

Mladi za napredek Maribora 2024

41. srečanje

Senzorična odrivna deska

INOVACIJSKI PREDLOG

PODROČJE: ŠPORT - ELEKTROTEHNIKA

Avtorja: Aljoša Krajnc, Kamilo Kronvogel

Mentorja: Bojan Skok, Aleš Bezjak

Šola: Srednja elektro-računalniška šola Maribor

Maribor, 10. 4. 2024

Mladi za napredek Maribora 2024

41. srečanje

Senzorična odrivna deska

INOVACIJSKI PREDLOG

PODROČJE: ŠPORT - ELEKTROTEHNIKA

Avtorja: Aljoša Krajnc, Kamilo Kronvogel

Mentorja: Bojan Skok, Aleš Bezjak

Šola: Srednja elektro-računalniška šola Maribor

Maribor, 10. 4. 2024

Kazalo vsebine:

Zahvala	4
Povzetek	5
1. Opis problema.....	6
2. Odrivna deska	7
2.1. Panoge skokov	8
2.2. Zgodovina odrivne deske.....	8
2.3. Materiali deske	8
2.4. Pravilni postopek odriva in doskoka	9
3. Ideja.....	11
4. Laserski senzor.....	15
5. Piezo senzor	16
6. Tehniška izvedba	18
7. Družbena odgovornost.....	21
8. Zaključek.....	22
9. Viri in literatura.....	23
10. Viri slik.....	24

Kazalo slik:

Slika 1: Odrivna deska pri skoku v daljino	7
Slika 2: Odrivna deska in indikatorska deščica s plastelinom.....	9
Slika 3: Pravilni odriv pri skoku v daljino.....	10
Slika 4: Primer določitve veljavnosti skoka z visokofrekvenčno kamero (lasten vir)	11
Slika 5: Primer določitve veljavnosti skoka z visokofrekvenčno kamero (lasten vir)	12
Slika 6: Ideja postavitve senzorjev (lasten vir).....	13
Slika 7: Primer vezave piezo senzorja (lasten vir)	13
Slika 8: Delovanje piezo senzorja ob stiku (lasten vir)	14
Slika 9: Laserski senzor.....	15
Slika 10: Piezo senzor priklopljen na multimeter (lasten vir)	17
Slika 11: Testna meritev upornosti na piezo senzorju (lasten vir)	17
Slika 12: Pritrditev enega piezo senzorja na spodnjo stran deske (lasten vir).....	18
Slika 13: Pritrditev piezo senzorjev z zaporedno vezavo na spodnji strani deske (lasten vir)	19
Slika 14: Dotik stopala z desko, sprememba napetosti piezo senzorja in vklop laserskega senzorja (lasten vir)	19

Zahvala

Zahvaljujeva se mentorjema Bojanu Skoku in Alešu Bezjaku za zelo izvirne ideje in za spodbujanje pri ustvarjanju inovacijskega predloga. Posebna zahvala gre tudi profesorjema za elektrotehniko profesorju dr. Davorinu Osebiku in Gregorju Nikoliču, predvsem za pomoč pri iskanju tehničnih rešitev.

Povzetek

V večini športov je tehnologija zelo napredovala. V smučanju lahko spremljamo zanimive posnetke narejene z droni, v nogometu sodnikom pri odločitvah pomaga VAR tehnologija, pri tenisu in odbojki pa pri določenih odločitvah pomaga ‐sokolje oko‐. Vse to z namenom, da bi športna tekmovanja potekala čim bolj korektno in po pravilih; s tem pa športna tekmovanja postajajo tudi bolj zanimiva za gledalce. Vodila nas je misel, kako bi lahko v atletski disciplini skoka v daljino, sodnikom in gledalcem ponudili sodobnejšo tehnologijo pri ugotavljanju regularnosti skoka. Razvili smo idejo o odrivni deski, ki bi preko senzorjev sodnikom in gledalcem takoj sporočala ali je tekmovalec pri odrivu naredil prestop ali ne. Naše raziskovanje se je pričelo s pregledom že obstoječih odrivnih desk. Zanimalo nas je, iz kakšnega materiala so narejene in kakšne so moderne metode meritev, ki so v uporabi na atletskih tekmovanjih najvišjega ranga. Ugotovili smo, da bi lahko odrivno desko izboljšali z laserskimi ter piezo senzorji. Idejo senzorične odrivne deske smo predstavili vodstvu Atletske zveze Slovenije, ki so nad njo bili izredno navdušeni. Trenutno je v fazi izdelave, vendar ne dvomimo, da jo bomo v prihodnosti uspeli izdelati in nadgraditi do te faze, da jo bodo komisarji v atletiki sprejeli in se bo nekoč morda uporabljala na uradnih atletskih tekmovanjih.

1. Opis problema

Dandanes pomoč sodobne tehnologije najdemo na vsakem koraku. Tako je tudi v športih, kot so nogomet, rokomet, odbojka, košarka, tenis, smučanje in številni drugi. V veliki večini se uporablja senzorji in visokofrekvenčne kamere – z le-temi določajo, ali je oseba naredila prekršek, preverijo ali je šla žoga izven igrišča ali v gol. S tem je tehnologija postala nepogrešljiv pripomoček sodnikom, ki jim v težjih situacijah omogoči pravilno in s tem »fairplay« odločitev.

Ste kdaj razmišljali o tem, kako težko je pri skoku v daljino videti ali se je oseba dotaknila odrivne deske in naredila prestop? Kako zamudno je, ko morajo sodniki pregledovati posnetek in ga analizirati? Ker se na velikih atletskih tekmovanjih in mitingih odvija več atletskih disciplin hkrati, bi za režiserja in tudi gledalce bilo veliko bolje, če bi sodniki lahko regularnost skoka potrdili v trenutku odriva. Tako bi bil režiser takoj seznanjen s tem, ali je tekmovalec naredil prestop ali ne, kar bi mu omogočilo možnost širšega spektra pokrivanja tekmovalcev, saj bi bile menjave fokusa televizijskega prenosa s tekmovalca na tekmovalca hitrejši. Dogaja se, da gledalec mnogokrat zamudi kakšen nastop tekmovalca v drugi disciplini, ker analiza regularnosti skoka poteka predolgo. Na podlagi vsega omenjenega smo začeli razmišljati, kako bi lahko hitrost potrditve regularnosti skoka izboljšali. Zanimalo nas je, na kakšen način bi lahko sodnikom pomagali pri odločitvi, da bi omenjena informacija prišla čim hitreje do režiserja in posledično do gledalca.

