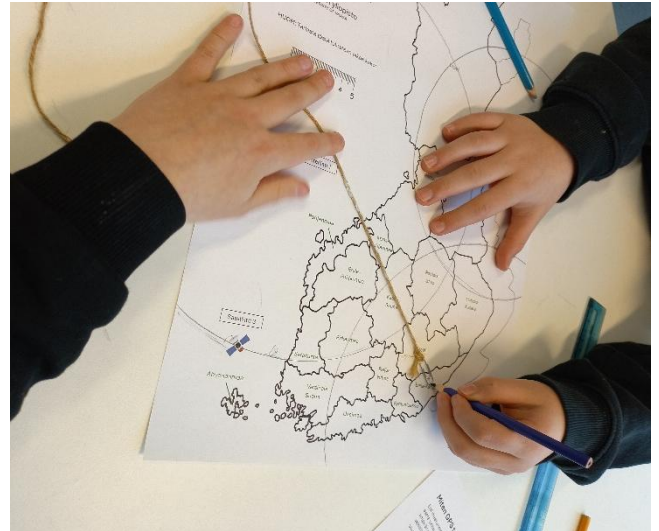


Tiede tutuksi – Tietotekniikka – Paikannussatelliitit (3.–6. lk)

Työpajaohje ohjaajille

Työpajan tavoitteena on:

- tutustua satelliittipaikannukseen ja Vaasan yliopiston tietotekniikan tutkimukseen
- tutustua siihen, miten satelliittipaikannus käytännössä toimii
- harjoitella mittaamista ja etäisyyksien hahmottamista
- oppia piirtämään ympyröitä harpilla ja hahmottamaan ympyrän kehien leikkauspisteitä
- harjoitella karttojen ja satelliittikuvien hyödyntämistä Google Earth -ohjelman avulla



Tässä toiminnallisessa työpajassa tutustutaan Vaasan yliopiston tietotekniikan ja paikannussatelliittien tutkimukseen. Aluksi katsotaan lyhyt tallenne, jossa lapset haastattelevat professori Heidi Kuusniemeä. Lapset kysyvät mm. millainen on tutkijan tavallinen työpäivä ja mihin satelliitteja tarvitaan?

Tallenteen katsomisen jälkeen päästään itse pienryhmissä tutustumaan satelliittipaikannukseen. Karttatehtävässä ratkaistaan naruharpin ja satelliittitietojen avulla, missä päin Suomen karttaa ollaan ja lopuksi tutustutaan Google Earth -ohjelmaan ja seikkaillaan kiinnostavissa paikoissa Suomen kartalla.

Työpajan kesto: 60 min

Työpajatunnin rakenne:

1. Tutkija tutuksi -tallenne, 5 min.
2. Satelliittipaikannus ja karttatehtävät, 30 min.
3. Google Earth ja satelliittikuvatehtävät, 20 min.
3. Yhteenveto, 5 min.

Kohderyhmä: 3.–6. lk

Yhteys Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin, vuosiluokat 3–6:

Työpaja tukee erityisesti ympäristöopin ja matematiikan tavoitteita sekä laaja-alaista osaamista. Työpaja tukee vahvasti ympäristöopin tiedollista tavoitetta T16; erityisesti



maantieteellistä ajattelua, oman ympäristön ja Suomen maantieteen hahmottamista sekä kartankäyttö- ja geomediataitojen kehittämistä. Lisäksi työpajassa korostuvat ympäristöopin tutkimisen ja toimimisen taidot T4–T7 sekä T10–T11.

Matematiikan tavoitteista työpajassa korostuvat geometria T11 ja mittaaminen T12. Työpajassa harjoitellaan ympyröiden piirtämistä harpilla, ympyröiden leikkauspisteiden hyödyntämistä, mittaamista sekä mittaustarkkuuden arviointia. Myös kaikki matematiikan työskentelyn taidot T2–T6 ovat käytössä.

Laaja-alaisen osaamisen osa-alueista työpajassa korostuvat L1 Ajattelu ja oppimaan oppiminen, L2 Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu, L4 Monilukutaito ja L5 Tieto- ja viestintäteknologian osaaminen.

Tarvittavat välineet ja materiaalit

Opettajalle:

- Tietokone ja mahdollisuus heijastaa video ja PowerPoint-diat koko luokalle
- Kaiuttimet videon katselua varten

Oppilaille

- 1 laite (tabletti tai tietokone) / pari
- Internet-yhteys
- 1 A3-kartta / pari, joko paperinen tai laminoitu, HUOM: Huomioi kartan tulostusohje!
- 1 maakuntamoniste /pari
- erivärisiä puuvärikyniä, jos käytätte paperisia Suomen karttoja / pyyhittäviä tusseja ja ihmesienen paloja pyyhkimiseen, jos käytätte laminoituja Suomen karttoja
- 1 naruharppi / pari. (Kuva 1) Yhteen naruharppiin tarvitset:
 - n. 50 cm narua (narun tulee olla joustamatonta, jotta mittaukseen ei tule virheitä, narun kannattaa myös olla sileää (ei nukkaista) sillä näin sinitarra on helpompi irrottaa langasta)
 - Klemmari, joka kiinnitetään valmiiksi narun päähän esimerkiksi umpisolmulla
 - Pieni pala sinitarraa
 - Viivoitin



Valmistelut ennen ensimmäistä työpajaa

Tutustu työpajan materiaaleihin, joihin kuuluvat tämän ohjeen lisäksi PowerPoint-diat, kartta- ja maakuntamonisteet sekä Tutkija tutuksi -video:

<https://www.youtube.com/watch?v=R0rxT5A248o>

Tulosta jokaiselle parille karttamoniste. Kartta tulostetaan A3-paperille. Kun tulostat kartan, tarkista viivoittimen avulla tulosteen senttimetriskaalasta, että tulosteen koko on oikea. Kuvan 5 cm mitan pitäisi olla täsmälleen 5 cm mittainen. Jo parin millin virhe saattaa aiheuttaa systemaattisen virheen oppilaiden mittauksiin, ja työpajan tehtävät saattavat epäonnistua.

