

Perustietoa humuksesta

Suuri osa Suomen vesistä on tummavetisiä

- * Veden väriin vaikuttavat sekä raudan että humuksen määrä.
- * Hyvin tummissa vesissä näkösyvyyden eli veden värin ja kirkkauden menetystä on vaikea enää silmämääräisesti havaita
- * Humuksen määrä vaihtelee huomattavasti riippuen vesistön sijainnista sekä maan käyttötavoista vesistön läheisyydessä.
- * Vesistöön huuhtoutuu sitä enemmän orgaanista ainetta mitä lähempänä se on alueita, joissa humuskuormitus on suurta.
- * Humuksen lähteitä on monia: esimerkiksi turve-, maa-, ja metsätalous sekä luonnon valumat soilta ja metsäalueilta.
- * Myös Suomen pohjoinen sijainti ja maan tasainen topografia luovat suotuisat olosuhteet orgaanisen aineksen kertymiselle vesistöihin.
- * Orgaanisen aineksen esiintymismuodot ja koostumus vaihtelevat ja muuttuvat muun muassa erilaisten biologisten, fysikaalisten ja biokemiallisten toimintojen, kuten hajoamisen seurauksena.

Maatuvaa ja hajoavaa ainesta kutsutaan orgaaniseksi aineeksi

- * Luonnosta peräisin oleva orgaaninen aines, kuten puiden ja kasvien kuolleet osat sekä kuolleet eliöt ja mikrobit, hajoaa ajan myötä ja muuttuu maa-ainekseksi.
- * Tätä maatuvaa ainesta kutsutaan yleisesti luonnon orgaaniseksi aineeksi (NOM, natural organic matter).
- * Kun aines on liuenneessa muodossa, puhutaan liuenneesta orgaanisesta aineesta eli DOM:sta (dissolved organic matter).
- * DOM voidaan jakaa kuuteen eri fraktioon: hydrofobisiin happoihin, emäksiin ja neutraaliaineisiin sekä hydrofiilisiin happoihin, emäksiin ja neutraaliaineisiin.

Humusaineet ovat osa orgaanista ainetta

- * Kiinnostavin osa luonnon orgaanisesta aineksesta on humus, josta käytetään usein nimitystä humusaineet tai humusyhdisteet (humic substances, HS)
- * Humusyhdisteiden määrä NOM:issa vaihtelee; esimerkiksi vesiä ja sedimenttejä vertailtaessa erot voivat olla huomattavankin suuret.

Humusyhdisteiden osuus orgaanisesta aineksesta

* Paikka	% orgaanisesta aineksesta
* Merivesissä	10 - 30
* Joissa ja puroissa	40 - 70
* Järvivesissä	n. 50
* Vähän hajonneissa sedimenteissä	60 - 70
* Pitkälle hajonneissa sedimenteissä	> 90

Tummaa ainesta, liukoisena, kolloideina tai kiinteässä muodossa

- * Humuksella tarkoitetaan humifioitunutta ainesta, joka aiheuttaa vedelle sen tunnusomaisen tumman värin
- * Humusaineet esiintyvät vedessä liukoisena, kolloideina sekä kiinteässä muodossa.
- * Humusaineet jaetaan yleensä kolmeen osaan: humushappoihin (humic acid, HA), fulvohappoihin (fulvic acid, FA) ja humiineihin (humins)

Humusta ei tunneta

- * Vaikka humusaineita on tutkittu paljon, niiden tarkasta rakenteesta ei ole saatu riittävästi tietoa
- * Humustutkimusta vaikeuttaa se, että näytteen koostumus riippuu hyvin paljon paikasta ja olosuhteista, joissa se hajoaa.
- * Eri alueilla luonnollisen orgaanisen aineksen koostumus voi vaihdella hyvinkin paljon, joten myös humusaineiden välillä on suuria eroja.
- * Näitä eroja ei ole pystytty luotettavasti kartoittamaan

Monimutkaisia hiilyhdisteitä, yleensä hitaasti hajoavia hapettomissa olosuhteissa

- * Humusaineet koostuvat useista erilaisista suurista ja monimutkaisista hiilyhdisteistä, jotka ovat pääasiassa peräisin kasvien hajoamistuotteista.
- * Ne voivat olla peräisin myös vesistöä ympäröivältä maa-alueelta tai vesistön omasta humustuotannosta.

