

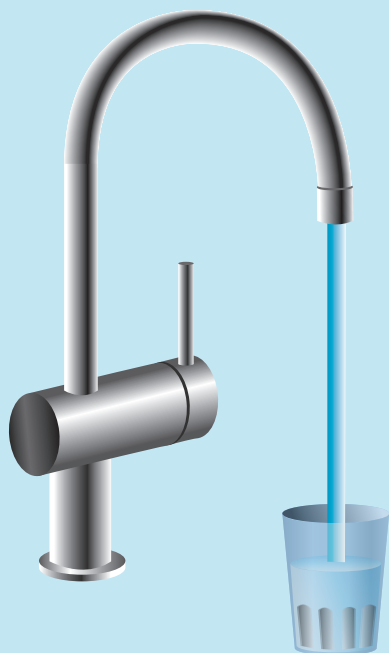
VESIKOULU

Tietopaketti juomavedestä ja sen valmistuksesta Suomessa

Aino Pelto-Huikko ja Niina Vieno

13.11.2009

Vesi-Instituutti WANDER/Prizztech Oy



Sisällysluettelo

Esipuhe	3
Sanasto	3
Johdanto	4
Veden käyttö meillä ja muualla	4
Veden terveysvaikutukset	5
Veden kierto	6
Veden puhdistus juomavedeksi	7
Veden puhdistuksen ja jakelun historiaa	7
Vedenpuhdistus Suomessa	8
<i>Kemiallinen saostus</i>	9
<i>Suodatus</i>	9
<i>Alkalointi</i>	9
<i>Desinfointi</i>	10
Esimerkkejä käsittelyprosesseista Suomessa	11
<i>Pintavesilaitos</i>	11
<i>Pohjavesilaitos</i>	11
<i>Tekopohjavesilaitos</i>	12
Veden jakelu kuluttajille	13
Vesitornit	13
Vesijohtoverkosto	13
Hanaveden laatu ja laaduntarkkailu Suomessa	14
Tehtäviä ja keskustelunaiheita	14

Esipuhe

Vesikoulu on alakoulun 5-luokkalaisille ja yläkoulun 7- tai 8-luokkalaisille tarkoitettu selainpohjainen opetusmateriaali juomavedestä, sen valmistuksesta ja jakelusta Suomessa. Oppilaiden materiaali löytyy osoitteesta www.vesikoulu.fi. Sivustolla on omat osiot ala- ja yläkoululaisille. Tämä opettajille suunnattu tietopaketti soveltuu sekä ala- että yläkoulun opettajan käyttöön. Tietopaketin tarkoituksena on antaa opettajalle nettisivuja laajempaa tietoa aiheesta sekä antaa ideoita vesiaiheen käsittelyyn oppitunneilla. Vesikoulua on valmisteltu yhdessä opettajien kanssa ja sen taustalta löytyvät Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, Vesi-Instituutti WANDER ja Borealis Polymers Oy.

Suuret kiitokset opettajille yhteistyöstä ja kaikille materiaalia kommentoineille!

Raumalla 13.11.2009

Aino Pelto-Huikko ja Niina Vieno



Sanasto

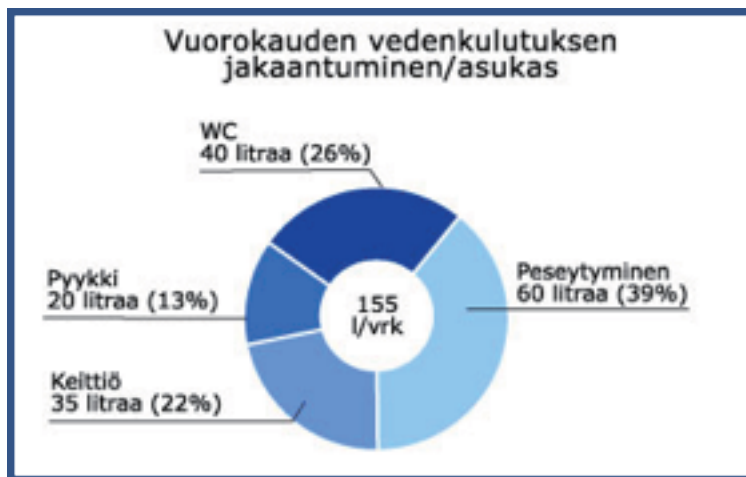
Desinfointi	Materiaalissa, tässä tapauksessa vedessä, olevien erityisesti terveydelle haitallisten mikrobien eliminointi. Desinfointi on eri asia kuin sterilointi, jonka tarkoituksena on tuhota kaikki mikrobit.
Hulevesi	Yhteisnimitys sade- ja sulamisvesille. Käytetään erityisesti hulevesiviemärin eli kaupungin sadevesiverkoston yhteydessä.
Korroosio	Ympäristön vaikutuksesta tapahtuva materiaalin muuttuminen käyttökelvottomaan muotoon. Tunnettu esimerkki korroosiosta on raudan ruostuminen.
Mikrobi	Mikroskooppisen pieni eliö, jota ei voi nähdä paljaalla silmällä. Mikrobeja ovat bakteerit, virukset, alkueläimet sekä homeet ja sädesienet.
Patogeeni	Sairautta aiheuttava mikrobi.
pH	Vesiliuoksen happamuus ilmoitetaan logaritmisella pH-asteikolla 1–14. Happaman veden pH on alle 7, neutraalin veden pH on 7 ja emäksisen (alkalisen) veden pH on yli 7.
Pintavesi	Maan pinnalla olevat vesistöt, kuten järvet ja joet. Yleensä pintavedellä tarkoitetaan makeaa vettä eikä merivettä.
Pohjavesi	Pohjavesi on vettä, joka täyttää avoimet tilat maa- ja kallioperässä. Pohjavettä syntyy, kun sade- tai pintavesi imeytyy maakerrosten läpi tai virtaa kallioperän rakoihin.
Sanitaatio	Virtsan ja ulosteiden hygieeninen käsittely. Sanitaatiolla tarkoitetaan myös hygieenisten olosuhteiden ylläpitoa jätteiden ja jäteveden käsittelyn kautta.
Talousvesi	Juomavetenä, ruoan valmistukseen tai muihin kotitaloustarkoituksiin käytettävä vesi.
Tekopohjavesi	Tekopohjavesi on juomaveden valmistukseen käytettävää pohjavettä, jonka luontaista määrää on lisätty imeyttämällä pintavettä maaperään.
Vesiepidemia	Epidemia tarkoittaa maantieteellisesti rajoittunutta tartuntasairautta. Juomaveden välityksellä levinneitä tartuntatauti tapauksia kutsutaan vesiepidemiaksi.
Vesihuolto	Yleisnimitys puhtaan veden hankinnalle ja -jakelulle, viemäroinnille ja jätevesien käsittelylle.
Vesilaitos	Paikka, jossa juomavesi puhdistetaan ja pumpataan verkostoon.

Johdanto

Puhdas vesi on elintärkeää. Ilman ruokaa pärjäämme viikkoja, mutta ilman vettä vain muutaman päivän. Vettä on kuljetettu ihmisten käyttöön jo antiikin ajoista lähtien, mutta laajamittainen vedenpuhdistus on ollut käytössä vasta parisen sataa vuotta. Nykyään me suomalaiset pidämme hanasta tulevaa puhdasta vettä itsestäänselvyytenä. Yli tuhat vesilaitostamme käy yöstä päivää tuottaen puhdasta vettä käyttöömme. Maassamme vesihuolto on kattava ja hanavesi yksi maailman parhaita. Tässä tietopakettissa kerromme yleisiä asioita juomavedestä ja sen kulutuksesta meillä ja muualla. Lisäksi esittelemme yleisimpiä Suomessa käytössä olevia vedenpuhdistusmenetelmiä sekä veden jakelua kotitalouksiin.

Veden käyttö meillä ja muualla

Vettä käytetään ruuanlaittoon, juomiseen, peseytymiseen, pyykin ja astioiden pesuun, WC:n huuhteluun, siivoamiseen ja kasvien kasteluun. On arvioitu, että ihminen tarvitsee vuorokaudessa puhdasta vettä ainakin 20–50 litraa. Suomalaisen vedenkulutus on keskimäärin 155 litraa vuorokaudessa. Se jakautuu eri toimintoihin kuvan 1 mukaisesti. Vuorokausikulutuksen tavoitteena on 130 litraa, joten kulutusta pitäisi vielä vähentää.



Kuva 1. Veden käytön jakautuminen Suomessa

(lähde: <http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/asuminen/kodinenergiankulutus/vedenkulutus.html>)

Suomessa ei kärsitä vesipulasta, jolloin veden turhantarkka säästäminen ei ole tarpeen. Kuivina kesinä voidaan vedenkäyttöä joutua säännöstelemään erityisesti pienillä pohjavesialueilla. Tällöin voidaan kuluttajia pyytää esimerkiksi välttämään puutarhan kastelua vesijohtovedellä. Vedenkulutusta vähentämällä voi säästää vesilaskussa ja veden lämmityskuluissa, joten omaa vedenkulutustaan kannattaa seurata.