Tulostusvinkkejä: Tarkista, että tulostus on määritelty A3-paperille. Valitse tulostusasetuksista sellainen, joka ei muuta tai skaalaa alkuperäisen tiedoston kokoa. Eri ohjelmissa tämä on ilmaistu eri tavoin. Taulukkoon on koottu yleisimpiä oikeita ja väärä tulostusasetuksia.

Oikea tulostusvalinta (säilyttää alkuperäisen koon)	
Suomeksi	Englanniksi
100 % koossa	Print at 100%
Todellinen koko	Actual size
Alkuperäinen koko	Original size
Ei skaalausta	No scaling
Ei muutosta	Do not scale
Tulosta alkuperäisessä koossa	Print at original size
Todellinen mittakaava	True size
Ei mitään	None

Väärä tulostusvalinta (muuttaa kokoa)	
Suomeksi	Englanniksi
Sovita sivulle	Fit to page
Sovita paperille	Fit to paper
Skaalaa sivulle	Scale to fit
Pienennä suuret sivut	Shrink oversized pages
Sovita tulostusalueeseen	Fit to printable area
Skaalaa automaattisesti	Auto scale

Mikäli oikeaa tulostusasetusta ei jostain syystä löydy, voi oikean koon hakea yrityksen ja erehdyksen kautta kokoprosenttia säätämällä hieman yli tai alle 100%.

Jos haluat käyttää samoja karttoja useampaan kertaan, voit laminoida kartat. Pyyhittävät tussit lähtevät hyvin ihmesienen palalla varsinkin, jos jäljet pyyhkii tuoreeltaan. Jos jäljet pinttyvät, voi ne puhdistaa tiskiharjalla ja tiskiaineella.



Tulosta jokaiselle parille maakuntamoniste. Voit merkitä monisteisiin jokaiselle parille eri maakuntatehtävän, josta aloittaa. Näin luokassa saadaan yhteisesti selvitettyä kaikki monisteen maakunnat, vaikka kaikki parit eivät ehtisi selvittää kaikkia kohteita.

Valmista naruharpit jokaiselle parille. Hanki sopivaa narua, joka ei jousta ja on mahdollisimman sileää, jotta sinitarra ei takerru siihen. Leikkaa narusta noin 50 cm pätkiä ja kiinnitä klemmari jokaisen narun toiseen päähän esimerkiksi umpisolmulla. Varaa sinittarrasta sopivat palat.

Tarkista Google Earth -ohjelman toimivuus. Päätä, millä laitteilla työskentelette. Voitte käyttää Google Earth -ohjelmaa joko selaimessa tai sovelluksessa. Laitteen muistista riippuu, miten sujuvasti Google Earth lataa kuvaa.

Tutustu ohjelman toimintaan etukäteen, jotta osaat opastaa yksityiskohdissa. Työpajan dioissa on havainnollistavat kuvat sekä selainversioon että sovellusversioon, mutta koska ohjelmien ulkoasut muuttuvat tiheään tahtiin, kannattaa tarvittavien painikkeiden ym. sijainneista varmistua etukäteen.

Valmistelut ennen työpajatunnin pitoa

Jaa luokka pareihin ja varaa sopivat pöytätilat kaikille. Jaa kaikille pareille ensimmäisen karttatehtävän välineet ilman maakuntamonistetta. Pareille jaetaan siis karttamoniste, kynät (puuvärit tai tussit ja ihmesienet) sekä naruharpit.

Varmista, että diat toimivat ja Tutkija tutuksi -video toimii riittävällä äänenvoimakkuudella. Varmista, että oppilaiden laitteissa Google Earth toimii ja avaa tarvittaessa Google Earth selaimissa tai avaa applikaatiot valmiiksi.

Työpajan kulku

Johdattelu aiheeseen (kesto 5 min)

Toivotetaan oppilaat tervetulleiksi ja esitellään lyhyesti työpaja. Katsotaan Tutkija tutuksi -video, jossa lapset haastattelevat Vaasan yliopiston professori Heidi Kuusniemeä (videon kesto 4:22).

Linkki videoon: <https://www.youtube.com/watch?v=R0rxT5A248o>



Tutustutaan satelliittipaikannukseen: Miten GPS toimii? -karttatehtävä (kesto noin 30 min)

1) Esittely, diat 3–5 (kesto 5min)

Perehdytään yhdessä diaesityksen kautta satelliitteihin ja siihen, miten satelliittipaikannus toimii (diat 3–5). Tässä ohjeessa on selitetty satelliittipaikannuksen periaate huolellisesti. Tärkeintä on, että oppilaat ymmärtävät, että esimerkiksi kännykän sijainti voidaan määrittää laskemalla etäisyyksiä eri satelliiteista.

Voidaan aloittaa kysymällä, kuinka moni on itse käyttänyt esimerkiksi kännykässä karttasovellusta tai nähnyt vanhempien käyttävän autossa karttaohjelmaa. Toimivatko ne hyvin ja onko niistä hyötyä käytännön tilanteissa?

GPS tulee sanoista Global Positioning System eli maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmä. Paikannusjärjestelmä toimii niin, että lasketaan esimerkiksi opettajan kännykän etäisyyttä eri satelliiteista. Kun tiedetään etäisyys useammasta satelliitista sekä satelliittien sijainnit, voidaan laskea, missä opettajan kännykkä sijaitsee.

