



# Turvetuotannon vesienpuhdistus- menetelmät



Vuonna 2002-2004 toteutettiin Turveteollisuusliitto ry:n, Vapo Oy:n ja Turveruukki Oy:n yhteistyönä projekti 'Turvetuotantoalueiden vesienkäsittelyyn kehitettyjen uusien menetelmien käyttöönoton edistäminen'. Keski-Suomen ympäristökeskus on rahoittanut projektia.

Projektin tavoitteena oli tehdä tunnetuksi turvetuotannon vesienkäsittelyyn kehitettyjä menetelmiä sekä tuottajille, suunnittelijoille että viranomaisille. Mukana on myös niitä menetelmiä, joiden käyttö on vähäistä tai jotka eivät vielä ole osoittautuneet käytäntöön soveltuviksi. Vesienkäsittelymenetelmät on esitetty tuotekorttimuodossa.



Lisätietoa turvetuotannosta:

[www.turveliitto.fi](http://www.turveliitto.fi)

[www.vapo.fi](http://www.vapo.fi)

[www.turveruukki.fi](http://www.turveruukki.fi)

## VESIENPUHDISTUSMENETELMÄT

Kasvillisuuskenttä .....	2
Kemiallinen puhdistus .....	4
Laskeutusallas .....	6
Maaperäimeytys .....	8
Massansiirtoallas .....	10
Pintavalutus .....	12
Päisteputket ja sarkaojapidättimet .....	14
Salaojitus .....	18

### Muita menetelmiä .....

Kehitysvaiheessa olevia, sekä tutkittuja, mutta käyttöön soveltumattomia menetelmiä

- lokeroallas
- haihdutusallas
- hiekkaturvesuodatin
- imeytyskenttä
- kalkitus
- kivivillalevy

### Taustatietoa .....

Taustatietoa turpeen tuotannosta ja käytöstä



# KASVILLISUUSKENTTÄ

(Luonnonkasvillisuutta tai esimerkiksi ruokohelpikasvustoa)

**Käyttötarkoitus:** Sulamisvesistä sekä kesän ja syksyn ajan sateista johtuvien ajoittaisten runsaiden vesimäärien loppupuhdistuskäsittely.

**Toiminta-aika:** Sulanmaan aikana, parhaimmillaan kasvukauden aikana.

**Toimintatapa:** Vedet puhdistuvat kasvillisuuden ja karikkeen lomassa virratessaan mekaanisesti ja biologisesti. Suotautumisessa kasvillisuus käyttää veden ravinteita kasvuunsa, lisäksi vesi puhdistuu mekaanisesti ja maaperän biologisten prosessien avulla. Suotautumisen vaikutus kokonaistulokseen on merkittävä.

**Puhdistusteho :** Keskimääräinen kuormitusreduktio Pelsonsuon koalueella:  
 Kiintoaine 72 - 84 %  
 Humus (COD<sub>Mn</sub>) 28 - 46 %  
 Kokonaisfosfori<sub>t</sub> 40 - 45 %,  
 Kokonaistyyppi 20 - 32 %, NH<sub>4</sub>-N 39 - 43 %, NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N 28 - 31 % ja PO<sub>4</sub>-P 42 - 46 %

**Kustannukset:** Perustaminen: noin 95 €/tuotantohehtaari, käyttökustannus: ei tietoa.  
 Mikäli kasvillisuuskenttää varten joudutaan perustamaan pumppaamo tai suorittamaan merkittäviä ojitusjärjestelyjä, kustannukset nousevat vastaavasti.

**Valmiusaste:** Tutkimuskäyttö Vaalassa Pelsonsuolla 1999 – 2001. Käyttöönottavissa.



## TOIMINNAN KUVAUS

Kasvillisuuskenttä on pengerryksin eristetty tasainen allasmainen alue, jossa kasvaa ajoittain veden alle joutumisen hyvin sietävää kasvillisuutta kuten ruokohelpeä (sekä pajua että sekakasvustoa on tutkittu). Pohjamaan hyvä vedenläpäisy parantaa kentän toimintaa. Vettä ohjataan kentälle esimerkiksi jakoputkien avulla. Tulovirtaamaa säädellään esimerkiksi ylivaluntakynnyksen tai jakokaivon avulla. Purkuoja sijoitetaan siten, että vesi virtaa kentällä mahdollisimman pitkän matkan. Kentällä tapahtuu pintavaluntaa sekä suotautumista.

**Pintavalunnan aikana** vedessä oleva kiintoaine ja sen mukana osa ravinteista laskeutuu altaan pohjaan. Kasvillisuuden ja kasvualustan pinnalla olevat levät ja muut mikro-organismit pidättävät vedestä epäorgaanisia ravinteita. Veden levitessä laajalle alalle vesi ja osa humuksesta hapettuu tehokkaasti. Auringon valo edesauttaa humuksen hajoamista.

**Suotautumisessa** maaperä sitoo mekaanisesti kiintoainesta, humusta, rautaa ja ravinteita. Samalla kasvien juuristo ottaa vettä sekä vedessä olevia epäorgaanisia ravinteita kasvuunsa. Maaperän hapellisessa pintakerroksessa mikrobit muuttavat ammoniumtyyppiä nitraattityypeksi (nitrifikaatio). Hapetomassa, veden kyllästämässä kerroksessa nitraatti hajoaa typpikaasuksi (denitrifikaatio) ja poistuu ilmakehään kun vesi myöhemmin valuu avo-ojaan.

## KASVILLISUUSKENTÄN PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Kasvillisuuskenttä perustetaan mahdollisimman hyvin vettä johtavan kivennäismaan päälle, esimerkiksi turvetuotannosta poistuneelle suopohjalle. Kentän korkeussuhteet mitataan, jotta voidaan suunnitella vesien johtaminen. Oikovirtausten estämiseksi kentän tulee olla mahdollisimman tasainen ja virtausta vastaan lievästi kalteva. Kivennäismaan päälle jätetään tai siihen tuodaan ohut kerros turvetta. Joissakin tilanteissa kasvillisuuskenttä ympäröidään tiiviistä maa-aineksista (esim. savi) rakennetuilla penkoilla. Joissakin tilanteissa kasvillisuuskenttää joudutaan lannoittamaan perustamisvaiheessa.

Suotautumisen edistämiseksi kentän pohjamaa voidaan salaojittaa.

Ruokohelpikenttä kylvetään ja muokataan kuten pelto. Kentälle voidaan johdattaa vettä noin vuoden kuluttua perustamisesta, kun kasvit ovat juurtuneet.

Kentän suositeltavat mitoitusarvot ovat:

- mitoitusvaluma 100 l/s/km<sup>2</sup> (virtaamansäädön yhteydessä)
- pintakuorma korkeintaan 0,01 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h
- virtausnopeus korkeintaan 0,3 cm/s
- viipymä 4 tuntia
- veden korkeus kentällä mitoitusvaluman aikaan korkeintaan 40 cm, josta noin 15 cm avovesivarastotilavuutta
- kentän ala vähintään 44 m<sup>2</sup>/tuotantohehtaari, jolloin sillä voidaan käsitellä roudanaikana myös lumen ja jään sulamisvedet, (vertaa Klöven ylivuotokenttä)

## ERITYISPIIRTEET

Ruokohelven korjuun vaikutuksista vedenpuhdistukseen ei ole toistaiseksi yksiselitteistä tulosta. Ravinteita sitonutta kasvillisuutta on ajoittain poistettava kentältä, kuitenkin kentälle syntyviä uria tai muita korjuujälkiä on vältettävä. Kiintoaineen aiheuttamasta kasvillisuuskentän tukkeutumisesta ja suotautumisen estymisestä ei ole toistaiseksi riittävästi tietoa. Ruokohelpikenttä toimii pajukenttää paremmin. Muiden kasvien suodatusominaisuuksista tarvitaan lisätietoa.

## LÄHTEITÄ

- Kallio, E., Lindh, T., Käyhkö, V., Marja-aho, J., Huovinen, J. & Selin, P., 2002. Kasvuston käyttö turvetuotannon vesien puhdistuksessa 2001, VTT Energian raportteja 25/2001, Jyväskylä.

# KEMIALLINEN PUHDISTUS

(Liuosmainen tai kiinteä kemikaali, vaativat erilaisen käsittelyrakenteen)

**Käyttötarkoitus:** Turvetuotannon kuivatusvesien puhdistus erityistapauksissa.

**Toiminta-aika:** Kesäkausi (touko-lokakuu). Kemikaalien viskositeetin muutoksista ja jääytymisestä johtuen menetelmää voidaan käyttää vain lämpötilan ollessa 0°C:n yläpuolella. Kemikaaliliuosta (rautasuolat) käytäviä asemia on jo käytössä, kiinteää kemikaalia (alumiinisuo-la) veden puhdistuksessa tutkitaan Vapo Oy:ssä.

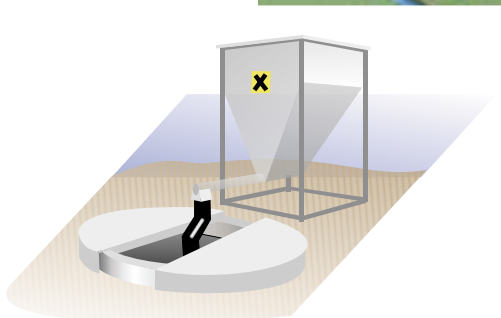
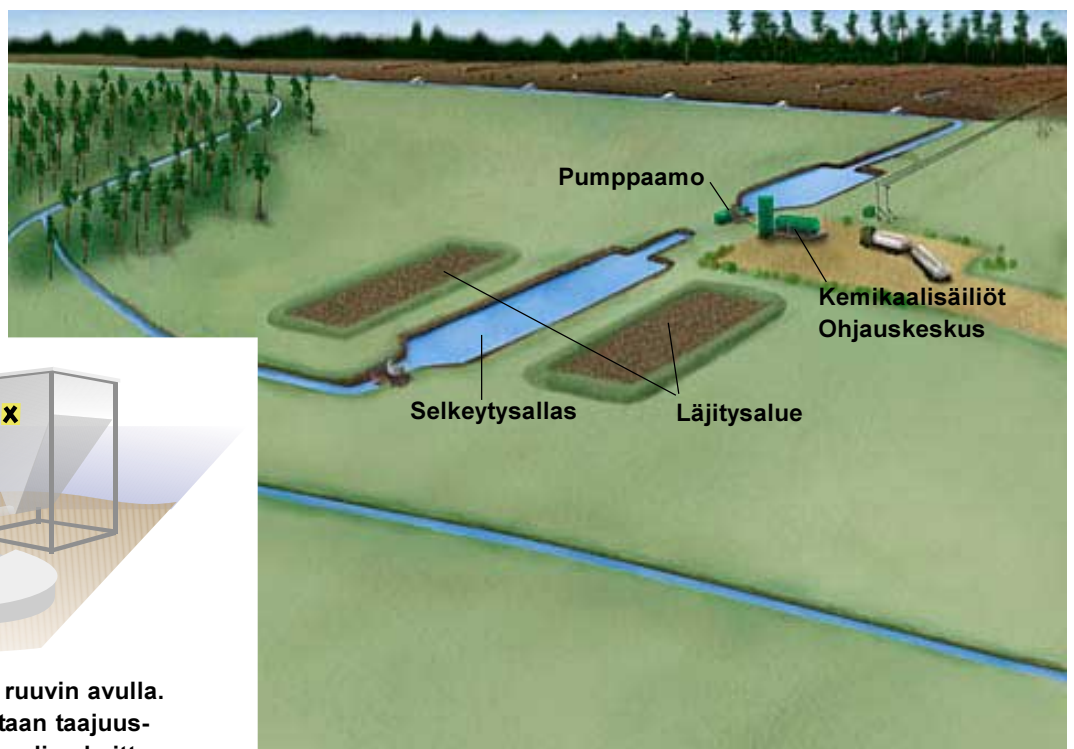
**Toimintatapa:** Kemiallisessa puhdistuksessa turvetuotantoalueen kuivatusvesiin lisätään juomaveden puhdistuksessa käytettäviä kemikaaleja, joiden vaikutuksesta kiintoaine ja liuenneet aineet saostuvat ja laskeutuvat selkeytsaltaan pohjaan.

