



## ***Aurinkokunnan terraformaus – VEGA-opetuskenaario***

**Aihe:** Ymmärtää, mitkä kriteerit planeettojen on täytettävä elämän tukemiseksi ja kuinka vaikeaa on saavuttaa elämää ylläpitäviä olosuhteita muilla planeetoilla kuin Maassa.

**Aihe(t):** Fysiikka / Tähtitiede / Englanti

**Ikä / Luokka:** 11+ / luokka 5+

**Lyhyt kuvaus VR-peleistä tässä skenaariossa:**

- [Universe Sandbox](#) on avaruussimulaattori, joka yhdistää reaaliaikaisen painovoiman, ilmaston, törmäykset ja materiaalien vuorovaikutuksen paljastaakseen universumimme kauneuden ja planeettamme haurauden. Sisältää VR-tuen HTC Viveille, Oculus Rift+Touchille ja Windows Mixed Realitylle.

## **Johdatus skenaarioon**

Tässä skenaariossa opiskelijat oppivat lisää aurinkokunnastamme. Yrittämällä terraformata – toisin sanoen tehdä muita planeettoja Maapallon keltaisemmaksi ja asuttavammaksi – kolmea planeettaa järjestelmässämme oppilaat oppivat, mitkä planeettojen ominaisuudet ovat vastuussa asumiskelpoisuudesta. Tämä tehtävä on vaikea, ja on täysin mahdollista, että kukaan opiskelija ei onnistu ilman apua. Tästä syystä tämä oppitunti sisältää myös vaihteittaiset ohjeet siitä, kuinka saavuttaa vähintään 30 %:n mahdollisuus elää Marsissa Universe Sandboxissa. Sen sijaan, että lähestyisit tätä monimutkaista aihetta tehtävänä, joka on suoritettava onnistuneesti, on parasta antaa opiskelijoiden tehdä useita yrityksiä terraformauksen kanssa ja antaa sitten tarkemmat ohjeet toisella oppitunnilla Marsin muuntamisesta Maan kaltaiseksi.

## **Oppimistulokset:**

Opiskelija osaa:

- pohtia, mitä he jo tietävät aurinkokunnastaan ja miten Mars, Venus, Jupiter ja Maa eroavat toisistaan
- ymmärtää kuinka sijainti aurinkokunnassa vaikuttaa planeettoihin
- nähdä kuinka monimutkaisia ja herkkiä planetaariset kappaleet ja niiden pinnat ovat
- nimetä elinkelpoisuuden kannalta tärkeitä edellytyksiä planeetoilla
- + kertaaaikaisemmat käsitteet, kuten “kultakutrivyöhyke” (Goldilocks zone)

## . Valikoima oppimistuloksia suomalaisesta opetussuunnitelmasta

- M1 herättää ja ylläpitää opiskelijan kiinnostusta ympäristöön ja ympäristötieteen opetukseen sekä auttaa opiskelijaa ymmärtämään, että kaikki ympäristötieteen ainealat ovat hänelle tärkeitä
- M2 ohjaa ja kannustaa opiskelijaa asettamaan opiskeluille tavoitteita ja työskentelemään niiden saavuttamiseksi pitkäjänteisesti sekä analysoimaan ympäristötieteitään
- M3 tukee opiskelijaa ympäristötieteen kehittämisessä tietoisuutta ja toimia ja vaikuttaa lähiympäristössään ja eri yhteyksissä edistääkseen kestävä kehitys ja kestävä kehityksen tärkeyden ymmärtäminen itselleen ja maailmalle
- M4 kannustaa opiskelijaa muotoilemaan kysymyksiä eri aihealueista ja käyttämään niitä lähtökohtana tutkimuksissa ja muussa toiminnassa
- M5 auttaa opiskelijaa suunnittelemaan ja toteuttamaan pieniä tutkimuksia, tehdä havaintoja ja mittauksia erilaisissa oppimisympäristöissä eri aistien ja tutkimus- ja mittausvälineiden avulla
- M6 auttaa opiskelijaa näkemään syyn ja seurauksen välisen yhteyden, tekemään tulosten perusteella johtopäätöksiä ja esittelemään tuloksiaan ja tutkimuksiaan eri tavoin
- M13 ohjaa opiskelijaa ymmärtämään, käyttämään ja luomaan erilaisia malleja, joiden avulla voidaan tulkita ja selittää ihmistä, ympäristöä ja siihen liittyviä ilmiöitä
- M15 opastaa opiskelijaa tutkimaan luontoa, tunnistamaan organismeja ja elinympäristöjä, ajattelemaan ekologisesti ja auttamaan opiskelijaa ymmärtämään ihmisen rakenne, elämäntoiminnot ja kehitys
- M19 ohjaa oppilasta ymmärtämään terveyden osa-alueet, terveellisten tapojen ja elämäntilun tärkeyden, yksilöllisen kasvun ja kehityksen lapsuudessa ja nuoruudessa ja kannustaa opiskelijaa harjoittelemaan ja soveltamaan terveyteen liittyviä tietojaan jokapäiväisessä elämässä

