

Vastaanottaja
Rauman kaupunki

Asiakirjatyyppi
Asemakaavaehdotuksen hulevesisuunnitelma

Päivämäärä
2.12.2025

Asemakaavaehdotuksen hulevesisuunnitelma

Lakari eteläinen 26-006



Asemakaavaehdotuksen hulevesisuunnitelma

Lakari eteläinen 26-006

Projekti nro **15100 87448 - 001**
Vastaanottaja **Rauman kaupunki / Jouni Mäkinen, Riikka Pajuoja**
Asiakirjatyyppi **Asemakaavaluonnoksen hulevesisuunnitelma**
Laatija **Päivi Paavilainen, Emmi Ilonen, Marko Hämäläinen, Salla Jokela**
Hyväksyjä **Päivi Paavilainen**

Ramboll
Kansikatu 5B
33100 TAMPERE

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://www.ramboll.com/fi-fi/>

Raportin valokuvat © Ramboll.

Sisältö

1.	Johdanto	5
1.1	Hankkeen taustaa	5
1.2	Käytetty koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä	5
1.3	Työryhmä	5
2.	Suunnittelualan nykytilan kuvaus	6
2.1	Selvitysalueen sijainti ja toiminnot	6
2.2	Hydrologia ja topografia	7
2.3	Maaperä	8
2.3.1	Yleistä	8
2.3.2	Happamat sulfaattimaat	9
2.3.3	Happamien sulfaattimaiden esiintyminen suunnittelualueella, tarkennetut tutkimukset	10
2.3.4	Pilaantuneet maa-alueet	11
2.4	Luontoarvot	12
3.	Suunnittelualan tuleva maankäyttö	12
3.1	Maankäytön muutokset	12
3.2	Maankäytön muutoksen vaikutus huleveden määrään ja laatuun	13
4.	Hulevesien hallinnan lähtökohdat ja reunaehdot	13
5.	Esitys hulevesien hallinnasta	15
5.1	Hulevesien hallinta	15
5.1.1	Alueen ulkopuolelta tulevien hulevesien huomioiminen	15
5.1.2	Hulevesien johtaminen ja hallinta korttelialueilla	16
5.1.3	Hulevesien johtaminen ja hallinta yleisillä alueilla	18
5.2	Sammutusjätevesien hallinta	18
5.2.1	Mitoittavat paloskenaariot	18
5.2.2	Sammutusjätevesien hallinnan ja keräilyn periaatteet	19
5.3	Happamien sulfaattimaiden huomioiminen	20
5.4	Pilaantuneiden maiden huomioiminen	21
5.5	Rakentamistöiden aikana muodostuvat hulevedet	22
5.5.1	Likaisten hulevesien syntymisen ehkäisy	23
5.5.2	Likaisten hulevesien puhdistamismenetelmiä	24
5.6	Ehdotukset kaava- ja yleismääräyksiksi	25
5.7	Vertailua vuoden 2024 tulvaan	27
6.	Jatkosuunnittelutarpeet	27
7.	Yhteenveto	28

Liitteet:

Liite 1	Maanäytteiden yhteenvetotaulukko
Liite 2	Lakari datakeskusalueen sammutusveden ja -jäteveden määrän arvio 19.3.2025

Suunnitelmapiiirustukset:

1510087448-001	N1	Nykytilakartta	Yleiskartta 1:5000	2.12.2025
1510087448-001	N2	Happamien sulfaattimaiden tutkimuspisteet	Yleiskartta 1:10 000	28.11.2025
1510087448-001	Y1	Alustava hulevesien hallintasuunnitelma max vaihtoehto	Yleiskartta 1:5000	2.12.2025
1510087448-001	Y2	Alustava hulevesien hallintasuunnitelma min vaihtoehto	Yleiskartta 1:5000	2.12.2025
1510087448	P1	Siirrettävän uoman pituusleikkaus	Pituusleikkaus 1:2000/1:200	25.3.2025
1510087448-001	P2	Nykyisen uoman siirto URPO- radan varteen Poikkileikkaus	Poikkileikkaus 1:500/1:500	2.12.2025

1. Johdanto

1.1 Hankkeen taustaa

Lakari eteläinen 26-006 kaava-alueen ulkorajan sisään jäävän alueen pinta-ala on noin 429 ha. Kaava-alueen sisällä on yksi erillisalue, joka ei sisälly asemakaavaan, kooltaan noin 41 ha. Siten asemakaava koskee kaikkiaan noin 388 ha aluetta.

Pääosa asemakaavan kattamasta alueesta on rakentamatonta talousmetsää. Hulevesien hallinnan kannalta oleellisin rakenne kaava-alueella on sen pohjoisosassa kulkeva raakavesikanava, joka tuo vettä Lapinjoesta Äyhönjärveen. Raakavesikanavan tuomaa vettä käyttää sekä Rauman Vesi talousveden valmistukseen että UPM tehdas prosessivetenä. Kanava kulkee kaava-alueen kohdalla osittain kalliotunnelissa, osittain avokanavana. Käytännössä kaikki kaava-alueella muodostuvat hulevedet kulkeutuvat kanavaan joko suoraan tai pitempien valuntareittien kautta.

Kaavavalmistelun lähtökohtana on asemakaavoittaa aluekokonaisuus tulevan toimijan tarpeisiin vastaavalla tavalla. Fortum Power and Heat Oy:n tavoitteena on kehittää aluetta datakeskustoimintaa tai vastaavan tyyppistä kaupallista toimintaa varten. Hankekokonaisuuden lopullinen laajuus ja maankäyttö täsmentyvät suunnitteluprosessin edetessä.

Tämän asemakaavaehdotuksen hulevesisuunnitelman tavoitteena oli tarkentaa alueelle asemakaavan luonnosvaiheen yhteydessä laadittua hulevesiselvitystä huomioiden alueelle tulevan maankäytön luonne ja laajuus sekä suunnittelualueita koskevat hulevesien hallinnan reunaehdot, tärkeimpänä raakavesikanavan vedenlaadun ja rakenteiden suojele sekä alapuolisten vesistöjen tulvariskit.

1.2 Käytetty koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä

Suunnitelma on laadittu Rauman kaupungin käyttämään koordinaatti- ja korkeusjärjestelmään Euref GK22 / N2000.

1.3 Työryhmä

Hulevesisuunnitelman on laatinut Ramboll Finland Oy. Suunnitelman laatimiseen osallistuivat

Päivi Paavilainen	projektipäällikkö, hulevedet
Marina Virtanen	suunnittelija, hulevedet
Emmi Ilonen	asiantuntija, happamat sulfaattimaat
Salla Jokela	asiantuntija, pilaantuneet maa-alueet
Marko Hämäläinen	asiantuntija, sammutusjätevesien hallinta

Rauman kaupungilla suunnittelua ohjasivat

Jouni Mäkinen	kaavoitusarkkitehti
Riikka Pajuoja	suunnittelupäällikkö
Juha Eskolin	kaavoitusjohtaja

Rauman kaupunki on saanut tämän selvityksen laadintaan Ympäristöministeriön Vihreän siirtymän rahoitusta.

2. Suunnittelualan nykytilan kuvaus

Suunnittelualan ja sen lähiympäristön nykytila ja hulevesien hallintaa rajoittavat reunaehdot on kuvattu tässä yleisellä tasolla ja sijainnit esitetty tarkemmin yleiskartalla N1.

2.1 Selvitysalueen sijainti ja toiminnot

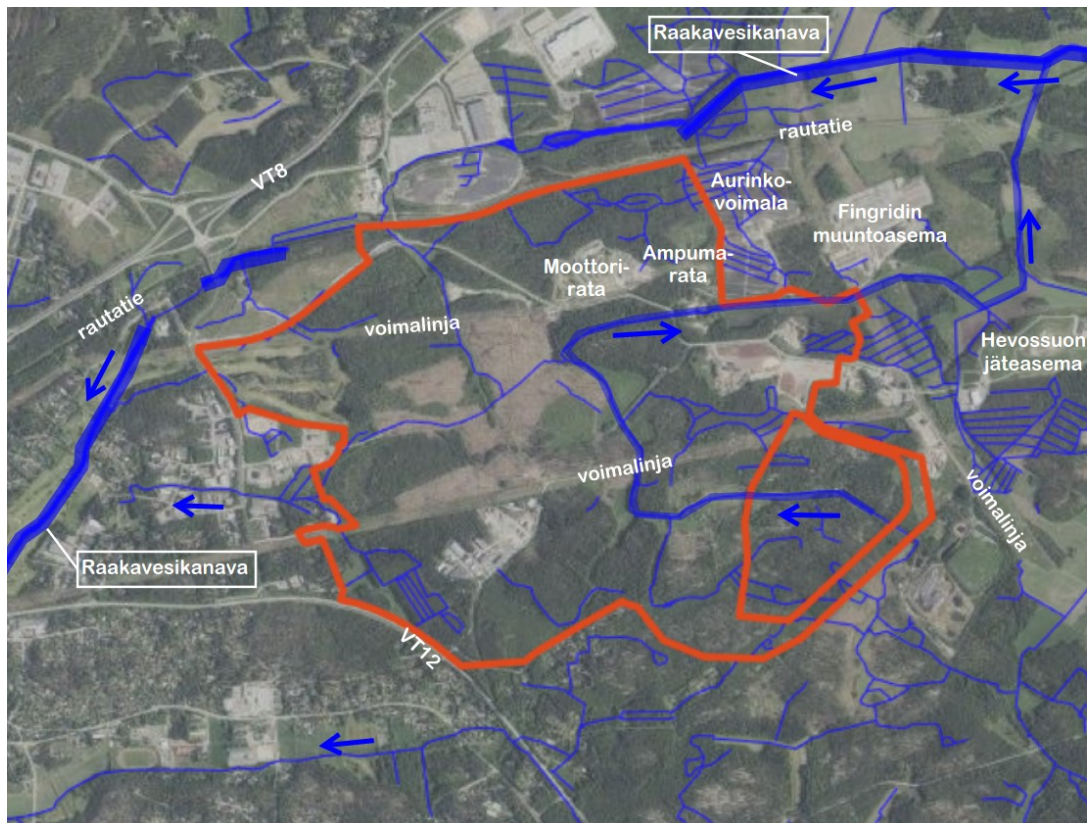
Pääosa asemakaavan kattamasta alueesta on rakentamatonta talousmetsää. Sen läpi kulkee kaksi voimajohtolinjaa sekä alueen pohjoispuolella olevaa teollisuusaluetta palveleva merkittävä vesihuoltolinja. Hulevesien hallinnan kannalta oleellisin rakenne kaava-alueella on sen pohjoisosassa kulkeva raakavesikanava (ks. raportin kansikuva sekä Kuva 2-1), joka tuo vettä Lapinjoesta Äyhönjärveen. Raakavesikanavan tuomaa vettä käyttää sekä Rauman Vesi talousveden valmistukseen että UPM tehdas prosessivetenä. Kanava kulkee kaava-alueen kohdalla osittain kalliotunnelissa, osittain avokanavana. Lähes kaikki kaava-alueella muodostuvat hulevedet kulkeutuvat kanavaan joko suoraan tai pitempien valuntareittien kautta.



Kuva 2-1: Raakavesikanavan kalliotunneliosan alku kaava-alueen koillispuolella.

