

# Veden matka

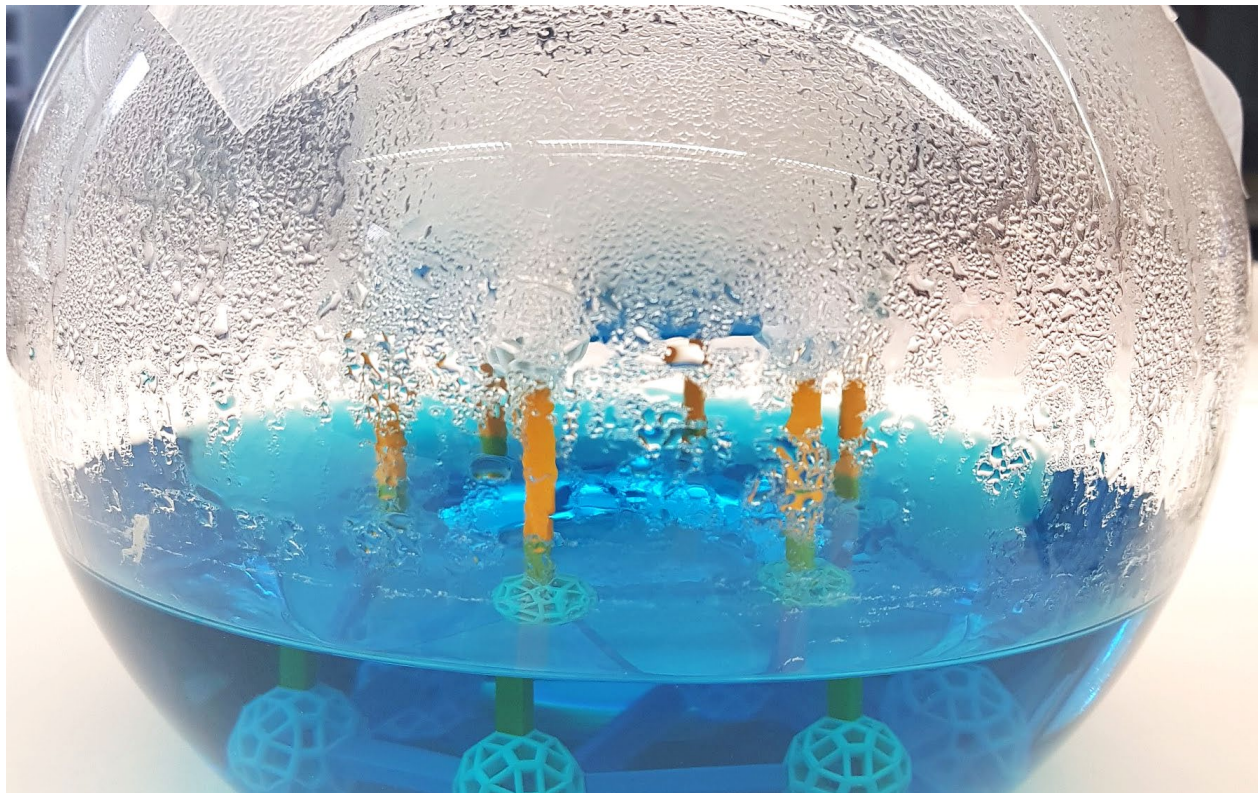
**KOHDERYHMÄ:** Työ soveltuu fysiikan opetuksessa peruskoululaisille. Työssä integroituu biologia ja fysiikka, kun tutkitaan veden eri olomuotoja ja toisaalta tilanteita joissa olomuoto muuttuu luonnossa.

**KESTO:** 40-60 min

**TAVOITE:** Ymmärtää veden kiertokulku luonnossa. Havaita veden eri olomuodot ja oppia olosuhteista jotka vaaditaan olomuodon muutokseen.

