

OULUN YLIOPISTO
UNIVERSITY of OULU

KONNANSUON KUIVATUSVESIEN KALKITUS

Kaisa Kettunen

PROSESSI- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN OSASTO

KANDIDAATINTYÖ 133

2010



OULUN YLIOPISTO
UNIVERSITY of OULU

Konnansuon kuivatusvesien kalkitus.

Kaisa Kettunen

Ohjaajat: Simo Tammela, Anna-Kaisa Ronkanen

PROSESSI- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN OSASTO

KANDIDAATINTYÖ 133

2010

OULUN YLIOPISTO Tiivistelmä opinnäytetyöstä

Teknillinen tiedekunta

Osasto Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto		Laboratorio Vesitekniikan laboratorio	
Tekijä Kettunen Kaisa		Työn valvojat Tammela S projektitutkija, Ronkanen A-K yliopiston lehtori	
Työn nimi Konnansuon kuivatusvesien kalkitus			
Oppiaine Ympäristötekniikka	Työn laji Kandidaatintyö	Aika Marraskuu 2010	Sivumäärä 22 + 2
Tiivistelmä			
<p>Tämä kandidaatintyö tehtiin Oulun yliopiston Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorion ja Turveruukki Oy:n yhteistyönä. Konnansuo on Turveruukin turvetuotantoalue ja se sijaitsee Oulun lähellä Sanginjoen valuma-alueella. Turvetuotantoalueelta lähtevät vedet puhdistetaan sulan aikana pintavalutuskentän avulla ja muuten laskeutusaltaan avulla. Pintavalutuskenttää ympäröi keräilyojat, joita on tuettu ruokohelpipaaleilla. Näin saadaan veden virtausnopeus pienemmäksi ja estettyä ojan reunojen erodoitumisen. Kesäisin pintavalutuskentältä lähtevien vesien pH laskee ja aiheuttaa ongelmia alapuolisessa vesistössä. Tämän työn tarkoituksena oli selvittää sopiva neutralointimenetelmä pintavalutuskentältä lähtevälle vedelle pH-tason nostamiseksi. Tuloksia käytetään Sanginjoen käyttöarvon parantamiseen ja ekologinen kunnostus -hankkeeseen.</p> <p>PH-arvon nostoon on olemassa useita eri menetelmiä ja materiaaleja. Tähän työhön valittiin kalkkikivimurskeen lisääminen keräilyojiin ruokohelpipaalien eteen. Lisäksi työssä laskettiin tarvittava kalkkimäärä. Kalkkikivimurske sijoitettiin Konnansuolle 28.4.2010 ja kentältä lähtevän veden pH-arvoja seurattiin kesän ajan. Kun pumppu laitettiin päälle 19.5.2010 ja virtaama kasvoi pintavalutuskentällä, pH tipahti hetkellisesti. Kuitenkin koko kesän ajan se pysyi kuuden tienoilla, mikä oli haluttu arvo. Kalkkirakeiden päälle muodostui kuitenkin nopeasti biofilmiä, sillä ojat ovat hyvin humuspitoisia. Kalkki myös painui ojan pohjalle, jolloin kontaktiala pieneni huomattavasti.</p> <p>Vertailukohteena oli vain kahden aiemman kesän pintavalutuskentältä lähtevän veden virtaamat ja pH-arvot. Näin ollen pitkän havaintosarjan puuttuminen vaikeutti tämän tutkimuksen tulosten merkitsevyyden arviointia. Kuitenkin voidaan todeta, että kalkkikivillä oli vaikutusta veden pH-arvoon ainakin hetkellisesti. Mikäli ojien kalkitusta haluttaisiin hyödyntää laajemmin, tulisi mittauksia jatkaa usean kesän ajan ja mahdollisesti pyrkiä puhdistamaan ja estämään kalkkikiven pintaan muodostuvaa biofilmiä.</p>			
Säilytyspaikka			
Muita tietoja			

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	6
2 Teoria	7
2.1 Turvesuon valumavedet.....	7
2.2 Happamuus	8
2.3 Neutralointi kalkkikivellä.....	10
3 Aineisto ja menetelmät.....	12
3.1 Tutkimusalue.....	12
3.2 Kalkkimäärän laskentamenetelmät	13
3.3 Neutralointimenetelmän valinta	14
4 Tulokset.....	15
4.1 Kalkkipadon tilavuus	15
4.2 Tarvittava kalkkimäärä.....	17
5 Tulosten arviointi	18
6 Yhteenveto.....	21
Lähdeluettelo.....	22

LIITTEET:

Liite 1. Konnansuon alueen kartta

Liite 2. Keskimääräisen vuorokautisen veden virtaama

Symboli- ja lyhenneluettelo

A	[m ²]	pinta-ala
h	[m]	särmiön seinämän korkeus
i	[m/m]	hydraulinen gradientti
K	[m/s]	hydraulinen johtavuus
m	[kg]	massa
q	[m/s]	Darcyn nopeus
s	[m]	matka
t	[s]	aika
v	[m/s]	nopeus
V	[m ³]	tilavuus
x	[m]	särmiön seinämän pituus
z	[m]	särmiön seinämän leveys
α	-	huokoisuus
ρ	[kg/m ³]	kappaleen tiheys

1 Johdanto

Kandidaatintyössäni tutkin Konnansuon turvetuotantoalueen pintavalutuskentältä lähtevän veden pH:n nostoa. Konnansuo on Turveruukin turpeennosto alue, joka sijaitsee Oulunjoen alimman sivujoen, Sanginjoen valuma-alueella.

Konnansuon turvetuotannon valumavedet johdetaan pintavalutuskentälle, joka puhdistaa vedet kiintoaineista ja ravinteista. Keskimäärin puhdistustulokset ovat olleet hyviä. Ongelmana on ollut pintavalutuskentältä lähtevän veden pH, joka on ollut alhainen. Tässä työssä mitoitetaan sopiva kalkkimäärä, jotta kevään kuivatusvesien pH ei laskisi liian paljon. Lisäksi tarkoituksena on viedä sopiva kalkkimäärä Konnansuolle ja seurata kesän ajan pH:n muutoksia.

