

Päivämäärä
5.2.2024

**KOLARIN KUNNAN, YLLÄSJÄRVEN
TUNTURIPALON KAAVA-ALUEEN
HULEVESIEN HALLINNAN
YLEISSUUNNITELMA JA
LUMETUSVESIALTAIDEN
RISKITARKASTELU**

Laatijat

Veera Kahva, Ramboll Finland Oy
Kaisa Savolainen, Ramboll Finland Oy
Toni Talvinen, Ramboll Finland Oy
Tommi Lehtovirta, Ramboll Finland Oy

Tarkastaja

Sanna Vienonen, Ramboll Finland Oy

Tilaaaja

Reijo Kelahaara, Metsähallitus Kiinteistökehitys

Sisältö

1.	Johdanto	4
1.1	Hankkeen tausta	4
1.2	Terminologia	4
2.	Hulevesiselvitys	4
2.1	Alueen kuvaus ja valuma-alueet	4
2.2	Maankäyttö, maaperä, luontoarvot	6
2.3	Pohjavesialueet	8
2.4	Muut reunaehdot	9
3.	Hulevesien hallinnan periaatteet ja keinot	10
3.1	Hulevesien hallinnan periaatteet	10
3.2	Hulevesien määrällisen hallinnan keinot	10
3.2.1	Läpäisevät pinnat	10
3.2.2	Viherpaineet ja avoumat	11
3.3	Hulevesien laadullinen käsittely	11
4.	Hulevesisuunnitelma	12
4.1	Mitoitusperusteet	12
4.1.1	Suunnittelualan hulevedet	13
4.1.2	Rinteiden hulevedet	13
4.2	Hulevesien hallinta	14
4.2.1	Suunnittelualan hulevedet	14
4.2.2	Rinteen hulevedet	15
4.3	Tulvareitit	15
4.4	Suositus hulevesien hallinnan kaavamääräyksiksi	16
4.5	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta	16
5.	Lumetusvesialtaiden riskitarkastelu	17
5.1	Lumetusvesialtaiden nykytilanne	17
5.2	Pohjasuhteet lumetusvesialtaiden alueella	17
5.3	Lumetusvesialtaiden patoturvallisuusriskit	18
5.4	Päätelmät	20
6.	Jatkotoimenpiteet	20
7.	Kustannukset ja toteutusjärjestys	21
8.	Kestävän kehityksen huomiointi hankkeessa	21
9.	Lähteet	21

LIITTEET

Piirustusnumero	Nimi	Mittakaava	Päiväys
H01	Hulevesisuunnitelma, Asemapiirustus	1:2000	2.2.2024
H02	Lumetusvesialtaat, Asemapiirustus	1:1000	21.12.2023
H03	Lumetusvesialtaat, Leikkaus 1-1	1:100	21.12.2023
H04	Lumetusvesialtaat, Leikkaus 2-2	1:100	21.12.2023
H05	Lumetusvesialtaat, Leikkaus 3-3	1:100	21.12.2023
	Lumetusvesialtaat, Skenaario 1	1:300	21.12.2023
	Lumetusvesialtaat, Skenaario 2	1:300	21.12.2023

1. JOHDANTO

1.1 Hankkeen tausta

Tunturipalon kaava-alue tulee rakentumaan alueelle, johon tällä hetkellä purkautuu Yllästunturin rinteiden sulamisvesiä ja alue on hyvinkin märkää. Työssä on tehty ensin hulevesiselvitys, joka kattaa valuma-alueetarkastelun. Varsinaisessa hulevesien hallinnan yleissuunnitelmassa esitetään hulevesille hallitut reitit kaava-alueelta purku-uomiin sekä kaava-alueen sisäinen hulevesien hallinta. Työssä käytetään koordinaattijärjestelmää GK24 ja korkeusjärjestelmää N2000.

1.2 Terminologia

Hulevesi	Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi
Hulevesien hallinta-alue	Hulevesien määrälliseen ja/tai laadulliseen hallintaan varattu alue. Alueelle voidaan sijoittaa esimerkiksi biopidätysalue tai viivytysoja
Avouoma	Avoin veden kulkureitti
Valuma-alue	Maaston korkeimpien kohtien (vedenjakajien) rajaama alue, jolta (hule)vedet virtaavat samaan puroon, jokeen, järveen tai mereen. Taajamissa hulevesiverkostolla valuma-alueiden rajoja on voitu muuttaa maaston muodosta poikkeaviksi.
Valuntakero	Suhdeluku, joka kuvaa valuma-alueelta pintavaluntana välittömästi purkautuvan veden osuuden alueelle satavasta kokonaisuudesta erilaisten häviöiden – kuten haihtumisen, pintavarastoitumisen, imeytymisen ja pidättymisen – jälkeen
Tulvareitti	Maanpinnalla oleva huleveden virtausreitti, johon hulevedet johdetaan hallitusti silloin, kun hulevesiviemäroinnin kapasiteetti ylittyy
Painanne	Ympäröivää maanpintaa alempi maaston kohta

Määrittelyt Kuntaliiton Hulevesioppaan (2012) mukaisesti.

2. HULEVESISELVITYS

2.1 Alueen kuvaus ja valuma-alueet

Suunnittelualue sijaitsee Kolarin kunnassa, Ylläsjärven kylässä, Tunturipalon alueella. Asemakaavoitettavan alueen koko on 35,6 ha ja sille on suunniteltu loma-asuntoja sekä kadut.

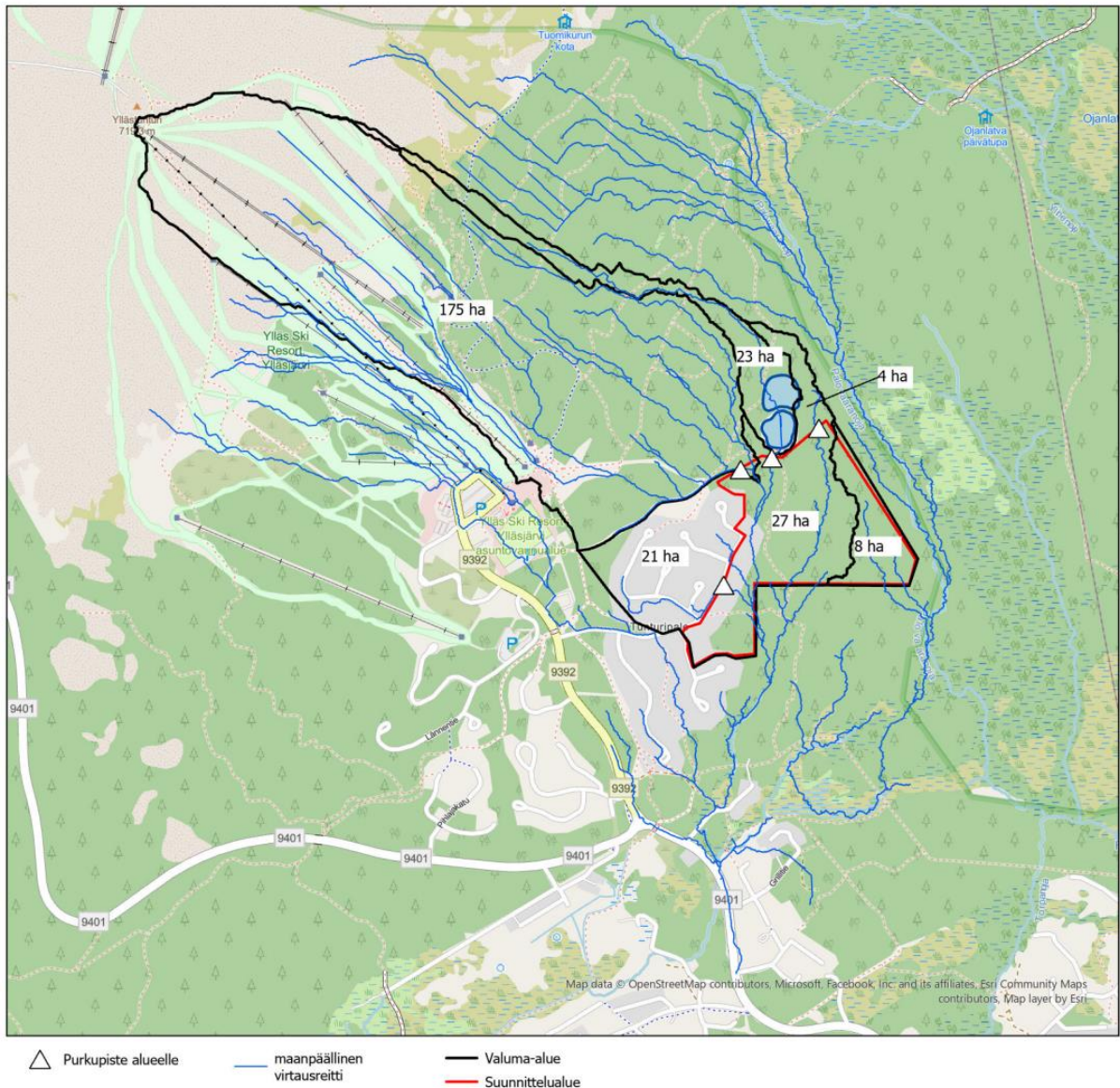
Alueelta on kaksi pääpurkureittiä. Läntinen reitti kulkee Iso-Ylläksentien ali Holiskonojaan ja Sulaojaan ja siitä eteenpäin Luosujokeen. Itäinen kulkee Palovaaranojan kautta Torpanojaan ja siitä Ylläsjärveen. (Kuva 1) Valuma-alueet ja maanpäälliset virtausreitit on esitetty Kuvassa 2.