Najprej smo se lotili preverjanja atletskih pravil, v katerih je zapisano, iz kakšnega materiala mora biti odrivna deska in kakšne metode meritev za regularnost skoka v daljino so danes v uporabi.

V tej fazi smo se srečali tudi z nekaj izzivi. Začetna ideja je bila, da bi senzorje namestili na odrivno desko. Omenjeno idejo smo opustili, saj atleti pri skoku v daljino uporabljajo specialno športno obutev šprintarice, ki imajo na podplatu jeklene špice - z njimi bi poškodovali senzorje. Zaradi tega smo pričeli razmišljati o namestitvi senzorjev pod odrivno desko.

V naslednji fazi smo se ukvarjali s vprašanjem kakšen senzor uporabiti, da ga lahko implementiramo v material, ki bo zadostil standardom atletskih pravil. Prvotna ideja je bila, da bi uporabili kapacitivne senzorje, a smo pri tem naleteli na težavo, saj bi jih težko pripravili do komunikacije med seboj, saj bi potrebovali več mikro krmilnikov da bi jih med seboj povezali.

Kasneje smo se odločili za piezo senzorje, saj smo ugotovili, da jih lahko tudi najbolje povežemo z laserskim senzorjem, ki ga bomo prav tako potrebovali. Prav tako smo ugotovili, da bomo potrebovali čim manjši laserski senzor, iz katerega bo snop svetlobe meril čim nižje pri tleh in da ne bo oviral tekmovalcev.

Piezo senzorji bi bili postavljeni pod desko in bi ob stiku z desko vklopili laserski senzor, ki bi preverjal, če je tekmovalec naredil prestop. Piezo in laserski senzorji bi bili povezani z mikro krmilniki.

2. Odrivna deska

Atletika je športna disciplina, ki obsega različne tekmovalne in ne-tekmovalne aktivnosti, povezane z gibanjem, močjo, vzdržljivostjo in hitrostjo. Vključuje različne discipline, kot so teki na kratke in dolge razdalje, skakanje, metanje, hitro hojo in mnoge druge. Atletika je ena najstarejših športnih dejavnosti in sega v zgodovino starogrških olimpijskih iger. Danes je atletika razširjena in priljubljena po vsem svetu, tako med rekreativci kot tudi med profesionalnimi športniki. Tekmovanja v atletiki potekajo na lokalni, nacionalni in mednarodni ravni, vključno s svetovnimi prvenstvi, olimpijskimi igrami in drugimi prestižnimi dogodki.

Horizontalni skoki so skupina disciplin v atletiki, ki vključujejo skakanje v daljino in troskok. V teh disciplinah tekmovalci tečejo po stezi in nato poskušajo po odskoku doseči največjo možno razdaljo – v skoku doseči najdaljšo daljino. Te discipline od tekmovalca zahtevajo moč, hitrost, koordinacijo in tehnično natančnost.

Kaj je odrivna deska?

Odrivna deska je pravokotna deska iz lesa ali sintetičnega materiala, ki je vgrajena v stezo en do dva metra pred koncem zaletišča. Običajno meri od $1,22\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$ v dolžino in $0,20\text{ m} \pm 0,002\text{ m}$ v širino ter je največ $0,10\text{ m}$ globoka. Vgrajena je v isti višini z zaletiščem in površino doskočišča. Rob odrivne deske, ki je bližji doskočišču, se imenuje črta odriva (prestopna črta). Neposredno za črto odriva se namesti indikatorska deščica s plastelinom za pomoč sodnikom.

Sodniki si za pomoč pri ugotavljanju prestopa pomagajo z deščico s plastelinom. Ta deščica deluje tako, da se ob prestopu naredi odtis deščice v plastelinu. V zadnjem času so sodniki za presojanje prestopa začeli uporabljati tudi visoko hitrostne kamere.

Dostopno na URL naslovu: https://slovenska-atletika.si/wp-content/uploads/2020/10/Tekmovalna-in-tehnicna-pravila_2020_koncna_pop_webAZS.pdf
(12. 2. 2024)



Slika 1: Odrivna deska pri skoku v daljino

Dostopno na URL naslovu: <https://www.sportnatrgovina.si/odrivna-deska-za-skok-v-daljino-getra-uniblock-competition-122x34x10-cm-30-kg> (12. 2. 2024)

2.1. Panoge skokov

Skok v daljino je atletska disciplina, v kateri športniki združujejo hitrost, moč in agilnost, da bi skočili čim dlje od odrivne točke.

Troskok je atletska disciplina, podobna skoku v daljino. Kot skupina športov se oba dogodka imenujeta "horizontalni skoki". Tekmovalec teče po progi in izvede odriv, let in nato doskok v »peskovnik«.

Obe disciplini sta svoje korenine pustili že v antičnih olimpijskih igrah.

Dostopno na URL naslovu: https://en.wikipedia.org/wiki/Long_jump (12. 2. 2024)

Pri horizontalnih skokih, kot sta skok v daljino in troskok, sodniki spremljajo izvajanje skoka ter ocenjujejo njegovo veljavnost in doseženo razdaljo. Glavni sodnik je odgovoren za nadzorovanje izvedbe skoka ter zagotavljanje pravilnosti in poštene obravnave tekmovalcev.

Pomembno je, da so sodniki strogi in dosledni pri upoštevanju pravil ter zagotavljanju poštene konkurence med tekmovalci - sodniška odločitev mora biti čim bolj točna in postavljena tako, da tekmovalcu ni v škodo ali morebitno prednost.

