

Kouvolan kaupunki

Hyötyvirran kaavaturvallisuus selvitys

Sisällysluettelo

1 Johdanto	3
1.1 Kaavaturvallisuusselvityksen tausta ja tavoitteet	3
1.2 Työhön liittyvät lait ja ohjeet	4
1.3 Kaavaturvallisuusselvityksen laatimisprosessi	5
1.3.1 Työpajat	5
2 Hyötyvirran alueen yleispiirteinen turvallisuustarkastelu	6
2.1 Alueen nykyinen ja suunniteltu maankäyttö	6
2.2 Alueen sijainti suhteessa herkkiin / häiriintyviin kohteisiin	12
2.3 T/kem-laitosten soveltuvuus suhteessa nykyiseen maankäyttöön ja lainvoimaisissa kaavoissa määriteltuihin toimintoihin	19
2.3.1 Ekopark-asemakaavamuutoksen alueelle sijoittuva T/kem-laitos	19
2.3.2 Hyötyvirran muun alueen soveltuvuus T/kem-laitokselle	20
3 Ekopark-asemakaava-alueen kaavaturvallisuustarkastelu	21
3.1 Tarkastellut laitostyypit	21
3.2 Seurausanalyysin tulokset	24
4 Alueen jatkosuunnittelu	24
5 Yhteenveto ja jatkotoimenpidesuosittelut	25

Liitteet

Liite 1	Seurausanalyysiraportti
---------------	-------------------------

1 Johdanto

1.1 Kaavaturvallisuus selvityksen tausta ja tavoitteet

Kouvolan kaupungin tavoitteena on kehittää Valtatie 15 ja Keltakankaan itäpuolella sijaitsevaa nk. Hyötyvirran aluetta, jolle sijoittuu tällä hetkellä mm. jätteenkäsittely- ja kiertotaloustoimintoja, ajoharjoittelurata sekä alueen eteläosissa mm. maa- ja kiviainestoimintoja. Hyötyvirran alue on yksi Kouvolan kaupungin yritysalueiden kehittämisen kärkihankkeen kohteista. Alueelle on visioitu puhtaan siirtymän toimintoja ja puhtaaseen siirtymään painottuvaa teollisuus- ja varastoaluetta, jolle saa sijoittaa ns. **T/kem-laitoksen eli vaarallisia kemikaaleja käsittelevän tai varastoivan tuotantolaitoksen.**



Kuva 1. Hyötyvirran kaavaturvallisuus selvityksessä tarkasteltava alue (musta katkoviiva) ja Ekopark-asemakaava-alue (punainen viiva). (Lähde: Kouvolan kaupunki)

Hyötyvirran alueen kaavaturvallisuusselvitys on laadittu sekä Kouvolan kaupungin vireille tulevan keskeisen alueen yleiskaavoituksen että vireillä olevan Ekopark-asemakaavan laadintaa varten. Kaavaturvallisuusselvityksen tarve on tullut esille mm. Ekopark-asemakaavaluonnoksesta annetuissa lausunnoissa ja mielipiteissä.

Hyötyvirran alueen maankäytön suunnittelun tässä vaiheessa ei ole tiedossa vielä alueelle tulevaa teollista toimijaa ja T/kem-laitoksen toiminnasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Kaavaturvallisuustarkastelu onkin tehty kahdelle, tuotantokapasiteetiltaan varsin suurelle tuotantolaitostyypille, jotta alueen kaavoitusta varten on pystytty selvittämään mahdollisimman kattavasti erilaisten kemikaalilaitosten sijoittumisen edellytyksiä.

Kaavaturvallisuusselvityksessä kuvataan Hyötyvirran alueen ja sen lähiympäristön nykyinen ja suunniteltu maankäyttö, herkästi häiriintyvät kohteet ja tutkitaan T/kem-laitoksen sijoittumisen mahdollisuuksia alueelle. Lisäksi työssä on laadittu asemakaavatasoinen seurausanalyysi kahden erilaisen T-/kem tuotantolaitoksen onnettomuustapahtumille.

Yleiskaavatasoisessa tarkastelussa tutkitaan Hyötyvirran alueen sijaintia suhteessa ympäröivään yhdyskuntarakenteeseen ja T/kem-toiminnalle herkkiin kohteisiin. Tarkoituksena on tuottaa aineistoa, jota voidaan hyödyntää MRA1§ mukaisesti selvitysaineistona lähitulevaisuudessa käynnistyvässä keskeisen alueen yleiskaavatyössä.

Asemakaavatasoinen turvallisuusselvitys keskittyy T/kem-laitoksen onnettomuusriskien vaikutusten arviointiin tutkimalla kahden eri case-tapauksen/tuotantolaitoksen onnettomuustapahtumia Tukesin (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) ohjeistuksen mukaisesti.

1.2 Työhön liittyvät lait ja ohjeet

Maankäyttö- ja rakennusasetus (MRA) ja Alueidenkäyttölaki (AKL) toimivat kaavoitusta säätelevinä ja ohjaavina lainsäädäntöinä. Kaavan tulee perustua kaavan merkittävät vaikutukset arvioivaan suunnitteluun ja sen edellyttämiin tutkimuksiin ja selvityksiin. Kaavan vaikutuksia selvitetäessä otetaan huomioon kaavan tehtävä ja tarkoitus (AKL 9§). Pykälän nojalla myös tuotantolaitosten toimintaan liittyvät riskit tulee selvittää.

Tuotantolaitosten sijoittamiseen ja kemikaaleista aiheutuvan onnettomuusvaaran kannalta muut oleelliset säännökset ovat:

- Ns. kemikaaliturvallisuuslaki (390/2005, laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta)
- Ns. kemikaaliturvallisuusasetus (856/2012, asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista)
- Rakentamislaki (751/2023)
- Painelaitelaki (1144/2016).

Kemikaaliturvallisuuslainsäädäntö edellyttää, että tuotantolaitosten sijoittamista suunniteltaessa arvioidaan mahdollisten onnettomuuksien vaikutukset terveyteen ja ympäristöön.

Tässä kaavaturvallisuusselvityksessä on käytetty työkaluna seurausanalyysiä, jolla on mallinnettu kahden eri T/kem-tuotantolaitostyyppin onnettomuustilanteiden vaikutusalueet, kuten tulipalojen lämpösäteily, kaasupilviräjähdyksen painevaikutukset ja myrkyllisen kaasupilven leviäminen. Seurausanalyysillä tuetaan Ekopark-alueen maankäytön suunnittelua ja varmistetaan, ettei mahdollisten tuotantolaitosten sijoittuminen alueelle aiheuta vaaraa ympäröiville toiminnoille ja alueille.

1.3 Kaavaturvallisuusselvityksen laatimisprosessi

Selvityksen laatiminen käynnistyi syyskuussa 2025 ja alustavia tuloksia käytiin läpi Hyötyvirran alueen yrityksille ja asukkaille pidetyissä työpajoissa marraskuussa. Työ raportoitiin joulukuussa 2025.

Kouvolan kaupungilta työhön ovat osallistuneet kaavoitusinsinöörit Olli Ruokonen ja Heikki Manninen sekä johtava yleiskaavoittaja Jani Arponen. Kouvola Innovation Oy:stä työhön osallistui asiantuntija Kari Laine. Selvityksen laatineesta AFRY Finland Oy:stä työhön ovat osallistuneet Arto Ruotsalainen, Outi Tuovinen, Ismo Talka ja Tommi Toikkanen.

1.3.1 Työpajat

Kaavaturvallisuusselvityksen alustavia tuloksia käsiteltiin Myllykoskella marraskuun puolivälissä 2025 pidetyissä yritys- ja asukastyöpajoissa. Työpajoissa esille nousseet asiat on esitetty tiivistetysti alla.

Yritystyöpaja:

- Ekopark-asemakaavamuutosalueen naapureilla Kymenlaakson Jäte Oy:llä ja NG Nordic Finland Oy:llä on myös laajenemistarpeita.
- Varmistettava sammutusveden saatavuus etenkin jos T/kem laitos tulisi alueelle.
- Kaavoitettavan asemakaava-alueen länsi/luoteispuolella on toimintoja, joilla on tulipaloriski.
- Huomioitava myös haittaeläimet ja roskien kulkeutuminen tuulen mukana.
- Pelastuslaitos tarvitsee kaksi hyökkäystietä alueelle.
- Liikenneturvallisuus huolettaa, varsinkin jos tulee uusia toimijoita.
- Jatkosuunnittelussa Kymen Vesi Oy:lle ajoissa tieto vedentarpeesta ja jätevesien määrästä.

Asukastyöpaja:

- Asemakaavamuutosalueen itä- ja kaakkoispuolella on lyhyen etäisyyden päässä asutusta ja aktiivisia maatiloja. Kiinteistöt ottavat talousvetensä yksityiskaivoista, lähteitä ja lampia hyödynnetään myös eläinten juottamiseen.

- Yleisesti toivottiin myös normaalin toiminnan aikaisten vaikutusten arviointia (melu, valo, haju, maisema, liikenne), onnettomuusriskien lisäksi muut 'perinteiset' ympäristöhäiriöt kiinnostavat.
- Epätietoisuus alueen kehittämisestä tuo epävarmuutta paikallisten elinkeinojen kehittämiselle.
- Hyötyvirran nykyisten toimijoiden toiminnasta on koettu aiheutuvan hajuhaittoja.

2 Hyötyvirran alueen yleispiirteinen turvallisuustarkastelu

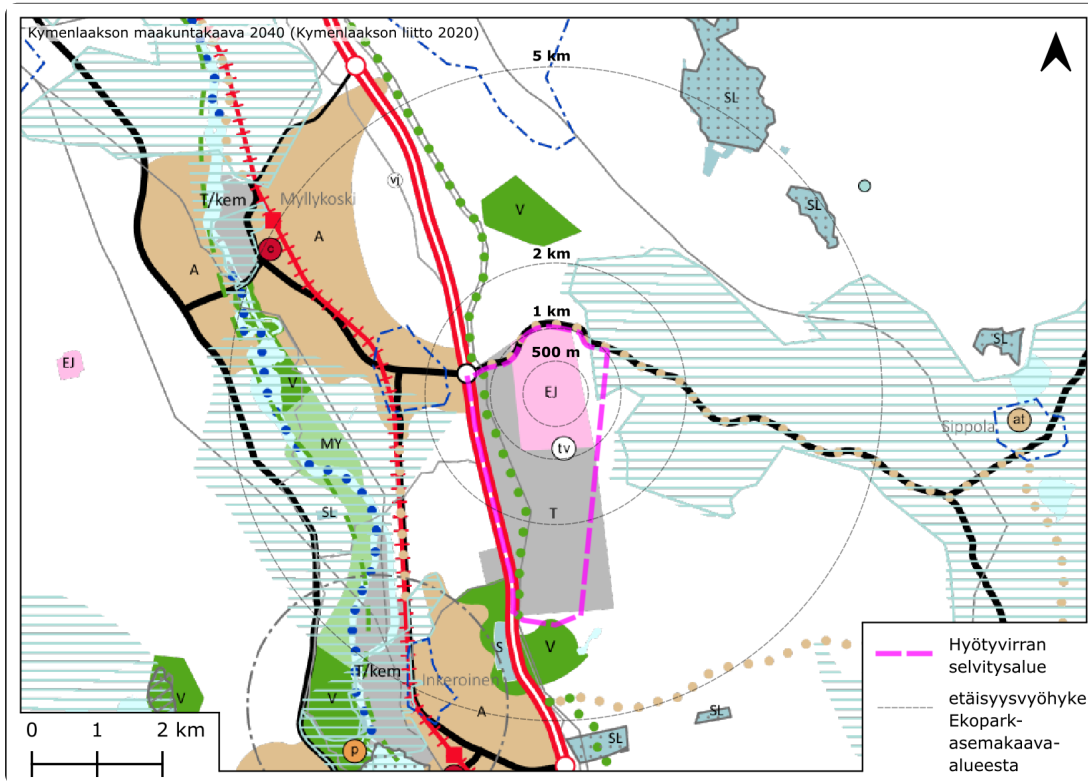
2.1 Alueen nykyinen ja suunniteltu maankäyttö

Hyötyvirran alueella on ollut ympäristöliiketoimintaa jo 1960-luvulta lähtien. Nykyään alueen pohjoisosiin on sijoittunut jätteenkäsittelytoimintoja, materiaalinkäsittelykeskus, ajoharjoittelurata sekä yritystoimintaa. Hyötyvirran eteläosissa on mm. maa-ainesten ottoa sekä asfalttiteollisuutta. Alueen länsiosassa, vt 15 suuntaisesti sijaitsee maakaasun siirtoputki, jonka linjausta hyödynnetään kunto- ja ulkoilureittinä.



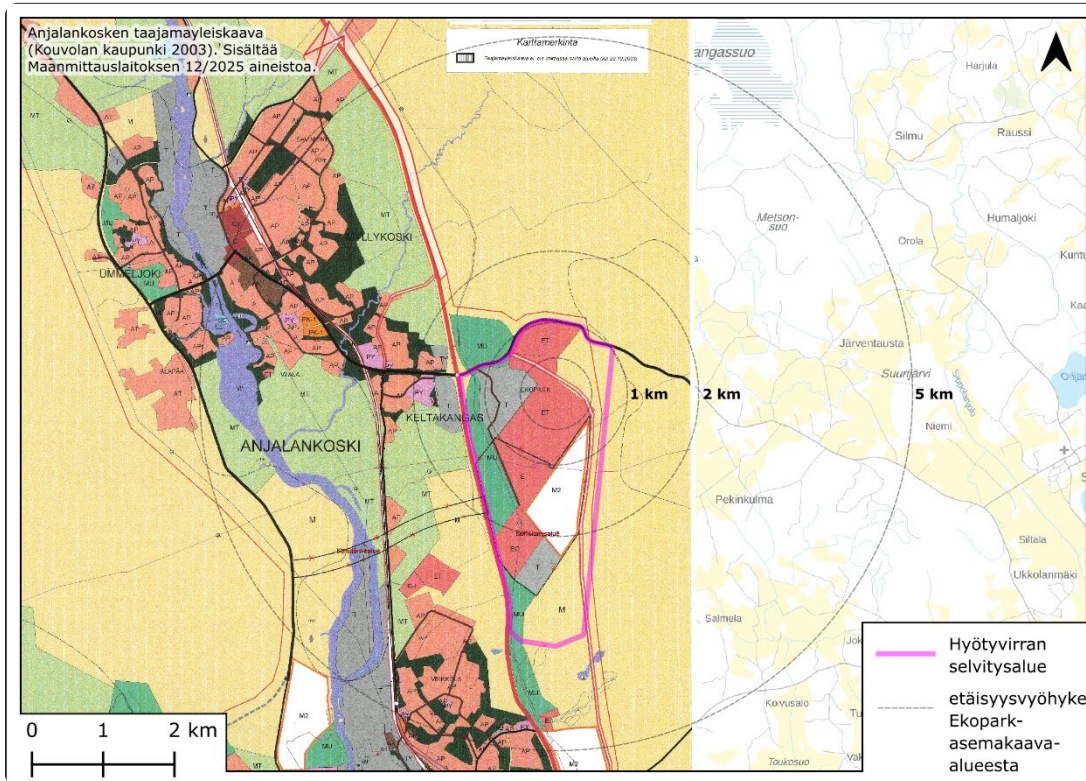
Kuva 2. Ilmakuva Hyötyvirran alueesta. (Lähde: Maanmittauslaitos / Paikkatietoikkuna)

Alueella voimassa olevissa kaavoissa alueelle on osoitettu teollista toimintaa, yhdyskuntateknisen huollon alueita sekä maa- ja metsätalousalueita.



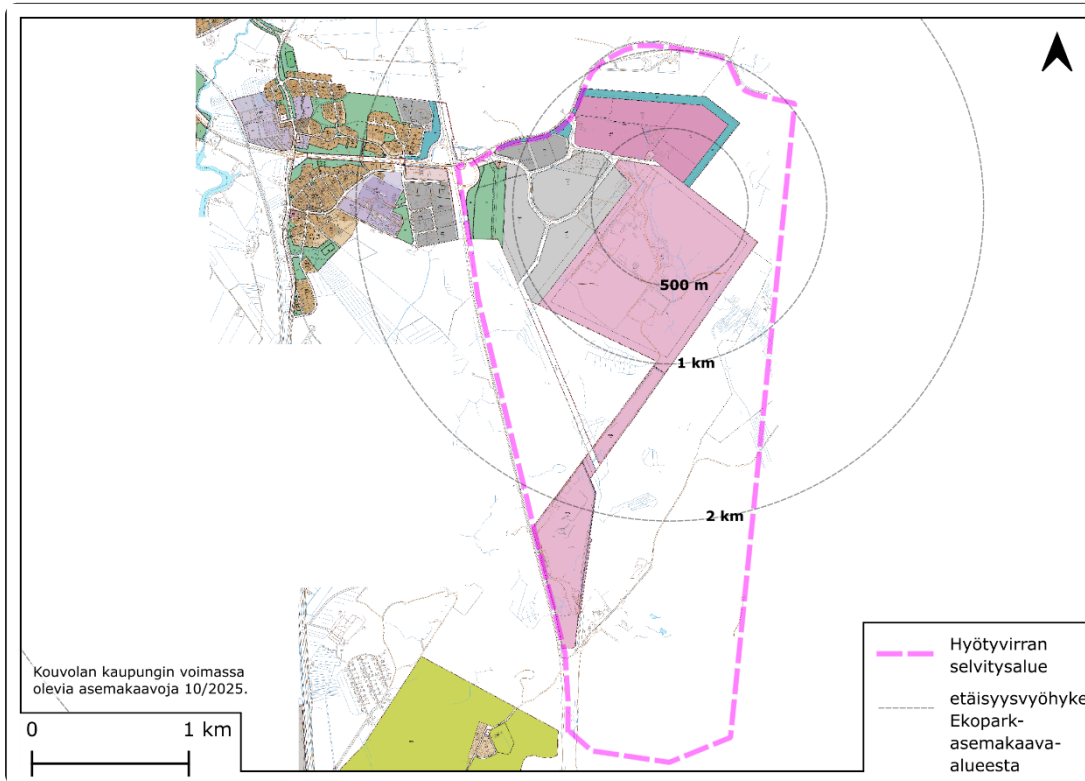
Kuva 3: Kymenlaakson maakuntakaava 2040. Etäisyysvyöhykkeet ilmentävät etäisyyttä Ekopark-asemakaava-alueesta. Hyötyvirran alueella tarkoitetaan kaavaturvallisuusselvityksen alueen rajausta.

Kymenlaakson maakuntakaava 2040:ssa Hyötyvirran alueelle on osoitettu jätteenkäsittelyalue, teollisuus- ja varastointialue ja tuulivoimaloiden alue. Lähiympäristöön on osoitettu kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeää aluetta, ylimaakunnallinen pyöräilyreitti ja ylimaakunnallinen patikointireitti.



Kuva 4: Anjalankosken taajamayleiskaava.

Anjalankosken taajamayleiskaavassa Hyötyvirran alueelle on osoitettu yhdyskuntateknisen huollon aluetta (ET), teollisuus- ja varastoaluetta (T) sekä maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M). Lähiympäristöön on osoitettu pitkän aikavälin reservialuevaraus tuotantotoiminnoille (M2), maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta (MU) sekä maa-ainesten ottoaluetta (EO). Anjalankosken taajamayleiskaavan muutos ja laajentaminen, valtatie 15 parantaminen (2019) kumoaa ohjeellisen vaihtoehdoisen tielinjauksen.