Iso osa Yllästunturin rinteiden hulevesistä purkautuu nykyisellään suoraan kaavoitetulle alueelle. Vedet purkavat ojan kautta metsään, jossa ne imeytyvät ja viivyttyvät. Suunnittelualue havaittiin maastokäynnillä (lokakuu 2023) hyvin märäksi oletettavasti juurikin em. vesien kertymisen vuoksi. Alueen rakentuessa rinteiden vesille tulee löytyä sekä uusi reitti alueen läpi että paikka, jossa vesiä voi viivyttää hallitusti.

Myös alempana purku-uomissa havaittiin maastokäynnillä (lokakuu 2023) tulvimista lähinnä suoalueilla ennen Iso-Ylläksentietä, joten Ylläsjärven alueella olisi syytä tarkastella hulevesien hallintaa laajemminkin päävaluma-alueilla alueen tulevaisuuden mahdolliset muut maankäyttösuunnitelmat huomioiden. Tämä tarkastelu ei kuulunut tähän toimeksiantoon.



Kuva 1. Suunnittelualueen sijainti rajattu punaisella, purkureitit merkitty nuolilla. (Kuva: Scalgo)



Kuva 2. Suunnittelualue, siihen liittyvät valuma-alueet sekä niiden pinta-alat, maanpäälliset virtausreitit sekä pisteet, joista vesi tulee alueelle. (Kuva: ArcGIS)

2.2 Maankäyttö, maaperä, luontoarvot

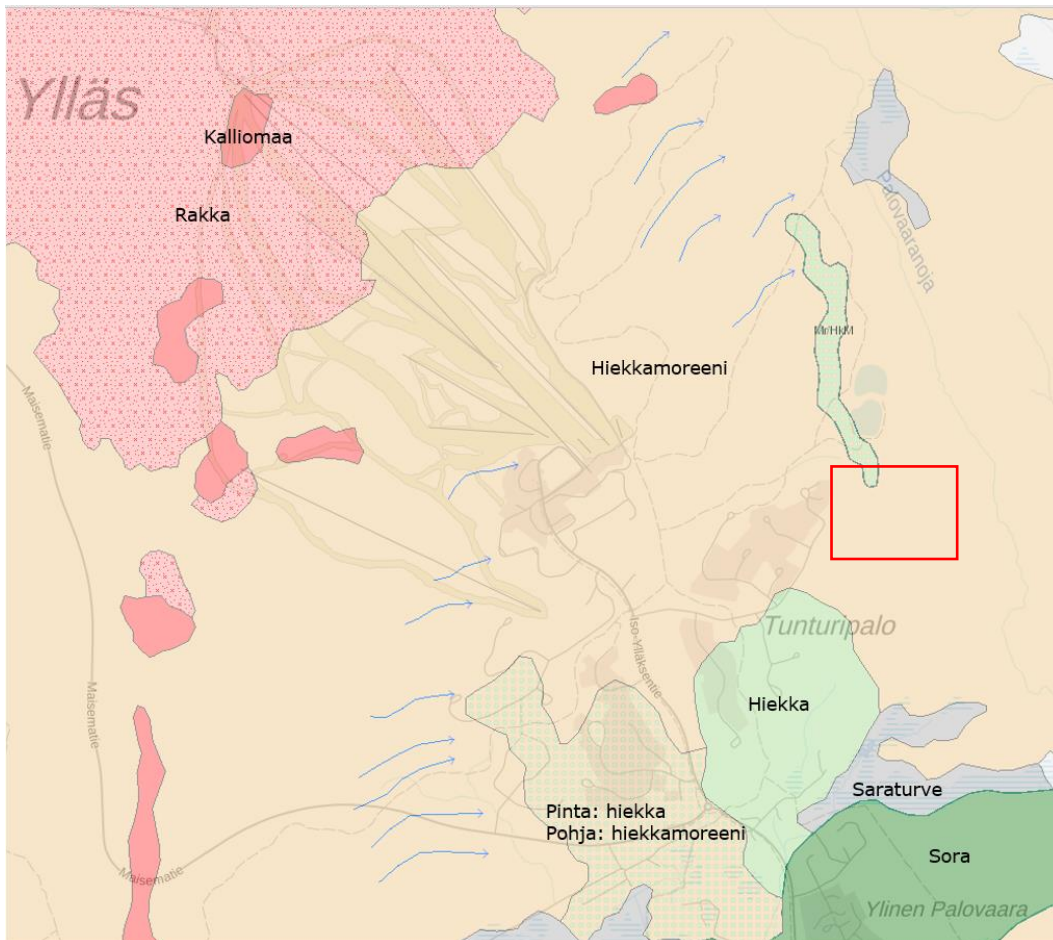
Suunnittelualue on nykyisellään metsää (Kuva 3) ja maaperä pääosin hiekkamoreenia ja hiekkaa (Tunturipalon pohjavesiselvitys, Pöyry, 2010). Rinteen maaperä on lisäksi kalliomaata ja rakkaa (GTK). Maaperärajaukset on esitetty Kuvassa 4.

Kaava-alueen eteläpuolella, VR-alueen eteläreunalla on kuvan 5 mukaisesti luo 2/33 -alue, joka on luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue. Alueella on esimerkiksi luonto- ja maisema-arvoja omaava metsä tai kosteikko.

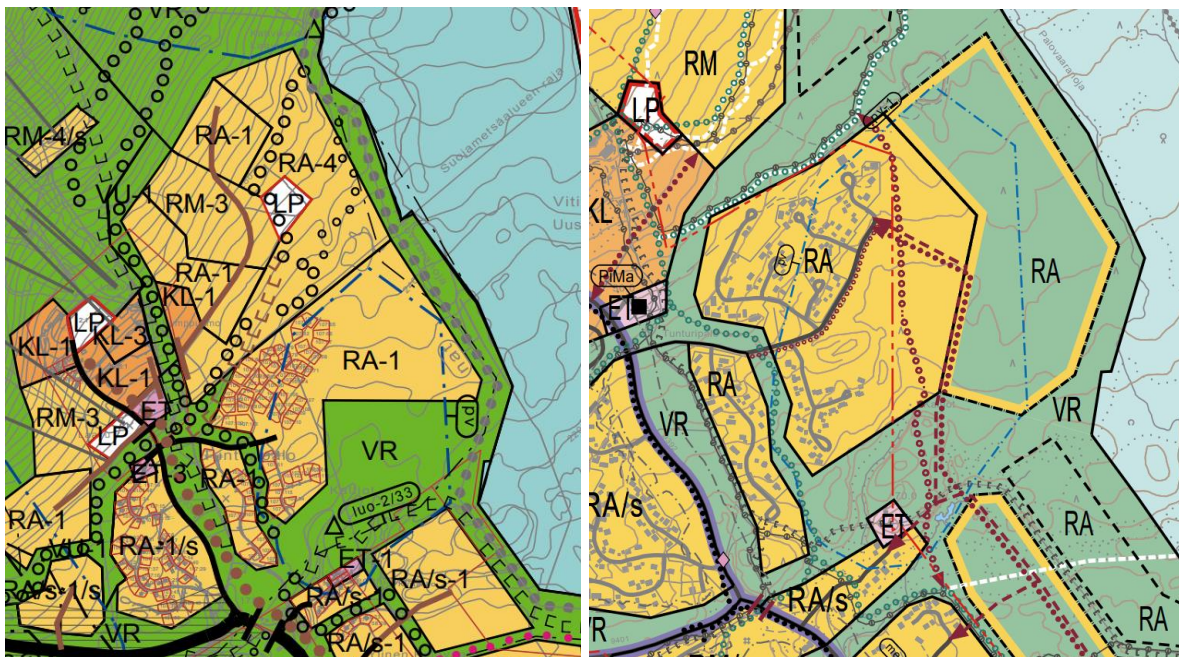
Ylläksen osayleiskaavan uudistamisen yhteydessä tehdyn luontoselvityksen (Sweco 2023) mukaan alue on avosuota, nevaa. Osayleiskaavan ehdotuksessa (kuva 6) suunnittelualueen länsireunalle on kaavailtu virkistysreitivarauksia, jotka kulkevat mainitun nevan länsireunalta kaakkoon.