[Formatiivinen arviointi](#)

**Opiskelijamäärä: Kesto (arvioitu aika/tuntimäärä):**

- 20 opiskelijaa (4 oppilasta/ryhmä)
- 2 oppituntia á 45 min

**Esitiedot (tarvittavat materiaalit ja verkkoresurssit):**

- Internet-yhteydellä varustetut tietokoneet ja Universe Sandbox ladattu STEAM-tilille
- VR-lasit pelitietokoneeseen asennettuna sovelluksella (Valve Index, Oculus Rift tai jokin muu STEAM-tiliin liitetty VR-lasisetti) **valinnainen, mutta erittäin suositeltavaa**
- Tarkista, että internet toimii
- (opiskelijoille lisämateriaalia aiheesta (videoita, kuvia, opetustyökaluja jne.)

**Ennen ohjelman alkua (valmistautumistyö opettajalle):**

- Etsi ja kerää tietoa ja materiaalia aiheesta
- Tutustu kunnolla Universe Sandbox -sovellukseen ja demoversioon tietokoneella
- Valmistele ja kerää kaikki skenaarioon tarvittavat asiat
- Opi kuinka perustoiminnot toimivat ja kuinka käytät ohjaimia (tee ohjaimille käsikirja, jos oppilaat eivät ole käyttäneet niitä aiemmin)
- Luo Google-luokkahuoneessa tehtävä, jossa on projektin kuvaus ja tavoitteet (sama tehtävä kahdelle oppitunnille)

Kaikki oppilaiden tarvitsemat materiaalit sisältyvät tehtävään.

- Jaa oppilaat enintään neljän hengen ryhmiin

## Skenaarion pääosa (tuntien määrä):

### Osa 1 (yksi oppitunti 1 x 45 min)

- Opettaja jakaa oppilaat pieniin ryhmiin (enintään 4 per ryhmä). Jokainen ryhmä tarvitsee pääsyn omalle tietokoneelleen Universe Sandbox -pelin kanssa..
  - Tämä oppitunti saa oppilaat pohtimaan, mikä tekee **Maasta täydellisen elämälle** ja mitkä näistä ominaisuuksista puuttuvat kolmen aurinkokuntamme planeetan kohdalla - **Mars, Venus** ja **Jupiter**.
  - Opiskelijat tutustuvat terraformaamisen käsitteeseen.
  - Opiskelijat yrittävät terraformata Marsia ja kasvattaa sen elämän todennäköisyyttä vähintään 30 prosenttiin (tai enemmän). Tämä on erittäin vaikeaa ja vaatii todennäköisesti useita yrityksiä!
1. Jaa oppilaat pieniin ryhmiin, joilla jokaisella on oma tietokone Universe Sandboxilla.
  2. Käy opiskelijoiden kanssa läpi alla oleva teoria ja/tai omat muistiinpanosi aiheesta.
- Terraformaus on hypoteettinen prosessi, jossa planeetta, kuu tai tähti muutetaan tarkoituksellisesti Maan kaltaisemmaksi.
  - Nykyinen tekniikka ei pysty tosiasiallisesti muokkaamaan planeettoja maankaltaiseksi
  - Tulevaisuudessa kun terraformaus on mahdollista, planeetan tai kuun täytyy silti täyttää useita kriteereitä:
    - riittävä massa ja koko mahdollistamaan ilmakehän tukemiseen kykenevän gravitaation, koska happi on elämälle kriittistä
    - riittävästi energiaa
    - riittävästi vettä
    - hyvä lämpötila **Kultakutrivyöhykkeellä**