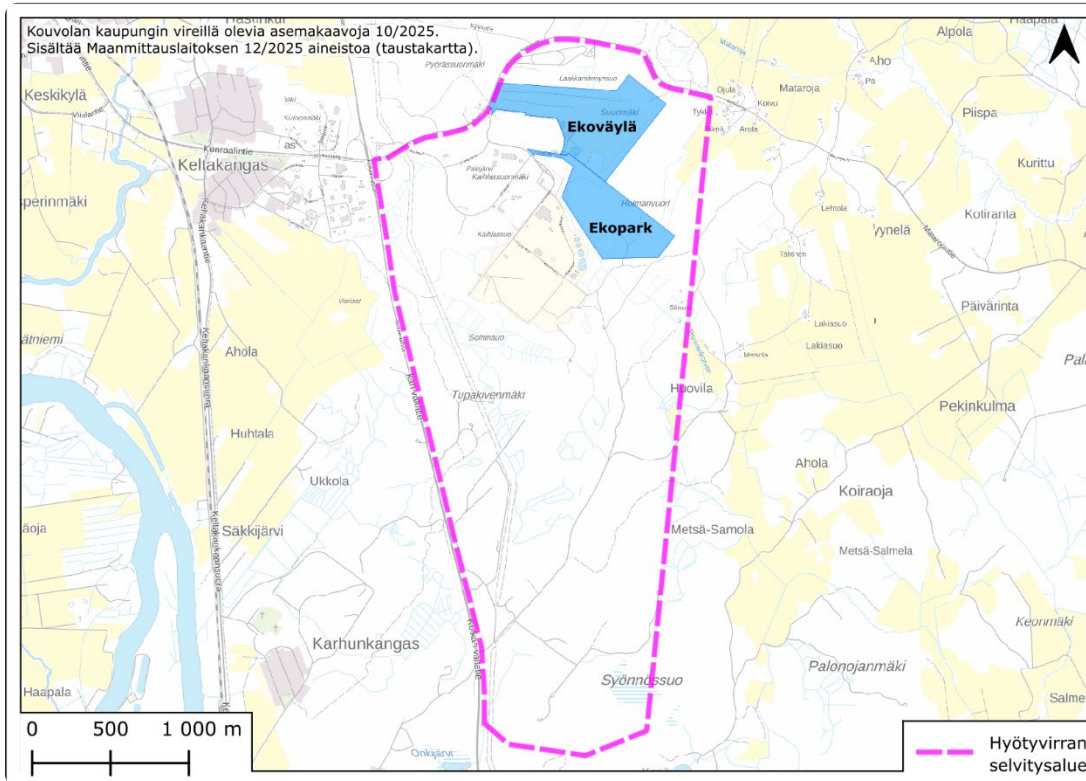


Kuva 5: Alueella voimassa olevat asemakaavat.

Hyötyvirran alueella ovat voimassa seuraavat asemakaavat:

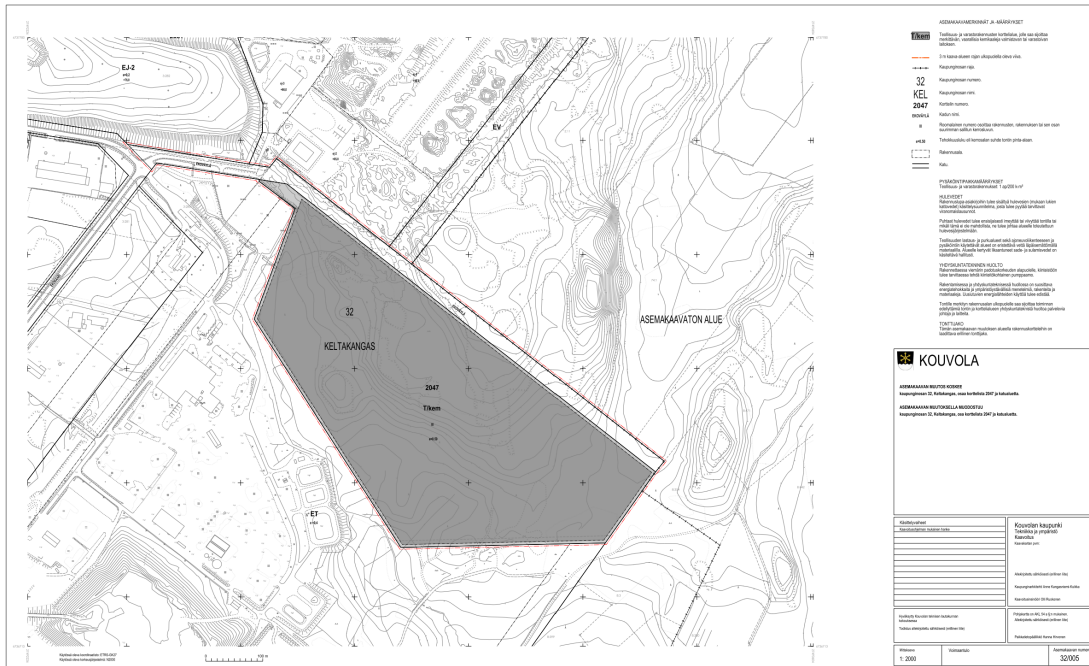
- Ekopark (hyv. 11.6.2001): Yhdyskuntatekninen huolto, teollisuus- ja varastorakennusten alue, jätteitä käsitteleviä ja hyödyntäviä laitoksia
- Ekopark laajennus (hyv. 26.6.2006)
- Ekokem (hyv. 7.12.2015): Jätteenkäsittely, suojaviheralue
- Hyötyvirta (hyv. 20.9.2023: Teollisuus- ja varastorakennusten alue, suojaviheralue
- Ekopark II: Maa-ainesten otto- ja jätteenkäsittelyalue

Kouvolan kaupungin rakennemallin nähtävillä olleessa ehdotuksessa (2025) Hyötyvirran alueelle on osoitettu puhtaan siirtymän toimintojen potentiaalista aluetta (P) sekä puhtaaseen siirtymään painottuvaa teollisuus- ja varastoaluetta, jolle saa sijoittaa kemikaalilaitoksia (T/kem).



Kuva 6: Alueella vireillä olevat asemakaavat.

Hyötyvirran alueen pohjoisosassa on vireillä kaksi asemakaavahanketta. Ekoväylän asemakaavan tavoitteena on Materiaalikeskuksen loppusijoituskapasiteetin riittävyyden turvaaminen tarkastelemalla kaatopaikka-alueen laajentamismahdollisuuksia. Ekopark-asemakaavan muutoksen tavoitteena on kehittää Hyötyvirran aluetta monipuolistamalla alueen teollisuustonttitarjontaa siten, että asemakaava mahdollistaisi kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen sijoittamisen.

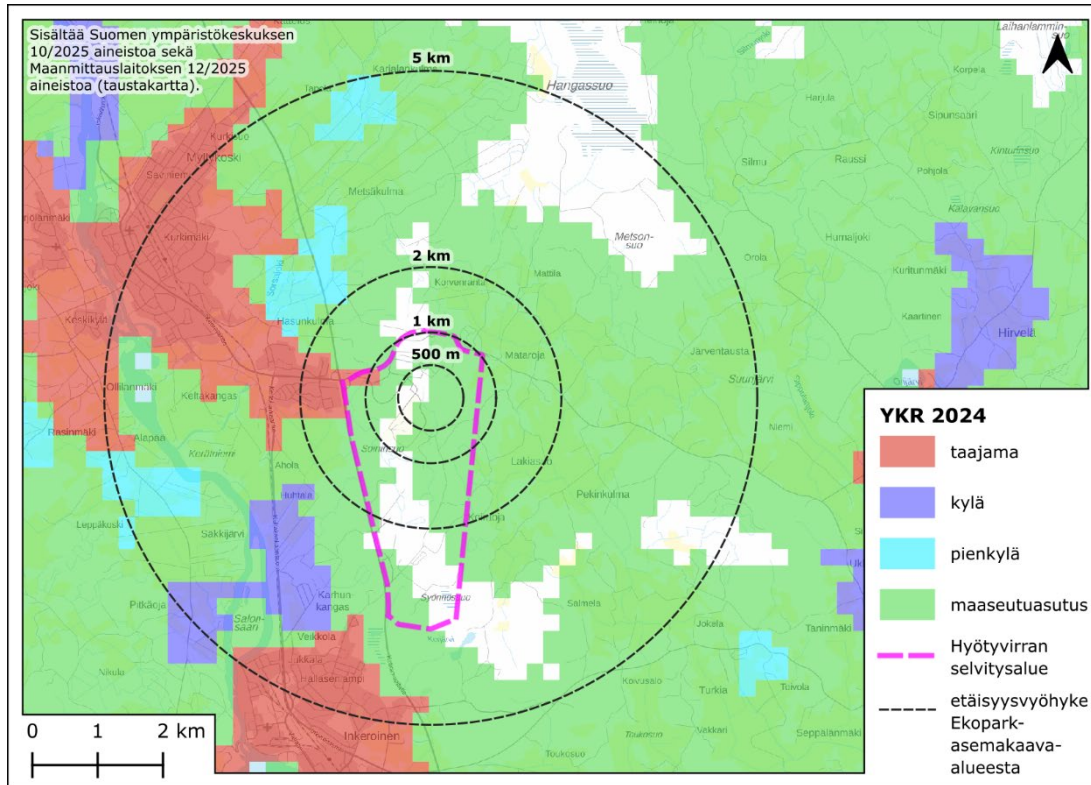


Kuva 7: Ekopark-asemakaavamuutoksen luonnos. (lähde: Kouvolan kaupunki)

2.2 Alueen sijainti suhteessa herkkiin / häiriintyviin kohteisiin

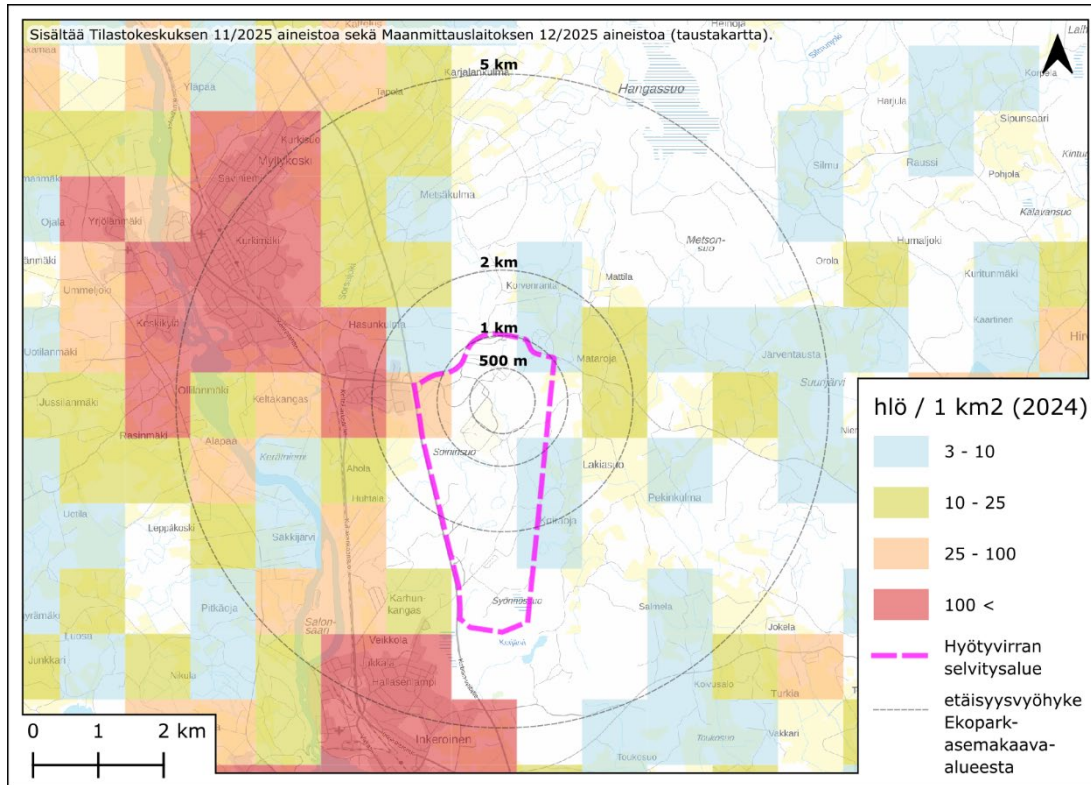
Tukesin oppaan ”Tuotantolaitosten sijoittaminen” mukaan T/kem-laitoksen sijoittamisessa on erityisesti kiinnitettävä huomiota seuraaviin alueidenkäytön muotoihin: asuinalueet, koulut, hoitolaitokset, kaupan suuryksiköt, liikenneväylät sekä muut muodot, joissa samanaikaisesti ja säännöllisesti voi olla suuri määrä henkilöitä.

Hyötyvirran alue sijaitsee yhdyskuntarakenteen aluejaon (YKR) vuoden 2024 luokituksen mukaan maaseutuasutuksen alueella sekä luokittelemattomalla alueella. Lähimmät taajama-alueet (Myllykoski ja Inkeroinen) sijaitsevat luoteis-, länsi- ja lounaissuunnalla ja Keltakangas lähimmillään noin kilometrin etäisyydellä. Lähin luokiteltu kylä (Karhunkangas) sijaitsee lounaassa noin 2 km etäisyydellä, ja Hasunkulman pienkylä luoteessa noin 2 km etäisyydellä. Lähin asuinkiinteistö Ekopark asemakaava-alueen rajasta sijaitsee vajaan 300 metrin etäisyydellä kaakossa.



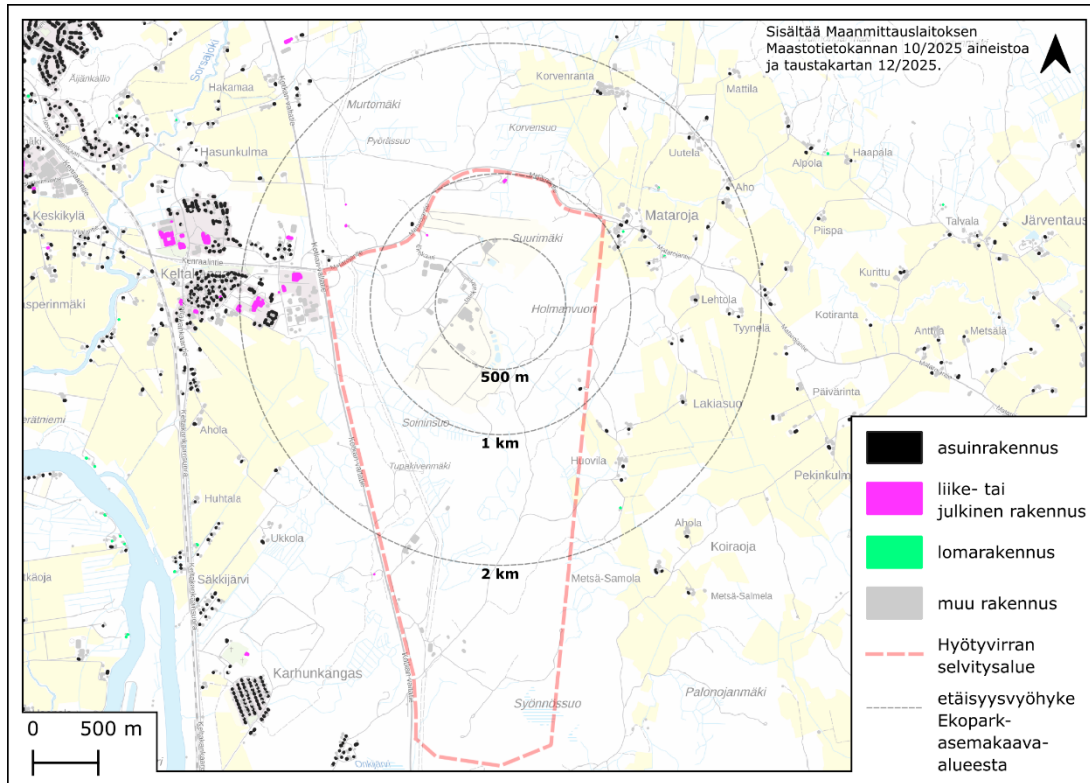
Kuva 8: Hyötyvirran alueen sijainti yhdyskuntarakenteen alueluokituksessa.

Hyötyvirran alue rajoittuu idän suunnalla harvaan asutukseen. Lännessä Keltakankaan tiheimmin asuttu taajama sijaitsee noin 1,5 km päässä Ekopark asemakaava-alueesta, Myllykoski ja Inkeroinen sijaitsevat noin 3-5 km etäisyydellä. Pääosa lähialueen asutuksesta sijaitsee Myllykosken/Keltakankaan ja Inkeroinen taajamien alueella.



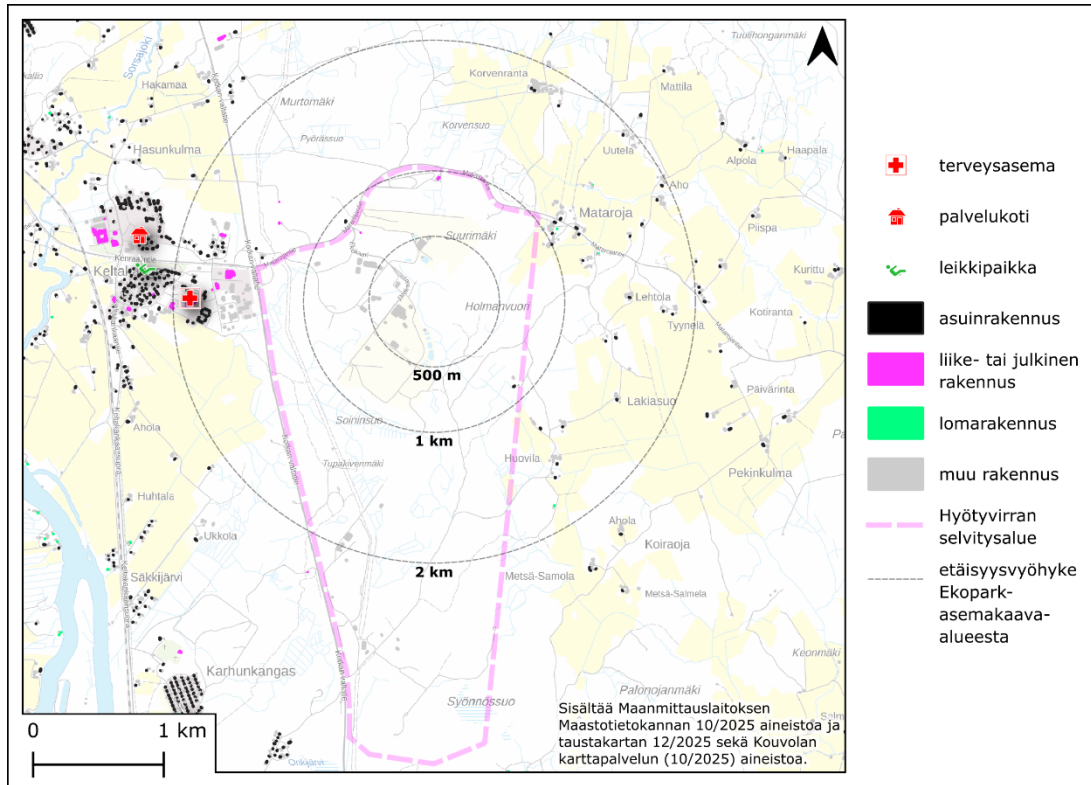
Kuva 9: Väestötiheys Hyötyvirran alueen lähiympäristössä.

