



Suuronnettomuusriskiselvitys

SIIKAJOEN JUSSINKANKAAN ASEMAKAAVA

Ruukin Yrityspuisto Oy

9.12.2025

P55858

Sisällys

1	Johdanto	6
1.1	Kaava-alue ja selvitysalueen laajuus	7
2	Tarkasteltava kaavamuutos	8
3	Huomioitavat onnettomuusvaikutukset	10
3.1	Terveysvaikutukset	10
3.2	Ympäristövaikutukset	11
3.3	Pohjavesi	11
3.4	Infrastruktuuri	12
3.5	Muut huomioitavat asiat (Tukes 2025)	12
4	Onnettomuusvaikutusten tarkastelu	13
4.1	Terveysvaarat	13
4.2	Lämpösäteily	14
4.3	Painevaikutukset	15
4.4	Ympäristövaikutukset	17
4.5	Vaikutukset pohjavesiin	19
4.6	Vaikutukset infrastruktuuriin	20
4.7	Vaikutukset pääliikenneväyliin	20
4.8	Vetyteollisuuden kemikaalien ja onnettomuusriskien tunnistaminen (HAZID)	21
4.9	Biokaasun tuotanto ja reaktoriyytit	26
4.10	Datakeskusten toiminta ja riskitekijät	27
5	Ympäröivän alueen arviointi	28
5.1	Sääolosuhteet	29
5.2	Asutus	31
5.3	Työpaikat	33
5.4	Herkät kohteet	34
5.5	Virkistysalueet	35
5.6	Liikenne	38
	Pääliikenneväylät	38
	Muu liikenne	39
	Vaarallisten aineiden kuljetukset	40

Rautatie.....	41
5.7 Luonto- ja kulttuurikohteet.....	41
Maisema ja kulttuuriympäristö	43
5.8 Pohjavesi.....	44
5.9 Tulvavaara-alueet.....	45
5.10 Infrastruktuurit.....	46
Voimalinjat.....	47
6 Onnettomuustilanteeseen varautuminen.....	49
6.1 Pelastustoimi	49
6.2 Turvallisuusselvitys (Tukes 2021).....	49
6.3 Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen	50
7 Alueen muut T/Kem-korttelialueet	50
8 Toimintaa rajaavat suojaetäisyysvyöhykkeet.....	51
9 Yhteenveto.....	52
10 Lähteet	54
Liitteet	56

Liitteet

Liite 1: Paineaallon aiheuttamat vaikutukset	56
Liite 2: Ympäristöriskien seurausmatriisi.....	57
Liite 3: Lämpösaiteilyn ja paineaallon enimmäismäärät suhteessa liikennetiheyteen.....	58

FCG Rakennettu ympäristö Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Asiakas") toimeksiannon ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.

Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

Lyhenteet ja käsitteet

AEGL-arvo	Kemikaalin terveysvaikutuksia kuvaava raja-arvo; pitoisuus, jonka yläpuolella kemikaalilla saattaa olla haitallisia vaikutuksia väestölle
ERPG-arvo	Kemikaalin terveysvaikutuksia kuvaava raja-arvo; pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan
Kemiallinen tuotantolaitos	Vaarallisten kemikaalien valmistus- tai käyttölaitos, taikka varasto (säiliö- tai kappaletavaravarasto).
Natura 2000 -alueet	Euroopan unionin luonnonsuojeluverkosto, joka turvaa luontodirektiivissä määriteltujen luontotyyppien ja lajien elinympäristöjä
Onnettomuusmallinnus	Mallintamisen tavoitteena on syvemmän kuvan saaminen keskeisimmistä onnettomuusmekanismeista. Mallinnuksen perusteella lasketaan ja määritetään onnettomuusskenaario, jossa onnettomuuden ajallinen ja alueellinen kehitys sekä vaikutusten suuruus esitetään perustuen käytettyihin menetelmiin.
Paine	Kaasun laajenemispyrkimyksen, nesteen painon tai näiden virtauksen aiheuttama seinämään kohdistuva voima jaettuna seinämän pinta-alalla. Paineen yksikkönä käytetään Pascaleita (Pa).
Suojaetäisyys	Vaarallisen kohteen sallittu etäisyys ulkopuolisiin suojattaviin kohteisiin, kuten naapurin rajaan ja asuinrakennuksiin. Suojaetäisyys mitataan vaarallisen kohteen uloimman kohdan etäisyydestä suojattavaan kohteeseen.
Suuronnettomuus	Huomattava päästö, tulipalo, räjähdys tai muu ilmiö, joka seuraa tuotantolaitoksen toiminnassa esiintyneistä hallitsemattomista tapahtumista, jotka voivat aiheuttaa ihmisen terveyteen, ympäristöön tai omaisuuteen kohdistuvaa vakavaa tai välitöntä tai myöhemmin ilmenevää vaaraa laitoksen sisä- tai ulkopuolella, ja jossa on mukana yksi tai useampi vaarallinen kemikaali tai räjähdde (Kemikaaliturvallisuuslaki 390/2005).

TEEL-arvo	Kemikaalin terveysvaikutuksia kuvaava raja-arvo; pitoisuus, jonka yläpuolella yli tunnin altistuminen saattaa aiheuttaa vähintään väliaikaisia haitallisia vaikutuksia väestölle
Vähimmäisetäisyys	Vaarallisen kohteen pienin sallittu suojaetäisyys suojattavaan kohteeseen. Vähimmäisetäisyyteen ei voi vaikuttaa teknisillä tai muilla ratkaisuilla.

1 Johdanto

Siikajoen kuntaan Jussinkankaan alueelle suunnitellaan teollisen toiminnan sijoittamista, ja tätä varten alueelle laaditaan teollisen toiminnan mahdollistavaa asemakaavaa. Asemakaavoitettava alue on 370 hehtaaria, ja se sijaitsee noin kahden kilometrin etäisyydellä Ruukin taajamasta seututie 807 varrella. Alueelle suunnitellaan alustavasti mm. datakeskusta sekä vety- ja biokaasutuotantolaitoksia.

Siikajoen kunnanhallitus kuulutti Jussinkankaan kaavahankkeen vireille tulosta ja osallistumis- ja arviointisuunnitelman nähtävillä olosta 18.12.2024. Hankkeen edetessä havaittiin, ettei suunniteltu alue sovellu kaikilta osin suunniteltuihin toimintoihin. Kunnanhallitus hyväksyi 16.6.2025 § 14 Ruukin Yrityspuisto Oy:n tekemän Jussinkankaan kaavoitusaloitteen hankealueen laajentamisesta. Laajennusalue sijoittuu Jussinkankaasta lounaaseen päin. Kaava-alue on laajennuksen jälkeen yhteensä noin 370 hehtaaria. Kunnanhallitus hyväksyi 22.9.2025 § 280 päivitetyn osallistumis- ja arviointisuunnitelman. Päivitetty OAS oli AKL 63 §:n mukaisesti nähtävänä 8.10.-6.11.2025 välisen ajan.

Tuotantolaitosten sijoitukselle on kaavoituksen yhteydessä varattava teollisuus- ja varasto-toimintaan soveltuva alue, jolloin sen kaavamerkintä on esimerkiksi "T". Suuronnettomuusvaarallisille kohteille, kuten vetylaitoksille suositellaan kaavamerkintää T/kem, eli teollisuus- tai varastorakennusten alue, jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen. Kaavoituksen yhteydessä alueen soveltumista arvioidaan suuronnettomuusvaarallisen toiminnan sijoittamiselle. Koska osana asemakaavoitusta tarkastellaan mahdollisuutta osoittaa kaava-alueelle suuronnettomuusvaaraa aiheuttavaa teollisuutta, on katsottu tarpeelliseksi laatia alueelle suuronnettomuus selvitys.

Suuronnettomuuden mahdollisuus ja sen riskien ulottuvuus on huomioitava asemakaavaprosessissa alueidenkäyttölain mukaisen terveellisen, turvallisen ja viihtyisän elinympäristön vaatimusten täyttymisen varmistamiseksi. Suuronnettomuusvaaralliset kohteet suositellaan osoitettavaksi kaavamerkinnällä T/kem (Ympäristöministeriö 2016). Kaava-alueelle sijoitettavan T/kem-laitoksen suuronnettomuuden vaara perustuu vaarallisten kemikaalien käsitteilyyn ja varastointiin. Laitoksen ympäristön herkkyyden tarkastelussa on noudatettu Turvallisuus ja kemikaaliviraston (Tukes) tuotantolaitosten sijoittamista ohjaavaa opasta (Tukes 2025). Oppaassa esitetty Valtionneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsitteilyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (ns. kemikaaliturvallisuusasetus) 856/2012 täydentää kemikaaliturvallisuuslain määräyksiä ja ohjaa suuronnettomuus selvityksessä huomioitavia vaikutuksia. Siten ympäristön haavoittuvuutta tulee analysoida terveysvaikutusten, ympäristövaikutusten ja infrastruktuuriin kohdistuvien vaikutusten osalta.

Jussinkankaan asemakaavan suuronnettomuus selvitykseen liittyy epävarmuustekijöitä, sillä selvitys on tuotettu kaavoitusvaiheessa saatavilla olevien tietojen pohjalta, ja T/kem-merkillä alueella on mahdollista harjoittaa muutakin kuin tässä vaiheessa suunnitelmissa olevaa toimintaa. Tarkalla tasolla selvitystä ei voida tehdä, jos alueelle sijoittuvien laitosten tai

muiden toimintojen tyypit eivät ole tiedossa. Mahdollisten toimintojen suhdetta ympäröivään maankäyttöön tulee kuitenkin arvioida. Myös kaava-alueen sisäisten järjestelyjen kannalta tarvitaan tietoa, miten erilaiset toiminnot voivat sijoittuva vierekkäin.

Selvityksessä tarkastellaan nykyisin tiedossa olevien mahdollisten tulevien toimintojen aiheuttamia vaaroja (onnettomuusskenaarioita) ja esitetään niihin liittyviä karttakuvauksia riskeistä. Varsinaista tuotantoprosessia ei kuvata tarkemmin. Räjähdysherkkien kohteiden suunnittelussa tulee toimijan huolehtia riittävästä räjähdysriskien arvioinnista sekä tarvittaessa kemikaalivuotojen mallintamisesta.

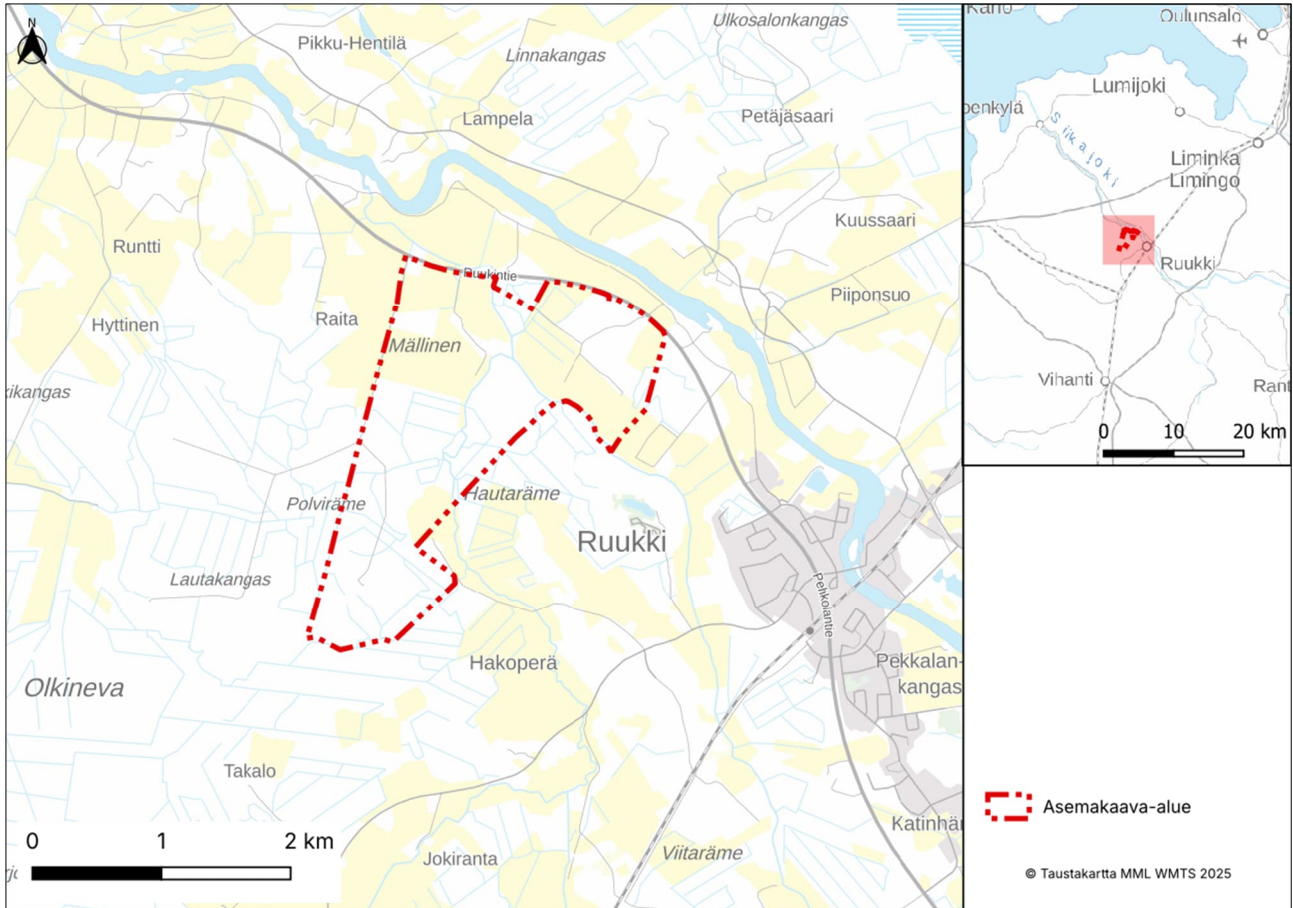
Tässä raportissa käsitellään Jussinkankaan alueelle kaavaillun T/kem-alueen mahdollisia riskejä ja tunnistetaan kaava-alueen ympäristössä sijaitsevat merkittävät kohteet suuronnettomuusvaarallisen toiminnan kannalta. Lisäksi raportissa käsitellään yleisesti vetylaitosten, datakeskusten sekä biokaasutuotantolaitosten onnettomuusriskejä ja niiden vaikutusta ympäristöön.

1.1 Kaava-alue ja selvitysalueen laajuus

Suuronnettomuusvaaralliset kohteet tullaan sijoittamaan asemakaavan osoittamalle T/kem-alueelle. Muilta osin toiminta asemakaava-alueella tulee olemaan suuronnettomuusvaaraa aiheuttamatonta maankäyttöä. Suuronnettomuuden riskien ulottuvuuden määrittämisessä käytetään lähtökohtaisena tarkastelualueena kaavassa määritellyjä T/kem-alueita, joille suuronnettomuusriskin mukainen toiminta tulee rajoittumaan.

Kaava-alueen pinta-ala on noin 370 hehtaaria. Pohjoisosa alueesta on pääasiassa pelto- maata, ja eteläosa talousmetsää. Kaava-alueella sijaitsee Siikajoen sähköasema ja sille johtavia voimalinjoja. Kaava-alue on pääosin yksityisessä maanomistuksessa, ja Ruukin Yrityspuisto on vuokrannut kaava-alueen maapohjan maanomistajilta. Sähköaseman alue on Fingrid Oyj:n hallinnassa.

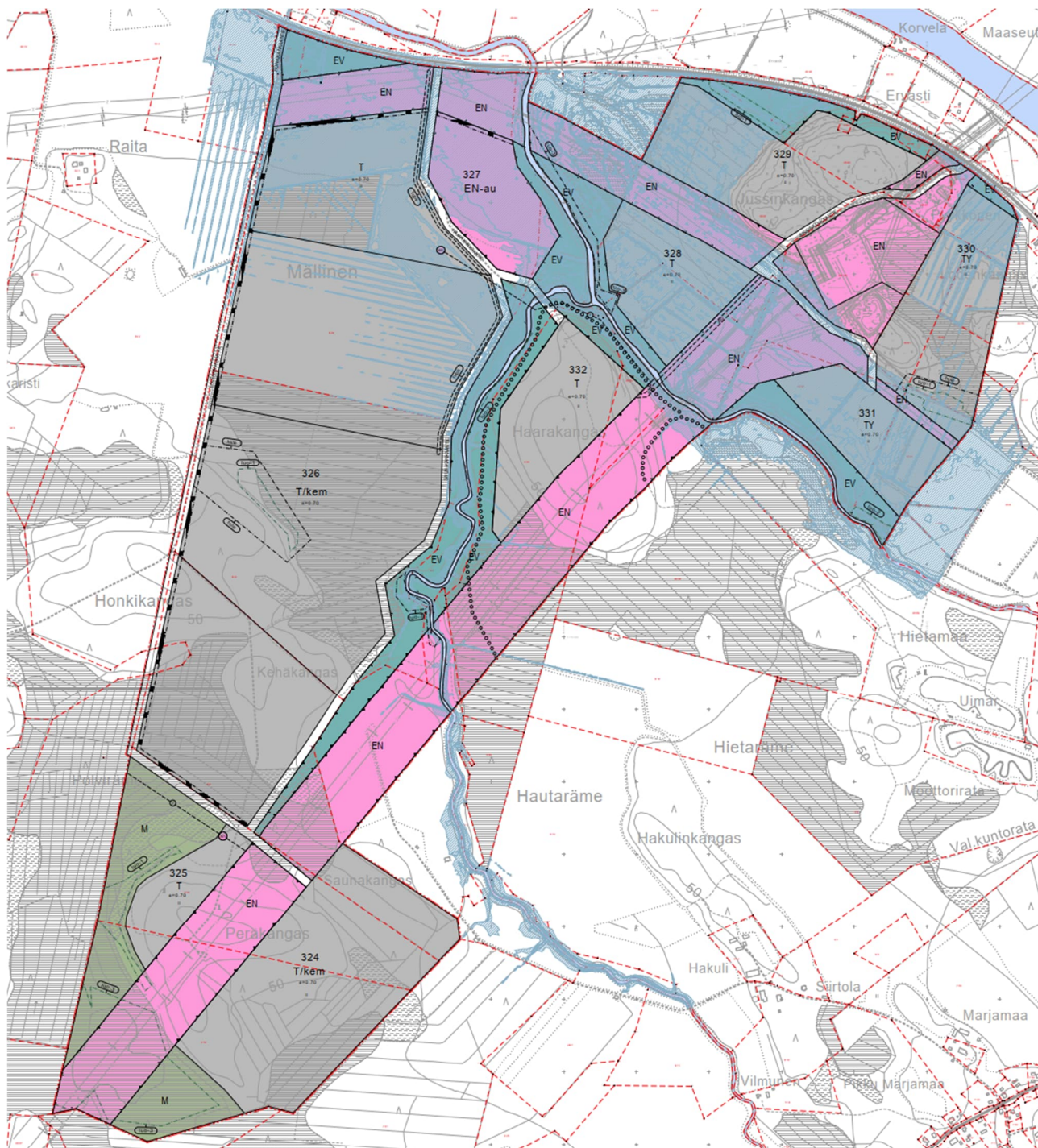
Suuronnettomuusvaarallisilla laitoksilla suurten räjähdysten aiheuttaman lämpösäteilyn etäisyys voi olla useita satoja metrejä, jos säiliön tilavuus on suuri (100 m³ luokkaa) (Tukes 2025). Tämän vuoksi selvitysalueen etäisyyksinä asemakaava-alueesta käytetään 1 ja 2 kilometrin tarkasteluvyöhykkeitä.



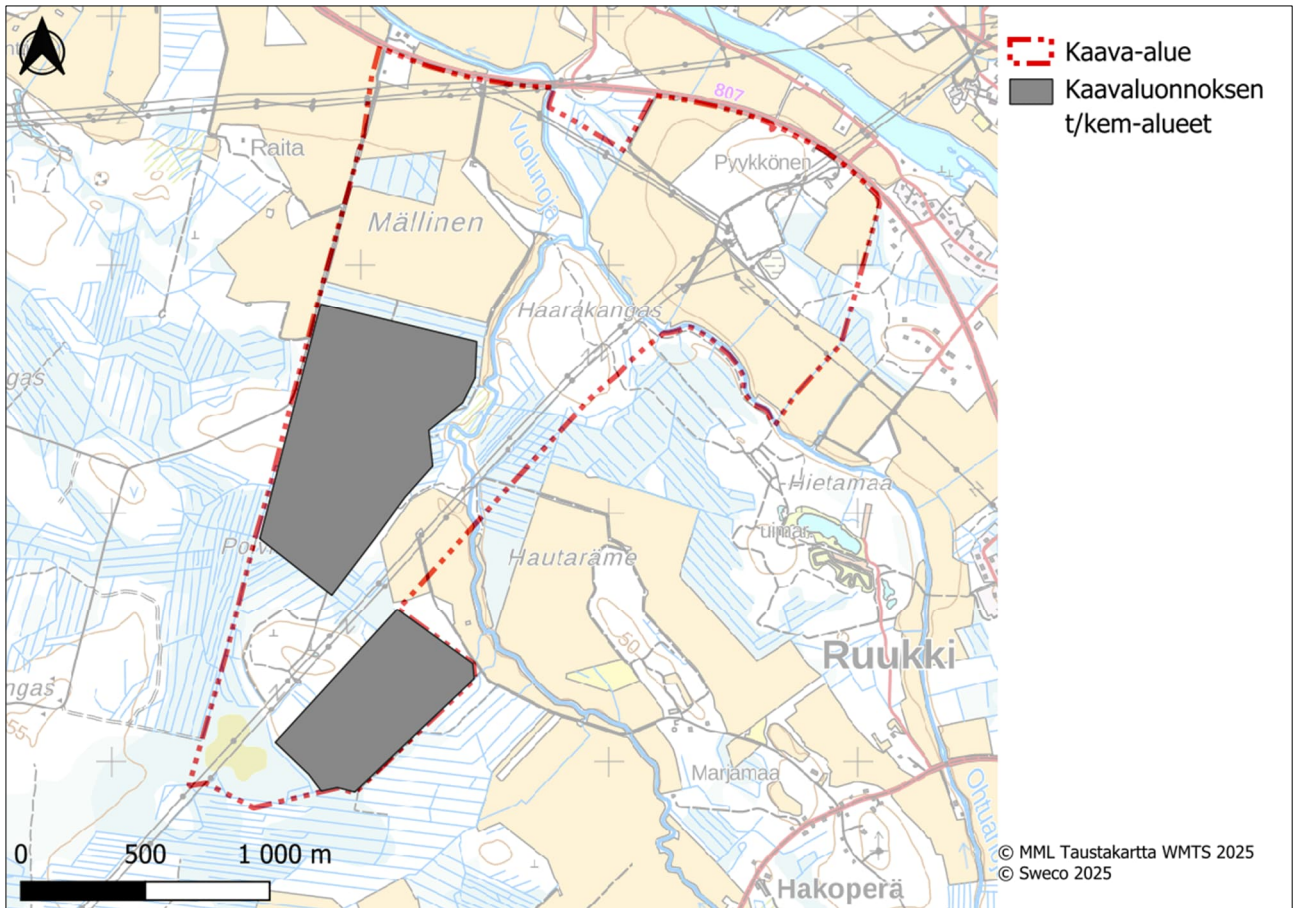
Kuva 1. Asemakaavoitettavan alueen sijainti.

2 Tarkasteltava kaavamuutos

Tätä suuronnettomuusriskiselvitystä laadittaessa Jussinkankaan asemakaavan luonnosta valmistellaan nähtäville asettamista varten. Seuraavassa kuvassa (Kuva 2) on esitetty kaavaluonnos. T/kem-alueet on sijoitettu kaavaluonnoksessa kaava-alueen länsi- ja eteläosiin (Kuva 3).



Kuva 2. Jussinkankaan asemakaavan alustava kaavaluonnos (Sweco 3.12.2025).



Kuva 3. Alustavassa kaavaluonnoksessa esitetyt T/kem-alueet (Sweco 3.12.2025)

3 Huomioitavat onnettomuusvaikutukset

Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (856/2012) täydentää vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annettua lakia (390/2005). Kyseessä olevan ns. kemikaaliturvallisuusasetuksen mukaan suuronnettomuusvaarallisen kohteen sijoittamisessa on otettava huomioon terveys- ja ympäristövaikutukset sekä vaikutukset pohjaveteen ja infrastruktuuriin, ja se ohjaa maankäytön ja turvallisuusvaikutusten yhteensovittamista.

3.1 Terveysvaikutukset

Kemikaaliturvallisuusasetuksen (856/2012) 8 § toteaa seuraavaa kemikaaleista aiheutuvan terveysvaaran huomioon ottamisesta sijoituksessa: "Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, että tuotantolaitoksessa tapahtuvan, 5 §:ssä tarkoitetun onnettomuuden vaikutusalueella olevilla ihmisillä on mahdollisuus päästä suojaan tai poistua alueelta ilman, että heille aiheutuu siitä vakavia vammoja. Sijoituksessa on otettava erityisesti huomioon ihmisten ja väestön terveyden kannalta erityisen herkä

kohteet, kuten hoitolaitokset, terveyskeskukset, ostoskeskukset, koulut, päiväkodit, kokoon-
tumistilat ja -alueet sekä asuinalueet ja muut kohteet, joissa voi samanaikaisesti olla suuri
joukko ihmisiä ja joista poistuminen tai joissa suojautuminen voi olla onnettomuustilanteissa
erityisen hankalaa.”

3.2 Ympäristövaikutukset

Kemikaaliturvallisuusasetuksen (856/2012) 9 § toteaa seuraavaa kemikaaleista aiheutuvan
ympäristövaaran huomioon ottamisesta sijoituksessa luontokohteiden ja virkistysalueiden
läheisyyteen: ”Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin luontokohteisiin ja virkistys-
alueisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvan, 5 §:ssä tarkoite-
tun onnettomuuden seurauksena voi olla

- 1) alueen suojelutavoitteita vaarantavaa vahinkoa luonnonsuojelulain (1096/1996) no-
jalla perustetuille luonnonsuojelualueille tai Natura 2000 -verkostoon kuuluville alueille
tai muille vastaaville luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta keskeisille
alueille;
- 2) virkistyskäyttöön tarkoitettujen maa-alueiden, vesistöjen ja muiden vesialueiden käyt-
tömahdollisuuksien huomattava heikkeneminen.”

3.3 Pohjavesi

Kemikaaliturvallisuusasetuksen (856/2012) 10 § toteaa seuraavaa pohjaveden suojelun huo-
mioon ottamisesta sijoituksessa: ”Tuotantolaitoksen sijoituksessa tärkeällä tai muulla veden-
hankintaan soveltuvalla pohjavesialueella tai sen läheisyydessä on varmistuttava, ettei tuo-
tantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvan 5 §:ssä tarkoitetun onnettomuuden seurauksena
aiheudu ympäristönsuojelulain (86/2000) 8 §:ssä tarkoitettua pohjaveden pilaantumista ja
ettei pohjaveteen pääse vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtio-
neuvoston asetuksen (1022/2006) 4 a §:ssä tarkoitettua ainetta.

Harkittaessa niitä kemikaaliturvallisuuslain 18 §:n 2 momentissa tarkoitettuja erityisiä, pe-
rusteltuja syitä sijoittaa tuotantolaitos pohjavesialueelle, tulee seuraavat seikat ottaa ta-
pauskohtaisesti huomioon:

- 1) kyseisen pohjavesialueen merkitys vedenhankinnalle;
- 2) tuotantolaitoksen toiminnan laatu ja laajuus sekä siellä käsiteltävien ja varastoitavien
vaarallisten kemikaalien laatu ja määrä;
- 3) tuotantolaitoksella toteutettavat rakenteelliset ja käyttötekniset ratkaisut, joilla este-
tään vaarallisten kemikaalien kulkeutuminen pohjaveteen sekä muut järjestelmät, joilla

mahdolliseen pohjavesivahinkoon johtavan inhimillisen toiminnan mahdollisuus pyritään eliminoimaan;

4) alueen maaperän laatu ja hydrogeologiset olosuhteet sekä tuotantolaitoksessa valmistettävien, käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien sekä 5 §:ssä tarkoitettujen onnettomuuksien seurauksena mahdollisesti syntyvien aineiden käyttäytyminen ja vaikutukset ympäristössä;

5) tuotantolaitoksen toimintaan liittyvien kuljetusten tarve ja mahdollisten kuljetuksiin liittyvien vahinkojen ja onnettomuuksien vaikutukset lähialueen pohjavesiin.”

3.4 Infrastrukturi

Kemikaaliturvallisuusasetuksen (856/2012) 11 § toteaa seuraavaa yhdyskuntien toiminnan kannalta keskeisten toimintojen ja kohteiden huomioon ottamisesta sijoituksessa: ”Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvan, 5 §:ssä tarkoitetun onnettomuuden seurauksena voi olla

1) yhdyskuntien toiminnan kannalta keskeisten toimintojen, kuten pääliikenneväylien, vesi-, jäte- tai energianhuoltojärjestelmien taikka teollisuus- ja tuotantolaitosten tai vastaavien toiminnan huomattava häiriintyminen;

2) kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten, rakennelmien tai puistojen taikka vastaavien kohteiden sekä muinaismuistolailla (295/1963) suojeltujen kohteiden vahingoittuminen pysyvästi taikka pitkäaikaisesti.”

3.5 Muut huomioitavat asiat (Tukes 2025)

Kiinteille ja nestemäisille hapettaville aineille laaditaan tapauskohtaisesti aineominaisuuksiin ja sijoituspaikan tietoihin pohjautuvat skenaariot, joita voidaan hyödyntää leviämistarkasteiluissa. Nestemäisille hapettaville kemikaaleille voidaan soveltaa säiliöiden sijoituksen osalta Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) laatimaa, syövyttävälle, ympäristövaarallisille ja hapettaville nesteille esitettyä yhteistä säiliöiden suojaetäisyydestä. Suositeltavaa on kuitenkin laatia hapettaville kaasuille, kuten hapelle, skenaariot ja arviot. Esimerkiksi happiviraston ja siihen liittyvän jakeluverkoston tapauksessa tarkastelun lähtökohtana voidaan käyttää kaasumaisen hapen suurimman massavirtauksen aiheuttavaa putkirikkoa. Suuronnettomuustilanteisiin tulee varautua turvallisuusselvityksissä ja sisäisissä pelastussuunnitelmissa. Suuronnettomuuksien laajuutta ja vaikutuksia arvioitaessa pyritään saamaan selville niiden suurimmat voimat ja vaikutukset varautumissuunnitelmia varten. Tällöin tarkasteluun tulee käyttää pahimpia mahdollisia skenaarioita.

4 Onnettomuusvaikutusten tarkastelu

4.1 Terveysvaarat

Arvioitaessa kemikaalipäästöistä aiheutuvaa terveysvaaraa olennaisia tietoja ovat ympäristöön pääsevän kemikaalin leviäminen ja määrä sekä ympäristössä olevat kohteet, joissa ihmisiä voi joutua onnettomuustilanteessa vaaraan. Tuotantolaitoksen ja vaarassa olevan kohteen välisen etäisyyden tulee olla riittävä, jotta leviävän kemikaalin pitoisuus ja altistus aika eivät kohoa niin suuriksi, että niistä aiheutuisi pysyviä tai pitkäaikaisia vammoja kohteessa oleville ihmisille. Erilaisten kemikaalien pitoisuuksien aiheuttamaa vaaraa voidaan arvioida vertaamalla pitoisuuksia raja-arvoihin, joiden mukaisten pitoisuuksien vaikutukset ovat ennestään tiedossa. Yksiselitteisiä, kaikkiin tilanteisiin soveltuvia turvarajoja ei voida kuitenkaan määritellä, koska todellinen ihmiseen kohdistuva vaara riippuu useasta tekijästä, kuten aineominaisuuksista, pitoisuuksista, leviämismopeudesta, vaikutusajasta ja yksilön herkyydestä.

Altistusaikaan vaikuttavat kemikaalipäästön keston ja leviämisen lisäksi myös kohteessa olevien ihmisten mahdollisuudet päästä pois vaaravyöhykkeeltä tai suojautua. Tähän puolestaan vaikuttavat kohdealueen ja siellä olevien rakennusten suunnittelu sekä kohteessa olevien ihmisten määrä ja ihmisryhmän erityispiirteet. Erityistä huomiota tarkastelua tehtäessä on kiinnitettävä onnettomuusvaaran kannalta herkkiin kohteisiin ja ihmisryhmiin, kuten hoitolaitoksiin, kouluihin ja päiväkoteihin. Pelastautumisen kannalta tärkeitä seikkoja alueen ja rakennusten suunnittelussa ovat poistumisreittien ja -teiden pituus ja selkeys, rakennusten sijoittelu, alueen ja rakennusten sokkeloisuus sekä poistumisreittien ja -teiden merkinnät.

Terveysvaaran arvioinnissa voidaan käyttää soveltuvaa AEGL-3-arvoa (Acute Emergency Guidance Level 3). Tällä arvolla tarkoitetaan aineen pitoisuutta, jota alemmissa pitoisuuksissa ei aiheudu hengenvaaraa. Vaikutusaika puolestaan valitaan vaarassa olevien henkilöryhmien ja onnettomuuden keston mukaan. Vaihtoehtoisia arviointimenetelmiä voidaan käyttää. Esimerkiksi vaikutusajalle 30 minuuttia määritetyn AEGL-3-arvon sijasta voidaan käyttää kemikaalin IDLH-arvoa (Immediately Dangerous for Life and Health) ja vaikutusajalle 10 minuuttia AEGL-3-arvo voidaan puolestaan korvata ERPG-3-arvolla (Emergency Response Planning Guidelines). IDLH-arvo kuvaa aineen suurinta pitoisuutta, jolle terve työntekijä voi altistua 30 minuutiksi saamatta palautumattomia terveydellisiä vaurioita, ja ERPG-3-arvo puolestaan pitoisuutta, jota alemmissa pitoisuuksissa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman hengenvaaraa. Jos kemikaalille ei ole määritelty AEGL- eikä ERPG-arvoja, silloin käytetään TEEL-arvoja, jotka kuvaavat tunnin mittaisen altistumisen aiheuttamaa terveyshaittaa (Työterveyslaitos, OVA-ohjeet).

Herkkien kohteiden tapauksessa on varauduttava pidempiin toiminta-aikoihin ja/tai henkilöiden suurempaan herkkyyteen kemikaalien vaikutuksille. Herkkiä kohteita ovat esimerkiksi hoitolaitokset (sairaalat, vanhainkodit), päiväkodit, koulut tai kohteet, joissa voi olla

samanaikaisesti suuria ihmismääriä (kerrostalot, urheiluhallit ja -kentät, majoitusliikkeet, ostoskeskukset, kokoontumistilat ja -alueet). Tällöin mahdollisen terveysvaaran arvioinnissa voidaan käyttää soveltuvaa AEGL-2-arvoa. AEGL-2-arvot ovat AEGL-3-arvoja pienempiä, koska pidemmät toiminta-ajat ja henkilöiden suurempi herkkyys altistavat vaikutuksille jo pienemmillä pitoisuuksilla.



Kuva 4. Terveysvaaran arvioinnissa yleisesti käytettävät raja-arvot (Tukes 2025).

4.2 Lämpösäteily

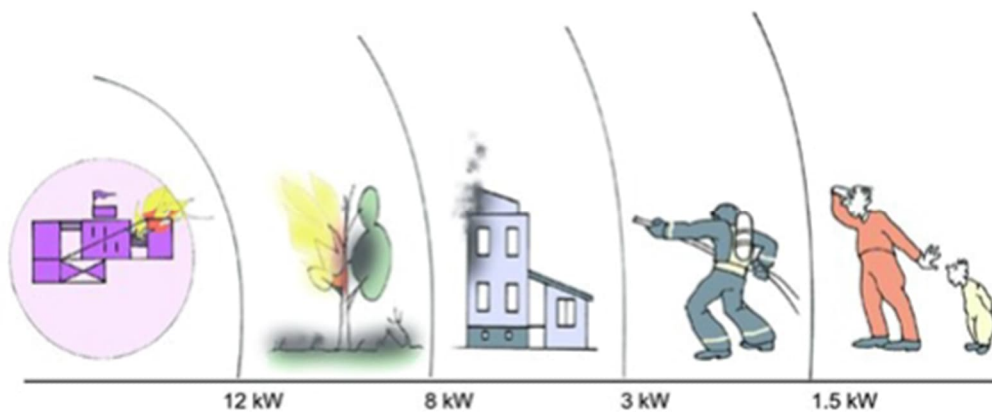
Kemikaaliturvallisuusasetuksen (856/2012) 6 § toteaa seuraavaa lämpösäteilyn vaikutusten huomioon ottamisesta sijoituksessa: "Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa tapahtuvasta, 5 §:ssä tarkoitetusta onnettomuudesta aiheudu sellaista lämpösäteilyä tuotantolaitoksen ulkopuolella oleviin kohteisiin, että:

- 1) sen vaikutuksesta rakennukset, laitteistot, rakenteet tai muut paloa levittävät kohteet voivat syttyä;
- 2) se voi estää ihmisten suojautumisen tai poistumisen lämpösäteilyn vaikutusalueelta rakennus- tai muissa kohteissa, joissa ihmisiä voi oleskella;
- 3) se voi aiheuttaa palovammoja ulkona oleville ihmisille kohteissa, joista poistuminen tai joiden tyhjentäminen voi onnettomuustilanteissa olla hidasta, kuten hoitolaitokset, majoitustilat, kokoontumis- ja liiketilat, ja -alueet taikka tiheästi asutut asuinalueet."

Suunnittelussa tulisi ensisijaisesti laskea mahdollisessa onnettomuustilanteessa aiheutuvat lämpösäteilyarvot. Erityisesti henkilöturvallisuutta arvioitaessa voi olla perusteltua myös tarkastella lämpösäteilyannoksia. Lämpösäteilyannosten arvioinnissa voidaan käyttää seuraavia ohjeellisia arvoja:

- lämpösäteilyintensiteetti 3 kW/m^2 ja yli 2 min vaikutusaika aiheuttaa palautumattomia vaikutuksia (lämpösäteilyannos 600 TDU)
- lämpösäteilyintensiteetti 5 kW/m^2 ja yli 2 min vaikutusaika aiheuttaa kuolettavia vammoja (lämpösäteilyannos 1 000 TDU)

Lasketut lämpösäteilyarvot voidaan esittää kartalle piirrettynä, ja näiden tietojen perusteella tarkastella suunnitellun tuotantolaitoksen sijoitusta lähialueella oleviin kohteisiin nähden. Mikäli lasketut arvot ylittävät esitetyn suunnitteluarvon, tulisi lämpösäteilyn määrää rajoittaa ulkopuolisissa kohteissa erilaisin teknisin keinoin, kuten esimerkiksi vesiverholla, säteily-suojauksella tai palonkestävillä materiaaleilla. Laskelmia voidaan käyttää myös lämpösäteilyn ja lämpösäteilyannosten vaikutusten arviointiin sekä tuotantolaitoksen alueella sijaitsevien toimintojen turvalliseen sijoittamiseen ja evakuointietäisyyksien arviointiin.



Kuva 5. Lämpösäteilyn arvioinnissa yleisesti huomioituja lämpösäteilyn vaikutuksia (Tukes 2025).

4.3 Painevaikutukset

Kemikaaliturvallisuusasetuksen (856/2012) 7 § toteaa seuraavaa painevaikutusten huomioon ottamisesta sijoituksessa: "Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa tapahtuvasta, 5 §:ssä tarkoitetusta onnettomuudesta aiheudu sellaisia painevaikutuksia, että seurauksena voi olla:

- 1) rakennusten tai rakenteiden sortuminen taikka vaurioita muiden tuotantolaitosten laitteistoihin, varastoihin tai muihin rakenteisiin siinä määrin, että onnettomuus voi laajeta;
- 2) pysyviä vammoja ihmisille alueella, jolla sijaitsee rakennuksia tai muita kohteita, joissa normaalisti voi olla ihmisiä.

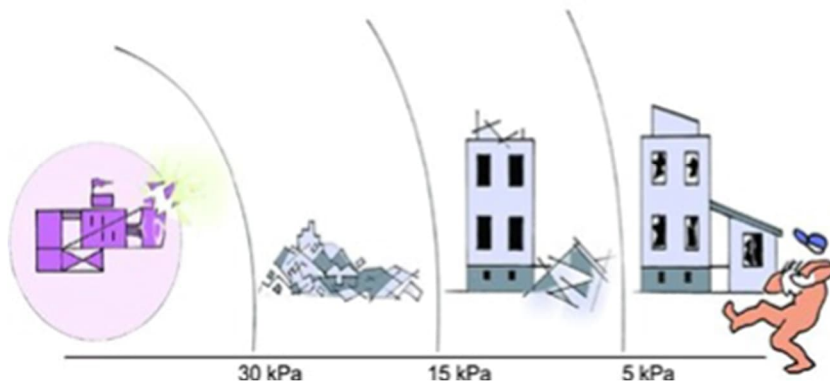
Vaaroja arvioitaessa on otettava huomioon myös heitteistä aiheutuva vaara sekä rakenteiden sortumisesta tai rikkoontumisesta aiheutuvat vaarat.”

Esimerkiksi kemiallisen reaktion, pölyn, kaasun, räjähdysaineen tai paineastian räjähdys seurauksena voi syntyä paineaaltoja ja/tai heitteitä. Paineaalto esiintyy usein shokkiaaltona eli ääntä nopeammin etenevänä, seinämäisenä rintamana ilmassa. Sen suuruuteen vaikuttavat räjähdyspaine, räjähtävän säiliön halkaisija ja tilavuus sekä säiliön sisällön ominaisuudet. Mikäli ilmassa olevaa kaasua päätyy paineaaltoon, tapahtuu siinä rajua ja äkillistä tiivistymistä ja paineen nousua. Tällöin kaasu lähtee todella nopeaan liikkeeseen, ja tapahtuvien muutosten suuruus riippuu paineaallossa olevan paineen suuruudesta.

Paineaallolle ominaista on se, että se osuu yllättäen paikalle ja leviää suhteellisen tasaisesti joka suuntaan ympäristöönsä. Sen seurauksena tulevat vahingot ovat riippuvaisia ylipaineen ja ylipaineimpulssin suuruuksista. Paineaaltoja vastaan voi suojautua vain riittävän suuren etäisyyden avulla tai suunnittelemalla räjähdyskestäviä rakennuksia. Rakennetut suoja-seinämät ja maavallit eivät merkittävästi tarjoa suojaa paineaallon vaikutuksilta. Mikäli paineaalto törmää kohtisuoraan seinämään, voi heijastusaallon ylipaine kohota alkuperäiseen paineaaltoon nähden yli kaksinkertaiseksi.

Suunniteltaessa tuotantolaitoksen sijoitusta tulee ottaa huomioon mahdollisen räjähdysnettomuuden aiheuttaman paineaallon vaikutukset ja vaara ympäristölle. Erityisen herkkiä ja räjähdysvaarallisia kohteita ovat muun muassa kiinteät kemikaalisäiliöt ja paineastiat, putkistot ja vaarallisten aineiden kuljetussäiliöt. Arvioitaessa mahdollista vaaraa voidaan raja-arvoina hyödyntää ylipaine-arvoja. Vähintään 5 kPa ylipaine voi aiheuttaa pieniä vaurioita talojen rakenteille ja vammautumisen riskin väestölle, 15 kPa ylipaine voi aiheuttaa jo talojen osittaisia romahtamisia ja pysyvän vammautumisen riskin ja 30 kPa ylipaine aiheuttaa jo riskin vakavia kantavien rakenteiden romahduksille ja onnettomuuden mahdolliselle laajenemiselle (Kuva 6).

Vaara-alueen rajat ovat kuitenkin tapauskohtaisia ja ne arvioidaan erikseen kullekin kohteelle. Tarvittaessa laitoksen sijaintia saatetaan joutua muuttamaan ja vaara-alueella sijaitsevia rakennuksia ja muita laitteita vahvistamaan. Minimivaatimuksena on, että ainakin sairaalat, vanhainkodit, päiväkodit ja muut hoitolaitokset sekä koulut, hotellit ja muut suurten väkijoukkojen kokoontumiseen tarkoitettut rakennukset ovat vaaraetäisyyden ulkopuolella. Paineaaltojen lisäksi räjähdyksessä saattaa sinkoutua ympäristöön heitteitä, jotka voivat aiheuttaa tuhoa. Heitteet lentävät ja osuvat sattumanvaraisesti ympäristöön, ja osuma-alueen laajuus riippuu pahimpien heitteiden lähtönopeuksista ja -kulmista sekä ilmanvastuksista. Heitteiden vaara-alueen äärimmäiset ulkorajat voidaan määrittää kohtuullisella tarkkuudella tehtyjen mittauskokeiden perusteella, vaikka niiden lähtönopeuksista ei olekaan olemassa yksiselitteistä teoriaa.



Kuva 6. Painevaikutuksia arvioitaessa käytettäviä raja-arvoja (Tukes 2025).

4.4 Ympäristövaikutukset

Mikäli mahdollisen onnettomuuden arvioidaan vaikuttavan luontokohteisiin ja virkistysalueisiin, tulee kohteen tai alueen suojelutasoa sekä mahdollisen onnettomuuden vaikutusta suojelutasoon ja sen säilyvyyteen tarkastella. Luontotyyppin suojelutason arvioinnissa otetaan huomioon levinneisyysalueen, esiintymien, luontotyyppin rakenteen ja toiminnan sekä luontotyyppille ominaisen lajiston suojelutaso. Lajin suojelutasoa arvioitaessa käytetään puolestaan lajin kannan kehityksestä, luontaisesta levinneisyysalueesta ja sopivan elinympäristön riittävydestä saatavia tietoja.

Suomen ympäristökeskuksen YMPÄRI-hankkeessa (2006) laadittua seurausmatriisia voidaan käyttää laitoksen häiriöpäästöjen ympäristöriskien arviointiin (Liite 2). Seurausten suuruutta on arvioitu matriisissa kolmitasoisella asteikolla: lievä, suuri ja vakava. Tukesin (2025) oppaan mukaan tuotantolaitoksen sijoittamiseksi luonto- tai virkistyskohteiden läheisyyteen ei ole ehdotonta kieltoa. Mahdollisten vaikutusten laajuus ja kesto sekä alueella olevan tai suunnittelun virkistystoiminnan tuomaa henkilömäärää ja väestön evakuointimahdollisuuksia on tärkeää arvioida mahdollisen onnettomuuden vaikutuksia arvioitaessa. Mikäli voidaan olettaa, että alueen suojeluarvolle ei aiheudu haittaa, suojeluarvo palautuu itsestään tai suojeluarvo voidaan saada palautumaan kohtuullisessa ajassa, voidaan tällainen riski hyväksyä.

Tukesin (2025) mukaan vuodenaika (jääpeite, veden kerrostuneisuus) sekä vallitsevat virtaus- ja tuuliolot vaikuttavat siihen, minkälaisia vaikutuksia päästöllä on vesistöön. Nämä tekijät vaikuttavat muun muassa päästön laimenemisnopeuteen. Esimerkiksi talvella jääpeitteen alla tapahtuva veden vaihtuminen ja päästön laimeneminen tapahtuvat suhteellisen hitaasti verrattuna avovesikauteen. Suurten happopitoisuuksien päätyminen vesistöön voi aiheuttaa vesistössä happamoitumista. Vettä painavampi aine voi painua pohjaan, jolloin se saattaa aiheuttaa vaaraa pohjaeliöstölle. Vettä kevyempi ja veteen liukenematon aine voi puolestaan jo pieninäkin määrinä aiheuttaa haittaa virkistyskäytölle ja linnustolle.

Arvioitaessa vesistöpäästöjen vaikutuksia tulee ottaa huomioon kasvi- ja eläinplanktoniin, pohjaeläimiin ja kalastoon kohdistuvat vaikutukset. Varsinaisten suorien vaikutusten lisäksi arvioinnissa tulee ottaa huomioon myös välilliset vaikutukset, kuten eliöyhteisöihin, kalatalouteen ja virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset.

Ilman kautta leviävien päästöjen (kaasut, pölyt) osalta arvioidaan niiden mahdollista kulkeutumista luontokohteisiin tai virkistysalueille. Arvioitaessa suojelutasoon tai virkistyskäyttöön kohdistuvaa vaikutusta olennaista on arvioida kemikaalin pitoisuus, kun se saavuttaa suojeltavan kohteen. Arvioitaessa viihtyvyshaittaa olennaista on haitan keston pituus (ohimenevä, pitkäaikainen, pysyvä) ja mahdollinen virkistyskäytön estyminen esimerkiksi ulkoilualueilla tai yleisillä uimarannoilla.

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007) 2 § toteaa seuraavaa pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista: ”Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin on perustuttava arvioon maaperässä olevien haitallisten aineiden aiheuttamasta vaarasta tai haitasta terveydelle ja ympäristölle. Arvioinnissa on otettava huomioon:

- 1) haitallisten aineiden pitoisuudet, kokonaismäärät, ominaisuudet, sijainti ja taustapitoisuudet maaperässä; taustapitoisuudella tarkoitetaan haitallisten aineiden luontaisesti tavanomaisia pitoisuuksia maaperässä tai sellaisia kohonneita pitoisuuksia, jotka esiintyvät pintamaassa laajalla alueella pilaantuneeksi epäillyn alueen ympäristössä;
- 2) pilaantuneeksi epäillyn alueen maaperä- ja pohjavesiolosuhteet sekä tekijät, jotka vaikuttavat haitallisten aineiden kulkeutumiseen ja leviämiseen alueella ja sen ulkopuolella;
- 3) pilaantuneeksi epäillyn alueen ja sen ympäristön tai pohjaveden nykyinen ja suunniteltu käyttötarkoitus;
- 4) mahdollisuus haitallisille aineille altistumiseen lyhyen ja pitkän ajan kuluessa;
- 5) altistumisen seurauksena terveydelle ja ympäristölle aiheutuvan haitan vakavuus ja todennäköisyys sekä haitallisten aineiden mahdolliset yhteisvaikutukset,
- 6) käytettävien tutkimustietojen ja muiden lähtötietojen sekä arviointimenetelmien epävarmuustekijät.

Olosuhteiden muuttuessa maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on tarvittaessa arvioitava uudestaan.”

4.5 Vaikutukset pohjavesiin

Pohjaveden määritellään olevan maan sisään vajonnutta sadevettä. Peruskallion päällä oleva irtain maaperä on aina huokoista, ja sadevesi pääsee vajoamaan näiden maarakeiden välisen tyhjien tilojen kautta maan sisään pohjavedeksi. Pohjavesiesiintymät ja -alueet ovat geologisia muodostumia, jotka muodostuvat tyypillisesti alueille, joiden maaperä on karkearakeista soraa tai hiekkaa. Karkearakeisessa maaperässä huokokset ovat suurempia ja veden virtaus tapahtuu siten helpommin, mikä mahdollistaa suurenkin vesimäärän oton. Kunnat, vesilaitokset ja ELY-keskukset ovat yhteistyössä laatineet tärkeimmille pohjavesialueille suojelusuunnitelmia. Näissä suojelusuunnitelmissa selvitetään muun muassa alueen hydrologiset ominaisuudet, kartoitetaan mahdolliset riskikohteet ja laaditaan toimenpidesuositukset alueella jo oleville sekä sinne mahdollisesti tuleville riskikohteille. Pohjavesialueet voidaan luokitella tärkeysasteen mukaan kolmeen eri luokkaan.

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 17 § toteaa seuraavaa pohjaveden pilaamiskiellosta: ”Ainetta, energiaa tai pieneliöitä ei saa panna, päästää tai johtaa sellaiseen paikkaan tai käsitellä siten, että:

- 1) tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella pohjaveden laadun muutos voi aiheuttaa vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle taikka pohjaveden laatu voi muutoin olennaisesti huonontua;
- 2) toisen kiinteistöllä olevan pohjaveden laadun muutos voi aiheuttaa vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle taikka tehdä pohjaveden kelpaamattomaksi tarkoitukseen, johon sitä voitaisiin käyttää; tai
- 3) toimenpide vaikuttamalla pohjaveden laatuun muutoin saattaa loukata yleistä tai toisen yksityistä etua (pohjaveden pilaamiskielto).

Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä sellaisista 1 momentissa tarkoitetuista aineista, jotka ovat ympäristölle ja terveydelle vaarallisia ja joiden päästäminen suoraan tai epäsuorasti pohjaveteen on kielletty.”

Ympäristönsuojelulaissa (527/2014) todetaan, että ympäristön pilaantumisen vaaran aiheuttava toiminta tulee mahdollisuuksien mukaan sijoittaa siten, että toiminnasta ei aiheudu pilaantumista tai sen vaaraa, ja että pilaantumista voidaan ehkäistä. Arvioitaessa toiminnan sijoituspaikan soveltuvuutta huomioon otettavia seikkoja ovat toiminnan luonne, pilaantumisen todennäköisyys, onnettomuusriski, alueen ja sen ympäristön nykyinen ja tuleva käyttötarkoitus, aluetta koskevat kaavamääräykset sekä muut mahdolliset sijoituspaikat alueella. Pohjaveden osalta pilaantumista voivat käytännössä aiheuttaa kaikki sellaiset aineet, joita ei luonnossa esiinny tai esiintyy vain hyvin pieninä määrinä pohjavedessä ja sitä ympäröivässä maaperässä. Ympäristölle ja terveydelle vaaralliset kemikaalit ovat haitallisimpia, mutta myös esimerkiksi lannoitteet tai maantiesuola voivat aiheuttaa pilaantumista. Pohjavesissä

näkyvät vaikutukset saattavat näkyä pitkälläkin viiveellä, jopa vuosikymmeniä onnettomuuden jälkeen. Mikäli tuotantolaitos aiotaan kuitenkin sijoittaa pohjavesialueelle, tulee sijoituksen tarpeellisuus perustella lupahakemuksessa tai ilmoituksessa ja lisäksi tulee osoittaa, että sijoituksesta ei aiheudu haittaa pohjavedelle.

4.6 Vaikutukset infrastruktuuriin

Vesi-, jäte- ja energiahuollon kannalta olennaista on huomioida laitoksen sijoituksessa, että mahdollisen onnettomuuden aiheuttamat lämpösäteily- tai painevaikutukset tai kemikaalien terveysvaarat eivät häiritse huomattavasti näiden normaalia toimintaa. Vesihuollon toimivuuden kannalta on tärkeää turvata jatkuva vedensaanti eli käytettävien pinta- tai pohjavesien puhtaus ja riittävyys, energian saanti sekä vedentoimituksen ja viemäriveriesien vastaanoton toimivuus. Mahdollisen onnettomuuden vaikutukset vesihuollon toimivuudelle, kuten kemikaalipäästöt vedenottamolle tai energiansaannin katkokset, tulee huomioida suunniteltaessa laitoksen sijoitusta.

Energian saatavuus tulee turvata, jotta muut toiminnot (liikenne, vesihuolto, teollisuus- ja tuotantolaitokset) ovat mahdollisia. Suunniteltaessa laitoksen sijoitusta huomioon otettavia asioita ovat mahdollisen onnettomuuden vaikutukset (lämpösäteily ja painevaikutukset) lähitöillä oleviin päävoimansiirtoverkon ilmajohtoihin, muuntamoihin ja kytkinlaitoksiin sekä mahdollisen pelastustehtävän tarvitsema suojaetäisyys ilmajohtojen läheisyydessä. Lisäksi tulee huomioida myös, että mahdollinen onnettomuus ei häiritse huomattavasti esimerkiksi liikenteen, vesihuollon sekä teollisuus- ja tuotantolaitosten energian saantia.

Laitoksen sijoituksessa tulee huomioida myös ympäröivät muut teollisuus- ja tuotantolaitokset siten, että mahdollisen onnettomuuden aiheuttamat lämpösäteily- ja painevaikutukset tai kemikaalien terveysvaarat eivät huomattavasti häiritse näiden normaalia toimintaa. Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat rakennelmat, rakennukset ja puistot ovat rakennettua kulttuuriympäristöä eli rakennusperintöä, jota pyritään eri keinoin säilyttämään. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisella kaavoituksella ja muilla laeilla ja asetuksilla voidaan turvata kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten ja ympäristöjen säilymistä. Näiden kohteiden osalta laitoksen sijoituksessa tulee huomioida mahdollisen onnettomuuden aiheuttamat lämpösäteily- ja painevaikutukset sekä kemikaaleista aiheutuva ympäristövaara. Esimerkiksi kulttuurihistoriallisesti arvokkaat rakennelmat, rakennukset ja puistot sekä muinaismuistot voivat vahingoittua pitkäaikaisesti tai pysyvästi tulipalojen tai räjähdysten seurauksena. Puistot voivat vahingoittua myös vaarallisten kemikaalien vaikutuksesta.

4.7 Vaikutukset pääliikenneväyliin

Pääliikenneväylät tulee huomioida laitoksen sijoituksessa siten, että mahdollisen onnettomuuden aiheuttamat lämpösäteily- ja painevaikutukset tai kemikaalien terveysvaarat eivät häiritse huomattavasti liikennettä. Valtatiet, kantatiet ja moottoritiet ovat tieliikenteen

pääteitä. Valtakunnallisesti merkittäviä teitä ja katuja kaavoituksessa ovat esimerkiksi valtatiet, virallisiin rajanylityspaikkoihin johtavat maantiet, talvisatamiin johtavat tiet ja kadut, raskaan ja säännöllisen lentoliikenteen, myös sotilasliikenteen, lentoasemille johtavat tiet ja kadut sekä valtakunnallisesti merkittäviin matkakeskuksiin ja tavaraterminaaleihin johtavat tiet ja kadut.

Arvioitaessa pääliikenneväylien häiriintymistä on väylätyypin lisäksi hyvä ottaa huomioon liikennetiheys. Tieliikenteen tapauksessa häiriötilanne on määritelty epätavalliseksi liikennetilanteeksi, joka aiheuttaa muutoksia liikenteen välityskykyyn tai huonontaa ajo-olosuhteita. Häiriötilanteet voivat vaihdella lyhytkestoisesta pitkäkestoiseen, ja tyypillisimpiä tieliikenteen häiriötilanteita ovat onnettomuudet, tietyöt ja poikkeukselliset sääolosuhteet. Arvioitaessa mahdollisen onnettomuuden aiheuttamaa liikenteen huomattavaa häiriintymistä on hyvä ottaa huomioon mahdollisen varareitin läheisyys ja käyttökelpoisuus onnettomuustilanteessa. Laitoksen sijoituksessa tieliikenteeseen nähden voidaan soveltaa lämpösäteilyn ja paineen enimmäismääriä (Liite 3). Kaavoituksessa valtakunnallisesti merkityksellisiä ratoja ovat päärataverkon radat, virallisiin rajanylityspaikkoihin, talvisatamiin sekä valtakunnallisesti merkittäviin matkakeskuksiin ja tavaraterminaaleihin johtavat radat sekä pääkaupunkiseudun metron radat.

Rataverkon tapauksessa häiriötilanne määritellään poikkeavaksi tapahtumaksi, joka laskee radan kapasiteettia eli välityskykyä ja liikenteen täsmällisyyttä. Rautatieliikenteessä tapahtuvien häiriötilanteiden leviäminen ja seurannaisvaikutukset poikkeavat muun liikenteen häiriöistä. Rautatieliikenteen häiriötilanteessa vaikutusalue voi olla hyvinkin laaja kerrannaisvaikutusten johdosta. Toisaalta häiriön aiheuttama vaikutus voi kohdistua vain yhteen junaan, mikäli liikennöintiaika ja/tai paikka ovat riittävän hiljaisia. Rautatieliikenne saatetaan joutua keskeyttämään esimerkiksi rautatiealueella tai sen läheisyydessä tapahtuvan tulipalon sammutustyön vuoksi. Tällöin pelastusviranomainen tai poliisi voi pyytää alueen liikennöinnistä vastaavaa liikenteenohjausta pysäyttämään liikennöinnin pyydetyllä alueella.

4.8 Vetyteollisuuden kemikaalien ja onnettomuusriskien tunnistaminen (HAZID)

Tässä kappaleessa käsitellään vetylaitoksille yleisesti tunnistettuja riskejä ja niihin varautumista (Hazard Identification eli HAZID). Vireillä olevalle asemakaava-alueelle on alustavasti suunniteltu vedyntuotantolaitosta. Tässä vaiheessa aluetta on käsiteltävä siten, että myös varastointi otetaan huomioon, koska kyse on T/kem-kaavasta, mikä mahdollistaa tulevaisuudessa myös sellaiset suuronnettomuusvaaralliset laitokset, joissa vaaralliseksi luokiteltuja kemikaaleja voidaan varastoida.

Vetyteollisuustoiminnassa yleisesti tunnistettuja riskejä ovat erilaiset vuototilanteet (esimerkiksi vety, metanoli, metaani), joihin liittyy räjähdys- tai tulipalon mahdollisuus. Ympäristön kannalta riskejä on tunnistettu myös nestemäisten vuotojen tapauksessa. Ympäristöhaittoja voivat aiheuttaa mm. elektrolyysissä käytettävät kationit, kuten kaliumhydroksidi (KOH),

tai laitoksen muuntajien öljyvuodot. Vuotoriskejä vastaan voidaan varautua esim. suoja-altailla sekä muilla vuodonhallinta- ja keruujärjestelyillä (mm. öljynerotuskaivot). Alueen hulevedet voidaan johtaa viivästysaltaiden kautta, joihin voidaan asentaa tarvittaessa öljynilmaisinia. Muita vetylaitoksen toiminnan riskejä ovat mm. sisäiset ja ulkoiset tulipalot, elektrolyysilaitteiston vaurioitumiseen johtavat vikaantumiset, ajoneuvojen törmäysriskit sekä etäohjaukseen liittyvät riskit.

Riskit ja poikkeukselliset tilanteet ja niihin varautuminen tulee ottaa huomioon laitoksen suunnittelussa. Laitoksen rakenteet, putkistot, säiliöt, laitteistot, niitä ohjaavat prosessijärjestelmät, sähkölaitteistot ja automaatio tulee rakentaa niitä ohjaavien standardien ja vaatimusten mukaisesti. Riskien tunnistaminen tulee tarkentumaan myöhemmissä vaiheissa, mm. laitossuunnittelun yhteydessä. Riskien tarkastelussa tullaan huomioimaan myös laitoksen lähiympäristö ja muut teollisuuden toimijat. Prosessin toimintaan liittyvät laite- ja instrumenttitason riskit tulee tarkastella myöhemmässä suunnitteluvaiheessa tarkemmin esim. HAZOP-menetelmän avulla (Hazard and Operability Study). Useiden prosessien kohdalla tullaan tarvitsemaan lisätietoja esimerkiksi laitetoimittajilta riskien tunnistamiseksi sekä tarvittavien varautumisten ja suojausten määrittämiseksi. Seuraavissa luvuissa on tarkasteltu vetylaitosten ympäristöriskejä tarkemmin.

Kemikaali- ja vuotoriskit

Vetyä tuotetaan elektrolyysiprosessissa, jossa vesi hajotetaan energian avulla vedyksi ja hapeksi. Monissa tapauksissa elektrolyysiä tehostetaan katalyyteillä, kuten kaliumhydroksidilla (KOH). Elektrolyysiprosessin riskeihin kuuluu vuototapaukset erityisesti KOH-liuoksen purun tai käytetyn KOH-liuoksen lastauksen yhteydessä, jolloin hyvin emäksistä kemikaalia voi vuotaa ympäristöön. Purku- ja lastaustoimenpiteitä on valvottava, ja toimenpiteille on hankittava erillinen lupa (laitoksen oma purku-/lastauslupamenettely). KOH-säiliöiden sijoittaminen suoja-altaaseen estää sen leviämistä ympäristöön vuototapauksessa. Laitoksen suunnittelussa purku- ja lastausalueen sekä säiliöalueen vuodonhallinta- ja keruujärjestelyt on huomioitava laitoksen suunnittelussa. KOH-säiliöön olisi hyvä asentaa vuodontunnistusjärjestelmä ja tarvittavia hälytysjärjestelmiä. KOH-liuosta voi päästä vuotamaan myös näytteenoton yhteydessä, mikä aiheuttaa henkilöaltistusriskin. Asiasta voidaan huolehtia asianmukaisten henkilösuojainten ja työlupien avulla.

Jos vetyä metanoidaan, reaktioihin tarvittavaa hiilidioksidia voidaan kuljettaa muualta tai kerätä talteen jostakin läheisestä päästölähteestä. Hiilidioksidin talteenotto-prosessissa syntyy amiinia, jota voi vuodon sattuessa vapautua ympäristöön. Amiinin haitallisuudesta ympäristölle ei ole käyttöturvallisuustiedotteiden mukaan tietoja, joten sen vaikutuksia täytyy arvioida tapauskohtaisesti käytettävän amiinilaadun perusteella.

Muuntaja-alueella tapahtuva öljyvuoto voi päästä sadevesiviemäriin ja sitä kautta vesistöön (purkuojaan). Muuntajille voidaan asentaa suoja-altaat, joiden yhteydessä voi olla öljynerotuskaivo ennen hulevesiviemäriin johtamista.

Räjähdyksriskit

Vetylaitoksilla käsitellään aineita, jotka aiheuttavat syttymis- ja räjähtämisriskejä. Vetyteollisuudessa syttymis- ja räjähdysriskejä voivat aiheuttaa

- 1) Elektrolyysissä tuotettu vety
- 2) Vedyn jatkojalostustuotteena tuotettu metaani
- 3) synteettisen metaanin (LSNG) vuodot ja
- 4) Metanolisynteesin metanolivuodot

Vuotoriskejä voidaan pyrkiä hallitsemaan vuodonvalvontajärjestelyillä, liekinilmaisimilla, räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokituksilla, ilmastointijärjestelyillä, vuodonkeruujärjestelyillä ja tarvittavilla automaattisilla toiminnoilla laitoksen saattamiseksi turvalliseen tilaan.

Tulipalo ja sammutusjätevedet

Ulkoiseen tulipaloon voidaan varautua laitoksen toiminnassa paloteknisen suunnitelman avulla. Palotekninen suunnitelma sisältää rakennusten paloluokitukset, aktiiviset palonsammutusjärjestelmät, passiiviset palonsuojauskeinot, kaasuvuodonilmaisimet, paloilmaisimet, prosessin ohjauksen sekä hätäseislogistiikan. Sammutusjätevesien keruu ja hallinta otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa.

Sääolosuhteiden aiheuttamat riskit

Talviolosuhteiden aiheuttamat jäätymiset, liian suuri lumikuorma tai putoava jää voivat aiheuttaa putkien jäätymistä ja sitä kautta laiterikkoja ja vuotoja. Laitteistot voidaan sijoittaa sääsuojaan riskin pienentämiseksi. Elektrolyysiprosessissa putkilinjojen jäätyminen (demi-vesi, KOH, kaasulinjat) voivat aiheuttaa putkirikkoja ja johtaa tuotannon alasajoon. Ulkona olevat putkilinjat voidaan eristää ja saattolämmittää.

Rankkasateen aiheuttamat tulvat voivat aiheuttaa veden päätymistä rakennusten tai konttien sisälle, mikä voi aiheuttaa laiterikkoja. Jäähdytysveden lämpötila metanolisynteesissä voi kesäaikaan kohota korkeaksi, mikä voi vaikuttaa prosessin jäähdytykseen. Jäänmuodostuminen voi aiheuttaa myös törmäysriskin lastausalueella liukkauden vuoksi. Riskiä voidaan pienentää törmäyssuojilla ja ajoteiden talvikunnossapidolla. LSNG-säiliöauton lastausalueet ja konttialueet pidetään talvisin sulana törmäysriskien pienentämiseksi.

Prosessihäiriöt

Prosessit, joissa häiriöitä voi tapahtua ovat ainakin vedyn metanointi, metanolisynteesi ja hiilidioksidin talteenotto, jos vetyä jatkojalostetaan. Metanointiprosessin häiriössä ympäristöön voi päästä metaania, mikä voi aiheuttaa ympäristöhaittaa ja laitoksen luparajojen ylityksen. Häiriötilanteessa laitos ajetaan alas. Soihdutuksen tarvetta metanointiprosessissa voidaan tarvittaessa selvittää.

Metanolisynteessissä jäähdytysveden menetys voi aiheuttaa riskin tuotannolle. Riskiä voidaan pienentää reaktorin automaattisilla turvalukituksilla ja reaktorin vesitäytöllä, mikä mahdollistaa jäähdytyksen hetken aikaa häiriötilanteessa. Tarvittaessa reaktori ajetaan alas. Suunnitteluvaiheessa voidaan määritellä tarvittava jäähdytysvesijärjestely ja järjestelmän riittävä luotettavuustaso.

Hiilidioksidin amiinipäästöt ympäristöön ovat myös mahdollisia. Laitetoimittajalta tulee varmistaa riittävät koulutuspaketit CO₂-talteenottojärjestelmän osalta, sekä selvittää prosessille ominaiset häiriötilanteet ja niihin varautuminen laitoimittajan kanssa.

Yleistä

Vetyä valmistetaan elektrolyysissä, jossa vettä hajotetaan korkean energiamäärän avulla veddyksi ja hapeksi. Vety ei ole itsessään myrkyllinen aine, eikä sen suuren haihtuvuuden ja keveyden vuoksi säily pitkään vesiympäristöissä eikä aiheuta saastumista maaperässä tai vesistöissä. Suurina pitoisuuksina vety voi kuitenkin syrjäyttää ilmasta happea ja aiheuttaa hengitysvaikeuksia ihmisille.

Laajamittaisten vetytuotantolaitosten rakentaminen lisää riskejä ja onnettomuuksiin johtavia tekijöitä, jos sitä siirretään ja käytetään teollisuusalueen ulkopuolella. Vety on todella herkästi syttyvä kaasu, mikä tarkoittaa, että pienetkin sähköpurkaukset tai kipinät voivat laukaista vedyn palamisreaktion. Syttyessään vety vapauttaa suuren määrän lämpöenergiaa. Palavan vedyn liekki on lähes näkymätön, mikä lisää vetypalojen leviämiskä. Syttymätön vetytuoto aiheuttaa vetypilven, joka syttyessään ja räjähtäessään sisätilassa tai ulkona esteettömässä ympäristössä, aiheuttaa suurimmat vaaratilanteet. Pilven syttyessä ja räjähtäessä esteettömässä ympäristössä paine- ja lämpötilavaikutukset voivat olla pienempiä, jos vedyn suhteellinen pitoisuus ilmassa on pienempi.

Vetylaitoksen suunnittelussa ja käytössä on hyvä huomioida seuraavia näkökulmia:

- 1) laitosalueen rakenteiden sijoittaminen
- 2) hyvät suunnittelukäytännöt ja asianmukainen toteutus
- 3) turvallisuusjärjestelmät (mm. mittaukset, hälytykset, varolaitteet)
- 4) käytännöt ja valvonta
- 5) varastoitavan vedyn määrä ja paine

Onnettomuuksien syyt eivät pääasiassa poikkeakaan muussa prosessiteollisuudessa havaituista syistä, joita ovat muun muassa (Vetyopas, Tukes 2024):

- 1) suunnitteluvirhe
- 2) mekaaninen rikkoutuminen (kompressori, putkisto, elektrolyysin kalvot)
- 3) paineen liiallinen nousu
- 4) korroosio
- 5) ulkoinen isku
- 6) inhimillinen virhe

Esimerkkinä elektrolyyserilaitoksiin liittyvästä onnettomuudesta on Etelä-Koreassa tapahtunut vetylaitosonnettomuus vuonna 2019. Onnettomuudessa vetytankki räjähti ja useita rakennuksia tuhoutui. Räjähdyksen syynä oli vetysäiliöön sekoittunut happi. Jatkossa happi- ja vetypitoisuuksia tulee seurata ja kontrolloida tarkemmin eri mittausten ja varolaitteiden avulla, jotta vastaavanlaisia onnettomuuksia ei pääsisi tapahtumaan. Vetytankkausasemilla tapahtuvista onnettomuuksista noin 18,5 % on johtanut vakaviin seurauksiin, kuten tulipaloon tai räjähdykseen. Suurin osa vuodoista on tapahtunut liitoskohdissa riittämättömän kiristysten ja tiivistysten vuoksi. Suuren mittakaavan vihreän vedyn tuotanto, siirtoon ja varastointiin liittyvät sovellukset ovat maailmanlaajuisesti vielä melko harvinaisia tai ne ovat olleet käytössä lyhyen ajanjakson, mikä näkyy vetyonnettomuuksien määrän vähäisyytenä ja historiadatan puutteena.

Vetylaitosten toiminnan turvallisuutta voidaan parantaa ennakoivalla toiminnalla. Näitä toimia ovat mahdollisten vaarojen tunnistaminen, vaarojen toteutumistodennäköisyyden ja seurausten vakavuuden arviointi sekä riskiä pienentävien toimenpiteiden määrittäminen. Yrityksen on oltava kykenevä estämään tulipalot ja räjähdykset laitoksella ja sillä on oltava valmius kerätä talteen mahdolliset kemikaalivuodot. Räjähdyksen ennaltaehkäisyssä on tunnistettava räjähdysvaaralliset tilat ja varmistettava, että kyseisissä tiloissa ole mahdollisina syttymislähteinä toimivia laitteita. Kemikaalien varastoinnissa tulee varmistaa, että vaarallisesti keskenään reagoivat kemikaalit eivät pääse sekoittumaan edes vuototilanteessa. Vaaralliset kemikaalit tulee varastoida omilla, merkityillä paikoillaan, ja prosessitiloissa pyritään minimoimaan säilytettävien kemikaalien määrä. Ennakoivalla ja korjaavalla kemikaalisäiliöiden ja putkistojen kunnossapidolla voidaan varmistaa, että säiliöt, putkistot ja muut laitteistot säilyvät hyvässä kunnossa. Näin voidaan ennaltaehkäistä mahdollisia kemikaalivuotoja tai muita onnettomuuksia.

Toimintaa valvova viranomainen sekä mahdollisen toimintaluvan tarve määräytyvät sen mukaan, kuinka paljon vaarallisia kemikaaleja laitoksella käsitellään. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo kemikaalimäärältään suurempia laitoksia ja pelastuslaitokset valvovat puolestaan pienempiä laitoksia. Kaikkia laitoksia koskee kuitenkin sama kemikaaliturvallisuuslainsäädäntö. Mikäli laitos on Tukesin valvonnanalainen, tulee sille nimetä kemikaalien käytönvalvoja ja laatia sisäinen pelastussuunnitelma suurten kemikaalionnettomuuksien varalle.

Taulukko 1. Vedyntuotannossa yleisesti tunnistettuja riskejä.

Häiriötilanne	Seuraus ja sen vakavuus	Varautuminen
Vetyvuoto	-Äkillinen leimahdus -Räjähdykset -Työntekijöiden altistuminen -Suuronnettomuuden vaara	-Laitteistot ja putkistot suunnitellaan voimassa olevien standardien mukaisesti -Laitteistoa ja putkistoa huolletaan ja ylläpidetään säännöllisesti -Hätäsulkuventtiilit laitteistoihin ja putkistoihin -Varoitus-, hälytys- ja äänijärjestelmät sisä- ja ulkotiloihin -Tehokas ilmanvaihto, jotta vety ei pakkaudu pienelle alalle
Ajoneuvon törmäys rikkoo vetyputken tai -laitteiston	-Äkillinen leimahdus -Räjähdykset -Työntekijöiden altistuminen -Suuronnettomuuden vaara	-Vetyputkisto ja -laitteisto sijoitussa vältetään kulkualueita ja että se on suojattu työkoneiden törmäyksiltä -Työlupamenettelyt -Palo- ja pelastussuunnitelma
Katalyytin (KOH) vuotaminen ympäristöön	-Tilapäinen ympäristöhaitta ja työntekijän altistuminen kemikaalille ja niiden roiskeille	-Kemikaalit varastoidaan suoja-altaassa, joka pidättää kemikaalivaraston suuruuden verran kemikaalia -Tarvittavien henkilökohtaisten suojaimien käyttö
Muu kaasuvuoto: -hiilidioksidi -metaani -happi	-Suihkupalo/pistol liekki tai äkillinen leimahduspalo -Sisätiloissa myös räjähdysen mahdollisuus -Tulipalon riski -Työntekijän altistuminen	-CO₂-mittarit ja varoitusmerkit -Henkilökohtainen CO₂-monitori alueella työskenteleville -Hätäsulkuventtiilit -Hätätuuletusmahdollisuus -Hälytysjärjestelmät

4.9 Biokaasun tuotanto ja reaktoriyyt

Biokaasua muodostuu erilaisten mikrobien hajottaessa orgaanista ainesta hapettomissa olosuhteissa. Biokaasua tuotetaan Suomessa jätevesien puhdistamoilla sekä yhdyskuntien ja

maatalouden biomassoja käsittelevissä erityyppisissä reaktorilaitoksissa. Lisäksi biokaasua kerätään kaatopaikoilta biokaasupumppaamoilla.

Biojätteiden käsittelylaitoksilla raakabiokaasun tuotanto tapahtuu reaktoreissa. Reaktori- ja esikäsittelylaitoksia on erityyppisiä, joiden prosessi riippuu syötteistä ja kaasun sekä mädätteen loppukäytöstä. Biokaasureaktorilaitos on suljettu prosessi, jossa seurataan ja säädetään reaktorin lämpötilaa, sekoitusta ja kosteuspitoisuutta, ja siten varmistetaan optimaalinen kaasun tuotanto. Biokaasureaktorilaitokset voidaan jaotella jatkuvatoimisiin ja panosprosesseihin. Jatkuvatoimisissa prosesseissa kuiva-ainepitoisuus on tyypillisesti alle 15 %, jolloin kyseessä on märkäprosessi, ja tätä korkeammassa pitoisuuksissa puhutaan usein kuivaprosesta. Panosprosessissa kuiva-ainepitoisuus on lähes aina 20 ... 40 %.

Biokaasun koostumus vaihtelee riippuen erityisesti käytettävistä syötteistä. Kaasun laadussa voi olla isojakin eroja eri biokaasulaitosten välillä. Kaatopaikoilta kerätyn raakabiokaasun koostumus poikkeaa merkittävästi reaktorilaitoksilla tuotetusta raakabiokaasusta. Pääkomponentit ovat kuitenkin aina metaani ja hiilidioksidi. Kaatopaikalta peräisin olevan raakabiokaasun metaanipitoisuus jää pienemmäksi ja vastaavasti typpipitoisuus suuremmaksi kuin reaktorilaitoksilla tuotetun raakabiokaasun. (Tukes 2025)

Biokaasulaitosten riskejä on kartoitettu Turvallisuus ja kemikaalivirasto Tukesin teettämässä *Kiertotalouden turvallisuusriskit* -selvityksessä (2018). Selvityksessä tunnistettiin vakavuudeltaan erilaisia riskiskenaarioita, joista voi syntyä henkilövahinkoja, ympäristövahinkoja ja taloudellisia vahinkoja.

Selvityksessä havaitut vakavat riskiskenaariot, jotka voivat aiheuttaa erityisesti henkilövahinkoja:	Selvityksessä havaitut riskiskenaariot, joilla on lähinnä ympäristövaikutuksia:
• Vuodot ja niistä aiheutuvat tulipalot, räjähdykset tai tukehtuminen (esim. vuoto kompressorikontissa, vuoto kaasuvarastossa, vuoto tankkauksessa tai kontin täyttämisessä). • Biojätteen varastoinnin ja käsittelyn yhteydessä tapahtuva altistuminen myrkyllisille aineille kuten rikkivety ja hiilimonoksidi. • Biojätteen käsittelyn yhteydessä tapahtuva altistuminen homeille ja homeksiineille (mm. hengitystieinfektiot ja allergiat).	• Jätevesien ja muiden rejektien päästöt ympäristöön. • Jätevesien ja lietteen laatu (sisältää esim. raskasmetalleja) estää suunnitellun loppusijoituksen. • Hajut.

4.10 Datakeskusten toiminta ja riskitekijät

Datakeskusten toiminta keskittyy elektronisen tiedon varastointiin ja käsittelyyn. Datakeskuksen toiminnot käsittävät varsinaisen tiedon käsittelyn teollisessa mittaluokassa, laitoksen jatkuvatoimisen jäähdytyksen, laitoksen ylläpidon ja varavoimageneraattoreiden koe-käytön. Poikkeustilanteissa varavoimageneraattoreilla katetaan datakeskuksen vaatima sähköntarve. Datakeskusalueilla tyypillisesti varastoidaan huoltoon liittyviä

pienkemikaaleja, jäähdytysjärjestelmissä vähäisiä määriä glykolia ja varavoimageneraattoreita varten polttoainetta (kevyt polttoöljyä, dieseliä tai uusiutuvaa polttoainetta).

Tietojenkäsittelyyn ja -hallintaan tarvittavat laitteet sekä järjestelmät sijaitsevat pääosin konesaleissa. Konesalien lisäksi datakeskukseen kuuluu huolto- ja toimitilarakennuksia, sähkönsyöttöön tarvittava muuntamo sekä varavoimageneraattorit polttoainesäiliöineen. Konesalit vaativat jäähdytystä, joka Suomessa toteutetaan yleisesti suoran ilmajäähdytyksen avulla. Tällöin viileää ulkoilmaa syötetään koneellisesti konesaliin, samalla poistaen konesalissa syntynyttä lämmintä ilmaa. Poistettavasta lämpimästä ilmasta voidaan ottaa lämpöä talteen lämpöpumpuilla, ja talteen otettua lämpöä voidaan hyödyntää esimerkiksi kaukolämpöverkossa.

Jäähdytys voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa myös kokonaan lämpöpumpuilla, ja tällöin jotkin käytettävistä kylmäaineista voivat olla terveydelle vaarallisia. Datakeskusten jäähdytyksessä saatetaan käyttää ammoniakkaa. Tällöin sijoituksessa tulee huomioida myös mahdollisen ammoniakkipäästön aiheuttama vaaraetäisyys (Tukes 2024).

Toimintavaiheessa datakeskusten prosessit sijoittuvat laitosten sisälle ja ulkona tapahtuvat työvaiheet ovat rakenteiden ja ulkoalueiden kunnossapitoa, varavoimageneraattoreiden koekäyttöjä ja satunnaisia tavarantoimituksia.

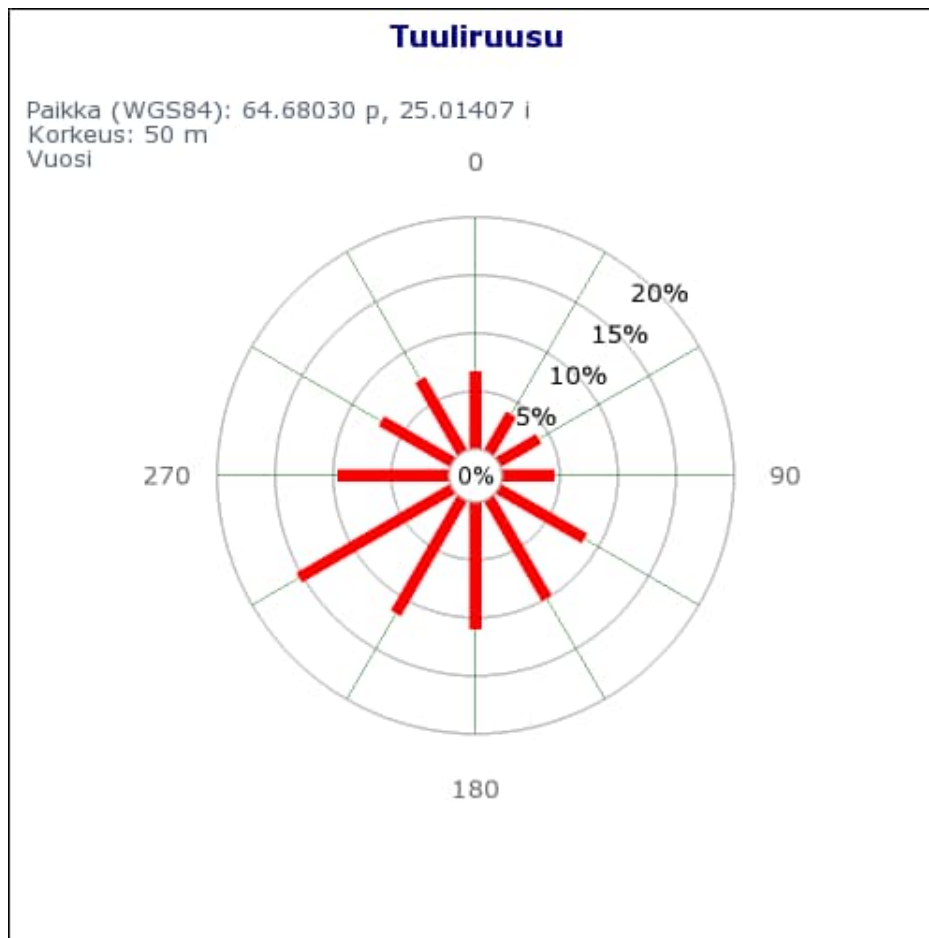
Datakeskusalueet vastaavat hyvin moderneja teollisuusalueita tai varastorakennuksia. Alueen onnettomuus ja vaaratilanteet ovat joiltain osin verrattavissa huoltoasemiin tai varastointiin. Tyypilliset onnettomuus ja vaaratilanteet liittyvät huoltotöihin, joista aiheutuu pääasiassa vähäisiä henkilövahinkoja sekä liikenneonnettomuuksiin laitosalueella. Laajamittaisesta prosessiteollisuudesta poiketen alueella ei ole juurikaan vaaraa aiheuttavia prosesseja tai räjähdysvaarallisia alueita. Suurimmat mahdolliset onnettomuus skenaariot liittyvät tulipaloihin tai polttoainevuotoihin. Tukesin ohjeistuksessa (2024) viitataan Tukesin laatimaan oppaaseen tuotantolaitosten sijoittamisesta (2015, päivitetty 2025), jonka mukaisesti palavan nesteen varastosäiliön suojaetäisyys tontin rajasta, yleisestä liikenneväylästä sekä toimintaan kuulumattomista rakennuksista tulee olla vähintään 5 metriä säiliön koon ollessa alle 10 m³ ja vähintään 10 metriä säiliön koon ollessa 10–50 m³. Mikäli palavien nesteiden yhteismäärä on yli 500 m³, tulee toimintojen sijoittelussa huomioida myös standardin SFS 3350 määrittelemät suoja- ja vaaraetäisyydet.

5 Ympäröivän alueen arviointi

Tässä kappaleessa on esitetty Jussinkankaan asemakaavan suuronnettomuusvaarallisen alueen kannalta merkittävät kohteet ja etäisyydet T/kem-kaavoitettavaan alueeseen.

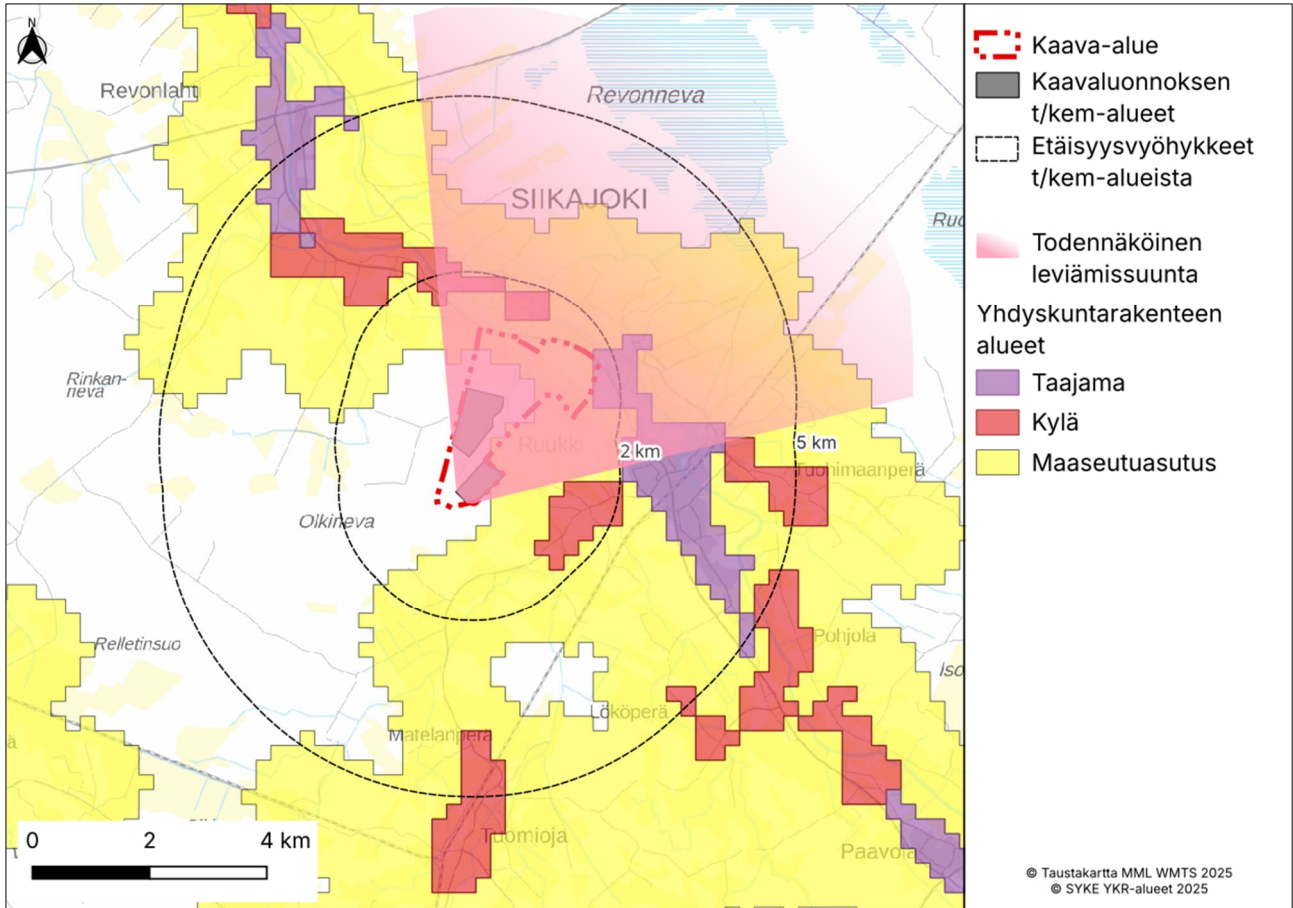
5.1 Sääolosuhteet

Seuraavassa kuvassa (Kuva 7) on esitetty selvitysalueella vallitsevat tuuliolosuhteet tuuliruu-
sun avulla. Siinä asteet kuvaavat ilmansuuntia (0 pohjoinen, 90 itä, 180 etelä ja 270 länsi) ja
punaiset palkit tuulen suhteellista osuutta tietystä ilmansuunnasta prosentteina. Tuuliruu-
sun mukaan tuulen suunta kaava-alueella on painottunut lounaasta koilliseen, kun tarkastel-
laan vuoden mittaisten tilastojen keskiarvoja 50 metrin korkeudessa (Ilmatieteenlaitos, ha-
ettu 6.11.2025). Tuuliriuksen tietoja hyödynnetään, kun kemikaalivuotojen vaikutuksia mal-
linnetaan suunnittelun edetessä.

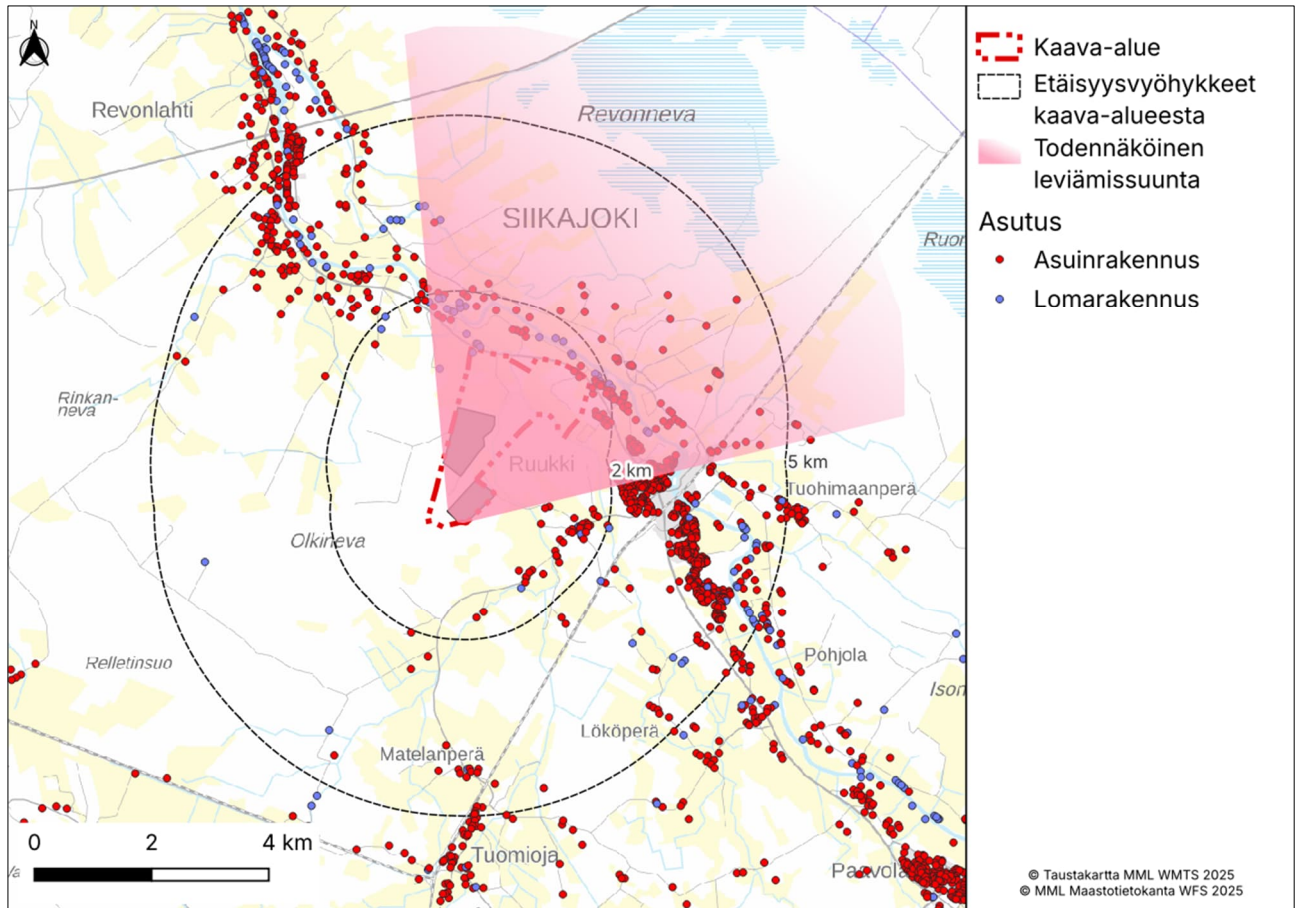


Kuva 7. Tuuliruuksu Jussinkankaan kaava-alueelta (Ilmatieteenlaitos 2025).

Tuulensuunta on sellainen, että se todennäköisesti kuljettaisi mahdolliset ilmapäästöt onnet-
tomuuden tai kemikaalivuodon sattuessa selvitysalueen pohjois- ja koillispuolella olevalle ky-
läalueelle sekä Lodentien ja Koivukankaan asutusalueille (taajama) (Kuva 8).



Kuva 8. Alueen yhteiskuntarakenne ja onnettomuudesta aiheutuvien päästöjen todennäköinen leviämissuunta ilmassa.

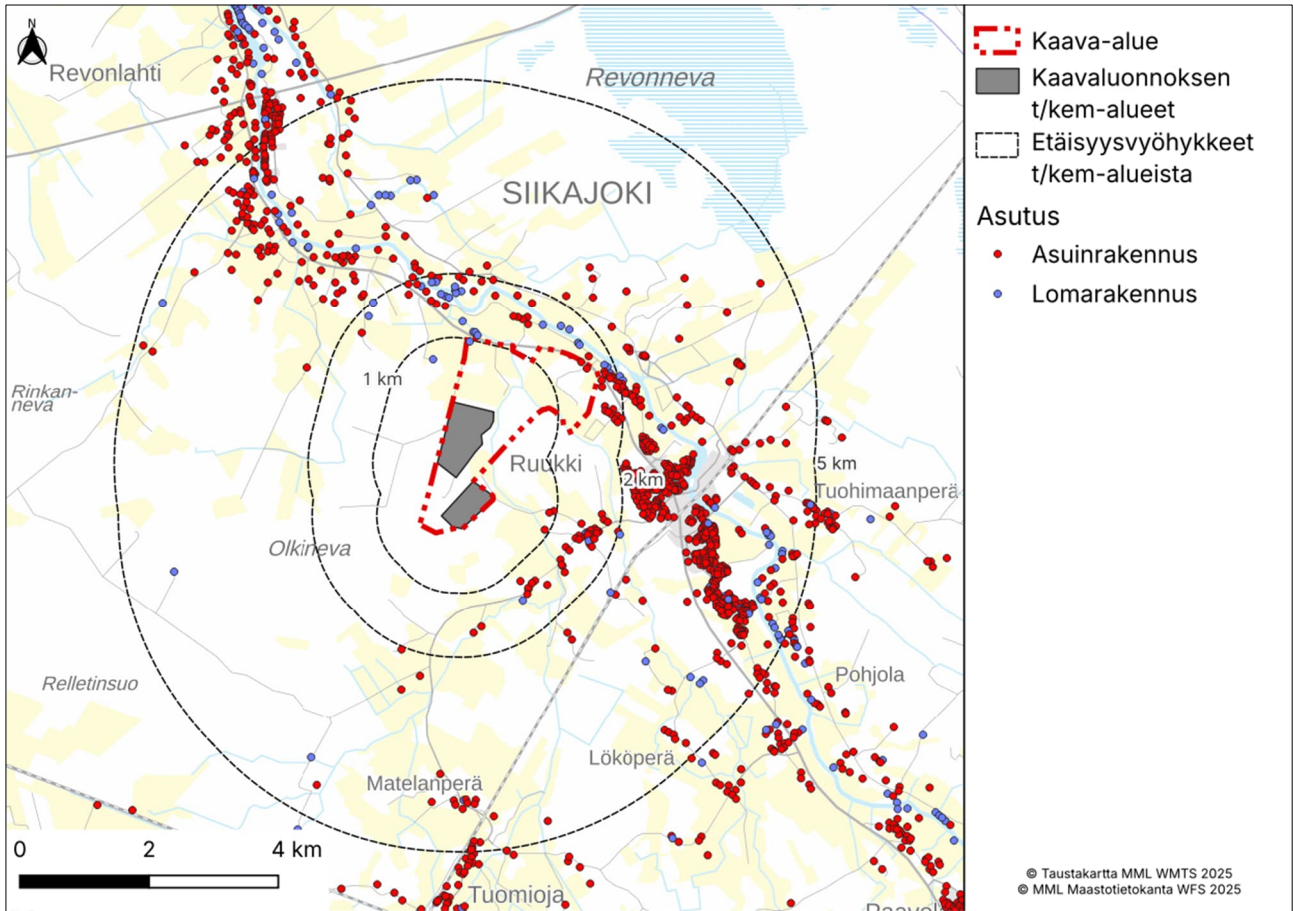


Kuva 9. Alueen rakennukset ja päästöjen todennäköinen leviämissuunta ilmassa.

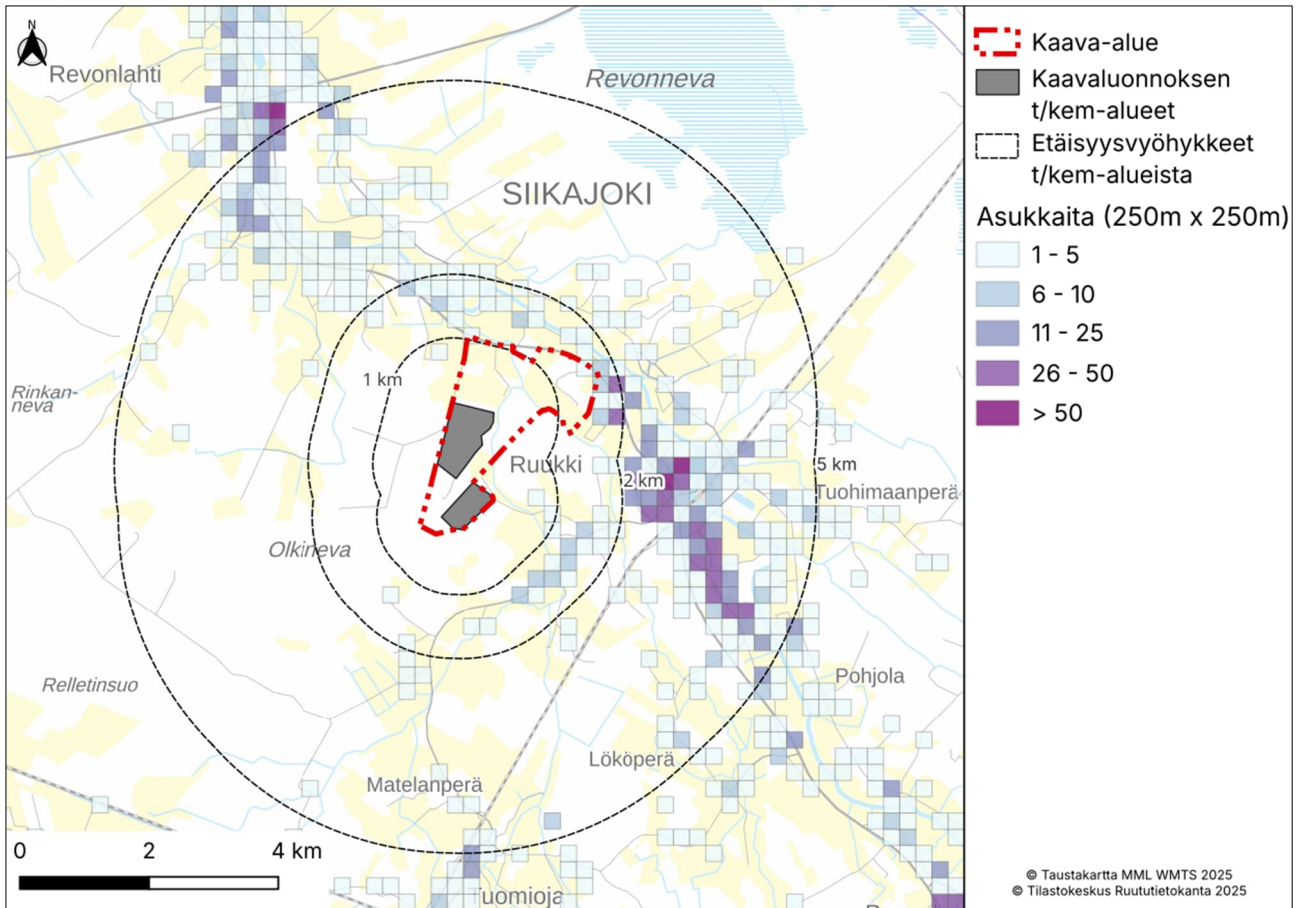
5.2 Asutus

Kaava-alueen koillisnurkassa sijaitsee Maanmittauslaitoksen maastotietokannan (2025) mukaan kaksi asuinrakennusta ja luoteisnurkassa yksi lomarakennus (Kuva 10). Kaava-alueelle sijoittuvat asuinrakennukset on tarkoituksena lunastaa ja purkaa. Lähimmät asuin- ja lomarakennukset sijoittuvat noin 900 metrin etäisyydelle T/kem-alueista. Alle kahden kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista sijaitsee 86 asuinrakennusta ja 31 lomarakennusta, ja alle viiden kilometrin etäisyydellä 769 asuin- ja 92 lomarakennusta. Alle kahden kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista asuu

Tilastokeskuksen ruututietokannan mukaan 195 asukasta ja alle viiden kilometrin etäisyydellä 1645 asukasta (Kuva 11).



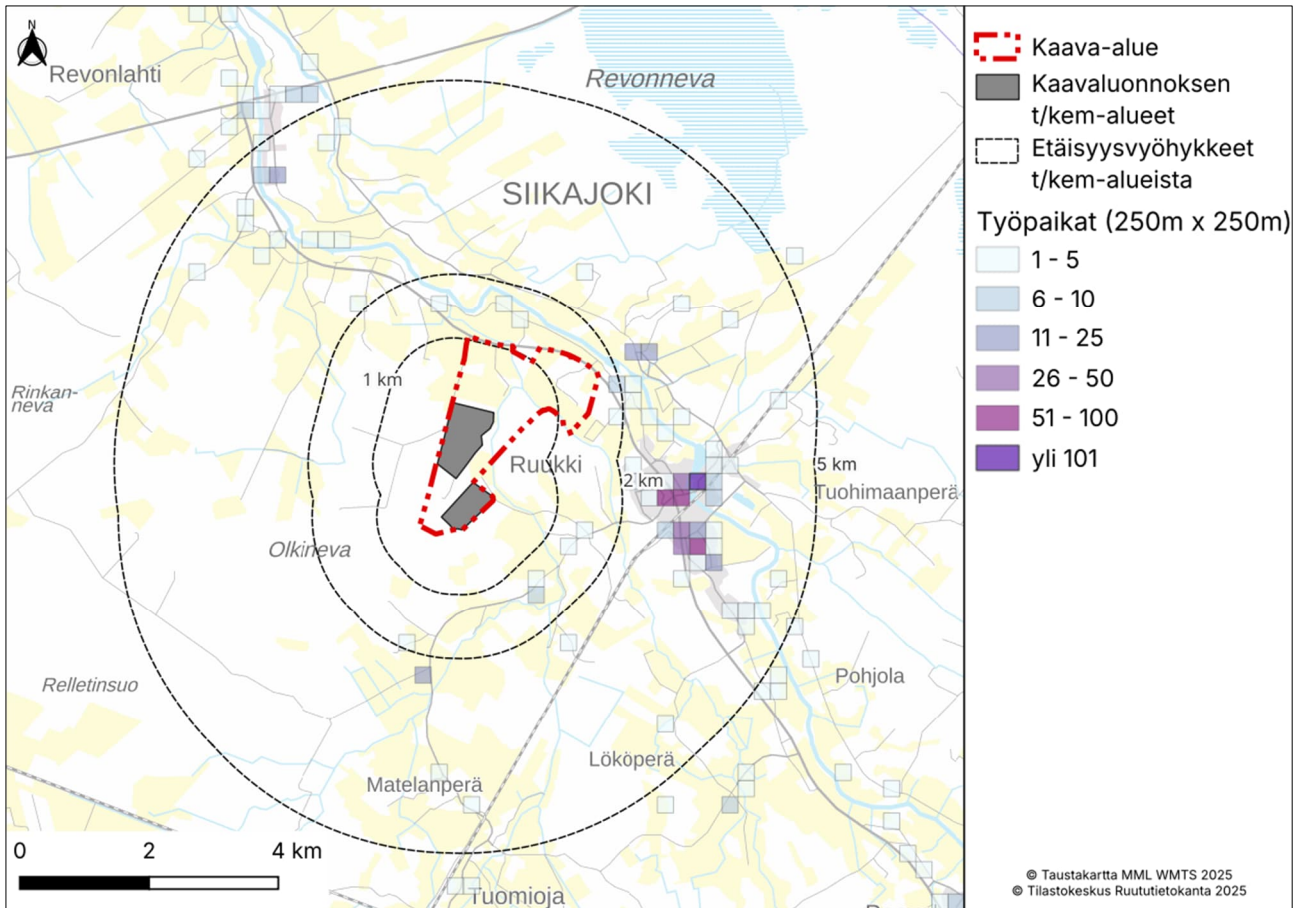
Kuva 10. Asuin- ja lomarakennusten sijoittuminen kaava-alueeseen nähden.



Kuva 11. Asukasmäärä kaava-alueen ympärillä.

5.3 Työpaikat

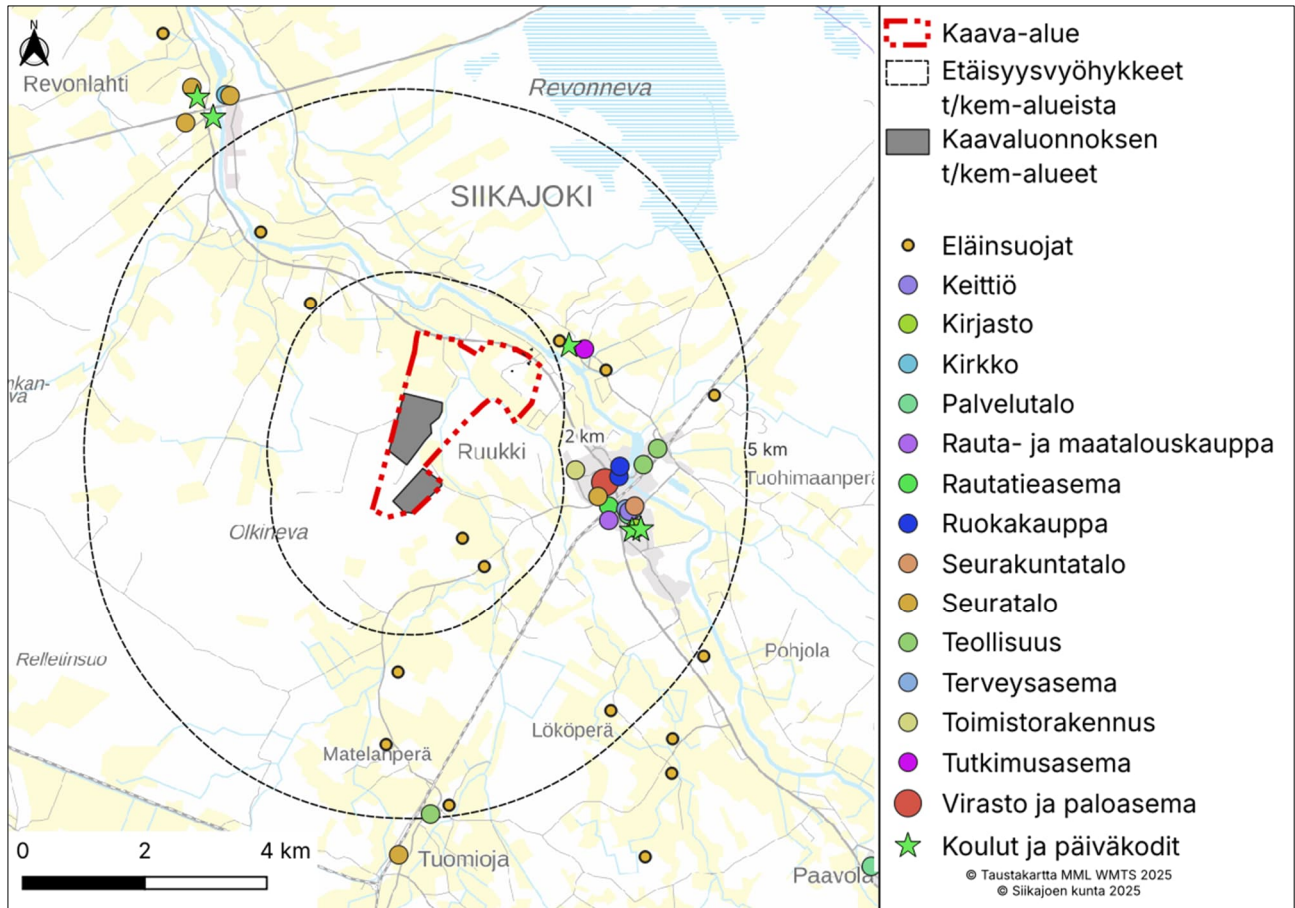
Lähimmät työpaikat sijaitsevat noin 1,3 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista Hakoperän alueella. Koulutuskeskus Brahe ja Luonnonvarakeskuksen tutkimusasema sekä Ruukin keskusta toimintoineen sijaitsevat noin 2,4 kilometrin päässä T/kem-alueista. Asemakaava-alueen ympäristössä harjoitetaan maa- ja metsätaloutta, jolloin yksittäisiä työntekijöitä saattaa satunnaisesti työskennellä kaava-alueen läheisyydessä.



Kuva 12. Läheiset työpaikat kaava-alueen ympäristössä.

5.4 Herkät kohteet

Vaikeasti evakuoitavia, herkiksi kohteiksi määriteltyjä kohteita ovat esimerkiksi päiväkodit, koulut, sairaalat, palveluasuminen ja leikkipuistot. Lähin herkkä kohde on noin 2,2 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista oleva Koulutuskeskus Brahe. Samalla alueella sijaitsee myös Luonnonvarakeskuksen tutkimusasema. Lähimmillään 870 metrin etäisyydellä T/kem-alueista sijaitsee eläinsuoja.



Kuva 13. Lähimmät herkät kohteet kaava-alueen ympäristössä.

5.5 Virkistysalueet

Kaava-alueelle sijoittuu kuntoradan/ladun osa (Kuva 14 ja Kuva 15). Kuntorata/latu sijaitsee 550 metrin etäisyydellä T/kem-alueista. Lähimmillään 1,4 kilometrin etäisyydelle T/kem-

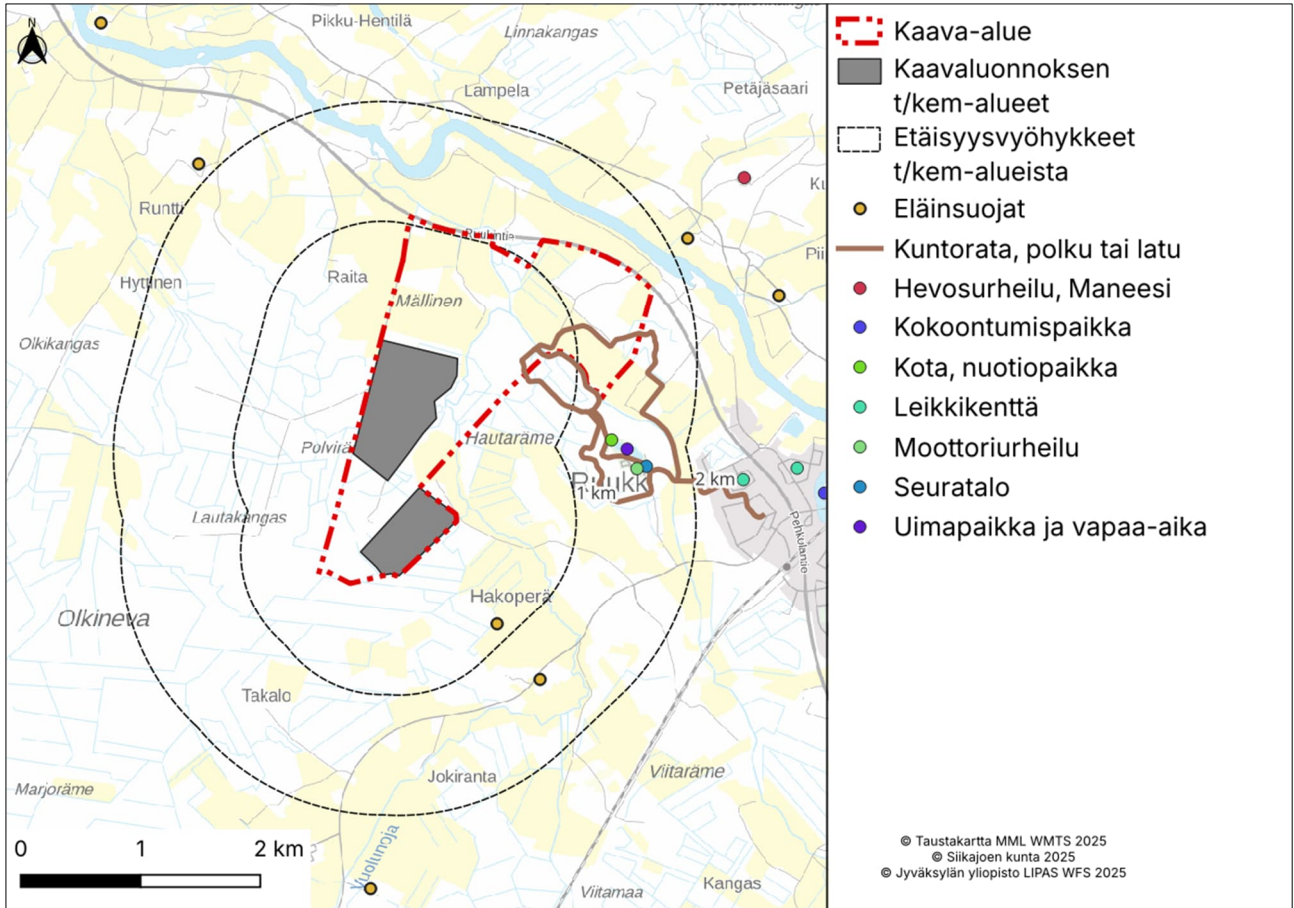
alueista sijoittuu Hietamaan vapaa-aikakeskus. Hietamaan vapaa-aikakeskuksessa voi har-
rastaa seuraavia lajeja:

- uintia
- kuntoilua
- lenkkeilyä ja maastajuoksua
- frisbeegolfia
- beachvolleyta
- karting-autoilua
- talviuintia
- hiihtoa
- ulkoilua ja retkeilyä

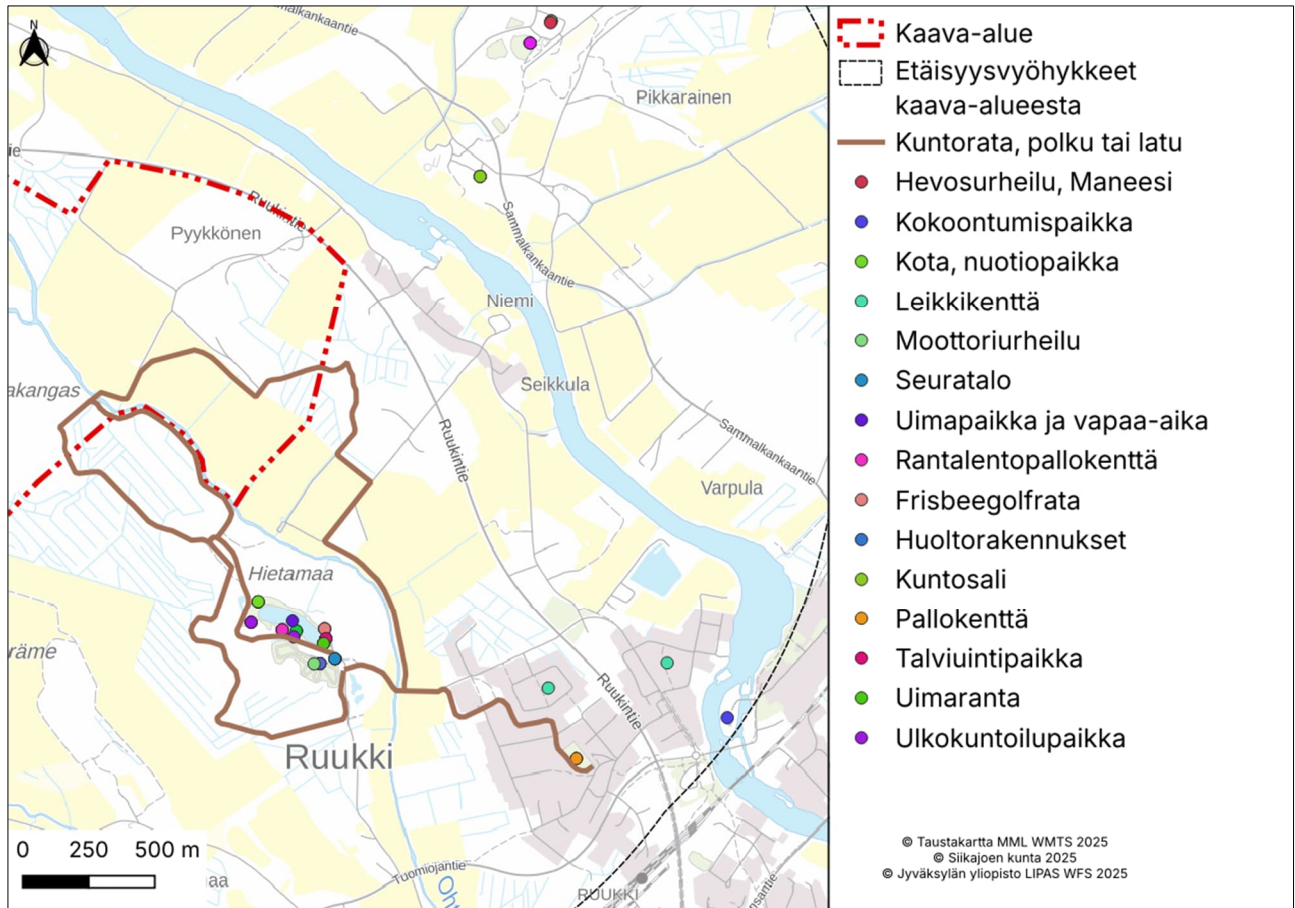
Vapaa-aikakeskuksessa on uimaranta, kuntoportaati, rantalentopallokenttä, 18 väyläinen frisbeegolfrata, ulkokuntoilulaitteita ja valaistu kuntorata. Uimarannan vieressä on myös kiikut, kiipeilyteline ja Supernova-karuselli. Talvella alueella on hiihtoladut, avantouinti-paikka sekä pulkkamäki. Alueella on kota ja nuotiopaikka sekä kesäisin usein kesäkioski. Rannan läheisyydessä on pukukoppeja ja kaksi kuivakäymälää, joista toinen on esteetön. Alue on vapaasti käytössä. (Siikajoen kaupunki 2025).

Hietamaan vapaa-aikakeskuksessa on myös Ruukin Formula-K Kerho ry:n kartingrata ja huoltorakennus Vauhtimaja.

Muita lähialueelle sijoittuvia virkistyskohteita ovat leikkikentät ja uimapaikka Ruukin kes-
kustassa 2,4 kilometrin etäisyydellä ja Ruukin luonto- ja hevoskeskus noin 2,8 kilometrin
etäisyydellä T/kem-alueista.



Kuva 14. Lähimmät virkistysalueet kaava-alueen ympäristössä.



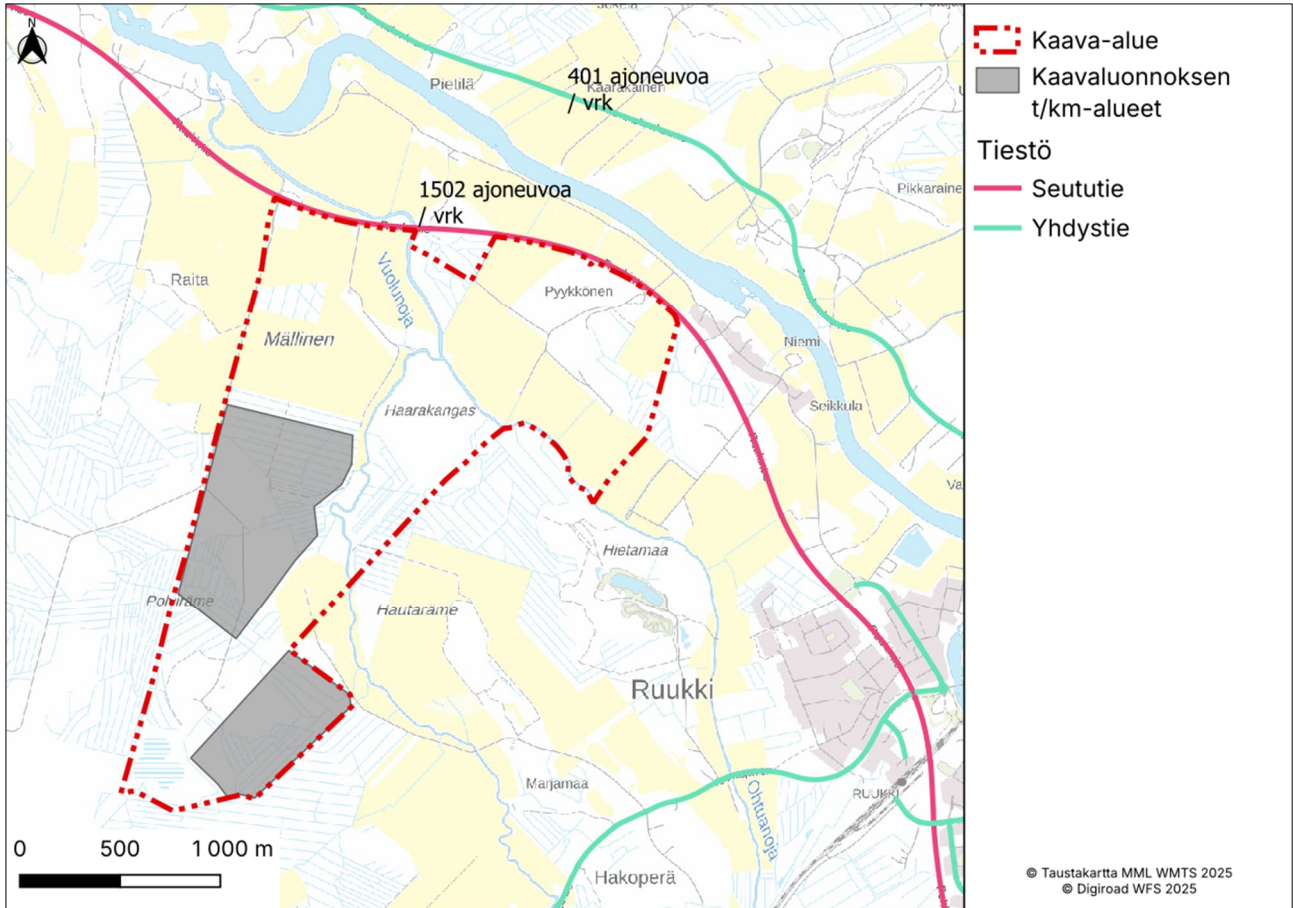
Kuva 15. Tarkekuva kaikista alle kahden kilometrin etäisyydellä kaava-alueesta sijaitsevista virkistyskohteista.

5.6 Liikenne

Pääliikenneväylät

Pääliikenneväylä Ruukkiin on seututie 234 Ruukintie. Keskimääräinen ajoneuvoliikenne vuorokaudessa on 1502 ajoneuvoa (Väylävirasto 2025). Siikajoen pohjoispuolella kulkevalla yhdystiellä 8121 Pattijoki-Ruukki vuorokauden liikennemäärä on 401 ajoneuvoa, ja etäisyys T/kem-alueisiin on yksi kilometri.

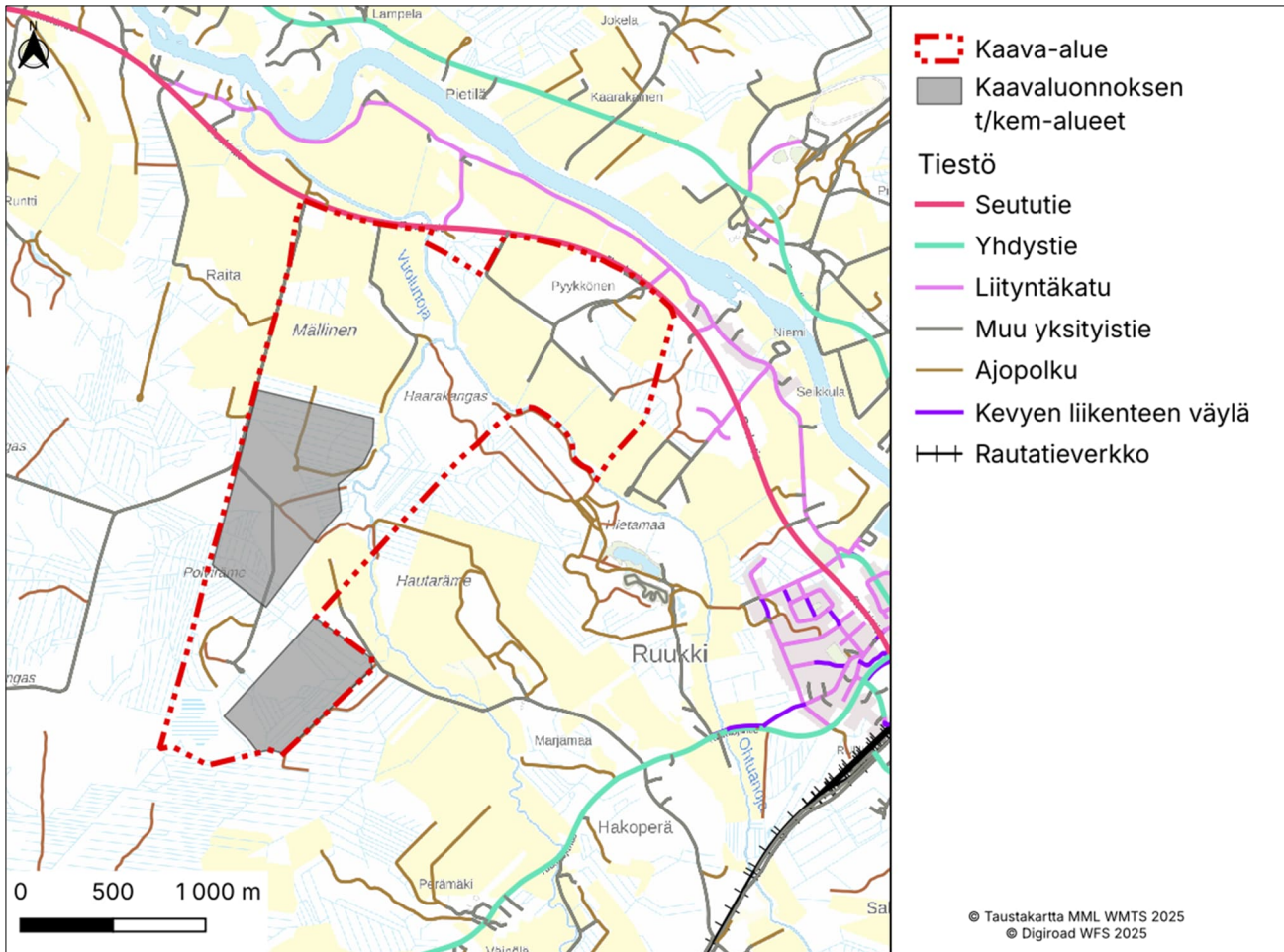
Liitteessä 3 on esitetty T/kem-laitoksen sijoituksessa tieliikenteeseen nähden sovellettavat lämpösäteilyn ja paineen enimmäismäärät. Edellä mainittujen liikennemäärien perusteella suurimmat sallitut lukemat seututie 234:llä ja yhdystiellä 8121 suurin sallittu lämpösäteilyintensiteetti on 8 kW/m² ja paine 15 kPa.



Kuva 16. Liikennemäärät pääliikenneväylillä kaava-alueen ympäristössä.

Muu liikenne

Lähimmät kevyen liikenteen väylät sijaitsevat kahden kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista Ruukin keskustan suunnalla. Rautatie sijaitsee lähimmillään kahden kilometrin etäisyydellä. T/kem-alueilla sijaitsee yksityisteitä ja ajopoluiksi luokiteltuja metsäteitä.



Kuva 17. Rautatieverkko ja tiestö kaava-alueen ympäristössä.

Vaarallisten aineiden kuljetukset

Toiminta kaava-alueella edellyttää vaarallisten aineiden kuljetusta (VAK), mikä pitää ottaa huomioon sovitussa liikennereiteissä ja mahdollisissa rajoituksissa. VAK-kuljetukset aiheuttavat riskejä tien- ja radankäyttäjille sekä ympäristölle. VAK-onnettomuuksia ilmenee vain pieni osuus kaikista liikenneonnettomuuksista, mutta onnettomuuksien seuraukset voivat olla merkittäviä, vaikuttaa pitkään ja ulottua laajalle alueelle. VAK-kuljetusten kannalta liikenneturvallisuuteen kaava-alueilla täytyy kiinnittää erityistä huomiota.

Vaaralliset aineet on luokiteltu Liikenne- ja viestintäministeriön toimesta. Kaikilla vaarallisilla aineilla on oma nimikkeensä ja nelinumeroinen UN-numero, josta voidaan tunnistaa vaarallinen aine. Vaarallisten aineiden kuljettamista ei ole rajoitettu yleisellä tieverkolla. Kunnat voivat rajoittaa vaarallisten aineiden kuljetuksia katuverkollaan. Trafi voi kunnan esityksestä rajoittaa vaarallisten aineiden kuljetusta määrätyllä alueella, tiellä tai tien osalla, esim. tiheillä asutusalueilla.

VAK-kuljetusten aineita ja määriä ei julkaista avoimesti, joten niiden tarkempaa kulkua kaava-alueen läheisyydessä ei pystytä tässä arvioimaan. Kuljetukset tulee kuitenkin huomioida alueen suunnittelun edetessä. Käytännössä riskienhallintasuunnitelma on aina tapauskohtainen.

Riskienhallinnan keinot VAK-kuljetuksille voivat olla esim. seuraavanlaisia:

- Riskien tunnistaminen sekä niiden suuruuden ja merkityksen arviointi
- Riskin vastuutahon määrittäminen
- Riskienhallintakeinojen valinta, toteuttaminen ja vaikutusten arviointi
- Jäännösriskin raportointi
- Suunnitelmat häiriötilanteita varten

Rautatie

Ruukin rautatieasema ja rataliikenne sijoittuu lähimmillään kahden kilometrin etäisyydelle T/kem-alueista (Kuva 17). Ruukin kautta kulkee useita matkustajajunia päivässä.

5.7 Luonto- ja kulttuurikohteet

Kaava-alueelle on laadittu luontoinventointi kaavaprosessin yhteydessä. Luontoinventoinnin perusteella kaavaan on rajattu arvokkaat luontoalueet luo 1-3-merkinnöin (Kuva 18). Luontotoselvityksen raportti ei ole vielä valmistunut tämän selvityksen valmistuessa. Kaavaselvitykseen on tiivistetty luontotoselvityksen tuloksia seuraavasti:

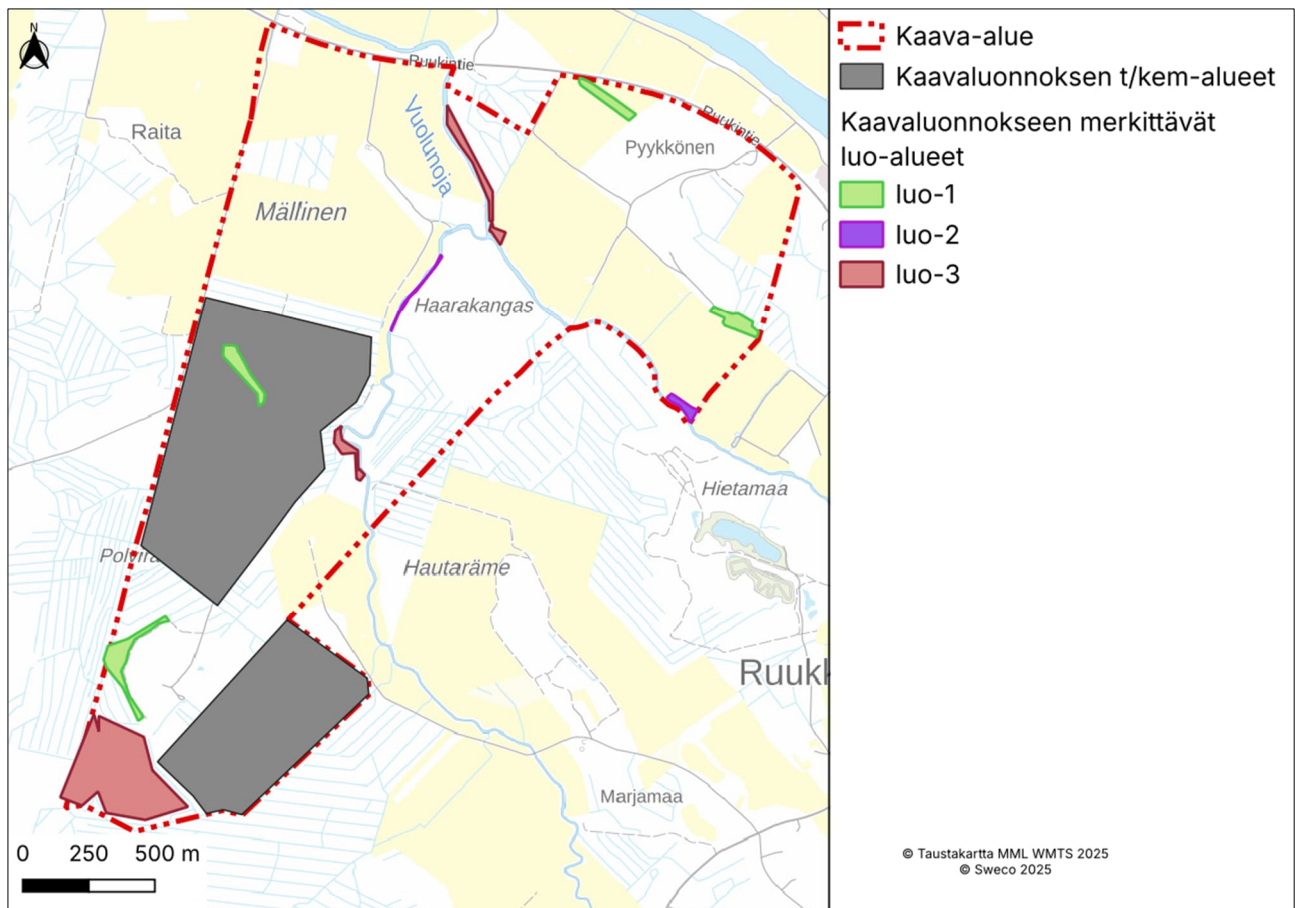
”Alueelle tehdyissä luontotoselvityksissä on selvitetty kesän 2025 aikana alueen kasvillisuutta. Selvityksissä rajattiin muutamia arvoluokkaan 3 ja 4 sijoittuvia alueita. Arvoluokka 3 on luonnon monimuotoisuutta turvaava kohde ja arvoluokka 4 on luonnon monimuotoisuutta tukeva kohde. Virtavesien Ohtuanoja ja Vuolunoja ranta-alueilta rajattiin muutamia tulvametsiä, jotka ovat luonnonsuojelulain mukaisia luontotyyppejä. Ne ovat arvoluokkaan 1 sijoittuvia alueita. Alueiden tarkemmat kuvaukset ja rajaukset tarkentuvat kasvillisuusselvityksen raportin valmistuttua. [...]

Suunnittelualueelle tehtiin maastokäynti 7.3.2025, jossa selvitettiin saukon esiintymistä alueella. Maastokäynnillä tarkasteltiin Ohtuanojan sekä Vuolunojan alueita suunnittelualueelta sekä Siikajoen ranta-aluetta suunnittelualueen välittömästä läheisyydestä. Maastokäynnillä ei havaittu suunnittelualueella tai sen lähialueella saukon jälkiä tai tehty muita lajiin viittaavia havaintoja. [...]

Viitasammakoiden esiintymistä alueella kartoitettiin keväällä 2025. Viitasammakoita havaittiin neljästä paikasta kaavoitettavalta alueelta, jotka tullaan rajaamaan viitasammakoiden lisääntymis- ja levähdyspaikoiksi. Alueet ja muut kaavoituksessa viitasammakoiden osalta huomiotavat asiat tulevat tarkentumaan viitasammakoselvityksen raportin valmistuttua. [...]

Liito-oravien esiintymistä alueella on selvitetty huhtikuussa 2025. Maastokäynnillä ei tehty havaintoja lajista alueella, eikä alueella juurikaan ole lajille sopivaa elinympäristöä kuten vanhoja kuusikkoja, joissa lehtipuuta kuten haapaa. [...]

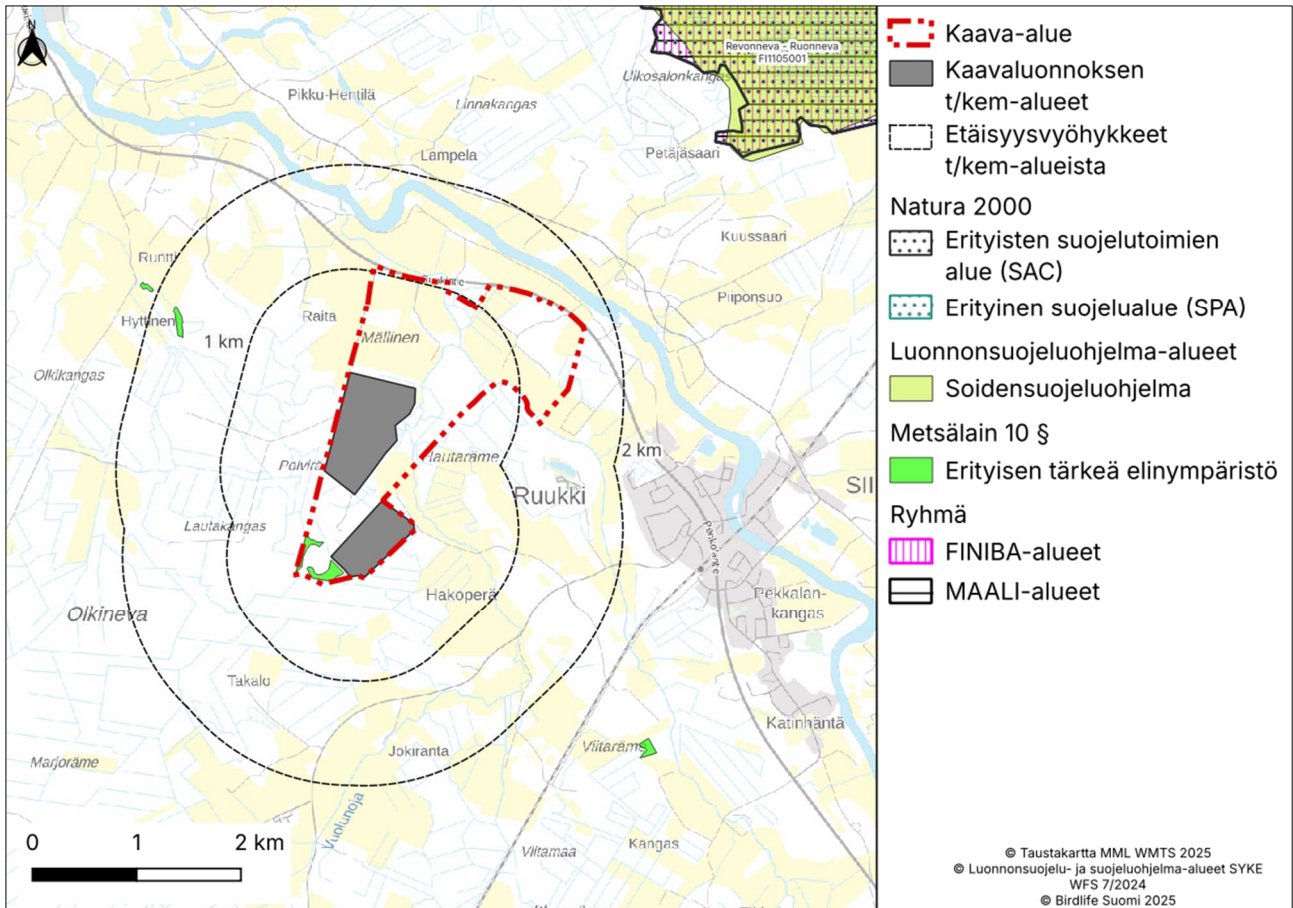
Lepakoita havainnointiin kesän 2025 aikana asemakaavoitettavalta sekä ympäröivältä alueelta kolmella eri havaintokierroksella. Kesäkuun kierroksella ei tehty yhtään havaintoa lepakoista. Heinäkuussa tehtiin kaksi havaintoa pohjanlepakosta Hietamaan alueelta, joka ei kuulu muuttuvan maankäytön piiriin. Elokuun kierroksella tehtiin kaksi havaintoa pohjanlepakosta kaava-alueen pohjois- sekä eteläosasta.”



Kuva 18. Kaavaluonnoksen luo-alueet.

Natura- ja suojelualueet

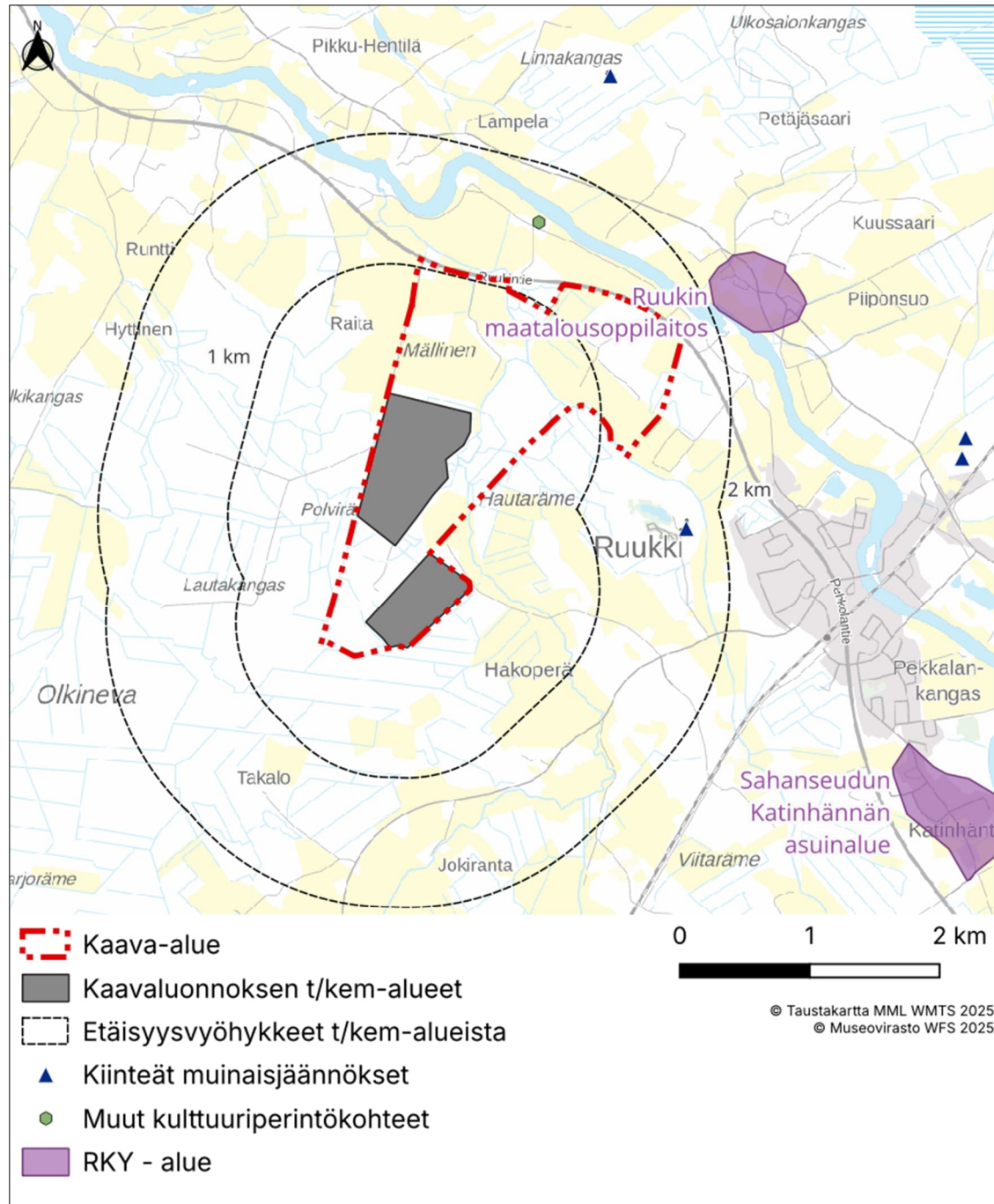
Jussinkankaan kaavoitettavalla alueella sijaitsee kaksi Metsälain 10§:n mukaista erityisen tärkeää elinympäristöä, jotka eivät sijoitu T/kem-alueille. Seuraava Metsälain 10§:n alue sijaitsee alle kahden kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista. Muut lähimmät suojelualueet ovat Revonnevan alueella yli kolmen kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista. Revonnevan alue on suojeltu Natura SAC- ja SPA-alueena, valtakunnallisesti tärkeänä FINIBA- ja maakunnallisesti tärkeänä MAALI-lintualueena, sekä soidensuojeluohjelman alueena (Kuva 19).



Kuva 19. Lähimmät luonnonsuojelualueet kaava-alueen ympäristössä.

Maisema ja kulttuuriympäristö

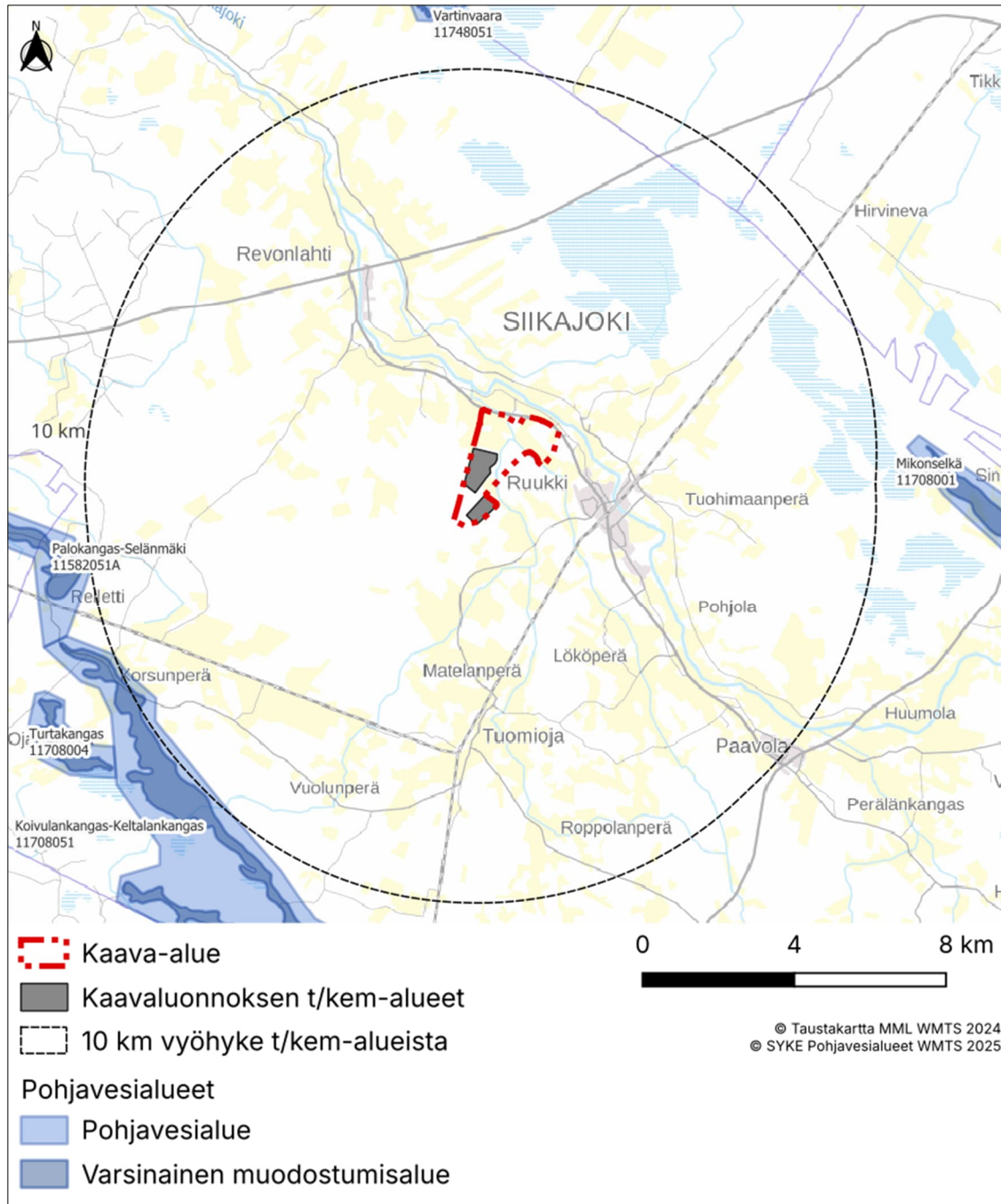
Kaava-alueella ei sijaitse muinaisjäännöksiä, muita kulttuuriperintökohteita tai valtakunnallisia maiseman tai rakennetun kulttuuriympäristön kohteita. RKY-alue Ruukin maatalousoppilaitos sijaitsee kahden kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista. Lähin muinaisjäännös (Hietamaa 708010027) ja lähin muu kulttuuriympäristökohde (Koivukangas SW 708040024) sijaitsevat molemmat noin 1,7 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista.



Kuva 20. Lähimmät muinaisjäännökset, kulttuuriperintökohteet sekä rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueet kaava-alueen ympäristössä.

5.8 Pohjavesi

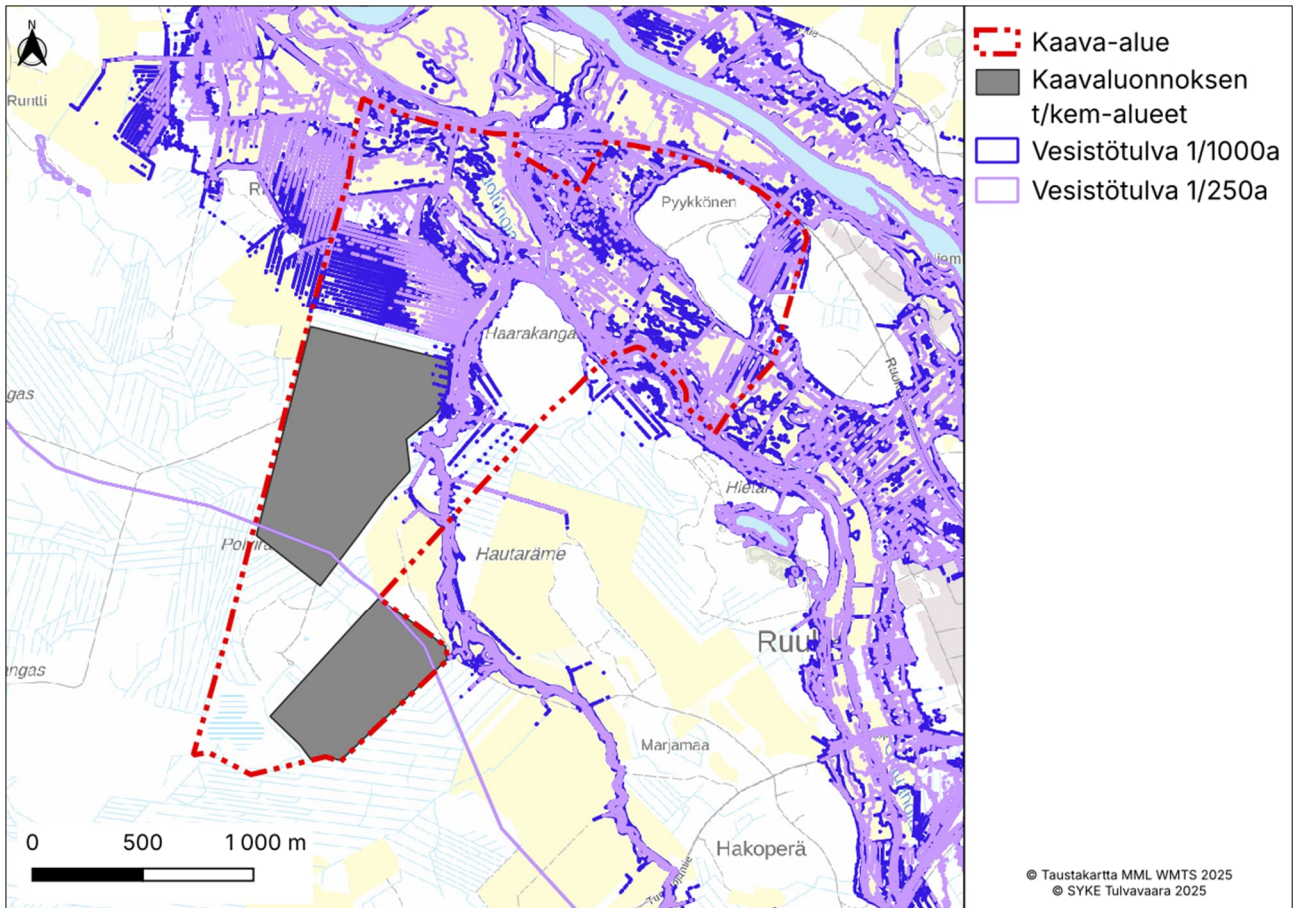
Kaava-alueen läheisyydessä ei sijaitse pohjavesialueita. Lähimmät pohjavesialueet sijaitsevat yli yhdeksän kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista.



Kuva 21. Lähimmät pohjavesialueet.

5.9 Tulvavaara-alueet

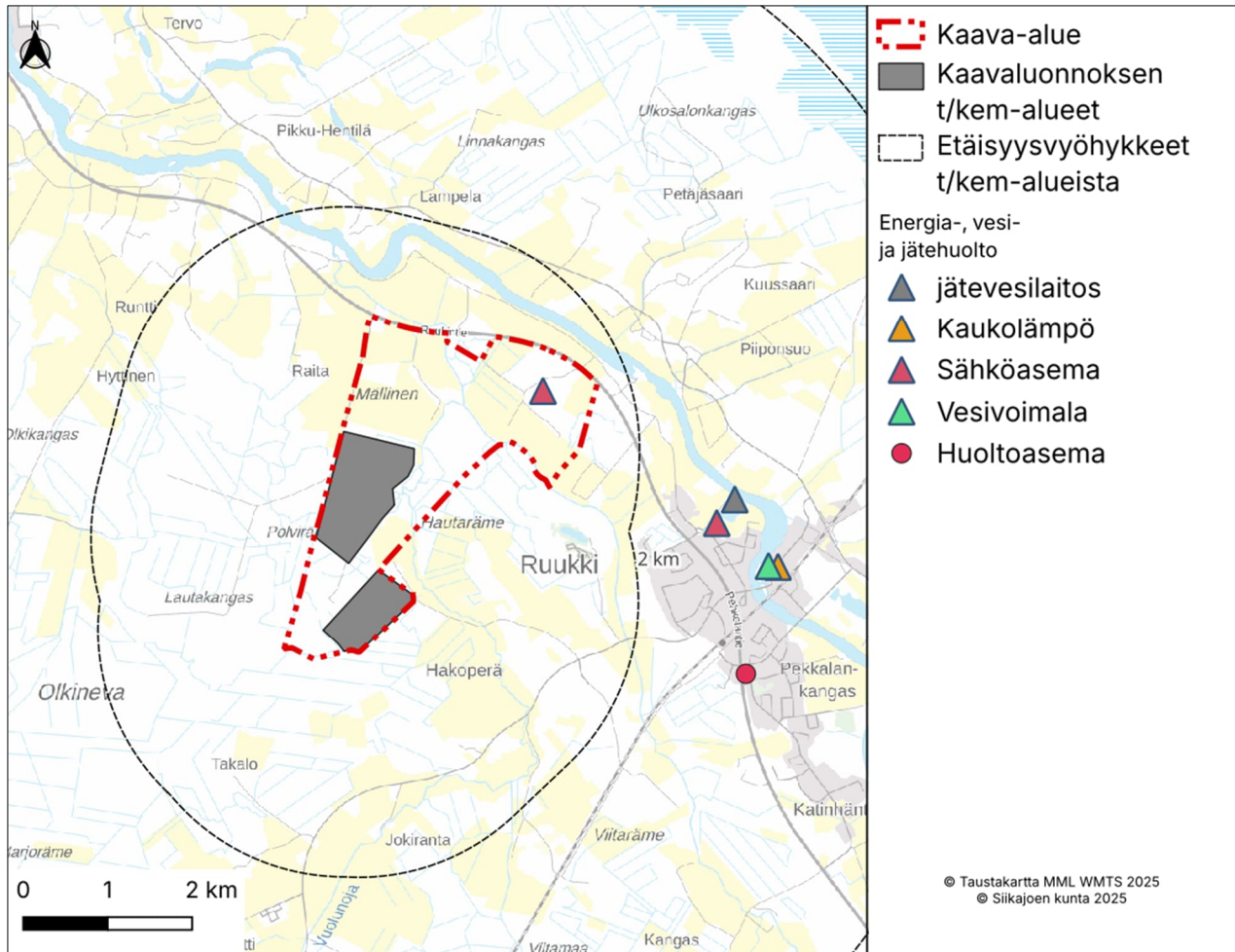
Kaava-alueelle ulottuvat sekä kerran 250 vuodessa (vuotuinen todennäköisyys 0,4 %) että kerran 1000 vuodessa (vuotuinen todennäköisyys 0,1 %) toistuvat vesistötulvan alueet. T/kem-alueista pohjoisemman alueen reunaan ulottuu 1/1000a vesistötulvan alue, ja tähän on kaavaluonnoksessa suunniteltu tulvapengertä.



Kuva 22. Kerran 1000 vuodessa ja kerran 250 vuodessa toistuvan vesistötulvan riskialueet.

5.10 Infrastruktuurit

Kaava-alueella on olemassaoleva sähköasema (noin 1,1 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista) ja 2,2 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista sijaitsee toinen sähköasema sekä jätevesilaitos. T/kem-alueista 2,4 kilometrin etäisyydellä Ruukin keskustassa sijaitsee vesivoimala ja kaukolämpöasema. Kaavaselostuksen mukaan (Sweco, 28.10.2025) kaava-alueelle tulee vesijohto, ja alueen pohjoislaidalla Ruukintien varrella kulkee viemäriverkosto. Alueelle toteutettava teollisuusalue voidaan liittää kunnan vesi- ja viemäriverkkoon.



Kuva 23. Energia-, vesi- ja jätehuolto kaava-alueen läheisyydessä.

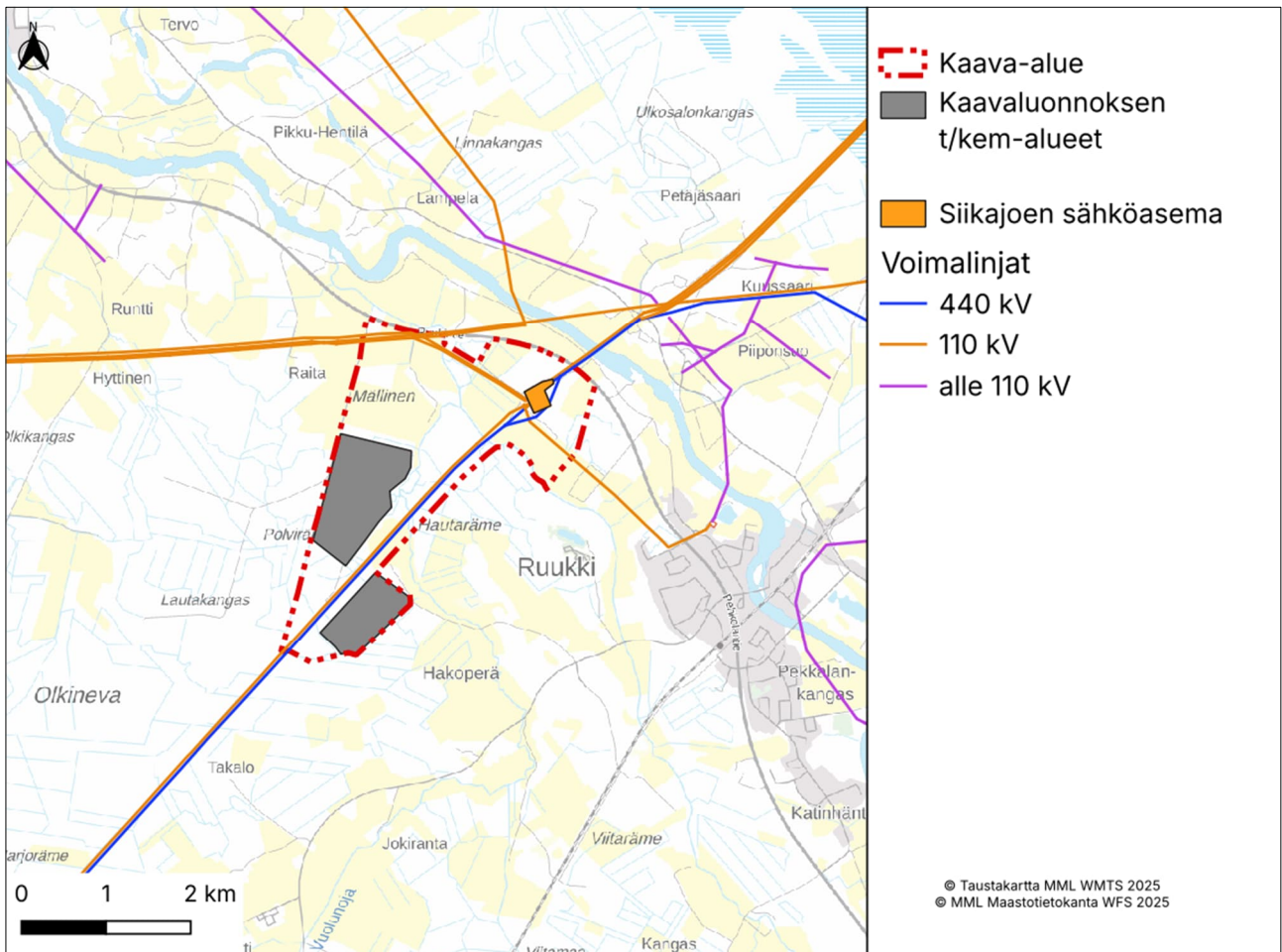
Voimalinjat

Kaava-alueella sijaitsee Fingrid Oyj:n Siikajoen sähköasema, jolle johtaa useita 110 ja 400 kV voimalinjoja (Kuva 24). Sähköasema sijaitsee noin 1,1 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista. Koillisesta asemalle tulee kolme Fingrid Oyj:n 110 kV voimajohtoa Pikkarala-Siikajoki A-C ja 400 kV voimajohto Pyhänselkä-Valkeus. Kaakosta tulee Elenia Verkko Oyj:n 110 kV voimajohto Siikajoki-Oltava. Lounaan suunnasta tulee Fingrid Oyj:n 110 kV voimajohto Valkeus-Siikajoki ja 400 kV voimajohto Pyhänselkä-Valkeus, sekä Elenia Verkko Oyj:n 110 kV voimajohto Siikajoki-Oltava. Luoteesta tulevat Elenia Verkko Oyj:n ja Vartinojan Liittymisjohto Oy:n kaksi 110 kV:n voimajohtoa ja kaksi Fingrid Oyj:n 110 kV voimajohtoa Siikajoki-Raahe A. (Fingrid 2025a)

Kaava-alueen luoteiskulmassa kulkee neljä 110 kV:n voimajohtoa, joista kolme on Fingrid Oyj:n omistamia ja yksi on Elenia Verkko Oyj:n.

Kaavaselostuksen mukaan (Sweco, 28.10.2025) Siikajoen sähköasemaa tullaan tulevaisuudessa kehittämään. Alueen kaavoituksessa tulee varautua sähköaseman

Johtoalue sisältää johtoauekan ja sen molemminpuoliset reunavyöhykkeet. Voimajohtoalueen leveys vaihtelee voimajohdon rakenteesta ja jännitetasosta riippuen, kuten myös rakentamista rajoittavan rakennusrajoitusalueen leveys. Rakennusrajoitusalue on lunastusluvassa määritettyjen rakennusrajojen välinen alue, johon ei saa rakentaa rakennuksia. Myös erilaisten rakenteiden sijoittaminen rakennusrajoitusalueelle edellyttää voimajohdon omistajan lupaa. Johtoalueen leveys riippuu voimajohtojen rakenteesta ja siitä, montako voimajohtoa samassa johtokäytävässä on. (Fingrid 2025b)



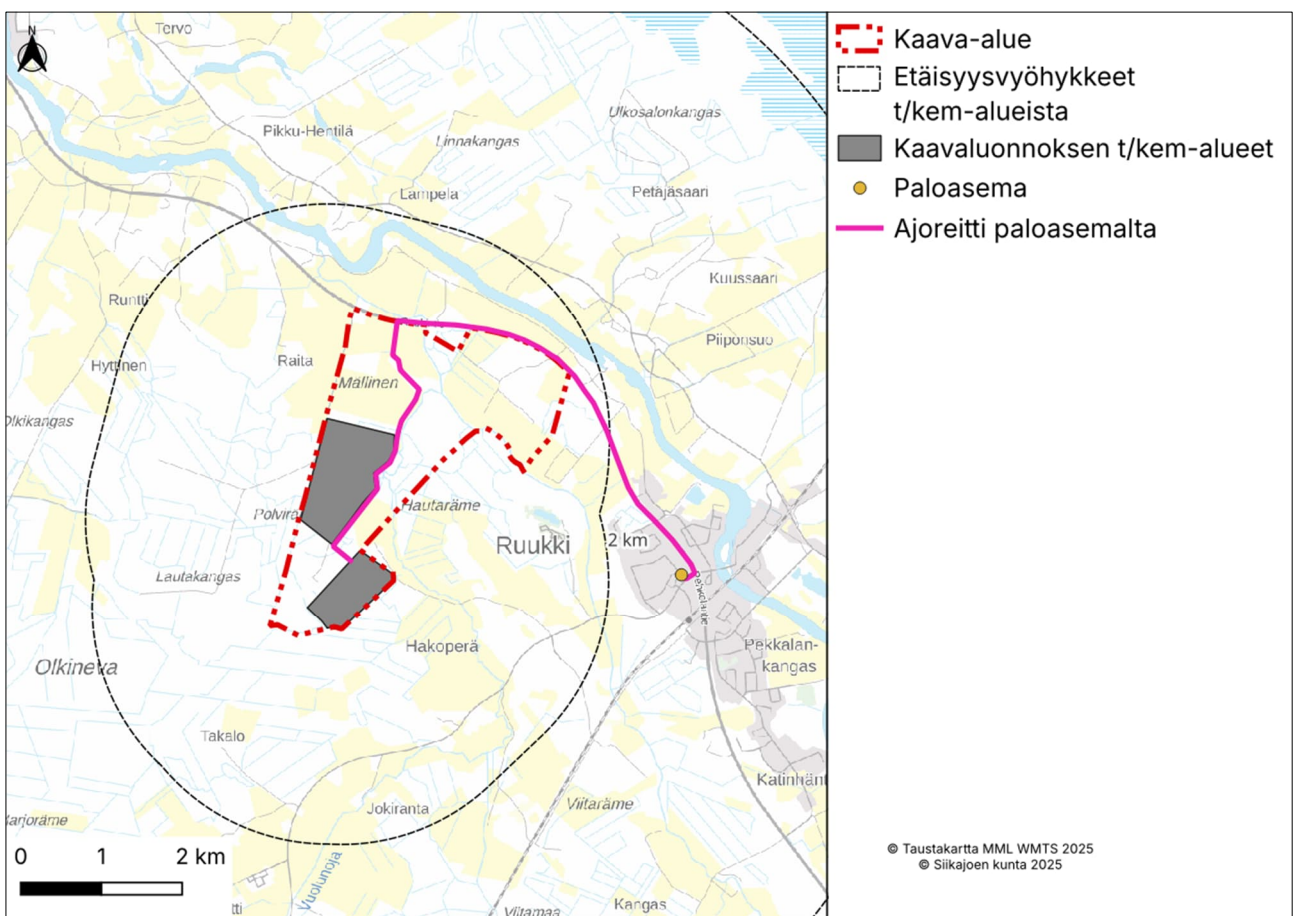
Kuva 24. Voimalinjat kaava-alueella ja sen ympäristössä.

6 Onnettomuustilanteeseen varautuminen

Tässä kappaleessa on esitetty suuronnettomuusvaarallisen tilanteen kannalta merkittäviä varautumis- ja lieventämiskeinoja.

6.1 Pelastustoimi

Alueella toimii Pohjois-Pohjanmaan pelastuslaitos, jonka lähin pelastusasema on Ruukin paloasema, joka sijaitsee kaava-alueeseen nähden tietä pitkin etäisyydellä 2,6 kilometriä ja saapumisaika kaava-alueelle on alle 10 minuuttia. Kaavaluonnoksessa on suunniteltu tielinjaus T/kem-alueille, joka on merkitty myös karttaan (kuva 25).



Kuva 25. Lähimmän pelastusaseman sijainti ja reitti kaava-alueelle.

6.2 Turvallisuusselvitys (Tukes 2021)

Valtioneuvoston asetuksen vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015) mukaan toiminnanharjoittajan tulee tehdä ja toimittaa turvallisuusselvitys

Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (Tukes), mikäli kyseisessä asetuksessa määritetyt vaarallisten kemikaalien määrät ylittyvät tuotantolaitoksessa.

