

Maarian altaan vedenlaatu 1981-2009

Katariina Kiviluoto (toim.), Aurajokisäätiö
Pirkko Pajakko, Turun Vesilaitos
2009

Sisällysluettelo

1. Johdanto	2
Maarian allas	2
Yleistä vedenlaadusta.....	2
Sisäinen ja ulkoinen kuormitus	3
Eliötoiminta	3
2. Fysikaalis-kemialliset tekijät.....	5
Fosfori	5
Typpi.....	5
Happi	5
Kemiallinen hapenkulutus	6
Happamuus eli pH	6
Sameus (FTU)	6
Väri	7
Sähkönjohtavuus	7
Rauta (Fe).....	7
Mangaani (Mn).....	7
Suolistobakteerit.....	8
3. Maarian altaan vedenlaatutiedot	9
Aineisto ja tutkimusmenetelmät	9
Fosfori	10
Typpi.....	12
Happi	14
Kemiallinen hapenkulutus	16
Sameus.....	18
Happamuus eli pH	20
Väri	22
Johtavuus	23
Rauta.....	24
Mangaani.....	25
Suolistobakteerit	25
Fosfori ja happi	27
Rauta ja mangaani	29
Levät	30
4. Johtopäätökset.....	31
5. Lähteet.....	32

1. Johdanto

Tämä raportti on laadittu Aurajokisäätiölle osana Maarian allas-hanketta. Maarian allas-hanke on saanut osarahoitusta Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman Leader-toimintalinjasta Varsin Hyvä ry:n ja Varsinais-Suomen TE-keskuksen kautta. Raportin aineisto pohjautuu Turun vesilaitoksen vuosina 1981-2009 keräämiin vesinäytteisiin sekä muuhun viime vuosien aikana Maarian altaasta kerättyyn aineistoon. Raportti sisältää myös yleisen vedenlaatua käsittelevän osion, jossa on käytetty lähteenä aihetta käsittelevää kirjallisuutta.

Maarian allas

Maarian allas on Turussa, entisen Maarian kunnan alueella sijaitseva tekoallas, joka valmistui vuonna 1980. Maarian allasta käytetään Turun varavesilähteenä ja se muodostui, kun Aurajoen sivu-uoman Vähäjoen (Paattistenjoki) poikki rakennettiin maapato Ävikin kohdalle. Altaan pohjoisosassa on muodoltaan jokimainen ja eteläosa allasmainen. Rannat ovat pinnanmuodostukseltaan vaihtelevia: pohjoisosassa jyrkkiä ja kovapohjaisia, eteläosassa taas alavia ja savipohjaisia. Altaan pinta-ala on 70 ha ja sen valuma-alue 92 km². Tilavuutta altaalla on 3,6 milj. m³. Altaan valuma-alue on pieni suhteessa sen tilavuuteen, joten sen täyttyminen ja veden vaihtuminen on hidasta. Koska allas on padottu jokilaakso, sen syvyys lisääntyy patoa kohti ja on syvimmillään 8 -12 metriä. Altaan syvyys aiheuttaa kesällä ja talvella veden kerrostumista päällysväli- ja alusvedeksi.

Paattistenjoki tuo Maarian altaaseen vettä niin Vahdon ja Paattisten pohjoisosien suoalueilta kuin savipitoisilta maanviljelysalueiltakin. Maarian altaan vesi on ravinnepitoista ja sameaa, maatalouden, haja-asutuksen, pienteollisuuden ja luonnonhuuhtoumien kuormittamaa. Pitkinä kuivakausina vesi kirkastuu sameushiukkasten vajotessa alaspäin, mutta tulvat sekoittavat veden uudelleen. Pohjan läheisessä vesikerroksessa eli alusvedessä on havaittu lämpötilakerrostuneisuudesta johtuvaa happikatoa kesäisten ja talvisten alivirtaamakausien aikana. Altaan vedenlaatu on ekologisen luokittelun perusteella välttävä ja sinileväkukintoja ilmenee altaalla lähes vuosittain. Kokonaisfosforipitoisuuden perusteella allas on ylirehevä.

Maarian allas toimii tällä hetkellä Turun kaupungin varavesilähteenä, mutta Turun seudun tekopohjavesihankkeen toteutuessa altaan käyttöön on tulossa muutoksia. Pato tulee säilymään tulevaisuudessa, mutta altaan jatkokäytöstä ei ole varmaa tietoa. Allas ja sen ympäröimä metsäalue ovat tällä hetkellä ahkerassa virkistyskäytössä ja virkistyskäytön mahdollisuuksia tutkitaan laajemminkin. Valmisteilla oleva Maaria-Paattisten osayleiskaava saattaa muuttaa altaan luonnetta erityisesti altaan pohjoisosassa, kaupungin omistamilla mailla.

Maarian allasta koskevat omat, vesioikeuden päätöksellä annetut erityiset suoja-alueääräyksensä. Määräykset rajoittavat suoja-alueen käyttöä ja edellyttävät omia vesiensuojeluun liittyviä toimenpiteitä. Määräykset koskevat mm. jätevesien käsittelyä, peltojen lannoitusta sekä vedenlaadulle haitallisten aineiden käsittelyä ja käyttöä.

Yleistä vedenlaadusta

Puhdas vesi on hajutonta, mautonta ja väritöntä. Veden väriin vaikuttavat esimerkiksi humus, rauta ja mangaani. Makua veteen antavat erilaiset aineet, kuten esimerkiksi rikkivety, mangaani ja orgaaniset aineet. Vedenlaatu on usean eri tekijän yhteisvaikutusten tulosta. Vesistöön liittyvät luonnolliset tekijät, sääolot, ulkoinen ja sisäinen kuormitus sekä eliötoiminta vaikuttavat kaikki omalta osaltaan vedenlaatuun.

Vedenlaadun tutkimiseen ja tarkkailuun voi olla useita eri syitä, jotka liittyvät vesistön ja veden käyttötarkoituksiin. Esimerkiksi juomavedeksi tarkoitettu vettä tutkitaan tarkkaan ihmiselle haitalliset aineet. Koska Maarian altaan vettä käytetään tarvittaessa talousveden valmistamiseen, on vedenlaatua tutkittava tarkasti, jotta veden puhdistamiseen tarvittavia kemikaaleja osataan annostella oikea määrä. Maarian altaan vedestä tutkitaan tämän takia mm. sameus, orgaaninen aine, pH, veden haponsitomiskyky (alkaliteetti), indikaattoribakteerit ja levät.

Levien esiintyminen ja veden hygieeninen laatu ovat olennaisia veden uimakelpoisuutta tarkasteltaessa. Rehevöityneestä järvestä analysoidaan eritoten rehevöitymiskehityksestä kertovia tekijöitä. Vedenlaatua tarkkailemalla saadaan painopisteestä huolimatta aina arvokasta tietoa, joka on hyödynnettävissä monin eri tavoin.

Sisäinen ja ulkoinen kuormitus

Vesistöt ovat kiinteässä vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa ja vedenlaatu vaihtelee eri vesistöissä jo luonnollisistakin syistä. Esimerkiksi valuma-alueen laajuus, maastonmuodot sekä maa- ja kallioperän laatu vaikuttavat olennaisesti vedenlaatuun. Lounais-Suomen saviperäisillä alueilla sijaitsevat vesistöt ovat jo lähtökohtaisesti rehevämpiä ja sameampia kuin karumpien harjumaiden järvet ja joet. Luonnollisista tekijöistä vesistön pinta-ala, syvyys, tilavuussuhteet ja vesitase sekä virtaus-, valaistus- ja tuuliolot määräävät pitkälti vedenlaadun perustason ja vesistön edellytykset sietää ulkoapäin tulevaa kuormitusta. Myös sääoloilla on suuri vaikutus vedenlaatuun: vedenlaadun vaihtelu voi olla vuosittain voimakastakin vallitsevista sääoloista riippuen.

Ulkoinen kuormitus muodostuu luonnonhuuhtoumasta sekä ihmisen aikaansaamasta muusta kuormituksesta. Luonnonhuuhtouman määrä riippuu pitkälti valuma-alueen maa- ja kallioperästä sekä vesistön luonnollisista ominaisuuksista. Savimaiden luonnonhuuhtouma on suurempi kuin esimerkiksi harjumailta tuleva luonnonhuuhtouma. Lounais-Suomen pellot ovat myös muun Suomen peltoja pitemmän aikaa syksyllä ja talvella ilman lumen ja roudan tuomaa suojaa ja näin ollen alttiina eroosiolle ja huuhtoutumiselle.

Muu ulkoinen kuormitus muodostuu valuma-alueelta tulevan veden sisältämistä ravinteista, orgaanisista aineista, ilmalaskeumasta sekä vesistöön johdetuista jätevesistä. Ihmistoiminnasta johtuva ulkoinen kuormitus aiheuttaa aina jonkinasteisia muutoksia vesistöissä. Vesistön kyky sietää näitä muutoksia riippuu pitkälti vesistön tilavuudesta, keskisyvyydestä ja viipymästä. Esimerkiksi matalat ja pienet järvet sietävät ulkoista kuormitusta huomattavasti enemmän kuin isot tai syvät järvet.

Ulkoisen kuormituksen lisäksi puhutaan sisäisestä kuormituksesta. Tällä tarkoitetaan noidankehämäistä prosessia, jossa pohjakerroksiin varastoituneet ravinteet vapautuvat hapettomissa olosuhteissa suoraan veteen ja kiihdyttävät rehevöitymistä edelleen. Sisäinen kuormitus kertoo yleensä pitkään jatkuneesta ulkoisesta kuormituksesta.

Kuormitus voi olla peräisin haja- tai pistelähteistä. Pistekuormituksessa kuormituksen lähde voidaan paikallistaa hyvinkin tarkkaan esimerkiksi jätevedenpuhdistamoon. Hajakuormituksesta puhutaan, kun kuormitus tulee laajalta alueelta valumavesien mukana, eikä yksittäistä kuormituspistettä voida tarkemmin määrittää. Pelloilta huuhtoutuvat ravinteet ja yksityistalouksien jätevedet ovat tyypillisiä hajakuormituksen lähteitä.

Eliötoiminta

Eliötoiminta on keskeisessä asemassa vedenlaatua tarkasteltaessa. Eliötoiminta jaetaan perustuotantoon (levät ja vesikasvit), kulutukseen (eläinplankton, pohjaeläimet ja kalat) sekä

hajotustoimintaan (bakteerit ja sienet). Nämä muodostavat monimutkaisen toisiinsa kytköksissä olevan kokonaisuuden. Eliötoiminnan tasapainoon vaikuttavat mm. vesistöön tuleva kuormitus, säätilan sanelemat lämpöolot sekä vesistöön liittyvät luonnolliset tekijät. Ulkoinen kuormitus muuttaa aina jossain määrin myös eliötoiminnan luonnollista tasapainoa. Muutokset tasapainossa näkyvät mm. vesistön pintakerrosten leväkukintoina.

2. Fysikaalis-kemialliset tekijät

Vedenlaatua voidaan mitata tutkimalla vedestä erilaisia ominaisuuksia ja ainepitoisuuksia. Vedenlaadun indikaattoreina tai kuvaajina voidaan käyttää esimerkiksi fosforia, typpeä, rautaa ja mangaania, happipitoisuutta ja pH:ta, vedestä mitattavia sameus- ja väriarvoja, sähkönjohtavuutta ja kemiallista hapenkulutusta sekä suolistobakteereiden määrää. Näiden indikaattorien perusteella voidaan tehdä arvioita vesistön tilasta. On pidettävä kuitenkin mielessä, että vallitsevat sääolot ja vesistön luonnolliset ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi mittaustuloksiin. Mittaustulokset saattavatkin vaihdella voimakkaasti vuodesta toiseen jo pelkästään säätilasta riippuen.