Hyötyvirran lähiympäristössä, alle kilometrin etäisyydellä, on kolme asuinrakennusta. Lähin asuinrakennus Ekopark asemakaava-alueen rajasta sijaitsee vajaan 300 metrin etäisyydellä kaakossa. Lähimmät yksittäiset lomarakennukset sijaitsevat 1–2 kilometrin etäisyydellä koillis-, itä- ja kaakkoispuolilla. Vähiten rakennuksia sijaitsee pohjois- sekä eteläpuolella. Alle kilometrin etäisyydelle sijoittuu kaksi liike- tai julkista rakennusta (ajoharjoittelurata, puusepän liike).



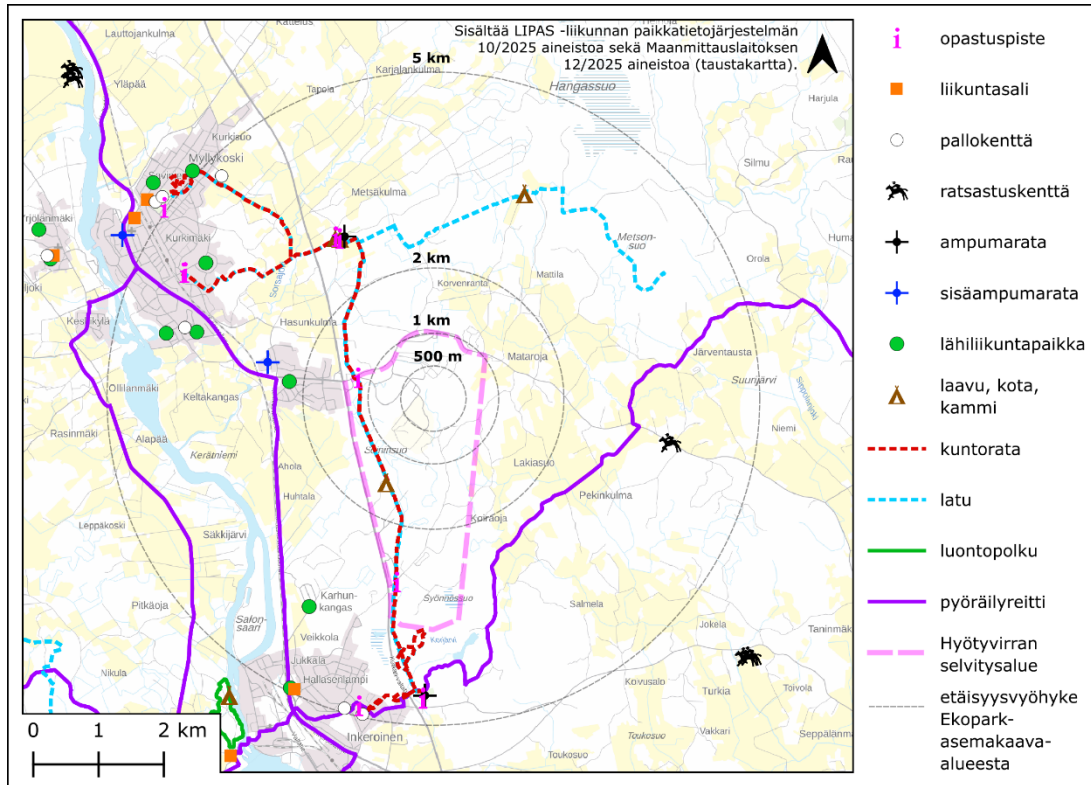
Kuva 10: Hyötyvirran alueen pohjoisosan lähiympäristön rakennuskanta.

Ns. herkistä kohteista Keltakankaan terveysasema sijaitsee alle kahden kilometrin etäisyydellä Hyötyvirran alueen länsipuolella. Keltakankaalla sijaitsee myös muun muassa palvelukoti, leikkipaikka sekä puistoja. Lähin koulu (Viiala) sijaitsee noin 4 km etäisyydellä, lähimmät varhaiskasvatuksen toimipisteet Myllykoskella myös noin 4 km etäisyydellä.



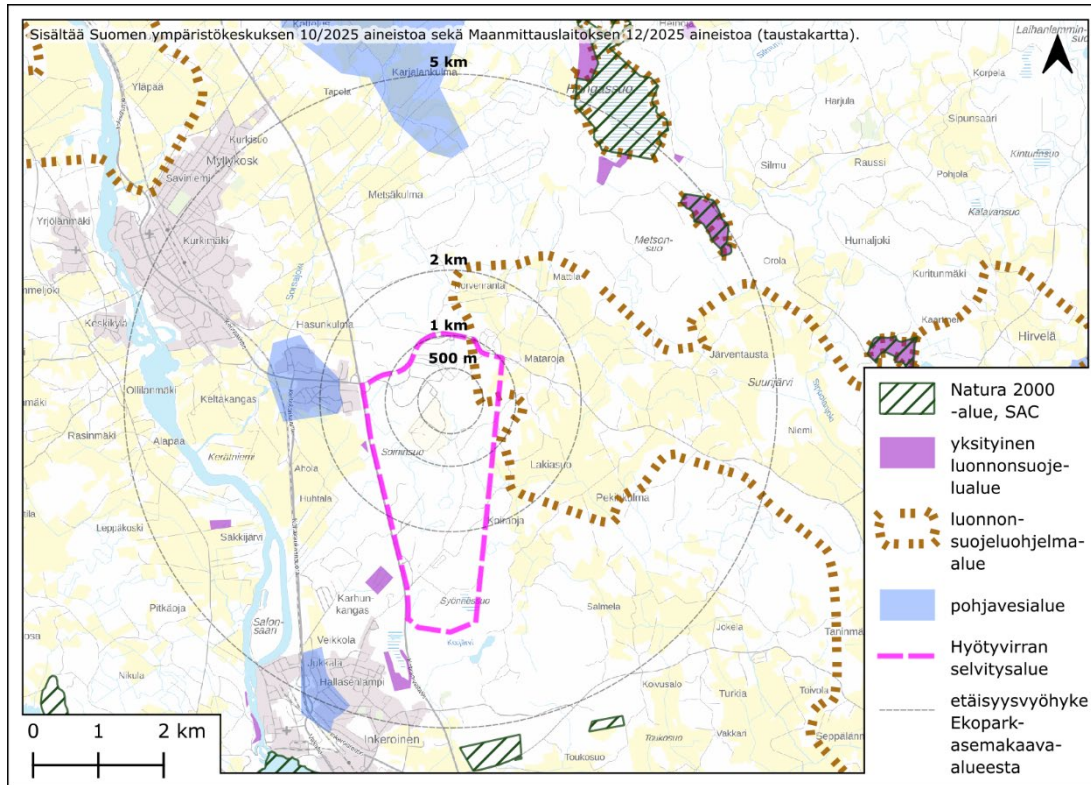
Kuva 11: Hyötyvirran selvitysalueen lähiympäristön ns. herkät kohteet.

Hyötyvirran aluetta lähimpiä virkistyskohteita ovat Hyötyvirran alueen läpi kulkeva pohjois-eteläsuuntainen Myllykoski-Inkeroinen kuntorata ja latu. Kuntarata sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä Ekopark-asemakaavamuutosalueen länsipuolella. Tupakivenmäen kota sijaitsee myös Hyötyvirran selvitysalueen sisällä ja n. 1,5 etäisyydellä Ekopark-asemakaavamuutosalueen lounaispuolella Soininsuon eteläpuolella.



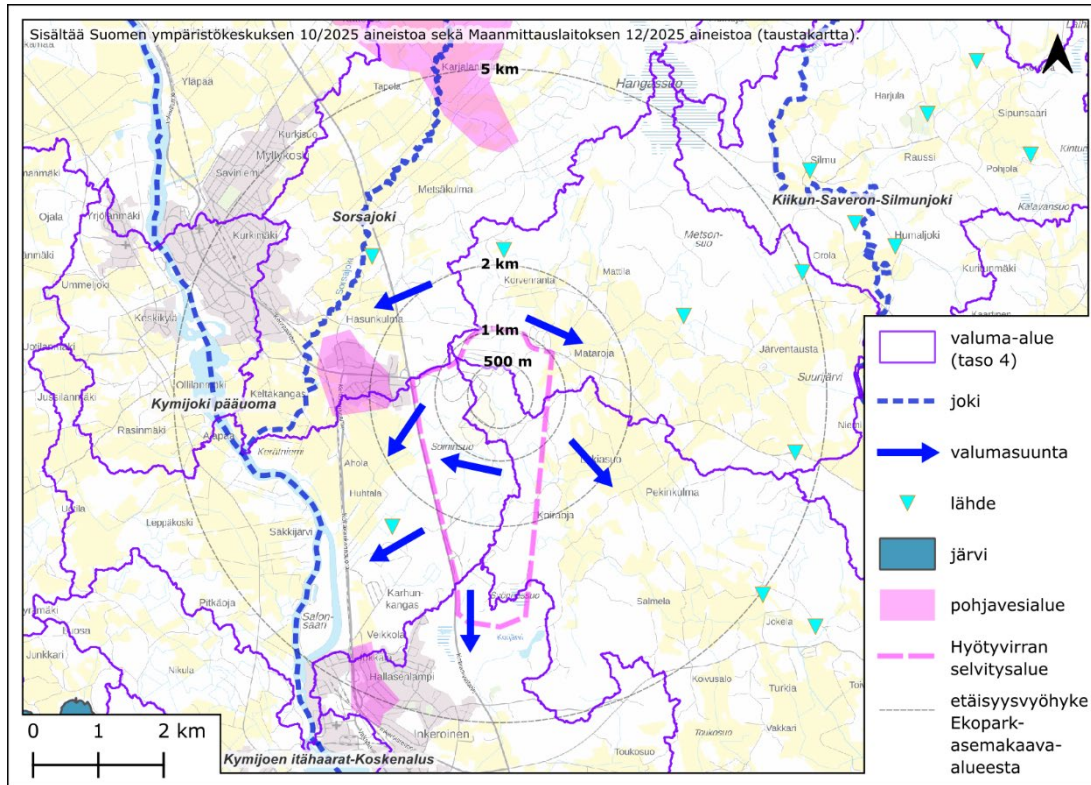
Kuva 12: Hyötyvirran selvitysalueen lähiympäristön virkistyskohteet.

Luonnonympäristön herkkiin kohteisiin nähden lähin luonnonsuojelualue sijaitsee alle 2 km etäisyydellä Ekopark-asemakaava-alueesta vt 15 länsipuolella. Natura-alueisiin tulee etäisyyttä lähes 5 km. Lähin luonnonsuojeluohjelma-alue on Sippolanjoen ja Summanjoen laaksot MAO050015, joka sijoittuu alle 500 metrin etäisyydelle itäpuolelle. Ko. alue on tyypiltään kulttuurimaisemakokonaisuus. Hyötyvirran alue sijaitsee kokonaisuudessaan pohjavesialueiden ulkopuolella. Ekopark-asemakaava-alueelta pohjavesialueisiin on etäisyyttä minimissään lähes 2 km. Alueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse arvokkaita rakennetun kulttuuriympäristön kohteita, eikä sieltä tunneta muinaisjäännöksiä tai muita arkeologisia kohteita.



Kuva 13: Hyötyvirran alueen lähiympäristön luonnonsuojelu- ja pohjavesialueet.

Pintavesien osalta Hyötyvirran alue sijoittuu neljän valuma-alueen rajoille. Pintavedet virtaavat selvitysalueelta poispäin pääasiassa kaakkoon ja lounaaseen päin. Kaakkoon päin virtaava vesi etenee kohti Sippolanjokea ja lounaaseen päin virtaava vesi kohti Kymijokea. Selvitysalueella lähimmät maastotietokannassa olevat lähteet sijaitsevat yli kahden kilometrin etäisyydellä pohjoispuolella ja lounaispuolella. On kuitenkin otettava huomioon, että lähempänä, asemakaava-alueen itäpuolella on lähteitä, joista lähimmät kiinteistöt ottavat talousvetensä. Lähteitä käytetään myös maatilojen eläinten juottamiseen.



Kuva 14: Hyötyvirran alueen lähiympäristön valuma-alueet sekä pinta- ja pohjavesistö.

2.3 T/kem-laitosten soveltuvuus suhteessa nykyiseen maankäyttöön ja lainvoimaisissa kaavoissa määriteltuihin toimintoihin

Kemikaaliturvallisuuslain mukaan uutta laitosta ei voi sijoittaa siten, että sen onnettomuusvaikutukset estävät tai vaikeuttavat sijoituspaikan ympäristön oikeusvaikutteisten kaavojen toteuttamista. Uutta laitosta ei myöskään voi sijoittaa paikkaan, jossa onnettomuudet voisivat aiheuttaa ympäristölle ja ihmisille sellaisia vaikutuksia, jotka eivät ole siedettäviä tai hyväksyttäviä lainsäädännön ja Tukesin Tuotantolaitosten sijoittaminen -oppaan kriteerien mukaisesti.

Laitoksen sijoittamisessa on erityisesti kiinnitettävä huomiota seuraaviin alueidenkäytön muotoihin: asuinalueet, koulut, hoitolaitokset, kaupan suuryksiköt, liikenneväylät sekä muut muodot, joissa samanaikaisesti ja säännöllisesti voi olla suuri määrä henkilöitä.

2.3.1 Ekopark-asemakaavamuutoksen alueelle sijoittuva T/kem-laitos

Ekopark-asemakaavamuutoksen alueelle mallinnettujen tuotantolaitosten onnettomuusvaikutukset (ks. liite 1 ja selvityksen luku 3) eivät estä tai vaikeuta

laitosten sijoituspaikan ympäristön oikeusvaikutteisten kaavojen toteuttamista. Kaavoissa ei ole osoitettu herkkiä toimintoja, kuten asutusta tai virkistysalueita T/kem-laitoksen mahdollistavan asemakaava-alueen läheisyyteen. Kaavoissa osoitettuja ja käytössä olevia ulkoilu- ja virkistyspalvelujen alueita sijoittuu noin kilometrin etäisyydelle, eikä niihin arvioida kohdistuvan vaikutuksia.

Myöskään suhteessa nykyiseen maankäyttöön Ekopark-asemakaavamuutosalueelle mallinnetuilla onnettomuustapahtumilla ei ole vaikutusta:

- pääliikenneväylään (vt15) tai maakaasun siirtoputkeen tuotantolaitoksen onnettomuustapahtumista ei kohdistu heitteitä, lämpösäteily- tai painevaikutuksia. Tukes-oppaassa määriteltujen lämpösäteilyn ja paineen enimmäismäärät eivät ylitä pääliikenneväylien kohdilla.
- virkistysalueille tai luontokohteisiin ei kohdistu merkittäviä vaikutuksia
- laitos ei sijoitu pohjavesialueelle tai sen välittömään läheisyyteen. Ekopark-asemakaava-alueen itäpuolella sijaitsee kuitenkin kiinteistöjen yksityiskaivoja, jotka ottavat vetensä alueen lähteistä. Tuotantolaitoksen suunnittelussa on teknisin ratkaisuin varmistettava, ettei mahdollisen onnettomuuden seurauksena aiheudu pohjaveden tai maaperän pilaantumista, ja ettei vesiympäristöön pääse vaarallisia ja haitallisia aineita.
- Ekopark-asemakaava-alue on niin laaja, että sinne voidaan sijoittaa T/kem-tuotantolaitos niin, etteivät mahdollisen onnettomuuden vaaralliset lämpösäteily- ja painevaikutukset tai heitteet ulotu asemakaava-alueen ulkopuolelle. Alueen vieressä sijaitsevalla jätteenkäsittelyalueella on ollut tulipalo viimeksi kesällä 2025. Tyypillinen kaatopaikkajätepalo (SRF, kierrätyspuu, muovi ja rakennusjäte) yltää palovaikutuksena 30-80 metriin ($3-8 \text{ kW/m}^2$), riippuen palavasta materiaalista ja kasan koosta. Näin ollen Ekopark-alueen jatkosuunnittelussa tulisi varmistaa riittävä suojavyöhyke-etäisyys suhteessa ympäröivän maankäytön tulipaloriskikohteisiin.
- Lähin asutus sijaitsee n. 270 m etäisyydellä asemakaava-alueen rajasta. Onnettomuustapahtumassa metanolin vallitilasta höyrystyvän myrkyllisen kaasupilven vaikutusalue ulottuu maksimissaan 66 metrin etäisyydelle vallitilasta. Asutukselle tai muille herkille kohteille ei näin ollen kohdistu vaaraa.

2.3.2 Hyötyvirran muun alueen soveltuvuus T/kem-laitokselle

Tarkasteltaessa Hyötyvirran laajemman selvitysalueen soveltuvuutta T/kem-laitokselle voidaan kaavaturvallisuuden näkökulmasta todeta, että alueen jatkosuunnittelussa on mahdollista osoittaa alueelle T/kem-toimintoja. Hyötyvirran alueen etuna on sen edullinen sijainti yhdyskuntarakenteessa. T/kem-toimintoja on myös mahdollista sijoittaa alueelle niin, ettei ympäröivien alueiden oikeusvaikutteisten kaavojen toteutuminen esty. Tuotantolaitoksia pystytään osoittamaan riittävän etäälle asutuksesta, virkistyskohteista ja muista ns. herkistä kohteista (esim. koulut, päiväkodit, hoitolaitokset), joissa samanaikaisesti ja säännöllisesti voisi olla suuri määrä ihmisiä. Alue ei myöskään sijaitse pohjavesialueella.

Hyötyvirran alueen jatkosuunnittelussa on otettava huomioon seuraavat seikat:

- riittävä suojaetäisyys pääliikenneväylään (valtatie 15). Tässä selvityksessä mallinnettujen onnettomuustapahtumien ylipaineaallon vaikutusalue ulottuu hieman vajaan 100 metrin alueelle.
- riittävä suojaetäisyys Hyötyvirran alueen halki kulkevaan maakaasuputkilinjaan sekä sitä mukailevaan ulkoilureittiin ja Tupakivenmäen kotoon
- Keltakankaan ja Veikkolan alueiden tiheämpi asutus
- alueelle laadittujen luontoselvitysten tulokset

3 Ekopark-asemakaava-alueen kaavaturvallisuustarkastelu

Seurausanalyysiraportti on tämän selvityksen liitteenä 1.