Toiminnanharjoittajan tulee osoittaa turvallisuusselvityksessä, että

- toimintaperiaatteet suuronnettomuuksien ja muiden onnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä turvallisuusjohtamisjärjestelmän toimintaperiaatteiden toteuttamiseksi on otettu käyttöön,
- harjoitettavaan toimintaan liittyvät suuronnettomuuksien mahdollisuudet on selvitetty ja tarpeellisiin toimenpiteisiin onnettomuuksien välttämiseksi sekä seurausten vaikutusten rajoittamiseksi on ryhdytty,
- riittävä turvallisuus- ja luotettavuustaso suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä ja kunnossapidossa on otettu huomioon ja
- sisäinen pelastussuunnitelma on laadittu ja tiedot toimitettu ulkoista pelastussuunnitelmaa sekä tuotantolaitosta ympäröivän maan käytön suunnittelua varten.

Euroopan Unionin direktiivi vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta (2012/18/EU, Seveso III -direktiivi) luo perustan turvallisuusselvitystä koskeville säännöksille. Velvoite käsittää myös räjähteet.

6.3 Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen

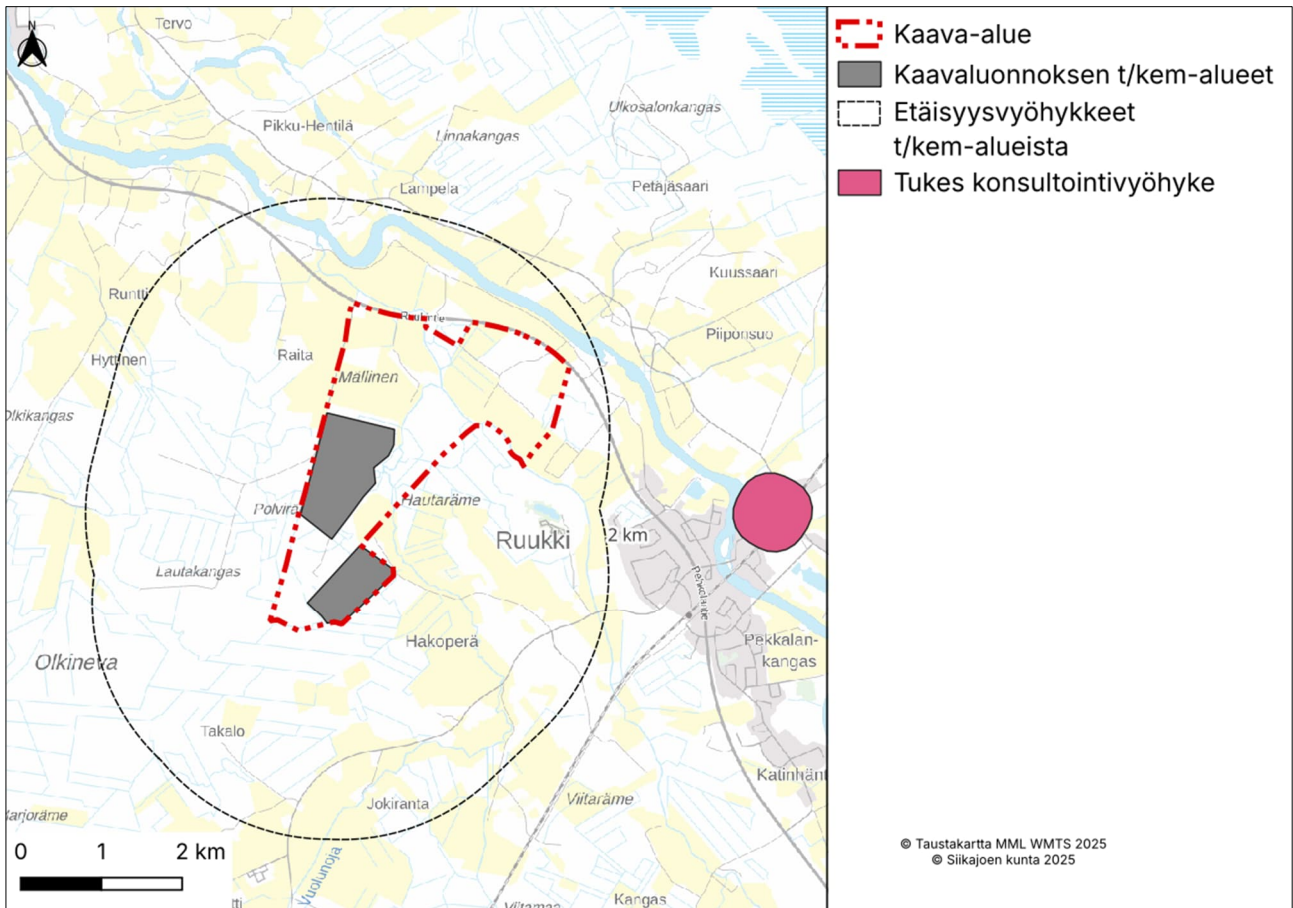
Riskit ja poikkeukselliset tilanteet sekä niihin varautuminen tulee ottaa huomioon laitosten suunnittelussa. Toiminnan suunnittelua tulee tehdä yhdessä pelastuslaitoksen kanssa, jotta pelastusviranomaisella on ajantasainen tieto toiminnan laajuudesta, jonka pohjalta voidaan arvioida pelastustoiminnan resurssitarpeet.

Vetylaitoksen rakenteet, putkistot, säiliöt ja laitteistot sekä niitä ohjaavat prosessijärjestelmät, sähkölaitteistot ja automaatio rakennetaan standardien ja vaatimusten mukaisesti. Häiriötilanteiden tunnistamiseksi laitokselle voidaan asentaa kaasua ja liekkiä tunnistimet. Kaasu-putkistoihin voidaan laittaa ylipaineelta suojaavat varoventtiilit ja rakenteilla ja toimintojen sijoittelulla voidaan varautua mahdollisen räjähdyksessä syntyvän paineen suuntaamiseen, jotta vaikutukset jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Laitokselle hankitaan vaadittavat palontorjuntajärjestelmät, sekä palonilmaisu- ja varoitusilmaisimet.

7 Alueen muut T/Kem-korttelialueet

Siikajoen kunnassa on yksi Tukesin valvonnassa oleva tuotantolaitos, jossa valmistetaan tai käytetään vaarallisia kemikaaleja, jonka toiminta on laajamittaista ja joka edellyttää Tukesin

kemikaaliturvallisuushupaa. Tuotantolaitos on nestekaasulaitos Solupak Insulation Oy. Laitoksen konsultointivyöhyke sijaitsee lähimmillään 3,2 kilometrin etäisyydellä Jussinkankaan T/kem-alueista. Konsultointivyöhyke ei ole sama kuin suojavyöhyke tai suojaetäisyys, vaan vyöhykkeen tarkoituksena on varmistaa, että onnettomuusvaaralliset kohteet tulevat riittäväällä tavoin huomioiduksi maankäytön suunnittelussa. Konsultointivyöhyke on laitoksen tunnistetuista onnettomuusvaarojen seurauksista riippuen 0,2–2 km.



Kuva 26. Tukes-konsultointivyöhykkeet Siikajoen kunnassa.

8 Toimintaa rajaavat suojaetäisyysvyöhykkeet

Suojaetäisyysvyöhykkeet tulevat määrittämään ja rajaamaan tulevan laitoksen toiminnan. Tehtävässä toimitsijan turvallisuusselvityksessä määritetyt riskit liittyen on määritettävä siten, että suurimmat sallitut lämpösäteilymäärät, painevaikutukset ja kemikaalipitoisuudet eivät ylitä määritetyillä suojaetäisyyksillä.

9 Yhteenveto

Alueen soveltuvuutta suuronnettomuusvaarallisen kohteen sijoittamiselle on tarkasteltu henkilö-, materiaali- ja ympäristöturvallisuuden näkökulmista. Kaavoitusvaiheessa ei vielä tunneta varmuudella alueen lopullista toiminnanharjoittajaa, eikä näin ollen voida määrittää kaikkia riskejä ja mahdollisia onnettomuusskenaarioita. Toiminnanharjoittajan tulee tehdä turvallisuusselvitys ja toimittaa se Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (Tukes), jos asetuksessa (685/2015) määritellyt vaarallisten kemikaalien määrät tuotantolaitoksessa ylittyvät. T/kem-kaavamerkintä on edellytys suuronnettomuusvaarallisen toiminnan sijoittamiselle kaava-alueelle.

Kaava-alueen läheisyydessä sijaitsee asutusta, työpaikkoja ja erityisherkkiä kohteita. Näiden kohteiden asettamia rajoituksia sijoitettavaan tuotantolaitokseen on arvioitu tässä selvityksessä. Tämän dokumentin pohjalta toimintaa suunnitteleva toiminnanharjoittaja voi myös alustavasti arvioida sijoitettavan toiminnan laajuutta ja luonnetta varatulle alueelle. Alueelle voi sijoittaa merkittäviä vaarallisia kemikaaleja valmistavia tai varastoivia laitoksia, joiden suojaetäisyydet ovat seuraavat:

- Etäisyys lähimpään asuintaloon on noin 900 metriä T/kem-alueista itään.
- Etäisyys lähimpiin työpaikkoihin on noin 1,3 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista.
- Lähin herkkä kohde on noin 2,2 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista oleva Koulutuskeskus Brahe. Samalla alueella sijaitsee myös Luonnonvarakeskuksen tutkimusasema. Lähimmillään 870 metrin etäisyydellä T/kem-alueista sijaitsee eläinsuoja.
- Kuntorata/latu sijaitsee kaava-alueella 550 metrin etäisyydellä T/kem-alueista. Lähimmillään 1,4 kilometrin etäisyydelle T/kem-alueista sijoittuu Hietamaan vapaa-aikakeskus.
- Lähimmät luonnonsuojelualueet ovat Revonnevan alueella yli kolmen kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista. Revonnevan alue on suojeltu Natura SAC- ja SPA-alueena, valtakunnallisesti tärkeänä FINIBA- ja maakunnallisesti tärkeänä MAALI-lintualueena, sekä soidensuojeluohjelman alueena
- RKY-alue Ruukin maatalousoppilaitos sijaitsee kahden kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista. Lähin muinaisjäännös (Hietamaa 708010027) ja lähin muu kulttuuriympäristökohde (Koivukangas SW 708040024) sijaitsevat molemmat noin 1,7 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista.

- Lähimmät pohjavesialueet sijaitsevat yli yhdeksän kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista.
- Kaava-alueella, noin 1,1 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista on olemassaoleva sähköasema ja 2,2 kilometrin etäisyydellä T/kem-alueista sijaitsee toinen sähköasema sekä jätevesilaitos. Noin 2,4 kilometrin etäisyydellä Ruukin keskustassa sijaitsee vesivoimala ja kaukolämpöasema.
- Etäisyys on sellainen, että lämpösäteily- ja painevaikutukset eivät suuronnettomuuden sattuessa ylitä liitteessä 3 mainittuja raja-arvoja. Seututien 234 keskimääräinen ajoneuvoliikenne vuorokaudessa on 1502 ajoneuvoa.
- Etäisyys VAK-kuljetuksiin on sellainen, että onnettomuuden sattuessa vaarallisten aineiden syttyminen tai leviäminen ympäristöön pystytään estämään.

Kaava-alueelle voidaan osoittaa tontteja T/kem-merkinnällä. Kaava-alueen pohjoisosat eivät sovellu T/kem tonteiksi, alueen ollessa lähellä asutusta, työpaikkoja ja erityisherkkiä kohteita. Myös laskennallinen tulva-alue sijoittuu kaava-alueen pohjoisosiin. T/kem alueita ei tule sijoittaa johtokäytävien eikä niiden rakennusrajoitusten alueille. Sähköinfrastruktuurit voivat periaatteessa toimia syttymälähteenä, joten tarkemmassa sijoittelussa ja toiminnan-suunnittelussa ne on huomioitava.

Kaavaprosessin edetessä kaavan sisältö ja tonttien sijoittuminen kaava-alueelle tarkentuu tehtävien selvitysten ja vaikutusten arviointien pohjalta. Kaavassa osoitetut T/kem-tontit ja laitosten sijoittuminen tonteilla määrittävät alueet joihin suuronnettomuusriskin mukaiset toiminnot tulevat rajoittumaan.

Vetyteollisuustoiminnassa yleisesti tunnistettuja riskejä ovat erilaiset vuototilanteet (esimerkiksi vety, metanoli, metaani), joihin liittyy räjähdys- tai tulipalon mahdollisuus. Riskien tunnistaminen tulee tarkentumaan myöhemmissä vaiheissa, mm. laitossuunnittelun yhteydessä. Vuototilanteiden riskeistä johtuen tulee viitasammakkojen lisääntymis- ja levähdyspaikkoihin sekä muihin arvokkaisiin luontokohteisiin jättää riittävä etäisyys vaarallisten kemikaalien valmistamisesta ja varastoimisesta.

Tulvariski tulee huomioida kaavassa osoittamalla tulvapenkat siten, että vuototilanneriskin vuoksi estetään vaarallisten kemikaalien huuhtoutuminen tulvien aikana laajalle ympäristöön ja arvokkaisiin luontokohteisiin. Vuotoriskien vuoksi kaavaan tulisi lisätä riittävä suojelumerkintä viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikkojen turvaamiseksi. Erityistä huomiota on kiinnitettävä hulevesien käsittelyyn, jotta näitä reittejä pitkin ainevuodot eivät pääse ympäröiville alueille. Myös sammutusjätevesien pidättämiseen tulee varautua.

Vaarallisia kemikaaleja varastoivan laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi alueelle suositellaan järjestettäväksi vähintään kaksi toisistaan riippumatonta kulkuyhteyttä, jotka mahdollistavat pelastuslaitoksen toiminnan kaikissa olosuhteissa.

Kaavaluonnoksessa esitetyt T/kem-tontit soveltuvat kaavoitettavaksi T/kem-merkinnällä varustettuna, yllä esitetyt seikat huomioiden. T/kem- tonttien kaavoituksesta on pyydetty Tukesin ja pelastusviranomaisen lausunto suunnitelmasta. Tulevan toimijan tulee tehdä tarvittavat turvallisuusselvitykset ennen toiminnan aloittamista. Tuotantolaitoksen lopullisen sijoittumisen edellytyksenä on Tukesilta lupa vaarallisten kemikaalien laajamittaiseen käsitteilyyn ja varastointiin, aluehallintovirastolta ympäristölupa, kaupungilta rakentamislupa, sekä toiminnasta riippuen mahdolliset muut luvat.

Laitosten sijoitus tonteilla ja niiden tarkat onnettomuusvaikutukset tulee arvioida tarkemmin, kun laitostyyppi ja toiminnan laajuus ovat tiedossa.

10 Lähteet

Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC Text with EEA relevance. <http://data.europa.eu/eli/dir/2012/18/oj>

Fingrid 2025a. Karttapalaute. Vierailtu 17.11.2025. <https://karttapalaute.fingrid.fi/>

Fingrid 2025b. Voimajohtojen huomioon ottaminen yleis- ja asemakaavoituksessa sekä maankäytön suunnittelussa. Luettu 18.11.2025. <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/voimajohtojen-huomioon-ottaminen-yleis--ja-asebakaavoituksessa-seka-maankayton-suunnittelussa.pdf>

Ilmatieteenlaitos 2025. Suomen Tuuliatlas. Tiedot noudettu 6.11.2025.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005. <http://data.finlex.fi/eli/sd/2005/390/ajantasa/2023-04-21/fin>

Jyväskylän yliopisto 2025. LIPAS-aineistot. Rajapinta-aineisto. <http://lipas.cc.jyu.fi/geoserver/lipas/ows>

Luonnonsuojelulaki 1096/1996. <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/1996/1096?language=fin>

Maanmittauslaitos (MML) 2025. MML OGC API Maastotietokanta. <https://avoin-paikkatieto.maanmittauslaitos.fi/maastotiedot/features/v1/>

Muinaismuistolaki 259/1693. <http://data.finlex.fi/eli/sd/1963/295/ajantasa/2019-03-29/fin>

Museovirasto 2025. Kiinteät muinaisjäännökset. https://geoserver.museovirasto.fi/geoserver/raja-pinta_suojellut/wms

- Museovirasto 2025. Muut kulttuuriperintökohteet. https://geoserver.museovirasto.fi/geoserver/ra-japinta_suojellut/wms
- Siikajoen kaupunki 2025. Hietamaan vapaa-aikakeskus. <https://www.siikajoki.fi/hietamaan-vapaa-aikakeskus>
- Suomen ympäristökeskus 2025. Rajapinta-aineistot. Noudettu 7.11.2025:
Pohjavedet: https://paikkatiedot.ymparisto.fi/geoserver/inspire_ge/wfs
Tulvavaaravyöhykkeet 1/250a ja 1/1000a: https://paikkatiedot.ymparisto.fi/geoserver/inspire_nz/wms?request=GetCapabilities
- Suomen ympäristökeskus 2025. Ladattavat paikkatietoaineistot. Yhdyskuntarakenteen aluejaot 2024.
- Suomen ympäristökeskus 2006. Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi. YMPÄRI-hankkeen suositukset. SUOMEN YMPÄRISTÖ 2 | 2006.
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) 2025. Tuotantolaitosten sijoittaminen. Opas. <https://tukes.fi/tuotantolaitosten-sijoittaminen>
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) 2024. Tukes ohjeistaa datakeskusten kemikaaliturvallisuusluvista. <https://tukes.fi/-/tukes-ohjeistaa-datakeskusten-kemikaaliturvallisuusluvista>
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) 2024. Kemikaalilaitosten konsultointivyöhykkeet. <https://tukes.fi/documents/5470659/6373032/Konsultointivy%C3%B6hykkeet/4ea0bee5-4e3e-4733-9937-e09d44bbd4ce/Konsultointivy%C3%B6hykkeet.pdf/Konsultointivy%C3%B6hykkeet.pdf?t=1704452721154>
- Työterveyslaitos, OVA-ohjeet. Tietoa onnettomuuden vaaraa aiheuttavista aineista. (Luettu 6.11.2025). <https://ova.ttl.fi/>
- Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007. <http://data.finlex.fi/eli/sd/2007/214/ajantasa/2007-03-01/fin>
- Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta 685/2015. <http://data.finlex.fi/eli/sd/2015/685/ajantasa/2022-01-27/fin>
- Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 856/2012. <http://data.finlex.fi/eli/sd/2012/856/ajantasa/2019-04-04/fin>
- Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006. <http://data.finlex.fi/eli/sd/2006/1022/ajantasa/2016-12-08/fin>
- Väylävirasto 2025. Suomen väylät. Liikennemäärä. Noudettu 12.11.2025. <https://suomen-vaylat.vayla.fi/>
- Ympäristöministeriö (YM) 2016. Suuronnettomuusriskit ja kaupunkirakenne – opas maankäytön suunnitteluun. ISBN 978-952-11-4615-2 (PDF)

Ympäristönsuojelulaki 86/2000. <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2000/86?language=fin&highlightId=290628&highlightParams=%7B%22type%22%3A%22BASIC%22%2C%22search%22%3A%2286%2F2000%22%7D>

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. <http://data.finlex.fi/eli/sd/2014/527/ajantasa/2024-12-30/fin>

Liitteet

Liite 1: Paineaallon aiheuttamat vaikutukset 56
Liite 2: Ympäristöriskien seurausmatriisi..... 57
Liite 3: Lämpösäteilyn ja paineaallon enimmäismäärät suhteessa liikennetiheyteen 58

Liite 1: Paineaallon aiheuttamat vaikutukset

Ylipaine, kPa	Vaikutukset rakennuksiin ja ihmisiin	Mahdollisia rakenne- tai rakennustyyppejä
30	Kantavien rakenteiden romahduksia, onnettomuuden mahdollinen laajenemisriski	Teollisuuslaitteet ja -rakenteet
15	Talojen osittaisia romahtamisia, pysyvän vammautumisen riski	Rakennukset ja rakenteet, joille perustelluista syistä voidaan hyväksyä tämä yläraja, kuten painetta kestäväksi mitoitettut teollisuusrakennukset
5	Pieniä vaurioita talojen rakenteille, vammautumisen riski	Rakennukset ja alueet, joissa normaalisti oleskelee ihmisiä

Liite 2: Ympäristöriskien seurausmatriisi

YMPÄRISTÖRISKIEN SEURAUSMATRIISI			
SEURAUS	SEURAUSLUOKKA		
	LIEVÄ	SUURI	VAKAVA
EKOLOGINEN Ilma	Haittaa eläin- ja kasvilajeille ja niiden elinympäristöille tehdasalueella.	Haittaa eläin- ja kasvilajeille ja niiden elinympäristöille tehdasalueen ulkopuolella.	Ekosysteemivaurioita, ilmakkehä vaurioittavien päästöjen lisääntyminen.
Maaperä	Haitallinen päästö rajoittuu pienelle rajatulle alueelle, päästö ei ole kulkeutuva, pitoisuudet maaperässä ovat tavoitearvon ja alemman ohjearvon välillä ^{*)} .	Haitallinen päästö leviää enintään n. 0,5 ha teollisuusalueen ulkopuolelle, päästö on kulkeutuva ja/tai pysyvä, pitoisuudet ovat alemman ja ylemmän ohjearvon välillä ^{*)} .	Haitallisen päästön vaikutuksen laajuus > 0,5 ha, koko laajuutta yleensä vaikea arvioida, pitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon ^{*)} .
Vesistö	Haitalliset päästöt vähäisiä, seurauksena tilapäinen vedenlaadun heikkeneminen pienellä rajatulla alueella, vesistö korjaa tilanteen itsestään.	Haitalliset päästöt merkittäviä vastaanottavan vesistön herkkyyks tai arvo huomioonottaen, vesistössä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu, rantojen likaantuminen, pienet kalakuolemat.	Päästöt aiheuttavat pitkäkestoisien ja laaja-alaisen haitan, eliöstön toimeentulo häiriintynyt, kalakuolemat.
TERVEYDELLINEN	Aiheutuu hajua, melua, tärinää, tai terveyskeskuskäyntejä (vain tarkastuksia).	Yksi tai useampi ihminen saa välittömästi tai välillisesti vamma, johon tarvitaan hoitoa (vamma hoidettavissa). Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen ylityksiä ympäristössä.	Yksi tai useampi ihminen saa vakavan vamma, aiheutuu vaikutuksia perimään, syöpätapauksia ym. Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen pitkäaikaisia ylityksiä ympäristössä.
YHTEISKUNNALLINEN Viihtyisyys	Aiheutuu viihtyvyyshaittaa. Ympäristön virkistyskäyttö ei kuitenkaan esty. Aiheutuu ohimenevää vähäistä esteettistä haittaa.	Ympäristön virkistyskäyttö estyy hetkellisesti. Esteettinen haitta on korjattavissa.	Ympäristön kelpoisuus virkistysalueena alentuu laajoilla alueilla. Esteettinen haitta on huomattava.
Maankäyttö	Saastunut maa-alue sijaitsee teollisuusalueella. Rakennukset yms. likaantuvat, tien käyttö estyy lyhyeksi aikaa jne.	Haitallinen päästö voi levitä teollisuusalueen ulkopuolelle, esim. viher- ja ulkoilualueille.	Haitallinen päästö leviää asutusalueelle, maatalousmaalle, pohjavesialueelle tai luonnon-suojelualueelle.
Pohjavedet ja vedenotto	Päästöllä ei ole vaikutusta pohjaveden laatuun teollisuusalueen ulkopuolella, pieni riski pohjaveden pilaantumisesta on olemassa, ei vaikutusta vedenottoon (pinta- tai pohjavesistä).	Pohjavesi pilaantunut pienellä teollisuusalueen ulkopuolisella alueella, vedenotto suljettava, kunnostus mahdollinen, vedenottoon käytetty pintavesi pilaantunut.	Pohjavesialue on laajasti pilaantunut, vedenotto (pinta- tai pohjavesistä) suljettava pitkäaikaisesti, vaikeasti kunnostettavissa.
IMAGO	Ympäristössä tapahtuneista muutoksista aiheutuu valituksia ja syntyy yleistä keskustelua yhteisöissä ja/tai paikallismedioissa. Paikallinen tai aluetason viranomaisen reagoi tilanteeseen.	Aihe on esillä valtakunnan mediassa. Aluetason viranomaisen reagoi tilanteeseen.	Aihe on esillä valtakunnallisessa ja kansainvälisessä mediassa. Tuotannon jatkamisen mahdollisuudet ovat uhattuina.
TALOUS	Yrityksen itsensä määriteltävissä	Yrityksen itsensä määriteltävissä	Yrityksen itsensä määriteltävissä

^{*)}Ympäristöministeriö 2005. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista. Luonnos 9.9. Helsinki.

Lähde: Suomen ympäristökeskus 2006

Liite 3: Lämpösäteilyn ja paineaallon enimmäismäärät suhteessa liikennetiheyteen

Tien luokitus	Suurin sallittu lämpösäteilyn intensiteetti kW/m2	Suurin sallittu rintamapaine (kPa)
Valtatiet ja liikenteen sol- mukohdat	5	5
Kantatiet	5	10
Muut tiet	8	15

Lähde: Tukes 2025