Asemakaava-alueen pohjoispuolella kulkee Rauma – Kokemäki rautatie ja etelä/länsipuolella VT12, joiden rumpujen kautta pääosa alueen hulevesistä kulkeutuu. Kaava-alueen itäpuolella on 2024 valmistunut Lakarin aurinkovoimala-alue, Hevosuon jäteasema sekä pohjois-eteläsuuntainen voimajohtoaueka. Voimajohtoihin liittyy alueen itäpuolella sijaitseva Fingridin muuntoasema, joka on kriittinen koko läntisen Suomen sähkönsyötön kannalta. Muuntoasema sijaitsee alueen merkittävän pintavaluntareitin välittömässä läheisyydessä.

Etelä- ja länsipuolella kaava-aluetta ympäröivät asuinalueet, pohjoispuolella Lakarin teollisuusalue. Itäpuoli on pääosin rakentamatonta maa- ja metsätalousaluetta.

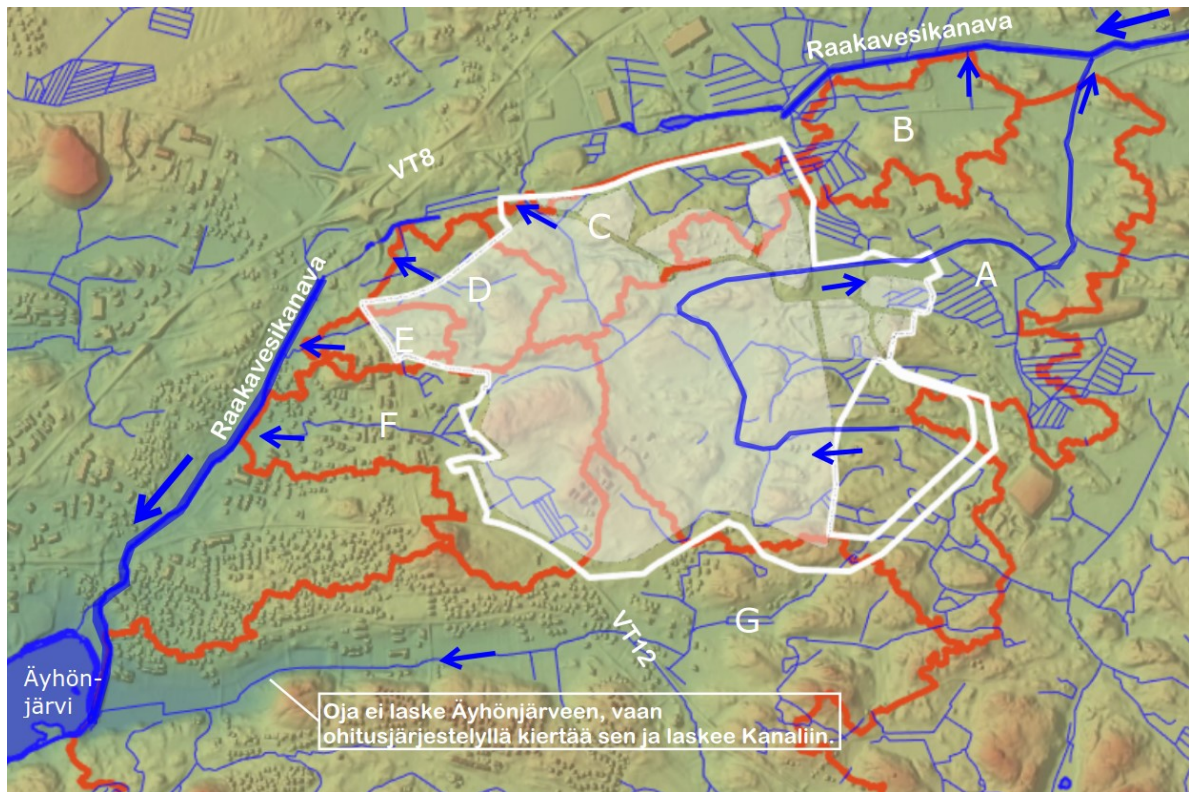


Kuva 2-2: Kaava-alueen nykytila ja merkittävät toiminnot. Kaava-alueen rajausta punaisella, ilmakuvan (MML) päällä esitetty alueen päävirtausreitit sinisellä.

2.2 Hydrologia ja topografia

Kuvassa (Kuva 2-3) on esitetty kaava-alueen topografiaa ja jakautumista osavaluma-alueisiin. Vain pieni osa kaava-alueen eteläosasta sijaitsee Kanaliin laskevan ojan valuma-alueella. Muut alueen pintavesireitit johtavat raakavesikanavaan.

- Valuma-alue / reitti A on valuma-alueista suurin ja se laskee ratarummun Ø1700 mm kautta raakavesikanavan pitkän tunneliosuuden yläjuoksulle.
- Valuma-alue / reitti B ei käytännössä vastaanota hulevesiä kaava-alueelta.
- Valuma-alue / reitti C laskee raakavesikanavan kalliotunneliin tarkastuskaivon kautta.
- Valuma-alue / reitti D laskee raakavesikanavan avouomaosuudelle, jonka alapuolella on vielä lyhyet kalliotunneliosuudet.
- Valuma-alue / reitti F laskee raakavesikanavan avouomaosuudelle. Reitti alittaa Koillisväylän ja kulkee asuinalueen läpi.
- Valuma-alue / reitti G laskee ojaan, joka virtaa Äyhönjärven pohjoisrannalla kiertävään kanavaan. Kanavasta ojan vedet laskevat edelleen Rauman keskustassa virtaavaan Kanaliin. Virtausreitti on tulvaherkkä.

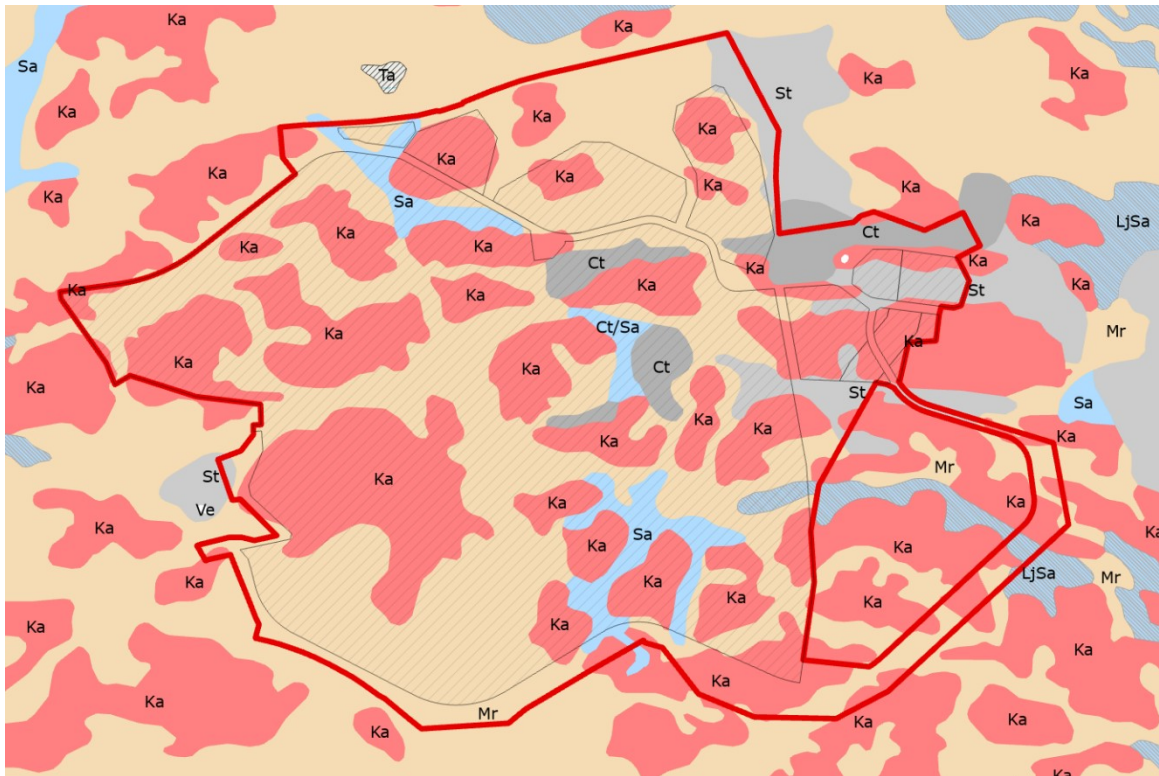


Kuva 2-3: Kaava-alueen topografia ja pintavesien johtumisreitit

2.3 Maaperä

2.3.1 Yleistä

Maaperä (Kuva 2-4) on GTK:n aineistojen perusteella suunnittelualueella kallio- ja moreenivaltaista. Eroosiolle altteimmat maalajit, kuten hieno hiekka ja karkea hieta, puuttuvat alueelta kokonaan. Kaava-alue ei ole siten erityisen altis tuottamaan pintavesiin kiintoainekuormitusta rakennustöiden aikana; toisaalta kallioalueiden louhinta saattaa aiheuttaa vesiin typpikuormaa räjähdeaineiden vuoksi. Hyvin läpäisevät karkeat kivennäismaat puuttuvat alueelta, mikä heikentää mahdollisuuksia hulevesien keskitettyjen imeytysjärjestelmien rakentamiseen. Alueen keskivaiheilla ja itäosassa on saraturve- ja rahkaturvealueita sekä savikkoja, jotka on arvioitu GTK:n ennakkotulkinnessa mahdollisiksi happamiksi sulfaattimaiksi (ks. tarkemmin seuraava kappale).



Kuva 2-4: Kaava-alueen maaperä (GTK 1:20 000 maaperäkartta)

2.3.2 Happamat sulfaattimaat

Happamat sulfaattimaat ovat rikkipitoista maa-ainesta, joka on hapettunut tai hapettu päästessään kosketuksiin ilmakehän sisältämän hapen kanssa esimerkiksi kaivutöiden tai luontaisesti maan kohoamisen vaikutuksesta. Hapettumisreaktiossa muodostuu rikkihappoa, joka happamoittaa maaperää voimakkaasti. Happamissa olosuhteissa maaperän luontaisesti sisältämät metallit liukenevat sade- ja sulamisvesiin aiheuttaen haitallisia ympäristövaikutuksia päätyessään valumavesien mukana vesistöön. Hapan sulfaattimaa voi olla aktiivista hapanta sulfaattimaata (A-HaSu), joka on jo hapettunut ja maaperän pH-arvo on laskenut mineraalimaissa $<4,0$ ja orgaanisissa materiaaleissa $<3,0$. Aktiivisen pseudo happaman sulfaattimaan (APS-HaSu) pH on laskenut mineraalimaissa $4-4,5$ ja orgaanisissa materiaaleissa $3-3,5$. Aktiivinen hapan sulfaattimaakerros sijaitsee orsi-/pohjavedenpinnan yläpuolella.

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa (P-HaSu) tai potentiaalinen pseudo hapan sulfaattimaa (PPs-HaSu) sisältää sulfidimuotoista rikkiä ja maaperän pH on neutraali. Sulfidirikin hapettuessa maaperän pH-arvo laskee mineraalimaissa $4,0 < 4,5$ (PPs-HaSu) / $<4,0$ (P-HaSu) ja orgaanisissa materiaaleissa $3,0 < 3,5$ (PPs-HaSu) / $<3,0$ (P-HaSu). Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on vedellä kyllästynyt ja sijaitsee orsi-/pohjavedenpinnan alapuolella.

Asemakaavan luonnosvaiheessa todettiin Lakarin suunnittelualueella ja sen läheisyydessä lähtötietona käytetyn Geologian tutkimuskeskuksen karttapalvelun perusteella happamia sulfaattimaita (ks. liitekartta N1). GTK:n maaperätietojen ja kairausaineiston mukaan suunnittelualueen itäosassa ja -puolella happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys on osittain kohtalainen tai suuri. Länsipuolella esiintymisen todennäköisyys on kohtalainen tai pieni.

GTK:n aineistossa happamia sulfaattimaita on todettu kahdessa tutkimuspisteessä Tauron alueella turvekerrostumissa (Kuva 2-5). Hapan sulfaattimaakerros alkaa heti maanpinnasta 0-1 m syvyydeltä. Lähtöaineiston perusteella todennäköisiä happamien sulfaattimaiden esiintymisalueita turvekerrosten lisäksi ovat alueen savi-/silttimaakerrokset sekä jokisuistot, joissa hapan sulfaattimaa voi esiintyä myös karkeammissa hiekka-/moreenimaakerroksissa.



Kuva 2-5. Suunnittelualueelle ja sen läheisyyteen sijoittuu GTK:n kartoituspisteitä, joissa on todettu happamia sulfaattimaita (GTK 3/2025 <https://gtkdata.gtk.fi/hasu/>).

2.3.3 Happamien sulfaattimaiden esiintyminen suunnittelualueella, tarkennetut tutkimukset

Geomaster Oy selvitti suunnittelualueella esiintyviä happamia sulfaattimaita 15 tutkimuspisteestä kesä-heinäkuussa 2025. Kaikista näytteistä määritettiin maasto-pH ja kokonaisrikkipitoisuus. Lisäksi näytteenoton yhteydessä tehtiin aistinvaraisia havaintoja happamien sulfaattimaiden esiintymisestä. Tutkimuspistekartta ja tutkimustulosten koontitaulukko on esitetty liitteessä 1 ja liitekartalla 1510087448-001 N2.

Aktiivista (A-HaSu, APS-HaSu) ja/tai potentiaalista hapanta sulfaattimaata (P-HaSu) todettiin 7 tutkimuspisteessä turve-, savi- ja kitkamaissa. Tutkimuspisteet, joissa happamia sulfaattimaita todettiin, on merkitty tutkimuspistekarttaan 1510087448-001 N2. Happamien sulfaattimaiden tunnistaminen ja luokittelu perustuu Ympäristöministeriön ohjeeseen 3/2022: *Happamien sulfaattimaiden kansallinen ohje rakennushankkeisiin Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan*. Aktiivisen happaman sulfaattimaan pH turvenäytteissä vaihtelee välillä 2,9-3,2 ja savinäytteissä vaihteluväli on 4,2-4,3. Maasto-pH:n perusteella aktiivista hapanta sulfaattimaata on todettu noin 1 m syvyydellä (alin mitattu taso +16.66) maanpinnasta.

Potentiaalisen happaman sulfaattimaan rikkipitoisuus vaihtelee välillä 930-18 000 mg/kg, ja sen pH on neutraali tai lievästi hapan. Potentiaalista hapanta sulfaattimaata todettiin savinäytteissä jopa 9 m syvyydellä (taso +7.67) maanpinnasta tutkimuspisteessä 15. Osassa näytepisteitä tutkimussyvyys oli 3 m, joten on todennäköisistä, että happamat sulfaattimaat ulottuvat näissä pisteissä vielä todettua syvemmälle. Potentiaalisissa happamissa sulfaattimaanäytteissä todettiin erittäin korkeita rikkipitoisuuksia, joiden perusteella voidaan olettaa, että maa-aineksen hapettua sen hapontuottopotentiaalikin on suuri. Tutkimustiedot ovat puutteelliset suunnittelualueen koillisosassa ja osittain myös luoteisosassa. Tutkimuspisteet 15 ja 16 ovat samalla savikkoalueella, mutta näytteiden tutkimustulokset ovat ristiriitaiset. Lisätutkimuksia on tarkoitus toteuttaa talvella 2025-2026.

2.3.4 Pilaantuneet maa-alueet

Pilaantunut maaperä tarkoittaa maaperää, johon on päässyt ihmisen toiminnasta haitallisia aineita, jotka esim. Heikentävät maaperän laatua ja voivat vaarantaa tai haitata ihmisen terveyttä tai ympäristöä. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioimiseksi on annettu valtioneuvoston asetus 214/2007. Maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve arvioitava, mikäli yhden tai useamman haitta-aineen pitoisuus ylittää asetuksen 214/2007 mukaisen kynnysarvotason.

Suunnittelualueelle sijoittuu kaksi kohdetta, jotka luokituvat maaperää mahdollisesti pilaaviksi toiminnoiksi: Rauman Seudun Urheiluampujien (RSA) Kuivassuon ampumakeskus ja Rauman Seudun Moottorikerhon (RaSMK ry) Kuivassuon moottorirata-alue. Molemmilla toiminnoilla on voimassa oleva ympäristölupa ja kohteet on kirjattu Ympäristöhallinnon Maaperän tilan tietojärjestelmään.

Ampumakeskuksessa on pienoiskiväärirata, pistoolirata, pienoishirvirata, hirvirata, monitoimirata ja haulikkoradat (trap ja skeet). Toiminnalle on ympäristölupa vuodelta 2010. Ampumakeskuksessa toteutettiin maaperätutkimus 26.11.2024 (Ympäristötekniinen maaperätutkimus, Koillinen teollisuusalue ampumaurheilukeskus, Ramboll Finland Oy, 31.12.2024). **Tutkimuksen yhteydessä todettiin maaperän pilaantuneisuutta (yli VNa 214/2007 ylempien ohjearvojen) lähes jokaisen ampumaradan alueella.** Luodeista peräisin olevaa raskasmetallipilaantumaa todettiin pääosin ratojen ampumapenkoissa ja lisäksi pienoiskivääriradan taulujen edustalla ja pistooliradan ampumapaikan edustalla. Lisäksi skeet-radan maalialueelta otetussa pintamaanäytteessä todettiin savikiekoista peräisin olevaa, PAH-yhdisteillä pilaantunutta maa-ainesta. Viitearvovertailun perusteella näillä alueilla on maaperän puhdistustarve. Tutkimusraportissa pilaantuneisuuden arvioidaan karkeasti ulottuvan ampumapenkoilla noin 0,5 m syvyyteen ja korkeussuunnassa noin 3 m syvyyteen. Muilla alueilla pilaantuneisuuden arvioidaan rajautuvan noin 0,2-0,3 m syvyyteen. **Liukoisuustestausten tulosten perusteella voidaan alustavasti arvioida, että metallien (antimoni ja lyijy) kulkeutuminen rata-alueen ympäristön avo-ojien vesiin on mahdollista.**

Moottorirata-alue koostuu seuraavista radoista: motocrossrata, lasten rata ja SuperEndurorata. Toiminnalle on ympäristölupa vuodelta 2005. Moottoriradalla toteutettiin maaperätutkimus 26.11.2024 (Ympäristötekniinen maaperätutkimus, Koillinen teollisuusalue moottorirata, Ramboll Finland Oy, 30.12.2024). **Tutkimuspisteiden alueilla ei todettu pilaantuneeksi luokiteltavaa maa-ainesta.** Yhdessä maanäytteessä (KK8 0-0,3m) todettiin kynnysarvotason ylittävä kobolttipitoisuus. Maaperän täyttökerroksessa, kuuden tutkimuspisteen alueella, todettiin paikoin merkkejä jätejakeista (tiili, asfaltti, puu, muovi). Alueella ei ole pilaantuneen maaperän puhdistustarvetta nykyinen käyttö huomioiden.

2.4 Luontoarvot

Luontodirektiivin lajeista erityisesti liito-orava ja viitasammakko ovat hulevesien hallinnan kannalta huomionarvoisia lajeja.

Liito-oravan elinalueet ja kulkureitit on huomioitu asemakaavaluonnoksessa aluerajauksina. Hulevesien hallinnan kannalta rajaukset ovat sikäli merkittäviä, että näille alueille ei ole mahdollista perustaa kaivettavia hallintarakenteita, koska se hävittäisi liito-oravan tarvitseman puuston. Viivytysalueiden toteuttaminen myös nykyisen maanpinnan päälle on usein liito-oravan elinalueilla ongelmallista, koska tulviminen saattaa heikentää tai jopa tappaa puustoa, jos alueen puusto ei entuudestaan ole tottunut tulvimiseen.

Viitasammakkoja ei kaava-alueelta ole kartoituksissa löytynyt. Viitasammakon esiintyminen asettaisi reunaehdoja mm. riittävien alivirtaamien säilymiselle sekä vedenlaadulle.

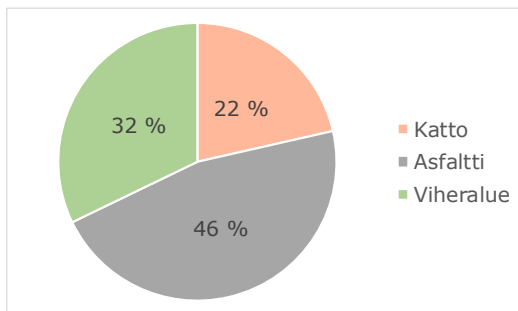
Linnustoltaan alue on arvioitu monipuoliseksi mutta melko tavanomaiseksi. Hulevesien hallinnan kannalta huomioitavia lajeja ei ole havaittu.

Alueella ei ole vesilain tarkoittamia luonnontilaisia luontotyyppejä.

3. Suunnittelualueen tuleva maankäyttö

3.1 Maankäytön muutokset

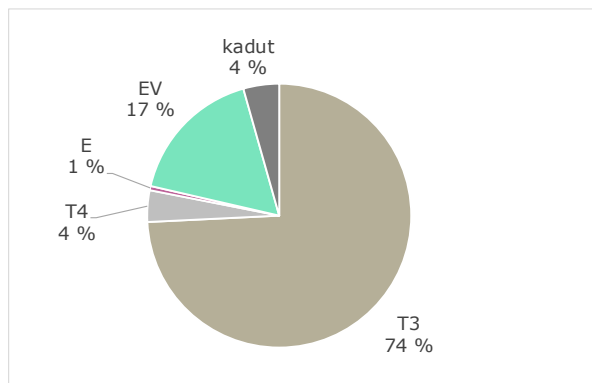
T3-kortteleiden (mahdollinen datakeskus) pinta-ala kaavaehdotuksessa on yhteensä noin 288 ha. Suunnittelun aikana käytössä olleen datakeskuksen viitesuunnitelmaluonnoksen (12.11.2025) mukaan korttelissa oli kattoalaa noin 62 ha, päällystettyjä piha-alueita noin 134 ha ja muuta aluetta, käytännössä viheraluetta, noin 93 ha.



Kuva 3-1: T3-korttelin tuleva maankäyttö datakeskuksen viitesuunnitelmaluonnoksen (12.11.2025) mukaan

Koko datakeskuksen korttelialueen valuntakertoimeksi tulee 66 % (oletetut valuntakertoimet katto 100 %, päällystetyt pihat 90 % ja viheralueet 10 %).

Lisäksi kaava-alueella on muuta maankäyttöä (EN-kortteli, T-kortteleita ja EV-aluetta sekä katuja) yhteensä noin 100 ha.



Kuva 3-2: Koko kaava-alueen tuleva maankäyttö

Koko asemakaava-alueen tulevaksi valuntakertoimeksi saadaan noin 55 % (oletetut korttelikohtaiset valuntakertoimet: T3 / datakeskuskorttelit 66 %, muut T-korttelit 60 %, E-kortteli 30 %, EV-alueet 5 % ja kadut 70 %).

Alueen nykyinen valuntakerroin vastaa luonnontilaista kallioista/moreenipohjaista metsämaata ja on siten suuruusluokkaa noin 5 %.

3.2 Maankäytön muutoksen vaikutus huleveden määrään ja laatuun

Ilman hulevesien hallintatoimenpiteitä kaava-alueen rakentaminen kasvattaisi hulevesivirtaamia erittäin merkittävästi. Esimerkiksi kerran 20 vuodessa toistuvan, 12 tunnin mittaisen sateen tuottama virtaama on alueella nykyisin noin $16 \text{ l/s/ha} * 388 \text{ ha} * 5 \% = 310 \text{ l/s}$.

Jos hulevesiä ei viivytetä, maankäytön muutoksen myötä vastaava virtaama olisi noin $16 \text{ l/s/ha} * 388 \text{ ha} * 55 \% = 3400 \text{ l/s}$. Ilman hulevesien hallintaa alueella muodostuvat virtaamat siis karkeasti ottaen yli kymmenkertaistuisivat asemakaavan myötä. Ilmastomuutos edelleen kasvattaa virtaamia, arvio ilmastomuutoksen vaikutuksesta on +20...40 %.

Huleveden laatu heikkenee tyypillisesti virtaamien kasvaessa valuma-alueiden ja virtausreittien maaperän eroosion voimistuessa. Myös maankäytöstä aiheutuva kuormitus hulevesiin lisääntyy, kun entistä pienempi osuus sadannasta päätyy vesistöihin kasvipeitteisten alueiden kautta.

Virtaaman voimakkaan kasvun ja vedenlaadun heikkenemisen estämiseksi hulevesien hallintatoimenpiteet ovat alueella välttämättömiä. Lähtökohdat, reunaehdot ja suositukset hulevesien hallinnaksi ja em. haittojen minimoimiseksi on esitetty luvuissa 4 ja 5.

4. Hulevesien hallinnan lähtökohdat ja reunaehdot

Viivytysten mitoituksessa tavoitteena oli, että kaava-alueen rakennuttua kerran 20 vuodessa muodostuva ylivirtaama ei ylitä nykyisellään kerran 20 vuodessa toistuvaa ylivirtaamaa. Tällöin alueen rakentuminen ei merkittävästi muuttaisi tulvatilanteessa vallitsevia olosuhteita raakavesikanavassa.

Käytännössä nykytilanteessa korkeimmat ylivirtaamat alueella esiintyvät kevätsulannalla, koska alue on lähes täysin rakentamaton. Väyläviraston VIRTAMITOITUSTYÖKALUN mukaan 50 ha laajuisella valuma-alueella lumen sulannasta aiheutuva mitoitusvalunta $H_{q1/20}$ on Satakunnassa noin 378 l/s/km². Tarkasteltavan valuma-alueen kokonaan on käytetty verraten pientä aluetta, koska valunta muodostuu useilla osavaluma-alueilla (ks. Kuva 2-3).

Arvioidulla mitoitusvalunnalla $H_{q1/20} = 378 \text{ l/s/km}^2$ kaava-alueella muodostuva kevätylivirtaama on noin 1500 l/s, mikä siis olisi suurin yhteisvirtaama, mikä alueelta saisi vesistöihin päästä.

Tarvittava hulevesien hallintarakenteiden kokonaistilavuus V määritettiin seuraavasti:

$$V = ((Q - Q_{\text{out}}) * t)$$

jossa Q = tarkastelualueella muodostuva hulevesivirtaama tulevaisuudessa
 Q_{out} = tarkastelualueelta ulos sallittava virtaama
 t = mitoitusasteen kesto

Laskentaa iteroitiin sateen kestoilla 5 min ... 24 h, jonka jälkeen valittiin suurin kertymä ja sen antanut sateen kesto (Kuva 4-1). Laskelmassa käytetyt mitoitusasteet intensiteetteineen on esitetty alla (Taulukko 4.1). Mitoitusasteiden intensiteeteissä on huomioitu arvio ilmastomuutoksen vaikutuksesta +20 %.

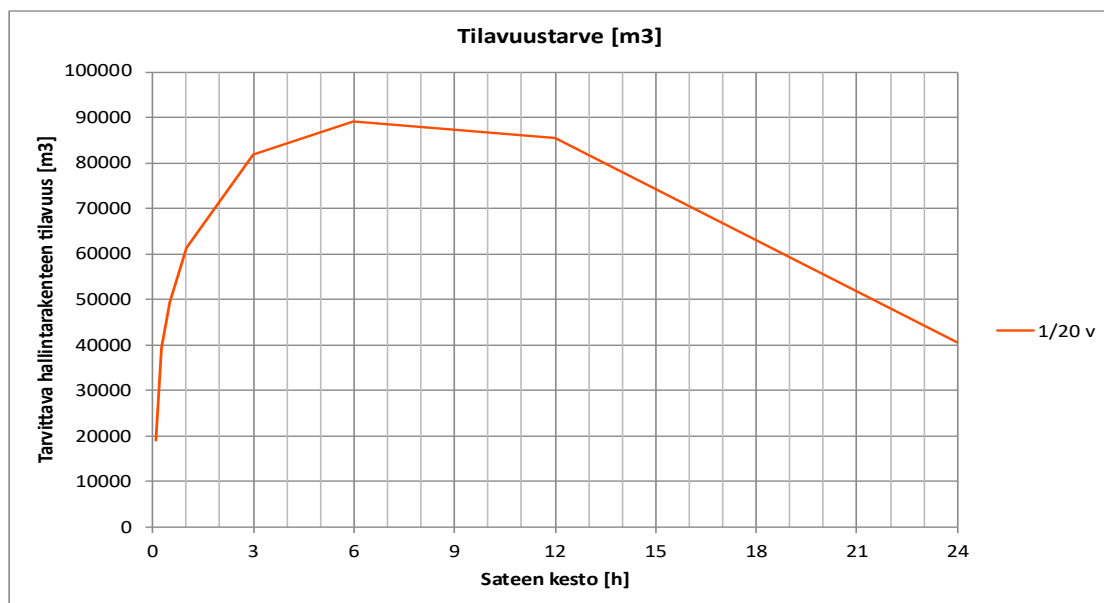
Taulukko 4.1: Mitoituksessa käytetyt sateen intensiteetit. Aineisto on tuotettu Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU) -loppuraportin 2008 perusteella.

Sateen kesto	5 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
Intensiteetti l/s/ha (toistuvuus 1/20 vuodessa +20 %)	300	210	134	86	42	26	16	9

Maksimikertymä eli noin 90 000 m³ saavutetaan sateen kestolla noin 6 h.

Datakeskuksen korttelialueella vastaavalla tavalla laskien suurin sallittava purkuvirtaama on 1100 l/s ja maksimikertymä on noin 85 000 m³. Hulevesien viivytys tapahtuu kokonaisuudessaan korttelialueen sisällä.

Muilla korttelialueilla (T- ja EN-alueet) viivytystarpeeksi jää noin 5 000 m³, josta korttelialueella viivytetään vain tavanomaisilla rankkasateilla muodostuvat hulevedet, ja viivyttämättä jäävä poikkeuksellisten tulvien osuus hallitaan yleisillä alueilla.



Kuva 4-1: Viivytettävä kokonaisvesimäärä koko kaava-alueella sateen kestosta riippuen, kun alueelta sallitaan maksimissaan 1500 l/s poistuva virtaama. Maksimi (noin 90 000 m³) saavutetaan sateen kestolla noin 6 h.

5. Esitys hulevesien hallinnasta

5.1 Hulevesien hallinta

5.1.1 Alueen ulkopuolelta tulevien hulevesien huomioiminen

Valuma-alueen A (ks. Kuva 2-3) päävirtausreitti kulkee nykyisellään kaava-alueen läpi. Kaava-alueen reunalla reitin A valuma-alueen laajuus on noin 72 ha laajuinen. Valuma-alue on rakentamatonta ja reitillä kulkevat virtaamat tavallisesti varsin pieniä, mutta se on silti huomioitava korttelialueiden rakentamisessa, jotta kaava-alueen reunalle ei aiheutuisi vettymishaittaa ja tulvavahinkoja.

Koska reitin säilyttäminen nykyisellä sijainnillaan avouomana tai putkitettuna hankaloittaisi huomattavasti datakeskuksen toimintojen suunnittelua, on reitti tässä selvityksessä esitetty siirrettäväksi URPO-ratavarauksen varteen. Siirto johtaa erittäin syvään kanavaan; syvimmillään pohja on nykyiseen maanpintaan verrattuna yli 9 m syvyydellä ja URPO-radan tasoon verrattuna yli 6 m syvyydellä. Mikäli kanavan länsipuoliset piha-alueet toteutettaisiin radan tasoon, ja kanava tehtäisiin luiskattuna 1:2, olisi sen vaatima tilavaraus leveimmillään siten noin 25 m. Jos kanavan varren pihat jäävät lähemmäs nykyisen maanpinnan tasoa, on kanavan vaatima tilavaraus jopa 35 m levyinen (ks. piirustus 1510087448-001 P2).

Ratavarauksen toteutumisaikataulu on toistaiseksi epävarma. On mahdollista, että rata toteutuu vasta kymmeniä vuosia kaava-alueen rakentamisen jälkeen. Suunnitelmassa on esitetty tästä syystä uomalle vaihtoehtoinen / välivaiheen linjaus, joka sijoittuu alavampaan maastoon. Tämäkin linjaus on eteläpäässään noin 5 m syvässä leikkauksessa (eli tilavarauksen leveys noin 20 m), mutta kaikkein syvin leikkaus vältetään. Toisaalta tämän vaihtoehtoisen linjauksen

pohjoispää sijoittuu todennäköiselle happaman sulfaattimaan alueelle pitemmällä matkalla kuin ratavarauksen länsipuolella kulkeva linjaus. Jos alueella on happaman huuhtouman riskiä, on oja mahdollisesti toteutettava tällä osuudella putkitettuna ja veden johtuminen kaivantotäytöissä estettävä savisuluin maaveden tason laskemisen välttämiseksi.

Kyseinen siirrettävä uoma virtaa alempana kaava-alueella liito-oravan elinalueiden läpi. Koska uoman latvaosan siirto pienentää liito-oravan elinalueella virtaavan uoman valuma-aluetta noin 72 hehtaarilla, on kaavan hulevesisuunnitelmassa pyritty siihen, että korttelialueen pinnantasauksien avulla uoman valuma-aluetta lisätään mahdollisimman paljon (ks. kohta 5.1.2).

5.1.2 Hulevesien johtaminen ja hallinta korttelialueilla

Hulevesien johtaminen ja tulvareitit

Hulevedet johdetaan korttelialueella pääosin putkilinjoissa. Suurimman datakeskuskorttelin keskelle jäävien, rakentamattomina säästettävien metsäisten alueiden läpi kulkevat nykyiset ojat jäävät ennalleen. Valtaosa asemakaava-alueen hulevesistä ohjataan imeyttävän viivytyksen kautta metsäisen alueen keskellä olevaan ojaan. Tavoitteena on kompensoida ojan valuma-alueen poistuvaa osaa mahdollisimman paljon (ks. kohta 5.1.1), jotta liito-oravan elinalueella ja läheisillä happamilla sulfaattimailla hydrologinen tasapaino säilyisi mahdollisimman lähellä nykytilannetta.

Tulvareitit muodostetaan korttelialueella pinnantasauksen avulla ja ne noudattelevat käytännössä pitkälti huleveden putkilinjojen reittejä.

