

Tämä tiedosto on luotu osana Erasmus+ -projektia ”Developing Digital Physics Laboratory Work for Distance Learning” (DigiPhysLab).

Lisää tietoa: [www.jyu.fi/digiphyslab](http://www.jyu.fi/digiphyslab)

# Askelmittari

Ohjaajan versio

9.2.2023



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



Tämä työ on julkaistu lisenssillä [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## Askelmittari – Ohjaajan versio

### Työn yleiskuva

- Aihe: Mekaniikka, kiihtyvyys, kalibrointi
- Kohderyhmä: Perusopintovaiheen fysiikan opiskelijat ja fysiikan opettajakoulutuksen opiskelijat.
- Ajankäyttö: 4 h koko työtä varten.
- Suositellaan parityöskentelyä.

Tämä tehtävä ei ehkä ole niin lähellä fysiikan kokeellista työskentelyä, kuin se on tuotteenkehitystä. Ongelma liittyy ennemminkin mittaamiseen kuin itse fysiikkaan. Joka tapauksessa kyky lukea ja ymmärtää kiihtyvyyssensorien dataa on tämän työn keskeinen asia. Kysymykset ”Miten tietty mielenkiintoinen tapahtuma näkyy kerätyssä aineistossa?” ja ”Miten välitän tiedot tietokoneelle aineiston analysointia varten?” ovat tärkeitä minkä tahansa kokeen suunnittelussa, laskettiinpa sitten askelia tai alkeishiukkasia.

### Välinelista

- Älypuhelin, jossa on sovellus phyphox (RWTH Aachen University) tai joku muu sovellus, joka antaa kiihtyvyyssensorien dataa.
- Tietokone, jolla voi ajaa ja muokata ohjeissa annettua Python-notebookia/skriptejä.
- Mittanauha.

Tämä työ vaatii vain vähän valmistelua yllä olevien tarvikkeiden hankkimisen lisäksi. Opiskelijat hyötyvät, jos he asentavat puhelimiinsa ilmaisen phyphox-sovelluksen (tai vastaavan) ennen varsinaisen kokeellisen työskentelyn aloittamista, jos työ tehdään paikan päällä.

### Mittaussovelluksista

Phyphox-sovellus on intuitiivinen ja helppokäyttöinen. Siellä on kaksi kiihtyvyyssensorityökalua, ”Acceleration with  $g$ ” ja ”Acceleration without  $g$ ”. Niiden ero on se, että ”Acceleration without  $g$ ”-työkalussa datasta on poistettu kiihtyvyyden painovoimakomponentti. Kumpaa tahansa työkalua voi käyttää tässä työssä, mutta puhelimesta riippuen ”Acceleration with  $g$ ”-työkalulla saattaa olla oletusasetuksena korkeampi näytteenottotaajuus. Tässä työssä ei ole välttämätöntä käyttää erittäin korkeaa näytteenottotaajuutta.

### Esimerkki kokeellisen työskentelyn kulusta sisältäen kommentteja ja ehdotuksia

#### *a) Määrittele mittayksikkö ”yksi ottamani askel”.*

Askel on mahdollista määritellä usealla tavalla. Se voi olla mukavan kokoisien askleen keskiarvo, lyhyin järkevä askel (kantapää laitetaan heti toisen jalan varpaiden eteen) tai pisin mahdollinen askel. Valinnasta riippuen mitatun kävelymatkan tarkkuus voi lisääntyä (askeleen pituus on vakio), mutta voi tapahtua mittauksen käytännöllisyyden kustannuksella (ei toimi tavalliselle kävelemiselle).