3. Opiskelijakeskustelu: Miksi maapallo on täydellinen elämälle? Pyydä oppilaita keskustelemaan tästä ryhmänsä kanssa ennen kuin he jakavat vastauksensa luokalle. Muutamia odotettavissa olevia havaintoja:
  - "Se on **oikealla etäisyydellä Auringosta**, se on suojattu haitalliselta auringon säteilyltä **magneettikentällä**, sen pitää lämpimänä **eristävä ilmakehä** ja siinä on oikeat **kemialliset ainesosat** elämälle, mukaan lukien vesi ja hiili. " - [lähde](#), lihavoiminen lisätty lainaukseen
  
4. Marsin terraformaus: lopputunnin ajan oppilaat yrittävät maksimoida **Maan samankaltaisuuden ja elämän todennäköisyyden** Marsissa. 50 % samankaltaisuuden ja 30 % elämän todennäköisyyden saavuttaminen riittää! Auta oppilaita, mutta anna heidän myös kokeilla, kun he yrittävät terraformata Marsia. Muistuta heitä olosuhteista, jotka tekevät maapallosta erityisen asumiskelpoisen.

#### HUOMAUTUKSIA + VINKKEJÄ

**Tee muistiinpanoja:** Terraformaus on vaikeaa. Kun opiskelijat kokeilevat terraformausta, he saattavat haluta kirjoittaa ylös käyttämänsä lähestymistavat. Tämä voi auttaa heitä oppimaan virheistään ja kokeilemaan erilaisia tekniikoita.

**Onnettomuuksia sattuu:** Ehkä opiskelija poistaa Marsin (tai räjäyttää sen). Jos näin tapahtuu, lataa aurinkokuntamme uudelleen kyseiselle tietokoneelle. Terraformaus on nopea prosessi Universe Sandboxissa ja voi nopeasti mennä katastrofaalisesti pieleen. Jos näin tapahtuu, käynnistä simulaatio uudelleen.

**Kultakutrivyöhykkeen saavuttaminen:** Haluatko antaa hyvän vihjeen opiskelijoille? Entä jos Mars sijoitettaisiin sinne, missä maa on? Tämä voidaan tehdä poistamalla ensin maapallo ja asettamalla sitten Marsin sijainniksi **1 AU** (AU = etäisyyden mitta, 1 AU = Maan etäisyys Auringosta). Huomaa, että tämä muuttaa myös voimakkaasti Marsin kiertorataa, mutta voi silti auttaa maankaltaisten olosuhteiden muodostumisessa.

**Vihjeitä:** Marsista puuttuu magnetosfääri ja sen ilmakehä on erittäin ohut, mikä vaikeuttaa elämän olemassaoloa. Ilmakehän painetta ja vakaata lämpötilaa tarvitaan ennen kuin Mars voi alkaa ylläpitää elämää.

### Osa kaksi (yksi oppitunti 1 x 45 min)

- Oppilaat pääsevät terraformoimaan Marsin vaiheittaisten ohjeiden avulla.
  - Opiskelijat kokeilevat edelleen terraformausta yrittämällä terraformata **Venuksen** ja **Jupiterin** - molemmat ovat suurempi haaste kuin Mars.
  - Oppilaat keskustelevat kokemuksistaan terraformaamisesta Universe Sandboxissa ja kohtaamistaan haasteista.
1. Millaisia haasteita opiskelijat kohtasivat? Keskustele ryhmien kanssa lyhyesti siitä, millaisia haasteita he kohtasivat Marsin terraformaamisessa.
  2. Terraformaus ohjeilla. Nyt, varsinkin jos ryhmät eivät ole onnistuneet saavuttamaan 50 % Maan samankaltaisuutta ja 30 % elämän todennäköisyyttä Marsin kanssa, he voivat tehdä sen noudattamalla alla olevia ohjeita:
    - a. Lisää vettä Marsiin (joko laukaisemalla planeettakappale Marsiin, jolla on merkittävä vesimassa, kuten **Europa**, tai muuttamalla Marsin koostumusta)

