

Hydrologinen selvitys, Pilkkasuon alue

Tornikankaan tuulivoimapuiston YVA ja Kaavoitus

Projekti	Hydrologinen selvitys, Tornikankaan tuulivoimapuiston YVA ja Kaavoitus
Projekti nro	1510071520-009
Vastaanottaja	OX2
Päivämäärä	24.3.2025
Laatija	Susanne Åberg
Tarkastaja	Juha Järvinen

Sisältö

1.	Tausta	2
1.1	Lähtöaineisto	4
2.	Alueen nykytila	4
2.1	Yleispiirteet	4
2.2	Maa- ja kallioperä	5
2.3	Luontotyytit	6
2.4	Alueen hydrologia	7
2.4.1	Suon vesipinnat ja ravinteet	7
2.4.2	Virtaussuunnat	8
3.	Suon virtaussuunnat ja mikrovaluma-alue tarkastelu	9
3.1	Valuma-alue tarkastelu	9
3.2	Menetelmän kuvaus	10
3.3	Menetelmän epävarmuustekijät	10
4.	Tulokset	11
5.	Tuulivoimahankkeen vaikutusten arviointi	14
5.1	Rakentamisen vaikutukset	14
5.2	Teiden rakentamisen pysyvät vaikutukset	15
5.2.1	VE2 vaihtoehdon vaikutukset	15
5.2.2	VE3 vaihtoehdon vaikutukset	16
5.2.3	Teiden rakentamisen vaikutukset suon kasvillisuuteen	17
5.3	Sähkönsiirtoreitin SVE2 vaikutukset	19
5.4	Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen	19
6.	Johtopäätökset	20

1. Tausta

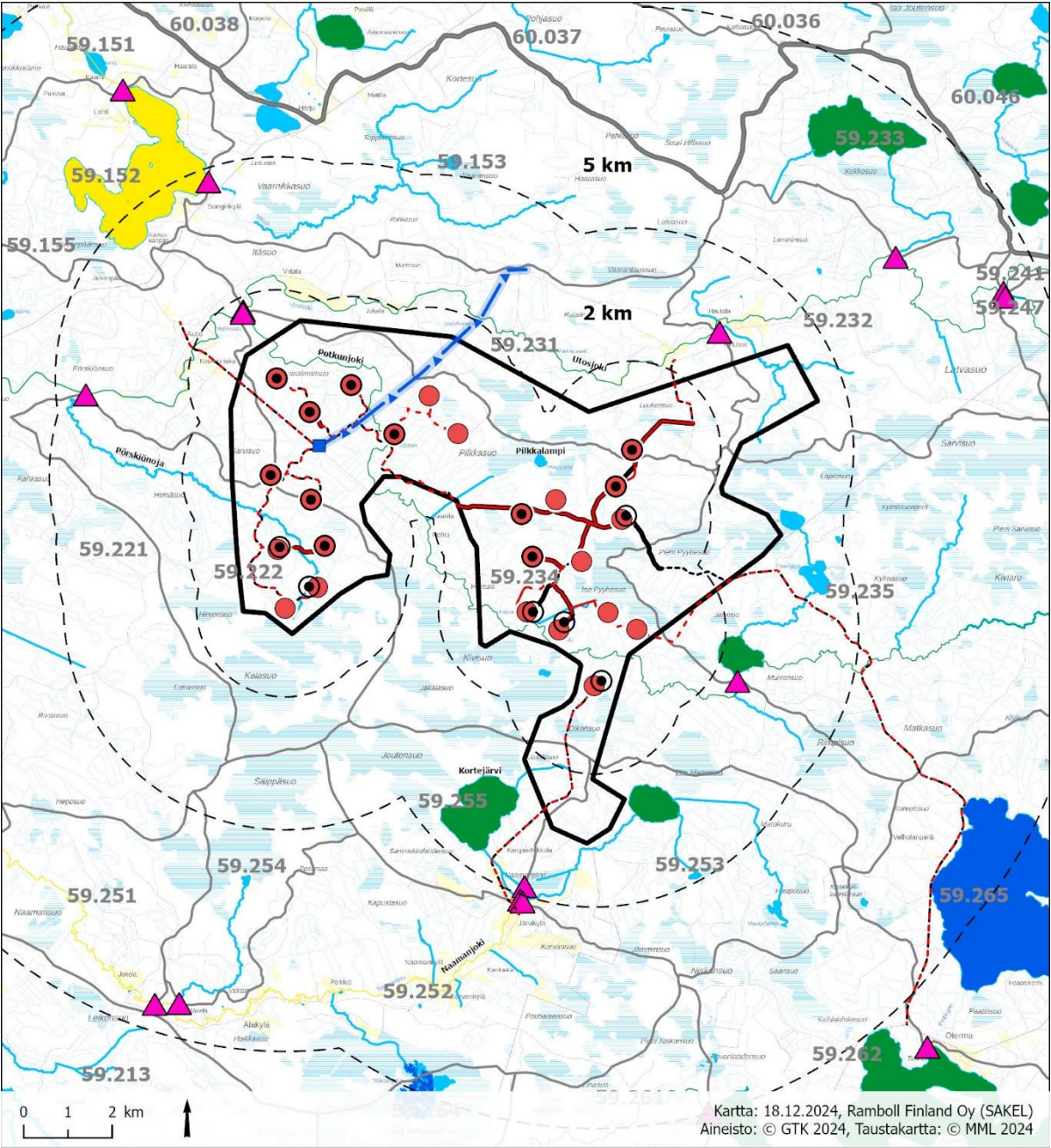
Utajärven Tornikankaan alueelle ollaan suunnittelemassa OX2 Finland Oy:n tuulivoimapuistoa (Kuva 1-1).

YVA-ohjelmassa (Ramboll 2022) esitetty vaihtoehto VE1 sisälsi enimmäismäärän voimaloita, jotka tuuli-voimarakentamiselle potentiaaliselle alueelle nähtiin tuolloin mahdolliseksi sijoittaa. YVA-ohjelmassa esitettyihin voimalapaikkoihin ja vaihtoehtoihin on sittemmin tehty muutoksia esimerkiksi luontoselvitysten tulosten pohjalta. YVA-ohjelmassa esitetty voimalamäärältään suurin vaihtoehto VE1 (44 voimalaa) jätetään arvioimatta YVA-selostuksessa. Sijoitussuunnitelmien vaihtoehtojen määrä on edelleen pysynyt kahdessa, mutta voimalamäärät ovat päivittyneet syksyllä 2024.

Vaihtoehdossa 2 (VE2) Tornikankaan alueelle rakennetaan enintään 24 voimalan tuulipuisto ja vaihtoehdossa 3 (VE3) rakennetaan enintään 17 voimalan tuulipuisto. Vaihtoehtojen VE2 ja VE3 mukaiset alustavat voimalapaikat, huoltotiestö, suunniteltu sähkönsiirtoreitti ja alustava sähköaseman sijainti on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 1-1).

Hankealueen suunnitelluista voimaloista suurin osa sijaitse havu- ja sekametsäalueilla sekä harvapuus- toisilla alueilla ja osa ojitetulla suoalueella. Hankealueen keskiosassa sijaitsee osittain luonnontilainen Pilkkasuo, jossa on merkittävää aapasuoympäristöä ja tärkeä linnustoalue (Jokela ym. 1999, Pöyry 2010b). Pilkkasuo on osittain luonnonsuojelulla suojeltu alue. Ympäristövaikutusten arviointia varten laaditaan tarkempi selvitys vesien virtaussuunnista Pilkkasuon alueella.

Hydrologisen selvityksen tavoitteena on tarkentaa Pilkkasuon ja sen lähiympäristön osavaluma-alueita ja määrittää suon vesien merkittävimmät virtaussuunnat. Virtaussuuntien tarkemman määrittämisen ja osavaluma-aluejaon avulla arvioidaan tuulivoimapuiston hankkeen toteuttamisen, huoltoteiden rakentamisen, sähkönsiirtoreittien ja käytön vaikutuksia suon veden virtaussuuntiin, vesitaseen ja veden laatuun Pilkkasuon alueella. Hydrologinen selvitys keskittyy yhteysviranomaisen lausunnossa esiin tuotuihin luonnonsuojelulain nojalla suojeltaviksi tarkoitettujen suoalueiden vaikutusten arviointiin. Selvitys tehtiin asiantuntija-arviona olemassa olevien avoimien aineistojen perusteella karttatarkasteluna ja hyödyntäen osavaluma-alueiden paikkatietopohjaisia rajaustyökaluja.



Kuva 1-1. Hankealue, vaihtoehdot, valuma-alueet ja vesistöt hankealueella ja sen läheisyydessä.

1.1 Lähtöaineisto

Pilkkasuon ja sen lähiympäristön hydrologisen selvityksen lähtöaineistona käytettiin Maanmittauslaitoksen 2 m korkeusmallia, Geologian tutkimuskeskuksen maaperä- ja kallioperäkarttoja, vuoden 1993 valuma-aluerajauksia (Ekholm 1993) ja Maanmittauslaitoksen ortoilmakuvia. Pilkkasuon ja sen ympäristön vesien virtaussuuntia tutkittiin ennen ojitusta myös Maanmittauslaitoksen vanhojen ilmakuvien avulla. Alueelta ei ole saatavilla tarkkoja sadanta- ja haihduntatietoja, maaperäkairaustietoja eikä tarkkoja kasvillisuustietoja, minkä vuoksi valuma-alueella muodostuvan pintavalunnan määrää arvioidessa käytettiin avoimia, suuntaa antavia lähtötietoja. Koska suoalueen tarkemmat virtausreitit eivät olleet tiedossa, määritettiin osavaluma-alueet paikkatieto-ohjelman valuma-alue työkalulla. Valunnan arviointiin käytettiin vesitaseyhtälöä (Kaava 1), jossa valunta lasketaan sadannan, haihdunnan ja pohjavedeksi muodostuvan määrän erotuksena (Salonen ym. 2002).

$$R = P - E - \Delta V, \quad (\text{Kaava 1})$$

missä R on valunta mm/y, P on sadanta mm/y, E on haihdunta mm/y ja ΔV on muutos pohjavesivarastossa eli tässä pohjaveden muodostuminen mm/y yksikössä. Virtaaman määrä arvioitiin määritetyille valuma-alueille kertomalla valuntamäärä valuma-alueen pinta-alalla.