Fosfori

Järvien rehevyys selvitetään yleensä veden fosforipitoisuuden perusteella. Kokonaisfosfori (Kok. P) kertoo vedessä olevan fosforin kokonaismäärän ja sitä käytetään rehevyyttä määritettäessä. Erittäin rehevissä järvissä kokonaisfosfori on yli 50 µg/l ja ylirehväksi järvi luokitellaan, kun fosforipitoisuus ylittää 100 µg/l. Mikrogramma eli µg on gramman miljoonasosa. Leväkukinnoille otolliset olosuhteet syntyvät, kun kokonaisfosfori nousee yli 50 µg/l. Savimaiden vesistöissä pitoisuudet ovat luonnostaan hieman korkeampia kuin harjumilla.

Säätilan vaihtelut saattavat nostaa kokonaisfosforipitoisuudet korkeallekin tasolle. Kevättulvat ja syysateet näkyvät tilastoissa yleensä korkeina fosforipitoisuuksina, kun fosforia huuhtoutuu kiintoaineeseen sitoutuneena pelloilta. Kesäisin kasvipeite suojaa peltoja huuhtoutumiselta. Kesäaikaan ajoittuvat ja nopeasti nousevat fosforipitoisuudet taas viittaavat sisäiseen kuormituksen. Kohonneet pohjan fosforipitoisuudet kulkevat käsi kädessä alentuneiden happipitoisuuksien kanssa. Pohjalla vallitseva happikato kiihdyttää fosforin liukenemista veteen ja lisää näin sisäistä kuormitusta.

Fosforista voidaan määrittää myös fosfaattifosfori (PO₄). Fosfaattifosfori on levien pääasiallisesti käyttämä fosforiyhdiste, jota ei yleensä löydy kasvukaudella, koska levät käyttävät sen tehokkaasti hyödykseen. Talviaikaan fosfaattifosforia voi sen sijaan löytyä.

Typpi

Vesistöihin tulee typpeä jätevesien, valumavesien ja sadevesien mukana. Viljelyillä alueilla typpeä tulee vesistöön myös pelloilta. Typpipitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti kausittain. Kesällä pitoisuudet ovat matalammat, koska typpeä kuluu tuotantoon. Talvella pitoisuustaso on korkeampaa, koska typen käyttö on vähäistä.

Vesistöistä tutkitaan esimerkiksi ammonium-pitoisuuksia (NH₄) sekä nitraattia (NO₃), jotka ilmoitetaan yksikössä µg/l. Ammoniumia tulee vesistöön lähinnä yhdyskuntien jätevesistä. Yli 100 µg:n ammoniumpitoisuudet kertovat jätevesikuormituksesta ja vesistön heikentyneestä happitilanteesta. Mikrobit muuttavat typpiyhdisteitä herkästi ammoniumin, nitriitin ja nitraatin välillä. Osa sinilevistä pystyy myös sitomaan suoraan ilmakehän typpeä omaan käyttöönsä.

Happi

Happi on elintärkeä aine vesistöissä. Kalat kuluttavat happea hengittäessään ja bakteerit taas hajottaessaan eloperäistä ainetta. Happipitoisuus ja sen vaihtelu kertovat vesistön tilasta. Hyvässä tilassa olevassa vesistöissä alusveden happitilanne pysyy myös talvikaudella hyvänä, eikä

happikatoa esiinny. Alusveden alentuneet happipitoisuudet viittaavat yleensä sisäiseen kuormitukseen ja kertovat tuotannon ja hajotustoiminnan välisestä epäsuhdasta.

Rehevöitymiskehitys lisää happea kuluttavaa hajotustoimintaa ja saattaa johtaa happikatoon. Hapettomat olosuhteet taas kiihdyttävät mm. fosforin, raudan ja mangaanin liukenemista veteen. Pohjan alentuneita happipitoisuuksia voi esiintyä kesäisin erityisesti matalissa ja ruskeissa vesistöissä. Talvikauden alhaiset happipitoisuudet alusvesissä taas saattavat johtaa happikatoon ja kalakuolemiin. Päälyysveden kesään ajoittuva runsas happipitoisuus kertoo kiihtyneestä perustuotannosta ja leväkukinnoista.

Ilmakehästä liukenee happea veden lämpötilasta riippuen. Happipitoisuuteen vaikuttaa myös vesistön lämpötilakerrostuneisuus. Talvella päälyysveden normaali happipitoisuus on 12 -13 mg O₂/l, kun taas kesällä päälyysveden happipitoisuus on normaalistikin hieman alhaisempi 8 - 9 mg O₂/l. Alusveden hyvä happipitoisuus vaihtelee arvojen 4 - 8 mg O₂/l välillä.

Kemiallinen hapenkulutus

Kemiallinen hapenkulutus kertoo epäsuorasti vedessä olevan orgaanisen aineksen määrän. Orgaaninen aines voi olla esimerkiksi humusta, jätevettä, maatalouden päästöjä tai luonnonhuuhtoumaa. Ruskeasävyisten vesien kemiallinen hapenkulutus on luonnostaan korkeampi korkeamman humuspitoisuuden vuoksi. Humusvesissä korkea luku ei välttämättä johda suureen hapenkulutukseen. Humus luonnonoloissa hitaasti hajoavaa. Muista syistä johtuva korkea lukuarvo kertoo herkemmin alttiudesta alusveden hapenpuutteeseen. Kemiallista hapenkulutusta mitataan esim. KMnO₄-luvulla. Yksikkönä käytetään KMnO₄ mg/l. Menetelmä on pienin muutoksin ollut käytössä noin vuosisadan.

Happamuus eli pH

Neutraalin veden pH on 7,0. Vesieliöt ovat sopeutuneet elämään vedessä, jonka pH on 6,0 - 8,0. Suomalaiset vesistöt ovat yleensä luonnostaan happamia, mutta rehevöityneissä järvissä voimakkaat leväkukinnat saattavat nostaa pH:n tasolle 8,0 -10,0. Liian korkeat pH-arvot aiheuttavat kaloille mm. kidusvaurioita. Alhaisen pH-arvojen (alle 6,0) yhteydessä puhutaan happamoitumisesta, joka sekin on haitallista kalastolle.

Vuodenajat ja lämpötilakerrostuneisuus vaikuttavat veden pH-arvoihin. Vesistöjen pH on normaalisti alhaisempi talvella kuin kesällä. Alusveden pH on yleensä alhaisempi kuin päälyysveden.

Sameus (FTU)

Sameusarvo kuvaa vedessä esiintyvää sameutta. Sadannan aiheuttama huuhtouma ja uomaerosio vaikuttavat sameusarvoihin voimakkaasti ja näin ollen sameusarvot vaihtelevat vuodenajasta ja sääoloista riippuen. Vesi on yleensä sameampaa kesäisin päälyysveden leväkukintojen vuoksi. Maatalousmaidien läpi virtaavien, kuormitettujen vesistöjen vedet ovat yleensä voimakkaan sameita erityisesti kevättulvien ja syyssateiden aikaan.

Sameutta kuvaavana yksikkönä käytetään FTU:ta. Kirkkaan veden sameusarvo on korkeintaan 1 FTU. Tulvien aikana sameus saattaa olla useita satoja FTU-yksikköä.

Väri

Veden väriarvo kertoo vesistön ruskeudesta, joka liittyy yleensä veden humuspitoisuuteen. Suoalueiden läpi virtaavissa vesissä väriarvo on yleensä humuspitoisuuden vuoksi jo luonnostaan korkea. Vuodenajat vaikuttavat väriarvoihin, samoin kuin sadanta. Kuivalla kaudella väriarvo laskee, kun taas voimakkaiden sateiden jälkeen väriarvo nousee. Rauta, vedessä olevat levät, humus sekä erilaiset kiinteät ja liuenneet aineet nostavat väriarvoja.

Väriarvona mitataan yksikössä mg/l Pt. Määritys tehdään silmämääräisesti vertaamalla näytettä platina-kobolttiasteikkoon (Pt). Värittömän veden ohjearvona pidetään 5 -15 mg/l Pt, humuspitoisissa vesistöissä väriarvot asettuvat välille 50 -100 mg/l Pt. Erittäin ruskeissa vesissä väriarvot ylittävät 100 mg/l Pt.

Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuudella mitataan vedessä olevien liuenneiden suolojen määrää. Suuri arvo kertoo suolapitoisuudesta. Sähkönjohtavuus ei paljoa vaihtele vuodenaikojen välillä, mutta suolapitoisuus aiheuttaa lämpimässä vedessä suuremman johtavuuden. Pohjalla taas voidaan havaita arvon kohoamista talvikaudella. Sähkönjohtavuus ilmoitetaan yksikössä mS/m (millisiemens/metri) tai μ S/m (mikrosiemens/senttimetri). Jos mikrosiemensit (μ S/m) halutaan muuttaa millisiemensiksi (mS/m,), käytetään kertoimena lukua 10. Vesilaitoksen tulokset ilmoitetaan 25° C lämpötilassa.

Sähkönjohtavuutta lisäävät jätevedet ja peltolannoitus. Voimakkaasti viljelyillä ja jätevesien kuormittamilla alueilla sähkönjohtavuus vaihtelee välillä 15 -20 mS/m. Pohjalla hajoava orgaaninen aines lisää sähkönjohtavuutta ja arvo kasvaakin pintavesistä pohjaa kohden mentäessä. Suomen merialueiden sähkönjohtavuus on maailman merien mittakaavassa alhainen eli noin 1000 mS/m.

Rauta (Fe)

Rauta on vesistöissä tärkeä ravinne ja kasvien kasvua säätelevä tekijä. Liian korkeat rautapitoisuudet aiheuttavat muutoksia vesistöjen tilassa. Pohjan alhaiset happipitoisuudet vapauttavat rautaa. Pohjan kohonneet rautapitoisuudet kertovatkin sisäisestä kuormituksesta.

Rautapitoisuus ilmoitetaan yksikössä mg/l Fe. Hyvässä talousvedessä rautapitoisuus ei saisi ylittää 0,2 mg/l Fe. Yksityistalouksien vesissä rautapitoisuuksien ohjearvona pidetään 0,5 mg/l Fe.

Mangaani (Mn)

Mangaani on kivennäisaine, jota esiintyy vesistöissä korkeina pitoisuuksina samanaikaisesti raudan kanssa. Mangaania vapautuu pohjan hapettomissa olosuhteissa nopeasti. Hapellisissa oloissa mangaanin pitoisuudet ovat pieniä. Mangaani aiheuttaa lähinnä käyttöhaittoja, kuten makuvirheitä ja saostumia. Talousvedeksi puhdistettavasta vedestä mangaanin poistaminen vaatii tehokkaita toimia. Mangaanin pitoisuus ilmoitetaan yksikössä mg/l Mn. Hyvän talousveden raja-arvona pidetään pitoisuutta, jossa mangaania on alle 0,05 mg/l Mn.

Suolistobakteerit

Suolistobakteereja käytetään määrittäessä veden hygieenistä laatua esimerkiksi uimakelpoisuutta arvioitaessa. Suolistobakteerit kertovat aina ulosteperäisestä saastumisesta ja ne ovat peräisin jätevesistä, karjataloudesta tai tiheistä vesilintuyhdyskunnista.