2 Teoria

Turvetta on käytetty energiana Suomessa jo yli 100 vuoden ajan ja sen käyttö on lisääntynyt varsinkin 1960-luvun jälkeen. Turvesoiden ympäristövaikutuksia tutkitaan paljon, jotta niitä saataisiin vähennettyä. Tämän takia turvetuotantoalueelle pitää hakea aina ympäristölupa. Turvetuotannolla on vaikutusta niin lähivesistöihin kuin sitä ympäröivään luontoon. Turvetuotannon jälkeen suo tulee palauttaa mahdollisimman luonnonmukaisiin olosuhteisiin, esimerkiksi usein niistä tulee järviä. Pohjois-Pohjanmaalla on noin kolmannes koko maan turvetuotantoalueista. (Kalliokoski 2010)

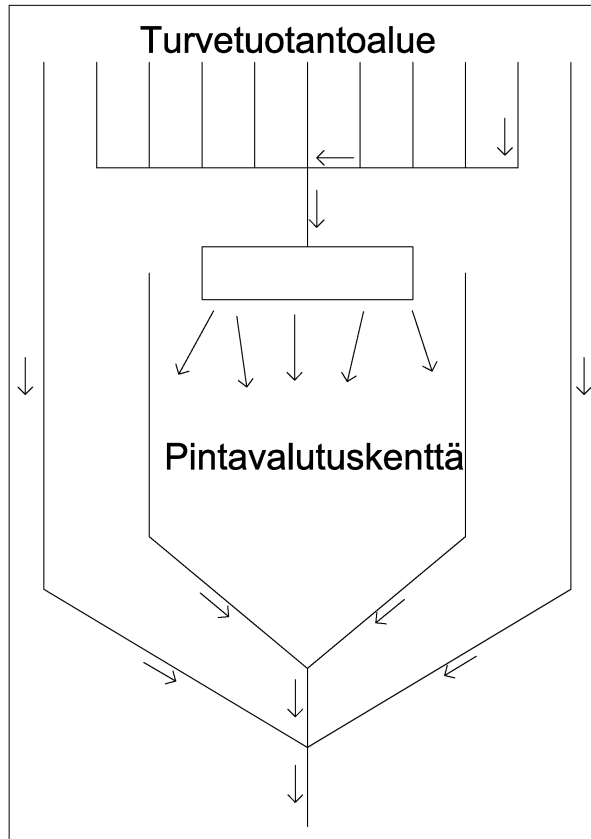
Suomen maaperä tai vesistö voi olla luonnostaan hapan, jolloin eläimistö ja kasvisto ovat sopeutuneet oloihin. Puolestaan luonnostaan neutraalilla alueella happamuudella on haitallisia vaikutuksia kasvillisuuteen ja eläimistöön. Mikäli maaperä on luonnostaan erittäin hapan, voi olla vahingollista yrittää nostaa pH:n arvoa. (Alasaarela, Heikkinen 1988, 11)

pH:ta voi nostaa emäksisillä kemikaaleilla, joita on useita erilaisia. Eniten käytettyjä on erilaiset kalsiumpohjaiset kalkkikivet. (Alasaarela, Heikkinen 1988, 18)

2.1 Turvesuon valumavedet

Turvetuotantoalueen valumavedet tulee puhdistaa ja tällä hetkellä paras tapa siihen on pintavalutuskenttä. Sitä käytetään lähinnä sulan aikana, mutta sitä voidaan hyödyntää ympäri vuoden, mutta tällöin biologiset prosessit eivät ole tehokkaimmillaan. Suomessa pintavalutuskentät ovat hyvin yleisiä. (Marja-Aho 2003, 282-283) Pintavalutuskenttä perustuu luonnontilaiseen suoalueeseen, johon johdetaan ojien avulla valumavedet. Saavutettavaan puhdistustulokseen vaikuttaa kentälle kohdistuva hydraulinen kuormitus, kentän koko, käyttöaste, kaltevuus ja turvepaksuus. Pintavalutuskentän koon tulee olla suurempi kuin 3,8 % valuma-alueen pinta-alasta. Pintakerroksessa tapahtuu kemiallisia, fysikaalisia ja biologisia prosesseja, joiden seurauksena valumavesien ravinteet, kuten fosfori ja typpi, pidättyvät kenttään.

Puhdistetut vedet ohjataan keräilyojien avulla vesistöön. (Ihme 1994, 129-130)
Kuvassa 1 on kuvattuna pintavalutuskentän toimintaperiaate. Nuolet kuvaavat veden virtaussuuntaa.



Kuva 1. Pintavalutuskentän toimintaperiaate. (Ihme ym. 1991, kansi (muokattu))

Nykyisin pintavalutuskentän tehokkuutta parannetaan johtamalla vedet laskeutusaltaan kautta pintavalutuskentälle. Valumavedet johdetaan altaaseen ojien avulla. Laskeutusaltaassa tulee olla mahdollisimman pieni virtausnopeus ja mahdollisimman pitkä viipymäaika, jotta kiintoaineet laskeutuvat altaan pohjalle. Kiintoaine poistetaan altaasta tietyn aikavälein ja sijoitetaan lietteen läjitysalueelle. Puhdistustehokkuus kasvaa hiukkaskoon kasvaessa. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2005)

2.2 Happamuus

Veden kokonaishiilidioksidipitoisuudella on vaikutusta veden ja kalkin tasapainoon. Kokonaishiilidioksidipitoisuus koostuu vapaasta hiilidioksidista ja veden sisältämän

bikarbonaatin (HCO_3^-) ja karbonaatin (CO_3^{2-}) kokonaismäärästä. Veden kovuus kuvaa kalsiumin (Ca^{2+}) ja magnesiumin (Mg^{2+}) määrää vedessä. (Kalkkikivialkalointi 2002, 3-4)

Veden alhainen pH (< 5) eli sen happamuus johtuu humuspitoisessa vedessä yleensä humushapoista. Happamuuteen voi vaikuttaa myös suoturpeessa tapahtuva ioninvaihto, jossa H^+ -ioni vapautuu veteen. Humuspitoiset vedet ovatkin yleensä luontaisesti happamia. (Alasaarela 1988, 6) PH:n lasku aiheuttaa puskurointikyvyn pienenemistä, joka tarkoittaa vesistön luontaista kykyä vastustaa happamoitumista (Kalkitusopas 1999, 4-5). Happamoitumisella on merkitystä eläimille ja kasveille, sillä ne saattavat kärsiä jo pienistäkin muutoksista. PH:n nostolla tahdotaankin turvata ei luonnostaan happamalle vesistölle sen biologiset toimintaedellytykset ja nostaa veden puskurointikyky ja pH (> 6) hyvälle tasolle. Tavallisesti makean veden puskurikyky on pH-alueella > 6, mutta humuspitoisissa vesissä puskurikapasiteettia löytyy koko pH-alueella 3-6. Humusvedet happamoituvatkin kirkkaita vesiä hitaammin. (Alasaarela, Heikkinen 1988, 9-10)

