

2026

HULEVESISELVITYS JA VESIEN- HALLINTASUUNNITELMA

25161 Pakkala, Nakkila, 8.7.2026

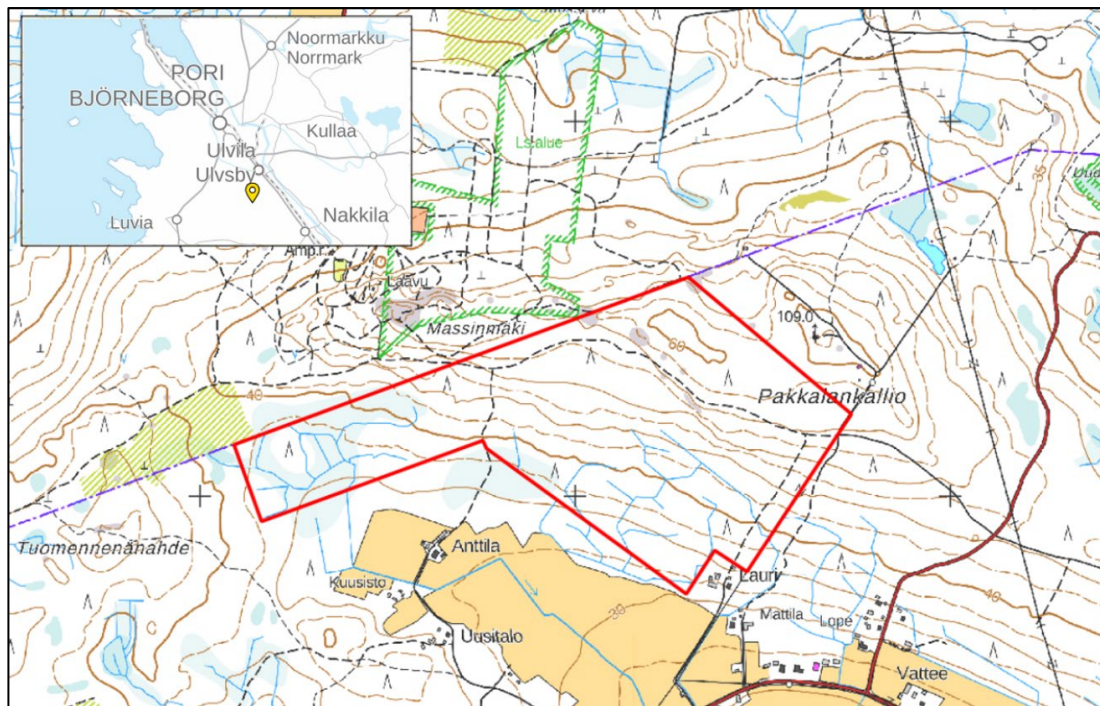
Sisällys

1	Selvitystyön lähtökohdat.....	2
1.1	Lähtötilanne	2
2	Suunnittelualueen nykytila.....	3
2.1	Sijainti ja maankäyttö.....	3
2.2	Maaperä ja maastonmuodot	4
2.3	Valuma-alueet ja virtausreitit nykytilassa.....	5
2.4	Luonto- ja virkistysarvot.....	7
3	Tuleva maankäyttö	8
3.1	Vaikutukset pintavalunnan muodostumiseen	8
3.2	Mitoitussademäärä alueella	9
4	Selvitys alueen happamista sulfaattimaista	10
4.1	Maaperä-, pinta- ja pohjavesitiedot	11
4.2	Viitearvot ja niiden vaikutukset	12
4.3	Tutkimustulokset	13
4.4	Yhteenveto ja suositukset.....	14
5	Hulevesien hallinta	14
5.1	Hulevesialtaat	16
5.2	Huoltoteiden vaikutus.....	17
5.3	Pinta- ja pohjavesien suojelu	17
5.4	Rakennusaikaisen työmaavesien hallinta	18
5.5	Muut vesiensuojelurakenteet.....	19
5.6	Tulvatilanteet	20
6	Nykyisten hulevesirakenteiden toimivuus, suositukset ja yhteenveto.....	20

1 Selvitystyön lähtökohdat

1.1 Lähtötilanne

Taratest Oy on Skarta Energy Pakkala Oy:n toimeksiannosta laatinut Nakkilan Pakkalan alueelle hulevesiselvityksen kiinteistöille 531-412-5-71, 531-412-1-61, 531-412-1-134 ja 531-410-3-32 (Kuva 1). Suunnittelualueelle on tarkoituksena osoittaa aurinkosähköpuiston rakentamista. Suunnittelualueen laajuus on noin 65 ha.

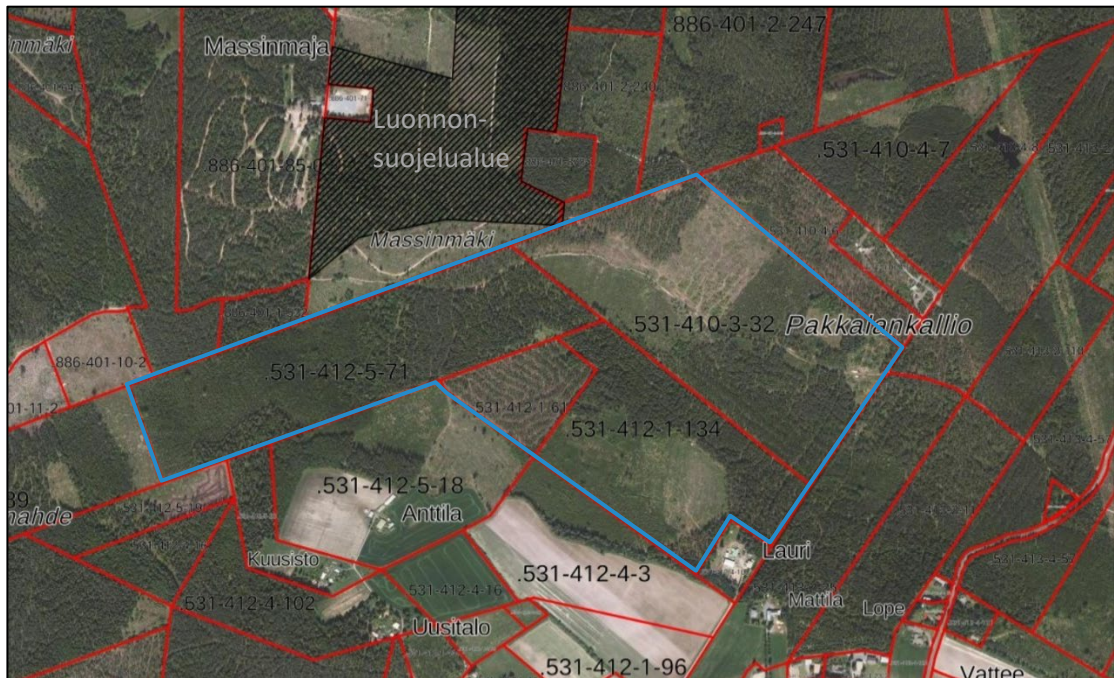


Kuva 1. Suunnittelualueen sijainti viitteellisesti punaisella rajauksella (© Paikkatietoikkuna 7.4.2025).

2 Suunnittelualueen nykytila

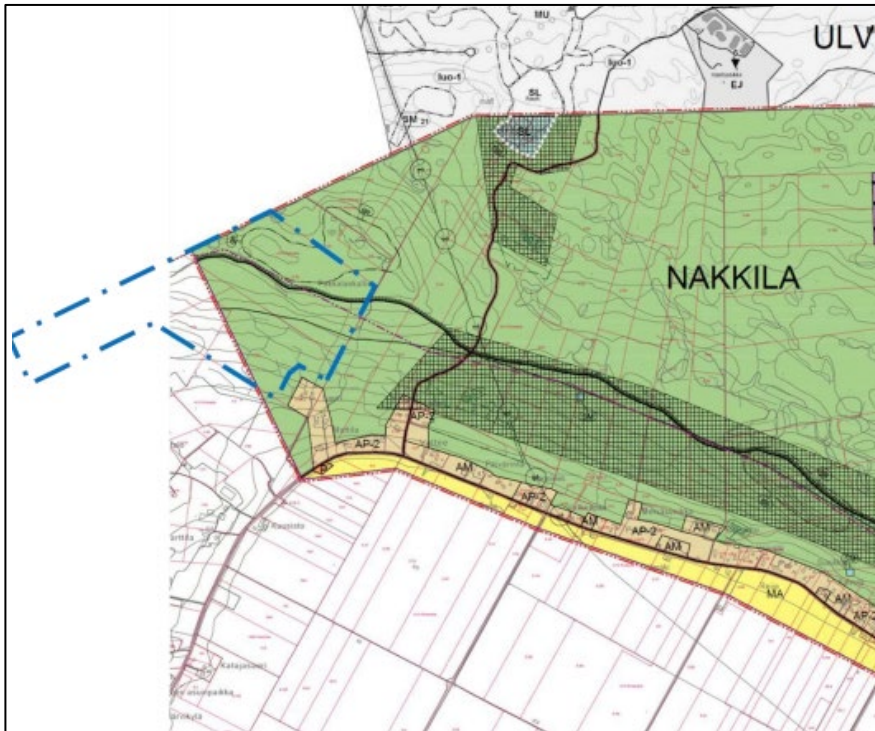
2.1 Sijainti ja maankäyttö

Suunnittelualue sijaitsee Pakkalankalliolla, noin 8 km Nakkilan keskustasta luoteeseen. Suunnittelualue on nykytilassa pääosin metsätalousaluetta (Kuva 2). Lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat suunnittelualueen eteläpuolella noin 50 m päässä kiinteistörajasta. Lähimmät asuin-kiinteistöt (5-18 Anttila ja 4-100 Lauri) ovat sijainneet alueella 1950-luvulta. Ympäröivä alue koostuu korkeuseroltaan vaihtelevista metsäalueista sekä etelässä peltoalueesta. Suunnittelualueen pohjoispuolella sijaitsee Massinmäen luonnonsuojelualue, joka rajoittuu suunnittelualueeseen, ja n. 400 metrin päässä pohjoisessa sijaitsee Massinmajan liikuntakeskus ja ulkoilu-alue.



Kuva 2. Suunnittelualue viitteellisesti sinisellä ilmakuvassa vuonna 2022 (© Paikkatietoikkuna 7.4.25).

Tuleva aurinkovoimala poikkeaa alueen muusta rakenteesta ja käyttötarkoituksesta, sillä suunnittelualue on nykyisellään maa- ja metsätalousvaltaiseksi (MU) alueeksi merkitty Nakkilan taajamaosayleiskaavaan (Kuva 3). Kaava on hyväksytty 15.6.2015. Alueella MU on myös erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta. Lisäksi suunnittelualueen koillisosa sijoittuu arvokkaaksi harjualueeksi tai muuksi geologiseksi muodostumaksi (ge) osoitetulle alueelle. Maa-ainesten otto ja muu maanpinnan muuttaminen, joka vaarantaa alueen luonnonarvojen ja/tai maisema-arvojen säilymisen on alueella kielletty. Alueella ei ole voimassa olevaa asemakaavaa.

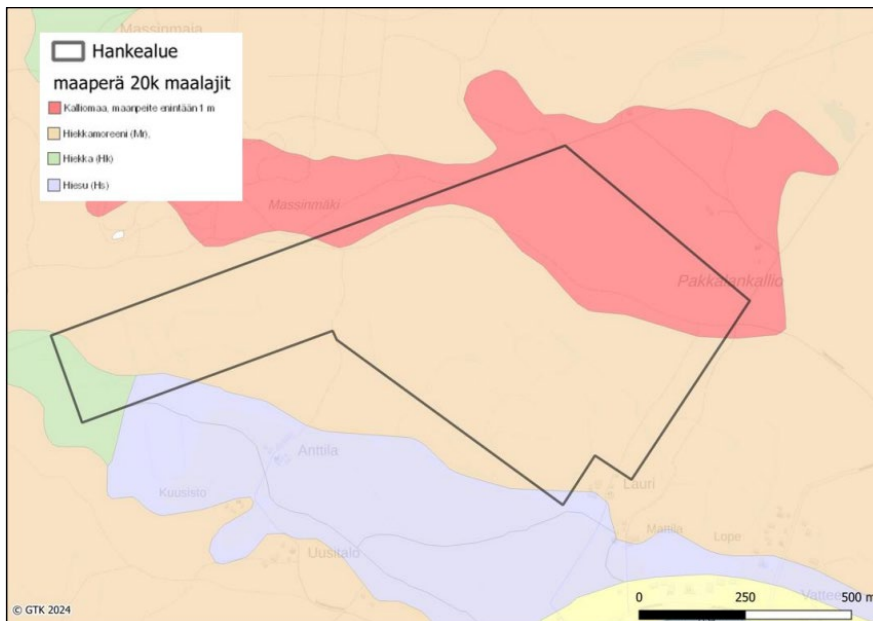


Kuva 3. Nosto Consulting Oy, hankealue taajamaosayleiskaava-alueella. (Skarta Energy Oy)

Satakunnan maakuntakaavassa (2012) suunnittelualue on kaavamerkitty maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta (MU). Suunnittelualue rajoittuu pohjoisosastaan maakuntakaavoissa merkittyyn virkistysalueeseen (V).