Etäisyys satelliitista lasketaan mittaamalla satelliitista lähetetyn viestin kulkema aika. Satelliitit kiertävät noin 20 200 km korkeudella maanpinnasta. Vaikka matka on todella pitkä, satelliitin lähettämän signaalin matka-aika on vain noin 67 millisekuntia, sillä viesti kulkee valon nopeudella. Signaalin lähtö- ja saapumisajat mitataan siis todella tarkasti. Tuntuu ehkä hassulta, että noin 20 tuhannen kilometrin päästä voidaan mitata, seisotko koulun pihalla vai luokassa, mutta se kertoo paikannusjärjestelmän huimasta mittaustarkkuudesta.

Satelliitit eivät myöskään ole paikallaan vaan liikkuvat 12 tunnin kiertoradoillaan kaiken aikaa valtavalla nopeudella. Satelliitti ei itse tiedä sijaintiaan vaan se lasketaan maasta käsin. Siksi satelliittien ratoja tarkkaillaan kaiken aikaan ja radan ennustetta korjataan aina kun tarpeellista.

Miten satelliitin viesti sitten saapuu kännykkään? GPS-satelliitit lähettävät jatkuvasti heikkoa radiosignaalia, jonka kännykkä vastaanottaa tarvitessaan paikannusta. Kännykkä ei kuitenkaan lähetä mitään tietoa satelliitille. Satelliitti on vähän kuin rehtorin ääni koulun kuulutuksessa, kaikki kuulevat mitä rehtori sanoo, mutta rehtori ei tiedä, kuinka moni kuunteli, emmekä me voi luokahuoneesta lähettää rehtorille mitään viestiä silloin kun hän istuu omassa huoneessaan tekemässä kuulutusta.

Maan kiertoradalla kiertää kaiken aikaa vähintään 24 GPS-satelliittia. Yksi satelliitti voi olla toiminnassa keskimäärin 10–20 vuotta.

Kännykän paikan määrittämiseen tarvitaan vähintään neljästä satelliitista. Voi tuntua hassulta, että niinkin vähäinen lukumäärä riittää, ja itse asiassa joskus paikanmäärittäminen onnistuu vähemmälläkin. Kuitenkin on niin, että mitä useammasta satelliitista etäisyys voidaan laskea, sen tarkemmin myös kännykän paikka voidaan määrittää.

Tutkitaan seuraavaksi toiminnallisessa tehtävässä, miten paikan määrittäminen onnistuu etäisyyksien avulla. Samalla opimme, miksi tarvitsemme etäisyyden juuri neljästä satelliitista.

2) Selvitetään yksi karttatehtävä yhdessä, diat 6–14 (kesto 15 min)

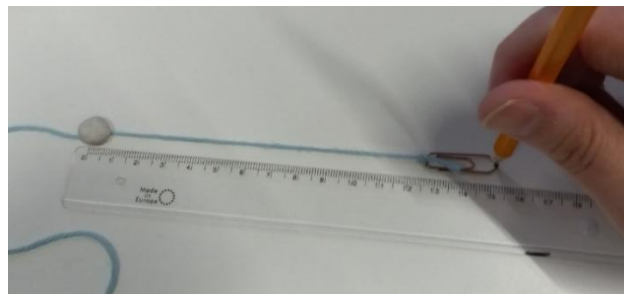
Tehdään ensimmäinen karttatehtävä pareittain niin, että koko luokka etenee samaan tahtiin. Tehtävä edellyttää vuoroin parityöskentelyä ja vuoroin yhteistä kuuntelua.

Tehtävässä seurataan diojen ohjeita. Diat on ohjelmoitu näyttämään tekstiä rivin kerrallaan, ja niitä on hyvä paljastaa sitä mukaa kun yhdessä on ymmärretty oikea vastaus. Anna oppilaiden pohtia ja oivaltaa itse ja kysy tarvittaessa tarkentavia kysymyksiä.

Tehtävän ajatuksena on, että oppilaat ymmärtävät, miten etäisyydet satelliiteista auttavat määrittämään sijaintimme kartalla. Lyhyesti kyseessä on seuraava päättely: Etäisyys yhdestä satelliitista kertoo, että olemme tietyn ympyrän kehällä. Etäisyys kahdesta satelliitista kertoo, että olemme sekä ensimmäisen että toisen ympyrän kehällä. Nämä ympyrän kehät voivat kuitenkin leikata toisiaan kahdessa eri kohdassa. Vasta etäisyys kolmannelta satelliitista paljastaa missä olemme. Seuraavassa tämä päättely on purettu tehtävän kulun mukaan auki yksityiskohtaisesti.

Tehtävänä on selvittää, missä maakunnassa olemme Suomen kartalla. Ensin saamme tietää, että olemme 15 cm etäisyydellä satelliitista 1. Selvitetään, onko tämä riittävä tieto.

Aloitetaan opettelemalla, miten naruharppia käytetään. Naruharppin kanssa on tärkeää tehdä pareittain yhteistyötä. Toinen huolehtii harppin kynäpäästä ja toinen sinitarrapäästä, ja vaihdellaan vuoroja, kun edetään tehtävissä.



Kuva 1: Mitataan naruharpilla 15 cm mitta. Kuva: Saara Lehto

Laitetaan ensin viivoitin pöydälle ja kiristetään naru suoraksi sen viereen.