Puhtaan veden käyttömäärä voidaan ilmaista joko vedenotolla tai -kulutuksella (ks. taulukot 1 ja 2). Vedenotolla tarkoitetaan sitä kokonaisvesimäärää, joka pumpataan pinta- ja pohjavesistä ihmisten käyttöön. Se on aina hieman isompi kuin vedenkulutus, sillä vesilaitoksella osa vedestä käytetään altaiden pesuihin ja huuhteluihin. Vettä myös haihtuu jonkin verran. Veden käyttömäärien erot eri maiden ja maanosien välillä johtuvat monesta syystä. Veden saatavuus rajoittaa kulutusta monessa maassa, mutta vedenkulutus voi vaihdella myös maan sisällä riippuen vesihuollon saatavuudesta. Jos kaupungissa on toimiva vesilaitos, vedenkulutus kasvaa, vaikka veden kokonaismäärä maassa olisi vähäinen. Jos veden määrä ei rajoita kulutusta, kulutuserot johtuvat erilaisista totumuksista ja vesikalusteista. Kiinteistökohtainen vesimittari yleensä pienentää vedenkulutusta. Vessan vetäminen saattaa kuluttaa vettä vähimmillään 2 litraa, mutta enimmillään yli kymmenen litraa. Suihkun ja kylvyn vedenkulutuksessa on iso ero. Kylpyammeeseen mahtuu satoja litroja vettä, kun normaali, alle kymmenen minuuttia kestävä suihkukerta vie vettä alle 100 litraa. Vedenkulutukseen vaikuttaa myös verkoston kunto. Huonokuntoisesta verkostosta vettä vuotaa hukkaan ja se lisää veden tarvetta. Kiinteistöissä tapahtuva vesivuoto aiheuttaa suuremman vesilaskun lisäksi vesivahinkoja.

Taulukko 1. Puhtaan veden vuorokausikulutus eri maissa

MAA	VEDENKULUTUS (l/as/vrk)
Suomi	155 l
Espanja	170 l
Tanska	128 l
Australia	315–330 l
Senegal	30 l
Eritrea	10–20 l
USA	>400 l

Taulukko 2. Puhtaan veden otto raakavesilähteistä eri maanosissa

MAANOSA	PUHTAAN VEDEN OTTO (l/as/vrk)
Afrikka	68 l
Aasia	175 l
Latinalainen Amerikka	1208 l
Pohjois-Amerikka (USA ja Kanada)	649 l
Australia ja Oseania	247 l
Eurooppa	337 l

Näin säästät vettä

- Suosi suihkua! Kylpy kuluttaa vettä moninkertaisesti normaaliin suihkuun verrattuna.
- Sulje suihku saippuoinnin ajaksi. Minuutissa säästät vettä yli 10 litraa!
- Korjauta vuotava WC-pytty. Vuotokohdan paksuuden mukaan vettä kuluu hukkaan päivässä seuraavasti:
 - vuotokohta on ompelulangan paksuinen = 100 litraa
 - vuotokohta on parsinneulan paksuinen = 1000 litraa
 - vuotokohta on tulitikun paksuinen = 10000 litraa
- Vaihda WC-pytty sellaiseen, jonka huuhteluun kuluu vettä alle 5 litraa. Vanhoissa pöntöissä huuhteluvettä kuluu lähes 10 litraa kerralla.
- Pese täysiä koneellisia pyykkejä tai astioita.
- Älä tiskaa juoksevan veden alla.
- Hyödynnä sadevettä puutarhan kasteluun.

Tarkkailemalla vesimittaria huomaat häiriöt vedenkulutuksessa!

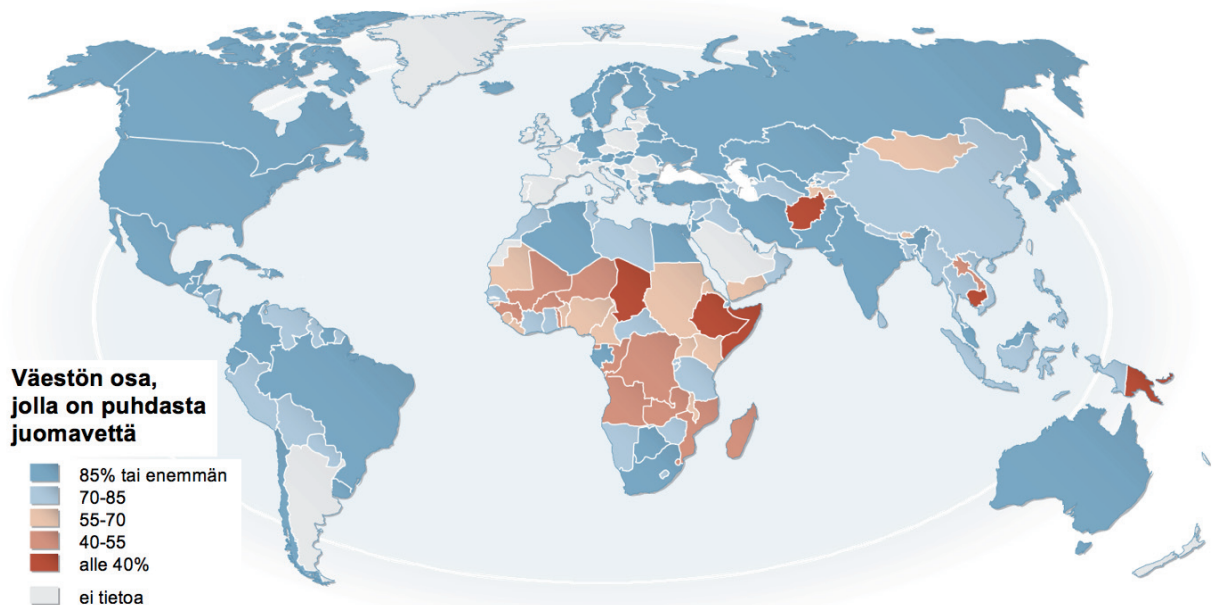
Veden terveysvaikutukset

Olemme tottuneet siihen, että käytössämme on puhdasta vettä. Näin ei ole aina ollut. Vielä 1950-luvulla Suomessa kuoli ihmisiä saastuneen juomaveden aiheuttamaan lavantautiin. Vesiepidemioita esiintyy nykyäänkin 4–10 kappaletta vuodessa, mutta ne ovat yleensä varsin vaarattomia vatsatauti-epidemioita. Useimmiten kyseessä on pohjavesilaitokselta peräisin oleva vesi. Pohjavedessä ei normaalisti esiinny tauteja aiheuttavia mikrobeja, joten vettä ei ole välttämätöntä desinfioida ennen verkostoon johtamista. Jos pohjaveteen pääsee haitallisia mikrobeja esimerkiksi tulvaveden mukana, päätyvät mikrobit kuluttajien hanaveteen. Pintavedestä puhdistettu juomavesi desinfioidaan aina, joten pintavesilaitosten jakaman veden aiheuttamat epidemiat ovat harvinaisempia.

Nokian vesikriisi

Nokian vesikriisillä viitataan Nokian kaupungissa 28.11.2007 tapahtuneeseen onnettomuuteen, jossa yli 400 000 litraa kiintoaineksesta puhdistettua jätevettä pääsi puhtaan talousveden verkostoon. Vesijohtoverkoston likaantumisen vuoksi ruuanlaittoon ja juomiseen käytettävä vesi jouduttiin Nokialla keittämään lähes kolmen kuukauden ajan. Onnettomuuden seurauksena 8 000 ihmistä sairastui vatsatautiin. Tapaus on Suomessa ainutlaatuinen.

Kehittyneissä maissa on harvoin pulaa puhtaasta juomavedestä. Kehitysmaissa tilanne on toinen. Kuvasta 2 näkee, että Afrikassa ja Aasiassa on alueita, joissa alle puolella väestöstä on käytössään puhdasta juomavettä. Tämä lisää erilaisten sairauksien leviämistä. On arveltu, että maailmassa kuolee vuosittain 1,6 miljoonaa ihmistä saastuneen juomaveden aiheuttamaan ripuliin. Näistä suurin osa on alle 5-vuotiaita lapsia.



