Rīgas 64. vidusskola

**Cilvēka lēciena jaudas un augstuma noteikšana, izmantojot un salīdzinot dažādas mērīšanas metodes**

Zinātniski pētnieciskais darbs: fizikas sadaļā

**Darba autors:**

Rīgas 64. vidusskolas 12. klases skolnieks

Emīls Everts Magone

**Darba vadītājs:**

Rīgas 64. vidusskolas fizikas skolotājs

Raitis Streičs

Rīga 2024

# Anotācija

Zinātniski pētniecisko darbu: "Cilvēka lēciena jaudas un augstuma noteikšana, izmantojot un salīdzinot dažādas mērīšanas metodes". Izstrādājis autors Rīgas 64. vidusskolas 12.INZ klases skolnieks Emīls Everts Magone. Darba vadītājs: Rīgas 64. vidusskolas fizikas skolotājs Raitis Streičs.

Zinātniski pētnieciskajā darbā tika pētītas dažādas metodes cilvēka lēciena jaudas un augstuma noteikšanai. Darbā tika salīdzinātas vairākas mērīšanas metodes, tostarp formulu izmantošana, video analīze, akselerometra pielietojums un lēciena paklājs, lai noteiktu, kura no šīm metodēm ir visprecīzākā un pieejamākā.

Teorētiskajā daļā tika analizēti fizikas principi, kas saistīti ar lēciena jaudas un augstuma noteikšanu, un aprakstītas dažādas metodes un tehnoloģijas, kas tiek izmantotas šajā kontekstā. Tiks aplūkota gan modernu tehnoloģiju, gan vienkāršotu risinājumu efektivitāte.

Praktiskajā daļā tiks veikti eksperimenti, izmantojot katru no metodēm, un iegūtie rezultāti tika analizēti un salīdzināti, lai noteiktu visprecīzāko un izmaksu ziņā pieejamāko risinājumu sportistiem un treneriem.

Atslēgas vārdi: lēciena jauda, lēciena augstums, video analīze, akselerometrs, lēciena paklājs.

**Abstract**

Scientific Research Project: "Determining human jump power and height using and comparing different measurement methods". Developed by Emīls Everts Magone, a student of Class 12.INZ at Riga 64th Secondary School. Supervised by Raitis Streičs, the physics teacher at Riga 64th Secondary School.

This scientific research explored various methods for determining human jump power and height. The study compared several measurement techniques, including the use of formulas, video analysis, accelerometers, and jump mats, to determine the most accurate and accessible method.

In the theoretical segment, the physics principles underlying the measurement of jump power and height were analyzed, alongside an evaluation of various technologies and methods. Both modern technologies and simplified solutions were examined for their effectiveness.

In the practical phase, experiments were conducted using each method, and the obtained results were analyzed and compared to determine the most accurate and cost-effective solution for athletes and coaches.

Keywords: jump power, jump height, video analysis, accelerometer, jump mat.

**Saturs**

[Anotācija 2](#_Toc184753733)

[Ievads 4](#_Toc184753734)

[1. Teorētiskā daļa 5](#_Toc184753735)

[1.1. Lēciena jaudas un augstuma mērīšanu nozīme sporta zinātnē 5](#_Toc184753736)

[1.2. Fizikālie principi, kas ietekmē lēciena mērījumus 5](#_Toc184753737)

[1.2.1. Fizikas nozīme lēcienam 5](#_Toc184753738)

[1.2.2. Formulas un pamatprincipi, kas attiecas uz lēciena mērīšanu 6](#_Toc184753739)

[1.3. Pārskats par lēciena mērīšanas metodēm 7](#_Toc184753740)

[1.3.1. Lēciena mērīšanas ar gatavām formulām 7](#_Toc184753741)

[1.3.2. Lēciena mērīšana ar aprēķiniem un tehnoloģijām 8](#_Toc184753742)

[1.4. Mērīšanas metožu analīze/salīdzinājums 9](#_Toc184753743)

[2. Praktiskā daļa 11](#_Toc184753744)

[2.1. Pētījuma metodoloģija 11](#_Toc184753745)

[2.2. Mērīšanas metožu pielietojums 11](#_Toc184753746)

[2.2.1. Formulas pielietojums 11](#_Toc184753747)

[2.2.1. Video analīze 12](#_Toc184753748)

[2.2.1. Akselometra pielietojums 14](#_Toc184753749)

[2.3. Salīdzinājums 16](#_Toc184753750)

[Secinājumi 16](#_Toc184753751)