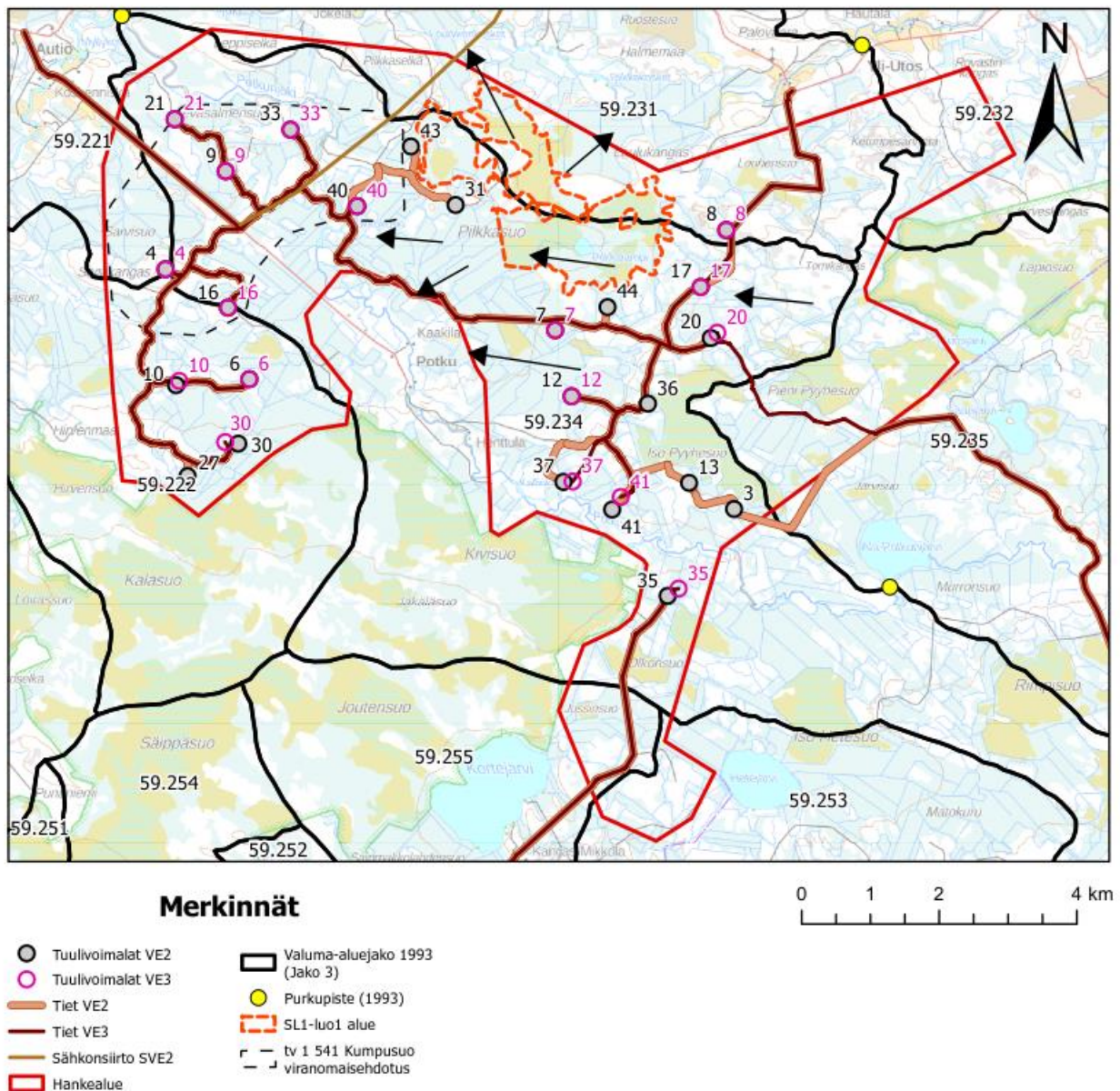
Koska alueelta ei ollut saatavilla suon vedenpinnan vaihtelusta kertovia havaintoja, vedenpinnankorkeusvaihtelu arvioitiin kirjallisuuteen ja Maanmittauslaitoksen 2 m korkeusmalliin perustuen.

2. Alueen nykytila

2.1 Yleispiirteet

Tornikankaan tuulivoimapuiston hankealue sijaitsee Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueella (VHA4). Pilkkasuon ja sen lähiympäristön suoalueet ovat monelta osin ojitettua. Suolla esiintyy luonnontilaisempi alue Pilkkalammen ympäristössä. Hydrologisen tarkasteluun valittu Pilkkasuon on kooltaan noin 1307 ha (Ramboll 2022). Luonnontilassa olevaa suota on tarkastelualueen sisäpuolella noin 180 ha. Luonnontilaisen suon alue Pilkkasuolla kattaa noin 15 % prosenttia suon alueesta.

Tornikankaan tuulivoimapuiston hanke sijaitsee Oulujoen päävesistöalueella (59) ja hydrologisen selvityksen kohteena oleva Pilkkasuon sijoittuu Utosjoen keskiosan alueen valuma-alueelle (59.23) (Kuva 2-1). Suurin osa hankealueesta sijaitsee Potkunjoen alaosan alueella (59.234). Tämän lisäksi hankealueen pohjoisosassa sijaitsee Itäsuon alueella (59.231), koilliskulma Yli-Utoksen alueella (59.232), länsiosa Pörskiönojan valuma-alueella (59.222) ja Utajärven lähialueella (59.221), itäosa Potkunjoen yläosan valuma-alueella (59.235) ja eteläosa Heteojan (59.253) ja Kortejärven (59.255) valuma-alueilla. Valuma-alueet, niiden purkupisteet ja hankealueen vesistöt on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 2-1). Potkunjoen valuma-alueen pinta-ala on laskussa Utosjokeen 147 km² ja Utosjoen valuma-alueen pinta-ala on Potkunjoen kohdalla 421 km² (Pöyry 2010b).

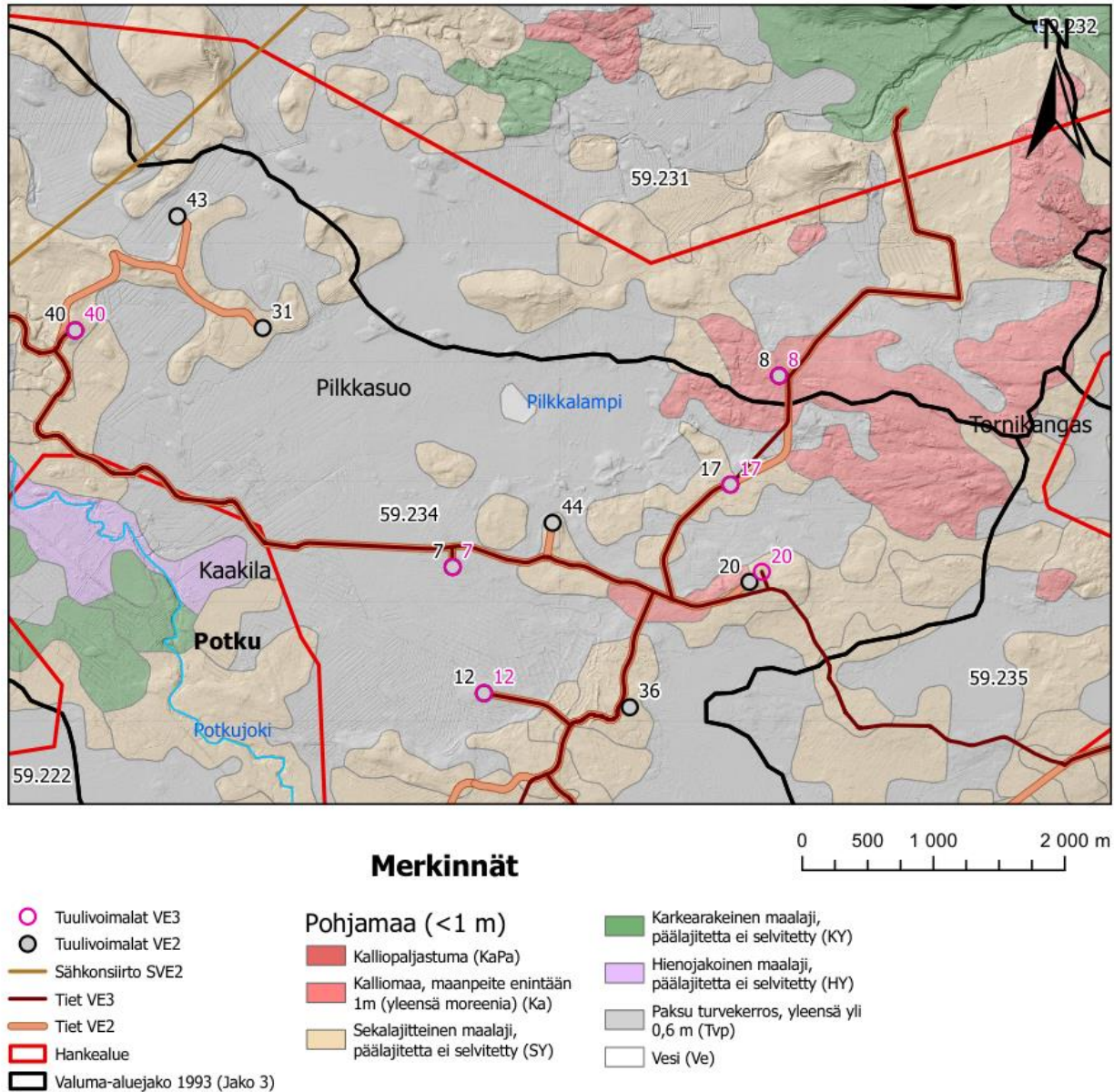


Kuva 2-1. Hankealueen virtaussuunnat ja valuma-alueet perustuen vuoden 1993 jakoon (Ekholm 1993). Nuolilla on kuvattu veden virtaussuunnat Piikkasuoalla. Taustakartta: Maanmittauslaitos.

2.2 Maa- ja kallioperä

Alueen maaperä koostuu turvemaiden ympärillä pääosin moreenista ja idässä kalliomaasta. Piikkasuo turpeen paksuus vaihtelee alle 0,3 metristä yli 2 metriin (Pajunen 1987). Potkun kylän alueella esiintyy karkealajitteista maalajia ja määrittämätöntä hienorakeista maalajia (Kuva 2-2). Alueen maaperän paksuudesta ei ole tarkkaa tietoa, mutta se arvioidaan olevan itäosassa melko ohut, sillä alueella on paljon kalliopaljastumia. Alueen kallioperä koostuu lähes kokonaan migmatiittisesta tonaliitista. Alueen länsiosassa esiintyy lisäksi kvartsirikasta meta-arkoosia ja grauvakkaa. Alueen kallioperä vaikuttaa Piikkasuo ravinnepitoisuuteen. Suovedessä on havaittu vuoden 1987 tutkimuksissa (Pajunen 1987) raskasmetalli-

pitoisuuksien (Cu, Cr, Co ja Ni) kasvua turpeen syvyyden suhteen, eli syvemmällä suovedessä raskasmetallipitoisuudet ovat pintaosia korkeammat, mikä heijastaa todennäköisesti paikallisen kallion vaikuttavan suon veden laatuun.



Kuva 2-2. Pilkkasuo:n ympäristön maaperäkarta (1:200 000, GTK) hankealueella.

2.3 Luontotyytit

Pilkkasuo sijaitsee keskiborealisella aapasuovyöhykkeellä ja suo koostuu mesotrofisesta rimpinevasta, saranevoista, luhtanevoista, ja lyhytkorsinavoista (Pöyry, 2010b). Suon luonnontilaisen keskiosan alueet ovat oligotrofista rimpinevaa (OligRin), jonka lajistoon kuuluvat tupasluikka, mutasara ja valkopiirtoheinä, sekä näitä reunustavaa oligotrofista lyhytkorsinevaa (OILkN), joilla kasvaa tupasvillaa, leväkköä ja rahkasaraa, mättäillä myös rahkarämeiden (RR) kasvillisuutta lakkaa, kanervaa, variksenmarjaa ja vaivais-

koivua (Pöyry, 2010a). Luonnontilaista osaa ympäröivät ojitusalueet sekä kangasmetsäsaarekkeet. Pilkkasuo muodostaa laajan rimpisen aapasuokokonaisuuden, jonka keskellä on Pilkkalampi. Suoaloista löytyy ojitettuja räme ja korpimuuttumia, turvekankaita, sekä varsin luonnontilaisena säilyneitä puuttomia tai vähäpuustoisia suoympäristöjä. Nämä harvapuustoiset suoalat lukeutuvat joko aapasoiden suoyhdistelmätyyppiin tai keidassoihin. Aapasoilla ja keidassoilla suotyypit edustavat pääsääntöisesti karuja nevoja ja rämeitä. Pajusen (1987) mukaan turpeesta 75 % on saravaltaista, loput rahkavaltaista. Alueilla, joissa turpeen paksuus on yli 1,5 m on puhtaan saraturpeen osuus 58 % ja rahkaa sisältävän saraturpeen 23 %.

Pilkkasuolla on maakuntakaavassa SL-1 ja luo-1 merkinnät (Ramboll 2022 YVA-ohjelma). SL-1 merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltaviksi tarkoitettuja suoalueita. Nämä suojelualueet sijaitsevat Pilkkasuon keskiosassa Pilkkalammen länsipuolella sijaitsevalla osin luonnontilaisella alueella (Kuva 2-1). SL-1merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltaviksi tarkoitettuja suoalueita ja että alueella on voimassa MRL 33 § mukainen rakentamisrajoitus. Vastaavasti luo-1 merkinnällä rajataan luonnon monimuotoisuudelle tärkeitä alueita. Luo-1 alueiden maankäyttö tulee suunnitella niin, että otetaan huomioon alueen luontoarvot. Pilkkasuon SL1-alue on hankittu valtiolle luonnonsuojelutarkoitukseen.

Pöyry (2010a) mukaan Pilkkasuolla esiintyy erittäin uhanalaisiksi (EN) luokiteltuja ruoho- ja heinäkorpia sekä vaarantuneiksi (VU) luokiteltuja saranevoja, kalvakkanevoja, lyhytkorsinevoja, lyhytkorsirämeitä ja sarakorpia. Silmälläpidettäviksi (NT) suotyypeiksi luokitellaan rimpinevat, luhtanevat, tupasvillärämeet, isovarpurämeet ja avoluhdut. Pilkkasuon suoyhdistymistä keskiboreaaliset aapasuot on luokiteltu erittäin uhanalaisiksi (EN) vuoden 2023 Rambollin luontoselvityskäynnillä. Rambollin vuoden 2022 luontoselvityskäynnin mukaan Pilkkasuon alueella esiintyy myös vaarantuneita (VU) sararämeitä ja silmälläpidettäviksi (NT) suotyypeiksi luokiteltuja lyhytkorsikalvakkanevoja.

2.4 Alueen hydrologia

2.4.1 Suon vesipinnat ja ravinteet

Pilkkasuo on ollut luonnontilassa aapasuo, joka on minerotrofinen, avoin ja lähes puuton suoyhdistelmätyyppi (Eurola ja Huttunen 2006). Aapasuot saavat ravinteensa sekä sadannasta että pintavalunnasta ympäröiviltä mineraalimailta. Pilkkasuon alue on voimakkaasti ojitettu Pilkkalammen lähiympäristöä lukuun ottamatta, mikä on muuttanut suotyyppiä kuivemmaksi ja supistanut vetisten rimpien alaa ja lisännyt rahkasammaleiden määrää. Ojitus on laskenut suon vedenpintaa erityisesti suon länsiosassa ja suon pohjoisosassa. Suon itäosassa, jossa kallio on lähellä maanpintaa, ojitetut suon alat ovat pienempiä.

Aapasoiden ravinnepitoisuuden kannalta merkittävää ovat soiden kevättulvat ja mineraalimaalta tulevan veden läpivirtaus, jotka estävät suon happamoitumisen, ja turpeen pH pysyy korkeana tulvan huuhtoessa humushappoja ja veden mukana tulevan mineraaliaineksen takia (Tahvanainen 2011, Sallantausta 2006). Lähellä neutraalia oleva pH aapasuolla estää rahkasammalten yleistymisen, mikä kiihdyttäisi entisestään suon happamoitumista. Suon ojitus vaikuttaa merkittävästi suon kasvillisuuteen ja suotyyppiin alentamalla suon vedenpintaa ja vähentäen avoimille soille tyypillistä kasvillisuutta. Jos vesien virtausreitteihin tulee muutoksia esimerkiksi ojituksen, teiden rakennuksen tai turpeenoton myötä ja samalla mineraaliaineksen virtaus suolle estyy, voi aapasuoalue muuttua vähäravinteisemmaksi, happamemmaksi ja rahkasammalvaltaiseksi. Suomessa on havaittu aapasuon muuttuminen rahkasammalvaltaisemmaksi ojituksen takia jo alle 60 vuodessa ojituksen aloituksesta (Tahvanainen 2011), mikä kuvastaa, että aapasoiden kasvillisuusmuutokset voivat tapahtua jo muutamassa vuosikymmenessä.

Pilkkasuon keskiosassa oleva rimpineva kuvastaa suotyyppiä, jossa vuotuiset vedenpinnan vaihtelut ovat vähäisiä ja suurinta valunta on kevään lumen sulamisen yhteydessä. Luonnontilaisen aapasuon vedenpinta vaihtelee vuodessa yleensä alle 30 cm (Peichl ym. 2014, Haapalehto 2014). Ojitettujen soiden vedenpinta vaihtelee valunnan määrän mukaan ja sen vaihtelu muistuttaa uomien vuotuista vedenpinnan vaihtelua (Labadz ym. 2010). Vedenpinnan kausivaihtelu on tyypillisesti suurempaa suon välipinnoilla, joissa jatkuvan virtauksen määrä on vähäisempää. Suon pinta voidaan määritellä hydrologisesti välipinnaksi, kun vedenpinta on keskimäärin 5–20 cm suon pinnan alapuolella (Eurola ja Huttunen 2006). Jos keskimääräinen vesipinnan taso on enintään 5 cm suonpinnan alapuolella voidaan suon pinta määrittää rimpipinnaksi (Eurola ja Huttunen 2006). Kasvukaudella vedenpinta vaihtelee kasvien tarvitseman veden määrän mukaan ja pinnanmääritys tehdään pintakasvillisuuden perusteella, kasvillisuuden jakautuessa rimpipinnan, välipinnan ja mättäiden lajeihin.

2.4.2 Virtaussuunnat

Pilkkasuo on aapasuokompleksi, joka on osittain ojitettu. Pilkkasuon alue rajautuu lännessä ja etelässä Potkujokeen, kaakossa Isoon Pyyhesuohon ja Pieneen Pyyhesuohon, idässä kallioma-alueelle ja pohjoisessa Utosjokeen (Kuva 2-1). Suonpinnan korkeus on noin 114 m...130 m korkeudella merenpinnasta ja suon pinta laskee idästä länteen ja koillisesta lounaaseen. Pilkkasuon pinnalla on kuivempia jänteitä ja avovetisiä rimpitä (Kuva 2-3) ja suon vesi virtaa kohtisuoraan rimpitä-jännekuviota (Aapala ym. 2013). Suurin osa suon vesien virtauksista tapahtuu ojitusojissa. Suon veden virtaussuunta on pääosin idästä länteen (Kuva 2-1). Suon pohjoisosassa virtaus on etelästä luoteeseen ja kolliseen. Pilkkasuon halki kulkee suon keskiosassa esiintyvä Pilkkalamesta länteen virtaava uoma.

Aapasuolla veden virtauksen vaikuttaa suon rimpitäjanne-kuvio ja turpeen vedenjohtavuus, mikä on yleensä suurin lähellä turpeen pintaa, jossa esiintyy eläviä kasveja. Suurin osa sadannan ja lumensulamisen myötä syntyvästä valunnasta tapahtuu myös suon pinnalla. Rimpitäjanne kuvio hidastaa veden virtausta ja tasoittaa veden korkeusvaihteluita (Sallinen ym. 2019). Aapasuo koostuu pinnaltaan vettä läpäisevästä ja vähän maatuneesta akrotelmasta, jossa veden virtausnopeus on selvästi suurempi ($>2 \cdot 10^{-5}$ m/s (Päivänen 1973)), kun turpeessa syvemmässä alhaisemman vedenjohtavuuden ja suuremman maatuneisuusasteen yksikössä, jota kutsutaan katotelmaksi. Syvemmällä turpeessa vedenjohtavuus on alhainen ($<1 \cdot 10^{-6}$ m/s (Päivänen 1973, Åberg ym. 2019)) ja veden virtausnopeus hidasta. Syvemmällä maatuneessa turpeessa vedenvirtaus muistuttaa enemmän pohjavedenvirtausta. Jos oletetaan yksinkertaisuksena, että Darcyn laki pätee turpeessa, niin virtaus painottuu hyvin vettä johtavaan yksikköön ja pääosa virtauksesta tapahtuu horisontaalisesti. Syvempiin kerroksiin suotautuu hitaasti vettä ja virtaus alemman vedenjohtavuuden yksikössä on enemmän pystysuuntaista. Todellisuudessa turpeessa voi olla merkittäviä vaihteluja turpeen koostumisesta ja turvetta muodostavista kasvilajeista riippuen (Päivänen 1973). Virtaus voi myös ohjautua ojituksen ym. takia kuivuneilla alueilla turpeen halkeamiin ja muodostaa uomia turpeeseen (Labadz ym. 2010). Pilkkasuon H1...4 maatuneisuusasteen turpeen keskimääräinen paksuus vaihtelee 0,38 m...0,77 m välillä (Pajunen 1987), mikä voi antaa karkean arvion akrotelman keskimääräistä syvyydestä Pilkkasuolla. Akrotelman paksuudessa voi olla myös merkittävää vaihtelua riippuen paikallisista ominaisuuksista ja turvetta muodostavasta lajistosta. Pilkkasuon alueella tarkemman arvion akrotelman ja suuremman vedenjohtavuuden yksiköstä saisi arvioimalla turpeen paksuuden vuoden 1987 raportoiduista kairauksista. Turpeen kasvillisuudessa on kuitenkin voinut tapahtua muutoksia vuoden 1987 raportoituihin kairauksiin verrattuna, sillä turve on jatkuvassa muutoksessa suon ojituksen seurauksena.



Kuva 2-3. Lähikuva Pilkkasuon keskiosan luonnontilaisesta suosta ja sen rimpijännekuviosta. Ortokuva: Maanmittauslaitos.

3. Suon virtaussuunnat ja mikrovaluma-alue tarkastelu

3.1 Valuma-alue tarkastelu

Pilkkasuon ja sen ympäristön valuma-alue tarkastelussa käytettiin apuna ArcGIS Pro -ohjelman Hydrology-työkalua (Tarkemmin kappaleessa 3.2). Valuma-ainejakona käytettiin vuonna 1993 määritettyä jakoa (Ekholm 1993), sillä ne soveltuvat tähän tarkasteluun paremmin, kun uudemmat valuma-alue rajat, joissa havaittiin paikkaansa pitämättömiä alueita rajauksissa.

Pilkkasuon alueen keskisadanta on noin 650 mm vuodessa (Ilmatieteen laitos 2024). Sadannasta osa vedestä haihtuu pois ennen pintavalunnan muodostumista ja osa vedestä imeytyy pohjavedeksi. Alueen vuosittainen haihdunta on noin 300–350 mm vuodessa (SYKE 2023). Pohjaveden imeytymismäärään vaikuttaa alueen maaperä, joka koostuu pääosin turpeesta ja moreenimaasta (Kuva 2-2). Moreenialueiden pohjaveden muodostumisen määrä riippuu moreenin ominaisuuksista. Karkealla hiekkamoreenilla pohjavedeksi voi muodostua sadannasta jopa 30 %. Hienoainesmoreeni on tiiviimpää ja sen vedenläpäisevyys on usein selvästi alhaisempaa. Turpeessa pohjaveden muodostuminen on yleensä hyvin vähäistä. Hiekkapohjaisilla aapasoilla pohjaveden muodostuminen voi vaihdella 3–20 % (Siegel 1998, Åberg ym. 2019). GTK:n turvetuotantoraportin (Pajunen 1987) mukaan Pilkkasuon turpeen pohjasedimentti on eteläosassa hiekkaa ja hietaa. Keski- ja pohjoisosassa saarekkeiden reunamilla esiintyy moreenia ja syvänteissä hiekkaa ja hiesua. Pohjoisosan turvetuotantoon valmistellulla alueella on suon pohjalla laaja liejukerros, joka

on paksuimmillaan yli 3 m. Sadevedestä pohjavedeksi imeytyy arviolta 10–30 % moreenialueilla ja alle 20 % turvealueilla. Kokonaisuudessa sadannasta imeytyy suurimmillaan noin 20 % pohjavedeksi, jolloin haihdunta huomioituna valunta olisi laskennallisesti noin 240 mm vuodessa. Tämä valuntamäärä vastaa 37 % sadannasta. Määrä vastaa Pilkkasuon pinta-alaan (1307 ha) suhteutettuna noin 3,3 miljoonaa m³ vuodessa eli keskimäärin noin 8600 m³ päivässä.

Holden ja Burt (2002) arvion mukaan luonnontilaisella suoalueella sadannasta noin 30–40 % muodostaa pintavaluntaa ja toinen 20–35 % voi virrata 5 cm syvyydessä suon pinnasta. Valunnan suuri osuus sadannasta johtuu siitä, että avosuon vedenpinta on tyypillisesti korkealla, eikä sadannan myötä suohon pääse imeytymään enempää vettä, sillä suo on lähes kokonaan vedellä kyllästynyt (Labadz ym. 2010). Ojitetuilla alueilla vedenpinta on syvemmällä, jolloin turpeeseen voi imeytyä sadannasta enemmän vettä ojien välisellä alueella. Vesi kertyy ojitusoihin, joista se jatkaa matkaa pintavaluntana ja se vähentää veden määrää suoalueella pidemmällä ajanjaksolla. Ojituksen vaikutus valuntaan on monimutkainen prosessi, sillä ojituksen myötä turve kuivuu ja sen maatumisen nopeutuu (Labadz ym. 2010). Maatuminen puolestaan vähentää veden imeytymismäärää huokostilan ja vedenjohtavuuden pienentymisen myötä ja suurentaen samalla valunnan määrää.

Hankealueella esiintyvillä vuonna 1993 määritetyillä valuma-alueilla (Kuva 2-1) Pilkkasuon virtaamat ovat noin 0,26 m³/s...0,52 m³/s valuma-alueiden pinta-alojen ja 240 mm/y valunnan avulla laskettuna (Taulukko 4-1). Vastaavasti Utosjoen (Potkujoen suun kohdalla) ja Potkujoen suun keskivirtaamat vuodessa ovat 2,8 m³/s ja 1,2 m³/s (Pöyry 2010b, SYKE 2010).

3.2 Menetelmän kuvaus

Osavaluma-alueiden rajaukseen ja suon vesien virtaussuuntien määrittämiseen käytettiin ArcGIS Pro -ohjelman Hydrology-työkalua. Tausta-aineistona käytettiin Maanmittauslaitoksen 2 m tarkkuuden LiDAR DEM -korkeusmallia. Pilkkasuon valuma-alue koostui useammasta korkeusmallin rasterista, jotka yhdistettiin toisiinsa Mosaic-työkalulla. Yhdistetty rasteri käsiteltiin Fill-työkalulla, mikä täytti paikalliset minimiit maanpinnan topografiassa. Seuraavassa vaiheessa määritettiin virtaussuunnat Flow direction -työkalun avulla, jossa käytettiin 8D-menetelmää, jossa virtaussuunnat määritetään 8 eri ilmansuuntaan. Virtaussuuntien perusteella laskettiin veden virtausreitit Flow Accumulation -työkalulla. Voimakkaimmat virtausreitit muutettiin vektorimuotoiseksi aineistoksi rasterin geometrisen keskiarvon ja luokittelun avulla. Valuma-alueet määritettiin Potkujoelle ja Utosjoelle sijoitettujen purkupisteiden avulla Watershed-työkalulla.

Korkeusrasterista tehtiin myös muokattu versio, jossa Kaakilan pohjoispuolen kaakko-luodesuuntainen tie halkaistiin ojitusojien korkeuksien avulla, jotta vesi pääsisi virtaamaan tien läpi. Korkeusmallin muokkauksella testattiin tien vaikutusta valuma-alueiden rajautumiseen ja virtaussuuntientien määrittämiseen. Valuma-alueille määritettiin vertailukelpoisuuden varmistamiseksi samat purkupisteet, kuin muokkaamattomaan korkeusrasteriin.

Mallinnettujen virtaussuuntien ja rakennettavan tieverkoston avulla määritettiin myös alueet, joissa vedenpinnantaso voi muuttua tien rakentamisen yhteydessä.

3.3 Menetelmän epävarmuustekijät

Aapasoilla vesi virtaa kohtisuoraan rimpi- ja jännerakennetta. Rimpipinnat kuvastavat vedenpinnan tasoa, ja jänteet kohoavat hieman rimpiin verrattuna. Selvityksessä tehty tarkastelu perustuu korkeusmalliin, jossa on mukana rimpijännekuviointia. Koska selvityksessä käytetty korkeusmalli on hyvin tarkka, suon jänteet vaikuttavat paikallisesti virtaussuuntiin ja valuma-alueiden muotoon, sillä jänteet kohoavat ym-

päristöstään muutamia kymmeniä senttimetrejä. Rimpijännekuvion alueilla veden virtauksista saisi tarkemman kuvan käsittelemällä jänteet pois korkeusmallin pinnasta. Käytetty menetelmä toimii kuitenkin suuremman mittakaavan tarkastelussa, sillä alueen suot ovat topografialtaan melko kaltevia ja pitkälti ojitettuja.

Korkeusmallin avulla lasketuissa virtausreiteissä ei myöskään huomioida veden virtausta mahdollistavia tierumpuja. Pilkkasuolla esiintyy muutamia teitä, jotka vaikuttavat veden virtaukseen. Toisaalta tiet sijaitsevat pääosin paikallisten maaston kohoumien ja moreenikumpujen laeilla, jolloin tierumpujen huomiointilla ei ole suurta vaikutusta vesien määritettyihin virtaussuuntiin. Kaakilan pohjois- ja luoteispuolelta kulkeva kaakkoisluodesuuntainen tie on saattanut mahdollisesti estää veden virtausta etelään kohti Potkujokea (Kuva 2-1). Vuoden 1946 ja 1956 ilmakuviosta on nähtävissä, että ennen ojitusta vesi on suon länsiosissa virrannut rimpijännekuvion mukaisesti lähes itälänsisuuntaisesti kohti Potkujokea. Nykyinen ojitus on kääntänyt virtaussuuntaa enemmän lounaaseen päin.

Korkeusmalli kuvastaa vain yhdellä hetkellä olevaa vedenpinnan korkeutta. Suon vedenpinnan korkeudessa voi olla paikallista vuodenaikaisvaihtelua. Suon alueelta ei ole tietoa vedenpinnan korkeuden vaihtelusta ja arvioinnissa korkeutena käytettiin korkeusmallin yhden ajanhetken korkeutta. Lumen sulaminen voi muuttaa paikallisesti veden virtaussuuntia suolla, jos sulamisvesiä kertyy paikoittain epätasaisesti tai sulamaton alue patoaa sulamisvesiä.