Kuva 2. Puhtaan juomaveden saatavuus (lähde: Hugo Ahlenius, UNEP/GRID-Arendal, <http://maps.grida.no/go/graphic/access-to-safe-drinking-water>)

Eri juomien energiasisältö (per litra nesteitä)

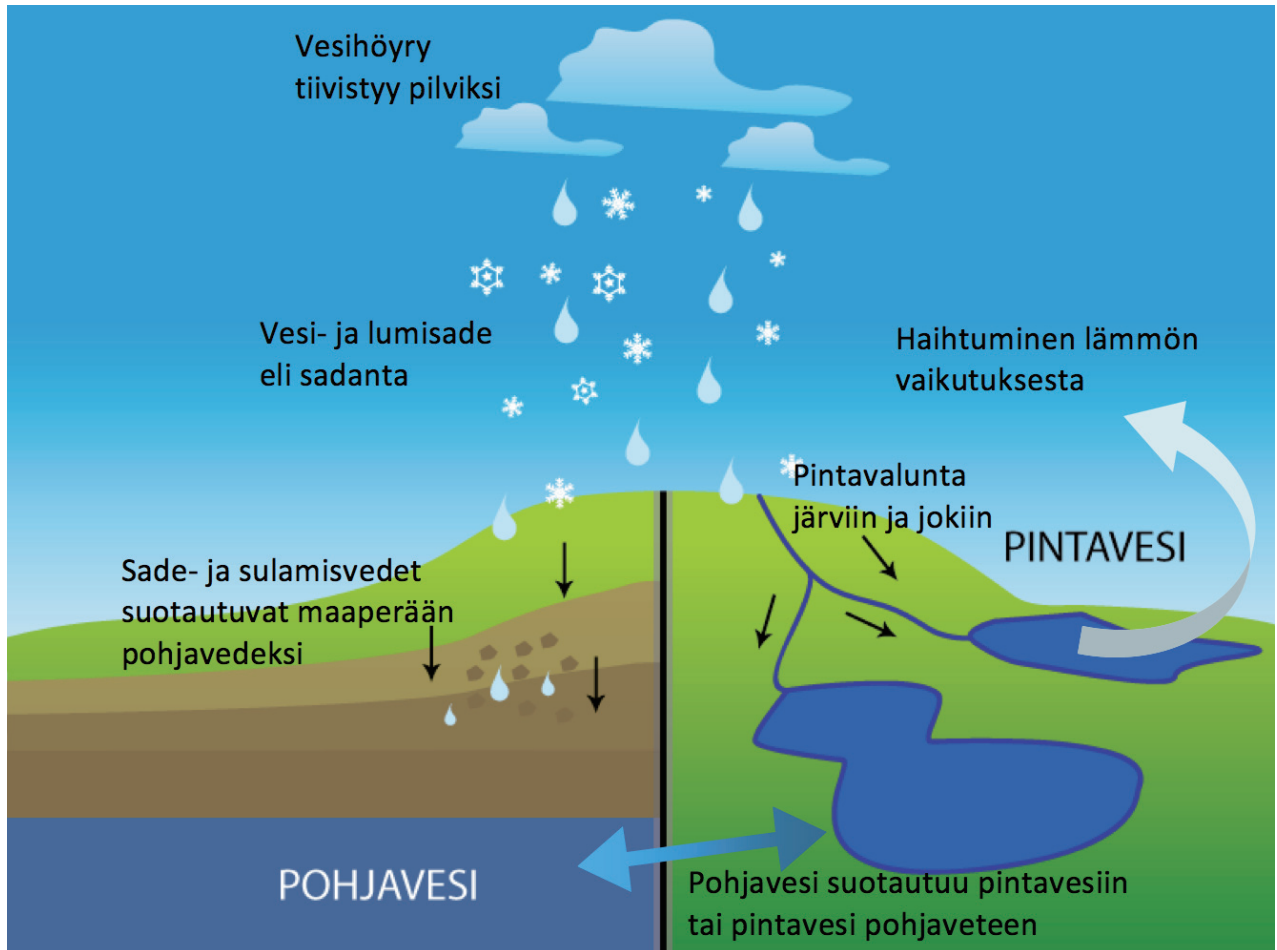
- Vesi = 0 kcal
- Mehujuoma = 350 kcal
- Tuoremehu = 400 kcal
- Virvoitusjuoma = 470 kcal

Juo janoon vettä, niin et saa turhaa energiaa ja säästät myös hampaitasi!

Veden kierto

Vesi kiertää maapallolla. Uutta vettä ei synny, vaan sama vesi on ollut käytössä maapallon alusta alkaen. Maapallo sai syntylahjakseen noin 1400 miljoonaa km³ vettä. Tämä vastaa vesimäärältään noin 65 000 Itämerta. Makeaa vettä tästä määrästä on kuitenkin alle 3 %. Siitäkin noin kaksi kolmasosaa on sitoutuneena jäätiköihin. Kaikkiaan maapallon vedestä 0,75 % eli 10,6 miljoonaa km³ (= 500 Itämerta) on makeaa vettä, jota voidaan käyttää juomaveden valmistukseen. Todellisuudessa luku on vieläkin pienempi, sillä suuri osa tästä vedestä (n. 9,5 miljoonaa km³) on yli kilometrin syvyydessä sijaitsevaa pohjavettä. Maapallon vedestä vajaa 100 000 km³ (eli alle 5 Itämerta) on pintavettä, jota suurin osa väestöstä käyttää raakavesilähteenään.

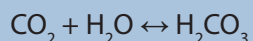
Vesi puhdistuu luonnollisessa kierrossaan. Tänä päivänä vettä käytetään hyvin erilaisiin tarkoituksiin (juomavesi, pesut, teollisuus, kuljetus jne.) ja vesi likaantuu enemmän kuin ennen. Siksi luonnon omat puhdistusjärjestelmät eivät enää välttämättä riitä. Veden kierto (kuva 3) kuvaa veden olomuodon muutoksia nesteestä vesihöyryksi ja jääksi tai päinvastoin. Kulkeutumisen lisäksi vesi voi varastoitua jäätiköihin, järviin, jokiin, meriin, pohjavesiin, pilviin ja lumipeitteeseen.



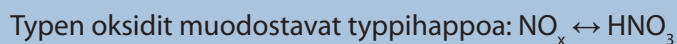
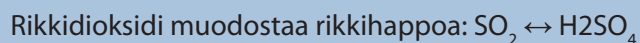
Kuva 3. Veden kierto maapallolla

YLÄKOULUN OPETTAJA: Miksi sadevesi on hapanta?

Sadeveden luonnollinen pH on n. 5,6 eli se on hieman hapanta. Tämä johtuu siitä, että ilmassa oleva hiilidioksidi muodostaa veteen liuetessaan hiilihappoa:



Ilmakehän saasteen, kuten typen ja rikin oksidit alentavat sadeveden pH:ta entisestään. Saasteiden reaktiot veden kanssa muodostavat sadeveteen happoja:



Saastumisen aiheuttaman happosateen pH voi olla < 4.

Veden puhdistus juomavedeksi

Veden puhdistuksen ja jakelun historiaa

Ihmiset ovat aina tarvinneet vettä juomiseen, ruoanlaittoon ja peseytymiseen. Veden kuljettaminen ja jakelu oli pitkään tärkeämpää kuin veden puhdistus. Tunnetuimpia historian vedenhankintatapoja ovat antiikin roomalaisten akveduktit eli vietolla toimineet avoimet vesijohdot. Järjestelmään kuului vesitorneja, mutta ei hanoja eli vesi virtasi jatkuvasti. Vettä johdettiin kaupunkiin joidenkin arvioiden mukaan miljoona kuutiota vuorokaudessa eli lähes saman verran kuin kaikkien suomalaisten päivittäinen vedenkulutus nykyään. Vesihuollon merkitys kasvoi keskiajalla, kun yksityiset kaivot ja lähteet eivät pystyneet takaamaan riittävää puhtaan veden saantia kasvavalle kaupunkiväestölle. Tiivis asuminen ja puutteellinen sanitaatio ja vesihuolto lisäsivät tautien leviämistä. Paineellisen vesijohtoveden saatavuuden suurin tarve johtui sammutusveden tarpeesta pääosin puusta rakennetuissa kaupungeissa.

Veden jakelun ja puhdistuksen historiaa

- Antiikin Roomassa oli käytössä akvedukteja eli vietolla toimivia vesijohtoja sekä vesitorneja puhtaan käyttöveden kuljettamiseksi ja jakamiseksi.
- Ensimmäinen vesijohto rakennettiin Lontooseen 1200-luvulla. Alussa vesijohdot oli tehty puusta tai lyijystä.
- Suomen ensimmäinen vesijohto rakennettiin 1560-luvulla Turun linnan käyttöön. Suomessa ensimmäiset vesiputket olivat puisia. Lyijyä ei käytetty.
- Laajamittainen talousveden jakelu yleistyi 1800-luvulla, kun länsi teollistui ja sen kaupungit kasvoivat rajusti.
- Ensimmäinen vesilaitos perustettiin Lontooseen 1830-luvulla.
- Suomen ensimmäinen vesilaitos perustettiin Helsinkiin vuonna 1876.
- Vuonna 1999 Suomessa oli 1319 vesilaitosta, joiden jakelupiiriin kuului 89 % suomalaisista.

