. Razlika je približno 20%.



**Grafikon 5: Primerjava časa vrtenja različnega števila platenk pri napolnjenosti 300 ml.**

V naslednjih meritvah smo primerjali čas vrtenja pri napolnjenosti 300 ml in ugotovili smo, da se je dlje vrtel nosilec, kjer je bilo nameščenih šest platenk. Vrtel so se približno 10% dlje v primerjavi z nosilcem za štiri platenke.



**Grafikon 6: Primerjava časa vrtenja različnega števila platenk pri napolnjenosti 400 ml.**

Nazadnje smo primerjali še čas vrtenja šestih in štirih platenk, ko smo jih napolnili s 400 ml vode. Šest platenk se je vrtelo skoraj 1,4 sekunde, medtem ko štiri platenke približno 1,6 sekunde.

## 5 DISKUSIJA

### **1. Hipoteza: Oblika plastenik vpliva na delovanje stroja. Oglate so boljše od oblikovanih.**

Prvo hipotezo smo postavili na podlagi domneve, da bi platenke, ki niso oblikovane, omogočile boljše vrtenje stroja kot tiste z oblikovanimi, ker naj bi se voda v njih lažje prelivala. Med meritvami smo opazili, da so oglate platenke dejansko dalj časa ohranjale gibanje v primerjavi s platenkami z vdolbinami. Platenke z vdolbino pa so se ustavile hitreje. Na podlagi teh opazovanj lahko prvo hipotezo potrdimo, saj smo ugotovili, da oglate platenke res omogočajo daljše vrtenje.

### **2. Hipoteza: Polovično napolnjene platenke najdlje poganjajo stroj.**

Za drugo hipotezo smo domnevali, da bodo polovično napolnjene platenke najdlje ohranjale gibanje zaradi optimalnega razmerja med težo in vztrajnostjo. Meritve so pokazale, da so polovično napolnjene platenke res poganjale stroj dlje, vendar le v primeru, ko je bilo na kolesu šest plastenik. Pri štirih platenkah pa so se, zanimivo, najboljše obnesle platenke, ki so bile bolj napolnjene, s 200 ml in 400 ml. Zato bi to hipotezo lahko delno potrdili, saj se polovično napolnjene platenke niso izkazale kot najboljše v vseh primerih, temveč so bile bolj učinkovite pri večjem številu plastenik.

### **3. Hipoteza: Večje število plastenik dlje poganja stroj kot manjše število.**

Tretja hipoteza predvideva, da večje število plastenik omogoči daljše vrtenje stroja, ker več mase prispeva k energiji sistema. Pri izvedbi poskusa s šestimi platenkami smo ugotovili, da so se res vrtele dlje v primerjavi s štirimi platenkami, vendar je to veljalo le za polovično napolnjene platenke. Pri platenkah z 200 ml in 400 ml vode pa so se štiri platenke vrtele dlje kot šest plastenik, kar je nasprotovalo naši začetni domnevi. Na podlagi teh rezultatov smo ugotovili, da večje število plastenik ne vedno pomeni daljši čas vrtenja stroja, še posebej pri različnih napolnjenostih. Zato to hipotezo zavrnamo, saj se ne ujema z rezultati naših meritev.

## 6 ZAKLJUČEK

Z raziskovanjem Bhāskarjevega kolesa smo pridobili veliko novih spoznanj o delovanju mehaničnih sistemov in osnovnih zakonih fizike. Pri poskusu izdelave kolesa smo naleteli na številne izzive, vendar smo jih s pomočjo razumevanja osnovnih principov uspešno premagali. Poleg tehničnih težav smo se tudi naučili, kako pomembno je sistematično zbiranje in obdelava podatkov ter kako lahko majhne spremembe v nastavitvah, kot so oblika platenk ali njihova napolnjenost, vplivajo na delovanje sistema.

Raziskovanje Bhāskarjevega kolesa pa ni zaključeno z našimi meritvami. Zdaj, ko smo pridobili več informacij, smo začeli odkrivati tudi nove raziskovalne izzive. Na primer, zanimivo bi bilo preučiti, kako na delovanje kolesa vplivajo različni dejavniki, kot so velikost platenk, material in oblika kolesa. To so lahko potencialne teme za prihodnje raziskave, ki bi jih lahko raziskovali v naslednjih letih. Naša naloga je tako odprla vrata za nadaljnje raziskovanje in poglobljeno razumevanje mehanike in fizikalnih zakonov, ki vplivajo na delovanje naprav, kot je Bhāskarjevo kolo.

## 7 POVZETEK

V raziskovalni nalogi smo se osredotočili na preučevanje Bhāskarjevega kolesa, naprave, ki naj bi delovala kot perpetuum mobile. Začeli smo z raziskovanjem teoretičnih osnov Bhāskarjevega kolesa ter zgodovinskega pomena koncepta perpetuum mobile, ki je bil v preteklosti predmet številnih poskusov in teorij. S pomočjo literaturnih virov smo ugotovili, da je Bhāskarjevo kolo enega izmed prvih dokumentiranih poskusov za ustvarjanje večno vrteče naprave, vendar zaradi kršenja zakonov ohranitve energije ne more delovati.