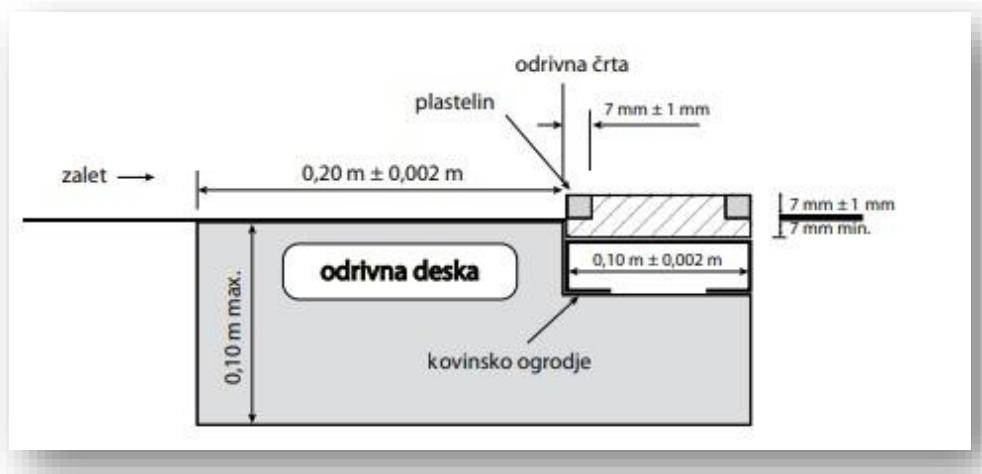
2.2. Zgodovina odrivne deske

Namen odrivne deske se skozi zgodovino skoka v daljino ni bistveno spremenjal, delno pa se je spremenjala njena oblika in posledično pravila panoge tega športa. Na začetku so v omenjeni disciplini namesto deske uporabljali samo navadne črte na stezi, pozneje so odrivno področje posipali s kredo, sčasoma pa so začeli uporabljati lesene odrivne deske oz. deske iz lesu podobnega materiala. Za označevanje linije prestopa se je v novejši zgodovini najdlje uporabljal plastelin, šele v zadnjih dveh letih pa so sodniki za pregled prestopa pričeli uporabljati visokofrekvenčno kamero. Skok v daljino ni edina disciplina, pri kateri se uporablja odrivna deska - uporabljajo jo namreč tudi pri disciplini troskoka.

2.3. Materiali deske

Odrivna deska je izdelana iz utrjenega umetnega materiala in lesa. Na koncu odrivne deske je vgrajena indikatorska ploščica za prestop, katera je široka 10cm in premazana s plastelinom, kateri določa prestopno območje.

Dostopno na URL naslovu: https://en.wikipedia.org/wiki/Long_jump (12. 2. 2024)



Slika 2: Odrivna deska in indikatorska deščica s plastelinom

Dostopno na URL naslovu: https://slovenska-atletika.si/wp-content/uploads/2020/10/Tekmovalna-in-tehnicna-pravila_2020_koncna_pop_webAZS.pdf (12. 2. 2024)

Na sliki 2 je prikazana odrivna deska, kot je zapisano v pravilih za atletska tekmovanja. Na njej lahko vidimo cono, v kateri se atlet odrine (širina 20 cm) in prestopni del, katerega rob je označen s plastelinom (širina prestopne deščice je 10cm). Globina deske je 10 cm, celotna deska pa "leži" v kovinskem ogrodju. Atletska pravila imajo zelo natančno določene mere, obliko in zakonitosti. Pri načrtovanju našega inovacijskega projekta smo vsekakor upoštevali pravila in zakonitosti odrivne deske, ki jo predpisujejo pravila za atletska tekmovanja.

2.4. Pravilni postopek odriva in doskoka

Zalet: tekmovalci začnejo s tekom na zaletni stezi, ki vodi proti odskočni deski in proti doskočišču.

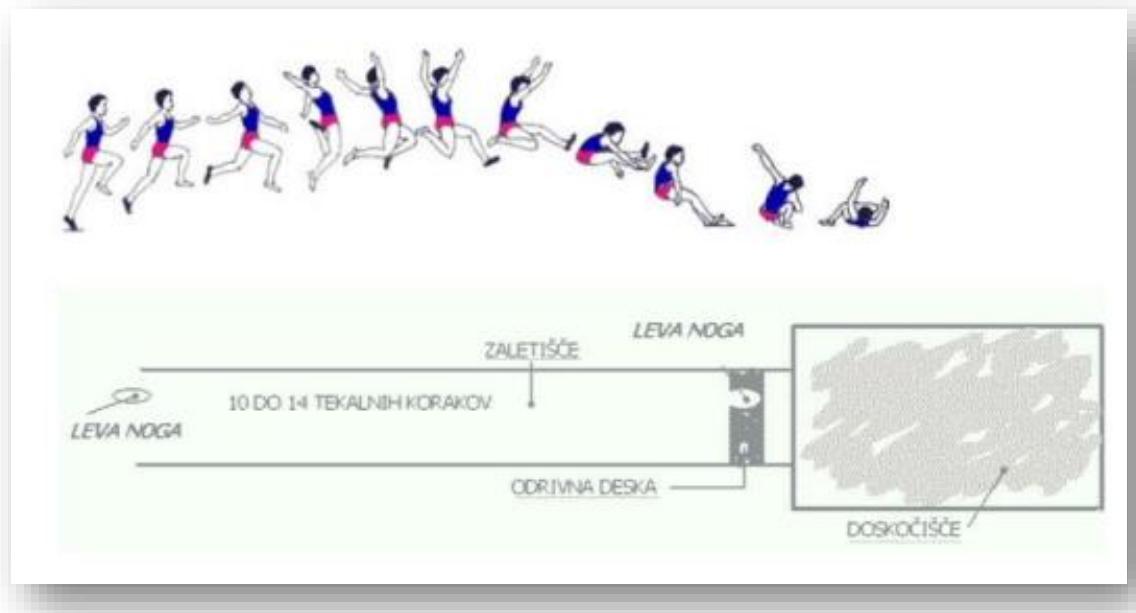
Odriv: tik pred odskočno desko se začnejo pripravljati na odskok. Skozi odmik morajo vzdrževati primerno hitrost, ki jim omogoča učinkovit prehod na naslednji korak.

Vzpon: ko tekmovalci dosežejo odskočno desko, izvedejo močan in nadzorovan odskok s pomočjo ene noge (običajno dominantne noge). Druga noga sledi in pomaga pri ohranjanju ravnotežja.

Odrivna faza: med odskokom se izvaja tudi odrivna faza, kjer tekmovalci izvajajo močan odriv s pomočjo noge, ki se nahaja na odskočni deski. To je ključen korak, ki zagotavlja potrebno višino in dolžino skoka.

Aerodinamika telesa: tekmovalci morajo v zraku ohraniti optimalno aerodinamiko telesa, kar pomeni raztezanje telesa v horizontalni smeri in zagotavljanje minimalnega zračnega upora.

Doskok: po odrivu sledi pristanek. Tekmovalci poskušajo pristati na končnem mestu na način, da so čim bolj stabilni in ne padejo nazaj.



Slika 3: Pravilni odriv pri skoku v daljino

Povzeto in dostopno na URL naslovu: <https://sport-rodica.splet.arnes.si/individualni-sporti/atletika/> (12. 2. 2024)

Iz vsega zgoraj zapisanega je za potek inovacijskega projekta zelo pomembno spoznanje, da so sile in hitrosti, ki jih atleti dosegajo na točki odriva zelo velike. Čas odriva se v modernem športu zmanjšuje, kar pa pomeni tudi zahtevnejše delo sodnikov pri določanju pravilnosti skoka. Senzorji, ki bi jih namestili v odrivno desko, morajo biti zato visoko učinkoviti in predvsem zelo natančni.