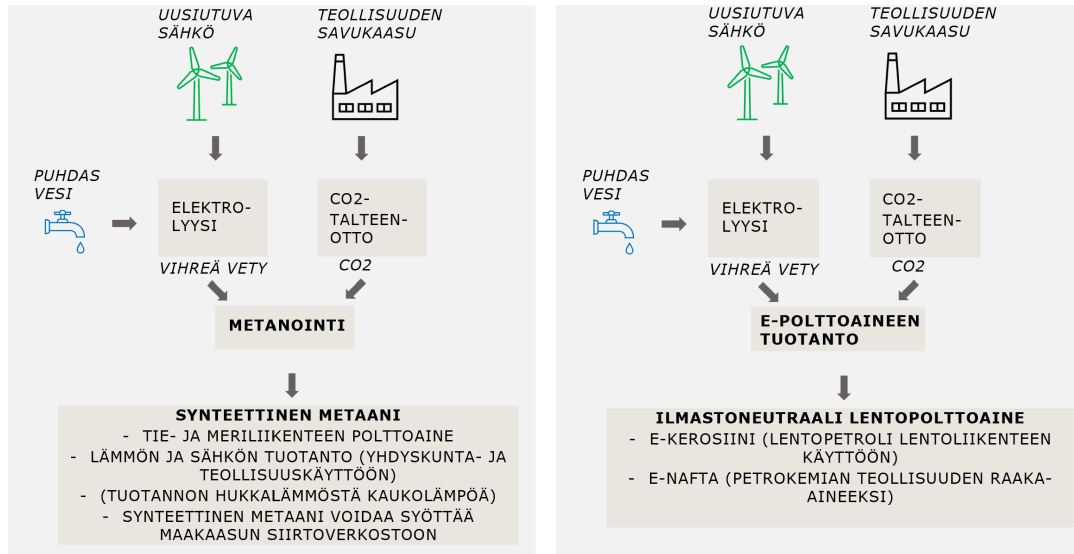
3.1 Tarkastellut laitostyypit

Hyötyvirran alue on tunnistettu Kouvolan kaupungin strategisessa maankäyttösuunnitelmassa, vuoteen 2050 tähtäävässä rakennemallissa, potentiaalisesti puhtaan siirtymän hankkeiden alueeksi. Tiekartta Kymenlaakson vetytalouteen -raportissa (2024) Hyötyvirran alue on tunnistettu potentiaalisesti vihreän vedyn ja synteettisen metaanin tuotantoalueeksi.

Jotta asemakaavatasolla voitiin selvittää mahdollisuus sijoittaa T/kem-laitos Hyötyvirran Ekopark-asemakaavan alueelle, laadittiin Tukesin ohjeistuksen mukainen seurausanalyysi, jossa mallinnettiin e-metaanin ja eSAF-tuotantolaitosten (sustainable aviation fuel, ilmastoystävällinen lentopolttoaine) onnettomuustapahtumat.

E-metaanin tuotantolaitoksen elektrolyyseritehona käytettiin mallinnuksessa 500 MW ja metaanitehona 250 MW. Elektrolyyseri on laite, jolla vesi hajotetaan vedyksi ja hapeksi. Metanolilaitoksen tuotantokapasiteetiksi määritettiin 150 000 tonnia vuodessa. eSAF-tuotantolaitoksen tuotantokapasiteetiksi määritettiin 100 000 tonnia vuodessa.

Molemmissa skenaarioissa arvioitiin käytettävän vetyä varastoituna korkeapaineiseksi kaasuksi. Metaanin tuotanto oletettiin siirrettävän suoraan maakaasuverkostoon ilman korkeapaineista välivarastoa. Käytettävät kemikaalit laitoksilla ovat vety, metaani, metanoli ja SAF. Vedystä valmistettu eSAF on perinteistä lentopetrolia ympäristöystävällisempi tuote, mutta sen vaarat ympäristölle riippuvat valmistuksessa käytettävistä prosesseista ja raaka-aineista. Laitosten toimintaperiaatteita on esitetty kuvassa 14. Laitostyypit ja niissä käytettävät kemikaalit on kuvattu tarkemmin selvityksen liitteenä 1 olevassa seurausanalyysiraportissa.

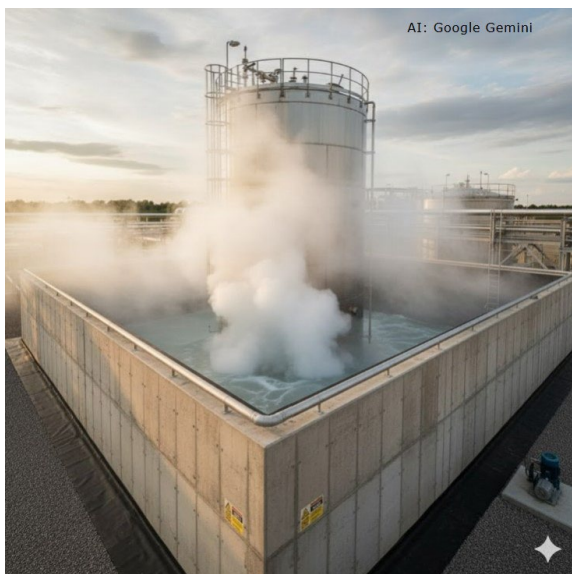


Kuva 15. Seurausanalyysissä mallinnettujen T/kem-tuotantolaitosten toimintaperiaatteet.

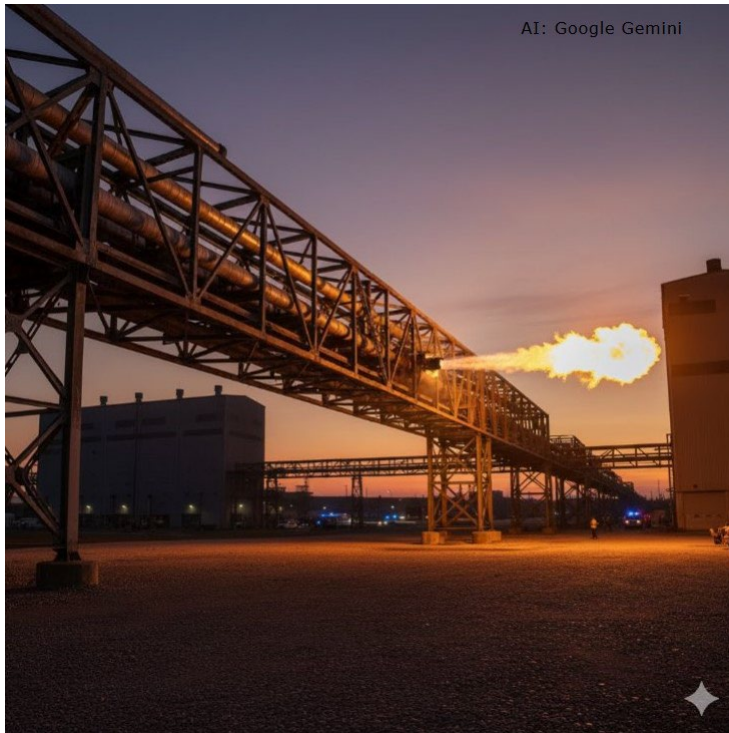
Seurausanalyysin onnettomuustapahtumat valittiin Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukesin) ohjeiden Turvallisuusselvitys (2021) ja Tuotantolaitoksen sijoittaminen (2025) mukaan. Tapahtumissa tarkasteltavia seurauksia ovat:

- palon lämpösäteilyn vaikutukset
- räjähdysen painevaikutusten etäisyydet
- vaarallisen tai syttyvän kaasun ympäristöön leviämisen terveysvaikutukset.

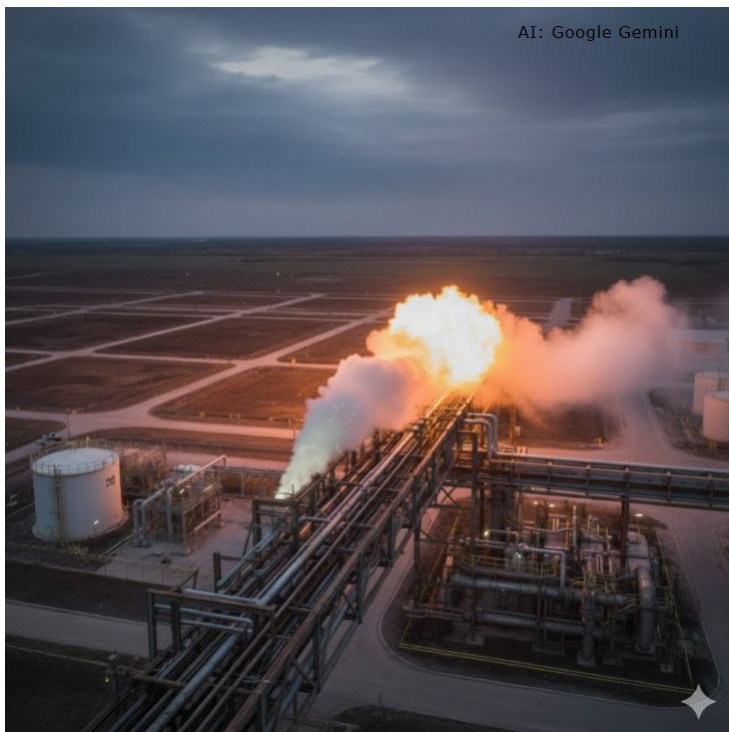
Onnettomuustapahtumia on havainnollistettu tekoälyn avulla laadituissa kuvissa 16-18.



Kuva 16: Esimerkkikuva T/kem-laitoksen prosessisäiliön vallitilasta, johon päätyvä kemikaali voi syttyä palamaan. Vallitilasta höyrystyvä kaasupilvi voi myös joko räjähtää tai kulkeutua lähiympäristöön.



Kuva 17: Esimerkkikuva T/kem-laitoksen suihkupalosta, joka voi syttyä kemikaalin vuotopaikasta, kuten putkisillalta.



Kuva 18: Esimerkkikuva T/kem-laitoksen viivästyneestä räjähdyksestä, jossa vuotava kemikaali voi tuottaa ilman kanssa räjähtävän kaasuseoksen, joka voi syttyä ja räjähtää myös etäämmällä.

3.2 Seurausanalyysin tulokset

Seurausanalyysissä mallinnettiin seuraavat tapahtumat:

- Metaanin suihkupalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset
- Metaanivuodon kaasupilviräjähdyksen ylipaineen seurausvaikutukset
- Metaanivuodon vaikutusalueet
- Vetysuihupalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset
- Vetyvuodon kaasupilviräjähdyksen ylipaineen seurausvaikutukset
- Metanolin vallitilapalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset
- Metanolin vallitilasta höyrystyvän kaasupilven pitoisuudet ja terveysvaara-alueen ulottuvuudet
- SAF vallitilapalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset ja vaikutusalueet.

Mallinnettujen laitostyyppien onnettomuuksien seurausvaikutukset (lämpösäteily, ylipaine, myrkyllisen metanolipilven leviäminen) eivät ulotu asemakaava-alueen rajojen ulkopuolelle. Tarkastelluilla laitosvaihtoehdoilla ja niiden prosessilaitteistojen valinnoilla ja sijoituksilla ei aiheudu onnettomuusvaaraa lähiasutukselle tai lähiyritystoiminnalle.

4 Alueen jatkosuunnittelu

Hyötyvirran alueen maankäyttötoimintoja tutkitaan laajemmin käynnistyvässä Kouvolan keskeisen alueen yleiskaavassa. Ekopark-asemakaavamuutos etenee ehdotusvaiheeseen ja hyväksymiskäsittelyyn vuoden 2026 puolella.

Asemakaavoituksen jälkeen mahdollisen T/kem tuotantolaitoksen jatkosuunnittelu ja toteuttaminen edellyttävät mm.:

- Hanketyypistä riippuen YVA-menettelyä, jossa arvioidaan myös suunnitellun tuotantolaitoksen onnettomuuksien vaikutuksia ja muita ympäristöriskejä
- Ympäristölupaa, mahdollisesti vesilupaa
- Kemikaaliturvallisuuslupaa, jonka yhteydessä Tukes arvioi erikseen tuotantolaitoksen sijoittamisen edellytykset
- Rakentamislupaa.

Ennen tuotantolaitoksen rakentamista alueelle sijoittuva toiminnanharjoittaja laatii suunnitelmat, joissa käsitellään tarvittavat riskianalyysit ja mallinnukset prosessiturvallisuuden ja toimintojen sijoittamisen näkökulmasta.

5 Yhteenveto ja jatkotoimenpidesuosituks

Tässä kaavaturvallisuusselvityksessä on tutkittu T/kem-tuotantolaitoksen (vaarallisia kemikaaleja käsittelevä tai varastoiva laitos) sijoittamisen edellytyksiä selvittämällä Hyötyvirran alueen ja sen lähiympäristön ominaisuuksia etenkin ns. herkkien kohteiden suhteen sekä yksityiskohtaisemmin onnettomuuksien vaikutusten arvioinnin perusteella. Työssä laaditulla seurausanalyysillä mallinnettiin Ekopark-asemakaavamuutoksen alueella kahden eri T/kem-laitostyyppin eli e-metaanin ja eSAF-tuotantolaitoksen onnettomuustapahtumat ja arvioitiin niiden vaikutusten voimakkuudet ja vaikutusalueet.

Hyötyvirran alueen yleispiirteisen kaavaturvallisuustarkastelun johtopäätöksenä voidaan todeta, että Hyötyvirran alue soveltuu tämän selvityksen esimerkkilaitosten mukaisille tuotantolaitoksille. T/kem-toimintoja on mahdollista sijoittaa alueelle niin, ettei ympäröivien alueiden oikeusvaikutteisten kaavojen toteutuminen esty ja että riittävä etäisyys saavutetaan asutukseen ja muihin herkkiin kohteisiin, joissa voi olla samanaikaisesti ja säännöllisesti suuri määrä ihmisiä. Alueella ja sen lähiympäristössä on kuitenkin tiettyjä maankäyttömuotoja, jotka tulee ottaa huomioon alueen jatkosuunnittelussa. Alueen länsipuolelle sijoittuu pääliikenneväylä valtatie 15, johon ei saa kohdistua mahdollisessa onnettomuustilanteessa vaarallista ylipaineaaltoa tai lämpösäteilyvaikutusta. Hyötyvirran alueen halki kulkee pohjois-eteläsuuntainen maakaasuputkilinja, jota myötäilee ulkoilureitti ja kuntorata. Alueella sijaitsee myös virkistyskäytössä oleva kota. Seurausanalyysissä mallinnettujen laitostyyppien onnettomuustapahtumien ylipaineen ja lämpösäteilyn vaikutusalueet olivat suurimmillaan hieman vajaat 100 metriä, mitä voidaan alueen jatkosuunnittelussa pitää minimisuojaetäisyytenä herkkiin kohteisiin. Hyötyvirran alueen eteläosien osalta T/kem-laitosten sijoittaminen edellyttää myös uusia tieliittymiä liikenneturvallisuuden parantamiseksi. Pelastustoiminnan edellytysten parantamiseksi Hyötyvirran alueelle tulee jatkosuunnittelussa tutkia toista alueelle johtavaa tieyhteyttä. Myös sammutusvesien riittävyys on turvattava.

Tehtyjen mallinnusten ja seurausanalyysien tulosten perusteella voidaan todeta, että tuotantolaitoksen sijoituspaikka Hyötyvirran Ekopark-asemakaavamuutosalueella ei aiheuta vaaraa ympäröiville toiminnoille tai luonnonalueille. Merkittävää vaaraa aiheuttavat lämpösäteilykuormat, ylipaineaallot tai terveydelle vaarallisten myrkkypilvien vaikutusalueet rajoittuvat asemakaava-alueen sisäpuolelle. Tuotantolaitoksilta on riittävä etäisyys ympäröivään maankäyttöön, erityisesti ihmisten kannalta herkkiin kohteisiin, kuten kouluihin, päiväkoteihin, tiheään asuttuihin alueisiin ja sairaaloihin. Etäisyydet ovat riittävät myös muun yritys- ja yhdyskuntateknisen huollon toiminnan, kriittisen infrastruktuurin, luonnonsuojelualueiden ja muiden ympäristönsuojelullisesti arvokkaiden kohteiden osalta. Asemakaavatyön jatkosuunnittelussa tulee tutkia vaihtoehtoisia katuyhteyksiä suunnittelualueen kautta pohjoisesta etelään. Toinen alueelle johtava tieyhteys varmistaisi tuotantolaitosalueen hyvän saavutettavuuden onnettomuustilanteissa. Kaavatyön yhteydessä suositellaan selvittäväksi myös muiden Hyötyvirran alueen pohjoisosan liikenneturvallisuutta edistävien

toimenpiteiden tarve. Asemakaavamuutosalueen lähiympäristöön suositellaan tehtäväksi kaivo/lähdekartoitus.

Asemakaavamuutoksen kaavamääräyksiin suositellaan harkittavaksi mm. seuraavan kaltaisia kaavaturvallisuuteen liittyviä yleismääräyksiä:

- Alueelle ei saa sijoittaa sellaista teollisuus- tai varastointitoimintaa, joka aiheuttaa välitöntä terveysvaaraa lähiympäristössä.
- Tuotantolaitosten sammutusvedet on eroteltava muista hulevesistä niin, että niiden pääsy luontoon voidaan estää onnettomuustilanteessa.
Normaalitoiminnan hulevedet on käsiteltävä niin, ettei niistä aiheudu maaperän tai asemakaava-alueen valuma-alueen virtavesien ja lähteiden pilaantumisriskiä. Hulevedet eivät saa heikentää Rouvankorvenojan noron tilaa.



Asiakas: Kouvolan kaupunki

Projekti: Hyötyvirran yritysalueen kaavaturvallisuukselvitys

Projektinumero: 101032904-001

Seurausanalyysiraportti

Yhteyshenkilö
Ismo Talka
Matkapuhelin
+358 40 7606380
Sähköposti
ismo.talka@afry.com

Pvm.
17/12/2025
Projektiviite
101032904-001

Raportin numero
101032904-001-K001
Asiakas
Kouvola kaupunki

Seurausanalyysi Hyötyvirran yritysalueelle

Copyright © AFRY Finland Oy

AFRY Finland Oy ("AFRY") pidättää kaikki oikeudet tähän raporttiin. Raportti on laadittu yksinomaan Kouvola kaupungin ("Asiakas") käyttöön. Raportin käyttö muiden kuin Asiakkaan toimesta ja muuhun kuin Asiakkaan ja AFRYn välisessä sopimuksessa tarkoitettuun tarkoitukseen on sallittu ainoastaan AFRYn etukäteen antaman kirjallisen suostumuksen perusteella. Raportti on laadittu noudattaen AFRYn ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja. AFRYn tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

AFRY ei vastaa kolmannelle osapuolelle tämän raportin käyttämisen tai siihen luottamisen perusteella aiheutuneesta haitasta taikka mistään välittömästä tai välillisestä vahingosta.

