

DRŽAVNO SREČANJE MLADIH RAZISKOVALCEV - OSNOVNOŠOLCEV



PODROČJE

**INTERDISCIPLINARNA PODROČJA:
ŠPORT IN NARAVOSLOVJE - FIZIKA**



Avtorici naloge:

Zala Košiček

Julija Pavlin Vodušek

OSNOVNA ŠOLA: OŠ Solkana

Mentor-ica:

Mojca Milone

Solkan, 2020

1 POVZETEK

Ker je rokomet moj najljubši šport, sva se skupaj s sošolko odpravili na raziskovanje in ugotavljanje značilnosti, ki jih ima gibanje rokometne žoge med strelom na gol. Med raziskovanjem sva izvedeli veliko novega o zgodovini rokometne igre, o zgodovini mojega (Zalinega) društva in pridobili sva nekatera potrebna strokovna znanja, povezana s preučevanjem faze meta na gol. Naredili sva nekaj posnetkov strelav na rokometna vrata Zalinih soigralk in jih preučevali z računalniškim programom za analiziranje gibanja. Preučevali sva odvisnost fizikalnih količin, kot so razdalja, hitrost in pospeška, v času strela. Primerjali sva različne mete na gol: podajo ter met z mesta ali iz skoka. Pri primerjavi grafov naju je še posebno presenetilo to, da ima žoga pri izmetu v skoku skoraj 4-kratni gravitacijski pospešek, pri metu iz skoka pa skoraj 12-kratni. V nalogi sva preučevali tudi dolžine trajanja sekvenc pri metu žoge, ki so izredno hitre. Preračunali sva še kinetično energijo žoge, ki gotovo vpliva na sunek žoge, s katero se sooči vratar, ko želi žogo ubraniti. Skozi celo nalogo nama je bilo vodilo to, da bi našli neko pravilo, ki bi ga moje soigralke uporabile za izboljšanje meta in da bi na podlagi teh informacij lahko podali navodila za boljšo fizično pripravljenost in tehniko rokometnega strela.

1.1 ZAHVALA

Zahvalili bi se radi najini mentorici in učiteljici fizike ga. Mojci Milone, ki nama je pomagala in naju spodbujala pri raziskovanju in dr. doc. Milanu Ambrožiču, ki nama je pomagal z zahtevnejšimi vsebinami in nama tako dal nov zagon za pridobivanje vse več znanja.

2 KAZALO

1	POVZETEK	2
1.1	ZAHVALA.....	2
2	KAZALO.....	3
3	UVOD.....	4
4	TEORETIČNI DEL	5
4.1	KRATKA ZGODOVINA ROKOMETA	5
4.2	OSNOVNE ZNAČILNOSTI ROKOMETA	5
4.3	ROKOMETNA TREDICIJA MOJEGA KLUBA IN ROKOMET NA MOJI ŠOLI	6
4.4	TEHNIKA: METI.....	6
4.4.1	IZVAJANJE SRELA.....	7
➤	PRIPRAVLJALNA FAZA PRI STRELU Z MESTA	7
➤	PRIPRAVLJALNA FAZA PRI STRELU IZ SKOKA	7
4.4.2	RAČUNALNIŠK PROGRAM ZA ANALIZO GIBANJA	8
5	EKSPERIMENTALNI DEL.....	9
6	MERITVE, REZULTATI.....	11
6.1	Izziv: Je čas meta žoge daljši od ene skunde? Koliko časa torej trajajo določene faze meta?.....	11
6.2	Izziv: Opazovano telo žoga ali roka? Kaj se spremeni?	14
6.3	Izziv: Preučevanje fizikalnih količin pri metu z mesta in iz skoka.....	15
6.4	Izziv: Kakšno moč ima žoga pri izmetu v obeh primerih	19
7	ZAKLJUČEK	23
7.1	PRILOGA	24
7.2	VIRI.....	26

3 UVOD

Od kje ideja za raziskovanje in kje je njena vrednost ?

Že od 6. razreda naprej treniram v ženskem rokometnem klubu Šempeter - Vrtojba. Razmišljala sem, kako bi lahko igro še dodatno izboljšala in s tem pripomogla sebi in svoji ekipi v iskanju najboljše tehnike meta na gol. Odločila sem se, da si bom pomagala z znanjem fizike in s pomočjo te raziskovalne naloge sem ugotovila stvari, o katerih prej sploh nisem razmišljala. Velikokrat sem se spraševala, katere so značilnosti dobro izvedenega rokometnega strela. Trener nas uči najnovejše tehnike izvajanja strelav in podaj in že nekaj let uporabljam tehniko, ki je popularna tudi med ostalimi klubi, imenuje pa se tehnika »beach meta«. Prav to tehniko sva preučevali na najinih videoposnetkih. Cilj omenjene tehnike je, da v čim krajšem času pridobiš na največji moči in hitrosti, zraven pa moraš biti tudi natančen. K raziskovanju sem povabila še sošolko Julijo, ki sicer rokomet ne igra, je pa zelo vedoželjna in vztrajna na vseh področjih. Skupaj sva se naučili prepletati elemente raziskave in znanja fizike, športa, matematike, jezikov, računalniškega oblikovanja, uporabnosti različnih računalniških programov in aplikacij.

Na začetku sva postavili nekaj hipotez:

- **Hitrost meta določa vrsto meta.**

- **Žoga je najhitrejša tik pred izmetom.**

- **Časovne sekvence celotnega meta so skupno daljše od ene sekunde.**

- **Dolžina meta je odvisna od kota izmeta.**

- **Met iz skoka da žogi večjo kinetično energijo.**

4 TEORETIČNI DEL

4.1 KRATKA ZGODOVINA ROKOMETA

Že v antiki zasledimo igre, pri katerih so ljudje za sprostitev in zabavo metali žogo. Šele nekaj stoletij potem pa so se po Evropi začele razvijati razne predhodnice rokometu. V 16. stoletju so se pojavile v Franciji, v 19. stoletju pa je nemški športni pedagog K. Koch predstavil igro »Raftball«, ki jo je razširjal po šolah in drugje. Leta 1898 je Danec Holger Niensen uvedel igro »Handbold«, ki je bila neposredna predhodnica rokometu. Leta 1915 pa se iz tega razvije veliki rokomet. Prva uradna tekma je bila odigrana l. 1925. Po drugi svetovni vojni se je ta igra razširila v skoraj vse evropske države, bolj popularen pa je postal dvoranski rokomet (Šibila, M.,2013).

4.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI ROKOMETA

Rokomet je ena od najbolj razširjenih in priljubljenih iger v Sloveniji in po svetu. Igra se na rokometnem igrišču 40 m x 20 m. Rokometno tekmo igrata dve moštvi po 7 igralcev (6 igralcev in vratar). Pri igri se igralci nasprotnih moštev neprestano menjujejo v napadu oziroma obrambi, odvisno od tega, katero moštvo ima žogo. Cilj moštva je zadesi čim več zadetkov oziroma preprečiti zadetek nasprotni ekipi.



Slika 1: Akcija na igrišču; vir; <https%3A%2F%2Fthumbs.dreamstime.com%2Fb%2Fazione-di-pallamano-delle-donne->

Rokometna igra vpliva na razvoj večine sposobnosti, lastnosti in značilnosti. Lahko rečemo, da zaradi učinkov igre prihaja do hipertrofije mišic (ko na mišico deluje dovolj velik stres, da se ojača in zraste) in zmanjševanja odvečne podkožne maščobe. Pozitivno pa vpliva tudi na osebnostne lastnosti, kot so čustvena stabilnost, samozavest, vztrajnost in koncentracija.

Obstajajo pa tudi nekatere negativne lastnosti te igre. Problematično je razmerje moči in gibljivosti med dominantno in ne dominantno roko ter nekoliko manj med odzivno in ne odzivno nogo. Trenerji morajo to pri načrtovanju treningov upoštevati in tako poskrbeti za zdrav in skladen razvoj rokometašev.

4.3 ROKOMETNA TRADICIJA MOJEGA KLUBA IN ROKOMET NA MOJI ŠOLI

Rokometna tradicija na naši šoli je bila pri fantih že od nekdaj zelo razvita, ker je učitelj športne vzgoje rokometaš. Leta 2002 pa se je ustanovil ženski rokometni klub Šempeter-Vrtojba, in kar nekaj deklet z naše šole trenira v njem. Že nekaj let se tudi naša šola udeležuje šolskih rokometnih tekmovanj in dosega lepe rezultate, s čimer se zanimanje za ta šport povečuje. V klubu pa gre moji ekipi letos zelo dobro, saj smo se ravno uvrstile od 1 do 6 mesta v državi. Upam, da bomo letos še izboljšale uspeh izpred dveh let, ko smo bile na 5. mestu.