**Puhdistusteho:** Keskimääräinen kuormitusreduktio kesäaikana:

kemiallinen hapenkulutus	70 - 90 %
kiintoaine	30 - 90 %
kokonaistyyppi	30 - 60 %
kokonaisfosfori	75 - 95 %

**Kustannukset:** Kemiallisen puhdistamon rakentamiskustannukset ovat keskimäärin 425 - 605 €/hehtaari (liuos) ja 390 €/hehtaari (kiinteä) Lisäksi huoltotie 18 000 - 40 000 €/km ja sähkölinja 20 000 - 30 000 €/km. Käyttökustannukset, mukaan lukien tarkkailu, ovat keskimäärin 92 €/hehtaari (liuos) ja 72€/hehtaari (kiinteä).

**Valmiusaste:** Menetelmä on kehitetty erityiskohteisiin kesäaikaiseen puhdistukseen. Teknisesti valmis menetelmä, käyttökokemuksia 1990-luvun alusta lähtien. Kemikaaliliuoksen annostelu vaatii ATK-ohjauksen, rekkakuljetusta kestävän tiestön ja sähköä. Kiinteä kemikaaliasema on kevyempirakenteinen ja liikuteltava, eikä tarvitse sähköä tai rekkakuljetusta kestävää tiestöä.



Kemikaali lisätään ruuvin avulla. Annostusta muutetaan taajuusmuuntajalla. Kemikaali sekoittuu kaivossa pumpattavaan veteen.

## TOIMINNAN KUVAUS

Kemiallisessa vedenpuhdistuksessa turvetuotantoalueelta tulevat valumavedet pumpataan purkuputkeen tai sekoitusjoaan, jossa veteen lisätään saostus- ja tarvittaessa neutralointikemikaalia. Saostusreaktion seurauksena kiintoaines sekä niukkaliukoiset yhdisteet saostuvat ja laskeutuvat saostusaltaan pohjalle. Samalla vesi kirkastuu. Liette tyhjennetään määrääjain altaan pohjalta. Puhdistunut vesi johdetaan padon yli vesistöön.

Pumppaamoja ja kemikaaliliuoksen syöttöä ohjataan tietokoneella.

## PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Yleensä asemalla tarvitaan kiinteä sähkölinja. Laskeutusaltat mitoitetaan ns. pintakuormateorian mukaan.

Kemiallisesti käsitelty vesi johdetaan selkeytysaltaaseen. Selkeytysaltan mitoitusohjeet ovat seuraavat (Kemikalointikäsikirja, Vapo Oy):

- mitoitusvaluma pumppaamon tuoton mukaan
- virtausnopeus 0,4 -1,0 cm/s
- viipymä mitoitusvaluman aikana vähintään 5-10 h
- pintakuorma enintään 0,2-0,4 m/h
- lietetilaa tarvitaan vähintään 4 m<sup>3</sup>/ha
- suurin sallittu pintaleveys määräytyy käytettävissä olevan puhdistuskaluston mukaan. Altaan pituus määräytyy pumppaamon tuoton ja pintakuorman perusteella.

Lietteen läjitysalue pengerretään. Läjitysaltan pinnalle erottuu kirkasta vettä. Sen poisjohtamista varten rakennetaan putkiyhteys pumppualtaaseen tai selkeytysaltan yläpäähän.

Kemikaalisäiliöiden ja sillojen mitoitus perustuu asemakohtaisesti arvioituun kemikaalikulutukseen. Kemikaalisäiliöt on sijoitettava betonialtaisiin, joiden tilavuus vastaa säiliöiden tilavuutta. Lainsäädäntö ohjeistaa vahvasti kemikaalien käyttöä ja varastointia.

Kemikaalikuljetukset vaativat säiliöautot kantavan tiestön.

## ERITYISPIIRTEET

Menetelmää on käytetty suurimmilla tuotantoalueilla ja joissakin tapauksissa erityissuojeltujen vesistöjen yläpuolisilla alueilla. Menetelmä soveltuu pumpukuivatuksen yhteyteen.

Menetelmän käyttöä rajoittaa kuivatusvesien johtaminen yhteen laskuojaan sekä korkeat perustamis- ja käyttökustannukset.

Menetelmä vaatii erityisosaamista.

## LÄHTEITÄ

- Selin, P, Marja-aho, J. & Madeki-vi, O. 1994. Aqua Peat 95. Uusia menetelmiä turvetuotannon vesienkäsittelyyn.- Kauppa- ja teollisuusministeriö, Energiaosasto, katsauksia B 182:1-195.
- Selin, P., Hiljanen, R. & Marja-aho, J. 1998. Aqua Peat III. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamien turvetuotannon vaikutusten hallintaan. Sihti 2. Energia- ja ympäristöteknologia. Tutkimusohjelman vuosikirja 1998. VTT symposium 191. Projektiesittelyt: 435-448.
- Kemikalointikäsikirja, Vapo Oy.
- Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje 19.09.2003. Ympäristöministeriön moniste 117. Ympäristöministeriö.

# LASKEUTUSALLAS

**Käyttötarkoitus:** Turvetuotannon kuivatusvesien puhdistus.

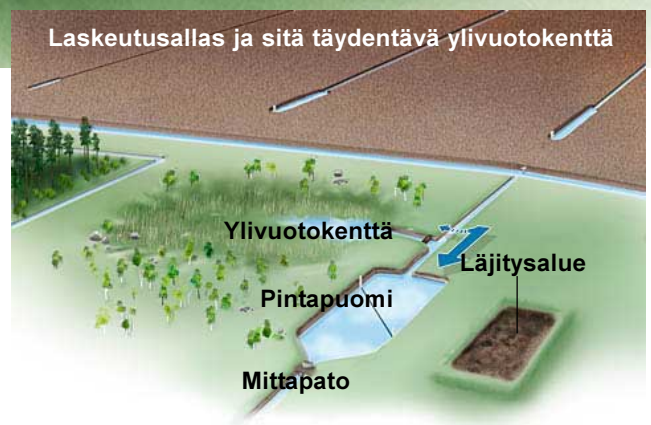
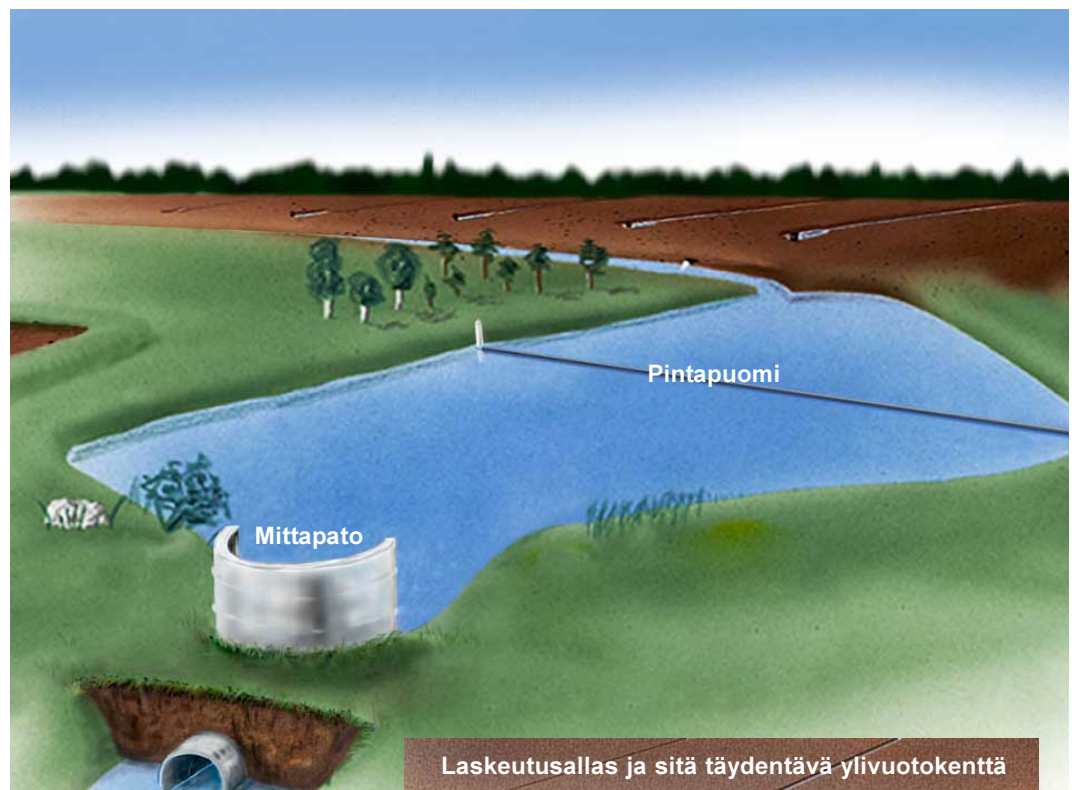
**Toiminta-aika:** Ympäri vuotinen.

**Toimintatapa:** Laskeutusallas on turvetuotantoalueen läheisyyteen kaivettu allas, johon tuotantoalueen valumavedet johdetaan. Allas mitoitetaan siten, että kiintoainetta poistuu vedestä mahdollisimman tehokkaasti. Laskeutusaltailla poistetaan kuivatusvesistä kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Ylivalumatilanteiden hallintaa voidaan joissakin tilanteissa tehostaa ylivuotokentän avulla.

**Puhdistusteho:** Keskimääräinen kuormitusreduktio: Kiintoaine 30 - 40 % roudattomana kautena. Veteen liuenneita ravinteita ei tällä menetelmällä voida poistaa.

**Kustannukset:** Rakentamiskustannukset ovat keskimäärin 100-130 €/tuotantohehtaari. Käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat keskimäärin 6-8 €/tuotantohehtaari vuodessa.

**Valmiusaste:** Yleisesti käytössä, vakiintunut menetelmä, käyttökokemuksia 1980-luvun alkupuolelta lähtien.



## TOIMINNAN KUVAUS

Laskeutusallas on tavallisin menetelmä kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden ravinteiden erottamiseksi turvetuotannon kuivatusvedestä. Virtaaman hidastuessa vettä painavimmat partikkelit laskeutuvat altaan pohjalle varattuun lietetilään. Altaaseen kertynyt liete poistetaan vähintään kerran vuodessa altaan viereen rakennetulle lietteenlajitysalueelle kaivinkoneella tai laskeutusaltaiden puhdistamiseen kehitetyllä imukauharuoppaajalla.

Ylivuotokentälle ohjautuu pohjapadon ylitse virtaava vesimäärä, joka suotautuu maaperään ja sitoutuu kasvillisuuteen.

## PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Laskeutusallas rakennetaan yleensä tuotantoalueen reunaan ja laskuojan yhteyteen, eikä se saa sijaita tulva-alueella. Laskeutusaltat on suunniteltava ja rakennettava siten, että niitä pystytään myöhemmin syventämään. Altaita syvennettäessä joudutaan myös altaiden leveyttä kasvattamaan, jottei luiskista tulisi liian jyrkkiä. Altaan ja läjitysalueen väliin tulee jättää puhdistuskoneelle liikkumatila.

