



TUUSULAN RUSUTJÄRVEN
VALUMA-ALUEEN
VESIENSUOJELUN
YLEISSUUNNITTELU

11.3.2021
Juha Siekkinen
KOSTEIKKOMAILMA

SISÄLLYS

1 HANKKEEN YLEISKUVAUS, TAVOITTEET JA YHTEENVETO	3
1.1 Hanke, toteuttaja ja suunnittelu	3
1.2 Tavoitteet	3
1.3 Selvitysalueen sijainti ja valuma-alue.....	4
2 YHTEENVETO KOHTEISTA JA KUSTANNUKSISTA.....	6
3 VESIENSUOJELURAKENTEET	7
Kohteet 1a ja 1b.....	8
Kohde 2.....	9
Kohde 3.....	10
Kohde 4.....	11
Kohteet 5a–5c.....	13
Kohde 5d.....	15
Kohteet 5e ja 5f	16
Kohteet 5g–5i	18
Kohteet 6a–6c.....	21
Kohteet 7a–7e	23
Kohteet 7f ja 7g	25
Kohde 7h.....	27
Kohde 8a ja 8b	28
4 VESIENSUOJELURAKENTEET JA NIIDEN HOITOTOIMENPITEET	31
4.1 Kosteikko	31
4.2 Laskeutussyväne.....	35
4.3 Laskeutussyväne + putkipato	36
4.4 Kaksitasouoma.....	37
4.5 Puuhakebioreaktorit.....	39
4.5.1 Maanalainen puuhakebioreaktori.....	40
4.5.2 Pellon/laitumen ja uoman väliin perustettavat puuhakebioreaktorit	43
4.5.3 Uomaan perustettavat puuhakebioreaktorit	45
4.6 Puuniput osana vesiensuojelurakennetta	47
5 VESIENSUOJELURAKENTEIDEN YLLÄPITO JA HOITOTYÖT	49
6 TOIMENPITEET KOHDELUETTELONA	50

KUVAT JA TAULUKOT

Kuva 1. Rusutjärven sijainti eri valuma-aluejaotteluissa.....	4
Kuva 2. Rusutjärven 918 ha:n valuma-alue kartalla.....	5
Kuva 3. Vesiensuojelurakenteiden sijainti yleiskartalla.....	7

1 HANKKEEN YLEISKUVAUS, TAVOITTEET JA YHTEENVETO

1.1 Hanke, toteuttaja ja suunnittelu

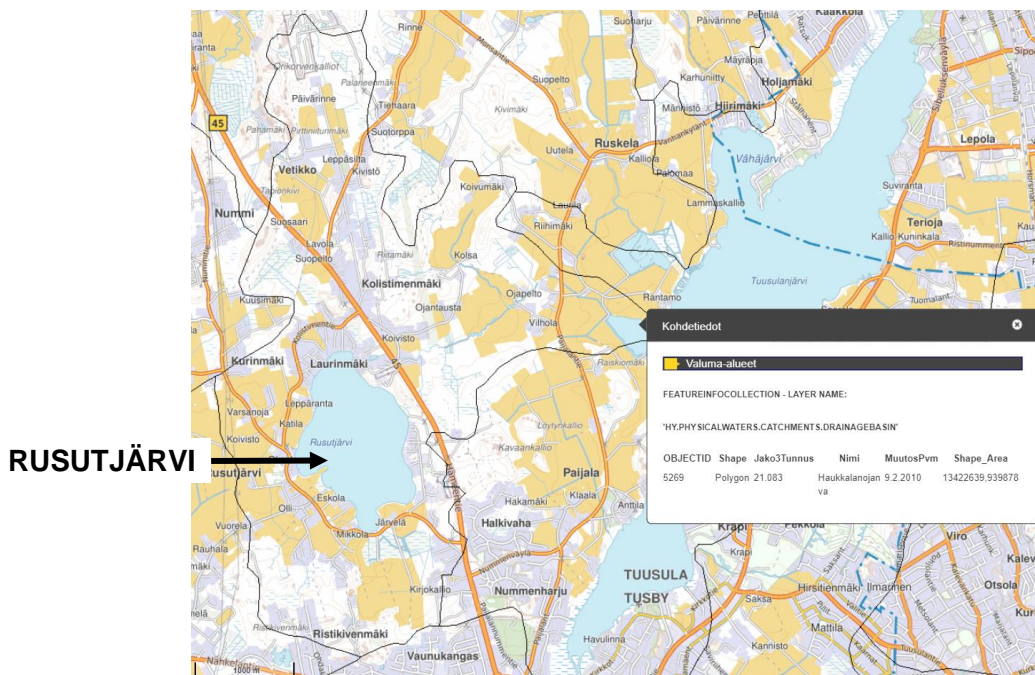
Hankkeen toteuttaja(t) ja yhteystiedot Keski-Uudenmaan ympäristökeskus Yhteyshenkilö: Ympäristösuunnittelija Jaana Hietala Keski-Uudenmaan ympäristökeskus PL 60, 04301 Tuusula P. 040 314 4703, jaana.hietala@tuusula.fi	Suunnitelman laatija Suunnittelubiologi Juha Siekkinen, Kosteikkomaailma Ketotie 8 A, 90440 Kempele, p. 040 413 9606, juha.siekkinen@kosteikkomaailma.fi
--	--

1.2 Tavoitteet

Hankkeen yleiskuvaus Hankkeen tavoitteena oli laatia vesiensuojelun yleissuunnitelma, jolla tehostetaan Tuusulan Rusutjärven valuma-alueen vesiensuojelua ja vähennetään jokien ja niiden alapuolisten vesistöjen ravinne-, kiintoaine- ja haitta-ainekuormitusta (mikromuoveja, esim. kumipölyä). Lisäksi tavoitteena on myös tasata virtaamia, mikä on erityisen merkityksellistä tulvien aikana eroosion vähentämisessä sekä ravinteiden ja kiintoaineen talteenotossa. Näitä tavoitteita voidaan toteuttaa suunnittelemalla ja toteuttamalla erilaisia vesiensuojelurakenteita. Vesiensuojelurakenteilla on myönteisiä vaikutuksia myös luonnon monimuotoisuuteen, kosteikkolajien elinympäristöihin ja lähimaisemaan. Lisäksi osa rakenteista sijaitsee lähellä teitä, jolloin niihin on helppo tutustua ja niitä voidaan käyttää esimerkkikohteina vesiensuojelun neuvonnassa ja koulutuksessa. Suunnitelmassa esitetään toimenpide-ehdotuksia vesiensuojelurakenteiden toteuttamiseksi ja uomien ennallistamiseksi. Työssä tarkasteltiin koko Rusutjärven valuma-aluetta, jonka laajuus on 918 ha. Rakenteet kohdennettiin havaittuihin ongelmakohtiin ja suunnitellut rakenteet tukevat toistensa toiminnallisuutta. Vesiensuojelurakenteisiin ohjautuu lähinnä maa- ja metsätalousalueiden ojitus- ja valumavesiä. Osa rakenteista sijaitsee lähellä teitä ja asutusta, jolloin niihin ohjautuu myös hulevesiä. Tämä yleisselvitys esittää toimenpide-ehdotuksia vesiensuojelurakenteiden laatimiseksi. Kohteiden käytännön toteutus edellyttää jokaisesta rakenteesta toimenpidesuunnitelman, joka tehdään yhteistyössä kiinteistön omistajan tai hänen edustajansa kanssa. Toimenpidesuunnitelmassa määritetään vesiensuojelurakenne ja sen sijainti, laajuus, mahdollinen puuston poisto, kaivumaiden sijoitus sekä kulku koneilla kohteelle, vedenkorkeuden säätelylaitteet ja vedenpinnan tasot siten, että naapurikiinteistöille ei tule vettymähaittoja tai niiden kuivatustilanne ei heikkene ellei kiinteistön omistaja anna siihen erikseen suostumusta. Vesiensuojelurakenteet perustetaan pääosin yksityisten omistamille kiinteistöille.

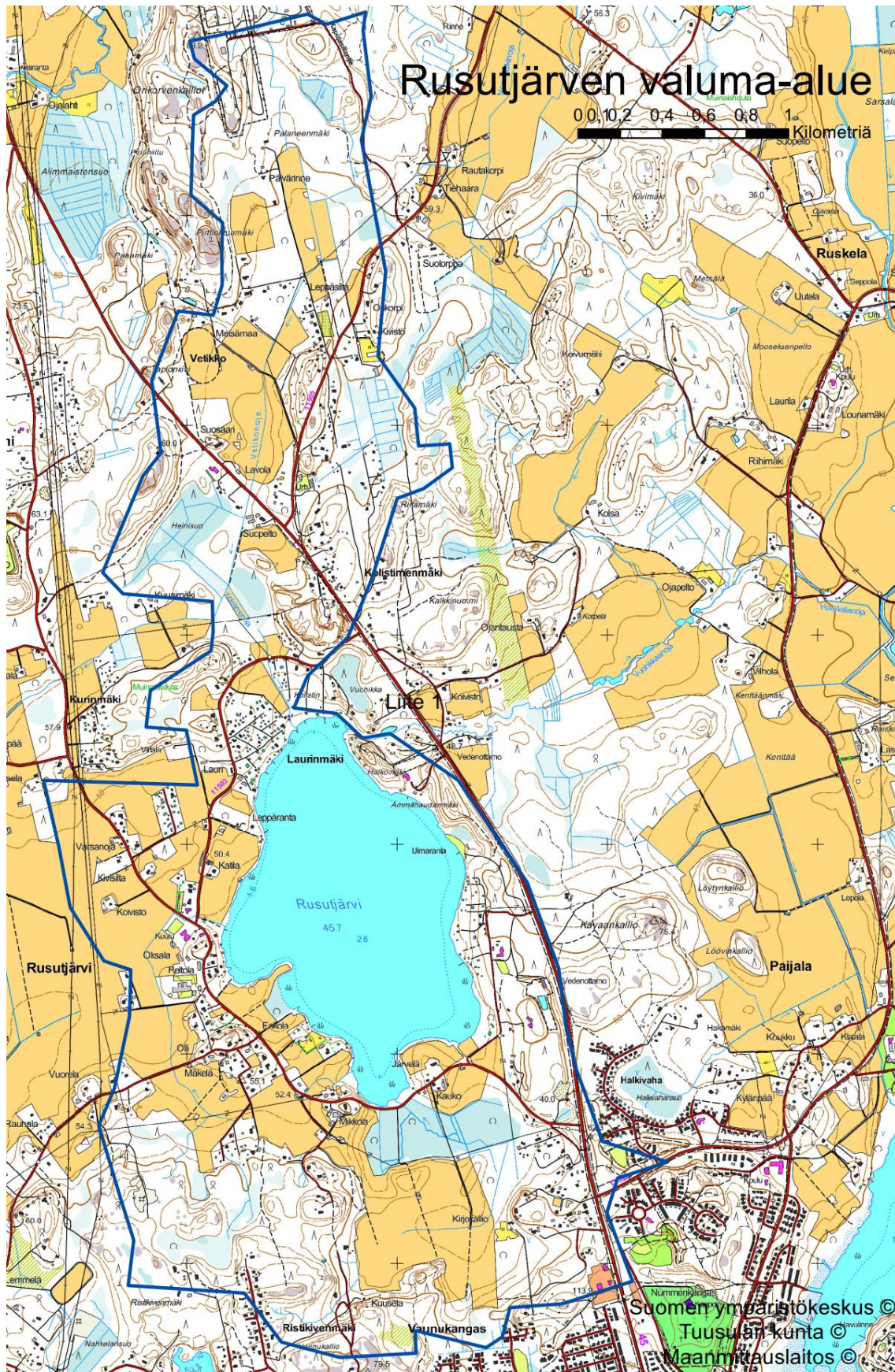
1.3 Selvitysalueen sijainti ja valuma-alue

Tuusulan Rusutjärven suunnittelualue sijaitsee Vantaan päävesistöalueeseen (21) kuuluvalla Tuusulanjoen valuma-alueella (21.08) ja siellä Haukkalanojan osavaluma-alueella (21.083), kuva 1.



Kuva 1. Rusutjärven sijainti eri valuma-aluejaottelussa.

Suunnittelualueena on käytetty Rusutjärven valuma-aluetta, jossa valuma-alueen määrittäminen perustuu selostettuun Tynin (2016) julkaisuun ”Rusutjärven valuma-alueetarkastelu”. Siinä valuma-alueen pinta-ala on ilmoitettu **918 ha** ja rajaus on kuvassa 2 (kuva on em. julkaisusta).



Kuva 2. Rusutjärven 918 ha:n valuma-alue kartalla.

2 YHTEENVETO KOHTEISTA JA KUSTANNUKSISTA

Selvityksen aikana on osoitettu **27 eri kohdetta**, joihin voi olla mahdollisuus perustaa 50 erilaista vesiensuojelurakennelmaa tai niiden yhdistelmää (taulukko 1). Näiden rakenteiden rakentamiskustannukset ovat **87 630 € (alv 0 %)**.

Yhdellä kohteella voi olla yksi tai useampi vesiensuojelurakenne. Esimerkiksi kohteella voi olla laskeutussyväne ja siihen yhdistettynä kasvillisuuskenttä sekä laskeutussyvänteeseen laitettavat puuniput. Toimenpide-ehdotuksissa on myös esitetty vaihtoehto ensisijaiselle vesiensuojelurakenteelle. Tavallisesti tämä vaihtoehto on ojan laajennus siten, että sinne voidaan laittaa puunippuja.

Taulukko 1. Vesiensuojelurakenteet, niiden kohdelukumäärä ja vähimmäispinta-alat.

Vesiensuojelurakenne	Kohteiden määrä		Kaivun määrä		Kustannukset		
			Pinta-ala	m ³ ktr	Kustannus €/ yksikkö	yhteensä (€, alv 0 %)	
Laskeutussyväne	13	kpl	2 700 m ²	8 100 m ³	75 €	30 m ³	20 250 €
Putkipato	3	kpl			500 €	kpl	1 500 €
Pintavalutuskenttä	2	kpl	350 m ²		100 €	kpl	200 €
Kasvillisuuskenttä	1	kpl	80 m ²	120 m ³	75 €	40 m ³	225 €
Kosteikko	5	kpl	4 300 m ²	12 900 m ³	75 €	20 m ³	48 375 €
Kaksitasouoma	5	kpl	360 m		3 €	m	1 080 €
Puuhakebioreaktori	4	kpl			4 000 €	kpl	16 000 €
Puuniput	17	kpl	305 puunippua				
Yhteensä	50	kpl					87 630 €

Kustannusten arvioinnissa on oletettu seuraavat keskiarvokustannukset rakennetta tai pinta-alaa kohti. Kustannuksissa ei ole huomioitu kohteen toimenpidesuunnittelun kustannuksia, kohteelta mahdollisesti poistettavan puuston aiheuttamaa kustannusta, työmaaohjauksia eikä koneiden siirtoja.