Suolistobakteerityyppejä on useita, mutta useimmiten vedestä kartoitetaan enterokit ja lämpökestoiset koliformiset bakteerit (*E. coli*). Suolistobakteerien yksikkönä käytetään kpl/100ml. Uimakelpoisuutta määrittäessä vedestä tutkitaan erityisesti lämpökestoiset koliformiset bakteerit. Niiden kokonaismäärän tulee uimavedessä olla alle 100 kpl/100ml.

3. Maarian altaan vedenlaatutiedot

Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Maarian altaan vedenlaatutietoja on kerätty altaan valmistumisesta alkaen, vuodesta 1981. Turun vesilaitoksen laboratorion on ottanut näytteet ja analysoinut ne. Maarian altaan asema Turun varavedenottamona on edellyttänyt reaaliaikaista tietoa veden käyttökelpoisuudesta raakavetenä.

Näytteitä on otettu vähintään kerran kuukaudessa, tiettyinä vuosina myös viikoittain. Maapadon itäpuolella oleva raakavesipumppaamo pystyy ottamaan vettä kolmesta valinnaisesta syvyydestä, joita kutsutaan ylä-, keski- ja ala-aukoksi. Kun allas on täynnä, sen pinta on merenpinnasta laskettuna tasolla + 18:00, eli se on 18 metriä meren pintaa korkeammalla. Allasta on mahdollisuus säännöstellä 2 metriä alaspäin. Jos allas on täynnä, yläaukko on 2 metrin syvyydessä, keskiaukko 4,5 metrin ja ala-aukko 7 metrin syvyydessä.

Kuukausittaiset näytteet on otettu pääasiassa yläaukolta. Keskiaukolta ja ala-aukolta on otettu näytteitä vaihtelevasti, yleensä kuitenkin vähintään kaksi kertaa vuodessa eli keväällä ja kesällä. Alin mittaussyvyys sijaitsee pohjan tuntumassa eli noin metrin pohjan yläpuolella ja sitä tutkitaan n. kaksi kertaa vuodessa veden kerrostuneisuusajoina. Kaksi kertaa vuodessa otetut näytteet on aina otettu joko veneellä tai jäältä pumppaamon edestä. Useammin otetut näytteet on alkuvuosia lukuun ottamatta otettu pumppaamon kaiteelta.

Vuoden 2006 näytteet rajoittuvat kaikilla korkeuksilla yhteen näytteenottokertaan kesäkaudella.

Leviä on seurattu niiden kasvuaikana toukokuun lopulta syyskuulle kerran viikossa. Näytteet on otettu pumppaamon kaiteelta putkinoutimella. Näytteet edustavat vesipatsasta pinnalta ala-aukon korkeudelle. Näytteet on yhdistetty kolmeen ryhmään eli ylä-, keski- ja ala-aukkoon. 1980 ja 1990-luvuilla näytteet tutkittiin Turun vesilaitoksella, mutta vuodesta 2000 asti tämä erikoisanalytiikka on ostettu Lounais-Suomen vesi ja ympäristötutkimus Oy:ltä. Samasta vuodesta asti myös tulokset on lähetetty sekä kaupungin terveystoimikunnalle että Lounais-Suomen ympäristökeskukselle. Vuodesta 1999 alkaen pinnalta tehdyt silmämääräiset leväkukintahavainnot on ilmoitettu valtakunnalliseen leväseurantaan Lounais-Suomen ympäristökeskukselle, joka on julkaissut ne viikoittain. Vanhempi aineisto Maarian altaan levistä löytyy pelkästään vesilaitokselta mikroskopoituna, muttei taulukoituna.

Käyrät on laadittu Turun vesilaitoksen toimittamien vedenlaatutietojen perusteella. Laajasta aineistosta on valittu tähän työhön käyriä, jotka kuvaavat eri arvojen kausittaista vaihtelua ja keskiarvoja eri mittauskorkeuksilla. Lisäksi on laadittu käyriä toisiinsa voimakkaasti sidoksissa olevista tekijöistä, kuten esimerkiksi hapestasta ja fosforista. Talviarvot on otettu yhtenä summittaisena tammi-maaliskuun arvona ja kesäarvot taas samalla periaatteella kesä-elokuun arvoista.

Lähes kaikki fysikaalis-kemialliset analyysit ovat Turun Vesilaitoksen Tuula Mäntysen tekemiä. Pirkko Pajakko ja Tove Schalin Turun Vesilaitokselta ovat mikroskopoineet leväaineiston. Myös Lounais-Suomen Kalastusalueen isännöitsijä Olli Ylönen on tutustunut ja tarkistanut laajan aineiston ja siitä tehdyt tulkinnot.

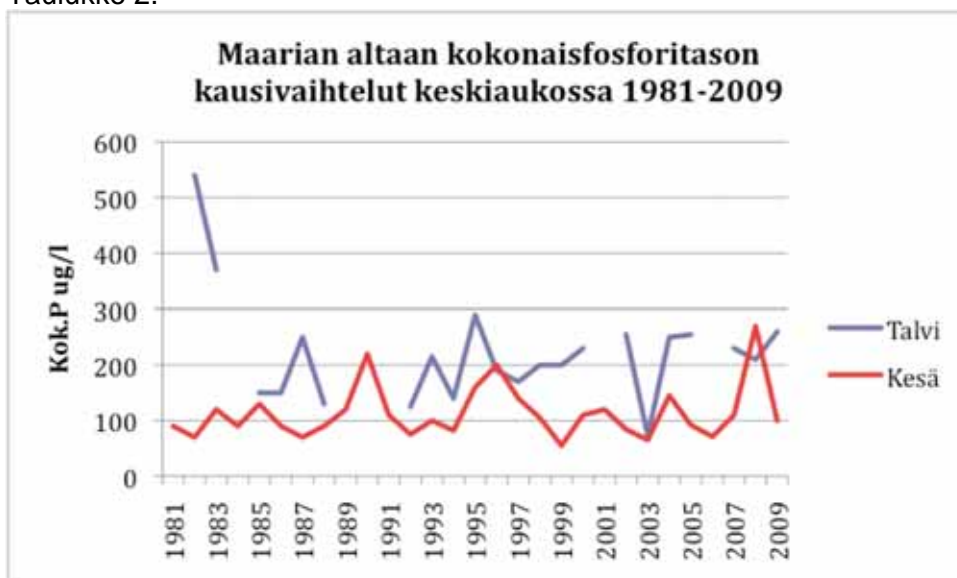
Fosfori

Pitkän aikavälin kehitystrendejä kokonaisfosforiaineistossa ei näytä olevan. Mutta koska fosfori huuhtoutuu maapartikkeleihin sitoutuneena, vuoden sateisuus vaikuttaa havaittuihin pitoisuuksiin. Vuoden 2001 lopulta alkanut puolentoista vuoden mittainen poikkeuksellinen kuivuus näkyy matalina fosforiarvoina kaikissa muissa syvyyksissä paitsi alimmassa mittauspisteessä. Alimmissa eli metri pohjan pinnan yläpuolelta otetuissa näytteissä on silloin havaittavissa fosforin liukenemista sedimentistä. Lämmin ja vaihteleva vuosi 2006 näkyy monissa veden laatua kuvaavissa käyriä joko piikkinä alaspäin tai ylöspäin, fosforissa se näkyy miniminä. Lämmin ja sateinen vuosi 2008 on taas fosforiaineiston maksimi.

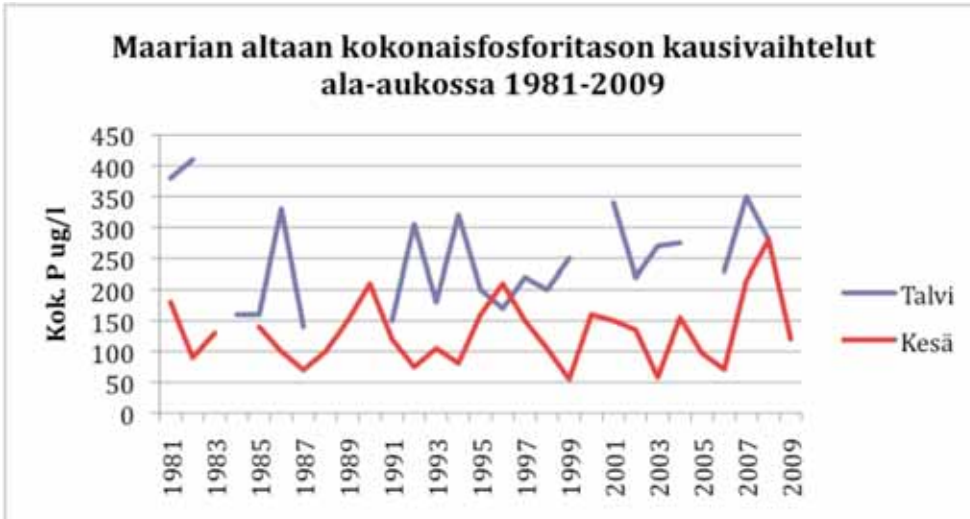
Taulukko 1.



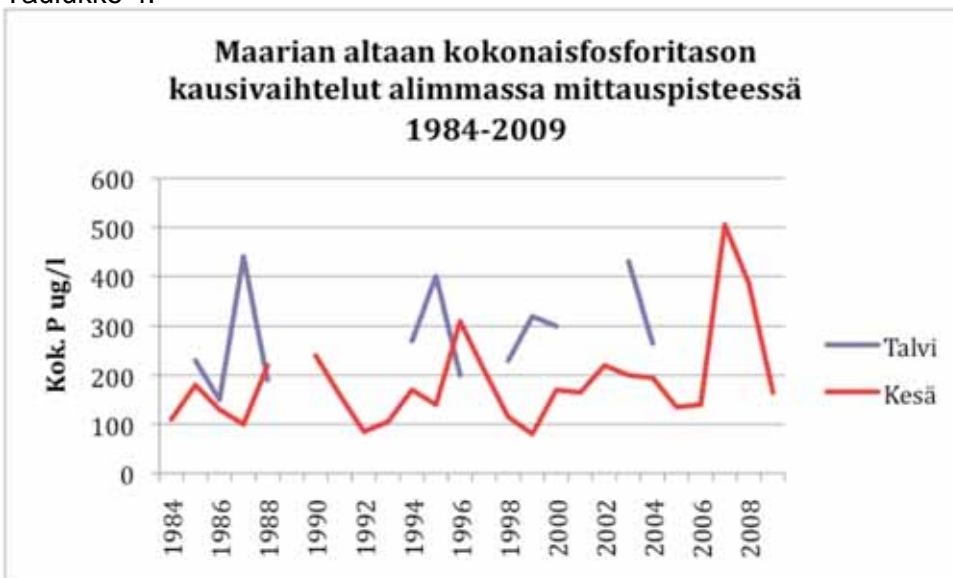
Taulukko 2.