Laskeutusaltaiden mitoitusperusteet ovat seuraavat:

- mitoitusvaluma  $300 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$
- virtausnopeus enintään  $1 \text{ cm/s}$
- viipymä mitoitusvaluman aikana vähintään  $1 \text{ h}$
- pintakuorma enintään  $1,0 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$
- lietetilan on oltava vähintään  $4 \text{ m}^3/\text{ha}$
- altaan pituus määräytyy mitoitusvaluman ja pintakuorman perusteella
- valuma-alue enintään  $30 - 50 \text{ ha}$
- tuotantokentän ulkopuoliset vedet johdetaan eristysojilla laskeutusaltaan ohi

Altaan maksimileveys määräytyy puhdistuskaluston ulottuvuuden perusteella. Tarvittaessa liete on läjitettävä altaan molemmille puolelle. Lietteenlajitysalue pengerretään, ettei poistettu liete pääse takaisin ojaan.

## ERITYISPIIRTEET

Soveltuu kaikille turvetuotantoalueille. Pohjamaalaji on syytä tutkia etukäteen eroosioriskin eliminoimiseksi.

## LÄHTEITÄ

- Ihme, R., Heikkinen, K. ja Lakso, E. 1991. Laskeutusaltaidentoinnituksen parantaminen turvetuotantoalueiden valumavesien käsittelyssä. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A 77 s. 115 - 210. Vesi- ja ympäristöhallitus.
- Lakso, E. 1995. Käytännön ratkaisuja turvetuotannon vesistökuormituksen alentamiseksi.
- Klöve, B. 1994. Turvetuotantoalueen kiintoainekuormituksen vähentäminen. Lisensiaattityö.
- Klöve, B. 1997. Environmental impact of peat mining. Development of storm water treatment methods. Väitöskirja.
- Selin, P., Unkuri, J., Lehtovaara, J. & Nyrönen, T. 1984. Plans to reduce the effects of the peat excavation on water quality. - Proc. 7<sup>th</sup> Int. Peat. Congr. Dublin June 1984 (3):38-50.
- Selin, P. & Koskinen, K. 1985. Laskeutusaltaiden vaikutus turvetuotantoalueiden vesistökuormitukseen. Vesihallitus, tiedotus 262. Helsinki.
- Selin, P., Marja-aho, J. & Madeki, O. 1994. Aqua Peat 95. Uusia menetelmiä turvetuotannon vesienkäsittelyyn.- Kauppa- ja teollisuusministeriö, Energiaosasto, katsauksia B 182:1-195.
- Selin, P. & Koskinen, K. 1988. The sedimentation ponds as the water treatment systems in the peat production areas and their effect on the water quality and plankton communities. Verh. Internat. Verein. Limnol. 23:1564-1571.
- Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje 19.09.2003. Ympäristöministeriön moniste 117. Ympäristöministeriö.

# MAAPERÄIMEYTYYS

**Käyttötarkoitus:** Turvetuotannon kuivatusvesien puhdistus.

**Toiminta-aika:** Sulan maan aika.

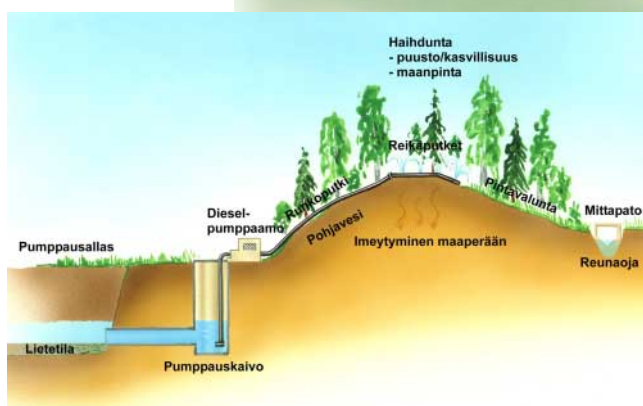
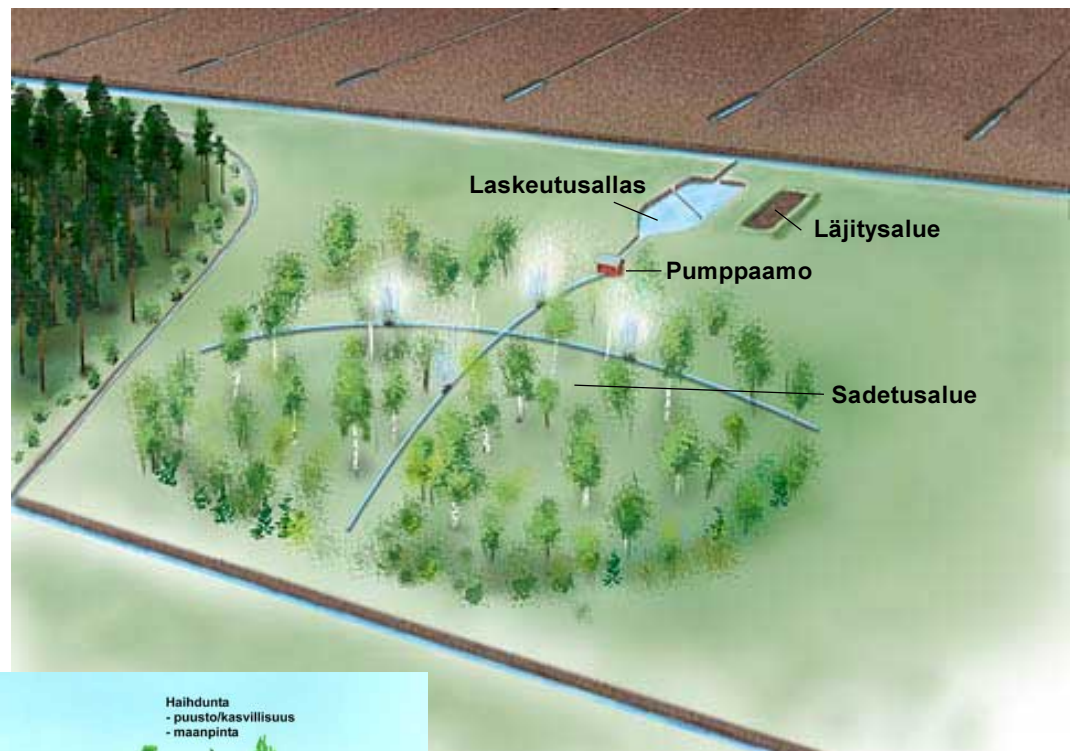
**Toimintatapa:** Maaperäimeytyksessä turvetuotantoalueen valumavesi sadetetaan tai levitetään reikäputkella kangasmaalle, jossa vesi imeytyy maaperään, haihtuu tai valuu pintavaluntana imeytysalueen ojastoon. Kiintoainetta ja ravinteita sitoutuu maaperään ja kasvillisuuteen

**Puhdistusteho:** Keskimääräinen kuormituksen väheneminen:

Kiintoaine	87 %
Kokonaisfosfori	73 %
Kokonaistyyppi	76 %
Ammoniumtyppi	94 %
Nitraattityppi	60 %

**Kustannukset:** Rakentamiskustannukset ovat noin 420 €/tuotantohehtaari. Imeytyskentän kokonaiskustannuksiin vaikuttaa merkittävästi hankittavan alueen puuston määrä ja laatu. Vuotuiset käyttökustannukset ovat noin 60-70 €/tuotantohehtaari

**Valmiusaste:** Ei yleisesti käytössä. Käyttökokemuksia muutamista kohteista vuodesta 1992 lähtien.





### TOIMINNAN KUVAUS

Maaperäimeytyksessä käytetään turvetuotantoalueiden läheisiä metsäalueita. Vesi pumpataan mieluiten koivuvaltaiselle metsäalueelle joko sadettimien tai reikäputkien kautta. Maaperän on oltava vettä läpäisevää kivennäismaa- ta. Menetelmän teho perustuu siihen, että maaperään imeytymisen lisäksi kasvillisuus haihduttaa vettä ja sitoo ravinteita. Maaperäimeytyksen avulla etenkin vesistöön joutuvan typen määrä vähenee huomattavasti.

### PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Käytettäessä mitoitusvalumaa 10 - 14 l/s/ km<sup>2</sup>, kentän pinta-ala on 5 - 7 % tuotantoalueen pinta-alasta. Näillä mitoitusarvoilla kenttä toimii normaali- ja alivalumatilanteissa haihdutus- ja imeytyskenttänä ja ylivalumatilanteissa pin- tavalutuskentän tavoin.

Ohjeellisen pintakuorman mitoitusarvo on 0,02 m/vrk (200m<sup>3</sup>/ha/vrk). Pinta- kuorman kasvaessa em. arvosta lisääntyy pintavalunnan osuus kentän toimin- nassa.

Maaperäimeytysaluetta ei perusteta tärkeälle pohjavesialueelle tai sen välit- tömään läheisyyteen. Alueen maaperä ja pinnanmuodot tulee tutkia. Pohja- veden pinnan tulee olla mahdollisimman syvällä.

Alueella olevat vanhat ojat tukitaan tarpeen mukaan oikovirtausten estämisek- si.

Haihduksen ja imeytymisen kannalta optimaalinen kaltevuus on 1,0 - 1,5 %.

Riittävän tiheällä reikäputkiverkostolla vesi jaetaan kentälle tasaisesti. Reikä- putkisto asennetaan maan pinnalle. Tarvittaessa putkiston paikkaa voidaan vaihdella imeytyksen tehostamiseksi. Putkistoon suositellaan järjestettäväk- si huuhtelumahdollisuus.

### ERITYISPIIRTEET

Sadetettaessa tulee välttää voimakkaan vesisuihkun suuntaamista puihin, sillä etenkin havupuiden kuori vaurioituu herkästi.

### LÄHTEITÄ

- Kempainen, S. 1994. Turvetuo- tintoalueen vesienkäsittelyn ym- päristövaikutuksista Utajärven Erkansuolla. Oulun yliopisto, pro gradu-tutkielma.
- Kempainen, S., Lippo, H., Hilja- nen, R. & Selin, P. 1998. Haih- dutus ja maaperäimeytys turve- tuotannon vesienkäsittelyssä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedon- antoja 687. Metsäntutkimuslai- tos, Muhoksen tutkimusasema.
- Selin, P, Marja-aho, J. & Madeki- vi, O. 1994. Aqua Peat 95. Uusia menetelmiä turvetuotannon vesi- enkäsittelyyn. Kauppa- ja teolli- suusministeriö, Energiaosasto, katsauksia B 182:1-195.