Vedenpuhdistus Suomessa

Suomessa juomavettä valmistetaan pohjavedestä tai pintavedestä. Juomaveden valmistaminen merivedestä on mahdollista, mutta huomattavasti kalliimpaa.

Pohjavedet ovat yleensä sellaisenaan juotavaksi kelpaavia. Suomalaiset pohjavedet ovat kuitenkin lievästi happamia, jolloin vesi saattaa syövyttää putkistoja ja lyhentää putkiston käyttöikää. Siksi veden pH-arvoa nostetaan usein ennen verkostoon pumppaamista (eli vesi alkaloidaan).

Pintavedet puhdistetaan aina ennen verkostoon johtamista. Pintavesiin päätyy paljon lika-aineita ympäristöstä valuvan veden, sadeveden ja ilmassa olevien hiukkasten mukana. Pintavesissä esiintyy myös haitallisia mikrobeja, jotka voivat aiheuttaa esimerkiksi vatsatautia. Pintavettä ei siis saa juoda suoraan vaan se täytyy puhdistaa huolellisesti ennen käyttöä.

Seuraavaksi on esitelty eräitä tyyppillisiä juomaveden valmistuksessa käytettyjä menetelmiä. Tietoa oman alueen vedenkäsittelystä saat omalta vesilaitokseltasi.

YLÄKOULUN OPETTAJA: Mitkä asiat vaikuttavat pohjaveden laatuun ja määrään?

- Sateiden määrä vaikuttaa pohjaveden korkeuteen ja virtaussuuntiin pohjavedessä. Sadeveden pH vaikuttaa maaperästä liukeneviin yhdisteisiin. Hapan sadevesi liuottaa maaperästä eri yhdisteitä kuin neutraali.
- Maakerroksen paksuus ja läpäisevyys vaikuttavat siihen, miten pohjavesi ehtii suotautua. Veden läpäisevyyteen vaikuttaa maaperän maalajikoostumus ja kallioperän kivilajikoostumus. Eri maa- ja kivilajeista myös liukenee pohjaveteen erilaisia aineita. Kalkkikivestä liukenee pohjaveteen kalkkia, jolloin veden kovuus eli kalsium- ja magnesiumionien yhteismäärä sekä pH nousevat. Kalkkikiveä esiintyy mm. Lohjalla ja Paraisilla. Rapakivestä veteen liukenee fluoridia (Laitilan alueella, Kaakkois-Suomessa, Ahvenanmaalla). Rannikolla vanhat merenpohjan sedimentit sisältävät kloridia ja sulfaattia, jotka liukenevat pohjaveteen.
- Maanperän luontainen bakteeritoiminta vaikuttaa esimerkiksi orgaanisen aineen hajoamiseen. Tätä ominaisuutta hyödynnetään tekopohjaveden valmistuksessa.
- Ihmisen toiminta vaikuttaa pohjaveden laatuun, varastoitumiseen, kiertoon ja viipymään. Esimerkiksi pohjaveden pumppaus, maanotto ja sorakuopat muuttavat suodattavaa maaperää sekä pohjaveden virtausta. Ihmisten toiminnan seurauksena pohjaveteen voi päästä haitallisia aineita tai patogeenejä. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi teiden suolaus, kaatopaikat, rikkoutuneet viemäriputket, onnettomuudet, kemikaaleja käyttävä teollisuus ja huoltoasemat.

YLÄKOULUN OPETTAJA: Tyypillinen suomalainen pintavesi ja veden laadun riskitekijät

Suomalaiset pintavedet ovat tyypillisesti väriltään ruskeankeltaisia. Väri aiheutuu humuksesta, joka on eloperäinen orgaaninen aines. Lisäksi pintavetemme ovat pehmeitä (veden kovuus eli kalsium- ja magnesiumionien määrä on alhainen) ja pH:n muuttumiseen niillä on pieni puskurikyky. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi happamien sateiden vaikutuksesta pintaveden pH laskee helposti. Veden pehmeys taas tulee usein esille pesuaineiden annostelussa. Jos vesi on kovaa, on siinä paljon kalsium- ja magnesiumioneja, jotka muodostavat pesuaineen kanssa veteen liukenematonta sakkaa. Pesuaineen annostelu on siis suurempi kuin pehmeälle vedelle.

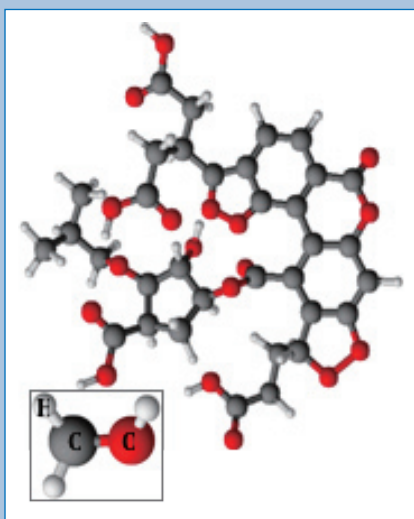
Pintavedet ovat alttiina monenlaiselle likaantumiselle, jonka lähteitä ovat:

- Maatalous (peltojen lannoitus ja laiduntaminen)
- Metsätalous (ojittaminen ja lannoitus)
- Jätevesi (yhdykskunnat, teollisuus, puhdistamon häiriötilanteet ja viemärin putkirikot)
- Liikenne (onnettomuuksien kautta kemikaalit, öljy ja bensiini)

Kemiallinen saostus

Maaperästä huuhtoutuu pintavesiin maa-ainesta, orgaanista ainesta eli humusta, mikrobeja ja rautaa. Kemiallisessa saostuksessa poistuu suuri osa näistä epäpuhtauksista. Saostuksessa veteen lisätään kemikaalia ja vettä hämmennetään hitaasti. Kemikaali muodostaa vedessä olevien epäpuhtauksien kanssa vettä raskaampia hiutaleita. Hämmennyksen jälkeen syntyneet hiutaleet erotetaan puhdistetusta vedestä joko painovoiman avulla laskeuttamalla hiutaleet altaan pohjalle tai nostamalla ne pienten ilmakuplien avulla (eli flotaatiossa) veden pinnalle. Altaan pohjalle kerrostunut tai pinnalle noussut sakka poistetaan ja puhdistettu vesi johdetaan jatkokäsittelyyn.

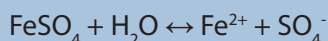
YLÄKOULUN OPETTAJA: Saostuksen kemiaa



Humusmolekyylin arvioitua rakennetta

Veden epäpuhtaudet kuten humusaineet ovat suuria ja negatiivisesti varautuneita ja hylkivät siis toisiaan.

Veteen lisätään kemikaalia, esim. rautasulfaattia FeSO_4 , joka liukenee veteen:



Fe^{2+} hapettuu Fe^{3+} :ksi ja hydrolysoituu erilaisiksi positiivisesti varautuneiksi ioneiksi, kuten $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$.

Nämä hydroksidi-ionit neutraloivat epäpuhtauksien negatiivista pintavarausta. Näin epäpuhtaudet voivat kerääntyä yhteen muodostaen suurempia hiutaleita.

Suodatus

Yleinen juomaveden käsittelymenetelmä on hiekan läpi suodattaminen. Hiekkasuodatusta käytetään esimerkiksi poistamaan kemiallisen saostuksen jälkeen veteen jääneitä pieniä hiukkasia. Vettä suodatetaan usein myös aktiivihieksisuodattimen läpi. Aktiivihieksisuodatuksella voidaan poistaa esimerkiksi yhdisteitä, jotka aiheuttavat veteen pahaa hajua tai makua.

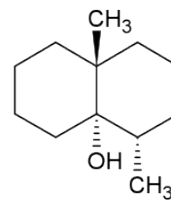
Alkalointi

Puhdistettu vesi on usein liian hapanta johdettavaksi vesijohtoverkoston. Hapan vesi syövyttää putkia. Alkaloinnilla tarkoitetaan veden pH-arvon nostoa eli siinä pyritään vähentämään veden syövyttävyyttä. Näin vesikalusteiden (esim. putkistot, lämminvesilaitteet ja hanat) käyttöikä pidennetään. Yleensä talousveden pH pyritään säätämään välille 7,5–8,5.

YLÄKOULUN OPETTAJA: Aktiivihiili

Aktiivihiiltä valmistetaan hiilestä kuumentamalla sitä korkeassa lämpötilassa hapettavan kaasun kanssa. Hiilen rakenteesta tulee näin erittäin huokoinen ja yhden gramman pinta-ala voi olla jopa 1500 m² eli lähes jääkiekkokaukalon verran.

Aktiivihiilen toiminta perustuu siihen, että vedessä liukoissa muodossa olevat molekyylit adsorboituvat eli kiinnittyvät hiilen pinnalle. Juomaveden valmistuksessa aktiivihiiltä käytetään erityisesti pahaa hajua ja makua aiheuttavien yhdisteiden poistamiseen.