- b. Aseta **pintapaine** arvoon 1 atm (Surface Pressure)
- c. Aseta **ilmakehän massaksi** 1 maa (Atmosphere Mass)
- d. Aseta **magneettikentän voimakkuus** arvoon 0,317 Gauss (Magnetic Field Strength)
- e. Aseta **magneettisen navan asteeksi** 12 astetta (Magnetic Pole Angle)
- f. Aseta **keskimääräinen heijastuskyky** arvoon 0,75 (Average Albedo)
- g. Aseta **perisentrin pituus** ja **aposentrin pituus** arvoon 1.47 (Pericenter Distance, Apocenter Distance)

Jos näitä ohjeita noudatetaan kirjaimellisesti, Marsin pitäisi nyt saavuttaa Maan samankaltaisuus 50 % (tai enemmän) ja elämän todennäköisyys 30 % (tai enemmän).

- Ymmärtävätkö oppilaat nämä mittaukset?
- Kysy oppilailta. Voivatko he selittää, millainen muutos kukin askel on. Miksi se auttaa Marsin maankaltaistumista?

3. Terraformaus: **Venuksen** ja **Jupiterin terraformaus**. Pyydä oppilaita yrittämään terraformata Venus ja/tai Jupiter (heidän valintansa). Jätä oppitunnin lopussa riittävästi aikaa, jotta oppilaat voivat keskustella yrityksistään. Venuksen ja Jupiterin terraformaus on vielä vaikeampaa kuin Marsin, ja on todennäköistä, että mikään ryhmä ei onnistu.

4. LOPPUKESKUSTELU - kysymyksiä jokaiselle opiskelijalle erikseen

- Miksi NASA ja muut laitokset eivät vielä terraformaa mitään planeettaa? V: NykYTEKNIKALLA se ei ole mahdollista, vaikka resurssit muuten olisivat rajattomat.
- Selitä omin sanoin, mitä termit ilmakehän massa, pintapaine ja magneettikentän voimakkuus tarkoittavat.
  - Ilmakehän massa: Ilmakehän massa, planeetan ympäröivä kaasukerros.
  - Pintapaine: Paine ilmakehän sisällä.



- Magneettikentän voimakkuus: Kuinka voimakas planeetan magneettikenttä on eli alue, jossa magneettinen voima vaikuttaa.
- Miksi maapallo sopii erityisen hyvin tukemaan elämää? V: Ilmakehän, magneettikentän, sijainnin, koostumuksen ja veden saatavuuden vuoksi.

#### HUOMAUTUKSIA + VINKKEJÄ

**Venus on liian kuuma.** Venuksen siirtäminen niin että se menee Maan tilalle (poista Maa tehdäksesi tämän) voi suuresti helpottaa sen terraformausta.

**Jupiterin terraformaus on mahdotonta.** Jupiter ei ole asuttavalla vyöhykkeellä (kultakutrialueella), siinä ei ole happea, ja sen valtava kaasumaisen ja nestemäisen vedyn ilmakehä tuhoaisi kaikki avaruusaluukset ennen kuin mikään ehtisi laskeutua. Jupiterin koko johtaa erittäin voimakkaaseen painovoimaan, joka murskaa kaiken ihmisen tekemän (mukaan lukien [Galileo-luotaimen vuonna 1995, kun se oli mennyt vain 75 mailia pilvien alapuolelle](#)).

## Summatiivinen arviointi:

Arvosanat 5-10	5	6	7	8	9	10
Aktiivisuus ja sitoutuminen	Opiskelijalla on ollut haasteita saada tehtävä valmiiksi. Oppilas ei ole osoittanut sitoutumisen merkkejä koulussa eikä kotona.	Opiskelija on vain satunnaisesti osoittanut kiinnostusta työhön ja hänellä on ollut vaikeuksia löytää motivaatiota.	Opiskelija on osoittanut kiinnostusta työtä kohtaan enimmäkseen sekä kotona että koulussa.	Opiskelija on osoittanut kiinnostusta ja sitoutumista työhön niin kotona kuin koulussakin.	Opiskelija on osoittanut suurta kiinnostusta ja sitoutumista niin tunneilla kuin kotonakin.	Opiskelija on osoittanut suurta kiinnostusta, vastuuta ja sitoutumista niin tunneilla kuin kotonakin.
Kokonaiskuva työstä valmistuttuaan	Opiskelijalta puuttuu useita osia työstään ja useita kohtia ei ole merkitty luetteloon.	Opiskelijalta puuttuu työstään useita tarkistuslistan osia.	Opiskelijalta puuttuu tiettyjä osia tarkistuslistasta, mutta se on suurelta osin valmis.	Opiskelija on suorittanut kaikki tarkistuslistan osat.	Opiskelija on tehnyt kaikki tarkistuslistan osat ja näet, että opiskelija on pyrkinyt sisällyttämään kaikki osat.	Opiskelija on tehnyt jokaisen tarkistuslistan osan ja näkyy, että opiskelija on käsitellyt sisällön.