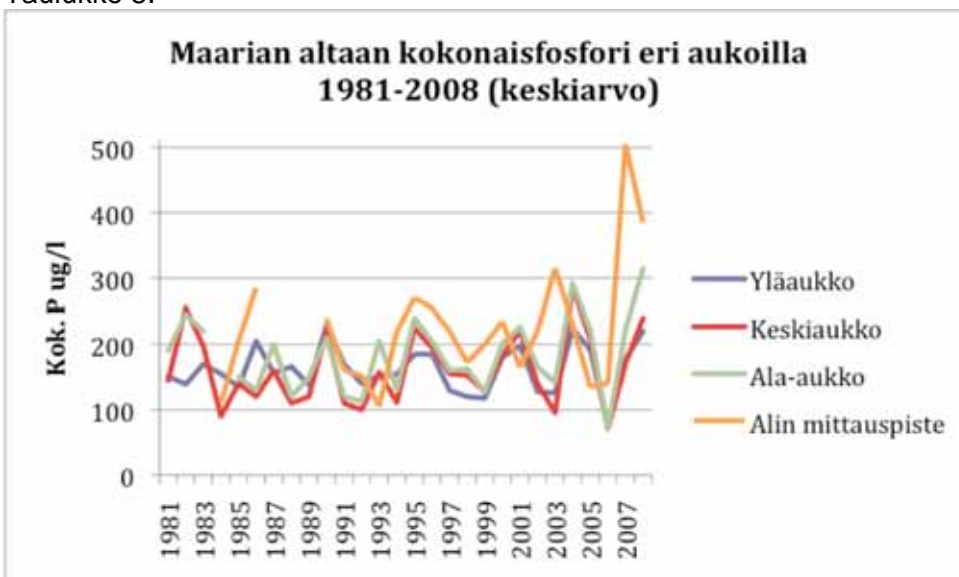
Taulukko 3.



Taulukko 4.



Taulukko 5.



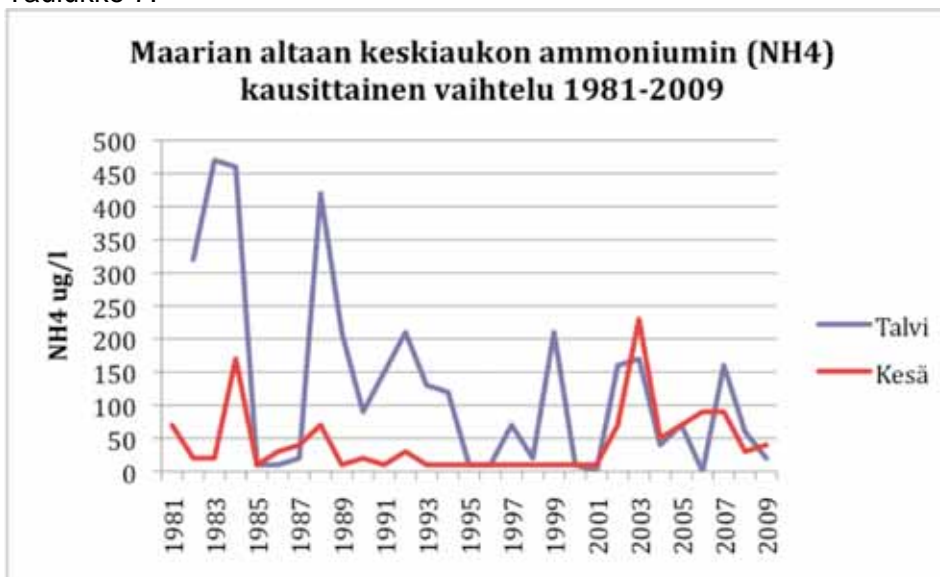
Typpi

Ammonium-pitoisuuksissa on havaittavissa laskeva trendi ylä- ja keskiaukon vuosikeskiarvoissa sekä talviaikaisissa pitoisuuksissa. Varsinkin kuivina ja lämpiminä kesinä ala-aukon pitoisuudet kasvavat hapen puutteen seurauksena.

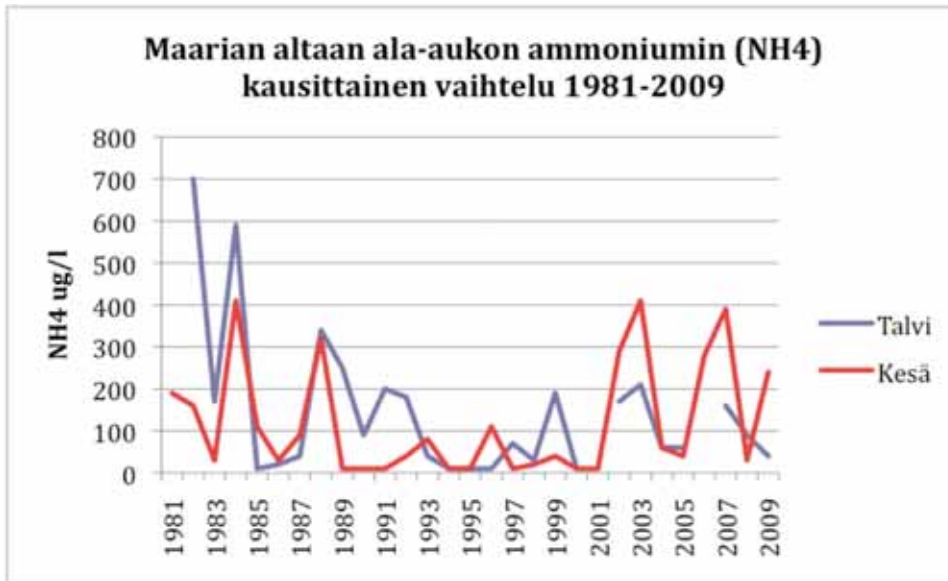
Taulukko 6.



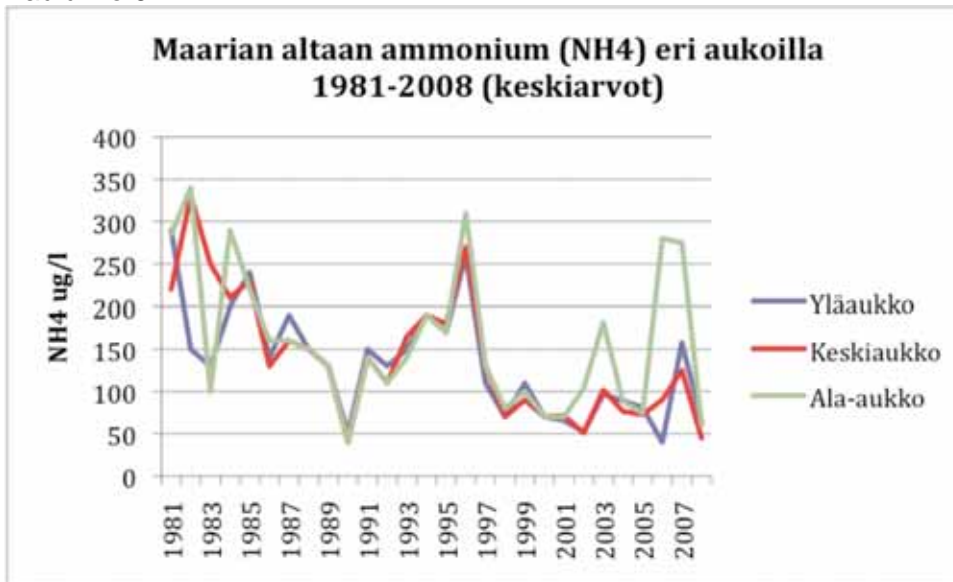
Taulukko 7.



Taulukko 8.



Taulukko 9.



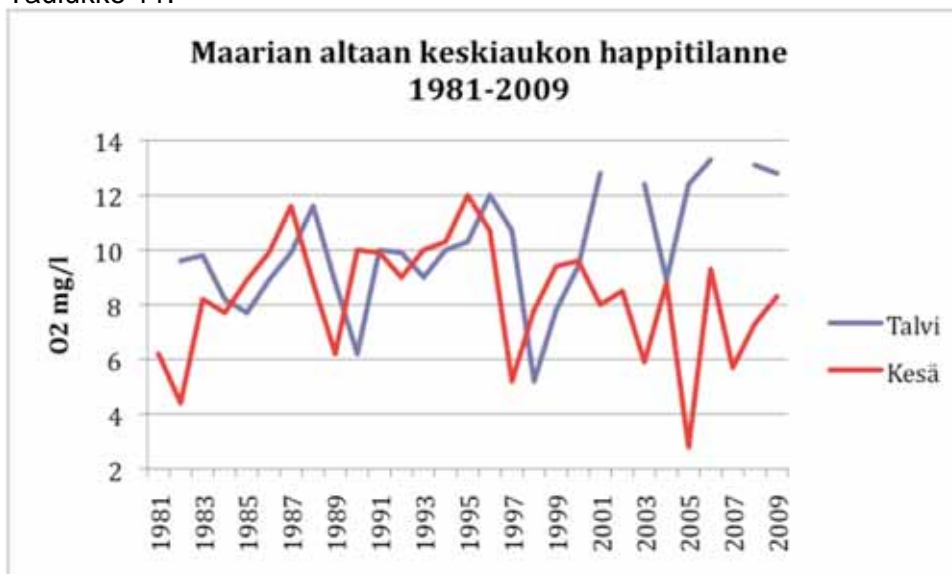
Happi

Alusveden (ala-aukko ja alin mittauspiste) kesäaikainen happitilanne näyttää laskevaa suuntaa 1990-luvun alkupuolelta alkaen. Kesä- ja talvikäyrät näyttävät menevän usein keskenään ristikkäin. Kun kevättalvella on hyvä happitilanne, niin seuraavana kesänä on huonompi. Ilmiö on nähtävissä jopa yläaukossa. Vuosi 2006 ennätysellisen lämpimänä näkyy pohjan läheisen vesikerroksen pienenä happipitoisuutena hapen kulumisen seurauksena.

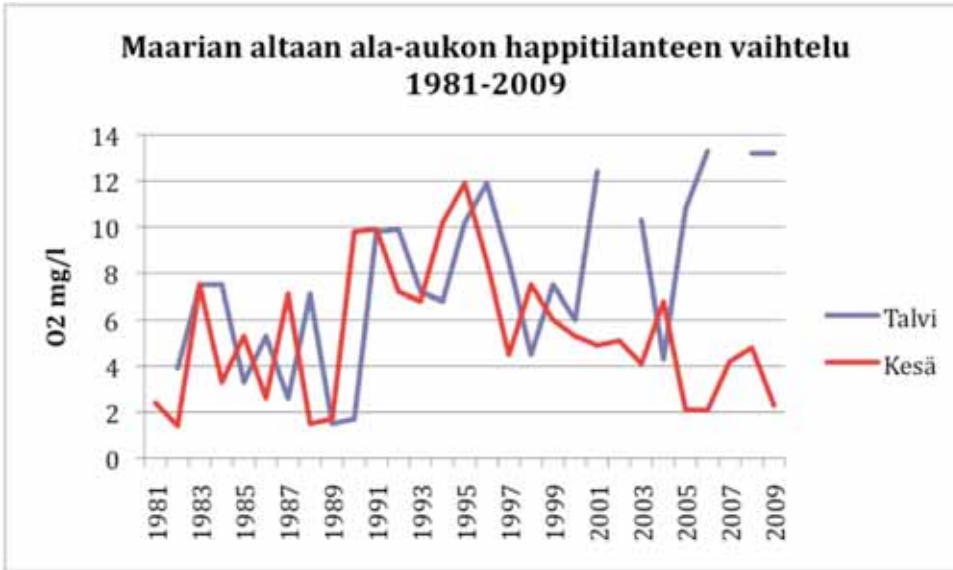
Taulukko 10.



Taulukko 11.



