

POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Merja Koponen

TURVETUOTANTOALUEIDEN PINTAVALUTUSKENTTIEN
TOIMIVUUS JA NIIDEN VESIENSUOJELUTEKNISET
KEHITYSTARPEET

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ

Kesäkuu 2012

Ympäristötekniologia

Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Sirkkalantie 12 A

80100 JOENSUU

p.(013)260 6900

Tekijä(t)

Merja Koponen

Nimeke

Turvetuotantoalueiden pintavalutuskenttien toimivuus ja niiden vesiensuojelutekniset kehitystarpeet

Toimeksiantaja

Vapo Oy

Tiivistelmä

Turvetuotannon keskeisimpänä ympäristöongelmana pidetään tuotantoalueiden valumavesistä aiheutuvia vesistökuormituksia, jotka vaikuttavat alapuolisten vesistöjen veden laatuun. Turvetuotantoalueilta tuleva kuormitus on lähinnä kiintoaine, ravinne- ja humuskuormitusta, joka vaikuttaa paikallisesti vesistöihin. Turvetuotannon osuus Suomen vesistökuormituksesta on kuitenkin hyvin pieni eli noin yhden prosentin verran.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia turvetuotantoalueiden pintavalutuskenttien toimivuutta ja niiden vesiensuojeluun liittyviä teknisiä kehittämistarpeita Pohjois-Karjalan kolmella erityyppisellä tuotantoalueella, joista Tuhtaansuon ja Puohtiinsuon tutkimuskohteet olivat pintavalutuskenttiä ja Rauansuon tutkimuskohteeksi oli maaperäimeytyskenttä. Tutkimus suoritettiin tuotantoaikana kesällä 2011, ja tutkimuskohteilta kerättiin sade, lämpötila, pH, valuma- ja vesistökuormitukset. Lisäksi kohteita valokuvattiin maastokäyntien yhteydessä.

Tuotantokesä 2011 oli erittäin lämmin ja paikalliset sadekuurot olivat runsaita. Sademäärän keskiarvo tuotantokesänä oli 183 mm. Tuotantokauden valuman keskiarvo oli 3,9 l/s/km². Puhdistustehojen keskiarvot olivat seuraavat: kiintoaine 70 %, typpi 15 % ja fosfori 35 %. Tutkimuskohteet pidättivät hyvin humusta, ja kasvillisuutta voidaan pitää hyvänä puhdistuskeinona sen ravinteiden ja kiintoaineen sitomiskyvyn takia.

Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää suunniteltaessa ja kehitettäessä uusia vesienkäsittelyn puhdistusjärjestelmiä turvetuotantoalueille. Turvetuotantoalueiden vesiensuojelussa noudatetaan parasta mahdollista tekniikkaa, ja puhdistustulokset ovat huomattavasti paremmat verrattuna metsä- ja maatalouden vesiensuojeluun.

Kieli

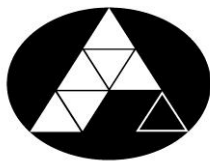
suomi

Sivuja 82

Liitteet 10

Asiasanat

kosteikko, pintavalutuskenttä, turvetuotanto, vesiensuojelu



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
June 2012
**The Degree Programme in Environmental
Technology, UAS Master's degree**
Sirkkalantie 12 A
FIN 80100 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6900

Author(s)

Merja Koponen

Title

Functionality of Overland-Flow Field in Peat Production Areas and Their Technical Developments in Water Conservation.

Commissioned by

Vapo Oy

Abstract

The main environmental problem in the peat production areas is the pollution of downstream watercourse by suspended solids and nutrients. The load of peat production affects the local waters but peat production plays a relatively small role in causing stress into the waters. About 1 % of the total discharge released in water bodies in Finland is caused by the runoff waters from the peat production areas.

The purpose of this study was to investigate overland-flow fields and the methods of their technical developments in water conservation in three different types of peat production areas in North Karelia named Tuhtaansuo, Puohtiinsuo and Rauansuo. In the area of Rauansuo the method was absorption of soil and the others were overland-flow fields. The research was carried out in summer 2011, when the peat production was going on in all those areas. In this study information was collected on weather, rain and pollution of downstream watercourse. The research areas were photographed.

The summer of 2011 was very warm and there were a lot of local rain showers. The rainfall average was 183 mm. The average of water catchment was 3,9 l/s/km² and the purification of water was 70 % solids, 15 % of nitrogen and 35 % of phosphorus. Vegetation preserves well nutrients and solids and it is a good way of cleaning water.

The results of this study can be used in planning and developing new water treatment purification systems in peat production areas. Water conservation in peat production complies with the Best Available Techniques in all areas and the study results are better than in water conservation in agriculture and forestry.

Language

Pages 82

Finnish

Appendices 10

Key words

wet land, overland-flow, peat production, water conservation

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto.....	10
2	Turvetuotannon vesiensuojelu ja sitä ohjaavat tekijät.....	11
2.1	Turvetuotantoa ohjaavat lait ja säädökset	13
2.1.1	Ympäristönsuojelulaki ja -asetus.....	13
2.1.2	Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä	14
2.1.3	Luonnonsuojelulaki ja -asetus.....	14
2.1.4	Vesilaki ja -asetus	14
2.1.5	Laki ja asetus vesienhoidon järjestämisestä	15
2.1.6	Jätelaki ja -asetus	15
2.1.7	Laki eräistä naapurussuhteista	16
2.1.8	Muut turvetuotantoon vaikuttavat lait ja asetukset	16
2.2	Tuotantoalueen hankinta ja lupaprosessi	16
2.3	Ympäristövaikutusten arviointi ja Natura 2000.....	17
2.4	Viranomaisvalvonta ja seuranta.....	18
2.5	Luonnonhuhutoumat.....	18
2.6	Vesistökuormituksen synty turvetuotannossa	20
2.7	Veden laadun muuttujia	24
2.8	Vesiensuojelumenetelmien valinnat turvetuotantoalueille.....	26
2.9	Turvetuotannon vesienpuhdistusmenetelmät	27
2.9.1	Eristys- ja sarkaojarakenteet	28
2.9.2	Laskeutusaltaat	29
2.9.3	Virtaamansäätö	31
2.9.4	Pintavalutus.....	34
2.9.5	Kasvillisuuskenttä	35
2.9.6	Kemiallinen vesienpuhdistus	37
2.9.7	Ylivuotokentät	39
2.9.8	Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely	40
2.9.9	Yhteenveto puhdistusmenetelmistä	44
2.10	Turvetuotantoalueiden käyttö- ja päästötarkkailut	45
2.11	Sulfaattimaat turvetuotannossa	47
2.12	Turvetuotannon vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2015.....	50
3	Vesiensuojelu tarkasteltuna muista näkökohdista	52
3.1	Metsätalouden vesiensuojelu	52
3.2	Maatalouden vesiensuojelu	54
3.3	Kaivostoiminnan vesiensuojelu.....	56
3.4	Teollisuuden ja muun yritystoiminnan vesiensuojelu	57
4	Tutkimuskohteet, aineisto ja menetelmät	58
4.1	Tuohtaansuon tuotantoalue	58
4.2	Rauansuon tuotantoalue.....	60
4.3	Puohtiinsuon tuotantoalue	61
4.4	Tutkimusmenetelmät	63
5	Tulokset.....	66
5.1	Sadanta ja valuma	66
5.2	Veden pH.....	69
5.3	Pidätystehokkuus	70
6	Tulosten tarkastelu	72
7	Yhteenveto	74

8 Pohdinta	77
Lähteet.....	79

Liitteet

Liite 1	Turvetuotantoalueen kuivatus- ja vesiensuojelujärjestelyjen kuvaus
Liite 2	Happamien sulfaattimaiden yleiskartoitus
Liite 3	Puohtiinsuon kuivatusvesien johtaminen
Liite 4	Puohtiinsuon pintavalutuskentän korkeuskäyrät ja suunnitelma
Liite 5	Tuotannonaikainen tutkimuskohteen reduktio Tuohaansuolla
Liite 6	Tuotannonaikainen tutkimuskohteen reduktio Puohtiinsuolla
Liite 7	Tuotannonaikainen tutkimuskohteen reduktio Rauansuolla
Liite 8	Sadanta ja lämpötilat tutkimuskohteilla 2011
Liite 9	Tuohaansuon tuotantoaikaiset virtaamat 2011
Liite 10	Puohtiinsuon tuotantoaikaiset virtaamat 2011

Kuvat, kuviot ja taulukot

Kuva 1A	Sademäärän keskiarvovertailu vuosina 1981–2010
Kuva 1B	Pitkän aikavälin keskimääräinen haihdunta
Kuva 1C	Vuotuinen valunta (mm/a) keskimäärin pitkällä aikavälillä
Kuva 1D	Valunnan jakautuminen keskimäärin eri vuodenaikoina
Kuva 2	Eristysoja erotettuna penkereellä pintavalutuskentästä
Kuva 3	Laskeutusallas ja veden purkupäässä oleva patorakenne
Kuva 4	Laskeutusaltaan viereen rakennettu läjitysallas
Kuva 5	Putkipato sarkaojassa
Kuva 6	Virtaamansäätöpato ja putkipato
Kuva 7	Pintavalutuskenttä kesällä 2011 Tuohaansuolla
Kuva 8	Kasvillisuuskenttä
Kuva 9	Kaaviokuva kemiallisesta veden puhdistuksesta
Kuva 10	Ylivuotokenttä ennen laskeutusallasta
Kuva 11	Turvetuotantoalueet ja turvemaiden sijainti
Kuva 12	Ojittu hapen sulfaattimaa
Kuva 13	Happamoitumista ojassa
Kuva 14	Pohjois-Karjalan mustaliuske-esiintymät
Kuva 15	Tuohaansuon tuotantoalue
Kuva 16	Rauansuon tuotantoalue
Kuva 17	Puohtiinsuon tuotantoalue
Kuva 18a	Mittakaivo
Kuva 18b	Mittakaivon mittauslaitteet
Kuva 19	Lähtevän veden mittauskaivo
Kuva 20	Sääasema
Kuvio 1	Vesiensuojelumenetelmien kehittyminen vuosina 2000–2015
Kuvio 2	Suomen turvetuotantoalan vesiensuojelurakenteiden osuudet v. 2008
Kuvio 3	Tuohaansuon valuma ja sadanta kesällä 2011
Kuvio 4	Puohtiinsuon valuma ja sadanta kesällä 2011
Kuvio 5	Rauansuon valuma ja sadanta kesällä 2011
Kuvio 6	Tuohaansuon reduktiot tuotantoaikana 2011

Kuvio 7 Puohtiinsuon reduktiot tuotantoaikana 2011
Kuvio 8 Rauansuon reduktiot tuotantoaikana 2011

Taulukko 1 Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2008 ja 2010

Taulukko 2 Luonnontilaisen sekä metsäojitetun ja sarkaojitetun suoalueen arvioidut ominaiskuormitukset keskivalumalla

Taulukko 3 Luonnontilaisen suon ja turvetuotantokentän valunnan kemiallisen koostumuksen keskimääräinen vertailu

Taulukko 4 Eri vesienkäsittelymenetelmien vertailu

Taulukko 5 Eri vesiensuojelumenetelmien kustannusvertailu

Taulukko 6 Vesistökuormituksen vertailut 2004–2009 ja tavoite v. 2015

Taulukko 7 Metsätalouden ja turvetuotannon vesistökuormitus

Taulukko 8 Maatalouden ja turvetuotannon vesistökuormitus

Keskeiset käsitteet ja sanasto

Akkreditointi	Kansainvälisiin kriteereihin perustuva menettelytapa pätevyysarvioinnista, josta saadut tulokset ovat luotettavia ja uskottavia.
BAT	Best available techniques, paras käytettävissä oleva tekniikka.
BEP	Best environmental practises, ympäristön kannalta paras käytäntö.
COD _{Mn}	Kemiallinen hapenkulutus (mg/l O ₂) kuvaa veden sisältämien hapettuvien orgaanisten aineiden määrää happena.
Eristysoja	Tuotantoaluetta ympäröivä oja, joka estää tuotantoalueen ulkopuolisten vesien pääsyn tuotantokentälle.
Fe	Rautapitoisuus vedessä.
Humus	Maaperän pintaosan tummanruskea kerros, joka on muodostunut osittain/kokonaan hajonneista eläinten tai kasvien jäänteistä. Humuksella tarkoitetaan vedessä esiintyviä eloperäisiä orgaanisia aineita, jotka antavat vedelle ruskeankeltaisen värin.
Jyrsinturve	Suon pinnasta mekaanisesti irrotettu raemainen ilmakeivattu turve, joka kerätään n. 40–50 % kosteudessa ja varastoidaan aumoihin ennen toimitusta.
Jälkikäyttö	Tuotannosta poistuneen alueen uusi käyttömuoto.
Kemiallinen vedenpuhdistus	Vesien puhdistusmenetelmä, jossa kemikaaleilla saostetaan kiintoaine, humus ja ravinteet laskeutettavaan muotoon.
Kiintoaine	Veteen liukenematon kiinteä orgaaninen tai epäorgaaninen aines.
Kok.N	Kokonaistyyppi, jolla tarkoitetaan veden sisältämän typen eri muotojen kokonaismäärää.
Kok.P	Kokonaisfosfori, jolla tarkoitetaan veden sisältämän fosforin eri muotojen kokonaismäärää.
Kokoojaoja	Sarkaojista laskevat vedet kokoava vesiensuojelurakenteille johtava oja.

Laskeutusallas	Vesienkäsittelyrakenne, jossa turvetuotantoalueelta tulevassa vedessä oleva hiukkasjakoinen aines laskeutuu altaan pohjalle hidastuneen virtauksen ja painovoiman vaikutuksesta.
Laskuoja	Oja, jonka kautta tuotantoalueelta tulevat vedet johdetaan alapuoliseen vesistöön.
Maaperäimeytys	Vesienkäsittelymenetelmä, jossa kuivatusvedet ohjataan metsään. Osa vedestä imeytyy maaperään, osa haihtuu ilmaan, osan käyttää kasvillisuus ja osa valuu pintavaluntana ympäristöön.
Mittapato	Tuotantoalueen vesienkäsittelyjärjestelmien alapuolella oleva pato, jonka avulla voidaan seurata alueelta purkautuvan veden määrää eli virtaamaa (esim. l/s).
NH ₄ -N	Ammoniumtyppi, luonnonvesissä ammoniumtyppeä on yleisesti muutamasta kymmenestä muutamaan sataan mikrogrammaan litrassa.
NO ₂ + NO ₃ -N	Nitriitti on typen epäorgaaninen yhdiste, jonka pitoisuudet luonnonvesissä ovat hyvin pienet. Nitraatti on typen epäorgaaninen yhdiste ja vesien tuotannon kannalta keskeinen ravinne.
pH	Veden happamuutta mitataan vetyionien määrällä, jota kuvataan pH-arvolla. Asteikko on logaritminen 0-14. Neutraali vesi on pH 7, alle 7 on hapanta ja yli 7 emäksistä.
Pintavalutuskenttä	Vesienkäsittelymenetelmä, jossa turvetuotantoalueelta tuleva vesi johdetaan luonnontilaiselle tai ojitetulle suolle ennen vesien johtamista laskuojaan.
PO ₄ -P	Fosfaattifosfori, fosfaattifosfori on kokonaisfosforin liuennut, epäorgaaninen osa, joka on sellaisenaan levästölle käyttökelpoinen, pitoisuudet luonnonvesissä alhaiset.
Päästötarkkailu	Tuotantoalueelta lähtevien päästöjen seuranta mittaamalla tai havainnoimalla.
Sarkaoja	Sarkojen välinen oja, jolla tuotantoalueen kuivatus hoidetaan.
Valuma	Alueelta aikayksikössä purkautuva vesimäärä pinta-alayksikköä kohden, esim. l/s/km ² .

Valuma-alue	Alue, jolta pinta- ja pohjavedet laskevat tiettyyn uoman kohtaan tai järveen.
Virtaama	Aikayksikössä uoman tai putken poikkileikkauksen läpi kulkeva vesimäärä, l/s tai m ³ /s.
Virtaamansäätö	Vesienkäsittelymenetelmä, jolla pyritään laskeuttamaan turvetuotantoalueelta huuhtoutuvaa kiintoainetta sarka- ja kokoojajoihin rajoittamalla virtausta ja pienentämällä veden virtausnopeutta, esim. rakentamalla virtaamansäätöpatoja kokoojajoihin.
YSA	Ympäristönsuojeluasetus.
YSL	Ympäristönsuojelulaki.
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi.

1 Johdanto

Suomessa on käyttökelpoista suota n. 1,2 milj. ha, mikä on 10 % maamme kokonaissuoalasta. Tämän alan energiasisältö on n. 12 800 TWh, vastaten kahta kolmasosaa koko Norjan öljyvaroista. Tämän hetken energiankulutuksella tuo määrä riittää n. 500 vuodeksi. Turvetuotannossa suoalasta on runsaat 66 000 ha eli n. 0,6 %. Yhden suoalueen aktiivinen tuotantokausi kestää n. 20 vuotta, minkä jälkeen suopohja saa uuden käyttömuodon joko peltona, metsänä tai kosteikkona. VTT:n arvioiden mukaan uutta turvetuotantoalaa tarvitaan vuoteen 2020 mennessä 80 000 ha, kun samaan aikaan poistuu tuotannosta n. 44 000 ha. (Salo 2009, 19–20.)

Kesän 2011 turvetuotanto koko maassa oli n. 22,3 milj. m³ ja jäi neljänneksen normaalista keskiarvosta. Tuotannossa oli 62 000 ha, mikä oli 0,7 % Suomen suo- ja turvemaa-alasta. Tuotannosta poistuu vuosittain keskimäärin 3 000–4 000 ha. (Turveteollisuusliitto 2011a.)

Turvetuotannon osuus vesistöjen kuormittajana on hyvin pieni, vain n. 1 %. Turvetuotanto lisää vesistöjen kiintoaine, ravinne- ja humuskuormitusta sekä metallipitoisuutta valumavesissä. Tuotantoalueilla on käytössä parhaan mahdollisen tekniikan (BAT) mukaisia vesienkäsittelymenetelmiä, joista laskeutusaltaat, pintavalutuskentät ja erilaiset kosteikkokentät ovat tavallisimpia. Kemiallinen käsittely on kallista ja käytössä erityiskohteissa. Näiden menetelmien tarkoituksena on puhdistaa turvetuotantoalueilta lähtevät vedet ennen alapuolisiin vesiin laskeutumista. Viranomaiset tarkkailevat tuotantoalueiden vesistö- ja humuskuormitusta.

Laki velvoittaa hakemaan ympäristöluvan turvetuotantoon ja siihen liittyvään ojitukseen jo yli 10 ha:n turvetuotantoalueelle, ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan, mikäli yhtenäinen turvetuotantopinta-ala on yli 150 ha.

2 Turvetuotannon vesiensuojelu ja sitä ohjaavat tekijät

Ympäristöministeriö on laadittanut v. 2003 Turvetuotannon ympäristönsuojeluohjeen, jota on käytetty lupa-, valvonta- ja hallinnon eri asioissa. Myöhemmin ohjetta on päivitetty v. 2008 uudeksi Turvetuotannon ympäristönsuojeluoppaaksi. (Väyrynen, Aaltonen, Haavikko, Juntunen, Kalliokoski, Niskanen & Tukiainen 2008.)

1970-luvulla alkanut turvemaiden uudis- ja kunnostusojitus sekä energiakriisin ehkäisemiseksi aloitettu turvetuotanto ovat vaikuttaneet moniin vesistöihin vedenlaadun heikkenemisenä ja vesistöjen pohjalle valuneena kiintoainekerroksina. Samoihin aikoihin Suomessa oli ojitettu metsätaloustarkoituksessa virheellisesti paljon niukkaravinteisiä soita n. 830 000 ha. Nämä suometsät eivät soveltuneet metsätalouteen ja niitä onkin käytetty luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi, biomassojen hyödyntämiseen sekä turvetuotantoon. Turvetuotanto vaikuttaa eri luontoarvoihin, ympäristöön, vesistöön, erilaisina ravinne- ja kiintoainekuormituksina sekä pöly- ja meluhaittoina. 1980-luvulla vesiensuojelumenetelmät ovat kehittyneet ja aiemmin käytettyjen sarkaojien rinnalle alkoi tulla erilaisia vesiensuojelurakenteita sekä lasku- ja kokoomaojia. (MMM 2011, 13.)

1990-luvulla oli perustettu Agua Peat 95 –tutkimus osana silloista Sihti-ohjelmaa, jonka tarkoituksena oli ollut kehittää vesienkäsittelymenetelmiä turvetuotannossa. Tutkimuksessa oli tutkittu maaperäimeytystä ja haihdunnan hyväksikäyttöä turvekenttien vesien puhdistuksessa. Samoin tutkimuskohteina ovat olleet vesikasvit ravinteiden sitoijina laskeutusaltaiden ohella. Selin ym. (1994) tutkimuksissa oli laskettu, että virtausta säätelemällä ja sarkaojia hyväksikäyttäen, voitiin kiintoainetta pidättää n. 88–99 %. (Selin, Marja-aho & Madekivi 1994, 17 ja 187.)

1990-luvulla oli aloitettu kiinnittää huomiota laskeutusaltaiden mitoitukseen ja vesien viipymään puhdistuskentillä, samoin virtaamansäätö ja pintavalutus yleistyivät. 2000-luvulla kuormitus- ja vesistötarkkailut ovat lisääntyneet. Myös

vesiensuojelun työjärjestys on muuttunut siten, että edetään alapuolisilta alueilta ylöspäin rakentaen virtaamansäätöpatoja, laskeutusaltaita, lietetaskuja ja ojarakenteisiin jätetään kaivukatkoja. Vesiensuojelurakenteet ovat kunnossa ennen kuin turvekentiltä tulee ravinne- ja kiintoainekuormituksia vesistöihin. (Savolainen 2008.)

Ennen kuin turvetuotantoa päästään aloittamaan, ovat suot ojitettu ja alueelta on poistettu kasvillisuus. Kentän pinta on tasoitettava ja sarat muotoiltava sarkaojiin päin viettäväksi. Toimenpiteet aiheuttavat suolla valunnaa vesivarastojen tyhjentyessä ja haihdunnan vähentyessä. Valunnan lisääntyminen aiheuttaa kiintoainekuormituksen syntyä, jota lisäävät myös kuivatuksen kaivutyöt, turpeen nosto, rankkasateet, tulvat ja kentältä puuttuva kasvipeite, joka suojaa eroosiolta. Turpeen hajoaminen eri toimenpiteiden seurauksena lisää typpi-, fosfori- ja humuskuormitusta. Syvemmillä turvekerroksille kaivettaessa tulee valunnan mukana rautahuuhtoumaa vesistöihin. Kuormitus on suurimmillaan sulan maan aikana ja tulva- sekä sadejaksojen aikana. Vesistöön kohdistuvat kuormitukset ovat suurimmillaan turvetuotannon alapuolisissa vesistöissä. (Heikkinen, Karjalainen & Ihme 2009.)

Suomen turveteollisuus toimii ympäristön kannalta kestävän käytön periaatteiden mukaisesti sekä kansainvälisten soiden käytön periaatteita noudattaen. Turvemaille muodostuu vuodessa n. 100 milj. suokuutiometriä turvetta, jonka vuotuinen kokonaiskäyttö on n. 70 milj. suokuutiometriä. Turvetuotantoon otetaan ensisijaisesti ojitettuja suometsiä ja maatalouskäytössä olleita suopeltoja, jotka eivät ole luonnontilassa. Turvetuotannon valtakunnallinen ympäristövaikutus on pientä, koska sen maankäyttöalakin on vähäinen. Ympäristövaikutukset ilmenevät lähinnä paikallisina vesistökuormituksina tai möly- ja pölyhaittoina. (Leinonen 2010, 63–66.)

2.1 Turvetuotantoa ohjaavat lait ja säädökset

Uusi ympäristönsuojelulaki tuli voimaan 1.3.2000, jolloin päästöjä koskevat sääntelyt siirrettiin vesilaista ympäristönsuojelulakiin. Aiemmin turvetuotannon kuivatusvesien johtamisessa oli noudatettu vesilain jäteveden johtamista koskevia säännöksiä ja tuotantoalueet ovat toimineet vesioikeuden luvalla. Uuden lain myötä koko turvetuotanto on kattavasti ympäristölupavelvollinen. Laki velvoittaa hakemaan ympäristöluvan turvetuotantoon ja siihen liittyvään ojitukseen yli 10 ha:n tuotantoalueille. (Pärnänen 2009, 22–23.)

Lupakäytännön yhtenäistyessä ja tulkintojen vakiintuessa eri toiminnanharjoittajat tietävät tulevaisuudessa jo hakemuksia valmistellessa, mitä vesien- ja ympäristönsuojelulta vaaditaan. Turvetuotannon ympäristölupaa haetaan aluehallintovirastosta ja mahdolliset muutokset ja valitukset käsitellään Vaasan hallinto-oikeudessa.

2.1.1 Ympäristönsuojelulaki ja -asetus

Ympäristönsuojelulaki (YSL 86/2000) on pilaantumisen torjunnan yleislaki, jonka tarkoituksena on määritellä maaperän, ilman ja vesien suojelusta. YSL:n ydinsisältö koskee ympäristölupaa, sen tarvetta ja sitä koskevia myöntämisedellytyksiä. YSL:n mukaista ympäristölupaa ei tarvita metsäojitusta, peltoviljelyä ja pellon raivausta varten. YSL:n 42. §:ssä on määritelty ympäristöluvan myöntämisen edellytyksistä, joita ovat mm., ettei toiminnasta saa aiheutua terveyshaittaa, ympäristön pilaantumista, maaperän tai pohjaveden pilaantumisia eikä muuta kohtuutonta rasitetta naapureille tai muulle toiminnalle. Toiminnassa on noudatettava annettua kaavaa. Keskeisimpänä periaatteena on parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) (Valtioneuvoston periaatepäätös 23.11.2006) käyttö ympäristöhaittojen ennaltaehkäisemisessä ja minimoimisessa. Toiminnanharjoittajan on noudatettava myös parhaan käytännön periaatetta (BEP), ja oltava selvillä toimintansa ympäristöriskeistä ja -haitoista sekä näiden vähentämismahdollisuuksista. Kaikki luvanvaraiset toiminnot on määritelty ympäristönsuojeluasetuksessa (YSA 169/2000). (Väyrynen ym. 2008.)

2.1.2 Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä

Ympäristövaikutusten arviointimenettelylaki (YVAL 468/1994) yhtenäistää eri ympäristövaikutusten huomioonottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Kansalaiset voivat myös ottaa kantaa ja vaikuttaa lähellä ympäristöään tapahtuviin muutoksiin turvetuotantoalueita suunniteltaessa. YVA-menettelyä sovelletaan, mikäli yhtenäinen turvetuotantopinta-ala on yli 150 ha tai alueellisesti pienempiinkin alueisiin ympäristökeskuksen päätöksellä. (Väyrynen ym. 2008.)

2.1.3 Luonnonsuojelulaki ja -asetus

Luonnonsuojelulain (1969/1996) tavoitteena on luonnon monimuotoisuuden, luonnonkauneuden ja luontoarvojen kestäväen käytön lisääminen sekä luonnon ja sen ympäristön säilyttäminen sekä luontotutkimuksen lisääminen. Luonnonsuojeluasetuksessa (LSA 160/1997) esitetään suojellut eliö- ja lintulajit sekä muut suojeltavat luontoarvot. (Väyrynen ym. 2008.)

Osa luonnontilaisista soista kuuluu luonnonsuojelualueisiin, EU:n Natura 2000 -verkostoon tai muiden kohteiden suojeluvarauksiin (Väyrynen ym. 2008). Suomessa on turvemaita n. 9,29 milj. ha, josta on suojeltua, ojitamatonta turvemaata 1,13 milj. ha eli 12,2 % (GTK 2010).

2.1.4 Vesilaki ja -asetus

Uusi vesilaki (587/2011) on tullut voimaan 1.1.2012, ja sitä sovelletaan, kun kyseessä on vesistöön rakentaminen tai säännöstely tai jos asialla on vaikutusta virtaamiin ja pohjavesiin. VL:n 5. luku 6. § määrittelee ojitusta koskevia muutoksia, jotka vaikuttavat myös turvemaihin ja -soihin. Vähäistä ojitusta lukuun ottamatta kaikesta ojituksesta on ilmoitettava alueen Ely-keskukselle 60 vuorokautta ennen ojituksen alkua. (Vesilaki 2011.)