4. Tulokset

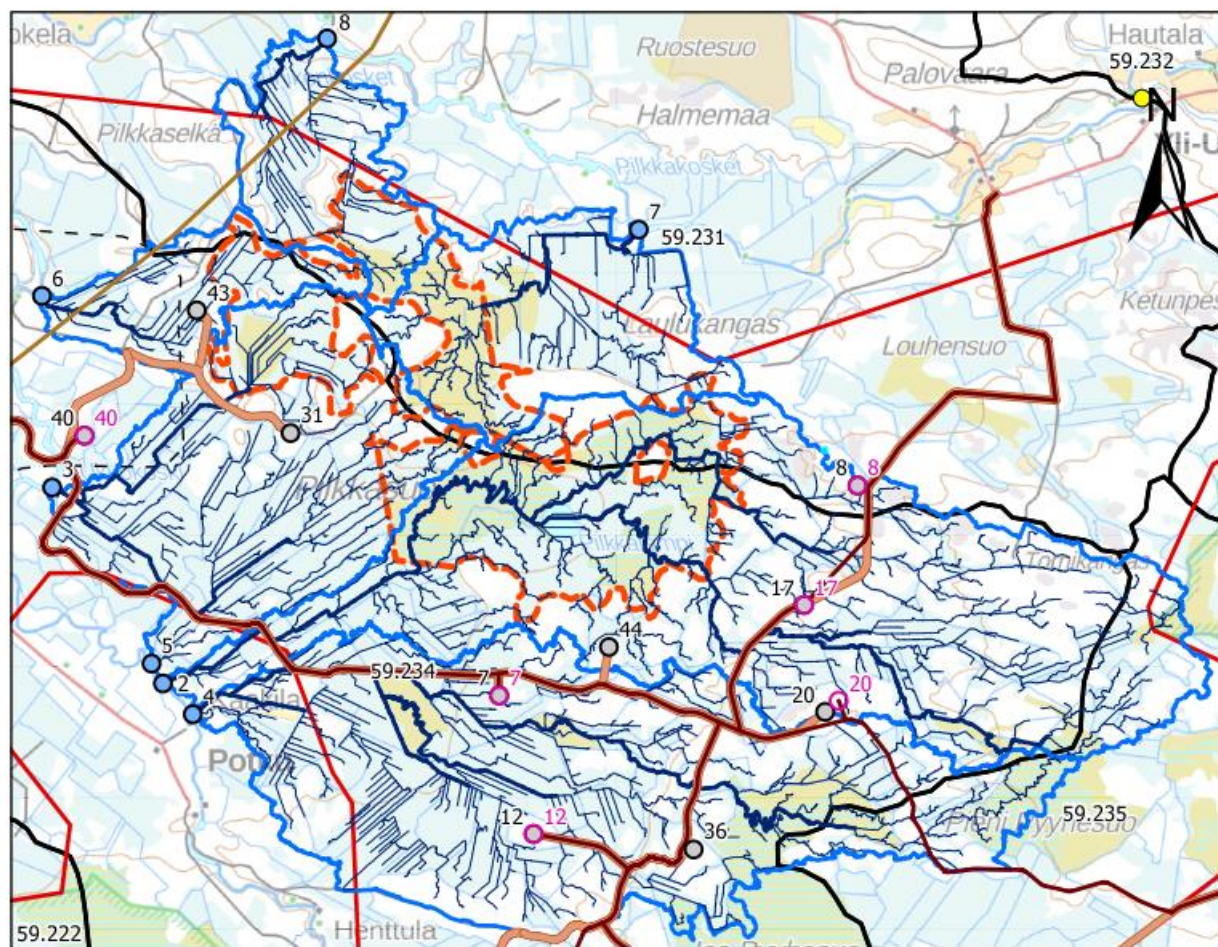
Osavaluma-alue rajojen määrittämisen mukaan Pilkkasuon alueelle muodostuu seitsemän erillistä osa-valuma-aluetta, joista viiden vedet purkautuvat Potkujokeen ja kahden purkautuvat Utosjokeen (Kuva 4-1). Osavaluma-alueet sijoittuvat pääosin suuremman Potkunjoen alaosan alueella (59.234) valuma-alueen sisäpuolelle.

Pilkkasuon ympäristössä vesi virtaa pääosin idästä länteen. Suon etelä- ja keskiosan valuma-alueilla (purkupisteet 2–6) veden virtaus on Pilkkasuon alueelta ojitusojia pitkin lounaaseen kohti Potkunjokea ja Potkunjoella luoteeseen (Kuva 4-1). Suon pohjoisosan valuma-alueet laskevat Utosjokeen purkupisteissä 7 ja 8 (Kuva 4-1). Suon keskiosaan, Pilkkalammen pohjoispuolelle, syntyy vedenjakaja Potkujokeen ja Utosjokeen laskeviin valuma-alueisiin, joka noudattaa karkeasti valuma-alueen 59.234 pohjoisrajaa.

Kaakilan luoteispuolen tien kohdalta muokatussa korkeusmallissa purkupisteen 5 kohdalle muodostuu suurempi vedenjakaja (Kuva 4-2). Muokkaamattomassa korkeusmallissa purkupiste 3 kattaa purkupisteen 5 tien pohjoispuolisen alueen ja purkupisteen 5 valuma-alue jää tien eteläpuolelle (Kuva 4-1). Luo-1-alueen luoteisosan valuma-alue laskee suon pohjoisosan kautta Utosjokeen.

Rimpijännekuvio vaikuttaa virtaussuuntaan Pilkkalammen ympäristössä esiintyvällä avosuon alueella, jossa jänteet kohoavat suon pinnasta noin 0,1 m.

Virtaamat vaihtelevat arvion perusteella osavaluma-alueilla 0,01...0,07 m³/s (Taulukko 4-1).

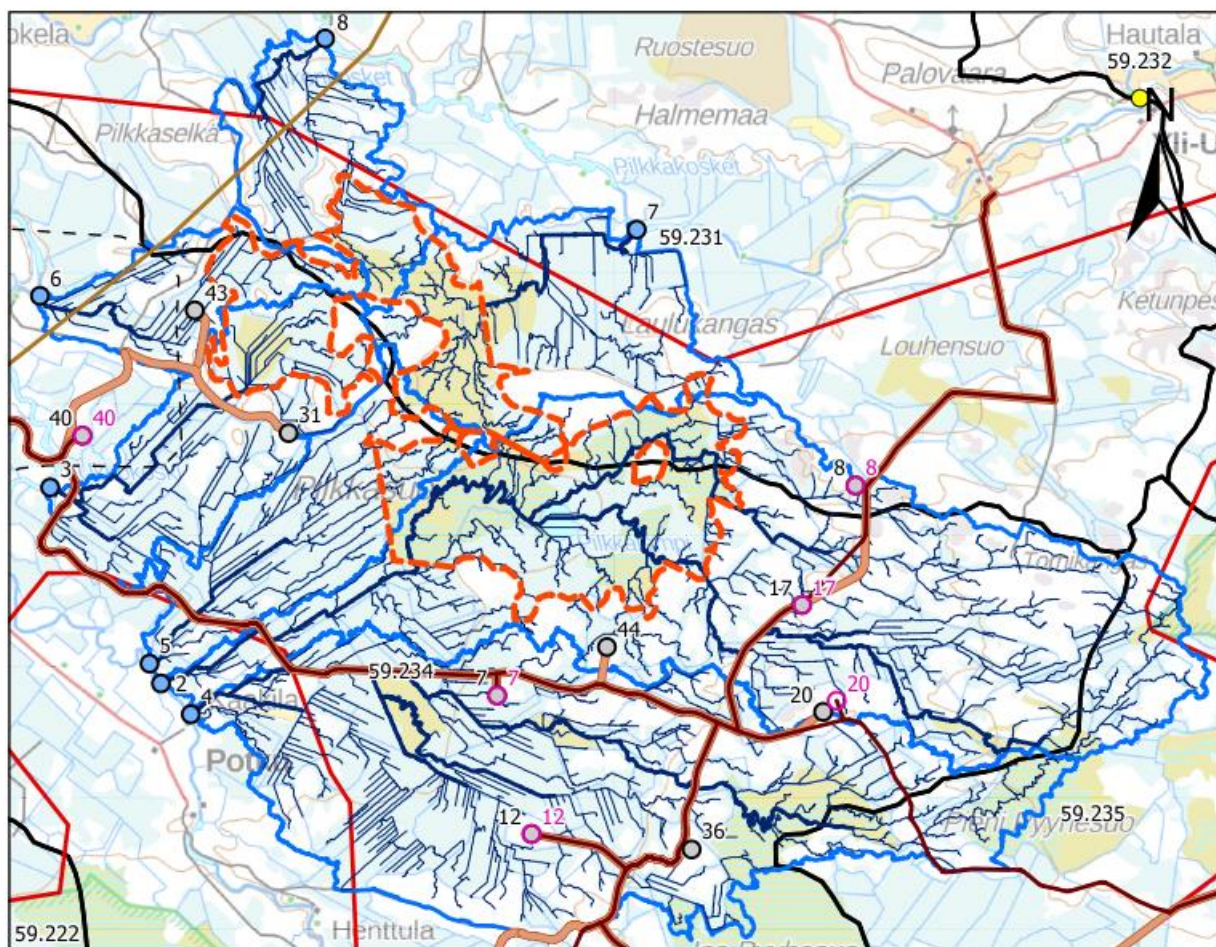


Merkinnät

- | | | |
|---|--|---|
| ● Tuulivoimalat VE3 | Mallinnetut virtaussuunnat | Hankealue |
| ● Tuulivoimalat VE2 | — Pienempi virtausreitti | SL1-luo1 alue |
| ● Purkupiste | — Päävirtausreitti | --- tv 1 541 Kumpusuo viranomaisehdotus |
| ● Purkupiste (1993) | | — Sähkönsiirto SVE2 |
| Osavaluma-alue | | — Tiet VE3 |
| Valuma-aluejako 1993 (Jako 3) | | — Tiet VE2 |

0 500 1 000 2 000 m

Kuva 4-1. Mallinnetut veden virtaussuunnat Pilkkasuon alueella ja Watershed-työkalulla määritetyt osavaluma-alueet. Osavaluma-alueiden purkupisteet ovat määritetty Potkujokeen (2–6) ja Utosjokeen (7–8). Taustakartta: Maanmittauslaitos.



Merkinnät

- | | | |
|---|---|---|
| ● Tuulivoimalat VE3 | Mallinnetut virtausuunnat | Hankealue |
| ● Tuulivoimalat VE2 | — Pienempi virtausreitti | SL1-luo1 alue |
| ● Purkupiste | — Päävirtausreitti | --- tv 1 541 Kumpusuo |
| ● Purkupiste (1993) | Muokatut tiealueet | --- viranomaisehdotus |
| Osavaluma-alue | | — Sähkönsiirto SVE2 |
| Valuma-aluejako 1993 (Jako 3) | | — Tiet VE3 |
| | | — Tiet VE2 |

0 500 1 000 2 000 m

Kuva 4-2. Mallinnetut veden kulkeutumisreitit Kaakilan luoteispuolen tien muokkauksen jälkeen. Muokatut tieosuudet vastaavat tien läpi kulkevien ojitusojien korkeustasoja. Osavaluma-alueiden purkupisteet ovat määritetty Potkujokeen (2–6) ja Utosjokeen (7–8). Taustakartta: Maanmittauslaitos.

Taulukko 4-1. Valuma-alueen pinta-alan perusteella arvioidut virtaamamäärät. Purkupisteiden sijainnit ja numerot ovat esitetty kuvassa 4-2.

Valuma-alue	Pinta-ala, ha	Valunta mm/y	Virtaama m ³ /s	Purkupiste
Potkunjoen valuma-alue Utosjoen kohdalla (Vapo 2010)	14700	240	1,12	Potkujoki
Utosjoen valuma-alue Potkunjoen kohdalla (Pöyry 2010)	42100	240	3,20	Utosjoki
Valuma-alue 59.234	6869	240	0,52	Potkujoki
Valuma-alue 59.231	3392	240	0,26	Utosjoki
Osavaluma-alue pp 2	940	240	0,07	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 3	404	240	0,03	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 4	775	240	0,06	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 5	20	240	0,00	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 6	116	240	0,01	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 7	260	240	0,02	Utosjoki
Osavaluma-alue pp 8	156	240	0,01	Utosjoki
Osavaluma-alue pp 2 (tie muokattu)	940	240	0,07	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 3 (tie muokattu)	230	240	0,02	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 4 (tie muokattu)	775	240	0,06	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 5 (tie muokattu)	195	240	0,01	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 6 (tie muokattu)	116	240	0,01	Potkujoki
Osavaluma-alue pp 7 (tie muokattu)	260	240	0,02	Utosjoki
Osavaluma-alue pp 8 (tie muokattu)	156	240	0,01	Utosjoki

5. Tuulivoimahankkeen vaikutusten arviointi

5.1 Rakentamisen vaikutukset

Paikkatietopohjaisen analyysin myötä tunnistettiin Pilkkasuon ja sen lähiympäristön vesien kulkeutumisreitit. Suunniteltuja huoltoteitä kulkee Pilkkasuon alueelta pohjoiseteläsuuntaan ja myös itä-länsisuuntaisen virtausreitin suuntaan (Kuva 2-1).

Tornikankaan YVA-ohjelman (Ramboll 2022) mukaan rakennettavat huoltotiet ovat sorapintaisia ja niiden ajoradan leveys on keskimäärin noin viisi metriä. Tarpeen mukaan metsäisessä maastossa tielinjauksista kaadetaan puustoa. Puuston ja muun kasvillisuuden poiston jälkeen pintamaat poistetaan ja pohja tasoitetaan. Kallioisilla alueilla pohjaa tasataan louhimalla ja louhetäytöillä riittävän tasauksen saavuttamiseksi. Pehmeiköillä maa-aines korvataan kantavalla materiaalilla. Irrotettu maa-aines käytetään mahdollisuuksien mukaan rakentamiseen ja maisemointiin tuulivoimapuiston alueella.

Massanvaihtoa ja turpeen poistoa varten tehtävät kaivutyöt aiheuttavat veden samentumista paikallisesti. Tämän lisäksi kaivuualueelle ja kaivuukuoppaan voi virrata syvyyden mukaan suovettä, muuttaen lähi-alueen pintaveden virtaussuuntaa kaivutöiden ajaksi. Ojaverkoston läheisyydessä rakentaminen voi aiheuttaa humuspitoisen ja kiintoainetta sisältävän veden kulkeutumista ojiin, jolloin rakentamisen vaikutus

ulottuu laajemmalle alueelle. Hienoainesten leviämisen estämiseksi ojavesien mukana rakennetaan vesiensuojelurakenteita kuten silttiverhoja ja kaivukatkoja huoltoteiden ja voimaloiden rakentamisen yhteydessä. Rakentamisvaiheen jälkeen vesiensuojelurakenteet puretaan tarpeen mukaan niin, että vesi pääsee virtaamaan rakentamista edeltävän vaiheen kaltaisesti. Ojittamattomalla alueella rakentamisen aikaiset vaikutukset veden laatuun ovat kuitenkin paikallisia turpeen pidättäessä kiintoainesta ja vettä.

Voimaloiden perustusten rakentamisen vaikutus virtaussuuntiin on selvästi vähäisempää, sillä perustukset eivät jatku pitkällä matkalla virtausreitit halki verrattuna teihin, jotka saattavat halkaista koko virtausreitit.

Työkoneista voi onnettomuus- tai poikkeustilanteissa tulla myös paikallisia öljypäästöjä suovesiin. Öljyvahinkoihin tulee varautua ja niitä pitää pyrkiä ehkäisemään ja lievittämään erityisesti lähellä luonnontilaista aluetta. Ojitusojien kautta päästöt voivat kulkeutua pitkällekin.

5.2 Teiden rakentamisen pysyvät vaikutukset

Rakennettavien sorateiden rakenteet voivat paikallisesti muuttaa veden virtaussuuntaa johtuen turpeen ja turpeenalaisen sedimentin sekä tierakenteiden materiaalien välisistä vedenjohtavuuseroista. Rakentamisen vaikutukset ovat erilaisia ojitetuilla ja ojittamattomilla alueilla. Ojittamattomilla turvealueilla suon veden virtaus on hidasta ja tapahtuu kohtisuoraan rimpijännekuviota. Ojitetuilla soilla virtaus painottuu ojitusojiin ja se on suhteellisesti nopeampaa kuin luonnontilaisella suolla. Ojitetuilla alueilla tien rakentamisen vaikutukset ovat vähäisempiä kuin luonnontilaisilla alueilla, sillä virtaus painottuu ojiin ja virtausreitteihin on helpompi vaikuttaa tielinjauksen ja tierumpujen sijoittamisella.

Luonnontilaisilla alueilla, virtaussuunnan ollessa kohti tietä, tien taakse jäävällä alueella vesi voi patoutua, mikäli tien rakenteet ja vedenjohtavuus ovat alkuperäistä turvealuetta ja sen pohjasedimenttiä tiiviimpiä. Mikäli tällaisessa tapauksessa rakennetaan tierumpuja ohjaamaan virtausta, muuttuu veden virtaus selvästi kapea-alaisemmaksi verrattuna luonnontilaan, jossa vedet virtaavat leveällä usean kymmenen metrin vyöhykkeellä. Jos tierakenteen vedenjohtavuus on suurempi, kun turpeen, voi tien kohdalle syntyä paikallinen virtausreitti.

5.2.1 VE2 vaihtoehdon vaikutukset

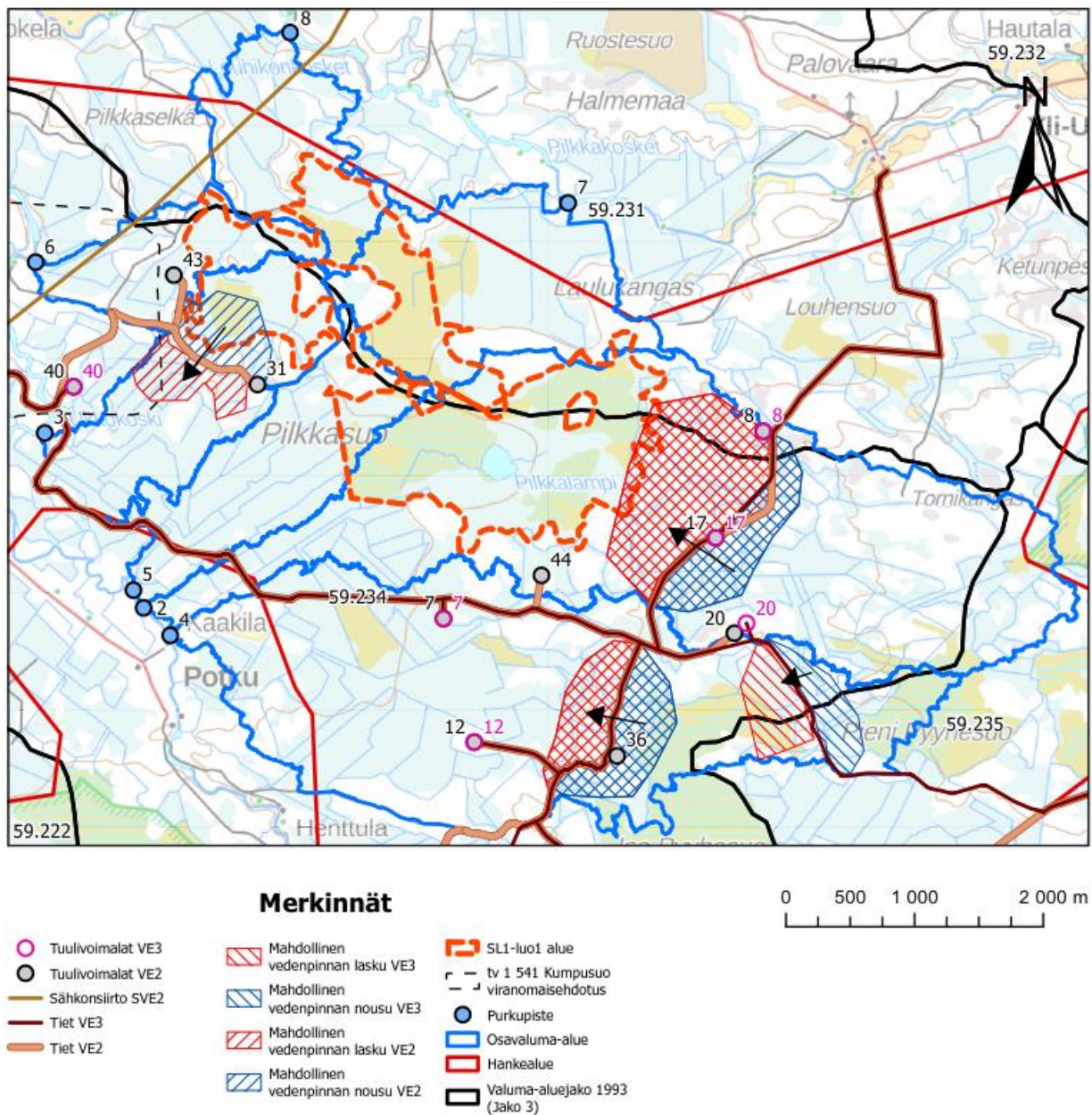
Virtaussuunta suolla on pääosin idästä länteen kohti Potkujokea (Kuva 2-2). Virtaussuuntaan nähden kohtisuoraan rakennettavat pohjois-eteläsuuntaiset huoltotiet muuttavat paikallisesti suon vesien virtaussuuntia. Suurin vaikutus vedenvirtauksen ja -korkeuden suhteen kohdistuu todennäköisesti tuulivoimaloiden 8, 17 ja 36 välille rakennettavalla 4,1 km tieosuudella (Kuva 5-1). Jos tie rakennetaan vettä pidättäväksi, on mahdollista, että vedenpinnat laskevat tiealueelta länteen päin sijoittuvalla Pilkkasuon alueella. Vastaavasti vedenpinta voi patoutua ja nousta tien itäpuolella kallioisella alueella. Tien aiheuttamaa vaikutusta voidaan vähentää sijoittamalla tierummut olemassa olevien ojitusojien kohdalle.