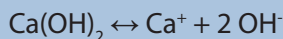


Geosmiini on yhdiste, joka aiheuttaa veteen multamaista makua ja hajua. Se voidaan poistaa aktiivihiilisuodatuksella.

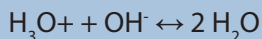
Alkaloinnissa veteen lisätään kalkkia tai lipeää. Alkalointi voidaan toteuttaa myös suodattamalla vesi kalkkikiven läpi. Myös kotikaivossa veden pH-arvoa voidaan nostaa laittamalla kaivon kalkkivirouhetta.

YLÄKOULUN OPETTAJA: Alkalointi sammutetulla kalkilla

Happamassa vedessä on ylimäärä oksonium eli H₃O⁺-ioneita ja siksi veden pH on alle 7. Kun veteen lisätään kalsiumhydroksidia Ca(OH)₂ eli ns. sammutettua kalkkia, tapahtuu reaktio:



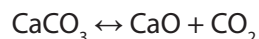
Negatiivisesti varautuneet hydroksidi- eli OH⁻-ionit reagoivat oksoniumionien kanssa eli neutraloivat niitä muodostaen vettä:



Neutraalin veden pH on 7. Jos kalsiumhydroksidia lisätään enemmän kuin neutralointireaktioon tarvitaan, jää veteen ylimäärä OH⁻-ioneita ja veden pH > 7. Vesilaitoksilla veden pH säädetään alueelle 7,5–8,5. Tällöin vesi ei syövytä vesijohtoverkoston osia.

Kalkin eri muotoja

Poltettua kalkkia eli kalsiumoksidia CaO valmistetaan kuumentamalla kalkkikivestä eli kalsiumkarbonaatista CaCO₃:



Sammutettua kalkkia eli kalsiumhydroksidia Ca(OH)₂ saadaan lisäämällä poltetuun kalkkiin vettä:



Desinfointi

Juomaveden päätyvät mikrobit eli bakteerit tai virukset voivat aiheuttaa erilaisia tauteja, yleisimmin vatsatautia. Desinfoinnin tarkoituksena on tuhota vedessä olevat terveydelle haitalliset mikrobit. Tautia aiheuttavia mikrobeja voi tulla raakaveden esimerkiksi tulvavesien mukana tai jätevesiputken vuotaessa. Desinfointi varmistaa veden hygieenisen turvallisuuden.

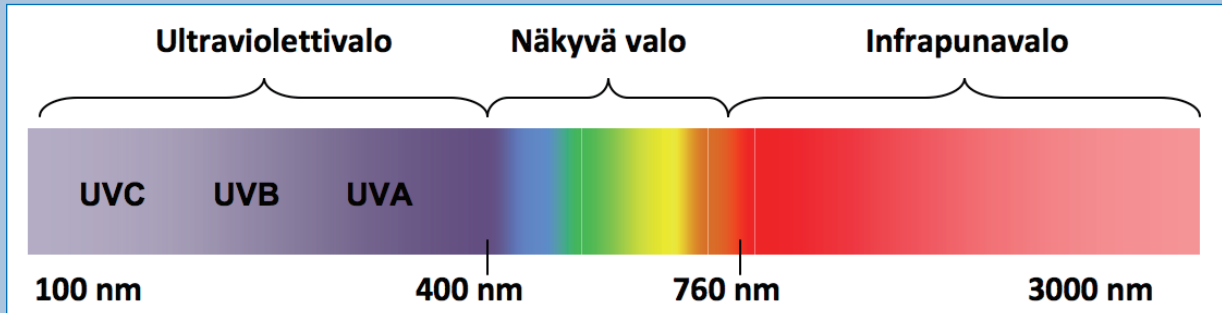
Desinfointi on vedenkäsittelyn viimeinen vaihe ja se voidaan toteuttaa klooraamalla, otsonoinnilla tai UV-valolla. Klooraus on yleisesti käytetty menetelmä, jossa kloorikemikaalia lisätään veteen. Veteen jäävä klooriannos kulkeutuu jakeluverkkoon, joten klooraus ylläpitää veden hygieenistä laatua myös verkostossa UV-valoon perustuvaa desinfointia käytetään erityisesti pohjavesilaitoksilla.

YLÄKOULUN OPETTAJA: Desinfointi UV-valolla

UV-desinfiointissa vettä säteilytetään valolla, joka sijaitsee ultraviolettii- eli UV-alueella.

Säteilytys tapahtuu UVC alueella eli valon aallonpituudella 245–285 nm. Ultraviolettivalon aallonpituuksista UVC on elämälle vaarallisinta. Auringosta tuleva UV-säteily ei sisällä UVC säteitä, koska nämä imeytyvät maan ilmakehään.

UVC-alueella säteily tunkeutuu mikrobien sisälle vahingoittaen niiden DNA:ta. Mikrobit eivät tämän jälkeen kykene lisääntymään eli monistumaan, jolloin mikrobi katsotaan kuolleeksi.

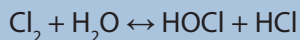


Valon aallonpituus nanometreinä (nm)

YLÄKOULUN OPETTAJA: Kloorauksen kemiaa

Vettä voidaan desinfioida suoraan kloorilla (Cl_2), mutta nykyään käytetään usein ns. kloramiinia, koska se säilyy vedessä pidempään. Tällöin myös desinfiointiteho säilyy pidempään vesijohtoverkostossa.

Tässä desinfiointin muodossa veteen lisätään klooria Cl_2 ja ammoniakkia NH_3 tai ammoniumkloridia NH_4Cl eli salmiakkia. Ensin kloori hajoaa vedessä alikloorihapokkeeksi ja suolahapoksi:



Jos käytetään ammoniakkia, alikloorihapoke HOCl reagoi sen kanssa muodostaen kloramiinia ja vettä:



Kloramiini NH_2Cl tuhoaa veden mikrobeja ja sitä kuluu näissä reaktioissa. Kloramiinin määrä on siis alhaisempi kuluttajan vesihanassa kuin vesilaitokselta lähtevässä vedessä.

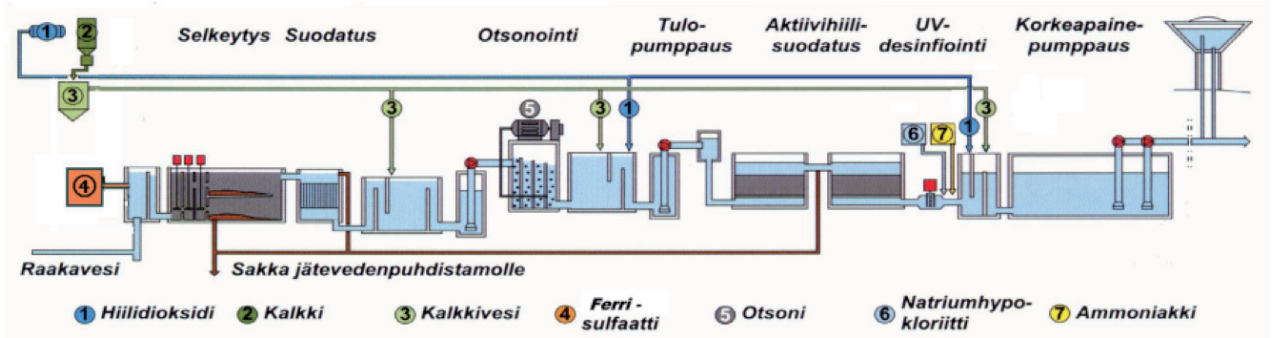
Esimerkkejä käsittelyprosesseista Suomessa

Pintavesilaitos

Pintavettä käytetään Suomessa raakavetenä erityisesti isoimmissa kaupungeissa, joissa veden tarve on niin suuri, että saatavilla olevat pohjavedet eivät riitä kattamaan veden kulutusta. Raakaveden laatu vaikuttaa puhdistusmenetelmien valintaan. Tyypillisiä menetelmiä ovat kemiallinen saostus, suodatus, alkalointi ja desinfointi. Kuvassa 4 on esitetty puhdistusprosessi, jolla Helsingin Vesi puhdistaa Päijänteen vedestä juomavettä pääkaupunkiseudun asukkaille.