3. Ideja

Razmišljali smo, kako bi lahko elektronsko oz. avtomatično izboljšali meritev veljavnosti odriva pri skoku v daljino glede na to, če je tekmovalec naredil oz. ni naredil prestopa. Raziskali smo pravila pri tej disciplini, proučili materiale desk in se seznanili z metodami, ki so jih uporabljali včasih in ki so v uporabi danes. V pravilih za atletska tekmovanja smo zasledili tudi člen 29.5, ki se glasi: "Uporaba video ali drugih tehnologij, ki pomagajo sodnikom odločati v skladu s točko 30.1 Tehničnih pravil, je priporočljiva za vse ravni tekmovanj. Če pa take tehnologije ni na voljo, je potrebno uporabljati indikatorsko deščico s plastelinom". Ta člen nas je še dodatno motiviral za nadaljnje delo in iskanje morebitnih modernejših tehnologij za pomoč sodnikom.

Dostopno na URL naslovu:

https://slovenska-atletika.si/wp-content/uploads/2020/10/Tekmovalna-in-tehnicna-pravila_2020_koncna_pop_webAZS.pdf (12. 2. 2024)

Naša ideja je, da bi ob dotiku tekmovalca s ploščo le-ta zaznala silo in zabeležila, da se je tekmovalec plošče dotaknil. Zraven tega bi se preverjalo tudi, ali je tekmovalec naredil prestop ali ne.

V skladu s tem smo razmišljali, da bi pod odrivno desko namestili piezo senzor, ki bi ob določeni teži naredil stik. Takrat bi zasvetile zelene diode, ki bi sodnikom sporočale veljavnost odriva. Upoštevati smo morali tudi dejstvo, da tekmovalec lahko naredi prestop v smislu, da deske ne pohodi, zato piezo senzor takrat ne bi odreagiral. Za ta delček stopala, ki je ob stiku s podlago in hkrati minimalno v zraku nad odrivno desko, smo poiskali rešitev. Odločili smo se, da uporabimo laserske senzorje. Te bi nastavili na točno določeno točko ob koncu odrivne cone in če bi tekmovalec naredil takšne vrste prestop, bi diode zasvetile rdeče.

Danes sodniki za preverjanje prestopa uporabljajo plastelin, ki je nameščen na deščici ob koncu odrivne faze – indikatorska deščica. Ob prestopu tekmovalec naredi vtip v plastelin. Ponekod, na večjih tekmovanjih, pa se dodatno uporablja tudi kamera s počasnim posnetkom, pri kateri morajo sodniki preverjati vsako sliko (frame) posebej, da ugotovijo ali je tekmovalec pri odrivu naredil prestop.



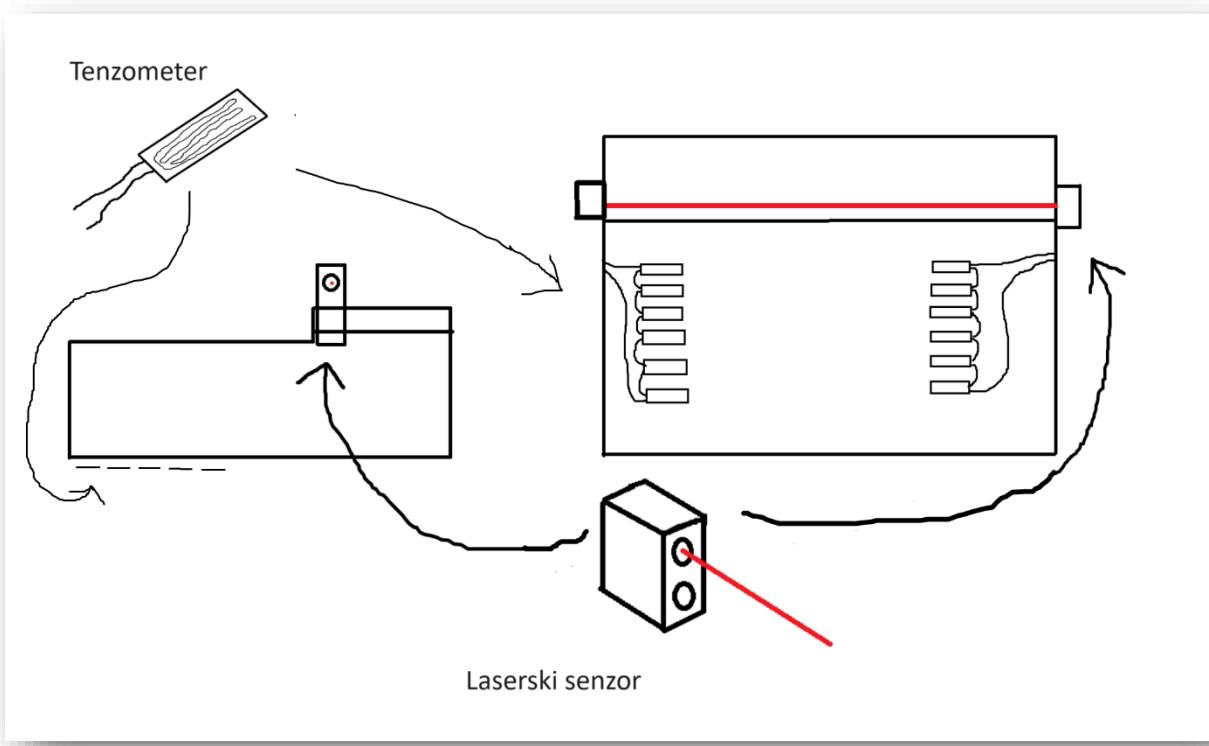
Slika 4: Primer določitve veljavnosti skoka z visokofrekvenčno kamero (lasten vir)



Slika 5: Primer določitve veljavnosti skoka z visokofrekvenčno kamero (lasten vir)

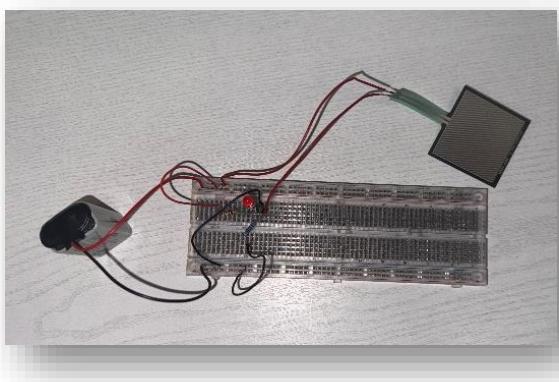
Slike 4 in 5 prikazujeta primer napačnega (slika 4) in pravilnega odriva (slika 5). Čeprav se na sliki 4 tekmovalec ni dotaknil polja za odrivno črto je naredil tako imenovani optični prestop, kar se šteje kot napaka. Na sliki 5 pa se je tekmovalec odrinil korektno. Prav ti optični prestopi so za sodnike najtežje določljivo saj se pri dandanašnji uporabi indikatorske deščice s plastelinom tak odriv največkrat ni viden v odtisu.

