



**TURVETUOTANNON HUMUSKUORMITUS JA HUMUS
VESISTÖSSÄ**

18.4.2012

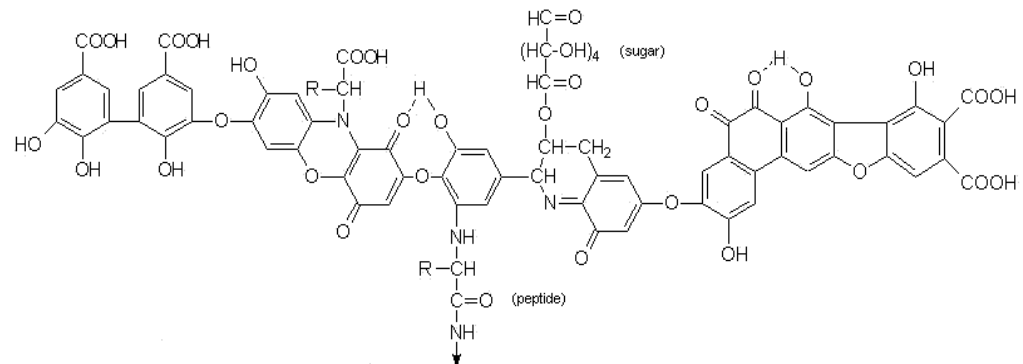
Mari Kangasluoma ja Kari Kainua

MITÄ HUMUS ON?

- Humus on yleisnimitys kasvien, eläinten ja pieneliöiden jäänteiden epätäydellisten hajoamistuotteiden muodostamasta aineksesta.
- Humusta muodostuu erityisesti suoalueilta, joita Suomessa on runsaasti
- Humus värjää vedet ruskean-keltaisiksi
- Humusta huuhtoutuu sadevesien mukana vesistöihin, jolloin suovaltaisten valuma-alueiden vedet ovat luonnostaan ruskeita
- Humus esiintyy veteen liuenneena ja läpäisee kiintoainemäärityksessä käytetyn suodattimen (0,45 µm)
 - Humuksen lisäksi vedessä on muutakin liuennutta orgaanista ainesta

MITÄ HUMUS ON?

- Koostuu monimutkaisista ja suurikokoisista hiiliyhdisteistä, jotka ovat peräisin hajoavasta eläin- ja kasviaineksesta sekä eliöiden eritteistä
- Humukselle ei ole olemassa yhtä kemiallista rakennekaavaa, vaan se muodostaa suuren määrän monimutkaisia orgaanisia yhdisteitä
- Suurin osa humuksesta on hiiltä
 - muita tärkeitä alkuaineita ovat happi (35-40 %), vety (4-5 %) ja typpi (1 %)
- Vedessä on myös muita hiiliyhdisteitä (esim. aminohapot, hiilihydraatit, vahat, hartsit jne) ja hiukkasmaista orgaanista ainesta (esim. plankton), jotka eivät ole humusta



Esimerkki humusmolekyylistä

MISTÄ HUMUSTA TULEE VESISTÖIHIN?

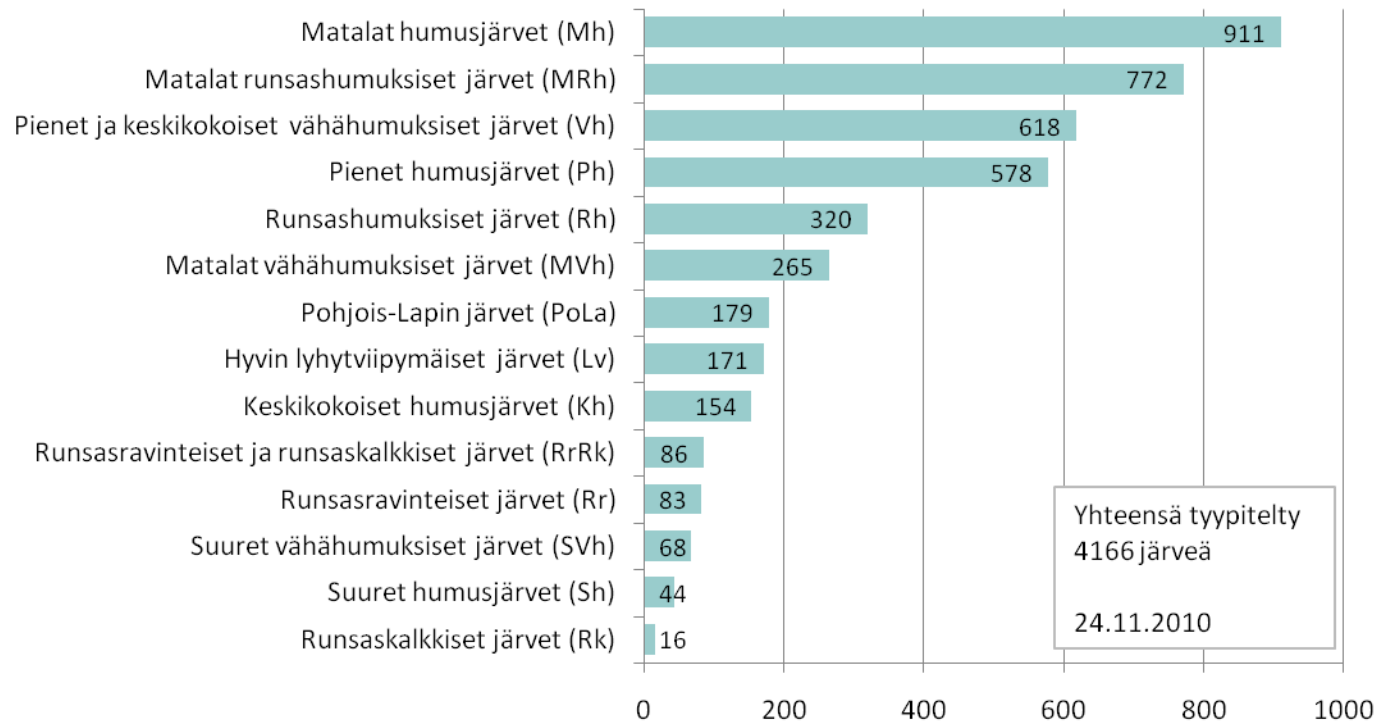
- Ihmistoiminta, mm. maan muokkaus, lisää humushuuhtoutumia
- Humuskuormitusta tulee esim. maa- ja metsätaloudesta ja turvesoilta
- Vesistöjen humuspitoisuuteen vaikuttaa tutkimusten mukaan mm.
 - Valuma-alueen ominaisuudet (esim. maaperä, kasvillisuus, soiden osuus)
 - Vuodenaika ja sää
 - Vesimuodostuman koko ja viipymä
 - Maantieteellinen sijainti
 - Maankäyttö (esim. maatalous, ojitus)

HUMUSJÄRVIEN ESIINTYMINEN SUOMESSA 1/2

- Suomen järvistä yli 60 % on tummavetisiä, mikä johtuu pääosin humuksesta
- Suomen järvet erotellaan tyypeiksi seuraavien tekijöiden mukaan
 - Järven pinta-ala
 - Valuma-alueen maaperän laatu
 - Järven syvyysuhteet
 - Veden viipymä
 - Maantieteellinen sijainti
- Tyypitys maaperän laadun vaikutuksen perusteella pohjautuu väriarvoon ja siten humuspitoisuuteen
 - Vähähumuksiset järvet: luontainen väri alle 30 mg/l Pt
 - Humusjärvet: luontainen väri 30-90 mg/l Pt
 - Runsashumuksiset järvet: luontainen väri yli 90 mg/l Pt

HUMUSJÄRVIEN ESIINTYMINEN SUOMESSA 2/2

Järvien lukumäärät tyypeittäin



Tyypittely kattaa parhaiten suuret ja keskikokoiset vesistöt. Pienempiä järviä ei ole kattavasti tyypitelty.

Lähde: Suomen ympäristökeskuksen [www-sivut](http://www.ymparisto.fi)

HUMUKSEN MÄÄRITTÄMINEN

- Ei ole olemassa yhtä analyttistä menetelmää humuksen monimuotoisen olemuksen vuoksi
 - Monia määritysmenetelmiä, joissa omat etunsa ja heikkoutensa
 - Määitykset perustuvat hiilipitoisuuksiin tai veden väriin
- Yleisesti sanoen orgaanisesta hiilestä humusaineiden hiilen osuus on luokkaa 50 %
 - Orgaanisen hiilen määritysmenetelmillä humuksen hiiltä ei kuitenkaan saada erotettua
- Turvetuotannon päästötarkkailussa käytetään yleisesti COD_{Mn}-menetelmää, jossa mitataan veden kemiallisesti kuluttaman hapen määrää
 - Sisältää siis kaiken kemiallisesti hapenkulutusta aiheuttavan aineksen (mm. ammonium-tyyppi)
- Orgaanisen kokonaishiilen (TOC), kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) ja värin välillä on positiivinen riippuvuus
 - Orgaanisen kokonaishiilen ja kemiallisen hapenkulutuksen välinen suhde on:

$$TOC = \frac{COD_{Mn}}{1,1...1,4}$$
- Humusaineita voidaan jakaa eri luokkiin esim. liukoisuuden perusteella

Menetelmä	Yksikkö	Edut (+), heikkoudet (-)
Liuennut orgaaninen hiili (DOC)	mg/l	+ tarkin menetelmä – ei kuitenkaan pystytä erottamaan humusaineiden hiiltä muista hiiliyhdisteistä – kallis
Kemiallinen hapenkulutus (COD _{Mn})	mg/l O ₂	+ yleisesti käytetty, kuvaa kaikkea kemiallisesti hapettuvaa ainesta + tuloksesta saadaan laskettua TOC
Väri	mg/l Pt	+ helppo ja halpa – subjektiivinen – muut vedessä olevat väriaineet (esim. rauta) vaikuttavat tulokseen
Veden absorbanssi		+ jatkuvatoiminen mittaus mahdollista – vedessä oleva plankton vaikuttaa tulokseen

MITEN HUMUS KÄYTTÄYTYY VESIEKOSYSTEEMISSÄ?

- Humusjärvissä humusaineet ovat osa luonnon prosesseja ja tärkeitä ekosysteemille
- Humus vaikuttaa veden väriin ja valon kulkuun ja siten mm. veden kerrostumiseen → happiongelmat ja ravinteiden vapautuminen sedimentistä
- Humuksen hapot laskevat vesien pH-arvoa
- Humus toimii puskurina → happaman laskeuman vaikutus vähäisempi kuin kirkkaissa vesissä
- Muodostaa yhdisteitä (komplekseja) esim. raskasmetallien kanssa → vähentää raskasmetallien aiheuttamia biologisia haittavaikutuksia
- Humus toimii ravinteiden (P ja N) suorana ja epäsuorana lähteenä
- Humusvesissä ravintoverkot ja eliöyhteisöt ovat erilaisia kuin kirkkaissa vesissä
 - Esim. bakteerit tärkeässä asemassa ravintoverkon alkupäässä (kirkkaissa järvissä plankton)
 - Tummanvetiseen ja happamaan ympäristöön sopeutuneet eliöt

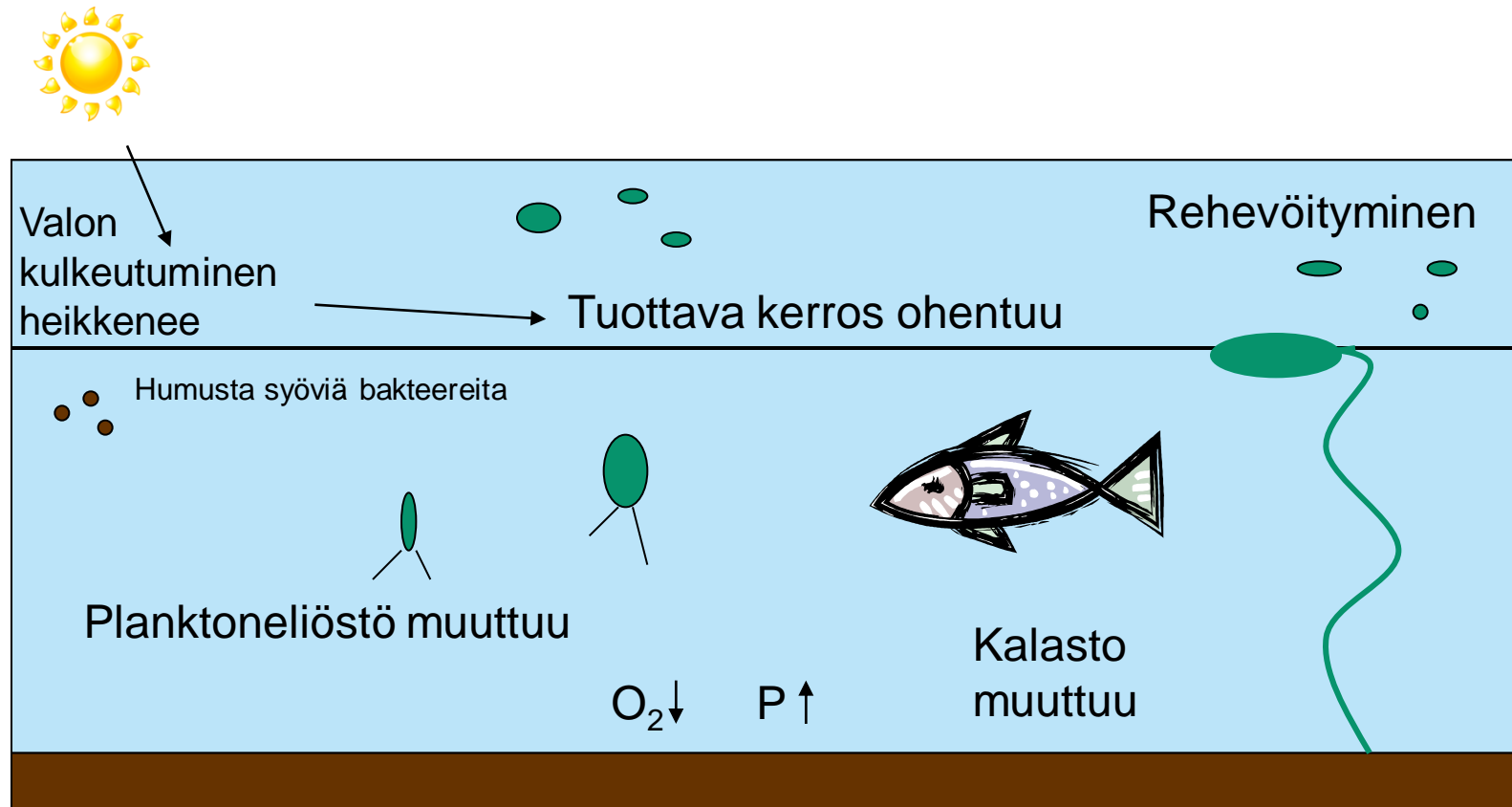
HUMUSKUORMITUS

- Humusta ei voi pidättää laskeuttamalla
- Kiintoaineeseen (orgaaniseen tai epäorgaaniseen) kiinnittyneen humuksen osalta poistumaa voi tapahtua laskeutuksen kautta
- Kiintoaineeksi katsotaan epäorgaaninen ja orgaaninen aines, joka pidättyy tietyn kokoiseen suodattimeen (esim. 0,45 µm)
- Orgaanisen kiintoaineuksen määrä saadaan laskemalla kuiva-aineen ja palaneen (poltetun) kuiva-aineen erotus eli hehkutushäviö
- Humuskuormitus vaihtelee suuresti riippuen mm.
 - Turvetuotantoalueen tuotantovaiheesta (kuntoonpano-, tuotanto- ja jälkikäyttövaihe)
 - Suon sijainnista
 - Käytettävistä vesiensuojelumenetelmistä
 - Sääolosuhteista ja vuodenaajoista
- Ojitukset lisäävät valunnan vaihtelua ja siten kuormitusta ylivirtaamatilanteessa. Keväällä suuret sulamisvesimäärät laimentavat humuspitoisuuksia, mutta virtaamien kasvu voi lisätä humuksen ainevirtaamia.

HUMUSKUORMITUKSEN MAHDOLLISET VESISTÖVAIKUTUKSET

- Veden tummuminen
 - Valon kulkeutumisen väheneminen
 - Kerrostuneisuuden voimistuminen
 - Tuottavan kerroksen paksuuden pieneneminen
- Rehevöityminen
 - Rehevöitymistä voi seurata, vaikka tuottavan kerroksen paksuus pienenee → ravinteita käyttävien eliöiden lajimuutokset (esim. siimoilla liikkuvan limalevän lisääntyminen)
 - Humuksessa on ravinteita käytettäväksi sekä suoraan että epäsuoraan eli hajoamisen kautta
 - Leväkukinnat, vesikasvillisuuden lisääntyminen, kalaston muuttuminen
- Happitilanne
 - Kerrostuneisuuden voimistuminen voi heikentää alusveden happitilannetta
- Laji- ja biomassamuutokset
 - Edellä mainittujen fysikaalisten, biologisten ja kemiallisten muutosten seurauksena esim. arvokalaston häviäminen
- Virkistyskäytön heikentyminen
 - Uiminen ja kalastus