<p>Mielikartta: tekstin rakenne, oikeinkirjoitus ja tekstin asettelu.</p>	<p>Mielikartalta puuttuu tärkeitä osia ja otsikot. Opiskelija käyttää rajallista määrää sanoja ja variaatio on heikko. Opiskelija tarvitsee paljon tukea tehtävän suorittamiseen tarvittavien digitaalisten taitojen kannalta. Tehtävä on täynnä kirjoitus- ja kielioppivirheitä.</p>	<p>Opiskelijalla on haasteita ajatuskartan sisällön kanssa ja häneltä puuttuu otsikot. Opiskelija käyttää rajoitettua määrää sanoja ja vaihtelu ei ole suuri. Opiskelija tarvitsee tukea tehtävän suorittamiseen tarvittavien digitaalisten taitojen kannalta. Tehtävä on täynnä kirjoitus- ja kielioppivirheitä.</p>	<p>Opiskelijan mielikartta sisältää perusasiat, mutta siitä puuttuu joitain tärkeitä faktoja. Useimmissa paikoissa opiskelijalla on otsikko, jossa tehtävä niin vaatii. Opiskelijalla on tiettyjä puutteita tehtävän edellyttämässä digitaalisissa taidoissa. Opiskelijalla on useita laiminlyöntejä ja korjaamattomia kirjoitusvirheitä.</p>	<p>Opiskelijan mielikartalla on mukana tärkeimmät asiat. Opiskelija käyttää otsikoita ja osaa pohtia sanavalintojaan. Opiskelijalla on koulutyön edellyttämät digitaaliset taidot, hän tuntee oikeinkirjoituksen perusstandardit ja kirjoitetun kielen rakenteet ja osaa käyttää niitä tekstin tuotannossa.</p>	<p>Mielikartan sisältö on valmis. Opiskelijalla on luova otsikko ja hän osaa pohtia sanavalintojaan monin tavoin. Opiskelijalla on tehtävän edellyttämät digitaaliset taidot. Opiskelija tuntee oikeinkirjoituksen perusnormit ja kirjoitetun kielen rakenteet ja osaa käyttää niitä monipuolisesti ajatuskartassaan.</p>	<p>Mielikartassa on kaikki pyydetty sisältö ja se on rakennettu siten, että opiskelija hallitsee asian. Teksti on koottu monipuolisesti. Opiskelija käyttää monipuolista kieltä ja muuntelee sanojaan. Opiskelija tuntee oikeinkirjoituksen perusnormit ja kirjoitetun kielen rakenteet ja osaa käyttää niitä monipuolisesti tekstintuotannossa.</p>
<p>Kuvat ja kuvatestit</p>	<p>Opiskelijalta puuttuu kuvia.</p>	<p>Oppilaalla on vähän kuvia eikä kuvatekstiä.</p>	<p>Oppilaalla on kuvia, mutta ei kuvatekstejä.</p>	<p>Opiskelijalla on kuvia ja niihin liittyvää tekstiä.</p>	<p>Opiskelijalla on useita kuvia ja kuvailevia kuvatekstejä.</p>	<p>Opiskelijalla on monipuolisia kuvia sekä kuvaavaa ja selittävää tekstiä.</p>