Happamuutta voidaan vesistöissä vähentää monella emäksisellä kemikaalilla. Emäs neutraloi veden sisältämän hiilidioksidin bikarbonaatiksi nostaen veden pH:ta ja kalkkipitoisissa emäksissä kalsiumpitoisuuden nousun myötä nousee myös kovuus. (Kalkkikivialkalointi 2002, 4-5)

Eniten tutkittuja kemikaaleja ovat lipeä (NaOH), sooda (Na_2CO_3) sekä kalkin eri muodot, kuten sammutettu kalkki ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), sammuttamaton kalkki (CaO), kalkkikivi (CaCO_3) sekä dolomiitti (MgCO_3). Lipeää ja soodaa käytetään nostamaan pH-arvo nopeasti, mutta ongelmaksi muodostuu yliannostelun vaara, joka nostaa pH:n nopeasti yli 12. Tällöin kovuus ei lisääny, jolloin vesi saattaa jäädä pehmeäksi. Kalkkipohjaiset kemikaalit puolestaan liukenevat hitaammin, mutta vaikutukset ovat pidempiaikaisia. (Rontu 1992, 24-27)

Taulukko 1. Kemikaalit voidaan ryhmitellä liukenevuuksien perusteella seuraavanlaisesti (Lakso yms. 1989, 12).

dolomiitti (MgCO ₃).	hidas liukeneminen
kalkkikivi (CaCO ₃)	
sammutettu kalkki (Ca(OH) ₂)	
sammuttamaton kalkki (CaO)	
sooda (Na ₂ CO ₃)	
lipeä (NaOH),	nopea liukeneminen

Useimmiten isossa mittakaavassa käytetäänkin kalkkia, koska sitä käyttäessä nousee pH:n lisäksi myös puskurointikyky, kovuus ja kalsiumpitoisuus. Kalkin kemialliset ominaisuudet on tunnettu jo pitkään, mutta vasta 1980-luvulla sen mahdollisuuksia vesistöjen neutraloimiseen alettiin tutkimaan. Erityisesti Ruotsi ja Norja olivat tutkimuksen kärjessä. (Rontu 1992, 24-27) Tässä työssä pohditaan lähinnä kalkkikiven vaikutusta happamuuden poistoon.

2.3 Neutralointi kalkkikivellä

Kalkkikivi reagoi vedessä veden ja hiilidioksidin kanssa seuraavanlaisesti: (Alasaarela, Heikkinen 1988, 20)



Kalkkikivi on siitä erinomainen neutraloija, että se liukenee hyvin veteen, liukeneminen kuitenkin riippuu kalkkikiven raakoista ja neutraloitavan veden pH-arvosta. Mitä pienempi raekoko, sen paremmin ja nopeammin kalkkikivi liukenee ja sen paremmin se neutralisoi. Kalkkikivi reagoi vedessä niin kauan kun hiilidioksidia on vapaana. Kuitenkin Bjerle ym. (1982) osoitti että kalkkikivihiukkasten ympärille ei muodostu liukenemista hidastavaa rajakerrosta, jonka takia virtaavassa vedessä hiilidioksidilla ei ole vaikutusta. Kalkkikivi liukenee veteen kuitenkin huonoiten verrattuna lipeään, soodaan tai dolomiittiin, mutta sillä on pitkäaikaisin vaikutus. (Alasaarela, Heikkinen 1988, 25-26)

Ennen kalkituksen suunnittelua tulee tietää happamoituneen vesistön pinta-ala, syvyys, valuma-alueen pinta-ala, vuotuinen keskivalunta, viipymä, vesikemialliset tiedot, virtaamatiedot ja omistussuhteet. (Kalkitusopas 1999, 17)

Johanssenin (1985) mukaan kalkkikivijauheen erilaisia annostelumenetelmiä virtaaviin vesiin ovat suoraan veteen kaataminen, kalkkikivimurskeen levittäminen uoman pohjalle sekä valuma-alueen maaperän ja yläpuolisten järvien kalkitus. Useat tutkimukset viittaavat siihen, että kalkkikivimurskeen levittäminen uoman pohjalle ei ole tuonut haluttuja tuloksia. Syynä on ajateltu, että kalkkikiven pinnalle saostunut rauta ja humus vähentävät sen liukenemistä, varsinkin humuspitoisissa vesissä. Tutkimuksissa on sen sijaan saatu hyviä tuloksia valuma-alueen maaperän kalkituksella, mutta tulokset olivat lyhytaikaisia. Maaperän kalkituksen riski on, että se voi vahingoittaa pohjaeläimistöä ja siksi sitä tulisi välttää. (Alasaarela, Heikkinen 1988, 44-47)

3 Aineisto ja menetelmät

3.1 Tutkimusalue

Konnansuo sijaitsee Sanginjoen valuma-alueella Oulun lähialueella. Turveruukki Oy nostaa turvetta kyseiseltä suolta. Valumavedet muuttuvat kesäisin pintavalutuskentän jälkeen happamiksi. Varsinaista syytä tähän ei ole löytynyt.

Talvella käytössä on laskeutusallas ja sulan aikana toukokuusta lokakuuhun vedet pumpataan pintavalutuskentälle. Pumpkauksen aikana virtaama pintavalutuskentälle on keskimäärin 660 m³/d. Turvetuotantoalueen pinta-ala on 33,6 ha ja pintavalutuskentän pinta-ala on noin 2,3 ha. Pintavalutuskenttä on 6,8 % koko alueesta. Pintavalutuskenttää ympäröi keräilyojat, joiden avulla vesi kootaan Konnansuon, joka laskee Sanginjokeen. Alueesta on kartta liitteenä 1. Kentän ojia on jouduttu tukemaan ruokohelpipaaleilla kuvan 2 mukaisesti, jotta ojassa olevan veden virtausnopeus pienenesi ja samalla ne tukevat ojan reunoja sortumalta. Keräilyojat ovat noin metrin levyisiä ja niiden syvyys on metrin ja kahden metrin väliltä.