Humuskuormituksen vaikutuksia järvessä

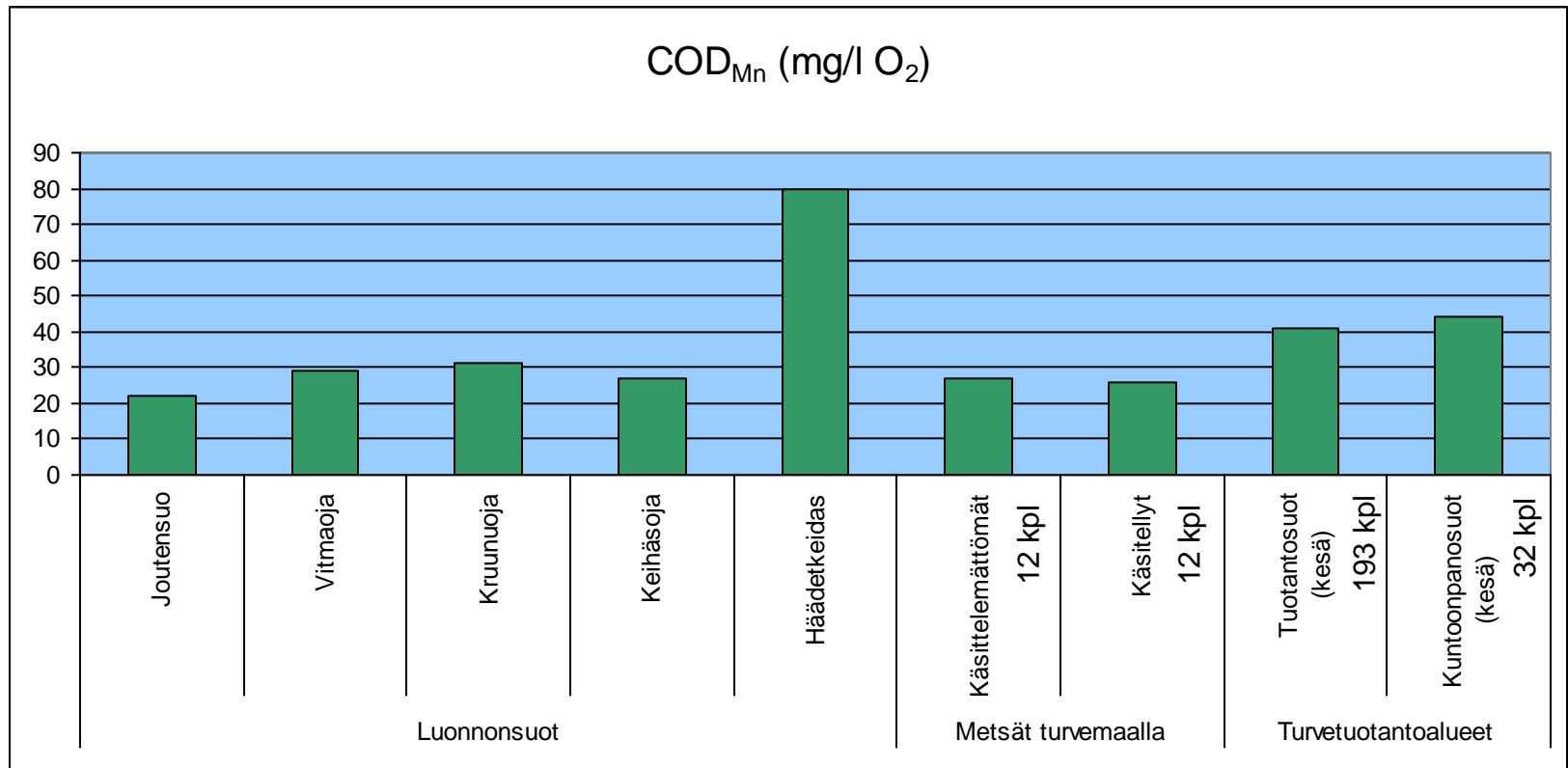


TURVETUOTANNON HUMUSKUORMITUS JA MUISTA KUORMITUSLÄHTEISTÄ TULEVA HUMUSKUORMITUS (1/3)

- Selvityksessä verrattiin turvetuotantoalueiden humuskuormitusta (COD_{Mn}) luonnontilaisten soiden ja turvepohjaisten metsäalueiden kuormitukseen
- Osa humuspitoisuuksista ilmoitettu TOC:na → tulokset muunnettu COD_{Mn} :ksi
- Turvetuotantoalueiden päästötiedot Pohjois-Pohjanmaalta, Kainuusta ja Länsi-Suomesta ja Lapista v. 2005-2009
 - Kuntoonpanosuot 32 kpl
 - Tuotantosuo 193 kpl
- Luonnontilaiset suot
 - 5 kpl
 - suurin osa tuloksista kesäajalta
 - osa tiedoista kirjallisuudesta
- Turvepohjaiset metsäalueet
 - 12 kpl käsittelemätöntä aluetta
 - 12 kpl käsiteltyä aluetta
 - Tiedot kirjallisuudesta

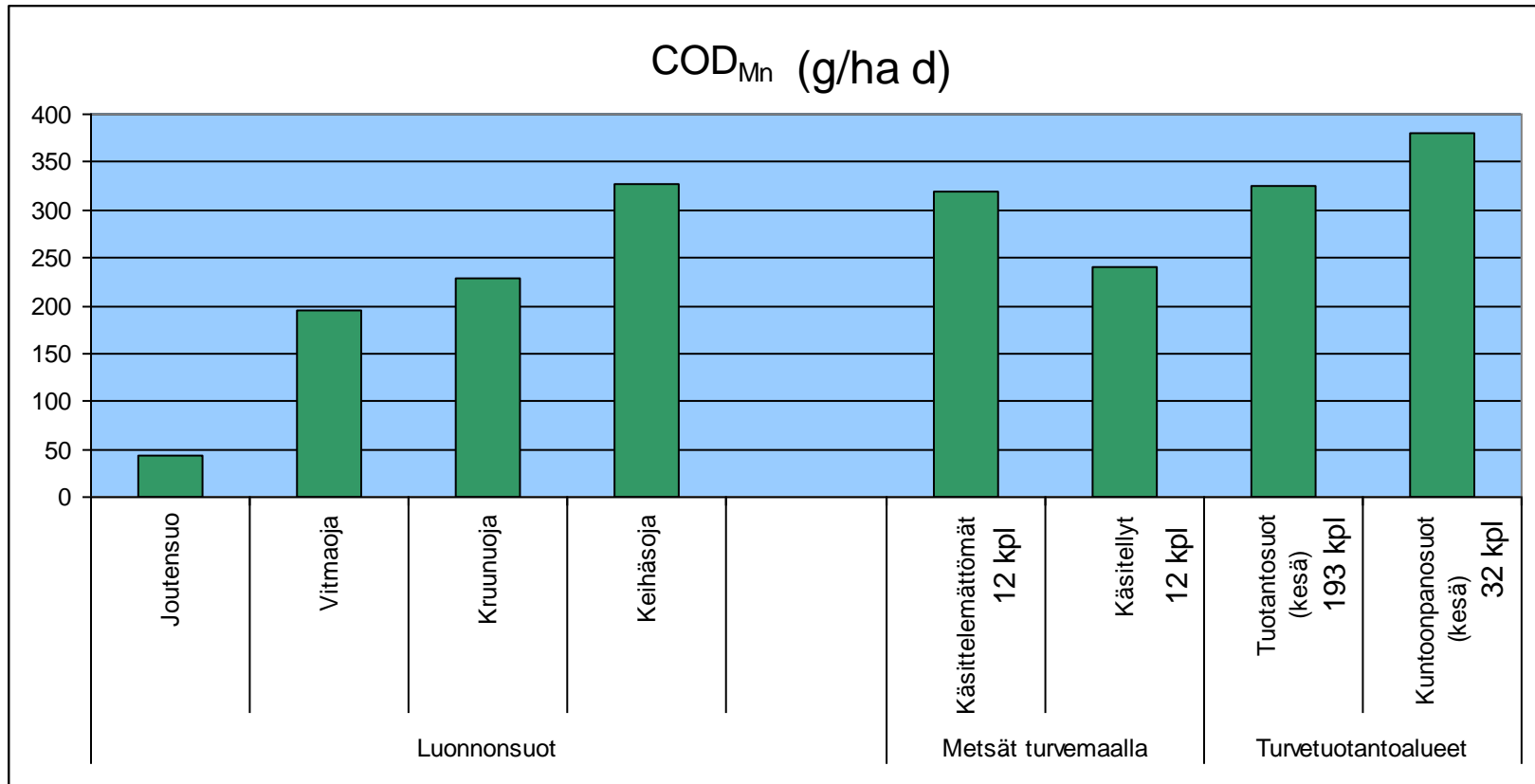
TURVETUOTANNON HUMUSKUORMITUS JA MUISTA KUORMITUSLÄHTEISTÄ TULEVA HUMUSKUORMITUS (2/3)

COD_{Mn}-pitoisuus



TURVETUOTANNON HUMUSKUORMITUS JA MUISTA KUORMITUSLÄHTEISTÄ TULEVA HUMUSKUORMITUS (3/3)

Ominaiskuormitus

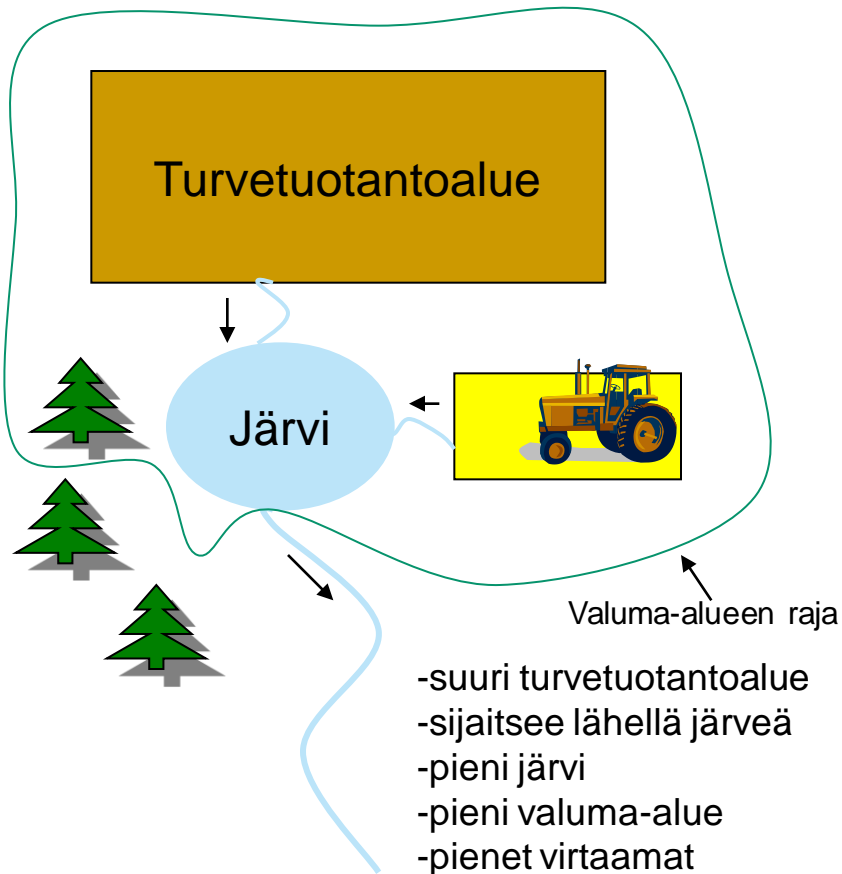


TURVETUOTANNON HUMUSKUORMITUKSEN MERKITYS VESISTÖSSÄ

- Turvetuotanto keskittyy alueille, jotka luonnostaan turvevaltaisia ja vedet siten humuspitoisia
- Turvetuotannon humuskuormitus tiedetään ympäristölupaehtojen mukaisen päästötarkkailun perusteella, mutta muiden kuormittajien ei, mistä johtuen vaikutustarkkailussa on vaikea arvioida turvetuotannon aiheuttamia vaikutuksia
- Koska humuskuormituksen vaikutus ja sen voimakkuus ovat riippuvaisia useista eri tekijöistä, pelkkien päästötietojen eli yksittäisten kuormituslukujen perusteella turvetuotantoalueen kuormituksen merkitystä vesistössä ja vaikutuksia on mahdoton arvioida
- Humuskuormituksen merkitys vesistössä vaihtelee riippuen mm.
 - valuma-alueen (esim. koko, maaperä, kasvillisuus, alueen korkeussuhteet) ja vastaanottavan vesistön ominaisuuksista (esim. koko, viipymä, vedenlaatu)
 - turvetuotantoalueen sijainnista vesistöön nähden
 - turvetuotantoalueen pinta-alan ja vesistön valuma-alueen välisestä suhteesta
 - muusta vesistöön aiheutuvasta kuormituksesta
- Humuskuormituksen vesistövaikutukset ja vesistövaikutusten merkittävyys arvioitava aina tapauskohtaisesti

Turvetuotantoalueen humuskuormituksen vaikutus järven vedenlaatuun

Suuri vaikutus



Pieni vaikutus