Yli 500 m³:n ruoppaus edellyttää aina aluehallintoviraston lupaa. Turvetuotanto voi vaarantaa vesilailla suojeltujen luontotyyppien, kuten pienien lampien, lähteiden tai purojen säilymisen luonnontilaisena. Pääsääntöisesti turvetuotanto ei tarvitse vesilain mukaista lupaa, mikäli kyse ei ole edellä mainituista poikkeustapauksista. (Vesilaki 2011.)

2.1.5 Laki ja asetus vesienhoidon järjestämisestä

Lain (1299/2004) tarkoituksena on, että vesienhoidon järjestämisessä huomioidaan vesien ekologinen ja kemiallinen tila sekä veden riittävyys, laatu, virkistyskäyttö sekä vesien välityksellä leviävien tautien ehkäisy. Pinta- ja pohjavesien tila saattaa vaikuttaa turvetuotantoalueiden käyttöönottoon ja edellyttää vesiensuojelun tilan parantamista. (Väyrynen ym. 2008, 10–11.)

Lailla turvataan mm. suojeltujen luontotyyppien, kuten pienten lampien ja lähteiden säilyminen luonnontilaisina, ettei turvetuotanto häiritse tarpeettomasti näiden ekosysteemiä. Ympäristöluvassa huomioidaan tällaiset kohteet ja velvoitetaan toimija noudattamaan lupaehtoja. (Pärnänen 2009, 23.)

2.1.6 Jätelaki ja -asetus

Jätelain (1072/1993) tarkoituksena on edistää ja kehittää luonnonvarojen järkevää käyttöä sekä ehkäistä jätteistä aiheutuvia vaara- ja haittatilanteita terveydelle ja ympäristölle. Jätteiden lajittelu ja niiden tuottamisen minimointi ovat yksi jätelain pääperiaatteita. Ympäristöä ei saa roskata eikä sinne saa jättää esim. koneita, romua tai muuta ympäristöä pilaavaa jätettä maiseman ja viihtyvyyden pilaamiseksi. Toiminnan harjoittaja on vastuussa jätteiden asianmukaisesta käsittelystä ja hävittämisestä. (Väyrynen ym. 2008, 11.)

Turvetuotantoalueilla on huolehdittava siisteydestä ja oikeaoppisesta jätteenkäsittelystä. Siirrettävien polttoainesäiliöiden on oltava tiiviitä ja kiinteiden polttoainesäiliöiden on oltava kaksivaippaisia sekä niissä on oltava lapon- ja ylitäytönestien. Säiliöiden on oltava pelastusviranomaisen hyväksymiä

ja ne on sijoitettava tuotantoalueella määrättyihin paikkoihin. Jäteöljyille ja muille jätetarvikkeille on oltava asianmukaiset katokset ja jätekontit.

2.1.7 Laki eräistä naapuruussuhteista

Turvetuotantoalueet sijaitsevat usein lähellä kyliä ja asutusta, jolloin naapuruussuhteiden hoitaminen on osa arkea. Lain (26/1920) mukaan naapurille tai lähellä asuville ei saa aiheutua haittaa ympäristölle haitallisista aineista, pölystä, melusta, hajusta tai liasta. (Väyrynen ym. 2008, 11.)

2.1.8 Muut turvetuotantoon vaikuttavat lait ja asetukset

Turvetuotantoon vaikuttavat tapauskohtaisesti monet muutkin lait ja asetukset, joita ovat mm. seuraavat:

- maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- ympäristövahinkovakuutuslaki (81/1998)
- muinaismuistolaki (295/1963)
- Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös palavista nesteistä (313/1985)
- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005) ja asetus (59/1999)
- ohje turvetuotantoalueiden paloturvallisuudesta
- kaivannaisjätedirektiivi (2006/21/EY). (Väyrynen ym. 2008.)

2.2 Tuotantoalueen hankinta ja lupaprosessi

Turvetuotannon edellytyksenä on, että valittavat tuotantosuoit täyttävät tiettyjä vaatimuksia, joita lopputuotteen käyttö edellyttää ja että nostettava turve täyttää hyväksytyt polttoainestandardit. Tarvittavat geologiset mittaukset ja arviot suoritetaan Geologian tutkimuskeskuksen toimesta. Suolla on oltava kannattavuussyistä vähintään 1,5–2 metriä turvekerrosta. Suon sijainti, etäisyys käyttölaitoksesta, läheinen asutus ja alueen ympäristötekijät

vaikuttavat valittavaan suohon. Suon valmistelu tuotantokuntoon kestää n. 10 vuotta, riippuen mahdollisista valituksista ja yli 150 ha:n alueilla YVA-menettelyn kestosta. (MMM 2011, 73 - 74.)

Ympäristölupaa haetaan alueen ympäristölupavirastosta. Ympäristölupamenettelyllä ja ympäristöluvalla on tärkeä merkitys, vaikka se saatetaan kokea raskaaksi ja byrokraattiseksi lupia haettaessa. Lupa suojaa turvetoiminnan harjoittajaa ja oikeuttaa harjoittamaan turvetuotantoa. Ympäristölupaprosessi on avoin ja koskettaa samalla kertaa useita osallisia, mm. maanvuokraajat, naapurit, kyläläiset, kalastuskunnat jne. Ympäristölupavirasto laatii kuulutukset hakemuksista ja tiedottaa niistä internetissä osoitteessa: www.ymparisto.fi/ylv (Ylitalo 2007.)

2.3 Ympäristövaikutusten arviointi ja Natura 2000

Turvetuotannon ympäristövaikutukset selvitetään yhdessä ympäristöluvan hakemisen yhteydessä ja kaikille yli 150 ha:n suuruisille turvetuotantoalueille joudutaan tekemään ympäristövaikutusten arviointiseloste. Arvioinnissa tarkastellaan hankkeen ympäristövaikutuksia ja verrataan siihen, josko koko hanketta ei toteutettaisi. Arviointimenettelyssä erilaiset tuotantopinta-alat, vesienjohtamissuunnat, vesienkäsittelymenetelmät ja liikennejärjestelyt käydään lävitse. Hankkeen riskit ja puutteet selvitetään sekä haitalliset vaikutukset ympäristöön ja vesistöön käydään lävitse. Kansalaisilla ja viranomaisilla on vaikuttamismahdollisuus ja kaikki mielipiteet kirjataan ylös. Tästä arviointiselosteesta ei tehdä päätöstä, joten siitä ei voi valittaakaan. (Väyrynen ym. 2008, 54–55.)

Natura 2000 -verkosto luotiin suojelemaan luonnon monimuotoisuutta EU:n alueella. Vuonna 1992 on annettu luontodirektiivi, jolla on perustettu yhtenäinen ekologinen verkosto suojelemaan tärkeitä luonto- ja lajityyppejä sekä niiden elinympäristöä. Natura 2000 -verkoston alueiden lähellä on myös turvetuotantoalueita. (Natura 2000 -verkosto 2012.) Natura-alueista todetaan, että ”suojelun kannalta riittävän tehokkaasti käsitellyt tuotantoalueen

kuivatusvedet voidaan johtaa tällaisilta alueilta myös Natura 2000 -verkostoon kuuluvaan vesistöalueeseen ja suojelusuolle” (Väyrynen ym. 2008, 55).

2.4 Viranomaisvalvonta ja seuranta

Alueellinen Ely-keskus valvoo ympäristöluvan noudattamista ja paikallisesti ympäristönsuojelulain noudattamista valvoo kunnan ympäristösuojeluviranomainen. Valvonnan laatu voi olla joko laillisuus- tai yleisen edun valvontaa ja lisäksi pelastusviranomaiset valvovat pelastuslain mukaisesti turvetuotantoa. Kalataloutta vesistöissä valvoo Ely-keskusten kalatalousyksikkö, joka seuraa lupapäätösten mukaisesti noudattavia kalataloudellisia määräyksiä. (Väyrynen ym. 2008, 56–57.)

Valvontaviranomaiset tekevät tarkastuksia turvetuotantoalueille valvontasuunnitelmien mukaan, joissa tarkastuskäynnit ovat määritelty neljään eri tarkastusluokkaan. Kaikista tarkastuksista laaditaan pöytäkirjat, jotka tallennetaan valtakunnalliseen ympäristöhallinnon VAHTI -tietojärjestelmään. Järjestelmässä on tarvittavat tiedot valvontakohteista ja -alueista, joita ovat mm. tuotantoalueiden pinta-alat, vesiensuojelurakenteet ja vesistöihin kohdistuvat bruttovuosipäästöt, kuten kiintoaineet, kokonaistyyppi ja -fosfori sekä kemiallinen hapenkulutus. Alle 10 ha:n turvetuotantoalueet tarkistetaan tarvittaessa, koska niille ei tarvita ympäristölupaa, mutta sielläkin on noudatettava ympäristönsuojelulakia eri ohjeistuksineen. (Väyrynen ym. 2008, 57–58.)

2.5 Luonnonhuuhtoumat

Ihmisten toiminnalla aiheutetaan suurimmat vesistöjen kuormittumiset. Maa- ja metsätalous sekä turvetuotannon kuivatusvedet kuormittavat myös vesistöjä omalta osaltaan. Vesistökuormitusta aiheuttavat yhdyskunnat, teollisuus, kalankasvatus, haja- ja loma-asutus, eläintuotanto ja hulevedet. Taulukossa 1 on fosfori- ja typpikuormitukset eri lähteistä ja arvio laskeumasta sekä luonnon

huuhtoumasta Suomessa vuosina 2008 ja 2010. (Suomen ympäristökeskus 2012.)

Taulukko 1. Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2008 ja 2010. (Suomen ympäristökeskus 2012.)

Vuosi	2008		2010		muutos 2008-2010	
	fosfori t/a	typpi t/a	fosfori t/a	typpi t/a	fosfori %	typpi %
Päästölähteet						
Pistemäinen kuormitus						
Turvetuotanto	28	724	20	485	-28,0	-33,0
Yhdyskunnat	196	11 118	163	10 650	-16,8	-4,2
Kalankasvatus	84	688	76	620	-9,5	-9,9
Turkistarhaus	45	430	45	430	0,0	0,0
Massa- ja paperiteollisuus	161	2 347	150	2 434	-6,8	3,7
Muu teollisuus	30	857	25	894	-16,7	4,3
Pistemäinen kuormitus yhteensä	544	16164	479	15513	-11,9	-4,0
Hajakuormitus						
Maatalous	2 750	39 500	2 750	39 500	0,0	0,0
Metsätalous	231	3 253	231	3 253	0,0	0,0
Haja-asutus	355	2 500	355	2 500	0,0	0,0
Hajakuormitus yhteensä	3 336	45 253	3 336	45 253	0,0	0,0
Laskeuma	225	12 500	200	8 800	-11,1	-29,6
Kuormitus yhteensä	4 105	73 917	4 015	69 566	-2,2	-5,9
Luonnon huuhtouma	2 700	70 000	1 600	41 500	-40,7	-40,7
Kaikki yhteensä	6 805	143 917	5 615	111 066	-17,5	-22,8

Luonnonhuuhtoumalla tarkoitetaan eri maa-alueilta kulkeutuvia aineosia vesistöihin, jolloin huuhtouman määrään ei ihmisen toiminnalla ole vaikutusta. Huuhtoumaa voi tulla kivennäismailta ja soilta. Valumavedet kulkevat suon pinnan suuntaisina virtauksina, koska turpeen veden läpäisevyys on heikkoa suon syvemmissä osissa, ja puolen metrin syvyydessä veden virtaus lakkaa kokonaan. Typpi on humukseen sitoutunutta, ja fosforin määrä riippuu pohjamaan kallioperästä. Kivennäismailla on yleensä vähemmän orgaanista ainesta, jotka tuottaisivat humusta (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011b.)

Suovesien mukana jokiin kulkeutuu fosforia, rautaa, typpeä ja humusta. Humus ja suokasvien solunesteet antavat suo- ja jokivesille ruskean värin. Tulva- ja sadekaudet kuljettavat vesistöihin suon pintaturpeen hajoamisesta syntyntä humusta. (Selin ym. 1994.)

Luonnontilaisen suon ja turvekentän valunnan kemiallinen koostumus riippuu vuodenajan ja vesitilanteen mukaan. Valumavesien koostumus riippuu mm. turpeen laadusta, hydrologiasta, ja pintakasvillisuudesta. Taulukossa 2 on esitetty luonnontilaisen ja ojittamattoman suon, metsäojitetun ja sarkaojitettun suon arvioidut ominaiskuormitukset keskivalunnalla 10 l/s km². (Pekkala 2009, 26.)

Taulukko 2. Luonnontilaisen sekä metsäojitetun ja sarkaojitettun suoalueen arvioidut ominaiskuormitukset keskivalumalla (Pekkala 2009, 26.)

	Valuma l/s km ²	Brutto			Netto		
		Kiintoaine g/ha d	Fosfori g/ha d	Typpi g/ha d	Kiintoaine g/ha d	Fosfori g/ha d	Typpi g/ha d
Luonnontilainen	10	17	0,17	4,3			
Metsäojitettu	10	30	0,26	5,4	13	0,09	1,10
Sarkaojitettu	10	64	0,67	20	47	0,49	16

Luonnontilaisen suon ja turvetuotantoalueen valunnan kemiallista koostumusta kuvataan taulukossa 3, jossa turvetuotantoalueen pintavalutuksesta lähtevät pitoisuudet vaihtelevat kymmenkertaisesti. Pintavalutuskentät ovat ohjeistuksen mukaisia pinta-alaltaan, eli 3,8 % valuma-alueesta, jolloin kentät ovat toimivia.

Taulukko 3. Luonnontilaisen suon ja turvetuotantokentän valunnan kemiallisen koostumuksen keskimääräinen vertailu. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011b.)

Muuttuja	Luonnontilainen	Turvetuotanto
Kiintoaine mg/l	1,2 - 10,4	1,5 – 2 400
Kok.P ug/l	16 – 90	18 - 230
Kok.N mg/l	0,3 – 0,9	1,5 – 5,6

2.6 Vesistökuormituksen synty turvetuotannossa

Turvetuotannon perusedellytyksenä on suon kuivattaminen ojituksella ja pohjaveden alentaminen. Turvetuotantoon otetaan lähinnä ojitetuja suometsiä. Esi- ja peruskuivatus kestää n. 3–6 vuotta, ja turvetuotannossa

kentät ovat n. 15–20 vuotta, jonka jälkeen tuotantoalue tehdään esim. kosteikoksi. (Selin 1999.)

Sallantauksen (1983, 100) tutkimuksissa turvetuotanto on vedenlaadun seurantatutkimuksissa hyvin pieni, mutta monipuolinen vesistöjen kuormittaja. Kuormitukset ovat paikallisia ja erot eri vaiheissa olevien ja erityyppisten soiden välillä ovat suuria, jolloin niiden haitatkin ovat erilaisia. Sallantauksen (1983, 42) ja Klöven (1997) mukaan ojaeroosio on suuri kiintoainekuormituksen lähde ja se kohdistuu tuotantokentän saralta vesien mukana huuhtoutuneeseen ja ojan pohjalle valuneeseen turvehumukseen, joka edelleen huuhtoutuu ojassa virtauksen mukana alapuolisiin vesiin. Kiintoaine aiheuttaa vesistöissä liettymistä ja ravinteiden vapautumista sekä hapenkulutusta.

Pintavaluntaa tapahtuu myös roudattomana aikana pitkään tuotannossa olleilla soilla sekä maatuneilla ja tiivistyneillä tuotantokentillä. Turve menettää vedenjohtavuutta ja vedenimemiskykynsä kuivuessaan, mutta siitä huolimatta turve pidättää suuren sademäärän ennen pintavaluntaa. Turvetuotannon edistyessä ja kenttien mataloitussa pintavalunta lisääntyy ja ylivalumia voi esiintyä. Tuotantoaluetta esiojitettaessa saattaa liikkeelle lähteä seisonutta vettä, joka voi olla hyvin hapanta. Rahkavaltaisilla soilla pH voi olla < 4,0, mutta saraturvealueilla luku on lähes neutraali. (Sallantaus 1983, 46–47.)

Syvempiin turvekerroksiin ojitettaessa valumavesien pH-luku kohoaa turvelaadun muutoksen seurauksena tai mikäli vesi joutuu tekemisiin kivennäismaan kanssa. (Selin & Koskinen 1985, 9.)

Marja-aho & Koskinen (1989, 183) ovat todenneet tutkimuksissaan ojituksen vaikuttavan valumavesien laadun ja määrän muutoksiin. Näihin muutoksiin vaikuttavat mm. turpeen laatu, suon tyyppi, turpeen paksuus ja ojitussyvyys. Kuormitusvaihtelut voivat olla suuria ja niitä on vaikea ennustaa eivätkä keskimääräiset huuhtouma-arvot välttämättä anna oikeaa kuvaa vesistön kuormituksen suuruudesta. Turvetuotannon kiintoainekuormitukset voivat olla orgaanista tai epäorgaanista. Epäorgaanisen aineksen huuhtoumat ovat

raskaita ja liittyvät usein ylivalumatilanteisiin ja ojaeroosioon. (Marja-aho & Koskinen 1989, 183.)

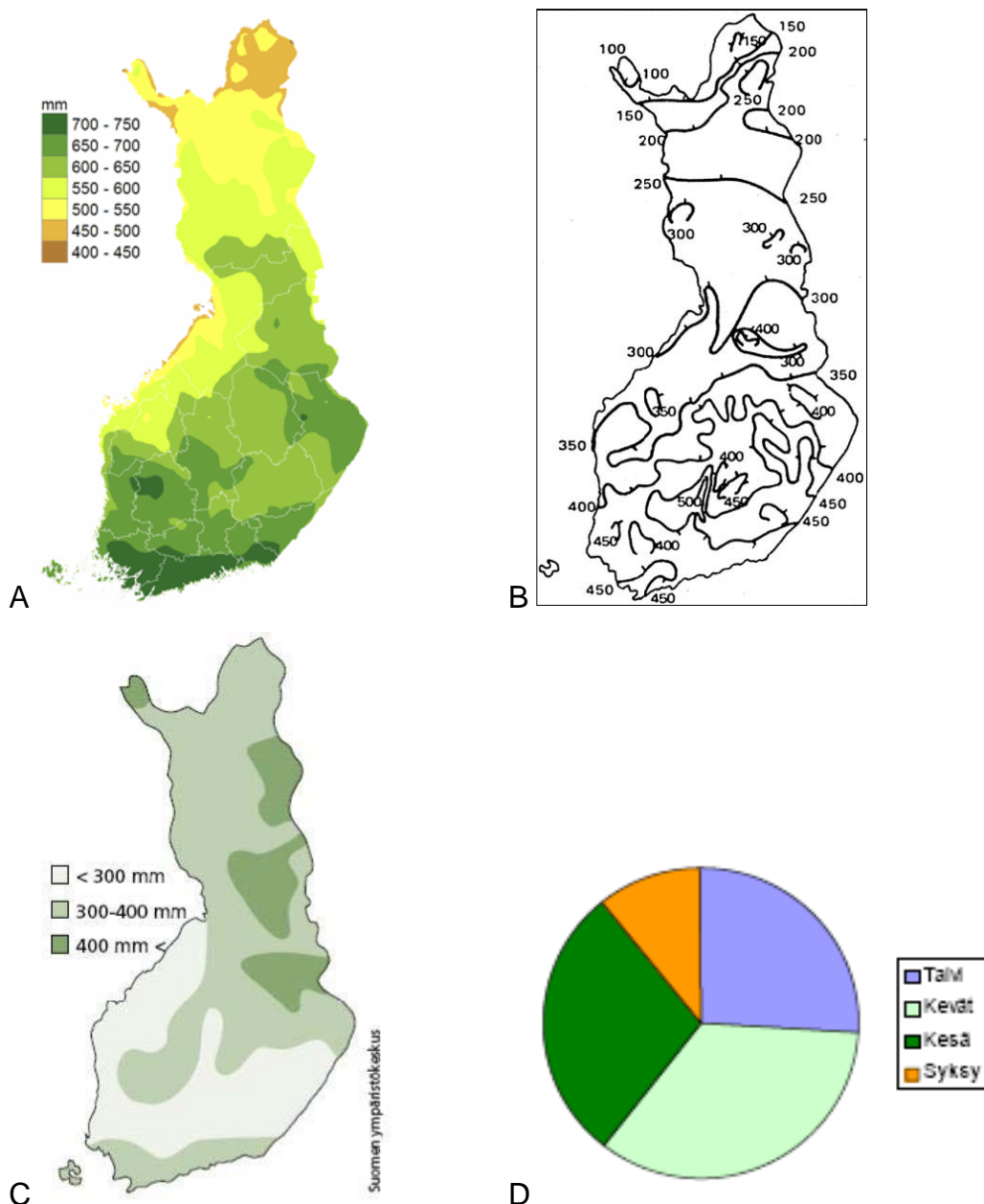
Selin ym. (1994, 182–183) ovat Aqua Peat 95 tutkimuksessa todenneet, että turpeen ja siitä poistuvan veden laadun välisten riippuvuussuhteiden löytyminen auttaisi arvioimaan tuotannosta aiheutuvien vesistökuormitusten syntymisen turvenäytteitä tutkimalla.

Klöve (2000) on todennut tutkimuksissaan, että ojitus muuttaa suon hydrologiaa, jolloin vesi laskee suon maatumeeeseen osaan. Suon kuivunut pinta lisää vedenvarastointia ja vähentää valuntaa, jolloin myös haihdunta on vähäisempää, mikä vaikuttaa kuitenkin vuosivalunnan kasvuun. Turvekerroksessa olevaa vesipintaa kutsutaan pohjavedeksi ja sen pinnan lasku aiheuttaa sen, että aiemmin hapeton turvekerros tulee nyt hapelliseksi ja sen lämpötila nousee. Kaikesta tästä seuraa se, että turve alkaa hajota, ravinteita vapautuu ja ne huuhtoutuvat vesistöön. Klöve (2000) on myös todennut, että kiintoainekuormitus johtuu ojan pohjalle valuneen turpeen eroosiosta, johon vaikuttaa ojissa veden virtauksen suureneminen.

Turvetuotannon loppuvaiheessa olevat kentät ovat mataloituneet ja ojasyvyys on pienentynyt. Tällaisilla kentillä turve tiivistyy, maatumeeisuusaste nousee ja huokostilavuus pienenee. Kentät eivät enää ime vettä niin paljon ja pintavalunnan määrä lisääntyy. Matalat turvekentät ovat alttiita suurille valuntahuipuille mm. rankkasateen aikana. Ojien mataloitueessa eroosiot voivat lisääntyä, jos ne ulottuvat helposti syöpyvään mineraalimaahan. (Klöve 2000.)

Vuotuinen sadanta vaihtelee eri puolilla Suomea. Itä-Suomessa sadanta on n. 650 mm/a. Kuvassa 1 A on esitetty sadannan keskiarvot vuosilta 1981–2010 ja 1 B on keskimääräinen haihdunnan määrä pitkällä aikavälillä. Vuoden sadannasta haihtuu yleensä puolet. Kuvassa 1 C on maamme vuotuinen valunta kuvattuna ja kuvassa 1 D on kuvattuna turvetuotantoalueiden vuosivalunnan keskimääräinen jakautuminen eri vuodenajoille Itä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 2003–2008 virtaamatietojen perusteella (Pekkala 2009, 5–6.)

Keskivaluman arvot Itäisessä Suomessa ovat 10–13 l/s km². Sadeveden mukana tulee turvekentille ilmansaasteita ja kaukokulkeumaa, jotka vaikuttavat vesien laatuun. Itäisen alueen sadevesissä on mittausvuosina 1996–1998 ollut 680 ug/l typpeä ja 26 ug/l fosforia. Etelä-Suomen sadevesien typpi- ja fosforiarvot ovat olleet 50 % korkeammat Pohjois- ja Itä-Suomeen verrattuna. (Pekkala 2009, 5.)



Kuva 1. A) sademäärän keskiarvovertailu vuosina 1981–2010, B) pitkän aikavälin keskimääräinen haihdunta (Kuva: Ilmatieteen laitos). C) vuotuinen valunta (mm/a) keskimäärin pitkällä aikavälillä ja D) valunnan jakautuminen keskimäärin eri vuodenaikoina (Kuva: Suomen ympäristökeskus).

2.7 Veden laadun muuttujia

Vesien tilan käyttökelpoisuusluokituksessa määritellään veden sopivuus eri käyttötarkoituksiin, mm. juomavedeksi. Suomen järvien vesistä n. 80 % on käyttöluokitukseltaan hyvää ja erinomaista, ja 60 % jokiemme vesistöistä on hyvää. Rannikkovesistä 70 % on hyvää tai erinomaista. Vesien luokitteluperusteet muuttuvat uuden vesipuitedirektiivin vaatimuksia vastaaviksi, jolloin tällä hetkellä käytössä olevat luokitukset: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono joutuvat arvioitaviksi biologisten ja ekologisten arvojen mukaan. Myös haitalliset aineet otetaan painokkaammin huomioon uuden luokittelun myötä. (Suomen ympäristökeskus 2006, 15–16.)

Happamuus eli pH tarkoittaa vetyioniväkevyyttä ja veden kykyä vastustaa pH:n muutoksia mitataan alkaliteetillä (mmol/l). Suomen sisävedet ovat happamia ja pH on n. 6,0–6,9. Virtaavien vesien pH on n. 6,6. Vedessä elävät eliöt ovat tottuneet pH:n arvoihin 6–8. Kesäaikainen leväkukinta voi kohottaa pH:n arvoa 8–10. Mikäli vesistö on happamoitunut, sen pH on yleensä alle 5,3. Valuma-alueen laatu määrittelee vesien happamuutta ja esim. peltovaltaiset vesistön ympäristöt eivät aiheuta happamoitumista. Kallioinen maaperä aiheuttaa pieniin lampiin ja järviin happamoitumista ja myös humusvedet ja suoalueiden latvavedet ovat happamia. (Hämeen ELY 2011.)

Liennut happi kuvastaa vesistön tilaa ja sen yksikkönä käytetään mg/l. Kyllästysaste kertoo, paljonko veteen on liennut happea suhteessa suurimpaan lämpötilapitoisuuteen. Kylmään veteen liukenee enemmän happea kuin lämpimään veteen. Puhtaan vesistön alusveden happitilanne on n. 4–8 mg/l. Voimakas leväkasvusto nostaa kyllästysasteen yli 100 %:n. (Hämeen ELY 2011.)

Kemiallinen hapenkulutus kuvaa veden sisältämien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrää eli vedessä olevaa eloperäistä ainetta esim. humusta ja jätevettä. Sen yksikkönä käytetään COD_{Mn} mg/l O₂. Mitä enemmän humusta on vedessä, sen suurempi on COD -arvo. Mikäli vesistön valuma-alueella on paljon metsäojitusta ja suoalueita, niin vesistöjen COD -arvo nousee, samoin käy myös runsaiden sateiden aikana. (Hämeen ELY 2011.)

Fosfori (P) esiintyy luonnossa fosforipitoisissa kivilajeissa, josta se rapautumisen kautta lähtee liikkeelle. Vesistöön sitä joutuu ihmisen toiminnan seurauksena, mikä rehevöittää vesistöjä. Vesistöissä fosfori esiintyy joko orgaanisessa tai epäorgaanisessa muodossa ja se voi olla liuenneena tai sitoutuneena esim. leviin tai humusaineisiin. Kokonaisfosforista puhuttaessa tarkoitetaan vedessä eri muodoissa olevaa fosforin kokonaismäärää ja sen yksikkönä on mikrogramma (μg)/litra. Karuissa vesistöissä arvo voi olla $< 5 \mu\text{g/l}$ ja rehevissä vesistöissä $> 100 \mu\text{g/l}$. Normaaleissa järvivesistöissä fosforiarvo on n. $10 - 50 \mu\text{g/l}$. (Hämeen ELY 2011.)