4.4 TEHNIKA METOV

Meti so osnovni elementi igre pri različnih športih. Pojavljajo se predvsem pri igrah z žogo, kot sta rokomet in košarka, ne smemo pa pozabiti, da je v atletiki veliko disciplin, ki jih uporablja, kot so npr., met kroge, kopija, vorteksa...Tudi pri športno plesnih dejavnostih se športniki srečajo z napornimi meti, kot npr. v disciplini twirling. Vsem tem športnim panogam je skupno to, da morajo biti meti močni in točni.

Pri rokometu lahko mete razdelimo v dve skupini in sicer na :

- **Podaje-meti z mesta.**
- **Meti na gol.**

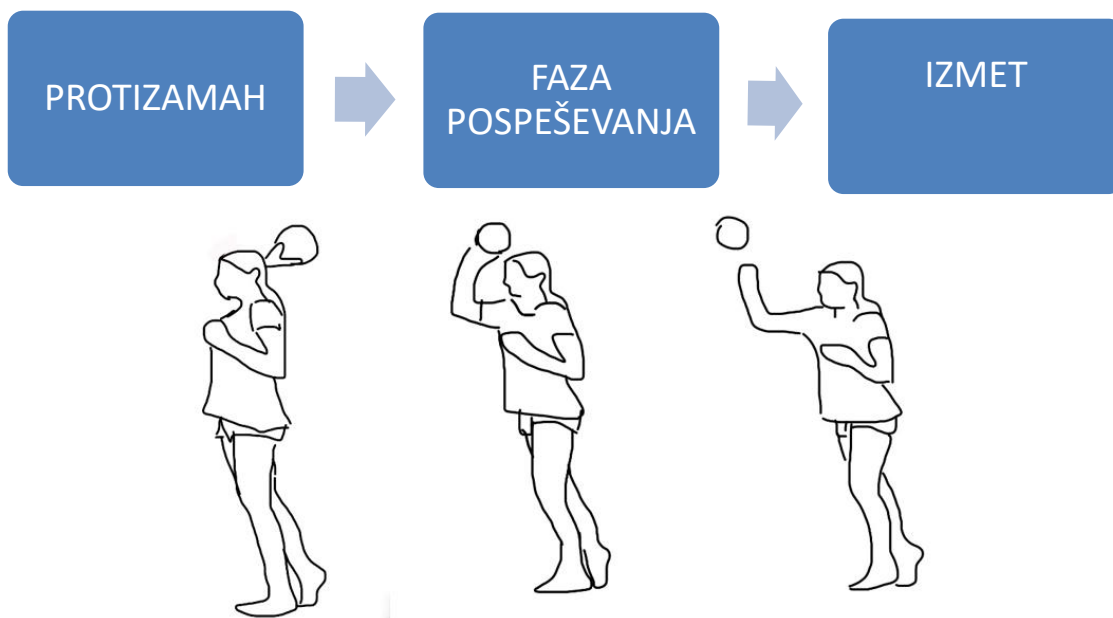
Podaje so med soigralkami in so odvisne od cilja (točne in prilagojene v jakosti glede na oddaljenost).

Streli – meti so veliko bolj eksplozivni, od tekmovalca pa zahtevajo večji vložek energije in več natančnosti.

4.4.1 IZVAJANJE SRELA

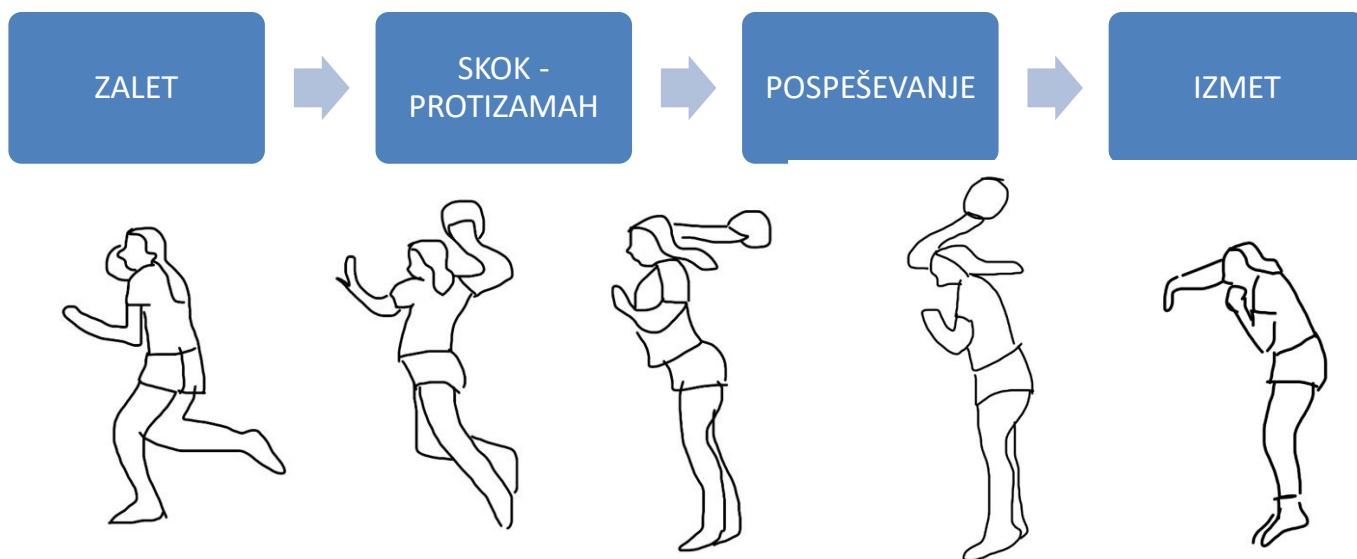
Rokometni strel (Šibila, 2013) se v splošnem deli na tri faze. Mi jih bomo spoznali za dva različna meta in sicer za met z mesta in iz skoka.

➤ PRIPRAVLJALNA FAZA PRI STRELU Z MESTA



Slika 2: Strel z mesta-podaja vir: avtorska slika

➤ PRIPRAVLJALNA FAZA PRI STRELU IZ SKOKA



Slika 3: Strel iz skoka

4.4.2 RAČUNALNIŠK PROGRAM ZA ANALIZO GIBANJA

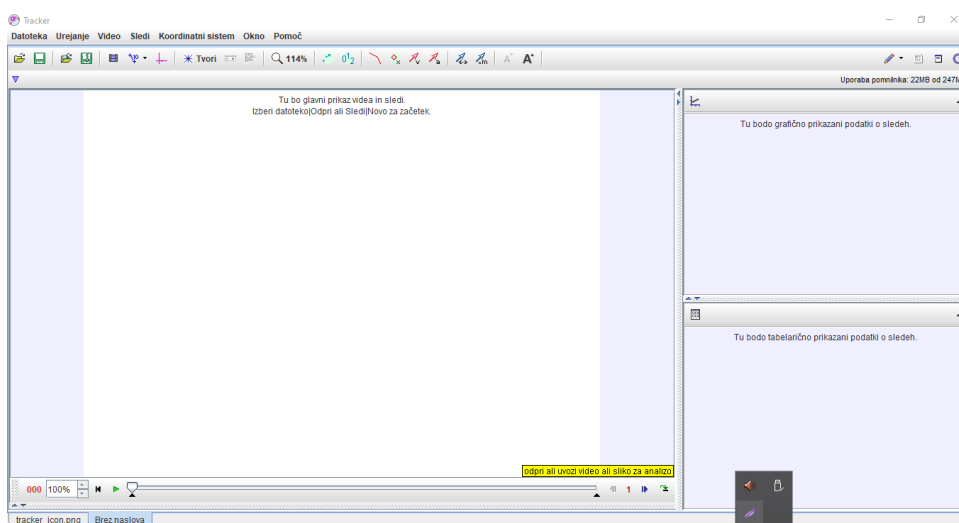
Da bi preverili najine hipoteze, sva potrebovali sodobni računalniški program za preučevanje gibanja izbranega objekta.

Odločili sva se za uporabo programa Tracker, ki nam ga je predstavila najina učiteljica fizike. Z njim lahko preučujemo gibanje športnikov ali njihovih rekvizitov v odvisnosti od časa. V programu lahko določimo dvodimenzionalni koordinatni sistem in določimo sekvenco, ki jo želimo preučevati. Imamo tudi možnost, da se umerijo dolžine, saj tako vsaka izbrana točka na posnetku dobi pravilne koordinate. Program nudi možnosti izpisa podatkov v tabele, iz katerih nariše tudi grafe. Nama je program rabil kot odlično učno sredstvo, saj nama je odkril spreminjanje fizikalnih količin v rokometnem metu in tako sva lahko poglobili šolska znanja in izkušnje.