Kuva 2. Konnansuon keräilyojan ruokohelpipaaleja. (Kuva: Simo Tammela)

3.2 Kalkkimäärän laskentamentelmät

Palomäki ym. (2001) on esittänyt kalkkikivisuodattimelle, että tarvittavan kalkin määrä saadaan kaavasta (2)

$$V_{\text{kalkki}} = \frac{t q_{\text{mit}}}{60\alpha}, \quad (2)$$

missä V = kalkin tilavuus (m^3),
 t = viipymäaika, jonka veden täytyy olla kosketuksissa kalkkikiveen (s),
 q_{mit} = mitoitusvirtaama (m^3/h) ja
 α = kalkkipatjan huokoisuus.

Ennen kun kalkin määrää voidaan laskea, tulee kuitenkin määrittää viipymäaika ja arvioida kalkkipatjalle huokoisuus. Vesi virtaa rakeiden välisessä huokostilassa, ja tämän veden virtauksen perusyhtälö on Darcyn laki (3). (Mälkki 1999, 23-27) Viipymäaika saadaan arvioitua Darcyn nopeuden q kaavan (3) sekä perusmekaniikan oppien mukaan keskinopeuden kaavan (4) avulla.

$$q = \frac{K i}{\alpha}, \quad (3)$$

missä K = maan hydraulinen johtavuus (m/s),
 i = hydraulinen gradientti $\Delta H/\Delta L$ (m/m) ja
 α = maan huokoisuus.

$$v = \frac{s}{t} \leftrightarrow s = vt, \quad (4)$$

missä s = matka (m),
 t = aika (s) ja
 v = nopeus (m/s).

Kalkki asettuu suurin piirtein suorakulmaisen särmiön mukaisesti ja sen tilavuus lasketaan kaavalla (5)

$$V = h \cdot x \cdot z, \quad (5)$$

missä h = särmiön korkeus
 x = särmiön seinämän pituus
 z = särmiön seinämän leveys

Kalkin massa saadaan laskettua kaavalla (6)

$$m = \rho \cdot V, \quad (6)$$

missä m = kappaleen massa (kg),

ρ = kappaleen tiheys (kg/m^3) ja

V = kappaleen tilavuus (m^3).

3.3 Neutralointimenetelmän valinta

Neutralointimenetelmäksi valittiin ojien kalkitseminen niin sanotuilla kalkkipadoilla, jolloin vedelle saataisiin mahdollisimman pitkä viipymä, kun se virtaa useiden eri kalkkipatojen ohi. Kalkkikiven raekoon täytyy olla suhteellisen suuri, koska pienirakeinen helposti liukeneva kalkki sakkautuu ojan pohjalle ja tukkeutuu nopeasti. Suurirakeisen kalkkikiven ongelmana on se, että kontaktipinta-ala on pienempi ja siihen tulee muodostumaan biofilmiä heikentäen sen tehoa. Kalkkivipadot sijoitettaisiin ruokohelpipaalien eteen, jotta kalkkipato olisi tuettuna alavirran puolella.

Nordkalkin tarjouksen mukaisesti käytettäväksi raekokojakaumaksi valittiin kalsiittista kalkkikiveä, jonka raekoko on 0-35 mm (kuva 3).



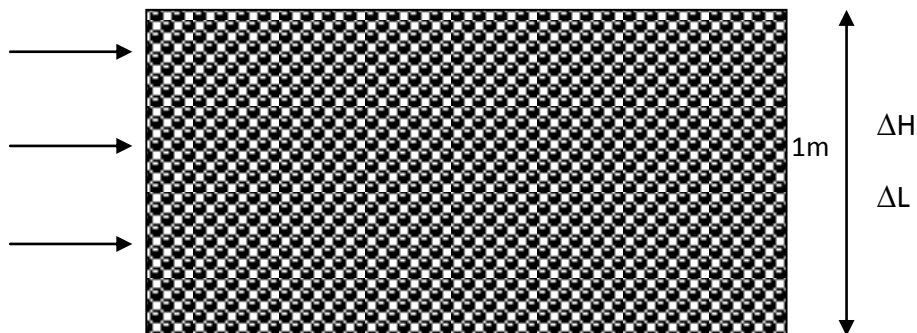
Kuva 3. Kalkkivirouhetta. (Kuva: Simo Tammela)

4 Tulokset

Turveruokin toimittamien tietojen perusteella laskettiin keskimääräisen vuorokautisen veden virtaama $Q_{av,d}$ (liite 2). Keskimääräiseksi vuorokautiseksi virtaamaksi saatiin $Q_{av,d} = 658,79 \text{ m}^3/\text{d}$.

4.1 Kalkkipadon tilavuus

Darcyn lain avulla kaavalla (3) voidaan määrittää virtausnopeus kalkkipatjan läpi. Kalkkipatja voidaan luokitella kuten sora sen huokoisuuden ja hydraulisen johtavuuden perusteella. Hydraulinen gradientti $i = \Delta H/\Delta L = 1\text{m}/1\text{m}$ kuvan 4 mukaisesti. Soran ja hiekan huokoisuus on 0,2-0,35 välillä, joten huokoisuuden arvoksi valittiin $\alpha = 0,25$. (Mälkki 1999, 25)



Kuva 4. Periaatekuva veden virtauksesta kalkkipatjan läpi.

Kaavan (3) avulla saadaan siis virtausnopeus kalkkipatjan läpi.

$$K = 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$\alpha = 0,25$$

$$i = 1\text{m}/\text{m}$$

$$q = \frac{10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}} * 1}{0,25} = 0,004\text{m/s}$$

Jotta kalkki ja vesi ehtisi reagoimaan, laskennallinen viipymä yhdelle kalkkipadolle on 10 minuuttia. Kun patoja tulee useampi peräkkäin, kokonaisviipymä kasvaa. Darcyn