Maakerrosten sekoittuminen edistää humuksen päätymistä vesistöihin

- * Humuksen monimuotoisuutta lisää myös maankäyttö, joka sekoittaa eri hajoamisen asteella olevia maakerroksia.
- * Erityisesti turpeen orgaaniset materiaalit ovat säilyneet vuosisatoja ja hajonneet erityislaatuissa oloissa.
- * Maan käytön lisääntyessä syvempiä kerroksia joutuu pintakerrokseen, jolloin jo pidemmälle hajonnutta materiaalia päätyy vesistöihin.

Humuksen määrä

- * Humuksen määrä vedessä riippuu maa-aineksen ominaisuuksista ja sijainnista vesistöön nähden.
- * Lisäksi humuksen määrään vaikuttavat ympäristön ioniset yhdisteet ja pH.
- * Merivesissä, pohjavesissä, sadevedessä sekä useimmissa järvi- ja jokivesissä on huomattavasti vähemmän humusta kuin suovesissä ja soisten valuma-alueiden jokivesissä.
- * Humusta kulkeutuu meriin jokivesien mukana.
- * Meressä humus saostuu veden korkean suolapitoisuuden johdosta.

Humuksella on suuri vaikutus Suomen vesistöihin

- * Humus ja sen pitoisuuksien vaihtelut vaikuttavat muun muassa veden väriin ja valon kulkuun, ravinnepitoisuuksiin ja ravinteiden liikkumiseen, ravintoketjuihin, happamuuteen sekä haitallisten aineiden pitoisuuksiin.
- * Vaikutukset voivat olla joko suoria tai epäsuoria.

Luonnollista kuormitusta

- * Metsämaiden läpi virtaavissa puroissa vesi on kirkkaampaa kuin suoalueiden puroissa.
- * Tämä johtuu siitä, että karikkekerroksessa syntyvä humus pidättyy tehokkaasti maakerrokseen.
- * Soissa vastaavaa pidättymismekanismia ei ole
- * Suot muodostavat ihanteellisen ympäristön humuksen muodostumiselle.
- * Niiden hajoaminen tapahtuu kuitenkin hitaasti kosteassa ympäristössä, eikä vedessä ole juurikaan humusta saostavia suoloja.
- * Luonnontilainen suo kuitenkin pidättää vettä toisin kuin ojitettu suomaa, jossa virtaamat kasvavat

Ihmistoiminnan aikaansaamaa lisäkuormitusta

- * Turvetuotantosoilta huuhtoutuu enemmän fosforia, typpeä ja kiintoainesta kuin luonnontilaisilta soilta
- * Luonnontilaisessa suossa vesi virtaa pääasiallisesti pintakerroksessa eikä siten huuhtelee mukaan pohjakerrosten hajonneempaa humusainesta
- * Orgaanisen hiilen huuhtoutumiseen vaikuttaa valunnan määrä.
- * Kun valunta kasvaa, vesi ei ehdi imeytyä maakerrokseen. Tällöin humuskuormitus vastaanottavissa vesistöissä kasvaa
- * Turpeenkaivuun humuskuormitusta ei ole lupakäytännöissä huomioitu, vaikka se edustaa 90 % koko orgaanisen aineen määrästä.