Virtaaman viivytyks

Datakeskuksen korttelialueella (T3-korttelit) tulee tarkastellun viitesuunnitelmaluonnoksen mukaisesti viivytystarpeeksi yhteensä noin 85 000 m³. Korttelin läpäisemättömän pinnan ala on noin 191 ha, joten kiinteistökohtaiseksi veloitteeksi jyvitettyä se on noin 4,5 m³ / 100 päällystettyä m².

Asemakaavan muilla alueilla esitetään viivyttäväksi kiinteistöillä tavanomaisen mitoituksen mukaisesti 1 m³ / 100 päällystettyä m² + ylimenevä osuus yleisillä alueilla. Arvio T4-korttelialueiden läpäisemättömän pinnan määrästä on noin 9,0 ha ja E-alueella noin 0,6 ha, joten näillä kortteleilla kiinteistökohtaisen viivytyksen kokonaistilavuus olisi noin 1 000 m³. Viivytyksen kokonaistarve datakeskuksen korttelialueen ulkopuolella oli noin 5 000 m³ (ks. luku 4), joten yleisille alueille jää viivytystarvetta noin 4 000 m³.

Kaava-alueen pinnanmuodot tulevat muuttumaan varsinkin datakeskuskorttelissa huomattavasti; alue tullaan toteuttamaan käytännössä mahdollisimman tasaisena, huomioiden tulvareittitarpeet ja massatasapaino. Datakeskuskorttelin tasaisuuden vuoksi sen sisäosissa hulevesien viivytyks tulee lähes väistämättä toteutettavaksi maanalaisissa rakenteissa. Laajamittaisten tasausmuutosten yhteydessä on mahdollista toteuttaa laajojakin maanalaisia viivytysrakenteita, joiden yläpuolista maa-aluetta voidaan hyödyntää esimerkiksi pysäköinti- ja liikennealueina tai korttelin viherrakenteissa. Rakenteen päälle tulevan kasvillisuuden suunnittelussa tulee huomioida, että käytettävä kasvillisuus on matalajuurista, jotta juuret eivät tunkeudu hulevesirakenteisiin. Tiettyjen kasvien, kuten pajujen, juuristo voi muodostaa hulevesirakenteissa isokokoisiakin massoja, jotka estävät tehokkaasti veden virtauksen. Istutettavien alueiden alle

sijoitetut hulevesirakenteet on joka tapauksessa syytä suojata juuriestematolla. Ks. myös viivytyksrakenteen periaatekuva (Kuva 5-1).

Datakeskuksen korttelin reunamilla viivytyksrakenteita on mahdollista toteuttaa myös maanpäällisinä painanteina.

Asemakaavan muilla alueilla kiinteistökohtainen viivytys on mahdollista toteuttaa tontinkäytön tiiviyydestä riippuen joko maanalaisena tai maan pinnalla.

Hulevesien imeytys

Hulevesien imeyttäminen alueella on ristiriitaista, koska sammutusjätevesien pääsy raakavesikanavaan tulisi varautua estämään myös maaperän kautta. Siksi hulevesijärjestelmät tulisi käytännössä toteuttaa vettä läpäisemättöminä ja suljettavina (ks. tarkemmin kohta 5.2.2). Toisaalta olisi hyvin tärkeää ehkäistä pohjavedentason putoamista alueella olevilla happamilla sulfaattimailla, jotta niillä ei muodostuisi hapanta valuntaa, joka mobilisoi luonnonmaasta metalleja valumavesiin (ks. tarkemmin kohta 5.3), mistä ne päätyisivät edelleen raakavesikanavaan. Myös nykyisessä luonnontilassaan säästettävien metsäalueiden kannalta olisi hyvä saada hulevesiä myös imeytettyä, ei vain viivytettyä, jotta vettä riittäisi alueen ojiin myös kuivina ajanjaksoina.

Jatkotarkasteluissa selvitetään happamien sulfaattimaiden laajuutta. Jos riski metallien mobilisaatiosta on ilmeinen, tulisi datakeskuksen korttelialueella järjestää hulevesien viivytys kaksivaiheisena siten, että sammutusjätevesille varattavan tiivispohjaisen säiliötilan jälkeen vesi ohjautuisi imeyttämisen mahdollistavaan avopohjaiseen järjestelmään.

Hulevesien käsittely

Alueella muodostuvien hulevesien ei arvioida olevan erityisen likaisia. Kohteen hulevedet muodostuvat suurelta osin kattopinnoilla, ja alueelle suunniteltu teollisuus ei arvioida olevan esimerkiksi logistiikan tai kemikaalien käytön kannalta intensiivistä. Pysäköinti- ja liikennealueen hulevedet vastannevat laadultaan tavanomaista kaduilla ja pysäköintialueilla muodostuvaa hulevetä. Hyvän hulevesien hallinnan periaatteen mukaisesti suositetaan näitä vesiä esikäsitteltäväksi 2 mm sademäärää vastaavalla mitoituksella.

OYK:n hulevesien hallinnasta määrätään, että korttelialueilla vähintään 20 % hallintarakenteiden tilavuudesta tulee sijaita maanpäällisessä biosuodatuspainanteessa. Esitettävällä korttelikohtaisella mitoitusvaateella $4,5 \text{ m}^3/100$ päällystettyä m^2 vastaisi 20 % tällöin mitoitusta $0,9 \text{ m}^3 / 100$ päällystettyä m^2 , kun hyviin tuloksiin päästään jo selvästi pienemmällä mitoituksella. Alkuperäinen OYK mitoitus biosuodatukselle tarkoitti OYK:n kiinteistökohtaisen viivytysvelvoitteen perusteella $0,2 \text{ m}^3 / 100$ päällystettyä m^2 ja se vastaa 2 mm sademäärää. Eteläisen Suomen keskimääräinen vuorokausisadanta on noin 2 mm, ja 80 %:ssa sadetapahtumista sademäärä on korkeintaan 2 mm (SY 31/2008 Rankkasateet ja taajamatulvat -loppuraportti).

Asemakaava-alueen pysäköinti- ja liikennealueiden hulevesien käsittelyn mitoitusperusteeksi esitetään em. perustein $0,2 \text{ m}^3 / 100$ päällystettyä m^2 . Biosuodatuksen lisäksi viime vuosina käyttökelpoisena menetelmänä on tullut markkinoille erilaisia kaivoihin asennettavia suodatinjärjestelmiä, joten kaavamääräystä ei ole tarpeen rajata enää pelkästään maanpäällisiin menetelmiin.

5.1.3 Hulevesien johtaminen ja hallinta yleisillä alueilla

Hulevedet johdetaan vastaanottaviin vesistöihin yleisten alueiden kautta. Kaava-alueen eteläosassa yleisille alueille myös siirretään joitain pieniä hulevesireittejä, jotka muuten olisivat johtuneet datakeskusalueelle. Uudet, siirrettävät ja nykyisellään säilytettävät hulevesireitit on esitetty hulevesisuunnitelman asemapiirroksessa.

Kaava-alueen itäosan teollisuuskortteleissa kiinteistökohtainen viivytysvelvoite on tavanomainen, ja poikkeuksellisten tulvien hallintaan on tehty kaavaan aluevaraukset yleisille alueille.

5.2 Sammutusjätevesien hallinta

Sammutusjätevesien määrään vaikuttaa oleellisesti valitun paloskenaarion toteutuminen. Tämänhetkisessä suunnitteluvaiheessa ei ole vielä tiedossa rakennusten tosiasiallisia ominaisuuksia esimerkiksi palo-osastokokoihin liittyen, tarkempaan energiainfrastruktuuriin tai rakenneteknisiä detaljeja suunniteltavien keskusten katteista. Yleensä datakeskuksiin kuuluu energiainfrastruktuuria, kuten muuntajat, jotka tulee tarkastella tapauskohtaisesti erikseen varsinaisessa suunnitteluvaiheessa.

Datakeskushalleissa on yleisesti operaattorien ja näiden vakuutusyhtiöiden vaatimuksesta käytössä automaattinen sammutuslaitteisto.

Sammutusjäteveden määrää on arvioitu tarkemmin liitteessä 2.

5.2.1 Mitoittavat paloskenaariot

Ensimmäisenä tarkasteltavana skenaariona on katolla tai sen rakenteissa tapahtuva palo, missä katteen alusta ei täytä A2-s1, d0 – luokan vaatimuksia. Skenaariossa palo on päässyt kehittymään koko pinta-alalle. Tarkasteltava skenaario on mahdollinen, mutta pidetään hyvin epätodennäköisenä ja se esitetään vain kuvaamaan äärimmäistä suuronnettomuustilannetta. Ympäristöministeriön asetus 848/2017 edellyttää suuret kattopinnat jaettavaksi osiin seuraavasti: Suuret kattopinnat on jaettava enintään 2 400 neliömetrin osiin. Vaatimus ei koske tapauksia, joissa katteen alusta on vähintään A2-s1, d0 -luokkaa tai muita ratkaisuja, joiden paloturvallisuustasoa voidaan pitää hyväksyttävänä.

Kattopinta jaetaan osiin pysty- tai vaakasuorilla palokatkoilla. Ne sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan alla olevien osastoivien seinien kohdalle. Jos lämmöneriste ei ole vähintään luokkaa A2-s1, d0, katteen palokatkon kohdalla lämmöneriste katkaistaan ja katkaisun on ulotuttava eristetilan alapintaan asti.

Toisena skenaariona tarkastellaan katolla olevan aurinkopaneelikentän paloa ja sammuttamiseen käytettävää sammutusveden ja siitä muodostuvan sammutusjäteveden määrää. Suurimmat aurinkopaneelikentät voivat olla kooltaan 20mx20m, jolloin suurin mitoittava aurinkopaneelikentän palo katolla on 400m².

Kolmantena skenaariona tarkastellaan kuljetuskaluston eli säiliökuorma-auton paloa purkupaikalla. Säiliökuorma-autopalossa on huomioitu sammutusjätevesien muodostuminen pelastuslaitoksen suorittaman sammutustyön mukaisesti.

Kohteen suunnittelu tarkentuu kohti rakennuslupaprosessia, minkä yhteydessä tarkentuvat niin energiainfrastruktuurit kuin rakennusten ominaisuudet.

Sammutusjätevedelle on oltava talteenottojärjestelmä, jolla estetään terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden hallitsematon leviäminen maastoon tai vesistöön sammutusjäteveden mukana. Sammutusjätevedet saattavat sisältää polttoaineita, vaarallisia kemikaaleja, hajoamistuotteita sekä vaahtoliuosta. Vaarallisia/haitallisia kemikaaleja datakeskuksilla ovat muuntajien sisältämä muuntajaöljy, sekä varavoimakoneen polttoaine. *Kemikaalien määrä tarkentuu suunnittelun edetessä, mutta keräilyn määrään tällä on hyvin vähän vaikutusta.*

Enimmäismäärät laadittujen skenaarioiden perusteella:

1. 2400 m² kattopinta-alan palo

Tilastopohjainen arvio sammutusajasta: 880 minuuttia.

Tarvittava sammutusveden määrä: 5396 m³

Sammutusjäteveden määrä: 2698 m³

Tarvittava sammutusvesivuo: 68,15 l/s

2. 400 m² aurinkopaneelikentän palo

Tilastopohjainen arvio sammutusajasta: 320 minuuttia.

Tarvittava sammutusveden määrä: 640 m³

Sammutusjäteveden määrä: 320 m³

Tarvittava sammutusvesivuo: 27,78 l/s

3. Säiliökuorma-auton palo

Tilastopohjainen arvio sammutusajasta: 88,27 minuuttia.

