

Pasi Nieminen, Markus Hähkiöniemi, Jouni Viiri sekä toteutukseen osallistuneet opettajat

Heilurin heilahdusaika (yläkoulun fysiikka) – suunnitelma

Tässä perinteistä työtä lähestytään rohkaisten oppilaita mittausten tekemisen lisäksi myös suunnittelemaan mittaukset itse (toteutusaika 2 x 45 min). Työ on vaativa ja siitä voi oppia paljon. Keskeiset oppimistavoitteet:

- Tutkimuksen suunnittelu ja toteutus (osakompetenssit; ks. liite 1)
- Heilahdusaika ja siihen vaikuttavat tekijät (käsitteellinen oppiminen)

Tutkimuksen suunnittelussa ja toteutuksessa kiinnitetään huomiota mm. seuraaviin asioihin

- Ennusteen ja suunnitelman tekeminen
- Mittausten suorittaminen
 - Ymmärrettävä, että mitataan vain yhtä muuttujaa kerrallaan
 - Kuinka mitata heilahdusaika tarkasti
- Tulosten kirjaaminen
- Johtopäätökset ja tulosten arviointi
 - Tarkkuuteen/epätarkkuuteen vaikuttavat tekijät

Alustus (motivoituminen)

Keskustellaan värähdysliikkeestä tuttujen esimerkkien kautta. Keinuminen on kaikille tuttua. Tässä voi hyödyntää myös liitteessä 2 olevaa käsitekorttia (concept cartoon), mutta se toki ohjaa oppilaiden hypoteesien tekemistä. Käsitekorttia voi käyttää esimerkiksi seuraavasti. Näytetään kuva ja vaihtoehdot videotyöltä. Ensiksi oppilaat miettivät hiljaa itsekseen hetken mielipidettään. Toiseksi oppilaat keskustelevat pareittain asiasta. Kolmanneksi opettaja kysyy parin kannan (esim. viittaavat A-D). Oikeaa vastausta ei tässä vaiheessa tietysti pidä kertoa! Oppilailla on syy tutkia asiaa.

Tässä vaiheessa kannattaa selvittää mitä heilahdusajalla tarkoitetaan, että oppilailla on yhtenäinen käsitys siitä. Joku saattaa esimerkiksi ajatella heilahdusajan tarkoittavan vain puolikasta heilahdusta. Heilahdusaikaa voi demonstroida statiivin, langan ja painon avulla, joka ohjaa oppilaita suunnitelmassa tarvittavien välineiden osalta.

Työvaihe

Annetaan oppilaille moniste (ks. liite 3), jossa on ohjaavia kysymyksiä ja tilaa muistiinpanoille. Tehdään työ pareittain tai pienissä ryhmissä. Ensin parit kirjaavat **ennusteensa** (hypoteesi) paperille. Tämän jälkeen parit **suunnittelevat**, miten he aikovat asiaa tutkia. Tarkoitus on, että oppilaat yrittävät tiiviisti jäsentää, mitä he aikovat tehdä.

Formatiivinen arviointi lennosta (on-the-fly feedback). Opettaja kiertää luokassa ja hankkii kyselemällä tietoa siitä, miten oppilaat laativat suunnitelmaa ja auttaa kysymyksin suunnitelman työstämisessä. Tarkoitus ei ole kertoa suoraan, miten mittaukset tulisi tehdä. Opettajan kannattaa päästää parit tekemään mittauksia sitten kun on sitä mieltä, että suunnitelma on riittävän hyvä.

Mittausvaiheessa opettaja edelleen kiertää aktiivisesti selvittämässä oppilaiden ongelmia ja tukemassa prosessia (formatiivinen arviointi lennosta). On hyvin mahdollista, että oppilaat keksivät

mitatessaan uusia menetelmällisiä ratkaisuja poiketen suunnitelmastaan. Joku saattaa esim. keksiä, että voi mitata useamman heilahduksen ajan ja jakaa sen heilahdusten määrällä. Toisaalta oppilaita voi kysymysten avulla ohjata oikeaan suuntaan kuitenkin kertomatta, miten tulee toimia. Esimerkiksi voi kysyä: "Miettikää, miten te saisitte mitattua ajan tarkemmin?" Tai: "Jos yhden heilahduksen mittaaminen on noin hankalaa, keksittekö mitään toista ratkaisua mitata sen?"