# MASSANSIIRTOALLAS

**Käyttötarkoitus:** Turvetuotannon kuivatusvesien puhdistus tuotannon loppuvaiheessa.

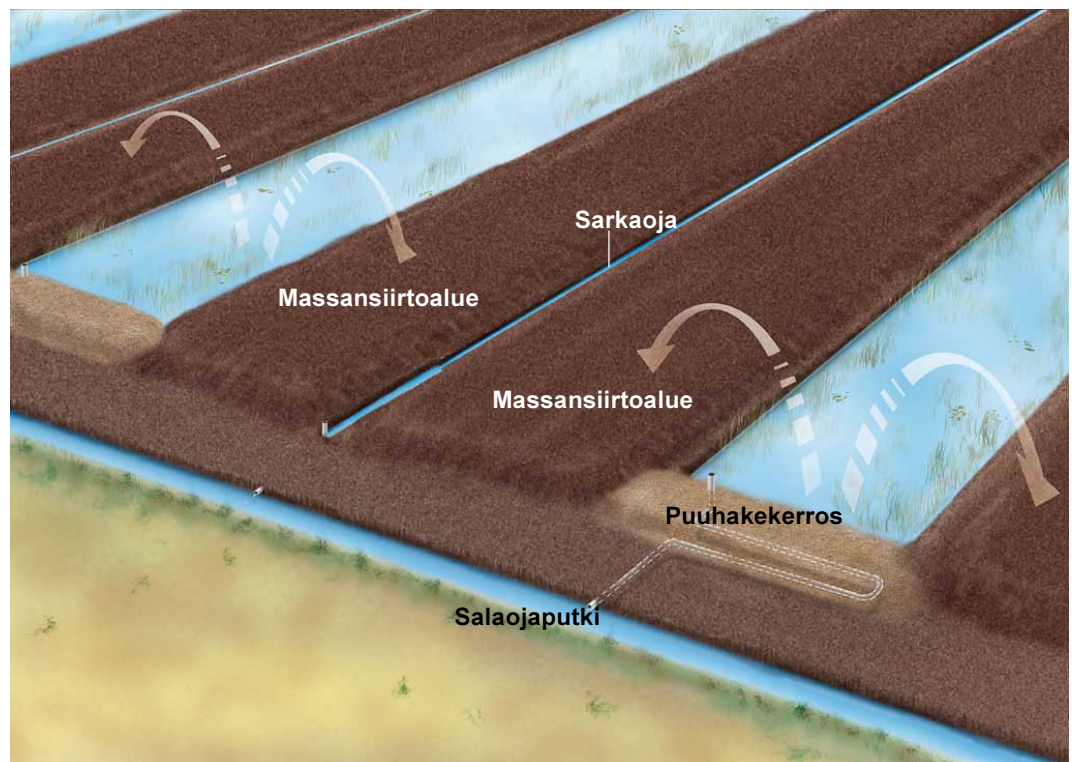
**Toiminta-aika:** Ympärivuotinen

**Toimintatapa:** Valumavesien suora pääsy kokoojajoihin estetään patoamalla massansiirtosaran alapää esimerkiksi hakepadolla. Myös turvepatoa voidaan käyttää, jolloin vedet kulkeutuvat massansiirtoaltaasta sarkaojissa tavallisesti käytössä olevien päisteputkien kautta. Valumavedet suodattuvat hakekerroksen läpi salaojaputkiin, joita pitkin vesi johdetaan kokoojajoaan. Menetelmällä saadaan pienennettyä sulamisvesien ja rankkasateiden aiheuttamia ylivalumia. Massansiirtoalue toimii kesäkaudella myös tehokkaana haihdutusaltaana. Menetelmällä poistetaan kuivatusvesistä kiintoainetta ja ravinteita.

**Puhdistusteho:** Keskimääräinen kuormitusreduktio kiintoaineen ja ravinteiden osalta vaihtelee 30 - 50 %.

**Kustannukset:** Hakepadon rakentamiskustannukset ovat 200 – 250 €/pato.  
Käyttökustannukset ovat noin 50 € vuodessa.

**Valmiusaste:** Tekninen kehitystyö valmis, käyttökokemuksia vuodesta 2000 alkaen.



## TOIMINNAN KUVAUS

Massansiirtoalueille rakennettavien hake- tai turvepatojen kuormitusta vähentävä vaikutus perustuu turvetuotantoalueelta tulevan virtaaman vähenemiseen 40 – 60% tavanomaiselta tuotantoalueelta tulevaan virtaamaan verrattuna. Samassa suhteessa vähenee myös vedessä liukoisena olevien aineiden kuten ravinteiden kuormittava vaikutus alapuoliseen vesistöön.

Hakepadossa valumavedet suodattuvat hakekerroksen läpi salaojaputkiin, joista vesi kulkeutuu kokoojaojaan. Suodattuminen hakekerroksen läpi pienentää ylivirtaamia. Suodatusvaiheessa hakepadon pintakerrokseen pidättyä kiintoainetta, minkä vuoksi hakekerroksen pinta on uusittava 1-2 vuoden välein.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että myös normaaleilla päisteputkipidättimillä varustettu massansiirtoallas toimii lähes yhtä hyvin kuin hakepato-salaoja tekniikka. Päisteputkiratkaisu on myös huoltovarmempi.

## PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Hakepadossa on turpeesta rakennettava tukikerros ja padon etureunasta puuhakekerros. Hakekerrosta ei saa tiivistää, koska tiivistettäessä hakkeen vedenjohtavuus heikkenee.

Salaojaputken pohjakorkeus määritetään siten, että massansiirtosarka saadaan kokonaan kuivatettua. Salaojaputken alkupää nostetaan pystysuoraan ja jätetään näkyviin hakekerroksen yläpintaan tulpattuna. Tällä tavoin tarvittaessa salaojaputki voidaan huuhdella tai kääntää tukkeutumisen estämiseksi tavanomaisen päisteputken tavoin toimivaksi.

Padon korkeus mitoitetaan niin, ettei varastoituva vesi pääse missään tilanteessa nousemaan viereisille tuotantosarille. Hakepadon minimipituus on viisi metriä, jotta veden imeytymispinta-alaa on riittävästi ja tukkeutumisvaara vähenee.

Hakekerroksessa oleva salaoja kulkee padon pituussuuntaisesti, jotta suodattumismatka koko padon pituudella pysyy noin 0,5 metrissä. Padon minimipituus on riittävä 20 metriä leveällä massansiirtosaralla, jonka pituus on 200 - 300 metriä. Massansiirtoalueen kasvaessa hakevyöhykkeen pituutta on kasvatettava jopa koko saran levyiseksi. Hakevyöhykkeen pituutta valittaessa on otettava huomioon saran pituuskaltevuus ja muut varastoitumiseen vaikuttavat tekijät. Jos varastotilavuus on hyvin pieni, on veden poistuttava nopeammin tulvan ehkäisemiseksi, jolloin hakevyöhykettä on laajennettava.

Padon leveys riippuu sen korkeudesta. Hakeosan leveyden tulee olla padon harjalla vähintään 2 metriä, jotta salaojaputket mahtuvat hyvin hakekerroksen sisään ja hakekerroksen etureuna voidaan puhdistaa. Padon alaveden puolella oleva turvekerros toimii padon tukirakenteena ja sen tulisi olla leveydeltään vähintään yhtä leveä kuin hakeosan. Jos turvekerrosta käytetään turvetienä, mitoitetaan sen leveys ajoneuvoliikenteen mukaan. Hakeosa on tällöinkin jätettävä tiivistämättä ja erotettava merkinnällä turvetiestä. Salaojina on liikennöitävällä osuudella käytettävä kuormitusta kestävä materiaalia.

Kun pato tehdään turpeesta ja vesien poistotekniikkana käytetään päisteputkia, ei patoa tarvitse uusida ja sitä voi käyttää turvetienä. Päisteputkien siivöiden kuntoa tulee tarkkailla.

## ERITYISPIIRTEET

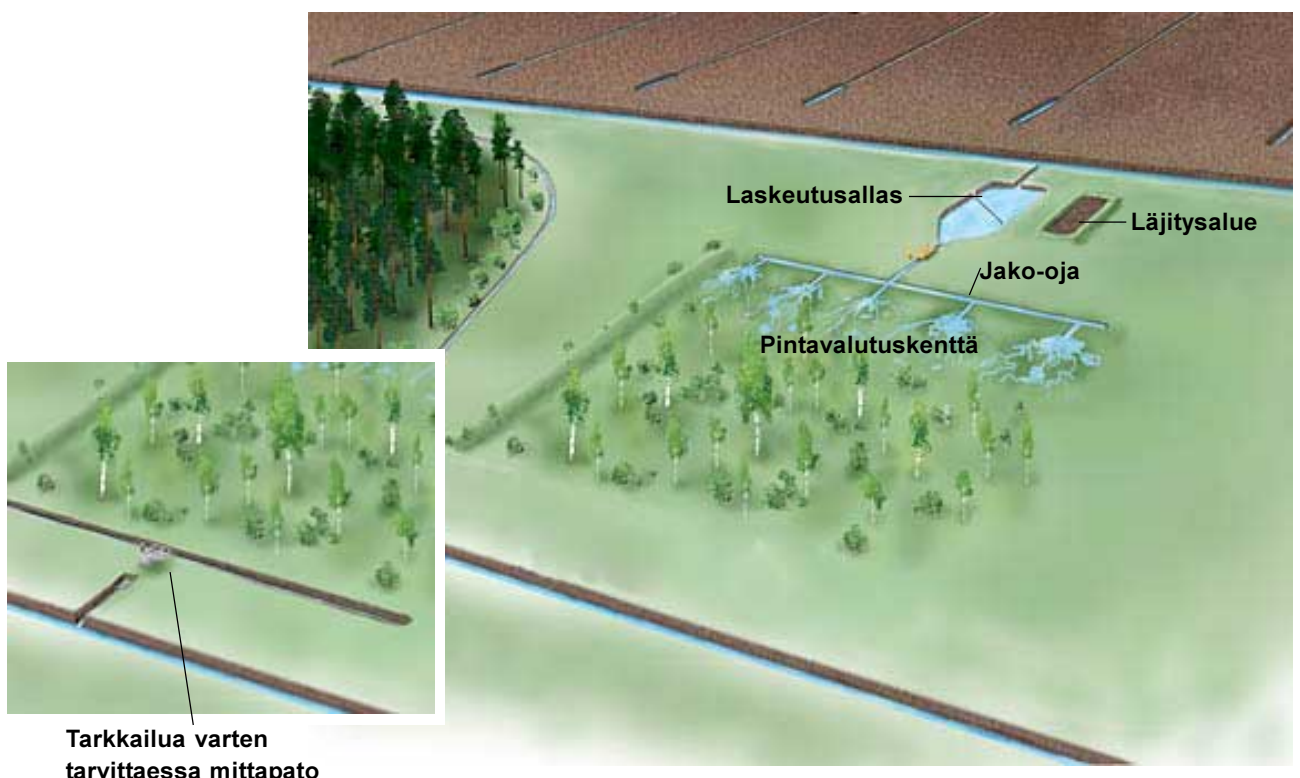
Menetelmä soveltuu ensisijaisesti massansiirtoalueille, joissa on mahdollista varastoida valumavesiä jopa useiden vuorokausien ajaksi. Vesi ei saa haitata viereisten tuotantosarjien toimintaa. Menetelmää voidaan soveltaa myös muilla alueilla, mikäli veden varastotilaa löytyy riittävästi. Tällöin menetelmä on verrattavissa virtaamansäätö-menetelmiin.

## LÄHTEITÄ

- Röpelinen, J. (2000) Measures applied within peat production areas and their effect on the quantity and quality of the runoff water. Väitöskirja. Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, 165 s. Abstract in english.
- Röpelinen, J. (2001a) The Effect of Subsurface Drainage and Wood Chips Barriers on the Quantity and Quality of Runoff Water in Peat Mining Areas. Conference on the Management of Northern River Basins. June 2001, Oulu.
- Röpelinen J (2001b). Wood Chips Barriers used in Peat Redistribution Areas as a Method to Control Peak Runoffs. Proceedings of the 13th International Symposium and Workshop. Northern Research Basins, Saariselkä Murmansk, Aug. 2001., p. 310-311.
- Virtanen T (2003) Hakepatojen käyttö turvetuotannon massansiirtoalueiden vesiensuojelumenetelmänä. Diplomityö Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, Abstract in english. 39 pp.
- Röpelinen, Jyrki, Tiina Virtanen & Pentti Äman (2004). Use of wood-chip barriers for water protection at peat production sites – principles and implementation. Julkaisussa: Päivänen, J. (toim.), 2004. Wise use of peatlands. Proceeding of the 12th International Peat Congress, Tampere.
- Äman, Pentti, Tiina Virtanen & Jyrki Röpelinen (2004). Use of wood-chip barriers for water protection at peat production sites. Julkaisussa: Päivänen, J. (toim.), 2004. Wise use of peatlands. Proceeding of the 12th International Peat Congress, Tampere. 1031-1036.