[Literatūras un informācijas avotu saraksts: 16](#_Toc184753752)

[Pielikumi 17](#_Toc184753753)

# Ievads

Mūsdienu sportā un fitnesā precīzi mērījumi un dati ir kļuvuši par būtisku daļu no treniņu procesa. Viena no svarīgākajām īpašībām, kuru mēra daudzos sporta veidos, ir sportista vertikālais lēciens, jo tas atspoguļo gan spēku, gan eksplozivitāti, kas ir svarīga dažādos sporta veidos, sākot no basketbola līdz vieglatlētikai. Tomēr dažādi veidi, kā šos parametru noteikt, un daudzas modernas metodes vai ierīces ir ļoti dārgas un ne visiem pieejamas. Sportistiem un treneriem, kuriem nav pieejami specializēts un dārgs ekipējums, saskaras ar izaicinājumu, kā uzzināt optimālāko veidu, kā precīzi nomērīt lēciena augstumu un jaudu, lai uzlabotu treniņu efektivitāti un izsekotu progresam. Lēciena tehnikas uzlabošana un spēka attīstīšana ir svarīga, lai sasniegtu labākus rezultātus, bet bez precīziem mērījumiem ir grūti noteikt, vai sportists progresē, regresē vai arī saskaras ar stagnāciju​. [1.]

Šajā pētījumā tiks salīdzinātas vairākas lēciena augstuma un jaudas noteikšanas metodes, lai atrastu visefektīvāko, precīzāko un pieejamāko risinājumu. Tas palīdzēs ne tikai sportistiem, bet arī treneriem efektīvāk izstrādāt un pielāgot treniņu plānus, balstoties uz objektīviem datiem.

**Mērķis:** Izpētīt un salīdzināt dažādas mērīšanas metodes cilvēka lēciena jaudas un augstuma noteikšanai, lai noteiktu visprecīzāko, efektīvāko un pieejamāko mērījumu metodi.

**Hipotēze:** Izmantojot dažādas mērīšanas metodes, iespējams precīzi noteikt cilvēka lēciena jaudu un augstumu, un pieejamākās vai vienkāršāk lietojamās metodes (piemēram, video analīze vai akselerometrs) nodrošinās līdzvērtīgu precizitāti salīdzinājumā ar dārgākajām tehnoloģijām (piemēram, vertikālā lēciena paklāju).

**Darba uzdevumi:**

1. Izpētīt dažādas cilvēka lēciena jaudas un augstuma noteikšanas metodes.
2. Izpētīt, kas jāzina no fizikas viedokļa, lai pielietotu formulas, video analīzi un akselerometru lēciena augstuma un jaudas noteikšanai.
3. Sastādīt eksperimentu, lai praktiski pārbaudītu dažādu metožu precizitāti.
4. Apkopot un analizēt eksperimentā iegūtos datus par katras metodes efektivitāti un izmaksām.
5. Izvērtēt precīzāko un pieejamāko metodi, sniedzot ieteikumus to pielietošanai sportā un pētniecībā.
6. Veikt secinājumus.

**Izmantotās darba metodes:**

1. Teorijas analīze
2. Datu iegūšana
3. Datu apstrāde

# Teorētiskā daļa

## Lēciena jaudas un augstuma mērīšanu nozīme sporta zinātnē

Sportistam lēciena augstuma un jaudas izpratne ir būtiska, jo šie rādītāji tieši atspoguļo muskuļu spēku, eksplozīvo spēku (lēciena spēku) un kustību efektivitāti. Šie parametri kalpo kā veiktspējas novērtējuma rīks, palīdzot sportistiem un treneriem izsekot progresam un optimizēt treniņu programmas. Lēciena mērījumi ir būtiski, lai identificētu sportista fiziskās sagatavotības stiprās un vājās puses, un uzlabotu sacensību sniegumu. [2.]

Dažādos sporta veidos (piemēram, basketbolā, volejbolā, vieglatlētikā) lēciena tehnika ir viena no svarīgākajām lietām. Analizējot lēciena datus, sportisti var optimizēt kustību biomehāniku, lai iegūtu maksimālu augstumu un efektivitāti.