Pomembno je tudi dejstvo, da so pravila za atletska tekmovanja zelo jasno in natančno zapisana, zato z namestitvijo dodatne tehnologije ne smemo posegati v spremembe. To dejstvo smo pri nalogi morali upoštevati, torej da za izdelavo odrivne deske ne smemo uporabljati drugega materiala ter da mora odrivna deska obdržati iste mere.

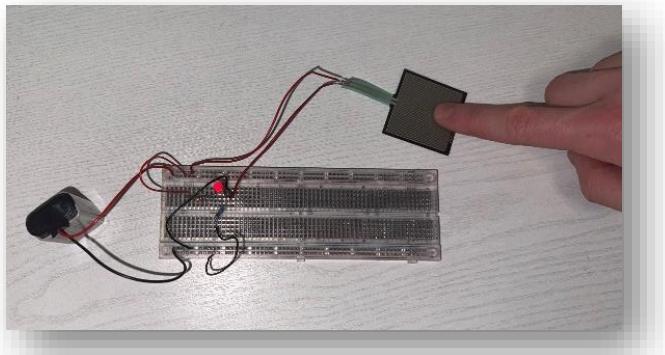


Slika 6: Ideja postavitve senzorjev (lasten vir)

Slika 6 prikazuje idejo namestitve laserskih senzorjev (upodobitev laserskega senzorja na sliki je spodaj na sredini) in piezo senzorjev oz. tenzometrov (upodobitev piezo senzorja je prikazana v levem zgornjem kotu na sliki). Regulirani piezo senzorji bodo razporejeni na spodnji strani deske in bodo preverjali stik s tekmovalcem. Ob stiku se bo vklopil laserski senzor, ki bo s snopom žarka preverjal regularnost skoka (prestop tekmovalca).



Slika 7: Primer vezave piezo senzorja (lasten vir)



Slika 8: Delovanje piezo senzorja ob stiku (lasten vir)

Na sliki 7 je prikazana vezava, ki je potrebna za delovanje piezo senzorjev in vklop LED signalizacije. Na sliki 8 je prikaz piezo senzorja, ki ob stiku s tekmovalcem oz. desko (na katero tekmovalec stopi) odreagira tako, da spremeni upornost in s tem povzroči vklop LED signalizacije.

4. Laserski senzor

Laserski senzor deluje tako, da uporablja laserski žarek za merjenje razdalje ali zaznavanje objektov. Senzor pošlje laserski žarek in meri čas, ki je potreben, da se žarek odbije od cilja in se vrne nazaj do senzorja. Na podlagi časa, ki je pretekel od pošiljanja žarka do njegove vrnitve, senzor lahko izračuna razdaljo do cilja.

Osnovno delovanje laserskega senzorja:

Oddajanje laserja: senzor odda usmerjen laserski žarek proti cilju.

Odboj od cilja: laser se odbije od cilja, ustvarjajoč odsevni žarek.

Zaznavanje povratnega žarka: senzor zazna povratni žarek, ki se vrne od cilja.

Merjenje časa: senzor meri čas, ki je pretekel od pošiljanja laserskega snopa do povratka odsevnega žarka.

Izračun razdalje: na podlagi merjenega časa senzor izračuna razdaljo do cilja s pomočjo hitrosti svetlobe.

Laserski senzorji se pogosto uporabljajo v različnih aplikacijah, kot so avtonomna vozila, uporabljajo se za merjenje razdalj v industriji, navigacijo in v drugih podobnih nalogah, kjer je natančno merjenje razdalje ključnega pomena.

Dostopno na URL naslovu:

https://www.google.com/search?q=how+does+a+laser+sensor+work&oq=how+does+a+laser+sen&gs_lcp=EgZjaHJvbWUqCQgAEAAAYExiABDIJCAAQABgTGIAEMgYIARBFGDkyCggCEAAAYExgWGB4yCggDEAAYExgWGB4yCggEEAAYExgWGB4yCggFEAAYExgWGB4yCggGEAAAYExgWGB6oAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (12. 2. 2024) in lasten vir.



Slika 9: Laserski senzor

Dostopno na URL naslovu:

<https://www.baumer.com/us/en/precise-laser-sensor-for-detection-of-very-small-objects-to-0-05-mm/n/O200-miniature-sensors-reliable-precise-simple-and-digital> (12. 2. 2024)

5. Piezo senzor

Na dotik občutljivi piezo senzorji, znani tudi kot senzorji na dotik ali senzorji upogibanja, so senzorji, ki merijo spremembo upogibanja ali pritiska na določeni površini. Ti senzorji se pogosto uporabljajo v napravah na dotik, zaslonih na dotik in drugih aplikacijah, kjer je potrebno zaznavanje fizičnega stika ali pritiska.

Delovanje piezo senzorjev:

Osnovni material: senzorji na dotik običajno vsebujejo osnovni material, kot je fleksibilna folija ali podlaga.

Vgrajeni senzorji: na določeno podlago so vgrajeni piezo senzorji ali senzorji upogibanja. Ti senzorji so običajno narejeni iz materialov, ki se lahko upogibajo ali stiskajo pod pritiskom.

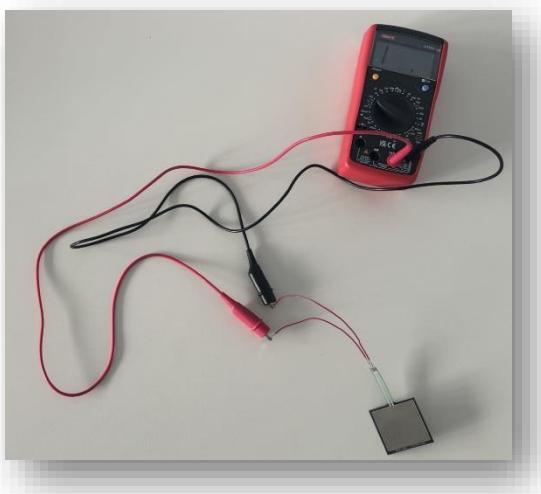
Električni upor: senzorji na dotik temeljijo na spremembah električnega upora, ki se pojavijo ob upogibanju ali stiskanju. V primeru, da senzor ni upognjen ali stisnjen, je električni upor določen. V primeru, da se senzor upogne ali stisne, se spreminja tudi struktura materiala in s tem električni upor.

