

59806-L_03800-0014
GNE GREEN NORTH ENERGY
NAANTALI

ALUSTAVA SAMMUTUSJÄTEVEDEN HALLINNAN
SUUNNITELMA, [REV A](#)

25.3.2024
[27.3.2024](#)



PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO
MARKKU KAURIALA OY



REVISIOT

Revisio	Selitys	pvm	suun. / tark.
A	Kappale 5 kemikaalien määrää tarkennettu	27.3.2024	TOV/MSa

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	4
2	MÄÄRÄYSPERUSTA JA OHJEISTUS	5
3	TARKASTELTAVA KOHDE	8
3.1	Kohteen perustiedot ja toiminnan kuvaus.....	8
3.2	Rakennukset, piha-alueet ja paloturvallisuus	9
4	YMPÄRISTÖOLOSUHTEET	10
5	VAARALLISET KEMIKAALIT, PALAVAT MATERIAALIT JA PALAVAT JÄTTEET	11
6	VESIEN JOHTAMISEN JÄRJESTELYT JA MAANALAISET TILAT.....	13
7	RISKIEN KARTOITUS JA SAMMUTUSJÄTEVEDEN MÄÄRÄN ARVIOINTI	14
7.1	Laivalastaus.....	14
7.2	Ammoniakin varastosäiliöt ja ammoniakin siirtopumput.....	15
7.3	Ammoniakin autolastaus.....	16
7.4	Ammoniakin kompressorihuone	17
7.5	Ammoniakin uudelleen nesteytys	17
7.6	Palovesitykit ja pelastuslaitoksen ajoneuvot	18
8	YHTEENVETO	18
	KIRJALLISUUSLÄHTEET	19

1 JOHDANTO

Tämä on Green North Energy -hankkeen alueen alustava sammutusjätevesien keräämisen suunnitelma. Tämän suunnitelman tarkoituksena on arvioida sammutusjätevesien määrä ja ehdottaa ratkaisua sen talteen keräämiseksi. Green North Energy on vihreän vedyn ja ammoniakkin tuotantolaitos. Tämä suunnitelma on tehty asemapiirustuksen (pvm. 21.2.2023) pohjalta ja se perustuu asiakkaalta saatuihin kemikaalitietoihin ja käytyihin neuvotteluihin. Kohde on uudisrakennus, joka muodostuu useasta erillisestä rakennuksesta. Kohteen rakennukset ovat tuotanto-, toimisto- ja varastorakennuksia.

Sammutusjätevesien talteenotto tulee toteuttaa siten, että kemikaalien saastuttamia jäte-, sammutus- tai sadevesiä ei pääse hallitsemattomasti vesistöön, maaperään eikä yleiseen vesijohto- ja viemäriverkkoon, ei edes poikkeustilanteissa.

Järjestelmä tulee suunnitella sellaiseksi, että se pystyy keräämään suurimman tuotantotilan, säiliön tai vallitilan sammutukseen, jäähdytykseen tai muuhun torjuntaan tarvittavan vesimäärän. Talteenotossa on myös huomioitava mahdollisen huleveden ja vuotaneiden kemikaalien määrät.

Sammutusjätevesien talteenottoa koskeva lainsäädäntö on esitetty seuraavassa luvussa.

2 MÄÄRÄYSPERUSTA JA OHJEISTUS

Sammutusjätevettä koskevaa lainsäädäntöä löytyy ympäristö-, jäte- ja kemikaalilainsäädännöstä sekä pelastuslaistakin. Laeissa ja asetuksissa säädetään maaperän ja pohjaveden pilaamiskielloista sekä vaara- ja onnettomuustilanteisiin varautumisesta sekä ennaltaehkäisystä.

Sammutusjätevesien hallintaa koskevat lait ja asetukset:

- Pelastuslaki 379/2011
 - o erityisesti sammutusvettä käsittelevä 30 §;
 - o pelastuslaki velvoittaa onnettomuuksien seurauksien tehokkaaseen rajoittamiseen onnettomuuden uhatessa tai sen tapahduttua (2 §).
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014
 - o sovelletaan teollisessa ja muussa toiminnassa, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista. Ympäristönsuojelulaissa sammutusjätevesien hallintaan keskeisesti liittyvät
 - selvilläolovelvollisuus (6 §),
 - velvollisuus ehkäistä ja rajoittaa ympäristövaikutuksia (7 §),
 - ennaltavarautumisvelvollisuus (15 §) sekä
 - maaperän ja pohjaveden pilaamiskiellot (16 ja 17 §);
- Jätelaki 646/2011
 - o 1 §:n mukaan ympäristölle ja terveydelle jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa on ehkäistävä sekä vähentää jätteen määrän ja haitallisuutta;
- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005
 - o Kemikaaliturvallisuuslain keskeinen tarkoitus on vaarallisten kemikaalien sekä räjähteiden valmistuksessa, käytössä, siirrossa, säilytyksessä ja muussa käsittelyssä aiheutuvien ympäristövahinkojen ehkäiseminen ja torjuminen (1 §);
- Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (856/2012) sekä sen muutosasetukset (686/2015 ja 462/2019)
 - o asetus kemikaaliturvallisuuslaissa 390/2005 tarkoitettujen vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (1 §),
 - o tuotantolaitoksen sijoittamisessa tulee huomioida seuraavat asiat:
 - Onnettomuuden leviämiseen ja kulkuun vaikuttavat asiat, kuten vesistöt, viemärit, maaperä (4 §).
 - Tulipalo on yksi mahdollinen onnettomuustilanne, jossa tuotantolaitoksessa olevat tai tulipalotilanteessa syntyvät kemikaalit pääsisivät ympäristöön (5 §).
 - Onnettomuuden ei saa aiheuttaa vahinkoa luonnonsuojelualueille, Natura 2000 -verkostolle tai muulle vastaavalle tärkeälle luontoalueelle tai heikentää alueiden virkistyskäyttömahdollisuuksia (9 §).

- Tärkeällä tai muulla vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueella tai sen läheisyydessä pohjaveden suojelun on otettava huomioon. On varmistettava, että valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) 4 a §:n mukaiset vaaralliset ja haitalliset aineet eivät pääse pohjaveteen onnettomuuden seurauksena (10 §).
- Onnettomuustilanteessa ei saisi olla seurauksia myöskään yhdyskuntien toiminnalle, kuten esim. vesihuoltojärjestelmään (11 §).
- Laitteistot, rakennukset ja rakenteiden suojaukset tulee sijoittaa alueelle huomioiden asetuksen 5 §:ssä mainittujen onnettomuuksien vaikutukset (21 §).
- Kemikaalien sijoittamisessa on puolestaan tehtävä yhteensopivuustarkastelu. Siinä tulee tarkastella käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien yhteensopivuutta mm. sammutusaineiden kanssa. Seuraavat kemikaalit ja kemikaaliryhmät, joihin voi liittyä erityisvaaroja, on pidettävä erillään muista kemikaaleista ja kemikaaliryhmistä:
 - palavat nesteet, syttyvät kaasut ja aerosolit;
 - orgaaniset peroksidit;
 - räjähtävät kemikaalit;
 - happi ja muut voimakkaasti hapettavat kemikaalit;
 - ilman kanssa kosketuksiin joutuessaan itsestään syttyvät kemikaalit;
 - helposti itsestään hajoavat kemikaalit;
 - muut myrkyllisyytensä, hajoavuutensa taikka reagoimisensa takia erityisvaaraa aiheuttavat kemikaalit (VNa 856/2012 ja VNa 686/2015, 22 §).
- Kemikaalien varastointipaikat, täyttö- ja tyhjennyspaikat sekä prosessitilojen ja muiden käsittelytilojen viemäröinti tulee suunnitella ja toteuttaa niin, ettei kemikaalien saastuttamia sammutusvesiä pääse hallitsemattomasti vesistöön, maaperään tai muualle kuin niitä varten suunniteltuun viemäriverkkoon (57 §).
- Tuotantolaitoksella mahdollisten tulipalojen sammutukseen, laitteistojen jäähdytykseen, kemikaalien laimentamiseen tai muuhun torjuntaan käytetyn veden talteenotosta tulee huolehtia siten, ettei vesi voi pilata maaperää tai vesistöä ja siten, ettei se aiheuta vahinkoa jätevedenpuhdistamon toiminnalle. Vaihtoehtoinen menetelmä on korvata talteenottojärjestelmä järjestelmällä, joka pystyy luotettavasti erottelemaan haitalliset aineet vastaavasta sammutusjätevesimäärästä. Talteenottojärjestelmä voi muodostua joko kiinteistä tai riittävän nopeasti käytettävissä olevista siirrettävistä rakenteista, laitteista tai laitteistoista. Tuotantolaitoksilla on oltava valmiina

suunnitelmat ja tarvittaessa laitteistot ja menetelmät saastuneen sammutusjäteveden käsittelemiseksi (77 §).

- Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta 685/2015
 - o Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015), joka lain (390/2005) nojalla säätelee muun muassa lupa- ja ilmoitusmenettelyistä, jotka koskevat vaarallisten kemikaalien käsittelyä, varastointia ja säilytystä.

Sammutusjätevesien hallintaa suoraan käsitteleviä säädöksiä on vain kemikaaliturvallisuusasetuksessa 856/2012 (Valtioneuvoston asetuksessa vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista) [1] sekä sen muutosasetuksissa 686/2015 ja 462/2019.

Sammutusjätevesiä koskeva ohjeistus, standardit ja tehdyt tutkimukset:

- Tukes-opas. 2019. Kemikaalivuotojen ja sammutusjätevesien hallinta [2]

Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointiopas:

- Tukes-opas. 2021. Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi [3].

Vedyn käsittelyä ja varastointia koskeva opas:

- Tukes-opas. 2024. Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus [4].

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toiminnoille tarvitaan ympäristönsuojelulain (527/2014) mukainen lupa. Ympäristöluvassa pilaantumista hallitaan antamalla määräyksiä toiminnan laajuudesta, päästöistä ja niiden vähentämisestä. Tavoitteena ja luvan myöntämisen edellytyksenä on estää terveyshaittoja ja merkittävä ympäristön pilaantuminen ja sen vaara.

3 TARKASTELTAVA KOHDE

3.1 Kohteen perustiedot ja toiminnan kuvaus

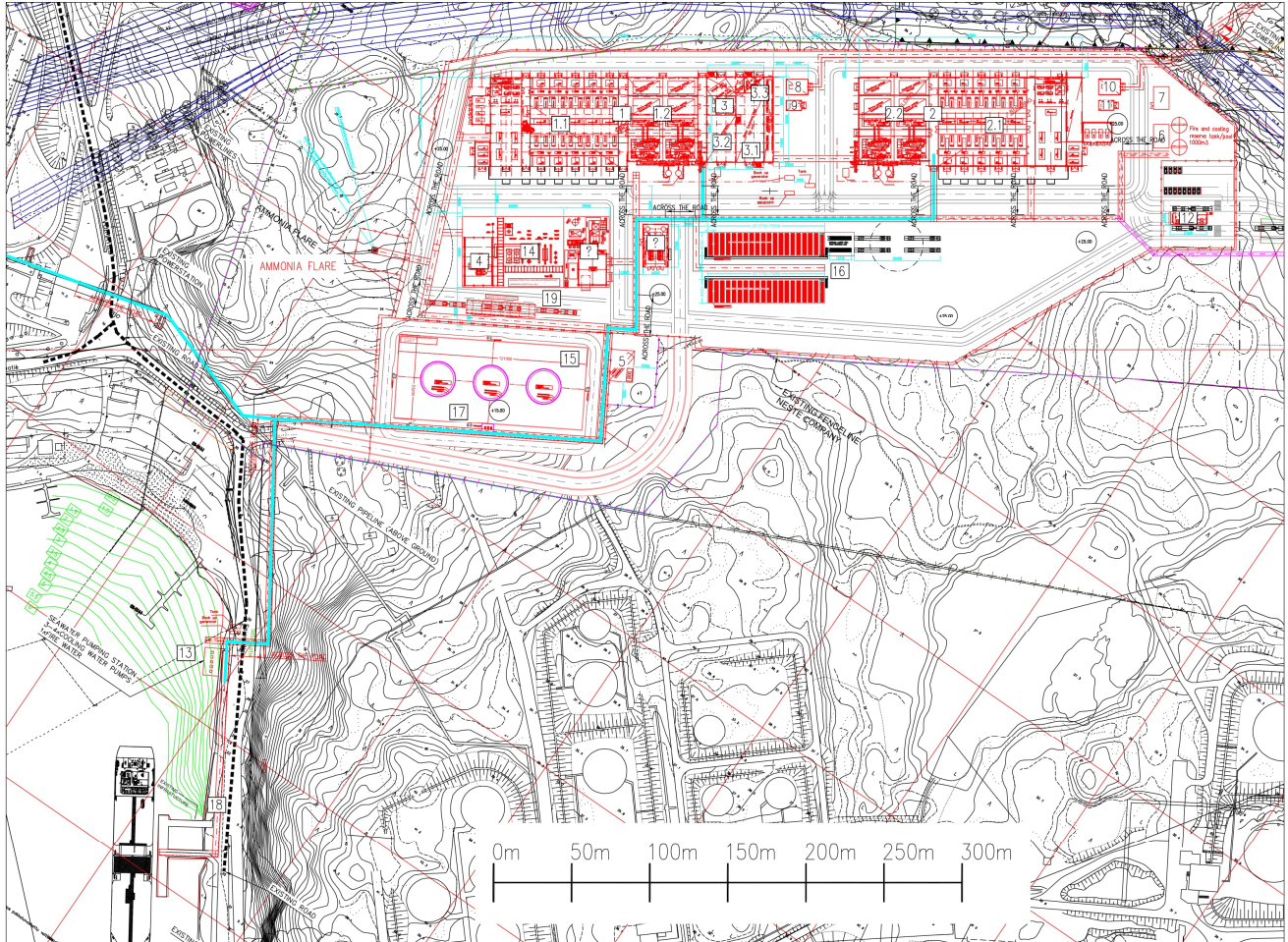
GNE Green North Energy on vihreän vetykaasun ja ammoniakkin tuotantolaitos. Laitoksen toiminnan voi karkeasti jakaa kahteen eri prosessin eli vetykaasun tuotantoon ja ammoniakkin tuotantoon [5].

- Vetyä saadaan elektrolyysimenetelmällä, ie. käyttämällä sähköä puhtaan veden jakamiseen vedyksi ja hapeksi. Prosessissa syntyvä vetykaasu kerätään, ja jäljelle jäänyt happi kerätään.
- Ammoniakin valmistusta varten tarvitaan vetyä ja typpeä. Ammoniakin valmistusketju on pitkä ja monivaiheinen prosessi, mutta prosessin pääosana toimii Haber-Boschin menetelmä. Sitä varten tarvitaan vetyä (H_2) ja typpeä (N_2). Typpeä prosessiin saadaan ilmasta.

3.2 Rakennukset, piha-alueet ja paloturvallisuus

Tehdasalue sijaitsee Naantalissa. Hanke on uudisrakentamista.

Kuva 1 esittää tehdasalueen ja sen rakennukset.



- | | |
|---|--|
| 1. Hydrogen production building 1 | 10. Main transformer 2 |
| 2. Hydrogen production building 2 | 11. Transformer 2 |
| 3.1 Water treatment plant | 12. Control building |
| 3.2 H2 compressor | 13. Seawater pumping station |
| 3.3 Electrical | 14. Ammonia synthesis base plate |
| 4. Ammonia production compressor building | 15. Ammonia tank drainage basin |
| 5. Ammonia liquefaction building | 16. Foundation and frame of hydrogen container |
| 6. Fire water pumping station | 17. Ammonia pumping station |
| 7. Workshop building | 18. Shipping control room building |
| 8. Main transformer 1 | 19. Ammonia loading shed |
| 9. Transformer 2 | - |

Kuva 1. Tehdasalue (GNE Naantali site layout, 21.2.2023) [6].

Laitoksessa käsitellään ja varastoidaan vaarallisia ja haitallisia kemikaaleja kuten ammoniakkia. Ammoniakkia säilytetään 5000 t säiliöissä. Niitä ammoniakkisäiliöitä on 3 kpl. Lisäksi kohteen ulkotilassa säilytetään vetyä konteissa 1125 m² (75 m x 15 m) alueilla. Vetyvarastointialueita on 2 kpl. Näiden varastoalueiden välissä on 15 m etäisyys [5,6].

Rakennusten palo-osastoinnit toteutetaan pinta-ala- ja käyttötapaosastointeina ottaen huomioon sallitut palo-osastojen pinta-alat asetuksen 848/2017 taulukkomitoituksen mukaisesti. Varastotilat palo-osastoidaan erilleen muista tiloista. Samoin muuntaja- ja sähkötilat palo-osastoidaan erilleen muista tiloista.

4 YMPÄRISTÖOLOSUHTEET

Ilmasto on merellinen. Vallitsevat tuulet ovat lounaasta, luoteesta tai lännestä. Tuulen vallitseva nopeus on 4 - 8 m/s (heikko), navakkaa tuulta on n. 1 %, 8 – 14 m/s. Vuoden keskilämpötila on 6°C. Lämpimin kuukausi on heinäkuu, keskilämpötila 20°C. Kylmin kuukausi on helmikuu, keskilämpötila -7°C. Meriveden vaihtelu on hyvin pitkäaikaisiin tilastoihin perustuen ollut alueella -74 cm (minimi) ja +130 cm (maksimi).

Alue ei ole merkittävää pohjavesialuetta eikä pohjavettä hyödynnetä. Lähellä on tärkeitä merilintujen pesintäalueita, mutta etäisyys on niin suuri, ettei sillä ole merkitystä.

Natura-alue: Ruissalon saari (Turku) lähes kokonaisuudessaan (≈2 km).



Kuva 2. Ympäröivät alueet. (Lähde: syke.maps.arcgis.com)

5 VAARALLISET KEMIKAALIT, PALAVAT MATERIAALIT JA PALAVAT JÄTTEET

Vaarallisten kemikaalien säiliöiden sijoituksessa ja sekä lastaus- ja purkualueiden suunnittelussa huomioidaan kemikaalilainsäädännön vaatimukset kuten VNa 856/2012 Vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista.

Ammoniakki-säiliöt, joiden halkaisija on 20 metriä, sisältävät noin 5000 tonnia nestemäistä ammoniakkia per säiliö tai tilavuudeltaan noin 7320 m³. Ammoniakkia säilytetään säiliöissä -34 °C lämpötilassa ja 1 bar(a) paineessa. Säiliöt (3 kpl) ovat varustettu betonisella keräilyaltaalla, jonka tilavuus on 9944 m³ (mitat 113,8 x 51,4 x 1,7 metriä).

Vetyä säilytetään konteissa, ja varastointialueella on yhteensä 40–42 kappaletta 1016 kg, joiden suurin työpaine on 350 bar(g). Lisäksi vedyn varastointialueelle tulee paikat kahdelle liikuteltavalle kontille, joilla voidaan toimittaa vetykaasua ulkopuoliselle asiakkaalle esimerkiksi liikennepolttoaineeksi. Vetylaitosrakennuksessa laitteiden ja laitteiston sisältämäksi vetymääräksi on arvioitu n. 3,5 tonnia vetyä.

Laitoksella käsiteltävät ja varastoitavat vaaralliset kemikaalit on esitetty alla olevassa taulukossa. Kohteen pääkemikaalit ovat vety ja ammoniakki. Muut kemikaalit kuten veden puhdistusprosessissa, muissa tuotantoprosesseissa, varavoimalaitoksessa käytettävät kemikaalit tai muuntajien öljyt eivät ole tämän tarkastelun kohteena. Muiden kemikaalien määräksi katsotaan selväksi pienemmät, että ne voisivat aiheuttaa suurempia sammutusjätevesimääriä kuten esim. ammoniakkisäiliöiden vuototapauksessa. Kemikaaleilla on omat vallitilat sekä muuntajien öljyt kerätään omaan keräilyviemäriin. Tarkempi kuvaus laitoksen kemikaaleista löytyy YVA:n kemikaaliluettelossa.

Taulukko 1. Vaaralliset kemikaalit, luokitukset ja niiden enimmäismäärät.

Yhdiste tai aine	Vaaralausekkeet	Itsesyttymispiste, °C	Syttymisrajat, V-%	Varastointimäärä (säiliö-/astiakoko (m ³ tai t))	Enimmäismäärä laitoksella (m ³ tai t)
Vety (H ₂)	H220, Flam. Gas 1A. H280, Press.Gas(Comp.).	560	4–75,6	maks. 44 kpl × 1,06 t/tank	Phase 1: 2,71 t/h, 18 401 t/a Phase 2: 5,41 t/h, 36 802 t/a [5]
Vedetön ammoniakki (NH ₃)	H221, Flam. Gas 2. H280, Press.Gas(Liq.). H331, Acute Tox. 3. H314, Skin Corr. 1B, H318, Eye Dam. 1.	651	15,4–33,6	Yhteensä 15 000 t 5000 t per säiliö tai 7320 m ³ per säiliö	Phase 1: 12,24 t/h, 101 578 t/a Phase 2: 24,48 t/h, 203 156 t/a [5]

	H400, Aquatic Acute 1. H411, Aquatic Chronic 2.				
--	--	--	--	--	--

Henkilöstö koulutetaan kemikaalien turvalliseen käyttöön ja kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet ovat työntekijöiden saatavilla. Kemikaalisäiliöiden ja putkistojen ylläpito tullaan sisällyttämään kunnossapito-ohjelmaan.

Vuotanut vety kohoaa ylöspäin ja muodostaa esim. syttyvän seoksen suljetun tilan yläosaan. Veteen se liukenee niukasti (2 ml/100 ml) eikä sillä ole todettu olevan haitallisia vaikutuksia ympäristöön [4,7].

Ammoniakki ei ole helposti syttyvää. Sen palo säiliön ulkopuolella on epätodennäköinen. Ammoniakki reagoi kiivaasti ja lämpöä kehittäen happojen ja hapettimien kanssa. Aine voi muodostaa räjähtäviä yhdisteitä kullan, hopean ja elohopean sekä näiden yhdisteiden kanssa. Halogeenit (fluori, kloori, bromi ja jodi), hypokloriitti ja etyleenioksidi voivat aiheuttaa räjähdyssekoittuessaan ammoniakin kanssa [8].

Ammoniakki liukenee erittäin hyvin veteen (898 g/l 0 °C:ssa, 529 g/l 25 °C:ssa). Ammoniakin liuetessa veteen vapautuu lämpöä. Ammoniakki on emäs, jonka vesiliuos reagoi alalisesti. Nestemäinen ammoniakki liuottaa monia alkalimetalleja sekä kalsiumia, strontiumia ja bariumia. Ammoniakki syövyttää erityisen voimakkaasti kuparia, mutta myös alumiinia, hopeaa ja sinkkiä sekä näiden seoksia [8].

Ammoniakki voi esiintyä vedessä joko ammoniakkina (NH₃) tai ammonium-ionina (NH₄⁺). Esiintymismuoto on veden pH:sta riippuvainen tasapainoreaktio. Happamassa ja neutraalissa vedessä tasapaino on voimakkaasti ammonium-ionin puolella [8].

Bakteerit hapettavat ammoniakin nitraatiksi, mikä jossain tilanteissa saattaa aiheuttaa happikatoa muutaman päivän kuluttua. Hapetusnopeuteen vaikuttavat veden happipitoisuus, lämpötila ja pH. Ammoniakki ja sen hajoamistuotteet ovat vesistöjä rehevöittäviä ravinteita. Ammoniakin myrkyllisyys voimistuu alhaisissa lämpötiloissa (< 10 °C), veden pH:n kohotessa 7:stä 9:ään sekä veteen liunneen hapen pitoisuuden pienentyessä. Ammoniakki on erittäin myrkyllistä vesieläimille. Sen akuutit LC50-arvot kalalle ovat 0,14–1,5 mg/l (96 h) ja akuutit LC50-arvot katkalle 2 - 2,5 mg/l (48 h). Ammonium-ionin myrkyllisyys on vähäinen verrattuna ammoniakkiin [8].

Ammoniakin ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon.

Vesieliomyrkyllisyyden perusteella ammoniakki on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi.

Eri kemikaalien yhteensopivuus pitää huomioida suunnittelussa, keskenään reagoivat kemikaalit varastoidaan omissa suoja-altaissaan.

6 VESIEN JOHTAMISEN JÄRJESTELYT JA MAANALAISET TILAT

Tuotantolaitoksen vallitiloista, maastolaatoilta, asfaltoidulta pihalta tulevat vedet sekä sammutusjätevedet kerätään keräilyaltaaseen, josta ne voidaan edelleen laskea moottoriventtiiliohjatun öljynerotuskaivon kautta viemäriin.

Tiivistä asfalttia voidaan käyttää sammutusjätevesien hallinnassa.

Kaikkien keräilyjärjestelmän osien on oltava rakennettu nestetiiviistä materiaalista, joka kestää tulipalon ja sammutusjätevesien aiheuttaman kemiallisen, mekaanisen ja termisen rasituksen. Keräilyjärjestelmän on oltava tyhjillään, jotta onnettomuuden sattuessa sinne mahtuu suurimman paloskenaarion mukaiset sammutusjätevedet.

Keräysallas tulisi mitoittaa siten, että se kykenee vastaanottamaan syntyvien sammutusjätevesien lisäksi myös mahdolliset hulevedet.

Sammutusjätevesien siirtokapasiteetti (pumput, siirtoputkistot, viemärit) keräilyaltaisiin tai -säiliöihin riittävyys verrattuna syntyvän sammutusveden on huomioitavaa jatkosuunnittelussa.

Kun veden pH on varmistettu olevan välillä 6–8, sitä voidaan ohjata viemäriverkkoon, kunhan varmistetaan, ettei se sisällä vedenpuhdistukselle vaarallisia aineita (näyte sammutusjätevedestä).

7 RISKIEN KARTOITUS JA SAMMUTUSJÄTEVEDEN MÄÄRÄN ARVIOINTI

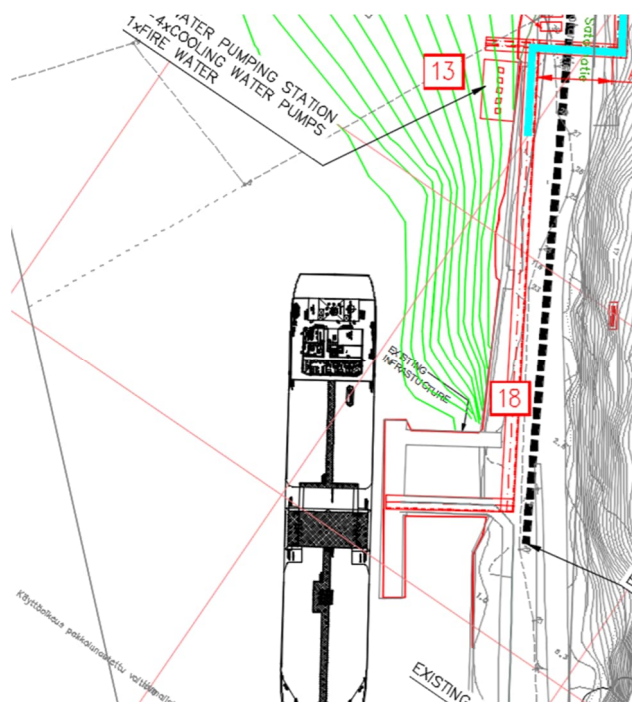
Tässä suunnitelmassa on keskitytty skenaarioihin, joissa on odotettavissa suurimmat sammutusjätevesien määrät.

1. Laivalastaus
2. Ammoniakin varastosäiliöt ja ammoniakin siirtopumput
3. Ammoniakin autolastaus
4. Ammoniakin kompressorihuone
5. Ammoniakin nesteytys
6. Palovesitykit ja pelastuslaitoksen ajoneuvot

Sammutusjäteveden määrää arvioidaan laskentatavalla, joka perustuu saatavilla olevaan sammutuskalustoon.

7.1 Laivalastaus

Yksi mahdollinen onnettomuusskenaario on lastausvarren rikkoutuminen, jonka seurauksena ammoniakin nestevuoto. Ammoniakkivuoto johtaa ammoniakkipilven muodostamiseen, jota laimennetaan vesitykeillä laiturilla ja rannalta. Laiturilla sijaitsevan vesitykin kapasiteetti on 2000 l/min ja rannalla olevien palovesitykin 1500 l/min. Oletettu toiminta-aika 60 min. Laiturille sijoitettu vesitykki on muutettava niin, että siinä on valittavissa suora suihku tai sumu. Lisäksi tykin pitää olla kauko-ohjattava.

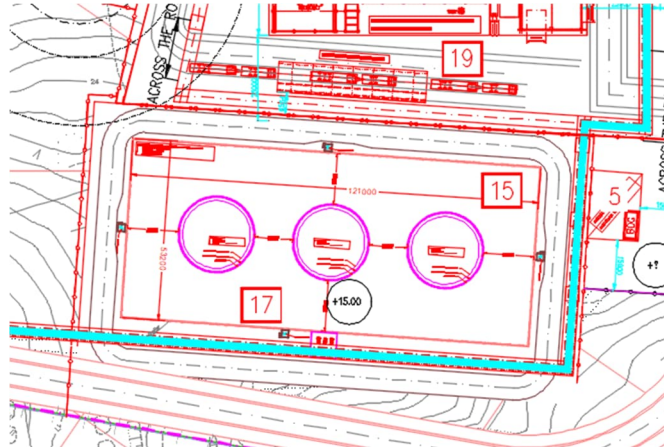


Kuva 3. Ammoniakin laivalastaus (GNE Naantali site layout, 21.2.2023)

Tarvittava vesimäärä voidaan laskea $(1500 \text{ l/min} + 2000 \text{ l/min}) \cdot 60 \text{ min}$ ja haluttu paine on 8 bar verkostossa. Tarvittava vesimäärä on yhteensä 210 m³.

7.2 Ammoniakin varastosäiliöt ja ammoniakin siirtopumput

Tunnistettu onnettomuusskenaario laippavuoto säiliön täyttölinjassa, jonka seurauksena ammoniakki purkautuu nesteenä ja höyrystyy. Siirtopumpuilla tiivisteen vaurioituminen painepuolella, jonka seurauksena nestevuoto ja ammoniakkipilvi. Molempien skenaarioiden seurauksena ei ole tulipaloa, koska oletetaan, ettei ammoniakki syty ulkotiloissa (syttymislämpötila 650 °C).



Kuva 4. Ammoniakin varastosäiliöt (GNE Naantali site layout, 21.2.2023)

Ammoniakkipilven torjuntamenettelyt koostuvat kaasunpilven leviämisen estämiseen säiliöalueen ulkopuolelle ja nestemäisten lammikoiden höyrystymisen estämiseen vaahdottamalla vallitila.

Ammoniakkipilven leviäminen estetään vesiverholla, jossa kaasu liukenee veteen. Järjestelmä aktivoituu kaasuanturin hälytyksestä. Mikäli syntyvä kaasunpilven korkeudeksi vallitilan reunasta arvioidaan yli 4 metriä, joudutaan tekemään useampia renkaita vallitilan ympärille. Tässä laskelmassa on vesimäärä laskettu yhdellä renkaalla. Suuttimia on renkaassa 62 kappaletta ja virtaama per suutin (2 bar) 75 l/min eli yhteensä 4650 l/min.

Ammoniakin siirtopumppujen vesiverho muodostuu kolmesta suuttimesta ja niiden virtaama (5 bar) 219 l/min eli yhteensä 657 l/min.

Vallitilan vaahdotuslaitteisto koostuu kontista, jonne sijoitetaan vaahtonesteet ja sekoituslaitteisto (kuva 9). Kontin tulee olla lämmin. Sekoituslaitteisto mitoitetaan 4000 l/min, jolloin vallitilaan asennetaan 10 kappaletta vaahdon valuttajia 400 l/min (5 bar) (kuva 8).

Arvioitaessa sammutusveden ja vaahdon määrää käytetään mitoituksessa vaahdotuksen osalta 60 min ja vesiverhon osalta 120 min. Kuitenkin koska kyseessä ei ole vallitilan sammutus, vaan höyrystymisen estäminen vaahdottamalla, niin ei edetä vallitilojen kiinteiden vaahdotuslaitteiston mitoituksella EN 3357 mukaan. Tarkoituksenmukaista on varmistaa vallitilan nopea koko pinta-alan 5297 m² täyttävä vaahdotus. Vesiverhon osalta

ei myöskään ole tarvetta saavuttaa 3 l/min/m^2 , vaan laskennassa käytetään vesiverho suuttimen k-arvolla saavutettavaa virtausta.

Vallitilan vaahdotuksen 60 minuutin toiminta-ajalla tarvittava vesimäärä on $0,97 \cdot 60 \cdot 4 = 233 \text{ m}^3$. Vaahtoa tarvitaan $0,03 \cdot 60 \cdot 4 = 7,2 \text{ m}^3$.

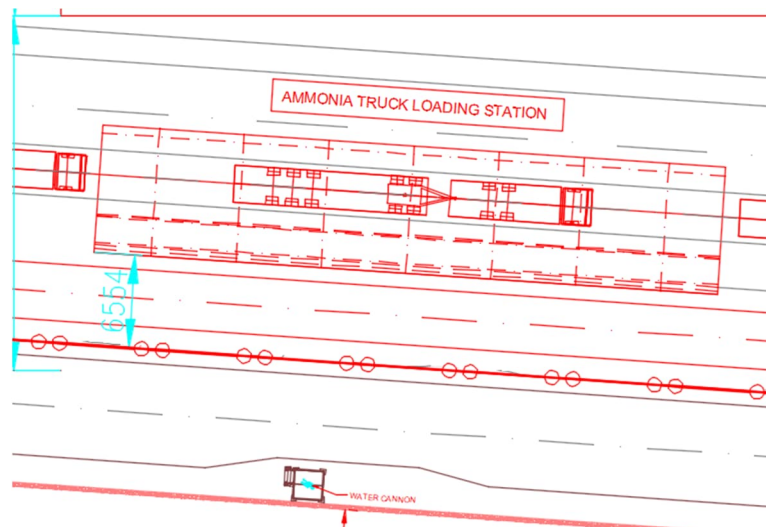
Vesiverhojen toiminta-aika on 120 min, jolloin tarvittava vesimäärä vallitilassa $120 \cdot 4,65 = 558 \text{ m}^3$.

Yhteensä vettä tarvitaan 791 m^3 . Vaahtoa tarvitaan $7,2 \text{ m}^3$.

Autolastauksen vesitykkeitä voidaan käyttää tarvittaessa ammoniakkihöyryjen laimentamiseen, mutta niiden käyttöä ei huomioida säiliöalueen sammutusveden määrää arvioitaessa.

7.3 Ammoniakin autolastaus

Ammoniakin autolastaus varustetaan kiinteällä vesivalelujärjestelmällä ottaen huomioon pohjapinta-ala ja kuljetussäiliön koko pinnan alalle laskettuna. Vesivalelu mitoitetaan (SFS 3357) 10 l/min/m^2 . Lisäksi autolastaus varustetaan kahdella oskilloivalla tai kauko-ohjattavalla vesitykillä (kuva 11) 2400 l/min/8 bar .



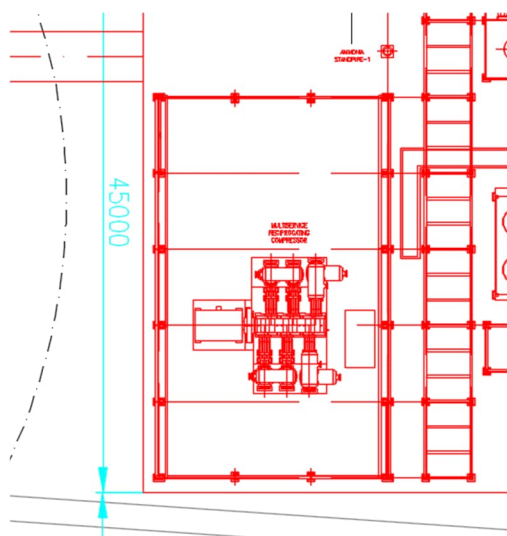
Kuva 5. Ammoniakin autolastaus (GNE Naantali site layout, 21.2.2023)

Toiminta-aika on 20 minuuttia, koska järjestelmä aktivoituu vesivalelun osalta automaattisesti kaasuantureiden, paloilmaisimien tai manuaalisen laukaisunperusteella tilannepaikalta. Laatan ja säiliöauton pinta-ala on yhteensä noin 550 m^2 .

Sammutusvesimäärää arvioitaessa oletuksena on yksi tykki ja vesivalelu aktiivisena, jolloin määräksi saadaan 158 m^3 .

7.4 Ammoniakin kompressorihuone

Kompressorihuoneen pinta-ala on noin 569 m². Suositellaan vesivaleluasennusta luokkaan OH3, jossa yhden avosprinklerin suojausala on 12,0 m² ja virtaama (k=80 ja p=0,35 bar) 47,3 litraa minuutissa. Suuttimia on yhteensä noin 50 kappaletta ja toiminta-aika on 60 minuuttia, jolloin tarvittava vesimäärä on 142 m³.