S programom sva se naučili delati na primeru enakomernega pospešenega gibanja kroglice po klancu. Z kamero mobilnega telefona sva posneli gibanje kroglice in ga naložili kot video posnetek na računalnik. Posnetek sva obdelali na programu in dobili dokaj dobre grafe gibanja.



Slika 4: Snemanje spusta kroglice po klancu

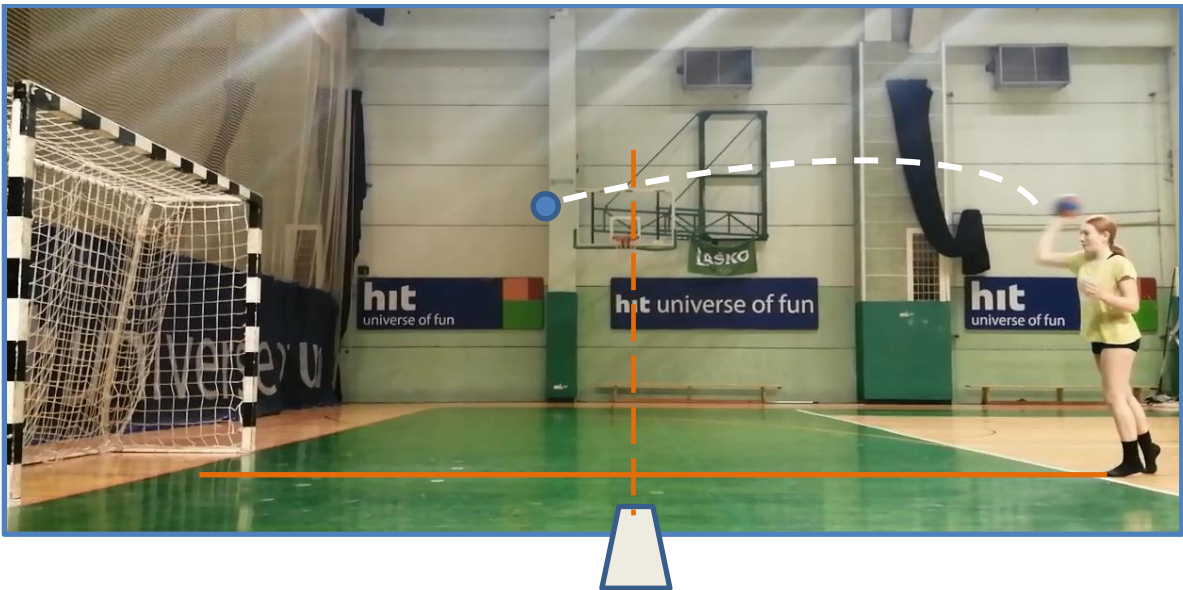


Slika 5: Maska programa tracker

5 EKSPERIMENTALNI DEL

V eksperimentalnem delu sva želeli preučevati odvisnosti fizikalnih gibalnih količin in se predvsem osredotočiti na posebnosti, ki se pojavijo v določenih sekvencah – korakih meta.

Zato sva preučevali met v roketna vrata. Naredili sva več posnetkov, saj je bila svetloba v športni dvorani zelo šibka. Tudi pravilna postavitev kamere in kot snemanja sta zelo pomembna za kvaliteten posnetek, iz katerega sva analizirali gibanje. Dobro je, da kamero postavimo pravokotno na smer gibanja predmeta in da se kamera med poskusom ne premika.



Kamera na telefonu v oddaljenosti 7 m

Slika 6: Postavitev kamere glede na met

Pri snemanju posnetkov sva uporabili kamero pametnega telefona. Posnetke sva uvozili v program na šolskem računalniku.

V analizi sva se osredotočili na gibanje žoge ter poskušali ugotoviti najpomembnejše parametre, ki se spreminjajo med metom. Že v začetku nama je bilo jasno, da zaradi sprememb gibanja ne bova mogli analizirati gibanje skozi celoten tir. Zato sva se osredotočili na sekvenco pri izmetu žoge.

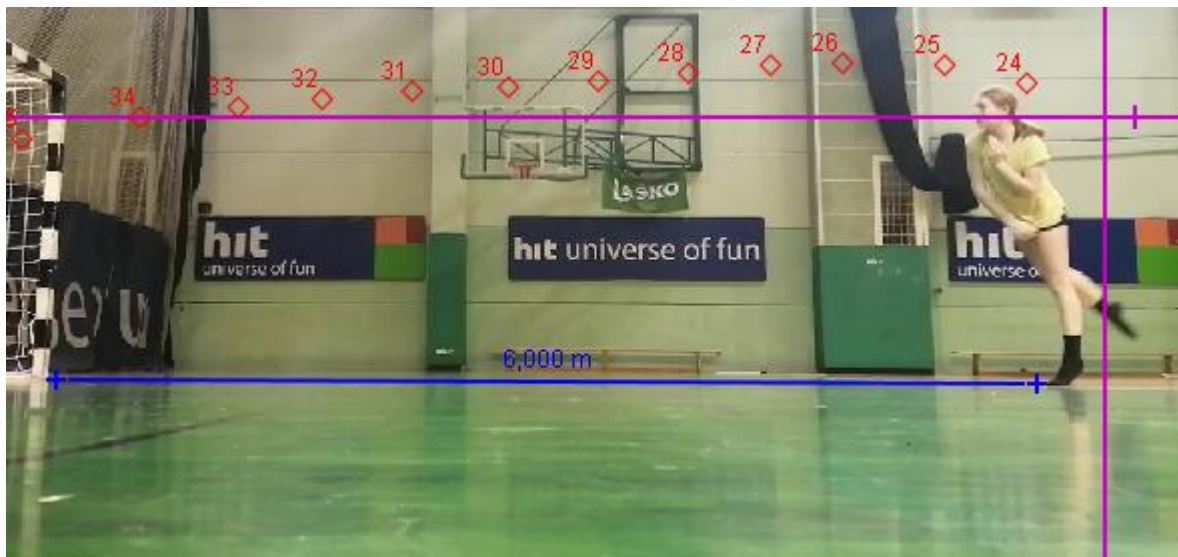
Izbrali sva dolžino izseka in hitrost predvajanja. Za določanje dolžine sva v programu izbrali merilno palico, saj nam pogojuje izrise vseh količin. Izbrali sva merilo v osnovnih merskih enotah, torej metrih. Posnetke sva umerili tako, da sva določili konca merilne palice na razdaljo, ki nam jo predstavlja met od začetka do konca. Nato sva postavili koordinatni sistem tako, da sva označili točko in ji določili njen položaj. S tem sva določili točko izhodišča koordinatnega sistema.

Za spremljanje opazovanega telesa sva določili masno točko, ki predstavlja težišče žoge. Ta se giblje kot predmet velikosti točke.

Če bi imela žoga v video sličicah dovolj nesprejemljivo obliko, velikost, barvo in usmeritev, bi lahko uporabili v programu avtomatsko sledenje, kar bi izboljšalo kakovost najinih meritev. Meti na najinih posnetkih pa so bili neostri in hitri, zato sva na žalost morali masno točko določati sami s klikom v center žoge. To je gotovo povzročalo določene napake pri meritvah (mersko napako pri obeh koordinatah središča žoge).



Slika 7: Postavitev koordinatnega sistema.



Slika 5: Merilna palica je bila na razdalji od črte do gola, torej 6 m.

Eksperimentalni del bodo določala raziskovalna vprašanja, na vezana na postavljene hipoteze:

Koliko časa trajajo določene faze meta?

Opazovano telo žoga, opazovano telo roka. Kaj se spremeni?

Preučevanje korakov meta (x , v , a) v odvisnosti od časa

Kdaj žoga doseže najvišjo hitrost?

Kako naklon meta upliva na dolžino strela?