Laitetaan kynä klemmarin päähän halutun mitan kohtaan viivoittimella (ensimmäisessä tehtävässä 15 cm). Kiinnitetään sitten sinitarra naruun 0 cm kohdalle. Näin saadaan mitattua oikean pituinen matka naruharppiin. (Kuva 1)

Siirretään seuraavaksi sinitarra naruineen oikean satelliitin kohdalle (ensimmäisessä tehtävässä satelliitti 1), satelliitin mustan ympyrän päälle. Nyt toinen parista pitää sormea kevyesti sinitarran päällä huolehtien, että se pysyy paikallaan. Toinen parista piirtää ympyrän kehän Suomen kartalle huolehtien, että naru pysyy tiukkana kaiken aikaa. (Kuva 2)

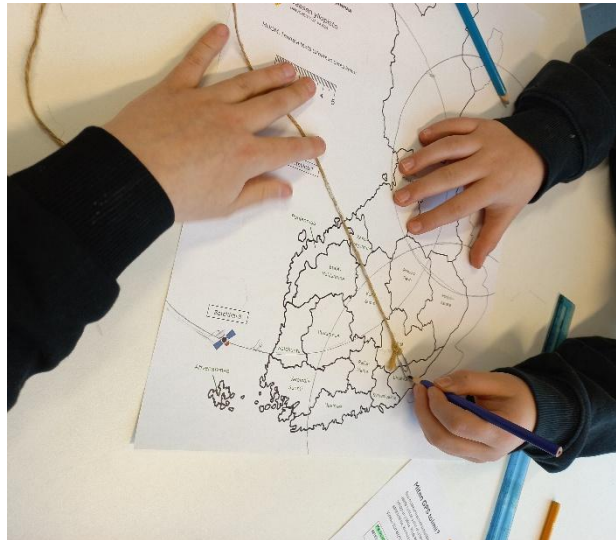
Mietitään yhdessä, voiko maakunnan päätellä, kun tiedetään etäisyys yhdestä satelliitista? Huomataan, ettei se ole mahdollista, sillä tämän tiedon perusteella tiedämme vain, että olemme jossain piirretyllä ympyrän kehällä (diassa 8 punaisen ympyrän kehä). (Kuva 3)

Yleinen virheajatus on, että piirretty ympyrä määrittää alueen, jonka *sisällä* voisimme olla. Tällöin voi kysyä, mikä on etäisyys satelliitista, jos olemme ympyrän ulkopuolella? Se on *suurempi* kuin 15 cm eli emme voi olla siellä. Entä mikä on etäisyys satelliitista, kun olemme ympyrän sisäpuolella? Se on silloin *pienempi* kuin 15 cm, eli emme voi olla sielläkään. Meidän on siis oltava ympyrän kehällä eli piirretyn viivan päällä.

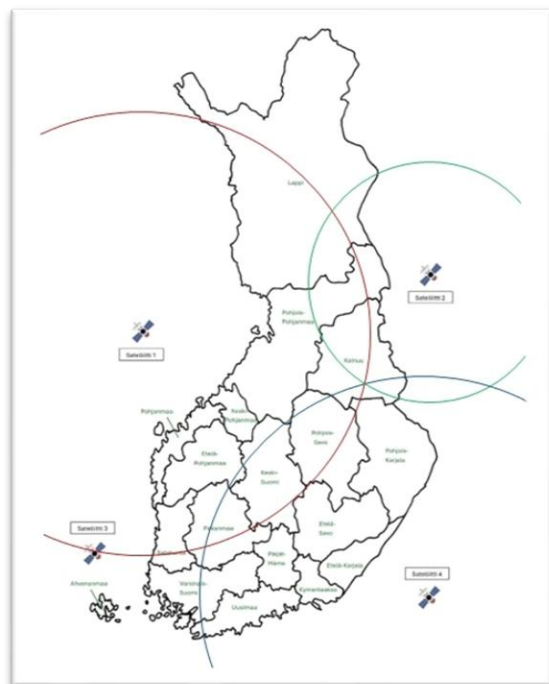
Selvitetään sitten, selviääkö maakunta, kun saamme tietää, että etäisyys satelliitista 4 on 14 cm. Mitataan uusi etäisyys naruharppiin ja piirretään uusi ympyrän kehä nyt satelliitin 4 ympärille. Nyt kartalle piirtyy kaksi ympyrän kehää (diassa 9 punainen ja sininen ympyrän kehä). Mietitään yhdessä tarvittaessa apukysymysten kautta, missä voimme olla nyt. Jos vastaaminen tuntuu vaikealta, voi opettaja näyttää sormella eri kohtia kartassa ja kysyä voidaanko olla siellä, sekä pyytää selitystä sille, miksi joko voidaan tai ei voida olla siellä? Ovatko etäisyydet satelliiteista oikeat?

Huomataan, että voimme olla jommassakummassa kahden ympyrän kehän leikkauspisteessä, mutta emme missään muualla. Olemme siis joko Kainuussa tai Pirkanmaalla. Tarvitaan siis vielä etäisyys kolmannelta satelliitista. Kun etäisyys myös kolmannelta satelliitista (satelliitti 2) on selvitetty, saamme selville, että olemme Kainuussa. (Kuva 3)

Opimme, että joskus voidaan tarvita jopa kolme satelliittia oikean maakunnan määrittämiseen. Riippuen maakunnasta joskus kuitenkin kaksi tai jopa yksikin etäisyys saattaa riittää. Tiedämme esimerkiksi, että olemme Suomessa, joten jos kaksi ympyrää risteää yhden kerran Suomessa ja toisen kerran vaikkapa Ruotsin puolella, tiedämme jo, kummassa risteyspisteessä olemme.



Kuva 2: Naruharpiin käytössä kannattaa tehdä yhteistyötä.
Kuva: Saara Lehto



Kuva 3: Ensimmäinen karttatehtävä, etäisyydet satelliiteista 1, 4 ja 2. Kuva: Saara Lehto & Pixabay

Miksi sitten alussa sanoimme, että satelliittipaikannuksessa tarvitsemme etäisyyden neljästä satelliitista? Tämä johtuu siitä, että karttatehtävässä paikannus tapahtuu kahdessa ulottuvuudessa (paperin pinnalla), kun taas todellisessa elämässä olemme kolmiulotteisessa avaruudessa. Kolmiulotteisessa tilanteessa sijainnin määrittämiseen tarvitaan etäisyystieto yhdestä satelliitista enemmän. Taustatieto-osiossa tämän ohjeen lopussa on selitetty kolmiulotteinen tilanne tarkemmin.