**Kāpēc jāmēra arī ir lēciena jauda, lēciena augstums neizsaka visu?** Mērot tikai lēciena augstumu, tiek nepilnīgi novērtēts sportista atlētiskās spējas, jo tas atspoguļo vairāku faktoru, piemēram, spēka, ātruma un koordinācijas iznākumu, bet nenorāda pamatā esošo mehāniku, piemēram, spēku un ātrumu, kas virza lēcienu. Lēciena jauda, kas apvieno spēku un ātrumu, sniedz dziļāku ieskatu par to, vai sportista sniegumu vairāk ierobežo spēks vai ātrums, ļaujot mērķtiecīgi pielāgot treniņu. Turklāt lēciena augstums vien nevar atklāt nelīdzsvarotību vai kustību neefektivitāti, kas var palielināt traumu risku, kā arī nesniedz skaidru norādi par treniņu progresu vai muskuļu efektivitāti. Rīki, piemēram, spēka plāksnes un kustības analīzes sistēmas, palīdz izmērīt vajadzīgos datus, palīdzot optimizēt veiktspēju leciena laikā un samazināt traumu riskus. Lēciena augstums atspoguļo rezultātus, nevis procesu*.* [3.]

Lēciena augstuma un jaudas analīze ir svarīgs rīks, lai veidotu stratēģiskus treniņu planus un izsekotu progresu, samazinātu traumu risku, tādējādi veicinot sportista panākumus ilgtermiņā.

## Fizikālie principi, kas ietekmē lēciena mērījumus

## Fizikas nozīme lēcienam

Lēciena mērījumus raksturo svarīga secība: **spēks, paātrinājums, lēciena augstums un jauda**. Šī secība izskaidro, kā kustība sākas, attīstās un tiek izmērīta. Lēciena sākumā spēks (***F=ma***) tiek pielietots zemei, radot reakcijas spēku, kas vertikāli paātrina sportista ķermeņa masu. [4.] Šis paātrinājums (a) nosaka kustības sākotnējo ātrumu (v0), kas ir svarīgs lēciena augstuma sasniegšanai. [5.]

Lēciena augstumu raksturo kinētiskās enerģijas pārvēršanās potenciālajā enerģijā, kad sportists sasniedz maksimālo augstumu. To aprēķina, izmantojot gravitācijas paātrinājumu (g) un sākuma ātrumu. Lēciena jauda (P) ir šo procesu intensitātes mērs, apvienojot spēka un ātruma raksturlielumus. Fizikas likumi skaidro, kā optimizēt tehniku, lai palielinātu augstumu un enerģijas izmantošanas efektivitāti. [6.]

## Formulas un pamatprincipi, kas attiecas uz lēciena mērīšanu

Lai pilnvērtīgi analizētu lēcienu, jāizmanto šādi fizikālie principi un formulas:

**Spēks un paātrinājums:**

Spēks (F) ir tieši proporcionāls paātrinājumam (a) un sportista masai (m) [7.]:

**Paātrinājums:**

Paātrinājumu var iegūt no ātruma (Δv) un laika (Δt) izmaiņas [8.]:

**Kinētiskā un potenciālā enerģija:**

Lēciena laikā kinētiskā enerģija (Ek​) tiek pārvērsta potenciālajā enerģijā (Ep​) augstākajā punktā [9.], [10.]:

, jeb = mgh

g – gravitācijas spēks (9.81 m/s²), h – lēciena augstums (m)

**Augstums (no Ek = Ep ):**

Lēciena augstumu var aprēķināt pārveidojot salīdzinajūmu ar kinētisko un potenciālo enerģiju:

= mgh =>

**Jauda:**

Lēciena laikā maksimālā jauda tiek sasniegta brīdī, kad spēks un ātrums ir maksimāli efektīvi sinhronizēti. Jauda (P) raksturo, cik efektīvi sportists pielieto spēku (F) pie noteikta ātruma (v) [11.]:

Efektīva lēciena tehnika ļauj maksimāli izmantot kinētisko enerģiju, lai radītu lielāku potenciālo enerģiju. Piemēram, precīza roku un kāju kustība nodrošina efektīvāku enerģijas nodošanu, samazinot enerģijas zudumus. Apvienojot šos principus, secība — **spēks, paātrinājums, kinētiskā enerģija, lēciena augstums un jauda** — palīdz ne tikai analizēt sportista sniegumu, bet arī uzlabot to, pievēršoties tehnikas un fiziskā stāvokļa uzlabošanai​.