Zaznavanje sprememb: električni upor se meri s pomočjo električnih vezij. Spremembe v tem uporu se pretvorijo v signal, ki se lahko interpretira kot zaznavanje stika ali pritiska.

Interpretacija signala: električni signal, ki ga oddaja piezo senzor, se interpretira s strani elektronske opreme (npr. krmilnika zaslona na dotik), ki nato določi lokacijo in moč pritiska.

Delovanje piezo senzorjev na dotik tako omogoča zaznavanje pritiska in dotika na površini, kar se pogosto uporablja v različnih sodobnih napravah, kot so pametni telefoni, tablice, zasloni na dotik v avtomobilih in drugje.

Dostopno na URL naslovu: https://en.wikipedia.org/wiki/Piezoelectric_sensor (22. 2. 2024) in lasten vir.



Slika 10: Piezo senzor priklopjen na multimeter (lasten vir)



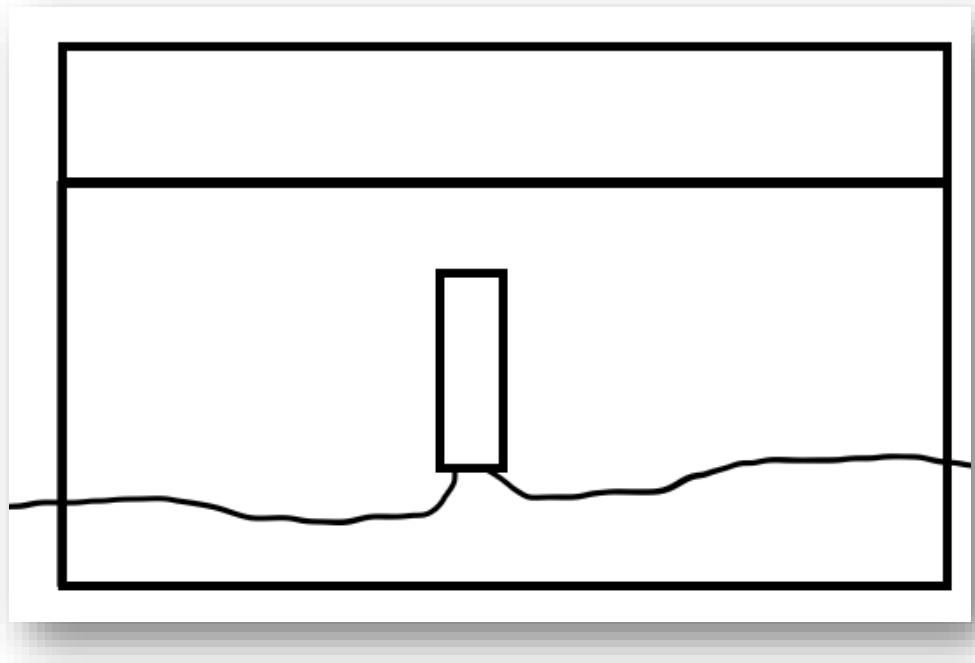
Slika 11: Testna meritev upornosti na piezo senzorju (lasten vir)

Zgornji sliki prikazujeta meritev upornosti z multimetrom na piezo senzorjih. Ob pritisku na piezo senzor se njegova upornost spreminja - večji kot je pritisk na podlago, manjša je upornost. Po preizkusu piezo senzorja smo ugotovili, da se upornost v povprečju spremeni na $300\ \Omega$. Zaradi tega podatka smo uporabili primerne upore ($2000\ \Omega$ in $100\ \Omega$) za izdelavo vezja piezo senzorja.

6. Tehniška izvedba

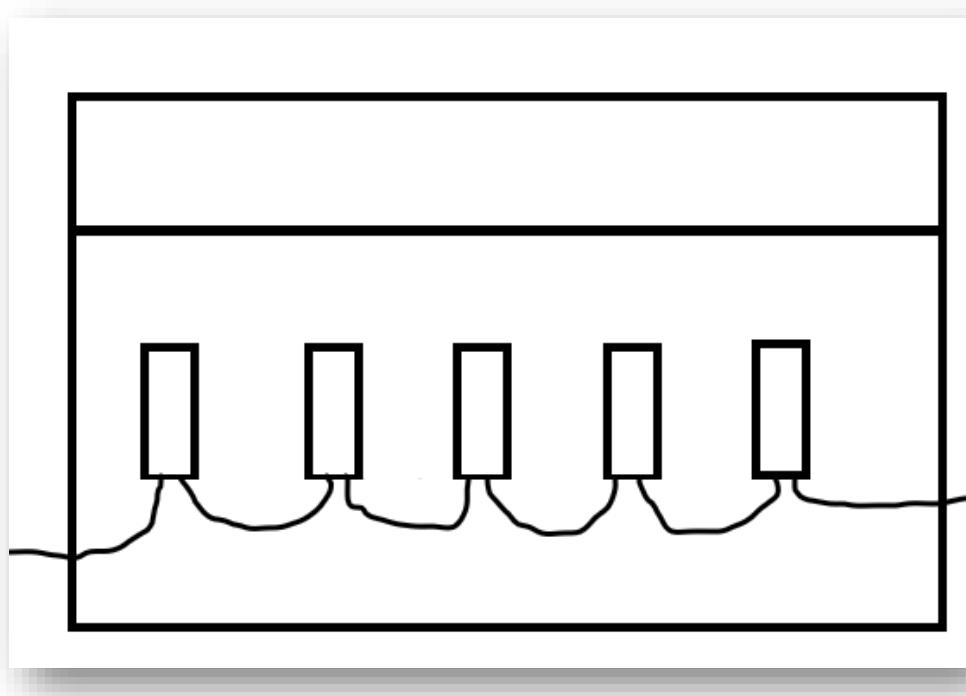
Senzorji pri naši odrivni deski bi bili postavljeni pod desko - s spodnje strani, kjer bi bili pritrjeni, da se ne bi premikali. Deska bi imela 5 piezo senzorjev, ki bi bili enakomerno razporejeni in pritrjeni po spodnji površini deske. S tem bi dosegli, da bi bila celotna deska enakomerno občutljiva na dotik iz zgornje strani. Četudi bi tako tekmovalec stopil nekoliko bolj desno ali levo bi ga senzorji pravilno zaznali. Ko bi piezo senzorji zaznali spremembo napetosti, bi preko mikro krmilnikov vklopili laserski senzor, postavljen ob strani deščice za prestop. Le-ta bi preverjal, ali je tekmovalec naredil prestop. Če se oseba ne bi dotaknila odrivne deske, se laserski senzor ne bi vklopil in tudi zelene LED diode ne bi zasvetile.