3) Selvitetään monisteen maakunnat parityönä, diat 15–16 (kesto 10 min)

Jaetaan seuraavaksi pareille maakuntamonisteet. Pyydetään pareja selvittämään, mitkä maakunnat on annettu monisteella. Käytetään selvityksessä apuna juuri opittua naruharppimenetelmää. Löytyneiden maakuntien nimet kirjoitetaan monisteelle. Voit ohjeistaa oppilaita miettimään, tarvitseeko ympyrän kehä kaikista satelliiteista piirtää, vai selvittääkö joskus vähemmällä.

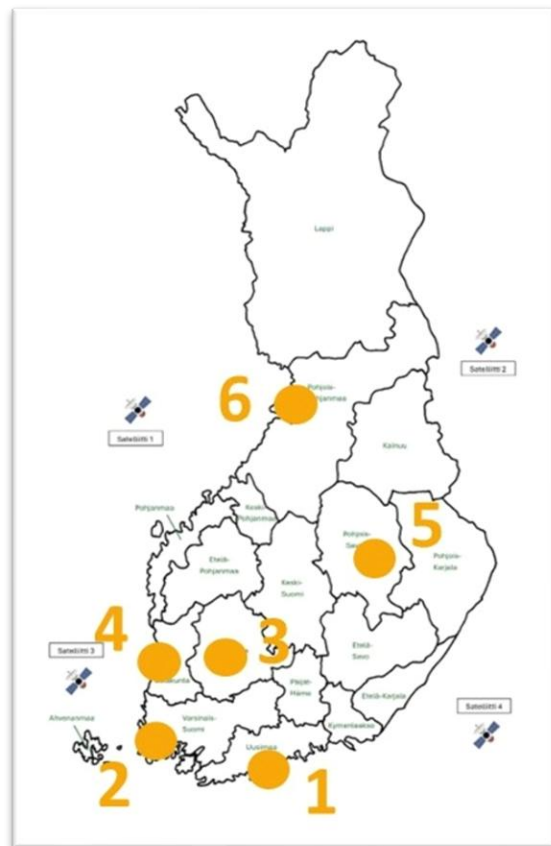
Halutessaan voi monisteet pohjustaa niin, että jokainen ryhmä aloittaa eri kohteesta. Jos aika ei riitä kaikkien maakuntien etsimiseen, voi tällä tavoin varmistua siitä, että jokainen kohde löytyy ainakin jonkin parin selvittämänä.

Jos käytätte paperisia karttoja ja puuvärikyniä, kannattaa yhden maakunnan kaikki ympyrän kehät piirtää yhdellä värillä ja vaihtaa väriä aina uuteen maakuntaan siirryttyessä. Näin eri maakuntien selvitykseen piirretyt kehät eivät mene kartalla sekaisin keskenään. Jos käytätte laminoituja karttoja ja pyyhittäviä tusseja, kannattaa ohjeistaa pyyhkimään ympyrän kehät aina heti yhden maakunnan selvittyä.

Käydään lopuksi yhdessä dioilla läpi, mitkä kohteet kartalta löytyivät. (Kuva 4) Voidaan myös arvailla, missä kaupungeissa kenties ollaan. Maakunnat (ja kaupungit) joihin etäisyydet on mitattu ovat:

1. Uusimaa (Helsinki)
2. Varsinais-Suomi (Turku)
3. Pirkanmaa (Tampere)
4. Satakunta (Pori)
5. Pohjois-Savo (Kuopio)
6. Pohjois-Pohjanmaa (Oulu)

Etäisyydet on maakuntamonisteelle mitattu 0,5 cm tarkkuudella, joten kaikki etäisyydet eivät ole aivan tarkkoja. Tarkallakaan mittauksella kolme tai neljä eri ympyrän kehää



Kuva 4: Tehtävässä löytyneet maakunnat kartalla.
Kuva: Saara Lehto ja Pixabay



eivät siis välttämättä aivan kohtaa. Se ei haittaa, kunhan oikean maakunnan pystyy pääättelemään. Tehtävän yhteydessä voikin herätä luontevasti keskustelua mittaustarkkuudesta.

Nyt kun maakunnat ovat löytyneet, lähdetään tutkimaan tarkemmin millaisia satelliittikuvia maakunnista ja kaupungeista löytyy Google Earth -ohjelmalla.

Tutustutaan satelliittikuviin: Google Earth -tehtävät (kesto 20 min)

Google Earth on karttapalvelu, joka hyödyntää satelliitti- ja ilmakuvia sekä paikkatietoja. Suurimmista kaupungeista löytyy myös 3D-malleja. Tehtävät voidaan tehdä joko Google Earthin verkkoselaimessa (earth.google.com) tai Google Earth -sovelluksessa esimerkiksi tabletilla. Valitse diat sen mukaan, käytätkö selainta vai sovellusta. Suositeltavaa on joka tapauksessa tutustua ensin itse ohjelman toimintaan, sillä ohjelmien asetukset ja painikkeiden sijainnit ym. vaihtuvat usein ja saattavat eri laitteilla näyttäytyä erilaisina.

1) Vaasan yliopiston kampus, katunäkymä ja historialliset kuvat, diat 18–23

Tutustutaan yhdessä Google Earth -ohjelman ominaisuuksiin tutkimalla Vaasan yliopiston kampusta, joka sijaitsee vanhan puuvillatehtaan alueella Vaasan Palosaarella. LUMA-keskus Pohjanmaan SAGA-tiedeluokka sijaitsee punatiilisessä Technobothnia-rakennuksessa. Tiedeluokassa järjestetään tiedekasvatusta sekä kerhotoimintaa mm. kouluikäisille.