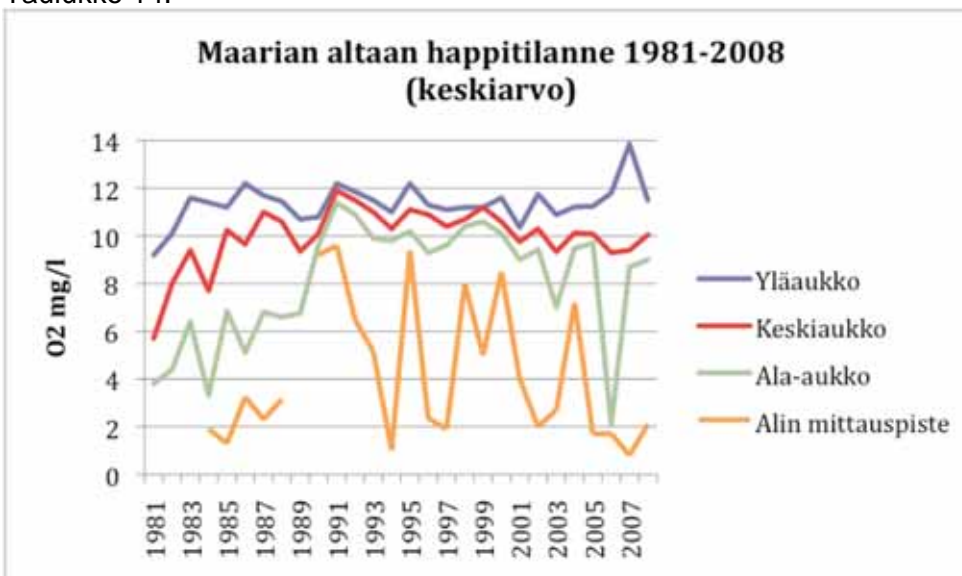
Taulukko 12.



Taulukko 13.



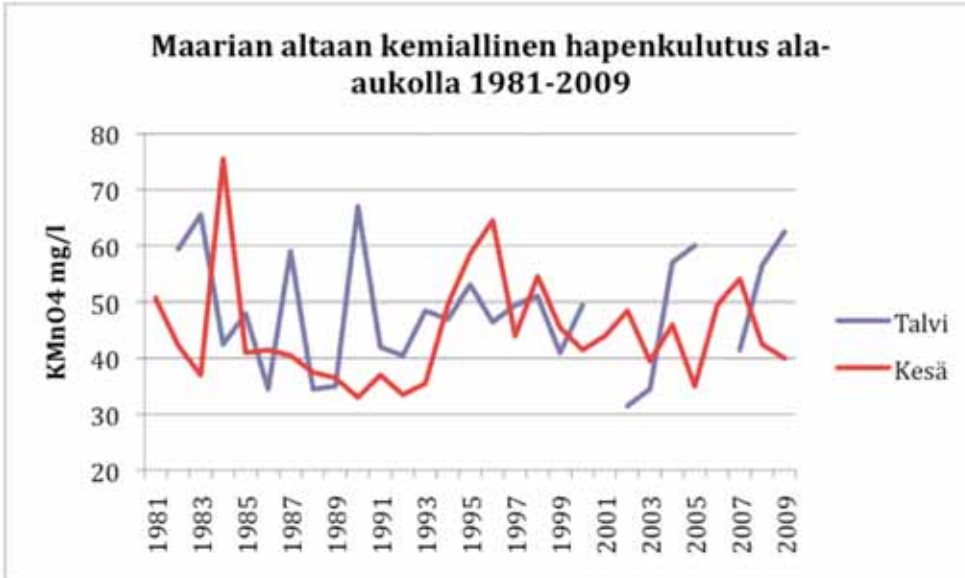
Taulukko 14.



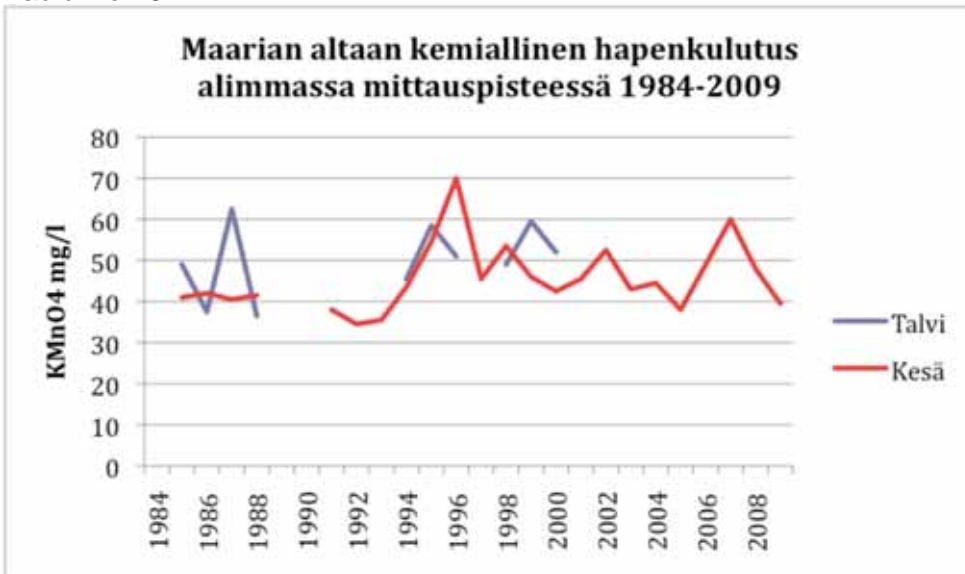
Kemiallinen hapenkulutus

Kemiallisesta hapenkulutuksesta on vaikea havaita mitään kehityssuuntaa lähes kolmen vuosikymmenen aikana.

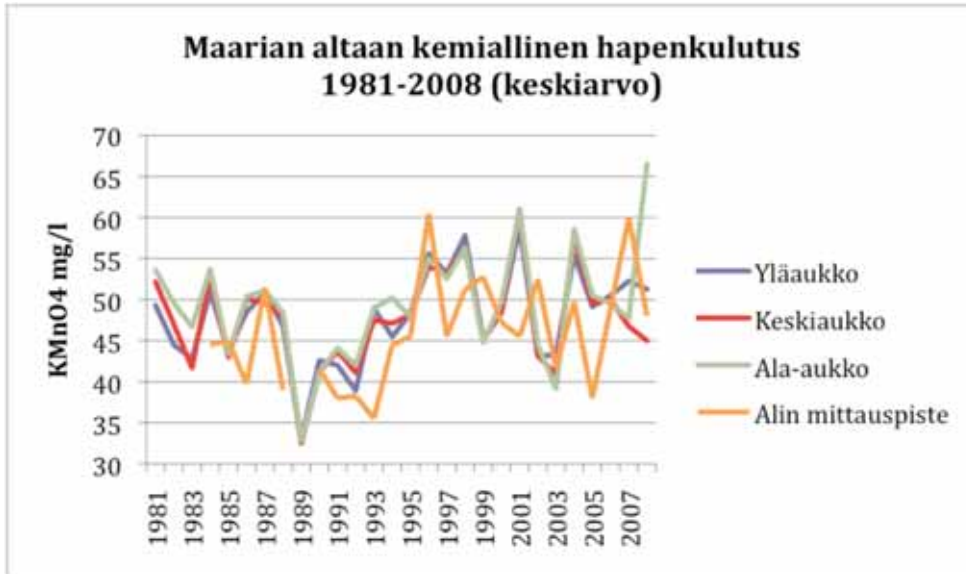
Taulukko 15.



Taulukko 16.



Taulukko 17.



Sameus

Vuosikeskiarvoissa oli havaittavissa laskevaa trendiä, mutta 2000-luvun alun kuivakauden jälkeen sameuden vaihtelu on muuttunut jyrkemmäksi. Tämän jälkeen sameusarvoissa näkyvät kuivien ja sateisten vuosien seuraukset erityisen hyvin, v. 2003 ja 2006 sameuden minimeinä ja sen jälkeen kahtena melko sateisena ja lämpimänä vuotena sameuden nousuna. Jos olisi ollut mahdollisuus tarkastella aineistoa peltojen talvista lumipeitteisyyttä vastaan, tulkintamahdollisuudet olisivat olleet selvemmat. Koska sameus koostuu partikkeleista joilla on taipumus painua pohjaa kohti, sameus kasvaa syvemmälle mennessä. Vaikka levät omalta osaltaan näkyvät sameutena, niin eroosion takia talviarvot ovat yleensä kesäarvoja suurempia.

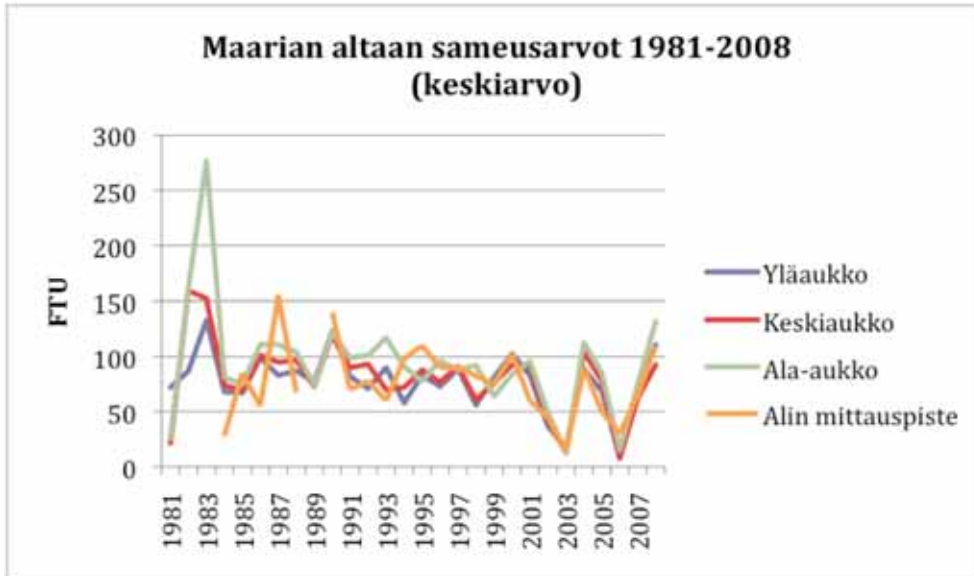
Taulukko 18.



Taulukko 19.



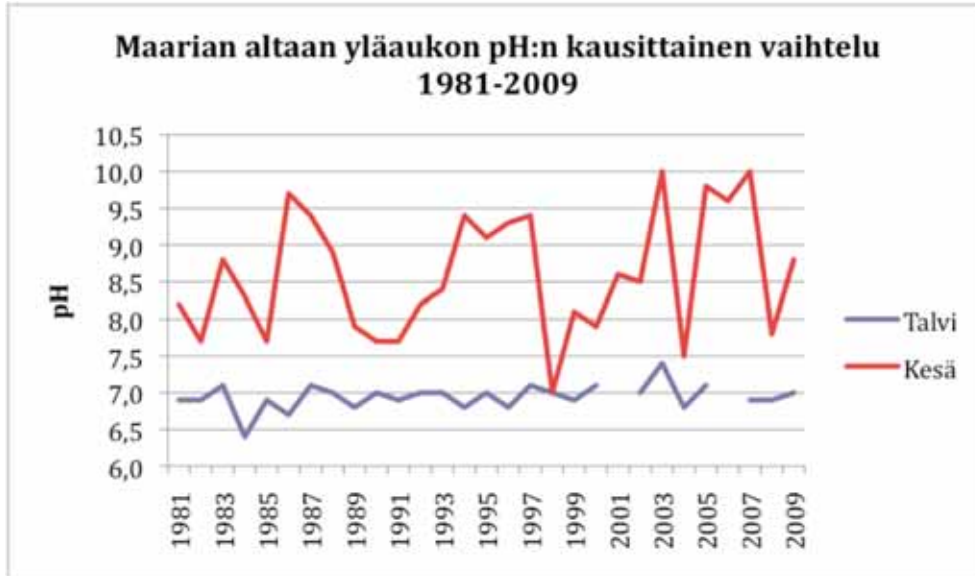
Taulukko 20.