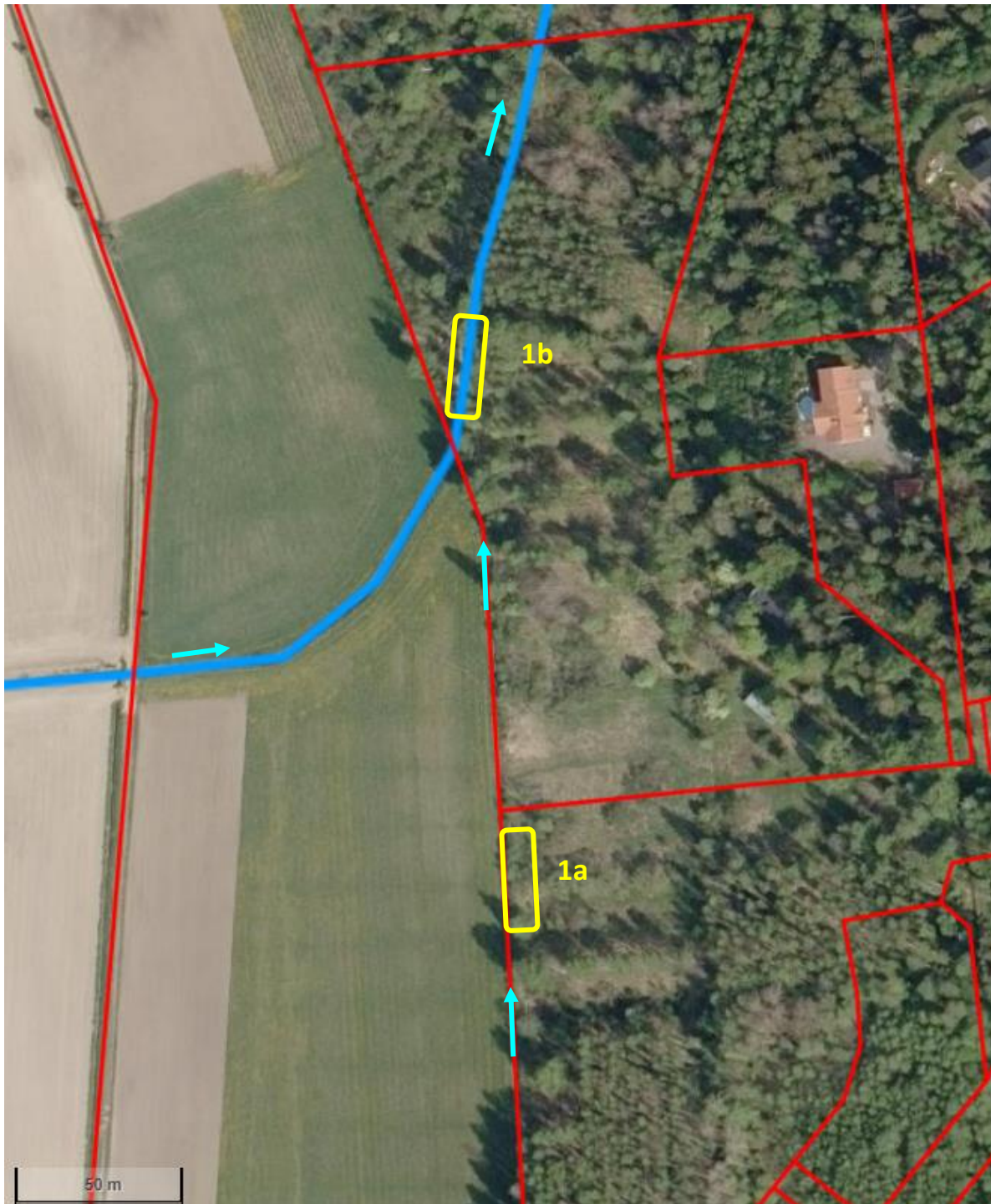
- **Laskeutussyväne = 75 €/30 m³ (alv 0 %):**
 - Tela-alustaisen kaivurin työteho 1 tunnissa =30 m³, sisältää kaivun, kaivumassojen levitys ja maisemointi, pohjapadon rakentaminen materiaaleineen. Keskimääräinen laskeutussyvänteen kaivusvyvyys 3 m (= vesisyvyys 2 m), 10 m² x 3 m = 30 m³ktr. Konetyötuntihinta = 750 € (alv 0 %).
- **Putkipato (tehdään laskeutussyvänteen yhteyteen) = 500 €/putkipato (alv 0 %):**
 - materiaalit 2 x 6 m rumpuputket SN4 yhteensä 200 € ja supistusosa 225 €, kaivurityötä 1 tunti, koneen tuntihinta 75 € (alv 0 %).
- **Pintavalutuskenttä 100 €/pintavalutuskenttä (alv 0 %):**
 - padon rakentaminen laskuojaan ja siitä viiksiojat sivulle, 1 kaivurityötunti. Konetyötuntihinta = 75 € (alv 0 %).
- **Kasvillisuuskenttä = 75 €/40 m³ (alv 0 %):**
 - Tela-alustaisen kaivurin työteho 1 tunnissa =40 m³, sisältää kaivun, kaivumassojen levitys ja maisemointi sekä pintaturpeiden laitto kentän pohjalle. Keskimääräinen kasvillisuuskentän kaivusvyvyys 1 m, 40 m² x 1 m = 40 m³ktr. Konetyötuntihinta = 75 € (alv 0 %).
- **Kosteikko: = 75 €/20 m³ (alv 0%).**
 - Tela-alustaisen kaivurin työteho 1 tunnissa =20 m³, sisältää kaivun, kaivumassojen levitys ja maisemointi, vedensäätelylaitteistot (rumpuputket, patolaitteet). Keskimääräinen kosteikon kaivusvyvyys 2 m (= vesisyvyys 1 m), 10 m² x 2 m = 20 m³ktr. Konetyötuntihinta = 75 € (alv 0 %).
 - vedensäätelylaitteistot (rumpuputket, patolaitteet)
- **Kaksitasouoma = 3 €/1 m (alv 0%):**
 - kaivu- ja maisemointityöt, ei sisällä muualle siirrettävän maa-aineksen kustannusta
- **Maanalainen puuhakebioreaktori = 4 000 €/kpl (alv 0 %):**
 - vedensäätelylaitteet 1 500 €, rumpuputket 1 000 €, rakenteen keskipituus 10 m, keskileveys 6 m, kaivumaanpinnasta alkaen 1,3 m, puuhakekerroksen paksuus 70 cm, hakkeen kustannus 30 €/m³, konetyöt 500 € (alv 0 %). Konetyötuntihinta = 75 € (alv 0 %).

3 VESIENSUOJELURAKENTEET



Kuva 3. Vesiensuojelurakenteiden sijainti yleiskartalla.

Kohteet 1a ja 1b



1a: Laskeutussyväne ja putkipato ja/tai puuniput

Rakenne kiinteistöjen rajajaan ja kaivutyöt itäpuolella olevalle kiinteistölle, jossa vähän puuta. Valuma-alueena on eteläpuolella oleva asuinalue, joka on laajentumassa. Kohteelle virtaa sen vuoksi myös hulevesiä. Rakenteeksi 30 m x 8 m laskeutussyväne ja putkipato sekä 15 puunippua. Puustoa on kaadettava jonkin verran rakenteen tieltä. Vaihtoehtona edelliselle on laajentaa ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 15 puunippua 30 m:n pituudelle.

1b: Laskeutussyväne ja putkipato ja 2-tasouoma ja/tai puuniput

Rakenne nykyiseen kokoomaajaan. Valuma-alueena on länsipuolen viljelyksessä oleva pelto sekä eteläpuolella oleva asuinalue, joka on laajentumassa. Rakenteeksi 35 m x 8 m laskeutussyväne ja putkipato sekä 15 puunippua. Puustoa on kaadettava jonkin verran rakenteen tieltä. Vaihtoehtona edelliselle on laajentaa ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 15 puunippua 35 m:n pituudelle.

Kohde 2



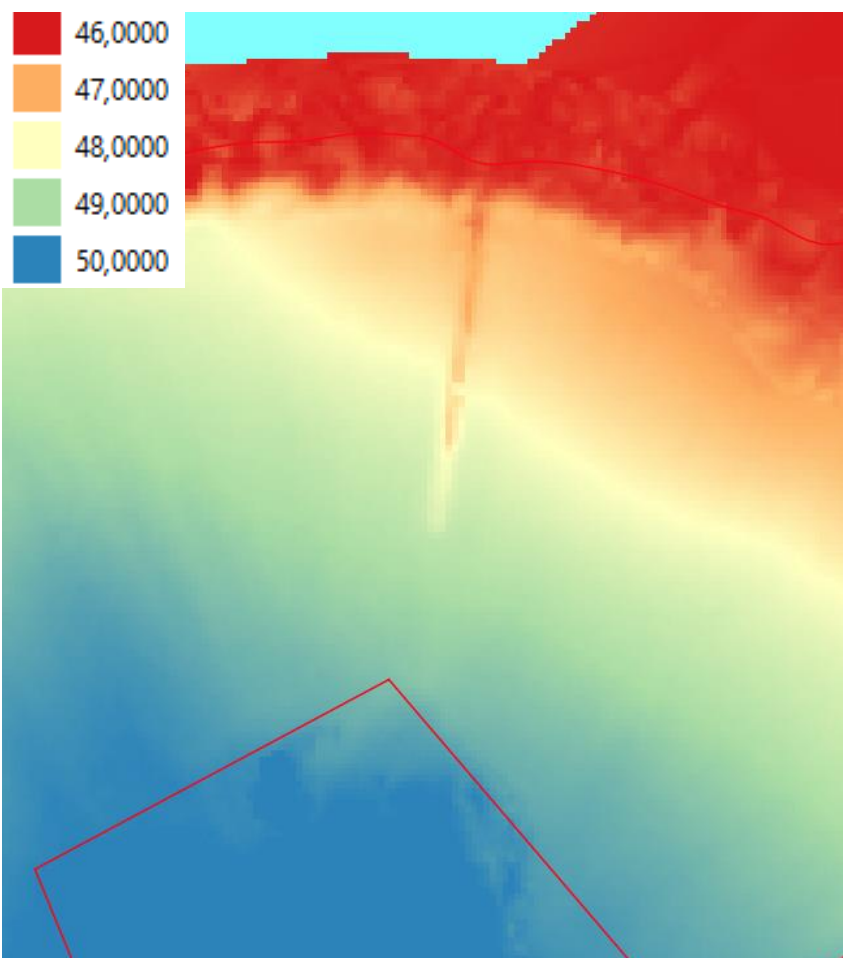
2: Kosteikko ja 2-tasouoma ja/tai puuniput

Rakenne nykyisen kokoomaojan itäpuolelle metsikköön, jossa puusto on nuorta ja lehtipuuvaltaista. Rakenteeksi 300 m²:n laajuinen pieni kosteikko ja sinne 15 puunippua. Ojan vesi alle 60 cm maanpinnasta, joten kaivutyö on kustannustehokasta. Kaivualueelta on kaadettava puustoa. Vaihtoehtona edelliselle on ojan laajennus siten, että sinne mahtuu 15 puunippua 35 m:n pituudelle.



Kohde 2 kuvattuna Turaniementieltä pohjoiseen kohti Rusutjärveä. 7.12.2020.

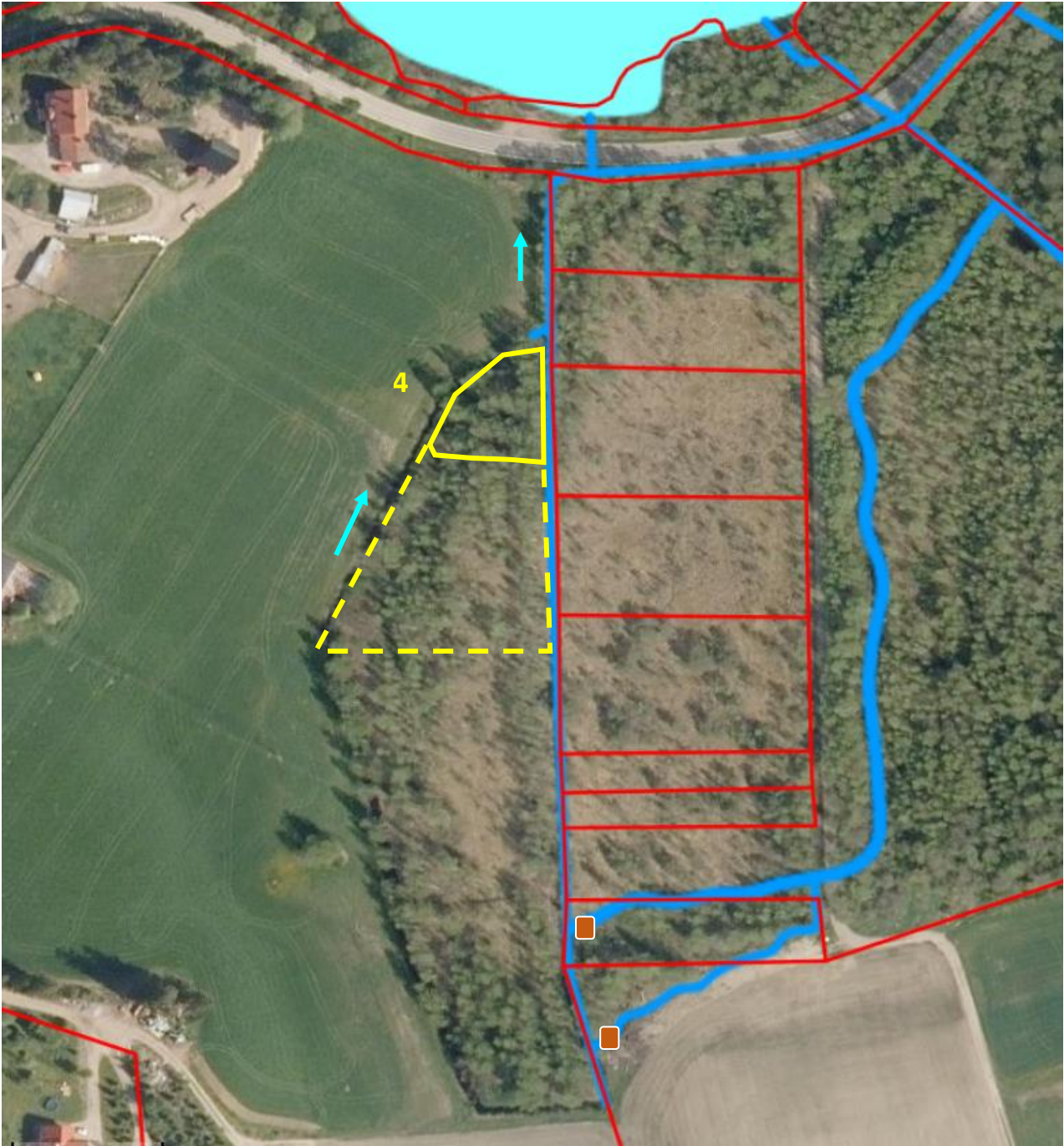
Kohde 3



Kohde 3: Pintavalutuskenttä tai kasvillisuuskenttä

Pelloilta laskee kokoomaoja pohjoiseen kohti järveä. Oja ulottuu vesirajan lähelle. Pellon reunan ja järven rannan välissä on mahdollisuus joko pintavalutukseen ja kasvillisuuskenttään 20 m x 10 m:n laajuudella.

Kohde 4



4: Kosteikko tai laskeutussyväne ja puuhakebioreaktori ja/tai puuniput

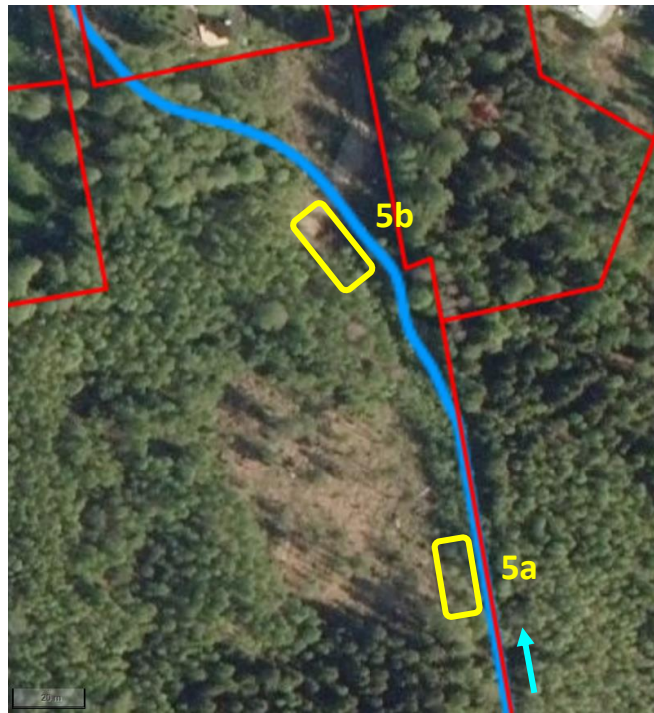
Rakenne nykyisen kokoomaojan itäpuolelle metsikköön, jossa puusto on nuorta ja lehtipuuvaltaista. Rakenteeksi 1 000 m²:n laajuinen pieni kosteikko ja sinne 20 puunippua. Kaivualueelta on kaadettava puustoa. Jos kaivumaat sijoitetaan samalla puustoiselle alueelle, eteläpuolella on samanlaista aluetta laajemmalti. Tästä kohteesta voisi tehdä myös lähimaisemaan hienosti sijoittuvan kohteen, jolloin alueen laajentaminen vielä isommaksi on toimiva vaihtoehto. Vaihtoehtona on ojaan kaivettava 30 m x 6 m laskeutussyväne ja sen pohjoispuolelle, lähelle Rusutjärventietä, ojaan puuhakebioreaktori. Vaihtoehtona edellisille on ojan laajennus siten, että sinne mahtuu 15 puunippua 35 m:n pituudelle. 200 m etelään sijaitsee kaksi ojan risteystä, josta saattaa virrata vettä aluksi itään ja sitten pohjoiseen. Nämä sivuomat olisi hyvä tukkia (ruskeat neliöt) ja vedet olisi parempi ohjata kohteelle 3, jossa olisi tärkeä olla joka tapauksessa vesiensuojelurakenne peltovesien puhdistamiseksi.

Kohteen valuma-alue on n. 50 ha ja peltojen osuus siitä n. 12 ha, jolloin siihen saisi edellisen maataloustukikauden mukaisen kosteikkotuen ("eti-tuki"). Tällöin kosteikon koko pitäisi olla reuna-alueineen 0,5 ha (katkoviivalla lisätty alue).