2.2 Maaperä ja maastonmuodot

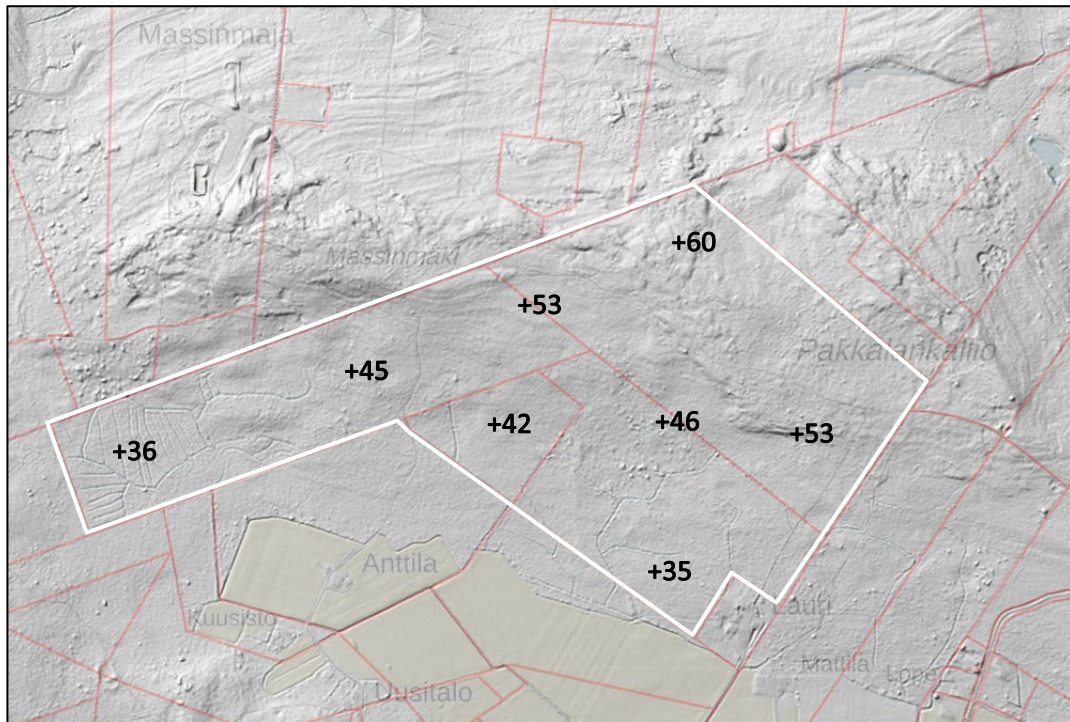
Suunnittelualue on pääasiassa rakentamatonta metsäaluetta. Alueen maaperä on GTK:n 1:20 000 maaperäkartan perusteella valtaosin hiekkamoreenia ja kalliomaata (1 m syvyydellä). Lisäksi alueella on muutamia hiekka- ja silttiesiintymiä (Kuva 4).



Kuva 4. Suunnittelualue geologian tutkimuskeskuksen maaperäkarttaleikkeellä, sijainti viitteellinen. Ka = kalliomaata, Mr = hiekkamoreeni, Hk = hiekka, Hs = siltti (Skarta Energy Oy).

Moreenimailla hulevesien imeytyminen maaperään ei ole tehokasta, sillä hiekkamoreenin vedenläpäisevyys on lähtökohtaisesti pientä tai kohtalaista. Tästä syystä hulevesien hallintaan suositellaan imeyttämisen sijaan viivytys- ja hallittuja johtamisratkaisuja vesistöihin.

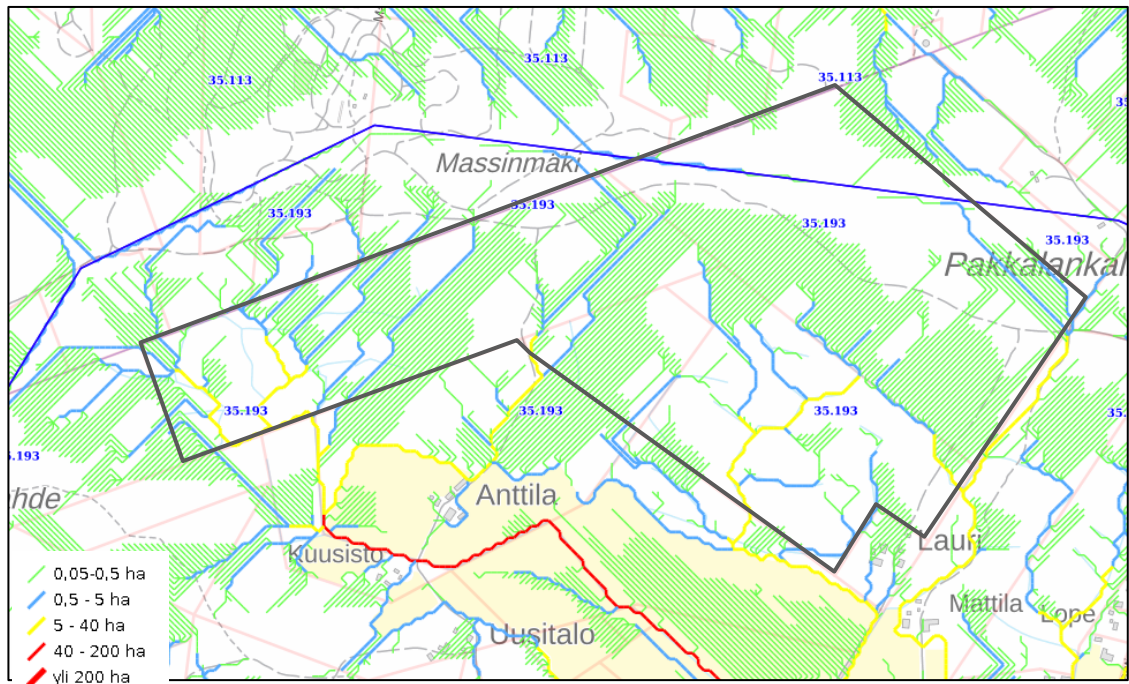
Suunnittelualueen korkeuserot ovat suuria ja vaihtelevat tasolla +35,4...+61,3 (Kuva 5). Maaperä on alimmillaan suunnittelualueen länsireunassa ja nousee koilliseen mennessä. Korkeimmat kohdat sijaitsevat alueen koillisosassa kalliomaa-alueilla. Lähimmät asuinrakennukset etelässä ovat tasolla +34.



Kuva 5. Suunnittelualueen korkotasot ja suunnittelualue valkoisella viitteellisesti rinnevarjostuspohjalla (© Paikkatietoikkuna 7.4.25).

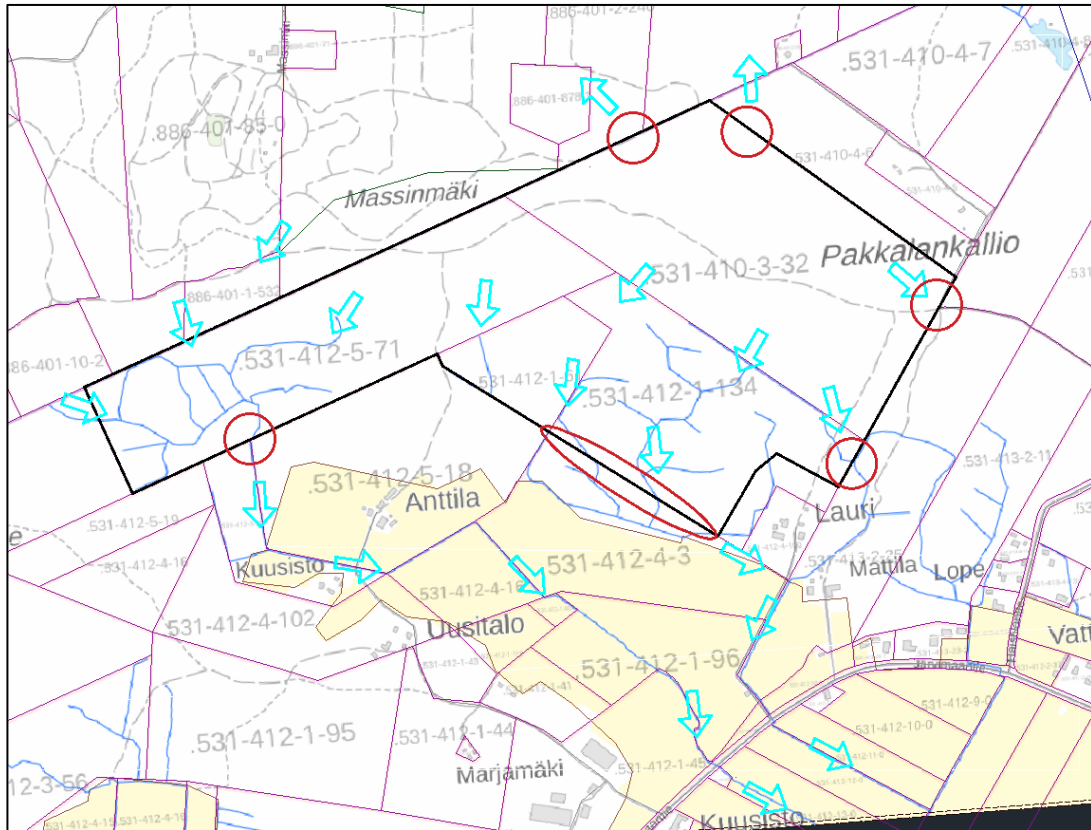
2.3 Valuma-alueet ja virtausreitit nykytilassa

Suunnittelualue sijaitsee vedenjakaja-alueella ja kuuluu Palojoen valuma-alueeseen (35.193), jonka suuruus on 55,18 km² sekä Friitalan – Lattomerén valuma-alueeseen (35.113), jonka suuruus on 48,77 km². Kuvassa 6 tummansinisellä on valuma-alueiden raja, joka menee suunnittelualueen poikki. Suunnittelualue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue Pässä (0253103, 1. luokka) sijaitsee n. 5 km päässä etelään. Suunnittelualueen pintavesien valunta on nykyisellään vaihtelevan suuruista, sillä alueella on avokalliomuodostumia, joissa pintakasvillisuus on vähäistä, mutta myös metsäalueita. Suunnittelualueen keskimääräinen valuma ei ole kovin suuri, vaikka maastossa esiintyy huomattavia korkeuseroja. Pintavesien virtausmallit on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Pintavesien virtausmallit. Suunnittelualue viitteellisesti mustalla rajauksella, vedenjakaja-alue merkitty tummansinisellä viivalla (© Paikkatietoikkuna 30.4.25).

Alueella ei ole nykyisen maankäyttömuodon aikana ollut hulevesienhallintaratkaisuja. Alueen hulevedet virtaavat pääosin kohti etelää ja pieni osa hulevesistä valuu suunnittelualueen pohjoisosassa pohjoista kohti. Suunnittelualueen länsiosassa alueelle valuu vesiä suunnittelualueen ulkopuolelta pohjoisesta ja lännestä. Muualta alueen ympäristöstä ei juurikaan tule valumavesiä suunnittelualueelle alueen topografian vuoksi. Kuvassa 7 hulevesien virtaussuunnat on merkitty nuolilla. Punaisella ympyröidyt purkupisteet osoittavat sijainnin, missä hulevesi poistuu suunnittelualueelta.



Kuva 7. Hulevesien virtaussuunnat merkattu nuolilla, tärkeimmät purkupisteet punaisella.

Suurin osa suunnittelualueen hulevesistä valuu etelän suuntaan, josta hulevedet kerääntyvät Anttilan, Kuusiston ja Uusitalon tilojen pelto-oihin. Nämä johtavat kaakkoon Leistilänjärven halki kulkevaan Palojokeen. Leistilänjärvi on n. 1500 hehtaarin viljelyspelloksi kuivatettu järvi.

Suunnittelualueella ei ole olemassa valmista ojitusta kivisen maaston takia. Valumavedet kulkeutuvat suunnittelualueelta laajan peltoalueen läpi ja edelleen Palojokeen. Joki yhdistyy noin 15 km päässä hankealueesta Kokemäenjokeen. Suuren etäisyyden takia hankealueen valuma-vesillä ei katsota olevan merkittävää vaikutusta Kokemäenjoen vesistöön. Kokemäenjoen eko-loginen tila hankealueen läheisyydessä on kohtalainen. Avoimien aineistojen (Vesi.fi, Vesitieto) perusteella erityisiä luontoarvoja ei myöskään esiinny hankealueen valumareitillä.

2.4 Luonto- ja virkistysarvot

Luonto- ja virkistysarvot ohjaavat vesienhallintasuunnittelua niin, että hulevesien ja valumavesien hallinnassa pyritään suojelemaan vesistöjen ekologista tilaa, luonnon monimuotoisuutta ja maisema-arvoja.

Alueella on merkittäviä kallioalueita, maisemallista arvoa Leistilänjärven kulttuurimaisemaa rajaavana selänteinä ja alue on virkistyskäytön kannalta merkittävä. Osayleiskaavaan on merkitty maakunnallisesti merkittävän kulttuurimaiseman rajausta, joka kulkee suunnittelualueen poikki. Osayleiskaavassa suunnittelualueen koillisosassa on osoitettu arvokkaaksi harjualueeksi tai muuksi geologiseksi muodostumaksi (ge). Maa-ainesten otto ja muu maanpinnan muuttaminen, joka vaarantaa alueen luonnonarvojen ja/tai maisema-arvojen säilymistä on alueella kielletty.

Suunnittelualueella on neljä kalliometsäksi luokiteltua luontotyyppiä. Kalliometsiä esiintyy yleisesti koko Suomessa pohjoisimpia tuntureita lukuun ottamatta. Kalliometsät ovat Suomen luontotyyppien punaisessa kirjassa luokiteltu metsien erikoistyyppiä ja valtakunnallisessa

uhanalaisuusluokituksessa silmälläpidettäväksi (NT) [1]. Osa alueella sijaitsevasta metsästä on aiemmin hakattua ja osa myrskyjen kaatamaa.

Suunnittelualue sijoittuu Satakunnan viherrakenneselvityksen mukaan viherkäytävään N. Suunnittelualue sijoittuu tässä käytävässä sivuhaaraan, joka lähtee viherkäytävästä itään yhdistäen Leistilänjärven metsäalueet verkostoon. Käytävä on kokonaisuutena hyvin monipuolinen luontoarvoiltaan. [2.]

Suunnittelualueen osa on osayleiskaavassa osoitettu maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta (MU). Alueen virkistyskäyttöä tulisi kehittää kokonaisuutena Ulvilan Massin ulkoilualueen kanssa. Lisäksi osayleiskaavassa on suunnittelualueelle osoitettu itälänsuuntainen tielinjaus ja sen yhteyteen ulkoilureitti, jotka johtavat Massin liikuntakeskuksen alueelle.

3 Tuleva maankäyttö

Suunnittelualueelle suunnitellaan aurinkopaneelientä, johon asennetaan paneelikehikot riiveihin omille perustuksilleen. Paneelien väliin on tarkoitus rakentaa kevytrakenteiset huoltotiet. Olemassa oleva metsä kaadetaan lähes koko suunnittelualueelta. Pintamaita muokataan ja tasataan kaapelikaivantojen ja työmaateiden rakentamista varten ja poistetun kasvillisuuden tilalle kylvetään uusi matalakasvuinen aluskasvillisuus. Paneelien ollessa joko pinta-asennuksena, tai paalutettuna eivät ne estä sadevesien imeytymistä maaperään, mutta saattavat hiekan pientää ja hidastaa imeytymistä. Paneelit muuttavat sadeveden jakautumista ohjaamalla vettä reunoilleen, jolloin vesi keskittyy paikallisesti eikä imeydy yhtä tasaisesti koko alueelle kuin luonnontilaisella pinnalla. Paneelientä saattaa lisäksi muuttaa pintavaluntareittejä paikallisesti suunnitelma-alueen sisällä.

3.1 Vaikutukset pintavalunnan muodostumiseen

Alueelta muodostuvaa pintavaluntaa arvioidaan määrittämällä valuntakerroin. Suunnitelma-alueella on selvitetty sekä nykyiseen että tulevaan maankäyttöön perustuvat valuntakertoimet. Maankäyttömuotojen pinta-alat perustuvat karttatarkastelun perusteella tehtyihin laskelmiin. Tulevien maankäyttösuunnitelmien mitoitus on arvioitu Pakkalan hankkeen alustavan asemapiirroksen perusteella (7.10.2024).

Alue on pääosin kumpuilevaa ja paikoittain jyrkkää havu- ja sekametsää sekä osittain avokalliota. Koska metsä on harvennettua sekä ihmisen että myrskyjen toimesta, pintavalunta on suurempaa, kuin ennen metsän harvennusta. Nykyisellään koko suunnittelualueen valumaker-toimen arvioidaan olevan 0,15 (Taulukko 1. Nykytilassa suunnittelualueella käytetyt pintavaluntakertoimet.). (Väylävirasto, Hulevesiopas) Valuntakertoimessa on huomioitu jo harventuneet metsäalueet. Nykytilanteen valuntakerroin on laskettu painotettuna keskiarvona.

Taulukko 1. Nykytilassa suunnittelualueella käytetyt pintavaluntakertoimet.

Alue	Valumakerroin	Ala (ha)	Painotettu pinta-ala (m ²)	%-osuus	Painotettu valumakerroin
Kumpuileva seka-metsä	0,15	64	64 276	99	0,15
Avoin kallio-maasto	0,4	0,7	2895	1	

Tulevan käytön suunnitelmissa pintarakenteisiin tulee muutoksia puuston osalta. Kaavan toteutumisen myötä muodostuvien hulevesien määrä kasvaa jonkin verran, kun vettä sitova ja haihduttava puusto alueella vähenee. Olemassa oleva puusto kaadetaan pääosin koko alueelta. Matala kasvillisuus säilytetään mahdollisuuksien mukaan. Aurinkopaneelien tukirakenteet sekä paneelit vaikuttavat suoraan maahan kohdistuvaan sadantaan, joka hidastaa imeytymistä, mutta ei kuitenkaan estä sitä. Muuntamoiden ja huoltoteiden rakentamisen myötä alueen läpäisemättömien ja heikosti läpäisevien pintojen osuus kasvaa. Paneelien rakentamisen seurauksena vesien imeytyminen pinnoille hidastuu ja vaikeutuu paikoin. Tämä on huomioitu valumakertoimessa, joka kasvaa. Paneelit saattavat toisaalta myös vähentää hulevesien määrää, kun pieni osa vesistä saattaa jäädä paneelien pinnoille, ja haihtua. Em. ei kuitenkaan huomioida laskennassa.

Muutosten myötä painotettu valumakerroin nousee 0,25:een. (Taulukko 2). Valumakerroin on suurempi kuin kumpuilevan sekametsän valumakerroin, kun puusto on kaadettu. Valumakerroin on kuitenkin pienempi kuin avoimen kalliomaaston valumakerroin, sillä suunnittelualue jää pääosin kasvillisuuden peittämäksi, lukuun ottamatta tiealueita ja muuntamoita.

Taulukko 2. Aurinkopaneelien asennuksen jälkeen käytetyt pintavaluntakertoimet.

Alue	Valumakerroin	Ala (ha)	Painotettu pinta-ala (m ²)	%-osuus	Painotettu valumakerroin
Paneelikenttä / matala kasvillisuus*	0,25	63	158 430	97,4	0,25
Tiealueet / soratie	0,3	1,5	4551	2,4	
Muuntamot / katto	0,9	0,1	2000	0,2	

*Avokallioiden alueet on sisällytetty paneelikentän alueen valumakertoimeen. On todennäköistä, että alueille on tarpeen tehdä johtokanaaleja ym. asennuksia, jolloin kallioalueesta on mahdollista tehdä kasvillisuuspeitteistä.

3.2 Mitoitussademäärä alueella

Suunnittelualueen mitoittavaksi sateeksi valitaan 1/20 toistuva 60 minuutin sade alueen kokoon perustuen. Toistumisaika on valittu hankkeen keston mukaan, koska oletus on, että paneelit ovat kentällä yli 20 vuotta. Kun huomioidaan ilmastomuutoksen seurauksesta kasvavat rankkasateet käyttäen laskennassa kerrointa 1,4 (Suomen ilmastopaneeli Raportti 2/2021), saadaan mitoitusasteen virtaamaksi alueelta nykytilassa 1024 l/s (taulukko 3). Ilmastomuutoskerroin on valittu Suomen Ilmastopaneelin raportin keskiarvona.

Mitoitussademäärässä ei huomioida hidastumiskerrointa, sillä alueella ei ole hulevesiviemäreitä (RIL-123-2-2004 Vesihuolto I, 2004). Kyseessä on laaja valuma-alue, ja mitoituksessa on haluttu varautua erityisesti pitkäkestoihin rankkasateisiin, joissa ensimmäiset hulevedet ovat jo saavuttaneet purkupisteen uuden veden yhä virratessa alueelta. Aurinkopuiston käyttötarkoitus edellyttää erityistä varovaisuutta tulvimisen suhteen, ja siksi huippuvirtaama on arvioitu ilman pienentävää kerrointa. Tämä takaa sen, että mitoitus kestää myös äärisääolosuhteet ilman, että purkupaikalle syntyy vesimäärää, jota rakenteet eivät pystyisi vastaanottamaan.

Uusien suunnitelmien mukaisella maankäytöllä virtaamaksi saadaan 2048 l/s (taulukko 4). Laskelmissa huleveden määrääarviot perustuvat siihen, että kaikki hulevesi kerääntyy yhdelle purkupisteelle. Näin voidaan varautua suurimpaan mahdolliseen tarvittavaan viivytystilavuuteen.

Taulukko 3. Suunnittelualueen mitoituslaskelma nykytilassa.

Suunnittelualueen mitoitus nykytilassa			
parametri	suuruus	yksikkö	selvennys
valuma-alueen koko	65	ha	
valumakerroin	0,15		Väyläviraston ohjeita 93/2023
mitoitettava sateen kesto	60	min	Alueen koon mukaan (Väyläviraston ohjeita 93/2023)
toistumisaika	20	vuotta	
mitoitussateen keskimääräinen intensiteetti	105	l/(s*ha)	Sisältäen ilmastomuutoksen huomioon 1,4 (Ilmasto-opas)
mitoitusvirtaama	1024	l/s	$Q = C \times i \times A$
mitoitustilavuus	3690	m ³	$V = (C \times i \times A \times t) / 1000$

Mitoitussateen virtaaman ja tilavuuden laskukaavoissa Q = mitoitussateen virtaama, V = mitoitussateen tilavuus, C = valumakerroin, i = mitoitussateen keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha), A = valuma-alueen pinta-ala (ha) ja t = mitoitussateen kesto (s).

Taulukko 4. Suunnittelualueen mitoituslaskelmat uusien suunnitelmien mukaisesti.

Suunnittelualueen mitoitus suunnitelmien mukaisesti			
parametri	suuruus	yksikkö	selvennys
valuma-alueen koko	65	ha	
valumakerroin	0,25		Väyläviraston ohjeita 93/2023
mitoitettava sateen kesto	60	min	Alueen koon mukaan (Väyläviraston ohjeita 93/2023)
toistumisaika	20	vuotta	
mitoitussateen keskimääräinen intensiteetti	105	l/(s*ha)	Sisältäen ilmastomuutoksen huomioon 1,4 (Ilmasto-opas)
mitoitusvirtaama	1706	l/s	$Q = C \times i \times A$
mitoitustilavuus	6143	m ³	$V = (C \times i \times A \times t) / 1000$

Suunnittelualueella muodostuvan pintavalunnan määrä kasvaa paneelikentän asennuksen myötä. Hallittavien hulevesien määrä suunnittelualueella on enintään 6143 m³ eli tilavuus kasvaa 40 %.

4 Selvitys alueen happamista sulfaattimaista

Alueella tehtiin happamien sulfaattimaiden selvitys näytteenotolla mahdollisten happamien sulfaattimaiden esiintymisen kartoittamiseksi alueella. Näytteenotot suoritettiin 15.6.–16.6.2026 välisenä aikana kairakoneen kierrekairanäytteenottimella.

Alueelta otettiin happamien sulfaattimaiden (HaSu) tutkimukseen liittyviä näytteitä 7 kappaletta 7 tutkimuspisteestä. Osassa näytteenottopaikoista maakerrokset olivat paikoitellen hyvin ohutta ja tutkimuspisteissä ei päästy tavoiteltuun syvyyksiin 1 m ja 3 m kallioiden/kivisen maan takia. Näytteistä kirjattiin havainnot maalajista, väristä ja hajusta. Kaikista näytteistä mitattiin

näytteenoton yhteydessä kenttälaitteella pH ja näytteenottopöytäkirja esitetty liitteessä 2. Tutkimuksen aikana mitatut kenttä-pH:t vaihtelivat tutkimuspisteissä välillä 5,5–7,3 ja maa-aines oli märkää kallion pinnassa. Hapettomissa olosuhteissa pH pysyy neutraalina happamilla sulfaattimailla. HaSu-mailla tyypillistä tummaa väriä ei havaittu silmämääräisesti näytteenoton yhteydessä. Näytteet otettiin kaasutiiviisiin pusseihin, jotka suljettiin nippusitein ja säilytettiin kylmässä kuljetuksen aikana. Maanäytteistä valittiin näytteet kenttä-pH:n sekä muiden havaintojen perusteella analysoitaviksi laboratorioon 6 kpl. Näytteistä analysoitiin laboratoriossa alla esitetyt analyysit, jonka lisäksi viidestä näytteestä analysoitiin myös NAG pH. NAG pH analyysiä ei suoritettu näytteelle NO7, koska näytteeseen sekoittui näytteenotossa pintamaan humusta ja testi olisi siten antanut virheellisen tuloksen.

Laboratorioanalyysit:

- pH
- Kokonaisrikki
- Sulfaatti
- Sähkönjohtavuus

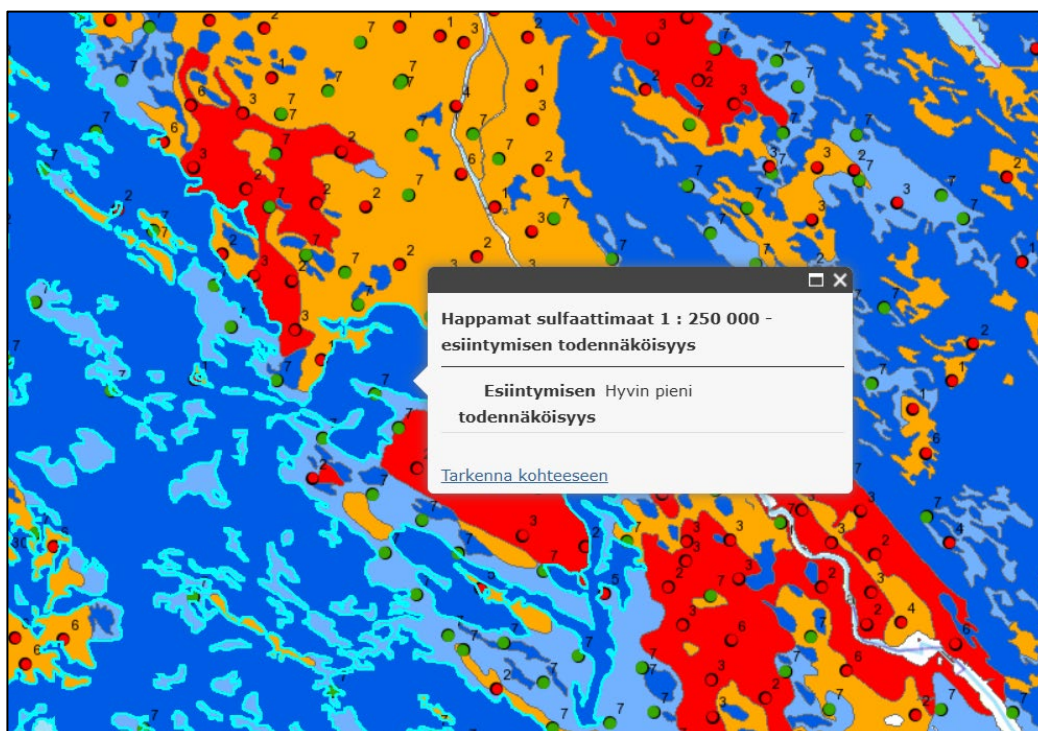
4.1 Maaperä-, pinta- ja pohjavesitiedot

Tutkimuspisteissä maaperä koostui pääasiassa humuskerroksen alapuolella olevista moreenimaista. Pintamaana esiintyi paikoin ohut humuskerros, jonka paksuus oli noin 0,2 m. Humuskerroksen alla tavattiin pääasiassa hiekkamoreenia (hkMr), Hiekkaista silttiä (hkSi) sekä vähäisessä määrin silttimoreenia (siMr). Useissa tutkimuspisteissä havaittiin runsaasti lohkaraita ja näytteenoton perusteella alue on todella kivistä ja kallio sijaitsee alueella erittäin todennäköisesti lähellä maanpintaa. Useissa tutkimuspisteissä kairaus ja kaivaminen pysähtyi jo 0,6–1,1 m syvyydessä lohkaraisiin tai kallioon. Kalliopinnan tarkkaa sijaintia ei määritetty tutkimuksissa, eikä pohja- tai orsivettä havaittu.



Kuva 8: Tutkimusalueen maaperää, kallio on vaihdellen hyvin lähellä maanpintaa.

Happamien sulfaattimaiden esiintyminen alueella on GTK:n karttapalvelun perusteella hyvin pieni, kuva 9.



Kuva 9. Ote GTK:n happamat sulfaattimaat -karttapalvelusta. Kartan mukaan todennäköisyys happaman sulfaattimaan esiintymiseen alueella on hyvin pieni (haettu 22.6.2025).

4.2 Viitearvot ja niiden vaikutukset

Laboratoriotuloksia voidaan vertailla ympäristöministeriön julkaisussa 2022:3 ”Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin, opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan” -esitettyihin viitearvoihin.

Kokonaisrikkipitoisuuden osalta yli 0,2 % rikkipitoisuus hienorakeisessa materiaalissa viittaa hyvin todennäköisesti happamaan sulfaattimateriaaliin. Maa-aineksen rikkipitoisuutta voidaan käyttää potentiaalisen HaSu-materiaalin tunnistamiseen, sillä maanäytteen rikkipitoisuuden on todettu vastaavan yleisesti melko hyvin hapontuottopotentiaalia.

Lisäksi on olemassa maalajikohtaiset toimenpiderajat, joiden alapuolella hapontuoton voidaan olettaa olevan niin vähäistä, ettei sillä ole merkitystä.

Taulukko 6. Maalajikohtaiset toimenpiderajat (Ympäristöministeriö 3/2022)

Materiaali	Kokonaisrikkipitoisuus S_{tot} (%)	Happamuuden-tuottopotentiaali mol H ⁺ /kg
Hienorakeiset maalajit ($\leq 0,06$ mm)	0,08	20
Karkearakeiset maalajit ($> 0,06$ mm)	0,03	6
Lieju (LOI > 20 %)	0,05	100
Turve	0,4	250

Happaman sulfaattimaan vaikutukset rakentamisessa

Rakentamisessa huomioon otettavia asioita ovat mahdollinen happamien sulfaattimaiden kaivu- ja läjitystarve. Pohjavedenpinnan yläpuolelle nostettu sulfidipitoinen maa-aines alkaa

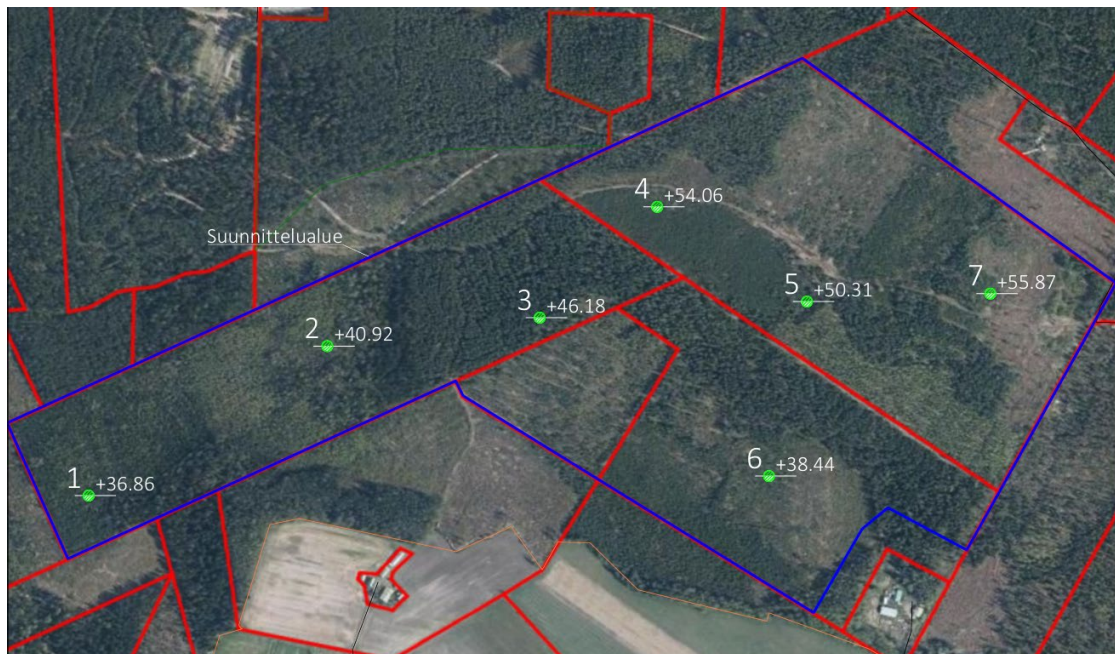
hapettua, jolloin muodostuu rikkihappoa, joka on ympäristölle haitallista. Varsinaisen rakentamisen osalta maaperän syövyttävyyttä vastaan teräs- ja betonirakenteet tulee suunnitella korroosionkestäviksi.

Maaperän korroosiotutkimuksissa on asetettu maanäytteen sulfaattipitoisuudelle viitearvoksi 500 mg/kg, minkä jälkeen maapohja tulkitaan tavanomaisesta poikkeavaksi.

Betonirakenteiden rapautuminen rikkipitoisessa maaperässä johtuu pääasiassa liukoista sulfaateista, jotka reagoivat betonin kalsiumyhdisteiden kanssa, tai alhaisen pH-tason vaikutuksesta tapahtuvana sideainematriisin liukenemisena. Maaperä tulkitaan betonirakenteille aggressiiviseksi ympäristöksi, mikäli sulfaattia esiintyy $\geq 2000\text{--}3000\text{ mg/kg}$.

4.3 Tutkimustulokset

Tutkimuskartta on esitetty liitteessä 4. Näytteistä teetettiin pH, NAG-pH, sähkönjohtokyky, sulfaatti- ja kokonaisrikki- laboratorioanalyysit. Kenttämittauksina mitattiin näytteiden kenttä-pH (näytteenottopöytäkirja liitteessä 2). Laboratoriosertifikaatit on esitetty liitteessä 3.



Kuva 10. Ote tutkimusohjelmasta 25161-002, jossa näkyy HASU-tutkimuspisteet alueella (Liite 4), Taratest Oy.

Taulukko 5: Laboratoriotulosten yhteenvetotaulukko.

Piste	PVM	Maalaji	Sulfaatti, mg/kg, viitearvo >500 mg/kg	Sulfaatti, mg/kg, viitearvo >500 mg/kg Ylitys vii- tearvoon nähdessä (erotus jos yli viitear- von)	Kokonais- rikki, %	Kokonaisrikki, %, (viitearvo savi- pitoiselle maa- ainekselle 0,08 %) Ylitys viitear- voon nähdessä	Sulfaatti, laskennalli- nen mg/kg	pH	NAG- pH	NAG-pH (viitearvo pH 4,5) Alitus vii- tearvoon nähdessä (erotus, jos alle viitear- von)
NO1 1 m	16.6.2026	hkMr	<0.010	ei ylitystä	0,025	ei ylitystä	750	7,03	6,7	ei ylitystä
NO2 0,7 m	15.6.2026	hkSi	0,019	ei ylitystä	<0.010	ei ylitystä	-	5,96	6,7	ei ylitystä
NO3 1,1 m	15.6.2026	siMr	0,033	ei ylitystä	<0.010	ei ylitystä	-	6,32	4,5	ei ylitystä
NO5 1 m	15.6.2026	hkMr	0,029	ei ylitystä	<0.010	ei ylitystä	-	5,45	5,2	ei ylitystä
NO6 0,7 m	16.6.2026	hkSi	0,015	ei ylitystä	<0.010	ei ylitystä	-	5,45	7,2	ei ylitystä
NO7 0,6 m	15.6.2026	hkMr	0,016	ei ylitystä	0,014	ei ylitystä	420	5,74	- *	- *

* Näytteestä ei analysoitu kyseistä parametria, koska näytteeseen sekoittui näytteenotossa pintamaan humusta ja testi olisi siten antanut virheellisen tuloksen.

Minkään näytteen mitatut sulfaattipitoisuudet eivät ylitä viitearvoa 500 mg/kg (taulukko 7). Kokonaisrikkipitoisuudesta määritettiin myös sulfaatin laskennallinen määrä, eli se määrä, joka on mahdollista vielä liueta sulfaatiksi. Todellisuudessa kaikki rikki ei ole maanäytteessä välttämättä happoa tuottavassa sulfidimuodossa, eikä kaikki rikki välttämättä pääse hapettumaan. Lisäksi sulfaattipitoisuuden määrittämisessä tulee huomioida, että osa sulfaatista on jo saattanut huuhtoutua pois. Myös kokonaisrikkipitoisuuden perusteella materiaali ei viittaa happamaan sulfaattimateriaaliin.

HaSu-materiaalin hapontuottopotentiaalia voidaan arvioida myös ns. NAG-määrittämisellä. NAG-pH mittaus tehdään vetyperoksidilla hapetetusta maaperänäytteestä. Suomessa happaman sulfaattimaan rajana on yleisesti käytetty pH-tasoa 4,5. Jos näytteen pH on laskenut alle raja-arvon, on näyte happoa tuottavaa (GTK, 2015; AMIRA International, 2002). Tutkimustulosten perusteella tutkitut näytteet eivät ole happoa tuottavia.

4.4 Yhteenvedo ja suositukset

Laboratoriotulosten perusteella kohteessa ei todettu hapanta sulfaattimaahan viittaavia tuloksia.

5 Hulevesien hallinta

Hulevesien hallinnan suunnittelulla pyritään ehkäisemään maankäytön muutoksista johtuvat kielteiset vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun. Huoltoteiden rakentaminen sekä metsäpeitteen poistaminen pienentävät sadevesien imeytymistä alueella. Kyseisestä syystä huuhtoutumista ja kiintoainekuormitusta tulee alueelta todennäköisesti jatkossa enemmän. Paneelien tukirakenteita ei saa sijoitella tai asentaa siten, että ne estäisivät pintavesien valumista alueelta.

Alueella on luonnontilaisia ojia ja uomia, joita tarvittaessa parannetaan ja suunnataan halutuille purkupisteille. Lisää avo-ojituksia rakennetaan huoltoteiden varsille ohjaamaan valumavesiä. Asia tulee huomioida myös huoltoteiden sijoittelussa. Mikäli huoltoteitä rakennetaan mahdollisten painanteiden ylitse, tulee teiden alle rakentaa riittävät rummut vesien kulun turvaamiseksi. Rumpujen osalta on tarpeen tehdä tarkempi mitoitusvirtaamien tarkastelu, kun paneelikentän suunnitelmat tarkentuvat.

Eroosion ehkäisyssä ja huleveden kiintoainepitoisuuksien hillitsemisessä maan kasvipeitteen säästäminen on ensisijainen keino (Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaohjeistus, Lahden kaupunki). Kasvipeitettä tulee pyrkiä rakentamisen ja jo metsäalueiden hakkaamisen yhteydessä säästämään mahdollisimman paljon. Metsän tilalle kylvetään puistoon aluskasvillisuus, joka on monipuolinen, matalakasvuinen eikä lisää nurmikkopaloaaraa.

Suunnittelualueella muodostuvan pintavalunnan määrä kasvaa paneelikentän asennuksen myötä ja hallittavien hulevesien määrä kasvaa noin 2453 m³. Muodostuvien hulevesien määrän kasvuun reagoidaan lisäämällä viivytyskapasiteettia kohdealueella. Tämä tehdään rakentamalla neljä noin 600 m³ hulevesiallasta, alueen etelä- ja lounaiskulmaan alueelta pois ohjautuville vesille. Hulevesialtaiden keskisyvyys on noin 1 m ja reunojen kaltevuudet rakennetaan kaltevuuteen 1:3. Hulevesialtaan mitoiksi suositellaan esimerkiksi 13 m x 62 m (n. 1:5 suhde). Hulevesialtaiden viitteellisesti suunnitellut sijainnit, sekä huoltoteiden varsille lisättävät painanteet/ojat on esitetty suunnitelmakuvassa 25161-001, liitteenä 1.

Hulevesialtaiden tilavuuksien tulee vastata kyseisellä alueella muodostuvien hulevesien määrän kasvua. Alueelta purkautuva hulevesimäärä ei tule lisääntymään merkittävästi alueelle rakennettavien altaiden ja muiden hallintatoimien takia. Näin ollen virtaama ei lisäännä Lestilänjärven pelto-ojiin tai Palojokeen suunniteltujen ojituksen myötä. Viivytyskapasiteetin lisäksi altaat toimivat myös kiintoaineksen laskeuttajina, jotka parantavat alueelta poistuvan huleveden laatuominaisuuksia muun muassa kiintoainepitoisuuden osalta.

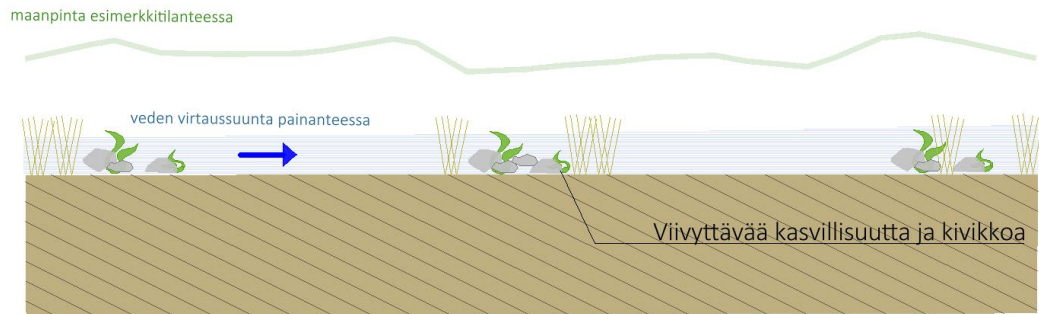
Hulevesialtaiden lisäksi alueelle rakennetaan ohjaavia painanteita huoltoteiden varsille tarpeellisilta osin. Painanteista suositellaan tehtävän kokonaisleveydeltään n. 3 m ja keskisyvyydeltä vähintään n. 0,5 m, jotka luiskataan kaltevuuteen 1:3. Painanteiden tulee olla tarpeeksi leveitä, koska laakea painanne on huoltovarmempi vaihtoehto tukkeutumisten estämisessä. Alueelle suunniteltujen painanteiden yhteispituus on n. 2900 m. Alustava arvio sijoituksista on esitetty suunnitelmapiirroksessa 25161-001 liitteessä 1. Piirroksessa esitetään yleisesti alueen hulevesien johtaminen. Mahdollinen olemassa-olevien uomien ja painanteiden parantaminen tulee tehdä ennen muita varsinaisia paneelikentän rakennustoimenpiteitä.

Painanteiden ja uomien rakentaminen suositellaan toteutettavaksi talvikaudella, jolloin pintavalunta on vähäisempää, sillä sade tulee tyypillisesti lumena. Kuitenkin maan ollessa jäässä kaivuutyöt voivat olla haasteellisia. Vesistövaikutusten minimoimiseksi alueen kaivuutöitä vaativat maarakennustyöt tulisi ensisijaisesti ajoittaa myöhäissyksyyn tai varhaiskevääseen, jolloin pintavalunta on luonnostaan vähäisempää.

Paneelikentän rakentamisen aikaiset mahdolliset vesistövaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti Lestilänjärven pelto-ojiin ja Palojokeen, joka kulkee suunnittelualueen kaakkoispuolella ja vastaanottaa alueen pintavedet. Joki yhdistyy noin 15 km päässä hankealueesta Kokemäenjokeen. Suuren etäisyyden takia hankealueen valumavesillä ei katsota olevan merkittävää vaikutusta Kokemäenjoen vesistöön.

Painanteiden ja uomien rakentamisen yhteydessä tulee toteuttaa vedenpidätysrakenteita, kuten esimerkiksi pieniä patoja, hiekka- ja soraesteitä tai kasvillisuutta, jotta kiintoaineksen hallitsematon huuhtoutuminen voidaan estää. Tarvittaessa painanteiden ja uomien rakentami-

sesta tai parantamisesta voidaan laatia erillinen maarakennustyöselitys, joka tulee hyväksyttävä valvovalla viranomaisella ennen toteutusta.



Kuva 11. Havainnollistava pituusleikkauskuva painanteiden vedenpidätysrakenteista

5.1 Hulevesialtaat

Alueelle suositellaan rakennettavaksi viivytysaltaita uomien purkupisteiden läheisyyteen alueen lounaispuolelle. Viivytyskapasiteetin lisäksi altaat toimivat erityisesti kiintoaineksen laskeuttajina, millä pyritään parantamaan alueelta poistuvan huleveden laatuominaisuuksia ennen sen siirtymistä seuraavaan vesistöön.



Kuva 12. Havainnekuva hulevesialtaasta (Vesi.fi)

Hulevesialtaiden pohjaan ei tarvita suodatinkankaita tai muita huoltotarvetta lisääviä rakenteita. Altaiden toimintaa tulee tarkkailla niiden käytön ajan. Mikäli altaan pohjalle laskeutunut liete alkaa pienentämään altaan viivytystilavuutta tai heikentämään siellä tapahtuvaa kiintoaineen laskeutumista, tulee kertynyt liete poistaa. Tällöin ojitus tulee hetkellisesti tukkia, jottei altaan pohjalle laskeutunut kiintoaine vapaudu ojastossa eteenpäin vesistöön. Pääsy hulevesien viivytysaltaille tulee järjestää paneelikentän huoltoreittien yhteyteen. Hulevesialtailla varmistetaan valumavesien käsittely alueella ja viivytysaltaille suositellaan suodattavaa kasvillisuutta parantamaan valumaveden laatua. Kuvassa 11 on esitetty tyypikuva hulevesialtaan poikkileikkauksrakenteesta.



Kuva 13. Tyypik kuva hulevesialtaan poikkileikkauksesta (Taratest Oy).

Paneelientän rakentamisen aikaiset mahdolliset vesistövaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti Leistilänjärven pelto-ojiin ja Palojokeen, joka kulkee suunnittelualueesta kaakossa ja vastaanottaa alueen pintavedet. Painanteiden ja uomien rakentamisen yhteydessä tulee toteuttaa suunnitelmassa mainittuja vedenpidätysrakenteita kuten hulevesialtaita, jotta kiintoaineksen hallitsematon huuhtoutuminen voidaan estää. Tarvittaessa painanteiden ja uomien laajentamisesta tai parantamisesta voidaan laatia erillinen maarakennustyöselitys, joka tulee hyväksyttävä valvovalla viranomaisella ennen toteutusta.

5.2 Huoltoteiden vaikutus

Huoltoteiden rakentaminen pienentää sadevesien imeytymistä alueella. Huuhtoutumista, ja kiintoainekuormitusta tulee todennäköisesti alueelta enemmän jatkossa ko. syystä. Huoltoteiden rakentamisen yhteydessä alueen avo-ojitusta tehostaan huoltoteiden yhteyteen ohjaamaan pintavalunta hulevesiallasrakenteisiin. Mikäli paneelientän alueelle rakennetaan huoltoteitä uomien ylitse, tulee teiden alle rakentaa riittävät rummut vesien johtamisen turvaamiseksi. Rumpujen osalta on tarpeen tehdä tarkempi mitoitusvirtaamien tarkastelu, kun paneelientän suunnitelmat tarkentuvat.

5.3 Pinta- ja pohjavesien suojelu

Alueen pintavedet johdetaan länsi- ja lounaiskulmauksen kautta Leistilänjärven pelto-ojiin ja Palojokeen. Alueen ojituksia parannetaan, jotta vedet johtuvat koko hankealueelta lounaisnurkassa sijaitsevien hulevesialtaiden kautta suunniteltuihin purkupisteisiin.

Hulevesien laatua parannetaan alueelle suunniteltujen hulevesialtaiden avulla. Suunnittelualueen reunojoituksella/uomastolla varmistetaan myös, että alueella muodostuvat hulevedet käsitellään alueella.

Hulevesialtaksiin muodostuva kasvillisuus sitoo tehokkaasti kiintoainesta, ja myös mahdollisilla haitta-aneilla on taipumus sitoutua kiintoainekseen. Suunnittelualueella on paikoitellen suuria korkeusvaiheluita, joka tekee kiintoaineksen laskeutumisesta ojitusrakenteissa haastavaa purkausnopeuksien takia. Tästä syystä alueen vesienkäsittelyyn on katsottu parhaiten sopivaksi rakenteeksi viivytyksaltaat alueen reunoille ennen vesien ohjaamista eteenpäin olemassa oleviin ojiin/ maastoon.

Hulevesialtaat sekä huoltoteiden varsilla kulkeva avo-ojitus toteutetaan suunnitelma-alueen sisäpuolella. Suurin osa suunnittelualueen hulevesistä valuu etelän suuntaan, josta hulevedet kerääntyvät hulevesialtaksiin ja purkautuvat Anttilan, Kuusiston ja Uusitalon tilojen pelto-ojiin.

Nämä johtavat kaakkoon Leistikjärven halki kulkevaan Palojokeen. Suunnittelualueella ei ole juurikaan olemassa valmista ojitusta kivisen maaston takia ja valumasuuntia ohjataan huolto-ten yhteyteen rakennettavilla avo-ojilla. Pohjois- ja itäpuolen valumavesiä suotautuu myös luontaisesti suunnittelualueen ulkopuoliselle metsäalueille.

Alueelta pois johdettavan veden laatua tulee tarkkailla alueen lounaispuolelta lähtevistä hulevesialtaiden purkuojista. Lisäksi suositellaan näytteenottoa kiinteistön 531-412-1-96 reunoilla kulkevista pelto-ojista. Näytteenottotiheydeksi suositellaan neljä kertaa vuodessa rakentamisen aikana ja vuosi rakentamisen jälkeen kaksi kertaa vuodessa. Em. näytteenotolla selvitetään kuormituksen laimentumista purkupisteiltä.

Tarkemmin tarkkailupisteet määntyvät ensimmäisellä näytteenottokäynnillä. Vedenlaadun tarkkailu aloitetaan ennen toiminnan aloittamista ns. nollanäytteellä, jotta voidaan todeta hulevesien laatu nykytilanteessa, ja arvioida mahdollisesti kohdistuvia muutoksia jatkossa tarkkailutulosten perusteella. Vesinäytteistä tutkitaan seuraavat ominaisuudet ja aineiden pitoisuudet:

- Sameus
- Sähkönjohtavuus
- pH
- Metallit
- Kiintoainepitoisuus
- Sulfaatti, kloridi, kovuus
- Kokonaisrikki.

Näytteenoton yhteydessä on mitattava virtaama. Laboratorioanalyysit tulee suorittaa akkreditoidussa laboratoriossa, ja näytteenotto tulee tehdä sertifioitun näytteenottajan toimesta (SYKE). Kappaleessa työmaavesien käsittely 5.8 otetaan tarkemmin kantaa testaustiheyteen rakentamisen aikana ja sen jälkeen.

Pohjavesivaikutuksia ei kappaleen 2.5 perusteella arvioida olevan siinä määrin, että erillistä seurantaa olisi tarve järjestää, sillä suunnittelualue ei sijaitse tunnettujen pohjavesialueiden lähistöllä. Mikäli turve- ja pintamaakerrosta on tarve poistaa paneelilentän rakentamisen yhteydessä, suositellaan alueelle uutta siemenkylvöä kasvillisuuden palauttamiseksi ja pintamaan palauttamista mahdollisuuksien mukaan.

5.4 Rakennusaikaisen työmaavesien hallinta

Aurinkopuiston rakentamisen aikaisessa hulevesien hallinnassa on huomioitava kiinteistöjen ulkopuolelle johdettavien hulevesien osalta myös kiintoainekuormituksen minimointi. Rakennustyömaan ympäristöriskien hallinta edellyttää, että mahdolliset polttoaineiden varastosäiliöt, vaarallisia aineita sisältävät rakennusmateriaalit, jätteet ja muut potentiaalisesti haitalliset yhdisteet suojataan asianmukaisesti sekä pintavalunnalta että suoralta sadannalta. Tämänkaltaisten aineiden pääsy hulevesiin voi aiheuttaa haittoja alla oleviin ojiin ja vesistöihin kuten Leistikjärven pelto-ojiin ja Palojokeen.

Erosion ja siitä seuraavan kiintoainekuormituksen hallinnassa keskeistä on työmaan suunnittelu, jossa ennakoitaa sekä veden liikkeet että mahdolliset kriittiset pintarakenteet. Rakennusaikaisen hulevesien hallinnan osalta suositeltavia toimenpiteitä ovat imeyttämispainanteet, joita edeltävät esikäsittelyratkaisut kuten laskeuttamispainanteet tai -kontit. Painanteet ovat yleinen ratkaisu hulevesien viivytyksessä ja kontteja hyödynnetään esimerkiksi työmaavesille tai ahtaissa paikoissa. Näiden avulla voidaan tehokkaasti vähentää veden mukana kulkeu-

tuva kiintoainesta ja ravinteita ennen niiden päätymistä vastaanottavaan vesistöön. Rakentamisen aikaisten imeytys- ja laskeutuspainanteiden tilavaraus on oltava kaikissa tilanteissa vähintään 1,5 % työmaa-alueen ”auki” olevasta pinta-alasta (RT-kortin 89–11230) mitoitusohjeen mukaisesti.

Hulevesien aistinvaraista laaduntarkkailua tulee suorittaa viikoittain havainnoimalla huleveden sameutta aistinvaraisesti. Lisäksi hule- ja työmaavesien hallintasuunnitelman mukaisten rakenteiden toimivuutta on tarkkailtava ja varmistettava niiden toimivuus koko työn ajan. Urakoitsijalla tulee olla kokemusta työmaavesien tarkkailusta, ja esimerkiksi eroosiota/samentumista havaitessa, tulee rakenteet kunnostaa ja lisätä eroosion ehkäisyyn ko. kohteeseen soveltuvaa materiaalia/rakenne. Tarpeen mukaan aistinvaraista tarkkailua voidaan dokumentoida työmaapäiväkirjaan.

Lisäksi työmaan aikaisten hulevesien laadullista tarkkailua voidaan tehdä ojan purkupisteeseen ennen vesien kulkeutumista Leistilänjärven pelto-ojiin ja Palojokeen. Näytteenottoa kohdistetaan sillä hetkellä rakenteilla ja auki olevien alueiden yhteyteen ja näytteenottopisteet tulee sijoittaa siten, että suunnittelualueella tehtävien toimien vaikutusta veden laatuun pystytään arvioimaan. Tarkemmat näytteenottopaikat voidaan määrittää ensimmäisellä näytteenotokerralla maastossa. Laboratorioanalyysillä tai kenttämittarilla suositellaan määritettäväksi ainakin seuraavat parametrit rakentamisen aikana kuukauden välein sekä vähintään puolen vuoden ajan paneelikentän rakentamisen jälkeen:

- Sameus
- Sähkönjohtavuus
- pH

Työmaavesien laadun tarkkailussa voidaan hyödyntää seuraavia raja-arvoja (RT 89-11230):

- Kiintoaine < 300 mg/l
- pH 6...9
- Lämpötila < 25 °C.

Näytteenoton yhteydessä on mitattava virtaama.

Laboratorioanalyysit tulee suorittaa akkreditoidussa laboratoriossa, ja näytteenotto tulee tehdä sertifioitun näytteenottajan toimesta (SYKE).

Päätöksen tarkkailutarpeesta tekee valvova viranomainen, tässä esitetty on ehdotus testaustheydeksi. Rakentamisen aikana kuormitus on suurempaa johtuen kaivuutöistä. Paneelikentän rakentamisen jälkeen vesistökuormitusta ei arvioida aiheutuvan merkittävästi paneelikentän normaalissa käytössä. Näytteitä suositellaan otettavaksi, mikäli alueella tehdään merkittäviä muutos- ja kaivuutöitä.

5.5 Muut vesiensuojelurakenteet

Muut mahdolliset vesiensuojelurakenteet, patorakenteet, kuten settipadot, pohjapadot tai putkipadot, on suunnitteluvaiheessa arvioitu, mutta niitä ei ole katsottu tässä kohteessa taroituksenmukaisiksi tai tarpeellisiksi. Aurinkopaneelikenttä sijoittuu pääosin kallioiselle metsä-alueelle, jossa maanpinnan muotoja, maaperää ja nykyistä kuivatusverkostoa on tarkasteltu kokonaisuutena tavoitteena pitkäikäinen, luonnonmukainen ja vähän huoltoa vaativa hallintaratkaisu.

Suunnittelussa on päädytty hyödyntämään hulevesialtaita, jotka mahdollistavat luontaisen virtaamien vaihtelun hallinnan ilman erillisiä teknisiä patorakenteita. Hulevesialtaat tarjoavat toimivan, luonnonmukaisen vaihtoehdon virtaamien hidastamiseen ja kiintoaineksen laskeuttamiseen. Tällainen ratkaisu tukee myös alueen vesiekologisia arvoja, parantaa vedenlaatua ja vähentää eroosiota ilman kiinteitä rakenteita, jotka voivat vaatia jatkuvaa huoltoa tai voivat heikentyä ajan myötä.

Vaikka varsinaisia patorakenteita ei toteuteta, suunnitelma sisältää mahdollisuuden veden virtauksen hidastamiseen kasvillisuuden ja sora- ym. esteiden avulla. Näitä keinoja voidaan käyttää paikallisesti erityisesti kohtiin, joissa virtausolosuhteet sitä edellyttävät. Näin saavutetaan patorakenteiden kaltainen hyöty ilman kiinteiden rakenteiden rakentamista tai huoltotarvetta.

Johtopäätöksenä todetaan, että suunniteltu hallintaratkaisu hulevesialtaineen on teknisesti, ekologisesti ja pitkäaikaiskestävyyden kannalta perusteltu ratkaisu, joka vastaa alueen erityisolosuhteisiin paremmin kuin tekniset patorakenteet. Tästä syystä erillisiä patoja ei esitetä rakennettavaksi.

5.6 Tulvatilanteet

Tulvatilanne suunnittelualueella on epätodennäköinen alueen sijainnin, topografian ja kasvillisuuspeitteisyyden vuoksi. Rankkasade- tai pitkään jatkunut sadetapahtuma voi poikkeuksellisesti tapauksessa aiheuttaa tilanteen, että pintamaakerros vettyy, ja sadevesiä kertyy aurinkopaneelikentälle hetkellisesti. Työmaateiden rumpujen mitoitus ja hulevesien vapaan kulun varmistaminen alueella estävät tulvimista tehokkaasti. Alueen tulvareitit ovat nykyisellään karttatarkastelun perusteella kunnossa ja toimivat.

6 Nykyisten hulevesirakenteiden toimivuus, suositukset ja yhteen-veto

Alueella ei ole nykyisen maankäyttömuodon aikana ollut hulevesienhallintaratkaisuja. Alueen topografiset erityispiirteet, erityisesti sen jyrkkärinteisyys, tuovat lisähaasteita hulevesien hallintaan ja erityispiirteet on huomioitu hulevesiratkaisujen valinnassa. Jyrkät rinteet voivat kiihdyttää pintavaluntaa ja lisätä eroosioriskiä, mikä tekee hallitusta vedenohjauksesta entistä tärkeämpää.

Tulevalta suunnitelma-alueelta hulevedet kulkeutuvat pääasiassa ohjatusti painanteiden kautta huoltoteiden varsilla ja poistuvat purkupisteistä alueen länsi- ja luoteisreunoilta. Paneelikentän rakentamisella arvioidaan olevan korkeintaan noin 40 % kasvattava vaikutus hulevesien määrään harvinaisen rankkasateen (kerran 20 vuodessa) aikana. Kappaleessa 4 esitetty mitoitustilanteen vesimäärä on yksinkertaistettu tilanne, jossa oletetaan, että kaikki suunnittelualueen valuma-aluerajausten mukaiset sadevedet kulkeutuvat purkupisteiden kautta. Lisäksi mitoitustilanteessa on huomioitu sademäärän lisäksi sateen intensiteetin kasvu tulevaisuudessa rankkasadetapahtuman aikana, eli vesimäärien määrällisesti arvioitu maksimi.