Seurausanalyysiraportti

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Seurausanalyysin julkisuus	6
3	Lainsäädännöllinen tausta	6
4	Seurausanalyysin kuvaus	7
4.1	Kohde	7
4.2	Vaarojen luokittelu	10
4.3	Vaikutukset infrastruktuuriin	12
4.3.1	Vaikutukset tieliikenteeseen	12
4.4	Vaikutukset ympäristöön	13
4.5	Vaikutukset pohjaveteen	13
4.6	Dominovaikutukset	13
4.7	Kaasujen leviäminen	13
4.8	Yhteenveto sallituista onnettomuusvaikutuksista eri kohteissa	14
4.9	Ilmasto-olosuhteet	15
4.10	Mallintamiseen käytetty ohjelma	16
4.11	Seurausten analysointi	16
5	Seurausanalyysin tulokset	16
5.1	Tapaus 1: E-metaanin tuotantolaitos (500 MW elektrolyyseriteho, 250 MW metaaniteho)	16
5.1.1	Skenaarion lähtötiedot, metaani	16
5.1.2	Skenaarion tulokset, metaani	17
5.1.3	Skenaarion lähtötiedot, vety, 10 %:n poikkipinta-alavuoto	19
5.1.4	Skenaarion tulokset, vety 10 %: poikkipinta-alavuoto	19
5.1.5	Skenaarion tulokset, vety 100 %:n poikkipinta-alavuoto	22
5.2	Tapaus 2: eSAF-tuotantolaitos (100 000 tonnia/vuosi)	24
5.2.1	Skenaarion lähtötiedot, metanoli	24
5.2.2	Skenaarion lähtötiedot, SAF	26
5.3	Vaikutusten kirjallinen arviointi suhteessa laitoksen ulkopuolisiin kohteisiin	28
6	Yhteenveto	29

Seurausanalyysiraportti

Kuvat ja taulukot

Kuva 1: Tarkasteltava yritysalue (punaisella).	7
Kuva 2: Seurausmallinnuksen laitostyytit.	8
Taulukko 1. Tuotantolaitostyyppien lähtöarvoja.	8
Käytettävät kemikaalit laitoksilla ovat vety, metaani, metanoli ja SAF. Kemikaalien aineominaisuudet on esitelty alla (Taulukko 2).	8
Taulukko 2. Kemikaalien aineominaisuudet.	9
Taulukko 3. Lämpösäteilyvaikutukset ja seuraukset.	11
Taulukko 4. Ylipainevaikutukset ja seuraukset.	11
Taulukko 5. Ylipainevaikutuksien ja seurauksia tarkemmin.	12
Taulukko 6. Tieliikenteeseen nähden sovellettavat lämpösäteilyn ja paineen enimmäismäärät uuden laitoksen sijoittamista arvioitaessa ²	13
Taulukko 7. Akuutin altistumisen raja-arvot (AEGL) ja niiden haittavaikutukset.	14
Taulukko 8. Metanolin AEGL-arvot.	14
Taulukko 9. Sallitut onnettomuusvaikutukset kohteittain.	15
Kuva 4: Metaanin leviäminen, 44 000 ppm pitoisuus.	17
Kuva 5: Metaanin suihkupalon lämpösäteily.	17
Taulukko 10. Metaanisuihkupalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.	18
Taulukko 11. Metaanivuodon kaasupilviräjähdyksen ylipaineen seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s.	18
Kuva 6: Metaanivuodon vaikutusalueet (suihkupalon lämpösäteily ja kaasupilven räjähdysen ylipaine).	19
Kuva 7: Vedyn leviäminen (10 % poikkipinta-alavuoto), 40 000 ppm pitoisuus.	20
Kuva 8: Metaanin 10 %:n poikkipinta-alavuodon suihkupalon lämpösäteily.	20
Taulukko 12. Vetyisuihkupalon (10 % poikkipinta-ala) lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.	21
Taulukko 13. Vetyvuodon (10 % poikkipinta-ala) kaasupilviräjähdyksen ylipaineen seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s.	21

Seurausanalyysiraportti

Kuva 9: Vetyvuodon kaasupilven räjähdysen ylipainealueet, sisempi vihreä ympyrä 15 kPa ja ulompi sininen 5 kPa (2 m/s tuulella, 10 % poikkipinta-ala).....	21
Kuva 10: Vedyn leviäminen (100 % poikkipinta-alavuoto), 40 000 ppm pitoisuus.	22
Kuva 11: Vetyputken 100 %:n poikkipinta-alavuodon suihkupalon lämpösäteily.	22
Taulukko 14. Vetysuihkupalon (100 % poikkipinta-ala) lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.	23
Taulukko 15. Vetyvuodon (100 % poikkipinta-ala) kaasupilviräjähdysen ylipaineen seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s.	23
Kuva 12: Vetyvuodon kaasupilven räjähdysen ylipainealueet, sisempi ympyrä 15 kPa ja ulompi 5 kPa (2 m/s tuulella, 100 % poikkipinta-ala).	23
Kuva 13: Metanolin vallitilatulipalon lämpösäteily.	24
Taulukko 16. Metanolin vallitilatulipalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.	24
Kuva 14: Metanolin vallitilasta höyrystyvän kaasupilven pitoisuudet (2 m/s ja 5 m/s tuulella).	25
Taulukko 17. Metanolin AEGL-arvoja vastaavat etäisyydet, 1,5 metrin tarkastelukorkeus.	25
Kuva 15: Metanolin seurausmallinnusten vaikutusalueet (kaksi säiliötä omina vallitiloinaan).	26
Kuva 16: SAF vallitilatulipalon lämpösäteily.	27
Taulukko 18. SAF vallitilatulipalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.	27
Kuva 17: SAF:n seurausmallinnusten vaikutusalueet (kolme säiliötä omina vallitiloinaan).	28
Taulukko 19. Onnettomuusvaikutusten arviointi maanpäällisille, maapeitteisille ja maanalaisille säiliöille Tukesin oppaan mukaisesti.	29



Seurausanalyysiraportti

Raporttihistoria

Rev.	Pvm / Laatiija	Pvm / Tarkastaja	Pvm / Hyväksyjä	Pvm / Julkaistu	Huomiot
0	05/11/2025 I. Talka	11/11/2025 V. Ukkonen	11/11/2025 O. Tuovinen	18/11/2025 I. Talka	

Seurausanalyysiraportti

1 Johdanto

Kouvolan kaupunki kehittää Hyötyvirran yritysalueita. Alue sijaitsee Keltakankaan jätekeskuksen läheisyydessä, ja sen kehittäminen on yksi kaupungin yritystonttien kehittämisen kärkihankkeista. Tämän seurausanalyysin kohteena on yritysalue, jolle valittiin kaksi erilaista laitostyyppiä. Valitut laitoskategoriat ovat tyyppiesimerkkejä T/kem-laitoksista eli tuotantolaitoksista, jotka käsittelevät vaikeasti varastoitavia vaarallisia kemikaaleja. Alueelle ei ole vielä tällä hetkellä tiedossa konkreettista hanketta tai sinne sijoitettavaa yritystä.

Seurausanalyysin onnettomuustapahtumat valittiin Turvallisuus ja kemikaaliviraston (Tukesin) oppaiden Turvallisuusselvitys¹ ja Tuotantolaitoksen sijoittaminen² mukaan. Tapahtumassa tarkasteltavia seurauksia ovat palon lämpösäteilyn vaikutukset / räjähdysen painevaikutusten etäisyydet / vaarallisen tai syttyvän kaasun leviäminen ympäristöön / myrkyllisen kaasun, normaalissa ilmanpaineessa/lämpötilassa höyrystyvän nesteen tai nesteeseen liuenneen ja haihtuvan myrkyllisen kaasuvuodon terveysvaikutukset.

2 Seurausanalyysin julkisuus

Julkisuuslain (621/1999) 24.7 §:n ja 24.8 §:n perusteella tietyt yksityiskohtaiset seurausanalyysitiedot voidaan luokitella salassa pidettäviksi. Tällaisia tietoja ovat muun muassa prosessien tarkat tekniset kuvaukset, laitetiedot, PI-kaaviot, laitoksen layout-piirustukset sekä turvallisuusjärjestelmiä ja varautumistoimenpiteitä koskevat tiedot. Sen sijaan kemikaalionnettomuuksiin liittyvät yleiset skenaariot, käytetyt lähtötiedot ja vaara-alueiden kartat ovat pääsääntöisesti julkisia. Näitä tietoja voidaan hyödyntää maankäytön suunnittelussa, viranomaisten päätöksenteossa ja alueen riskien viestinnässä.

3 Lainsäädännöllinen tausta

Kemikaaliturvallisuuslainsäädäntö edellyttää, että tuotantolaitoksen sijoittamista suunniteltaessa arvioidaan mahdollisten onnettomuuksien vaikutukset terveyteen ja ympäristöön. Seurausanalyysi on keskeinen työkalu, jolla mallinnetaan onnettomuustilanteiden vaikutusalueet, kuten lämpösäteily, painevaikutukset ja terveysriskit ja ennakoitetaan niiden seuraukset laitoksen ympäristöön.

Tuotantolaitoksen sijoittamisen edellytykset arvioidaan onnettomuuksien vaikutusten perusteella. Seurausanalyysillä tuetaan maankäytön suunnittelua ja varmistetaan, että laitoksen sijoituspaikka ei aiheuta vaaraa ympäröiville toiminnoille tai luonnonalueille. Onnettomuusvaaraa aiheuttavan laitoksen etäisyyden tulee olla riittävä ympäröivään maankäyttöön, erityisesti ihmisten kannalta herkkiin kohteisiin, kuten kouluihin, päiväkodeihin, tiheään asuttuihin alueisiin ja sairaaloihin. Mitä haavoittuvampi kohde, sitä kauempana sen tulisi sijaita vaarallisesta laitoksesta. Etäisyyden riittävyys on tärkeää myös mm. teollisuuslaitosten, kriittisen infrastruktuurin, luonnonsuojelualueiden ja muiden ympäristönsuojelullisesti arvokkaiden kohteiden osalta.

Tuotantolaitoksen sijoittamiseen ja kemikaaleista aiheutuvan onnettomuusvaaran kannalta oleellimmat säädökset ovat:

- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (ns. kemikaaliturvallisuuslaki) (390/2005)

¹ Turvallisuusselvitys, Tukes, Ohje 22/2021 Tukes 542/00.00.02/2021.
<https://tukes.fi/documents/5470659/57508998/Tukes-ohje+22-2021+Turvallisuusselvitys.pdf/ade5ba4b-7342-1a8e-8206-1fa66f4bf985/Tukes-ohje+22-2021+Turvallisuusselvitys.pdf?t=1611646938368>

² Tuotantolaitosten sijoittaminen, Tukes, Ohje 06/2025. <https://tukes.fi/tuotantolaitosten-sijoittaminen>

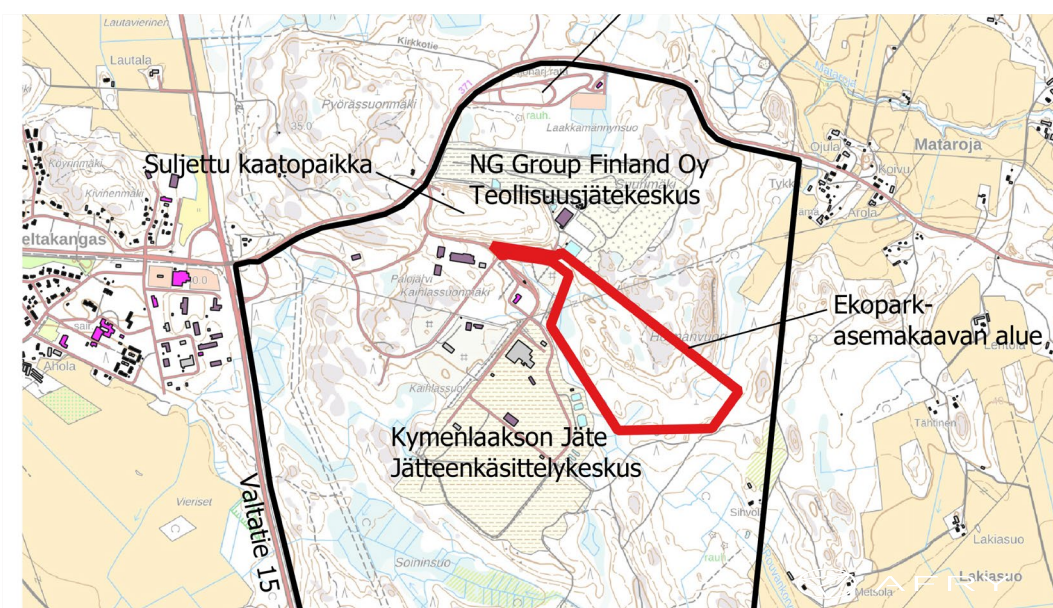
Seurausanalyysiraportti

- Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (ns. kemikaaliturvallisuusasetus) (856/2012)
- Alueidenkäyttölaki (132/1999), lain uudistus menossa
- Rakentamislaki (751/2023)
- Painelaitelaki (1144/2016).

4 Seurausanalyysin kuvaus

4.1 Kohde

Alla on esitetty tarkemmin Hyötyvirran yritysalue (Kuva 1). Alue sijaitsee Valtatie 15:sta itäpuolella ja sen viereisinä toimijoina on NG Group Finland Oy, sekä Kymenlaakson Jäte.



Kuva 1: Tarkasteltava yritysalue (punaisella).

Yritysalueelle arvioitiin kaksi eri laitostyyppiä seurausmallinnettavaksi, e-metaanin tuotantolaitos tai eSAF-tuotantolaitos (Kuva 1). Molemmissa skenaarioissa arvioitiin käytettävän vetyä varastoituna korkeapaineiseksi kaasuksi. Metaanin tuotanto oletettiin siirrettävän suoraan maakaasuverkostoon ilman korkeapaineista välivarastoa. Mallinnuksiin liittyvä oletusarvot on esitetty ao. kuvassa (Kuva 2).

eSAF-tuotantolaitoksen osalta oletettiin väliaineena metanoli, jonka vuosituotantomääräksi oletettiin 150 000 tonnia (Taulukko 1). Metanolisäiliöiden (3x 1100 m³) koko arvioitiin varastointimääränä niin, että ne riittävät noin päivän tuotantokapasiteetille ja eSAF säiliöiden (2 x 900 m³) riittävän vastaavasti noin viikon tuotannolle.



Seurausanalyysiraportti

TAPAUS 1: E-metaanin tuotantolaitos (500 MW
elektrolyyseriteho, 250 MW metaaniteho)

- Metaanivuoto ennen kaasuverkkoa, 54 bar_g, DN150 yhde
- Vetyvaraston vuoto, paine 250 bar_g, DN20 yhde

TAPAUS 2: SAF-tuotantolaitos (100 000 tonnia/vuosi)

- Metanolin vuoto vallitilaan, vallitilan tulipalo (vallitila 700 m², yhde DN100)
- Metanolin höyrystyminen vallitilasta, leviämismallinnus myrkylliselle kaasulle
- SAF vuoto vallitilaan, vallitilan tulipalo (vallitila 900 m², DN60 yhde)
- Vetyvaraston vuoto, paine 250 bar_g, DN20 yhde

Kuva 2: Seurausmallinnuksen laitostyyppit.

Taulukko 1. Tuotantolaitostyyppien lähtöarvoja.

	eSAF	Metanoli
Tuotantokapasiteetti (tonnia/vuosi)	100 000	150 000
Säiliökoot (m³)	3x 1100	2x 900
Varoaltaan koko (m²)	900	700
Putkiyhde	DN60	DN100

Käytettävät kemikaalit laitoksilla ovat vety, metaani, metanoli ja SAF. Kemikaalien aineominaisuudet on esitelty alla (Taulukko 2).



Seurausanalyysiraportti

Taulukko 2. Kemikaalien aineominaisuudet.

Nimi	Vety ³	Metaani ⁴	Metanoli ⁵	SAF
CAS-numero	1333-74-0	74-82-8	67-56-1	useita ⁶
Molekyylikaava	H ₂	CH ₄	CH ₃ OH	
Varoitusmerkit⁷	 	 	  	   
Vaaralausekkeet	H220: Erittäin helposti syttyvä kaasu	H220: Erittäin helposti syttyvä kaasu	H225: Helposti syttyvä neste ja höyry H331: Myrkyllistä hengitettynä H311: Myrkyllistä joutuessaan iholle H301: Myrkyllistä nieltynä H370: Vahingoittaa elimiä	H226: Syttyvä neste ja höyry. H315: Ärsyttää ihoa. H336: Saattaa aiheuttaa uneliaisuutta ja huimausta. H304: Voi olla tappavaa nieltynä ja joutuessaan hengitysteihin. H411: Myrkyllistä vesieläimille, pitkäaikaisia haittavaikutuksia.
Kiehumispiste	-253 °C	-162 °C	65 °C	170 – 300 °C
Leimahduspiste	(kaasu)	(kaasu)	11 °C	> 40 °C
Itsesyttymislämpötila	560 °C	595 °C	385 °C	~ 250 °C
Syttymisrajat	4-75,6 %	4,4-17 %	5,5-36,5 %	0,6 – 6,0 %
Hajukynnys	hajuton	200 ppm (133 mg/m ³)	100 ppm (130 mg/m ³) Haju varoittaa huonosti terveysvaarasta	-

Seurausanalyysiraportti

Vety on hajuton ja väritön ilmaa kevyempi kaasu, joka syttyy erittäin helposti. Vedyn käyttökohteisiin kuuluvat muun muassa ammoniakkisynteesi, suolahapon ja vetyperoksidin valmistus, orgaaniset synteetit. Halogeenien ja useimpien halogeeniyhdisteiden kanssa vety reagoi kiivaasti. Vuotava vety kerääntyy vuotokohdan yläpuolisiin rakenteisiin, toisaalta vety pääsee pakenemaan suhteellisen pienistä aukoista. Suuret vetypäästöt voivat muodostaa pilven, jonka keskellä on suurempi vetypitoisuus kuin pilven reunoiilla. Matalamman pitoisuuden alueet vedyn ja ilman seoksissa vaativat suuremman sytytysenergian verrattuna pilven keskellä olevaan kaasuseokseen, jonka vetypitoisuus on suurempi. Sytytysenergiaan vaikuttaa myös liike ja vesihöyryn määrä.

Metaani on hajuton, väritön ja ilmaa kevyempi helposti syttyvä kaasu. Sitä käytetään lähtöaineena kemikaalien, kuten metanolin, ammoniakin ja orgaanisten yhdisteiden synteeseissä. Metaania kuljetetaan joko puristettuna tai jäähdyttämällä nesteytettynä kaasuna. Metaani on pelkistin, joka aiheuttaa räjähdysvaaran reagoidessaan voimakkaiden hapettimien kuten kloorin tai nestemäisen hapen kanssa. Metaanivuoto voi aiheuttaa syttymisvaaran ulkona ja sisätiloissa räjähdysvaaran. Metaanin ja ilman syttyvä seos voi räjähtää mistä tahansa syttymislähteestä.

Metanoli on palava neste, joka syttyy herkästi lämmön kipinöiden, staattisen sähköön ja liekkien vaikutuksesta. Voimakkaiden hapettimien kanssa reagointi aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran, etenkin sisätiloissa ja viemäreissä. Lisäksi lämpimästä nesteestä haihtuva metanolihöyry voi syttyä pitkähkön matkan päässä vuotokohdasta. Tulipalossa kuumentuva metanolisäiliö voi repeytyä.

eSAF eli ilmastoystävällinen lentopolttoaine on tässä seurausanalyysissä mallinnettu lentopetrolin ominaisuuksilla. Lentopetroli on maaöljytuotteiden ja lisäaineiden seos, joka koostuu pääasiassa C9-C16 hiilivedyistä. Lentopetrolissa parafiineja ja nafteeneja on yleensä vähintään 70 %, aromaattisia hiilivetyjä korkeintaan 25 % ja olefiineja alle 5 %. Lentopetroli on kirkasta nestettä, jolla on voimakas bensiininomainen haju. Lentopetroli reagoi voimakkaiden hapettimien kanssa. Lentopetroli on syttyvä neste. Aine syttyy lämmön, kipinöiden ja liekkien vaikutuksesta. Lämpimästä lentopetrolista haihtuva höyry voi muodostaa syttyvän seoksen ilman kanssa. Lentopetrolisäiliö voi repeytyä tulipalon kuumentamana.

4.2 Vaarojen luokittelu

Tukesilla on ohjeistus seurausanalyysissä käytettävistä lämpösäteilyintensiteettiarvoista sekä painevaikutusarvoista². Esitetyillä raja-arvoilla on tiettyjä vaikutuksia ihmisille, rakenteille ja laitteille. Tukes suosittelee käyttämään alla (Taulukko 3 ja Taulukko 4) esitettyjä lämpösäteilyintensiteettiarvoja ja painevaikutusarvoja.