Kohteen 3 laskuoja kuvattuna Rusutjärventieltä etelään. Taustalla keskellä kohteen 3 pienen kosteikon aluetta (punainen nuoli). Yläkuvassa kohteen 3 ja Rusutjärventien välissä oleva oja, johon on esitetty vaihtoehtoisesti ojaan perustettava puuhakebioreaktori. 7.12.2020.

Kohteet 5a–5c



5a: Laskeutussyväne ja putkipato ja/tai puuniput

Rakenne nykyisen ojan ja puoliavoimen aukion alueelle. Rakenteeksi 25 m x 8 m laskeutussyväne ja sinne 15 puunippua sekä putkipato, koska maanpinnassa sopiva kaltevuus. Vaihtoehtona on ojan laajennus siten, että sinne mahtuu 15 puunippua 20 m:n pituudelle. Rakenteen alueelta on kaadettava hieman puustoa.

5b: Laskeutussyväne ja/tai puuniput

Rakenne nykyisen ojan ja puoliavoimen aukion alueelle. Alueelle tulee ajoura pohjoisesta. Rakenteeksi 25 m x 8 m laskeutussyväne sekä 15 puunippua. Vaihtoehtona on ojan laajennus siten, että sinne mahtuu 15 puunippua 20 m:n pituudelle. Rakenteen alueelta on kaadettava jonkin verran nuorta lehtipuustoa.



5c: Laskeutussyväne ja kaksitasouoma ja/tai puuniput

Rakenne nykyiseen ojan kaarteeseen, jonka molemmiin puolin on jätetty leveämpi suojavaöhyke. Rakenteeksi 20 m x 8 m laskeutussyväne ja sinne 15 puunippua sekä 30 m pitkä kaksitasouoma. Jos laskeutussyvännettä ei voi kaivaa, kaksitasouoma voi olla 50 m pitkä yksi- tai kaksipuoleisena. Vaihtoehtona on ojan laajennus siten, että sinne mahtuu 15 puunippua 30 m:n pituudelle.



Yläkuvassa 5c taustalla, jossa maita kasattu ojan vierelle (punainen nuoli). Kuvattu Koivumäentieltä etelään. Alakuva samasta kuvauspaikasta kuvaussuuntana pohjoinen eli ojan alajuoksu. Ojaan olisi hyvä saada kaksitasouoma, mutta pellon suojakaistat ovat kapeat, varsinkin kuvassa ojan oikealla puolella. 7.12.2020.

Kohde 5d



5d: Puuhakebioreaktori

Puuhakebioreaktori niittymäiselle alueelle heti ladon pohjoispuolelle, jossa vaikuttaisi olevan tilaa 10 m x 8 m maanalaiselle puuhakebioreaktorille. Valuma-alueena pohjoispuolen viljelyksessä oleva peltoalue ja pieni metsikkö, yhteensä 7 ha sekä jonkin verran Rusutjärven tien hulevesiä.

Kohteet 5e ja 5f



5e: Laskeutussyväne ja puuhakebioreaktori

Rakenne nykyisen ojan itäpuolelle Rusutjärven koulun kiinteistölle. Lounaiskulmaan mahtuu 15 m x 8 m maanalainen puuhakebioreaktori, mutta vieressä oleva jätevesipumppaamo määrittää tarkemman sijainnin. Valuma-alue on n. 100 ha valumavesien käsittelyyn, joten vaihtoehtona on suurempi koko tai vain osan vedestä ohjaaminen bioreaktoriin. Bioreaktorin lounaispuolelle naapurikiinteistölle olisi tärkeää saada laskeutussyväne kiintoaineen talteenottoon ennen bioreaktoria. Oja on jo nyt tavanomaista syvemmällä, joten syvänteen koko pitää mitoittaa käytettävissä olevan tilan mukaan. Vaihtoehtona on ojan laajennus koulun kiinteistön kohdalla siten, että sinne mahtuu 20 puunippua 30 m:n pituudelle.

5f: Kaksitasouoma ja pohjakynnykset ja/tai puuniput

Rakenne nykyisen ojan itäpuolelle Rusutjärven koulun kiinteistölle. Rakenteeksi 70 m pitkä, yksipuoleinen kaksitasouoma nykyisen ojan ja itäpuolella olevan koivurivistön väliin siten, että koivuja ei tarvitse kaataa. Ojan luiskaa voidaan siirtää 2 m kohti koivurivistöä. Kun luiskasta tehdään jyrkkä 0,5:1, tulvatasanteen leveydeksi saadaan 2 m. Maanpinta olisi tällöin 100–120 cm korkeammalla kuin tulvatasanne, joten se ei ole turvallisuusriski koululaisille verrattuna nykyiseen vielä syvempään ojaan.

Länsipuolen pellolta tulee ilmeisesti 3 salaojaputkea tähän ojaan, koska siellä on tarkistuskaivot pellon reunassa. Niistä 2 pohjoisinta salaojaputkea ei näkynyt, ne saattavat olla veden alla tai piilossa luiskan kasvillisuuden seassa. Kaivojen kohdat on merkitty yllä olevaan ilmakehuun viitteellisesti valkoisilla nuoliviivoilla. Ojaan voisi tehdä myös 1–2 matalaa pohjakynnystä, jolla veden virtausta hidastetaan ja ohjataan tasanteelle, mikäli pellon salaojitus mahdollistaa sen. Vaihtoehtona kaksitasouomalle on ojan laajennus koulun kiinteistön kohdalla siten, että sinne mahtuu 20 puunippua 70 m:n pituudelle.



Kohde 5f kuvattuna puolivälistä koilliseen kohti Rusutjärventietä. Rakenteeksi ehdotettu kaksitasouoma tulisi koivurivistön ja ojan väliin. Tulvatasanne olisi mahdollista tehdä, jos 0,5:1 kaltevuudessa olevan luiskan kaivu aloitetaan 1 m:n päässä koivurivistöstä ja kaivussyvyys 100–120 cm. 7.12.2020.



Kohde 5f kuvattuna Rusutjärventieltä etelään. Kuvassa vasemmalla Rusutjärven koulu. Kuva Google Maps.

Kohteet 5g–5i



5g: Pohjakynnykset ja kaksitasouoma sekä puuhakebioreaktori ojaan ja/tai puuniput

Kolistimentien ali virtaava oja tulee avo-ojaan tien itäpuolelta ja virtaa sen jälkeen itään suoraviivaisesti 110 m pituudella ennen kaartumista pohjoiseen Rusutjärveen. Tähän ojaan voi tehdä 3 rakennetta. Betonisen rumpuputken päästä alavirtaan 35 m:n päähän tehdään virtausta viivyttävä pohjakynnys ja jaksolle 5–35 m tehdään kaksitasouoma yksipuoleisena ojan eteläpuolelle. Muutaman puuryhmä rajoittaa tulvatasanteen leveyttä, joten eteläinen luiska tulvatasanteesta maanpintaan tehdään melko jyrkäksi kaltevuuteen 0,5:1.

Parkkipaikan kohdalla uomaan voidaan tehdä jaksolle 40–70 m laskeutussyväne leventämällä ojaa etelään päin 3 m:llä ja syventämällä ojaa. Tämä väli voidaan tehdä myös samanlaiseksi kaksitasouomaksi kuin väli 0–30 m, mutta pohjakynnykselle ei välttämättä ole edellytyksiä, koska pellon kuivatustilanne saattaa heiketä. Jaksolle 75–100 m on mahdollista tehdä ojaan puuhakebioreaktori siten, että ojaa levennetään etelään päin ja syvennetään riittävän puuhakepaksuuden saavuttamiseksi. Eteläpuolen puurivistö on usean metrin päässä, joten ojan levennys on mahdollista. Jos puuhakebioreaktoria ei tehdä, tähän kohtaan on mahdollista laajentaa ojatilavuutta ja laittaa siihen 20 puunippua.

5h: Uusi oja ja pintavalutus tai ojaan puuhakebioreaktori

Länsipuolen peltoalueelta on laskuoja, joka virtaa peltolohkojen välistä Rusutjärveen. Ojaan kertyy pellon kuivatusvesien lisäksi myös mahdollisesti jonkin verran Kolistimentien hulevesiä. Oja voidaan kääntää pellon itäpuolella rantavyöhykkeellä aluksi 5 m etelään nykyistä pellonreunan ojaa ja sitten samaan suuntaan 10 m pitkää uutta matalaa ojaa. Tästä 15 m:n ojasta tehdään ensisijaisesti pintavalutusohjausta itään rantavyöhykkeelle osakaskunnan kiinteistölle 15 m x 10 m alalle. Jos pintavalutus ei onnistu, rantavyöhykkeellä oja levennetään 1–1,5 m leveäksi, jolloin siihen voidaan tehdä ojaan puuhakebioreaktori. Ojan vesimäärät ovat kohtuullisia, joten tila riittää bioreaktorille ja sinne asennetulla ylivirtausputkella pellon kuivatustilanteen säilyminen nykytilassa voidaan varmistaa.

5i: Nykyisen laskeutussyvänteiden tyhjennys ja kunnostus ja/tai puuniput

Länneestä virtaava laskuoja kaartuu pohjoiseen ja levenee samalla ennen kuin yhtyy Rusutjärveen. Se on ilmeisesti kaivettu aikoinaan laskeutussyvänteeksi ja sen koko on 40 m x 7 m. Tämä kunnostetaan vähentämällä vesikasvillisuutta ja kaivamalla pois uomaan kertynyttä massaa sekä pidentämällä etelään päin 10–15 m, jolloin saadaan lisää tilavuutta. Tähänkin uomaan on mahdollista lisätä 20 puunippua. Ajoneuvolla voi ajaa veneiden säilytykseen tarkoitettua maapengertä pitkin kunnostamaan kohde.



Kohde 5g kuvattuna kaakkoon kolmesta kohdin. Yläkuva Kolistimentieltä, keskikuva 30 m alajuoksulle ja alakuva 70 m alajuoksulle (puomin kohdalla). 8.12.2020.



Kohde 5h kuvattuna etelään-länteen. Valkoisella katkoviivalla pelto-oja, josta virtaa vesi nykytilassa melko suoraan järveen. Ensisijaisena toimenpiteenä selvitetään ojan jatkamista etelään pellon reunassa (keltainen viiva). Ojan järven puoleinen luiska kaivetaan vaakasuoraksi, jolloin ojassa oleva vesi pääsee virtaamaan monista kohdin rantakasvillisuuden sekaan ja sitten järveen. Jos pintavalutus ei onnistu, keltaisen viivan alueelle kaivetaan 1–1,5 m leveä ja 15 m pitkä kaivanto, joka täytetään puuhakkeella bioreaktoriksi. Vesi virtaa hakekerroksen läpi järveen. 8.12.2020.



Kohde 5i kuvattuna länteen-pohjoiseen. Vesi virtaa vasemmalla olevaa ojaa (kohde 5g:ltä) ja kääntyy sitten pohjoiseen, johon on kaivettu venevalkamaa varten maapenger. Samalla on saatu laskeutussyvänne. Laskeutussyvännettä voidaan pidentää etelään päin, sillä maa-alueella on riittävästi tilaa uoman leventämiseen. Tälle kohteelle voidaan laittaa myös puunippuja joko koko alueelle tai vain osalle alueesta. 8.12.2020.

Kohteet 6a–6c



6a: Nykyisen ojan syvennys ja puuniput

Länsilounaasta virtaava laskuoja virtaa suoraan Rusutjärveen. Rusutjärven tervaleppäkorven luonnonsuojelualueen kohdalla vesi seisoo 1,5 m leveässä ja hyvin kasvittuneessa ojassa. Tätä 2 m leveää ojaa kunnostetaan 100 m pituudella laskeutussyvänteeksi siten, että vesikasvillisuutta poistetaan ja ojaa syvennetään. Ojan loppuosaan laitetaan 25 puunippua.

6b: Nykyisen ojan syvennys ja puuniput

Lounaasta virtaava laskuoja virtaa Rusutjärven tervaleppäkorven luonnonsuojelualueen pohjoispuolelta Rusutjärveen. Luonnonsuojelualueen kohdalla vesi seisoo 2 m leveässä ja hyvin kasvittuneessa ojassa. Tätä ojaa kunnostetaan 70 m pituudella siten, että vesikasvillisuutta poistetaan ja ojaa syvennetään. Ojan loppuosaan laitetaan 20 puunippua. Rusutjärven rantaan menevän ajotien eteläpuolella on oja, johon kertyy eteläpuolen pellon valumavesiä. Tämän ojan vedet ohjataan ajotiehen asennettavan uuden rumpuputken avulla tien pohjoispuolen kunnostettavaan ojaan noin puoliväliin kohdalla.

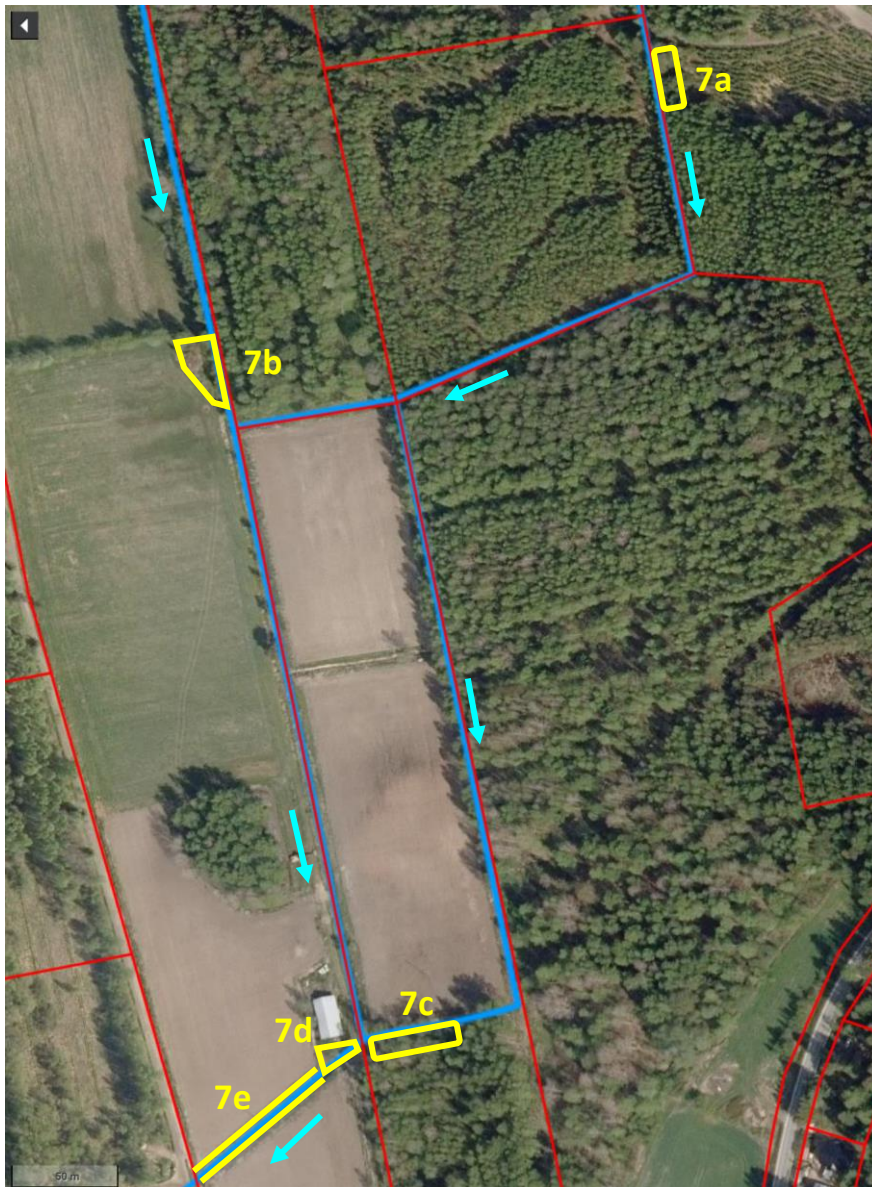
6c: Kasvillisuuskenttä

Rusutjärven tieltä virtaa oja koilliseen pellon länsireunaa pitkin kohti Rusutjärveä. Ojan päähän rantavyöhykkeen alueella voidaan tehdä vähintään 10 m x 8 m kasvillisuuskenttä. Sen jälkeen vesi virtaa järveen. Puustoa ei tarvitse kaataa.



Yläkuvassa kohteen 6a ja 6b välissä oleva pohjois-eteläsuuntainen oja. Keskellä kohteen 6b oja kuvattuna pohjoispäästä etelään ja alakuvassa 6b:n ojan pohjoispää ennen kuin se kääntyy itään (kuvassa oikealle) Rusutjärveen. 7.12.2020.

Kohteet 7a–7e



7a: Laskeutussyväne ja putkipato ja/tai puuniput

Ojan itäpuolelle taimikon reunaan rakenteeksi 30 m x 10 m laskeutussyväne ja putkipato sekä 20 puunippua. Voi olla myös ojan länsipuolella. Itäpuolelta tulee kohteen viereen ajoura. Vaatii hieman puuston poistoa. Vaihtoehtona on laajentaa ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 20 puunippua.

