

Arvio toimintaan liittyvistä ympäristöriskeistä, onnettomuuksien estämiseksi suunnitelluista toimista sekä toimista häiriötilanteissa

Tunnistetut onnettomuusmahdollisuudet

Bioruukin uudisrakennuksen toimintoihin liittyviä onnettomuusmahdollisuuksia ja niistä aiheutuvia seurauksia on tarkasteltu syksyn 2025 aikana tehdyssä HAZOP-arvioinnissa (Hazard and operability study, VTT Oy ja Elomatic). Osasta arvioinnin aikana tunnistetuista merkittävimmistä onnettomuusmahdollisuuksista on lisäksi tehty seurausvaikutusanalyysit (Elomatic).

HAZOP:in aikana tunnistetut merkittävimmät kemikaaleista ja polttoaineista aiheutuvat onnettomuusmahdollisuudet ovat

- Palavan kaasun vuoto, vuodon syttyminen ja palaminen
- Terveydelle vaarallisen aineen vapautuminen ja höyrystyneen aineen leviäminen
- Nestemäisen polttoaineen vuoto
- Palavan kaasun vapautuminen ja syttyminen sisätiloissa

Onnettomuustilanteiden vaikutusten arviointi Bioruukin ympäristössä on tehty käytettävistä kemikaaleista ominaisuuksiltaan (syttymisvaara, terveys- ja ympäristövaara) vaarallisimmille, eli vedylle, biometaanille ja ammoniakille. Ympäristön kannalta haitallisia vaikutuksia voi aiheutua tulipaloista ja kemikaalivuodoista.

Tulipalojen ehkäiseminen

Uudisrakennuksen tutkimustilat on varustettu paloilmoitusjärjestelmällä ja sprinklereillä, rakennuksissa on palohälytyspainikkeita, alkusammutuskalustoa ja savunpoistojärjestelmät. Rakennus on varustettu automaattisella vesisammutusjärjestelmällä, jonka vesilähteenä toimii kunnan vesijohto. Sammutuslaitoksen hälytys välitetään hätäkeskukseen automaattisen paloilmoitinkeskuksen kautta. Pelastustoimen arvioitu saapumisaika Bioruukkiin hälytyksestä on noin 10 minuuttia.

Rakennus on varustettu suojaustason 1 mukaisella alkusammutuskalustolla. Alkusammutuskalustona toimivat pikapalopostit, käsisammuttimet ja sammutuspeitteet. Käsisammuttimien, 1 kpl / 300 m², tyyppi on 6 kg:n neste 21A 183B tai 6 kg:n jauhe 27A 144BC. Lisäksi käyttötarkoituksen edellyttäessä käytetään CO₂-sammuttimia. Tiloissa olevat pikapalopostit on sijoitettu siten, että niiden avulla ylletään sammuttamaan tilan jokaiseen pisteeseen. Pikapalopostit ovat standardien SFS-EN 671-1 ja SFS-EN 671-3 tai muun vastaavan vaatimustasoisten standardien mukaisia. Pikapalopostiverkoston suunnittelu noudattaa RakMK D1 ohjeita ja määräyksiä.

Palavien aineiden onnettomuuksien vakavimmat seuraukset liittyvät palosta aiheutuvaan voimakkaaseen lämpösäteilyyn, joka aiheuttaa henkilövahinkoja ja voi sytyttää lähellä olevia kohteita. Ympäristöön leviää tulipalossa savukaasuja, joiden sisältämät kemialliset yhdisteet riippuvat palavista aineista ja materiaaleista.

Tulipalojen estämiseksi palavat nesteet varastoidaan niille tarkoitettussa erillisessä nestemäisten polttoaineiden varastossa rakennuksen pihalla (ATEX-alue). Tutkimustilojen palo- tai räjähdysvaarallisissa työtiloissa palavia nesteitä säilytetään suljetuissa astioissa ja niitä on vain työn vaatima määrä. Palavia nesteitä voi olla myös laitteiden sisällä koeajon aikana. Tällöin laitteet pidetään suljettuna tai avoinna hönkäjärjestelmään. Tutkimustilojen lattialle tai polttoainevaraston vuotoaltaisiin joutuneet palavien nesteiden vuodot puhdistetaan viipymättä. Tarvittaessa käytetään imeytysaineita. Tutkimustilojen lattiakanaalien yhteys viemärijärjestelmään voidaan sulkea toimilaitteellisella hätäsulkuventtiilillä.