Typpi (N) esiintyy vedessä liukenemattomina, liuenneina tai orgaanisissa yhdisteissä. Kokonaistypellä tarkoitetaan vedessä olevaa kokonaistypymäärää, jonka yksikkönä käytetään mikrogramma/litra ($\mu\text{g/l}$). Typpi rehevöittää fosforin lailla vesistöjä ja sitä joutuu vesistöihin ihmisen toiminnan seurauksena. Kokonaistypipitoisuuden ollessa $< 400 \mu\text{g/l}$, on kyse karusta rehevyystasosta, kun taas arvon ollessa $> 600 \mu\text{g/l}$, on kyse rehevästä rehevyystasosta. Humuspitoisissa ja ruskeissa vesissä kokonaistypen määrä voi olla luonnostaan korkeampi $> 1000 \mu\text{g/l}$. (Hämeen ELY 2011.)

Veden väriin vaikuttaa sen valuma-alueelta tuleva vesivirtaus ja humuksen ruskea väri on tärkein veden väriin vaikuttava tekijä. Suomen järvivesistö on useimmiten ruskeavetistä ja värin arvo on n. 50 mg Pt/l . Väri ilmaistaan yksiköllä mg Pt/l . Mittauksessa käytetään platina-asteikkoa (Pt), jossa tutkittavaa vettä vertaillaan platina-asteikkoon värikiekon avulla. Väriluvun $5-15 \text{ mg Pt/l}$ vesi on väritön ja kirkasvetinen ja luvun ollessa $> 40 \text{ mg Pt/l}$ on kyseessä humuspitoinen vesi. Veden väriarvo $6,6 \text{ mg Pt/l}$ vastaa 1 mg/l humusta. (Hämeen ELY 2011.)

Sameus on väriltään harmaata tai vihreää, riippuen eroosion ja veden virtauksen mukanaan tuomista aineksista. Peltoeroosiot ja ruoppaukset värjäävät veden harmaaksi ja rehevöityminen vihreäksi. Sameutta tutkitaan siihen tarkoitukseen kehitetyllä mittarilla ja sameuden yksikkönä on FTU. Kirkkaan veden lukuarvona on $< 1 \text{ FTU}$ ja lievästi samea $< 5 \text{ FTU}$. Sameus vähentää näkösyvyyttä. (Hämeen ELY 2011.)

Kiintoaine on vedessä oleva hiukkasmainen aines, jonka hiukkaskoko on > 45 µm. Se määritellään suodattamalla vesimäärää tiheän kalvon lävitse, joka sitten kuivataan 105 asteen lämpötilassa ja punnitaan. Yksikkönä käytetään mg/l ja puhtaassa vedessä arvo on < 1 mg/l. Turvevesissä esiintyy paljon kiintoainetta ja siihen on yleensä sitoutunut kasvisravinteita, fosforia ja typpeä sekä rautaa. (Pohjois-Pohjanmaan ELYc.)

2.8 Vesiensuojelumenetelmien valinnat turvetuotantoalueille

Turvetuotantoalueille valittavista vesiensuojeluratkaisuista on oltava tutkittua tietoa luotettavista lähteistä, mm. Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston TUKOS –projektissa tutkituista sekä käytännön kokemuksia menetelmien soveltuvuudesta käytäntöön. Tärkeimpänä asiana on se, että menetelmien on vähennettävä turvetuotannon kuormitusta. Turvetuotantoalueille on käytettävä aina parasta mahdollista tekniikkaa (BAT) ja sovellettava parhaan käytännön periaatetta (BEP), olipa turvekenttä minkä kokoinen tahansa. Tietoa tulisi olla vesistöjen tarkkailutiedoista vastaavanlaisista hankkeista ja niiden puhdistustehokkuudesta rakennettaessa esim. pintavalutuskenttää, jolloin pitäisi olla tiedossa mitoitus, turvepaksuus, maatuneisuus, kaltevuus ja kartat korkeustietoineen sekä muut tarvittavat tiedot. Käytettävän menetelmän kustannustehokkuus ja hallittavuus ovat myös tärkeitä kriteereitä vesiensuojelumenetelmiä valittaessa. (Heikkinen 2011.)

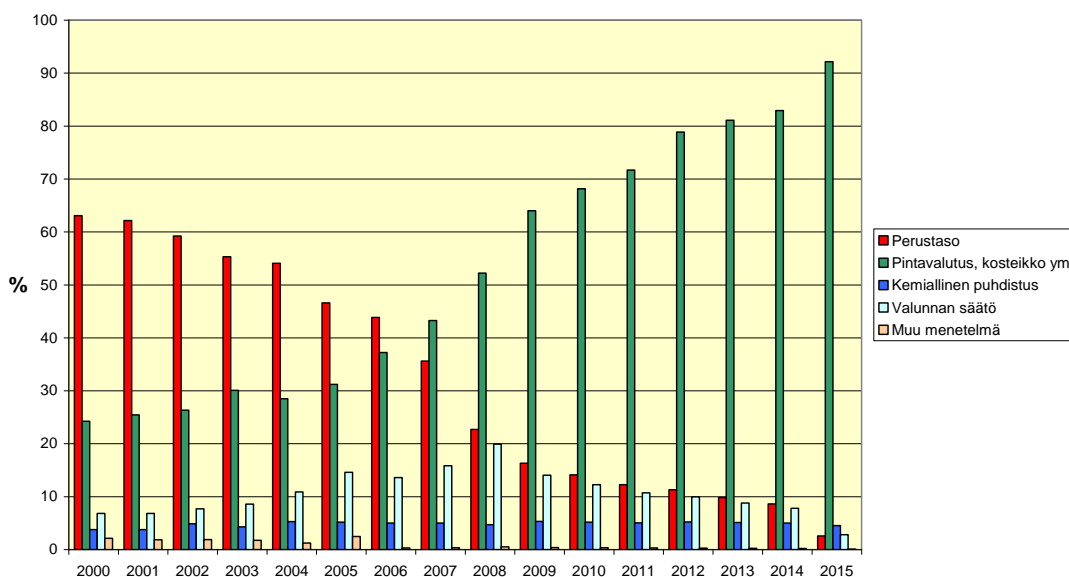
Tuotantoalueiden erityisolosuhteet ja sen loppukäyttöaika ohjaavat BAT valinnassa. Kaikille tuotantokentille ei pystytä rakentamaan pintavalutuskenttiä, jolloin mietitään kosteikkojen, kasvillisuuskentän tai kemiallisen puhdistuksen vaihtoehtoja. Kemiallista puhdistusta käytettäessä tuotantoalueen olisi oltava vähintään 150 ha:n suuruinen kalliiden käyttö- ja rakennuskustannusten takia. Pienillä tuotantoaloilla, alle 100 ha, käytetään yleensä pumppaamalla varustettua pintavalutuskenttää ja apuna voi olla kasvillisuuskenttä. Menetelmän valintaan vaikuttavat tuotantoalueen kaltevuus, minkälainen tila on käytettävissä ja onko luonnontilaista suota käytettävissä (Väyrynen ym. 2008, 34–35.)

2.9 Turvetuotannon vesienpuhdistusmenetelmät

Turvetuotannon vesienkäsittelyssä on käytössä monia eri tekniikoita, joita ovat sarkaojarakenteet, laskeutusaltaat, pintavalutus, kemiallinen vedenpuhdistus, virtaaman säätö, kasvillisuuskenttä ja ylivuotokentät. Vesiensuojelun perustaso käsittää sarkaojarakenteet, laskeutusaltaat ja virtaaman säädöt. Tehostetulla vesienkäsittelyllä tarkoitetaan perustason lisäksi rakennettuja pintavalutuskenttiä tai kemikalisointia. Kokoojaojissa olevat virtaaman säädöt eivät ole tehostettua vesienkäsittelyä. Tuotantoalueen ulkopuoliset vedet eristetään niin, etteivät ne tule tuotantoalueelle, eivätkä aiheuta lisäkuormitusta. Vesienkäsittelyn on toimittava vuoden ympäri, joten tehostetut vesiensuojelutoimet ovat kehittyneet nopeasti 2000-luvulla ja niiden ansiosta kiintoaineiden ja ravinteiden kuormitukset voidaan minimoida. (Leinonen 2010, 67.)

Kuviossa 1 on arvioitu vesienkäsittelymenetelmien kehitys kuvattuna vuosina 2000–2015. Tehostettu vesienkäsittelymenetelmien osuus on esim. Vapo Oy:n tuotantosoilla ollut v. 2010 n. 68 %, mutta tavoitteena on lisätä tehostettu vesiensuojelu vuoteen 2015 mennessä aina 100 %:iin asti.

Vesienkäsittelymenetelmien kehitys 2000-2015



Kuvio 1. Vesiensuojelumenetelmien kehittyminen vuosina 2000–2015. (Vapo Oy 2010, 8.)

Liitteessä 1 on kuvattuna turvetuotantoalueen periaatekuva kuivatus- ja vesiensuojelujärjestelyistä oletetulla suolla.

2.9.1 Eristys- ja sarkaojarakenteet

Eristysojien tarkoituksena on johtaa ulkopuoliset vedet tuotantoalueen ja sen vesiensuojelurakenteiden ohitse. Eristysojiin suotuvat vedet tulevat yleensä tuotantoaluetta ympäröivistä metsistä ja pelloilta. Eristysojien on oltava ympäristöluvan mukaiset ja ne rakennetaan ensimmäiseksi koko tuotantoalueen ympärille kartan mukaisesti. Mikäli eristysoja ei pystytä kaivamaan, on huolehdittava siitä, että ulkopuolisten alueiden vesimäärä ja kuormitus otetaan huomioon vesienkäsittelyssä ja vesiensuojelurakenteet mitoitetaan käsittämään myös ulkopuoliset vedet. Ojat on luiskattava eläinten pois pääsyn turvaamiseksi eikä ojiin saa päästä tuotannon tai toimitusten aikana turvetta. Kaivuaikana ojien alapäihin tehdään lietesyvennyksiä kiintoaineen pysäyttämiseksi. Tuotannon turveaumoja ei sijoiteta eristysojien läheisyyteen. Eristysoja on syvyydeltään metsäojan kuivatustason mukainen ja minimisyvyys on yksi metri. Kuvassa 2 on kuvattuna eristysoja. Ojan kaivumaista voidaan rakentaa pengertä tuotantoalueen reunaojan ja eristysojan välille tulvariskiä varten. Korkeuserojen vaihdellessa, rakennetaan eristysojiin putousportaita virtaaman hidastamiseksi. (Väyrynen ym. 2008, 35.)

Sarkaojia on jokaisella turvetuotantoalueella ja niissä on n. 10 metrin pituisia lietesyvennyksiä eikä niissä saa olla sortumia. Sarkaojarakenteilla tarkoitetaan sarkaojien päihin rakennettavia päisteputkia ja niihin kiinnitettäviä lietteenpidättimiä sekä sarkaojissa olevia lietetaskuja. Rakenteiden avulla tasataan virtaamia ja pidätetään lietettä ojastoissa, että veden mukana kulkeutuva kiintoaine ehtii laskeutua ja alapuoliset päisteputket eivät tukkeudu. Pidättimien ja päisteputkien kautta sarkaojan vedet valuvat kokooja- eli reunaojaan, josta edelleen laskeutusaltaaseen. Kokoojaojassa voidaan tarvittaessa käyttää virtaamansäätöä, koska kokoojaoja ei padota vettä, vaan vesi virtaa vapaasti uomassa. Ojaluisien on oltava riittävän loivat ja niissä ei saa olla eroosiota eikä sortumia. (Väyrynen ym. 2008, 35.)



Kuva 2. Eristysoja erotettuna penkereellä pintavalutuskentästä. (Kuva: Merja Koponen.)

2.9.2 Laskeutusalltaat

Laskeutusallas on yleisin menetelmä kiintoaineen erottamiseksi kuivatusvesistä. Siihen johdetaan tuotantoalueen valumavedet, joten se rakennetaan valuma-alueen läheisyyteen sopivaan paikkaan. Laskeutusaltaista on käyttökokemusta jo 1980-luvulta ja Ihme ym. (1991) ovat tutkimuksissaan jo todenneet, että laskeutusaltaan valuma-alue on määritettävä maastossa sekä sitä koskevat maastotutkimukset tehtävä samanaikaisesti ojitustöiden tutkimusten kanssa. (Ihme ym. 1991a, 154–155.)

Laskeutusaltaan ja niiden rakenteiden mitoitukset ovat pysyneet suurin piirtein samanmittaisina 1990-luvulta saakka 2000-luvulle. Allas rakennetaan lopulliselle paikalleen ennen suon esikuivatusvaihetta ja varsinaisen kuivatusvaiheen ojitustöitä. Lopullinen muotoilu suoritetaan ojitustöiden päätyttyä, eikä kaivua suoriteta roudan aikana. (Ihme ym. 1991a, 154–155.)

Laskeutusaltaan avulla puhdistetaan n. 30–40 % kiintoainetta roudattomana aikana, ja altaan toiminta on ympärivuotista. Altaan pituus lasketaan mitoitetun valuman ja kuormituksen mukaan. Luiskien kaltevuus tehdään maalajien mukaan ja allas tyhjenetään ainakin kerran vuodessa lietteestä tai silloin, kun altaassa on kolmasosa lietettä. Lietteiden tyhjennystä varten altaan viereen rakennetaan läjitysallas, joka voi olla heinittynyt muttei puustoinen, ja se on pengerrytetty n. 1,5 m syväksi. Altaan poistopäässä on patorakenne, jolla tehostetaan kiintoaineen laskeutumista altaan pohjalle ja altaan purkupäähän veden pinnalle asetetaan pintapuomi yksi kolmasosaan altaan pituudesta; sillä tehostetaan kelluvien hiukkasten pidättymistä altaassa. Kuvassa 3 on laskeutusallas ja kuvassa 4 on sen läjitysallas. Pintapuomi on kiinnitettävä tukevasti luiskiin joko narulla tai paaluilla, ja se on joko puuta, muovia tai kangasta. (Väyrynen ym. 2008, 37.)

Laskeutusaltaille on määritelty hydrauliset suureet, joiden mukaan niiden koko lasketaan ja mitoitetaan seuraavasti:

- lietetilan oltava min. 4 m³/ha
- pintakuorma enintään 1 m³/m²/h
- virtausnopeus enintään 1 cm/s
- mitoitusvaluma 300 l/s/km² ja viipymä mitoitusvaluman aikana 1 h
- valuma-alue enintään 30–50 ha.

Altaan poistopäässä oleva patorakenne on joko puuta, muovia tai metallia ja sen rakenne vaihtelee. Se on joko mittapato, patolaatikko tai virtaaman säätöpato. (Turveteollisuusliitto 2011b.)



Kuva 3. Laskeutusallas ja veden purkupäässä oleva patorakenne. (Kuva: Merja Koponen.)



Kuva 4. Laskeutusaltaan viereen rakennettu läjitysallas. (Kuva: Merja Koponen.)

2.9.3 Virtaamansäätö

Virtaamansäädön periaatteena on tasata virtaushuippuja ja vähentää veden virtausnopeutta ojissa. Menetelmä on pintavalutus kenttien ohella suosituin vesiensuojelun tehostamiskeino, ja sitä käytetäänkin monilla

turvetuotantoalueilla. Menetelmä vähentää valumahuippujen aikana huuhtoutuvien kiintoaineitten määrää sekä niihin sitoutuneiden ravinteiden kulkeutumista alapuolisiinvesiin. Kelluva turve ehtii laskeutua ojauomassa virtaaman hidastuessa. (Klöve 2000.)

Epäorgaanisen typen on todettu Klöven (2000, 37) tutkimuksissa poistuvan veden viipymän takia, ja veden pinnan nousu vähentää hapellista turvekerrosta, jolloin veden liikereitti pitenee turpeessa ja vähentää typpikuormitusta. Menetelmää käytetään ympärivuotisesti, ja se perustuu patorakennelmiin, joita sijoitetaan sarka- ja kokoojajiin tai laskeutusaltaiden yhteyteen. Kuvassa 5 on putkipatorakenne sarkaojassa Tuhtaansuolla. (Klöve 2000.)



Kuva 5. Putkipato sarkaojassa. (Kuva: Merja Koponen.)

Virtaaman säätö on Björn Klöven 1990-luvulla kehittämä menetelmä, jossa käytetään yleensä 2–3 putkea päällekkäin patomoduulissa, halkaisijan kokoon vaikuttaa valuma-alueen koko ja sarkaojien syvyys. Matalille kentille tätä menetelmää ei voida soveltaa ojien mataluuden takia. Patomoduulin kaksi alinta putkea toimivat normaalisti valuntatilanteissa, ja ylin kolmas putki säätelee tulvahuippuja, jolloin sen mitoitus asetetaan 300 l/s/km^2 . Patojen valuma-alueet ovat kooltaan n. 5 - 50 ha ja putkipadon avulla pidetään ojien virtausnopeus alle $0,04 \text{ m/s}$. Keskimääräiset valumat virtaamansäätöä käyttämällä ovat kesäaikana koko Suomessa olleet n. $9\text{--}15 \text{ l/s km}^2$. (Klöve 2000.)

Klöven (2000) tutkimuksissa keskimääräinen puhdistustehokkuus virtaamansäädössä on kiintoaineen osalta 90 %, Kok.N 13–22 % ja Kok.P 20–50 %. Patorakenteiden eteen kertynyt kiintoaine on poistettava kerran vuodessa. Menetelmän avulla voidaan parantaa mm. vanhojen turvetuotantokenttien vesiensuojelua. (Klöve 2000.)

Marttilan (2005) mukaan tuotantopinnan laskiessa virtaamansäätöpadot on asetettava ja tarkistettava uuteen tuotantopintaan soveltuvaksi sekä putkistot on muutettava halkaisijaltaan oikeisiin olosuhteisiin. Purkuputkien päät on suojattava tukkoisuuksien välttämiseksi. Patoja voidaan joutua asettamaan useita, mikäli tuotantoalue on kalteva ja säätöpatoa voidaan käyttää reikälevypatoa, pystyrakopatoa tai putkipatoa. (Marttila 2005, 13–14.)

Kuvassa 6 on kuvattuna virtaamansäätöpato, jossa näkyy päällekkäiset putket ja ylimpänä on tulvahuippuja tasaamassa halkaisijaltaan suurin putki. Säätöputket kallistetaan patorakennelman sisällä virtaussuuntaa vastaan, jottei putkiin kulkeudu ojissa kulkevaa kiintoainetta. Putkipato on kuvassa 6 ennen asennusta.



Kuva 6. Virtaamansäätöpato ja putkipato. (Kuvat: Merja Koponen.)

2.9.4 Pintavalutus

Pintavalutuksella tarkoitetaan turvetuotantoalueen kuivatusvesien ohjaamista rajatulle luonnontilaiselle tai sen kaltaiselle suolle. Alueen kasvillisuus toimii mekaanisena suodattimena, johon kiintoaineet ja ravinteet tarttuvat. Liukoiset ravinteet pidättyvät kasvillisuuteen ja turvekerrokseen kemiallisten ja biologisten prosessien seurauksena. Menetelmää sovelletaan ympärivuotisesti ja sulanmaan aikana, jolloin kentälle johdetaan vesiä pumppaamon tai laskeutusaltaan kautta. Talvella pumppaamon käyttö vaatii sen, että pumppukaivo on eristettävä ja lämmitettävä. Pintavalutuskentälle ei saa tulla oikovirtausvesiä eikä siellä saa liikkua raskailla koneilla. (Väyrynen ym. 2008, 37–38.)

Pintavalutuskentälle tulevan veden pitää levitä tasaisesti koko alueelle ja vesi jaetaan erillisten jako-ojien tai reikäputkiston avulla useista pisteistä kentän yläosan leveydeltä. Kentältä vedet johdetaan keräilyjojan, jonka alaosassa on mittapato. (Turveteollisuusliitto 2011b.)

Ihmeen ym. (1991b, 33) mukaan valumavesien orgaanisten aineiden, kiintoaineen, fosforin ja raudan pitoisuuksissa ei ollut tutkimusvuosien 1987 - 1989 aikana selviä muutoksia. Kentältä suotuvat vedet ja alapuolisten keräilyojien vedet ovat olleet vedenlaatumuuttujien suhteen samanlaisia. Huomiota herätti myös Ihmeen ym. (1991) mukaan lietteen kerääntyminen lähelle jako-ojaa ja kaltevuustasoltaan alemmalla oleviin kohtiin. Pintavalutuksella on todettu olevan valumavesien puhdistusmenetelmistä paras liukoisten ravinteiden puhdistuskyky. (Ihme ym. 1991b, 136.)

Pintavalutuskentän puhdistusteho on kiintoaineen osalta n. 55 %, Kok.P 46–50 %, Kok.N 40–50 %, kemiallinen hapenkulutus n. 5–20 % ja rauta n. 30 %. Hyvin toimivan kenttä on mitoitukseltaan seuraavanlainen:

- koko valuma-alueesta vähintään 3,8 %
- hydraulinen kuormitus 340 m³/ha/d
- kentän pituuden suhde leveyteen 0,5:1 ja kaltevuus 1 %
- minimiturvepaksuus 0,5 m, rahka- tai saraturvetta, maatuneisuus H1 - H3. (Väyrynen ym. 2008, 38.)

Pekalan (2009) mukaan pintavalutuskenttien keskivaluma pohjoisilla alueilla on n. 14 l/s km² ja etelässä 9 l/s km². Suurin osa ympärivuotisista pintavalutuskentistä toimii pumppauksen avulla. Vettä voi pidättäytyä alueilla oleviin painanteisiin ja kesäisin haihdunta vähentää valuntaa. (Pekkala 2009,14.)

Alla olevassa kuvassa 7 on kuvattuna pintavalutuskenttä Tuhtaansuolla.



Kuva 7. Pintavalutuskenttä kesällä 2011 Tuhtaansuolla. (Kuva: Merja Koponen.)

2.9.5 Kasvillisuuskenttä

Kasvillisuuskenttänä ymmärretään aluetta, joka on ajoittain veden peitossa ja jossa kasvaa aluskasvillisuutta, kuten pajua, ruokohelpeä, osmankäämejä, suovehkaa tai järvikortetta. Menetelmän tarkoituksena on hyödyntää ravinteiden käyttöä kasvien kasvuun sekä samalla puhdistaa vettä mekaanisten ja maaperän biologisten prosessien kautta. Toiminta perustuu ympärivuotiseen käyttöön, joskin talviaikana puhdistusprosessit ovat heikot. (Kallio ym. 2001; Turveteollisuusliitto 2011b.)

Selin ym. (1994) ovat todenneet jo Aqua Peat 95 tutkimuksissa, että kasvillisuusaltaiden ja laskeutusaltaiden yhdessä toimiminen ovat auttaneet 1990-luvulta alkaen turvetuotannon vesiensuojelutoimissa. Kasvillisuusaltaiden pohjamaa on ollut joko savea tai kivennäismaata. Menetelmässä laskeutusaltaista tuleva vesi oli johdettu kasvillisuusaltaille, joissa vedet suodattautuivat maaperän avulla, ja laskivat rakennepatojen kautta alapuolisiin vesiin. Tulevan ja lähtevän veden eroissa ei tuolloin ole ollut suuria vaihteluja. (Selin ym. 1994, 186.)

Vanhat suopohjat ovat hyviä kasvillisuuskentän pohjia tai valmiit soilla olevat ruokohelpikasvustot, jotka toimivat paremmin kuin pajukasvustot ravinteiden sitoijina. Alueen on oltava mahdollisimman tasainen, ettei oikovirtauksia pääse syntymään. Alueen ympärille tehdään pengerrykset, ettei vesi valu ulkopuolisiin vesistöihin. Alueelle pumpataan vesi joko pumppaamon avulla tai painovoimaisesti. Kentälle vesi jaetaan jakoputkien avulla purkuojasta tasaisesti ja tulovirtaama säädetään esim. jakokaivon avulla. (Kallio ym. 2001; Turveteollisuusliitto 2011b.)

Kosteikkokäsittelymuotoihin luetaan maaperäimeytys- ja haihduntakentät sekä pintavalutuskentät, jotka ovat mitoitukseltaan liian pieniä varsinaiseksi pintavalutuskentäksi. Kasvillisuuskenttien keskimääräisiksi valumiksi on arvioitu 10–12 l/s km². (Pekkala 2009, 14.)

Kasvillisuuskentän kasvillisuus muokkautuu yleensä vettä sietäväksi, mutta alueelle jätetty puusto kuoleutuu pois, koska havu- tai lehtipuut eivät viihdy liian kosteassa maaperässä. Tarvittaessa suoritetaan kentän puhdistusta ja kerätään pois kuoleutuneet puut, että uutta kasvillisuutta pääsee kasvamaan ja ravinteita sitoutumaan eläviin kasveihin. Kuvassa 8 on kasvillisuuskenttä.



Kuva 8. Kasvillisuuskenttä. (Kuva: Merja Koponen.)

2.9.6 Kemiallinen vesienpuhdistus

Kemikalointia käytetään vain tietyissä erityistapauksissa ja suurimmilla turvetyömailla sen kalleuden takia. Kemikaalit tuodaan ja varastoidaan työmaa-alueille, ja ne vaativat säilytys- ja suojarakenteet, paikalle on oltava tieyhteydet ja asema vaatii sähköliittymän sekä laitteiston ja prosessin jatkuvan valvonnan. Kemikalointia suoritetaan lähinnä kesäaikana, koska talviaikainen kemikalointi vaatii lämmitetyt kaivot, putket ja säiliöt sekä kemikaalien ominaisuudet muuttuvat kylmässä ja aiheuttavat usein häiriöitä. (Väyrynen ym. 2008, 39.)

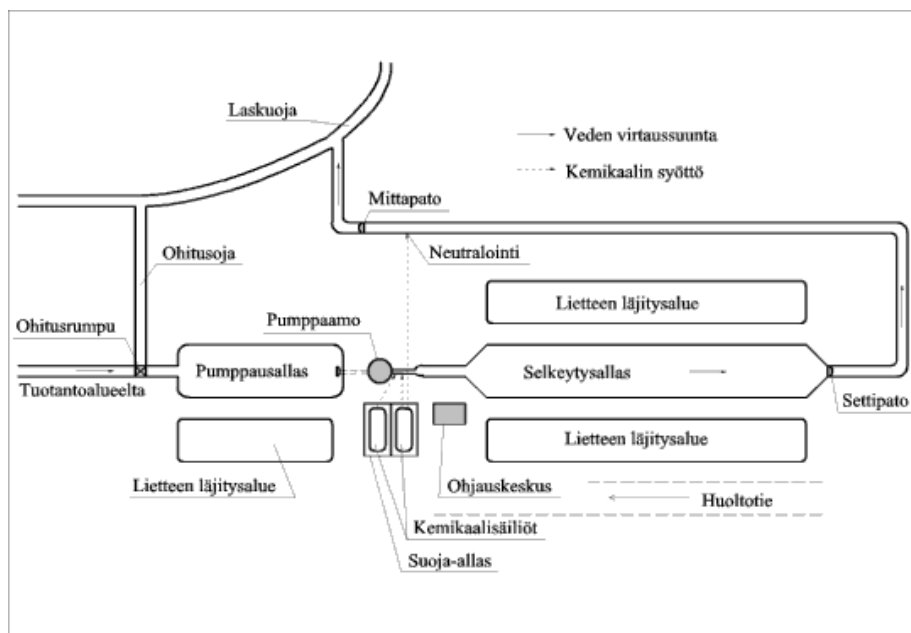
Tuotantoalueen valumavedet pumpataan purkuputkeen, jossa siihen lisätään saostus- ja neutralointikemikaalia, samoja, joita käytetään juomavesien puhdistuksessa. Aineiden vaikutuksesta kiintoaines ja liuenneet ravinteet saostuvat ja painuvat selkeytysaltaan pohjalle. Kemikalointiaseman alapuolella on oltava allastilaa saostumista ja pengerrytettyä lieteallasta varten. Prosessista tuleva liete soveltuu maanparannusaineeksi ja vaatii poiskuljetuksen.

Kiintoaineen puhdistusteho on n. 30–90 %, Kok.P 75–95 %, Kok.N 30–60 % sekä kemiallisen hapenkulutuksen osalta 75 %. Vuonna 2009 kemiallinen puhdistus oli käytössä 13 erityiskohteella. (Väyrynen ym. 2008, 39; Turveteollisuusliitto 2011b.)