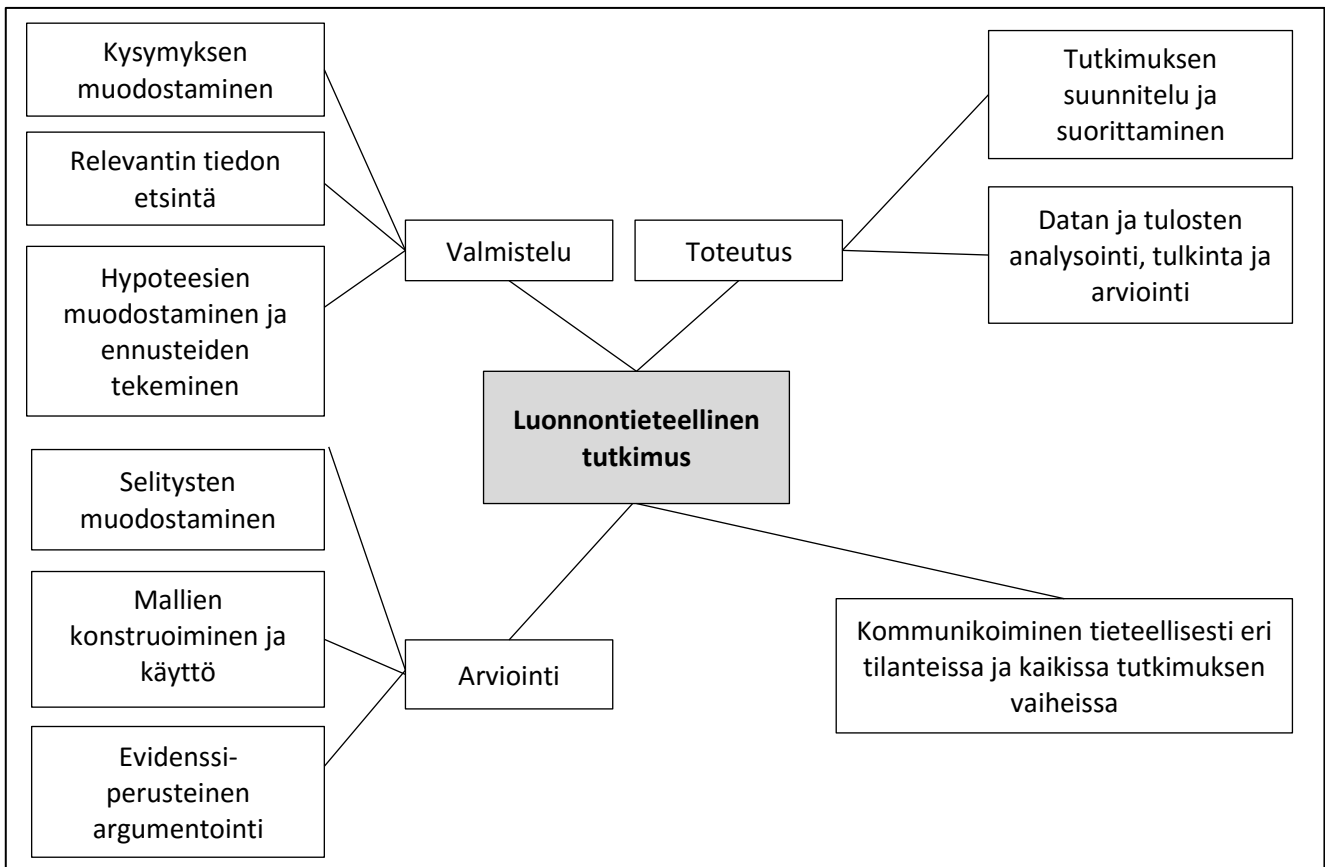
Mittausvaiheessa on hyvä ohjata oppilaita myös **tulosten kirjaamiseen**, mikä on tietysti yleinen taito luonnontieteissä. Mittausten jälkeen oppilaat pohtivat **johtopäätöksiä**. Siis mihin vastaukseen he päätyvät ja kuinka luotettavia heidän mittaustuloksensa ovat.

Loppukeskustelu

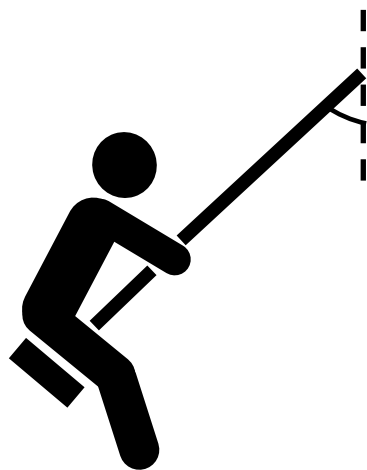
Lopuksi pidetään opettajajohtoinen koko luokan keskustelu. Tässä opettaja voi esim. kysellä eri ryhmiltä, joiden tietää päätyneen erilaisiin/mielenkiintoisiin tuloksiin tai käyttäneen erityyppisiä menetelmällisiä ratkaisuja tms. Keskustellaan myös mahdollisista virhelähteistä ja tietysti oikeasta ratkaisusta. Lopulta on tietysti tarkoitus kytkeä havainnot teoriaan ja tukea fysiikan mukaista ajattelua. Loppukeskustelussa ryhmät voivat esittää oman mittauspöytäkirjansa dokumenttikameralta.