Osoitteen etsiminen. Kirjoitetaan vasemman ylänurkan hakukenttään SAGA-tiedeluokan osoite: "Puuvillakuja 3, Vaasa" ja käynnistetään haku. Pohditaan yhdessä:

- Miltä talot, piha-alueet ja kadut näyttävät satelliittikuvassa?
- Voit lähentää tai loitontaa karttanäkymää oikean alareunan +/- merkeistä tai kahdella sormella (liikuttamalla sormia lähemmäs tai kauemmas toisistaan).
- Karttakuvan alareunasta näet, miltä päivältä kuva on, kuvan mittakaavan ja sen, kuinka korkealta katsot näkymää.

Katunäkymä. Valitaan seuraavaksi Street View -toiminto eli katunäkymä napsauttamalla ihmishahmon symbolia oikeassa alareunassa ja napsauttamalla tämän jälkeen sinisellä korostettua katua.

- Miltä Puuvillakujan rakennukset näyttävät katunäkymässä? Voit katsella eri suuntiin ja liikkua katunäkymässä napsauttamalla kaduilla näkyviä nuolia. Kun haluat poistua katunäkymästä, napsauta vasemman ylänurkan nuolesta.

Historialliset kuvat. Loitonnetaan seuraavaksi karttanäkymää niin, että Palosaarta ympäröivä meri tulee näkyviin. Loitonna ja kohdistetaan kuva niin, että kuvassa näkyy suurin piirtein samankokoinen alue kuin dian kuvassa (dia 22). Jos olet eri kohdassa karttaa tai eri



etäisyydellä, kyseessä ovat kokonaan eri kuvat, eikä oikeaa historiallista kuvaa vaaditulta päivältä löydy.

Napsauta yläreunasta valintaa ”näytä historialliset kuvat” (maapallon kuva, jonka ympärillä on nuoli). Löydät tämän valinnan myös yläpalkin valikosta ”Näytä” -painikkeen alta. Kun historiallisten kuvien tila on päällä, yläpalkkien alle ilmestyy vierityspalkki, jossa näkyy vuosilukuja. Valitse vierityspalkilta päivä 18. huhtikuuta 2019.

- Miltä merialueet näyttävät? Miksi?
- Satelliittikuvia voidaan käyttää muun muassa jäätilanteen seurantaan merellä.

2) Oma koti tai koulu, dia 24

Kirjoita hakukenttään kotisi tai koulusi osoite. Miltä rakennus ja alue näyttävät satelliittikuvassa. Entä katunäkymässä? Löytyykö alueelta vanhempia historiallisia kuvia?

3) Kaupunkikohteet ja 3D-näkymä, diat 25–27

Palataan tunnin aluksi karttatehtävässä paikannussatelliittien avulla selvitettyihin maakuntiin ja kaupunkeihin. Tutustutaan kuudesta kaupungista löytyviin erityisiin kohteisiin, joista löytyy 3D-malleja.

Paikat voidaan hakea Google Earth -ohjelmasta joko koordinaattien tai osoitteiden perusteella. Koska koordinaatteja on hankala kirjoittaa tabletille, dioissa on annettu kohteiden osoitteet.

Etsitään yhdessä ensimmäinen kohde ja tarkastellaan sen 3D-mallia. Kirjoitetaan vasemman yläkulman hakukenttään osoite: ”Tivolitie, Helsinki”. Kun olet kohteen karttakuvassa, napsauta kuvan alalaidasta ”3D”. Anna ensin kartan pyörittää kuvaa ympäri, jolloin näet kohteen eri suunnista. Voit myös liikkua 3D-mallin karttakuvassa.

- Mikä kohde on kyseessä?
- Pääset takaisin normaaliin karttakuvaan napsauttamalla alalaidasta ”2D”. Halutessasi voit tämän jälkeen kokeilla 3D-mallia uudelleen napsauttamalla taas ”3D”.
- Oletko käynyt kohteessa? Haluaisitko käydä siellä (uudelleen)?

Tutkitaan myös muut kohteet. Kaikkialta Google Earth -kartalta ei löydy 3D-malleja. Suomesta malleja on tehty vain isoimmista kaupungeista. Esimerkiksi Vaasasta ei ole tehty mallia. Jos napsautat 3D-painiketta alueella, josta mallia ei ole tehty, tuloksena ei ole mielekästä kuvaa.

Selvitetään myös muista viidestä maakunnasta löytyvät 3D-kohteet.

1. 60°11'18"N 24°56'25"E (Tivolitie, Helsinki)
2. 60°26'07"N 22°13'43"E (Linnankatu 80, Turku)
3. 61°29'52"N 23°45'49"E (Hämeensilta, Tampere)



4. 61°29'21"N 21°48'03"E (Hallituskatu 1a, Pori)
5. 62°54'34"N 27°39'19"E (Puijontie 135, Kuopio)
6. 65°00'47"N 25°27'52"E (Kauppatori, Oulu)

Seikkailkaa eri kohteissa ja pohtikaa:

- Mitkä kohteet ovat kyseessä? Miltä ne näyttävät 3D-mallissa?
- Mikä on suosikkikohteesi? Mihin kohteeseen haluaisit matkustaa? Miksi?

4) Bonustehtävä

Bonustehtävänä voit tutustua haluamaasi kohteeseen maailmalla. Tutki kohteen karttaa.

- Löytyykö kohteesta 3D-mallinnusta?
- Pääsetkö seikkailemaan katunäkymään?
- Onko kohteesta mielenkiintoisia historiallisia kuvia?