Pohjavesilaitos

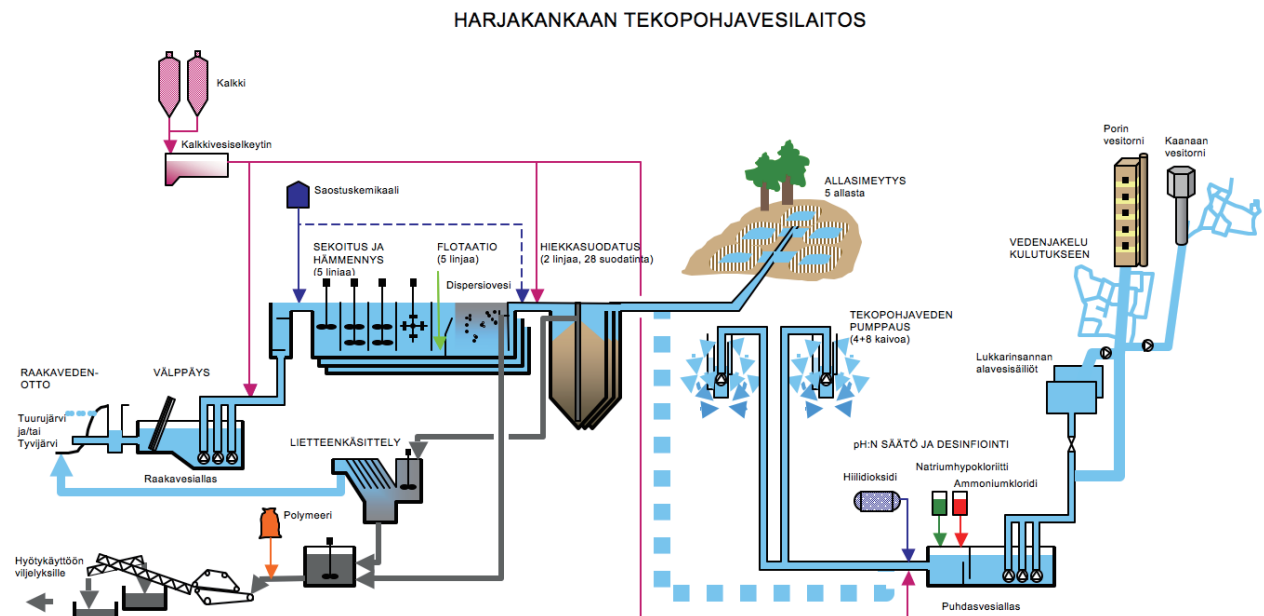
Pohjavesi on sellaisenaan juotavaksi kelpaavaa, mutta putkiston ja muiden vesilaitteiden käyttöön pidentämisen vuoksi sitä täytyy yleensä alkaloida. Tämä johtuu pohjavesien luontaisesta happamuudesta, jolloin vesi syövyttää esimerkiksi metalliputkistoja. Kalkin lisääminen veteen kohottaa pH:ta ja lisää veden kovuutta (veden kalsium- ja magnesiumpitoisuutta). Kova vesi edistää sydänterveyttä ja on paremman makuista, mutta voi aiheuttaa saostumia vesikalusteisiin.



Kuva 4. Helsingin veden pintavesilaitoksen prosessikaavio

Tekopohjavesilaitos

Tekopohjavesi on maahan imeytettyä pintavettä, jolla lisätään pohjaveden luontaista antoisuutta. Yleensä tekopohjavesilaitokset sijaitsevat harjualueilla, joiden maaperä on veden imeytykselle sopivaa. Pintavettä voidaan käsitellä ennen imeytystä, kuten Porin Veden Harjakankaan tekopohjavesilaitoksella tehdään (kuva 5) tai imeyttää harjuun sellaisenaan. Ennen verkostoon johtamista tekopohjavesi yleensä alkaloidaan ja desinfioidaan.



Kuva 5. Porin Veden tekopohjavesilaitoksen prosessikaavio

Näin takaat hyvälaituisen hanaveden kotona

- Juoksu vettä aamuisin ja kun vettä ei ole käytetty pitkään aikaan. Odota kunnes vesi on tasaisen viileää.
- Älä käytä lämmintä vettä juomiseen tai ruuanlaittoon. Lämmin vesi on laadultaan heikompaa kuin kylmä vesi, koska siihen voi kiinteistön putkistoista liueta metalleja ja siinä bakteereilla on hyvät kasvuolosuhteet.
- Putkirikkojen tai -korjausten yhteydessä vesi katkaistaan. Tämän jälkeen vesi on yleensä ruskeaa ja sameaa. Juoksu vettä parikymmentä minuuttia. Jos vesi ei tämän jälkeen ole kirkasta ja viileää, ota yhteys vesihuoltolaitokseen.

Pullovesi on tuhmausta! Niiden mikrobiologinen laatu on heikompi kuin suomalaisen hanaveden etkä voi tietää, onko pullo seissyt varastoissa ja kaupassa jo kuukausikaupalla. Hanavesi on terveellistä, turvallista ja halpaa!

Veden jakelu kuluttajille

Vettä jaetaan kuluttajille maanalaisia vesijohtoja pitkin. Verkostoon kuuluvat olennaisena osana myös vesitornit, jotka takaavat tarvittavan verkostopaineen ja toimivat veden varastoina.

Vesitornit

Vesitorneja käytetään veden varastointiin sekä varmistamaan tarvittava verkostopaine ja takaamaan sammutusveden riittävyys tulipalotilanteissa. Puhdistettu vesi pumpataan torneihin ja sieltä vesi valuu vesijohtoverkoston painovoiman avulla. Maan vetovoima aiheuttaa tornissa olevan veden yläpinnan ja kulutuspuheen korkeuseron johdosta vesipaineen.

Varastoitu vesi tasaa kulutushuippuja ja takaa veden saannin kotitalouksissa pumppu- tai putkirikkojen yhteydessä. Vesitorneihin pumpataan vettä erityisesti yöllä, jolloin vedenkulutus on vähäistä. Päivisin kulutuksen ollessa suurempi vesitornien vettä johdetaan takaisin verkostoon.

YLÄKOULUN OPETTAJA: Vedenpaine

Kunnallinen vesijohtoverkosto on paineistettu. Normaali ilmanpaine maan pinnalla on n. 1 bar. Veden paine verkostossa on yleensä 4–10 bar. Paine-ero antaa vedelle virtausnopeuden hanan auetessa. Verkostoon veden paine tehdään perinteisesti vesitornien avulla, jolloin käytetään hyväksi veden omaa painoa eli maan vetovoimaa. Niiden lisäksi vedenpaine voidaan tehdä pumpuilla eli tuomalla veteen ulkoista energiaa. Lisätietoa vesitornien toimintaperiaatteesta ja vedenpaineesta löytyy tietopaketin lopussa listatuista linkeistä.

Vesijohtoverkosto

Vesijohtoverkosto sijaitsee maan alla, jossa se on suojassa jäätymiseltä ja vesi säilyy viileänä. Verkostossa oleva ylipaine estää maaperässä olevien saastuttavien nesteiden tunkeutumisen vesijohtoveteen.

Vesijohtoverkosto on vedenjakelun ylivoimaisesti kallein osa ja se tarvitsee jatkuvaa uusimista. Putkiston kuntoa ylläpidetään huolehtimalla, että veden laatu on verkoston näkökulmasta hyvä. Vähentyneet korjaustarpeet ja pidemmät putkien vaihtovälit (jopa 50 vuotta) tuovat merkittävää säästöä.

Vesijohtojen materiaali on tärkeä asia, sillä verkostossa vesi on kosketuksissa putken kanssa pitkän matkaa, jolloin putkista ei saa irrota veteen mitään terveydelle haitallista. Ensimmäiset vesijohtoputket valmistettiin puusta tai lyijystä. Suomessa lyijyä ei käytetty, mikä oli hyvä asia, sillä lyijy on hermomyrky, joka vaikuttaa mm. oppimiskykyyn. Nykyään putkimateriaaleina käytetään pääasiassa erilaisia muoveja, valurautaa ja kuparia.

Putkiston sisäpinnalle kertyy aikaa myöten sakkakerros mikrobikasvustosta. Tämä ei ole ongelma, jos veden virtaama putkessa on tasainen ja riittävän nopea. Virtaamattoman ja vaihtumattoman veden laatu heikkenee nopeasti mikrobikasvuston seurauksena ja lisäksi korroosio ja jäätymisriskit kasvavat. Kun pitkään paikallaan seisonut vesi lähtee liikkeelle, se voi irrottaa sakkaa putken sisältä. Sakka värjää veden ruskeaksi ja sameaksi ja tukkii vesikalusteita. Tällainen tilanne syntyy myös putkirikkojen yhteydessä. Jos hanasta tuleva vesi on ruskeaa ja sameaa, pitää vettä juoksuttaa parikymmentä minuuttia. Jos tämä ei auta, kannattaa ottaa yhteyttä vesihuoltolaitokseen. Myös oman vesihuoltolaitoksen tai kunnan teknisen toimen nettisivuilta voi tarkistaa, onko alueella ilmoitettu olevan käynnissä putkiston saneeraustöistä tai onko tapahtunut putkirikkoja. Samoilta sivuilta löytyy usein myös tietoa vesijohtoverkoston pituudesta ja vesitorneista. Tarkempia tietoja voi kysellä vesihuoltolaitoksilta tai kunnan teknisestä toimesta puhelimitse tai sähköpostilla.