6 MERITVE, REZULTATI

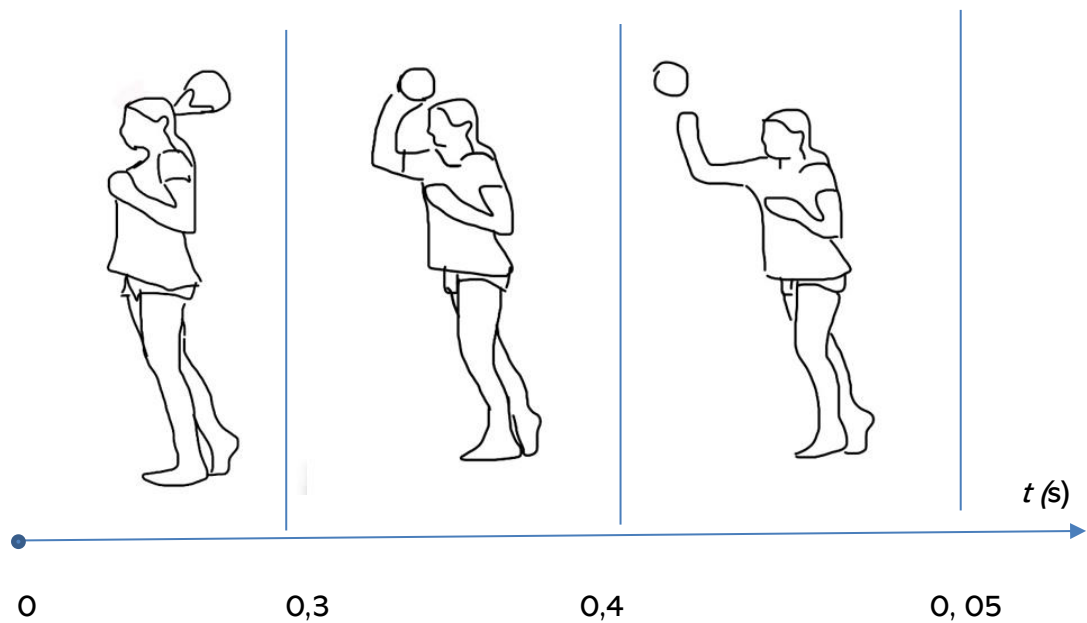
6.1 IZZIV: JE ČAS META ŽOGE DALJŠI OD ENE SEKUNDE? KOLIKO ČASA TOREJ TRAJAJO DOLOČENE FAZE META?

Cilj: Ugotoviti čas faz strela iz analize video posnetka

Preiskovali sva met s tal brez zaleta. Prijateljica je izvajala podaje.



Slika 6: Začetek meta - podaje

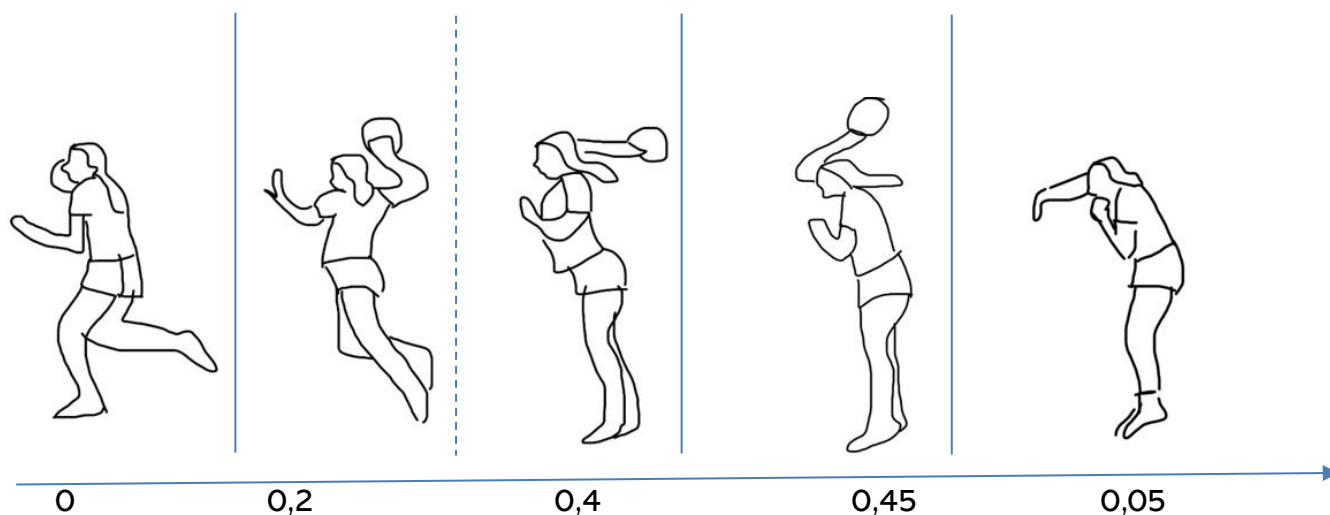


Slika 7: Sekvence in časovni trak – strel z mesta

Meritve posnetka so pokazale, da so določene sekvence zelo kratke.

lokacija	Začetek	Konec	interval
	t_1 (s)	t_2 (s)	
Proti zamah	0	0,3	0,3
Pospeševanje	0,3	0,4	0,1
Izmet	0,4	0,45	0,05
skupno			0,45

Tabela 1: Časovni intervali v podaji



Slika 8: Sekvence in časovni trak

	Začetek	Konec	Interval
	t_1 (s)	t_2 (s)	$t\Delta$ (s)
Zalet	0	0,2	0,2
Proti zamah-skok	0,2	0,4	0,2
Pospeševanje	0,35	0,45	0,1
Izmet	0,45	0,5	0,05
skupno			0,55

Tabela 2: Časovni intervali v metu iz skoka

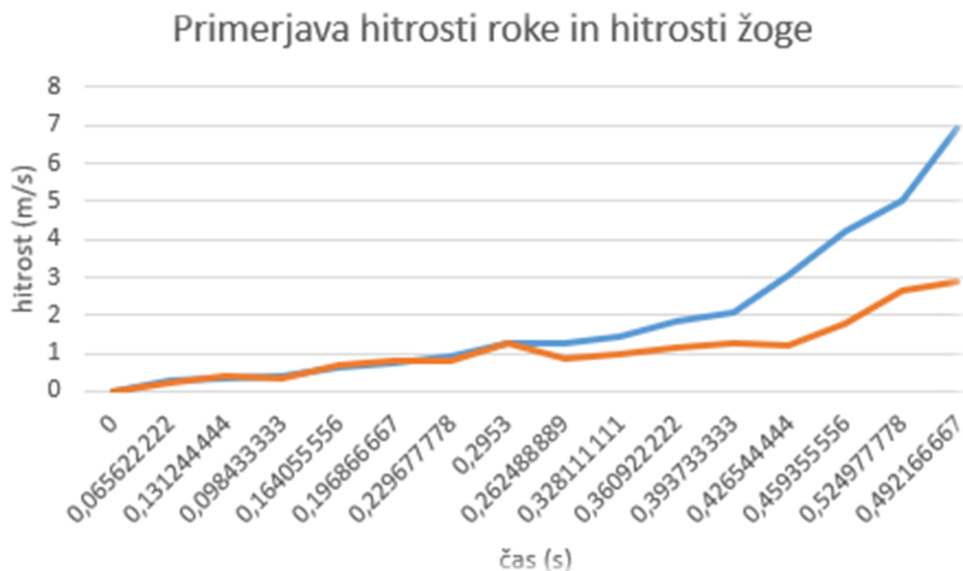
Lahko povzameva, da so te sekvence izredno hitre. Najhitrejša je prav v obeh opazovanih faza izmeta, ki traja okoli 0,05 s. Če primerjamo z viri (Van den Tillaar in Ettema, 2007) sta na enajstih vrhunskih norveških igralcih ugotovila, da se pripravljalna faza začne 0,505 s, faza pospeševanja 0,155 s in faza zaviranja 0,042 s

pred izmetom žoge. Lahko rečeva, da so bile najine meritve dokaj verodostojne in rezultati dobri.

6.2 IZZIV: OPAZOVANO TELO ŽOGA ALI ROKA? KAJ SE SPREMI NI?

Cilj: Ugotoviti, kako je z vrednostmi hitrosti, če opazujemo gibanje roke ali žoge.

Na posnetku sva določili dve masni telesi. Najprej sva določili spreminjanje lege masne točke A, ki je bila za naš primer roka. Masno telo B je predstavljala žoga. V programu sva se odločili, da bova izbrali podatke za odvisnost hitrosti od časa za telo A in telo B. Ker nam program ni nudil primerjave grafov v določenem času, sva tabelo prenesli v program Excel, kjer sva dobili graf, kot ga vidimo na spodnji sliki. Opazovanja so se izvajala v časovnih intervalih po 0,06 s.



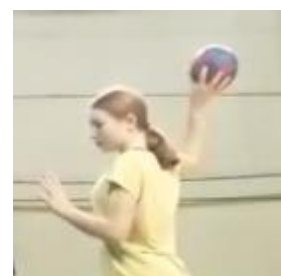
Legenda: **rdeč graf** – hitrost roke

Moder graf - hitrost žoge

Graf 1: Hitrosti roke - žoge

Iz grafa je razvidno, da sta hitrosti žoge in roke enaki do trenutka, ko se konča faza izmeta. Takrat se hitrost žoge povečuje, medtem ko roka zavira, saj drugače se žoga ne odlepi od roke.