Humus- pitoisuuden mittaus- menetelmiä

Menetelmä	Selitys	Sisältö
TOC (mg C/l)	Orgaaninen kokonaishiili	Kaikki näytteen sisältämä hiili.
DOC (mg C/l)	Liuennut orgaaninen hiili	Orgaaninen hiili, joka suodattuu 0,45 µm suodattimen läpi.
BOD ₇ (mg O ₂ /l)	Biologinen hapen kulutus	Bakteereiden 7 päivän aikana kuluttama happimäärä. Huonommin toistettavissa kuin COD.
COD _{Mn} (mg O ₂ /l)	Kemiallinen hapenkulutus	KMnO ₄ :n aiheuttama orgaanisen aineen kemiallinen hajoaminen. Dikromaattia (CODCr) käytetään teollisuuden vesiin ja se on voimakkaampi hapetin kuin KMnO ₄ .
KMnO ₄ (mg/l)	Kaliumpermanganaatin kulutus	KMnO ₄ :n aiheuttama orgaanisen aineen kemiallinen hajoaminen, CODMn ≈ KMnO ₄ / 3,95 ≈ DOC.
Veden väri (mg Pt/l)	Veden väriä verrataan standardin väriin	Suodatetun näytteen väriä verrataan PtCl ₆ ⁻² standardiliuoksen tai kiekon väriin.
Veden absorbanssi	Absorbanssin mittaus	Suodatetun veden absorbanssi mitataan. Käytettyjä aallonpituuksia ovat esim. 254, 400, 420 tai 436 nm.

Kerrostuminen



- * Humus ja siihen sitoutunut rauta vaikuttavat huomattavasti veden väriin ja valon kulkuun vedessä.
- * Ruskea vesi sitoo tehokkaasti auringon valoa ja vesi lämpenee.
- * Tummavetisissä, hyvin humuspitoisissa järvissä, valon kulku on kirkasvetisiin järviin verrattuna huomattavasti heikompaa.
- * Jos valo ei pääse kulkemaan kunnolla syvimpiin vesikerrokseen, järvi lämpötilakerrostuu nopeammin ja jyrkemmin.
- * Kerrostuminen vaikuttaa merkittävästi veden kemiallisiin ja biologisiin ilmiöihin, kuten happi- ja ravinnepitoisuuksiin.

Hapenkulutus

- * Humus ja hajoava kiintoaines kuluttavat happea
- * Tummanvetisen järven syvemmät vesikerrokset saattavat kärsiä hapen puutteesta.
- * Hapen puute helpottaa fosforin vapautumista sedimenteistä ja vaikuttaa rehevöitymiseen. Kyseessä on ns. sisäinen kuormitus
- * Humus kuljettaa kasviravinteita (etupäässä fosforia) maalta ja pohjasedimenteistä vesiympäristöön .

Ravinnevarasto

- * Muodostamalla erilaisia yhdisteitä vedessä kasvinravinteiden kanssa, se pitää niitä kasviplanktonin saatavilla ja toimii ikään kuin niiden varastona.
- * Kerrostuminen hidastaa ravinteiden liikkumista syvän veden ja pintaveden välillä.
- * Humuksen sisältämät heikot hapot laskevat veden pH-arvoa.
- * Veden happamoituminen vaikuttaa orgaanisen hiilen kokonaismäärään vesissä.

Voimakas hiilipitoisuus stimuloi mikrobien kasvua

- * Korkea hiilipitoisuus lisää eläinplanktonin kasvua.
- * Humusjärvien ravintoverkkojen, eliökoostumuksen sekä niiden suhteiden on todettu olevan erilaisia kirkkaisiin järviin verrattuna.
- * Eläinplanktonin ravinnosta osa korvautuu huonompilaatuisella mikrobi-alkueläin- ravinnolla
- * Tämä johtuu pääosin hiilipitoisuuden kasvusta, joka on seurausta lisääntyneestä humuskuormituksesta

Elohopeaa

- * Valuma-alueen humuksen mukana tulee myös elohopeaa vesistöihin
 - * myötävaikuttaa elohopean metyloitumiseen
- * Metyylielohopea kertyy ravintoketjussa
 - * Mitä useampi porras ravintoketjussa on, sitä enemmän, elohopeaa kertyy ylempien portaiden saalistajiin
- * Suomessa korkeimmat elohopeapitoisuudet on mitattu pienten humusjärvien petokaloista

Humusaineet pääsevät ojistoa myöten vesistöihin

- * Ojitus johtaa suon kuivumiseen ja hapellisen pintakerroksen lisääntymiseen.
- * Seurauksena on humuksen huuhtoutumisen lisääntyminen.
- * Maan käytön ja muokkauksen myötä (ojitukset, kaivuut) pohjakerrosten humusaineet pääsevät paremmin valumaan vesistöihin.