Kemikalointiaseman perustamis- ja mitoitusohje on seuraava:

- virtausnopeus 0,4–1,0 cm/s
- viipymä valuman aikana n. 5–10 h
- pintakuormitus n. 0,2–0,4 m/h
- lietetilaa vähintään 4 m³/ha
- valuma-alue pumppaamon mukaan. (Turveteollisuusliitto 2011b.)

Kuvassa 9 on kuvaus kemiallisesta puhdistuksesta.



Kuva 9. Kaaviokuva kemiallisesta veden puhdistuksesta. (Kuva: Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011d.)

2.9.7 Ylivuotokentät

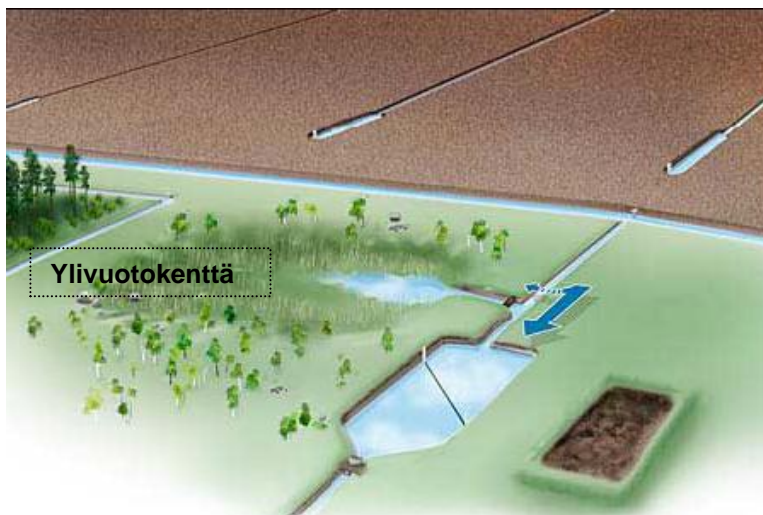
Ylivuotokentällä hyödynnetään luonnon omia puhdistusmenetelmä ja niitä käytetään turvetuotantovesien puhdistukseen ympärivuotisesti, joskin talviaikana virtaamat ovat pienet. Kentille ohjataan turvetuotantoalueiden valumia mm. tulva-aikana keväisin, jolloin laskeutusaltaiden kapasiteetti ei riitä vesien käsittelyyn. Ylivuotokenttä on kasvipeitteinen, suurehko ja matala allas, jolla pyritään tehostamaan kiintoaineiden pidättymistä erityisesti hitaasti laskeutuvien partikkelien osalta. Tuotannosta poistuneille alueille perustetaan ylivuotokenttiä. Kentän puhdistusteho perustuu kemiallisiin ja biologisiin prosesseihin sekä laskeutukseen. Kuivina aikoina kentällä ei ole vettä, ja virtaaman kasvaessa vesi virtaa kentän ylitse, jolloin kasvipeite suodattaa kiintoainetta. Kasvillisuus on ensimmäisinä vuosina ruohoa, mutta parin vuoden kuluttua sammalet ja kosteikkokasvit valtaavat alaa. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011e; Klöve 2000.)

Klöven (1997) mukaan ylivuotokenttien puhdistusteho on n. 76–79 % alueelle tulevasta kiintoaineesta, jolloin myös kiintoaineeseen sitoutuneiden ravinteiden kuormitusmäärä vähenee. (Klöve 1997.)

Selinin ym. (1994) selvitysten mukaan ylivuotokentän mitoitusohjeina käytetään seuraavia ohjeita:

- pintakuorma n. 0,15 m/h
- virtausnopeus 1 cm/s
- pinta-alaltaan nelinkertainen tavallisen laskeutusaltaan pinta-alaan nähden valuma-alueella eli n. 0,3 % valuma-alueesta
- ylivuotokentän pohja n. 10–15 cm ojan tai altaan normaalin vesipinnan yläpuolelle, että kasvit juurtuvat nopeasti.

Veden täytyy levittäytyä tasaisesti kentälle, joten veden tulo- ja lähtöpäät on suunniteltava sen mukaisesti. Sijoituspaikka on yleisesti laskeutusaltaan jälkeen. Ylivuotokenttä kuvassa 10 voidaan käytön jälkeen palauttaa jälkikäyttömuotona kosteikoksi. (Selin ym. 1994; Klöve 2000.) Ylivuotokentät eivät ole vakiintuneet käyttöön.

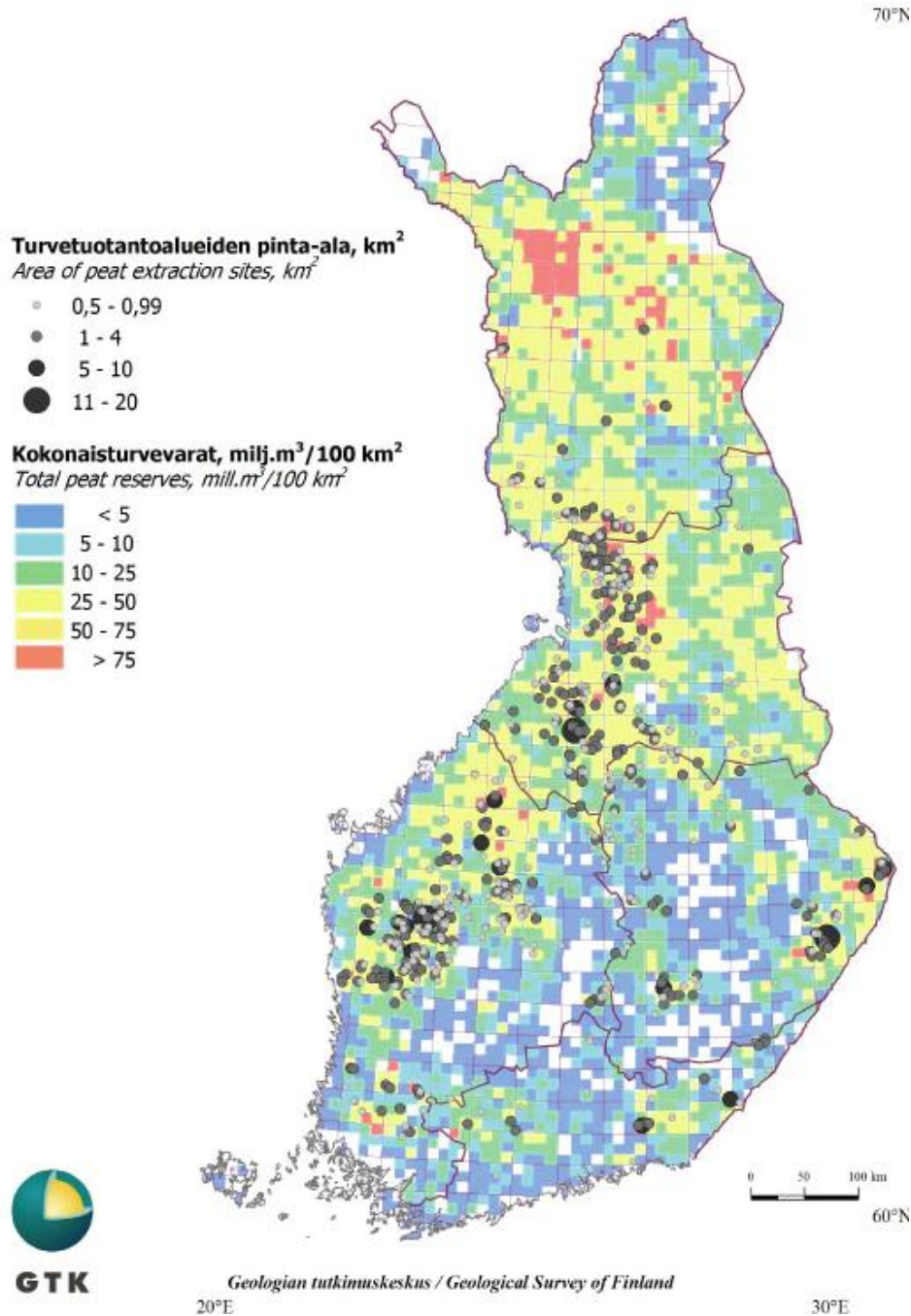


Kuva 10. Ylivuotokenttä ennen laskeutusallasta. (Kuva: Turveteollisuusliitto 2009c.)

2.9.8 Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely

Suomen turvetuotanto on keskittynyt pääosin sekä Pohjois-Karjalaan että Pohjanmaalle (kuva 11). Ilmasto-olosuhteet maassamme ovat muuttuneet, talvet ovat leudompia ja kesien vaihtelevat säät sekä syysvalunnat asettavat haasteita turvetuotannon ympärivuotiselle vesienkäsittelylle. Talviaikainen valunta lisää myös virtaamaa, jolloin perustason vesiensuojelurakenteet, laskeutusaltaat ja sarkaojarakenteet, eivät enää riitä, vaan tarvitaan ympärivuotisia käsittelymenetelmiä. (Kantonen 2011, 19.)

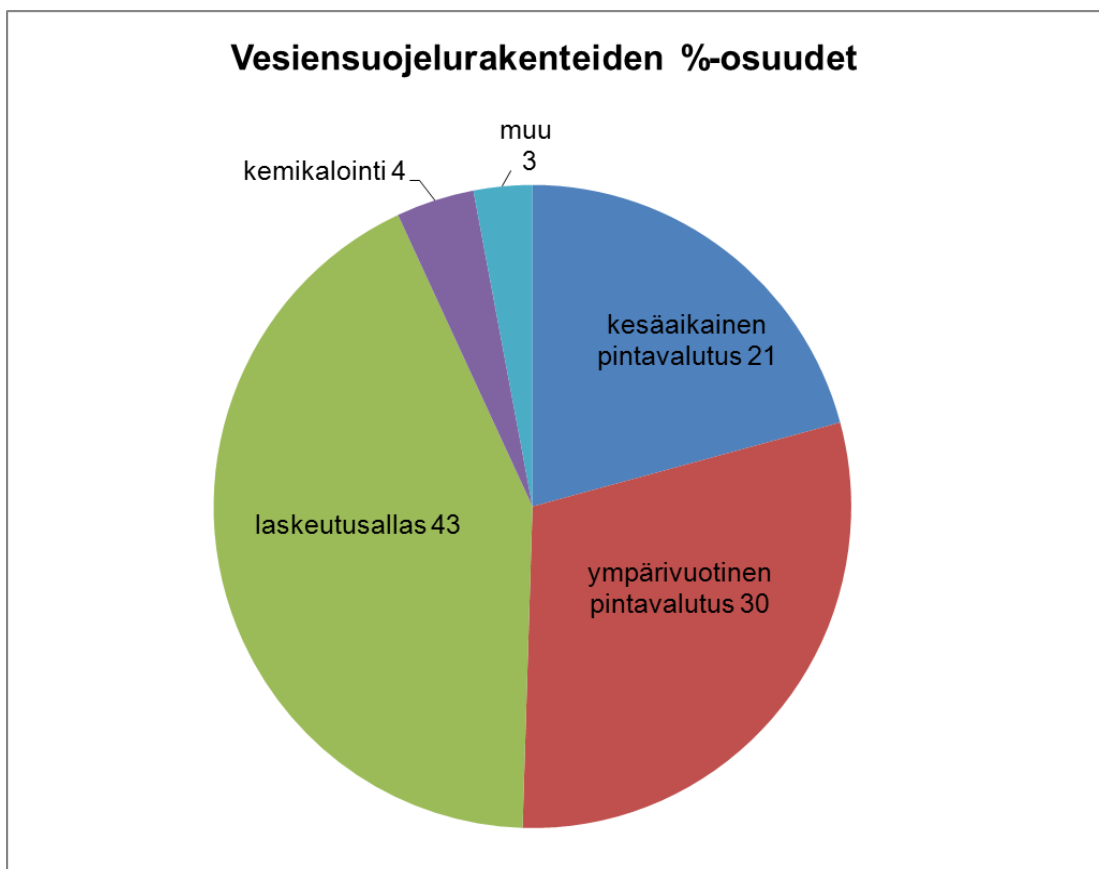
Turvetuotannon vesistökuormitusta voidaan vähentää oikean suuruisella pintavalutuskentällä, jonka kuormitukseen vaikuttavat hydraulinen kuormitus ja pitoisuudet valumavesissä. Oikein suunniteltu pintavalutuskenttä poistaa turvesoiden valumavesistä orgaanista ainesta, typpeä, kiintoainetta, fosforia sekä rautaa niin kunnostus- kuin tuotantovaiheessakin. (Ihme 1994, 97.)



Kuva 11. Turvetuotantoalueet ja turvemaiden sijainti. (Kuva: Geologian tutkimuskeskus 2010.)

Turvetuotannon vesiensuojelun haasteena on, että puhdistetaan pieniä pitoisuuksia suurista vesimääristä. Lupaehdoissa edellytetään talviaikaista pumppausta kentille, mutta etenkin vanhoille turvekentille on vaikeaa löytää sellaista paikkaa, jonne esim. pintavalutuskenttä voidaan rakentaa. Vahti-tietojärjestelmän mukaan (kuvio 2) v. 2008 ympärivuotisen vesiensuojelun piirissä oli 30 % (24 000 ha) Suomen turvetuotantoalasta ja kesäaikaisen

pintavalutuksen piirissä 21 % (17 000 ha). Kasvillisuus- ja haihdutuskentät kuuluvat kohtaan muu 3 %:n osuudella. (Kantonen 2011, 21.)



Kuvio 2. Suomen turvetuotantoalan vesiensuojelurakenteiden osuudet v. 2008. (Vahti 2010.)

Ympärivuotinen vesienkäsittely on kallista ja vaativaa tarvittavien rakenneratkaisujen ja jäätymisongelmien takia. Oikein kohdennetut ja sopivan vesienkäsittelymenetelmän löytyminen kullekin kohteelle on kustannustehokasta. Pintavalutuskenttiä voidaan korvata kasvillisuuskentillä, joissa kasvustoilla on välillinen merkitys turvekentille valumavesien puhdistajana. Kasvillisuuskenttiä on Vahti-järjestelmän mukaan v. 2008 n. 3 000 ha:n tuotantoalalla. Kasvusto suodattaa veden kiintoainetta, ja edistää kiintoaineen laskeutumista sekä hidastaa veden virtausta. Kasvillisuuskenttien toimivuutta parannetaan koko ajan tutkimuksilla, joissa tarkentuu myös niiden mitoitusohjeet. (MMM 2011, 98.)

Kantosén (2011, 23) tutkimuksissa selvisi, että talviaikainen pintavalutus toimii paremmin kuin perusvesienkäsittelytoimet. Talviajalla on esiintynyt ongelmia, jolloin oikovalunnat voivat olla suuria, kun kenttien pinnat ovat paannejäässä. Biologiset puhdistusmekanismit toimivat talvella heikosti, joten veden pitäisi viipyä puhdistuskentällä pitempään, jolloin puhdistusteho paranee. Määtän (2009) ja Pekkalan (2009, 29) selvityksissä on selvinnyt, että talviaikainen pintavalutus puhdistaa valumavesiä jonkin verran paremmin kuin perusvesiensuojelurakenteet, sarkaojat ja laskeutusaltaat.

Määtän (2009) tutkimuksissa on todettu, että lähtevän veden pitoisuudet ja kuormitukset ovat talvella olleet pienempiä typen ja kiintoaineen osalta, kun käytössä on ollut kosteikkokäsittely pelkän laskeutusaltaan sijasta. Pekkalan (2009, 32) selvityksissä on todettu, että fosforin, typen ja kiintoaineen pitoisuudet ovat talvella olleet pienempiä juuri kosteikkokäsittelykohteilla, kuin että olisi käytetty pelkästään laskeutusaltaita.

Savolaisen (2008) mukaan paannejää peittää routa-aikana kenttien pintaa ja se voi myös syövyttää sitä. Paannejää muodostuu eristeenä olevan lumen sulaessa kentän pinnalla, ja se hidastaa keväällä kentän sulamista sekä tuotannon aloittamista. Kevätvalunnan aikana aiheutuu suurin osa vesistö päästöistä, koska maa on vielä jäässä. Savolaisen (2008) mukaan ympärivuotinen pumppaus pitäisi varmistaa, sillä pintavalutus kenttä toimii suunnitellusti vain roudattomana aikana. Keväisiä valumia pitäisi kriittisillä alueilla ensin padota ja pumpata ne sitten pintavalutus kentille puhdistumaan.

Talviaikainen pumppaus edellyttää roudan, jäätyksen ja lumen huomioimista, jolloin pumput ja putkistot on sijoitettava jäätykseltä suojaan ja ehkäistävä mahdollinen jäätyminen. Pumppausaltaassa on oltava tarpeeksi vettä ja syvyyttä, kuten myös pintavalutus kentän jako-ojissa ja laskuojissa, että vesi kulkee sujuvasti ilman jäätyksiä. Dieselpumppaamoja ja -generaattoreita varten tulee olla lämmin koppi ja polttoaine talvilaatua. Kovimpina pakkaskausina rajakytkin voi estää pumpun käynnistymisen, mutta sillä on omat haittansa. Alapuolisten ojien vedenpinta laskee, jolloin päällä olevat jäät romahtavat pohjaan aiheuttaen uudelleen pumpattaessa veden jäätyksen

alapuolisten ojien jään päälle. Pumppauksen energiana voi olla myös sähkö, mikä ei ole joka paikassa mahdollista. (Kallio ja Erkkilä 2007, 15–16.)

Talvi aiheuttaa pintavalutuskentän reikäputkien jäätymistä, jota voidaan ehkäistä asettamalla alapuolelta rei'itetyt putkistot puiden päälle. Putkien lähtöpäät tulisi olla laskeutusaltaassa n. 1,5 m vedenpinnan alapuolella, ettei altaan jää aiheuttaisi ongelmia talviaikaan. Ympärivuotisesta pumppauksesta ja vesien puhdistuksesta ei ole paljon tutkittua aineistoa, mutta siitä huolimatta ympäristöviranomaiset vaativat ympärivuotista pumppausta pintavalutuskentille. (Kallio ja Erkkilä 2007, 15 - 16.)

2.9.9 Yhteenveto puhdistusmenetelmistä

Vesiensuojelumenetelmät valitaan kullekin tuotantoalueelle tapauskohtaisesti ottaen huomioon alueen vesistön läheisyys ja lupaprosessin mukaiset ehdot. Nykyisin pintavalutuskenttä tai vastaava on viranomaisen vähimmäisvaatimus uusille turvesoille, useimmilla soilla on käytössä laskeutusallas perusvesienkäsittelymenetelmänä sekä lisäksi sarkaojat ja virtaamansäätörakennelmat. Uusien tuotantoalueiden suunnittelussa käytetään BAT:n mukaisia vesiensuojelumenetelmiä ja kosteikkoja pyritään tekemään ja usein niitä syntyy luonnostaankin.

Taulukossa 4 on eri vesienpuhdistusmenetelmien vertailu ja puhdistustehot prosentteina keskimääräisenä kesänä touko-lokakuussa. Pintavalutus on kaikkein tehokkain puhdistusmenetelmä kiintoaineen sekä fosforin ja typhen osalta. (Klöve 2000.)

Taulukko 4. Eri vesienkäsittelymenetelmien vertailu (Klöve 2000, 28.)

Menetelmä	Puhdistustehokkuus %		
	kiintoaine	Fosfori	Typpi
Laskeutusallas	30-40	14	11
Pintavalutus	55-72	46-57	29-49
Kemiallinen vesienpuhdistus	32	87	42
Virtaaman säätö	90	20-50	13-22
Kasvillisuuskenttä	34	34	78
Ylivuotokenttä	75		

Taulukossa 5 on vertailtu keskimääräisesti eri vesienkäyttömuotojen perustamis- ja käyttökustannuksia, jossa todetaan, että laskeutusallas on käyttö- sekä perustamiskustannuksiltaan kaikkein edullisin ja kemiallinen vesienpuhdistus kaikkein kallein menetelmä.

Taulukko 5. Eri vesiensuojelumenetelmien kustannusvertailu

Menetelmä	€/ha	€/pato	€/kpl	€/km	puhdistus- asema €
Sarkaojarakenteet	90 - 270				
Laskeutusallas					
käyttökustannukset	15				
rakentamiskustannukset	100 - 200				
Pintavalutus					
käyttökustannukset	25 - 35				
rakennuskustannukset	100 - 200				
rakennuskustannukset pumppaamoiheen	900–1 200				
huoltotiet				10–20 000	
pumppaamon sähköliittymä				20–30 000	
Kemiallinen vesienpuhdistus					
käyttökustannukset	150				
rakennusinvestointi					350 000– 600 000
tiestöt				18–40 000	
sähköliittymä				20–30 000	
Virtaaman säätö					
rakennuskustannukset	56	1 200–1 500			
patorakennelma			500–1 000		
käyttökustannukset	4	80			
Kasvillisuuskenttä					
käyttökustannukset	25 - 30				
perustamiskustannukset	500				
Ylivuotokenttä					
käyttökustannukset	70				
rakentamiskustannukset	420				

2.10 Turvetuotantoalueiden käyttö- ja päästötarkkailut

Ympäristölupavirasto vaatii turvetuotantoalueen lupahakemuksen yhteydessä toimittamaan yksityiskohtaisen käyttö- ja päästötarkkailusuunnitelman. Käyttötarkkailu on tehtävä jokaisella lupa-alueella, ja sen täyttäminen on aloitettava heti kunnostustöiden aloittamisesta jatkuen tuotantoalueen loppumisen jälkitöihin. Käyttötarkkailu sisältää käyttöpäiväkirjan pidon, ja erilaisten toimintojen seuraamista, että ympäristökuormitukset jäävät minimiin. Vesiensuojelurakenteiden toimivuudet ja tarkastukset merkitään myös

käyttötarkkailuvihkoon, jolloin pystytään todistamaan viranomaiselle lupaehtojen noudattaminen. Sen avulla pystytään selvittämään myös erilaiset häiriötekijät. Käyttötarkkailupäiväkirjaa säilytetään kullakin tuotantotyömaalla vastuuhenkilön toimesta. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2006, 5–6.)

Ympäristöluvista vastaava viranomaisvelvoittaa turvetuottajia pitämään päästötarkkailua turvetuotantoalueiden lähteivistä vesistä. Tarkkailtavana ovat veden laatu ja määrä, joita mitataan ja vesinäytteet otetaan vesiensuojelurakenteiden alapuolelta, että saadaan laskettua tuotantoalueen bruttopäästöt. Nettopäästöjen saamiseksi arvioidaan taustahuuhtoutuma, jonka lukuina käytetään tutkimuksiin perustuvia lukuja luonnontilaisilta soilta. Nämä arvot ovat seuraavat: kiintoaine 2 mg/l, kok.P 20 µg/l ja kok.N 500 µg/l. Vesinäytteet otetaan mittapadolta tai laskuojasta kertanäytteinä. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2006, 10–12.)

Tarkkailusuunnitelmassa on näytteenottotiheydet esitetty ja ne voivat olla esim. touko-syyskuussa 1 näyte / 2 viikkoa ja kevättulva-aikana kerran viikossa kahden tai kolmen viikon ajan. Itä-Suomen tuotantosoilla otetaan tuotantoaikana näytteet kerran kahdessa viikossa. Vesinäytteistä määritetään kiintoaine, kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}), kokonaisfosfori (kok.P), kokonaistyppi (kok.N) ja pH. Vastaanottavan vesistön tilasta riippuen voidaan analysoida rauta (Fe), liukoiset ravinteet: NH_4-N , NO_2+NO_3-N ja PO_4-P ja maaperän ominaisuuksista johtuen muita määrittämiä. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2006, 10–12.)

Vesinäytteet otetaan ulkopuolisen, akkreditoitun vesilaboratorion toimesta, jolloin niihin voidaan puolueettomasti luottaa. Luvanhaltija on vastuussa tuotantoalueesta vielä tuotannon loputtuakin, ja veloitettu seuraamaan päästöjen määrää. Yleensä päästötarkkailua suoritetaan tuotantoaikana kesäisin sulanmaan aikana, mutta tietyillä alueilla toimivat myös ympärivuotiset tarkkailupisteet. Pöly- ja melupäästöjä ei yleensä mitata, mutta niiden vaikutusta seurataan lähivesistöihin ja tarvittaessa ryhdytään toimenpiteisiin. Sulanmaan aikaisen mittauksen mittapadon perustamiskustannukset ovat n. 1 800 € ja virtaamanmittaus 2 000 €.

Ympärivuotisen mittauksen perustamiskustannukset ovat mittakaivon osalta 2 000 € ja lisäksi virtaamanmittaus 2 000 €. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2006, 40–41.)

2.11 Sulfaattimaat turvetuotannossa

Sulfidimaat ovat happamien sulfaattimaiden esiaste ja ne ovat muodostuneet Itämeren alueelle Litorina-meren aikana yli 4 000 vuotta sitten. Suomen länsiosat ovat olleet veden peitossa jääkauden jälkeen ja kasvillisuus on alkanut kerrostua merenpohjaan, jossa bakteerit ovat hajottaneet kasvijäänteitä, jolloin tuosta prosessista on muodostunut rikkiyhdisteitä. Maan kohoamisen seurauksena sulfidimaat sijaitsevat nyt merenpinnan yläpuolella. Silloin kun sulfidikerrostuma sijaitsee veden alapuolella, se on kemiallisesti neutraalia. Rikki (S) esiintyy hapettomassa tilassa rautasulfideina. Mikäli pohjaveden pinta alenee ja vesi laskee tuoden sulfidimaan esille, se altistuu hapelle, jolloin kemialliset reaktiot alkavat käynnistyä ja syntyy happamia sulfaattimaita, joissa esiintyy paljon rikki- ja metalliyhdisteitä, jotka liukenevat veteen mm. alumiini ja kadmium. (Rosendahl ym. 2009, 2.)

Happamat sulfaattimaat jaetaan todellisiin happamiin sulfaattimaihin (THS), jossa rikki on hapettunut sulfaatiksi, pH laskee ja metalliyhdisteet liukenevat maaperään tai vesistöön. Toinen jakoperuste on edellisen alapuolella maaperässä, hapettomassa tilassa olevat, potentiaalsiin happamiin sulfaattimaihin (PHS), joissa rikki on sulfidina ja pH lähes neutraali ja jotka eivät aiheuta ympäristöriskiä. (Rosendahl ym. 2009, 3; Geologian tutkimuskeskus 2011.)

Liitteessä 2 on kuvattu happamien sulfaattimaiden kartoitusta ja mitä tekemisiä on vielä kesken. Euroopan suurimmat sulfaattimaaesiintymät ovat Suomessa, lähinnä länsirannikolla ja suurin osa on alle 60 metrin korkeudella merenpinnasta. Sulfaattimaat eli alunamaat ovat savea, hiesua tai hietaa ja hyvin ravinteikkaita, joten ne ovat suosittuja viljelysmaita. Väriltään maat ovat mustia tai mustanharmaita. (Rosendahl ym. 2009, 3.)

Turvetuotannossa happamat sulfaattimaat on huomioitava ojituksia tehdessä, ettei kuivatussyvyys yllä mineraalimaahan saakka ja mikäli näin on, on ojissa oltava jatkuva vesipinta, ettei maaperä joudu hapen kanssa kosketuksiin. Ojien kaivumassat ja massansiirtoalueet on käsiteltävä oikeaoppisesti. (Wichmann 2011.)