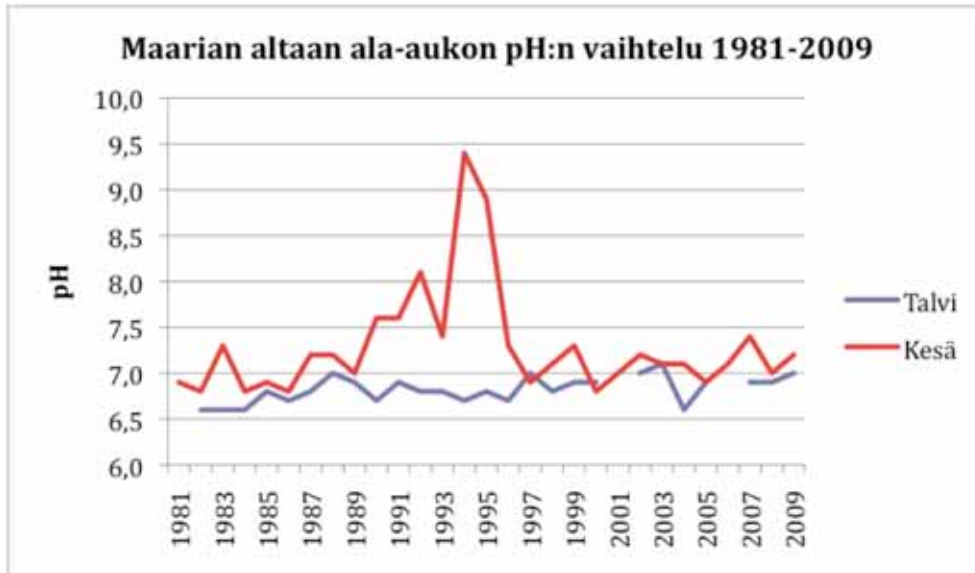
Happamuus eli pH

Ilman levien vaikutusta Maarian altaan veden pH on lähellä neutraalia. Tämä näkyy hyvin talviaikaisissa tuloksissa. Kesällä pH voi nousta yli 9 varsinkin yläaukossa. Kesällä 1994 vesi oli lähes tasalaatuista pinnalta ala-aukolle asti. Vuoden 2006 ennätysellinen lämpimyyttä ja tavanomainen sademäärä näkyvät vuosikeskiarvojen maksimina ylä- ja keskiaukon pH:ssa. Vastaavasti sameus, väri ja rauta ovat vuosikeskiarvoina pieniä.

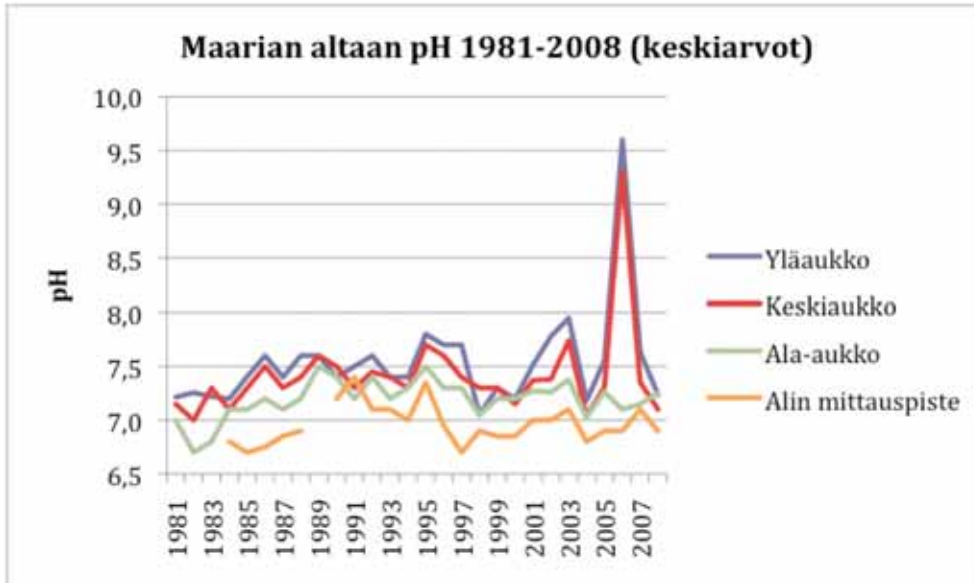
Taulukko 21.



Taulukko 22.



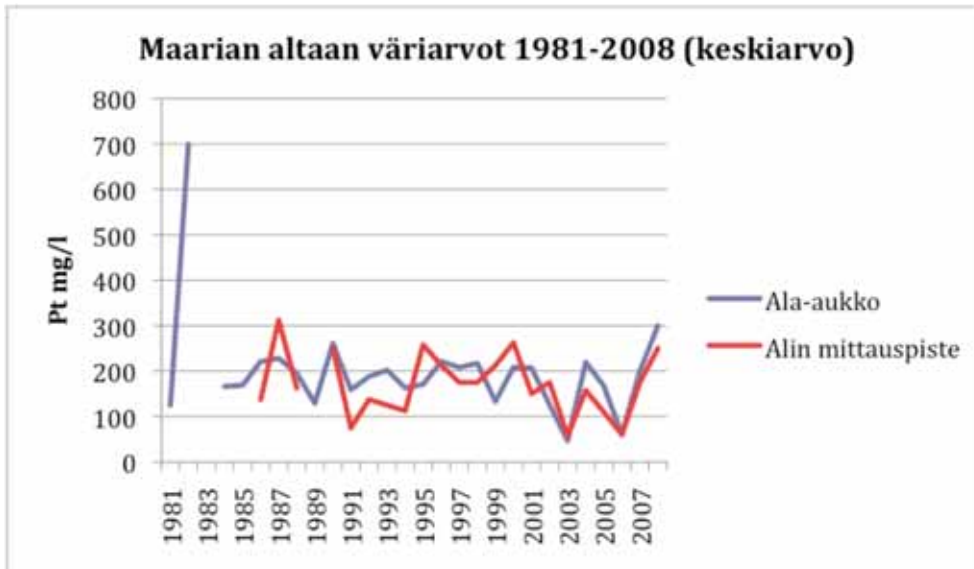
Taulukko 23.



Väri

Väriarvoissa ei ole havaittavissa trendiä tarkastelujaksolla. Rauta ja humus nostavat veden väriarvoja.

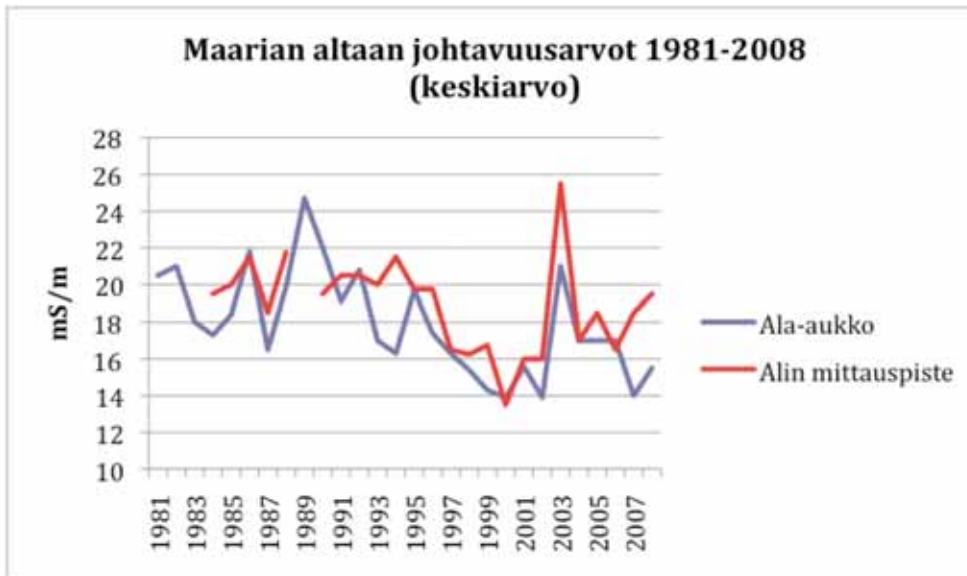
Taulukko 24.



Johtavuus

Johtavuudessa oli laskeva suuntaus 2000-luvun alkuun asti. Vuosien 2001 – 2002 kuivuuden aikana vesi väkevöityi haihdunnan takia. Mutta laskeva suuntaus saattaa jälleen jatkua.

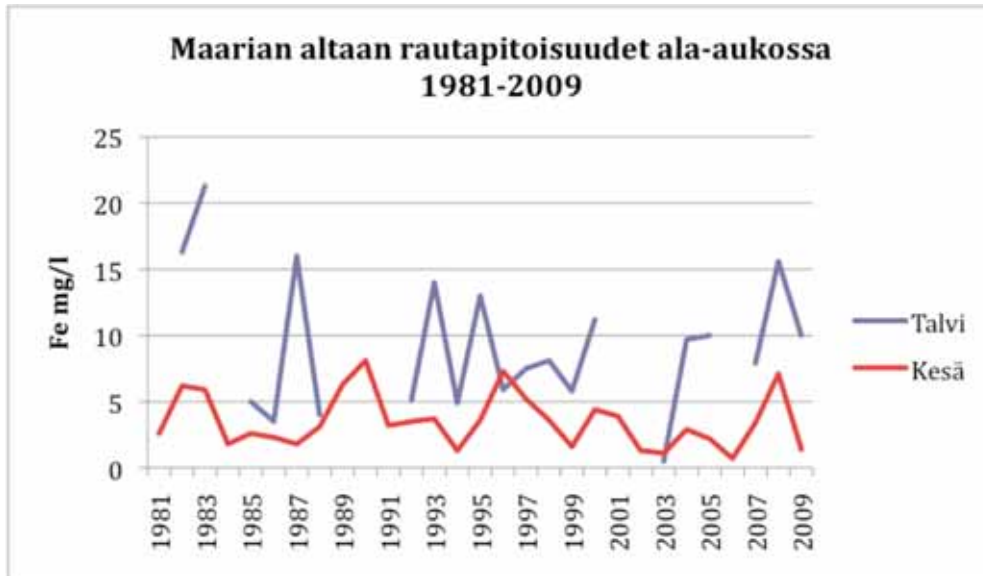
Taulukko 25.