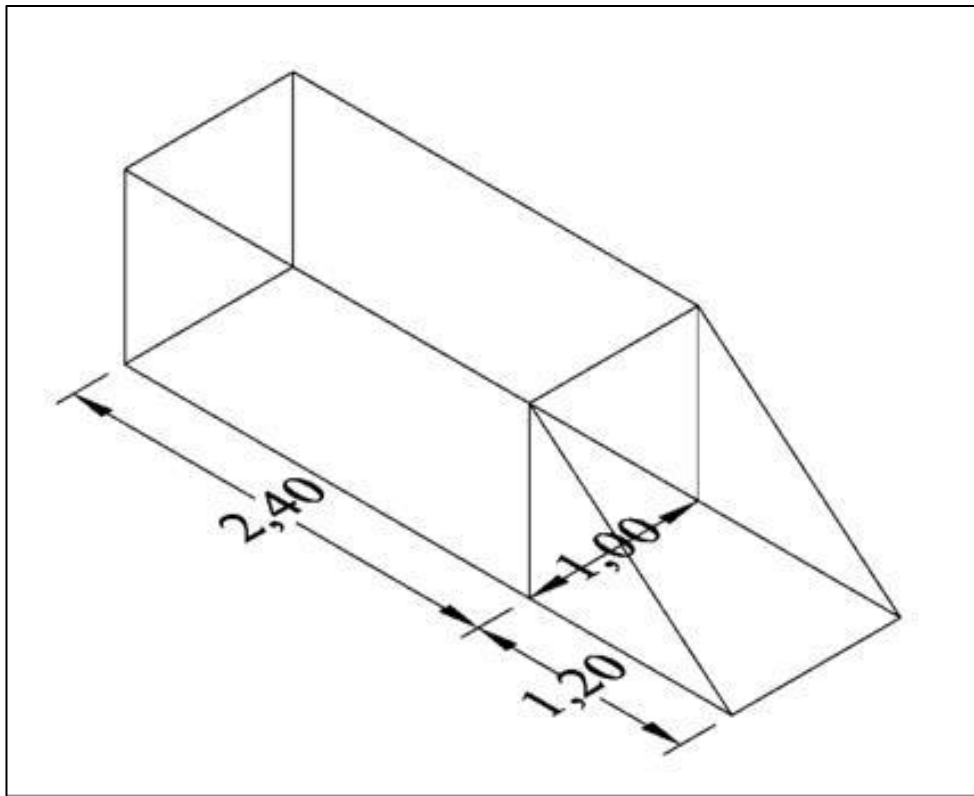
nopeus q voidaan ilmaista myös kirjaimella v ja tällöin voidaan laskea veden virtaama matka kymmenen minuutin aikana $0,004 \text{ m/s}$ nopeudella kaavan (4) avulla.

Viipymä $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$

$$v = 600 \text{ s} \cdot 0,004 \text{ m/s} = 2,4 \text{ m}.$$

Eli vesi virtaa kymmenen minuutin aikana $2,4 \text{ m}$. Tämä voidaan ottaa padon minipituudeksi veden virtaussuunnassa.

Kokoojaja on noin metrin leveä ja vesisyvyys on noin metrin. Teoreettisesti kalkkikivet asettuvat kuvan 5 mukaisesti, joten yhden padon tilavuudeksi tulee kaavan (5) mukaisesti.



Kuva 5. Kaaviokuva padon muodosta

$$V_1 = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ m} = 2,4 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m}}{2} = 0,6 \text{ m}^3$$

Joten yhden padon tilavuudeksi saadaan $V_1 + V_2 = (2,4 + 0,6) \text{ m}^3 = 3,0 \text{ m}^3$.

4.2 Tarvittava kalkkimäärä

Mitoittava virtaama kuutiota tunnissa saadaan $Q_{av,d} = 685,79 \text{ m}^3/\text{d}$:n avulla.

$$q_{mit} = \frac{685,79 \text{ m}^3/\text{d}}{24 \text{ h/d}} = 28,5746 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Tarvittava kalkin määrä lasketaan kaavalla (2). Kalkkipatjan huokoisuus on soran ja hiekan kanssa yhtä suuri (0,2-0,35) ja näistä valitaan $\alpha = 0,2$ huokoisuuden arvoksi. (Mälkki 1999, 25)

$$V_{kalkki} = \frac{10 \text{ min} * 28,5746 \text{ m}^3/\text{h}}{60 \left(\frac{\text{min}}{\text{h}}\right) * 0,2} = 23,9788 \text{ m}^3 \approx 24 \text{ m}^3$$

Joten tarvittava kalkin määrä on 24 m^3 . Nordkalkin mukaan kuutio kalkkia painaa 1500 kg. Kaavan (6) avulla saadaan siis tarvittavien kalkkipatojen massa.

$$m = 1500 \text{ kg/m}^3 * 24 \text{ m}^3 = 36000 \text{ kg} \approx 36000 \text{ kg}$$

Nordkalk toimittaa kalkit niin sanotuissa suursäkeissä, yhteen suursäkkiin mahtuu noin 1000 kg kalkkikiveä. Yhden padon tilavuus on 3 m^3 ja kaiken kaikkiaan tarvittava kalkkimäärä on 24 m^3 . Joten patoja tarvitaan yhteensä $\frac{24}{3} = 8,00 \approx 8$. Patojen massa yhteensä on 36000 kg, joten yhden padon massaksi saadaan $\frac{36000 \text{ kg}}{8} = 4500 \text{ kg}$ eli 5 suursäkkiä kalkkikiveä. Kaiken kaikkiaan tarvitaan 36 suursäkkiä kalkkikiveä. Täysperävaunuun mahtuu 36 suursäkkiä, joten sen verran kalkkikivirouhetta vietiin Konnansuolle 28.4.2010.

Jos huokoisuus olisi $\alpha = 0,25$, kuten aiemmin laskussa, niin $V_{kalkki} = 19,2615 \text{ m}^3$. Tällöin tarvittavan kalkin määrä on $m = 28800 \text{ kg}$. Jolloin kalkkikiveä tarvittaisiin yhteensä 27 suursäkkiä.