Happamat sulfaattimaat turvetuotannossa tunnistaa yleensä seuraavasti:

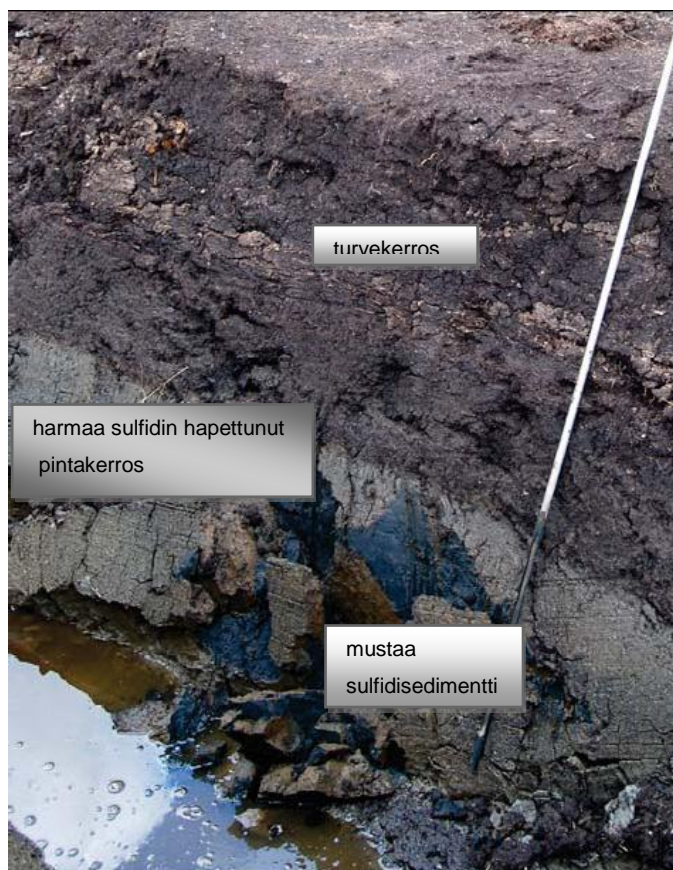
- vesi ojissa erittäin kirkasta
- voimakas mädän kananmunan haju
- hapettunut sedimentti on väriykseltään tumman harmaasta mustaan
- kaivumassojen pinnalla on valkoista ”härmää”. (Wichmann 2011.)

Kuvassa 12 on kuvattuna turvekerroksen alla oleva kuiva kerros, joka on ojan kaivun yhteydessä hapettunut ilman vaikutuksesta, ja muuttanut väriään harmaaksi, jonka pH on n. 2–3. Ojituksen myötä myös alempi sulfidisedimenttikerros, joka on ollut aiemmin potentiaalista hapanta sulfaattimaata, hapettuu ja ojan vesi muuttuu metalleiden liukenemisen seurauksesta kirkkaaksi sekä pH laskee.



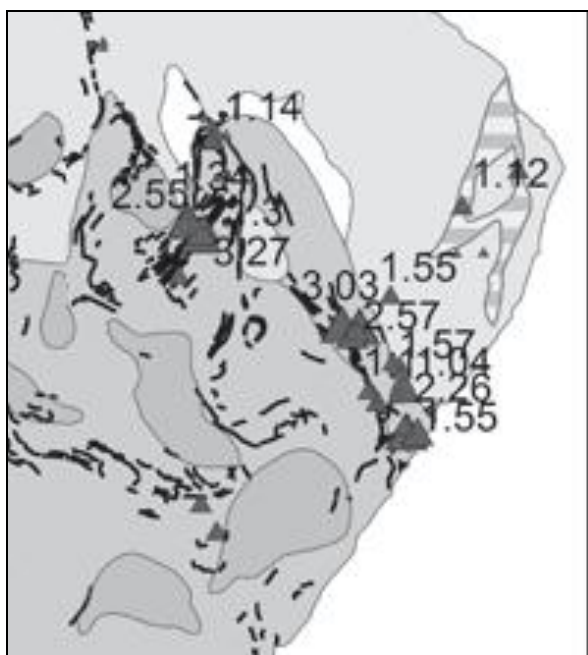
Kuva 12. Ojitettu hapanta sulfaattimaata. (Kuva: Merja Koponen.)

Kuvassa 13 on kuvattuna happamoitumisen aiheuttamaa hapettumisen suo-
ojassa, jossa veden pinta ojassa on laskenut huomattavasti ja sulfidisedimentti
on joutunut hapen kanssa tekemisiin. (Geologian tutkimuskeskus 2009.)



Kuva 13. Happamoitumista ojassa. (Kuva: GTK, Emmi Rankonen 2011.)

Mustaliuskealueet kuuluvat myös happamien sulfaattimaiden joukkoon ja ne esiintyvät yleensä kapeina, n. 20 metriä leveinä vyöhykkeinä. Niiden rikkiyhdisteet hapettuvat samalla tavalla kuin sulfaattimaiden maan kaivun tai ojitusten seurauksena. Pohjois-Karjalan, Lapin, Pohjanmaan ja Hämeen alueille on keskiarvopitoisuudesta poikkeavia yli yhden prosentin esiintymiä. Mustaliuskeilla on todettu olevan yhteys korkeisiin rikkipitoisuuksiin ja näillä alueilla turpeen metallipitoisuudet ovat normaaliin arvoon jopa kaksinkertaisia. Vanadiinia ja rikkiä voi esiintyä mustaliuskealueilla n. 50–100-kertaisesti ja monet alkuaineet ovat rikastuneet turpeessa, joka on mustaliuskekallioperän päällä. Esiintymien lähialueilla on myös rikastuneita aineita, kuten rauta ja barium. Kuvassa 14 on Pohjois-Karjalan mustaliuskealueet. (Herranen 2010, 4-5.)



mittakaava 1 : 2 000 000

Kuva 14. Pohjois-Karjalan mustaliuske-esiintymät. (Kuva: GTK 2010.)

2.12 Turvetuotannon vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2015

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi vuodelta 2000 on luotu yhtenäistämään vesiensuojelua ja alueellisesti se linkittyy myös turvetuotantoon. Vesiensuojelun tehostaminen tapahtuu nykykäytännön mukaisilla tehostamistoimilla, joita ympäristönsuojelulaki velvoittaa luvanvaraiset turvetuottajat käyttämään. Perusvesiensuojelutoimet eivät enää riitä, vaan uusille ja mahdollisuuksien mukaan myös vanhoille tuotantokentille on rakennettava BAT:n ja BEP:n vaatimusten mukaiset vesiensuojelurakenteet. Vesienhoitosuunnitelmissa on esitetty kemiallisen käsittelyn lisäämistä turvetuotantoon 1 100 hehtaarille. (Ympäristöministeriö 2011.)

Turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelutason, TASO -hanke, tuloksia hyödynnetään jatkossa vesiensuojelun ja niiden ohjauskeinojen jatkokehityksissä. Käynnissä on myös Oulun yliopiston ja Suomen ympäristökeskuksen hallinnoimat TUKOS -hanke, jossa tutkitaan ojitetuille alueille rakennettujen pintavalutuskenttien toimintaa sekä pumppaus- ja vedenjakoratkaisuja sekä TuVeKu -hanke, turvetuotannon vesistökuormituksen ennakointi ja uudet hallintamenetelmät. Suomen

akatemia tutkii MODSTREAM -hankkeessa kiintoaineen kulkeutumista vuosina 2010–2013. (Ympäristöministeriö 2011.)

Väyrysen ym. (2008, 24–25) esityksessä turvetuotannosta vapautuvien alueiden jälkikäyttöä sekä ennallistamista nopeutetaan. Turvetuotannon sijoittumista ohjataan tuotannossa oleville tai jo ojitetuille suoalueille, välttämällä vesistön tai suojealueiden läheisyyttä. Valuma-alueiden suunnitelmilla minimoidaan vesistövaikutuksia ja uusien turvetuotantoalueiden käyttöönottoa harkitaan tarkoin, mikäli uhkana on vesien tilan heikkeneminen.

TUKOS –hankkeen selvityksissä on todettu, että maan käytön suunnittelussa turvetuotannon tulee perustua riittäviin ympäristö- ja vesistövaikutus selvityksiin. Vesistöille tulisi laatia niiden sietokyvyn selvityksiä ja tuotannosta poistuville alueille käyttösuunnitelmia. Ilmastonmuutoksen vaikutusta vesiensuojelurakenteiden mitoitusohjeisiin pitäisi tutkia tarkemmin, jolloin tutkimus- ja kehittämishankkeita pitäisi kohdentaa kokonaisvaltaisesti vesiensuojeluun. Erilaisissa vesienhoitosuunnitelmissa turvetuotannolle on esitetty vesiensuojelutoimiin perusrakenteiden tekoa 100 000 ha, pumppauksella suoritettavaa pintavalutusta 60 000 ha ja kemiallista käsittelyä 4 000 ha alalle. (Eerola 2011.)

Vapo Oy:n turvetuotantoalueilta vuosina 2004–2008 kerättyjen keskimääräisten kuormitustietojen sekä Pekkalan (2009) kuormitus selvityksen mukaan on arvioitu vesiensuojelun tilaa vuoteen 2015 saakka. Alla oleva taulukko 6 kuvaa tätä vesiensuojelun vertailua. Pekkalan (2009) mukaan turvetuotantopinta-alaa on tutkimuksessa ollut mukana 63 500 ha ja vuonna 2015 alan on arvioitu olevan 56 000ha. (Vapo Oy 2010, 5; Pekkala 2009.)

Taulukko 6. Vesistökuormituksen vertailut 2004–2009 ja tavoite v. 2015 Vapo Oy:n turvetuotantoalueilta. (Vapo Oy, 5.)

Nimike	keskiarvo 2004 – 2009 kg/ha/a	tilanne 2009 kg/ha/a	tavoite 2015 kg/ha/a
Kiintoaine	53,48	42,36	33,68
Kokonaisfosfori	0,33	0,31	0,30
Kokonaistyyppi	9,32	7,38	8,36

3 Vesiensuojelu tarkasteltuna muista näkökohdista

Vesiensuojelutyöt Suomessa on aloitettu pitkäjänteisesti jo 1960-luvulla, jolloin valtakunnalliset vesiensuojelun tavoiteohjelmat on hyväksytty. Yli 80 % järviemme ja jokiemme vesistöistä on hyvää tai erinomaista, joskin paikallisia haittavaikutuksia on nähtävillä. Pintavesien kuormitusta heikentävät ravinnekuormitus, kiintoaineet ja ihmisen toiminnan muutokset. Vesipolitiikan puitedirektiivissä ja vesienhoidon järjestämisestä annetussa laissa on annettu tavoitteet vesien tilalle. (Suomen ympäristökeskus 2006, 15–19, 45.)

Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015-selvityksessä on viitattu eri toimenpiteisiin, joiden avulla ympäristönsuojelu saadaan nostettua sille kuuluvalla tasolla. Maatalouden rakennemuutos vähentää typpi- ja fosforipäästöjä, haja- ja loma-asutus tulevat suurimmilta osin viemäröinnin piiriin, metsien käytössä luontoarvot lisääntyvät ja lannoitusta vähennetään sekä kaivostoiminta lisääntyy. Energiantuotannossa on ajateltu tulevaisuudessa tapahtuvan rakennemuutosta: fossiilisten polttoaineiden käyttö vähenee ja uusiutuvien energioiden käytön on arveltu lisääntyvän. Vesipuitedirektiivin myötä vesien ekologinen tila paranee ja vesien tilasta saadaan enemmän tietoa. (Suomen ympäristökeskus 2006, 15–19, 45.)

3.1 Metsätalouden vesiensuojelu

Soita on alettu ojittaa metsätalouden tarpeisiin 1950–70-luvuilla, ja nyt nämä ojitetut suometsät ovat hakkuukypsiä (Paavilainen & Päivänen 1995). Suomen pinta-alasta on yli 77 % (n. 26 Mha) metsän peitossa, mikä on EU:n muihin maihin nähden huomattavaa. Koko EU:n maapinta-alasta metsää on n. 31 %. (Tilastokeskus 2012.)

Erilaisissa puuntuotannon tehostamisohjelmissa 1960–80-luvuilla metsien lannoitukset, hakkuut ja ojitukset oli ulotettu vesistöihin saakka. Metsiä on ojitettu, että niiden taloudellinen arvo nousisi. Haitalliset vaikutukset on havaittu myöhemmin pienissä latvavesissä veden sameutumisenä ja rehevöitymisenä sekä rantojen ja järvien pohjien liettymisenä. (Finer 2008, 4.)

Vesihallinto ja Metsähallitus ovat käynnistäneet 1970-luvun lopulla Nurmes-tutkimuksen, jonka tarkoituksena on ollut tutkia laaja-alaisesti metsätalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta ja kehitellä vesiensuojelumenetelmiä metsätalouteen. Tutkimus oli osoittanut jo alkuvaiheessa sen, että metsätalous aiheuttaa merkittäviä kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. (Finer 2008, 4.)

Ravinne- ja kiintoainekuormitusta tulee vesistöihin valuma-alueilta ja ihmisten toiminnan seurauksena. Fosforikuormitus metsätaloudessa on n. 6 % ja typpikuormitus n. 4,5 % (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2012). Metsätaloudesta tulevat vesistökuormitukset aiheutuvat lähinnä maanmuokkauksesta, oijen kaivamisesta ja -perkauksista, avo- ja päätehakkuista, lannoituksista, kannonnostoista ja kunnostusojituksista. Kunnostusojituksen tarpeessa suometsää on tällä hetkellä n. 1,6 milj. ha. (Vikman, Saari & Väänänen 2009, 389–392.)

Kansallisen metsäohjelman 2015 (KMO) yksi tavoitteista on metsätalouden vesistökuormituksen vähentäminen. Metsäkeskukset ilmoittavat metsätalouden pinta-alat, jotka muunnetaan maapinta-aloihin perustuvilla suhteellisilla kertoimilla vastaamaan vesistöalueita. Maassamme on kuusi päävesistöaluetta, jotka ovat, Tornionjoen, Vuoksen, Oulujoen, Kymijoen, Kokemäenjoen ja Kemijoen vesistöalueet. Lisäksi valuma-alueryhmät ovat kuudella merialueella, joihin tulee laskuvesiä. (Tattari, Finer, Mattsson & Koskiaho 2008, 5–7.)

Pöyry (2010) on laskenut taulukossa 7 metsätalouden aiheuttaman vesistökuormituksen verrattuna turvetuotantoon olevan kokonaisfosforin osalta keskiarvoltaan samansuuruista, kun taas kokonaistypen osalta turvetuotannon aiheuttama kokonaistypikuormitus on kolmenkertainen. Kiintoainetta tulee metsätaloudesta huomattavasti enemmän kuin turvetuotannosta.

Taulukko 7. Metsätalouden ja turvetuotannon vesistökuormitus (Pöyry 2010)

Tekijä	Metsätalouden kuormitus kg km ² / a	Turvetuotannon kuormitus kg km ² / a
Kok.P	9 - 57	23
Kok.N	55 - 211	625
Kiintoaine	2 400 - 33 000	4 036

Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamat vesistökuormitukset ovat suurimmillaan kahtena seuraavana vuotena toimenpiteiden jälkeen, jolloin pintavalutuskenttien merkitys korostuu. Pintavalutuskentille ohjataan ojituksen avulla metsän valumavedet. Kenttiä perustettaessa, on syytä kiinnittää huomiota alueen kokoon ja oikeaan mitoitukseen, jolloin valumavedet leviävät koko alueelle tasaisesti. Valumien oletetaan viipyvän kentällä pitkään, jolloin veden liukoiset aineet pidättyvät kentän kasvillisuuteen ja maaperään. Pintavalutuskentän perustaminen vaikuttaa kasvillisuuden määrään ja lajikoostumukseen. Alue muuttuu luhtakosteikoksi, jolloin alueelle jätetty puusto voi kuolla veden pinnan noustessa ja samalla vapautuu puiden hajotessa ravinteita vesistöön. (Hynninen, Saari, Nieminen & Alm 2010, 77–85.)

Muita vesiensuojeluratkaisuja metsätaloudessa ovat laskeutusaltaat, lietekuopat sarkaojissa, ojiin rakennettavat pohjapadot ja vesistön lähelle jätettävät suojavyöhykkeet. Yhdistettyinä toisiinsa näitä vesiensuojeluratkaisuja voidaan käyttää tehostetusti ja ravinteita ja kiintoainetta saadaan pidättymään enemmän. KMO 2015:ssa on tavoitteena myös paikkatietojärjestelmän luominen, jolloin eroosioriskiä ja siihen vaikuttavia valuma-alueen ominaisuuksia verrataan. (Joensuu, Makkonen, Vuollekoski, Nieminen, Leinonen & Sarkkola 2008, 19–24.)

3.2 Maatalouden vesiensuojelu

Maamme turvemaista maatalouden käytössä on n. 4 % (0,33 Mha). Vuonna 2008 vesistöjen maataloudesta aiheutuneet fosforikuormitukset olivat 67 % ja typpikuormitukset 53 %. Taulukossa 8 on kuvattu maatalouden ja turvetuotannon keskimääräistä vesistökuormitusta. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2012.)

Taulukko 8. Maatalouden ja turvetuotannon ominaiskuormitus vesistöihin (Pöyry 2010)

Tekijä	Maatalouden kuormitus kg km ² / a	Turvetuotannon kuormitus kg km ² / a
Kok.P	80 - 190	23
Kok.N	760 - 2 000	625
Kiintoaine	61 000 - 330 000	4 036

Pöyryn (2010) mukaan maatalouden huuhtoumat aiheutuvat peltoviljelystä, karjataloudesta ja lannoituksesta ja aiheuttavat hajakuormitusta vesistöissä.

Uusi-Kämpän (2004, 7–8) mukaan suuret karjapihatot, maitotilat ja muut tuotantotilat ovat nykyisin rakennettu lainsäädännön ja ympäristölupaehtojen mukaisesti, joissa määritellään tarkasti mm. lannan ja virtsan levitykseen käytettävä alue ja pinta-alat sekä laidun- ja jaloittelualueet. Kotieläintilan ympäristötukitoimenpiteillä pyritään vähentämään lantalan ammoniakkipäästöjä, ottamaan talteen lannan kaasuja ja käsittelemään maitohuoneiden pesuvesiä.

Maatalouden aiheuttamia pohjavesien pilaantumisriskejä ovat lietelannan, lannoitteiden ja erilaisten torjunta-aineiden käytöstä johtuvat huuhtoumat. Pohjavesialueilla (luokat I ja II) pelloksi luokiteltuja alueita on maassamme n. 7 % pohjavesialueiden kokonaispinta-alasta. (Suomen ympäristökeskus 2006, 23.)

Lannan ja lannoitteiden käyttöä peltoviljelyssä ohjaa valtioneuvoston asetus (931/2000), jossa määritellään nitraattien vesien pääsyn rajoittamisesta. Samassa asetuksessa puututaan myös kotieläinsuojan perustamiseen, säilörehun puristenesteen talteenottoon ja karjapihattojen sekä jaloittelutarhojen sijoittamiseen. Ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja asetus (169/2000) määräävät suurille tiloille haettavan ympäristöluvan. Maatalouden ympäristötukijärjestelmä on ollut v. 1995 alkaen voimassa ja siinä määritellään sitoutuneille tiloille tarkat ohjeistukset ehtoineen. (Uusi-Kämpä 2004, 7–8.)

Maatalouden erilaisia vesiensuojelumenetelmiä ovat mm. viherkesannointi, torjunta-aineiden käytön vähentäminen, lannoituksen vähentäminen, muokkausmenetelmien keventäminen, salaojitus, suojakaistat ja erilaiset suojavyöhykkeet, kosteikot ja laskeutusaltat. Laskeutusaltaiden tarkoituksena on poistaa pelloilta karkeaa kiintoainetta ja ne kaivetaan yleensä ojiin tai puroihin pitkänomaisena kaistaleena, että kiintoaine ehtii laskeutua altaan pohjalle. Kiintoaineen pidätystehon on arvioitu tutkimusten mukaan olevan

n. 60 %. Ne elävöittävät ja monipuolistavat luonnon maisemaa sekä mahdollistavat vesilinnuille pesimäpaikkoja. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011c.)

3.3 Kaivostoiminnan vesiensuojelu

Suomen kaivostoiminta on alkanut jo 1500-luvulla Ojamon rautakaivoksesta Lohjalla ja nykyisin maassamme toimii n. 45 kaivosta, joista 9 on metallikaivoksia, 19 teollisuusmineraalikaivosta, 8 teollisuuskivikaivosta ja loput muita kaivoksia. Rakenteilla tai menossa olevia hankkeita on tällä hetkellä 5 kpl. Suurin osa hankkeista on kansainvälisiä ja suuria, kuten Talvivaara, Kittilä, Kevitsa, Pajala-Kolari ja Sokli. Tuotannoltaan suurimmat kaivokset v. 2008 olivat Siilinjärvi (apatiitti), Talvivaara (nikkeli, kupari, sinkki ja koboltti), Kittilän kultakaivos sekä Sotkamon ja Polvijärven talkkikaivokset. Kokonaislouhinta v. 2008 eri kaivoksista oli 38,8 Mt. (Paatsola 2010, 5–8.)

Kaivostoiminnan vesistökuormitukset ovat viime vuosikymmeninä vähentyneet. Kaivoslaki määrittelee ympäristönsuojelusta ja ympäristöluvasta. Lupamenettelyn ehtojen mukaan on suoritettava ympäristövaikutustenarviointi (YVA). Arvioinnissa määritellään kaikki ympäristölle haitalliset vaikutukset, esim. kasveille, eläimistölle, pohjavedelle, maaperälle ja vesistölle. Arviointi on tehtävä alueisiin, jotka käsittävät yli 25 ha sekä louhittavan ja rikastettavan metallimalmien määrä on vähintään 550 000 tn vuodessa. Kaivostoiminnan vesienkäsittelyssä käytetään parhainta mahdollista tekniikkaa (BAT), josta EU:n IPPC -virasto (yhdistetty saastumisen ehkäisemisen ja kontrolloinnin virasto) on antanut omat suosituksensa. (Lehtinen & Sorvali 2006.)

Kaivostoiminnasta aiheutuvat vesistöhaitat syntyvät kaivoksen louhinnasta, jäte- ja sivukivialueista, rikastamolta sekä läjitys- ja rikastushiekka-altaista. Kaivosvedet sisältävät raskasmetalleja ja ovat happamia. Jätevesissä on myös räjähdäaineista peräisin olevaa tyypeä ja kiintoaineita. Suurimpina haittoina ympäristölle ovat sulfidimalmien louhinta ja käsittely rikastusaltaineen. Sulfidien hapettumisen seurauksena happamet valumavedet voivat kulkeutua pohja- ja järviin aiheuttaen ympäristöriskejä.

Louhinta-aikana kaivokseen kertynyt pohjavesi pumpataan pois, jolloin sillä on vaikutusta ympäristön kaivojen kuivumiseen ja järvien vesien pinnan alenemiseen. (Suomen ympäristökeskus 2006, 31–32.)

Kaivosvesien puhdistamisessa käytetään usein kemiallista käsittelyä, joka on kallista ja aikaa vievää. Suomessa käytetään paljon kosteikoita, sillä n. 30 % maamme pinta-alasta on soiden peitossa. Vuodesta 2006 alkaen mm. Pahtavaaran ja Kittilän kaivoksilla on käytetty pintavalutuskenttää, jonne kaivosvedet johdetaan ja imeytyksen kautta ohjataan ulkopuolisiin vesistöihin puhdistettuina. Kaivosvesien mukana tulee rauta-, mangaani-, sinkki-, arseeni-, kupari-, nikkeli-, alumiini- ja sulfidipäästöjä, jotka imeytyvät ja sitoutuvat pintavalutuskentän kasvillisuuteen ja maaperään. (Päkkilä 2008, 12–16.)

3.4 Teollisuuden ja muun yritystoiminnan vesiensuojelu

Teollisuuden tuottamat orgaanisen aineen ja kiintoaineiden kuormitukset ovat olleet suurimmillaan 1970-luvulla, minkä jälkeen niiden vähenemät ovat olleet voimakasta. Typpi- ja fosforikuormitukset ovat myös kääntyneet laskuun 1980-luvulla. Näihin kaikkiin seikkoihin ovat vaikuttaneet teollisuuden eri prosessien parannuskeinot ja jätevesien puhdistuksen tehostamistoimet. Ennen vuotta 2000 teollisuuden päästöt ovat olleet toiseksi yleisin syy pohjavesien saastumiseen ja pilaantumiseen. Eri teollisuuden tuottamat öljy-yhdisteet, kemikaalit, puunkyllästysaineet, metallit ja jätevedet ovat pilanneet pohjavesiä, minkä takia ympäristöinvestointeihin on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota 2000-luvun jälkeen. (Suomen ympäristökeskus 2006, 25–26.)

Teollisuuden tuottama vesistöjen fosforikuormitus on n. 4,7 % ja muun yritystoiminnan n. 7,9 %, joita ovat lähinnä turkistarhaus ja kalankasvatus (Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio 2012). Ympäristönsuojelulaki on tullut voimaan 1.3.2000, jolla määrätään koko EU:n teollisuuden päästöjen yhdenmennyä valvontaa ns. IPPC-direktiiviä (teollisuuden päästöjä koskeva direktiivi). Teollisuuden vesiensuojeluun on vaikuttanut ympäristönsuojelulain määräämä ympäristölupa, jota on pitänyt hakea v. 2005 loppuun mennessä.

Kaikkien ympäristöluvan saaneiden tehtaiden on todettu soveltavan toiminnassaan parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Ympäristölupa on korvannut mm. jäte-, ilma-, jätevesi- ja sijoitusluvut. Sellu- ja paperitehtailla on myös sertifioitu ympäristöjärjestelmä tai ne ovat rekisteröityneet EMAS-järjestelmään (vapaaehtoinen ympäristöjärjestelmä). (Palosaari 2003, 7–9.)

4 Tutkimuskohteet, aineisto ja menetelmät

Tutkimustehtävässä oli kohteina kolme erilaista turvetuotantoaluetta, joilla on ympärivuotinen tarkkailu ja joiden virtaamista analysoidaan mm. kiintoainekuormitus, typpi- ja fosforikuormitukset. Kiintoaineen suodattamisessa on käytetty suodattimia, joiden huokoskoko oli 1,2 mikrometriä (0,0012 mm). Humuspitoisuuden eli veden orgaanisen aineksen määrittämiseksi vesinäytteistä tutkittiin myös kemiallinen hapenkulutus, COD_{Mn}. Tutkimuskohteilla oli myös sää- ja sademittaus, joiden avulla voitiin todeta virtaamaa ja rankkasateita.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, joka on ulkopuolinen, akkreditoitu tutkimuslaitos, mittasi tutkimuskohteiden tulevan ja lähtevän veden määrää ja laatua ympäristölupaehtojen mukaisesti. Jokaiselta tutkimuskohteelta otettiin toukokuussa näytteet viikoittain, kesäkuussa otettiin joka toinen viikko ja heinä-elokuussa virtaamatilanteiden mukaan. Tutkimustehtävän tarkoituksena oli ongelmakohtien kartoitus veden virtaamien hallitsemiseksi, mm. tulvatilanteissa.

4.1 Tuhtaansuon tuotantoalue

Tuhtaansuolla on aloitettu turvetuotanto v. 1979, ja tällä hetkellä tuotantoalaa on 793 ha ja valmistelussa 125 ha. Itä-Suomen vesioikeus on 15.12.1998 päätöksellä nro 85/98/2 myöntänyt luvan johtaa tuotantoalueen vedet laskuojaa pitkin Suuri-Onkamoon sekä laskuojia ja Piimäjokea pitkin Pyhäselkään. Tuhtaansuo kuuluu Vuoksen vesistöalueen Oriveden–

Pyhäselän alueeseen ja Onkamojärven sekä Piimäjoen valuma-alueeseen. Tuohtaansuo sijaitsee Tohmajärven, Rääkkylän ja Kiteen alueilla ja sen uusittu ympäristölupa on myönnetty 23.6.2010, lupanumero ISAVI, ja se on voimassa 30.4.2019 saakka. Kuvassa 15 on Tuohtaansuon sijainti kartalla. (Patrikainen, Leikas & Juntunen 2008a.)



Kuva 15. Tuohtaansuon tuotantoalue. (Kuva: Vapo Oy.)

Tuohtaansuolla tuotetaan energiaturvetta mekaanisella kokoojavaunulla, pala- ja ympäristöturvetta. Alueen vuosituotantomäärä on kaikkiaan n. 140 000 m³. Tuotannosta poistuneiden alueiden vedet johdetaan viranomaisen määräämän ajan vesiensuojelurakenteiden kautta alapuolisiin vesistöihin. Tuotanto on suunniteltu päättyvän v. 2040, jonka jälkeen alue siistitään, tarpeettomat rakennelmat poistetaan ja jälkikäyttömuodot otetaan käyttöön, esim. metsittäminen tai viljely. (Patrikainen ym. 2008a.)

Tuohtaansuon tutkimuskohde, PVK 4, on otettu käyttöön v. 2009, ja sen valuma-alueen vedet tulevat tuotantolohkoilta 12–15, yhteensä 136,6 hehtaarilta. Pintavalutuskenttä on mitoitukseltaan 4,8 ha, joten se on 3,55 % tutkimuskohteen valuma-alasta.