7b: Laskeutussyväne ja/tai puuniput

Ojan länsipuolella pellon reunassa on n. 25 m x 10 m laajuinen viljelemätön pellon kohta, johon voi tehdä 25 x 8 m laskeutussyvänteen ja siihen 15 puunippua. Vaihtoehtona on laajentaa ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 15 puunippua.

7c: Kosteikko ja/tai puuniput

Ojan eteläpuolelle lehtipuumetsikköön rakenteeksi 40 m x 10 m kosteikko ja siihen 20 puunippua. Vaihtoehtona on laajentaa ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 20 puunippua. Vaatii puuston poistoa.

7d: Laskeutussyväne ja/tai puuniput

Ojan ja pohjoispuolella olevan ladon väliin rakenteeksi 20 m x 8 m laskeutussyväne ja siihen 10 puunippua. Vaihtoehtona on laajentaa ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 10 puunippua.

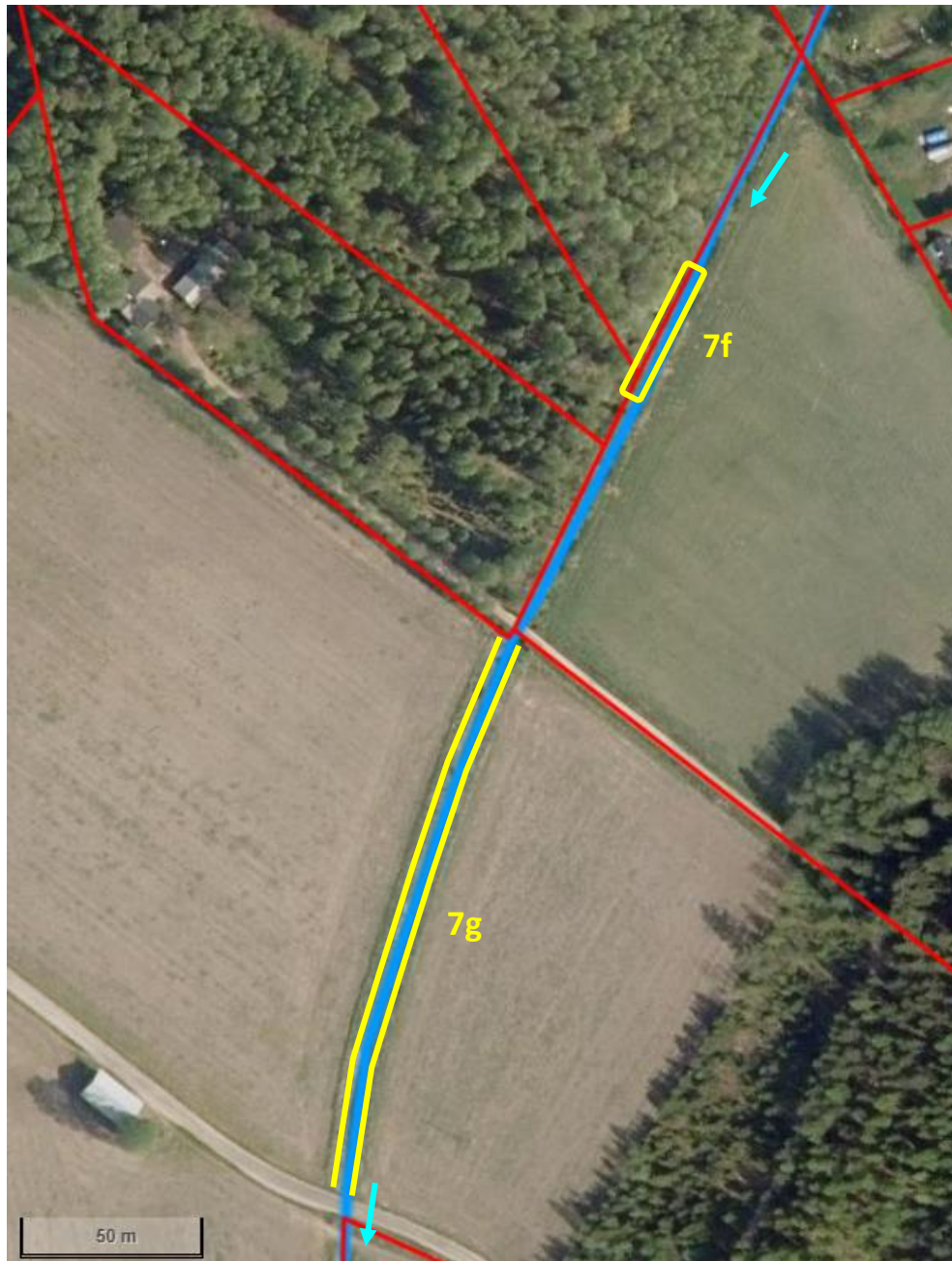
7e: Kaksitasouoma

Pelto-ojaan 75 m kaksitasouoma molemmin. Ojan vesipinta 100–130 cm maanpinnasta.



Kohteen 7e kaksitasouoman alue Vetikonojassa kuvattuna Vetikontieltä koilliseen. Kaksitasouomalle vaikuttaisi olevan riittävästi tilaa ojan molemmin puolin. Taustalla lato, jonka eteläpuolelle sen ja ojan väliin voi kaivaa pienen laskeutussyvänteen (kohde 7d). 9.12.2020.

Kohteet 7f ja 7g



7f: Laskeutussyväne tai kaksitasouoma ja/tai puuniput

Veitikonoja virtaa välillä sähkölinjan alla, joten sillä kohdin ojassa voi olla joko 40 m x 6 m laskeutussyväne ja siihen 20 puunippua tai 60 m kaksitasouoma kaksi- tai yksipuolisena. Vaihtoehtona on ojan laajentaa ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 20 puunippua.

7g: Kaksitasouoma

Veitikonojaan 155 m pitkä kaksitasouoma joko kaksi- tai yksipuolisena. Suojakaistat ovat 3 m leveitä, joten muuttamalla se 1 m:n levyiseksi sekä pellon puoleisella jyrkällä 0,5:1 kaltevuuden luiskalla tulvatasanteen leveys voi olla 1,5 m kummallakin puolella ojaa. Pohjakynnykseen ei vaikuta olevan kovin paljon mahdollisuuksia, sillä ojan kaltevuus koko etäisyydellä on alle 20 cm ja vesipinta on 100–120 cm maanpinnasta.



Kohde 7g kuvattuna pohjoispäästä etelään. Kaksitasouomalle on riittävästi tilaa, jos nykyinen 3 m:n suojakaista kavennetaan 1 m:iin ja pellon puoleiset luiskat kaivetaan kaltevuuteen 0,5:1. 9.12.2020.

Kohde 7h



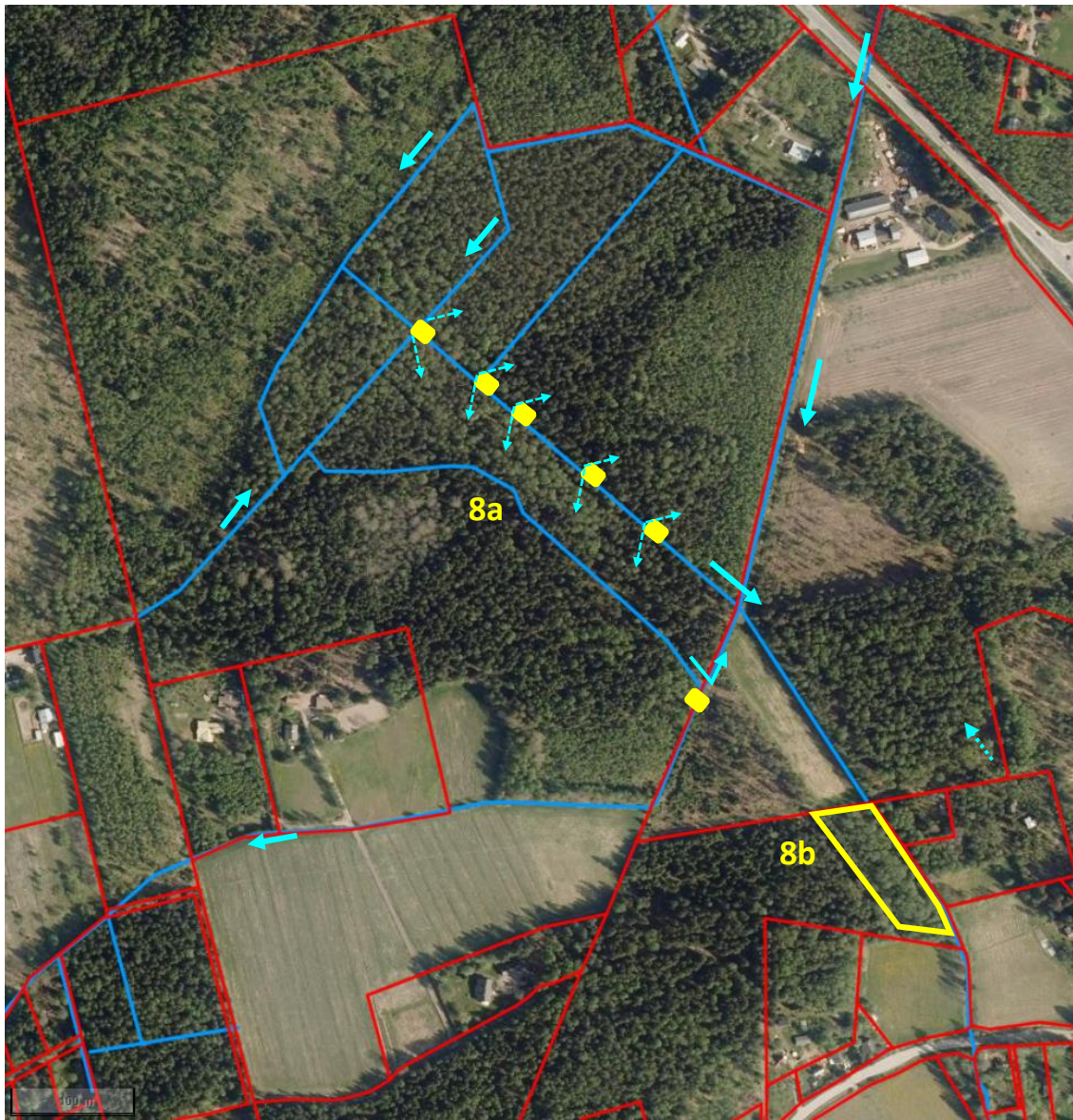
7h: Kosteikko ja/tai puuniput

Hämeentien pohjoispuolella Veitikonoja virtaa nuoren kasvatusmetsän läpi. Alueelle olisi hyvä tehdä vähintään $30\text{ m} \times 20\text{ m} = 600\text{ m}^2$:n laajuinen kosteikko ja sinne 20 puunippua. Vaihtoehtona on ojan laajentaa ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 20 puunippua. Kohteelta pitää poistaa pääosin nuorta puustoa, mahdollisesti myös varttunutta puustoa. Kohde on maisemallisesti otollisella paikalla maantien vieressä.



Kohde 7h kuvattuna Hämeentieltä pohjoiseen-itään. Kosteikon alue on osoitettu punaisella nuolella ja siellä kasvaa nuorta lehtipuustoa. 9.12.2020.

Kohde 8a ja 8b



8a: Heinisuon luonnonsuojelun ojen patoaminen

Tuusulan kunnan omistuksessa oleva Heinisuon metsä (15,5 ha, tunnus YSA239655) on tuoreen ja lehtomaisen kankaan runsaslahopuustoista kuusivaltaistasekametsää ja turvekankaita. Alueen vanhat metsäojat kuivattavat edelleen aluetta. Kunnostustoimenpiteenä on ojen patoaminen suojelun kokoomaajasta 5 kohdassa ilmakuuvan mukaisesti. Niiden lisäksi eteläisimmällä padolla vedet ohjataan kosteikon 7a suuntaan. Työt voidaan tehdä pienellä tela-alustaisella kaivurilla siirtymällä kohteelta toiselle nykyistä, ojan länsipuolella olevaa ajouraa (talvella hiihtolatu) pitkin ja poikkeamalla siitä ojalle. Puita ei tarvitse kaataa lainkaan eikä maastoon jää koneesta kulkujälkiä, kun työt tehdään kuivana aikana tai maan ollessa roudassa, mutta kuitenkin lumettomana aikana. Padot voi tehdä paikalta kaivetusta maa-aineksesta ja tekemällä pienet viiksiojat padon yläpuolelta sivuille veden ohjaukseen. Lisäksi on mahdollista tehdä lapiotyönä muutama pieni pato mataliin sivuoihin, jolloin veden virtaus on vielä tasaisempaa eri osa-alueilla.

8b: Kosteikko tai laskeutusyväne ja/tai puuniput

Luoteesta virtaavan Kolistimenojan länsipuolella on kauan sitten käytöstä poistunut $120\text{ m} \times 40\text{ m} = 4\,800\text{ m}^2$ laajuinen pelto (keltaisella viivalla rajattu alue), johon voi perustaa kosteikon esim. $100\text{ m} \times 20\text{ m} = 2\,000\text{ m}^2$:n laajuiselle alueelle, jolloin kaivumaille jää saman verran tilaa kasausalueeksi länsipuoliskolle samalle kuviolle. Oja virtaa 100 cm:n syvyydellä. Alueella kasvaa läpimitaltaan alle 10 cm leppää ja pajua sekä jonkin verran 20–30 cm koivua ja harmaaleppää. Vaihtoehtona on tehdä pienempi vesiensuojelurakenne eli esim. laskeutusyväne. Molemmissa tapauksissa rakenteeseen voidaan laittaa 25 puunippua. Vaihtoehtona edellisille on lisätä ojan tilavuutta siten, että sinne mahtuu 25 puunippua.



Kohde 8a Heinisuon metsän luonnonsuojelualue. Yläkuvassa alueen keskiosassa oleva kokoomaoja, joka virtaa hitaasti kaakkoon. Tähän ojaan on mahdollista tehdä patoja ja ohjata vesi viiksiojista sivuille. Kuvauspaikka 2. pato etelästä ja kuvaussuunta pohjoiseen. Alakuvassa pohjoisimman padon kohta kuvattuna pohjoiseen. Oikealla kokoomaoja ja siihen lännestä yhtyvä sivuoja. Vasemmalla ajoura (talvella hiihtourana), jota pitkin voi ajaa 10–12 tn painoisella telakaivurilla ja tehdä padot kokoomaojaan. 8.12.2020.



Kohde 8b. Yläkuvassa kuvauspaikka alueen puoliväli ja kuvaussuunta pohjoiseen, laskuoja kuvassa oikealla (itäreunassa). Alakuvassa kuvauspaikka alueen pohjoispää, kuvaussuunta etelään, laskuoja kuvassa vasemmallla. 8.12.2020.

4 VESIENSUOJELURAKENTEET JA NIIDEN HOITOTOIMENPITEET

4.1 Kosteikko

Kosteikot ovat tehokkaita vesiensuojelun rakenteita, joita voidaan perustaa valuma-alueen eri osiin. Niillä voidaan kerätä kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita joko kosteikkoalueelle tai sen etuosaan kaivettavaan laskeutussyvänteeseen, tasata virtaamia ja vähentää tulvahuippuja. Lisäksi ne lisäävät luonnon monimuotoisuutta, kun siellä on luhta- ja vesikasvillisuutta, syvän ja matalan veden alueita, mahdollisesti pieniä saaria sekä maan ja veden vaihtumisvyöhykkeitä.

Kosteikon laajuus suunnitellaan ensisijaisesti valuma-alueen mukaan ja tavoitteena on, että sen peltovaltaisilla alueilla sen pinta-ala olisi vähintään 0,5 % valuma-alueen pinta-alasta. Käytännössä joudutaan kuitenkin tavallisesti huomioimaan käytettävissä oleva tila maastossa. Jos kosteikon pinta-ala jää selvästi pienemmäksi kuin em. 0,5 %, olisi hyvä rakentaa muita edellä kuvattuja vesiensuojelurakenteita samalle valuma-alueelle.

Kosteikon perustamisessa on huomioitava myös kaivumaiden sijoituspaikat, sillä kaivumassojen siirto pois alueelta voi muodostaa huomattavan osan kustannuksista. Lisäksi kosteikon hoitoon on kiinnitettävä enemmän aikaa kuin muiden vesiensuojelurakenteiden, sillä esim. pensoittuminen näkyy lähimaisemassa.

Mäyränojan valuma-alueelle on perustettu jo aiemmin useita kosteikkoja, joista suurin on Vanhankyläntien kosteikko Tuusulanjärven rannalla. Lisäksi kosteikkoja on perustettu Vanha-Koskelaan (3 peräkkäistä kosteikkoa) ja Vanhakylän pohjoisosaan.



Vanha-Koskelan eteläisin kosteikko. Juha Siekkinen 2019.



Ylivieskan Koivuniemen kosteikko. Juha Siekkinen 2019.

Kosteikon perustaminen ja sen eri osa-alueiden ominaispiirteitä

Puuston ja vesakon poisto

Jos kohteella on puustoa tai vesaikkoa, ne raivataan pois ennen kosteikkoalueen kaivutöitä. Tulvatasanteelle voidaan halutessa jättää joitakin isoja puita, jossa ne selviytyvät tilapäisestä tulvasta tai sitten kuolevat ja muodostavat arvokasta lahoppua. Raivaus voidaan tehdä ihmistyönä tai konetyönä. Raivaustöitä ei tarvitse välttämättä kuljettaa pois, vaan ne voidaan kasata maapenkereiden alle. Osa lehtipuuaineksesta voidaan laittaa myös kosteikolle, jolloin se edistää vesiensuojelua, kun bakteerit, sienet ja pienet vesiselkärangattomat kiinnittyvät niihin ja käyttävät hyväksi vedessä olevia ravinteita. Näistä hyötyvät edelleen suuremmat vesiselkärangattomat ja muu kosteikon eläinyhteisö.

Laskeutussyväne

Laskeutussyväne voidaan tehdä osaksi kosteikkoa tai siitä erilliseksi osaksi, yleensä virtaaman yläosaan. Syväne mitoitetaan valuma-alueen mukaan. Veden virtauksen hidastuessa kiintoaine alkaa laskeutua syvänteeseen, joista se voidaan tyhjentää telakaivurilla tai imupumpulla varustetulla maataloustraktorilla tarvittaessa. Syväne toimii vesiensuojelussa keräten kiintoainesta ja ravinteita ympäri vuoden, kun taas kasvillisuus voi sitoa ravinteita vain kesän kasvukauden aikana. Kaivettu syväne voi säilyä sulana läpi talven, jolloin siinä olevat selkärangattomat voivat selviytyä talven yli. Sen ansiosta seuraavana kesänä vesiselkärangatonyhteisöt voivat elpyä nopeammin. Tämä edistää myös monimuotoisuuden säilymistä ja esimerkiksi sorsien poikasille tärkeän vesiselkärangatonravinnon saatavuutta.

Syvänteiden kaivusta kertyvät massat siirretään syvänteen toiselle tai molemmille puolille. Toiselle puolelle tehty kasaus toimii penkereenä. Penger tasataan ja maisemoidaan ja sitä pitkin voidaan ajaa myöhemmin, kun laskeutussyväne tyhjenetään uudestaan. Kaivumassat laitetaan penkereeseen vähintään 2 m etäisyydelle syvänteen reunasta siten, että niitä ei pääse valumaan takaisin syvänteeseen. Kasvillisuus peittää pian tämän ajopenkereen ja estää eroosiota.

Matalan veden alueet

Matalan veden alueilla tarkoitetaan noin 20–50 cm:n vesisyvyyyttä. Vesiensuojelun kannalta tarvitaan matalia vesialueita, joissa vallitsevat hapelliset eli aerobiset olosuhteet. Tällaisia alueita tehdään kosteikolle vaihtelevan muotoisina ja laajuisina. Sopivaa luhta- ja vesikasvillisuutta voidaan ottaa mahdollisesti kosteikon muulta kaivualueelta tai esimerkiksi lähiojista ja siirtää telakaivurilla sopivina määrittäinä kaivettaville matalan veden alueille. Vesisyvyys matalan veden alueilla on lopullisessa tilanteessa pääosin 50 cm. Siirtoistutusten ansiosta saadaan vesikasvillisuuslaikkuja paljon nopeammin aikaan kuin vain luontaisen kasvillisuuden sukkession myötä.

Matalan veden alueisiin kehittyy vähitellen pohja-, ilmaversois- ja kelluslehtikasvillisuutta. Osa alueista saattaa umpeutua kokonaan luhta- ja vesikasvillisuudesta, mutta ne ovat tällöinkin tärkeä osa vesiekosysteemiä ja myös toimivat vesiensuojelussa sitoen ravinteita ja pysäyttäen kiintoainesta.

Syvän veden alueet

Syvän veden alueilla tarkoitetaan noin 60–100 cm:n vesisyvyyyttä. Matalan veden alueita umpeutuu vesikasvillisuuden sukkession myötä. Sen vuoksi on tärkeää tehdä myös syvän veden alueita, jotta kosteikolla säilyy pysyvästi avoimia lampareita ja uomaverkoston muutoin pääasiassa melko matalavetisessä kosteikossa. Avoimena säilyvät, ulkoreunoja ja saaria kiertävät ja mutkittavat syvän veden alueen muodostamat uomat varmistavat, että vesi pääsee virtaamaan kosteikon läpi eikä kasvillisuus ala patoamaan sitä liiaksi. Kun syvän veden uomista ei tehdä aivan yhtäjaksoisia, vesi ei virtaa oikovirtauksena suoraviivaisesti.

Syvempien uomien avulla säilyy myös vesilinnuille avoimia vesireittejä, mikäli matalan veden alueen ovat kasvittuneet. Vesilinnut hyötyvät tästä, sillä ne pääsevät uimaan avoimena pysyviä uomia pitkin helpommin kosteikon eri osiin ja uida matalan veden alueelle kasvillisuuden sekaan ravinnon hakuun tai piiloon petoeläimiltä. Lisäksi vesiselkärangattomille ja sammakkoeläimille on tärkeää olla talvehtimisen ajaksi pohjasta sulana pysyviä syvänealueita. Lähimaiseman kannalta on myös eduksi, jos kosteikolla säilyy avoimia vesialueita yhdessä kasvillisuusmosaiikin kanssa.

Uomat kaivetaan 2–7 m leveäksi ja 60–100 cm syviksi siten, että ne kaartelevat loivasti, niissä voi olla sivuilla pienehköjä poukamia ja ne ovat välillä toisiinsa yhteydessä uomilla. Uomia kaivetaan rinnakkain ja ne voivat yhdistää syvempiä monttuja ja syvänteitä toisiinsa. Kaikessa työssä pyritään luonnonmukaisuuteen siten, että vältetään pitkiä suoraviivaisia ja tasalevyisiä uomia.

Vesikasvillisuusvyöhyke

Vesikasvillisuusvyöhykkeellä tarkoitetaan aluetta matalan veden aluetta, johon laitetaan telakaivurilla kosteikon alueelta kaivettuja luhta- ja vesikasvillisuuden peittämiä pintaturpeita. Kun nämä pintaturpeet peittyvät veden alle, niissä oleva kasvillisuus toimii jo ensimmäisenä kesänä vesiensuojelussa sitoen ravinteita ja kiintoainesta ja edistään muutenkin vesiekosysteemin kehittymistä. Muualla kaivetut alueet kasvittuvat luontaisen sukkession myötä hitaammin muutaman vuoden aikana.

Vesikasvillisuusvyöhykkeitä tehdään eri kohtiin. Niiden pohja-alueet kaivetaan aluksi 30-60 cm syvyisiksi. Pohjalle laitetaan 20-40 cm paksuja pintakasvillisuusturpeita siten, vesisyvyudeksi tulee lopulta 10-40 cm. Vesikasvillisuusvyöhykkeiden kohdalla vesialueesta tehdään melko leveitä, jotta vesi pääsee virtaamaan niiden läpi, koska kasvillisuus ja matala vesi hidastavat veden virtausta.

Tulvatasanne

Kosteikon eri voidaan jättää koskemattomaksi maata tulvatasanteeksi, jos korkeusolosuhteet mahdollistavat sen. Tavallisesti tulvatasannetta voidaan jättää padottamalla rakennettaville kosteikoille tai kaivettaville kosteikoille siinä tapauksessa, jos vesipinta on 10-30 cm maanpinnan alapuolella. Patolaitteen avulla tulvatilannetta voidaan hallita siten, että vesi nousee tasanteelle joksikin aikaa, jolloin tulvavesiä viivytetään kosteikolla.

Tulvatasannesaari

Jos korkeusolosuhteet ovat otolliset ja kosteikon vesipinta tulee olemaan lähellä maanpintaa, sinne voidaan jättää maanpintaa jätetään kaivamatta, jolloin muodostuu ns. tulvatasannesaaria. Niiden pinta voi olla luhtakasvillisuuden peittämää, joten ne menestyvät myös kosteikon valmistuttua siellä. Normaaliveitilanteessa ne ovat matalia kasvipintaisia saaria ja tulvalla ne peittyvät kokonaan tai osittain matalaan veteen ja toimivat siten myös vesiensuojelussa sitoen kiintoainesta ja ravinteita.

Liejupintainen saari

Vesialueelle voidaan tehdä liejupintaisia saarta, joiden pinta on enintään 5-10 cm tavoitevedenpinnan yläpuolella. Liejupintainen saari tehdään siten, että sen pintakasvillisuus poistetaan sopivaan tasoon saakka ja jätetään kasvion pinta hieman veden pinnan yläpuolelle. Näillä liejukoilla viihtyvät kahlaajat etsimässä ravintoa. Myös vesilinnut lepäilevät niillä, sillä niihin ei pääse tulemaan kasvillisuutta kovinkaan paljon ja ne voivat nähdä esteettömästi ympäristöön.

Kuivapintainen saari

Vesialueelle voidaan tehdä saaria siten, että jätetään kaivamatta maata. Jos saari tehdään padottavalle kosteikolle, silloin viereisiltä kaivualueilta siirretään pintaturpeita perustettavien saarten kohdalle. Saarten pinnan korkeus voi vaihdella siten, että se on enintään n. 50 cm veden pinnan yläpuolella. Matala saari sulautuu myös paremmin lähimaisemaan. Saarten luiskat tehdään loivapiirteisiksi, jolloin vesilinnut voivat nousta niille helposti lepäilemään. Pintaturpeen käyttö nopeuttaa saarten luonnonmukaista kehitystä kun niissä on jo valmiina kasvillisuutta. Turpeita ei tarvitse painaa joka paikassa aivan kiinni toisiinsa, jolloin niiden väliin jää suojaisia piiloja.

Kaivumaiden kasaus ja maisemointi reunapenkereiksi tai lähialueelle

Padottavilla kosteikoilla kaivuusta kertyvää pintamaata, turvetta ja kivennäismaata siirretään kaivurilla pääasiassa kosteikon ympärille reunapenkereiksi ja niemiksi. Kaivumaat kasataan ja maisemoidaan yleensä enintään n. 1 m korkeaksi penkereeksi. Jos on tarpeen ajaa kosteikon reunoilla esim. traktorilla ja tehdä kasvillisuuden hoitotyöt, tämä huomioidaan penkereen rakentamisvaiheessa kasvillisuus. Penkereen korkeus ja leveys voivat vaihdella, jolloin se sulautuu maastoon luonnonmukaisemmaksi. Kasatut penkereet tiivistyvät ja madaltuvat kahden ensimmäisen vuoden aikana ja samalla kasvillisuus levittäytyy niille ja niiden luiskiin estäen eroosiota. Lisäksi niille voidaan perustaa myöhemmin esimerkiksi riistapelloja.

Kaivamalla perustettavilla kosteikoilla kaivumaiden sijoitus on merkittävä osa kustannuksista. Jos kaivumaat voidaan sijoittaa lähelle kosteikkoa, tällöin täytyy huomioida etenkin lähimaisema. Korkeat maakasat voivat olla häiritseviä lähimaisemassa. Toisaalta niiden päälle voidaan tehdä virkistyskäyttöön tarkoitettuja polkuja.



Kuivapintaiset matalat saaret ja loivat reunaluiskat luovat mm. vesilinnuille monimuotoisia ruokailu- ja levähdyspaikkoja ja ovat lähimaiseman kannalta eduksi. Inkoon Villmosskärrin kosteikko 2020 Juha Siekkinen.



Kosteikon mutkittleva muoto lisää hidastaa veden virtausta kosteikolla ja lisää sen viipymää, mikä tehostaa ravinteiden sitoutumista ja kiintoaineen vajoamista. Kapea ja pitkänomainen muoto vähentää myös kaivumassojen siirtoja, kun ne voidaan tehdä yhdellä siirrolla molemmin puolin vesialuetta reunoille. Ylivieskan Äkkilän kosteikko 2020 Juha Siekkinen..

4.2 Laskeutussyväne

Laskeutussyvänteet ovat kosteikkoon tai muuhun uomaan kaivettavia syvennyksiä, joiden avulla voidaan pysäyttää ja kerätä talteen uomassa kulkeutuvaa kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Oleellista on se, että kertynyt kiintoaines voidaan ottaa talteen kustannustehokkaammin kuin pelkkää uomaa kaivamalla pitkällä matkalla. Laskeutussyvänteen yhteyteen voidaan rakentaa kiviverhoiltu pohjapato tai putkipato tehostamaan rakenteen toimivuutta.

Laskeutussyvänteen perustaminen:

1. Laskeutussyväne kannattaa perustaa uoman hitaasti virtaavalle osuudelle paikkaan, josta se on helppo tyhjentää.
2. Laskeutussyvänteen laajuus mitoitetaan ensisijaisesti valuma-alueen laajuuden perusteella, mutta käytännössä joudutaan tyytymään yleensä perustamaan se käytettävissä olevaan tilaan pellon reunaan, ojan varrelle tms.
3. Laskeutussyväne kaivetaan pitkänomaiseksi, maanpinnalta yleensä vähintään 5 m leveäksi ja 1,5-2 m syväksi uomaksi. Sen luiskat ovat pääosin kaltevuudessa 1:1, mutta osalla alueesta voi olla 1:2, jolloin sinne mahdollisesti pudonneet eläimet pääsevät sieltä helpommin pois.
4. Veden virtauksen hidastuessa syvänteen alueella kiintoaine alkaa laskeutua ja kertyä syvänteen pohjalle. Syväne voidaan tyhjentää tarvittaessa telakaivurilla tai esim. traktoriin kiinnitettävän imupumpun avulla. Kaivettu massa sijoitetaan laskeutussyvänteen välittömään lähiympäristöön.



Laskeutussyväne, joka on 30 m pitkä ja 5-7 m leveä ja 1,5 m syvä. Kuva on otettu pian kaivutöiden jälkeen ja siihen on alkanut kertyä vettä, mutta ei ole vielä tavoitekorkeudessa. Syväne on kaivettu hieman kaarevaksi. Inkoon Gröndalsmossenin kosteikko 2019, Juha Siekkinen.

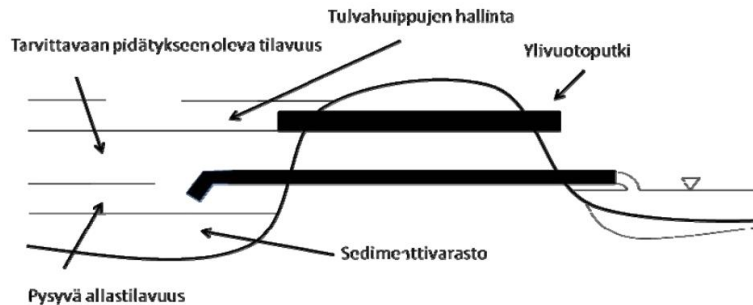
4.3 Laskeutussyväne + putkipato

Metsätalouden vesiensuojelussa käytettyä laskeutussyvänteen ja putkipadon yhdistelmää voidaan käyttää myös maatalousojissa. Putkipadolla hidastetaan tulva-aikaisia virtaamia, kun patorakenne pidättää tulvavesiä vesiä padon yläpuolelle esim. ojaverkostoon. Veden pidätys on vain väliaikaista, sillä tulvan laskeutuksessa ojassa/ojissa ollut vesi laskee pois putkipadon alemman putken kautta. Siten esim. kevättulvan aikainen vesi ehtii poistua ennen kuin kasvukausi alkaa.

Kun vesi pidättyy joksikin aikaa, vedessä olevaa kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita laskeutuu patolaitteen yläpuolella olevaan laskeutussyvänteeseen. Syvänteeseen kertynyttä liejua voidaan poistaa sopivin väliajoin. Patolaite vähentää myös ojauoman eroosiota. Putkipadon kohta voi toimia siltarakenteena peltolohkojen välissä olevassa ojassa.

Putkipadon rakentaminen:

1. Suunnittelussa selvitetään aluksi valuma-alueen laajuus ja sen perusteella suunnitellaan sopivan läpimittaiset putket. Suunnittelussa huomioidaan padotuskorkeus siten, ettei pellon tai metsän kuivatukselle aiheuteta haittaa.
2. Putkipato rakennetaan tavallisesti laskeutussyvänteen alareunan penkereeseen siten, että pienempi läpimittainen putki asennetaan alemmalle tasolle ja tulvavesien ohjaamiseen tarkoitettu ylivuotoputki ylös.
3. Putkipato on kustannustehokas vesiensuojelun, virtaamien tasaamisen ja tulvahuippujen vähentämiseen tarkoitettu patolaite, joka vähentää kuormitusta ja ojitusalueella.