Työpajan koonti (kesto 5 min)

Keskustellaan yhdessä siitä, mitä opimme työpajassa ja millaista tehtävien tekeminen oli. Voidaan kysyä esimerkiksi:

- Jäikö jokin asia erityisesti mieleen? Mikä?
- Opitko jotain uutta? Mitä uutta opit?
 - Mitä opittiin siitä, mihin satelliitteja tarvitaan?
 - Mihin karttoja ja satelliittipaikannusta tarvitaan arjessa?
- Mikä työpajassa oli mielenkiintoisinta tai hauskinda? Miksi?
- Kiinnostaisiko sinua aikuisena työskennellä satelliittien parissa?

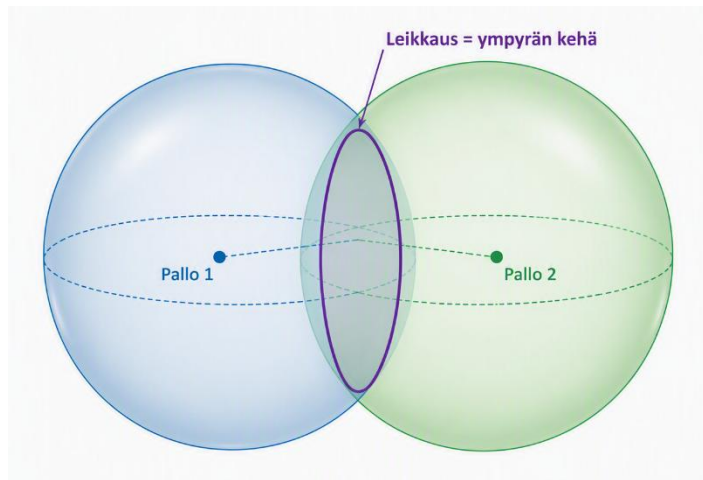
Taustatietoa karttatehtävän matematiikasta

Satelliittipaikannus ja myös tämän työpajan karttatehtävä perustuvat siihen, miten pisteen sijainti voidaan määrittää, kun tiedämme sen etäisyyksiä muihin pisteisiin. Tässä osiossa tarkastelemme ensin, miten karttatehtävässä käytetty päättely toimii kolmiulotteisessa avaruudessa. Lopuksi käsittelemme erään matemaattisen poikkeustapauksen, jonka tarkkanäköinen oppilas saattaa nostaa esiin.

Kolmiulotteinen tilanne: Tämän työpajan kannalta kolmiulotteisen tilanteen ymmärtäminen ei ole tarpeellista, mutta jos oppilasryhmäsi on valmis pohtimaan asiaa syvällisemmin, voit halutessasi hahmotella kolmiulotteista eli oikean satelliittipaikannuksen tilannetta seuraavasti. Kolmiulotteisessa avaruudessa eli meidän maailmassamme etäisyys ensimmäisestä satelliitista kertoo, että olemme tietyllä pallopinnalla. Jos esimerkiksi etäisyys opettajan pystyyn nostetusta sormesta on kaksi metriä, mahdollisia paikkoja ovat pisteet kahden metrin etäisyydellä opettajan sormen ympärillä sormen korkeudella, mutta

yhä hyvin voitaisiin olla myös sormen yläpuolella katonrajassa tai sormen alapuolella lattialla tai jopa lattian alla. Kaikki pisteet, joissa voidaan olla muodostavat luokkaan suuren pallon pinnan.

Otamme sitten mukaan etäisyyden toisesta satelliitista. Etäisyydet tästä satelliitista muodostavat toisen pallopinnan. Meillä on siis kaksi pallopintaa, ja tiedämme että paikka, jota haetaan, on kummallakin näistä pallopinnoista. Kaksi pallopintaa voivat kohdata yhdessä pisteessä, mikäli pallot ovat aivan vierivieressä ja juuri ja juuri koskettavat toisiaan, mutta eivät risteä lainkaan. Jos pallopinnat kuitenkin risteävät, risteyskohta on kokonainen ympyrän kaari. Tätä on hieman vaikea havainnollistaa fyysisillä kappaleilla, mutta kuvan voi piirtää tietokoneella tai sitä voi miettiä mielikuvituksessaan. (Kuva 5)



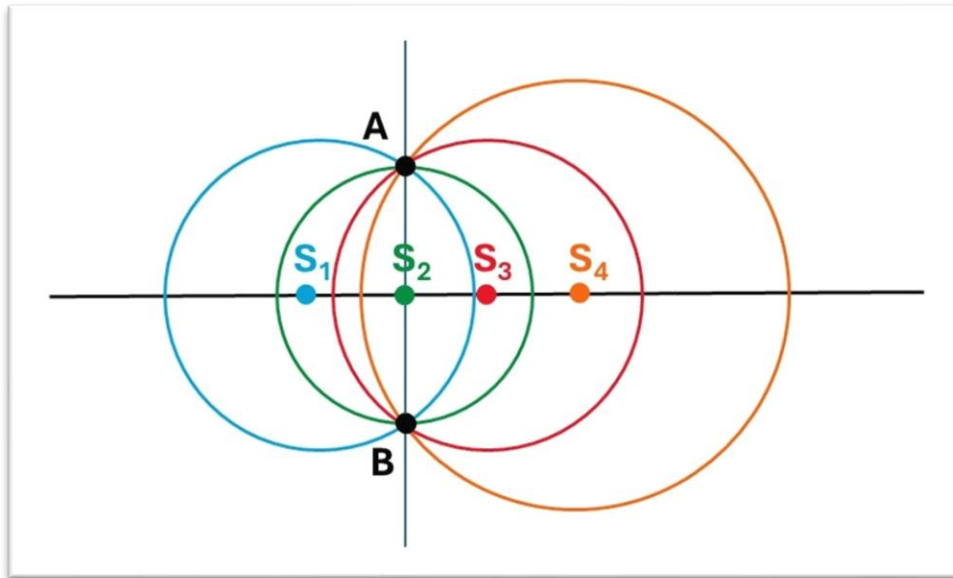
Kuva 5: Kahden pallopinnan leikkaus on ympyrän kehä. Violettin leikkausympyrän kehän pisteet ovat yhtä kaukana kummankin pallon keskipisteistä. Kuva: Tekoälyn generoima kuva.