³ OVA-ohje: <https://www.ttl.fi/ova/vety>

⁴ OVA-ohje: <https://ova.ttl.fi/metaani>

⁵ OVA-ohje: <https://ova.ttl.fi/metanoli>

⁶ Lentopetroli: <https://ova.ttl.fi/lentopetroli>

⁷ Kemikaalien varoitusmerkit, Tukes. <https://tukes.fi/kemikaalit/clp-luokitus-merkinnat-ja-pakkaaminen/kemikaalien-merkinnat/varoitusmerkit>

Seurausanalyysiraportti

Taulukko 3. Lämpösäteilyvaikutukset ja seuraukset.

Lämpö-säteily kW/m ²	Vaikutus	Sallitut toiminnot
12-15	Kasvillisuus ja rakennukset voivat syttyä	Paloa kestävät tai palosuojatut rakennukset
8	Riski palon leviämislle kasvaa, helposti palavat materiaalit voivat syttyä tai rikkoontua	Rakennukset, paloa levittävät kohteet
	Suunnittelun lähtökohtana oleva korkein sallittu lämpösäteilyintensiteetti tontin rajalla	
5	Ihmisen toiminta vaikeutuu, aiheuttaa palovammoja nopeasti	Rakennukset ja muut kohteet, joissa oleskelee ihmisiä
3	Pitkäaikainen altistus aiheuttaa palovammoja	Rakennusten poistumisovet ja -reitit
1,5	Epämiellyttävä lämpö	Tuotantolaitoksen ulkopuolella olevat vaikeasti evakuoitavat rakennukset tai suuri asukastiheys

Taulukko 4. Ylipainevaikutukset ja seuraukset.

Ylipaine, kPa	Seuraukset	Sallitut toiminnot
30	Tukirakenteiden pettäminen, mahdolliset dominovaikutukset	Teollisuuden rakenteet ja laitteet
15	Rakennusten osittainen romahtaminen, mahdollisuus pysyviin henkilövahinkoihin	Rakenteet ja rakennukset, joille 15 kPa yläraja voidaan hyväksyä hyvin perustelluista syistä, kuten paineenkestäviksi mitoitettut teollisuuden rakennukset
10	Suunnittelun lähtökohtana oleva korkein ylipaine tontin rajalla	
5	Pieniä vaurioita rakennuksille, mahdolliset henkilövahingot	Rakennukset ja alueet, joilla normaalisti oleskelee ihmisiä

Näitä Tukesin ohjeistamia lämpösäteilyintensiteettiarvoja sekä painevaikutusarvoja käytettiin mallinnuksessa.



Seurausanalyysiraportti

Taulukko 5. Ylipainevaikutuksien ja seurauksia tarkemmin⁸.

Bar	Pa	Odotettavissa olevia ylipaineen seurauksia
0.003	300	Kova melu (143 db); ylääänipamaus-lasit rikki.
0.01	1000	Tyypillinen paineipiikki lasin rikkoutuessa.
0.03	3000	Rajoitettuja pieniä rakennevaurioita.
0.03	3000	50 % lasit rikki
0.04	3500	Ikkunat yleensä särkyneet; joitakin ikkunakehyksen vaurioita.
0.05	5000	Pieniä vaurioita talon rakenteisiin.
0.07	7000	Talojen osittainen hajoaminen asumiskelvottomaksi.
0.07	7000	Aallotetut metallipaneelit rikkoutuvat ja soljuvat. Kotelon puupaneelit puhaltuneet sisään.
0.07	7000	Lieviä tai vakavia vammoja lentävien lasien ja muiden kappaleiden aiheuttamana
0.1	10000	Kuulovaurio
0.15	15000	Talojen seinien ja kattojen osittainen romahtaminen.
0.15	15000	Teräsbetoni- tai tiiliseinät särkyneet.
0.16	16000	1% kuolleisuus
0.17	17000	1-90 % todennäköisyys tärykalvon repeämälle altistuneiden väestöryhmien joukossa.
0.17	17000	50 % kodin tiiliseinästä tuhoutunut.
0.20	20000	Teräsrunkoiset rakennukset vääntyneet ja repeytyneet perustuksista.
0.35	35000	Puiset pylväät katkeavat.
0.35	35000	Talojen lähes täydellinen tuhoutuminen.
0.50	50000	Ladatut junavaunut kaatuvat.
0.60	60000	Ladatut junavaunut tuhoutuvat.
0.70	70000	Todennäköinen rakennuksen täydellinen tuhoutuminen.
1	100000	1-99 % kuolemantapauksista altistuneiden väestöryhmien keskuudessa suorien räjäytysvaikutusten vuoksi.
3	300000	95 % kuolleisuus

4.3 Vaikutukset infrastruktuuriin

Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvan onnettomuuden seurauksena voi olla

- yhdyskuntien toiminnan kannalta keskeisten toimintojen, kuten pääliikenneväylien, vesi-, jäte- tai energianhuoltojärjestelmien taikka teollisuus- ja tuotantolaitosten tai vastaavien toiminnan huomattava häiriintyminen
- kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten, rakennelmien tai puistojen taikka vastaavien kohteiden sekä muinaismuistolailla suojeltujen kohteiden vahingoittuminen pysyvästi taikka pitkäaikaisesti.

4.3.1 Vaikutukset tieliikenteeseen

Laitoksen sijoituksessa pääliikenneväyliin nähden tulee ottaa huomioon, etteivät laitoksessa mahdollisesti tapahtuvan onnettomuuden lämpösäteily- tai painevaikutukset (myös heitteet) tai kemikaalien aiheuttama terveysvaara ulotu pääliikenneväylille siten, että voisi aiheutua liikenteen huomattavaa häiriintymistä.

Tieliikenteessä pääteitä ovat valtatiet, kantatiet ja moottoritiet. Valtakunnallisesti merkittäviksi teiksi ja kaduiksi katsotaan mm. 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 tavaraterminalleihin johtavat tiet ja kadut. Valtakunnallista merkitystä omaavia ratoja ovat päätaverkon radat, virallisiin

⁸ Taulukko on yhdistelmä seuraavista lähteistä:
American Institute of Chemical Engineers (1994)
Lees, Frank P. 1980. Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 1. London and Boston: Butterworths
The Effects of Nuclear Weapons, Third Edition, 1977, Compiled and edited by Samuel Glasstone and Philip J. Dolan

Seurausanalyysiraportti

rajanylityspaikkoihin, talvisatamiin sekä valtakunnallisesti merkittäviin matkakeskuksiin ja tavaraterminaaleihin johtavat radat sekä pääkaupunkiseudun metron radat.

Vaikutuksista infrastruktuuriin arvioitiin lämpösäteilyn ja räjähdyspaineen vaikutus tie- ja junaliikenteeseen. Tukes-opas on määrittänyt alla olevat suurimmat sallitut raja-arvot lämpösäteilyn ja paineaallon vaikutuksille yleisille tieväylille (Taulukko 6).

Taulukko 6. Tieliikenteeseen nähden sovellettavat lämpösäteilyn ja paineen enimmäismäärät uuden laitoksen sijoittamista arvioitaessa².

Liikennetiheys autoa/vrk	Suurin sallittu lämpösäteilyn intensiteetti (kW/m ²)	Suurin sallittu rintamapaine (kPa)
Valtatiet ja liikenteen solmukohdat	5	5
Kantatiet	5	10
Muut tiet	8	15

4.4 Vaikutukset ympäristöön

Kemikaaleista aiheutuva ympäristövaara tulee ottaa huomioon tuotantolaitoksen tai toimintojen sijoituksessa luontokohteiden ja virkistysalueiden läheisyyteen. Luontokohteisiin ja virkistysalueisiin mahdollisesti vaikuttavissa onnettomuuksissa tarkastellaan kohteen tai alueen suojelutasoa sekä onnettomuuden vaikutusta suojelutasoon ja sen säilyvyyteen.

4.5 Vaikutukset pohjaveteen

Tuotantolaitoksen sijoituksessa tärkeällä tai muulla vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueella tai sen läheisyydessä on varmistuttava, ettei tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvan onnettomuuden seurauksena aiheudu pohjaveden pilaantumista ja ettei pohjaveteen pääse vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita. Laitosta ei ilman erityistä, perusteltua syytä saa sijoittaa pohjavesialueelle.

4.6 Dominovaikutukset

Laitoksen ja sen toimintojen sijoituksessa ympäröiviin teollisuus- ja tuotantolaitoksiin tai vastaaviin nähden tulee ottaa huomioon, etteivät onnettomuuden lämpösäteily- tai painevaikutukset (myös heitteet) ulotu näihin siten, että niistä aiheutuu näiden toiminnan huomattavaa häiriintymistä tai suuronnettomuuden laajenemista laitoksesta toiseen (dominovaikutukset).

4.7 Kaasujen leviäminen

Kaasujen leviämisen tarkastelussa käytettiin Tukesin suosittamia² AEGL-raja-arvoja (Acute Exposure Guideline Levels), jotka on esitetty alla (Taulukko 7). AEGL-arvot on jaettu kolmeen altistusluokkaan (AEGL-1 – AEGL-3), jotka on määritetty viidelle eri altistumisajalle (10 min ja 30 min).



Seurausanalyysiraportti

Taulukko 7. Akuutin altistumisen raja-arvot (AEGL) ja niiden haittavaikutukset.

Akuutin altistumisen raja-arvo	Haittavaikutukset
AEGL-1	Huomattavaa epämukavuutta, ärsytysoireita tai tiettyjä oireettomia, ei aistinvaraisia vaikutuksia
AEGL-2	Palautumattomia tai muita vakavia, pitkäkestoisia haitallisia terveysvaikutuksia tai heikentynyt kyky pelastautua
AEGL-3	Hengenvaarallisia vaikutuksia tai kuolema

AEGL-2 arvoa käytetään alueisiin, joissa ihmismäärät ovat säännöllisesti suuria (kauppakeskukset, kerrostaloalueet, urheiluhallit tms.) tai alueella on sellaisia kohteita, joissa ihmisillä voi olla rajoittunut kyky suojautua kaasualtistukselta, kuten hoitolaitoksissa, kouluissa ja päiväkodeissa. AEGL-3 arvoa taas sovelletaan vähemmän herkkiin alueisiin, joissa ihmisillä on paremmat edellytykset hakeutua suojaan sisätiloihin tai poistua kaasupilven vaikutusalueelta. Tällaisissa tilanteissa altistumisen vakavat terveysvaikutukset voidaan useimmiten välttää tehokkaammin.

Tässä mallinnuksessa käytettiin metanolin AEGL- arvoja 10 ja 30 minuutin altistumisajoille (Taulukko 8), jotka ovat saatavilla OVA-ohjeissa (Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet -turvallisuusohjeet). Tukesin oppaan² mukaan kriittisimmät määriteltävät arvot ovat AEGL-3 -arvot altistumisajoilla 10 ja 30 minuuttia.

Taulukko 8. Metanolin AEGL-arvot.

Metanolin AEGL-arvot	Pitoisuus
AEGL-2	11 000 ppm / 10 min 4 000 ppm / 30 min
AEGL-3	40 000 ppm / 10 min 14 000 ppm / 30 min

4.8 Yhteenveto sallituista onnettomuusvaikutuksista eri kohteissa

Taulukko 9 on esitetty kootusti suurimmat sallitut lämpösäteilyt, huippuylipaineet, kaasupitoisuus sekä heitteet kohteittain Tukesin oppaan² mukaisesti.



Seurausanalyysiraportti

Taulukko 9. Sallitut onnettomuusvaikutukset kohteittain.

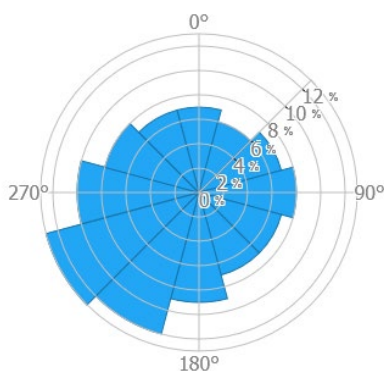
Kohde	Suurin sallittu lämpösäteilyn intensiteetti (kW/m ²)	Suurin sallittu rintama-paine (kPa)	Kaasupitoisuus, joka ei saa ylittyä	Heitteet
Haavoittuvat vaikeasti evakuoitavat kohteet	1,5	5	AEGL-2 (30 min)	Ei sallita
Haavoittuvat kohteet	3	5	AEGL-2 (30 min)	Ei sallita
Kerrostalovaltaiset, tiiviisti rakennetut asuinalueet	3	5	AEGL-2 (30 min)	
Pientaloasuminen	3	5	AEGL-3 (30 min)	
Toimistotyöpaikat	3	5	AEGL-3 (10/30 min)	
Tuotannon työpaikat	5	15*	AEGL-3 (10/30 min)	
Muinaismuistot ja kulttuuriperintökohteet	3	15	Ei määräystä	Ei sallita
Tärkeä infrastruktuuri	Kriittinen infrastruktuuri ei saa häiriintyä liikaa			
Luontoarvot	Keskeiset luontoarvot eivät saa tuhoutua lopullisesti			
Muut onnettomuus-vaaralliset kohteet	Dominovaikutuksia ei saa syntyä			

* Jos rakennukset kestävät tämän

4.9 Ilmasto-olosuhteet

Keskimääräinen vuoden ylin lämpötila alueella on 6 °C⁹. Keskimääräinen tuulen nopeus ja suunta alueella on 3 m/s ilmansuunnasta; lounas.

Seuraavassa (Kuva 3) on esitetty tuulen suunnan jakautuminen (tuuliruuus) vuoden aikana Hyötyvirran alueella.

Kuva 3: Hyötyvirran alueen tuuliruuus, 10 m korkeudessa¹⁰

Tuulen nopeudeksi mallinnuksessa valittiin Tukesin oppaassaan² määrittämät sääolosuhteet. Mallinnukset suoritettiin tuulen voimakkuuksilla 2 m/s ja 5 m/s siten, että säätilan stabiiliusluokitukseksi valittiin stabiili (F) ja neutraali (D) kyseisille tuulen voimakkuuksille

⁹ Ilmatieteen laitos, Havaintojen lataus: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>¹⁰ Global Wind Atlas: <https://globalwindatlas.info/en>

Seurausanalyysiraportti

edellä mainitussa järjestyksessä. Säätila 5D edustaa Suomessa tavanomaisia sääolosuhteita ja toimii peruslähtökohtana maankäytön suunnittelussa käytettävillä onnettomuusskenaarioille. 2F edustaa kaikkein epäedullisinta olosuhdetta (tyyni yöaika), jolloin onnettomuuksien vaikutukset ulottuvat pisimmälle. 2F-säätilalla laskettuja tuloksia hyödynnetään herkkien tai asukastiheydeltään korkeiden kohteiden sijoittamisessa ja suunnittelussa sekä muussa riskinarvioinnissa.

Vallitsevaksi ympäristön lämpötilaksi valittiin 6 °C ja ilmankosteudeksi 70 % Tukesin oppaan² mukaisesti. Ilmankosteudella on oleellinen vaikutus vain, jos ilman kosteus reagoi vuotaneen kemikaalin kanssa. Alueen vallitsevia tuulensuuntia ei oteta huomioon mallinnuksessa.

4.10 Mallintamiseen käytetty ohjelma

Seurausmallinnus tehtiin käyttäen DNV GL:n kehittämää Phast-mallinnusohjelmaa, joka on kansainvälisesti käytetty ja kattavana pidetty mallinnusohjelma. Ohjelmasta oli käytössä versio 9.1. Mallinnettaessa ohjelmaan syötetään tiedot ympäröivistä olosuhteista, materiaalista, päästön vapautumisesta, päästö määrästä, mallinnettavista jakeista ja vaikutuksista sekä karttatiedot alueesta.

4.11 Seurausten analysointi

Mallinnusohjelmaan syötetään lähtötiedoiksi, mm:

- vuotoaukon halkaisija
- vuotokorkeus
- tarkastelukorkeus
- täyttöaste
- vuotoaltaan mitat
- estetiheys ja tilan rajoittuneisuus tai vastaavat tuloksiin oleellisesti vaikuttavat tekijät.

Mallinnusohjelman tuloksina saadaan, mm:

- päästö-/haihtumisnopeudet
- palavan tai myrkyllisen aineen massa kaasupilvessä
- pilven syntymiseen kulunut aika (vuotoaika).

Tulosten tarkastelukorkeudeksi valitaan yleisesti 1,5-2 metriä vastaten näin keskimääräisen ihmisen korkeutta. Tässä mallinnuksessa tarkastelukorkeudeksi valittiin 1,5 m.

5 Seurausanalyysin tulokset

5.1 Tapaus 1: E-metaanin tuotantolaitos (500 MW elektrolyyseriteho, 250 MW metaaniteho)

5.1.1 Skenaarion lähtötiedot, metaani

Seuraavia lähtötietoja käytettiin metaanin seurausmallinnuksessa:

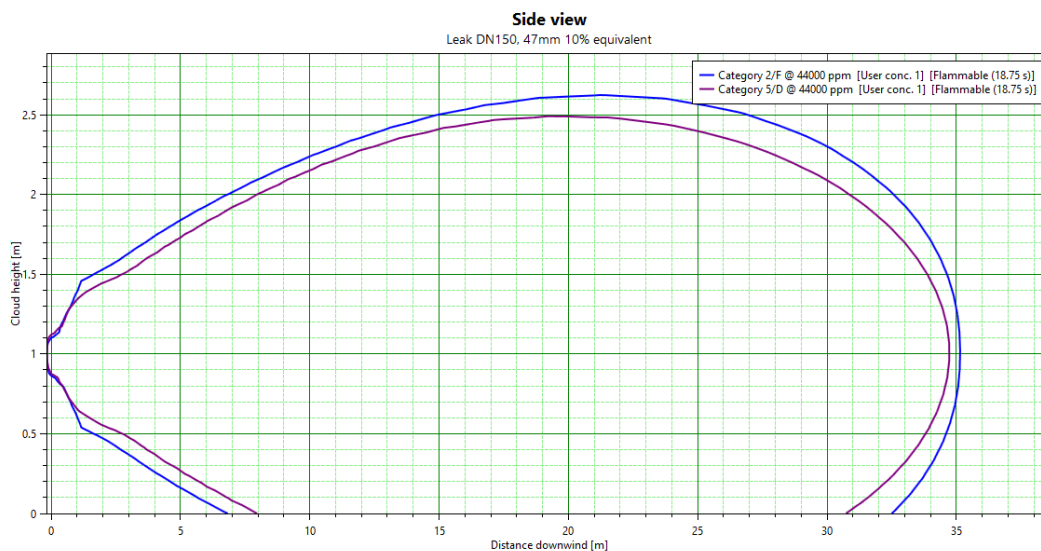
- Metaanivuoto arvioitiin tapahtuvan ennen maakaasuverkkoon siirtämistä. Paine metaanille 54 bar_g, putkiyhde DN150, josta 10 % poikkipinta-ala 47 mm.



Seurausanalyysiraportti

5.1.2 Skenaarion tulokset, metaani

Metaanin vuoto aiheuttaa ilman kanssa kaasuseoksen, jonka pitoisuus on riittävä räjähdykseen. Alemman syttymisrajan (4,4 % = 44 000 ppm) pitoisuus yltää 35 metriin (Kuva 4). Tämä metaanivuoto voisi syttyessään aiheuttaa suihkupalon, jonka lämpösäteily 3-8 kW/m² intensiteetillä voi ulottua 55-70 metrin päähän (Kuva 5, Taulukko 10 ja Kuva 6).