Vesitornit ja vesijohtoverkosto Suomessa

Vesitorneja on Suomessa rakennettu n. 450 kappaletta, joista osa on jo poistettu käytöstä. Tornien koot vaihtelevat niin, että pienimpiin mahtuu vettä muutama sata kuutiometriä ja isoimpiin yli 10 000 kuutiota eli noin 60 000 asukkaan päivittäinen veden tarve. Vesijohtoverkoston yhteispituus Suomessa on noin 90 000 km eli yli kaksi kertaa maapallon ympäri.

Tietoa oman kunnan vesitorneista ja verkostosta saa vesihuoltolaitokselta tai kunnan teknisestä toimesta.

Hanaveden laatu ja laaduntarkkailu Suomessa

Suomalainen talousvesi on turvallista ja laadukasta. Joillakin pienillä pohjavesilaitoksilla esiintyy toisinaan koliformisia eli suolistoperäisiä bakteereja. Tämä johtuu yleensä pintaveden pääsystä pohjavesikaivoihin esimerkiksi lumen sulaessa keväällä. Pohjavesissä voi myös olla paljon rautaa tai mangaania, joiden aiheuttama haitta on lähinnä esteettinen. Kymenlaaksossa ja eräissä Lounais-Suomen osissa maaperästä liukenevan fluorin korkea pitoisuus aiheuttaa ongelmia pohjaveden laadulle. Liiallinen fluorin saanti aiheuttaa hampaiden kiillevaurioita.

Lainsäädännössä (talousvesiasetus 461/2000) määritellään laatuvaatimukset ja -suositukset vesilaitosten toimittamalle vedelle. Ne perustuvat ihmisten terveyteen tai veden käytettävyyteen (esim. putkien syöpymisen estäminen). Veden laadusta raportoidaan Euroopan komissiolle. Vuonna 2007 suomalaisten yli 5 000 asukasta palvelevien vesilaitosten talousveden valvontatuloksista 99,9 prosenttia täytti kaikki sille asetetut terveysperusteiset laatuvaatimukset. Monet vesihuoltolaitokset julkaisevat säännöllisesti toimittamansa veden laatu tiedot verkkosivuillaan. Sieltä saa myös tietoa veden kovuudesta pesuaineiden oikeaa annostelua varten.

Talousveden laatua valvotaan säännöllisesti. Vesihuoltolaitokset eivät seuraa vain verkostoon johtamansa veden laatua, vaan näytteitä otetaan aina raakavesilähteeltä kuluttajan hanaan asti. Mahdolliset häiriöt pyritään havaitsemaan ja niihin puuttumaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Vesihuoltolaitosten oman seurannan lisäksi talousveden laatua valvovat kuntien terveydensuojeluviranomaiset.

Tehtäviä ja keskustelunaiheita

1. Keskustelunaihe

Kotona tai koulussa voi avata hanan ja sieltä tulee juotavaa vettä. Mistä vesi päätyy hanaan ja mistä tietää, että se on juotavaa?

- Vesi voi olla lähtöisin vesilaitokselta erityisesti, jos asut keskustassa tai taajamassa, jossa asuu enemmän ihmisiä. Vesi voi tulla myös omasta kaivosta. Veden laatua tutkitaan laboratoriossa vesinäytteistä. Vedestä löytyy paljon asioista, joita ei voi nähdä paljain silmin, kuten erilaisia mikrobeja ja kemiallisia yhdisteitä. Mutta veden laatua voi tarkkailla itsekin. Jokaiselle on annettu hyvät sensorit veden laadun tarkkailemiseen: silmät, nenä ja suu. Juotavan veden väriä ja kirkkautta voi katsella. Vettä voi haistella ja maistella, ja näin kannattaakin tehdä.
- Huomaatko vedessä mitään makua? Miltä veden pitäisi maistua? Onko vedessä ilmakuplia? Minkä väristä vesi on? Miltä vesi tuoksuu? Veteen voi sekoittaa suolaa tai sokeria ja vertailla syntynyttä makua pelkkään veteen.

2. Keskustelunaihe

Millaisia erilaisia vesiä on olemassa? Mihin vettä käytetään ja mitä vettä voidaan käyttää mihinkin käyttötarkoitukseen? Miksi järvivettä ei kannata juoda suoraan järvestä? Voiko lähteestä aina juoda? Miten vettä voi itse puhdistaa juomavedeksi?

Esimerkkejä erilaisista vesistä

- Juomavesi, hanavesi
- Sadevesi, sulamisvesi, hulevesi (eli sade- ja sulamisvedet. Nimitys, jota käytetään erityisesti

hulevesiviemärin eli kaupungin sadevesiverkoston yhteydessä)

- Jätevesi, harmaa vesi (eli kodin jätevedet pois lukien vessavedet. Esim. suihku, keittiöstä tulevat vedet), musta vesi (vessavedet)
- Pintavesi, pohjavesi, järvesi, jokivesi, merivesi
- Lämmin vesi, kylmä vesi, käyttövesi, pesuvesi

Järvivedessä on yleensä mikrobeja, jotka voivat aiheuttaa vatsatautia. Siksi järvivettä ei kannata juoda ilman puhdistusta. Lähteestä tuleva vesi voi olla hyvää ja puhdasta, mutta näin ei aina ole. Monet eränkävijät juovat suoraan purosta ja pitävät purovettä raikkaana ja hyvänä. Veden viileys tekee siitä raikkaan makuista (ja tietysti myös ympäristö vaikuttaa), mutta veden laadulle ei puhtaustakuita voi antaa. Myös purovedessä saattaa olla tautia aiheuttavia mikrobeja. Veden hyvää terveydellistä laatua voi varmistaa keittämällä vettä 5–10 minuuttia.

3. Veden pH-arvon mittaaminen

Veden pH-arvon mittaaminen käy yksinkertaisesti esimerkiksi apteekista saatavalla pH-paperilla. Lainsäädännön mukaan veden pH-arvon tulee olla välillä 6,5–9,5. Veden pH-arvoa voi verrata muihin vesiin, esimerkiksi sadeveden pH-arvoon. Veteen voi myös lisätä erilaisia aineita, kuten etikkaa, sitruunamehua tai kodin yleispuhdistusainetta ja tutkia, miten se vaikuttaa pH-arvoon.

4. Suodatuksen testaaminen

Tarvikkeet: metallisiivilä + hiekkaa. Hiekkaa voi ostaa esimerkiksi rautakaupoista tai akvaarioliikkeistä. Pakkauksessa kerrotaan, miten hiekka pitää pestä. Ideaalista olisi käyttää luonnonvettä, jossa on suhteellisen paljon partikkeleita, jolloin suodatuksen idean näkisi parhaiten. Voit myös tehdä synteettisen pintaveden sekoittamalla multaa ja hanavettä (mullan määrä kannattaa testata etukäteen, n. 0,5 dl multaa/l vettä on hyvä aloitussuhde, liiallinen kiintoaineksen määrä tukkii suodattimen nopeasti).

Työohje: Laita siivilään hiekkaa ja kaada vesi hiekan päälle. Arvioi vettä ennen ja jälkeen suodatusta (esim. miltä vesi näyttää ja miltä se tuoksuu).

5. Laskeutuksen testaaminen

Vesilaitoksella kemiallisessa saostuksessa veteen lisätään saostuskemikaalia, joka reagoi vedessä olevien kiintoaineiden kanssa muodostaen suurempia hiutaleita. Nämä hiutaleet laskeutetaan painovoiman avulla altaan pohjalle hitaassa virtauksessa. Voitte luokassa testata virtauksen nopeuden vaikutusta hiutaleiden laskeutumiseen.

Tarvikkeet: muovipullo (esim. puolentoista litran limsapullo), näkyvää kiintoainetta (esim. maata, multaa ja/tai turvetta).

Työohje: Sekoita veteen näkyvää kiintoainetta (esim. maata, multaa, turvetta) muovipullossa. Pyöräytä vesi pyörrevirtaukseen pullossa ja jätä pöydälle. Seuraa virtauksen hidastumista ja katso, missä vaiheessa hiutaleet alkavat laskeutua pohjalle.

6. Veden kulutuksen seuraaminen

- Veden kulutusta voi tarkkailla seuraamalla kiinteistön vesimittaria koulussa tai kotona. Koulussa voitte käydä kirjaamassa ylös vesimittarin lukeman joko päivittäin viikon ajan tai viikon välein. Tästä voitte laskea veden kulutuksen viikossa oppilasta kohden tai kotona henkeä kohden. Veden kulutusta voi käydä tarkkailemassa myös viimeiseksi illalla ja heti aamulla ja katsoa, kuluuko vettä yön aikana. Tämän avulla voi seurata, onko kodin (tai kiinteistön) putkissa vuotoja. Jos vesimittari pyörii, vaikka kulutusta ei pitäisi olla, on järjestelmässä vuoto.
- Veden kulutuksesta voi myös piirtää graafisen kuvaajan ja seurata, miten kulutus vaihtelee.