Slika 9: Pripravljalna faza (zalet in proti zamah)



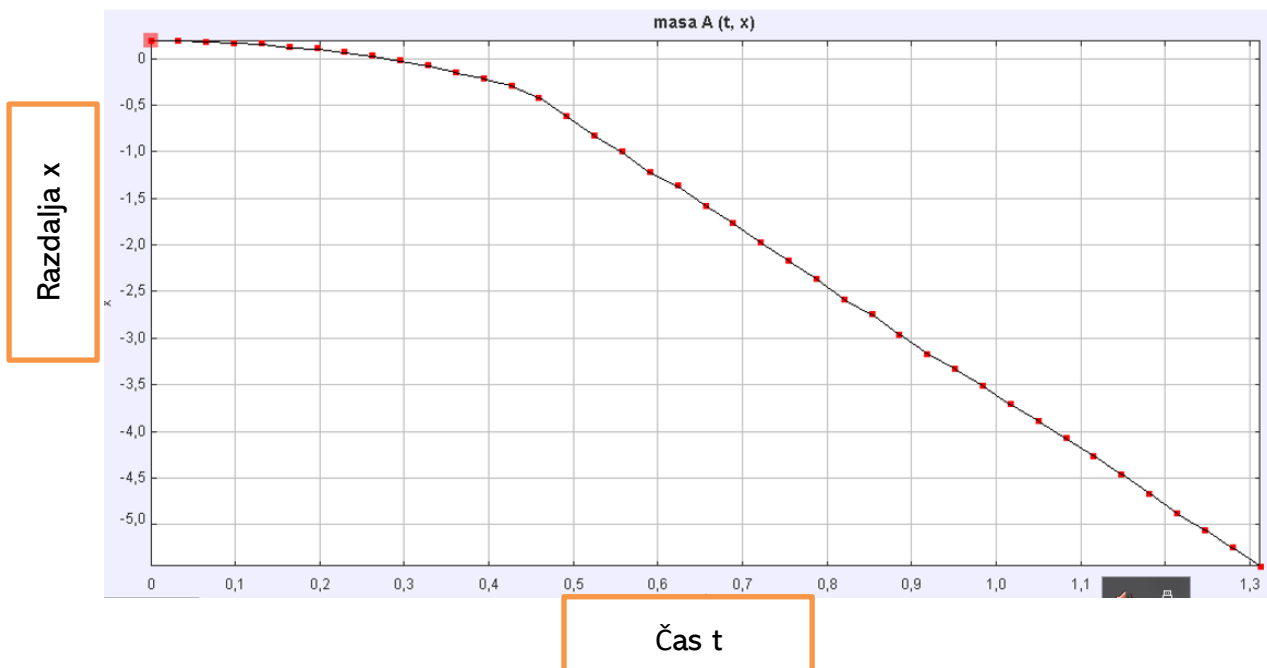
6.3 IZZIV: PREUČEVANJE FIZIKALNIH KOLIČIN PRI METU Z MESTA IN IZ SKOKA.

Cilj: Ugotoviti, kako se spreminjajo fizikalne količine in ugotoviti razlike med meti.

MET IZ MESTA- ANALIZA

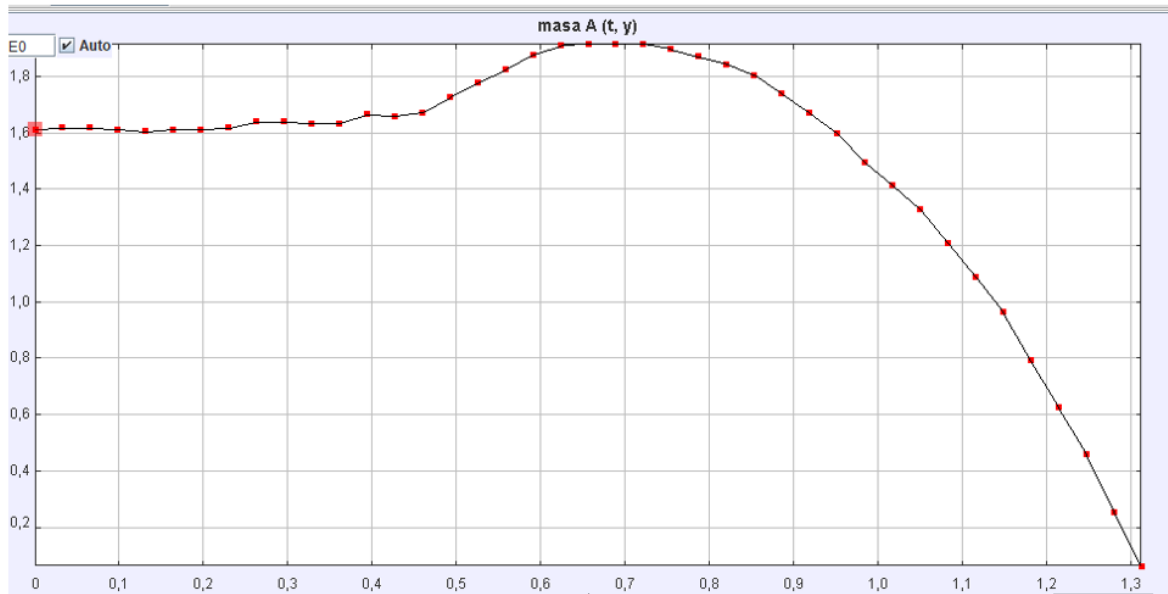


Najprej preučevali, kako se je spreminjala razdalja x v odvisnosti od časa.



Graf 2: Tir gibanja žoge v smeri x (vodoravno) v času gibanja.

Razdalja y



Graf 3: y(t)

Čas t

Tirnici obeh grafov sta dokaz, da je met kombinacija dveh gibanj in sicer enakomernega gibanja v smeri x in prostega pada v smeri y , potem ko žoga zapusti roko. Temu gibanju rečemo poševni met, ki ga štejemo med sestavljenega gibanja.

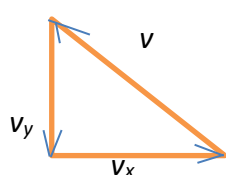
Če si pomagamo s fizikalnim znanjem, lahko rečemo, da je pot v smeri x odvisna od začetne hitrosti v času opazovanja, v primeru komponente y pa se od prispevka z začetno hitrostjo odšteje del, ki je povezan s prostim padom.

$$x = v_{x0} \cdot t$$

$$y = v_{y0} \cdot t - g \cdot t^2 / 2$$

Enačbi veljata, če prestavimo izhodišče koordinatnega sistema v točko, ko žoga zapusti roko. Čeprav sva se osredotočili na graf absolutne hitrosti, sva si ogledali tudi grafa za komponenti v_x in v_y (priloga 1). V obeh sva opazili velik skok hitrosti v času od 0,4 s do 0,5 s. Iz posnetka sva ugotovili, da je bil v tej fazi izmet žoge, torej ko je žoga zapustila dlan.

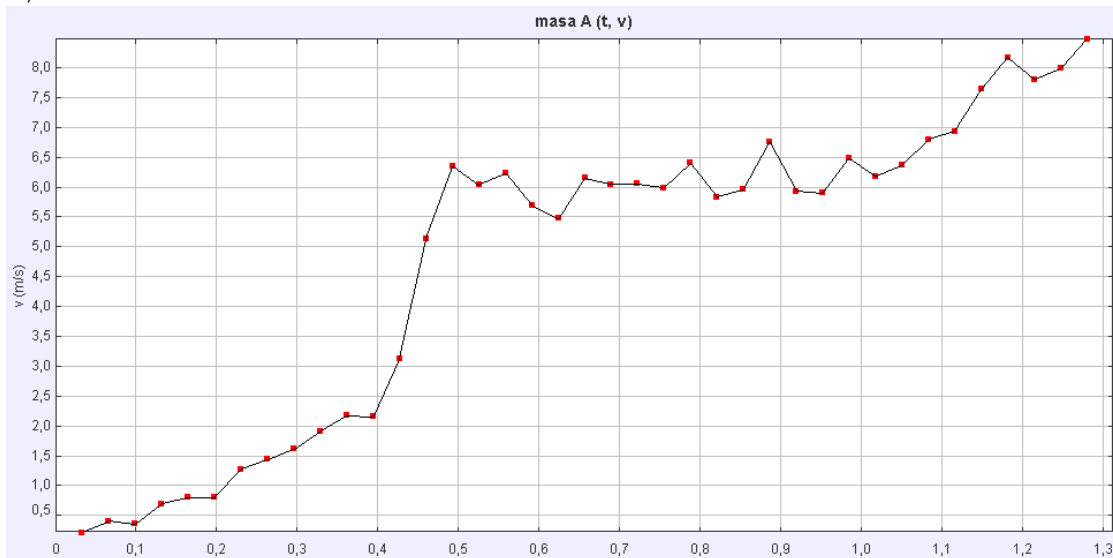
Po enačbi bi lahko izračunali, da je absolutna hitrost po Pitagorovem izreku:



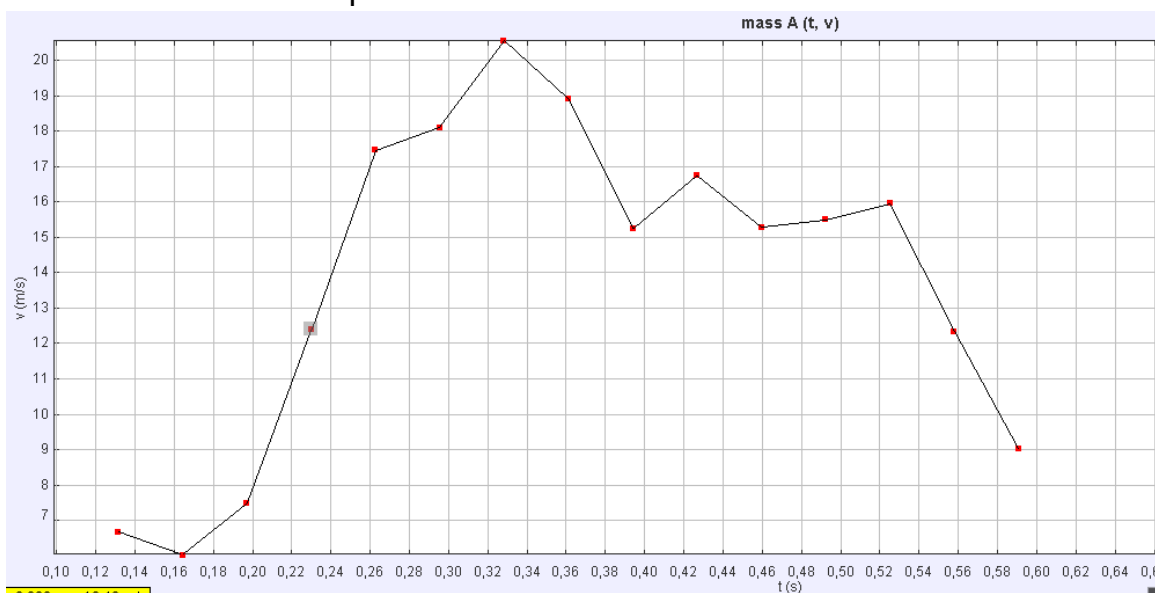
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Program Tracker iz dveh komponent hitrost samodejno nariše graf za absolutno hitrost, kar se lepo vidi iz grafa (6).

Iz posnetka sva ugotovili, da je maksimalna hitrost ravno v časovnem intervalu 0,4 - 0,5 s.



Graf 6: absolutna hitrost pri metu z mesta



Graf 7: absolutna hitrost pri metu iz skoka

Če opazujemo met iz skoka, pa se zadeve spremenijo. Preučevali sva sekvenco grafa pri izmetu, torej v času 0,165 s do 0,23 s. Takoj pa naju je začelo zanimati, kako je s pospeškom pri izmetu, saj imamo vse podatke, da ga lahko tudi izračunamo.



Slika 10: Vektor absolutne hitrosti pri izmetu

POSPEŠKI PRI METU Z MESTA IN SKOKA

V uvodni hipotezi sva sicer želeli preučevati samo hitrost. Radovednost pa naju je vodila v to, da bi ugotovili vrednost pospeška tako pri metu z mesta kakor iz skoka v fazi izmeta, kjer je sprememba hitrosti največja. Grafi pospeška niso bili po najinih pričakovanjih (priloga 2). Vzrok temu o gotovo napake, ki so se pojavile pri določanju masne točke in meritvah. Graf pospeška je tako narejen na osnovi dvojnih napak, ki jih upošteva program. Zato sva raje izhajali iz grafov $v(t)$.

POSPEŠEK – PRIMER MET Z MESTA (graf 6)

Kot vidimo, so pospeški zelo veliki. Iz grafa za hitrost, jih lahko tudi izračunamo.

$$v_z = 2,25 \text{ m/s}$$

$$v_k = 6,4 \text{ m/s}$$

$$t = 0,1 \text{ s}$$

$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$a = 41,5 \text{ m/s}^2$$

$$a_1 = ?$$

POSPEŠEK – PRIMER MET IZ SKOKA (graf 7)

$$v_z = 6 \text{ m/s}$$

$$v_k = 14 \text{ m/s}$$

$$t = 0,08 \text{ s}$$

$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$a = 114 \text{ m/s}^2$$

$$a_1 = ?$$

Gravitacijski (g)	Pri metu z mesta (a)	Pri metu iz skoka (a)
10 m/s^2	$41,5 \text{ m/s}^2$	114 m/s^2
1 g^*	4 g	11 g

Tabela 3: vrednosti pospeškov

Če primerjamo dobljene pospeške z gravitacijskim, lahko rečemo, da njihove vrednosti zelo velike.

6.4 IZZIV: KOLIKŠNO MOČ IMA ŽOGA PRI IZMETU V OBEH PRIMERIH

Cilj: Ugotoviti, vrednosti kinetične energije, prejetega dela in povezati z močjo izmeta

Ker sva določili fizikalne količine v , a , t , lahko iz znanja fizike uporabimo tudi enačbo za izračuna kinetične energije.

Računali sva s hitrostmi, ki smo jih dobili iz grafov (6, 7) za oba primera in upoštevale, da je masa žoge, ki jo uporabljamo v igri 300 g.

Podaja - met z mesta :

$$m = 300\text{g}$$

$$v_z = 2,25\text{m/s}$$

$$v_k = 6,4\text{ m/s}$$

Skok:

$$m = 300\text{g}$$

$$v_z = 6\text{ m/s}$$

$$v_k = 14\text{ m/s}$$

$$W_{kin} = 2,58\text{ J}$$

$$W_{kin} = 9,6\text{ J}$$

$$W_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Žoga ima pri izmetu v skoku ima skoraj 4 x večjo kinetično energijo, kot pri metu z mesta. Če uporabiva še energijski zakon, ugotoviva, da je delo, ki ga prejme žoga, odvisno od spremembe kinetične energije.

$$A = \Delta W_{kin}$$

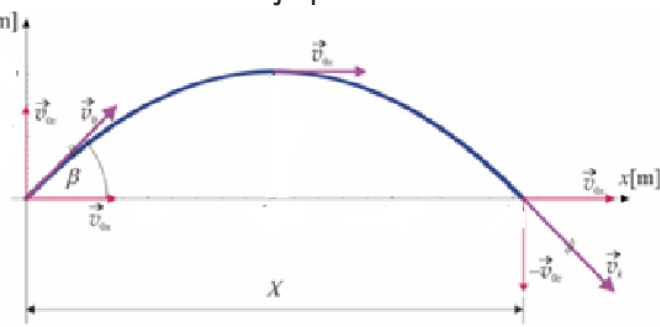
Če bi opazovali kinetično energijo v enakem časovnem intervalu bi ugotovili, da je v primeru izmeta v skoku bistveno večja, zato lahko sklepava da je moč, ki jo prejme žoga od roke bistvena za dolžino meta.

$$P = A/t$$

6.1 IZZIV: ALI KOT META VPLIVA NA DOMET STRELA?

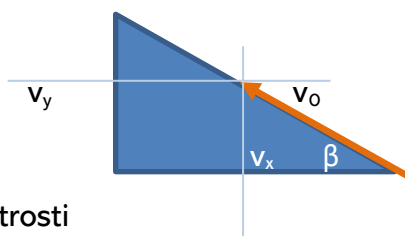
Cilj: Ugotoviti, na kateri način lahko izračunamo dolžino tira za različne kote izmeta.

Žoga ima začetno hitrost in sunemo jo pod določenim kotom. Enako velja tudi za met iz skoka.



Slika 11: Poševni met vir <http://www2.arnes.si/~uljpf1/kg1.pdf>

Prosto gibanje žoge lahko obravnavamo v dveh smereh. V vodoravni smeri se giblje enakomerno, v navpični smeri pa se giblje kot pri prostem padu, ali natančneje, navpičnem metu (enakomerno pospešeno s težnim pospeškom). Grafično si lahko pomagamo s kotnimi funkcijami .