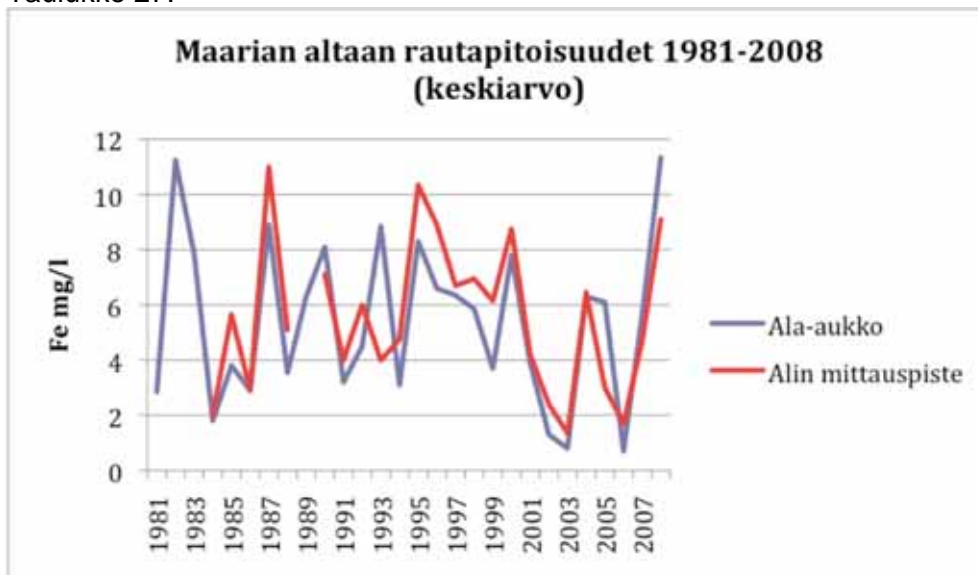
Rauta

Koska rauta ja mangaani lisääntyvät pohjaa kohti mentäessä, tähän on valittu vain ala-aukon ja 1 metri pohjan pinnan yläpuolella olevat tulokset. Ne kuvaavat parhaiten kuinka lähellä allas on sisäisen kuormituksen kiertettä. Rauta sitoo itseensä ravinteita silloin kun happea on riittävästi. Vaikka happitilanne on ollut v. 2006 pohjan lähellä matala, niin kuitenkin mitatut rautapitoisuudet ovat olleet pieniä samoin kuin fosfori. Tällä perusteella allas ei ole vielä joutunut sisäisen rehevöitymisen kierteeseen.

Taulukko 26.



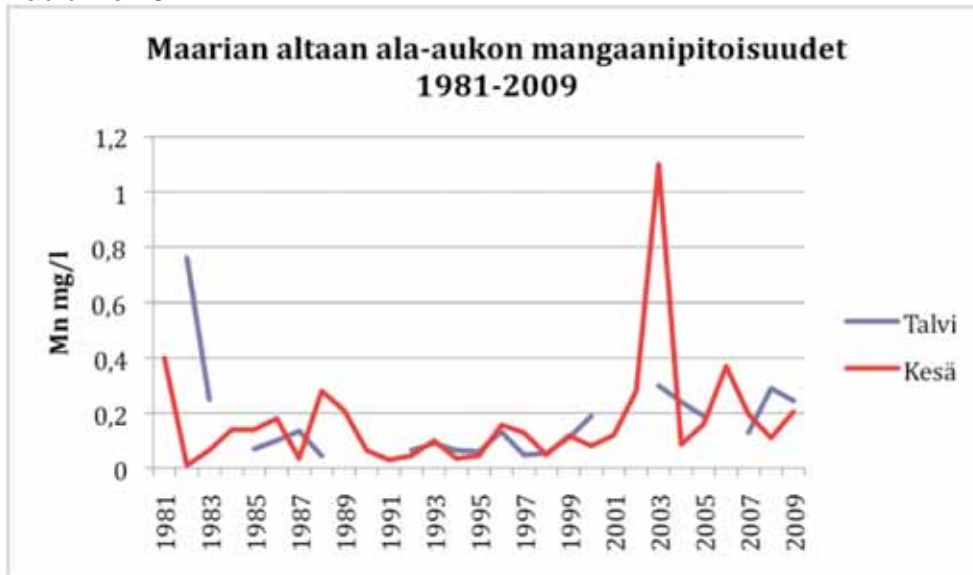
Taulukko 27.



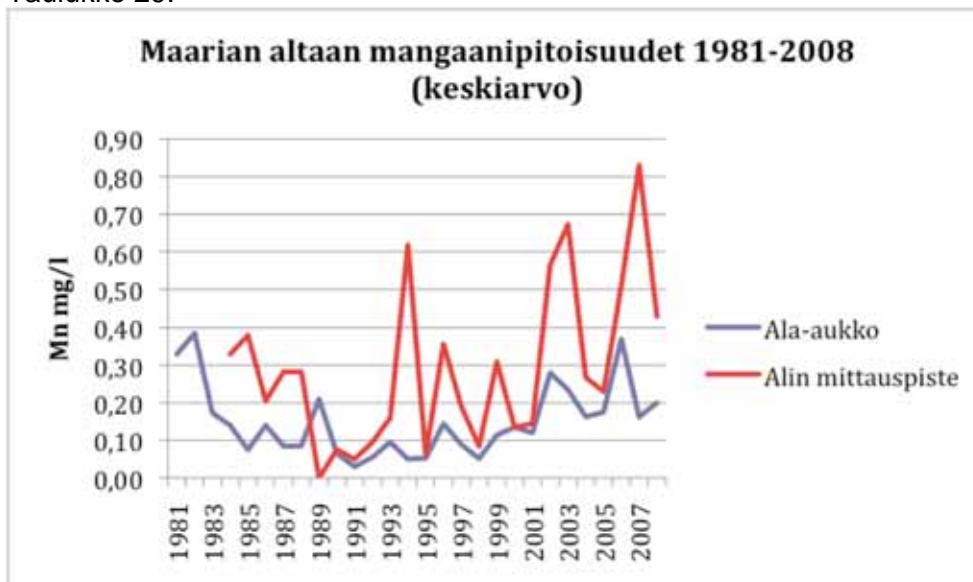
Mangaani

Mangaanissa näyttää olevan kasvava trendi 1990 luvun alusta alkaen. Mangaanin pitoisuus vedessä korreloi myös happipitoisuutta käänteisesti kuten rautakin, mutta on vaikeammin hapettava. Vedenpuhdistuksessa mangaani on vaikeasti poistettavissa sekä pinta- että pohjavesistä. Vuoden 2003 piikki johtuu edellisten vuosien kuivuudesta, jolloin mangaania pääsi kertymään pohjan läheiseen vesikerrokseen tavanomaista enemmän.

Taulukko 28.



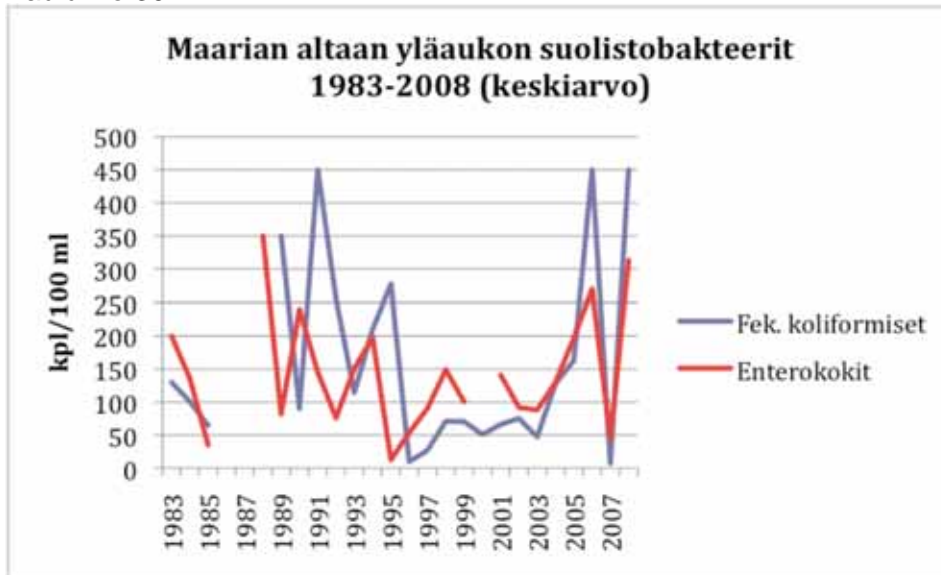
Taulukko 29.



Suolistobakteerit

Lämminveristen eläinten ja ihmisten suolistobakteerit eivät pysty lisääntymään isäntiensä ruumiin ulkopuolella, mutta ne säilyvät vedessä vaihtelevia aikoja elossa. Talvella ne elävät pitempään ja voivat siten olla kauempaakin kulkeutuneita. Kesällä auringon lämpö ja UV-säteily tappaa ne nopeasti. Tähän käyrästöön on koottu vain vuosikeskiarvot, mutta niistä nähdään, että vesi ei täytä hyvän uimaveden kriteerejä useimpina vuosina.

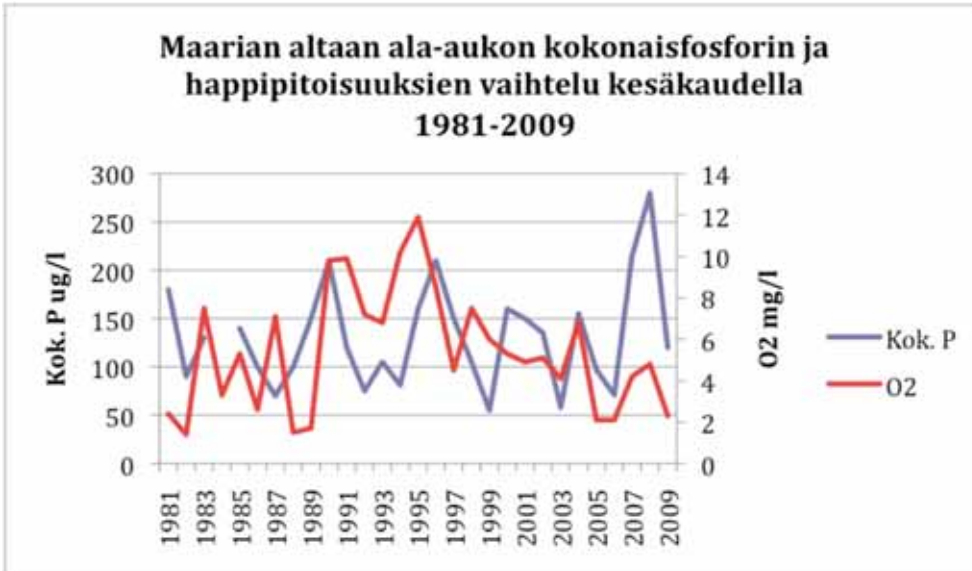
Taulukko 30.



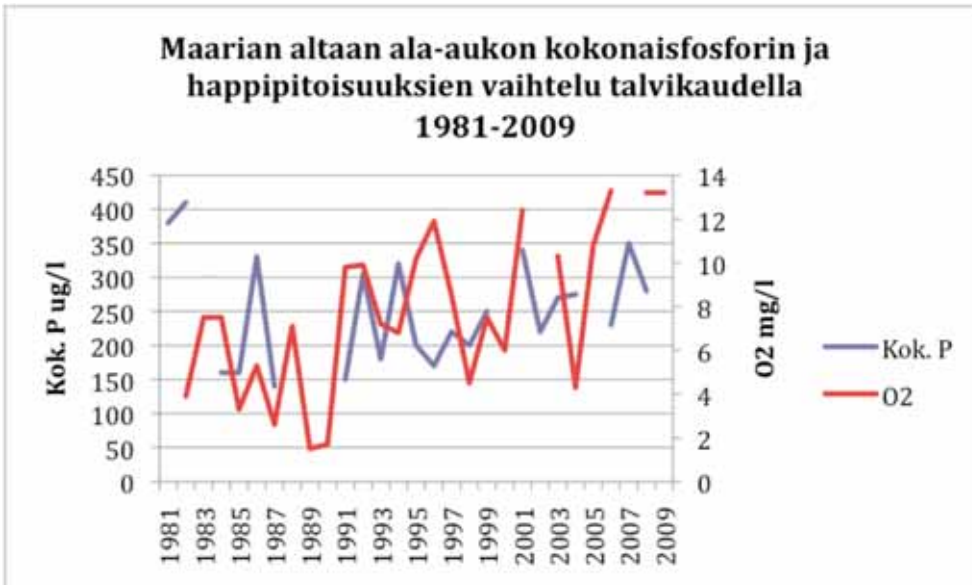
Fosfori ja happi

Pohjalle saostunutta fosforia liukenee uudelleen veteen, jos happi alkaa loppua. Näiden käyrien kulku on välillä samansuuntainen ja välillä erisuuntainen, joten selvää johtopäätöstä ei voine vetää.