## Pārskats par lēciena mērīšanas metodēm

## Lēciena mērīšanas ar gatavām formulām

Katras formulas funkcija ir aptuveni novērtēt jaudu un lēciena augstumu, ko cilvēks var attīstīt lēciena laikā, un tās tiek pielietotas, lai novērtētu lēciena eksplozivitāti:

**Harmana formula**:

Harmana formula bija būtisks solis uz priekšu pēc “Lewis” formulas, kura tika pieradīta, ka neprecīzi nosaka lēciena jaudu, jo neņēma vērā gravitācijas spēka ietekmi. [12.], [13.] Bija viena no formulām, kas ar regresijas vienādojumiem/analīzi prognozēja maksimālo jaudu, balstoties uz ķermeņa masu un lēciena augstumu. No datiem tika iegūta formula:

*Formulai, visprecīzākie dati tika novēroti sievietēm. [12.]*

**Regresijas analīze** ir veids, kā matemātiski noteikt, kuri faktori ir svarīgākie par kādu notikumu. Regresijas analīze atbild uz jautājumiem: Kuriem faktoriem ir vislielākā nozīme/ietekme? Kuru mēs varam neņemt vērā? Kā šie faktori mijiedarbojas viens ar otru? [14.]

**Johnson & Bahamonde formula:**

Džonsona un Bahamones formula tika balstīta uz “Lewis” formulu, kura tika pieradīta, ka neprecīzi nosaka lēciena jaudu, jo neņēma vērā gravitācijas spēka ietekmi. [13.] Pamainot šo formulu un to koeficentus, izmantojot regresijas analīze nonāca pie jaunas formulas:

*Formula tika testēta uz tikai 118 sportistiem, lielākoties visi vīrieši. [13.]*

**Sayers formula:** Pietupiena lēciena vai *“Squat Jump”* (SJ) protokols bieži tiek izmantots, lai novērtētu ķermeņa lejasdaļas jaudu, un formula, tika iegūta, izmantojot regresijas analīzi no datiem, kas savākti dažādu lēcienu testu laikā. [12.]

*Formula mērķis bija mērīt* ***maksimālo anaerobo jaudu****, bet tāpēc, ka maksimālā jauda arī bija gandrīz tikpat, pieņēma, ka ar to var izrēķināt arī maksimālo jaudu.[18.]*

## Lēciena mērīšana ar aprēķiniem un tehnoloģijām

**Video analīze:**

1. Nofilmēt lēcienu

2. Analizēt kustību: izmantojiet programmatūru, piemēram, Tracker , Kinovea vai citus kustības analīzes rīkus ([15.]🡨 ērtākais), lai izsekotu masas centru pacelšanās fāzes laikā.

3. Sākuma ātruma aprēķināšana ():

Lēciena laikā kinētiskā enerģija tiek pārvēst potenciālā enerģijā [9.] [10.], un salīdzinot Ek un Ep​ var izteikt šo formulu:

, jeb = mgh =>

4. Noteikt vertikālo paātrinājumu (a):

Aprēķiniet vertikālo paātrinājumu pacelšanās fāzē:

Kur ir ātruma izmaiņa pacelšanās laikā, un ir laika intervāls lēciena laikā.

5. Pielietot Ņūtona otro un trešo likumu:

***Kāpēc spēkam ir GRF, ko tas nozīmē?*** GRF ir zemes reakcijas spēks, ko zeme iedarbojas uz sportistu. Vertikālā lēcienā, kad sportists pieliek spēku zemei, zeme iedarbojas uz vienādu un pretēju spēku (Ņūtona 3 likums). Šis spēks ir atbildīgs par sportista pacelšanu. [16.]

***Kāpēc …(a+g)?*** Jo kopējais paātrinājums lēciena laikā ir paātrinājums uz augšu (a) un gravitācijas paātrinājums (g), kas virzās uz leju.

6. Noteikt lēciena augstumu (h):

Šis solis tika jau izpildīts sākumā. Aprēķiniet lēciena augstumu no sākuma ātruma, izmantojot potenciālās un kinētiskās enerģijas līdzsvara formulu, ko iepriekš pieminēju [9.], [10.]:

7. Aprēķināt maksimālo jaudu

Maksimālā jauda tiek aprēķināta, ņemot vērā spēku un ātrumu, iepriekš minēts [11.]:

**Akselerometri**:

Ar akselerometra palīdzību varētu izlaist dažus soļus un varētu sākt ar 5. soli no iepriekš minētās metodes, jo mēs iegūtu paātrinājumu (a).

**Lēciena paklāji:**

Ar lēciena paklāju mēs precīzi iegūtu datus par lēciena jaudu no iebūvētā spiediena sensora un lēciena augstumu iegūtu izmērot kontaktlaiku ar paklāju un lidojuma laiku. [16.] Iegūstot datus – jauda mums ir, un ar dažiem aprēķiniem iegūstam lēciena augstumu.