Senzorji pod desko bi bili pritrjeni s tanko plastjo umetne mase, ki bi bila zapečljena in bi s tem pripomogla manjšemu premikanju, da bi ves čas merili na istem mestu ter zaščitil občutljive podlage senzorjev, ko bi desko odstranjevali in montirali. Pri namestitvi in pritrditvi senzorjev pod desko bi bilo le-te potrebno kalibrirati na določeno težo deske, uporabil bi se isti princip kot pri kuhinjski tehničici. S tem načinom pritrditve bi prav tako zmanjšali časovno vgrajevanje deske, saj bi bil senzor integriran. V primeru, da bi se želel tekmovalec pritožiti nad sistem, pa bi si lahko ogledali tudi video, saj bi namestili tudi kamero, ki bi z video posnetkom potrjevala skok. Nameščena bi bila na drugi strani kot je laserski senzor.



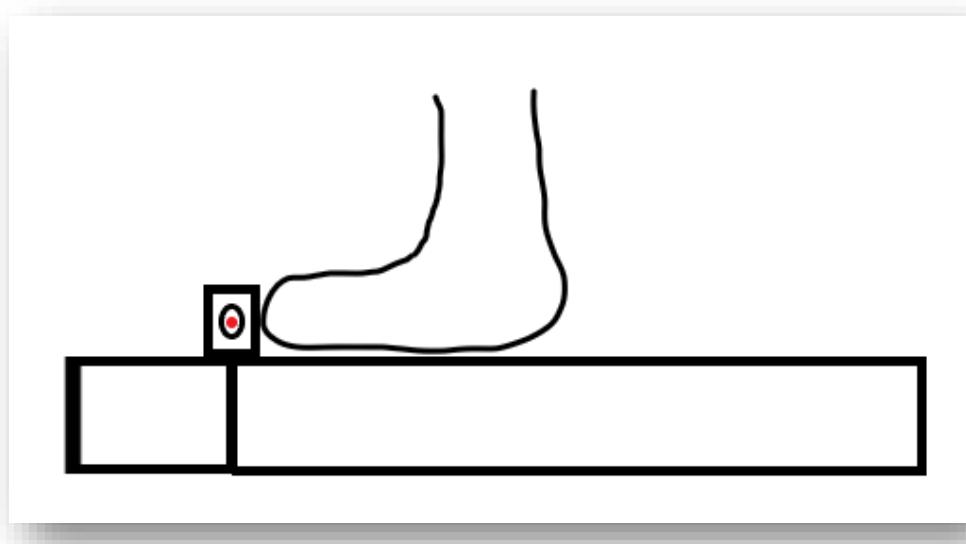
Slika 12: Pritrditev enega piezo senzorja na spodnjo stran deske (lasten vir)

Na zgodnji sliki je prikaz namestitve enega piezo senzorja.



Slika 13: Pritrditev piezo senzorjev z zaporedno vezavo na spodnji strani deske (lasten vir)

Na zgodnji sliki je prikaz postavitve ter količine piezo senzorjev, da bi ob stiku s ploščo zaznali dotik.



Slika 14: Dotik stopala z desko, sprememba napetosti piezo senzorja in vklop laserskega senzorja (lasten vir)

Zgornja slika prikazuje postavitev laserskega senzorja med odrivno in prestopno desko. Njegov namen je, da opazuje, ali je oseba naredila prestop.

Celoten sistem povezave senzorjev bomo povezali z računalniškim programom in dobili sistem avtomatičnega zaznavanja prestopa z beleženjem napak tekmovalca. Sistem bo beležil spremembe zaznave laserjev in njihov čas trajanja. Ko bo tekmovalec v celoti pohodil odrivno

desko in se ob tem ne bo dotaknil prestopne ploščice bo sistem senzorjev deloval tako, da se bodo vklopili samo senzorji, ki so pod desko, ne pa tudi laserski senzorji v prestopni liniji. V tem primeru bo odriv pravilen oz. bo skok regularen.

Če bi po drugi strani tekmovalec pohodil odrivno desko in hkrati tudi prestopno deščico, se bi vklopili senzorji pod desko. Hkrati se bi prekinil tudi laserski senzor in zato bi nam sistem sporočil, da je tekmovalec naredil prestop. Ker se po atletskih pravilih za prestop smatra tudi položaj, ko tekmovalec samo s konico obutve prestopi navidezno linijo in se ne dotakne prestopne deščice (torej naredi le optični prestop), smo tudi za to poiskali rešitev. Laserski senzor bo postavljen nekje 3-5 cm od tal in bo takšne navidezne oz. optične prestope zaznal.

Potrebno je upoštevati tudi fazo zapuščanja deske, kjer atlet v trenutku odriva (ko njegova noge več ni v stiku s podlago) prekine laserski senzor. V tem primeru se bi zaradi neaktivnosti piezo senzorjev pod desko laserski snop sicer prekinil, vendar sistem ne bi javil napake, saj za to ne bi bili izpolnjeni vsi pogoji (aktivnost senzorjev pod desko in prekinitev snopa laserja v istem trenutku).

Ker smo pri izdelavi inovacijskega projekta morali upoštevali vsa pravila atletskih tekmovanj in vse mogoče scenarije, ki lahko pripeljejo do nepravilnega odriva (odriv brez deske, optični prestop...) piezo senzorjev nismo postavili pod prestopno deščico ampak pod odrivno desko.

7. Družbena odgovornost

V športu se velikokrat zgodi to, da sodniške napake privedejo do tega, da športnik ne doseže tega, kar bi lahko. Nemalokrat pride tudi do tega, da želijo določeni ljudje zaradi želje po zmagi na goljufivih športnih stavah vplivati na človeški faktor, torej na sodnike. Čeprav je v atletski disciplini skoka v daljino takšnih in drugačnih napak s strani sodnika malo, bi lahko z našo odrivno desko te napake zmanjšali na minimum. Sodnik bi odločitev o prestopu tekmovalca sprejel s pomočjo elektronske odrivne deske, ki bo 100% zanesljiva. S tem bi tudi bistveno skrajšali čas, ki je potreben za odčitavanje odtisa, kar kot že rečeno posledično pomeni tudi, da lahko tudi režiser bistveno hitreje preklaplja med disciplinami in gledalcu s tem omogoči ogled čim več zanimivih vsebin, ki potekajo v živo.