Kuva 4: Metaanin leviäminen, 44 000 ppm pitoisuus.

Seura



Kuva 5: Metaanin suihkupalon lämpösäteily.



Seurausanalyysiraportti

Taulukko 10. Metaanisuihkupalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.

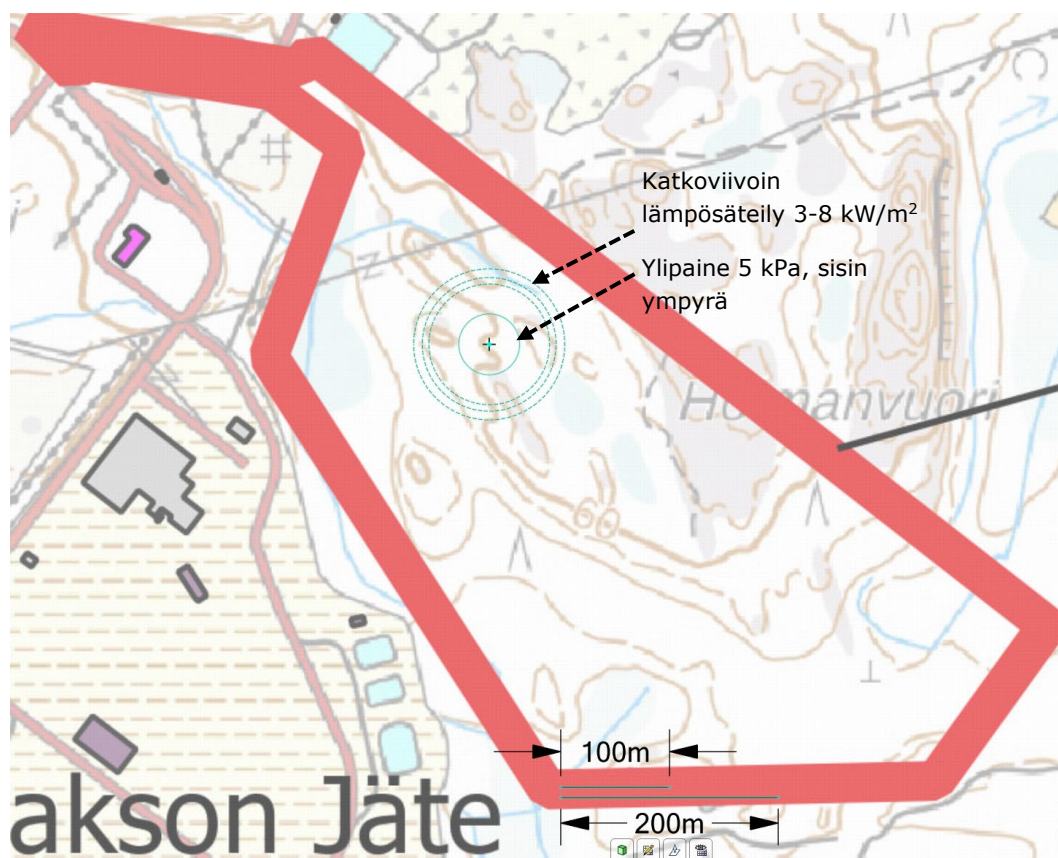
Lämpösäteily [kW/m ²]	Etäisyys vuotokohdasta [m]	
	2/F	5/D
3	70	58
5	61	61
8	55	55

Metaanivuoto voi aiheuttaa kaasuräjähdyksen ja sen voimakkuus voi ylittää 5 kPa vielä 28 metrin etäisyydellä asti (Taulukko 11 ja Kuva 6).

Taulukko 11. Metaanivuodon kaasupilviräjähdyksen ylipaineen seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s.

Räjähdyksen ylipaine [kPa]	Etäisyys vuotopaikasta [m], 2/F	Etäisyys vuotopaikasta [m], 5/D
5	28	27
15	-	-
30	-	-

Seurausanalyysiraportti



Kuva 6: Metaanivuodon vaikutusalueet (suihkupalon lämpösäteily ja kaasupilven räjähdysen ylipaine).

5.1.3 Skenaarion lähtötiedot, vety, 10 %:n poikkipinta-alavuoto

Seuraavia lähtötietoja käytettiin vedyn seurausmallinnuksessa:

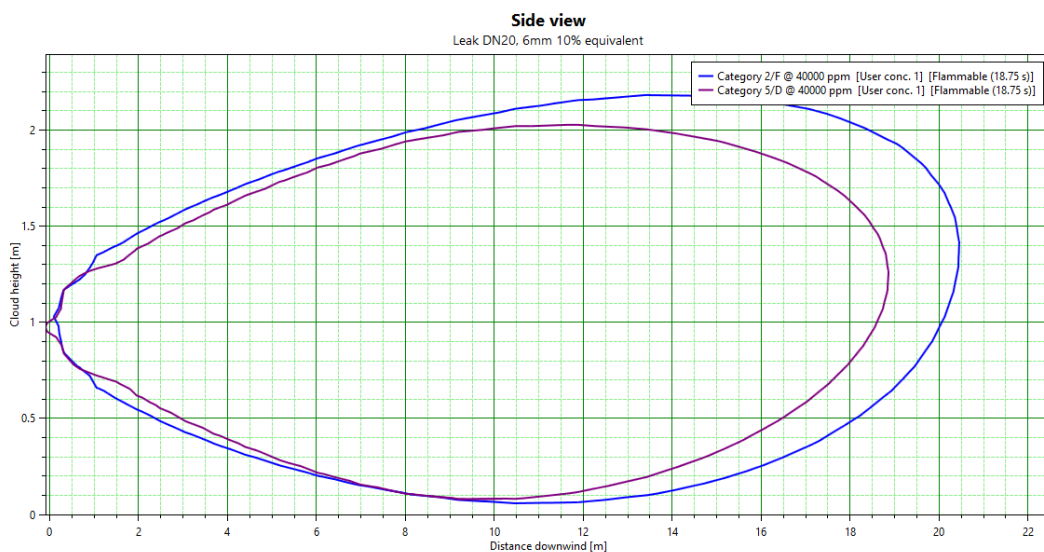
- Vetyvaraston vuoto tapahtui paineessa 250 bar_g, putkiyhde DN20, josta 10 %:n poikkipinta-ala 6 mm.
- Tämän lisäksi herkkyytarkasteluna koko putken katkeaminen eli 100 %:n poikkipinta-ala vuoto DN20.

5.1.4 Skenaarion tulokset, vety 10 %: poikkipinta-alavuoto

Vetyvuoto aiheuttaa ilman kanssa räjähtävän kaasuseoksen. Alemman syttymisrajan (4 % = 40 000 ppm) pitoisuus yltää noin 20 metriin (Kuva 7). Mikäli vuoto syttyy, muodostuu suihkupalo vuotokohdasta, jonka vaikutusalue on 15-20 m (3-8 kW/m²), Kuva 8 ja Taulukko 12).



Seurausanalyysiraportti



Kuva 7: Vedyn leviäminen (10 % poikkipinta-alavuoto), 40 000 ppm pitoisuus.



Kuva 8: Metaanin 10 %:n poikkipinta-alavuodon suihkupalon lämpösäteily.



Seurausanalyysiraportti

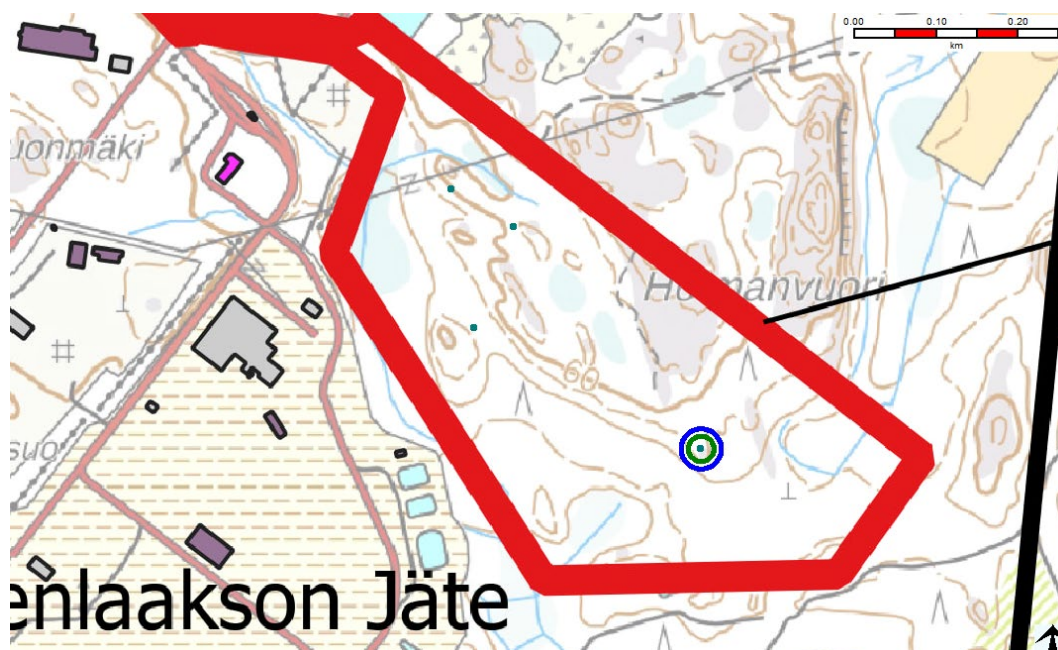
Taulukko 12. Vetysoihkupalon (10 % poikkipinta-ala) lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.

Lämpösäteily [kW/m ²]	Etäisyys vuotokohdasta [m]	
	2/F	5/D
3	20	20
5	17	17
8	15	15

Vetyvuoto muodostaa ilman kanssa syttyvän kaasuseoksen, joka voi räjähtää niin, että 5-15 kPa:n ylipaine ulottuu 16-25 metrin etäisyydelle saakka (2 m/s tuuli, Taulukko 13 ja Kuva 9).

Taulukko 13. Vetyvuodon (10 % poikkipinta-ala) kaasupilviräjähdyksen ylipaineen seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s.

Räjähdyksen ylipaine [kPa]	Etäisyys vuotopaikasta [m], 2/F	Etäisyys vuotopaikasta [m], 5/D
5	25	21
15	16	13
30	-	-



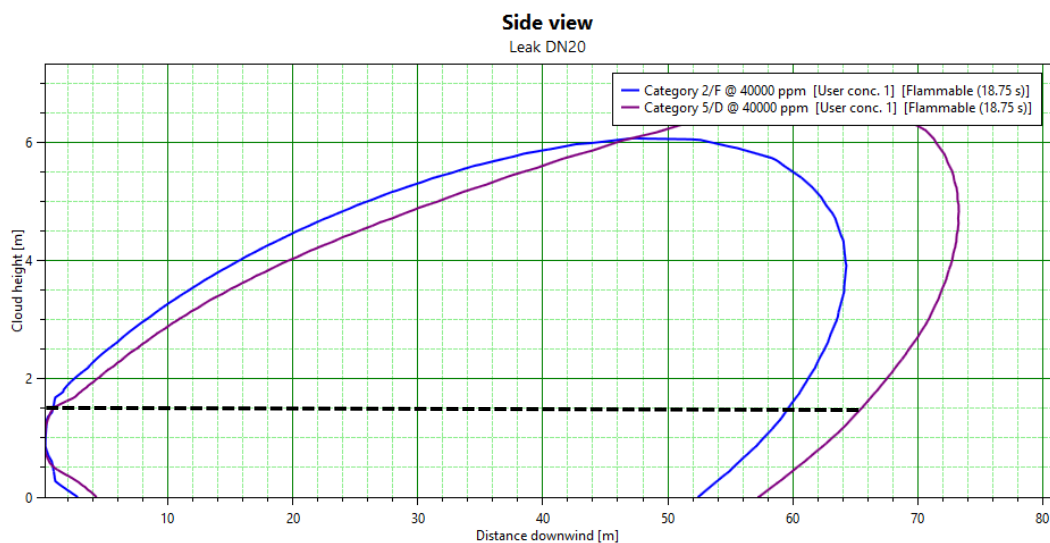
Kuva 9: Vetyvuodon kaasupilven räjähdysyksen ylipainealueet, sisempi vihreä ympyrä 15 kPa ja ulompi sininen 5 kPa (2 m/s tuulella, 10 % poikkipinta-ala).



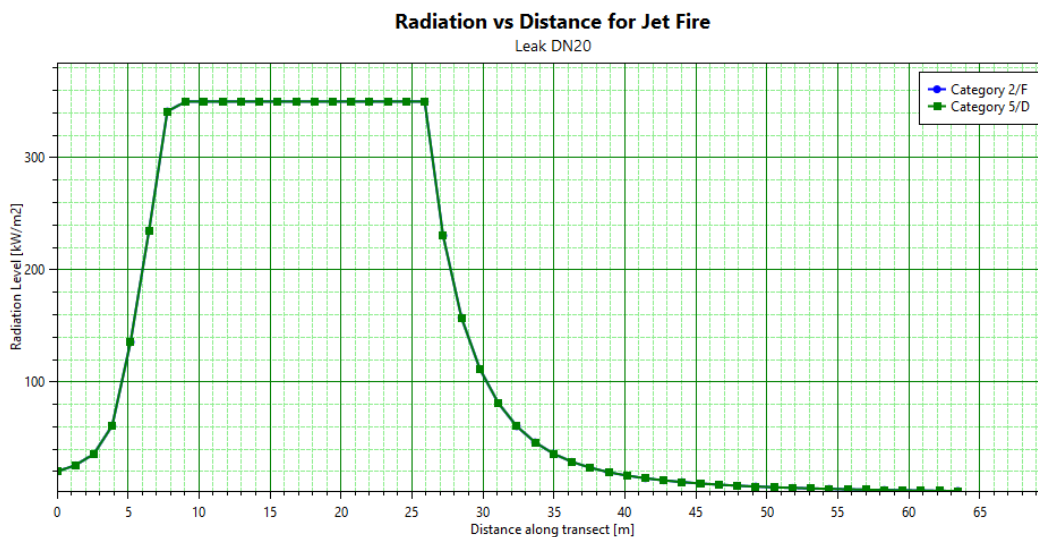
Seurausanalyysiraportti

5.1.5 Skenaarion tulokset, vety 100 %:n poikkipinta-alavuoto

Vetyvuoto aiheuttaa ilman kanssa räjähtävän kaasuseoksen. Alemman syttymisrajan (4 % = 40 000 ppm) pitoisuus ylittää noin 65 metriin (1,5 metrin tarkastelukorkeus ja 5 m/s tuuli, Kuva 10). Mikäli vuoto syttyy, muodostuu suihkupalo vuotokohdasta, jonka vaikutusalue on 47-62 m (3-8 kW/m²), Kuva 11 ja Taulukko 14).



Kuva 10: Vedyn leviäminen (100 % poikkipinta-alavuoto), 40 000 ppm pitoisuus.



Kuva 11: Vetyputken 100 %:n poikkipinta-alavuodon suihkupalon lämpösäteily.



Seurausanalyysiraportti

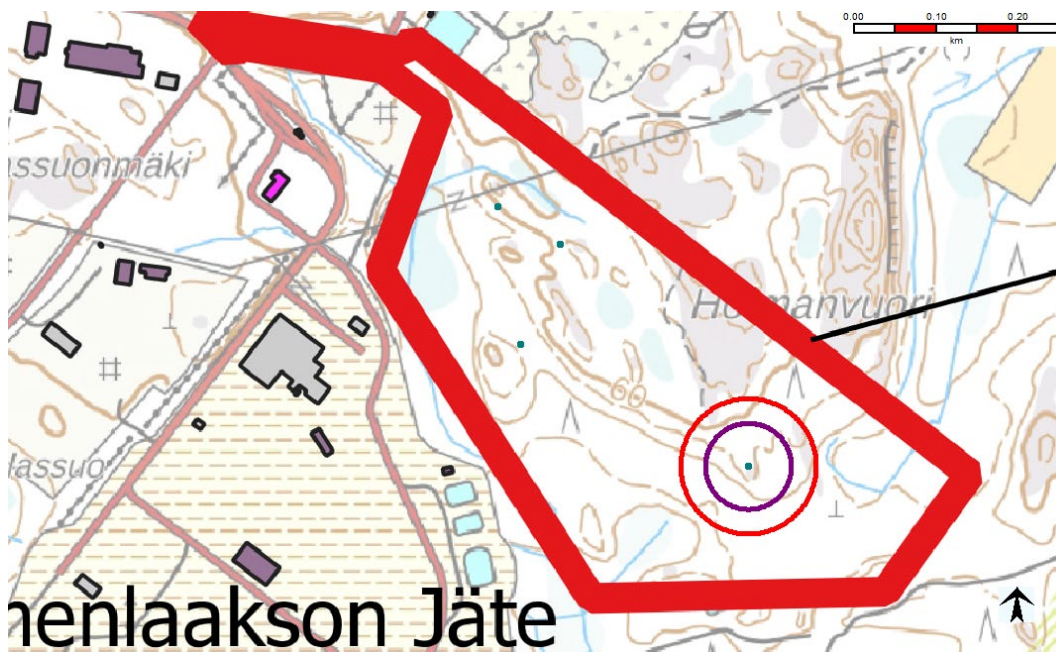
Taulukko 14. Vetysiuhkupalon (100 % poikkipinta-ala) lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.

Lämpösäteily [kW/m ²]	Etäisyys vuotokohdasta [m]	
	2/F	5/D
3	62	62
5	53	53
8	47	47

Vetyvuoto muodostaa ilman kanssa syttyvän kaasuseoksen, joka voi räjähtää niin, että 5-15 kPa:n ylipaine ulottuu 56-88 metrin etäisyydelle saakka (2 m/s tuuli, Taulukko 15 ja Kuva 12).

Taulukko 15. Vetyvuodon (100 % poikkipinta-ala) kaasupilviräjähdyksen ylipaineen seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s.

Räjähdyksen ylipaine [kPa]	Etäisyys vuotopaikasta [m], 2/F	Etäisyys vuotopaikasta [m], 5/D
5	88	83
15	56	53
30	-	-



Kuva 12: Vetyvuodon kaasupilven räjähdysyksen ylipainealueet, sisempi ympyrä 15 kPa ja ulompi 5 kPa (2 m/s tuulella, 100 % poikkipinta-ala).