Taulukko 31.



Taulukko 32.



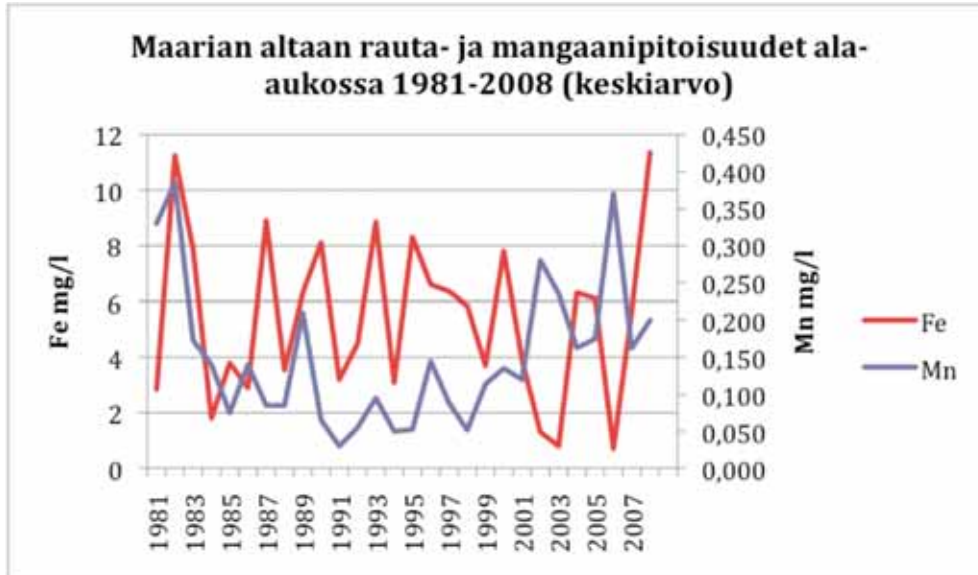
Taulukko 33.



Rauta ja mangaani

Näiden käyrien kuuluu pääosin kulkea samansuuntaisesti keskenään. Lukuun ottamatta 2000-luvun alun poikkeuksellista kuivuutta ja vuoden 2006 poikkeuksellisen lämmintä vuotta samansuuntaisuus toteutuu.

Taulukko 34.



Levät

Koska veden vaihtuminen Maarian altaassa on kesäisin lähes olematonta, levillä on aikaa hyödyntää käytettävissä olevat runsaat ravinteet. Kasvua rajoittavaksi tekijäksi tulee siten valon määrä. Sameassa vedessä auringon valo tunkeutuu maksimissaan metrin syvyyteen.

Seuraava lyhyt tarkastelu keskittyy kukintaa muodostaviin leviin, joita Maarian altaassa ovat sinilevät ja piilevät.

Ensimmäisen vuosikymmenen lopulle asti altaassa muodostivat kukintaa Aulacoseira –piilevät (entinen nimi Melosira) ja Planktothrix agardhii –sinilevä (entinen nimi Oscillatoria agardhii). Planktothrix pystyy aloittamaan kasvunsa pimeässä pohjalla ja sitä on siten muuallakin kuin pinnalla. Se ei siten muodosta yhtä helposti pinnalle näyttäviä lauttoja. Pahin tämän jakson kukinta oli vuonna 1986.

Vuonna 1999 pinnalla kukintaa muodostavat Microcystis ja Aphanizomenon –sinilevät pääsivät valtaan. Tämä vuosi muistetaan edelleen vatsaa kääntävästä lemusta, mitä kyseiset levät aiheuttivat kuollessaan. Yhtä pahaa sinilevävuotta ei vuoden 1999 jälkeen ole ollut mutta kukintalajisto on pysynyt samana eli pinnalla mielellään kelluvina sinilevälajeina.

Levähavaintoja arvioidaan valtakunnallisella nollasta (0) kolmeen (3) ulottuvalla levähavaintoasteikolla. Asteikossa alin arvo (0) tarkoittaa, ettei levää ole (silminnähdessä) havaittavissa ja korkein arvo (3) taas merkitsee erittäin runsasta leväesiintymää, jossa levälauttoja tai yksittäistä levää on ajautunut rannalle paksuiksi kasautumiksi. Maarian altaan levätilanne on harvoin saanut asteikon korkeimman arvon. Viimeisin tämän tasoinen kukinta oli vuonna 2006.

4. Johtopäätökset

Maarian allas on rakennettu Turun vesilaitoksen varavesialtaaksi. Altaan vesi on laadultaan savisameaa ja ylirehevää, mitkä ovat huonoja ominaisuuksia raakavedelle. Raakavetenä altaan vesi on verrattavissa Aurajoen veteen suuren osan vuotta. Organisen aineen pitoisuus on hieman pienempi kuin Aurajoen vedessä, mutta leväongelmat ovat Maarian altaassa paljon pahemmat, koska veden vaihtuminen on hitaampaa ja levillä enemmän aikaa kasvaa.

Altaan vedenlaadusta kertovat tekijät ovat voimakkaasti sidoksissa säätilaan ja sadantaan. Näin ollen esimerkiksi altaan fosforitasossa ei voida nähdä selkeää trendiä suuntaan tai toiseen. Sadannan ja säätilan vaikutukset voidaan selkeästi todeta esimerkiksi kuivien jaksojen alhaisina fosforipitoisuuksina. Toisaalta alusvedessä voidaan havaita kohonneita fosforipitoisuuksia, jotka taas kertovat mahdollisesta sisäisestä kuormituksesta. Säätilan vaihtelut näkyvät niin ikään altaan ammoniumpitoisuuksissa. Kuivat ja lämpimät kesät lisäävät alusveden hapenpuutetta ja nostavat näin ammoniumpitoisuuksia. Toisaalta aineiston perusteella voidaan todeta ylä- ja keskiaukon ammoniumpitoisuuksissa selkeä laskeva trendi. Happitilanne näyttää altaalla huonontuneen erityisesti lämpiminä kesinä. Alusvedessä on aineiston perusteella havaittavissa alentuneita happipitoisuuksia juuri lämpimien kesien aikana.

Maarian altaan sameusarvot ovat säätilasta riippuvaisia. Vuoteen 2000 asti tasaisesti aleneva sameustaso on 2000-luvun alkupuolen kuivuusjakson jälkeen alkanut jälleen vaihdella voimakkaasti säätilasta riippuen. Esimerkiksi lämpimät kesät leväkukintoineen nostavat altaan sameusarvoja. Säätila vaikuttaa myös altaan pH-tasoon. Talvisin pH on lähellä neutraalia, mutta nousee lämpiminä kesinä leväkukintojen vuoksi. Johtavuuden suhteen kehitys näyttäisi positiiviselta aina vuoteen 2001 asti, jolloin alkanut kuiva kausi on lisännyt haihduntaa ja väkevöittänyt allasta. Sisäisestä kuormituksesta yleensä hyvin kertovat rauta- ja mangaanipitoisuudet eivät ole Maarian altaassa mitenkään hälyttävän korkealla tasolla. Tosin mangaanipitoisuudet näyttäisivät olevan nousussa. Altaan hygieenisestä laadusta kertovat suolistobakteerit ovat olleet useina vuosina koholla. Kohonneet suolistobakteeriarvot kertovat altaan ajoittaisesta soveltumattomuudesta uimavedeksi. Sinileväkukintoja on esiintynyt altaalla tasaisin väliajoin. Viimeinen voimakas leväkukinta on ajoittunut vuoteen 2006. Erityisen hyvin säätila näkyy vuoden 2006 poikkeuksellisen lämpimän kesän arvoissa. Keskiarvojen korkeimmat tai pienimmät arvot ajoittuvat usean vedenlaatutekijän kohdalla juuri tähän vuoteen.

Turun Vesilaitoksen on kerännyt vedenlaadusta kertovaa aineistoa hyvin laajasti ja pitkältä ajalta. Yksittäisten vedenlaatua määrittävien tekijöiden suhteen voidaan vetää jonkinasteisia johtopäätöksiä, mutta kunkin vuoden mittaustulokset ovat vahvasti sidottuja sadantaan ja säätilan vaihteluihin. Tämän takia on vaikea vetää johtopäätöksiä altaan vedenlaadusta yleisellä tasolla. Onkin todettava, että selvää muutostrendiä koko altaan vedenlaadussa ei ole havaittavissa kuluneina vuosikymmeninä.

Aineistoa on tässä esitettyä paljon enemmän ja varsinkin aineiston tarkastelu virtaamia, veden vaihtumista ja altaan käyttöä vasten selventäisi paljon. Kun altaasta on tarve juoksentaa enintään 1 m³/s vesimääriä, se tehdään altaan pohjalla olevan lappoputken avulla huonolaatuisen veden poisjohtamiseksi. Tämänkin toimenpiteen vaikutuksen selvittäminen olisi kiinnostava.

Nyt tehdyn suppean tarkastelun perusteella allas ei ole joutunut sisäisen kuormituksen kierteeseen, joten se on kiitollinen kohde vesiensuojelupanostuksille. On hyvä pitää mielessä, että pitkään jatkunut ulkoinen kuormitus voi kuitenkin ennen pitkää johtaa sisäisen kuormituksen kiihtymiseen. Tästä johtuen ulkoisen kuormituksen vähentäminen on ensiarvoisen tärkeää Maarian altaan vedenlaadun parantamista koskevissa toimissa.

5. Lähteet

Esiselvitys Maarian altaan kunnostukseen. Satu Mäkilevo. Lounais-Suomen Kalastusalue. 2000.

Jokivesien haitalliset aineet ja ainekset kunnostus. River-Life tietopaketti. Suomen ympäristökeskus.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12483&lan=FI>

Järvien kunnostus. Teemu Ulvi ja Esko Lakso (toim.). Ympäristöopas 114. Edita. Suomen ympäristökeskus. 2005.

Järvien kunnostus ja hoito. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=5412&lan=fi>

Maarian allas. Hankesuunnitelma. Sinikka Kauko-Vainio. Aurajokisäätiö. 2008.

Maarian altaan vedenlaatutiedot 1981-2009. Turun vesilaitos.

Mikrobiologiset määritykset. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=193408>

Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:

http://www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu_kvvy.pl?sivu=opasvihkonen.html

Vedenlaatu. Vesitalouden verkkokirja. Teknillinen Korkeakoulu.

<http://www.water.tkk.fi/wr/kurssit/verkkokirja/laatu.html>

Veden ominaisuuksia. Suomen ympäristökeskus:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9572&lan=fi>

Vesistön tilan tutkimiseen liittyvät fysikaaliset ja kemialliset tutkimusmenetelmät. Helsingin yliopisto.

<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/vesi/>



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin