



tukes

Tero Järvenpää, Matti Nissilä, Timo Talvitie

# Ammoniakkivuototapauksia kylmälaitoksilla vuodelta 2021

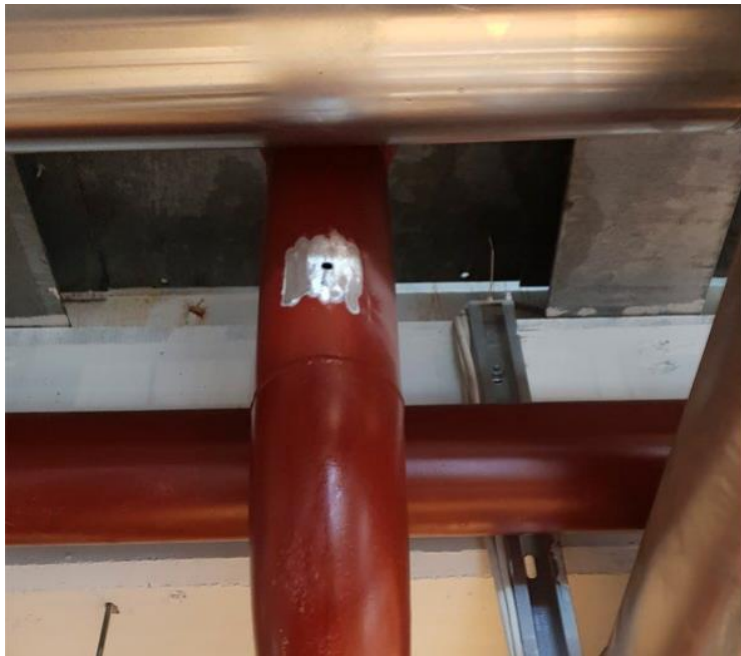
Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)

# Ammoniakkivuoto kylmäkonehuoneessa

- Ammoniakkivuoto tapahtui elintarviketehtaan kylmäkonehuoneessa n. klo 5 aamulla.
- Ammoniakkimäärä kylmälaitoksessa 3,2 tonnia (Tukes päätös/2003)
- Kaasuilmasisimet reagoivat ammoniakkivuotoon.
  - Automaattihälytys ohjautui aluehälytyskeskukseen ja portille. Konehuoneen tehostettu hätätuuletus käynnistyi ohjaten vuodon ulos.
- Pelastuslaitos saapui paikalle n. 23 min hälytyksen jälkeen ja pysäytti kompressorit hätäseis –napilla.
- Pelastuslaitoksen kanssa suoritettiin kemikaalisukellus konehuoneeseen, vuotopaikka paikallistettiin ja tarvittavat venttiilit suljettiin n. 1 h 15 min hälytyksestä.

# Vuotopaikka ja arvioitu vuodon määrä

- Kuumakaasulinjasta löytyi reikä (kuva 1), josta ammoniakkikaasu pääsi vuotamaan.
- Reiän kohdalta oli irronnut hitsausliitoksen vierestä murtunut huoltoventtiili (kuva 2 & 3). Venttiili oli pudonnut lattialle.
- Kuumakaasuputken sisällä n. 11 bar paine. Vuotoaukon halkaisija 7 mm.
- Vuotokohta oli tarkemmin kompressorin ja takaiskuventtiilin välissä, eikä kaasua päässyt purkautumaan korkeapainepuolelta.
- Vuotomääräksi arvioitiin n. 150 kg.