Muutoksia veden virtaukseen ja pinnankorkeuteen voi myös esiintyä pienemmässä mittakaavassa virtaussuuntaan nähden poikittaisilla reitillä voimaloiden 43 ja 31 välillä 1 km tieosuudella (Kuva 5-1). Voimaloiden 43 ja 31 välille rakennettavalla tiellä voi olla vettä patoava vaikutus SL-luo1-alueen itäosaan. Tämän lisäksi voimalaan 34 johtava tie voi hieman padota vettä noin 450 m tien matkan varrella. Vaikutus on kuitenkin todennäköisesti vähäinen, sillä tiealue on lähellä kahden valuma-alueen laitaosaa. Näillä neljällä tieosuudella arvioidaan sijaintinsa perusteella olevan pienempi vaikutus Pilkkasuon luonnontilaiseen alueeseen verrattuna 8, 17 ja 36 tielinjaan.

Suon veden virtaussuunnan mukaiset tiet vaikuttavat vähemmän suon virtausreitteihin. Suunniteltujen voimaloiden 20 ja 7 välisellä alueella (Kuva 5-1) tieosuus kulkee samansuuntaisesti suon virtausreitin kanssa ja vedet voivat virrata kohti tietä paikallisessa maanpinnan syvennyksessä.

5.2.2 VE3 vaihtoehdon vaikutukset

Vaihtoehdon VE3 vaikutukset ovat suurelta osin samat kuin VE2 vaikutukset. Vaihtoehdon VE3 vaikutukset ovat vähäisempiä voimaloiden 40, 43 ja 31 alueella, sillä voimaloita 31 ja 43 ei rakenneta. Tien mutka voimaloiden 17 ja 8 välillä eroaa myös hieman VE2 vaihtoehdosta, mutta vaikutus suon vesien virtauksiin on todennäköisesti hyvin samakaltainen vaihtoehtoon VE2 verrattuna. Vaihtoehtoon VE2 verrattuna vaihtoehdossa VE3 voimalasta 20 kaakkoon kulkevalla 1,1 km tieosuudella voi olla vaikutusta Pienen Pyyhesuon veden virtauksiin ja vedenpinnan tasoihin. Koska tieosuus ei kata Pilkkasuon luonnontilaisen alueelle sijoittuvia osa-valuma-alueita, sen vaikutus luonnontilaiseen alueeseen arvioidaan olevan merkityksetön.



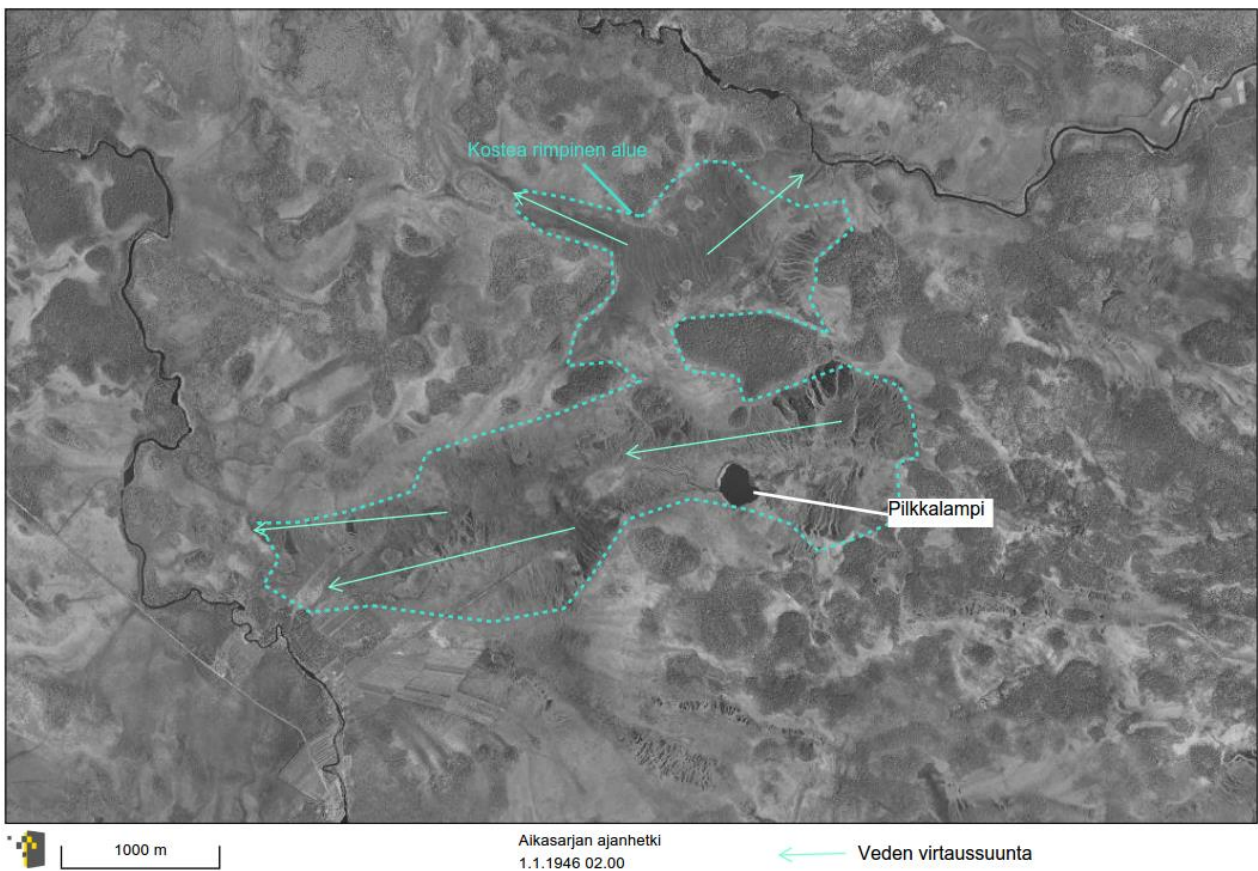
Kuva 5-1. Hankealueen teiden arvioidut vaikutusalueet VE2 ja VE3 vaihtoehdoissa, joille mahdolliset vaikutukset voivat kohdistua, jos tierakenne heikentää suon veden virtausta. Nuolet kuvastavat virtaussuuntia. Tien veden johtavuus ja tierumpujen sijoittaminen vaikuttaa vedenpinnan muutoksiin.

5.2.3 Teiden rakentamisen vaikutukset suon kasvillisuuteen

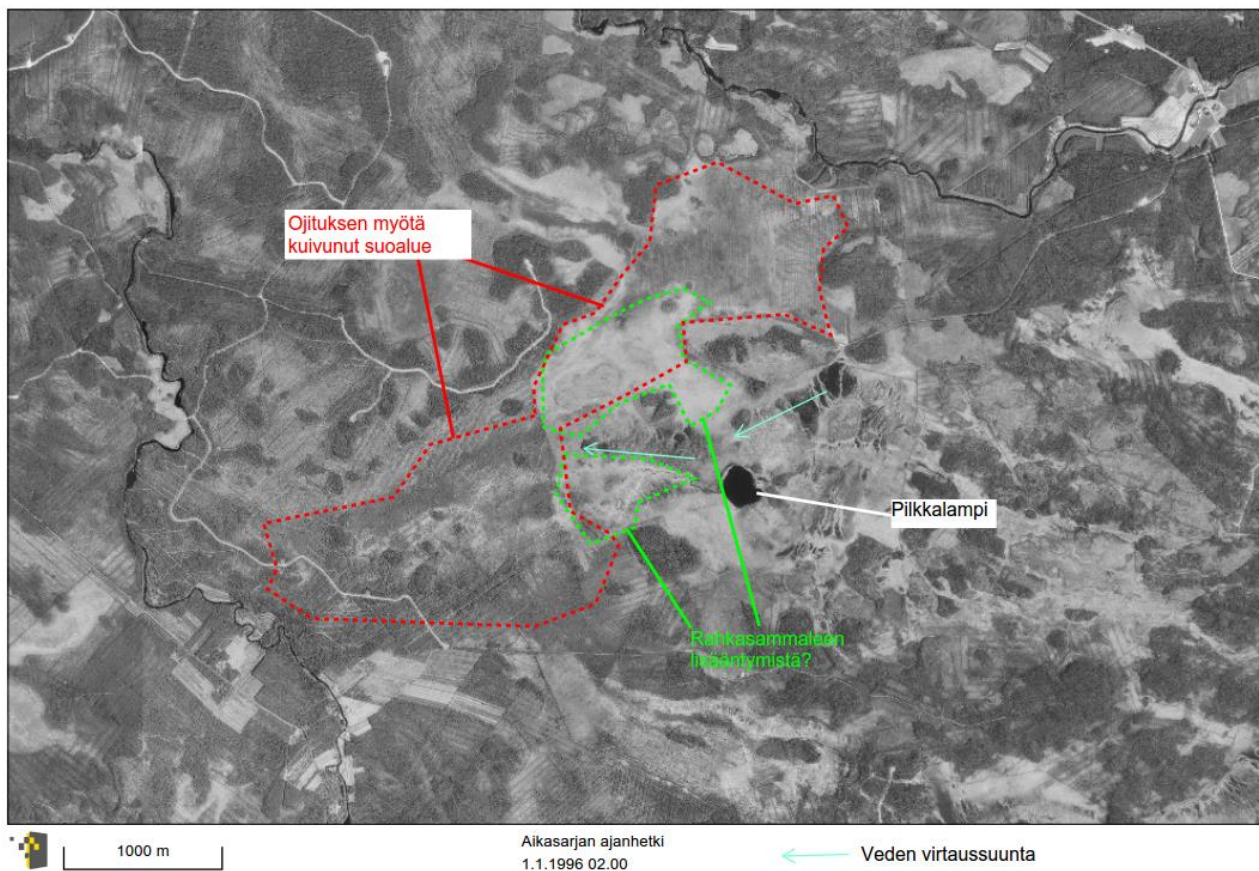
Teiden rakentamisesta johtuvat suon vedenpinnanmuutokset voivat muuttaa aapasuon kasvillisuutta, sillä aapasuon kasvillisuuteen vaikuttaa vedenpinnan korkeustaso ja virtauksen mukana tuleva mineraaliaines. Pilkkasuolla kasvillisuusmuutosta on tapahtunut jo suon ojituksen myötä. Pilkkasuolta on saatavilla suon ojitusta edeltäviä ilmakuvia vuosilta 1946 (Kuva 5-2) ja 1954. Vuoden 1996 ilmakuvassa ojitus on jo merkittävästi kuivattanut Pilkkalammen pohjoispuolen aluetta (Kuva 5-2) verrattuna vuoden 1946 tilan-

teeseen. Pilkkalammen eteläpuoli on ilmakuvatulkinnan perusteella ollut kuivaa jo ennen ojitusta. Tahvanaisen (2011) mukaan rahkasammalien lisääntymisen voi havaita ilmakuvien vaaleiden alueiden lisääntymisestä, sillä ne ovat mustavalkokuvissa väriltään vaaleampia, kun aapasuon tyypilliset sammalet ja sarat. Ilmakuvatulkinnan mukaan rahkasammaleiden määrä on lisääntynyt ainakin Pilkkalammen pohjoispuolisella alueella (Kuva 5-3). Suon pohjoisosan kuivuminen liittyy todennäköisesti Utosjoen suuntaa sijoittuviin ojitusojiin, sillä valuma-alueanalyysin mukaan suon kuivan pohjoisosan virtaussuunta on pohjoiseen kohti Utosjokea (Kuva 4-1).