Tarvittava sammutusveden määrä: 49,92 m³

Sammutusjäteveden määrä ja kuljetettavat öljytuotteet: 36,9 m³

Tarvittava sammutusvesivuo: 7,75 l/s

Tehdyn tarkastelun osalta skenaarion 1. mukainen laskelma on maksimaalinen onnettomuusskenaario. Kohteessa on kuitenkin oletusarvoista, että pelastuslaitos ehtii rajaamaan palon siten, että se ei leviä niin suurelle alueelle. Mitoittavana skenaariona datakeskusalueella voidaan siis pitää aurinkopaneelikentän paloa.

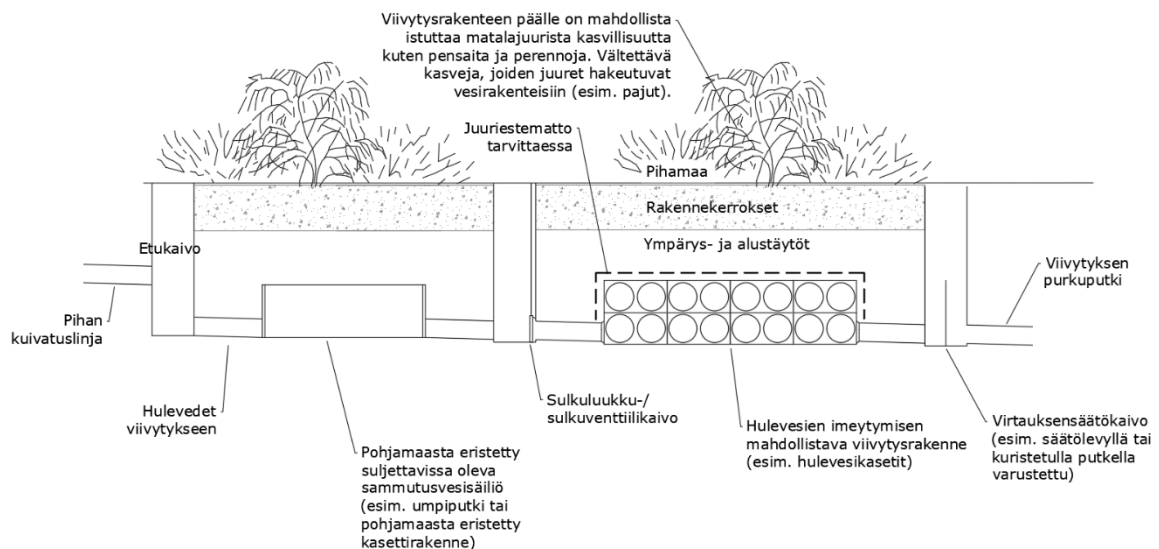
Sammutusvesien tarvearvio voidaan tehdä rakennusten suunnitteluvaiheessa kevyen teollisuuden vaatimusten mukaisesti, 60 l/s.

Sammutusjätevesien määrän osalta on huomioitava, että tässä suunnitteluvaiheessa ei ole vielä tarkempia tietoja rakennusten ominaisuuksista. Sammutusjätevesien määrä tulee tarkentumaan suunnittelun edetessä kohti rakennuslupaprosessia.

5.2.2 Sammutusjätevesien hallinnan ja keräilyn periaatteet

Sammutusjätevedet päätyvät palotilanteessa korttelin hulevesijärjestelmään. **Jotta sammutusjätevesiä ei pääsisi missään tilanteessa raakavesikanavaan, tulee järjestelmä**

Jos hulevesien hallintarakenteita toteutetaan imeyttävinä, on sammutusjätevedet pystyttävä varastoimaan ennen vesien imeytysjärjestelmään pääsyä. Esimerkki eristetystä sammutusjätevesien säiliöstä yhdistettynä huleveden imeytymisen mahdollistavaan rakenteeseen on esitetty alla (Kuva 5-1).



Rakennuksia ympäröivä piha-alue on päällystettävä siten, että sammutusjätevesille ei jää maapohjaisia valumareittejä.

5.3 Happamien sulfaattimaiden huomioiminen

20

hapettumisesta muodostuvat haitalliset ympäristövaikutukset voivat kestää useita kymmeniä tai jopa satoja vuosia. Tyypillinen vaikutus on metalli-ionien huuhtoutuminen maaperästä pH:n laskiessa, joka johtaa kohonneisiin metallipitoisuuksiin vastaanottavissa vesistöissä.

Happamat sulfaattimaa-alueet luokitellaan teräsrakenteille korroosio-ominaisuuksiltaan tavanomaisesta poikkeavaksi Väyläviraston 14/2023 ohjeen *Eurokoodin soveltamisohje Geotekninen suunnittelu -NCCI 7* mukaan. Betonin rasisluokkaan vaikuttavat maaperän pH-arvo ja sulfaattipitoisuus. Tutkituissa näytteissä maaperän pH on ollut matalimmillaan 2,9 ja rikkipitoisuus 18 000 mg/kg. Maaperän korroosio-olosuhteet edellyttävät erikoisgeoteknisiä ratkaisuja, jotka huomioivat alueen aggressiiviset olosuhteet. Happamilla sulfaattimailla sulfaattipitoisuus kasvaa maaperän hapettumisen seurauksena. Auki kaivaessa maa-aines voi päästä hapettumaan, mutta hapettumista rakentamisen aikana voidaan hallita kalkituksella. Tulee kuitenkin huomioida, että mikäli maaperän kuivatustasoa muutetaan, maaperä voi hapettua ja samalla sulfaattipitoisuus kasvaa voimakkaasti.

Alueen rakennustoimenpiteiden aikana on varauduttava happamien kaivantovesien muodostumiseen, sekä tarvittaessa veden neutralointiin. Kaivantojen auki pitoaika tulee minimoida, jotta kaivannon reunojen happamat sulfaattimaat eivät pääse hapettumaan. Tarvittaessa kaivantojen reunat tulee neutraloida kalkilla. Toimenpiteillä voidaan välttää happamien kaivantovesien muodostumiselta ja käsittelytarpeilta.

Massanvaihtomassojen läjittämistä/välivarastointia alueella tulee välttää, jotta niiden hapettumisen aiheuttamien happamien ja metallipitoisten valumavesien riskiltä voidaan välttää. Välivarastoinnin ajaksi massat on käsiteltävä soveltuvien menetelmin esimerkiksi kalkitsemalla ja/tai peittämällä. Neutraloivan aineen määrän arviointi tulee tehdä asiantuntijan toimesta. Alueelta poistettavat happamat sulfaattimaat on toimitettava happamien sulfaattimaiden asianmukaisesta käsittelystä vastaavalle luvanvaraiselle maankaatopaikalle, mikäli happamien sulfaattimaiden hyötykäyttö kohteella ei ole mahdollista. Massojen mahdollinen välivarastointi, hyötykäyttö ja siihen liittyvät toimenpiteet (esimerkiksi massojen neutralointi ja stabilointi) tulee suunnitella hyvissä ajoin ennen varsinaisia rakennustoimenpiteitä.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/136000/SY_4_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5.4 Pilaantuneiden maiden huomioiminen

Pilaantuneet maat tulee huomioida mahdollisten ympäristö- ja terveysriskien sekä haittojen välttämisen ja hallitsemisen näkökulmasta. Ennen rakennustoimien aloittamista tehtävällä suunnittelulla voidaan esim. minimoida pilaantuneista maista tai jätteistä aiheutuvia ylimääräisiä taloudellisia riskejä, kuten lisätutkimuksista aiheutuvaa töiden keskeytymistä ja viivästymistä tai kynnysarvomaiden vastaanotosta aiheutuvia vastaanottomaksuja.

Ampumaratojen alueella on vuonna 2024 toteutetussa tutkimuksessa todettu raskasmetalleilla ja PAH-yhdisteillä pilaantunutta maata, mikä edellyttää alueella tehtäviä kunnostus- ja/tai riskienhallintatoimenpiteitä. Pilaantuneen maaperän puhdistaminen edellyttää ympäristönsuojelulain 136§ mukaisen ilmoituksen laatimista paikalliselle ELY-keskukselle. Kunnostustavoitteet määritetään kohdekohtaisella riskinarviolla tai alueen käytön mukaan valituilla VNa 214/2007 viitearvoilla.

Suoritettavien maankaivutoimenpiteiden yhteydessä haitta-ainepitoisuuksiltaan VNa 214/2007 alemmat ohjearvot ylittävä maa-aines tulee toimittaa luvanvaraiseen vastaanottoaikaan. Kynnyksarvomaita voidaan mahdollisesti hyödyntää alueella, mikäli tämä on suunnitelmallista ja asiaan on Rauman ympäristönsuojelun hyväksyntä. Alueelta poistettavan maa-aineksen haitta-ainepitoisuudet tulee tarkistaa ympäristötekniikan asiantuntijan toimesta jokaisen radan alueelta mahdollisesti tehtävien kaivutöiden yhteydessä.

Ampumaratatoiminnan ympäristökuormituksen kannalta olennaisimpia haitta-aineita ovat raskasmetallit. Raskasmetallien kulkeutumiseen vaikuttavat mm. olosuhteet, kuten maalaji, kasvillisuus ja maan kosteus sekä pH-arvo. Tyypillisesti happamat olosuhteet lisäävät metallien kulkeutumista. Ampumarata sijaitsee Tauron pellon alapuolisen hulevesireitin tuntumassa. Mikäli tuleva rakentaminen edellyttää kaivua läheisellä happamien sulfaattimaiden alueella tai hulevesireitteihin tehdään muutoksia, jotka alentavat pohjaveden pinnantasoja, tulee alueella huomioida, ettei mahdollinen hapan valunta pääse kosketuksiin pilaantuneiden maa-alueiden ja mahdollisesti pilaantuneiden oja- ja sedimenttien kanssa (Ympäristöministeriö 2014).

Ampumaradan alueelle suunnitellaan rakentamista ja länsipuolella välittömässä läheisyydessä kulkee myös rautatieliikenteen yhteystarve (URPO-rata). Pilaantuneen alueen puhdistaminen tulee todennäköisesti ajankohtaiseksi viimeistään alueelle tehtävien pintamaan poistojen ja muokkausten yhteydessä. Ennen asemakaavan toteuttamista suositellaan, että ampumarata-alueesta laadittaisiin vuoden 2024 tutkimusraportissa esitetty tarkennettu riskinarvio, jotta voidaan määritellä haitta-aineiden kulkeutumisriskit ja kunnostuksen tavoitteet.

Moottoriradan alueella on syytä varautua esim. mahdollisiin kaivu- ja maarakentamisen yhteydessä tehtäviin ympäristötekniikan näytteenottajaa edellyttäviin näytteenottoihin/maa-aineksen laadun seurantaan, päivitetyn pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin laatimiseen tai alueelta poistettavan jätepitoisen maa-aineksen välppäys- tai vastaanottokustannuksiin.

Huomionarvoista on, että vaikka pilaantuneet maat alueelta poistettaisiinkin, ei se silti täysin poista riskiä sulfaattimaiden hapettumiseen liittyvästä metallipitoisuuksien kasvusta valumavesissä (ks. kappale 2.3.2 ja 5.3) maaperän luonnollisten metallipitoisuuksien vuoksi. Tällöin valumavesien metallipitoisuudet ovat kuitenkin vähemmän haitallisia.

Ympäristöministeriö. 2014. Ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinta.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/136000/SY_4_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5.5 Rakentamistöiden aikana muodostuvat hulevedet

Työmaavesissä on tyypillisesti paljon hienojakoista kiintoainesta, jonka poistaminen periaatteessa onnistuu joko laskeuttamalla tai suodattamalla. Hienojakoisen aineksen poisto vaatii kuitenkin erittäin laaja-alaisia laskeutusjärjestelmiä. Pienialaisissa järjestelmissä virtausnopeus jää liian nopeaksi, jolloin hienoaineksen on fyysikaalisesti mahdotonta laskeutua. Suodattavilla rakenteilla puolestaan ongelmaksi nousee työmaavesien korkeat kiintoainepitoisuudet, jotka hyvin nopeasti (jopa tunneissa) tukkivat suodattavat rakenteet. Jotta suodattimet eivät tukkeudu, niissä joudutaan usein käyttämään niin karkeaa suodatinainesta, että hienojakoinen kiintoaines karkaa suodattimen läpi.

Tästä syystä **rakentamistöiden aikaisessa hulevesien hallinnassa ensisijainen prioriteetti on ehdottomasti oltava mahdollisimman pitkälle ehkäistä likaisten hulevesien syntymistä.**

Työmaan hulevesien hallinta tulee suunnitella ja dokumentoida ennen työmaan aloittamista. Suunnitelmaa on päivitettävä ja pidettävä ajan tasalla työmaan etenemisen mukaan.

5.5.1 Likaisten hulevesien syntymisen ehkäisy

Likaisten hulevesien syntymisen ehkäisemisen keinot tärkeysjärjestyksessä:

- 1) **Kasvipeitteen säilyttäminen mahdollisimman pitkään.** Kiintoainespitoiset vedet työmaalla syntyvät alueilla, joista kasvipeite on poistettu. Esim. työkoneiden ja muun **työmaaliikenteen kulkureittien sekä työmaan vaiheistuksen huolellinen suunnittelu** on osoittautunut selkeästi tehokkaimmaksi (ja myös edullisimmaksi) tavaksi vähentää työmailla muodostuvaa hulevesikuormitusta.
- 2) **Puhtaiden vesien hallinta.** Tausta-alueilta työmaan suuntaan virtaavat **puhtaat pintavedet tulee ohjata työmaan ohitse** niin, että ne eivät pääse sekoittumaan työmaavesiin tai pääsemään kuivana pidettäviin kaivantoihin. Tämä vähentää myös käsiteltävää vesimäärää työmaalla.

Kun rakennuksen katto on valmis, katolta alkaa tulla sateilla suuria määriä puhdasta hulevettä. **Kattovesiä ei tule johtaa työmaahulevesien kanssa samoihin rakenteisiin**, koska katolta tulevat äkilliset virtaamapiikit huuhtoisivat käsittelyrakenteisiin jääneen lietteen mukanaan. Kattovedet ohjataan mahdollisimman pian huleveden lopputilanteen viivytyksrakenteisiin.

- 3) **Läjitysten hallinta ja luiskien suojaaminen.** Läjitetty massat ovat kaikkein altteimpia yksittäisiä kohteita kiintoaineksen huuhtoutumiselle, koska ne ovat löyhtyneitä ja luiskat ovat tyypillisesti hyvin jyrkässä kaltevuudessa. **Maa-aineksia ei pidä läjittää hulevesiä keräävien rakenteiden, esimerkiksi ojien tai ritiläkaivojen lähelle.** Suojavyöhykkeeksi tulee jättää vähintään 5 m kasvipeitteistä aluetta. Valunta läjityksiltä suoraan ojiin tai ritiläkaivoihin tulee estää, ja pitkäaikaiset läjityspaikat valita siten, että valumavedet eivät pääse hulevesiviemäriin, ojiin tai vesistöihin. Rakennetut luiskat, jotka ovat 1:3 tai jyrkempiä, tulee suojata eroosiosuojamatolla tai suodatinkankaalla, kunnes luiska on katettu joko lopullisella pintamateriaalilla tai kasvillisuudella.
- 4) **Emulsioräjähteen käyttäminen louhintatöissä.** Vanhemman tyyppisillä räjähdaineilla räjähdysten jälkeen maastoon jäävän jäännöstyypen määrät ovat huomattavasti korkeammat kuin uudemmilla emulsioräjähteillä. Typpipäästöjä voidaan myös vähentää käyttämällä räjäytyksissä digitaalisia nalleja. Typeä on käytännössä hyvin vaikea poistaa hulevesistä työmaaloissa, joten räjähdetäineen valinta ja huolellisuus louhintatöissä ovat paljon käsittelyä tehokkaampia toimenpiteitä vähentämään louhintatöiden aiheuttamaa typpihuuhtoumaa vesistöihin.
- 5) **Kaivantojen järkevä kuivatus.** Kaivantovesien pumppauksessa tulee kiinnittää huomiota pumpun sijoittamiseen kaivannossa. Suoraan kaivannon maapohjalle asetettu pumppu imee veden mukana huomattavasti maa-ainesta, mikä aiheuttaa hulevesien

käsittelyrakenteiden nopeaa liettymistä ja tiheää huoltotarvetta. Tätä voi estää hyvin yksinkertaisesti sijoittamalla pumppu kaivannon pohjalla esimerkiksi laastipaljuun.

- 6) **Jätteiden ja pesuvesien hallinta.** Rakennustyömaat aiheuttavat kiintoainekuormituksen lisäksi pienvesien roskaantumista. **Työmaalla tulee kiinnittää huomiota jätehuoltoon** ja jätteiden varastointiin. Valumuottien, betonimyllyjen, betonautojen yms. sementtipitoisia **pesuvesiä ei saa päästää ympäristöön**, kaupungin hulevesiviemäriin tai työmaahulevesien käsittelyjärjestelmään. Pesuvedet ovat voimakkaan emäksisiä ja sisältävät myös erilaisia haitta-aineita. Sama koskee myös maalaus-, tasoint- ym. työvälineiden pesuvesiä. Jos alueella on tarvetta pestä työkoneita, ne huuhdotaan pelkällä vedellä ilman kemikaaleja.

5.5.2 Likaisten hulevesien puhdistamismenetelmiä

Jos työmaalla kertyy em. toimenpiteiden jälkeen niin paljon likaisia hulevesiä, että niitä ei ole mahdollista imeyttää paikallisesti maastoon, tulee hulevedet käsitellä ennen vesistöön johtamista. Alla on joitakin hyväksi havaittuja käsittelymenetelmiä.

Pintavalutus

Kiintoainespitoisia hulevesiä on mahdollista käsitellä pintavalutuksella kasvipeitteiselle alueelle. Pintavalutus voidaan toteuttaa vain alueelle, jonka kasvillisuutta ei ole poistettu ja jossa ei ole ajettu työkoneilla. Menetelmässä hulevesivirtaama jaetaan tasaisesti esim. toisesta päästään tulpatulla, maanpinnalle korkeuskäyrää pitkin vedetyllä salaojaputkella tai rei'itetyllä letkulla mahdollisimman leveälle, kasvipeitteiselle alueelle. Hulevesi imeytyy maahan ja kiintoaines jää maan pintakerrokseen.

Jakoputken alapuolisella kentällä ei saa ajaa työkoneilla, jotta maastoon ei synny vettä nopeasti johtavia, kiintoaineksen huuhtoutumiselle alttiita pyöränuria. Tarvittaessa jakoputken sijaintia maastossa vaihdetaan (esimerkiksi, jos ympäröivä maaperä vettyy niin voimakkaasti, että vesiä alkaa kertyä merkittävässä määrin maastoon, kasvillisuus vaikuttaa kärsivän märkyydestä tai vedet alkavat valua suoraan ojiin).

Pintavalutukselle ei ole mahdollista antaa yksiselitteistä mitoitusta, koska se riippuu voimakkaasti työmaavesien laadusta, kasvillisuudesta, valutusalueen kaltevuudesta ja maaperästä. Yleisesti ottaen kuitenkin

- valutusalueen kaltevuuden pitäisi olla vähintään noin 0,5 % ja korkeintaan noin 5 %
- jokainen 1 l/s mitoitusvirtaama vaatii karkeasti arvioiden vähintään 20 m jakoletkua
- valutuskäistän leveys oltava vähintään 5 m

Laskeutus

Laskeutusallas voidaan kaivaa tai muodostaa patoamalla. Nykyisiä ojauomia on mahdollista hyödyntää laskeutusaltaina patoamalla niitä esimerkiksi murskekynnyksellä. Laskeutusaltaan mitoituksena tulee käyttää vapaan vesipinnan ala laskeutusaltaalla vähintään 5 % sitä kuormittavan työmaa-alueen pinta-alasta, mikä vastaa myös RT-kortissa 89-11230 esitettyä mitoitusta. Altaan syvyys tulee olla vähintään 1 m.

Veden johtamiseen laskeutusaltaalle tulee kiinnittää huomiota: tulovirtaus tulee rauhoittaa esimerkiksi tuomalla se patokynnyksen yli tai kaivonrenkaan kautta. Vesi johdetaan laskeutusaltaaseen mahdollisimman kauas vesien poistokohdasta, jotta altaan koko pinta-ala

tulisi hyödynnettyä. Vettä ei saa johtaa suoraan altaan pohjalle putkella, jotta virtaus ei häiritse kiintoaineen laskeutumista.

Vesi tulee poistaa altaan pinnalta tasaisesti ja rauhallisesti, esimerkiksi suodatinkankaalla ja murskeella eroosiosuojatun patokynnyksen yli tarkastuskaivoon tai ojaan. Yksinomaisena käsittelymenetelmänä ns. suotopatoa ei voi hyväksyä, vaan siihen tulee aina yhdistää vesialtaaltaan riittävä (ks. yllä 5 % nyrkkisääntö) laskeutusallas.

Laskeutusallas ei ole huoltovapaa järjestelmä. Lietteen kertymistä altaaseen tulee tarkkailla ja poistaa liete viimeistään, kun allas on puolillaan sedimenttiä. Allasta rajaaviin penkereisiin tai suotopatoihin voi ajan mittaan tulla eroosioaurioita, jotka tulee myös korjata. Mitä vähemmän työmaahulevesiin huuhtoutuu kiintoainesta työmaalta, sitä vähemmän laskeutusallasta tarvitsee huoltaa.

Tekniset ratkaisut

Viime vuosina markkinoille on tullut erilaisia teknisiä, konttityyppisiä siirreltäviä ratkaisuja työmaavesien käsittelemiseksi. Ne soveltuvat erityisesti ahtaille työmaille tai paikkoihin, joissa korkeuseroa on käytettävissä vain vähän ja työmaan kuivatus edellyttää joka tapauksessa pumppauksia. Ratkaisujen mitoituksessa ja huollossa tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeita.

5.6 Ehdotukset kaava- ja yleismääräyksiksi

Seuraavia hulevesien hallintaan liittyviä velvoitteita esitetään vietäväksi joko asemakaavaan tai asemakaavan rakennustapaohjeeseen.

Hulevesien hallinnan suunnittelu:

- Rakennuslupaprosessin yhteydessä on esitettävä erillinen sade-, sulamis- ja pintavesien (hulevesien) johtamissuunnitelma lopulliseen tilanteeseen huomioiden tarvittaessa rakentamisen vaiheistus.

Työmaan hulevesien hallinta:

- Työmaavaihetta varten on laadittava erillinen työmaahulevesien hallintasuunnitelma, jota ylläpidetään työmaan etenemisen mukaan. Suunnitelmassa on esitettävä työmaalla käytettävät konkreettiset keinot likaisten hulevesien syntymisen ehkäisemiseksi ja likaisten hulevesien käsittelemiseksi. Happamien sulfaattimaiden alueille sijoittuvilla työmailla esitetään suunnitelmassa lisäksi keinot happaman valuman ehkäisemiseksi.
- Räjätystöissä käytetään emulsioräjähdettä tai vastaavaa niukasti tyyppihuuhtoumaa aiheuttavaa räjähdettä.
- Rakentamisen aikaiset hulevedet tulee viivyttää ja käsitellä korttelialueella siten, että tontilta purettava vesi ei heikennä vastaanottavan vesistön vedenlaatua.

Hulevesien viivytytys ja käsittely:

- Datakeskuksen korttelissa (T3) hulevesiä tulee viivyttää ja käsitellä kiinteistöllä siten, että viivytystilavuutta varataan 5 m³ jokaista 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa kohden. Hallintarakenteen tyhjenemisen tulee kestää vähintään 16 tuntia ja korkeintaan 24 tuntia, ja rakenteella tulee olla ylivuotoreitti toimintahäiriöiden varalta.
- Muilla korttelialueilla hulevesiä tulee viivyttää ja käsitellä kiinteistöillä siten, että viivytystilavuutta varataan 1 m³ jokaista 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa kohden.

Hallintarakenteen tyhjenemisen tulee kestää vähintään 2 tuntia ja korkeintaan 12 tuntia, ja rakenteella tulee olla ylivuotoreitti toimintahäiriöiden varalta.

- Liikennöitäviltä alueilta tulevat hulevedet on vähintään 2 mm sademäärään asti esikäsiteltävä suodattavilla menetelmillä ennen viivytykseen johtamista. Mitoitus vastaa tilavuutta $0,2 \text{ m}^3$ jokaista 100 m^2 vettä läpäisemätöntä pintaa kohden.
- Hulevesien käsittelyn yhteyteen on laadittava laskelmin osoitettu riittävä keruukapasiteetti sammutusjätevesille. Keruualtaiden on oltava suljettavia ja niiden sekä sammutusjätevesien valumareittien ja keruujärjestelmien tulee olla vettä läpäisemättömiä. Sammutusjätevesien keruujärjestelmät sulkuventtiileineen on sisällytettävä kiinteistön kunnossapitosuunnitelmiin ja ne on katselmoitava riittävän usein. Hulevesialtaat voivat toimia sammutusjätevesien keruualtaina, jos em. ehdot täyttyvät.

Riskienhallinta, kemikaalien varastointi ja käsittely:

- Alueet, joilla käsitellään öljyä ja muita kemikaaleja tulee kestopäällystää. Mahdollisilla tankkausalueilla ja öljysäiliöiden täyttöalueilla muodostuvat hulevedet tulee johtaa öljynerottimen kautta.
- Ympäristölle haitallisten tai vaarallisten kemikaalien kulkeutuminen kunnan hulevesijärjestelmään, kiinteistön ulkopuolelle tai imeytyminen maaperään tulee estää.
- Vaarallisten kemikaalien varastoinnin turvallisuus on tarvittaessa varmistettava säiliöiden törmäyssuojauksin ja mahdollisen vuodon keräävin allastuksin.
- Kiinteistöllä on oltava välineet mahdollisen kemikaalivuodon sitomiseen ja rajoittamiseen sekä toimintasuunnitelma kiinteistöltä karkaavien haitallisten tai vaarallisten aineiden hallinnasta.
- Prosessi- ja pesuvesien käsittely selvitetään rakennusluvan yhteydessä.

Happamat sulfaattimaat

- Mahdolliset happamien sulfaattimaiden esiintymät tulee huomioida ennen rakentamisen aloittamista. Maamassat tulee käsitellä niin, ettei happamia valumavesiä joudu vesistöihin, jotka alueella johtavat raakavesikanavaan. Rakennushankkeet tulee suunnitella siten, että ne eivät aiheuta happamien sulfaattimaiden alueella pohjaveden tason laskemista.

Pilaantuneet maat

- Pilaantuneet maat tulee poistaa alueelta ja käsitellä tai puhdistaa paikalla ennen rakennustöihin ryhtymistä.

Sammutusjätevedet

- Hulevesien käsittelyn yhteyteen on laadittava laskelmin osoitettu riittävä keruukapasiteetti sammutusjätevesille. Keruualtaiden on oltava suljettavia ja niiden sekä sammutusjätevesien valumareittien tulee olla vettä läpäisemättömiä. Sammutusjätevesien keruujärjestelmät sulkuventtiileineen on sisällytettävä kiinteistön kunnossapitosuunnitelmiin ja ne on katselmoitava todisteellisesti riittävän usein.

Hulevesien viivytyksen mitoitusarvoksi sovittiin hankeryhmässä edellä esitetysti $5 \text{ m}^3 / 100$ vettä läpäisemätöntä m^2 , vaikka mitoituksen täyttävä minimiarvo olisi noin $4,5 \text{ m}^3 / 100$ vettä läpäisemätöntä m^2 , missä oli huomioitu jo arvio ilmastonmuutoksen vaikutuksesta sateiden intensiteettiin (+20 %). Tällä vastataan edelleen ilmastonmuutokseen liittyviin epävarmuustekijöihin.

5.7 Vertailua vuoden 2024 tulvaan

Vuonna 2024 satoi Rauman Pyynpään mittausasemalla jaksolla 20.-23.11. lumenä 24 mm sademäärää vastaava lumimäärä, ja 24.-25.11. vielä vetenä 44,5 mm. Aiemmin sataneen lumen sulannan vuoksi 24.-25.11. kokonaisvalunta oli yhteensä noin 68 mm kahden vuorokauden aikana, mikä aiheutti kaupungissa monin paikoin tulvimista.

Lakari eteläisen asemakaavassa esitetään T3-korttelissa viivytystilavuudeksi 5 m³ / 100 vettä läpäisemätöntä m², ja muualla hulevesiä viivytetään vastaava määrä kortteli- ja yleisille alueille jakautuen. Täysin vettä läpäisemättömällä pinnalla 1 mm sademäärä aiheuttaa 0,1 m³ valunnan 100 m²:ä kohti. Kaavassa varattu viivytystilavuus riittää siis varastoimaan 50 mm sademäärän, jos viivytysrakenteet ovat sateen alkaessa tyhjä, eikä purkuvirtaamaa huomioida. Tämä vastaa noin 74 % vuoden 2024 tulvan kokonaisvalunnasta. Viivytysrakenteiden jatkuvan, pienen poistovirtaaman vuoksi niille mahtuu käytännössä hieman suurempi sademäärä kuin 50 mm, ennen kuin rakenteet täyttyvät ylivuototasoonsa.

6. Jatkosuunnittelutarpeet

Seuraavissa suunnitteluvaiheissa tulee tarkentaa alueen tulevia korkeussuhteita pyrkien suunnittelukohteessa massatasapainoon, ts. alueelta kaivettavat maa- ja kiviainekset pystytään käyttämään alueen sisäisiin täyttöihin. Datakeskuskorttelissa olisi kuitenkin tärkeää, että maanpinta viettäisi kohti korttelin itä- ja koillisosan metsäisiksi jätettäviä alueita mahdollisimman laajalta alueelta. Ratkaisu sekä vähentää riskiä happamasta huuhtoumasta ja raskasmetallien mobilisaatiosta valumavesiin, että säilyttää luonnontilaiseksi jätettävän alueen hydrologista tasapainoa.

Samasta syystä (metallien mobilisoitumisen ehkäiseminen ja luonnontilaisten alueiden hydrologisen tasapainon säilyttäminen) suositetaan jatkosuunnittelussa selvitettäväksi hulevesien imeytyksen mahdollisuuksia. Mahdollisen imeytyksen suunnittelussa pitää kuitenkin ehdottomasti huomioida sammutusjätevesien hallinta. Toimiva ratkaisu edellyttää todennäköisesti kaksiosaista järjestelmää, jossa osa viivytysrakenteista toteutetaan vettä läpäisemättöminä säiliöinä ja osa esimerkiksi kasettirakenteina. Ratkaisun riskejä ja etuja tulee punnita raakavesikanavan vedenkäyttäjien kanssa.

Happamien sulfaattimaiden esiintymisen laajuutta ja hapontuottopotentiaalia on tarkoitus selvittää jatkotyönä. Osa alkuvuodesta 2025 suunnitelluista näytepisteistä jäi toteuttamatta, koska pellot olivat viljelykäytössä.

Datakeskuskorttelin suunnittelun edetessä suositetaan vielä uudelleen tarkasteltavaksi, olisiko korttelialueen läpi kulkevaa hulevesireittiä mahdollista säilyttää.

7. Yhteenveto

Tässä selvityksessä laadittiin alustava suunnitelma Lakari eteläinen 26-006 asemakaavaehdotuksen hulevesien hallinnalle. Alla tärkeimpiä näkökulmia suunnitelmaan.

- **Raakavesikanavan vedenlaadun säilyttäminen on ensiarvoisen tärkeää. Kanavaan ei sen kalliotunneliosuuksien vuoksi saa kohdistaa myöskään tulvariskiä.**
- Happamat sulfaattimaat aiheuttavat alueella todennäköisesti hankaluuksia. Jotta välttyttäisiin metallipitoisuuksien noususta raakavesikanavassa, on happamien sulfaattimaiden vesienhallintaan kiinnitettävä erityishuomiota jo suunnitteluvaiheessa (pohjaveden taso säilytettävä). Hasu-maiden esiintyvyyttä kartoitetaan alueella jatkotyönä.
- Pilaantuneet maa-alueet huomioitava suunnittelussa, suositetaan pilaantuneiden maa-ainesten poistamista alueelta. Happamia valumavesiä ei saa päästä pima-kohteiden suuntaan.
- Sammutusjätevesien pääsy vesistöön on estettävä kohteessa. Tämä saattaa estää imeytysrakenteiden käyttämisen kokonaan. Pohjaveden tason laskemisen estämiseksi ja luonnontilaisten alueiden hydrologian säilyttämiseksi kuitenkin suositetaan jatkossa vielä tarkasteltavaksi, olisiko järjestelmää mahdollista toteuttaa ainakin osittain imeyttävänä. Ratkaisuna voisi olla esim. kaksiosainen järjestelmä (vesitiivis suljettava viivytysrakenne, josta vesi johdetaan imeytysrakenteelle).
- Tulvariskin hallinta edellyttää varsinkin datakeskuksen korttelissa erittäin suureksi mitoitettuja viivytysrakenteita. Mitoitusvaade on poikkeuksellisen ankara, ja johtuu siitä, että datakeskuksen kiinteistöllä viivytetään tavanomaisten rankkasateiden lisäksi poikkeuksellisetkin rankkasateet, jotka tavallisesti varauduttaisiin viivyttämään yleisillä alueilla. Ehdotetulla mitoituksella pystytään tasaamaan tulevaisuudessa kerran 20 vuodessa toistuvalla rankkasateella muodostuvat hulevesivirtaamat alueella nykytilanteessa (rakentamaton metsämaa) kerran 20 vuodessa toistuvan kevätsulamisvirtaaman tasoon.
- Kaava-alueella muodostuvat hulevedet odotetaan olevan laadultaan tavanomaisia ja pääpaino laadun hallinnassa on erityishuomioissa (sammutusjätevedet, happaman valunnan ehkäisy). Liikennöitäviltä alueilta muodostuvat hulevedet suositellaan käsiteltäväksi suodattavin menetelmin.