Tilannetta voi myös testata luokassa miettimällä, miten kauas sormenpäät yltävät olkapäistä, kun käsiä pidetään suorana ja liikutellaan ympäri sivuille, eteen ja taakse ja ylös ja alas. Sormet piirtävät ympärillesi suunnilleen pallon pinnan. Testataan seuraavaksi pareittain, miten nämä sormenpääpallonpinnat kohtaavat. Jos pari seisoo niin kaukana toisistaan, että sormenpäät vain hipaisevat toisiaan, silloin pallopinnat kohtaavat vain siinä pisteessä. Tehdään seuraavaksi niin, että parit astuvat hieman lähemmäs toisiaan ja ottavat toisiaan käsistään kiinni tai liittävät kämmenet yhteen. Jos parit nyt astuvat vielä hieman lähemmäs toisiaan, ja pitävät kyynärpäät edelleen suorana, huomataan, että yhdessä olevia käsiä on pakko siirtää joko sivulle, ylös tai alas. Kokeilemalla huomaa, että näin yhdistetyillä käsillä voi piirtää ympyrän, kun molemmat muistavat pitää kyynärpäät suorana. Tämä on se ympyrän kehä, jossa sormenpääpallonpinnat kohtaavat.

Kahden pallopinnan kohdattua meillä on siis enää ympyrän kehä, jolla saatamme olla. Etäisyys kolmannelta satelliitista muodostaa jälleen uuden pallopinnan. Tämä pallopinta voi leikata kahden ensimmäisen pallopinnan muodostaman ympyrän korkeintaan kahdessa pisteessä. Kun jäljellä on enää kaksi pistettä, etäisyys neljännessä satelliitista paljastaa, kummassa pisteessä olemme.

Poikkeustapaus. Työpajan karttatehtävässä käytetyt satelliittien sijainnit on valittu siten, että kolmannen satelliitin etäisyys ratkaisee aina sijainnin yksikäsitteisesti. Jos ollaan kuitenkin matemaattisen tarkkoja, on olemassa tilanteita, joissa kolmaskaan etäisyys ei vielä ratkaise tilannetta. Tällainen tilanne voi muodostua, jos kaikki satelliitit sijaitsevat samalla suoralla. Tällöin voi olla kaksi pistettä, jotka ovat yhtä kaukana kaikista satelliiteista.

Tilanne on helpointa hahmottaa kuvasta. Kuvassa 6 neljä satelliittia S_1 , S_2 , S_3 ja S_4 ovat kaikki samalla vaakasuoralla janalla. Niiden ympärille on piirretty ympyrät, jotka kaikki leikkaavat kuvassa olevan pystysuoran suoran pisteissä A ja B. Tämä on mahdollista, sillä A ja B ovat samalla vaakasuoraa janaa kohtisuorasti leikkaavalla suoralla ja yhtä kaukana vaakasuorasta janasta. Tällaisia ympyröitä voitaisiin piirtää kuvaan niin monta kuin halutaan eli niitä voisi olla teoriassa ääretön määrä.



Kuva 6: Poikkeustapaus useammasta satelliitista, joiden ympyränkaaret leikkaavat kaikki kahdessa pisteessä A ja B. Kuva: Saara Lehto

Jos satelliitit siis olisivat kaikki samalla janalla, olisi teoreettisesti mahdollista, ettei sijainti selviäisi, vaikka tiedettäisiin etäisyys kuinka monesta satelliitista hyvänsä. Näin ei kuitenkaan käytännössä kovin helposti tapahdu.

Sama poikkeustapaus on periaatteessa mahdollinen myös kolmiulotteisessa tapauksessa. Matemaattisesti paikannuksen onnistuminen riippuukin myös satelliittien sijainnista, ei pelkästään niiden lukumäärästä. GPS-järjestelmä on kuitenkin suunniteltu siten, että satelliitit näkyvät vastaanottimeen mahdollisimman eri suunnista, jolloin sijainti voidaan määrittää luotettavasti.



Tiede tutuksi -hanke

LUMA-keskus Pohjanmaan kaksivuotisessa Tiede tutuksi-hankkeessa (2024–2026) on syvennytty kolmeen Vaasan yliopiston tutkimusaiheeseen: energiatekniikkaan, taloustieteeseen sekä tietotekniikkaan ja luotu näihin teemoihin uusia työpajamateriaaleja perusopetuksen luokka-asteille 3–6. Hanketta rahoittaa Suomen kulttuurirahasto. Kiitokset apurahasta!

Hankkeessa tuotetut avoimet materiaalit, videot ja työpajaohjeet sekä muut työpajamateriaalit, löydät LUMA-keskus Pohjanmaan sivuilta:

<https://www.uwasa.fi/fi/koulutus/luma/materiaalit/tiede-tutuksi>



Suomen
Kulttuurirahasto

Lähteet

Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*, <https://eperusteet.opintopolku.fi/eperusteet-service/api/dokumentit/10301125> (Haettu 18.9.2026)

Navigating at the Speed of Satellites (Navigation Education Lesson 8), Institute of Navigation (ION) Outreach Program / University of Colorado Boulder, <https://www.ion.org/outreach/upload/lesson8.pdf> (Haettu 18.9.2026)