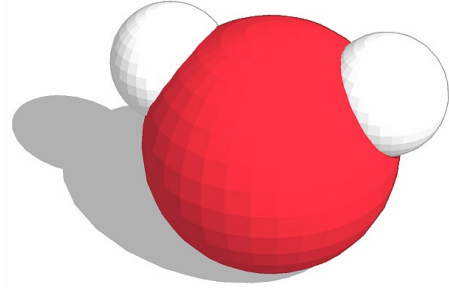
**AVAINSANAT:** Neste – Kaasu – Höyry - Höyrystyminen - Tiivistyminen - Hydrologinen kierto

**HUOMIOITAVAA:** Käyttäkää laboratoriotakkeja.



## 1. TYÖN IDEA

Vesi on elämän edellytys, ja sen kierto luonnossa mahdollistaa monipuolisen elämän ja värikkään luonnon. Esimerkiksi lähes kaikki nisäkkäät (me ihmiset mukaan lukien) tarvitsevat elääkseen makeaa vettä. Ilman hydrologista kiertoa ei makeaa vettä olisi, kun kaikki vesi lopulta valuisi meriin. Meidän onneksemme vesimolekyylit lähtevät kuitenkin aina uudelle kierrokselle tuoden tullessaan sumua, sadetta, lunta, puroja, vesiputouksia, sateenkaaria ja edellytykset elämälle. Työssä päästään rakentamaan pienoismalli veden kierrosta jolla voit tutkia veden eri olomuotoja ja niihin liittyviä olosuhteita.



Kuva: tinkercad, jjsaarin, <https://www.tinkercad.com/things/7vho5ve7IZT>

## 2. TAUSTATEORIA

Vesi kiertää luonnossa kolmessa olomuodossa: nesteenä, höyrynä ja jäänä.

### Veden kiertokulku:

1. Meristä ja järvistä haihtuu vettä. Tämä tapahtuu kun aurinko lämmittää veden pintaa ja lämpöliikkeen ansiosta yksittäiset vesimolekyylit irtoavat veden pinnasta. Lämmin vesihöyry lähtee kohoamaan ylöspäin.
2. Kun vesihöyry nousee korkeammalle se viilenee. Viileämmässä ilmassa ilman suhteellinen kosteus kasvaa ja vesimolekyylit alkavat yhdistyä pieniksi vesipisaroiksi ja jääkiteiksi, jotka me näemme pilvinä.
3. Kun pisarat ovat kasvaneet riittävän suuriksi, alkavat ne pudota keräten matkalla mukaan lisää vettä. Ilmiötä kutsutaan sateeksi.
4. Veden sadettua alas se saattaa imeytyä pohjavesiksi tai maaperään josta kasvit voivat imeä sen. Osa vedestä taas valuu vähitellen puroihin, jotka yhdistyvät joiksi, jotka taas laskevat järviin ja meriin.

AMUL ROWIN  
JUNIOR

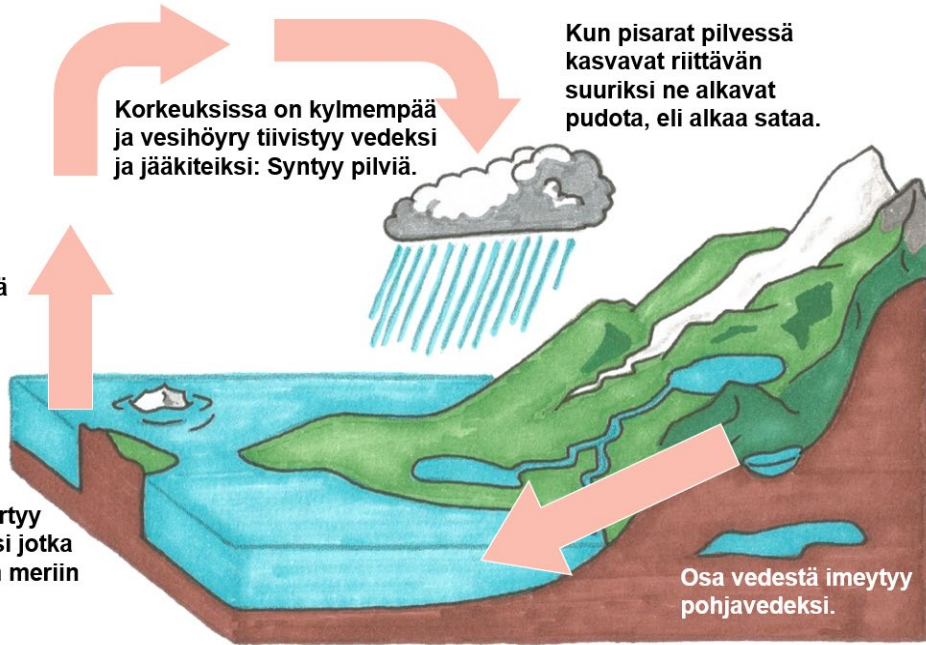
Veden höyrystyessä yksittäiset vesimolekyylit irtoavat veden pinnasta. Vesihöyryä ei näe.