Kuva 1. Reikä  
kuumakaasulinjassa



Kuva 2.  
Huoltoventtiili

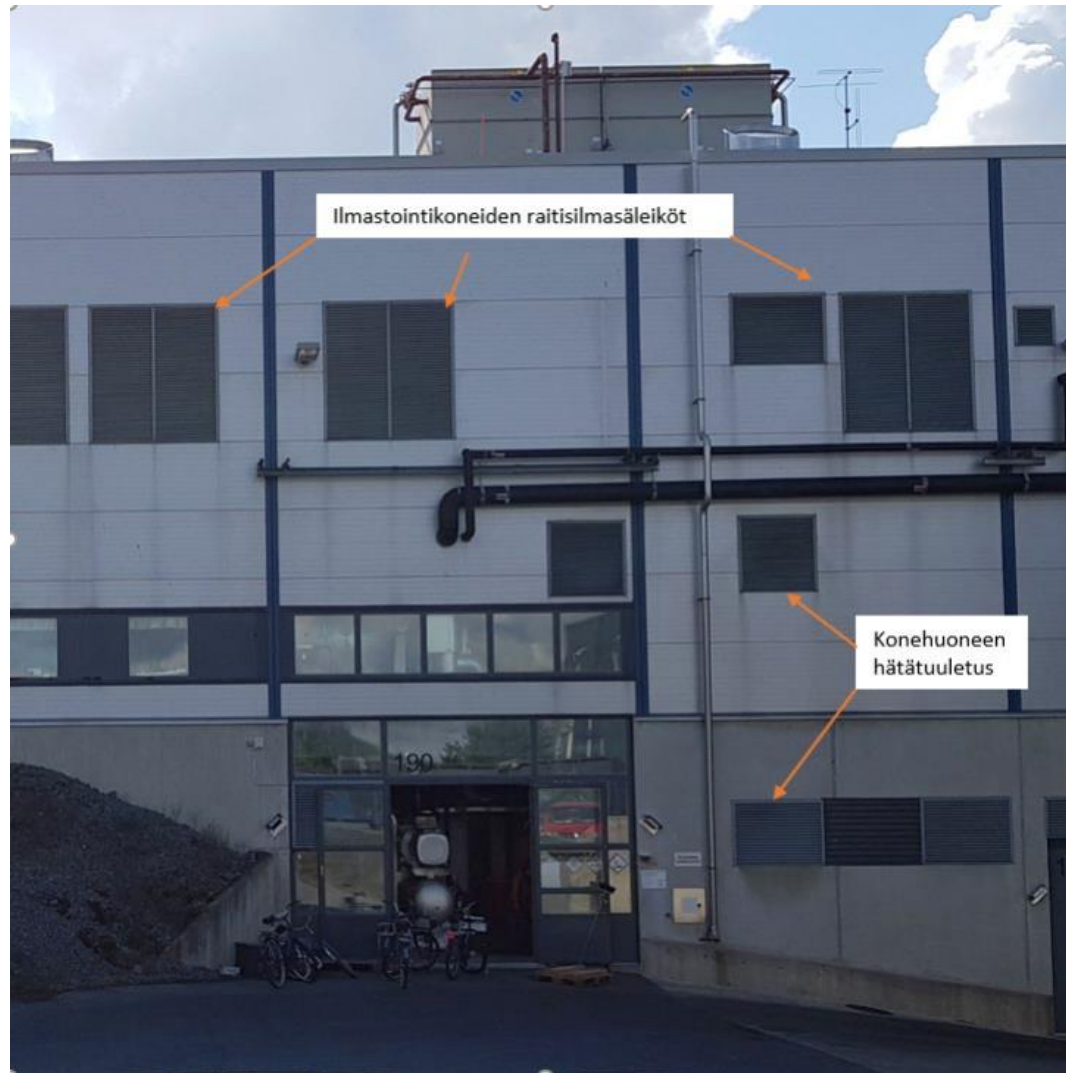


Kuva 3. Huoltoventtiilin putken  
murtumakohta, putken  
halkaisija 13,5 mm.

# Vuodon seuraukset

- Konehuoneen tuuletusaukosta ulos kulkeutunut ammoniakkivuoto päättyi samalla ulkoseinällä sijaitsevien ilmanvaihtoaukkojen kautta sisälle tuotantotiloihin (kuva 4).
- Työntekijät reagoivat ammoniakkivuotoon hajun perusteella.
- Tehdastila evakuoitiin välittömästi oman henkilöstön toimesta vuodon havaitsemisesta.
- Pelastuslaitoksen mukaan evakuointi oli tehty nopeasti. Altistuneita ei kuitenkaan ollut viety kokoontumispaikalle asti vaan tehtaan piha-alueelle.
- Tehdastiloissa vuodolle altistuneita oli noin 30 henkilöä, joista 19 vietiin sairaalaan jatkotutkimuksiin lievien hengitysoireiden vuoksi. Altistuneet sairaalahoitoa saaneet työntekijät kotiutettiin aamupäivän aikana.





Kuva 4 (yritys): Ilmanvaihtoaukkojen sijainti rakennuksessa.

# Havainnot kylmälaitoksesta

- Kylmälaitoksen putkistot oli tarkastettu painelaitteiden seurantasuunnitelman mukaisesti. Vuotokohtaan putkilinja ei ollut NDT-tarkastuksen piirissä, koska sitä ei oltu tunnistettu todennäköiseksi vaurio- tai vuotokohtaksi. Venttiili sijaitsi pienen putken päässä (kuva 2 & 3).
- Vauriokohtaan ei ollut tehty korjaus- tai muutostöitä.
- Ammoniakkihälytyksistä ohjautuu automaattinen hälytys pelastuslaitokselle ja portille. Konehuoneessa tai tuotantotilassa ei ollut paikallista hälytystä (ääni/valo).
- Ammoniakkivuotojen leviämisestä tuotantolaitoksella oli laadittu mallinnukset.
- Kompressorissa oli havaittu tärinää aiheuttava laakerivika muutamia päiviä ennen vuotoa.