# PINTAVALUTUSKENTTÄ

- Käyttötarkoitus:** Turvetuotannon kuivatusvesien puhdistus luonnontilaiselle suolle tai muuten vesienpuhdistukseen soveltuvalla turvemaalle.
- Toiminta-aika:** Pääosin sulanmaan kausi, myös ympärivuotinen.
- Toimintatapa:** Pintavalutuksessa turvetuotantoalueen kuivatusvedet imeytetään luonnontilaisen suon tai turvemaan pintakerrokseen. Pintakerroksen kasvillisuus toimii mekaanisena suodattimena, johon kiintoaine ja liete tarttuvat. Liukoiset ravinteet pidäytyvät turvekerrokseen kemiallisten ja biologisten prosessien vaikutuksesta.
- Puhdistusteho:** Keskimääräinen kuormitusreduktio luonnontilaiselle suolle rakennetulla pintavalutuskentällä:
- |                     |         |
|---------------------|---------|
| kiintoaine          | 55-92 % |
| kokonaistyyppi      | 49 %    |
| ammoniumtyppi       | 79 %    |
| nitraattityppi      | 41 %    |
| epäorgaaninen typpi | 63 %    |
| kokonaisfosfori     | 46 %    |
| fosfaattifosfori    | 51 %    |
| rauta               | 30 %    |
- Kustannukset:** Gravitaatioon perustuvan pintavalutuskentän rakentamiskustannukset ovat noin 100 €/ tuotantohehtaari. Pumppaamalla toimivan pintavalutuskentän rakentamiskustannukset ovat noin 385 €/ tuotantohehtaari. Huoltotie 10 000 – 20 000 €/km ja käyttökustannukset keskimäärin 15 €/ tuotantohehtaari vuodessa.
- Valmiusaste:** Menetelmä, joka on ollut yleisesti käytössä vuodesta 1985 lähtien.



### TOIMINNAN KUVAUS

Vedet johdetaan pintavalutuskentälle laskeutus- tai pumppausaltaan kautta. Toimivuuden kannalta oleellista on veden tasainen leviäminen koko kentän alueelle. Vesi jaetaan kentälle jako-ojan tai -putkiston avulla. Oikovirtaukset kentällä on estettävä.

Mikäli luontaiset korkeuserot eivät ole riittävät, joudutaan rakentamaan pumppaamo. Pumpun avulla voidaan myös säädellä pintavalutuskentälle johdettavan veden määrää, koska vettä voidaan tarvittaessa varastoida pumppausaltaaseen ja tuotantoalueen ojustoihin.

Pintavalutuksen jälkeen vedet johdetaan keräilyjojaan, joka voi olla esim. vanha metsäoja. Keräilyjojaa ei tarvita, mikäli kentältä tulevan veden määrä tai laatua ei tarkkailla.

Pintavalutuskentät ovat yleensä käytössä vain sulan maan aikana, mutta ne voivat toimia myös ympärivuotisesti varsinkin, jos vedet johdetaan kentälle ilman pumppausta. Pumppaamojen käyttö talvella vaatii eristysrakenteita.

Pintavalutuskentän toimintaa voidaan verrata suoluonnossa tapahtuvaan normaaliin vesien kulkuun ja maaperässä puhdistumiseen.

### PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Pintavalutuskenttä suositellaan perustettavaksi mahdollisimman luonnontilaiselle suoalueelle tai muuten vesienpuhdistukseen soveltuvalla alueella.

Savolainen ym 1996 on esittänyt mitoitustekijöitä, jotka hyvin toimivan pintavalutuskentän tulisi täyttää. Aina eivät kaikki mitoituskriteerit kuitenkaan toteudu, vaan kenttä joudutaan suunnittelemaan käytettävissä olevan alueen ominaisuuksien mukaan.

Hyviä vedenpuhdistus tuloksia on saatu mm. PINKO –pintavalutuskentistä, vaikka ne eivät kaikilta osin täytä Savolaisen ym. mitoitushojeita

### ERITYISPIIRTEET

Menetelmän käyttöä rajoittaa sopivien suoalueiden puute

### LÄHTEITÄ

- Ihme, R., Heikkinen, K. & Lakso, E. 1991. Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja A 75, Helsinki.
- Ihme, R., Heikkinen, K. & Lakso, E. 1992. Turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistus, pintavalutus turvesuodatus, päisteputkipidättimet ja laskeutusalttaat. Kauppa- ja teollisuusministeriö Energiaosasto tutkimuksia D:199.
- Lakso, E. 1995. Käytännön ratkaisuja turvetuotannon vesistökuormituksen alentamiseksi.
- Ihme, R. 1994. Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Väitöskirja. VTT Julkaisuja 798. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo, 140 s.
- Heikkinen, K., Ihme, R. & Lakso, E. 1994. Ravinteiden, orgaanisten aineiden ja raudan pidättymiseen johtavat prosessit pintavalutuskentällä. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja A. Nro. 193. Helsinki.
- Salonen, H. & Männikkö, P. 2002. Pienten pintavalutuskenttien ja kosteikkojen ympärivuotinen käyttö turvetuotantovesien puhdistuksessa. Pohjanmaan tutkimuspalvelu Oy. Kaustinen.
- Savolainen, M., Heikkinen, K., Ihme, R. 1996. Turvetuotannon vesiensuojeluohjeisto. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Ympäristöopas 6.
- Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje 19.09.2003. Ympäristöministeriön moniste 117. Ympäristöministeriö.

# SARKAOJARAKENTEET

**Käyttötarkoitus:** Turvetuotantoalueen vesiensuojelu

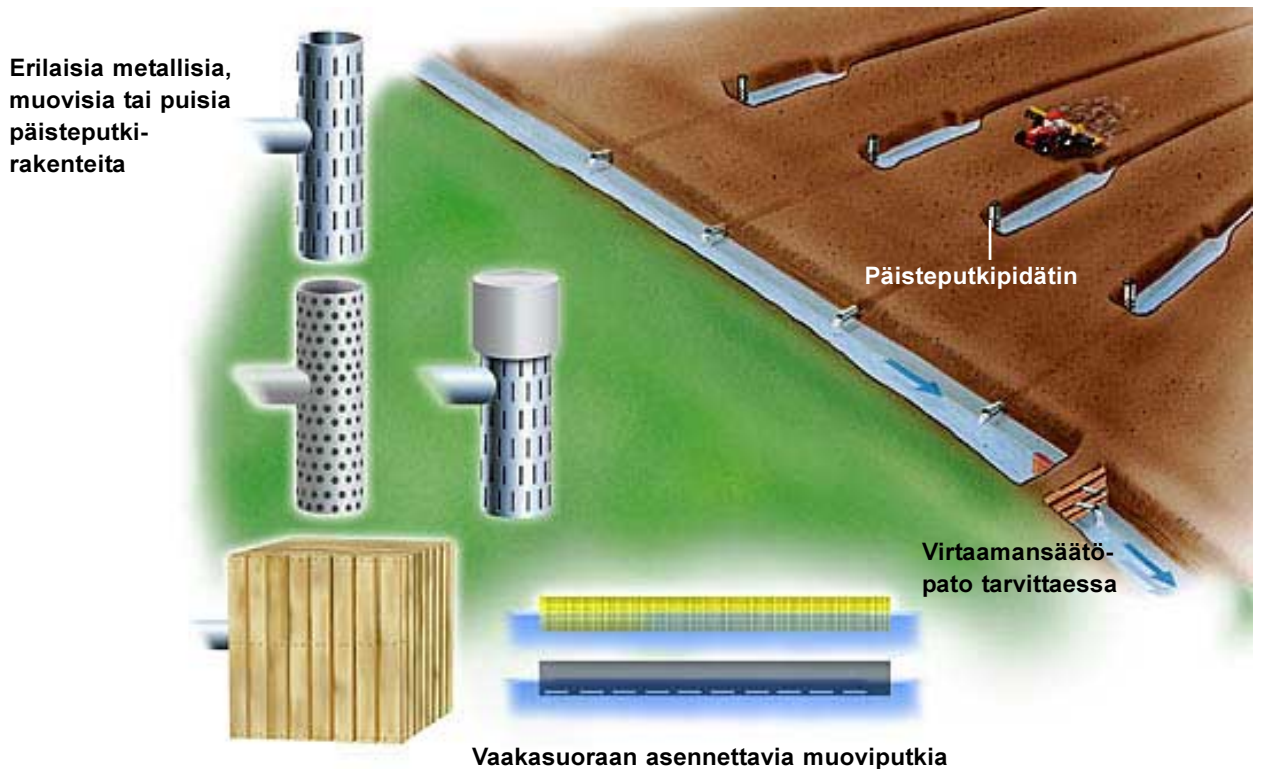
**Toiminta-aika:** Ympäri vuotinen

**Toimintatapa:** Sarkaojarakenteilla tarkoitetaan kaikille nykytekniikan mukaisille turvetuotantoalueille asennettuja päisteputkia ja niihin kiinnitettäviä lietteenpidättimiä sekä sarkaojan lietesyvennystä/lietetaskua. Rakenteet tasaavat virtaamia ja pidättävät kiintoainetta ojastoon ja lietesyvennyksiin. Pidättimien ja päisteputkien kautta valumavedet johdetaan kokoojaojaan ja edelleen laskeutusaltaaseen.

**Puhdistusteho:** Risto Hiljanen 1998: Piipsannevalla reduktiot nolliä tai negatiivisia lähes kaikilla pidätintyypeillä. Tuloksiin suhtauduttava varauksella ja aihe vaatisi lisätutkimusta.

**Kustannukset:** Lietepidätin 7 – 20 €/kpl, lietetaskun kaivaminen noin 10 €/kpl. Lietesyvennyksen tyhjentäminen 5 - 30 €/vuosi

**Valmiusaste:** Vakiintunut menetelmä, käytössä jokaisella turvetuotantoalueella. Käyttökokemuksia 1970- ja 1980 -lukujen vaihteesta lähtien.



## TOIMINNAN KUVAUS

Lietteenpidätin (päisteputkipidätin) on sarkaojan alapäähän, päisteputken asennettu mekaaninen laite tai rakennelma, joka padottaa vettä sarkaojaan, jolloin veden mukana kulkeutuvaa kiintoainetta ehtii laskeutua ojan pohjalle ja lietiesyvennykseen. Ylemmäksi sarkaojiin asennettavia lietteenpidättimiä kutsutaan sarkaojapidättimiksi.

Lietteenpidättimet valmistetaan yleensä muovista ja ne asetetaan päisteputken sarkaojan puoleiseen päähän. Lietteenpidättimen rakenteina voidaan käyttää joko rimasäleikköä tai erikokoisia ja rakenteeltaan erilaisia sihtiputkia. Erilaisia lietteenpidätinmalleja on olemassa kymmeniä, mm. rimasäleikkö, muovinen jumboputki, muovinen T-sihtiputki, metallinen sihtiputki, Väisäsen putki, lappo ja sakkasalpa.

Sarkaojien perusrakenteeseen kuuluvat päisteputket, jotka osaltaan myös padottavat vettä ojiin ja pienentävät ojaeroosiota. Turvetuotantoalueella jokaisen sarkaojan päähän kaivetaan lietiesyvennyks ja asennetaan pidätin. Poikkeuksena ovat alueet, joiden pohjamaalaji on hienojakoista.

Päisteputkena käytetään tavallisesti 110 - 160 mm:n muoviputkea. Päisteputket toimivat myös rumpuina työkoneiden liikkeessä saralta toiselle. Niiden pituus on yleensä 18 m. Tarvittaessa päisteputkesta voidaan tehdä pitempi, jotta turvetta ei joutuisi koneilla työskennellessä sarkaojan lietiesyvennykseen.

## PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Päisteputken edessä olevan lietteenpidättimen (Ihme ym. 1992):

- on estettävä turvekokkareiden pääsy päisteputken rankkasateiden aikana
- on padottava vettä sarkaojaan, muttei tuotantokentälle
- on oltava nopeasti ja helposti puhdistettavissa
- on oltava kestävä, jotta se ei rikkoontuisi esimerkiksi puhdistustöiden aikana ja talvella

Sarkaojarakenteiden suunnittelussa pitää huomioida mm. seuraavat asiat (Savolainen ym. 1996b):

- sarkaojan pituuskaltevuus tulisi olla alle 1,5 ‰ ja päisteputken puoleisessa päässä mahdollisimman loiva
- jos alueelle ei rakenneta laskeutusaltaita, lietiesyvennyksien mitoitusvalu-  
mana voidaan käyttää  $300 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$
- lietiesyvennyksen leveys ei saa olla huomattavasti sarkaojaa suurempi, koska työkoneet voivat muuten rikkoa altaan reunoja ja myös turvepölyä voi kulkeutua liian leveisiin altaisiin
- lietiesyvennyksen lietesila tulee olla suurempi kuin  $4 \text{ m}^3/\text{ha}$
- lietiesyvennyksen minimipituus on 10 m

## ERITYISPIIRTEET

Sarkaojat ja niissä olevat lietiesyvennykset tyhjennetään tarvittaessa tai vähintään kerran vuodessa tuotantokauden päättyessä. Lietesyvennyksen tyhjennyksen yhteydessä on varottava rikkomasta lietteenpidätintä ja varmistettava, että lietteenpidätin on paikallaan myös puhdistuksen jälkeen.

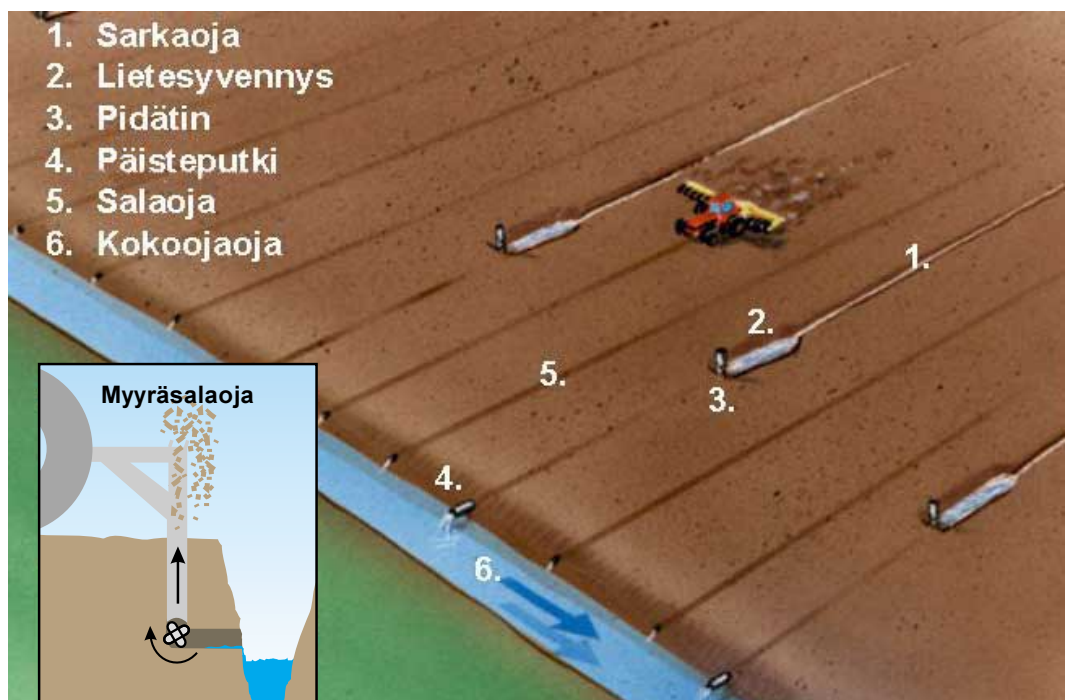
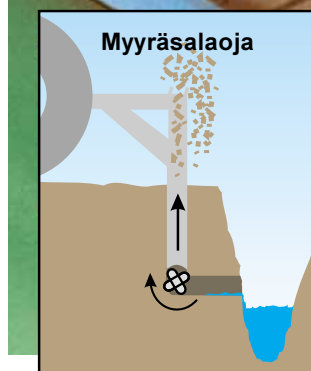
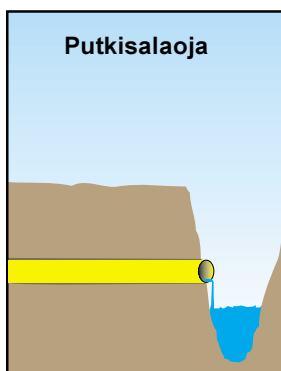
Lietepidättimet ovat suhteellisen herkkiä tukkeentumaan minkä takia niitä tulee tarkkailla jatkuvasti tuotantotyön yhteydessä, ja varsinkin sadejakson jälkeen. Tukkeutuneet lietteenpidättimet avataan ja puhdistetaan esim. harjal-  
la tai koukulla.

## LÄHTEITÄ

- Hiljanen, R. ja Rinttilä, R. 1998. Lietteenpidätintutkimus Haapaveden Piispannevilla 1997. Vapo Oy Energia.
- Klöve, Björn 1997. Environmental impact of peat mining. Development of storm water treatment methods. Department of Water Resources Engineering. Lund Institute of Technology, Lund University, Sweden. Report No 1020.
- Röpelin, J. ja Lakso, E. 2001. Sarkaojapidättimien vaikutus lietteen kulkeutumiseen turvetuotantoalueilla. Oulun yliopisto, vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio. Sarja A julkaisu 19.
- Selin, P., Marja-aho, J. & Madekivi, O. 1994. Aqua peat 95. Uusia menetelmiä turvetuotannon vesienkäsittelyyn. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Katsauksia B:182. 195 s.

# SALAOJITUS

- Käyttötarkoitus:** Turvetuotannon kevät- ja kesäylivalumien tasaaminen sekä kuivatusvesien puhdistus ja kentän kuivatus.
- Toiminta-aika:** Sulan maan aika huhtikuu – marraskuu, lauhana talvena virtaamia havaittu myös marraskuun ja huhtikuun välisenä kautena ainakin ajoittain.
- Toimintatapa:** Salaojitus toteutetaan joko asentamalla salaojaputket tai myyräsalaojittamalla alue. Pintavedet suotautuvat salaojiin maakerroksen tai suodatinlevyn läpi, minkä seurauksena salaojitus tasaa valtimia verrattuna avo-ojitettuihin alueisiin, alivalumat suurenevät ja varsinaisia ylivalumia ei tuotantoalueilla esiinny. Tämä vähentää alapuolisen ojaston eroosiota ja parantaa puhdistusrakenteiden, kuten laskeutusaltaiden ja pintavalutus kenttien toimintakykyä ja vähentää haitallisia hetkellisiä kuormitushuippuja.
- Suotautuneessa vedessä on vähemmän kiintoainetta ja ravinteita kuin avo-ojavesissä. Joskus saattaa maakerroksesta liueta myös haitallisia aineita.
- Puhdistusteho:** Keskimääräinen kuormitusreduktio (Röpelinen 2000):
- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| Kiintoaine      | 77 (70 - 83) % |
| Kokonaisfosfori | 31 (13 - 63) % |
| Kokonaistyyppi  | 35 (+8 - 63) % |
| COD             | 40 (29 - 80) % |
- Kustannukset:** Rakentamiskustannukset putkisalaojitukselle (putket 20 m:n välein) ovat noin 500 - 1400 €/tuotantohehtaari sen mukaan, kuinka pehmeää, kivistä ja kantoista alue on ja asennetaanko putken päälle myös suodatinlevyt (Klemetti 1998, Röpelinen 2000, Suntioinen 2003). Myyräsalaojitus (kaksi ojaa/sarka) maksaa omalla ojakoneella noin 100 – 150 €/tuotantohehtaari (Klemetti, julkaisematonta aineistoa).
- Putkisalaojituksen vuotuiset käyttökustannukset ovat noin 20 €/tuotantohehtaari. Myyräsalaojituksella ei ole käyttökustannuksia, mutta ne pitää uusida 4 – 5 vuoden välein.
- Valmiusaste:** Putkisalaojitus on valmis menetelmä erityisesti loppuvaiheessa oleville kentille, joissa ei ole pohjamaassa paljon suuria kiviä. Kuivatusteho ja vesien puhdistus jatkuvat myös turpeen noston loppua alueen siirtyessä jälkikäyttöön (esim. maatalous).
- Myyräsalaojitus on myös valmis ja toimiva menetelmä avo-ojituksen täydentäjäksi paksuturpeisille, liekopuuttomille kentille.





## TOIMINNAN KUVAUS

**Myyräsalaojitus** soveltuu avo-ojitusta täydentäväksi kuivatusmenetelmäksi turvetuotantoalueille, joissa turpeen paksuus on suuri (yli 1,5 m) ja joissa on vähän tai ei ollenkaan kantoja. Myyräsalaojituksella voidaan korvata osa sarkaojista, jos leveä sarka pystytään muotoilemaan kuperaksi, jolloin ei muodostu painanteita joihin vesi jää seisomaan.

**Putkisalaojitus** tehdään asentamalla muoviputki suolla joko turvekerrokseen tai pohjamaahan. Turvekerroksen ja pohjamaan rajapintaan asennettavat putkisalaojat ovat lopullisessa kuivatussyvytydessä (Röpelinen 1996). Pohjamaahan asennetut putkisalaojat sopivat madaltuneiden turvekenttien kuivatukseseen tasaisilla, kivettömillä suopohjilla (Klemetti 1998).

Veden pääsyä salaojaputkiin voidaan helpottaa asentamalla putken ja suon pinnan väliin suodatinlevyt sopivin välein. Samaan tarkoitukseen päästään hakkeella.

**Hakesalaojilla** voidaan korvata tuotantokentän avo-ojat. Hakesalaojituksessa normaalia kapeamman avo-ojan pohjalla on salaojaputki ja avo-oja on täytetty hakkeella. Hake helpottaa veden johtumista salaojiin ja nopeuttaa kentän kuivumista (Hillebrand & Frilander 1998).

**Kemikaalisalaojat** ovat turvemassan ja flokkaukemikaalin seoksen muodostamia pystysuuntaisia salaojia, joiden avulla parannetaan turpeen vedenjohdavuutta kentän pintaosassa (Hillebrand & Frilander 1996, 1998). Tämä salaojitusmenetelmä on vasta kokeiluvaiheessa.

## PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Salaojaputket asennetaan 1,5 – 1,8 metrin syvyyteen avaraavalla salaojakoneella. Putken ympärille laitetaan suodatinkangas estämään hienoaineksen pääsyä putkeen. Veden suodatautumista helpottavat hakesilmäkkeet tai suodatinlevyt asetetaan paikoilleen putken vedon yhteydessä. Putkisalaojien etäisyys on 20 metriä. Niiden välinen sarka muotoillaan kuperaksi.

Myyräsalaojat tehdään jyrksivällä myyräsalaojakoneella noin 1,5 – 1,7 metrin syvyyteen. Optimaalinen määrä on kaksi myyräojaa saralla.