7. Vesilaskuja alakoululaisille

- Jos saman astiamäärän käsin tiskaaminen kuluttaa vettä 50 l ja astianpesukoneessa pesu 20 l, kuinka paljon vuodessa säästää vettä käyttämällä astianpesukonetta, jos astioita täytyy pestä joka toinen päivä?
- Vessakalusteiden huuhtelumäärät vaihtelevat. Jos vanhassa vessassa huuhtelumäärä on 9 litraa ja

uudessa 4 litraa, paljonko yksi henkilö voi säästää vettä vuodessa olettaen, että päivässä käydään vessassa 6 kertaa?

- Oman kulutuksen muuttaminen eri tilavuuksiin ja oman painon vertaaminen käytettyyn vesimäärään. 1 kg = 1 l vettä.
- Kuinka paljon vettä kuluu seuraavilla suihkun ottajilla? Vettä kuluu suihkussa keskimäärin 12 l/min.
 - 5 min suihkussa
 - 5 min suihkussa, veden katkaisu minuutiksi saippuoinnin ajaksi
 - 8 min suihkussa
 - 15 min suihkussa
- Millainen kustannusero edellisen kohdan suihkuttelijoiden vesilaskuissa on vuodessa, jos suihkussa käydään kerran päivässä? Katsokaa veden (talousvesi + jätevesi) kuutiohintaa vesihuoltolaitoksen verkkosivuilta.

8. Pohdittavaa yläkoululaisille

- a. Pohdi, miksi vedenkulutus vaihtelee rajusti eri maiden välillä.

Lue kappale "Veden käyttö meillä ja muualla".

- b. Mieti, miten voisit vähentää vedenkulutustasi.

Lue tietoruutu "Näin säästät vettä".

- c. Hiilidioksidi muodostaa veteen liuetessaan hiilihappoa reaktiolla: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$. Pohdi, miten ilmakehän kohonnut hiilidioksidipitoisuus vaikuttaa sadeveden pH-arvoon.

Lue tietoruutu "Miksi sadevesi on hapanta?". Kun veden hiilidioksidipitoisuus kasvaa, laskee myös sadeveden pH eli sadevesi happamoituu entisestään. Vaikutus on kuitenkin vähäinen verrattuna rikin ja typen oksidien aiheuttamaan sadeveden happamoitumiseen. Tehtäviä 9 ja 10 voi käyttää havainnollistamaan näiden yhdisteiden vaikutusta sadeveden happamoitumiseen.

- d. Keski-Euroopassa maaperässä on runsaasti kalkkikiveä ja pohjavedenkin pH on suomalaista pohjavettä korkeampi. Miksi Suomen maaperässä ei ole juuri ollenkaan kalkkikiveä?

Kalkkikivi eli kalsiumkarbonaatti CaCO_3 on kivilaji, jota syntyy kalsiumkarbonaatin saostuessa vedessä. Jääkausien aikana maamme peitti jääkerros, joka on kuluttanut pois suurimman osan pehmeästä kalkkikivestä. Tällä hetkellä kallioperästämme kalkkikiveä on vain 0,1 %. Eteläisessä Suomessa kalkkikiveä esiintyy Itä- ja Pohjois-Suomea enemmän, joten myös pohjavesien ominaisuudet ovat näillä alueilla erilaisia.

- e. Missä tiedät käytettävän aktiivihiiltä?

Aktiivihiili adsorboi tehokkaasti haitallisia molekyylejä pinnalleen (adsorptio= kiinnittyminen pinnalle). Sitä käytetään vedenpuhdistuksessa poistamaan vedestä pahaa makua ja hajua aiheuttavia yhdisteitä. Muita käyttökohteita ovat mm. kaasunaamarit, ilmansuodattimet, tupakan filtrit ja lääkehiili.

- f. Mitä hyötyä ja haittaa on maanalaisista vesijohdoista?

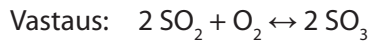
Maan alla vesi säilyy viileänä kuluttajalle asti. Suomessa on vesijohtoja n. 90 000 km, joten niiden vetäminen maanpinnalla olisi mahdotonta. Maan alla olevat vesijohdot ovat myös suojassa jäätymiseltä ja rikkoutumiselta. Toisaalta, kun vesijohto on maan alla, emme pysty havaitsemaan siinä olevia vuotoja. Myös korjaaminen on hankalampaa.

9. Yläkoulun oppilaalle. Selvitä, miksi polttoaineissa oleva rikki aiheuttaa sadeveden happamoitumista.

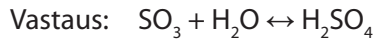
- a. Kirjoita reaktioyhtälö siitä miten polttoaineissa oleva rikki palaa rikkidioksidiksi.

Vastaus: $\text{S} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_2$

- b. Kirjoita reaktioyhtälö siitä miten rikkidioksidi hapettuu rikkiatrioksidiksi.

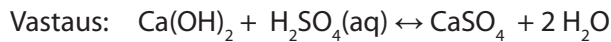


c. Kirjoita reaktioyhtälö rikkiatrioksidin liukenemiselle veteen



• Nimeä tuote. Vastaus: rikkihappo.

d. Vesistöjen happamoituessa niiden eläin- ja kasvilajisto muuttuu. Jos esimerkiksi pH-arvo laskee alle viiden, lohikalat kuolevat. Useimmat kalat kuolevat, jos vesistön pH laskee alle 4,5:n. Pitkälle happamoituneessa vesistössä ei elä enää kuin ahven ja rahkasammalet. Happamoitumisen haittoja pyritään vähentämään kalkitsemalla vesistöjä. Kirjoita rikkihapon neutraloitumisreaktio, kun veteen lisätään kalkkia eli kalsiumhydroksidia.

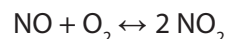
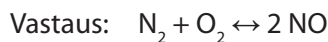


• Nimeä neutraloitumistuotteet. Vastaus: kalsiumsulfaatti eli kipsi ja vesi.

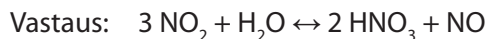
• Merkitse reaktioyhtälöihin, mitkä yhdisteet ovat nestemäisessä (l= liquid), kiinteässä (s= solid) ja kaasumaisessa (g= gas) muodossa.

10. Yläkoulun oppilaalle. Selvitä, miksi polttoaineissa oleva typpi aiheuttaa sadeveden happamoitumista.

a. Polttoaineiden typpi hapettuu korkeassa lämpötilassa typpioksidiksi ja edelleen typpidioksidiksi. Kirjoita reaktioyhtälöt.



b. Kun typpidioksidi liukenee veteen, syntyy typpihappoa ja typpioksidia. Kirjoita reaktioyhtälö:



c. Typpihappoa voidaan neutraloida kalkilla eli kalsiumhydroksidilla. Kirjoita neutraloitumisreaktio ja nimeä tuotteet.



Merkitse reaktioyhtälöihin, mitkä yhdisteet ovat nestemäisessä (l= liquid), kiinteässä (s= solid) ja kaasumaisessa (g= gas) muodossa.

11. Mielenkiintoisia linkkejä

Suomen Ympäristökeskuksen Elämän Vesi Elämän vesi - veden kiertokulku – ympäristökasvatishanke:

<http://www.ymparisto.fi/elamanvesi>

Vesijalanjälki ja sen määrittäminen:

<http://www.vesijalanjalki.org>

Maailman terveysjärjestön WHO:n sivut vedestä, sanitaatiosta ja hygieniasta (englanniksi):

http://www.who.int/water_sanitation_health/en/

UNICEF:in julkaisema "Vesi on oikeus!" -opas:

http://www.unicef.fi/files/unicef/pdf/vesiopus_web_su.pdf

Vesitornien toimintaperiaatteesta englanniksi. Sivulla on myös havainnollinen tehtävä:

<http://people.howstuffworks.com/framed.htm?parent=water.htm&url=http://www.mste.uiuc.edu/users/Murphy/WaterTower/default.html>

Vesitornien toimintaperiaate animoiden (saksaksi):

http://de.wikipedia.org/wiki/Kommunizierende_R%C3%B6hren

Kuvia suomalaisista vesitorneista:

http://www.muuka.com/finnishpumpkin/towers/tower_fi.html

Nesteiden ja kaasujen mekaniikkaa. Sivulla on selitetty nesteen paine ja se sisältää myös tehtäviä vedenpaineen mittaamiseksi:

http://materiaalit.internetix.fi/fi/opintojaksot/5luonnontieteet/fysiikka/fysiikka1/nesteiden_kaasujen

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (461/2000):

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000461>

Juniorivesipalkinto:

<http://www.vesiyhdistys.fi/Juniorivesipalkinto/Juniorivesipalkintoindeksi.html>