Kuva 3. Alueen maankäyttö nykytilassa. (Kuva: Scalgo)



Kuva 4. Päämaalajit alueella. Suunnittelualan karkea rajaus punaisella. (Kuva: GTK)



Kuva 5. Ote Kolarin kunnan voimassa olevasta yleiskaavasta v.2011 (vasemmalla). Ote Kolarin kunnan vireillä olevasta osayleiskaavan ehdotuksesta v.2023 (oikealla). (Kuva: Kolarin kunnan karttapalvelu www.karttatiimi.fi/kolari/oyk_yllas.pdf ja www.kolari.fi/media/liitetiedostot/kaava-asiat/20230418_kaavakartta_yllasoyk_ehdotus.pdf)

2.3 Pohjavesialueet

Suunnittelualue sijaitsee vedenottoon käytettävällä I-luokan pohjavesialueella (Tunturipalo, 12273168), mutta lähes kokonaan pohjaveden muodostumisalueen ulkopuolella. Pohjavesialueen rajausta on näkyvässä Kuvassa 6. Kolarin kunnan yleiskaavassa on kirjattu seuraavasti: ”Tärkeä tai pohjaveden hankintaan soveltuva pohjavesialue. Alueella rakentamista rajoittavat vesilain ja ympäristönsuojelulain mukaiset pohjaveden muuttamis- ja pilaamiskiellot.”

Nykyisellään rinteiden vedet purkavat pohjavesialueelle. Laskettelurinteiltä saattaa huleveden mukana kulkeutua fluoria, sillä jotkin suksivoiteet sisältävät sitä. Fluorivoiteiden valmistusta on tosin EU:n alueella rajoitettu vuoden 2020 alusta alkaen, ja PFAS-yhdisteiden valmistus ja myynti on kiellettyä. Rinteiden vesiä ei siis voida lähtökohtaisesti imeyttää pohjavesialueella, jotta ei riskeerata pohjaveden laatua.

Suunnittelualueella hulevesien laatua voidaan pitää tavanomaisena pientalorakentamisen alueelle, eikä hulevedet kaava-alueelta siten aiheuta merkittävää laadullista kuormitusta. Ainoastaan liikenteen aiheuttamat päästöt, kuten renkaiden kumipöly ja hiekotus, tulisi huomioida laadunhallinnassa. Kumipöly ja monet muutkin mahdolliset hulevesien mukana kulkeutuvat haitta-aineet ovat sitoutuneena kiintoaineeseen, jonka pidättäminen on oleellista.

Lähtökohtaisesti vesien johtaminen pohjavesialueilla voi tietyissä tilanteissa olla mahdollista, jos ojat pystytään toteuttamana tiiviinä rakenteena. Ratkaisujen toteuttaminen tulee kuitenkin suunnitella huolellisesti, ja tulee huomioida, ettei rakenteiden toteuttaminen esim. rakentamisen aikana saa aiheuttaa vesilain vastaisia vaikutuksia pohjaveden määrään tai laatuun.

Jatkosuunnittelussa lähtötiedot täsmentyvät, mutta pohjavesiputket ovat alueella aiempien selvitysten mukaan (esim. syyskuu 2010) olleet kuivat ja kauempana kaava-alueen eteläpuolella (lähempänä ottamoa) pinta noin 6 metrissä, joten pohjaveden purkautumista lähtökohtaisesti ei ole odotettavissa.



Kuva 6. Tunturipalon pohjavesialue (ulompi raja) ja pohjavedenmuodostumisalue (sisempi raja).
(Maanmittauslaitos. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi>)

2.4 Muut reunaehdot

Suunnittelualue sijaitsee kansallispuiston ja Natura-alueen vieressä; Natura-alue on kansallispuiston sisällä. Alueen itäpuolella kulkeva Palovaaranoja kulkee osittain kansallispuistossa ja vesien johtamisessa siihen täytyy huomioida, ettei kansallispuiston puolella kulkevaan ojaan saa tehdä muutoksia. Vedet voidaan liittää ojaan kohdassa, jossa se tulee kansallispuiston rajan ulkopuolelle.

Rinteen vesien viivytyspaikan tulee sijaita Metsähallituksen maalla, lähtökohtaisesti pohjavesialueen ulkopuolella. Jos viivytyspaikka on pohjavesialueella, tulee rakenteen olla tiivis, jotta pohjaveden laatua ei vaaranneta.

Suunnittelualueen eteläosa tulee mahdollisesti kaavoittumaan jatkossa (kuva 6), ja tämä tulee huomioida purkureittien jatkosuunnittelussa.

Suunnittelualueen läheisyydessä ei ole hulevesiviemäreitä, vaan hulevesien johtaminen perustuu avouomiin.

3. HULEVESIEN HALLINNAN PERIAATTEET JA KEINOJA

3.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien hallinnan tavoitteet voidaan jakaa kahteen päätavoitteeseen: niiden määrälliseen ja laadulliseen hallintaan. Hulevesien määrällisellä hallinnalla pyritään siihen, ettei valuma-alueen sisällä tai sen alajuoksulla pääsisi muodostumaan hallitsemattomia hulevesitulvia. Tärkeää on puhtaiden hulevesien kuten kattovesien imeyttäminen niiden syntypaikalla maaperään mahdollistaen luonnollisen pohjaveden muodostumisen ja toisaalta uomien alivirtaamien säilymisen.

Hulevesien laadullisen hallinnan tärkeimpänä tavoitteena on hulevesiin kohdistuvien laatuhaittojen ennaltaehkäisy. Hulevesien paikallisella hallinnalla voidaan parantaa hulevesien laatua ennen vesistöön johtamista.

Hulevesien määrällisellä hallinnalla tai viivytyksellä tarkoitetaan muodostuneen hulevesivirtaaman hidastamista ja pidättämistä. Viivytyksrakenteiden tarkoituksena on varastoida rakenteeseen johdettava hulevesi tietyksi ajaksi ja vapauttaa se vähitellen viemäriin tai purkuvesistöön. Hulevesien viivyttämisellä ehkäistään tulvariskihaittoja valuma-alueen alajuoksulla ja vähennetään verkoston tai avouoman kapasiteetin kasvatarvetta.

Jos hulevesien syntyä ei voida estää, on tarkoitus, että hulevedet käsitellään niiden syntypaikoillaan. Hulevettä tulee ensisijaisesti hyödyntää kasteluun tai muuhun käyttöön tai imeyttää maaperään tonteilla. Mikäli maaperä ei mahdollista imeyttämistä, täytyy hulevesiä viivyttää ja virtaamaa pienentää ennen niiden poisjohtamista.

Hulevesien hallinnan suunnittelussa noudatettiin Hulevesioppaan (2012) suunnitteluohjeen prioriteettijärjestystä:

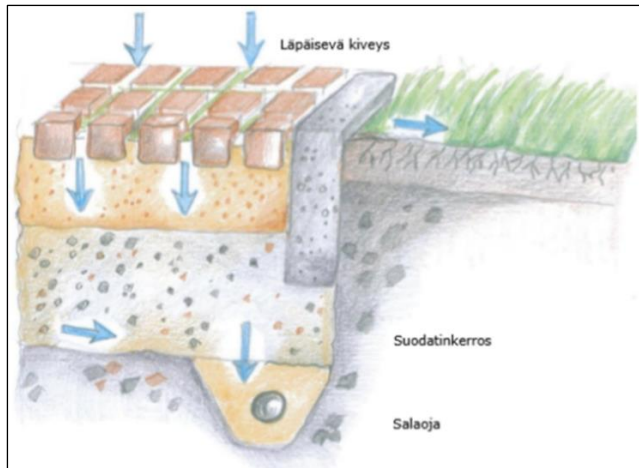
- 1) Hulevesien muodostumisen ehkäisy
- 2) Hulevesien käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla
- 3) Hulevesien poisjohtaminen kiinteistöltä viivyttävällä rakenteella
- 4) Hulevesien poisjohtaminen yleisille alueille viivyttäväksi ja/tai käsiteltäväksi ennen vesistöön johtamista
- 5) Hulevesien poisjohtaminen suoraan vastaanottavaan verkostoon tai vesistöön.

3.2 Hulevesien määrällisen hallinnan keinoja

Tässä luvussa esitetään kaava-alueelle soveltuvia hulevesien hallinnan keinoja.

3.2.1 Läpäisevät pinnat

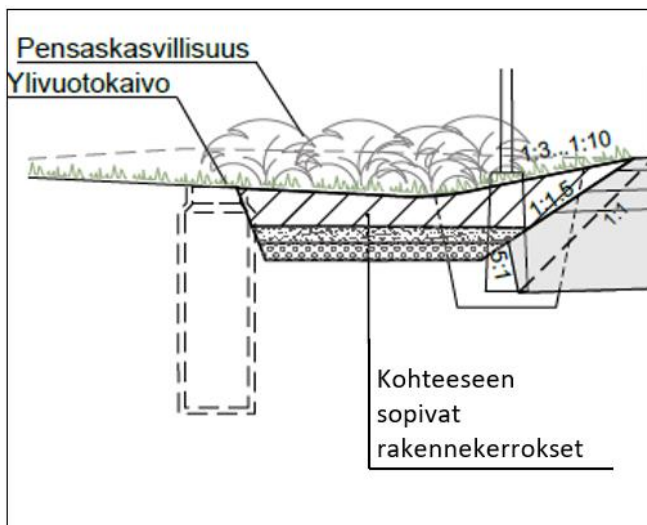
Hulevesien viivyttämiseen ja määrälliseen hallintaan kuuluu olennaisesti vettä läpäisevien pintojen pinta-alan säilyttäminen mahdollisimman suurena. Tämän toteuttamiseksi paras ratkaisu on viheralueiden sekä erityisesti hulevesien vastaanottamiseen suunniteltujen istutuksien eli sadepuutarhojen perustaminen. Tonteilla päällysteet voidaan toteuttaa vettä läpäisevinä ratkaisuin, kuten huokoisena asfalttina tai noppakiveyksenä. Lisäksi tonteilta tulevaa valuntaa voidaan vähentää viherkatoilla.



Kuva 7. Esimerkkikuva läpäisevästä päällysteestä. (Kuva: Ramboll)

3.2.2 Viherpainanteet ja avouomat

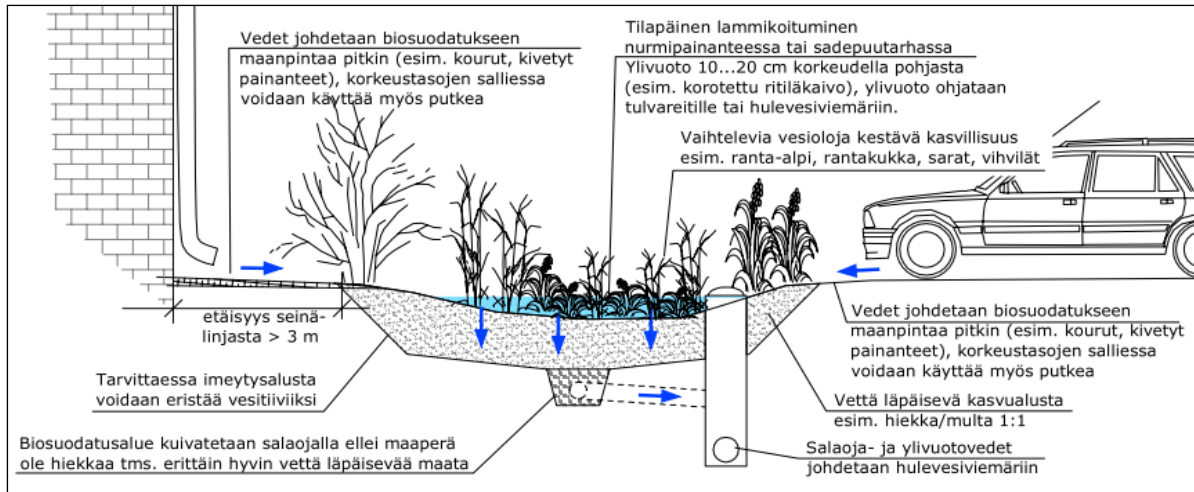
Vedet, jotka eivät ehdi imeytyä maaperään, ohjataan tyypillisesti katualueiden viherkaistaleiden avouomiin. Avouoman viivytykskapasiteettia voidaan lisätä esimerkiksi pohjapatojen asentamisella. Lisäksi voidaan käyttää viherpainanteita, jotka normaalitilassaan ovat kuivia, mutta runsaamman sateen sattuessa lammikoituvat. Viherpainanteen kasvillisuus voi olla nurmea, niittykasveja tai muuta olosuhteita kestäväää kasvillisuutta. Viherpainanne siis sekä viivyttää, että imeyttää hulevettä.



Kuva 8. Esimerkkikuva viherpainanteesta kadun reunassa.

3.3 Hulevesien laadullinen käsittely

Huleveden laadun parantamiseksi voidaan hallintajärjestelmään asentaa suodatinrakenteita. Tällaisia ovat tyypillisesti sora- ja hiekkasuodattimet sekä biosuodatin. Sora- ja hiekkasuodattimien vaikutus perustuu hulevesissä olevan kiintoaineen pidättymiseen. Biosuodatin on maisemoitu painanne, jossa on erilaisia suodatinkerroksia, joiden materiaalien valinnalla voidaan vaikuttaa puhdistusprosessiin. Biosuodattimen vaikutus perustuu mekaanisen pidättämisen lisäksi suodattimessa tapahtuviin biologisiin ja kemiallisiin prosesseihin. Lisäksi suodatinrakenteissa on salaojaputki. Alla on esitetty biosuodatuksen periaate.



Kuva 9. Biosuodatuksen periaatekuva hulevesien laadulliseen hallintaan.

4. HULEVESISUUNNITELMA

4.1 Mitoitusperusteet

Suunnittelualueella mitoitusperusteena käytettiin eri sadetilanteita riippuen valuma-alueen laajuudesta. Rinteiden osalta tarkasteltiin sekä lumien sulannasta aiheutuva virtaama että harvempi rankkasadetilanne (toistuvuus kerran 5 vuodessa). Lisäksi tarkasteltiin sadetapahtumaa toistuvuudeltaan kerran 50 vuodessa, sillä rinnevesien tulvareitti kulkee suunnittelualueen läpi ja tulvavedet täytyy pystyä hallitsemaan ilman vesien tulvimista tonteille.

Sateiden määritykseen on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU) -hankkeen taulukkoa (Suomen ympäristö 31/2008). Mitoittavan sateen kesto valittiin suunnittelualueen koon ja valunta-ajan mukaan. Valunta-aika kuvastaa aikaa, joka vedellä kestää kulkea valuma-alueen kauimmaisesta pisteestä tarkastelupisteeseen.

Suunnittelualueella tarkasteltiin mitoitusasteena kerran 5 vuodessa toistuva 15 minuutin kestoinen sade. Rinteiden vesien osalta valunta-aika oli noin 3 tuntia ja mitoitusaste valittiin sen mukaan. Suunnittelun tilanteen laskelmissa on mukana sadekertymään vaikuttava ilmastonmuutoskerroin (+30 %).

Käytetyt mitoitusasteet ovat nähtävissä alla olevassa Taulukossa 1.

Taulukko 1. Käytetyt mitoitusasteet.

Alue	Toistuvuus	Kesto [min]	Rankkuus [l/s/ha]	Sademäärä [mm]
Suunnittelualue	Kerran 5 vuodessa (nykytila)	15	125	11
	Kerran 5 vuodessa (+30 %)	15	163	15
	Kerran 50 vuodessa (+30 %)	15	271	24
Rinteet	Kerran 5 vuodessa (+30 %)	180	33	35
	Kerran 50 vuodessa (+30 %)	180	52	56

Virtaamalaskentaan on käytetty seuraavaa kaavaa, jossa Q = hulevesivirtaama, φ = valumakerroin, A = alueen pinta-ala ja i = mitoitusasteen rankkuus:

$$Q = \varphi * A * i$$

4.1.1 Suunnittelualueen hulevedet

Suunnittelualueen nykytilan maankäyttöä vastaava pinta-ala ja valuntakerroin on esitetty Taulukossa 2.

Taulukko 2. Suunnittelualueen maankäyttö ja vastaava pinta-ala sekä valuntakerroin maankäytön mukaan nykytilassa.

Maankäyttö	Valuntakerroin	Pinta-ala [ha]
Metsä	0.1	35,6

Suunnittelun tilanteen maankäyttö on laskettu alueen kaavaluonnoksen (11/2023) mukaan. Katujen on oletettu olevan asfalttia. Tonttien valuntakerroin arvioitiin olevan 0,4 rakennusoikeusalan ja myöhempänä esitetyn kaavamääräyksen mukaan (vähintään 60 % korttelialueen pinta-alasta tulee olla vettä läpäisevää viheraluetta). Suunnittelun tilanteen maankäyttöä vastaavat pinta-alat ja valuntakertoimet on esitetty Taulukossa 3.

Taulukko 3. Suunnittelualueen maankäyttö ja vastaavat pinta-alat sekä käytetyt valuntakertoimet maankäytön mukaan suunnitellussa tilanteessa.

Maankäyttö	Valuntakerroin	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]
Tontit	0.4	15.8	44,5
Kadut	0.8	3.6	10,1
Viheralue	0.1	16.2	45,4
Yhteensä	0.2	35.6	100

Nykytilan ja suunnittelun tilanteen purkuvirtaamat ja kertymät on esitetty Taulukossa 4. Viivytyks mitoitetaan niin, että purkuvirtaama kaava-alueelta suunnitellussa tilanteessa ei kasva verrattuna nykytilanteeseen.

Näiden perusteella on laskettu, että **tarvittava viivytystilavuus koko kaava-alueella on noin 1189 m³.**

Taulukko 4. Nykytilan ja suunnittelun tilanteen purkuvirtaamat ja kertymät mitoitussateella (1/5v)

	Purkuvirtaama [l/s]	Kertymä [m ³]
Nykytilanne	445	401
Suunniteltu tilanne	1766	1590

4.1.2 Rinteiden hulevedet

Rinteiden osalta tarkasteltiin lumen sulanta eli lumipeitteen vedentuotto sekä rankkasadetilanne. Rinnevedet ovat suunnittelualueen ulkopuolisia vesiä. Mahdollisimman suuri osa hulevesikertymästä on kuitenkin pyrittävä viivyttämään, sillä nykyisellään vedet ovat viivyttyneet suunnittelualueella, eikä tilannetta alajuoksulla tule huonontaa nykyisestä. Rinteiden valuma-alueen pinta-ala on yhteensä 193 ha, josta 175 ha alueelta vedet purkautuvat nykyisellään kaava-alueen pohjoispuolen ulkoilureitin varressa kulkevaa ojaa myöten ja 18 ha alueelta lumetusaltaiden kohdalta kaava-alueelle. Suunnitelmassa molempien alueiden vedet ohjataan saman viivytyspaikan kautta.

Lumipeitteen vedentuotto

”Sulannalla tarkoitetaan aikayksikössä lumesta vedeksi muuttuvaa ainemäärää. Tavallisesti sulanta ilmoitetaan syntyneen vesikerroksen paksuutena aikayksikköä kohti, esim. mm d⁻¹. Sulanta ei yleensä ole sama kuin lumipeitteestä purkautuva vesimäärä eli lumipeitteen vedentuotto. Tämä johtuu lumipeitteen kyvystä pidättää nestemäistä vettä. Niinpä sulavasta lumipeitteestä alkaa purkautua vettä vasta kun nestemäisen veden pidäntäkapasiteetti ylittyy. Pääosa sulannasta tapahtuu iltapäivän tunteina, jolloin tunnitainen vedentuotto voi nousta 3...4 mm:iin. Kevään intensiivisimpinä sulantapäivinä päivittäinen vedentuotto voi olla jopa 20..30 mm.” (Vakkilainen, nettijulkaisu) Pääosa sulannasta tapahtuu iltapäivän tunteina. Lammin lumityynyllä vedentuotto klo 12–18 oli aurinkoisina päivinä 65 % koko vuorokauden arvosta. (Mustonen, 1986).

Käyttämällä yksittäisiä tuntiarvoja (4 mm/h) rinteiden lumipeitteen vedentuotosta syntyvä virtaama on maksimissaan 2 167 l/s. Suurin kertymä saadaan laskemalla iltapäivän (klo 12–18) vedentuotosta syntyvä kertymä, joka on 25 350 m³. Tulokset on koottu taulukkoon 5.

Taulukko 5. Lumipeitteen vedentuoton maksimivirtaama ja kertymä.

	Purkuvirtaama [l/s]	Kertymä [m ³]
Lumipeitteen vedentuotto	2 167	25 350

Rankkasade

Tulvareittimitoituksessa käytettiin kerran 50 vuodessa toistuvaa mitoitussadetta, mikä vastaa melko harvinaista tulvatilannetta (Taulukko 1). Viivytystarpeen mitoituksessa käytettiin kerran 5 vuodessa toistuvaa mitoitussadetta. Valuntakerroin rinteille arvioitiin olevan 0,3 (Taulukko 6). Rinteen jyrkkyys ja maaperä vaikuttavat valuntakertoimen arvoon nostavasti. Rinteiltä syntyvä virtaama ja kertymä on esitetty Taulukossa 7.

Taulukko 6. Rinteen maanpinta ja maaperä sekä sen mukaiset valuntakertoimet.

Maanpinta / maaperä	Valuntakerroin
Paljas maa / kallio	0.5
Matala kasvillisuus / hiekkamoreeni	0.3
Metsä / hiekkamoreeni	0.1
Yhteensä	0.3

Taulukko 7. Rankkasateiden 1/5v ja 1/50v maksimivirtaama ja kertymä.

	Purkuvirtaama [l/s]	Kertymä [m ³]
1/5v	1 931	20 849
1/50v	3 042	32 854

Em. tuloksista nähdään, että lumen sulannasta aiheutuva kertymä on suurempi kuin kerran 5 vuodessa toistuvan rankkasateen kertymä, joten rinteen vesien viivytyksessä lasketaan lumen sulannan mukaan eli tulovirtaamasta 2 167 l/s pyritään viivyttämään suurin osa.

4.2 Hulevesien hallinta

Suunnittelualue sijaitsee vedenhankintaan käytettävällä pohjavesialueella, joten tulee huomioida, ettei rakentamisen aikana aiheuteta vesilain vastaisia vaikutuksia pohjaveden määrään tai laatuun. Myös tehtävien ojien ja viivytyksalueiden tulee olla tiivisrakenteita siten, että ne eivät vaaranna pohjaveden laatua. Tämä voidaan varmistaa riittävällä savi/hiekkamoreenitiivistyksellä tai tarvittaessa esim. bentoniittimatolla (etenkin viivytyksalueella). Alue on luonnostaan päämaajaltiltaan hiekkamoreenia.

4.2.1 Suunnittelualueen hulevedet

Suunnittelualueella noudatettiin Hulevesioppaan hulevesien hallinnan suunnitteluohjeen prioriteettijärjestystä (Kappale 3.1). Hulevesien muodostumista pyritään vähentämään viheralueilla ja läpäisevillä päällysteillä, hulevesiä pyritään hyödyntämään tontilla ja näiden toimien jälkeen syntyvät hulevedet viivytetään ennen tontilta poisjohtamista.

Tonttien vesien viivytyksessä voidaan toteuttaa johtamalla vesiä tontin viheralueille tai maanpäällisillä viivytyksratkaisuilla, jotka voivat olla sadepuutarhoja tai viherpainanteita. Puuvartiset kasvit, varsinkin korkeat puut, haihduttavat suuria määriä vettä sekä tehostavat veden imeytymistä maaperään, joten puiden säilyttämistä tulee suosia. Tarvittavat vähimmäiskapasiteetit lasketaan päällystetyn pinnan mukaan (suositeltu kaavamääräys, kappale 5).

Katujen hulevedet viivyttyvät jonkin verran ojissa kulkeutuessaan, minkä lisäksi pääpurkuojiin (asemapiirustus, liite H01) voidaan tarvittaessa lisätä pohjapatoja virtausta hidastamaan. Hulevesiviemärintiä alueelle ei suunniteltu, vaan noudatettiin samantyyppistä ratkaisua kuin alueen länsipuolella, Tunturipalokadun varressa. Tämäkin alue sijaitsee samalla pohjavesialueella. Jos kuitenkin katsotaan, että kaikki kaava-alueen ojat tulee tiivistää ja tämä aiheuttaa haasteita alueen rakentamiseen/kustannusrakenteeseen, alueen tontit ja kadut voidaan hulevesiviemäroidä ja purkaa viemärit pääpurku-uomiin, jotka tehdään tiivisrakenteena. Tontit ja kadut sijaitsivat kuitenkin lähes kokonaan pohjaveden muodostumisalueen ulkopuolella.

Viivytyks mitoitetaan niin, että purkuvirtaama koko alueelta ja kiinteistöiltä suunnitellussa tilanteessa on sama kuin nykytilanteessa (ks. kappale 4.1.1). Hallintarakenteisiin tulee suunnitella ylivuoto ja niiden täytyy tyhjentyä viimeistään 24 tunnin kuluttua täyttymisestä.

Alueella tulee huomioida tarvittavat rajaojat paikoissa, joissa VR-alueet viettävät tonteille päin.

Huomiona suunnittelun alueen kaakkoiskulmaan: purkuojan tilavaraus on huomioitava kaavassa.

Etenkin liikennöityjen alueiden yhteydessä tulee kiinnittää huomiota huleveden laatuun. Katualueilla voidaan mahdollisuuksien mukaan säilyttää nykyistä metsäaluetta kadun reunalla ennen avouomia esim. 0,5...1 m, jolloin hulevedet voivat virrata sen kautta avouomiin. Samalla hulevedet puhdistuvat kiintoaineen pidätyessä. Ennen avouomia voidaan harkita paikoin myös biosuodatusta, jos syntyviä mahdollisia haitta-aineita (renkaiden kumipöly) halutaan puhdistaa tehokkaammin. Biosuodatuksesta on kerrottu tarkemmin kohdassa 3.3.

4.2.2 Rinteen hulevedet

Rinteen hulevesille ehdotetaan viivytyksipaikkaa suunnittelun alueen pohjoisosasta sekä eteläpuolelta kaava-alueen ulkopuolelta. Alueet ovat Metsähallituksen maata. Sijainnit on esitetty asemapiirustuksessa (Liite H01). Viivytystilavuutta saadaan esitetyillä viivytyksalueilla yhteensä noin 12 000 m³, mikä on liki puolet laskennallisesta lumen sulannan maksimikertymästä.

Viivytyksaltaiden pohjauomaa voidaan muotoilla halutulla tavalla, esim. mutkittelevammaksi. Altaista vedet puretaan rummulla ojaan. Purkupiste tulee olla altaan pohjalla, jotta vesi ei jää seisomaan altaaseen aiheuttaen esim. hyönteisten lisääntymistä. Altaisiin tulee lisäksi suunnitella ylivuoto ja niiden täytyy tyhjentyä viimeistään 24 tunnin kuluttua täyttymisestä. Alustava purkuvirtaama altaista on 600 l/s. Kevään intensiivisimmän lumen sulamiskauden kestäessä yli 5 päivää, tulee varautua ylivuotoon.

Koska eteläisemmät altaat sijaitsevat pohjavesialueella ja sen muodostumisalueella, on niiden pohja tiivistettävä esim. savella tai tiiviillä moreenilla/bentoniittimatolla, ettei mahdollisesti fluoripitoisia vesiä pääse imeytymään pohjaveteen. Toki valuma-alueerajaus ei muutu; rinteen vedet imeytyvät ja viivyttyvät nykyään kaava-alueella pohjavesialueella, joten hallitulla viivytyksellä parannetaan pohjaveden laatua/vähennetään riskejä laadun heikentymiselle.

Altaan purku-uoman pohja ja reunat on syytä suojata eroosiolta käyttäen tarvittaessa esim. sepeliä tms. kiviainesta; mahdollisuuksien mukaan on syytä suosia kaava-alueen rakentamisesta syntyvää kiviainesta.

4.3 Tulvareitit

Tulvareitit täytyy suunnitella tilanteita varten, joissa normaalit hallintaratkaisut eivät ole riittäviä ja vettä alkaa kertymään pinnoille hallitsemattomasti.

Rinteen vesien tulvareitti kulkee suunnittelun alueen läpi. Tulvariskiä vähennetään suunnitelman mukaisesti viivyttämällä rinteen vedet.

Suunnittelualueella katuojat ja kadut toimivat tulvareitteinä, minkä lisäksi osa vesistä ohjautuu viheralueiden läpi. Tulvareitit on merkitty asemapiirustukseen (Liite H01). Ojien ja rumpujen kunnossapito on tärkeää, jotta vesi pääsee kulkemaan vapaasti.

Suunnittelualueen läpi kulkeva, ns. pääuoma mitoitettiin siten, että siihen mahtuvat sekä viivytyksaltaan purkuvirtaama että suunnittelualueelta tulevat vedet rankkasadetilanteessa 1/50 v, koska uoma toimii rinnealueen päätulvareittinä ja viivytyksalaiden purkureittinä. Pääuoman yksi merkittävä mahdollinen pullonkaula on kohta, jossa uoma alittaa Tunturipalonkadun. Tämän kohdan yläpuolinen valuma-alue suunnittelualueella on n. 5,4 ha, jonka purkuvirtaama tulvamitoituksella 1/50 v 317 l/s. Tähän lisätään rinteiltä tuleva virtaama tulvatilanteessa 1/50 v 3 042 l/s.

Pääuoman rummun täytyy pystyä välittämään tulvatilanteen virtaama. Rummun halkaisija on alustavasti laskettu olevan vähintään 1200 mm. Maksimi välityskyky 80 % täyttöasteella on tällöin noin 3 700 l/s. Rummun välityskykyyn vaikuttaa kuitenkin paljon sen kaltevuus, joka varmistuu jatko-suunnittelussa, ja rummun koko täytyy tällöin tarkentaa.

Pääuoman mitat tämän perusteella ovat alustavasti: syvyys noin 1 m, ojan pohja 0,5 m ja luiskat 1:3. Näin ojan kokonaisleveys on alustavasti noin 6 m. Suurten korkeuserojen vuoksi ojan syvyys maanpinnasta voi vaihdella ojan matkalla.

Riskiä lumetusvesialtaiden rakenteiden pettämiselle on tarkasteltu luvussa 5. Riskialttein kohta on pohjoisen altaan itäreuna. Riski reunarakenteen pettämiselle on hyvin epätodennäköinen. Riskiin voidaan halutessa varautua tekemällä oja altaan ylivuotokohdasta Palovaaranojaan päin. Tämä tarve on kuitenkin hyvin epätodennäköinen.

4.4 Suositus hulevesien hallinnan kaavamääräyksiksi

Kaava-alueella tulee viivyttää hulevesiä vähintään 1189 m³.

Viivytyksvelvollisuus tonteilla on 1 m³ per 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa. Tämä voidaan toteuttaa esim. säilyttämällä vähintään 60 % pinta-alasta viheralueena tai muutoin vettä läpäisevänä alueena. Kattovedet tulee ohjata viheralueille kasvillisuuden käyttöön. Mahdollisten viivytyksrakenteiden tulee tyhjäntyä viimeistään 12–24 tunnin aikana ja niissä tulee olla ylivuotorakenne.

Katualueiden hulevedet ohjataan ojiin mahdollisuuksien mukaan viheralueiden kautta. Katualueiden vedet viivytetään ojissa; pääpurku-uomiin asennetaan tarvittaessa esim. pohjakynnyksiä virtausta hidastamaan.

Tulvareitit katujen ja viheralueiden kautta kaava-alueen ulkopuolelle tulee turvata.

4.5 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Uusien kaava-alueiden rakentuessa on kiinnitettävä huomioita rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaan. Rakentamisen aikaisten hulevesien haitta-ainekuormitus on moninkertainen normaaliin verrattuna, erityisesti kiintoaineen osalta. Rakentamisesta aiheutuvan kuormituksen on arvioitu kestävän noin 1,5 vuotta: juuri valmistuneiden alueiden hulevesihuuhtouma on vanhempia alueita suurempi, koska kasvillisuus puuttuu tai on vielä nuorta (Vakkilainen ym. 2005).

Mahdolliset hulevesien laadulliset hallintarakenteet tulisi rakentaa hyvissä ajoin ennen muuta rakentamista, mieluiten niin, että niihin ehtii kehittymään kasvillisuutta. Viivytyksallas ja pääuoma tulee rakentaa ennen muuta kaava-alueen rakentamista. Tukkeutumismahdollisuus rakennusaikaisten kiintoainepitoisen hulevesien vaikutuksesta tulee kuitenkin huomioida. Rakennustyömaiden hulevedet tulee johtaa kokoojoihin ja -verkostoihin esimerkiksi tilapäisten laskeutusaltaiden kautta ja/tai suotopatojen läpi. Yhteys nykyiseen uomaan tulee järjestää vasta hallintarakenteiden valmistuttua tai huolehtia kiintoainekuorman vähentämisestä tilapäisellä pohjapato-tyyppisellä ratkaisulla. Tietoa rakennustyömaan hulevesien hallinnasta löytyy RT-kortista 89-11230.

Hulevesien hallintarakenteen paikka ja aluevaraus rakentamisen aikaisten vesien hallinnan osalta voidaan osoittaa esimerkiksi seuraavalla merkinnällä:

Kaavamerkintä	Kaavamääräys
hule-rak	Hulevesien laatua ja määrää tulee hallita rakentamisen aikana siten, ettei vesien määrä kasva ja laatu huonone alueen nykytilaan verraten.
hule-12	Rakennuslupaan tulee sisältyä hulevesien käsittelysuunnitelma.

5. LUMETUSVESIALTAIDEN RISKITARKASTELU

5.1 Lumetusvesialtaiden nykytilanne

Tunturipalon uuden kaava-alueen pohjoispuolella sijaitsee kaksi lumetusvesialtasta, pohjoinen ja eteläinen, jotka on rakennettu kahtena ajankohtana, noin vuonna 2003 ja noin vuonna 2020. Altaat on tehty varastoimaan laskettelukeskuksen lumetuksessa käytettäviä vesiä. Vedet johdetaan pohjoiseen altaaseen läheisestä Palovaaranojasta. Tästä altaasta on putki eteläiseen altaaseen; yhteys on tarvittaessa suljettava. Altaissa on vettä ympäri vuoden. Ennen lumetusjakson alkua syksyllä altaat täytetään Palovaaranojan vedellä ja lumetuksen päätyttyä altaat täytetään; vesi seisoo altaissa seuraavaan lumetuskauteen asti.

Altaat on suunniteltu ja toteutettu tiivisrakente-periaatteella, jossa altaiden pohjalle sekä reunoille on asennettu vettä pidättävä kalvomainen rakenne. Eteläisessä altaassa on käytetty HDPE-muovikalvoa ja pohjoisessa altaassa bentoniittimattoa. Altaan reunoille pengerrytyt maamassat eivät siis varsinaisesti toimi itsessään padottavina rakenteina. Eteläinen allas on rakennettu pääosin maaleikkaukseen eli altaan pohja on selvästi ympäröivää maastoa alemmalla tasolla eikä reunoille ole juurikaan pengerrytety massoja. Pohjoinen allas sen sijaan on rakennettu ylempäs korkeampien reunapenkereiden varaan.