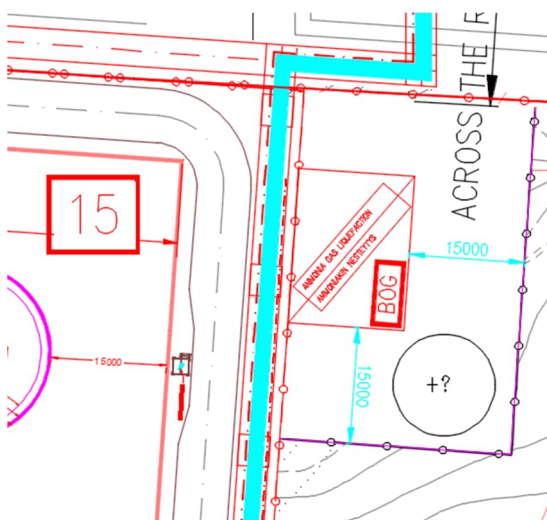


Kuva 6. Ammoniakin kompressorihuone (GNE Naantali site layout, 21.2.2023)

Järjestelmä aktivoituu kaasunilmaisimen hälytysrajasta, paloilmioittimesta tai se voidaan laukaista joko paikallisesti tai valvomosta.

7.5 Ammoniakin uudelleen nesteytys

Nesteytyslaitoksen pinta-ala on noin 300 m². Rakennuksen suojauksen perusteet samat kuin ammoniakin kompressorihuoneessa. Pinta-alan perusteella suuttimien määräksi saadaan noin 25 kappaletta ja vesimäärä 71 m³.



Kuva 7. Ammoniakin nesteytys (GNE Naantali site layout, 21.2.2023)

7.6 Palovesitykit ja pelastuslaitoksen ajoneuvot

Oletetaan palovesitykkien yhtäaikaiseksi tarpeeksi kahden vesitykin kulutus $5 \text{ m}^3/\text{min}$ ja pelastuslaitoksen ajoneuvojen tarpeeksi $1,2 \text{ m}^3/\text{min}$. Toiminta-ajaksi arvioidaan 60 minuuttia, jolloin tarvittava vesimäärä on 372 m^3 .

Tässä tapauksessa on otettava huomioon myös muiden rakennuksissa olevien nestekemikaalien vaikutus sammutusveden määrään. Näiden kemikaalien tilavuudet vaihtelevat yhdestä kuutiosta parinkymmeneen, joten sammutusjätevesimääräksi voidaan arvioida olevan noin 400 m^3 .

8 YHTEENVETO

Tämä raportti käsitteli sammutusjäteveden tarkastelut valituille skenaarioille. Sammutusjäteveden määrää arvioitiin käyttämällä sammutuskalustoon perustuvaa laskentatapaa.

Esitettyjen tulosten perusteella kohteen mitoittava sammutusjätevesimäärä on 800 m^3 ja se liittyy ammoniakkin varastosäiliön vuotoskenaarioon.

Ammoniakkisäiliöillä (3kpl x 7320 m^3) on oma vallitila 9944 m^3 .

Tuotantolaitoksen vallitiloista, maastolaatoilta, asfaltoidulta pihalta tulevat vedet sekä sammutusjätevedet kerätään keräilyaltaaseen, josta ne voidaan edelleen laskea moottoriventtiiliohjatun öljynerotuskaivon kautta viemäriin.

Tiivis asfalttia voidaan käyttää sammutusjätevesien hallinnassa.

Sammutusjäteveden pidätys- ja talteenottorakenteiden tulee olla rakennettu nestetiiviistä sekä mekaanista, kemiallista ja termistä rasitusta kestävästä materiaalista. Keräilyjärjestelmän on oltava tyhjillään, jotta onnettomuuden sattuessa sinne mahtuu suurimman paloskenaarion sammutusjätevedet. Keräysallas tulisi mitoittaa siten, että se kykenee vastaanottamaan syntyvien sammutusjätevesien lisäksi myös mahdolliset hulevedet.

Sammutusjäteveden pH ja laatu analysoidaan ja käsitellään asianmukaisesti laadun edellyttämällä tavalla. Toimitus vaarallisten jätteiden käsittelyyn Riihimäelle (Fortum Waste Solutions Oy Riihimäki) tai käsittelyn jälkeen voidaan päästää viemäriin.

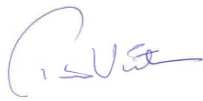
Turussa/Espoossa 27.3.2024

PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO MARKKU KAURIALA Oy

Laatineet:

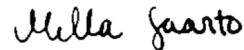


Gleb Myhkyrä
DI, Rakennetekniikka
Paloturvallisuussuunnittelija
FISE V-paloturvallisuussuunnittelija



Timo Viitanen
Insinööri amk, LVI-tekniikka
Automaattisen sammutuslaitteisto ja
paloilmoitinlaitteisto vastuuhenkilö
Paloturvallisuussuunnittelija

Tarkastanut:



Milla Saarto
Insinööri amk, rakennustekniikka
Paloturvallisuussuunnittelija
FISE V-paloturvallisuussuunnittelija

KIRJALLISUUSLÄHTEET

- [1] Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 856/2012
- [2] Tukes-opas. 2019. Kemikaalivuotojen ja sammutusjätevesien hallinta <https://tukes.fi/documents/5470659/11781251/Kemikaalivuotojen+ja+sammutusj%C3%A4tevesien+hallinta+2019>
- [3] Tukes-opas. 2021. Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi. 31.8.2021 <https://tukes.fi/vaarallisten-kemikaalien-kasittely-ja-varastointi>
- [4] Tukes-opas. 2024. Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus. 23.1.2024 <https://tukes.fi/vedyn-kasittelyn-ja-varastoinnin-turvallisuus>
- [5] Process Balance, dimensioning of sub-process -Rev. C (ID E01-50641) 59806-3100-0006. Elomatic.
- [6] GNE Naantali. Naantali site layout. Concept design phase. 2023. 59806-3200-0009. Elomatic. 21.2.2023.
- [7] OVA-ohje. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet. Vety. 12.7.2022.
- [8] OVA-ohje. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet. Ammoniakki. 4.8.2022.