Palavat kaasumaiset polttoaineet (ja nestemäisenä varastoitava ammoniakki) varastoidaan niille tarkoitetuissa tiloissa pihan konttikatoksessa ja kaasupulloverastoissa. Nämä tilat on varustettu kaasunilmaisimilla, jotka valitaan varastoitavien kaasujen mukaan. Lisäksi voidaan käyttää henkilökohtaisia kaasuhälyttimiä koeajojen ja kaasusäiliöiden ja -pullojen vaihdon aikana. Konttikatokseen on myös suunniteltu tulipalojen varalta lämpökameravalvonta, josta on hälytys ympärivuorokautisesti miehitettyyn valvomoon.

Myös tutkimustiloihin, joissa käytetään tai joihin voi laiterikon tai muun häiriötilanteen seurauksena muodostua syttyviä kaasu-ilmaseoksia, on sijoitettu kaasunilmaisimia. Toiminnoista riippuen ilmaisimia on mm. vedylle, metaanille ja ammoniakille. Ilmaisimien havaitessa kohonneita kaasupitoisuuksia ne hälyttävät paikallisesti ja myös tilojen valvomoissa.

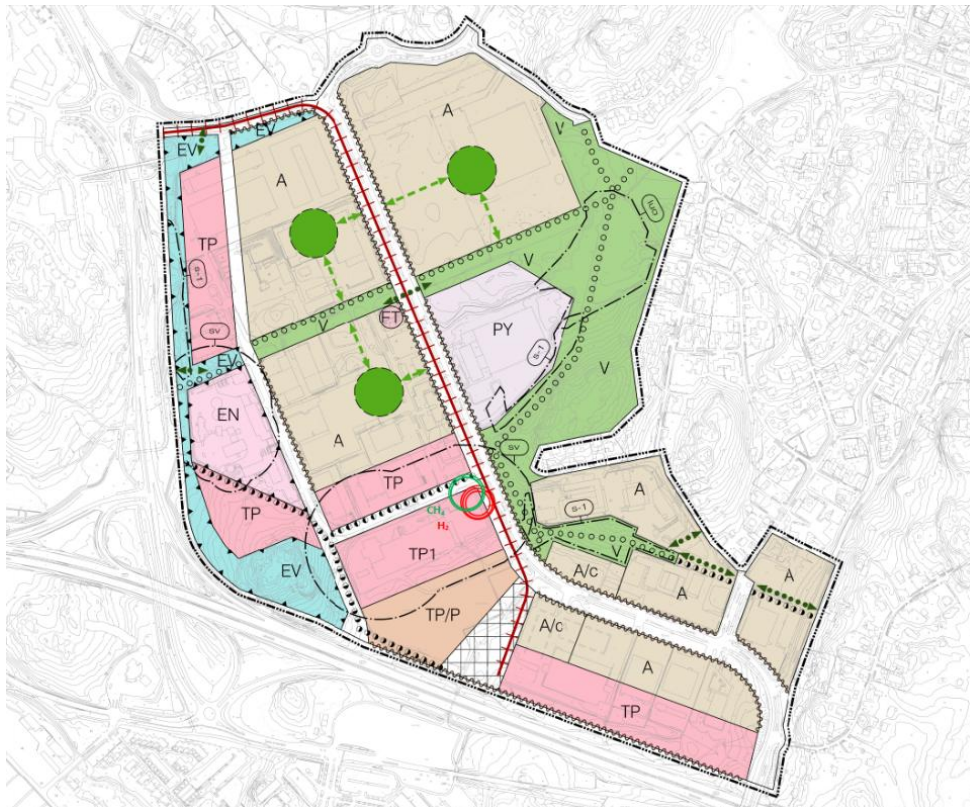
Mahdollisen kemikaalipalon sammutuksen yhteydessä voi muodostua sammutusjätevesiä, joiden leviäminen ympäristöön tai hallitsemattomasti jätevedenpuhdistamolle on estettävä. Sammutusjätevesien talteenottoa varten piha-alueen reunaan on toteutettu pengerrys nesteitä läpäisemättömällä materiaalilla. Sammutusjäteveden keräilyaltaan pinta-ala on 1 200 m². Keskisyvyyden ollessa 600 mm on altaan maksimikapasiteetti 720 m³. Tämän on arvioitu riittävän mahdollisista kemikaalipaloista syntyvien sammutusjätevesien talteenottoon.

Valuma-alueen kaivot on varustettu automaattisilla sulkuventtiileillä, jotka estävät jäteveden pääsyn yleiseen viemäriverkostoon. Sulkuventtiilit sulkeutuvat palotilanteen aikana automaattisesti sprinklerien lauetessa. Sisätiloissa sammutusjätevesien pääsy jätevesiviemäriin voidaan estää lattiakanaalien - ja kaivojen sulkuventtiileillä.

Seurausvaikutusanalyseissä on laskettu vakavimpana tulipaloskenaariona vedyn ja biokaasun suihkupalot. Alla olevassa *Kuvassa 14A.1* näkyy laskelmat syntyvän tulipalon aiheuttamasta lämpösäteilystä (säälö Suomessa tyypillinen 5/D, tuulennopeus 5 m/s, vuotokohdan suuruus 10 % suurimman putken poikkipinta-alasta).

12.1.2026

3 (7)



Kuva 14A.1: Suihkupalojen lämpösäteilyvaikutukset 3 kW/m^2 , 5 kW/m^2 ja 8 kW/m^2 vedylle ja biometaanille säätilassa 5/D.

Tehdyn laskennan perusteella säteilytaso 8 kW/m^2 (voi sytyttää rakennuksia ja rakenteita) ulottuu vedyn tapauksessa noin 19 m ja biometaanin tapauksessa noin 23 m etäisyydelle konttikatoksesta. Tämän mukaisesti Bioruukin ympärillä olevat rakennukset eivät ole vaarassa syttyä. Tarkastelluilla tuulen nopeuksilla lämpösäteilyn taso lähinnä Bioruukia sijaitsevan ulkopuolisen rakennuksen luona alittaa arvon 3 kW/m^2 , eli lämpösäteily ei estä turvallista poistumista.

Polttoaine- ja kemikaalivuotojen hallinta

Bioruukin uudisrakennuksen suunnittelussa ja rakentamisessa on otettu huomioon koetoiminnassa käytettävät kemikaalit ja niiden vaaraominaisuudet. Uusien tilojen sijoittelu ja suunnittelu on toteutettu niin, että vaarallisten kemikaalien mahdolliset vuodot havaitaan nopeasti ja vuodot saadaan hallitusti talteen.

Bioruukin pilotointikeskuksessa kemikaalin vuotojen hallinnassa päätavoitteet ovat että 1) varastoitavaa tai käsiteltävää kemikaalia ei pääse työtilaan tai ympäristöön, 2) kemikaali ei pääse kulkeutumaan eteenpäin viemäriverkostossa tai hulevesissä 3) yhteensopimattomat kemikaalit eivät pääse reagoimaan keskenään varastoissa, työtiloissa tai viemäriverkostossa, mukaan lukien prosessihallien lattiakanaalit.

Varastoitavat polttoaineet ja niiden varastopaikat on kuvattu tämän hakemuksen *Liitteissä 11 ja 11A*. Ulkona sijaitsevilla konteilla ja säiliöillä varastoidaan mm. vetyä, ammoniakkia ja

metaania. Nestemäisten polttoaineiden varastossa säilytetään mm. dieselä, metanolia, etanolia ja voiteluöljyä. Konttien ja säiliöiden täytön tai vaihdon yhteydessä paikalla on aina kuljetusliikkeen henkilökuntaa (vaihdon yhteydessä myös VTT:n henkilökuntaa), joten mahdollinen vuoto havaitaan välittömästi. Sisätiloissa olevissa kemikaalien varastoissa kemikaalivuodon leviäminen muihin tiloihin tai viemäreihin on estetty pääosin erilaisilla suoja-allastuksilla.

Nestemäisten polttoaineiden varastointi ja purku

Nestemäiset polttoaineet säilytetään varastossa joko niille tarkoitetuissa kiinteissä säiliössä (viisi 3–4-m³ säiliötä diesel/etanoli, yksi 1-m³ säiliö metanolille) tai IBC-konteissa tai muussa soveltuvassa astiassa (esimerkiksi suljetuissa kanistereissa). Nestemäisten polttoaineiden varaston lattian alla on varaston alan käsittävä vuotoallas, jonka tilavuus (14 m³) on vuototilanteessa riittävä koko suurimman säiliön sisällölle. Vuotoaltaasta ei ole suoraa yhteyttä viemäriverkostoon.

Piha-alueella, jolla nestemäiset polttoaineet siirretään pumppaamalla säiliöautoista varastoon, on hulevesikaivo, joka muodostaa yhden keruualueen mahdollisille vuodoille polttoainetoimituksen yhteydessä. Piha-alueen poistoputkessa on moottoriventtiili, jolla voidaan sulkea alueen hulevesiviemäri. Venttiilillä suljettavan hulevesiverkoston tilavuus on 27 m³ sisältäen putket, kaivot ja erotinkaivot.

Konttikatos

Konttikatos sijaitsee nestemäisten polttoaineiden varaston kanssa samalla piha-alueella, jonka hulevesikaivo on varustettu johtokykymittauksen perusteella automaattisesti sulkeutuvalla sulkulaitteella. Konteissa säilytetään nestemäistä ammoniakkia, mutta säiliöiden nestepinnan alapuolella olevat yhteydet on sokeoitu kiinni, joten nestemäinen vuoto kontista on hyvin epätodennäköinen. Muut konttikatoksessa säilytettävät polttoaineet ovat kaasuja.

Kaasuvuotojen havaitsemiseksi konttikatos on varustettu kaasunilmaisimilla (vety, metaani, ammoniakki). Myös osassa konteista on sisällä oma kaasunilmaisim, kuten esimerkiksi ammoniakikontissa. Konttien ja säiliöiden vaihdon ohjeistuksessa on otettu huomioon mahdollinen vuoto liitoksesta siten, että liitosten tiiveys tarkastetaan aina vaihdon jälkeen. Lisäksi henkilökunnalla on vaihtotilanteessa mukana henkilökohtainen kaasunilmaisim.

Konttikatoksen rakenne on suunniteltu siten, että mahdollisen vuodon sattuessa ilmaa kevyemmät kaasut eivät keräänny katokseen: katoksessa on viisto katto eikä siinä ole sivuseiniä.

Kaasupulloverastot

Kaasupulloverastot ovat erillisiä konttivarastoja, joissa säilytetään kaasupulloja. Kontit ovat suljettuja tiloja, joissa on sisällä kaasuhälyttimet sekä vuodosta ilmoittavat hälytysvalot. Lisäksi henkilökunnalla on kaasupullojen vaihtotilanteessa mukana henkilökohtaiset kaasuhälyttimet.

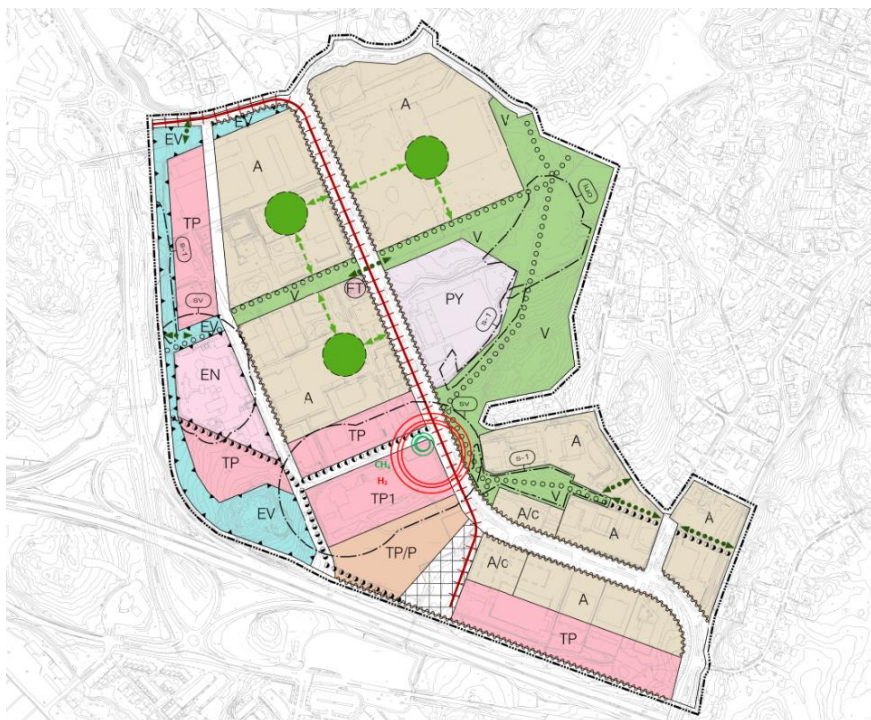
Konteissa on pulloille omat paikat, eikä keskenään vaarallisesti reagoivia kaasuja säilytetä samassa tilassa.

Tutkimustilat

Tutkimuslaitteistot on tiloissa sijoitettu pääasiassa vetokaappeihin tai muihin suljettuihin erillistiloihin. Tutkimustiloihin tulevat kaasulinjat on varustettu paikallisin sulkuventtiilein. Kaasunilmaisimen (kullekin vaaralliselle kaasulle tiloissa käytettävien kaasujen mukaan) hälyttäessä kaasuvuodosta tutkimustilassa, sulkuventtiilit sulkeutuvat automaattisesti.

beyond the obvious

Lisäksi on määritetty kemikaalipilven räjähdyskestä ylipainekäyrät 0,05 bar, 0,15 bar ja 0,3 bar vedylle ja biokaasulle, jotka on esitetty kuvassa 14A.3 (säättila 5/D, tuulennopeus 5 m/s).