## ERITYISPIIRTEET

Salaojat kuivattavat suota pintaa syvemmältä. Niiden kuivatusvaikutus jatkuu niin kauan kuin ojan ja suon pinnan välinen etäisyys on riittävän suuri. Ojat on tehtävä uudelleen syvemmälle, kun putket alkavat olla alle puolen metrin päässä suon pinnasta. Vesiensuojelun kannalta on myönteistä, että asentamisen ja uusimisen välillä maata ei tarvitse häiritä.

## LÄHTEITÄ

- Hillebrand, K. & Frilander, P. 1996. Ojituksen vaikutus pohjaveden korkeuteen. Loppuraportti, Bioenergian tutkimusohjelma. VTT, Energia. Jyväskylä. 35 s.
- Hillebrand, K. & Frilander, P. 1996. Suon ja turpeen kuivaus. Tutkimuslaskelma ENE32/T0102/98. VTT, Energia. Jyväskylä. 43 s.
- Klemetti, V. & Sänkiäho, K. 1992b. Myyräsalaojituksen ja pumppukuivatuksen soveltuvuus turvetuotantosoon kuivatukseseen. Optimiturve-tutkimusohjelma. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Poltto- ja lämpötekniikan laboratorio. Raportteja nro 47. Jyväskylä. 47 s.
- Klemetti, V. 1998. Madaltuneen turvetuotantokentän kuivatustutkimus. Bioenergian tutkimusohjelman loppuraportti. 36 s.
- Röpelinen, J. 1996. Turvetuotantoalueen salaojitus vedenjohtolevyjä käyttäen. Oulun yliopisto, vesitekniikan laboratorio. Sarja A, julkaisu 64. Oulu. 61 s.
- Röpelinen, J. 2000. Tuotantokentällä tehtävien toimenpiteiden vaikutus turvetuotannon valumavesien määrään ja laatuun. Acta Universitatis Ouluensis. Technica. C 154.
- Suntioinen, A. 2003. Kirjallisuudesta poimittua tietoa eri vesien-suojelumenetelmien kustannuksista. Julkaisematon käsikirjoitus. Vapo Oy

# VIRTAAMANSÄÄTÖ

(KLÖVEN PATO)

**Käyttötarkoitus:** Turvetuotannon kuivatusvesien puhdistus ja valuntahuippujen tasaus.

**Toiminta-aika:** Ympärivuotinen.

**Toimintatapa:** Tuotantoalueelta lähtevää vesimäärää säädellään patorakenteiden avulla. Samalla pidetään turvehiukkasia, eroosioperäisiä aineita ja ravinteita sekä ehkäistään ojaeroosiota.

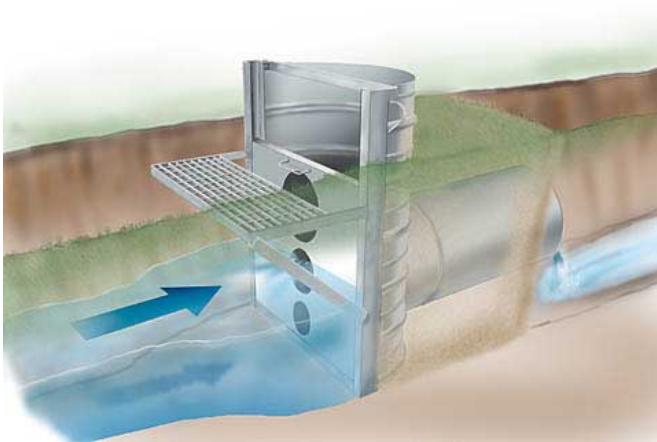
Virtaamansäätöpato voidaan rakentaa joko maa-aineksista ja putkista tai valmiista patomodulista.

**Puhdistusteho:** Keskimääräinen kuormitusreduktio:

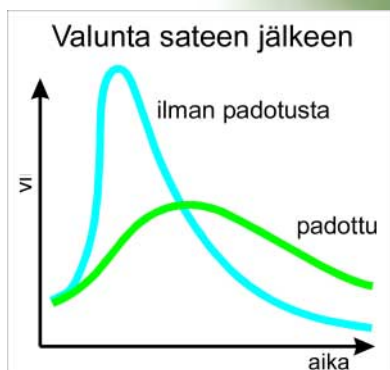
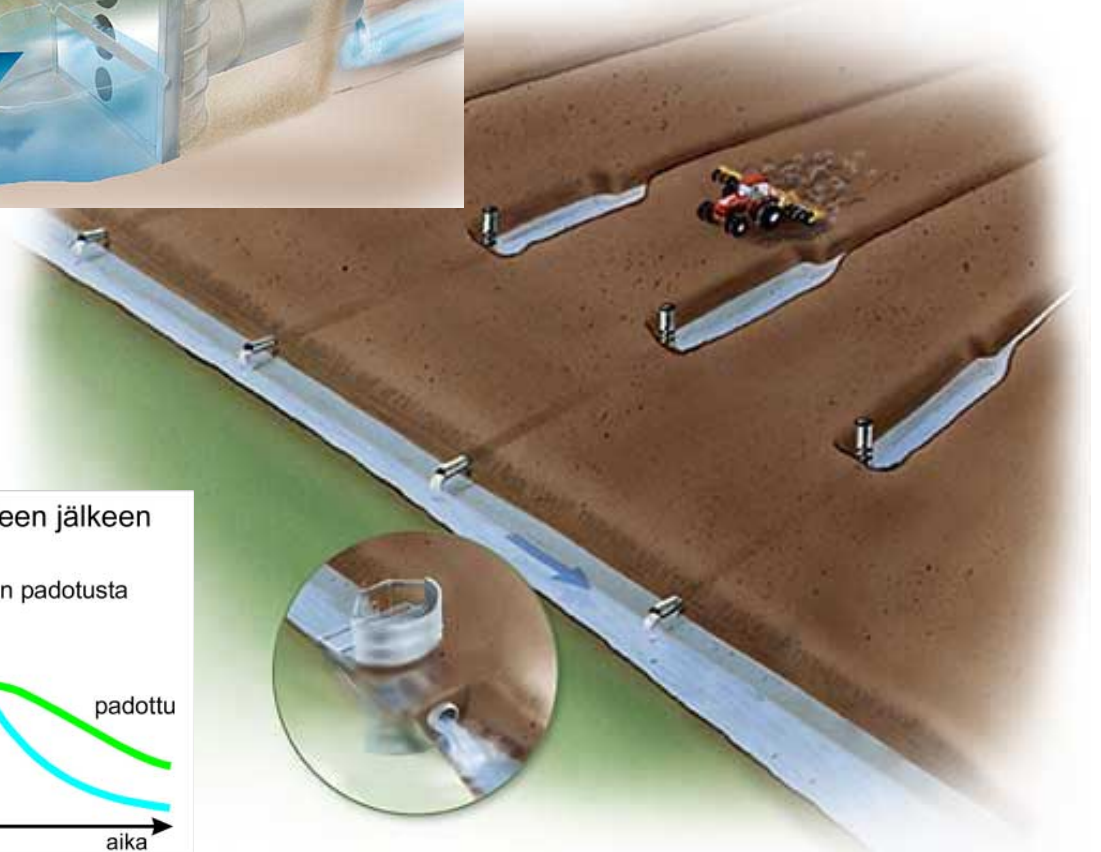
kiintoaine	90 %
kokonaistyyppi	13-22 %
kokonaisfosfori	20-50 %

**Kustannukset:** Keskimääräinen rakentamiskustannus on 1200-1500 €/pato, 56 €/tuotantohehtaari vuodessa. Käyttökustannukset ovat vuodessa noin 80 €/pato, noin 3-4 €/tuotantohehtaari

**Valmiusaste:** Björn Klöven 1990-luvulla kehittämä virtaaman säätöön perustuva vesiensuojelumenetelmä. Vakiintunut menetelmä, joka on ollut yleisesti käytössä vuodesta 1995 lähtien.



Pato voi olla kaupallisesti valmistettu valmismoduli tai se voidaan rakentaa maapatona.



## TOIMINNAN KUVAUS

Virtaamansäätö pidättää kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Se pienentää virtaamahuippuja ja veden virtausnopeutta ojissa. Kun virtausnopeus ojissa on pienempi kuin ns. kriittinen virtausnopeus, kiintoainetta ei huuhtoudu uoman pohjalta. Virtaaman säätö pienentää kentän pinnalta huuhtoutuvaa kiintoainekuormaa, koska viipymä ojissa moninkertaistuu. Virtaamansäätö toteutetaan rajoittamalla luontaista virtaamaa.

Virtaamansäätö sopii useimmille turvetuotantoalueille. Menetelmä on tehokkaimmillaan tuotantoalueilla, joilla ojat ovat syviä ja niiden varastotilavuudet suuria.

## PERUSTAMINEN JA MITOITUS

Säätöpadon mitoitus riippuu ojasyvyydestä, alueen kaltevuudesta ja valuma-alueen koosta. Patojen sijoittelulla pyritään siihen, että olemassa oleva oja-tilavuus saadaan hyödyntää vesiensuojelussa. Jos tuotantoalue on kalteva, täytyy patoja olla useita, jotta padotus onnistuu hallitusti.

Virtaamansäätöön kehitetty patomoduuli sopii parhaiten laskeutusaltaan yhteyteen, mutta erilaisia virtaamansäätöpatoja voidaan rakentaa myös muihin ojiiin, kokoojaojat mukaan luettuna. Riittävä allastilavuus ennen patoa varmistaa padon aukipysymisen. Putkien auki pysymistä voidaan edistää ympäröimällä tulopäät esimerkiksi suojaverkolla.

Säätöpadossa käytetään yleensä kolmea putkea, joiden halkaisijat riippuvat valuma-alueen koosta ja sarkaojien syvyydestä. Kaksi alinta putkea toimivat tavanomaisissa valuntatilanteissa. Ylin putki on tulvapatki, jonka koko valitaan siten, maksimivuorokausivalunta läpäisee putken.

Putkien mitoitus on tehty sarkaojasyvyyksillä 0,4; 0,6; 0,8; 1 ja 1,2 m. Tulvapatki mitoitetaan valunnalle 3 l/s/ha (300 l/s/km<sup>2</sup>). Patojen valuma-alueet vaihtelevat 5-50 ha. Putkipadon tavoitteena on pitää ojien virtausnopeus pienempänä kuin 0,04 m/s.

## ERITYISPIIRTEET

Menetelmää suositellaan käytettäväksi ojastoissa, jonka kaltevuus on vähäinen.

Menetelmän avulla voidaan tehostaa vanhojen tuotantoalueiden sekä osaksi tuotannosta poistuneiden alueiden vesiensuojelua.

## LÄHTEITÄ

- Klöve, B. 1997. Environmental impact of peat mining. Development of storm water treatment methods. Väitöskirja.
- Klöve, B. 2000. Turvetuotantoalueen vesistökuormituksen synty. Virtaaman säädön käyttö ja soveltaminen vesiensuojeluun. Jordforsk 64/2000.
- Kallio, E. ja Erkkilä, A. 2001. Turvetuotantoalueen sarkaojien virtaaman säätö. VTT Energian raportteja 12/2001.
- Leppälä, J-M. 2002. Virtaamansäätöpatojen rakentaminen turvetuotantoalueelle. Raportti, 14 s.
- Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje 19.09.2003. Ympäristöministeriön moniste 117. Ympäristöministeriö.