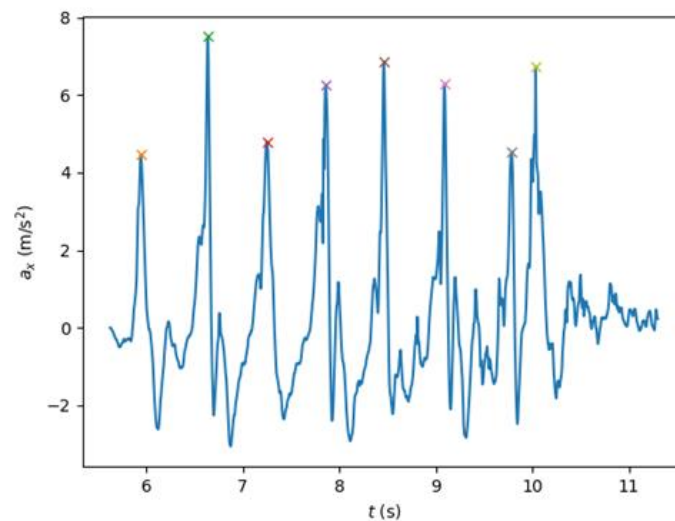
### b) Kalibroi mittalaite

Tässä kohtaa opiskelijat määrittävät askeleensa keskipituuden (askel määritelty kohdassa a)). Opastusta tulee tarjota pohdittaessa esim. hyötyjä ja puutteita, jotka liittyvät esim. yhden askeleen pituuden mittaamisen kerran, yhden askeleen pituuden mittaamiseen useampaan kertaan tai kymmenen askeleen pituuden mittaamiseen muutamaan kertaan. Kuinka monta mitatusta tarvitaan, jotta saadaan järkevä tarkkuus?

### c) Analysointimenetelmän suunnittelu

Ensimmäiseksi selvitetään, mihin suuntaan kukin mittaussovelluksen koordinaattiakseli osoittaa älypuhelimessa. Toinen tehtävä päätös on se, mitä dataa (x-, y-, z- vai absoluuttinen kiihtyvyys) käytetään määrittelemään datasta ne kohdat, joissa yksi askel on otettu.

Kiihtyvyyssensorin kävelevälle henkilölle antamasta datasta voidaan luultavasti melko nopeasti nähdä suoraan, missä askeleet on otettu. Kun käytetään siihen liittyvää Python-skriptiä tai itse kehitettyä menetelmää esim. taulukkolaskentaohjelmaa, tämä on se kohta, jossa täytyy selvittää tapa määrittellä askel tietokoneelle. Olennaiset huomioon otettavat asiat ovat erityisesti kiihtyvyyden raja-arvo, joka on saavutettava huipulle, jotta se lasketaan askeleeksi sekä fyysiset rajoitukset siinä, kuinka paljon aikaa pitäisi kulua piikkien välillä, jotta ne voidaan laskea eri askeleiksi. Kuva 1 näkyy kiihtyvyyssensorin data tapauksessa, jossa henkilö kävelee lyhyen matkan. Askeleiksi lasketut piikit on merkitty rasteilla, muut kuvassa näkyvät piikit eivät täytä askeleen määrittelyn vaatimuksia.



Kuva 1: Saatu kiihtyvyyssensorin data, kun henkilö ottaa kahdeksan askelta. Tässä on käytetty x-suuntaista kiihtyvyyttä. Askeleiksi laskettavat piikit on merkitty rasteilla.

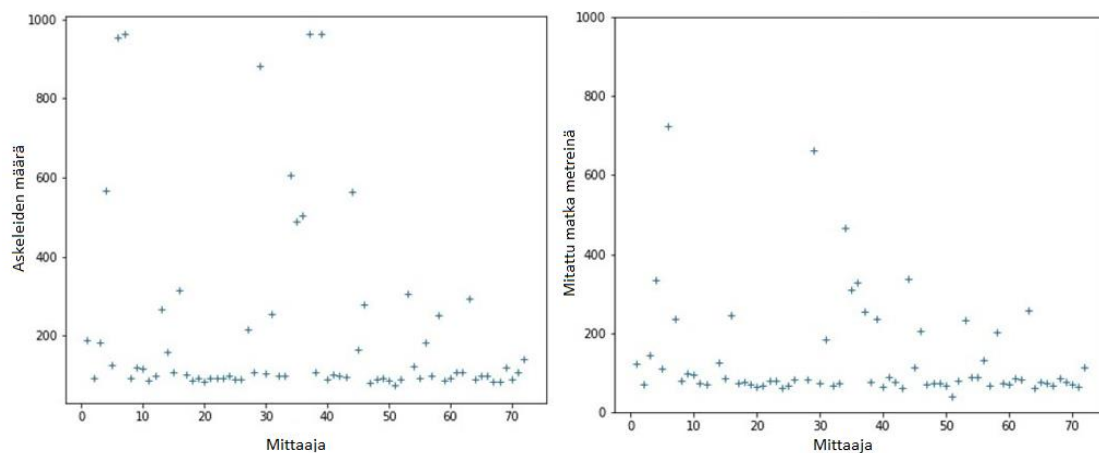
### d) Testaa menetelmäsi

Kun testimatka on kävelty (mieluiten useammin kuin kerran), opiskelijoiden on arvioitava mittaustuloksensa. Menetelmää tulee säätää, jos tulokset eivät vaikuta järkeviltä. Menetelmän vianetsinnän tekemiseksi opiskelijoita voi opastaa kävelemään lyhyemmän etukäteen mitatun matkan, jotta nähdään, täsmäävätkö tietokoneen laskemat askeleet todellisten askeleiden lukumäärään, vai onko ongelmia muunnettaessa askeleiden lukumäärä pituudeksi.

Tässä kohtaa muistuta opiskelijoita kokeilemaan rohkeasti, kannusta myös kokeilemaan uusia ideoita.

### e) Arvio mittaustesi ja analysointisi epävarmuus

Tyypillinen systemaattinen virhe on se, että askeleiden laskemismenetelmä on liian lepsu, jolloin askeleita lasketaan liian monta. toinen mahdollinen epävarmuus on askeleen pituuden vaihtelussa. Tässä vaiheessa voidaan kerätä kaikkien kurssin opiskelijoiden mittaukset (jos he kävelevät saman testimatkan) ja tarkastella yhdessä hajontaa, poikkeavia havaintoja ja keskimääräistä mitattua matkaa. Voidaan myös saavuttaa yhteinen paras arvio. Kuva 2 näkyy esimerkki siitä, miltä data voisi näyttää, kun kurssin kaikki 72 opiskelijaa mittaavat saman etäisyyden. On huomionarvoista, että poikkeavat havainnot askelten lukumäärässä eivät ole merkittäviä, koska jokainen määritteli itse oman askeleensa. Mittaukset ovat kuitenkin verrattavissa vasta silloin, kun kaikki käyttävät samaa yksikköä.



Kuva 2: Vasemmalla: 72 kurssilaisen ottamien askelten lukumäärät annetulla vertailumatalla. Oikealla: Askelten lukumäärä muutettuna metreiksi.

### Arviointi

Tästä työstä tehtävään raporttiin on annettu tehtäväksi laatia askel-askeleelta-ohjeet älypuhelimien käyttämiseen askelmittauksessa. Tällainen tapa tehdä raportti korostaa kokeellisen työskentelyn menettelyn suunnittelua. Ohjaajien on tärkeää antaa opiskelijoille omat kriteerinsä siitä, mitä opiskelijoilta odotetaan arvioinnissa.

### Mahdollisia muunnelmia

- Tämä kokeellinen työ tarjoaa sään salliessa mukavan mahdollisuuden ulkoiluun. Kaikki kokeelliseen työskentelyyn osallistuvat opiskelijat voisivat mitata esim. fysiikan laitoksen pituuden, kahden kampuksella olevan vierekkäisen laitoksen etäisyyden, sillan pituuden tai jonkin muun rakenteen laboratorion läheisyydessä.