4.2 Rauansuon tuotantoalue

Rauansuolla on ollut tuotantoa vuosina 1980–2001 ja v. 2007 sekä vuodesta 2009 alkaen yhteensä 76 ha:n alalla. Itä-Suomen vesioikeus on 29.6.1998 myöntänyt Pärnänsuo-Rauansuon tuotantoalueelle kuivatusvesien vesistöön johtamiseen vesilain mukaisen luvan päätöksellä nro 33/98/2. Uusittu ympäristölupa on myönnetty 18.9.2009, ISY 106/09/2, ja se on voimassa 30.4.2019 saakka. (Patrikainen, Korhonen & Juntunen 2008b.)

Rauansuo kuuluu Vuoksen vesistöalueen Oriveden-Pyhäselän alueen Onkamojärven valuma-alueeseen, ja siellä Rauanjoen valuma-alueeseen. Tällä alueella ei sijaitse muita turvetuotantosoita. Rauanjoen valuma-alueen maankäytöstä turvetuotannossa on 4 %, ja suurin osa on metsänä ja peltona, yhteensä n. 71 %. (Patrikainen ym. 2008b.)

Rauansuo sijaitsee Joensuun kaupungin, entisen Pyhäselän kunnan, Hammaslahauden kylässä, n. 10 km Pyhäselän keskustasta kaakkoon päin. Kuvassa 16 on Rauansuon sijainti kartalla.



Kuva 16. Rauansuon tuotantoalue. (Kuva: Vapo Oy.)

Rauansuolla tuotetaan jyrsinpolttoturvetta mekaanisella kokoojavaunulla sekä tarvittaessa palaturvetta yhteensä n. 40 000 m³ vuosittain. Rauansuon tuotantoalan on arvioitu kestävän ympäristöluvan voimassaoloon saakka, jonka jälkeen tuotantoalue ennallistetaan, ylimääräiset vesiensuojelurakenteet puretaan pois ja alue siistitään jatkokäyttöä varten.

Rauansuon tutkimuskohteena oli lohkon 2 maaperäimeytysalue, josta vesi johdetaan laskuojaa pitkin Rauanjokeen ja siitä edelleen Lotokanjokeen, josta vedet virtaavat Pieni-Onkamon kautta Pyhäselkään. Vedet pumpataan sulan maan aikana maaperäimeytysalueelle, jonka pinta-ala on 3,7 ha ja valuma-alue 75,4 ha. Imeytysalueen pinta-ala on 4,9 % valuma-alueesta. Imeytysalueen pohjamaalaji on savi ja se on otettu käyttöön v. 2010. (Patrikainen ym. 2008b.)

4.3 Puohtiinsuon tuotantoalue

Puohtiinsuolla on turvetuotanto aloitettu v. 1982 ja se jatkuu edelleen 83,8 hehtaarin alalla. Itä-Suomen ympäristölupavirasto on antanut uuden päätöksen 14.6.2001, lupanumero 35/01/2, ja myöntänyt toistaiseksi voimassaolevan luvan Puohtiinsuon turvetuotantoalueiden kuivatusvesien johtamiseen Koitajoen vesistöön. Uusi ympäristölupa on myönnetty 26.11.2009 lupanumerolla ISY 134/09/2 ja se on voimassa 30.4.2019 saakka. (Patrikainen, Korhonen & Juntunen 2008c.)

Puohtiinsuo sijaitsee Vuoksen vesistön Koitajoen alueen Mekrijärven-Nuorajärven alueella ja tarkemmin Nuorajärven ja Kelsimänjoen alueilla. Nuorajärven valuma-alueella on metsää 44 % ja turvemaita 32 % ja Kelsimänjoen valuma-alueella on metsää 43 % ja turvemaita 52 %. Mekrijärven turvetuotantoalue sijaitsee myös samalla Mekrijärven-Nuorajärven alueella, yhteensä n. 530 ha. Koitajoen valuma-alueella sijaitsee n. 4 000 ha Natura-aluetta ja luonnonsuota, joten vesistön väriluku on korkea, samoin kuin sen humuspitoisuuskin. (Patrikainen ym. 2008c.)

Puohtiinsuo sijaitsee Ilomantsin kunnan Mekrijärven kylässä n. 12 km Ilomantsin keskustajamasta koilliseen. Kuvassa 17 on Puohtiinsuon sijainti kartalla.



Kuva 17. Puohtiinsuon tuotantoalue. (Kuva: Vapo Oy.)

Puohtiinsuolla tuotetaan jyrsinpolttoturvetta mekaanisella kokoojavaunulla n. 25 000 m³ vuodessa. Tuotannon on arvioitu kestävän Puohtiinsuolla vielä n. 10 v., minkä jälkeen alue siistitään, tarpeettomat vesiensuojelurakenteet puretaan ja alue siirtyy loppukäyttömuotoon joko metsäksi tai pelloksi.

Puohtiinsuon tutkimuskohteena oli pintavalutuskenttä 1, joka on otettu käyttöön v. 2010. Pintavalutuskenttä on 4,9 ha ja se on 5,4 % sen valuma-alueesta 90,6 ha. Vedet johdetaan pumppausaltaasta paineputkella pintavalutuskentälle, jossa vedet jaetaan rei'itetyllä jakoputkella tasaisesti pintavalutuskentälle. Kentältä vedet johdetaan mittapadon kautta laskuojaan ja edelleen Koitajokeen. Liitteissä 3 on esitetty esimerkkinä Puohtiinsuon

kuivatusvesien johtamisen suunnitelmakartta ja liitteessä 4 on kuvattu Puohtiinsuon pintavalutuskentän korkeuskäyrät ja suunnitelma. (Patrikainen ym. 2008c.)

4.4 Tutkimusmenetelmät

Kaikilla tutkimuskohteilla suoritettiin päästö- ja kuormitustarkkailua Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n toimesta. Päästötarkkailun tulokset ovat liitteinä 5–7. Päästö- ja kuormitustarkkailua suoritettiin kultakin kohteelta tuotantoajalta 2.5.–31.8.2011. Turvetuotantoalueen tulevasta ja lähtevästä vedestä määritettiin kiintoaine, kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}), kokonaistyyppi (Kok.N), nitraatti- ja nitriittityppi ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumtyppi ($\text{NH}_4\text{-N}$), kokonaisfosfori (Kok.P) ja rauta (Fe). Tulevan veden näytteet otettiin laskeutusaltaan mittakaivolta ennen pintavalutuskenttää tai imeytyskenttää ja lähtevän veden näytteet otettiin mittakaivosta, joka sijaitsee pintavalutuskentän tai imeytyskentän laskuojan päässä, ennen alapuolisia vesiä. Alla kuvissa 18a ja 18 b on mittakaivo ja sen sisällä olevat mittalaitteet.



Kuva 18 a. Mittakaivo
(Kuvat: Merja Koponen.)

Kuva 18 b. Mittakaivon mittauslaitteet

Kuvassa 19 on lähtevän veden mittauspiste, josta otetaan näytteet ennen veden juoksettamista alapuolisiin vesiin. Vesi virtaa kaivon lävitse ja samalla virtaamatieto tulostuu dataan.



Kuva 19. Lähtevän veden mittauskaivo. (Kuva: Merja Koponen.)

Pintavalutuskenttien ja maaperäimeytysalueen tehokkuuden määrittämiseksi laskettiin tutkimuskohteille reduktiot eli puhdistustehokkuudet (%) seuraavalla kaavalla:

$$E = \frac{(C_{in} - C_{out}) * 100}{C_{in}}$$

missä

E = tehokkuus, %

C_{in} = tulevan veden haitta-ainepitoisuus, mg/l tai $\mu\text{g/l}$

C_{out} = lähtevän veden haitta-ainepitoisuus, mg/l tai $\mu\text{g/l}$.

Päästötarkkailun yhteydessä Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy määrittä myös vesinäytteistä pH:n ja omatarkkailuna suoritettiin pH:n mittausta koko tutkimuskauden aikana viikoittain kultakin kohteelta pH-liuskojen avulla.

Tutkimuskohteita valokuvattiin ja havainnoitiin visuaalisesti koko tutkimuskauden aikana ja tässä tutkimuksessa otetut eri valokuvat ovat tutkimuskohteilta otettuja. Valokuvauksen tarkoituksena oli selvittää, miten esim. pintavalutuskentät ja maaperäimeytysalue muuttuvat kesän aikana, sateiden ja poudan vaihdellessa ja kuinka lämpötila vaikuttaa mm. kenttien kasvillisuuteen.

Tutkimustehtävässä havainnoitiin myös tuotantoaikainen sää- ja sadanta reaaliajassa langattomien sääasemien avulla. Sääasemat toimivat akkujen ja aurinkopaneelin avulla ja ne keräävät tietoa mitattavista parametreista, joita ovat mm. tuulen suunta ja nopeus, ilmankosteus ja ilmanpaine, sadanta, ilman lämpötila sekä auringon säteilyn voimakkuus. Sääaseman dataloggeri lähettää modeemin kautta mittausdatan asiakkaan tietojärjestelmään. Tietojen havainnointiväli voidaan ohjelmoida halutuksi. Tässä tutkimuksessa kerättiin lähinnä sade- ja lämpötilatietoja tutkimuskohteilta. Sadanta ja lämpötilaseurannat ovat liitteenä 8. Kuvassa 20 on kuvattuna sääasema turvesuolla. (EHP-Tekniikka Ltd 2011.)



Kuva 20. Sääasema EHP-SA6. (Kuva: EHP-Tekniikka LTd, yleinen mainoskuva.)

Virtaamatietoja tutkittiin EHP-Tekniikan internet linkin kautta. Puohtiinsuon ja Tuhtaansuon virtaamatiedot tulostuivat dataan, mutta Rauansuolta oli vain pumpun käyttötuntiarvoja, joten sieltä tiedot olivat puutteelliset, ja niitä pitää arvioida kriittisesti. Virtaamatiedot ovat liitteinä 9–10.

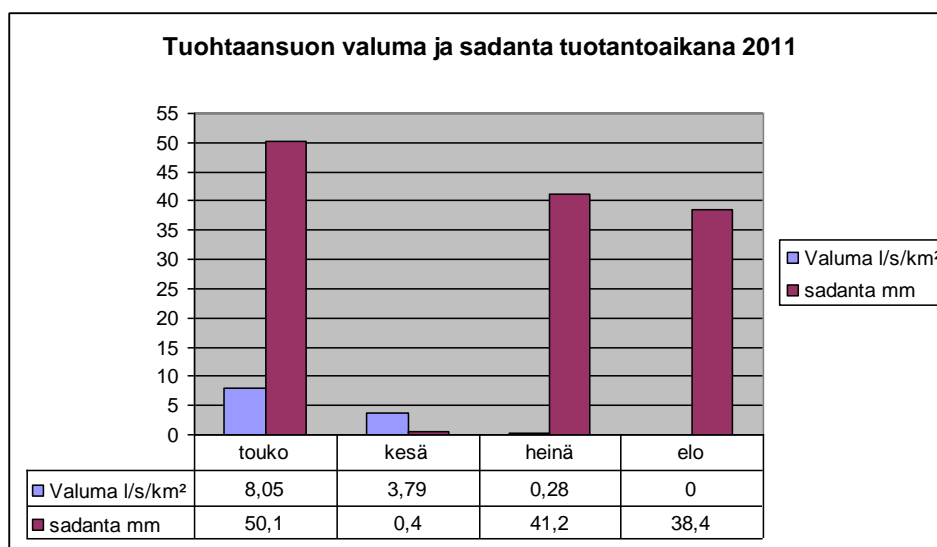
5 Tulokset

5.1 Sadanta ja valuma

Tuohtaansuon tutkimuskohteen pintavalutuskentän valuma-alue on 136,6 ha ja tuotantoalue oli 129,5 ha, jolta tuotettiin turvetta 15.5.–28.8.2011 välisenä aikana. Tuotannonaikainen sade oli 130 mm ja sadesummasta laskien saadaan tuotantoaikaiseksi sadannaksi 168 350 m³. Tuotantoaikana poistui valuman kautta vettä 95 150 m³, mikä on 56 % sadannasta. haihdunnan osuus oli 44 % sadannasta.

Vesimittarit toimivat normaalisti ja virtaamat pystyttiin mittaamaan tarkkailun aikana suunnitellusti. Sateet olivat kuuroluonteisia ja valumat olivat normaalia keskiarvoa alhaisemmat. Suurimmat sateet tuotantoaikana tulivat 28.5., jolloin satoi 16 mm, 12.7. satoi 9,4 mm, 29.7. satoi 13,2 mm ja 28.8. satoi 7,2 mm. Elokuussa 6–20.8. välisenä aikana satoi useana päivänä 0,2–0,6 mm sateita. Tuohtaansuon sadanta ja lämpötilatiedot ovat liitteenä 8. Virtaamatiedot ovat liitteenä 9.

Kuviossa 3 on kuvattuna Tuohtaansuon tutkimuskohteen tuotantoaikainen valuma, jonka kesäaikainen keskiarvo oli 4,04 l/s km². Sateen kuukausittainen keskiarvo oli 32 mm.



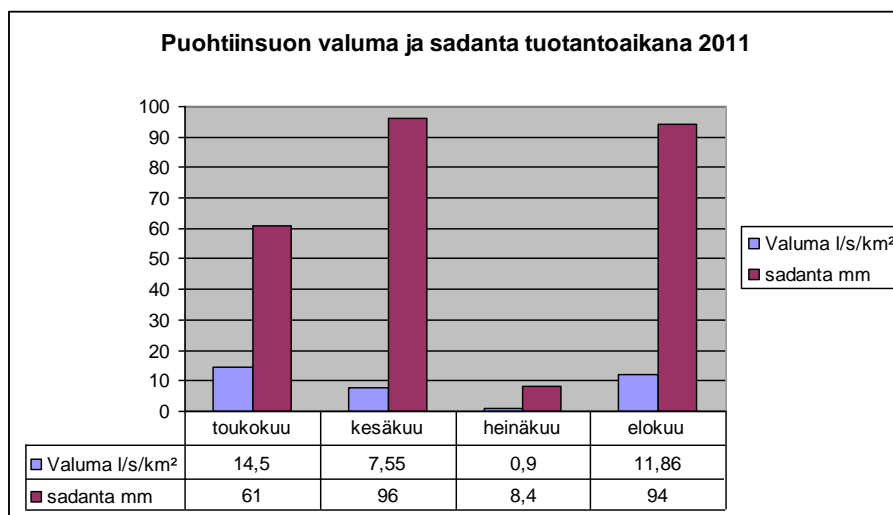
Kuvio 3. Tuohtaansuon valuma ja sadanta kesällä 2011.

Ilomantsin Puohtiinsuon pintavalutuskentän valuma-alue on 90,6 ha ja alueella tuotettiin turvetta 85,6 ha:n alalta 15.5.–30.8.2011 välisenä aikana. Tuotantoaikainen sade oli 259 mm ja sadesummasta laskien saadaan tuotantoaikaiseksi sadannaksi 221 704 m³. Tuotantoaikana poistui valuman kautta vettä 98 390 m³, mikä on 44 % sadannasta. Haihdunnan osuus oli 56 % sadannasta.

Puohtiinsuon pintavalutuskenttä on otettu käyttöön v. 2010 ja v. 2011 se oli ensimmäistä kertaa täydellä teholla toiminnassa. Kesäkuu oli kaikkein sateisin, jolloin oli myös paljon tuuli- ja sadekatkoja tuotannossa. Valuma-alueen vedet virtasivat kaikki vesiensuojelurakenteiden ja näytepisteiden kautta. Valuman keskiarvo oli 8,70 l/s km², mikä oli pintavalutuskenttien keskiarvon mukainen.

Puohtiinsuon sateisin päivä toukokuussa oli 28.5., jolloin satoi 21,4 mm. Kesäkuu oli hyvin sateinen, jolloin tuli suuria sadekuuroja, kuten 12.6., jolloin satoi 10,8 mm, 20.6. satoi 9,4 mm, 21.6. satoi 26,8 mm, 26.6. satoi 12,2 mm ja 27.6. satoi 23 mm. Heinäkuu oli hyvin poutainen, kun taas elokuussa tuli runsaita sadekuuroja. 6.8. satoi 5,6 mm, 7.8. satoi 24,2 mm, 9.8. satoi 26,6 mm, 18.8. satoi 21,4 mm ja 30.8. satoi 9,8 mm. Turvetuotanto loppui 30.8. sateisiin. Puohtiinsuolla oli 21.6. ja 27.6. suuret huippuvirtaamat, jolloin sadanta aiheutti 32,3 - 33 l/s maksimivirtaamahuiput. Samoin 7. ja 9.8. tuli maksimivirtaamahuiput n. 24 l/s. Virtaamien suuruuteen vaikuttaa vastakaivettujen ojien ojakaltevuudet. Puohtiinsuon sadanta ja lämpötilatiedot ovat liitteenä 8. Virtaamatiedot ovat liitteenä 10.

Kuviossa 4 on kuvattuna Puohtiinsuon valuma ja tuotantokesän aikainen sadanta v. 2011. Tuotantoaikaisen sateen kuukauden keskiarvo oli 64,9 mm ja keskivaluma oli 8,7 l/s km².



Kuvio 4. Puohtiinsuon valuma ja sadanta kesällä 2011.

Rauansuon tutkimuskohteen valuma-alue oli 75,4 ha ja tuotantoala 70,8 ha. Alueelta tuotettiin turvetta 1.7.–4.9. välisenä aikana. Tuotantolohkot olivat koko alkukesän veden peittämiä lohkoilla 2, koska pohjavedet olivat korkealla ja äkilliset lumien sulamiset aiheuttivat tulvan, jolloin vesi nousi ojista tuotantokentille. Rauansuolla satoi koko kesän aikana 160 mm. Sadesummasta laskien saadaan tuotannonaikaiseksi sadannaksi 35 612 m³. Tuotantoaikana poistui valuman kautta vettä 11 198 m³, mikä on 31 % sadannasta. Haihdunnan osuus oli 69 % sadannasta.

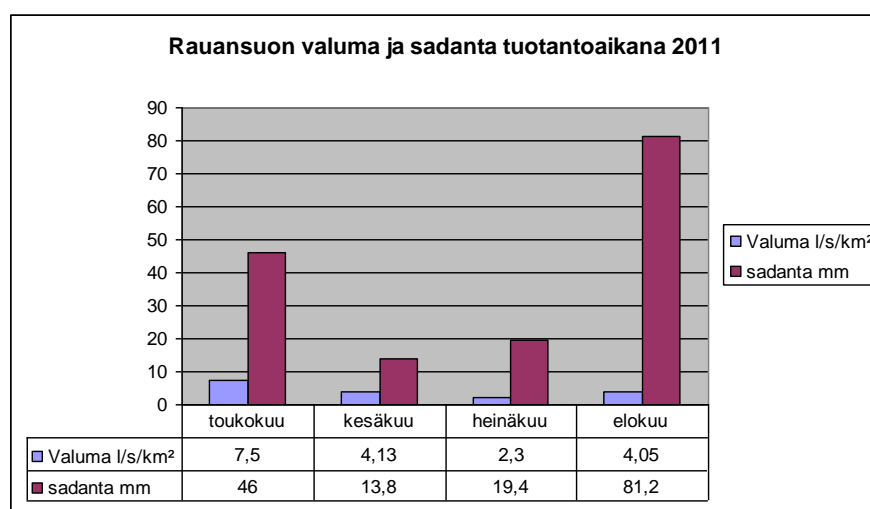
Sateisin kuukausi oli elokuu, jolloin satoi 81,2 mm. Kesäkuulla satoi joitain pieniä kuuroja, samoin heinäkuulla. Varsinaisia sadepiikkejä oli 9.8., jolloin satoi 17,2 mm ja 18.8., jolloin satoi 20,2 mm. Virtaamatietoja ei saatu mitattua käyttöongelmien takia. Laskeutusaltaasta johdettiin vedet osittain aggregaatin avulla pumppaamalla maaperäimeytysalueelle.

Rauansuon aggregaatin käyttötunnit olivat 1.7.–31.8. yhteensä 370 tuntia, ja veden keskivirtaamaksi tulee 3,56 l/s tuotantoaikana. Sadannan aikana virtaama on kasvanut, ja kuivana kautena loppunut kokonaan.

Rauansuon maaperäimeytysalue valmistui v. 2010 ja se oli nyt toista tuotantokautta käytössä. Maaperän pohjamaalajina on savi, jolloin alueelle johdetut vedet seisoivat melko kauan maaperäimeytysalueella. Rauansuon kesäaikainen keskivaluma oli 4,5 l/s km², mikä on huomattavasti alle

normaalin maaperäimeytysalueen keskivaluman. Keskisadanta Rauansuolla oli koko kesältä 40,1 mm ja tuotantoajalta 50,3 mm. Rauansuon sadanta ja lämpötilatiedot ovat liitteenä 8.

Kuviossa 5 on kuvattuna Rauansuon valuma ja sadannat tuotantokesältä 2011. Elokuun sateet näkyvät selvänä piikkinä, jolloin valumakin on ollut keskiarvon tasolla.



Kuvio 5. Rauansuon valuma ja sadanta kesällä 2011.

5.2 Veden pH

Tuohtaansuon pintavalutuskentän pH-arvot olivat koko tuotantokesän ajan 4,5–6,3 välillä ja keskiarvona oli tulevan veden osalta pH 5,6 ja lähtevän veden osalta pH 4,7. Lähtevän veden pH:n aleneminen on normaalia turvemaiden valumavesille. Tuohtaansuolla sadevirtaamat eivät ole tuoneet happamia suovesiä valuma-alueilta, joten pH-arvoja voi pitää normaaleina suovedelle tyypillisinä arvoina.

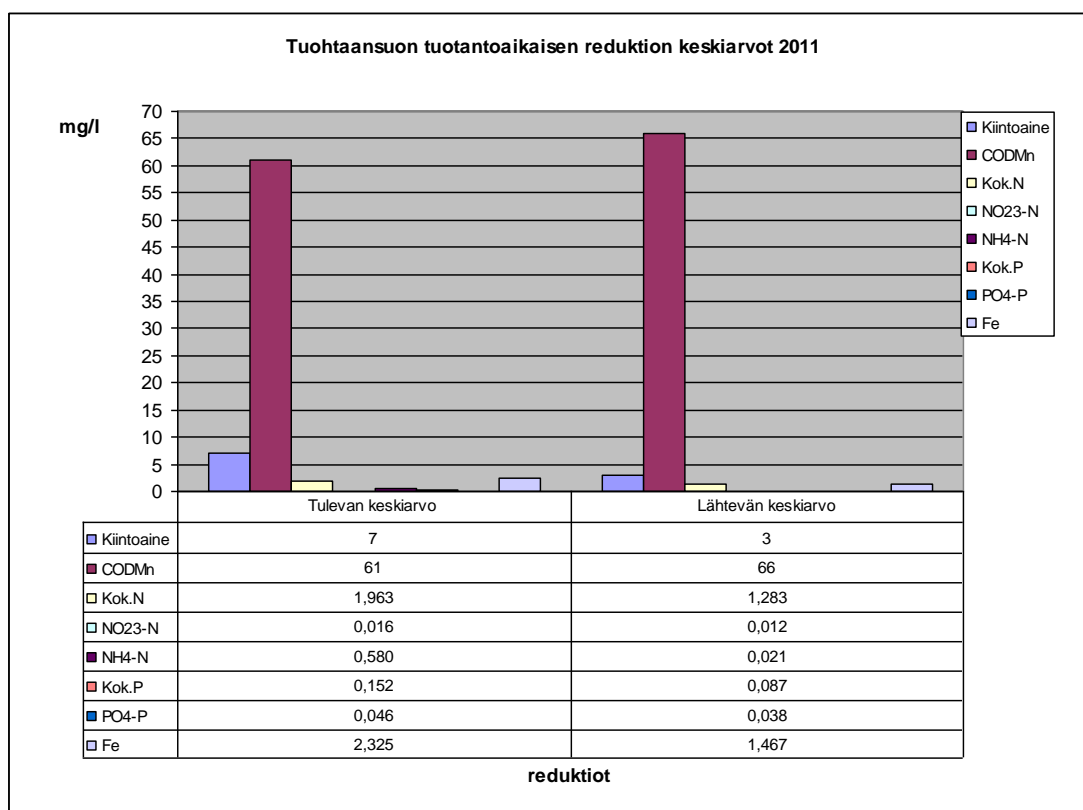
Puohtiinsuon pintavalutuskentän pH-arvot olivat tuotantokauden aikana tulevan veden osalta 5,3–7 ja keskiarvona oli 6,48. Lähtevän veden pH-arvot olivat tuotantoaikana 4,5–5,3 välillä ja keskiarvona oli 4,82. Puohtiinsuolla satoi kesä- ja elokuussa runsaasti, joten sadevirtaamat toivat vettä, jolloin pH

arvot nousivat. Puohtiinsuon pH-arvot ovat normaaleja suovedelle tyypillisiä eikä suurta happamoitumista ole havaittavissa.

Rauansuon maaperäimeytysalueelle tulevan veden pH-arvot olivat tuotantokauden aikana 3,0–6,2 välillä ja keskiarvona tulevalle vedelle oli 4,51. Lähtevän veden pH-arvot olivat tuotantokesän aikana 3,3–4,4 välillä ja keskiarvona oli 4,24. Sekä tulevat että lähtevät vedet olivat happamoituneita ja syynä tähän on tuotantokentän mataloituminen ja osittain kivennäismaan esille tulo sarkaojista, joista sadevirtaamien mukana kulkeutui happamia aineita imeytyskentälle. Suurien sateiden aikana virtaamien pH-arvo nousi hieman, mutta kaivettujen ojien aiheuttamat kivennäismaahuuhtoumat lisäsivät pH:n laskua, joten sateilla ei ollut huomattavaa vaikutusta happamoitumisen estämiseksi.

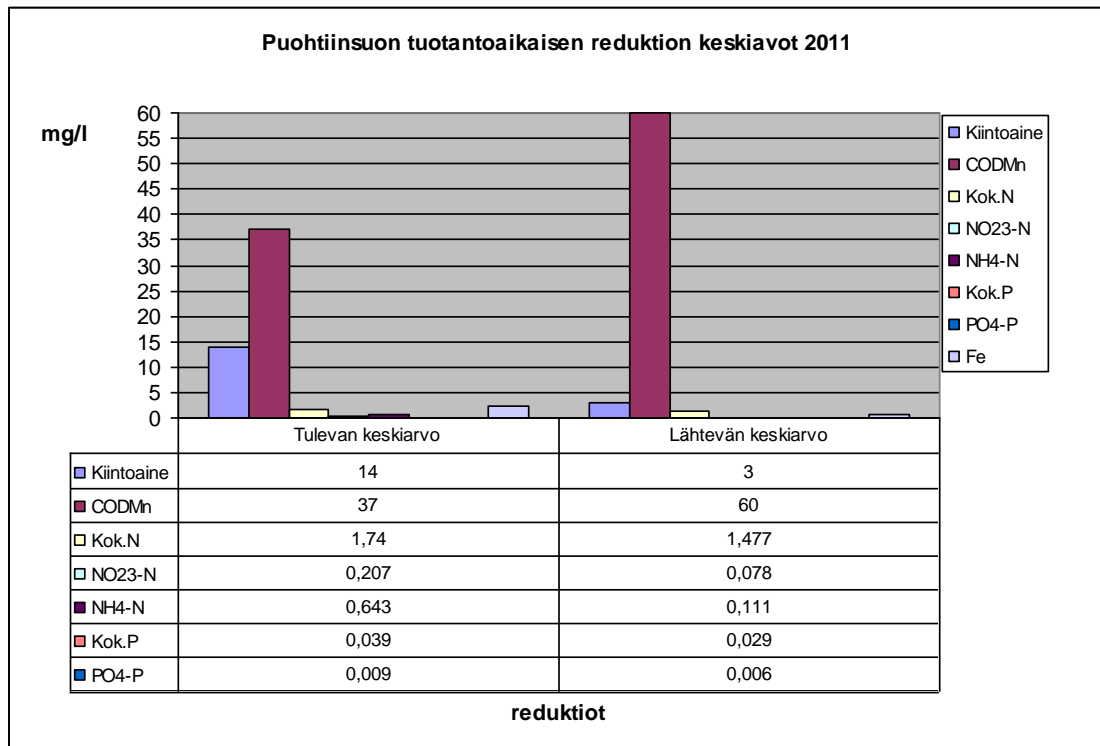
5.3 Pidätystehokkuus

Kuviossa 6 on kuvattuna Tuoltaansuon tuotantoaikaiset reduktiot.