V nadaljevanju smo se lotili izdelave lastnega modela kolesa in izvedli praktične meritve. Pri tem smo se osredotočili na vpliv različnih dejavnikov, kot so oblika plasten, njihova napolnjenost in število plasten na dolžino vrtenja kolesa. Z različnimi meritvami smo preverjali hipoteze o vplivu oblike plasten, napolnjenosti in številu plasten na delovanje stroja. Ugotovili smo, da oglate plaste omogočajo daljše vrtenje kot plaste z vdolbino, polovično napolnjene plaste pa niso vedno najbolj učinkovite. Prav tako smo ugotovili, da večje število plasten ne pomeni vedno daljšega časa vrtenja, kar smo dokazali pri različnih napolnjenostih plasten.

Z raziskovanjem in eksperimentiranjem smo pridobili nova spoznanja, ki so odprla možnosti za nadaljnje raziskave, predvsem na področju preučevanja vpliva različnih faktorjev na delovanje kolesa. Naloga je tako odprla vrata za poglobljeno razumevanje mehanike in fizikalnih zakonov in nadaljnje raziskovanje.

## 8 ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujemo našemu mentorju, **Damijanu Vodušku**, za njegov čas, podporo in dragocene napotke pri načrtovanju in izvedbi naše raziskovalne naloge. Njegova usmeritev in spodbude so nam pomagale bolje razumeti temo ter uspešno zaključiti naše delo.

Zahvalil bi se tudi svojim staršem, ki so me podpirali pri izdelovanju raziskovalne naloge.

Vaša pomoč in znanje sta bila neprecenljiva pri oblikovanju naše končne naloge. Hvala!



## 9 VIRI IN LITERATURA

### 1. Zakaj si želimo perpetuum mobile

<https://www.smartdome.si/kaj-je-perpetuum-mobile/>

ogledano: 20. 10. 2024

### 2. Pravila PM

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Perpetuum\\_mobile](https://sl.wikipedia.org/wiki/Perpetuum_mobile)

ogledano: 20.10.2024

### 3. Zgodovina perpetuum mobile

<https://kvarkadabra.net/2000/01/perpetuum/>

ogledano: 20.10.2024

### 4. Villard de Honnecourt

Encyclopedia Britannica. "Villard de Honnecourt." Dostopno na: [britannica.com](https://www.britannica.com).

ogledano: 22.10.2024

### 5. Bhāskara II (12. stoletje)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Bh%C4%81skara%27s\\_wheel](https://en.wikipedia.org/wiki/Bh%C4%81skara%27s_wheel)

ogledano: 22.10.2024

### 6. Evropski srednjeveški inženirji

<https://www.britannica.com/science/perpetual-motion>

ogledano: 24.10.2024

### 7. Bhāskarjevo kolo

[https://en.wikipedia.org/wiki/Bh%C4%81skara%27s\\_wheel](https://en.wikipedia.org/wiki/Bh%C4%81skara%27s_wheel)

ogledano: 24.10.2024

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2025

## VIRI SLIK

Slika 1: Fuzijski reaktor

<https://www.delo.si/media/images/20220209/1128995.2e16d0ba.fill-800x450.jpg?rev=1>

Slika 2: Ilustracija, kjer se voda neskončno pretaka

[https://p.turbosquid.com/ts-thumb/3x/pHQDeh/K9063d1U/002/jpg/1380049973/1920x1080/fit\\_q87/a3b7843941319ba31f1e83ae2cf77011697bf5f6/002.jpg](https://p.turbosquid.com/ts-thumb/3x/pHQDeh/K9063d1U/002/jpg/1380049973/1920x1080/fit_q87/a3b7843941319ba31f1e83ae2cf77011697bf5f6/002.jpg)

Slika 3: Skica PM Bhaskara the Learneda

[https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEieWLRWyowudPElkVIwg-Ck89BYwFnnDM4pCw\\_uUoahcpqHg\\_D0\\_smwqZLmLw0ORJpVYQk\\_qceMV31jJLvB-RaxbKrhCdvkg\\_oazm8kvKQKrDlKH-wftEspaoOJiHL0zML6QaJP6w/s720/w2frqewfwefwefwefwef.jpg](https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEieWLRWyowudPElkVIwg-Ck89BYwFnnDM4pCw_uUoahcpqHg_D0_smwqZLmLw0ORJpVYQk_qceMV31jJLvB-RaxbKrhCdvkg_oazm8kvKQKrDlKH-wftEspaoOJiHL0zML6QaJP6w/s720/w2frqewfwefwefwefwef.jpg)

Slika 4: Neskončni vir energije

[https://insajder.com/sites/default/files/styles/resize\\_800/public/upload/news/images/umetno\\_sonce1\\_0.jpg?itok=ZM\\_5iyj9](https://insajder.com/sites/default/files/styles/resize_800/public/upload/news/images/umetno_sonce1_0.jpg?itok=ZM_5iyj9)