<p>Osoittaa vastuuta työn valmistumisesta. Yhteistyö ja vertais vastaaminen</p>	<p>Opiskelijalla oli vaikeuksia yhteistyön tekemisessä ryhmänsä kanssa, eikä hän kuunnellut luokkatovereitaan. Opiskelija ei vastannut vertais vastauksiin eikä ottanut huomioon sitä, mitä ryhmä vastasi.</p>	<p>Oppilaalla oli vaikeuksia tehdä yhteistyötä ryhmänsä kanssa ja kuunnella luokkatovereitaan. Opiskelija antoi vertaisilleen palautetta noudattamatta ohjeita. Opiskelija ei ottanut huomioon ryhmän antamaa vastausta.</p>	<p>Opiskelija teki pääosin hyvää yhteistyötä ryhmänsä kanssa. Opiskelija sai ja antoi ryhmästään palautetta lähes aina ohjeiden mukaan. Palaute oli enimmäkseen rakentavaa.</p>	<p>Opiskelija osoitti vastuullisuutta ja pääosin hyvää yhteistyökykyä. Opiskelija sai ja antoi palautetta ryhmästään. Palaute oli rakentavaa.</p>	<p>Opiskelija osoitti hyvää vastuullisuutta ja hyvää yhteistyökykyä. Opiskelija vastasi monipuolisesti ja otti huomioon ryhmältään saamansa vastaukset.</p>	<p>Opiskelija osoitti erinomaista vastuullisuutta ja erinomaista yhteistyökykyä. Opiskelija pyrki muotoutumaan tehtävään rakentavasti ja arvokkaasti auttaakseen ryhmään edelleen työssään. Opiskelija sai ryhmältään palautetta ja otti sen huomioon omassa työssään.</p>
<p>Taidot</p>	<p>Opiskelijalla on selviä puutteita aineen ymmärtämisessä.</p>	<p>Opiskelijalla on puutteita aineen ymmärtämisessä.</p>	<p>Opiskelija näyttää todisteita tietynlaisesta ymmärryksestä ja opitusta aiheesta.</p>	<p>Opiskelija osoittaa hyvää ymmärrystä ja on omaksunut aiheen tärkeimmän sisällön.</p>	<p>Opiskelija osoittaa erinomaista ymmärrystä ja on omaksunut aiheen tärkeimmän sisällön, mutta hänellä ei ole riittävästi tietoa.</p>	<p>Opiskelija osoittaa erinomaista ymmärrystä ja hallitsee sisällön täysin.</p>

Kieltenoppiminen/englanti	Opiskelijalla on suuria vaikeuksia oppia englannin sanoja.	Opiskelija kamppailee ja hänellä on haasteita englannin sanojen kanssa.	Opiskelija tuntee englannin kielen tärkeimmät käsitteet ja sanat.	Opiskelija osoittaa, että hän ymmärtää suurimman osan englanniksi.	Opiskelija ymmärtää hyvin ja on oppinut suurimman osan käsitteistä ja osaa kaikki englannin sanat.	Opiskelija hallitsee kaikki käsitteet ja sanat englanniksi.
VR-osa ja sovelluksen käyttö	Opiskelijalla on ilmeisiä vaikeuksia ymmärtää Universe Sandbox-sovelluksen toimintaa. Osoittaa kiinnostuksen puutetta ja on huolimatonta tarvittavien laitteiden käytössä.	Opiskelijalla on vaikeuksia ymmärtää, miten Universe Sandbox-sovellus toimii. Yritetään tehdä ohjeiden mukaan, mutta ei jaksakaan koko ajan pitää mielenkiintoa yllä. Opiskelija on joskus huolimatonta tarvittavien laitteiden käytössä.	Opiskelija ymmärtää Universe Sandbox-sovelluksen pääpiirteet. Enimmäkseen noudattaa ohjeita, mutta välillä puuttuu sinnikkyys. On yleensä varovainen laitteiden kanssa.	Opiskelija osoittaa hyvää ymmärrystä Universe Sandbox-sovelluksen toiminnasta. Opiskelija noudattaa aina opettajan ohjeita ja on varovainen laitteiden kanssa.	Opiskelija osoittaa erinomaisen ymmärryksen Universe Sandbox-sovelluksen toiminnasta. Noudattaa aina opettajan ohjeita ja on erittäin varovainen laitteiden kanssa.	Opiskelija hallitsee Universe Sandbox-sovelluksen käytön. Noudattaa aina opettajan ohjeita ja auttaa luokkatovereita. On aina varovainen tekniikan kanssa.