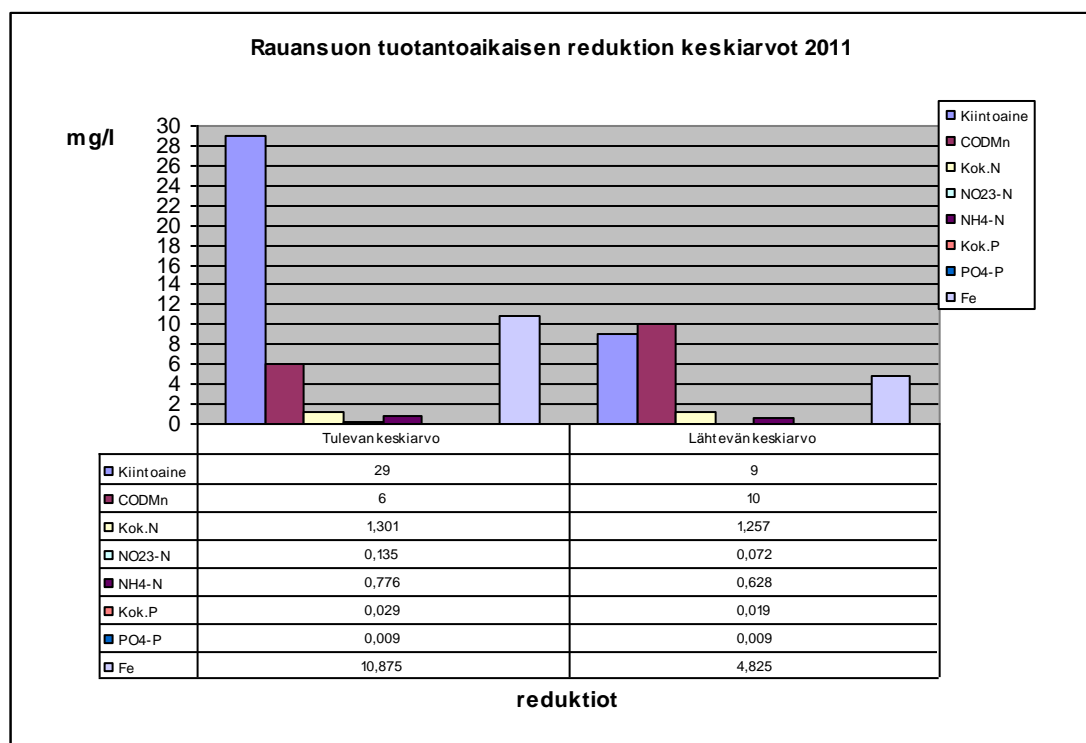
Kuvio 6. Tuoltaansuon reduktiot tuotantoaikana 2011.

Kuviossa 7 on kuvattuna Puohtiinsuon tuotantoaikaiset reduktiot.



Kuvio 7. Puohtiinsuon reduktiot tuotantoaikana 2011.

Kuviossa 8 on kuvattuna Rauansuon tuotantoaikaiset reduktiot.



Kuvio 8. Rauansuon reduktiot tuotantoaikana 2011.

6 Tulosten tarkastelu

Kesä 2011 oli normaalia paljon lämpimämpi aina kesäkuun loppupuolelta elokuun alkuun saakka ja sade- ja ukkoskuurojen esiintyminen oli hyvin paikallista. Kesä- ja heinäkuun keskilämpötilat olivat tutkimuskohteilla n. 20°C. Elokuun keskilämpötilat olivat n. 15°C. Kesäkuun loppupuolella ja heinäkuussa oli paljon hellepäiviä, jolloin lämpötilat kohosivat aina 26 - 32,3°C. Rauansuolla sademäärät olivat tuotantokesän aikana 160 mm, Tuhtaansuolla 130 mm ja Ilomantsin Puohtiinsuolla satoi tuotantokesän aikana 259 mm. Pekkalan (2009, 5) mukaan vuotuisesta sadannasta haihtuu Suomessa noin puolet.

Pekkalan (2009, 13) mukaan keskimääräisen kesän pituus on Pohjois-Suomessa 135 vuorokautta ja Etelä-Suomessa 150 vuorokautta. Pintavalutuskenttien normaalit kesäaikaiset keskivalumat ovat 14 l/s km² ja maaperäimeytyskenttien keskivalumat ovat kesäaikana 10–12 l/s km² (Pekkala 2009, 14.)

Tuhtaansuon tuotantoaikaisen reduktion keskiarvo kiintoaineen osalta oli 58 %, mikä on keskimäärin turvetuotannon pintavalutuskenttien vesiensuojeluohjeiston mukaista. Toukokuussa kentän puhdistusteho oli 75 %, mikä kuvastaa sitä, että pintavalutuskenttä toimi tehokkaasti ja kevään tulvavedet eivät aiheuttaneet mitään ongelmia puhdistuksessa. Lähtevän veden COD oli korkeampi tulevaan veteen verrattuna. Kokonaistypen osalta reduktion keskiarvo oli hieman alle ohjeiston, mutta mittauskohtaiset reduktiot olivat normaaleissa arvoissa ja kenttä pidättää typpeä. Kokonaisfosforin keskiarvon reduktiot olivat 38–68 % ja kenttä pidättää hyvin fosforia. Rautaa esiintyi hyvin pieniä pitoisuuksia. Tuhtaansuon tutkimuskohteella ei ollut mitään ongelmia tuotantojakson aikana ja kenttä toimi erittäin hyvin. Tuhtaansuon reduktiot ovat liitteenä 5.

Puohtiinsuon tuotantoaikaisen kiintoaineen keskiarvoreduktio oli 78 %, jolloin pintavalutuskenttä toimi erittäin hyvin ja pidätti kiintoainetta. Humusta kertyi pintavalutuskentälle runsaiden sateiden takia ja lähtevän veden COD_{Mn} oli suurempi tulevaan veteen verrattuna (66 mg/l). Typpiä pysyivät

normaaleissa arvoissa vaikka keskiarvoreduktio oli 12 %, mikä osoittaa sen, että kentän kasvillisuus pidätti typpeä. Kokonaisfosforia pidättäytyi keskimäärin 26 %, joten fosforia sitoutui kentän kasvillisuuteen. Runsaista sateista huolimatta fosforia, typpeä ja kiintoainetta pidättäytyi 57–75 %, mikä osoittaa sen, että Puohtiinsuon pintavalutuskenttä toimi erittäin hyvin. Rautaa esiintyi suoovesissä hyvin vähän ja sen puhdistusteho oli 45 %. Puohtiinsuon reduktiot ovat liitteenä 6.

Rauansuolla tuotanto alkoi vasta 1.7.2011 ja tuotannonaikainen kiintoaineen keskiarvoreduktio oli 68 %. Maaperäimeytysalueen pohjamaa on savea, jolloin kesän alkusateet seisoivat maaperäimeytysalueella ja haihtuivat lämmön vaikutuksesta. Lähtevän veden COD_{Mn} oli suurempi tulevaan veteen verrattuna (10 mg/l). Alueen kasvillisuus satoi fosforia ja typpeä, ja fysikaalis-kemiallinen pidättyminen toimi imeytyskentällä.

Heinäkuu oli melko sateetonta Rauansuolla, joten vettäkään ei virrannut ojissa ja aika ajoin imeytyskenttä oli kuiva. Elokuun sateet nostivat rautapitoisuutta, mutta imeytysalue puhdisti rautaakin keskiarvon mukaan 43 %. Rauansuo on loppuvia ja mataloituneita turvekenttiä, joten rautapitoisuudet olivat välillä suositusarvojen yläpuolella. Rauansuon reduktiot ovat liitteenä 7.

Puohtiinsuolla tuotantoaikaisesta sadesummasta haihtui 56 %, mikä on normaalin keskiarvon yläpuolella. Tuhtaansuon tuotantoaikaisesta sadesummasta haihtui 44 %, mikä on keskiarvon alapuolella ja Rauansuolla haihdunta oli 69 %, mikä osoittaa sen, että savipohjainen imeytyskenttä toimi hyvin.

7 Yhteenveto

Tässä tutkimustehtävässä tutkittiin kolmen erilaisen turvetuotantoalueen vesienkäsittelymenetelmiä ja niiden toimivuutta tuotantokesän 2011 aikana sekä mahdollisia kehittämistarpeita. Tutkimuksessa pyrittiin saamaan lisätietoa vesienkäsittelymenetelmien toimivuudesta ja oikeanlaisten vesiensuojelumenetelmien valinnasta erilaisille turvetuotantoalueille. Tutkimuksen kohteina olevilla turvetuotantoalueilla on ympärivuotinen tarkkailu ja kohteiden tulo- ja lähtövirtaamista tutkittiin kiintoainekuormitus, typpi- ja fosforikuormitukset sekä päästötarkkailun mukaiset muut ravinnekuormitukset. Vesinäytteitä keräsi ja analysoi puolueeton, akkreditoitu tutkimuslaitos.

Tutkimuksessa käytettiin edustavaa ja laajaa lähdeaineistoa eri aloilta ja käytetyt aineistot olivat turvetuotannon vesienkäsittelytutkimuksen alkuperäisaineistoja tai eri yliopistojen ja korkeakoulujen tutkimusmateriaalia, joista on tehty mm. väitöskirjoja. Vapo on ollut mukana useassa turvetuotannon vesienkäsittelyn tutkimuskohteessa. Yhtiö kehittää turvetuotannon vesiensuojelujärjestelmiä ja vie niitä käytäntöön turvetuotantoalueillaan.

Tuohtaansuon tutkimuskohteena oli kaksi vuotta käytössä ollut pintavalutuskenttä, joka oli hieman pienempi kuin pintavalutuskentän normaali koko on valuma-alueesta. Kohteen valuma-alue oli tutkimuskohteiden suurin, samoin kuin turvetuotantoalan pinta-alakin, jolta vedet virtasivat kentälle. Tuohtaansuolla satoi kesän 2011 aikana tutkimusalueista vähiten ja valuma jäi huomattavasti alle pintavalutuskentän keskiarvon 14 l/s km². Suurin sademäärä 13,2 mm oli 29.7., mutta se ei aiheuttanut mitään ylivalumatilanteita. Kenttä pidatti kiintoainetta tehokkaasti, ja reduktion keskiarvo oli 58 %. Typen reduktio oli 32 % ja fosforin 39 %, luvut ovat normaaleja. COD_{Mn} lisääntyi kentälle, reduktio oli -7 %. Tuohtaansuon kenttä toimi koko kesän 2011 moitteettomasti ja vesi oli levinnyt tasaisesti kentän kasvillisuuteen.

Rauansuon tutkimuskohde oli savipohjainen maaperäimeytysalue, joka oli pinta-alaltaan normaalin kokoinen valuma-alueeseen nähden. Imeytysalue oli toista vuotta käytössä ja alueella kasvoi koivuja, pajuja ja muuta pintakasvillisuutta. Rauansuon kohde oli pienin tuotanto- ja valuma-alaltaan ja valuman keskiarvo oli alle normaalin keskiarvovaluman. Rauansuon tuotanto alkoi vasta 1.7. ja suurimmat sateet osuivat elokuun alkuun, jolloin satoi kolmen päivän aikana n. 52 mm. Heinäkuu oli erittäin lämmin ja poutainen, joten imeytyskenttä kuivui kokonaan. Sateet eivät lisänneet ravinne- ja humuskuormitusta ja alue pidätti hyvin ravinteitakin kasvien avulla. Kiintoaineen pidättyminen oli suurimpien sateiden aikaan 68 %, joten savipohjainen kenttä pidätti hyvin humusta ja kiintoainetta. Koska kentälle ei tullut virtaaman kautta vettä, niin ei ollut mitään puhdistettavaakaan. Rauansuo on hyvin rautapitoista aluetta ja sateet liottivat rautaa, mutta sen arvot pysyivät kuitenkin keskiarvon rajoissa ja lähtevän veden raudan pidättyminen oli 64 %.

Puohtiinsuon pintavalutuskenttä oli käytössä toista vuotta ja kentän koko oli valuma-alueeseen nähden oikean mittainen. Pintavalutuskentällä oli tyyppillistä suokasvillisuutta ja mäntyjä ja vesi jakaantui tasaisesti kentälle. Puohtiinsuolla satoi huomattavasti enemmän kuin muilla tutkimuskohteilla ja kesäkuun sateet aiheuttivat kentälle ylivalumatilanteita reunaosiaan ja vesien epätasaisen jakaantumisen pintavalutuskentälle. Sateet eivät kuitenkaan aiheuttaneet kuormitustehon laskua, vaan kesäkuun kiintoaineen pidättyminen oli 75 % ja koko tutkimusjakson keskiarvo oli 78 %. Humuspitoisuus lisääntyi sateiden vaikutuksesta kentällä ja kenttä pidätti hyvin humusta. Fosforia pidättyi 26 % ja typpeä 12 %, mikä johtui siitä, että kentän kasvillisuus pidätti ravinteita. Rautaa pidättyi 64 %.

Veden pH-arvot olivat Tuohtaansuon tutkimuskohteella normaalit. Rauansuon maaperäalueella lähtevän vedet pH-arvot olivat 3,0–4,4, mikä johtuu matalista, loppuvista kentistä ja ojasyvyydestä. Puohtiinsuon lähtevien valumavesien pH vaihteli 4,5–5,3 välillä.

Pintavalutuskentät toimivat reduktioarvoiltaan melko hyvin, ja suuri vaikutus kenttien puhdistustehoon on kentän oikealla mitoituksella. Pintavalutuskentät pidättävät hyvin kiintoainetta, ja on tärkeää, että kentällä on eloperäistä kasvillisuutta sitomassa ravinteita ja humusta. Jatkokehittelyssä onkin kiinnitettävä huomiota oikeanlaisen pintavalutuskentän paikan valintaan ja korkeus- ja mitoitusuhteisiin maan muodon mukaan, että kentälle on hyvä pumpata vettä ja että vedet jakaantuvat rakoputkien avulla tasaisesti. Pintavalutuskentän reunojen korottaminen estäisi oikovirtauksia tulva-aikaan ja rankkasateiden aikana. Reunojen hyvä tiivistäminen olisi tehtävä kaivinkoneella, ettei valumia pääse reunojen lävitse. Pintavalutuskentät toimivat veden eri pitoisuuksien tasaajina, mikä tässä tutkimuksessa tuli hyvin esille.

Jatkokehittelyissä huomiota pitää suunnata myös veden viipymään ojissa ja laskeutusaltaissa, jolloin kiintoainetta ehtii laskeutua altaan pohjalle ja kentälle menee vähemmän kiintoainetta. Tulvatilanteita ei päässyt syntymään.

Humusaineet ovat vaikeita puhdistettavia, ja niiden puhdistustekniikoihin tulisi jatkossa kiinnittää huomiota mm. kemiallisella menettelyllä, joka tosin on kallista eikä välttämättä sovellu kaikkialle. Veden happamuuden vähentäminen esim. kalkitseamalla pintavalutuskenttää tai maaperäimeytysaluetta voisi nostaa lähtevän veden pH-arvoa, jolloin alapuolisiin vesiin ei pääsisi liian hapanta vettä.

Mataloituvien kenttien ojittaminen ja yleensä ojamaiden kaivaminen on tehtävä huolellisesti, ettei happamia sulfaattimaita pääse virtaaviin vesiin. Sulfidialueiden ojien veden pinnan korkeuteen on kiinnitettävä huomiota, ettei ojamaiden mineraalimaa altistu hapen vaikutukselle. Veden neutraloiminen ja siihen tarkoitetut jatkuvatoimiset mittarit estävät liian veden happamoitumisen.

8 Pohdinta

Turve on kotimainen energian lähde ja turvetta käytetään monipuolisesti myös esim. maataloudessa kuivikkeena, vaateteollisuudessa, kosmetiikka- ja luonnontuotealalla sekä erilaisissa kasvualustoissa. Turvetuotantoon soveltuvaa suoalaa on Suomessa yli 620 000 ha, mutta käytössä on vain n. 70 000 ha. Suurin osa soistamme on luonnonvaraisia ja suojelussa.

Turvetuotannon lisääntyminen 1980-luvulla toi esille erilaiset ympäristöongelmat ja vaikutukset vesistöihin. Turvetuotanto on muuttanut valumavesien määrää ja laatua sekä lisännyt kiintoaine, humus- ja ravinnekuormitusta vesistöissä. Vesistön haitat ovat näkyneet ranta-asukkaille ja vesistöissä liikkujille lähinnä kiintoaineen huuhtoutumisena valumavesiin ja suoveden aiheuttaman ruskean sävyn värisenä. Suovedet ovat yleensäkin väriltään ruskeahkoa ja hapahkoa.

Turvetuotantoalueilla on ollut käytössä aina perusvesiensuojelurakenteet eli laskeutusaltaat ja sarkaoja- ja päistepidättimet sekä virtaamansäädöt. Turvetuotantoalueiden vesistöongelmiin on alettu kiinnittää huomiota 1990-luvulla ja käytäntöön on otettu BAT tekniikat, joilla tehostetaan vesiensuojelua kiintoaineen ja humuksen pääsyn rajoittamisella alapuolisiin vesistöihin. Käytössä olevat tekniikat ovat osoittautuneet hyviksi ja niiden käyttöä tehostetaan edelleen siten, että vuoteen 2014 mennessä mm. kaikki Vapo Oy:n turvetuotantoalueet ovat varustettuina BAT tekniikan mukaisilla vesiensuojelurakenteilla.

Viranomais määräykset ovat tehostuneet ja turvetuotantoalueiden ympäristöluvissa on tarkat ohjeistukset, kuinka tuotantoalue tulee hoitaa ja vesiensuojelu järjestää, ettei siitä aiheudu luonnolle ja ympäristölle ongelmia. Nykyihminen arvostaa luontoa ja ympäristöä ja niihin on alettu kiinnittää enemmän huomiota luontoarvojen säilymisen puolesta, jolloin turvetuotannon vastustus on noussut esille ja lupaprosessien läpimeneminen on vaikeaa valitusten takia.

Turvetuotannon vesienkäsittely ja sen tehostamisen eteen tekevät työtä monet tutkimuslaitokset ja yliopistot. Suomen ympäristökeskus on mukana eri hankkeissa ja projekteissa eri yhteistyötahojen kanssa, samoin kuin Vapo Oy ja muut turvetuottajajärjestöt sekä Turveteollisuusliitto ry.

Pohjois-Karjalan keskiarvo kiintoaineen kuormituksessa v. 2011 oli 54,52 kg/ha, kun taas maatalouden kiintoaineen kuormituksen keskiarvo oli 610–3300 kg/ha. Fosforin keskimääräinen kuormitus Pohjois-Karjalassa oli 0,35 kg/ha ja maatalouden keskiarvo n. 0,80–1,9 kg/ha. Typen vastaavat arvot Pohjois-Karjalassa v. 2011 olivat 8,3 kg/ha ja maatalouden vastaava keskiarvo 7,6–20 kg/ha. (Vahti 2010.)

Yllämainittuihin vertailuarvoihin viitaten, voidaan sanoa, että turvetuotannon haittavaikutukset vesistöihin ovat pienet verrattuna maatalouden ja metsätalouden aiheuttamiin kuormituksiin. Kaikista soista turvetuotannossa on vain n. 0,6 % eli n. 70 000 ha, jolloin luonnonsuojeluun ja virkistyskäyttöön jää huomattava määrä luonnon soita.

Soveltuvia vesienkäsittelyn puhdistusmenetelmiä ovat myös kosteikot, joista mm. ruokohelpikosteikot ovat hyviä, koska ne sitovat paljon ravinteita ja pidättävät kiintoainetta. Uudet vesienkäsittelytekniikat, kasvillisuuskosteikot, pintavalutuskentät laskeutusaltainen ja virtaamansäädöt mahdollistavat vesiensuojelun tason pysyvän korkealaatuisena ja kunnioittavan luontoa ja vesistöä. Paikallisia haittavaikutuksia voi näkyä mm. tulva- ja rankkasadeaikana, mutta kokonaisuuteen niillä ei ole suurta merkitystä.

Tämä tutkimus tehtiin Vapo Oy:n toimeksiannosta ja se on osa Vapon vesienkäsittelymenetelmien kehitystä. Työn ohjaajana toimi tutkija, FM Anneli Wichmann. PKAMK:n puolelta työn ohjaajana toimi limnologi Tarmo Tossavainen. Kiitän heitä annetuista neuvoista ja ohjeista.

Lähteet

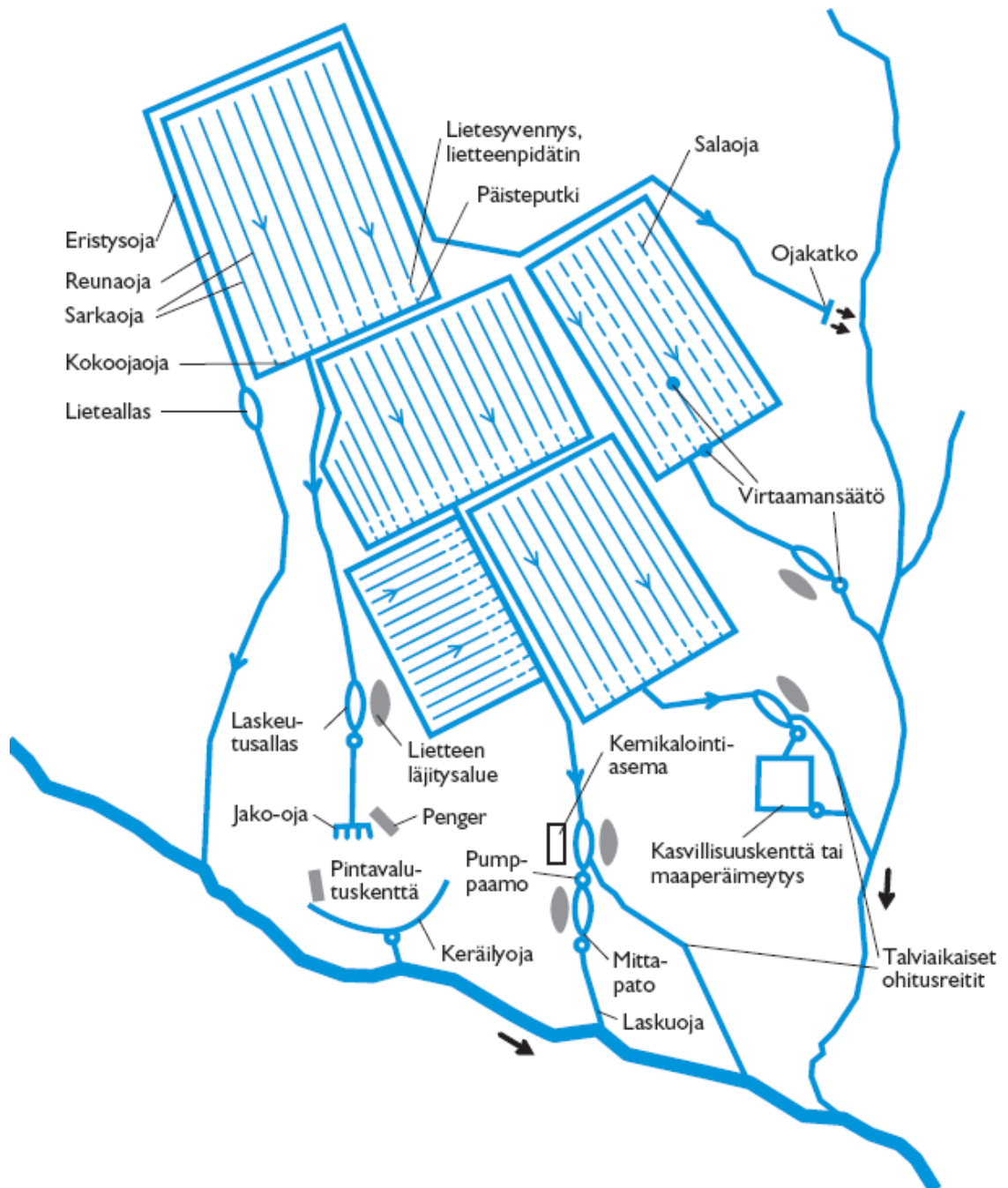
- Eerola, M. 2011. Vesienhoidon asettamat tavoitteet turvetuotannon vesiensuojelulle. Oulu. Pohjois-Pohjanmaan ELY. TUKOS – hankkeen loppuraportti 1.9.2011.
- EHP-Tekniikka Ltd. 2011. Sääasema EHP-SA6 tekniset tiedot. Oulu. <http://www.ehp-tekniikka.fi/images/stories/PDF/ehp-sa6%20fin%209.05.2011.pdf>. 20.3.2012.
- Finer, L. 2008. Pitkjänteistä työtä metsätalouden vesiensuojelun hyväksi. *Vesitalous* 6/2008: 4.
- Geologian tutkimuskeskus. 2011a. Happamat sulfaattimaat - riskit ja kartoitus. http://www.gtk.fi/export/sites/fi/tutkimus/tutkimusohjelmat/merigeologia/tunnistus_2011.pdf. 24.2.2012.
- Geologian tutkimuskeskus. 2010b. Turve raaka-aineena. <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/turve/index.html>. 5.2.2012.
- Geologian tutkimuskeskus. 2010c. Turvemaiden käyttö Suomessa. <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/turve/turvemaat.html>. 29.1.2012.
- Heikkinen, K. 2011. Keskeisiä näkökohtia turvetuotantoalueelle soveltuvan vesiensuojelumenetelmän valinnassa. Seminaariesitelmä 1.9.2011. TuKos –hankkeen loppuseminaari.
- Heikkinen, K., Karjalainen, S. & Ihme, R. 2009. Turvetuotannon vesistövaikutukset ja vesiensuojelu. *Vesitalous* 1/2009: 6–8.
- Herranen, T. 2010. Turpeen rikkipitoisuus Suomen soissa — tuloksia laajasta turveinventoinnista. Helsinki. http://www.suoseura.fi/suo/pdf/Suo61_Herranen.pdf. 10.3.2012.
- Hynninen, A., Saari, P., Nieminen, M. & Alm, J. 2010. Pintavalutus metsätaloustoimien valumavesien puhdistamisessa. *Suo-lehti* 3–4/2010: 77–85.
- Hämeen ELY. 2011. Alkaliniteetti vedenlaatua kuvaavana muuttujana. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17453&lan=fi>. 5.2.2012.
- Ihme, R. 1994. Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Espoo. Väitöskirja. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. VTT julkaisu 798. 140 s.
- Ihme, R., Heikkinen, K. & Lakso, E. 1991a. Laskeutusaltaiden toimivuuden parantaminen turvetuotantoalueiden valumavesien käsittelyssä. Julkaisu 77. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallitus.
- Ihme, R., Heikkinen, K. & Lakso, E. 1991b. Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallitus. Julkaisu 75.
- Ilmatieteen laitos. 2011. Suomen ilmastoa kuvaavat vertailukauden 1981–2010 keskiarvot. <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastollinen-vertailukausi>. 10.2.2012.
- Joensuu, S., Makkonen, T., Vuollekoski, M., Nieminen, M., Leinonen, A. & Sarkkola, S. 2008. Metsätalouden vesiensuojelu. *Vesitalous* 6/2008: 19–24.
- Kallio, E. & Erkkilä, A. 2007. Turvetuotantoalueen kuivatusvesien pumppaus. Pk-yrittäjien turvetuotannon kehittäminen. Jyväskylä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimusraportti Nro VTT-R-10670-07. 5.12.2007.