Korkeuksissa on kylmempää ja vesihöyry tiivistyy vedeksi ja jääkiteiksi: Syntyy pilviä.

Kun pisarat pilvessä kasvavat riittävän suuriksi ne alkavat pudota, eli alkaa sataa.

Satanut vesi kertyy puroiksi ja joiksi jotka valuvat takaisin meriin ja järviin.

Osa vedestä imeytyy pohjavedeksi.



Kuva: pixabay.com 3

**Ilmankosteus** ilmoitetaan yleensä suhteellisena kosteutena ( $\varphi$ ), eli ilmassa olevan vesihöyryn osuus kyseisen lämpötilan maksimaalisesta vesihöyryn määrästä.

### Vesi puhdistuu haihuttamisessa.

Kun vesi haihtuu, erottuu haihtuvat aineet niistä jotka eivät kyseisessä lämpötilassa haihdu. Tämän takia sadevesi on aina makeaa, vaikka suurin osa ilmakehän vesihöyrystä on haihtunut meristä. Meriveden suolat ja esimerkiksi plankton eivät haihdu veden tapaan ilmaan, vaan jäävät meriin.

## 3. ENNAKKOTEHTÄVÄT ENNEN OPINTOKÄYNTIÄ

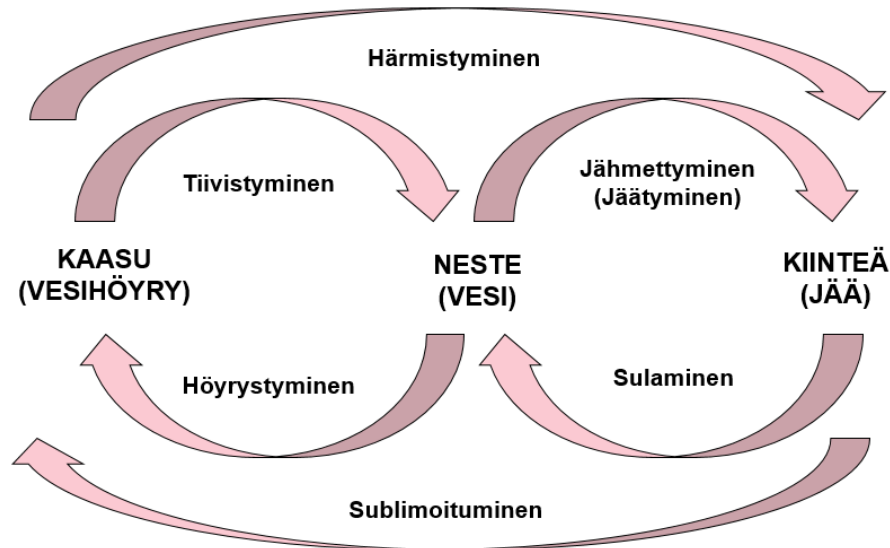
Opetelkaa aineen olomuodot ja olosuhteiden vaikutus niihin.

## 4. KYSYMYKSIÄ ENNEN TYÖTÄ

Nimeä powerpointilla näkyvät olomuodon muutokset



### OLOMUODON MUUTOKSET



1. Tiivistyminen
2. Jähmettyminen
3. Sulaminen
4. Höyrystyminen
5. Härmistyminen
6. Sublimoituminen

(Nuolen jälkeen tulee aina näkyviin kyseiseen nuoleen liittyvä termi.)

Mistä suurin osa sateista on kotoisin?

*Arviolta  $\frac{3}{4}$  on meristä ja loput  $\frac{1}{4}$  mantereelta. [1]*

Miten on sitten mahdollista, että sadevesi ei ole suolaista?