Osana hulevesitarkastelua patoaltaiden alueella suoritettiin maastomittauksia, joilla selvitettiin maanpinnan ja etenkin altaiden reunapenkereiden pinnan tasoa. Näitä mittaustietoja verrattiin suunnitelmakuviin. Vertailun perusteella patorakenteiden voitiin nähdä olevan pääosin suunnitelmakuvien mukaiset, mutta penkereiden harja on osin suunnitelmia leveämpi. Altaan luiskat vaikuttivat olevan suunnitelmien mukaisessa kaltevuudessa. Patoaltaan pohjan tasosta ei saatu kattavaa mittaustietoa, koska olosuhteet eivät olleet työturvallisuuden kannalta otolliset mittausajankohtana.

Patoaltaiden profiilit on esitetty liitteissä H03-H05.

5.2 Pohjasuhteet lumetusvesialtaiden alueella

Tarkastelun yhteydessä ei tehty erillisiä pohjatutkimuksia, vaan maaperätiedot perustuvat lähinnä pohjoisen patoaltaan suunnittelun aikana tehtyihin maaperätutkimuksiin. Maaperätutkimukset käsittivät 6 heijarikairausta ja yhden häiriintyneen maanäytepisteen.

Alueen maaperä on pääosin hiekkamoreenia. Pohjoisen patoaltaan kohdalla on ollut muutaman metrin paksu löyhempi hiekkakerros, jonka alapuolella keskitiivistä hiekkaa. Eteläisen patoaltaan kohdalta ei ollut saatavilla tarkempaa pohjatutkimustietoa. Voidaan olettaa, että pohjamaan luonne jatkuu samankaltaisena myös eteläisen altaan alueella.

Kairaukset ovat päättyneet alueella tiiviiseen maakerrokseen tai kiveen, lohkareseen tai kallioon. Alueen kallionpinnan tasosta ei ole tietoa. Pohjamaakerrosten paksuus vaihtelee alueella noin 4...11 m välillä.

5.3 Lumetusvesialtaiden patoturvallisuusriskit

Lumetusvesialtaiden riskitarkastelua varten reunarakenteista valittiin riskialttein kohta, jonka perusteella riskitarkastelut suoritettiin. Tarkastelukohdaksi valikoitui pohjoisen altaan itäreuna, leikkauksen 2-2 (Liite H02) kohdalla. Paikka valikoitui, koska kyseisessä kohdassa reunarakenne on korkeimmillaan suhteessa ympäröivään maastoon ja kohdassa on jyrkimmät luiskat.

Tarkastelu tehtiin kahdelle eri skenaariorille (Liitteet Skenaario 1 & 2), joissa tutkittiin reunarakenteen läpi suotautuvan veden määrää tapauksessa, jossa tiivisrakenne on pettänyt sekä reunarakenteen stabiliteettia eli sortumaherkkyyttä. Skenaariot valittiin edustamaan kaava-alueen kannalta suurinta riskiä. Kummassakin tilanteessa tarkasteltiin tilannetta, jossa patoaltaan vedenpinnan taso on ylivuotorakenteen tasolla, eli vedenpinta on korkeimmillaan.

Tarkastelut tehtiin käyttäen hyväksi Slide 2.0 -laskentasovellusta. Stabiliteetti laskettiin käyttäen GLE/Morgenstern price -laskentatapaa ympyräliukupinnalla. Suotovirtaukselle käytettiin steady state -mallia ja finiitti elementti analyysiä (FEA).

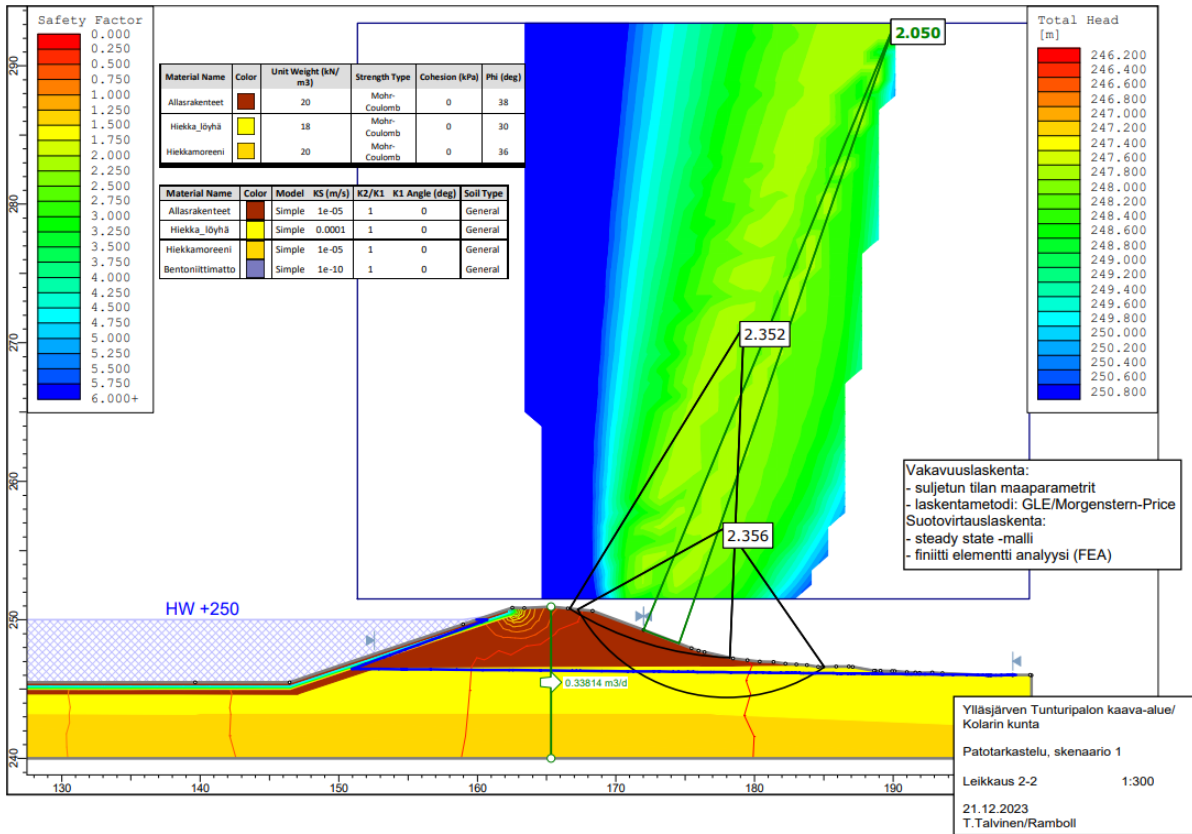
Laskennassa käytetyt maaparametrit on esitetty taulukossa 8 ja geometria ovat esitetty laskennan poikkileikkauksissa (Liitteet H03-H05).

Taulukko 8. Laskennassa käytetyt maaparametrit.

Nimi	Tilavuuspaino [kN/m ³]	Koheesio [kPa]	Kitkakulma [°]	Vedenläpäisevyys [m/s]
Allasrakenteet	20	0	38	10 ⁻⁵
Bentoniittimatto	20	30	0	10 ⁻¹⁰
Hiekka löyhä	18	0	30	10 ⁻⁴
Hiekkamoreeni	20	0	36	10 ⁻⁵

Skenaario 1, Nykytilanne

Skenaario 1:ssä tarkasteltiin padon nykytilannetta, jossa rakenteessa oleva bentoniittimatto toimii tiivisrakenteena jättäen reunapenkereen kuivaksi. Laskennan tulokset on esitetty kuvassa 10 sekä liitteessä Skenaario 1.

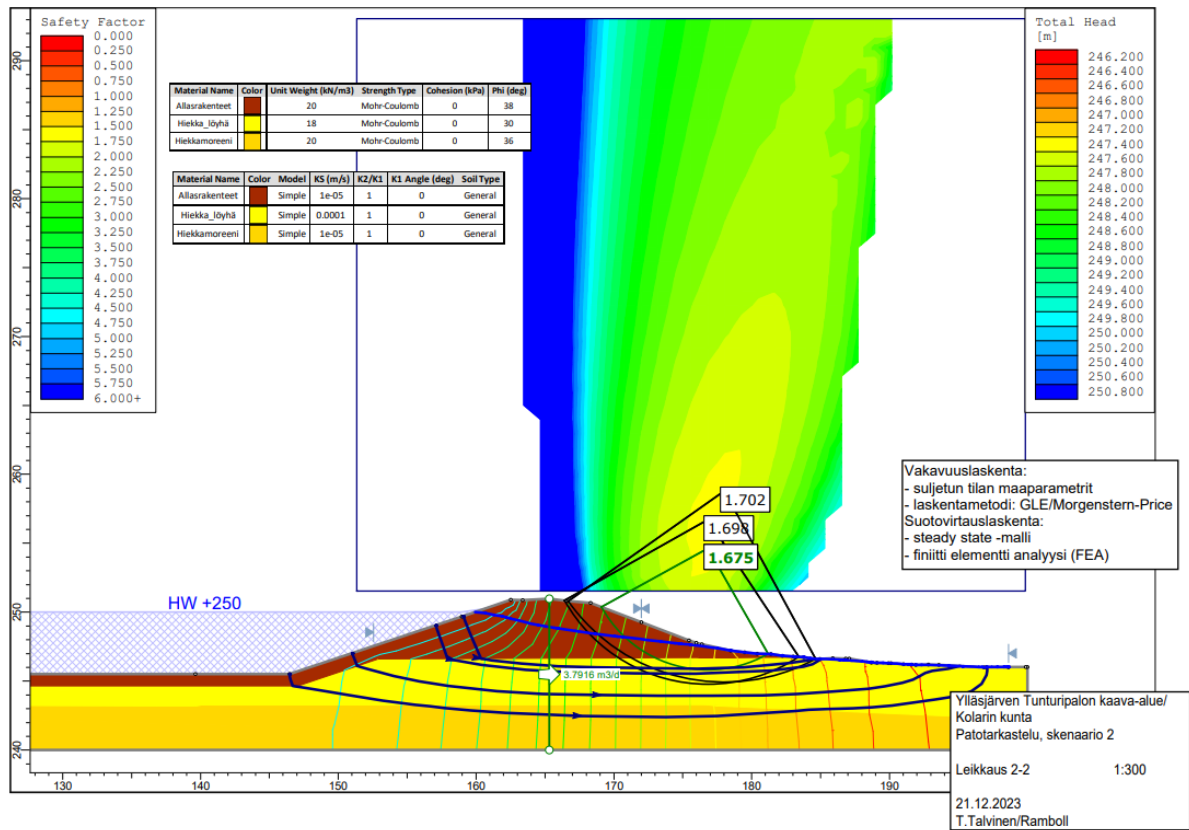


Kuva 10. Skenaario 1.

Laskennan perusteella stabiileetti on 2,362 ja suotovirtauksen määrä 0,34 m³/päivässä.

Skenaario 2, Bentoniittimatto pettänyt

Skenaariossa 2 tarkasteltiin tilannetta, jossa patorakenteessa oleva bentoniittimatto on ajateltu pettävän, jolloin reunarakenteen tulisi toimia vettä pidättävänä patorakenteena. Laskennan tulokset on esitetty alla kuvassa 11 sekä liitteessä Skenaario 2.



Kuva 11. Skenaario 2.

Laskennan perusteella pienin stabiliteetti on 1,676 ja suotovirtauksen määrä 3,8 m³/päivässä.

5.4 Päätelmät

Perustuen tehtyihin tarkasteluihin, laskentoihin ja skenaarioiden todennäköisyyksiin ei asiantuntija-arvion mukaan nähdä tarpeelliseksi muuttaa lumetusvesialtaiden määritelmää, vaikka altainen vaikutusalueella tehdään muutoksia kaava-alueen rakentumisen myötä. Nykyinen altainen patoturvallisuuden määritelmä on, että reunarakenteet ovat luokittelemattomia patoja.

Tarkastelussa tehty skenaario 2 on hyvin epätodennäköinen. Perustuen tarkastelun tuloksiin, reunarakenteen stabiliteetti on vaaditulla tasolla, vaikka esitetty skenaario tapahtuisi ja pengerrä pääsisi kastumaan.

6. JATKOTOIMENPITEET

Jatko suunnittelun aikana on kiinnitettävä huomiota siihen, että hulevesien määrä ja laatu suunnittelualueella voi muuttua suhteessa nykytilaan. Hulevesien hallintarakenteet vaikuttavat veden laatuun myönteisesti ja mahdollistavat osittain imeytystä siltä osin, missä maaperä on läpäisevä. Hulevesien viivyttämällä ehkäistään tulvariskihaittoja valuma-alueen alajuoksulla ja vähennetään verkoston tai avouoman kapasiteetin kasvatustarvetta. Kaava-alueella tulee imeyttää vain puhtaita kattovesiä, koska kyseessä on pohjavesialue. Viheralueille ehdotettujen rakenteiden suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota rakenteiden yhteensovittamiseen muiden toimintojen, rakennusten ja reittien kanssa. Tässä raportissa esitetty viivytyksvelvollisuus on syytä tarkentaa jatkosuunnittelussa.

Jatko suunnittelussa on syytä huomioida suunnittelualueen ulkopuolelle tulevat muutokset. Jos alueen pohjoispuolelle tullaan rakentamaan, osaa rinteiden vesistä voidaan tarvittaessa, ja tilan

niin salliessa, viivyyttä jo siellä. Hulevesien hajautettu hallinta on suositeltavaa. Tässä suunnitelmassa ei ole huomioitu yleiskaavassa esitettyä, tämän kaava-alueen pohjoispuolen mahdollista rakentumista. Huomioidaan myös suunnittelualueen eteläpuolen mahdollinen rakentuminen ja purkureittien yhteensovittaminen alueella.

Tämän työn yhteydessä havaittiin maastokäynnillä (lokakuu 2023) alempana purku-uomissa tulvimista; lähinnä suoalueilla ennen Iso-Ylläksentietä. Ylläsjärven alueella olisi syytä tarkastella hulevesien hallintaa laajemminkin päävaluma-alueitasoilla alueen tulevaisuuden mahdolliset muut maankäyttösuunnitelmat huomioiden. Tämä tarkastelu ei kuulunut tähän toimeksiantoon.

7. KUSTANNUKSET JA TOTEUTUSJÄRJESTYS

Viivytyksaltaat ja pääuoma sekä lumetusvesialtaiden salaojavesiä johtavat ojalinjaukset tulee rakentaa ennen muuta kaava-alueen rakentumista.

Myös muut mahdolliset hulevesien laadulliset hallintarakenteet tulisi rakentaa hyvissä ajoin ennen muuta rakentamista, mieluiten niin, että niihin ehtii kehittymään kasvillisuutta.

8. KESTÄVÄN KEHITYKSEN HUOMIOINTI HANKKEESSA

Ramboll Finland Oy on tunnistanut YK:n kestävä kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi neljä keskeistä teemaa, joihin voidaan suunnittelun kautta vaikuttaa. Teemat ovat: hiilineutraalisuus, elinvoimaisuus & sopeutuminen, luonnon monimuotoisuus sekä resurssitehokkuus & kiertotalous.

Tässä työssä kestävä kehitys huomioitiin resurssitehokkuuden & kiertotalouden sekä hiilineutraalisuuden osalta erityisesti näillä tavoilla:

- Alueelle suunniteltiin avouomat hulevesiverkoston sijaan
- Avouomien linjaukset on suunniteltu minimoiden uomapituus
- Pääuoman pohjan verhous on esitetty toteuttavan mahdollisuuksien mukaan kierrätysmateriaalilla
- Rumpujen määrä on minimoitu
- Viivytyksaltaan mitoitus on optimoitu; mm. kevään lumensulamishuipun purkuvirtaama ylivuotona altaan syventämisen sijaan

Tässä työssä kestävä kehitys huomioitiin luonnon monimuotoisuuden osalta erityisesti näillä tavoilla:

- Hulevesien laatuun on kiinnitetty erityistä huomiota pintavedet ja pohjavesialue huomioiden
- Katualueiden hulevesien hallintaan on esitetty säilytettävän nykyistä maanpintaa rakennettavien viheralueiden sijaan

Tässä työssä kestävä kehitys huomioitiin elinvoimaisuuden & sopeutumisen osalta erityisesti näillä tavoilla:

- Tulvatilanteeseen on kiinnitetty erityistä huomiota
- Lumetusvesialtaiden turvallisuutta on tarkasteltu skenaarioihin perustuen

9. LÄHTEET

Kuntaliitto (2012). Hulevesiopas.

Meltex Plastics Oy. Verkkosivu. Viitattu 2022.

Mustonen, S. (1986). Sovellettu Hydrologia. Vesiyhdistys.

Sweco (2023) Ylläksen osayleiskaavan uudistaminen. Luontoselvitys.

www.kolari.fi/media/liitetiedostot/kaava-asiat/liite_2_yllas_luontoselvitys_20230418.pdf

Vakkilainen, P. Hydrologisen kierron laskentamenetelmiä. Nettijulkaisu:

https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1286900/mod_folder/content/0/Lisamateriaali%20-%20Hydrologisen%20kierron%20laskentamenetelma%CC%88t.pdf?forcedownload=1

Viitattu 12/2023.

Vakkilainen ym. (2005). Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta, Suomen ympäristö 776, Ympäristönsuojelu