Teiden rakentaminen voi muuttaa aapasuon hydrologiaa ja aiheuttaa suon kuivumista samaan tapaan, kun suon ojitus. Jos minerotrofisen suon veden lähde estyy tien rakentamisen myötä, voi Pilkkasuon luonnontilainen alue alkaa rahkoittumaan. Tästä syystä hydrologisia olosuhteita muuttavien vaikutusten minimoiminen tierakenteiden suunnittelussa on ensisijaista.



Kuva 5-2. Pilkkasuon vuoden Maanmittauslaitoksen 1946 ilmakuvassa ja rimpisen aapasuon levinneisyys ennen suon ojittamista. Virtaussuuntamääritys perustuu rimpijännekuviontiin.



Kuva 5-3. Pilkkasuo-alueen Maanmittauslaitoksen vuoden 1996 ilmakuvassa. Punaisella rajalla on esitetty ilmakuvatulkin mukaan ojituksen myötä kuivunut alue. Vihreällä värillä on esitetty ilmakuvasta tulkittu vaalea, mahdollinen rahkasammaleen levinneisyyden kasvualue. Virtaussuuntamääritys perustuu rimpijännekuviontiin.

5.3 Sähkönsiirtoreitin SVE2 vaikutukset

Sähkönsiirtoreitti SVE2 kiertää Pilkkasuo-alueen luonnontilaisen alueen luoteispuolelta (Kuva 5-1). Sähkönsiirto toteutetaan ilmajohtona alueen ulkopuolella ja maajohtona hankealueiden huoltoteiden ja voimaloiden alueilla. Suurin vaikutus sähköpylväiden rakentamiseen liittyy niiden perustusten rakentamiseen, jossa joudutaan poistamaan turvetta perustusten alueelta. Koska perustusten vaikutusalue on melko pieni, ilmajohtoon liittyvät veden virtaussuunnan vaikutukset jäävät paikallisiksi johtojen perustusten välittömään lähialueeseen. Sähkönsiirtoreitin vaikutus suovesien virtaukseen ilmajohtojen osuuksilla jää paikalliseksi ja vähäiseksi. Voimaloiden maakaapelit rakennetaan huoltoteiden yhteyteen, jolloin niiden rakentamisen vaikutukset liittyvät huoltoteiden rakentamiseen. Sähkönsiirtoreitin rakentamisen vaikutus Pilkkasuo-alueen luonnontilaiseen alueeseen on vähäinen.

5.4 Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen

Vaikutuksia suon hydrologiaan ja vedenpintoihin voi vähentää rakentamalla pohjoiseteläsuuntaiset tie- ja viemärit läpäisevästä materiaalista, kuten sorasta tai louheesta. Tällöin on kuitenkin huomioitava materiaalin vedenjohtavuus. Jos vedenjohtavuus teissä on hyvin suuri, voivat tie- ja viemärit muodostaa pohjaveden virtausreit-

tejä, jotka voivat paikallisesti vaikuttaa suon vesitaseeseen. Tien rakentamiseen tulee myös käyttää materiaaleja, jotka eivät vaikuta suoveden laatuun. Vedenvirtauksen vaikutusten vähentämiseksi vaihtoehtona olisi myös jättää rakentamatta voimaloiden 17 ja 8 välinen tieosuus, jolloin vesi pääsisi virtaamaan pienemmällä vaikutuksella Pilkkasuon luonnontilaiselle alueelle.

Jos vedenvirtaus painottuu tiealueelle, voi tiehen kohdistua talviaikaan routimisongelmia, joita voidaan vähentää valitsemalla routimattomia materiaaleja tien kantaviin rakenteisiin. Hienoainesten leviämisen estämiseksi ojavesien mukana, voidaan ojiin rakentaa vesiensuojelurakenteita, kuten silttiverhoja ja kaivukatkoja, joilla voidaan estää suoveden virtaus tiealueille ja ohjata vedenvirtaus nykyistä vastaavaan virtaussuuntaan.

6. Johtopäätökset

Suurimmat vaikutukset Pilkkasuon alueella liittyvät voimaloille rakennettaviin huoltoteiden rakentamiseen. Sähkönsiirtoreitin vaikutukset ovat vähäisempiä ilmajohtojen perustuksien pienen vaikutusalan takia verrattuna virtausreittejä mahdollisesti katkaiseviin teihin. Pilkkasuon alueelle rakennettavien tieosuuksien pysyvät vaikutukset suon ekohydrologiaan riippuvat teiden rakennustavasta sekä niiden sijainnista suhteessa suoveden virtausreitteihin. Suon virtaussuuntaan nähden poikittain oleva tieosuus erityisesti voimaloiden 36, 17 ja 8 välillä tulisi rakentaa vettä johtavasta materiaalista vaikutusten pienentämiseksi. Tien rakentaminen liian tiiviiksi katkaisisi veden virtauksen Pilkkasuon itäosasta, jolloin vedenpinta voisi laskea Pilkkasuon keskiosan luonnontilaisella alueella.

Suon ojitus on aiheuttanut merkittävään kuivumista ja mahdollisesti suon rahkoittumista Pilkkasuon pohjoisosassa. Pilkkasuon länsiosa on jo kuivunut aiemmin merkittävästi ojituksen myötä. Koska muutos on tapahtunut hankkeen toteuttamisesta riippumattomasti, katsotaan hankkeen vaikutus muille ojitetuille alueille, kuin Pilkkalammen ympäristön luonnontilaisen suoalueelle, vähäiseksi.

Lähdeluettelo

Aapala, K., Rehell, S., & Similä, M. (2013). Peatland biodiversity. Ecological Restoration in Drained Peatlands; Similä, M., Aapala, K., Penttinen, J., Eds, 26-33.

Ekholm (1993). Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja — sarja A. <https://helda.helsinki.fi/items/4f533a82-4306-492e-9f20-a9dce7d861d3>.

Eurola, S., Huttunen, A. (2006). Mire plant species and their ecology in Finland. Finland—land of mires. The Finnish environment, 23(2006), 127-144

Haapalehto, T. (2014). Restoring ecosystem structure and functions: results from Sphagnum peatlands degraded by forestry drainage (No. 275). Doctoral Thesis, University of Jyväskylä. https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/43088/978-951-39-5637-0_vaitos28032014.pdf

Holden, J. & Burt, T.P. (2002) Laboratory experiments on drought and runoff in blanket peat. European Journal of Soil Science, 53, 675-689

Ilmatieteenlaitos 2024. Vuositilastot. Vuoden keskilämpötila ja vuosisade 1991–2020. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>.

- Jokela, J., Lammi, E., Klinga, J. (1999). Utajärven Pilkkasuon pesimälinnusto 1999. Biologiatoimisto Jari Venetvaara Ky. https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2021/09/Pilkkasuon_linnustoselvitys199.pdf.
- Labadz, J., Allott, T., Evans, M., Butcher, D., Billett, M., Stainer, S., ... & Hart, R. (2010). Peatland Hydrology: Draft Scientific Review to IUCN Peatland Programme Commission of Inquiry on Peatlands. Natural England & Severn Trent Water.
- Pajunen, H. (1987). Utajärvellä tutkitut suot ja niiden turvevarat. Osa III. Julkaisusarja: Turvetutkimusraportti - Report of Peat Investigation. https://tupa.gtk.fi/raportti/turve/ttr_206.pdf.
- Peichl, M., Öquist, M., Löfvenius, M. O., Ilstedt, U., Sagerfors, J., Grelle, A., ... & Nilsson, M. B. (2014). A 12-year record reveals pre-growing season temperature and water table level threshold effects on the net carbon dioxide exchange in a boreal fen. Environmental Research Letters, 9(5), 055006. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/5/055006/meta>
- Päivänen, J. (1973). Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. Suomen metsätieteellinen seura. Acta Forestalia Fennica. Vol 129. <https://helda.helsinki.fi/items/b55b94f1-9e98-4943-8eff-c99a483461a3>.
- Ramboll 2022. Utajärven Tornikankaan tuulipuistohanke YVA-ohjelma. <https://www.ymparisto.fi/fi/osalistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/tornikankaan-tuulivoimahanke-utajarvi>.
- Sallinen, A., Tuominen, S., Kumpula, T., & Tahvanainen, T. (2019). Undrained peatland areas disturbed by surrounding drainage: a large scale GIS analysis in Finland with a special focus on aapa mires. Mires and Peat, 24(38), 1-22. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/a6fa5267-043e-4ca3-aeff-8d26e821cfa6/content>.
- Salonen, V. P., Eronen, M., & Saarnisto, M. (2002). Käytännön maaperägeologia. Kirja-Aurora. Turku.
- Siegel, D. I. (1988). The recharge-discharge function of wetlands near Juneau, Alaska: Part I. Hydrogeological investigations. Groundwater, 26(4), 427-434.
- SYKE (2023). www.ymparisto.fi. Hydrologiset kuukausitiedotteet. <https://wwwi3.ymparisto.fi/i3/vuositiedote/FIN/2010/haihdunta/haihdunta.htm>.
- Tahvanainen, T. (2011). Abrupt ombrotrophication of a boreal aapa mire triggered by hydrological disturbance in the catchment. Journal of Ecology, 99(2), 404-415.
- Pöyry (2010a). Pilkkasuon kasvillisuusselvitys, Utajärvi. Vapo Oy <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2021/09/Pilkkasuonkasvillisuusselvitys.pdf>.
- Pöyry (2010b). Pilkkasuon turvetuotantohanke, Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Vapo Oy. <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/pilkkasuonturvetuotantohankeYVAohjelma.pdf>.
- Åberg, S. C., Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Salonen, V. P., & Åberg, A. K. (2019). Groundwater recharge/discharge patterns and groundwater-surface water interactions in a sedimentary aquifer along the River Kitinen in Sodankylä, northern Finland. Boreal Environment Research, 24(1-6), 1.