- Kallio, E., Lindh, T., Käyhkö, V., Marja-aho, J. & Selin, P. 2001. Kasvuston käyttö ylivuotokentillä turvetuotannon vesien puhdistuksessa. Jyväskylä. VTT Energian raportti 5/2001. 37 s.
- Kantonen, S. 2011. Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely pintavalutuskentillä ja kosteikoilla. Diplomityö. Oulun yliopisto, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio. 116 s.
- Koponen, M. 2011. Valokuvat kuvattu eri Vapo Oy:n tuotantosoilta. Kuvattu 2011.
- Klöve, B. 1997. Environmental impact of peat mining; development on storm water treatment methods. Department on Water Resources Engineering, Lund Institute of Technology. Lund University. Report No. 1020, 159 s.
- Klöve, B. 2000. Turvetuotantoalueen vesistökuormituksen synty. Virtaaman säädön käyttö ja soveltaminen vesiensuojeluun. Jyväskylä. Vapo Oy. 30 s.
- Lehtinen, H & Sorvali, J. 2006. Arseenista aiheutuvien riskien hallinta Pirkanmaalla. Espoo. Suomen ympäristökeskus <http://projects.gtk.fi/export/sites/projects/ramas/reports/Task4web.pdf>. 22.1.2012.
- Leinonen, A. (toim.) 2010. Turpeen tuotanto ja käyttö. Yhteenveto selvityksistä. Helsinki. Edita Prima Oy. VTT tiedotteita 2550. 104s.
- Marja-aho, J & Koskinen, K. 1989. Turvetuotannon vesistövaikutukset. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallitus. Julkaisu 36. 278 s.
- Marttila, H. 2005. Virtaaman säätö ja kiintoaineen kulkeutuminen turvetuotantoalueen uomissa. Diplomityö. Oulun yliopisto. Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. 115 s.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2012. Metsän- ja luonnonhoito. Talousmetsien metsänhoito. Vesiensuojelumenetelmät. http://www.metsavastaa.net/vesiensuojelumenetelmat?cm_print_version=1. 13.1.2012.
- MMM. 2011. Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävän ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. Helsinki. Työryhmämuistio. http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmuistiot/newfolder_25/5wXEXk8I7/Suostrategia_nettiin.pdf. 25.1.2012.
- Määttä, J. 2009. Turvetuotannon kuivatusvesien ympärivuotinen pumppaus pintavalutuskentälle. Opinnäyte, rakentamistekniikan koulutusohjelma, ylempi AMK. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. 80 s.
- Natura 2000 -verkosto. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=378623&lan=FI>. 31.1.2012.
- Paatsola, O. 2010. Kaivosteollisuus tänään ja näkymät Suomessa. Vesitalous 2/2010: 5–8.
- Paavilainen, E. & Päivänen, J. 1995. Peatland forestry. Ecology and Principles. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 241 s.
- Palosaari, M. 2003. Massa- ja paperiteollisuuden haasteena vesien rehevöitymisen vähentäminen. Vesitalous 5/2003: 7–9.
- Patrikainen, M., Leikas, T. & Juntunen, M. 2008a. Tuohtaansuon turvetuotantoalueen ympäristölupahakemus. Vapo Oy.

- Patrikainen, M. Korhonen, K. & Juntunen, M. 2008b. Pärnänsuon turvetuotantoalueen ympäristölupahakemus. Vapo Oy.
- Patrikainen, M. Korhonen, K. & Juntunen, M. 2008c. Puohtiinsuon turvetuotantoalueen ympäristölupahakemus. Vapo Oy.
- Pekkala, M. 2009. Turvetuotantoalueiden vesistökuormituksen arviointi YVA-hankkeissa ja ympäristölupahakemuksissa. Yhteenvedo tutkimusten ja kuormitustarkkailujen tuloksista. Pöyry Environment Oy. Oulu. Yhteenvetoraportti 6.11.2009.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011a. RiverLife. Laskeutusaltat. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=13253&lan=fi>. 19.1.2012.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011b. Luonnonhuuhtouma. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=387505&lan=FI>. 2.2.2012.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011c. Kiintoaine. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=387201&lan=FI>. 5.2.2012.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011d. Kaaviokuva kemiallisesta veden puhdistuksesta. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=13363&lan=fi>. 25.2.2012.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011e. Ylivuotokenttä. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=389757&lan=en&clan=fi>. 28.2.2012.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 2006. Turvetuotannon tarkkailuopas. turvetuotannon tarkkailutyöryhmä 18.5.2006. Oulu. 53 s.
- Päkkilä, J. 2008. Pintavalutus arseenin ja typen poistossa Suurikuusikon kultakaivoksen valumavesistä. Diplomityö. Oulun yliopisto. Oulu. 129 s.
- Pärnänen, S. 2009. Turvetuotannon vesiensuojelu - lainsäädäntö ja oikeuskäytäntö. *Vesitalous* 1/2009: 22–23.
- Pöyry. 2010. Eri maankäyttömuotojen huuhtoumat. 16.3.2010 kalvosarja. http://www.vapo.fi/filebank/5038-kalvosarja_maankayton_huuhtoumista_16.pdf. 12.1.2012.
- Rosendahl, R. & Wikman, U. 2009. Happamat sulfaattimaat. Maaseutuverkoston julkaisu. 12 s. http://www.maaseutu.fi/attachments/verkkostoyksikko/5HZoFCNKU/happamat_sulfaattimaat_B5_LOW.PDF. 24.2.2012.
- Sallantaus, T. 1983. Turvetuotannon vesistökuormitus. Helsinki. Kauppa- ja teollisuusministeriö, Energiaosasto D:29. 122 s.
- Salo, H. 2009. Turve osana energiahuoltoa. *Vesitalous* 1/2009: 19–20.
- Savolainen, V. 2008. Ympäristöasiat ohjaavat nykyaikaista turvetuotantoa. *Jenergia - Jyväskylän energia -yhtiöiden verkkoasiakaslehti* 2/2008. Julkaistu 29.5.2008. <http://www.jenergialehti.fi/index2.php?id=18&articleId=408&type=4>. 10.2.2012.
- Selin, P. 1999. Turvevarojen teollinen käyttö ja suopohjien hyödyntäminen Suomessa. Jyväskylä. Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto. 239 s.
- Selin, P. & Koskinen, K. 1985. Laskeutusaltaiden vaikutus turvetuotantoalueiden vesistökuormitukseen. Helsinki. *Vesihallitus, tiedotus* 262. 112 s.

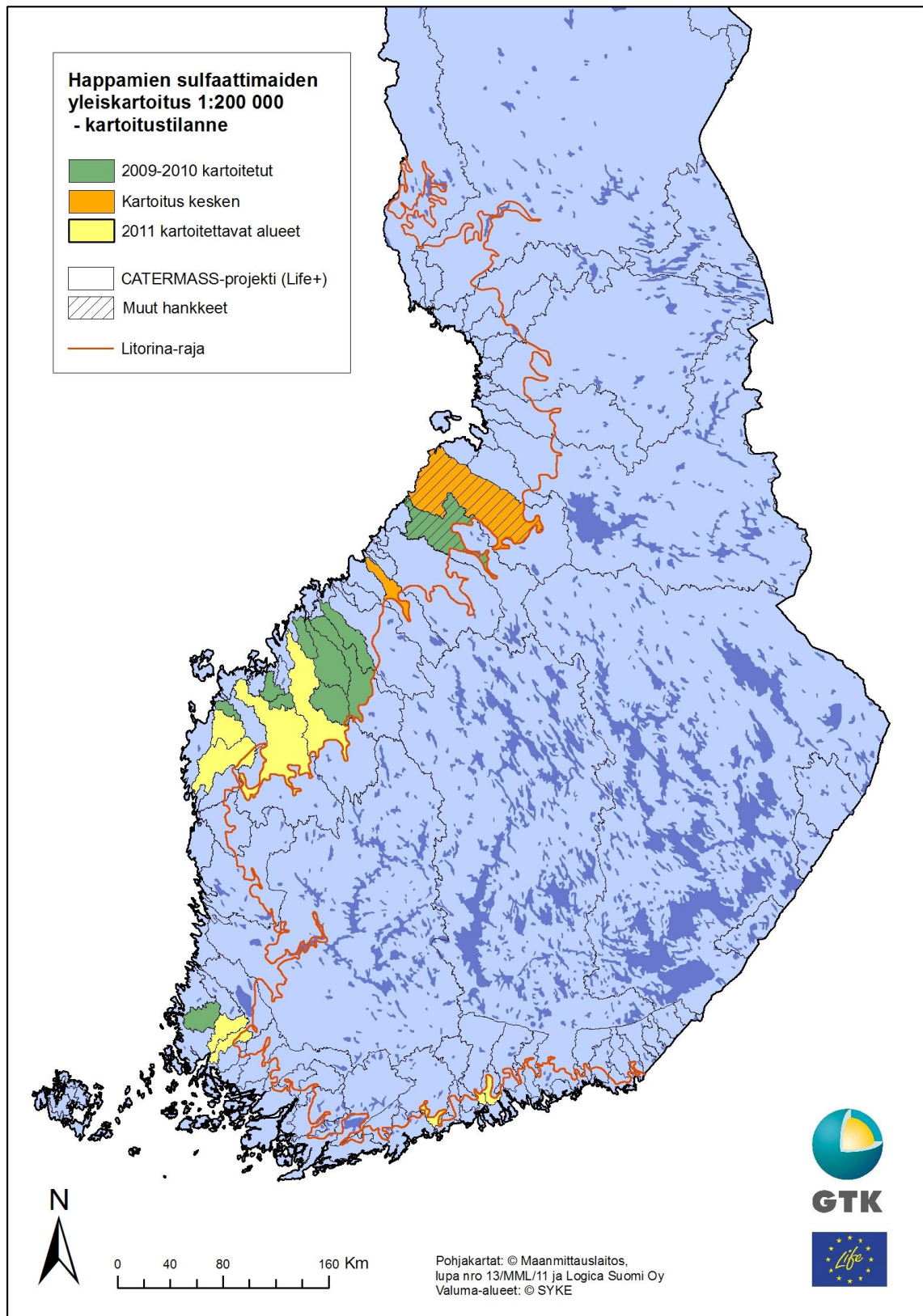
- Selin, P., Marja-aho, J. & Madekivi, O. 1994. Uusia menetelmiä turvetuotannon vesienkäsittelyyn. Aqua Peat 95. Helsinki. Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosasto. Katsauksia B:182.
- Suomen ympäristökeskus. 2006. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Taustaselvityksen lähtökohdat ja yhteenveto tuloksista. Vammala. Suomen ympäristö 55/2006. 68 s. (tekijät: Nyroos, H., Partanen-Hertell, M., Silvo, K. ja Kleemola, P. (toim.)
- Suomen ympäristökeskus. 2012. Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=393787&lan=FI>. 31.1.2012.
- Tattari, S., Finer, L., Mattsson, T. & Koskiaho, J. 2008. Metsätalouden alueellisen vesistökuormituksen suuruus ja sen laskenta. Vesitalous 6/2008: 5–7.
- Tilastokeskus. 2012. Ajankohtaista.
http://www.stat.fi/ajk/tiedotteet/v2007/tiedote_019_2007-07-05.html. 13.1.2012.
- Turveteollisuusliitto. 2011a. Kesän 2011 turvetuotanto.
<http://www.turveteollisuusliitto.fi/index.php?id=326>. 24.1.2012.
- Turveteollisuusliitto. 2011b. Turvetuotannon vesienpuhdistusmenetelmät.
http://www.turveteollisuusliitto.fi/user_files2/Ymparistojaos/Vesien_kasittelymenetelmät/Turvetuotannon_vesienpuhdistusmenetelm%C3%A4t_22%2012%202009.pdf. 10.2.2012.
- Turveteollisuusliitto. 2009c. Turvetuotantoalueiden vesienkäsittely–tuotekortit.
http://www.turveteollisuusliitto.fi/user_files2/files/veskastuotekorttien_kuvat.pdf. 20.2.2012.
- Uusi-Kämpä, J. 2004. Kotieläintalouden vesiensuojelu ja ympäristönhoito. Vesitalous 3/2004: 7–8.
- Vahti. 2010. Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä (ympäristönsuojelun tietojärjestelmä). Suomen ympäristöministeriö.
- Vapo Oy. 2010. LF Ympäristöohjelma 2010–2015. Päivitetty 1.7.2010. 14 s.
- Vikman, A., Saari, P. & Väänänen, R. 2009. Suometsätalouden pintavalutuskentät – liukoisten ravinteiden ja orgaanisen hiilen pidättäjiä vai päästöjen lisääjiä?. Metsätieteen aikakauskirja 4/2009: 389–392.
- Vesilaki 587/2011.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110587>. 29.1.2012.
- Väyrynen, T., Aaltonen, R., Haavikko, H., Juntunen, M., Kalliokoski, K., Niskala, A-L. & Tukiainen, O. 2008. Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Helsinki. Edita Prima Oy. 87 s.
- Wichmann, A. 2011. Happamien sulfaattimaiden huomioiminen turvetuotannossa. Jyväskylä. Turvepäivä 18.10.2011. Vapo Oy esitelmä.
- Ylitalo, A. 2007. Ympäristölupa - turvetuotannon rasite vai oikeutus toimintaan? Karstula. 13.3.2007. Itä-Suomen ympäristölupavirasto. Tiivistelmä.
- Ympäristöministeriö. 2011. Vesienhoidon toteutusohjelma 2010 - 2015. Valtioneuvoston periaatepäätös. Helsinki. Suomen ympäristö 8 | 2011.

Turvetuotantoalueen kuivatus- ja vesiensuojelujärjestelyjen kuvaus.

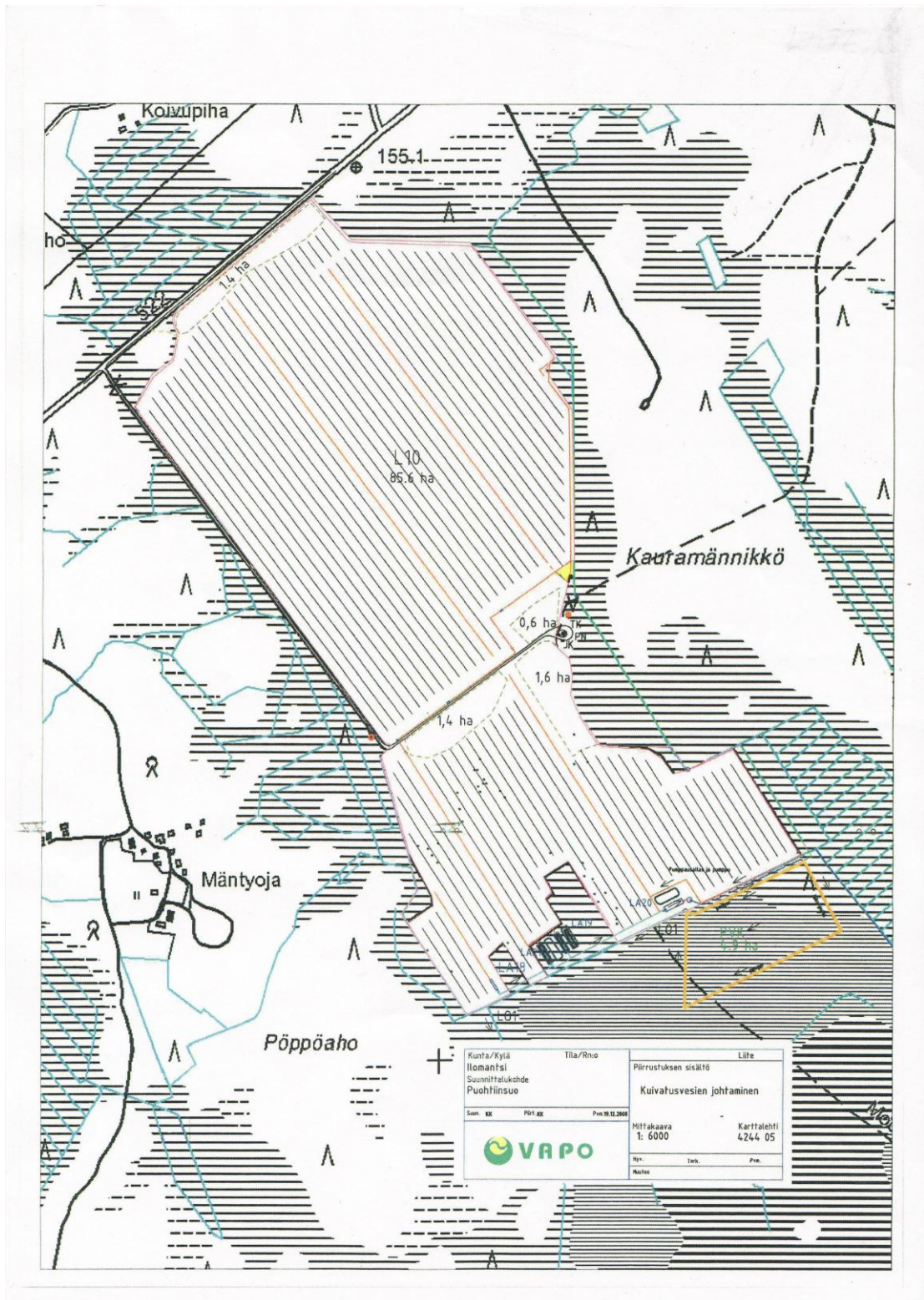


Kuva 2. Periaatekuva tuotantoalueen kuivatus- ja vesiensuojelujärjestelyistä.
 Kuva: Markku Päätaalo (Gasworks), ©Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus

Happamien sulfaattimaiden yleiskartoitus.



Puohtiinsuon kuivatusvesien johtaminen.



Tuotannaikainen tutkimuskohteen reduktio Tuoltaansuolla.

**Tuotannaikainen tutkimuskohteen reduktio
Tuoltaansuolla**

Pvm	Asema	Kiintoaine mg/l	CODMn mg/l O ₂	Kok.N µg/l	NO ₂₃ -N µg/l	NH ₄ -N µg/l	Kok.P µg/l	PO ₄ - P µg/l	Fe µg/l
3.5.2011	Tuleva	2	44	1300	18	610	67	29	1000
3.5.2011	Lähtevä	2	35	1100			58		
10.5.2011	Tuleva	2	38	1500			70		
10.5.2011	Lähtevä	0,5	41	960			62		
25.5.2011	Tuleva	8	56	2000	13	640	160	55	2400
25.5.2011	Lähtevä	5	56	1200	12	57	100	47	1200
15.6.2011	Tuleva	14	57	2200			220		
15.6.2011	Lähtevä	6	68	1600			180		
27.6.2011	Tuleva	11	63	2300	15	440	220	52	2400
27.6.2011	Lähtevä	2	82	1400	12	2,5	85	40	1800
18.7.2011	Tuleva	7	67	1600			200		
18.7.2011	Lähtevä	3	86	1500			110		
25.8.2011	Tuleva	8	78	2200	16	630	180	46	3500
25.8.2011	Lähtevä	2	79	1300	12	2,5	62	28	1400
6.9.2011	Tuleva	3	88	2600			98		
6.9.2011	Lähtevä	0,5	82	1200			42		
keskiarvo	Tuleva	7	61	1963	16	580	152	46	2325
keskiarvo	Lähtevä	3	66	1283	12	21	87	38	1467
mediaani	Tuleva	7,5	60	2100	15,5	620	170	49	2400
mediaani	Lähtevä	2	73,5	1250	12	2,5	73,5	40	1400
min	Tuleva	2	38	1300	13	440	67	29	1000
min	Lähtevä	0,5	35	960	12	2,5	42	28	1200
max	Tuleva	14	88	2600	18	640	220	55	3500
max	Lähtevä	6	86	1600	12	57	180	47	1800
Puhdistusteho (%)									
Tuoltaansuo PVK4									
		Kiintoaine	CODMn	Kok.N	NO₂₃-N	NH₄-N	Kok.P	PO₄- P	Fe
3.5.2011		0	20	15			13		
10.5.2011		75	-8	36			11		
25.5.2011		38	0	40	8	91	38	15	50
15.6.2011		57	-19	27			18		
27.6.2011		82	-30	39	20	99	61	23	25
18.7.2011		57	-28	6			45		
25.8.2011		75	-1	41	25	100	66	39	60
6.9.2011		83	7	54			57		

reduktiokeskiarvo 58 -7 32 18 97 39 26 45
keskipitoisuuksien reduktio 62 -8 35 23 96 42 16 37

Tuotannaikainen tutkimuskohteen reduktio Puohtiinsuolla.

**Tuotannaikainen tutkimuskohteen reduktio
Puohtiinsuolla**

Pvm	Asema	Kiintoaine mg/l	CODMn mg/l O2	Kok.N µg/l	NO23- N µg/l	NH4- N µg/l	Kok.P µg/l	PO4- P µg/l	Fe µg/l
2.5.2011	Tuleva	15	31	1700	460	490	36	2,5	1000
2.5.2011	Lähtevä	2	28	1000	410	77	12	2,5	350
9.5.2011	Tuleva	10	33	1300	91	420	35	5	1600
9.5.2011	Lähtevä	2	36	990	25	250	13	2,5	960
23.5.2011	Tuleva	14	29	1700	320	490	30	13	2800
23.5.2011	Lähtevä	1	43	950	6	110	13	6	720
14.6.2011	Tuleva	20	33	1300			42		
14.6.2011	Lähtevä	3	79	1500			23		
29.6.2011	Tuleva	8	60	2100	180	550	47	8	1400
29.6.2011	Lähtevä	2	56	1100	12	11	20	7	740
14.7.2011	Tuleva	12	35	1700			41		
14.7.2011	Lähtevä	5	89	2300			76		
25.7.2011	Tuleva	16	39	2000			45		
25.7.2011	Lähtevä	5	91	2200			46		
8.8.2011	Tuleva	14	30	1500			37		
8.8.2011	Lähtevä	7	84	1800			58		
22.8.2011	Tuleva	14	41	2300	110	1100	39	13	3700
22.8.2011	Lähtevä	1	42	930	8	78	15	7	740
5.9.2011	Tuleva	13	37	1800	82	810	34	12	4400
5.9.2011	Lähtevä	1	49	2000	8	140	15	8	1100
keskiarvo	Tuleva	14	37	1740	207	643	39	9	2483
keskiarvo	Lähtevä	3	60	1477	78	111	29	6	768
mediaani	Tuleva	14	34	1700	145	520	38	10	2200
mediaani	Lähtevä	2,5	49,5	1050	17,5	77,5	21,5	6,5	730
min	Tuleva	8	29	1300	82	420	30	2,5	1000
min	Lähtevä	1	28	930	6	11	12	2,5	350
max	Tuleva	20	60	2300	460	1100	47	13	4400
max	Lähtevä	7	91	2300	410	250	76	8	1100
Puhdistusteho (%)									
Puohtiinsuo PVK1									
		Kiintoaine	CODMn	Kok.N	NO23- N	NH4- N	Kok.P	PO4- P	Fe
2.5.2011		87	10	41	11	84	67	0	65
9.5.2011		80	-9	24	73	40	63	50	40
23.5.2011		93	-48	44	98	78	57	54	74
14.6.2011		85	-139	-15			45		
29.6.2011		75	7	48	93	98	57	13	47
14.7.2011		58	-154	-35			-85		
25.7.2011		69	-133	-10			-2		
8.8.2011		50	-180	-20			-57		
22.8.2011		93	-2	60	93	93	62	46	80
5.9.2011		92	-32	-11	90	83	56	33	75
reduktiokeskiarvo									
keskipitoisuuksien reduktio									
		78	-68	12	76	79	26	33	64
		69	-53	12	40	59	-5	-183	52

Sadanta ja lämpötilat tutkimuskohteilla 2011.

Sadanta ja lämpötilat tutkimuskohteilla 2011

Sadanta ja lämpötilat Rauansuolla tuotantoaikana 2011

kuukausi	sade, mm	keskiarvo °C	korkein lämpötila °C
toukokuu	46	9,3	19,5
kesäkuu	13,8	17,2	21,2
heinäkuu	19,4	20,5	32,3
elokuu	81,2	14,8	23,8
syyskuu	75,4	9,1	18,9

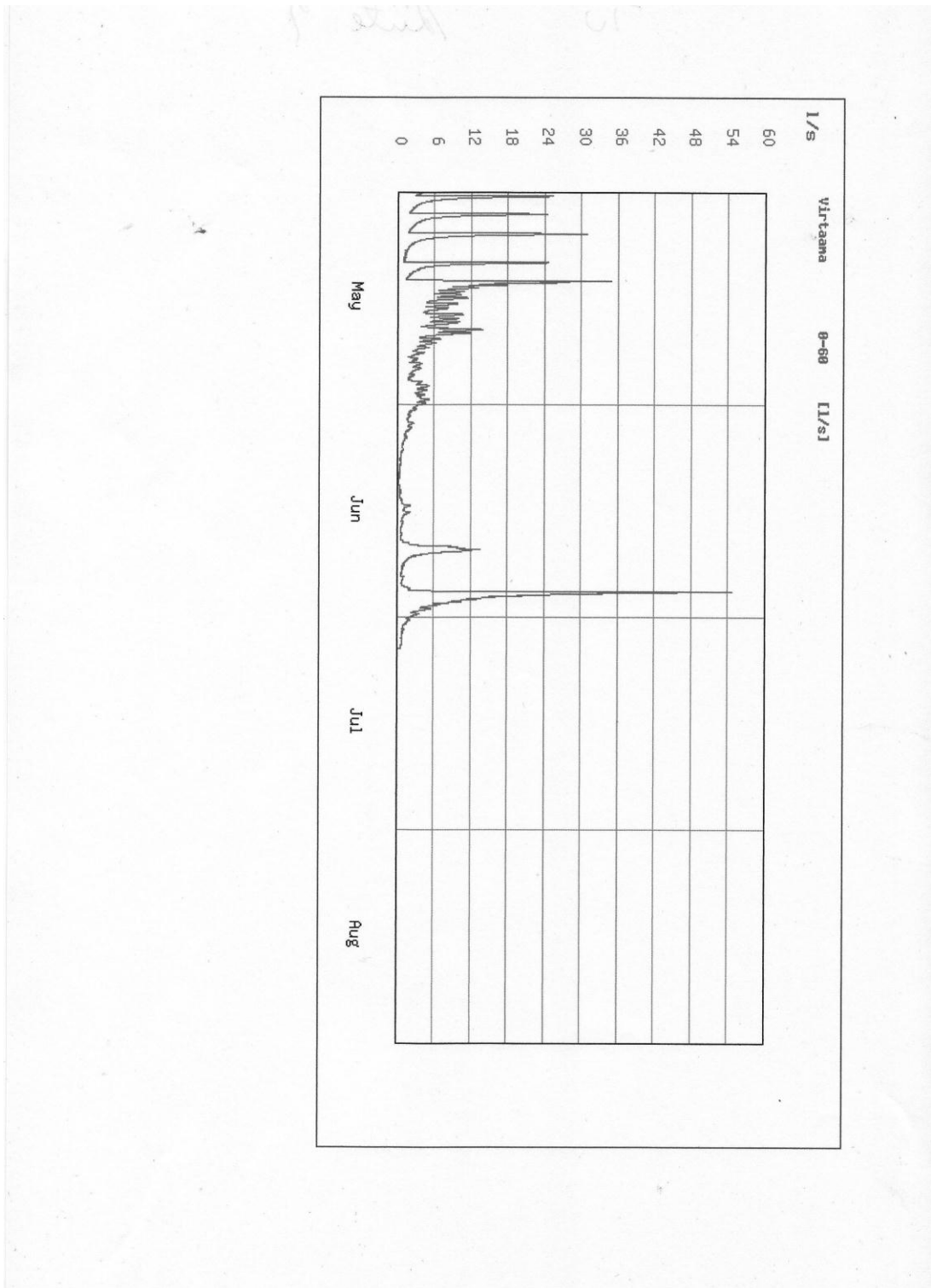
Sadanta ja lämpötilat Tuohansaamalla tuotantoaikana 2011

kuukausi	sade, mm	keskiarvo °C	korkein lämpötila °C
toukokuu	50,1	9,5	19
kesäkuu	0,4	20,1	26,3
heinäkuu	41,2	19,9	30,6
elokuu	38,4	14,9	24,7
syyskuu	102	12,2	18,6

Sadanta ja lämpötilat Puhtiinsuolla tuotantoaikana 2011

kuukausi	sade, mm	keskiarvo °C	korkein lämpötila °C
toukokuu	61	9,8	21,9
kesäkuu	96	15,5	30,8
heinäkuu	8,4	19,5	30,7
elokuu	94	14,4	24,7
syyskuu	89	10,1	16,7

Tuhtaansuon tuotantoaikaiset virtaamat 2011.



Puhtiinsuon tuotantoaikaiset virtaamat 2011.