Kuva 14A.3: Kemikaalipilven ylipainekäyrät vedylle (H_2 , 0,05 bar, 0,15 bar, 0,3 bar punaisella) ja biometaaniräjähdyselle (CH_4 , 0,05 bar, 0,15 bar, 0,3 bar vihreällä) säättilassa 5/D.

Vetypilven räjähdysen suojaetäisyydet ylipainekäyrille 0,05 bar, 0,15 bar ja 0,3 bar ovat 73, 59 ja 56 m. Biometaanille vastaavat etäisyydet ovat 20, 14 ja 13 m.

Kemikaalivuotojen hallinnan ja onnettomuustilanteiden ja ohjeistus ja koulutus

VTT:n tiloissa noudatetaan VTT:n turvallisuusohjeita ja -käytäntöjä. Asiakkaat liikkuvat VTT:n tiloissa isännän seurassa ja vastuulla. VTT:n tiloissa toimivat alivuokralaiset ovat vuokrasopimuksissaan sitoutuneet noudattamaan lainsäädäntöä ja VTT:n turvallisuusmääräyksiä. Turvallinen työskentely -ohjeessa (ID: VTT Group-253) on kuvattu yleiset toimenpiteet, joiden avulla ylläpidetään ja parannetaan työturvallisuutta. Ohje koskee koko VTT Groupin henkilöstöä ja kaikkia VTT Groupin kokeellisen toiminnan tiloissa työskenteleviä.

Tutkimustiloissa saavat työskennellä ainoastaan henkilöt, jotka ovat saaneet perehdytyksen kyseisiin tiloihin ja töihin. Työntekijän tulee hallita keskeiset laitteiden ja kemikaalien käyttöön ja turvallisuuteen liittyvät asiat, ja olla perehtynyt tilan mahdollisiin toimintaohjeisiin sekä pelastussuunnitelmaan. Lisäksi VTT:n kokeellisissa tiloissa työskenteleviltä henkilöiltä vaaditaan voimassa oleva työturvallisuuskortti. Uuden työntekijän ja uusiin työtehtäviin siirtyvän työntekijän työtehtäviin perehdyttämisestä vastaa esimies tai hänen nimeämänsä henkilö esimerkiksi työsuojeluvaltuutettu, tilavastuuhenkilö tai laitevastuuhenkilö.

Bioruukin erityispiirteiden vuoksi Bioruukissa työskenteleville on laadittu erityistoimintaohje, joka täsmentää VTT tasoisia ohjeita. Ohje koostuu kahdesta pääosasta: 1) työ- ja ympäristöturvallisuuden ohjeet sekä 2) viestintäohjeet. Ympäristö- ja Tukes- lupien erityisvaatimukset otetaan ohjeissa huomioon. Ohjeeseen tullaan sisällyttämään uudisrakennuksen toiminnan erityispiirteet, varsinkin huomioiden sekä nestemäiset sekä kaasumaiset polttoaineet (vety, metaani ja ammoniakki).

Sujuva viestintä on myös tärkeä osa työ- ja ympäristöriskien hallintaa. Bioruukin viestintäohjeistuksen tavoitteena on antaa toimintaohjeet Bioruukissa työskenteleville työ- ja ympäristölainsäädännön, muiden säädösten ja laatustandardien velvoitteiden täyttämiseksi sisäisen ja ulkoisen tiedottamisen ja viestinnän osalta. Alivuokralaisten ja palveluntuottajien vuoksi Bioruukki on myös työturvallisuuslain tarkoittama yhteinen työpaikka.

Ulkopuolisen ilkvallan aiheuttaman ympäristöriskin minimoiminen

VTT:n tiloille Bioruukissa tehtiin vuonna 2016 sisäisen turvallisuuden riskitarkastelu. Sen perusteella toteutettujen suojauskeinojen avulla varmistetaan, että Bioruukin tiloihin on pääsy vain niillä henkilöillä, joilla on niihin oikeus, tilojen sisällä on turvallista olla ja tilojen sisällä olevat tiedot, kemikaalit ja muu omaisuus on asianmukaisesti suojattu.

Koko tontti on aidattu, ja prosessihallien pihalle johtava ajo- ja henkilöportti ovat aina suljettuja ja kulku on vain sähkölukoilla. Myös pysäköintipaikan ajoportti suljetaan aina yön ajaksi. Konttikatoksen alueella on kameravalvonta jatkuvasti miehitettyyn valvomoon. Uudisrakennuksen ja muutostöiden yhteydessä kuorisuojauksessa on huomioitu matalalla olevien ovien ja ikkunoiden vahvistus.