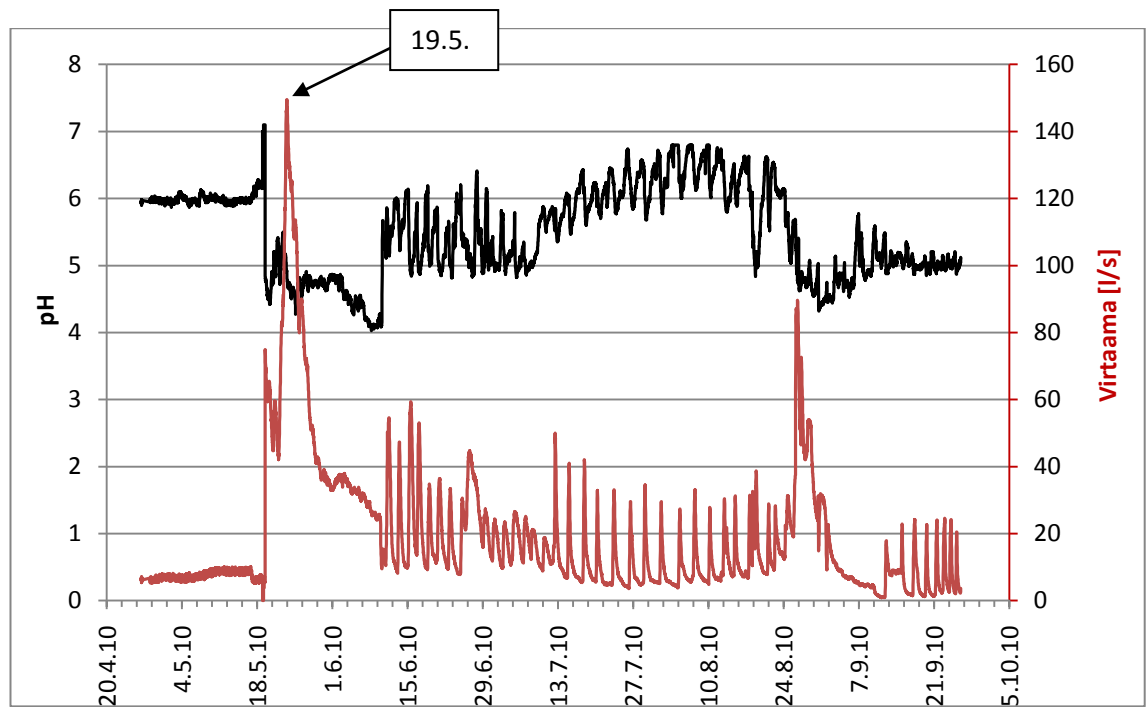
5 Tulosten arviointi

Patojen määrää jouduttiin muuttamaan ennalta lasketuista ojan vaihtelevien mittojen vuoksi.



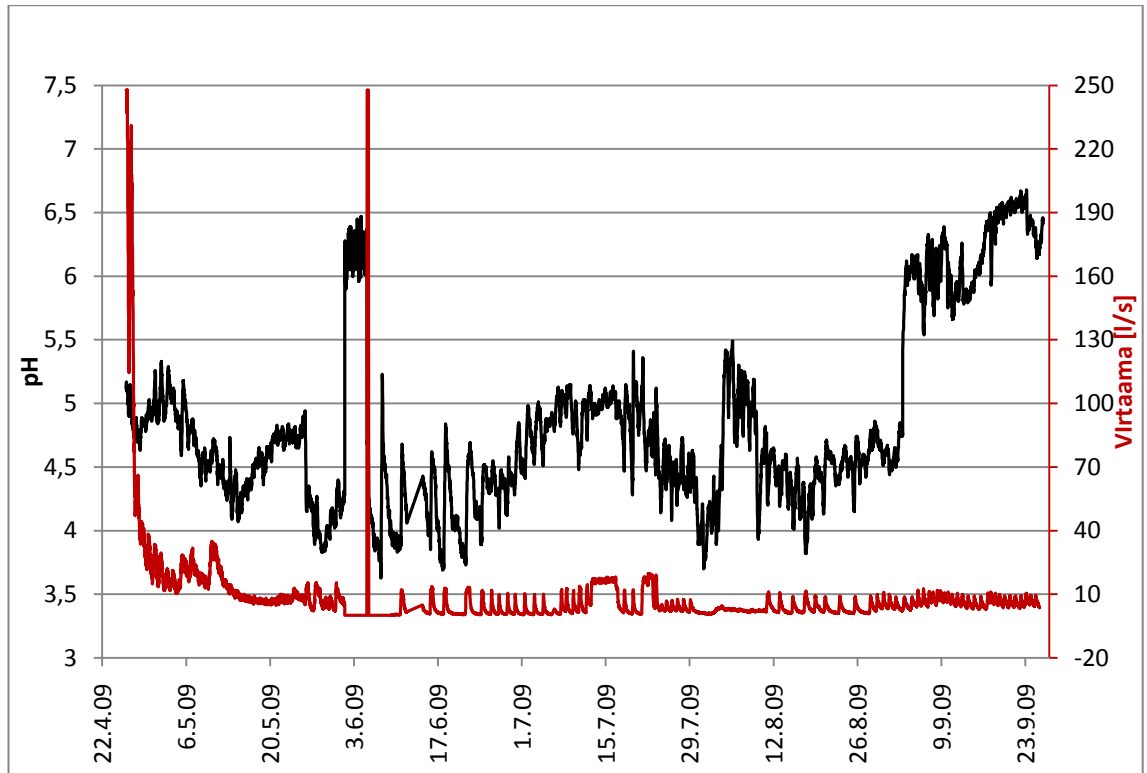
Kuva 6. Kalkkirouheen asettelemista ruokohelpipaalin eteen. (Kuva: Simo Tammela)

Turveruukin jatkuvatoiminen loggeri mittasi muun muassa pH:ta ja pinnankorkeutta laskuojasta. Kuvissa 7, 8 ja 9 on esitetty virtaama ja pH 26.4.-26.9. välisenä aikana vuosina 2008, 2009 ja 2010. Vuonna 2010 pumppu laitettiin päälle 19.5. Kalkkikivirouheen lisäämisen jälkeen pH tasoittui hyvin 5-6,5 välille, mutta laski sitten kun pumppu laitettiin päälle virtaamien kasvun myötä, kuten kuvassa 7 näkyy. PH on pysynyt koko kesän kuuden tienoilla, mikä oli toivottu arvo. Turveruukin mukaan virtaaman data ei kuitenkaan ole luotettava, sillä mittapadolla on ollut padotusongelmia koko kesän ajan ja datassa virtaama on korkeampi kuin todellisuudessa virtaama oli. Kuitenkin virtaaman vaihtelut selviävät kuvaajasta ja pH:n vaihtelut virtaaman vaihtelun mukaan on todellista.