Prav tako smo prepričani, da bo naša senzorična odrivna deska, ki bo ob odrivu tekmovalca takoj odreagirala s svetlobnimi signali, velika atrakcija tudi za gledalce. S takšnimi zanimivimi elektronskimi posodobitvami lahko šport pridobi tudi na gledanosti. Večja gledanost pomeni več sponzorjev, kar posledično pomeni več denarja in s tem boljše pogoje za razvoj športa, v našem primeru atletike.

Obenem bi lahko s tovrstnim sistemom zmanjšali nepotreben odvečni čas med skokom enega in nastopom naslednjega tekmovalca, tekmovanje bi potekalo hitreje in bi bilo tudi veliko bolj dinamično. To hkrati pomeni točno to, kar si to želijo gledalci in medijske hiše, ki v živo prenašajo tekmovanje.

Menimo, da bo naš inovativni projekt v veliko uporabo in se bo v prihodnje uporabljal na vseh večjih atletskih tekmovanjih. Sistem je enostaven za vgradnjo na vsa atletska tekmovašča, obenem pa ob njegovi uporabi bistveno skrajšamo čas tekmovanja, povečamo zanimivost in natančnost sojenja. Senzorična deska odpira novo poglavje v atletskih tekmovanjih in omogoča možnost razvoja nove tehnologije za razvoj športa.

8. Zaključek

Pri raziskovanju našega inovacijskega predloga smo se srečevali s kar nekaj izzivi, tako s strani tehnike kot tudi s strani izvedbe, a smo v vseh fazah načrtovanja projekta našli ustrezno rešitev in prišli do zaključka, da je izdelava takšne odrivne deske mogoča. Pri letošnjem raziskovanju smo določene senzorje in laserje že testirali in preizkušali njihovo povezavo z mikro krmilniki. Omenjena naloga je bila še toliko bolj zapletena zaradi dejstva, da zaenkrat česa takšnega še ni na tržišču - produkta, ki bi bil podoben našemu in bi ga lahko proučili ter na nek način le izboljšali, namreč nismo našli nikjer. Izdelava takšne odrivne deske bo na tržišču nekaj povsem novega in bo atletske discipline ter sojenje le teh predstavila v drugačni obliki. Glede na pozitiven odziv Atletske zveze Slovenije se veselimo prihodnjega leta, ko bomo odrivno desko z vsemi senzorji in laserji tudi sestavili. Tekom načrtovanja inovacijskega projekta smo se srečevali z več različnimi izzivi; v nalogi smo testirali več senzorjev, pri čemer večina ni bila primerna, zato smo se odločili za sistem, kateri se nam je zdel najbolj optimalen oz. natančen. Sistem, ki smo ga sestavili, je plod delovanja več sistemov, omogoča dvojno preverjanje in je enostaven za uporabo za vse deležnike , ki sestavlja tekmovanje (športnike, sodnike, gledalce). Predstavljen sistem nameravamo v prihodnje še dodelati in patentirati, glede česar smo se že pozanimali pri verifikacijskem delovnem telesu Svetovne atletske federacije (WA).

9. Viri in literatura

- Dostopno na URL naslovu: <https://www.baumer.com/us/en/precise-laser-sensor-for-detection-of-very-small-objects-to-0-05-mm/n/O200-miniature-sensors-reliable-precise-simple-and-digital> (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu: https://slovenska-atletika.si/wp-content/uploads/2020/10/Tekmovalna-in-tehnicna-pravila_2020_koncna_pop_webAZS.pdf (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu: <https://tipteh.com/si/senzorji/laserski-triangulacijski-senzorji-razdalje/> (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu: https://en.wikipedia.org/wiki/Long_jump (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu: https://en.wikipedia.org/wiki/Piezoelectric_sensor (22. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu:
https://www.google.com/search?q=how+does+a+laser+sensor+work&oq=how+does+a+laser+sen&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqCQgAEAAAYExiABDIJCAAQABgTGIAEMgYIARBFGDkyCggCEAAYExgWGB4yCggDEAAYExgWGB4yCggEEAAYExgWG B4yCggFEAAAYExgWGB4yCggGEAAAYExgWGB6oAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu: <https://sport-rodica.splet.arnes.si/individualni-sporti/atletika/> (12. 2. 2024)

10. Viri slik

- Dostopno na URL naslovu: <https://www.baumer.com/us/en/precise-laser-sensor-for-detection-of-very-small-objects-to-0-05-mm/n/O200-miniature-sensors-reliable-precise-simple-and-digital> (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu:
https://www.google.com/search?sca_esv=884448dcb0ad80d4&rlz=1C1GCEA_enSI1026SI1026&q=odrivna+deska+za+skok+v+daljino+s+plastelinom&tbo=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwjNp7DQm56EAxXhVfEDHS7xA8AQ0pQJegQIDhAB&biw=1745&bih=839&dpr=1.1#imgrc=VS24bVWw9HVNhM (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu:
https://www.google.com/search?q=pravilni+postopki+odriva+pri+skoku+v+daljino&tbm=isch&ved=2ahUKEwjMz9Lqm56EAxVYpP0HSHID6gQ2-cCegQIABAA&oq=pravilni+postopki+odriva+pri+skoku+v+daljino&gs_lp=EgNpbWciLHBByYXZpbG5pIHBvc3RvcGtpIG9kcmI2YSBwcmkgc2tva3UgdiBkYWxqaW5vSKxqULIIWPdmcAF4AJABAJgB1wGgAaofqgEGNjAuMS4xuAEDyAEA-AEBigILZ3dzLXdpei1pbWfCAgUQABiABMICBBAAGB7CAgcQABiABBgYiAYB&sclient=img&ei=9RTGZYyBNdjI9u8PoZC_wAo&bih=839&biw=1745&rlz=1C1GCEA_enSI1026SI1026#imgrc=hD26MOXPg2BZoM (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu: <https://sport-rodica.splet.arnes.si/individualni-sporti/atletika/> (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu: https://slovenska-atletika.si/wp-content/uploads/2020/10/Tekmovalna-in-tehnicna-pravila_2020_koncna_pop_webAZS.pdf (12. 2. 2024)
- Dostopno na URL naslovu: <https://www.sportnatrgovina.si/odrivna-deska-za-skok-v-daljino-getra-uniblock-competition-122x34x10-cm-30-kg> (12. 2. 2024)