Formatiivisen arvioinnin kannalta oleellista on, että keskustelussa opettaja pyrkii selvittämään oppilaiden ymmärryksen siitä, mitä he ovat tehneet sekä mahdolliset puutteet. Jatkokysymyksien avulla pyritään ylläpitämään keskustelua niin, että oppilaat itse pystyisivät havaitsemaan puutteita. (Ks. dokumentti: Heilurin heilahdusaika (yläkoulun fysiikka) – esimerkkejä dialogista.)

Liite 1. Luonnontieteellisen tutkimuksen osakompetenssit



Mikä vaikuttaa keinun heilahdusaikaan?



Minun mielestä se riippuu keinujan painosta.

Kai siihen vaikuttaa keinun narujen pituus.

Tietysti siihen vaikuttaa se, että kuinka isosta kulmasta keinun päästää liikkeelle.

Kyllä siihen vaikuttaa useampi kuin yksi noista vaihtoehdoista.

A **B** **C** **D**

Liite 3. Erään oppilasryhmän tuotos

Heilahdusajan tutkiminen

Tutkimuskysymys: Mitkä tekijät vaikuttavat heilahdusaikaan?

1. Ennuste

(Teidän ennusteenne siitä mikä on vastaus kysymykseen)

Materiaalit Kulma Lämpö Aika ja paikka
Ympäristö kitka Narun koko ja massa
Lähtönopeus Ilmanvastus Puntin koko ja massa
2. Suunnitelma Liike-energian määrä

Kirjoittakaa lyhyt suunnitelma (+ kuva) miten aiotte tutkia asiaa.

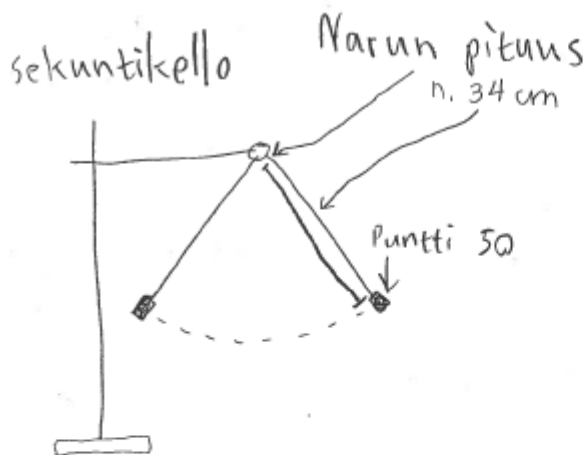
Mitä välineitä tarvitset?

Miten toteutat mittaukset?

Miten saat tietää mahdollisimman tarkasti heilahdusajan?

Punnitaan heilurin materiaalit

kulman
lisäys



1. Ilman mitään muutoksia
2. Ilman vastuksen lisäys
3. Narun pituuden lisäys
4. Narun pituuden vähennys
5. Puntin koko ja paino +
6. Puntin koko ja paino -



Puntari

=Mitä suurempi kulma sitä pitempi aika

Käännä paperi

Liite 3. (jatkuu)

3. Mittaukset. Merkitkää mittaustulokset taulukoihin.

Puntin Paino	Narun Pituus	Kulma	Tuuli	Värähdysaika
50 g	36 cm	40°	ei	1,10 sec
20 g	36 cm	40°	ei	1,115 sec
90 g	36 cm	40°	ei	1,17 sec
90 g	36 cm	60°	ei	1,42 sec
50 g	19 cm	40°	ei	0,85 sec
70 g	15 cm	40°	ei	1,02 sec
20 g	15 cm	40°	ei	0,75 sec
100 g	15 cm	40°	ei	0,94 sec
50 g	36 cm	40°	kyllä	1,09 sec
50 g	36 cm	90°	ei	1,20 sec

4. Johtopäätökset ja tulosten arviointi

Mitkä tekijät vaikuttivat heilahdusaikaan?

Kuinka tarkkoja saamasi tulokset ovat? Mitkä asiat aiheuttavat epätarkkuutta?

Tulosten pohjalta:

Puntin paino
Narun pituus
kulma
Ilmanvastus

Muuten:
Ympäristö
kitka

↙ Ihmisen erehtyminen

Epätarkkoja
Sormien epätarkkuus

Mikäli liikeradalla on este vauhti
ja muu liike muuttuu epätarkaksi

Mitä isompi
massa sitä
enemmän

liike-energiaa Toivottavasti näitä tuloksia...