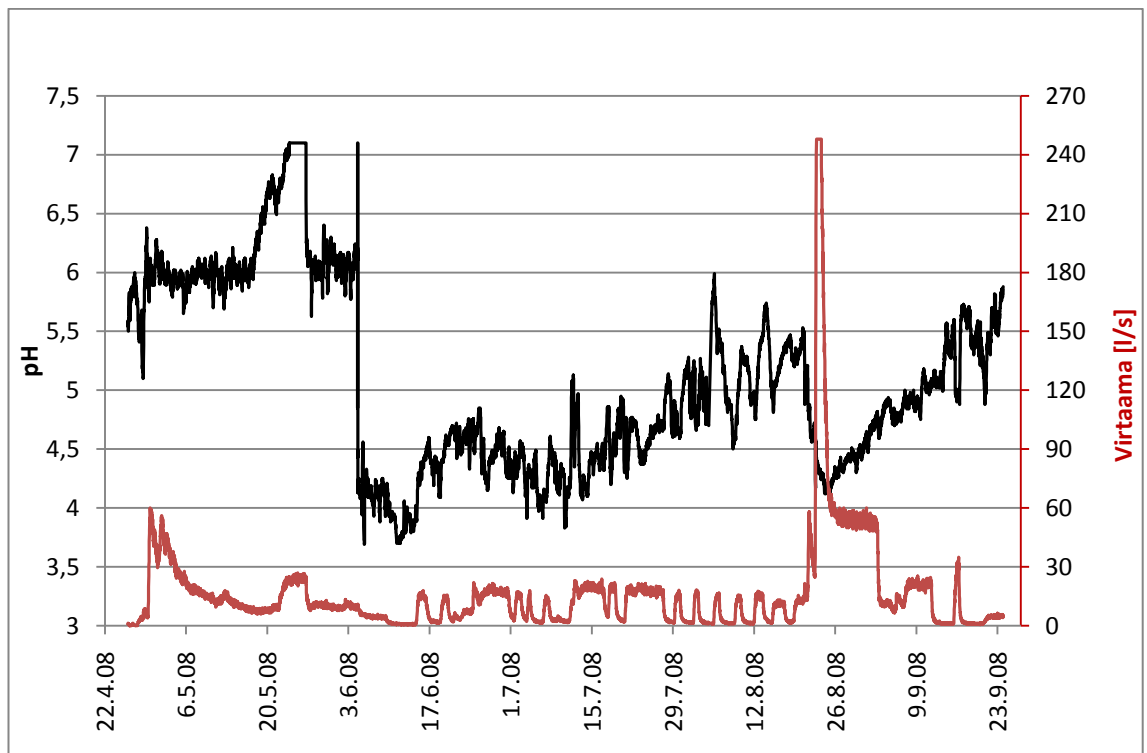


Kuva 7. Kevään 2010 virtaama-pH-käyrä.

Kuvista 7, 8 ja 9 voidaan karkeasti päätellä, että kalkkipadoilla oli vaikutus ojasta lähtevän veden pH:hon. Aluksi kalkkipadoilla oli merkitsevä vaikutus, sillä pH nousi jopa seitsemään. Koko kesän 2010 pH on pysynyt viiden ja kuuden välillä, kun vuosina 2008 ja 2009 se on ollut lähes poikkeuksetta alle viiden. Vaikutus kuitenkin heikkeni kesän 2010 edetessä, koska kalkki painui ojiin ja kalkin päälle muodostui biofilmiä. Näin lyhyen ajan tarkastelu ei kuitenkaan ole tilastollisesti kovin merkittävä vaan vain suuntaa antava.



Kuva 8. Vuoden 2009 pH:n vaihtelut.



Kuva 9. Vuoden 2008 pH:n vaihtelut.