Putkipadon rakenne. Lähde: Suomen metsäkeskus.



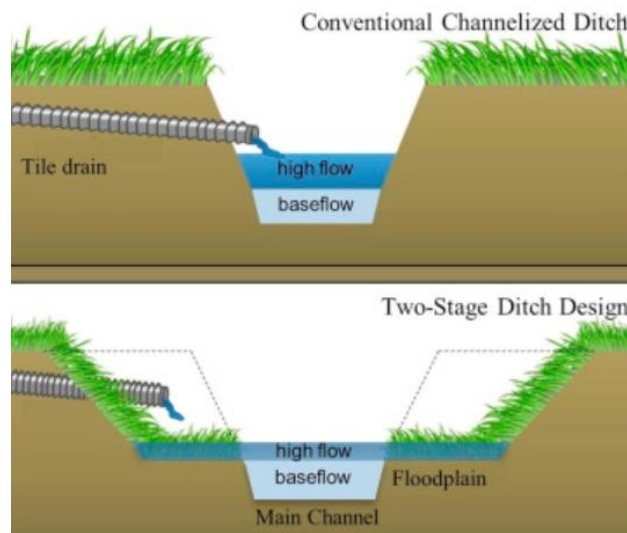
Putkipato metsätalouden vesiensuojelussa. Yläkuvassa putkipato on kuvassa olevan laskeutussyvänteen oikeassa reunassa ja alakuvassa se lähikuvassa. Alemmasta putkesta virtaa vesi ns. kesävesitilanteessa ja ylempi putki on tulvaputki. Molemmat mitoitetaan valuma-alueen laajuuden perusteella. Pudasjärvi, Juha Siekinen

4.4 Kaksitasouoma

Tavanomaisista ojista muokatut luonnonmukaiset kaksitasouomat ovat ympäristöystävällinen maankuivatusratkaisu ja samalla myös yksi vaihtoehto vesiensuojelurakenteeksi. Kaksitasouoma (2-tasouoma) on tehty peruskuivatusuomasta ja sen laitaan kaivetusta ja muotoillusta tulvatasanteesta. Se tarjoaa pitkäaikaisen ratkaisun peltojen kuivatukseen ja siitä on myös näyttöä, että se sopii kohteisiin, joissa peltojen heikko kuivatustila vaatii uomaverkoston kunnossapitotöitä. Kaksitasouomia on tehty jo pitkään mm. Yhdysvalloissa maatalousalueilla. Suomessa niitä on alettu rakentamaan viime vuosina ja tutkimuksia on tehty mm. Aalto-yliopistossa.

Maatalousalueiden lisäksi niitä on alettu soveltaa metsätaloudessa Tapion tutkimushankkeiden myötä. Tapion verkkosivuilla on selvitetty kaksitasouomien perustamista osana luonnonmukaista vesirakentamista. Tapiolla on netissä avoimessa käytössä oleva Excel-taulukkolaskentaohjelmajohdantainen laskentamenetelmä tulvatasanteen mitoittamiseksi. Se löytyy netistä googlettamalla esim. hakusanalla ”tulvatasanelaskuri”.

Tutkija Kaisa Västilän mukaan (kts. HAMK:n Ojat kuntoon -hanke 2018) kaksitasouomaratkaisu yhdistää tehokkaan maankuivatuksen, vesistökuormituksen hallinnan ja uomien ekologisen tilan parantamisen. Tilanteen mukaan tehdään nykyisen valtaojan toiselle laidalle tai molemmille laidoille tulvatasanne. Tasanteen myötä vedenkorkeudet alenevat valtaojissa, mikä parantaa salaojien toimintaa ja peltojen kuivatustilaa. Tulvatasanne kasveineen pidättää kiintoainesta ja ravinteita, jolloin myös alapuolisiin vesistöihin virtaavan veden laatu paranee.



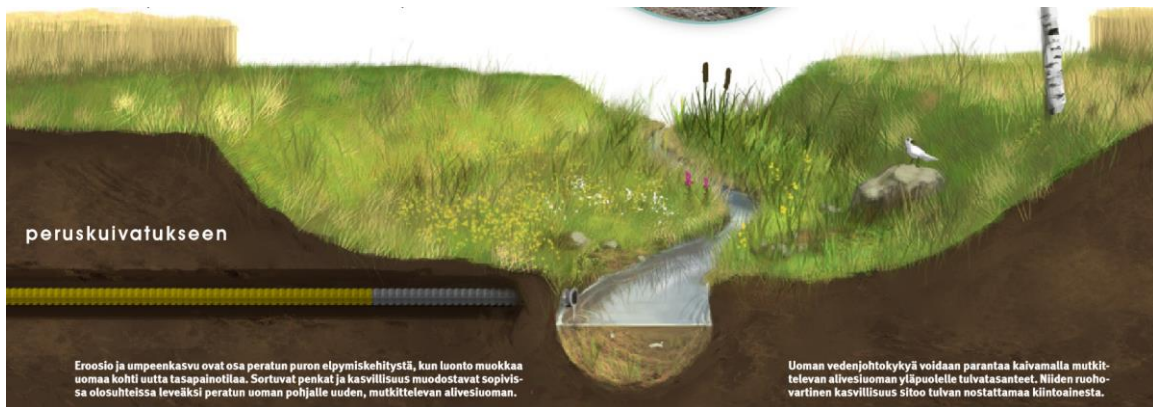
Yläkuvassa tavanomainen kuivatusoja kesävesikorkeudessa (vaalean sininen väri) ja tulvatilanteessa (tumman sininen väri). Alakuvassa kaksitasouoma kesävesi- ja tulvatilanteessa, joka on perustettu yllä olevasta uomasta ja siinä on molemmin puolin kaksitasoa eli tulvatasannetta. Kuvien lähde sciencedirect.com.

Västilän mukaan kaksitasouomien toimintaa on tutkittu Sipoossa Ritobäckenin koekohteella sekä mm. Yhdysvaltain Keskilännessä. Koekohteissa on vahvistettu, että kaksitasouoma tarjoaa toimivan maankuivatusratkaisun pitkälle tulevaisuuteen. Tulvatasanteelle kehittyvä kasvillisuus on otettava huomioon uomien mitoituksessa. Aalto-yliopistossa on kehitetty mittauksen pohjalta suunnittelijoille käyttökelpoisia menetelmiä kasvillisuuden vaikutusten arviointiin.

Kaksitasouoman perustaminen:

1. Vedenjohtokyvyn parantamiseksi tulvatasanne joko toispuolisesti tai molemmin puolin. Pääuoma saattaa olla muodoltaan tai reunan korkeussuhteiltaan sellainen, että toista luiskaa ei mahdollista kaivaa. Sen sijaan paikalliskuivatuksen ojaverkostossa voi olla helpompi tehdä tulvatasanne molemmin puoliseksi.
2. Haitallisten ympäristövaikutusten minimoimiseksi alkuperäinen mutkitteluva uoma jää alivesiuomaksi, jota ei kaiveta tai siihen kosketaan mahdollisimman vähän. Näin varmistetaan myös se, että pääuoma pysyy sopivan kapeana, jotta vesi nousee alkuperäisestä uomasta tulvatasanteelle riittävän usein.
3. Tulvatasanteen leveys riippuu käytettävissä olevasta tilasta nykyisestä ojasta sivulle päin. Jos lähtötilanteessa suojavyöhyke on 3 m leveä, siihen saa mahtumaan 1-1,5 m leveän tulvatasanteen: tulvatasanne 1 – 1,5 m leveä + luiskan viemä tila 0,5 – 1 m (riippuen ojaveden syvyydestä pellon pintaan) + 1 m suojakaista peltoon = 3 m.
4. Tasanteen olisi tämän hetkisen tiedon mukaan hyvä olla sen verran alhaisella korkeusasemalla, että se on veden peitossa keskimäärin noin 2-3 kuukautta vuodessa. Se voi olla käytännössä n. 20-50 cm ojan pohjasta.

Kaksitasouomien rakentamisessa on huomioitava mm. käytettävissä oleva pinta-ala, maaperän stabiilius ja luiskien kaltevuus. Toistaiseksi erityyppisillä maalajeilla toteutetut tulvatasanteet ovat pääosin olleet stabiileja varsinkin kasvillisuuden alettua kehittyä.



Perkauksesta luonnonmukaiseen peruskuivatukseen on mahdollisuus tehdä ympäristöystävällinen ratkaisu uomien hoidossa ja vesiensuojelussa. Yllä oleva kuvapari on Suomen ympäristökeskuksen julkaisusta ”Purojen hoito maatalousalueilla” ja se on ladattavissa netistä pdf-muodossa.

Ennen kaivua



Kaivun jälkeen



Kuvasarja ojasta ennen kaivua ja muutos kaksitasouomaksi kaivun jälkeen. Oikeanpuoleisessa kuvassa tulvasananne ei ole vielä kasvittunut. Kuvien lähde: Västilä, K ja Järvelä J. 2017: Kaksitasouomat – nykytietämys ja jatkotutkimustarpeet, Aalto-yliopisto.

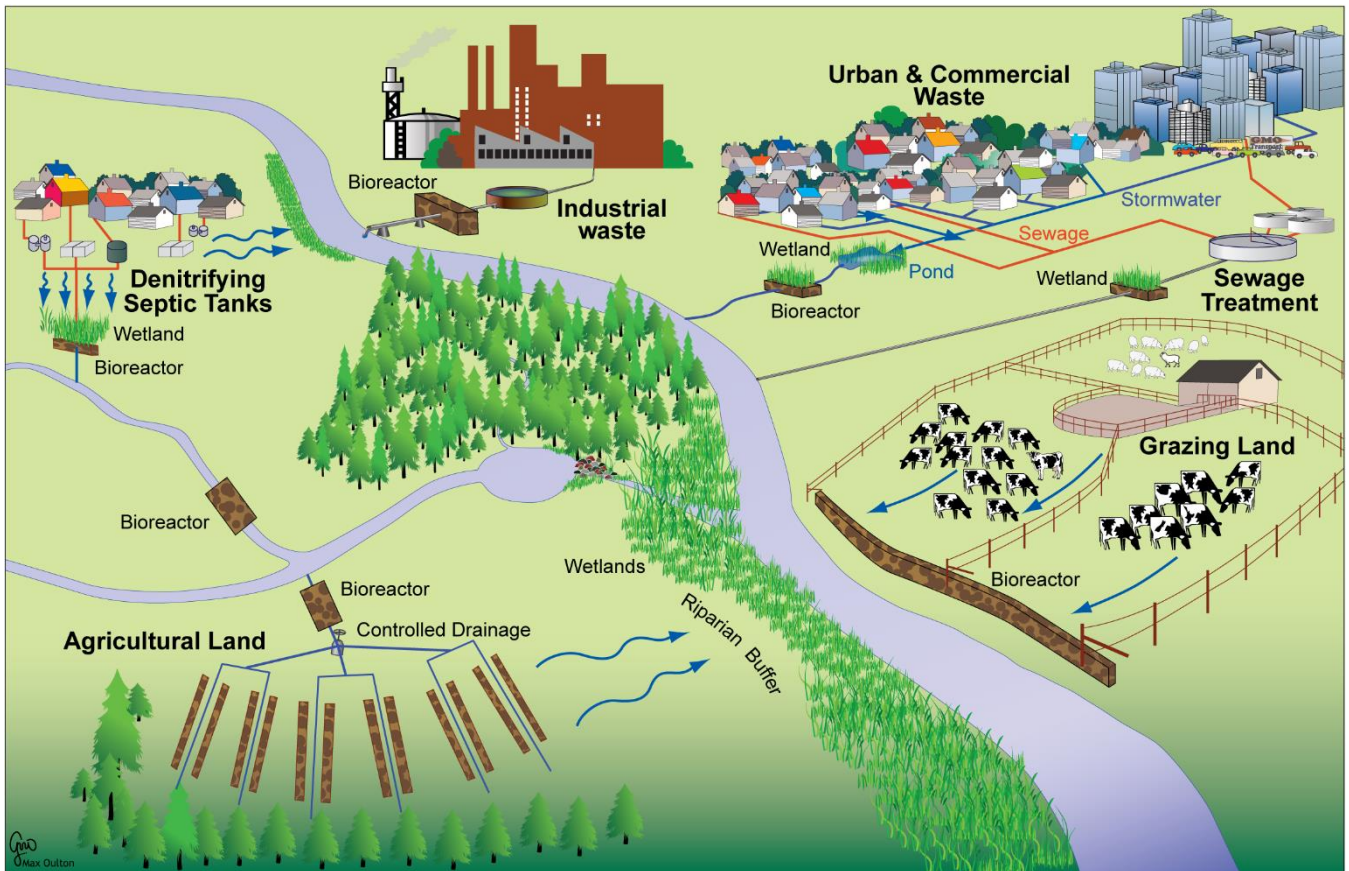
Ulkomailla ja Suomessa olevissa koekohteissa tehdyt seurannat osoittavat, että **tulvasanteet pidättävät runsaasti kiintoainetta**. Suomen oloissa kiintoaineen kasautuminen on arviolta keskimäärin 1-2 cm/vuosi. Siten jo muutaman sadan metrin pituinen, optimaaliselle korkeudelle sijoitettu tulvasananne leikkaa vuodessa kulkeutuvaa kiintoainekuormaa jopa noin 10 % (Västilä 2018). Kasautumisesta aiheutuvan uomien ylläpitotarpeen odotetaan olevan kaksitasouomissa vähäisempää kuin tavanomaisissa uomissa.

Kaksitasouoman edut:

1. Kaksitasouoma sopii myös pienempiin ojiin, jolloin vaikutuspinta-alaa saadaan lisää, jos pääuomaan ei ole mahdollista tehdä tällaista kaivutyötä → vesisyvyys ja virtausnopeus pysyvät tulvasanteella sopivina
2. Eroosion ja kasautumisen hallinta → vähemmän ylläpitoa
3. Monimuotoisemmat elinympäristöt
4. Tulvasanteen kasvillisuus sitoo hyvin kiintoaineista ja ravinteita → mahdollisesti parempi vedenlaatu
5. Kalliimpi rakentaa kuin tavalliset ojat, mutta ylläpitokustannukset ovat pienemmät

4.5 Puuhakebioreaktorit

(selostuksen kuvat on haettu internetistä)



Puuhakebioreaktorit soveltuvat maa- ja metsätalousalueiden sekä taajamien ja liikenneväylien hulevesien puhdistukseen. Rakenne on yksinkertainen, materiaalit tavanomaisia ja jopa paikallisesti saatavia.

Pohjois-Amerikassa biohakereaktoreita on rakennettu jo pitkään. Niistä voi hakea lisätietoa internetistä nimellä "wood chip bioreactor". Niiden puhdistustehoa on jonkin verran tutkittu muutamilla pilottikohteilla Suomessakin.

Rakenteet vievät vähemmän tilaa kuin monet muut vesiensuojelurakenteet. Ne voivat tarjota keinoja perustaa vesiensuojelurakenteita sinne, mihin ei ole mahdollista tehdä esimerkiksi laskeutussyvänteitä, putkipatoja, pintavalutuskenttiä, 2-tasouomia tai kosteikkoja.

Hakebioreaktoreista on erilaisia sovelluksia. Tässä esitellään 3 erilaista rakennetta, joita olisi tarkoitus suunnitella tässä tarjouspyynnössä, mikäli niiden toteuttamiseen löytyy halukkaita kiinteistön omistajia.