Slika 12: Komponente hitrosti

v_x hitrost v smeri x

v_yhitrost v smeri y

βkot pod katerim vržemo žogo

Komponenta začetne hitrosti v smeri y je enaka projekciji začetne hitrosti na os y in jo lahko dobimo

$$v_{0y} = v_0 \sin \beta. \quad (1)$$

Komponenta začetne hitrosti v smeri x je enaka projekciji začetne hitrosti na os x in jo lahko dobimo

$$v_{0x} = v_0 \cos \beta \quad (2)$$

Značilnosti količin pri enakomernem gibanju v smeri x.

$$a_x = 0$$

$$v_x = v_{0x}$$

$$x = v_{0x} \cdot t$$

Značilnosti količin pri prostem padu v smeri y:

$$a_z = -g$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

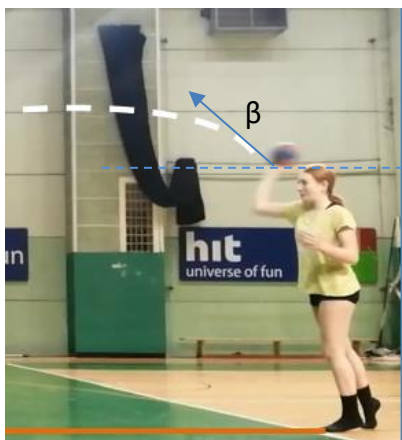
$$y = v_{0y} \cdot t - g \cdot t^2 / 2$$

Iz enačbe za domet (v vodoravni smeri) ali maksimalni x

$$x_{\max} = (v_0)^2 \cdot \sin(2\beta) / g$$

lahko izračunamo domet. Uporabili sva podatke za podajo, ker je posnetek boljši in sva lažje dobila fotogram, za katerega sva določili kot.

Iz posnetka lahko ta kot tudi oceniva.



Slika 13: Kot pri izmetu

Izračunajmo po enačbi dolžino meta – podaje.

$$\beta = 45^\circ$$

$$v_0 = 6,4 \text{ m/s}$$

$$s_x = (v_0)^2 \cdot \sin(2\beta) / g$$

$$s_x = 4,3 \text{ m}$$

Izračun je nekoliko krajši od dolžine, ki jo lahko ugotoviva iz posnetka. Kako pa se spremeni domet, če ta kot pomanjšamo, zvečamo in vržemo z enako hitrostjo.

$$\beta = 30^\circ$$

$$v_0 = 6,4 \text{ m/s}$$

$$s_x = (v_0)^2 \cdot \sin(2 \cdot \beta) / g$$

$$s_x = 3,5 \text{ m}$$

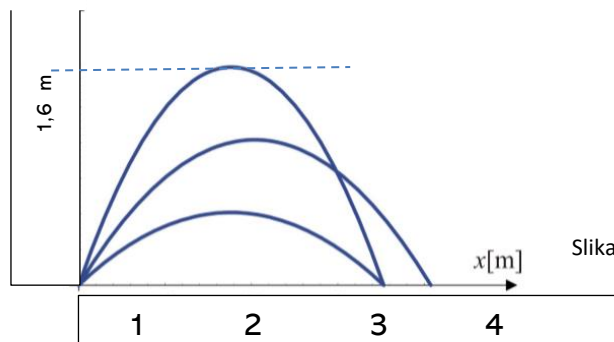
$$\beta = 60^\circ$$

$$v_0 = 6,4 \text{ m/s}$$

$$s_x = (v_0)^2 \cdot \sin(2 \cdot \beta) / g$$

$$s_x = 3,5 \text{ m}$$

Rezultati so naju nekoliko presenetili, saj sva predvidevali, da se z večanjem kota krajša dolet.



Slika 14: Približne trirnice metov za primere 3 različnih kotov

7 ZAKLJUČEK

Skozi celotno nalogo sva kljub nekaterim oviram vztrajale in ostale radovedne do konca. Pomembno je bilo tudi to, da sva prepoznale problem in vsakdanjika in sicer, kjer so šibke točke igralk pri rokometu, ki ga trenira Zala. Z uporabnostjo šolskega znanja in sodobne tehnologije sva želela raziskovati in preveriti hipoteze:

- ✓ **Hitrost meta določa vrsto meta.**
- ✓ **Žoga je najhitrejša tik pred izmetom.**
- × **Časovne sekvence celotnega meta so hitre, vendar ne manj kot sekundo.**
- ✓ **Met iz skoka da žogi večjo energijo.**
- × **Dolžina meta je odvisna od kota izmeta; večji kot je kot, manjši je domet.**

Meti pri igri rokometu so sestavljeni iz določenih sekvenc, pri katerih je potrebna dobra koordinacija, moč in eksplozivnosti. Če je hitrost pri izmetu manjša, govorimo o podajah, če je hitrost večja so to lahko meti iz mesta na gol. Največjo hitrost pa ima žoga ko zapusti roko pri metih iz skoka. Hitrost roke in žoge se ujemata do trenutka, ko roka vodi žogo. Zato, da roka izmeče žogo mora v določenem trenutku zavirati. Žoga nato nadaljuje let z večjo hitrostjo, kot jo ima roka.

Ovrgle sva hipotezo dolžine sekvenc meta. Časovne sekvence pred izmetom žoge so bistveno hitrejše. Pri podaji in metu iz skoka se vse skupaj odvija v času pičlih 0,5 s.

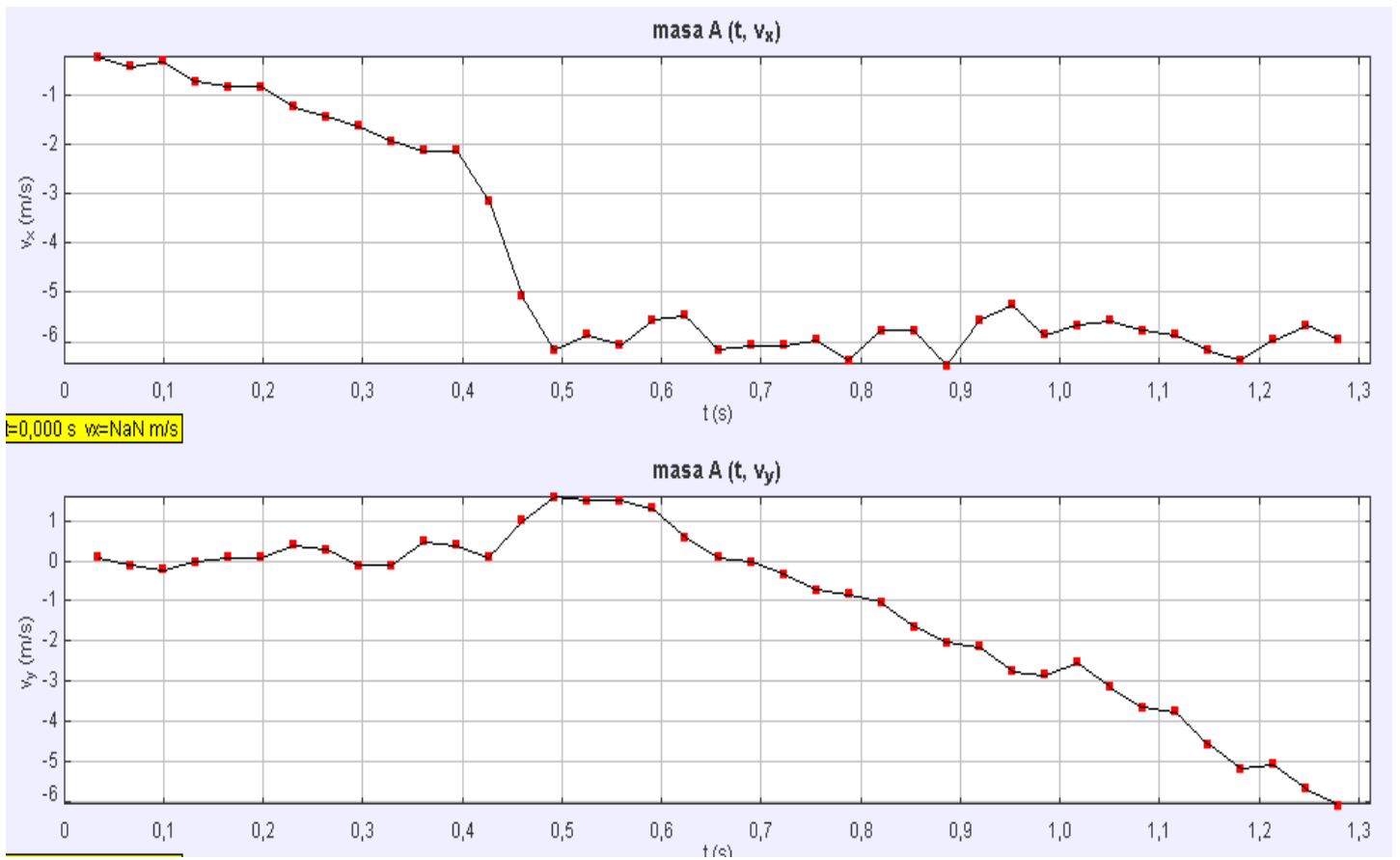
Pri preučevanju grafov sva preučevali fizikalne količine. Hitrost pri izmetu meta v skoku je skoraj 4 kratna vrednosti hitrosti izmeta podaje. Presenetil nas je tudi izračun pospeškov za oba tipa metov. Pri podaji je pospešek 4 g pri metu iz skoka pa skoraj 11 g. To je skoraj tako dobro, kot pospešek dobrega športnega avtomobila (Tesla 16 g, Fagani, 2019). S pomočjo fizike sva lahko ugotovili tudi, kolikšno kinetično energijo ima žogo po izmetu. S tem sva povezala tudi moč, ki jo ima žoga. Pri ugotavljanju dolžine meta naju je presenetilo to, da se vrednosti dometa ne spreminjajo bistveno od kota izmeta pri isti hitrosti. Izračunali sva, da ima žoga najdaljši domet če jo vržemo pod kotom 45° . Torej lahko ovržemo tudi hipotezo, da se domet krajša, če večamo kot izmeta. Ta informacija bo koristna za nas, igralke, še posebno, ko želimo žogo podati na drugo stran igrišča. Med raziskovanjem sva naleteli tudi na ovire, še posebno je pogosto ponagajal računalniški program, ki je pri analizah grafov včasih risal za isti primer drugačne oblike.