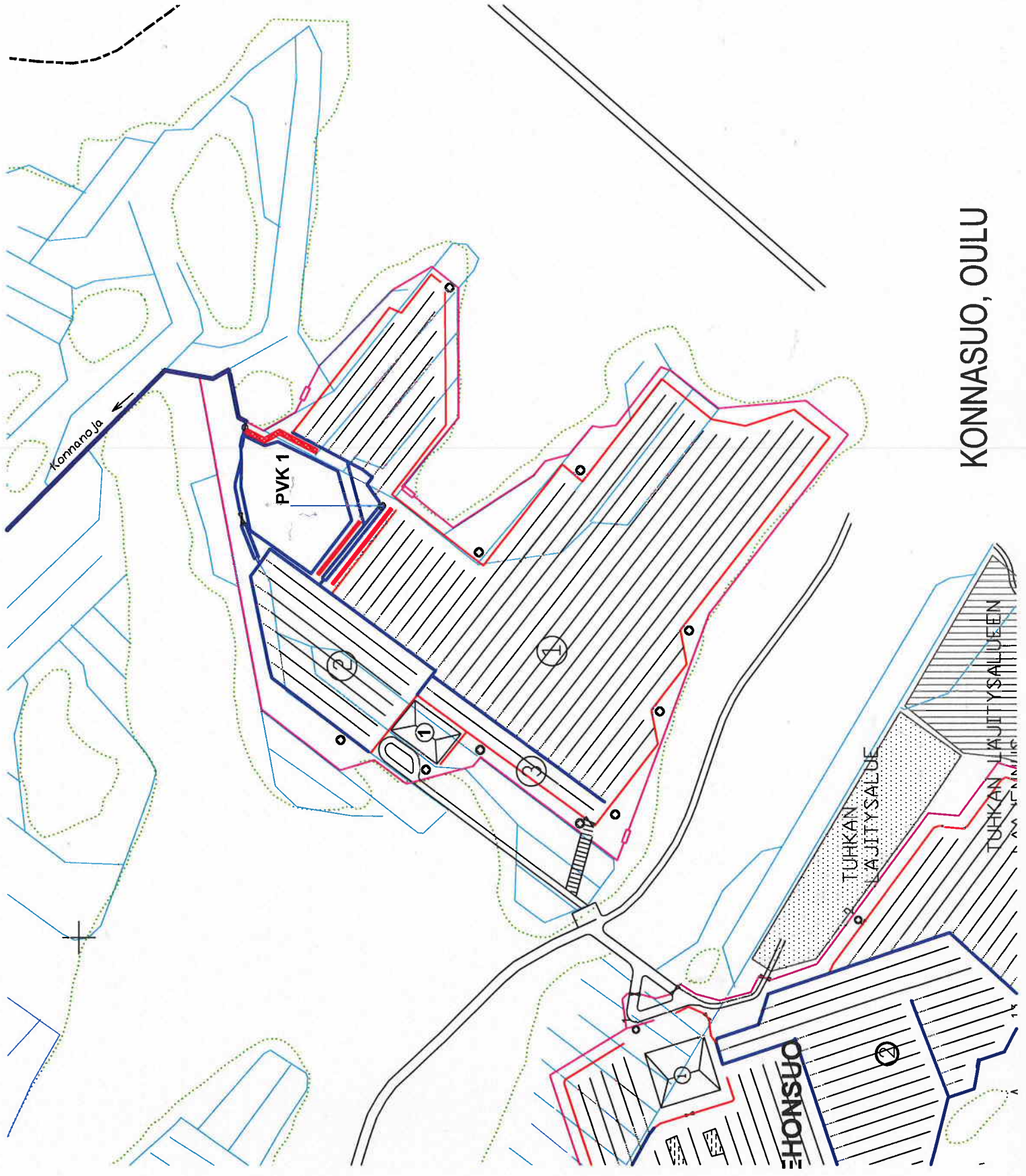
6 Yhteenveto

Konnansuolta pintavalutuskentälle tuleva vesi on ollut hyvälaatuista, mutta pintavalutuskentältä lähtevä vesi on ollut hapanta. Työn tarkoituksena oli parantaa Konnansuon turvetuotantoalueen pintavalutuskentältä lähtevän veden laatua nostamalla sen pH:ta. Happamuuden poisto oli helpointa toteuttaa lisäämällä kalkkia veteen, joten tämän työn tarkoitus oli mitoittaa sopiva kalkkimäärä. Työn aikana päätettiin, että keräilyojiin sijoitettaisiin kalkkipatoja, siten että viipymä olisi mahdollisimman suuri, jotta vesi pääsisi reagoimaan kalkin kanssa. Ongelmaksi muodostui kalkin reagoiminen veden kanssa, sillä kalkkirakeiden päälle muodostui biofilmiä, jolloin liukeneminen hidastui. Ongelmana oli myös oikean kalkkimäärän laskeminen, sillä niin moni asia vaikuttaa siihen, miten hyvin kalkki reagoi veden kanssa.

Lopputulos ei ole tilastollisesti merkittävä, sillä vertailukohteena oli vain kahden aiemman kesän virtaamat ja pH-arvot. Mittauksia olisi jatkettava useampi kesä ja kalkkia lisättävä, jotta tuloksia voitaisiin pitää merkittävänä. Selkeästi on kuitenkin havaittavissa että aluksi kalkkipadoilla oli vaikutusta ojasta lähtevään veteen, kun pH nousi rajusti. Vaikutus kuitenkin heikkeni kesän edetessä, koska kalkin päälle alkoi muodostumaan biofilmiä ja kalkki painui ojiin.

Lähdeluettelo

- Alasaarela E ja Heikkinen K (1988) Happamoituneiden vesistöjen neutralointi. Kirjallisuuskatsaus. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisu 18, s.93. ISBN 951-47-1551-X.
- Ihme R, Heikkinen K, Lakso E (1991) Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisu 75, s.195. ISBN 951-47-4299-0.
- Ihme R (1994) Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), s.140. ISBN 951-38-4506-0.
- Kalkitusopas (1999). 3. painos. Helsinki, Kalkitusyhdistys, s.20.
- Kalkkikivialkalointi (2002) Opas veden syövyttävyyden vähentämiseksi. Helsinki, Vesi- ja viemäri- ja ympäristöyhdistys, s.27. ISBN 952-5000-35-4.
- Kalliokoski K (2010) Turvetuotanto ja ympäristö [verkkosivu]. Pohjois-Pohjanmaan ELY. Päivitetty 4.3.2010 [viitattu 12.10.2010]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=103463>
- Lakso E, Lindroos S, Weppling K (1989) Neutralointiohjeet happamien sulfaattimaiden valumavesille. Ohjeita. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisu 34, s.29. ISBN 951-47-2588-3.
- Mälkki E (1999) Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö. Tampere, Tammer-paino Oy, s.304. ISBN-951-26-4515-7.
- Palomäki J, Kuorikoski A (2001) Kalkkikivialkalointi Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueen vesilaitoksilla. Vaasa, Länsi Suomen ympäristökeskus, s.163. ISBN-952-11-0898-3.
- Rontu M (1992) Pohjaveden alkalointi kalkkikivisuodatuksella. Tutkimusraportti. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisu A 104, s.83. ISBN 951-47-6357-2.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY (2005), Laskeutusaltaat [verkkosivu]. RiverLife-projektia varten koottu sivusto. Pohjois-Pohjanmaan ELY. Julkaistu 2.3.2005 [viitattu 12.10.2010]. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=13297&lan=fi>
- Marja-Aho J (2003), The use of overland flow in the peat production areas of Vapo OY in Finland. Ülo Mander, Christina Vohla, Age Poom (toim), Constructed and Riverine Wetlands for Optimal Control of Wastewater at Catchment Scale. Tartu, Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 94, s. 282-285.



KONNASUO, OULU

KONNASUO

TURKAN LAJITYSALUE

TURKAN LAJITYSALUEEN

Liite 2(1/2)

Näyteajankohta	Jakson Q (m ³ /d)	Jakson q (l/s*km ²)
2009		
27.5.-10.6.	370	10
11.6.-21.6.	296	8
22.6.-6.7.	218	6
7.7.-22.7.	764	22
23.7.-2.8.	269	8
3.8.-19.8.	280	8
20.8.-1.9.	310	9
2.9.-14.9.	562	16
15.9.-27.9.	536	15
2008		
12.5.-225.5.	1130	32
26.5.-10.6.	731	21
11.6.-25.6.	521	15
26.6.-7.7.	971	27
8.7.-22.7.	1087	31
23.7.-4.8.	808	23
5.8.-19.8.	588	17
2.9.-17.9.	1096	31
18.9.-1.10.	483	14
2.10.-13.10.	734	21
2007		
1.5.-7.5.	691	19
8.5.-14.5.	1256	35
15.5.-30.5.	1697	48
31.5.-11.6.	1249	35
12.6.-27.6.	229	6,5
28.6.-11.7.	328	9,3
12.7.-23.7.	522	15
24.7.-7.8.	334	9
8.8.-21.8.	334	9
22.8.-5.9.	383	11
6.9.-18.9.	439	12
19.9.-3.10.	703	20
4.10.-17.10.	620	18
18.10.-31.10.	892	25
2006		
29.5.-13.6.	1845	52
14.6.-28.6.	1117	32
29.6.-12.7.	751	21
13.7.-26.7.	719	20
27.7.-7.8.	639	18
8.8.-21.8.	553	16
22.8.-5.9.	312	8,8

Liite 2 (2/2)

6.9.-17.9.	98	2,8
18.9.-1.10.	204	5,8
	Keskiarvo	
	658,79	18,6238095

Lähde: Turveruukki Oy