4.5.1 Maanalainen puuhakebioreaktori

Soveltuminen ja edut:

- Erityisesti maatalousalueiden ravinnepitoisten valumavesien puhdistukseen, kun vedet on mahdollista ohjata yhdestä kohdasta (avo-ojasta tai salaojaputkiston kokoomaputkesta) hakebioreaktoriin.
- Vaatii loivan korkeuseron tuloveden ja lähtöveden purkautumispisteen välillä
- Suodatinmateriaalina käytettävää puuhaketta on mahdollista saada lähes ”joka kylältä”

Rakenteen toimivuuden kesto:

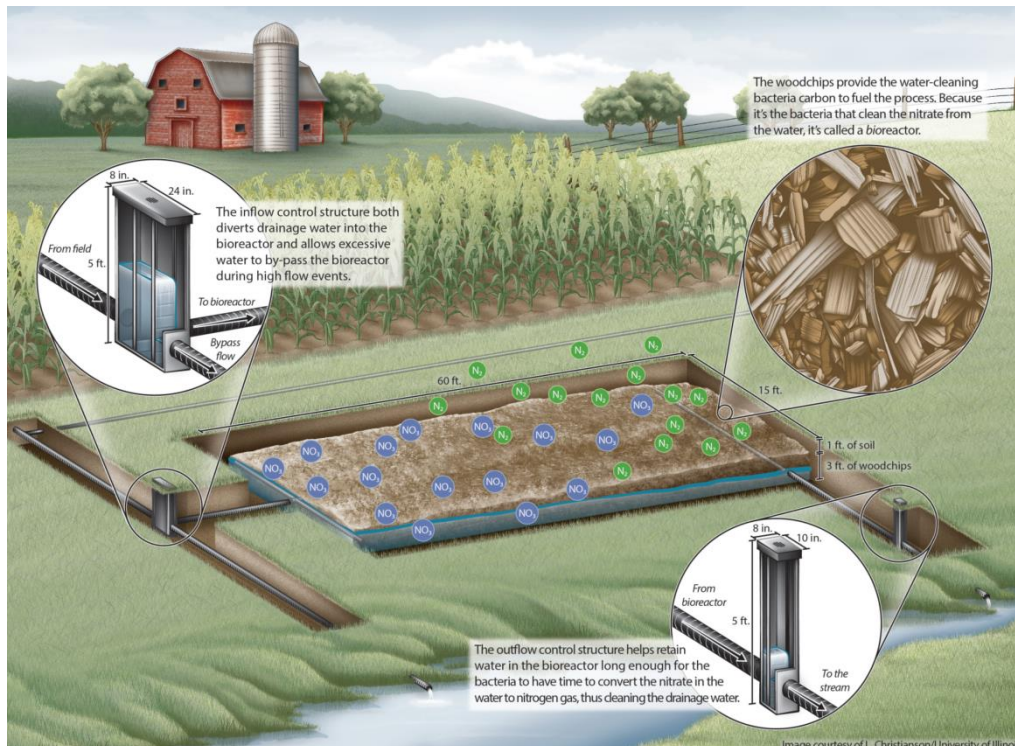
- Internetistä haettujen Pohjois-Amerikkalaisten tietojen perusteella toimii 10–20 vuotta.
- Sen jälkeen puuhake voidaan käyttää maanparannusaineena

Mitoitus:

- 7 m³/valuma-aluehehtaari
- 2 ha: pituus 5 m x leveys 3 m x hakekerros 0,9 m = 14 m³
- 4 ha: pituus 8 m x leveys 4 m x hakekerros 0,9 m = 28 m³
- 10 ha: pituus 12 m x leveys 7 m x hakekerros 0,9 m = 70 m³
- 20 ha: pituus 20 m x leveys 8 m x hakekerros 0,9 m = 140 m³

Rakentamisen kustannukset:

- kaivutyö: 25 m³/tunti, sisältää kaivumassojen levityksen ja maisemoinnin vierelle, konetyötunti 65 € + alv 24 %
- puuhake: 20 €/1 m³ + alv 0 %
- vedensäätelylaitteisto: 1 500 eur + alv 24 %
- rumpuputket 160/140 SN4, 7 m 40 €/kpl (alv 0 %), tarvitaan 5–8 kpl = 200–400 € + alv 24 %
- esim. 4 ha valuma-alueelle 25 m³:n rakenne = 2 200–2 500 € + alv 24 %



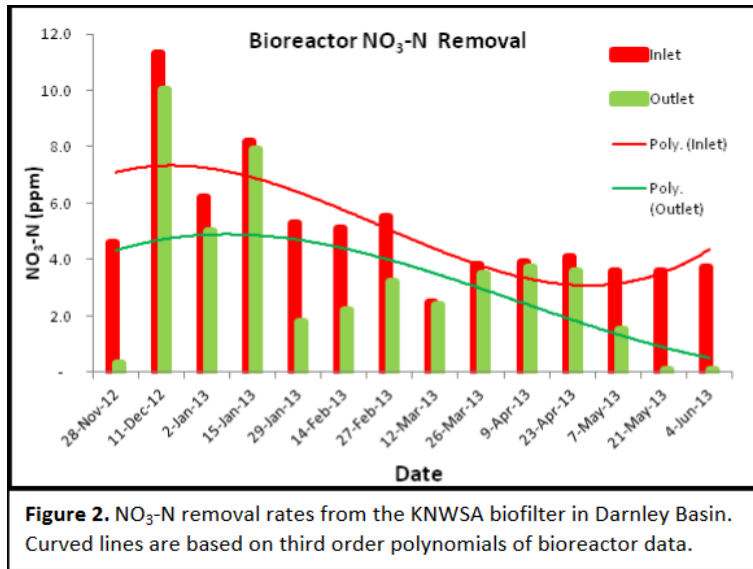
How does it work:

A bioreactor is a covered pit filled with a high-carbon material such as woodchips. As excess water leaves the field through tile drainage, the water flows through the bioreactor before it completely exits the site.

Water enters the main part of the bioreactor with the wood chips and the denitrifying microorganisms. There, the nitrates are separated from the water as harmless nitrogen gas. The water with a reduced nitrogen load then exits the bioreactor through the outflow control structure, where it enters surface water, just as normal tile drainage would. Denitrifying microorganisms rely on the carbon in the wood chips as a food source, so the bioreactor is able to self-sustain its own denitrifying microorganism colony.

During times of high water flow, the bioreactor will fill to capacity. The remaining water will be diverted by the control structures, allowing excess drainage to enter surface waters untreated. This allows expedient drainage of the field, while still removing some of the nitrates.





Hakebioreaktorin teho

Applying Woodchip Bioreactors for Improved Water Quality

What is a woodchip bioreactor?

Drainage water diverted through a buried trench filled with woodchips. Naturally occurring microbes use the wood chips as a carbon source and convert nitrate in the drainage water to nitrogen gas (denitrification).

Denitrification

Denitrification occurs when microbes living in the system use the woodchips as a carbon source to convert nitrate to nitrogen gas.

THE PROCESS: NITRATES to NITROGEN

Benefits of a woodchip bioreactor

- Nitrate removed through denitrification.
- Bioreactors placed at edge of field.
- Does not impact current land management practices.

Research

- Nitrate removal under various water flows.
- Collecting data at several Iowa sites to measure effectiveness of field bioreactors in removing nitrate, phosphate, *E. coli*, and greenhouse gas emissions.

Woodchip Bioreactor Video at <https://www.youtube.com/watch?v=pQKtbDFd4A0>

For more information go to www.extension.iastate.edu/waterquality or www.cleanwateriowa.org

Prepared by Michelle Soukup, associate professor, Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University; Thomas Benhart, associate professor, Natural Resource Ecology and Management, Iowa State University; Matt Helmers, associate professor, Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University; and Hilarie Hoover, research associate, Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University. This project is supported by the Iowa Nutrient Research Center. Additional support is provided by the Iowa Soybean Association. Iowa State University's Extension and Outreach programs are available to all without regard to race, color, age, religion, national origin, sexual orientation, gender identity, genetic information, sex, marital status, disability, or status as a U.S. veteran. Inquiries can be directed to the Office of Equal Opportunity, 3521 Sievers Hall, (515) 281-1672. Based on information of Cooperative Extension work, American University, 1916, in cooperation with the U.S. Department of Agriculture, Barbara A. Krutz, director, Cooperative Extension Service, Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, 50508, February 2018.

IOWA STATE UNIVERSITY
Extension and Outreach

Iowa Nutrient Research Center

Environmental Programs & Services
www.extension.iastate.edu/eps

Woodchip Bioreactors for Nitrate in Agricultural Drainage

Water Quality

How much nitrate will a woodchip bioreactor remove? How big an impact will I have?

A bioreactor's annual nitrate load reduction can range from about 10 percent to greater than 90 percent depending on the bioreactor, the drainage system, and the weather patterns for a given year. Based on research from Iowa, Illinois, and Minnesota, most bioreactors show performance of about 15 to 60 percent nitrate load removed per year. It may be best to target fields or watersheds that have higher nitrate loads in order to have the biggest impact.

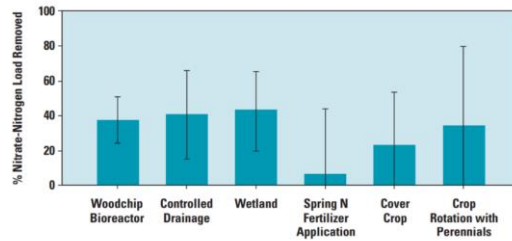


Figure 8. Comparison of nitrate removal from bioreactors and other practices; bar shows the average removal with the whisker showing plus and minus one standard deviation (adapted from data from the authors)

How do bioreactors compare to wetlands and other nitrate reduction strategies?

Bioreactors and wetlands often are compared because both technologies provide edge-of-field or off-site treatment. In terms of percent reduction of nitrate loads, wetlands have been shown to have nitrate removal of 40 to 70 percent. Bioreactors have far smaller surface footprints than wetlands, but also receive drainage from far smaller areas; bioreactors will treat drainage from a field-sized area while wetlands will receive drainage from several thousand acres. Also, wetlands can be effective for other water pollutants such as sediment and can have many additional benefits for wildlife habitat and flood regulation.

A number of other practices in addition to bioreactors and wetlands can help reduce nitrate export in drainage water. Several of these other options include improved nutrient management, cover crops, crop rotations that include perennials, and controlled drainage. In systems that are not tile-drained, nitrate could be moving to the stream via shallow groundwater flow. In those cases, buffers or prairie strips can help reduce nitrate export to the stream. The acceptability of any water quality practice will vary by individual producer and individual farm, and it is likely that a variety of practice applied across the landscape will be necessary to meet overall water quality goals.

Will the bioreactor remove other chemicals?

Woodchip bioreactors are specifically designed to reduce the amount of nitrate in drainage, and may not be effective for other pollutants such as phosphorus, pesticides, herbicides, and pathogens. However, the potential of bioreactors to remove some of these pollutants is an area of ongoing research.

4.5.2 Pellon/laitumen ja uoman väliin perustettavat puuhakebioreaktorit

Soveltuminen ja edut:

- Erityisesti maatalousalueiden ravinnepitoisten valumavesien puhdistukseen, kun vesi virtaa pintavaluntana leveällä alueella viereiseen järveen, jokeen tai ojaan.
- Sopii loiville tai jyrkkärinteisille pelloille ja eläinlaitumille, kun niiden ja vesialueen väliin jää vain kapea, muutaman metrin levyinen vyöhyke ja kun siihen ei voi perustaa muuta vesiensuojelurakennetta
- Suodatinmateriaalina käytettävää puuhaketta on mahdollista saada lähes ”joka kylältä”

Rakenteen toimivuuden kesto:

- Ei ole saatavilla tietoa, mutta puuhake pysyy pääosin mässä olosuhteessa, jolloin se kestää ja toimii vuosia

Mitoitus:

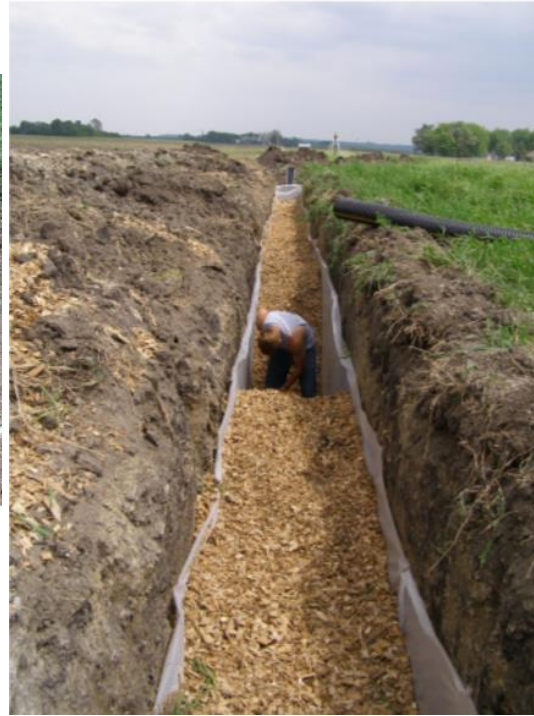
- voidaan tehdä eri pituisina rakenteina, jolloin voi reunustaa pitkääkin laidunalueita vesistön vieressä
- leveys n. 1–3 m, syvyys 1 m
- päältä avoin, jolloin vesi pääsee virtaamaan puuhakeuomaan pintavaluntana
- esim. karja voi kulkea sen päällä

Rakentamisen kustannukset:

- kaivutyö: 25 m³/tunti, sisältää kaivumassojen levityksen ja maisemoinnin vierelle, konetyötunti 65 € + alv 24 %
- puuhake: 20 €/1 m³ + alv 0 %
- rumpuputket 160/140 SN4, 7 m 40 €/kpl (alv 0 %), tarvitaan 1–3 kpl/20 m = 40–120 €/20 m + alv 24 %
- maanrakennuskangas, jos maaperä on helposti vettä läpäisevää, 4 x 100 m rulla/400 € + alv 24 %
- esim. 50 m pitkä, 1 m leveä ja 1 m syvä rakenne = 50 m³:n rakenne = 1 200–1 500 € + alv 24 %
- esim. 50 m pitkä, 3 m leveä ja 1 m syvä rakenne = 150 m³:n rakenne = 3 500–4 500 € + alv 24 %



Trenches are filled with woodchips to build a bioreactor, where microbes operating in an anaerobic environment remove nitrates that would otherwise flow into local rivers. (Supplied: Terrain NRM)



4.5.3 Uomaan perustettavat puuhakebioreaktorit

Soveltuminen ja edut:

- Erityisesti maatalousalueiden ravinnepitoisten valumavesien puhdistukseen, kun vesi virtaa ojissa.
- Metsätalousalueiden kokoomaajiin pysäyttämään kiintoainetta ja ottamaan talteen ravinteita
- Sopii ojiin ja kokoomaajiin ja kun niihin ei mahdu mitään muuta vesiensuojelurakennetta
- Suodatinmateriaalina käytettävää puuhaketta on mahdollista saada lähes ”joka kylältä”

Rakenteen toimivuuden kesto:

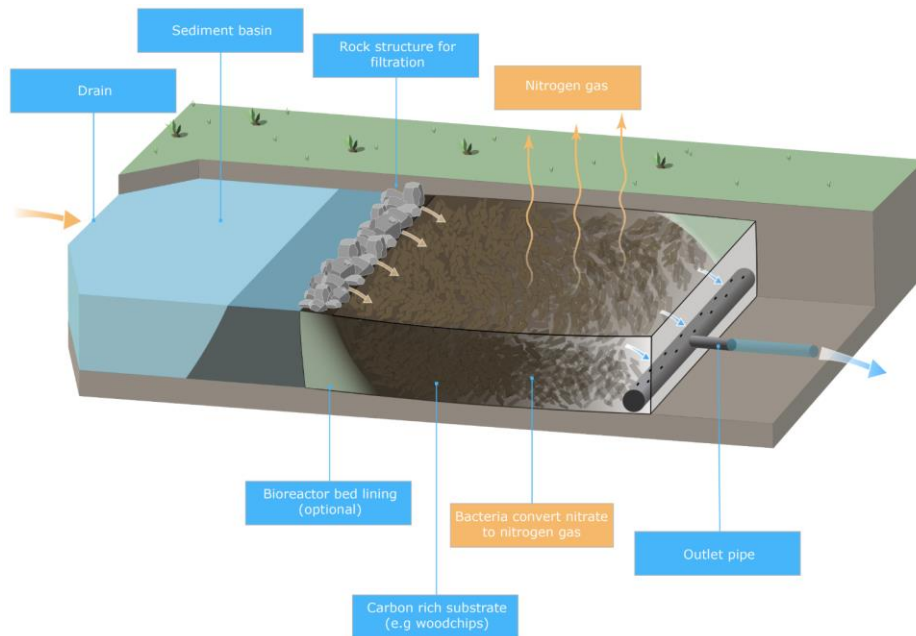
- Ei ole saatavilla tietoa, mutta puuhake pysyy pääosin märässä olosuhteessa, jolloin se kestää ja toimii vuosia

Mitoitus:

- Voidaan ilmeisesti käyttää samaa periaatetta kuin yleensä hakebioreaktoreissa eli $7 \text{ m}^3/\text{valuma-aluehehtaari}$
- 2 ha: pituus 5 m x leveys 3 m x hakekerros 0,9 m = 14 m^3
- 4 ha: pituus 8 m x leveys 4 m x hakekerros 0,9 m = 28 m^3
- 10 ha: pituus 12 m x leveys 7 m x hakekerros 0,9 m = 70 m^3
- 20 ha: pituus 20 m x leveys 8 m x hakekerros 0,9 m = 140 m^3

Rakentamisen kustannukset:

- kaivutyö: ojan levennys ja syvennys ja muotoilu $25 \text{ m}^3/\text{tunti}$, sisältää kaivumassojen levityksen ja maisemoinnin vierelle, konetyötunti $65 \text{ €} + \text{alv } 24 \%$
- puuhake: $20 \text{ €}/1 \text{ m}^3 + \text{alv } 0 \%$
- kiverhoiltu pohjapato molempiin päihin, yht. $2\text{-}5 \text{ m}^3/\text{raekoko } 50\text{-}100 \text{ mm} = 100\text{-}150 \text{ €}/2 \text{ patoa}$
- mahdollisesti tulvatilanteita varten rumpuputket hakekerroksen päälle, mitoitus riippuu ojan virtaamasta ja hakebioreaktorin pituudesta, esim. $450/400 \text{ mm}$ putki 7 m, SN4, = $250 \text{ €} + \text{alv } 24 \%/ \text{kpl}$. Rumpuputket pitää peittää maalla, jotta ne pysyvät paikoillaan hakekerroksen päällä.
- esim. 4 ha valuma-alueelle 28 m^3 :n rakenne = 30 m pitkä rakenne 1 m levyisessä ojassa + tulvaputket $5 \times 7 \text{ m } 450/400 \text{ mm} = 2\ 000\text{-}2\ 500 \text{ €} + \text{alv } 24 \%$



Periaatekaavio uomaan rakennettavasti puuhakebioreaktorista. Vesi virtaa vasemmalta uomaan pitkin oikealle. Ennen bioreaktoria on veteen kaivettu laskeutussyväne (*sediment basin*), sitten sopivan karkeista kivistä rakennettu pohjapato, jonka läpi vesi virtaa, mutta hake ei pääse pois. Vesi virtaa hakekerroksen läpi ja poistuu, kuvassa putken kautta, mutta voi virrata samanlaisen kiverhoilun kautta kuin tulopäässäkin.