*Suola ei haihdu samalla tavalla kuin vesi. Vain vesimolekyylit irtoavat veden pinnasta ja suolat jäävät mereen. Haihduttaminen on tehokas tapa erotella aineita toisistaan. Esimerkiksi kun vedestä halutaan erittäin puhdasta se haihdutetaan ja tiivistetään sitten takaisin vedeksi, eli tislataan. Sadevesi ei kuitenkaan ole näin puhdasta, sillä se on kerännyt epäpuhtauksia ilmasta.*

## 5. TYÖN SUORITUS

### Tarvittavat välineet

- Lyhyitä Zometool-tikkuja ja -palloja (tai valmis rautalankateline)
- Iso dekantterilasi
- Pieni dekantterilasi
- Muutama tippa astianpesuainetta, paperipyyhe
- Elintarvikeväriä, (pipetti)
- Suolaa, (lusikka)
- Vedenkeitin, vettä
- Muovikelmua
- Jäämurskaa

### 1. Kokoaminen

Rakenna sopiva teline pienemmälle astialle (tai käytä valmista telinettä), jonka päällä se voi olla pysyen kuitenkin kokonaan ison astian sisäpuolella. Pienen astian on tarkoitus pysyä pohjalla olevaa lämmintä vettä ylempänä ja erillään siitä.

Hiero isomman astian sisäpintaan astianpesuainetta, anna sen kuivua hetki ja kiillota pinta (esim paperisella käsipyyhkeellä) sellaiseksi, että siitä näkee läpi. Käsittely ehkäisee hieman höyryn muodostumista kulhon seinämiin.

Luodaan "meri" ja "auringon lämpö": Kaada isoon astiaan hieman lämmintä vettä ja lisää muutama tippa elintarvikeväriä ja teelusikallinen suolaa. Lisää kiehuvaa vettä.

Aseta pienempi astia telineen päällä ison astian sisään. Kelmuta ison astian suuaukko siten, että se on hieman kuopalla pienemmän astian yläpuolelta. Laita kelmun päälle (reilusti) jäämurskaa, ole kuitenkin varovainen ettei jäästä sulanut vesi pääse astioihin sisälle.

### 2. Seuranta

Odota ja seuraa systeemin kehitystä. Kelmua ei kannata irrottaa, jottei kosteus pääse karkuun.



\*Mahdollinen välitehtävä odottaessa\* (ks. alla)

Vähitellen kelmun alapinnalle pitäisi muodostua vesipisaroita, jotka hiljalleen tipahtelevat pienempään astiaan.

### 3. Tulokset

Kun systeemi on ollut sijoillaan n. 20min voi kelmun varovasti poistaa. Pidä huoli, ettei sulanut jää kaadu kumpaankaan astiaan.

Pienemmässä astiassa on nyt kirkasta vettä, jossa ei ole elintarvikettä taikka suolaa. Mikäli työ tehdään elintarvikettä käyttöön soveltuvilla välineillä, pienemmän astian vettä voi maistaa ja todeta, että se ei ole suolaista.

#### Välitehtäviä

Pohdintatehtäviä sillä aikaa, kun vesi höyrystyy.

- **Listaa** järjestyksessä sijainnit jossa uskot vettä olevan eniten.
  - meret 97 %*
  - jäätiköt 2,2 %*
  - pohjavedet 0,6 %*
  - loput 0,2 %*
    - \*makea vesi (joet, järvet)*
    - \*suolajärvet*
    - \*maaperän vesi*
    - \*ilmakehän vesi* [1]
- **Mikä asiat** voivat häiritä veden kiertoa luonnossa?
  - Ilmastomuutos muuttaa tasapainoa. Vesistöjen valjastus energiantuotantoon vaikuttaa veden reitteihin. Maaperän pinnoitus estää veden imeytymisen. Ilmansaasteet happamoittavat sadevettä.*
- **Arvioi** luokkahuoneen ilmassa olevan veden massa.

## *Alla kuitenkin mahdollinen tapa laskea veden massa suuruusluokan tarkistamiseksi. [3]*

Huoneessa olevan vesihöyryn massa pystytään laskemaan, kun tiedetään huoneen suhteellinen kosteus  $\varphi$  (kosteusmittarilla) ja tilavuus  $V$  (Junior laboratorio noin  $500\text{m}^3$ ).