Kasvavaa hulevesien määrää hallitaan rakentamalla suunnittelualueelle hulevesialtaita ja lisäämällä painanteita tulevien huoltoteiden varsille. Näillä hallintaratkaisuilla alueen vesitase pyritään pitämään mahdollisimman muuttumattomana. Hulevesialtaat toimivat samalla hulevesien laatuominaisuuksia parantavina. Veden laadun osalta tulevilla rakentamistoimenpiteillä on vaikutusta hulevesien kiintoainespitoisuuden kasvuun. Hulevesirakenteiden lisäksi rakentamisen aikaista ja jälkeistä kiintoainekuormitusta hillitään säästämällä mahdollisimman paljon alueen maanpinnan kasvillisuutta. Samalla pyritään hillitsemään metsämaastosta tulevan valunnan mahdollista happamoittavaa vaikutusta.

Työmaavesien laatuun ja hulevesien hallintarakenteiden toimivuuteen kiinnitetään huomiota koko rakentamisvaiheen ajan päivittäin. Rakentamisen aikana otettavilla laadunvalvontanäytteillä voidaan tarkkailla rakentamisen mahdollisia vaikutuksia huleveden laatuun. Mahdollisesta tarkkailutarpeesta ja tarkkailutiheydestä lopullisen päätöksen valvova viranomainen. Paaneelikentän yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä on todennäköisesti tarve tarkentaa myös vesienhallintasuunnitelmaa.

Selvityksen on laatinut,

TARATEST OY

Turkkirata 9 A
33960 Pirkkala
p. 03-368 3322

www.taratest.fi

Yhteyshenkilö: Maria Penttilä

maria.penttila@taratest.fi

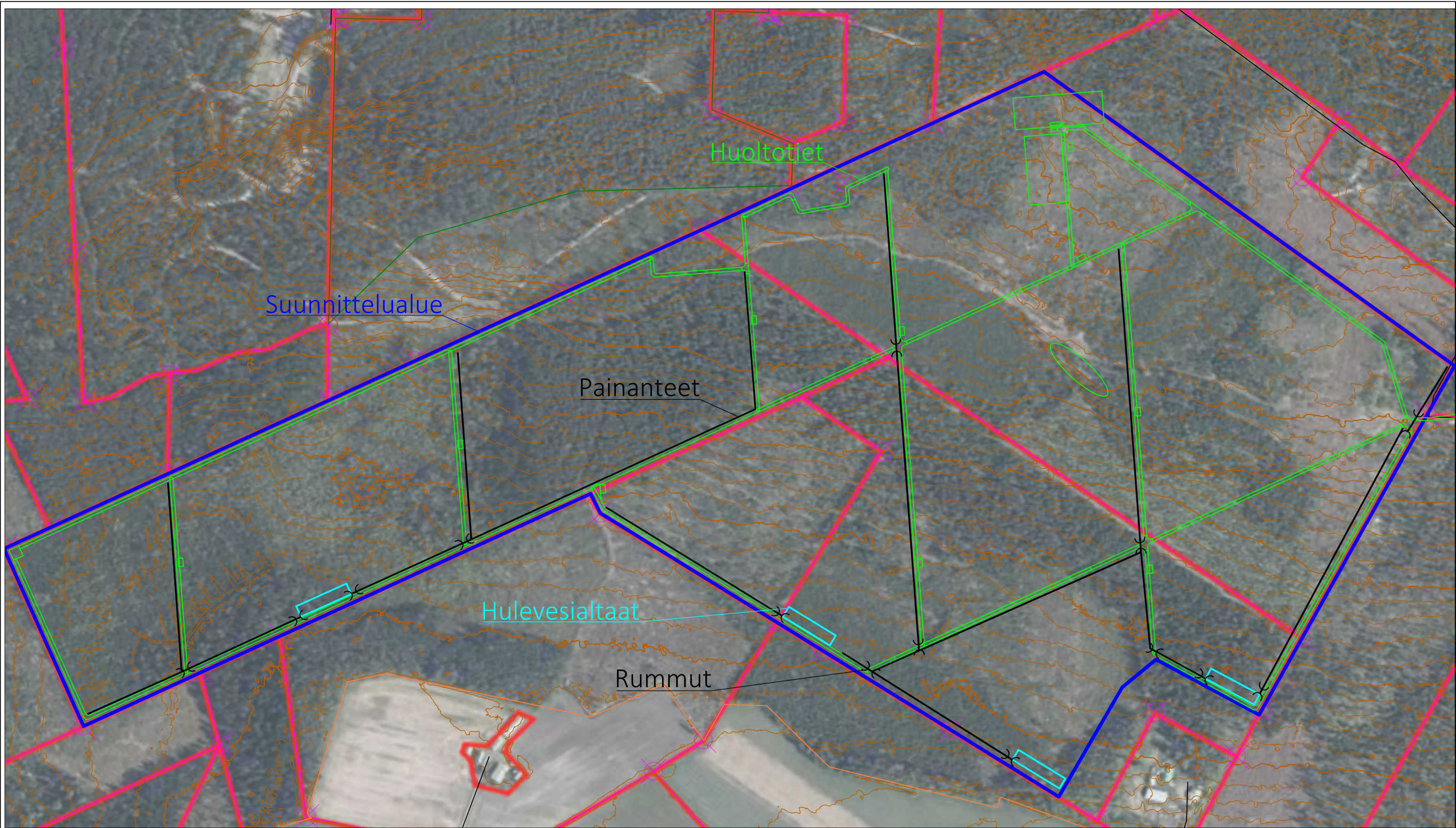
puh. 044 703 5944

LIITTEET

1. Hulevesisuunnitelma 25161–001, 1:4000
2. Näytteenottopöytäkirja
3. Analyysitodistukset, ALS Finland Oy
4. Tutkimuskartta HaSu 25161–002, 1:3750

LÄHTEET

1. Kontula, T. & Raunio, A. 2018. *Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018: Luontotyyppien punainen kirja. Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet*. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161233>
2. Ahlman Group Oy. 2021. Satakunnan viherrakenneselvitys 2021.
3. Ilmasto-opas. *Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus aika Suomessa*. <https://www.ilmasto-opas.fi/visualisoinnit/rankkasateiden-toistuvuus/?lang=fi> (Luettu 13.5.2025).
4. Suomen Ilmastopaneeli. 2021. *Suomen muuttuva ilmasto ja sen vaikutukset* (Raportti 2/2021). https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2024/03/SUOMI-raportti_final.pdf (Luettu 13.5.2025).
5. Suomen Kuntaliitto. 2012. *Hulevesiopus*. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopus> (Luettu 13.5.2025).
6. Suomen Kuntaliitto. 2023. *Selvitys hulevesien laadusta*.
7. Väylävirasto. 2023. *Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu* (Liikenneviraston ohjeita 93/2023). <https://www.doria.fi/handle/10024/121630> (Luettu 13.5.2025).
8. Ympäristöministeriö. 2022. *Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin* (Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:3). Valtioneuvoston julkaisuarkisto Valto. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163782>
9. Vesistötieto, Suomen vesiensuojelun keskusliitto, Kokemäenjoki, <https://vesiensuojelu.fi/vesistotieto/>
10. Vesi.fi, Karttapalvelu, <https://www.vesi.fi/karttapalvelu/>.
11. Nakkilan kunta, Hulevesitulvariskien arviointi 2024, [Nakkilan-kunnan-hulevesitulvariskien-arviointi-3.-kierros.pdf](#)



KAUP./OSA/KYLA	KORTTELU/TILA	TONTTI/RNO	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTOJA VARTEN			
RAKENNUSTOIMENPIDE			PIIRUSTUSLARI			
Hulevesisuunnitelma			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ			
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			Painanteet ja hulevesialtaat			1:4000
Metsästäjäntie 151, Nakkila			SUUNN.	PIIRT.	PVM	HYV.
 Taratest Turkkirata 9 A 33960 Pirkkala 03-368 3322 taratest@taratest.fi			JHY		25.6.2026	
			SUUNNITTELUALA	TYÖ NRO	PIIRUSTUS NRO	MUUTOS
			YMP	25161	001	

Taratest
Smart consulting for hard work - www.taratest.fi

Kohde:	Nakkila, Pakkala		
Asiakas:	Skarta Oy		Kenttämittaukset:
Kenttähenkilö:	EK		Näytteenotin/ ottimet:
Työnumero:	25161		Laboratorioanalyysit:

Kenttämittaukset:

pH

Näytteenotin/ ottimet:

kairakoneen kierrekaira tai lapio

Laboratorioanalysit:

[illegible]

0 = kuiva
1 = kostea
2 = märkä
3 = py-tason alla

0 = pilaantumaton L = Luonnonmaa
1 = lievä T = Täyttömaa
2 = kohtalainen
3 = voimakas

Kalibrointikaasu 100 ppm
Mittaustulos:



ANALYYSIRAPORTTI

Tilausnumero	: HL2605377	Tarjousnumero	: OF232163
Asiakas	: Taratest Oy	Projekti	: 25161
Yhteyshenkilö	: Elias Kyösti	Ostotilausnumero	: 25161
Osoite	: Turkkirata 9A 33960 Pirkkala Suomi	Näytteenottaja	: EK
Sähköposti	: elias.kyosti@taratest.fi	Näytteenottokohde	: ----
Puhelin	: ----	Vastaanotetut näytteet	: 6
Sivu	: 1 / 6	Analysoidut näytteet	: 6
		Vastaanottopvm	: 2026-06-17 15:22
		Analyyssien aloituspvm	: 2026-06-18
		Päiväys	: 2026-07-01 15:15

Yleiset kommentit

Tiedot näytteenottoaikasta ja -ajasta sekä mittauskohteista ovat asiakkaan ilmoittamia. Jos näytteenottoaikaa ei ole toimitettu, käytetään näytteenottoajan oletusarvoa 00:00 näytteenottopäivänä. Jos näytteenottopäivää ei ole toimitettu, käytetään oletusnäytteenottopäivää ja se näytetään sulkeissa ilman kellonaikaa.

Tämä raportti edustaa alkuperäistä analyysiraporttia. Raporttia ei saa muokata ja sen saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muusta kopioinnista on saatava erillinen kirjallinen lupa laboratoriolta. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lisätietoa laboratorion vastuuvuolisuuksista löytyy kotisivuiltamme <http://www.alsglobal.fi>

Allekirjoitukset

Asema

Jari Hautala

Maajohtaja



Analyyisitulokset

Näyttematriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus	Laboratorion näytetunnus	Asiakkaan näytteenottopäivä/aika	NO1 1m		
							HL2605377-001		
							2026-06-16 12:00		
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Menetelmä	Laboratorio			
Fysikaaliset parametrit									
S-NAG/PR									
Sähkönjohtavuus (25°C) hapetetusta näytteestä	5.0 *	----	mS/m	1.0	S-NAG	CS			
pH-arvo (NAG)	6.7 *	----	-	1.0	S-NAG	CS			
S-TS-IRL/PR									
kuiva-aine 105°C	85.9	± 4.29	%	0.10	S-DRY-GRCI	CS			
Epäorgaaniset yhdisteet									
S-TS-IRL/PR									
kokonaisriikki, vedetön	0.025	± 0.008	% k.a.	0.010	S-TS-IR-LL	CS			
Fysikaaliset parametrit									
S-CON-ELE02/PR									
sähkönjohtavuus	<1.0	----	mS/m	1.0	S-CON-ELE02	CS			
Liuenneet anionit									
S-SO4A-GR-PREP/PR									
sulfaatti (SO4)	<0.010 *	----	% k.a.	0.010	S-SO4A-GR	CS			
Epäorgaaniset parametrit									
S-NAG/PR									
NAG (pH 4.5)	<0.20 *	----	kg H2SO4/t	0.20	S-NAG	CS			



Näyttematriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		NO2 0,7m	
				Laboratorion näytetunnus		HL2605377-002	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2026-06-16 12:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit							
S-NAG/PR							
Sähkönjohtavuus (25°C) hapetetusta näytteestä	8.1 *	----	mS/m	1.0	S-NAG	CS	
pH-arvo (NAG)	5.2 *	----	-	1.0	S-NAG	CS	
S-TS-IRL/PR							
kuiva-aine 105°C	76.5	± 3.83	%	0.10	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset yhdisteet							
S-TS-IRL/PR							
kokonaisrikki, vedetön	<0.010	----	% k.a.	0.010	S-TS-IR-LL	CS	
Fysikaaliset parametrit							
S-CON-ELE02/PR							
sähkönjohtavuus	<1.0	----	mS/m	1.0	S-CON-ELE02	CS	
Liuenneet anionit							
S-SO4A-GR-PREP/PR							
sulfaatti (SO4)	0.019 *	----	% k.a.	0.010	S-SO4A-GR	CS	
Epäorgaaniset parametrit							
S-NAG/PR							
NAG (pH 4.5)	<0.20 *	----	kg H2SO4/t	0.20	S-NAG	CS	

Näyttematriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		NO3 1,1m	
				Laboratorion näytetunnus		HL2605377-003	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2026-06-16 12:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit							
S-NAG/PR							
Sähkönjohtavuus (25°C) hapetetusta näytteestä	4.6 *	----	mS/m	1.0	S-NAG	CS	
pH-arvo (NAG)	4.5 *	----	-	1.0	S-NAG	CS	
S-TS-IRL/PR							
kuiva-aine 105°C	87.0	± 4.35	%	0.10	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset yhdisteet							
S-TS-IRL/PR							
kokonaisrikki, vedetön	<0.010	----	% k.a.	0.010	S-TS-IR-LL	CS	
Fysikaaliset parametrit							
S-CON-ELE02/PR							
sähkönjohtavuus	<1.0	----	mS/m	1.0	S-CON-ELE02	CS	
Liuenneet anionit							
S-SO4A-GR-PREP/PR							
sulfaatti (SO4)	0.033 *	----	% k.a.	0.010	S-SO4A-GR	CS	
Epäorgaaniset parametrit							
S-NAG/PR							
NAG (pH 4.5)	<0.20 *	----	kg H2SO4/t	0.20	S-NAG	CS	



Näyttematriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		NO5 1m	
				Laboratorion näytetunnus		HL2605377-004	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2026-06-16 12:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit							
S-NAG/PR							
Sähkönjohtavuus (25°C) hapetetusta näytteestä	5.4 *	----	mS/m	1.0	S-NAG	CS	
pH-arvo (NAG)	5.2 *	----	-	1.0	S-NAG	CS	
S-TS-IRL/PR							
kuiva-aine 105°C	93.6	± 4.68	%	0.10	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset yhdisteet							
S-TS-IRL/PR							
kokonaisriikki, vedetön	<0.010	----	% k.a.	0.010	S-TS-IR-LL	CS	
Fysikaaliset parametrit							
S-CON-ELE02/PR							
sähkönjohtavuus	<1.0	----	mS/m	1.0	S-CON-ELE02	CS	
Liuenneet anionit							
S-SO4A-GR-PREP/PR							
sulfaatti (SO4)	0.029 *	----	% k.a.	0.010	S-SO4A-GR	CS	
Epäorgaaniset parametrit							
S-NAG/PR							
NAG (pH 4.5)	<0.20 *	----	kg H2SO4/t	0.20	S-NAG	CS	

Näyttematriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		NO6 0,7m	
				Laboratorion näytetunnus		HL2605377-005	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2026-06-16 12:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit							
S-NAG/PR							
Sähkönjohtavuus (25°C) hapetetusta näytteestä	9.7 *	----	mS/m	1.0	S-NAG	CS	
pH-arvo (NAG)	7.2 *	----	-	1.0	S-NAG	CS	
S-TS-IRL/PR							
kuiva-aine 105°C	86.4	± 4.32	%	0.10	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset yhdisteet							
S-TS-IRL/PR							
kokonaisriikki, vedetön	<0.010	----	% k.a.	0.010	S-TS-IR-LL	CS	
Fysikaaliset parametrit							
S-CON-ELE02/PR							
sähkönjohtavuus	<1.0	----	mS/m	1.0	S-CON-ELE02	CS	
Liuenneet anionit							
S-SO4A-GR-PREP/PR							
sulfaatti (SO4)	0.015 *	----	% k.a.	0.010	S-SO4A-GR	CS	
Epäorgaaniset parametrit							
S-NAG/PR							
NAG (pH 4.5)	<0.20 *	----	kg H2SO4/t	0.20	S-NAG	CS	



Näyttematriisi: MAA

Asiakkaan näytetunnus

Laboratorion näytetunnus

Asiakkaan näytteenotto päivä/aika

NO7 0,6m
HL2605377-006
2026-06-16 12:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit						
S-TS-IRL/PR						
kuiva-aine 105°C	82.9	± 4.14	%	0.10	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset yhdisteet						
S-TS-IRL/PR						
kokonaisriikki, vedetön	0.014	± 0.007	% k.a.	0.010	S-TS-IR-LL	CS
Fysikaaliset parametrit						
S-CON-ELE02/PR						
sähkönjohtavuus	<1.0	----	mS/m	1.0	S-CON-ELE02	CS
Liuenneet anionit						
S-SO4A-GR-PREP/PR						
sulfaatti (SO4)	0.016 *	----	% k.a.	0.010	S-SO4A-GR	CS

Analyyisiraportin tulososa päättyy tähän

Lyhyt menetelmäkuvaus

Analyyssimenetelmät	Menetelmäkuvaukset
S-CON-ELE02	CZ_SOP_D06_07_126 (CSN EN 13038, CSN ISO 11265, CSN P CEN/TS 15937): Sähkönjohtavuuden määrittys.
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346:2007), CZ_SOP_D06_07_046 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346:2007, CSN 46 5735) Kuiva-aineen määrittäminen gravimetrisesti ja kosteuden määrittäminen laskennallisesti mitatuista arvoista.
*S-NAG	CZ_SOP_D06_07_N13 (Miller S.D., 1998 - Static Net Acid Generation Test Procedure (NAG Test)) Pysyvän NAG -arvon (nettohaponpäästö) määrittäminen.
*S-SO4A-GR	CSN EN 1744-1 Tests for chemical properties of aggregates - Part 1: Chemical analysis - Chapter 12: Happoon liukenevan sulfaatin määrittäminen.
S-TS-IR-LL	CZ_SOP_D06_07_121.A (LECO Companyn menetelmä, CSN ISO 29541, CSN EN ISO 16994, CSN EN ISO 16948, CSN ISO 19579, CSN EN 15408, CSN ISO 10694, CSN EN ISO 21663) Kokonaishillen (TC), kokonaisriikin ja vedyn määrittäminen polttomenetelmällä käyttäen IR-detektointia ja kokonaistypen määrittäminen polttomenetelmällä käyttäen TCD-detektointia. Hapen määrittäminen laskennallisesti mitatuista arvoista.

Esikäsittelymenetelmät	Menetelmäkuvaukset
S-PPHOM.07	CZ_SOP_D06_07_P01 Kiinteiden näytteiden esikäsittely analyyseja varten (murskaus, jauhaaminen ja pulverisointi).
S-PPHOM0.3	CZ_SOP_D06_07_P01 Kiinteiden näytteiden esikäsittely analyyseja varten (murskaus, jauhaaminen ja pulverisointi).



Lyhenteet: **LOR** = Raportointiraja (Limit Of Reporting) edustaa normaalia raportointirajaa kyseessä olevalle parametrille ja menetelmälle. Huomioithan, että raportointiraja voi nousta esim. liian pienen näytemäärän vuoksi tai jos näyte joudutaan laimentamaan matriisihäiriöiden vuoksi.

MU = Mittausepävarmuus

* = Merkki tuloksen yhteydessä tarkoittaa akkreditoimatonta analyysia.

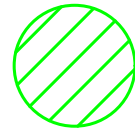
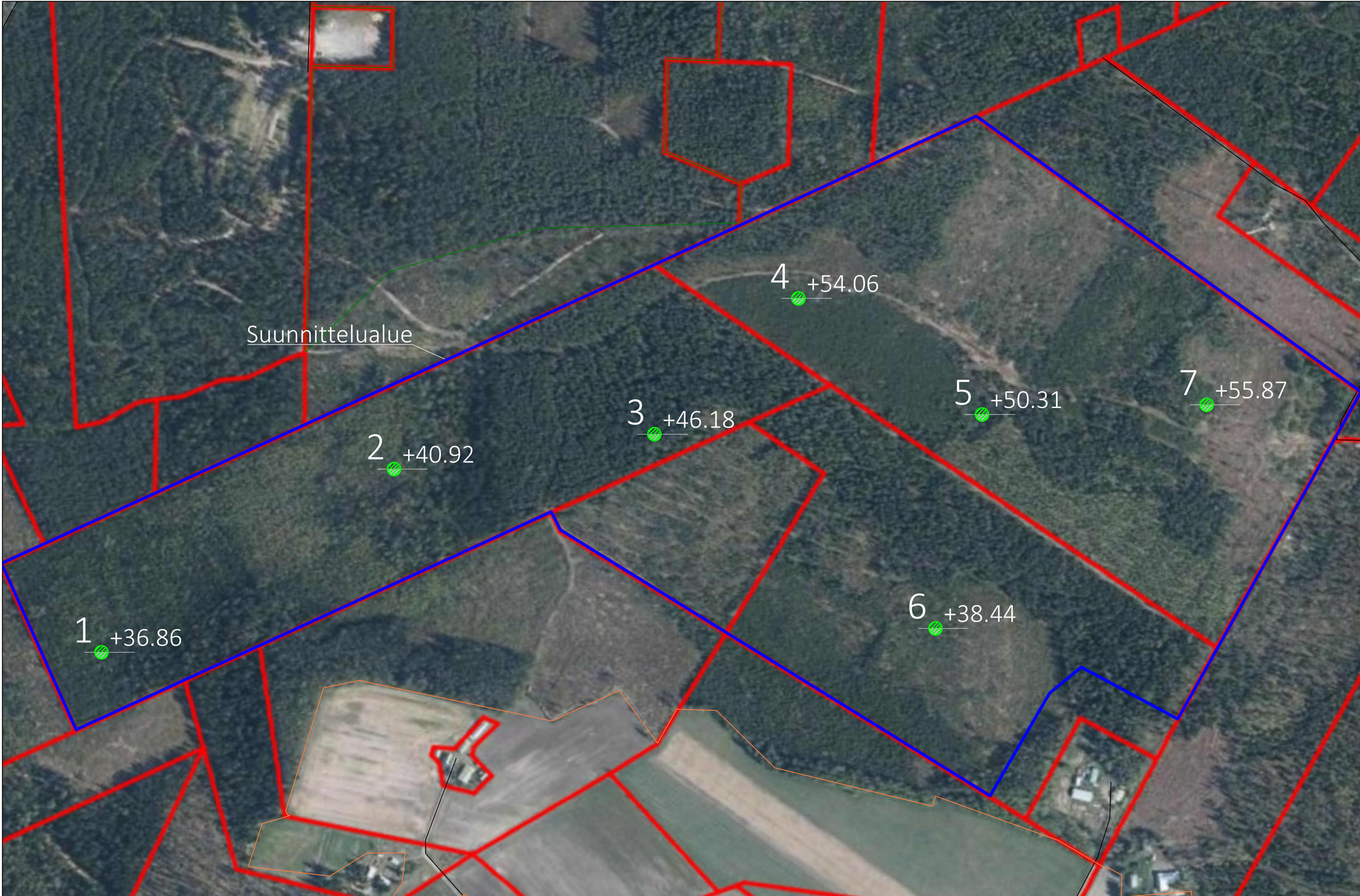
Mittausepävarmuus:

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena (dokumentin "Guide to the Expression of Measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010" määritelmän mukaan), jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%. Mittausepävarmuus raportoidaan vain havaituille yhdisteille, joiden pitoisuudet ovat yli raportointirajan.

Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratoriolta saa lisätietoja pyydettäessä. Mahdolliset poikkeavat mittausepävarmuudet on esitetty kunkin analyysin menetelmäkuvauksessa.

Analysoiva laboratorio

	Laboratorio
CS	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Bendlova 1687/7 Ceska Lipa Tšekki 470 01 Akkreditointielin: CAI Akkreditointinumero: CAI 1163, CSN EN ISO/IEC 17025:2018



Ei viittausta happamiin sulfaattimaihin
laboratoriotulosten perusteella

KALUP.OSAKOTILA		KORTTELI/TKLA		TONTTI/RNO		VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTOJA VARTEN	
RAKENNUSLOMAKIRJA		Happamien sulfaattimaiden kartoitus		PIIRUSTUSLAI		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE		Pakkala, Nakkila		Toteutuneet tutkimuspisteet		1:3750	
SUUNN.		PIIRT.		PVM		HYV	
SUUNNITTELUALA		TYÖ NRO		PIIRUSTUS NRO		MUUTOS	
Turkkirata 9 A 33960 Pirkkala 03-368 3322 taratest@taratest.fi		JHY		3.7.2026			
YMP		25161		002			