Humuskuormitusjaksot vaihtelevat

- * Turvetuotannon humuspäästöt vaihtelevat suuresti riippuen alueen tuotantovaiheesta (kuntoonpano-, tuotanto- ja jälkikäyttövaihe), suon maantieteellisestä sijainnista ja suolla käytettävistä vesiensuojelumenetelmistä
- * Humuspäästöt vaihtelevat ajallisesti vuodenaikojen ja sääolosuhteiden mukaan
- * Se miten paljon humuskuormitus vaikuttaa vesistöihin, riippuu vastaanottavan vesistön ominaisuuksista ja sen sijainnista turvetuotantoalueeseen nähden.
- * Myös samaan vesistöön päätyvä muiden lähteiden kuormitus vaikuttaa humuspitoisuuksiin

Kiintoaine- ja humuskuormitus suurta suurten virtaamien aikaan

- * Kiintoainekuormitus on yleensä peräisin kuivatuksen edellyttämistä kaivuutöistä, sarkaojien puhdistamisesta ja syventämisestä, uomien eroosiosta ja sortumisista, sekä tuotantokentän eroosiolta suojaavan kasvipeitteen puuttumisesta
- * Myös raudan määrä vesistöissä kasvaa suuren kiintoainekuormituksen myötä.
- * Happipitoisten vesien raudasta pääosa on sitoutunut humukseen
- * Kiintoaine ja humuskuormitus on suurta suurten virtaamien aikana. Kuormituspiikit ovat erittäin suuria.

Metsätalous kuormittaa

- * Metsätalouden toimenpiteet, kuten ojitus, hakkuut ja maanmuokkaus sekä lannoitus aiheuttavat ravinne- ja kiintoainekuormitusta vesistöihin
- * Ojitus ja maanmuokkaus lisäävät valumia sekä kiintoaineen, ravinteiden ja raudan huuhtoutumista.
- * Avohakkuiden seurauksena ravinteiden ja raudan huuhtoutuminen lisääntyy.
- * Metsälannoitukset lisäävät maatalouden lannoituksen tavoin fosforin ja typen pitoisuuksia vesistöissä

Metsäojituksia tulisi tehdä harkiten

- * Metsäojituksen vesistöhaittoja voidaan vähentää töiden huolellisella suunnittelulla ja vesien purkukohdan sijoittamisella, töiden jaksotuksella ja oikealla ajoituksella, kaivuukatkoilla, tilapäispadoilla, havutuksilla, suojavyöhykkeillä, pintavalutuksella, lietekuopilla ja laskeutusaltaila

Suunnittelua kuormituksen ehkäisemiseksi

- * Metsän uudistamisen yhteydessä kuormitusta voidaan pyrkiä vähentämään rakentamalla suojavaohykkeitä sekä välttämällä voimakkaita maanmuokkausmenetelmiä ja aurausta rinteiden kaltevuuden suuntaisesti
- * Turhaa ojittamista on syytä välttää
- * Karttasovelluspohjaisten suunnittelutyökalujen käyttö parantaa suunnittelua
- * Vesiensuojelumenetelmiä voi ketjuttaa
- * Vesistönkuormitukseen voidaan vaikuttaa myös lannoitteiden levitysjankohdan, levitysmenetelmän sekä lannoitevalinnoilla .
- * Rungas metsäteiden rakentaminen voi myös aiheuttaa kuormitusta vesistöön



Lähdetietona mm.

Anni-Kaisa Kurri Pro gradu
Jyväskylän yliopisto
Kemian laitos
Soveltavan kemian osasto
30.08.2011

Paula Kankaala , FT, Itä-Suomen yliopisto
**Humuksen vaikutukset järvien
hiilenkiertoon ja ravintoverkostoihin 16.3. 2012**