Na koncu lahko rečeva, da sva pridobila veliko novih izkušenj in znanj. Veliko sva se naučili o gibanju, količinah, o rokometu, načinih uporabe IKT tehnologije na mobilnih telefonih in računalnikih. Najina vizija pa je v tem, da bi se oglasile pri športnem trenerju atletike, ki bi nama pokazal vaje za razvijanje moči in eksplozivnosti še posebno v zgornjem delu trupa, da bi s tem izboljšale tehniko izmeta.

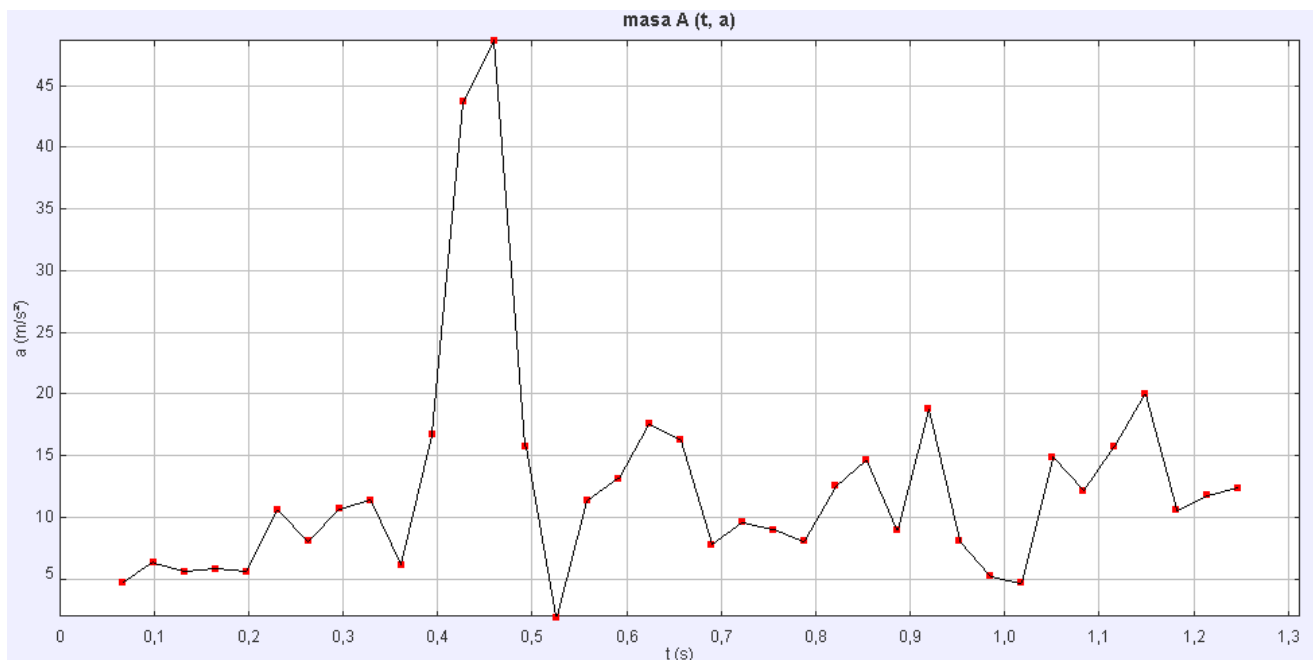
7.1 PRILOGA

Grafi . program Tracker

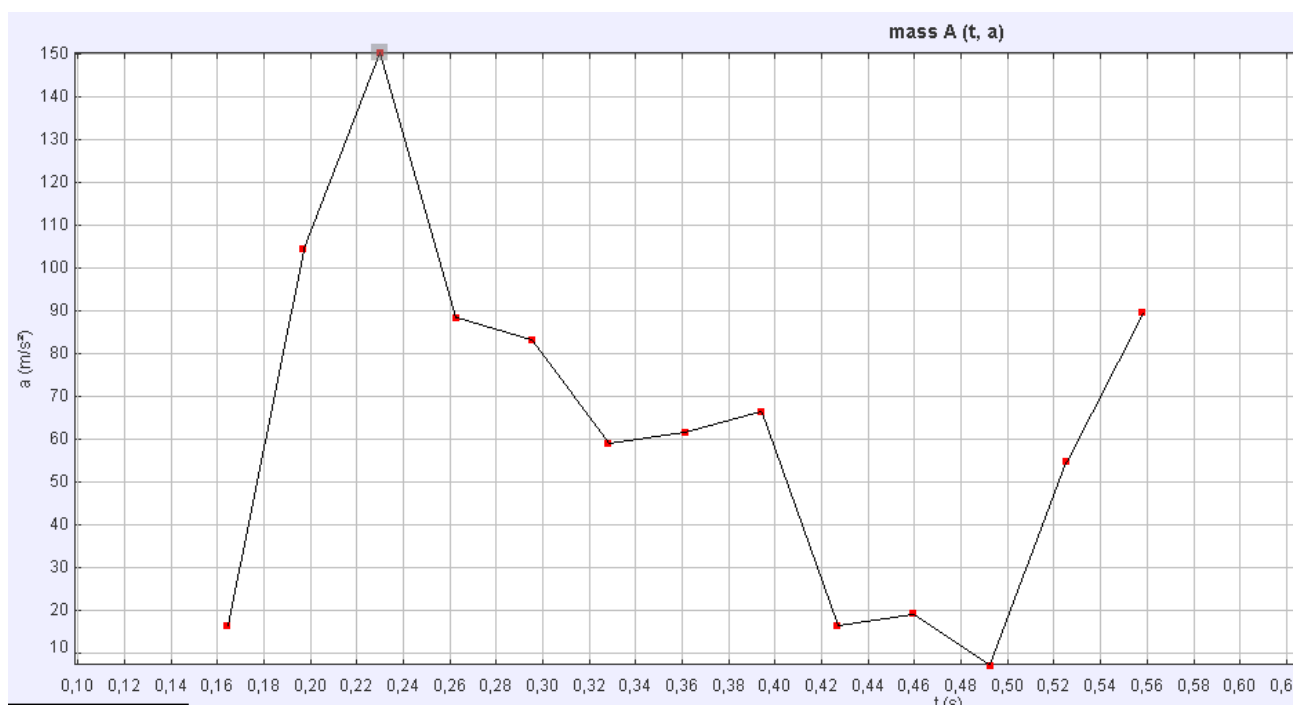
Priloga 1; graf hitrosti v_x in v_y



Priloga 2 : graf a(t) za podajo



Priloga 2 : Graf a(t) za podajo



7.2 VIRI

SLIKOVNI: Arhiv učiteljice

Spletni: Fagani F. Dostopno: <https://www.wired.it/gadget/motori/2019/02/14/tesla-roadster-2-accelerazione/>

Šibila, M. (2013). *Analiza rokometnega strela*. Zapiski s predavanj pri predmetu usmerjanje – rokomet.

TRENER ROKOMET 1/99 Revija Zdru`enja rokometnih trenerjev Slovenije

Rokomet, M. Šibila, 1993, Fakulteta za šport

Van den Tillaar, R. in Marques, M. (2011). Effect of training on ball release velocity and kinematics in overarm throwing among experienced female handball players. *Kinesiologia Slovenica*, 17(2), 38-46.

PROGRAM TRACKER

Brown D., 2019

<https://physlets.org/tracker/>