Seurausanalyysiraportti

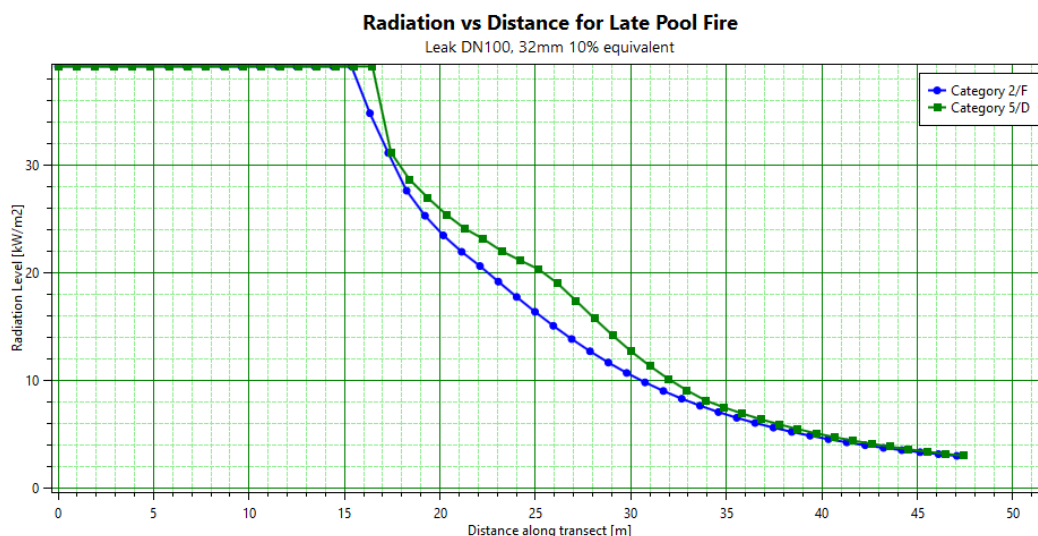
5.2 Tapaus 2: eSAF-tuotantolaitos (100 000 tonnia/vuosi)

5.2.1 Skenaarion lähtötiedot, metanoli

Seuraavia lähtötietoja käytettiin metanolin seurausmallinnuksessa:

- Metanolin vuoto vallitilaan, vallitilan tulipalo (vallitila 700 m², yhde DN100, 10 %:n poikkipinta-ala 32 mm)
- Metanolin höyrystyminen vallitilasta, leviämismallinnus myrkylliselle kaasulle.

Metanolivuoto vallitilaan voi johtaa tulipaloon. Tulipalon lämpösäteily ulottuu 33-47 metrin päähän (5 m/s tuuli, Kuva 13 ja Taulukko 16).



Kuva 13: Metanolin vallitilatulipalon lämpösäteily.

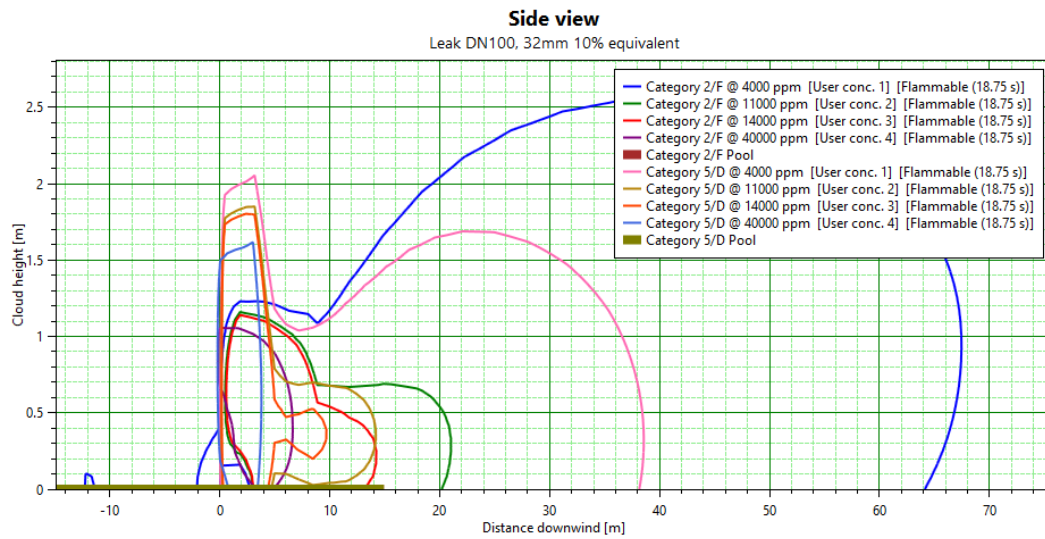
Taulukko 16. Metanolin vallitilapalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.

Lämpösäteily [kW/m²]	Etäisyys vuotokohdasta [m]	
	2/F	5/D
3	47	47
5	39	40
8	33	34

Metanoli voi höyrystyä ja kulkeutua vallitilasta niin, että 4000 ppm pitoisuus (AEGL-2 30 min) on mahdollinen 66 metrin etäisyydellä (Kuva 14 ja Taulukko 17).



Seurausanalyysiraportti

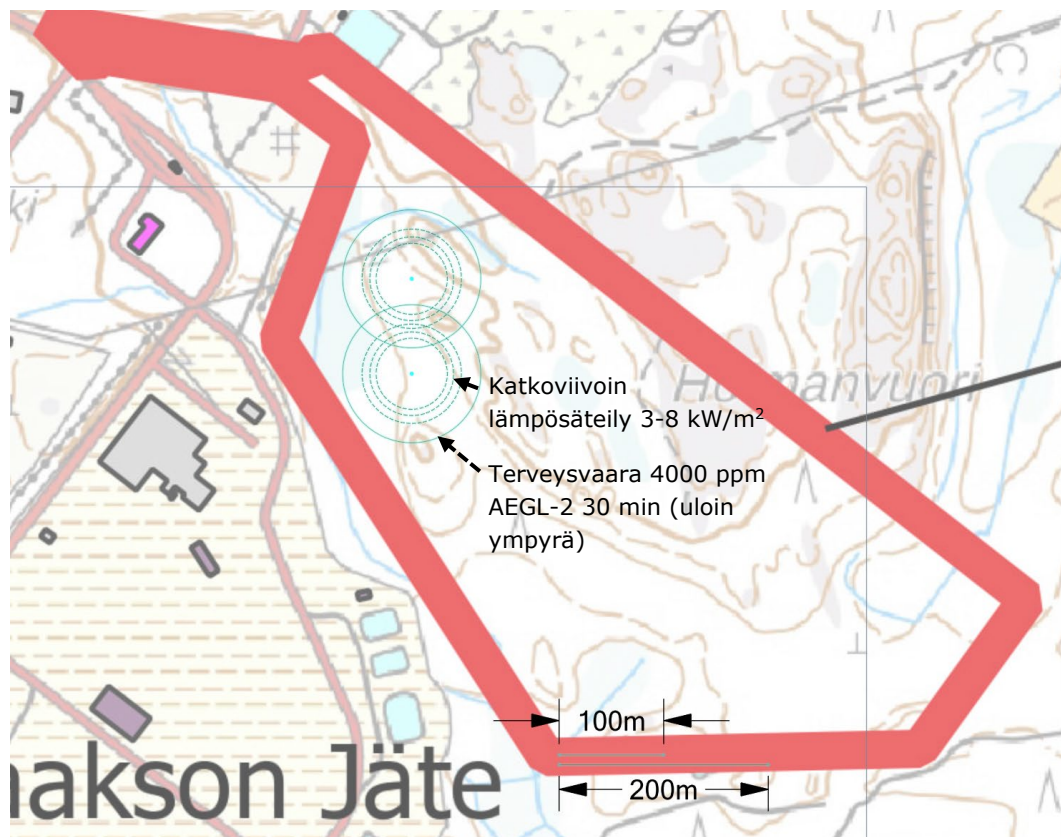


Kuva 14: Metanolin vallitilasta höyrystyvän kaasupilven pitoisuudet (2 m/s ja 5 m/s tuulella).

Taulukko 17. Metanolin AEGL-arvoja vastaavat etäisyydet, 1,5 metrin tarkastelukorkeus.

Metanolin AEGL-arvot	Pitoisuus	Etäisyys [m], 2/F	Etäisyys [m], 5/D
AEGL-2 10 min	11 000 ppm	-	-
AEGL-2 30 min	4 000 ppm	66	31
AEGL-3 10 min	40 000 ppm	-	-
AEGL-3 30 min	14 000 ppm	-	-

Seurausanalyysiraportti



Kuva 15: Metanolin seurausmallinnusten vaikutusalueet (kaksi säiliötä omina vallitiloinaan).

5.2.2 Skenaarion lähtötiedot, SAF

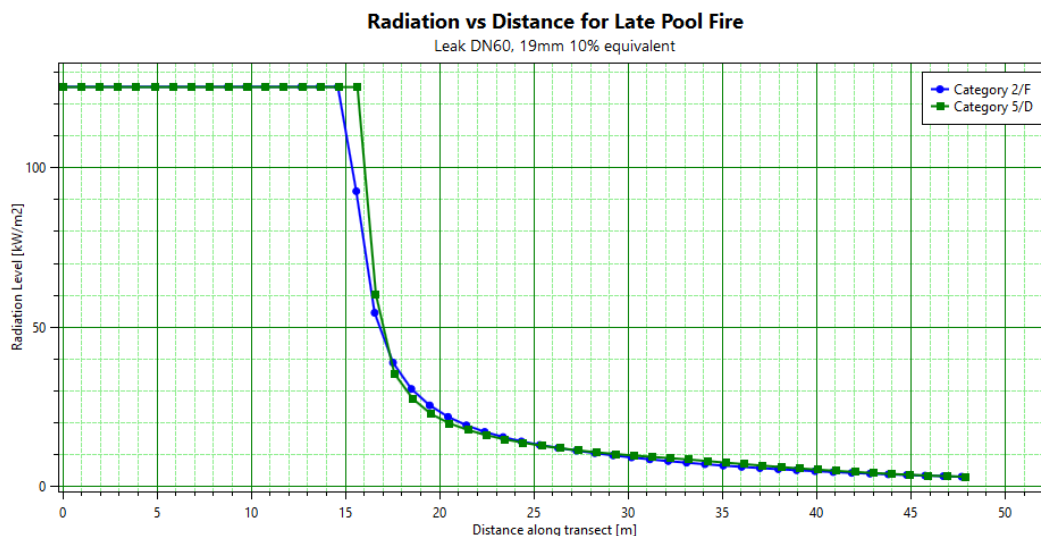
Seuraavia lähtötietoja käytettiin SAF:n seurausmallinnuksessa:

- SAF vuoto vallitilaan, vallitilan tulipalo (vallitila 900 m², DN60 yhde, 10% poikkipinta-ala 19 mm).

SAF-vuoto vallitilaan voi johtaa tulipaloon. Tulipalon lämpösäteily ulottuu 34-48 metrin päähän (5 m/s tuuli, Kuva 16 ja Taulukko 18).



Seurausanalyysiraportti

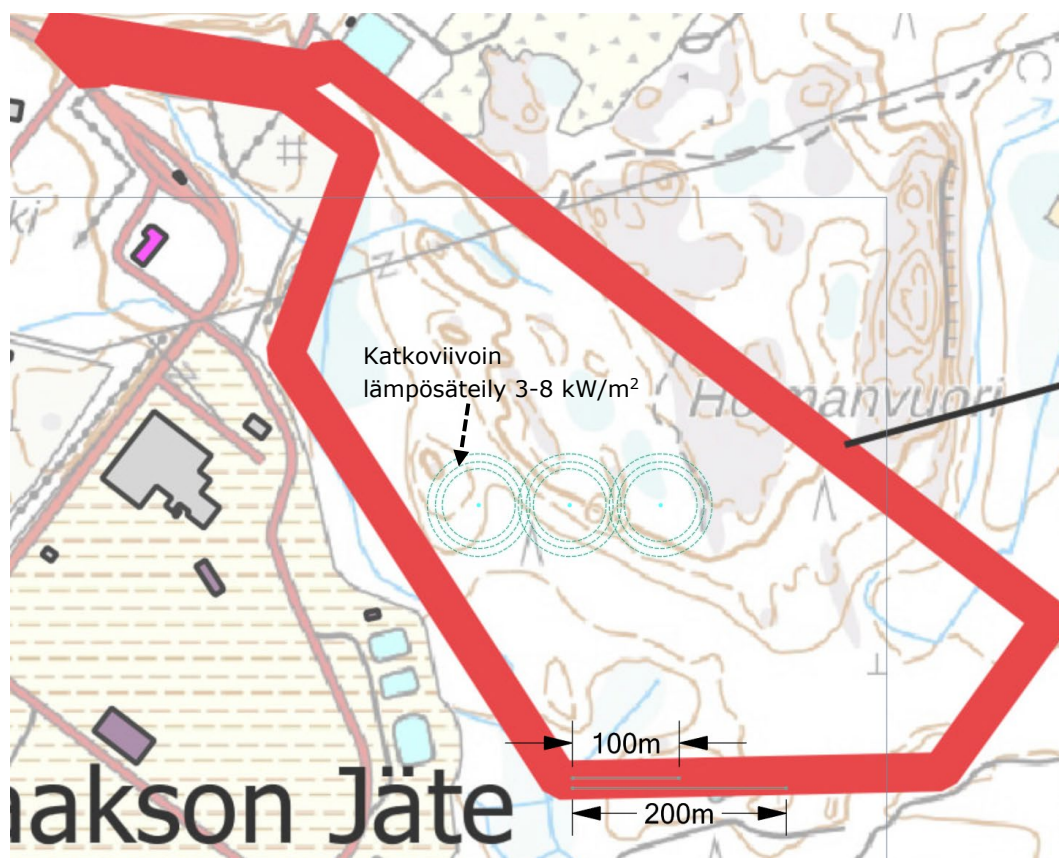


Kuva 16: SAF vallitilatulipalon lämpösäteily.

Taulukko 18. SAF vallitilatulipalon lämpösäteilyn seurausvaikutukset 1,5 metrin tarkastelukorkeudella tuulen nopeuden ollessa 2 ja 5 m/s, esitetyt etäisyydet ovat tuulen suuntaan vuodon keskipisteestä.

Lämpösäteily [kW/m²]	Etäisyys vuotokohdasta [m]	
	2/F	5/D
3	48	48
5	39	41
8	32	34

Seurausanalyysiraportti



Kuva 17: SAF:n seurausmallinnusten vaikutusalueet (kolme säiliötä omina vallitiloinaan).

5.3 Vaikutusten kirjallinen arviointi suhteessa laitoksen ulkopuolisiin kohteisiin

Alla (Taulukko 19) on arvioitu mallinnettuja vaikutuksia suhteessa ulkopuolisiin kohteisiin (katso Tukes tuotantolaitosten sijoittaminen -opas luku 5).

Seurausanalyysiraportti

Taulukko 19. Onnettomuusvaikutusten arviointi maanpäällisille, maapeitteisille ja maanalaisille säiliöille Tukesin oppaan² mukaisesti.

Kohde, johon onnettomuus voi vaikuttaa	Suurin sallittu lämpösäteilyn intensiteetti (kW/m ²)	Suurin sallittu rintamapaine (kPa)	Yliittyykö?
Toisen raja	8	10	-
Yleinen liikenneväylä	8	10	-
Liikenteen solmukohdat	5	5	-
Tuotantolaitoksen rakennukset, laitteistot, rakenteet tai muut paloa levittävät kohteet	8	15	ei arvioitu tässä vaiheessa
Tuotantolaitoksen rakennukset tai sen osat, joissa oleskelee pääsääntöisesti ihmisiä (esim. työpaikan ruokala, toimistorakennus) ja joissa onnettomuusvaikutukset voivat ulottua rakennukset sisäpuolelle	5	5	ei arvioitu tässä vaiheessa
Laitoksen poistumistiet	3	5	ei arvioitu tässä vaiheessa
Kiinteistön ulkopuoliset pientalot (rivi- ja omakotitalot)	3	5	-
Koulut, hotellit, kerrostalot, suurmyymälät, hotellien majoitustilat ja muut suuren väkijoukon kokoontumiseen tarkoitetut rakennukset	3	5	-
Hoitolaitokset ja muut vastaavat kohteet, joista poistuminen tai joiden tyhjentäminen on hidasta	1.5	5	-

6 Yhteenveto

Tässä työssä on tehty seurausmallinnus Kouvolan kaupungin kehittämälle Hyötyvirran yritysalueelle. Työssä valittiin kaksi erilaista laitosvaihtoehtoa, e-metaanin (500 MW elektrolyyseriteho, 250 MW metaaniteho) tuotantolaitos ja eSAF -tuotantolaitos (tuotanto 100 000 tonnia/vuosi). Molemmista laitosvaihtoehtoissa arvioitiin vedyn osalta onnettomuusvaikutukset ja eSAF:n osalta myös välituotteen eli metanolin onnettomuuksien seuraukset.

Metaanivuoto oletettiin tapahtuvan maakaasuverkkoon liittyvän putkessa. Metaanivuoto voi syttyessään aiheuttaa suihkupalon, jonka lämpösäteily 3-8 kW/m² intensiteetillä voi ulottua 55-70 metrin päähän. Mikäli metaanivuoto ei syty heti, voi se muodostaa räjähtävän kaasuseoksen ilman kanssa. Mahdollinen räjähdys voi aiheuttaa 5 kPa:n ylipaineen vielä 28 metrin etäisyydellä vuotopaikasta. 5 kPa:n ylipaine voi aiheuttaa pieniä vaurioita rakennuksille tai johtaa henkilövahinkoihin.

Molemmille laitosvaihtoehtoille tehtiin yhtenevä vedyn onnettomuusseurausmallinnus. Korkeassa paineessa varastoitava vety voi vuotaessaan aiheuttaa suihkupalon tai räjähtävän ilmaa kaasuseoksen. Mallinnus tehtiin Tukes:n vaatimuksen eli vuotavan putken 10 %:n



Seurausanalyysiraportti

poikkipinta-alan mukaan. Tämän lisäksi herkkyystarkasteluna tehtiin vielä koko putken repeäminen, jonka tuloksia ei käytetä laitoksen sijoituksen tai sijoituspaikkaa ympäröivän maankäytön suunnittelussa mutta voidaan hyödyntää varautumis- ja pelastusvalmiuksien suunnittelussa.

Vedyn 10 % poikkipinta-alan seuraukset rajoittuvat suihkupalolla ja räjähdyksellä 20-25 metriin. 100 %:n poikkipinta-alavuodolla alemman syttymisrajan (4 % = 40 000 ppm) pitoisuus yltää noin 65 metriin. Mikäli vuoto syttyy, muodostuu suihkupallo vuotokohdasta, jonka lämpösäteilyn (3-8 kW/m²) vaikutusalue on 47-62 m. 8 kW/m² lämpösäteilyintensiteetti saattaa alkaa sytyttämään mm. kasvillisuutta tai puurakenteita ja johtaa dominoefekteihin tulipalon leviämisenä. Vetyvuoto muodostaa ilman kanssa syttyvän kaasuseoksen, joka voi räjähtää niin, että 5-15 kPa:n ylipaine ulottuu 56-88 metrin etäisyydelle saakka.

Metanolin varastoinnin osalta onnettomuusskenaario on vuoto vallitilaan. Tästä voi seurata vallitilapalo tai vallitilasta höyrystyvän, myrkyllisen kaasupilven leviäminen. Vallitilapalon lämpösäteilyn (3-8 kW/m²) vaikutusalueet ulottuvat 33-47 metrin päähän. Myrkyllinen kaasupilvi voi kulkeutua vallitilasta niin, että 4000 ppm pitoisuus (AEGL-2 30 min) on mahdollinen 66 metrin etäisyydellä. Tämä kaasupilvi voi aiheuttaa 30 min altistusajalla palautumattomia terveysvaikutuksia.

SAF:n varastoinnissa vuoto vallitilaan voi johtaa tulipaloon. Tulipalon lämpösäteily (3-8 kW/m²) ulottuu 34-48 metrin päähän.

Yhteenvedona valittujen laitostyyppien seurausvaikutukset on rajallisia verrattuna tontin kokoon ja tuotantolaitteistot vallitiloineen on mahdollista sijoittaa niin, että seurausvaikutukset eivät ulotu tontin rajojen ulkopuolelle. Tarkastelluilla laitosvaihtoehdoilla ja niiden prosessilaitteistojen valinnoilla ja sijoituksilla ei aiheudu merkittävää onnettomuusvaaraa lähiasutukselle tai lähiyrittäjätoiminnalle.