## Muita menetelmiä

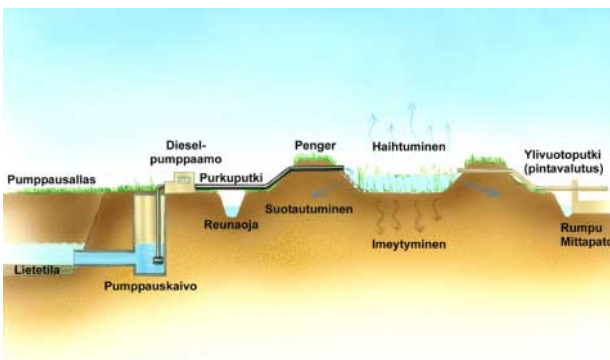
Kehitysvaiheessa olevia, tutkittuja tai käyttöön soveltumattomia menetelmiä

### Lokeroallas



Lokerot tehostavat laskeutumista mutta vaikeuttavat puhdistusta. Menetelmää kokeiltu, ei laajasti käytössä. Vaatii kehitystyötä. Lokeroallas on laskeutusaltaan mitoituserusteilla rakennettu menetelmä.

### Haihdutusallas



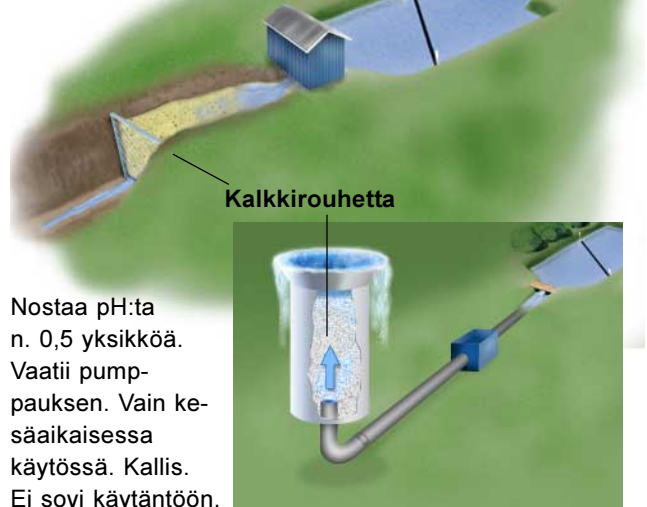
Rakenteena ohutturpeinen ja pengerretty allas. Toimii ravinteiden pidättäjänä vain jonkin aikaa. Ei sovellu käytäntöön.

### Hiekkaturvesuodatin



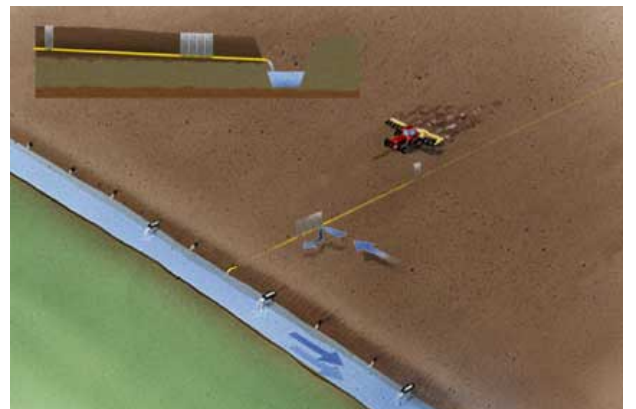
Suodattimen toiminta-aika liian lyhyt ja pintakerros tukkeutuu. Ei sovellu käytäntöön.

### Kalkitus



Nostaa pH:ta n. 0,5 yksikköä. Vaatii pumpauksen. Vain kesaikaisessa käytössä. Kallis. Ei sovi käytäntöön.

### Kivillälevy



Kivillälevy asetetaan sarkojaan suodattamaan vettä. Alhaisen suodatuskapasiteetin vuoksi menetelmä ei sovi käytäntöön.

# Taustatietoa turpeen tuotannosta ja käytöstä

## Suomen turvevarat ja käyttö

Suomen suopinta-ala on 9,39 miljoonaa hehtaaria, niistä 12 % suojeltu ja vajaa 1 % teollisuuden käytössä. Tästä turvetuotannossa on vain noin 1 %. Suomen turvevarat ovat lähes kymmenkertaiset puuvarojen energiasältöön nähden ja kaksinkertaiset verrattuna Pohjanmeren tunnettuihin öljyvaroihin tai 2/3 Norjan öljyvaroista (lähde GTK). Vuotuinen turpeen käyttö on Suomessa 16 -28 TWh. Uutta turvetta kasvaa laskelmien mukaan 37 TWh vastaava määrä.

Turpeella tuotetaan lämpöä ja sähköä suurimmassa osassa sisämaata sekä useissa länsirannikon kaupungeissa ja taajamissa. Lähes miljoonan suomalaisen koti yli 50 kaupungissa tai kunnassa lämpiää turpeella ja puulla. Kaukolämmöstä turpeella tuotetaan noin viidennes. Sähköenergian hankinnasta turpeen osuus on ollut vuosittain 6-7 prosenttia. Metsäteollisuus käyttää turvetta yhdessä omien sivutuotteidensa kanssa.

## Turvetuotannon vesistökuormitus

Turvetuotantoalueelta tulevat kuivatusvedet sisältävät kiintoainetta, ravinteita ja liuenneita orgaanisia aineita. Puhdistamattomina ne voivat aiheuttaa vesistössä rehevöitymistä, samentumista, pohjan liettymistä, muutoksia vesieliöstössä sekä haittoja virkistyskäytölle. Turvetuotannon kuormitusta on vaikea erottaa muusta hajakuormituksesta.

1980 -luvun alusta lähtien turvetuotantoalueille on käytetty erilaisia vesienkäsittelymenetelmiä, joiden avulla kuormitusta on saatu vähennettyä.

Turvetuotannosta aiheutuvan kuormituksen suuruus vaihtelee, sekä paikallisesti että vuodenajoittain ja vuosittain.

sittain. Turvetyömaan vesienkäsittelymenetelmät tuotannonaikana ja menetelmien toimivuus sekä tuotantotapa vaikuttavat kuormitukseen.

Palaturpeen sekä heikosti maatuneen ympäristöturpeen tuotannon vesistökuormitus on vähäisempää kuin jyrsinmenetelmällä tapahtuva energiaturpeen tuotannosta aiheutuva kuormitus. Vesistöjen sietokyky kuormituksen vastaanottajana vaihtelee. Sateisina vuosina vuosikuormituksen on todettu kasvavan.

Oheisessa taulukossa on esitetty Ympäristöministeriön laatimassa vesiensuojelun tavoiteohjelmassa asetetut tavoitteet turvetuotannon typpi- ja fosforikuormituksen alenemiselle. Lisäksi kiintoainekuormitukselle on asetettu vähentämistavoite. Vesiensuojelun tavoiteohjelman laskelmat perustuvat valtakunnallisen turvetuotannon pinta-alan puolitoistakertaistumiseen vuodesta 1993 vuoteen 2005.

Turvetuotannossa oli vuonna 1993 noin 48 000 hehtaaria. Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2003 turvetuotannossa oli noin 50 000 hehtaaria.

	Kuormitusarvio vuosina 1993-1995 t/a	Kuormitustavoite vuonna 2005 t/a	Vähennys %
Typpikuormitus	1 100	750	30
Fosforikuormitus	50	35	30
Kiintoainekuormitus*	14 400	5 000	65

\*Ohjeellinen vähentämistavoite

Turvetyömailta lähtevän veden laatua ja määrää tarkkailaan lupaehtojen mukaisesti.

### Vesienkäsittelymenetelmät ja niiden valinta

Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmät voidaan jakaa toimintaperiaatteen perusteella seuraavasti:

- Virtaaman mekaaninen säätely
- Suodatusperiaate
- Luonnonmukaisen kasvillisuuden käyttö
- Kemiallinen puhdistus

Menetelmien valinnassa otetaan huomioon paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) ja ympäristön kannalta paras käytäntö (BEP). Vesienpuhdistusmenetelmä valitaan tapauskohtaisesti kunkin turvetuotantoalueen olosuhteisiin sopivaksi. Valinnassa otetaan huomioon menetelmän tehokkuus ja kokonaistaloudellisuus, huolto- ja hoitomenpiteet sekä maaston tarjoamat mahdollisuudet.

### Vesienpuhdistusmenetelmien kehitysprojekteja

■ Ensimmäinen merkittävä tutkimuskokonaisuus oli Tapani Sallantauksen vesistö tutkimukset turvetuotannosta 1979-80. Tutkimuksessa perehdyttiin mm. erilaisten soiden kuormituksen- ja vedenlaadun vaihteluun.

■ Vesihallinnon ja turveteollisuuden laskeutusallasprojekti 1983, missä tutkittiin laskeutusaltaiden mitoitus- ja toimivuutta sekä päisteputkirakennelmien merkitystä.

■ Kauppa- ja teollisuusministeriön, vesihallinnon ja turvetuottajien yhteinen 'turvetuotannon vesistövaikutukset' -tutkimusprojekti vuosina 1983-87, jossa selvitettiin turvetuotannon vaikutuksia alapuolisen vesistön laatuun, pohjaeläimistöön, levästöön ja kasvillisuuteen.

■ Kala- ja ympäristöviranomaisten ja turvetuottajien yhteinen 'Turvetuotannon kalastovaikutukset' -projekti vuosina 1987-90, projektissa tutkittiin turvetuotannon vaikutusta kalastoon ja lisääntymisalueiden tilaan.

■ Kauppa- ja teollisuusministeriön, vesihallinnon ja turvetuottajien yhteisessä tutkimusprojektissa 'Turvetuotannon vesienpuhdistusteknologian kehittäminen' selvitettiin vuosina 1987-90 pintavalutus kenttien toimivuutta ja mitoitus-

■ Turvetuottajien, ympäristöviranomaisten ja eri tutkimuslaitosten yhteistyönä vuonna 1991-96 toteutettiin TEKESin Sihti-tutkimusohjelmaan kuulunut 'Aqua Peat' -tutkimukset. Aiheina olivat mm. virtaamansäätö, ylivuotokentät, vesien kemiallinen puhdistaminen, kasvillisuuden käyttö ja päisteputkipidättimien toimivuus

■ 1990 -luvun puolivälissä käynnistyi turvetuottajien ja Oulun yliopiston yhteinen matalakuormitteisen turvetuotannon kehittäminen -projekti osana Tekesin Sihti II -tutkimusohjelmaa, missä selvitettiin mm. kuormituksen arviointiin soveltuvaa vesistömallia, maaperäimeytystä ja haihdutusallasta ja kiviviljalevyjen puhdistusominaisuuksia.

■ Ympäristöviranomaisten ja turvetuottajien yhdessä 2001-2003 toteutettu PRIMROSE -projekti, jonka tavoitteena oli kehittää kosteikkojen käyttöä vesienpuhdistukseen.

Lisätietoja: <http://primrose.jordforsk.no/wetlands.htm>

■ VTT Prosessit on yhdessä turvetuottajien kanssa tutkineet turvetuotantoalueiden valumavesien, salaojituksen, hakepatojen, ruokohelpikenttien ja sarkaojarakenteet.

■ Vesiviranomaiset, turvetuottajat ja eri yritykset ovat tutkineet mm. kalkituksen ja lokeroaltaiden.

■ Lisäksi on ollut käynnissä erillisiä projekteja, joista on tehty useita opinnäytetöitä.

Uusia vesienkäsittelymenetelmiä kehitetään edelleen tavoitteena erityisesti tuotantoalueen kuntoonpanovaiheen ja talviaikaisen kuormituksen vähentäminen. Turveteollisuus on ollut aktiivinen oman elinkeinonsa vesienpuhdistuksen kehittäjänä ja rahoittajana.

### Tulevaisuuden suunnitelmia

■ Sovelletaan BAT- ja BEP-periaatteita.

■ Kehitetään kasvillisuuteen ja laskeutukseen perustuvia luonnonmukaisia puhdistusmenetelmiä.

■ Kehitetään virtaamansäätöä.

■ Kehitetään uutta turvetuotantoteknologiaa.