Suhteellinen kosteus  $\varphi$  voidaan laskea kaavalla

$$\varphi = \frac{p_v}{p_{kv}}$$

missä  $p_v$  on huoneessa olevan vesihöyryn osapaine ja  $p_{kv}$  vastaavassa lämpötilassa kylläisen vesihöyryn paine. Oletetaan, että yleinen kaasujen tilanyhtälö pätee likimain, eli

$$pV = nRT$$

Kun tiedetään että  $n = \frac{m}{M}$  saadaan huoneessa olevan ilman massalle ( $m_v$ ) muoto

$$m_v = \frac{\varphi V M_v p_{kv}}{RT}$$

missä

huoneen suhteellinen kosteus:

$$\varphi = (\text{esim. } 0.3)$$

huoneen tilavuus:

$$V = (\text{esim. } 500\text{m}^3)$$

kaasuvakio:

$$R = 8,31446 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}}$$

kylläisen vesihöyryn paine lämpötilassa  $21^\circ\text{C}$ :

$$p_{kv} = 2,486 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

lämpötila:

$$T = (21 + 273)\text{K} = 294\text{K}$$

veden moolimassa:

$$M_v = 18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Sijoitusten jälkeen veden massa voidaan laskea sijoittamalla huoneen suhteellinen ilmankosteus ja tilavuus yhtälöön,

$$m_v \approx 18,3 \left[ \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \right] \cdot \varphi \cdot V$$

Kun  $\varphi = 0.3$  ja  $V = 500\text{m}^3$ , saadaan huoneessa olevan vesihöyryn massaksi  $2746\text{g} \approx 3\text{kg}$

## **6. TULOKSET JA KOONTI**

Vesi ilmestyy ensin kelmun alapinnalle, vaikkei sen kulkemista ilman halki näe. Kun vesi höyrystyy "meren" pinnasta muuttua se olomuotoa höyryksi ja muuttuu samalla näkymättömäksi. Näemme sen uudestaan vasta, kun se tiivistyy muovikelmun kylmälle alapinnalle. Sama ilmiö on havaittavissa luonnossa. Emme näe meren pinnalla tapahtuvan mitään, vaikka siitä haihtuu taukoamatta vettä. Näemme haihtuneet vesimolekyylit vasta taivaalla pilvinä, kun ne kertyvät rykelmiin ja tiivistyvät ja härmistyvät pieniksi pisaroiksi tai jääkiteiksi.

Kun kylmän kalvon alapintaan on tiivistynyt tarpeeksi vettä, alkavat pisarat yhdistyä ja tipahdella pieneen astiaan ("järvi"). Tätä voidaan verrata luonnossa sadepilven muodostumiseen ja sateeseen. Sadepilven kertynyt

vesihöyry tiivistyy esim pölyhiukkasen ympärille ja alkaa keräämään ympäriltään lisää vettä. Pisaran koon kasvaessa, alkaa myös maan vetovoiman vaikutus kasvaa ja pisara tippua. Pudotessaan pisara kerää vielä lisää massaa mukaansa sataen lopulta maan pinnalle.

Vesi oli puhdasta pienemmässä astiassa, koska haihduttaminen on tehokas erottelumenetelmä, joka erottelee veden väriaineista ja suoloista.

### **Kysymyksiä:**

Miksi kalvon päälle laitetaan jäätä ja mikä saa veden tiivistymään luonnossa?

## **7. YHTEYS AALTO-YLIOPISTON TOIMINTAAN:**

Aalto-yliopistossa on oma Vesi- ja ympäristötekniikan tutkimusryhmä, joka on keskittynyt tutkimaan vesitekniikkaa.

<https://www.aalto.fi/fi/rakennetun-ympariston-laitos/vesi-ja-ymparistotekniikka>

## **8. TEHTÄVÄ OPINTOKÄYNNIN JÄLKEEN**

## **9.VIITTEET**

[1] Veden kierto luonnossa ja vesivarantojen jakautuminen

[http://opinnot.internetix.fi/fi/materiaalit/ge/ge1/09\\_veden\\_liikkeet/9.2\\_veden\\_kierto\\_luonnossa?C:D=1465001&m:selres=1465001](http://opinnot.internetix.fi/fi/materiaalit/ge/ge1/09_veden_liikkeet/9.2_veden_kierto_luonnossa?C:D=1465001&m:selres=1465001)

[2] Ilmakehän koostumus

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Ilmakeh%C3%A4>

[3] Ilmankosteuteen liittyvää teoriaa ja mallilaskuja

<http://www.kotiposti.net/ajnieminen/ilko.pdf>

Työn idea: Mika Jalava, Vesi- ja ympäristötekniikka, Insinööritieteiden korkeakoulu