## Mērīšanas metožu analīze/salīdzinājums

**1. Formulas Kopumā (Harmana, Johnson & Bahamonde, Sayers)**

**Priekšrocības**:

* **Izmaksas:** Pa brīvu, jāiegūt tika daži parametri un jāizrēķina (ķermeņa masa, lēciena augstums, utt.).
* **Ātrums un ērtums:** Formulas var ātri izmantot, jo tās prasa tikai viegli iegūstamus parametrus, un tās var aprēķināt bez speciālas aparatūras vai programmatūras.
* **Pieejamība:** Visiem pieejams, jo tās ir publicētas zinātniskos rakstos, un tās var izmantot gandrīz jebkurā vidē, pat ar ierobežotiem resursiem.

**Trūkumi:**

* **Precizitāte**: Formulas var būt neprecīzas, jo tās neņem vērā visus iespējamos faktorus (piemēram, ķermeņa struktūru, lēciena tehniku un citus faktorus) Kā arī dažas formulas, piemēram, ”Lewis” un Sayers formula var izrēķināt citu parametru .
* **Ierobežotība:** Dažas formulas, piemēram, Harmana formula, var būt precīzas tikai konkrētām dzimumam, kas samazina tās universālo pieejamību.

**2. Video analīze**

**Priekšrocības:**

* **Izmaksas**: Nepieciešams tikai telefons un dators (bibliotēkās var izmantot) un papīra lapa aprēķiniem.
* **Pieejamība**: Šie rīki ir pieejami bez maksas un darbojas uz dažādām platformām, padarot tos pieejamus visiem.
* **Precizitāte**: Beigu rezultātā, ja neņem vērā cilvēka kļūdu, lēciena jauda un lēciena augstumu sanāk precīzs.

**Trūkumi**:

* **Lietošanas ērtums**: Viss process ir ļoti laikietilpīgs un tehnisks, no nofilmēšanas, līdz video apstrādāšanai un parametru noteikšanai un izrēķināšanai.
* **Precizitāte**: Tajā pašā brīdi var būt daudz cilvēciskas kļūdas, slikti nofilmēts, nepareizi izrēķināts utt.

**3. Akselometri**

**Priekšrocības**:

* **Precizitāte**: Akselometri mēra paātrinājumu tieši, nodrošinot ļoti precīzus datus par sportista kustībām.
* **Ierīces portativitāte**: Kompaktas un vieglas ierīces, kuras var pievienot tieši pie ķermeņa vai sportista apģērba, precīzam rezultātam.
* **Rezultātu daudzveidība**: Akselometri var sniegt datus ne tikai par paātrinājumu, bet arī par kustības virzieniem un citiem parametriem.
* **Izmaksas**: Akselometrs var lejuplādēt savos telefonos, piemēram, SPARKvue.

**Trūkumi**:

* **Tehniskās zināšanas**: Lai iegūtu nepieciešamos datus vajag zināšanas par signālu apstrādi, datu interpretāciju utt..

**4. Lēciena paklāji**

**Priekšrocības:**

* **Ļoti precīzi dati:** Lēciena paklāji mēra spēku un spēka pielietojuma laiku, kas ļauj ļoti precīzi aprēķināt lēciena jaudu un augstumu.
* **Viegli lietojams:** Viegli lietojami un piemēroti masveida testēšanai, piemēram, sporta komandām, universitātēm utt. Dati tiek iegūti un analizēti uz vietas, ļaujot ātri iegūt rezultātus.

**Trūkumi:**

* **Izmaksas:** Šī ir viena no dārgākajām metodēm, kas prasa naudu specializētam aprīkojumam.
* **Ierobežota pieejamība:** Pat ja tev ir nauda šos paklājus grūti iegūt, jo tie ir limitētā daudzumā.

**Kopsavilkums:**

**Lētākas un pieejamākas metodes** (formulas, video analīze) der cilvēkiem, kuri vēlas aptuveni uzzināt savu lēciena un jaudas rezultātus vai cilvēkiem, kuriem ir laiks un pacietība tos izsecināt.

**Precīzākas, bet dārgākas metodes** (akselometri, lēciena paklāji) piedāvā augstāku precizitāti un rezultātus dažu minūšu laikā, taču tās ir dārgākas un nepieejamas gandrīz bez finansēm (vienīgi, ja neesi profesionāls sportists ar nodrošinātu ekipējumu).

# 2. Praktiskā daļa

## 2.1. Pētījuma metodoloģija

\*klusums\*

## 2.2. Mērīšanas metožu pielietojums

## 2.2.1. Formulas pielietojums

**Mani mērījumi/parametri:**

**Masa**: 82 kg

**Augums**: 184 cm

**Augums ar paceltu roku**: 229.4 cm

**Lēciens no vietas (lēciena augstums)** 293,3 - 229,4 ‎ = 63,9 cm

**Aprēķini:**

**Harmana formula:**

*Nav iespējams*

**Johnson & Bahamonde formula:**

**Sayers formula:**

## 2.2.1. Video analīze

**1. Sākuma ātruma aprēķināšana:**

- Lēciena augstumu iegūsut ar video analīze izmantojot aplikāciju kinovea: 64.88 cm = 0.649 m [1.2]

A screenshot of a video

Description automatically generated

– Gravitācijas paātrinājums:

**2. Aprēķināt paātrinājumu:**

Aprēķina laika izmaiņu, lai varētu pēc tam izrēķināt ātrumu. Sākot lēcienu, laiks sākās no 0 sekundēm, tāpēc = 0. Lai uzzinātu cik sekundes paeit, lai saniegtu maksimālo lēciena augstumu Kinovea vietā izmantot norādīto mājaslapu: [15.] (vieglāk lietojuma)

[1.1]

A screenshot of a video

Description automatically generated

Aprēķina ātruma izmaiņu, kur ir 0, jo lēciena laikā kinētiskā enerģija (Ek​) tiek pārvērsta potenciālajā enerģijā (Ep​) augstākajā punktā. Izmanto iepriekš iegūto sākuma ātrumu . Izrēķinot, formula izskatās šādi: , bet kāpēc moduli jāliek vienādojums? Jo (pacelšanās ātrumus) ir virzīts uz augšu nevis uz zemi.

Paātrinājums:

**3. Zemes reakcijas spēks:**

– Sportista masa:

– Gravitācijas paātrinājums:

– Lēciena paātrinājums:

**4. Aprēķināt maksimālo jaudu:**

– Zemes reakcijas spēks:

– Sākuma ātrums:

## 2.2.1. Akselometra pielietojums

Izmantotā lietotne: **SPARKvue**

**1. Paātrinājuma ieguve**

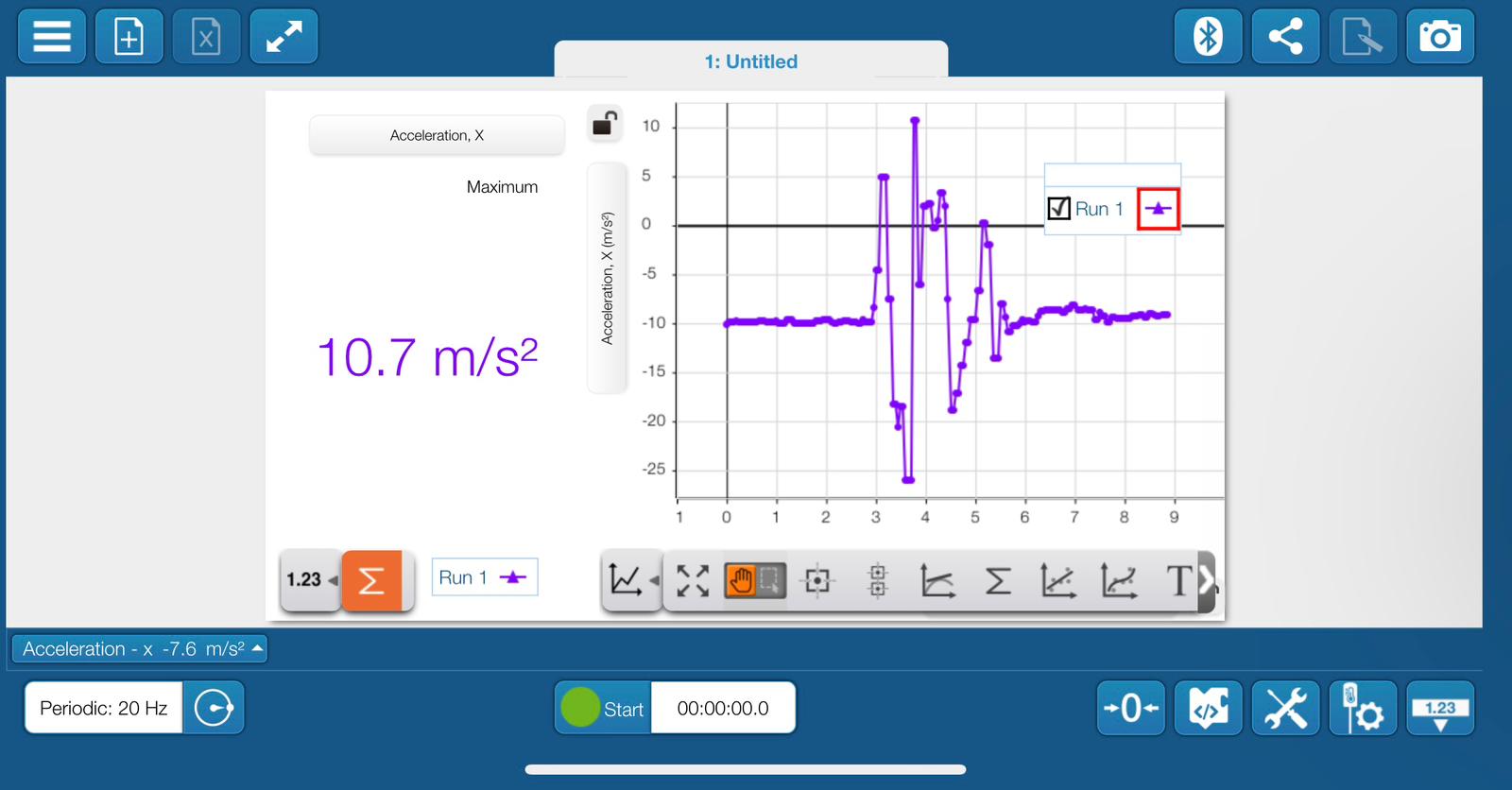
A phone in a waterproof case

Description automatically generatedKā akselometru izmantoja telefona, kuru piestiprināja ar telefona maciņu un gumiju.

A person wearing a black shirt with a phone attached to his chest

Description automatically generated

Tika veikti 5 lēcieni [1.3; a.], telefons mērija tikai x-ass kustību, jo telefons tiek turēt horizontāli un kustība būs uz augšu vai leju. Šiem 5 lēcieniem no funkcijas atradu maksimālo paātrinājumu lēciena laikā, jo šis paātrinājums tiek izmantots aprēķinos. Piemērs, kā izskatījās rezultāti:



Lai iegūtu precīzāku paātrinājumu un nebūtu izlecošas vērtības, tika iegūts vidējais paātrinājums 5 lēcieniem [1.4.]:

**2. Sākuma ātrums ():**

Tā kā zināms ir paātrinājums, vieglākais veids, kā atrast sākuma ātrumu ir atrodot Lai atrastu laika izmaiņu, lēcienu vajadzēs iefilmēt (tajā brīdī vairs nevajag ieslēgtu akselometru) un ievietot “*VERTCHECK*” [15.] mājaslapā. Nosaka un nolasa laika izmaiņu. Pārveidojot nedaudz iepriekš izmantoto formulu nosaka sākuma paātrinājumu:

– 0.37 s [1.1.]

**3. Zemes reakcijas spēks:**

– Sportista masa:

– Gravitācijas paātrinājums:

– Lēciena paātrinājums:

**4. Maksimālā jauda:**

– Zemes reakcijas spēks:

– Sākuma ātrums:

**5. Lēciena augstums**

, jeb = mgh =>

– Sākuma ātrums:

– Gravitācijas paātrinājums:

## 2.3. Salīdzinājums

\*klusums\*

# Secinājumi

\*Soon…\*

# Literatūras un informācijas avotu saraksts:

1. Markovic, G. *et al.* (2004) ‘Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests’, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), pp. 551–555. Available at: https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2.
2. Darmiento, A., Galpin, A.J. and Brown, L.E. (2012) ‘Vertical Jump and Power’, Strength & Conditioning Journal, 34(6), p. 34. Available at: https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182752b25.
3. ‘(PDF) Relative Importance of Strength, Power, and Anthropometric Measures to Jump Performance of Elite Volleyball Players’ (2024) *ResearchGate* [Preprint]. Available at: https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a8440.
4. Biomechanical Analysis and Measurement of Vertical Jump as a Performance Indicator in Basketball - Meyer Physio (2013). Available at: https://www.meyerphysio.com/posts/biomechanical-analysis-and-measurement-of-vertical-jump-as-a-performance-indicator-in-basketball/ (Accessed: 26 November 2024).
5. Academy, U.S.S. (2008) ‘Parameters That Influence Vertical Jump Height’, The Sport Journal, 7 July. Available at: https://thesportjournal.org/article/parameters-that-influence-vertical-jump-height/ (Accessed: 25 November 2024).
6. Interaktīvās apmācības disks - Fizika 10. klasei (no date). Available at: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/F\_10/default.aspx@tabid=3&id=290.html (Accessed: 26 November 2024).
7. Ņūtona likumi — teorija. Fizika, 10. klase. (no date). Available at: https://www.uzdevumi.lv/p/fizika/10-klase/mijiedarbiba-un-speki-8070/re-0eefe5ec-a36a-470a-afdc-c6a36b902360 (Accessed: 26 November 2024).
8. 2.5: Motion Equations for Constant Acceleration in One Dimension (2015) Physics LibreTexts. Available at: https://phys.libretexts.org/Bookshelves/College\_Physics/College\_Physics\_1e\_(OpenStax)/02%3A\_Kinematics/2.05%3A\_Motion\_Equations\_for\_Constant\_Acceleration\_in\_One\_Dimension (Accessed: 26 November 2024)..
9. Kinetiska (no date). Available at: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/F\_10/default.aspx@tabid=3&id=287.html (Accessed: 26 November 2024).
10. Potenciala (no date). Available at: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/F\_10/default.aspx@tabid=3&id=289.html (Accessed: 26 November 2024).
11. Deriving and Using P = Fv (5.1.5) | CIE A-Level Physics Notes (no date) TutorChase. Available at: https://www.tutorchase.com//notes/cie-a-level/physics/5-1-5-deriving-and-using-p-fv (Accessed: 26 November 2024).
12. Sayers, S.P. et al. (1999) ‘Cross-validation of three jump power equations’:, Medicine & Science in Sports & Exercise, 31(4), pp. 572–577. Available at: https://cefise.com.br/wp-content/uploads/2020/04/1999-Sayers-Cross-validation-of-three-jump-power-equations-\_-Medicine-Science-in-Sports-Exercise.pdf
13. JOHSON, D. L. and Bahamonde, R. (1996) Power Output Estimate in University Athletes. Journal of strength and Conditioning Research, 10(3), p. 161-166. Available at: https://www.researchgate.net/publication/232198046\_Power\_Output\_Estimate\_in\_University\_Athletes
14. Gallo, A. (2015) ‘A Refresher on Regression Analysis’, Harvard Business Review, 4 November. Available at: https://hbr.org/2015/11/a-refresher-on-regression-analysis (Accessed: 26 November 2024).
15. https://vertcheck-6b91e.web.app/calculate-vertical/
16. Linthorne, N.P. (2001) ‘Analysis of standing vertical jumps using a force platform’, American Journal of Physics, 69(11), pp. 1198–1204. Available at: https://doi.org/10.1119/1.1397460.
17. Derivation of kinematic equations (no date). Available at: https://www.physicsway.com/physics1/one-dimensional-motion/deriving-kinematic-equations.html (Accessed: 25 November 2024).
18. Available at: https://www.aijcrnet.com/journals/Vol\_4\_No\_4\_April\_2014/9.pdf (Accessed: 27 November 2024).

# Pielikumi

1.1. <https://i.imghippo.com/files/cAx1588t.png> Skaidrojums: Mājaslapā tika augšuplādēts video un noteica sportista lēciena laiku gaisā. Nevar izmantot pārējos dotos datus, jo mājaslapā tiek izmantotas citas formulas lēciena aprēķināšanai.

1.2. <https://i.imghippo.com/files/YVJl7793jE.png> Skaidrojums: Video analīzē telefons tika filmēts no zemes, tādejādi nācās izmantot režģi, kas ir slīps no kameras puses uz priekšu. Režģa kvadrātus, sadala pēc tam individuālās vērtības, un var izsecināt lēciena augstumu.

1.3. a. <https://youtube.com/shorts/FxWI0ltmf04?feature=share>

b. <https://youtu.be/F_t5L3DefUk>

c. <https://youtu.be/qfCYGf36JVI>

Skaidrojums: Lēcieni, kuri tika analizēti un izmantoti video analīzei.

1.4. a. <https://i.imghippo.com/files/EsNl9857HZo.jpg> (5.4 m/s2 )

b. <https://i.imghippo.com/files/cGB2186sVg.jpg> (7.3 m/s2 )

c. <https://i.imghippo.com/files/PPyZ8232BA.jpg> (9.2 m/s2 )

d. <https://i.imghippo.com/files/ndza5509muQ.jpg> (9.7 m/s2 )

e. <https://i.imghippo.com/files/OAPE2115dY.jpg> (10.7 m/s2 )

Skaidrojums: Pielikumi ar mērījumiem no akselometra.