In-ditch bioreactors

Photo courtesy of L. Christianson



3/3

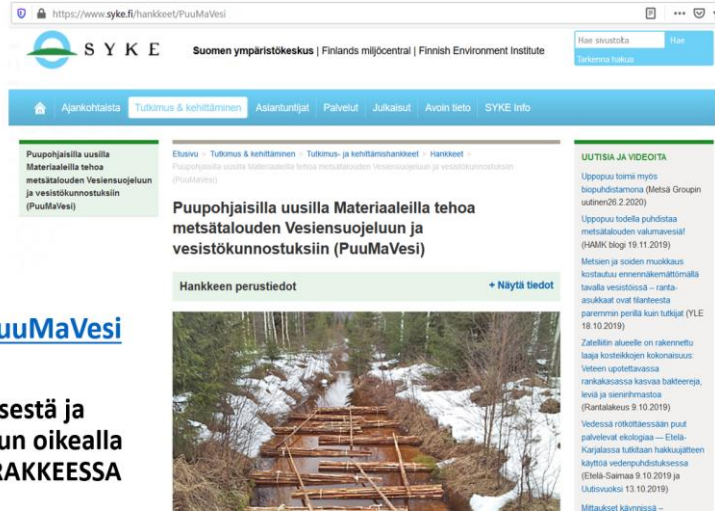
Construction of a bioreactor bed in a drain. Photo by Queensland Government



4.6 Puuniput osana vesiensuojelurakennetta

(selostuksen kuvat on haettu internetistä)

Puunippujen käyttöä vesiensuojelurakenteena on ideoinut ja selvittänyt Suomen ympäristökeskuksen PuuMaVesi-hanke



<https://www.syke.fi/hankkeet/PuuMaVesi>

Lisätietoa puunippujen merkityksestä ja puunipputempauksista mm. nettisivun oikealla olevassa "UUTISIA JA VIDEOITA" SARAKKEESSA



Etusivu > Ajankohtaista > Uutiskirjeet > Vesistökuunnostusverkosto > Uppopuurakenteista uusi vesiensuojelumenetelmä

Uppopuurakenteista uusi vesiensuojelumenetelmä

Uutinen 26.8.2020 klo 14.34



Savitaipaleen lukion kurssilaiset rankanippuja upottamassa © Metsä Group

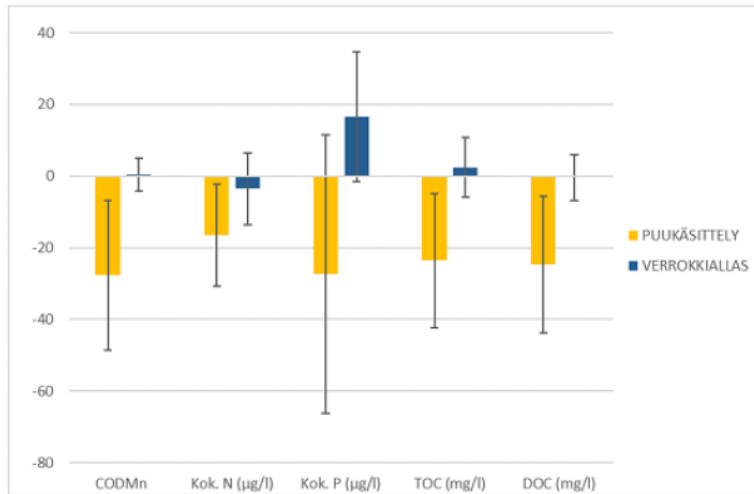
PuuMaVesi-hanke tarjoaa työkaluksi uppopuupuhdistamoja torjumaan ilmastomuutoksen myötä kasvavaa hajakuormitusta.

Uppopuut apuna vesistökuormituksen hallinnassa

Ilmastomuutoksen edetessä maankäytön aiheuttama vesistökuormitus kasvaa. Vuonna 2018 käynnistyneessä PuuMaVesi-hankkeessa kehitetään vähäarvoisesta pienpuuaineksesta vesistökuormitusta pienentäviä luonnontukaisia rakenteita: rankatukkeja sekä -kasetteja. Uppopuurakenteiden pinnoille kehittyvän biofilmin ja sitä hyödyntävän eliöstön on todettu suodattavan vedestä ravinteita, humusaineita ja metalleja. Rakenteet pidättävät tehokkaasti myös kiintoainesta.

Tulva-aikaan kiintoaines väheni melkein 80 prosenttia

Tulosten perusteella puukäsittely alensi systemaattisesti lähtevän veden ravinnepitoisuutta, orgaanisen hiilen määrää ja kemiallista hapenkulutusta. Puukäsittely alensi myös laskeutusaltaista purkautuvien vesien kiintoainepitoisuutta selvästi tehokkaammin kuin pelkkä laskeutusallasrakenne.



Puukäsittely alensi ainepitoisuuksia. Laskeutusaltaista lähtevän veden ainepitoisuuksien muutos tulevan veden pitoisuuksiin verrattuna (prosentteina) puukäsittelyillä ja käsittelemättömillä laskeutusaltailla.

Tulva-aikaan kiintoaines väheni jopa 77 prosenttia ja ravinnepitoisuus, orgaanisen hiilen määrä ja kemiallista hapenkulutus yli 40 prosenttia. Myös altaista lähtevän veden rautapitoisuus aleni merkittävästi. Puukäsittelyillä ei ollut negatiivista vaikutusta lähtevän veden happipitoisuuteen. Tämä todettiin sekä vesinäytteenotolla että kesän alivirtaamilla toteutetuilla viikoittaisilla kenttämittauksilla.

Veden pH-tasoa puukäsittely näytti hiveneen jopa nostavan. Pohjaeläimistön monimuotoisuus lisääntyi merkittävästi puukäsittelyissä altaissa. PuuMaVesi-hankkeen ensimmäisiä tuloksia on julkaistu [Vesitalous 2/2020-julkaisussa](#).

KEMPELEEN ZATELLIITIN PUUNIPPUTALKOOT Toteutus LC Oulu/Sillat, LC Kempele/Sampola ja Kempeleen-Oulunsalon luonnonsuojeluyhdistys ry.

- Materiaalina käytettiin Kempeleen kunnan energiapuukasasta haettua sekapuurankaa, jota ei oltu karsittu.
- Sopiva läpimitta on tyveltä alle 10 cm, pituus n. 2-5 m. Rankoja ei tarvitse karsia.
- Rakentamistapoja on monenlaisia: esim. toisessa päässä tyvet kohdakkain ja toisessa päässä voi halutessa sahata latvat samanpituisiksi. Osa latvoissa voi tietenkin olla myös käännettynä tyvipäähän.



Puunippujen sitomisessa voi käyttää läpimitaltaan 8-10 mm sisälköyttä. 20 m köyttä maksaa n. 10 euroa. Yhteen 3-5 m pitkään nippuun voi laittaa 2-3 köyttä. Nipun halkaisija on n. 0,5 m, joten köyttä menee maks 1,5 m/sidontakohta eli 3-4,5 m/nippu.



Köydet kannattaa laittaa aluksi kuvan mukaisesti pitkäksi ja sitten vain puuta nippuun. Kun tekee köyden toiseen päähän pienen silmukan ja silmukasta pujottaa toisen pään läpi. Kun nippu on valmis, köydellä on helppo kiristää nippu tiiviiksi jalkavoimaa hyväksi käyttäen

5 VESIENSUOJELURAKENTEIDEN YLLÄPITO JA HOITOTYÖT

Hoitotyöt	Kosteikko	Laskeutussyväne	Kaksitasuoma	Pohjakyynnys	Putkipato
<p>Patolaitteen tarkistus</p> <p>Kohteelle on asennettu patolaite, jonka avulla vedenpintaa voidaan säädellä jossain määrin. Patolaitteen kyky läpäistä vedet suunnitellusti tarkistetaan vuosittain. Tukkeumia voivat aiheuttaa risut, oksat, kelluvat turvepaakut yms. Vedenpinnan korkeuden muutoksissa seurataan erityisesti tulvakauden tilannetta, jolloin virtaamat ovat suuret ja patolaite on alttiina suurimmalle vedenpaineelle ja -kulutukselle. Patolaitteen rakenteissa tarkistetaan sen ympärillä olevan maa-aineksen pysyvyys, kiviverhoilun kunto ja veden läpivirtaus.</p>	●	●	(●)	●	●
<p>Vedenpinnan pysyminen tavoitekorkeudessa</p> <p>Tulvatasanteella veden pysyminen tavoitekorkeudessa tarkoittaa sitä, että tavanomaista suurempien virtaamien aikana vesi pääsee 2-tasouoman tulvatasanteelle. Jos se ei pääse sinne, 2-tasouoman tulvatasannetta pitää madaltaa. Seurantaa tehdään vuosittain.</p>			●		
<p>Kiintoaineen kertyminen ja poistaminen</p> <p>Kiintoaineen kertyminen rakenteessa tarkistetaan vuosittain ja tyhjenetään telakaivurilla tai traktorin ja imupumpun avulla noin 2-5 vuoden välein kiintoaineen kertymisen mukaan viimeistään silloin, kun se täyttää vesitilavuudesta puolet. Kaivetut massat läjitetään viereiselle penkereelle siten, että ne eivät valu kosteikolle.</p>	●	●			
<p>Penkereiden kunnossapito</p> <p>Kohteelle tulee matalia penkereitä, jotka maisemoidaan. Penkereet ja luiskat tarkistetaan ainakin kahdesti vuodessa kahden ensimmäisen vuoden aikana rakentamisesta ja sen jälkeen 2-3 vuoden välein. Niitä korotetaan tarvittaessa, jotta koneella tehtävät huoltotyöt on mahdollista tehdä tai niille perustetut maisemaniityt, riistapellot yms. voidaan hoitaa tarkoituksenmukaisesti. Kahdessa vuodessa kasvillisuus on todennäköisesti levinnyt ja juurtunut niille ja eroosion vaikutus niistä on enää hyvin vähäistä.</p> <p>Jos jostain luiskasta irtoaa toistuvasti merkittävästi maata ja se valuu suoraan veteen, luiskataan kohta traktorilla tai telakaivurilla loivemmaksi ja kylvetään siihen heinänsiementä tai siirretään siihen konetyönä kasvillisuusmättäitä. Jos kohta on pienialainen, korjaaminen voidaan tehdä lapiotyönä.</p>	●	●	(●)	●	●
<p>Kasvillisuuden hoito</p> <p>Penkereille levittäytyvät puiden taimet raivataan vuosittain tai ainakin ennen kuin ne ovat 2 m pitkiä. Raivatut taimet viedään pois tai poltetaan paikan päällä, jos niitä kertyy vähäistä enemmän. Siinä tapauksessa niitä ei saa jättää kasoiksi kohteen reunoille tai lähialueelle, sillä ne voivat toimia vieraspienpetojen lymypaikkoina. Penkereiden heinä- ja ruohokasvillisuus niitetään traktorityönä tai ihmistyönä vuosittain, jos kohde on maisemallisesti erityisen merkittävällä paikalla.</p> <p>Saarten heinä- ja ruohokasvillisuutta ei tarvitse niittää, mutta puiden taimet raivataan. Heinä- ja ruohokasvillisuuden hoitotyöt tehdään 15.7.-30.9. välisenä aikana, vesakon raivausta voidaan tehdä myös myöhemmin syksyllä.</p>	●	(●)	●		
<p>Vesilinnuille pesimäpaikkoja</p> <p>Telkälle voi laittaa kaksi pesimäpönttöä sopiviin paikkoihin. Puolisukeltajasorsille voi kokeilla laittaa ns. pesimäputkia tai vesivanerista tehtyjä pesimälaitteita. Pesimälaitteet tarkastetaan ja huolletaan vuosittain.</p>	●				
<p>Pienpetopyynnin järjestäminen</p> <p>Riistanisäkselajistomme vieraslajit minkki ja supikoira hakeutuvat kosteikkojen läheisyyteen siellä olevien ravintolähteiden vuoksi. Ne eivät kuulu alkuperäiseen luontoomme ja ovat ns. vieraspienpetoja. Ne voivat aiheuttaa pesiville linnuille suurta haittaa.</p> <p>Niiden pyynti erilaisilla riistanhoitoon tarkoitetuilla ja säädösten mukaisilla loukuilla on tärkeää riistanhoitotyötä. Pyyntiä tehdään vuosittain tai sen mukaan miten pienpetoja esiintyy alueella. Pynnin toteuttamisessa voi tehdä yhteistyötä esim. paikallisen metsästysseuran tai pienpetopyyntiä harrastavan metsästäjän kanssa.</p>	●				

6 TOIMENPITEET KOHDELUETTELONA

Kohteen rakentamisen vaativuus:

- 1) Kohde helposti toteuttavissa, esim. lähellä tietä tai ei tarvitse poistaa puustoa.
- 2) Kohde hankalasti saavutettavissa, vaatii puuston poistoa tai runsaasti kaivutyötä

Käyty kohteella maastossa: Kyllä = J. Siekkinen tarkistanut kohteet maastossa 7.-9.12.2020 välisenä aikana, osa kohteista on myös valokuvattu.

Kohde	Kohteen rakentamisen vaativuus	Laskeutus-syvänne (m ²)	Putki-pato	Pintavalutus-kenttä (m ²)	Kasvillisuus-kenttä (m ²)	Kosteikko (m ²)	Kaksitaso-uoma (m)	Puuhake-bioreaktori (kpl)	Puunippuja (kpl)	Käyty kohteella maastossa
1 a	1	240	1						15	kyllä
1 b	1	280	1						15	kyllä
2	2					300			15	kyllä
3	1			200						ei
4	2					1 000		1	20	kyllä
5 a	1	200	1						15	ei
5 b	1	200							15	kyllä
5 c	1	160					30		15	ei
5 d	1							1		ei
5 e	1							1		kyllä
5 f	1						70			kyllä
5 g	1	100					30	1		kyllä
5 h	1			150						kyllä
5 i	1	280							20	kyllä
6 a	1	200							25	kyllä
6 b	1	140							20	kyllä
6 c	1				80					ei
7 a	1	300							20	ei
7 b	1	200							15	ei
7 c	2					400			20	ei
7 d	1	160							10	kyllä
7 e	1						75			kyllä
7 f	1	240							20	ei
7 g	1						155			kyllä
7 h	1					600			20	kyllä
8 a	1									kyllä
8 b	2					2 000			25	kyllä
27 1=	23	2700	3	350	80	4 300	360	4	305	18
2=	4	13	3	2	1	5	5	4	17	9

Vesiensojelu rakenne	Kohteiden määrä	Pinta-ala	Kaivun määrä		Kustannukset	
			m ³ ktr	Kustannus €/yksikkö	Yhteensä (€, alv 0 %)	
Laskeutussyväne	13 kpl	2 700 m ²	8 100 m ³	75 €	30 m ³	20 250 €
Putkipato	3 kpl			500 €	kpl	1 500 €
Pintavalutus kenttä	2 kpl	350 m ²		100 €	kpl	200 €
Kasvillisuus kenttä	1 kpl	80 m ²	120 m ³	75 €	40 m ³	225 €
Kosteikko	5 kpl	4 300 m ²	12 900 m ³	75 €	20 m ³	48 375 €
Kaksitasouoma	5 kpl	360 m		3 €	m	1 080 €
Puuhakebioreaktori	4 kpl			4 000 €	kpl	16 000 €
Puuniput	17 kpl	305 puunippua				
Yhteensä	50 kpl					87 630 €