# Onnettomuuteen johtaneita syitä

- Rakennuksen ilmanottoaukkojen sijoituksessa ei ollut huomioitu konehuoneen vuotomahdollisuutta ja aukot oli sijoitettu lähelle toisiaan samalle seinälle.
- Automaattiset hälytykset ohjautuivat muualle. Paikallisesti vaara-alueella olevia varoittavaa järjestelmää ei ollut.
- Pelastuslaitos sai automaattihälytyksen, mutta heille ei ilmoitettu erikseen tilanteen vakavuudesta mm. altistuneista henkilöistä. Tarkemmat ennakkotiedot olisivat mahdollistaneet paremman ensivasteen. Laitoksella oli vuosittain useita automaattisia errehälytyksiä.
- Huoltoventtiilin vaurioitumista ei ollut tunnistettu riskinarvioinneissa.



# Korjaavia toimenpiteitä



Kuva 5 (yritys): Uusi venttiili

- Rikkoontunut ja muut vastaavat huoltoventtiilit vaihdettiin nykyaikaisempiin (kuva 5). Tarkastuslaitos osallistui muutostyön vaatimustenmukaisuuden arviointiin.
- Rikkoutuneesta liitoskappaleesta teetettiin materiaalitutkimus. Analyysien perusteella kyseessä oli materiaalin väsymisvaurio. Hitsausvirheen tai mekaanisen iskun tms. vaikutusta pidettiin epätodennäköisenä. Raportin johtopäätökset tukivat ennakkohavaintoja.
- Ilmanvaihtokanavoinnin uudelleen suunnittelu aloitettiin.
- Hälytysten hallintaa ja hälytyksistä seuraavia toimintatapoja ryhdyttiin kehittämään.

# Ammoniakkivuoto pakastusspiraalissa

- Illalla kello kahdeksan jälkeen tuotantolinjalla havaittiin voimakasta ammoniakin hajua.
- Pelastuslaitos hälytettiin paikalle ja vuotoalue rajattiin venttiilejä sulkemalla.
- Tilaa tuuletettiin seuraavaan päivään asti.
- Aamulla tilannekartoituksen yhteydessä todettiin vuodon syyksi pakastusspiraalissa oleva reikä (Kuva 6).
- Putkivuodon aiheutti tuulettimen moottorin kannakkeen (kuva 7 ja 8) repeytyminen sen aiheuttama tuulettimen lavan osuminen lämmönvaihtimeen.

# Vuotopaikka ja arvioitu vuodon määrä

- Pakastuspiraalin reikä (kuva 6), josta ammoniakki pääsi vuotamaan.
- Pakastuspiraalin reiän aiheutti tuulettimen moottorin irtoaminen kannakoinnistaan, jonka seurauksena tuulettimen siipi osui pakastuspiraaliin. (kuvat 7, 8 ja 9)
- Vuotomäärän arvioitiin olleen hyvin vähäinen, koska vuotoaukko oli pieni.
- Vuotomäärä saatiin pidettyä vähäisenä läheisen venttiilin nopealla sulkemisella.



Kuva 6 (yritys): Rikkoutunut höyrystin (pakastuspiraali)



Kuva 7 (yritys): Repeytynyt moottorinkannake





Kuva 8 (yritys): Ironnut puhallinmoottori





Kuva 9 (yritys): Ironnut puhallinmoottori

# Havainnot onnettomuudesta

- Laitteita on käyty läpi sekä tuotantovarmuutta että turvallisuutta silmälläpitäen eikä mitään ennusmerkkejä oltu havaittu.
- Rikkoontunut moottorin kannake oli metallinen yhdestä kappaleesta muotoiltu, joten hitsauksia tai muita sellaisia selittäviä tekijöitä ei ole.
- Kohteessa on kuusi vastaavaa puhallinkokonaisuutta ja kaikkiin näihin vaihdettiin uudet moottorinkannakkeet.
- Rikkoontunut kylmäpatteri hitsattiin kuntoon.
- Rikkoutunut kannake oli valmistettu sinkitystä raudasta. Onnettomuuden jälkeen rikkoutunut ja muut vastaavat kannakkeet vaihdettiin ruostumattomasta teräksestä valmistettuihin (kuva 10).



Kuva 10 (yritys): Uusi kannake





# Toimenpiteet

# Huolto- ja kunnossapito

- Painelaitteiden seurantasuunnitelman (putkistotarkastusten) lisäksi on pyrittävä tunnistamaan sellaiset laitteet, joiden vikaantuminen tai rikkoontuminen voi johtaa ammoniakkivuotoon. Kylmälaitoskokonaisuudessa voi olla esimerkiksi onnettomuustapauksen kaltaisia kannakoiteja, puhaltimien osia tai muita kappaleita, jotka irrotessaan voivat aiheuttaa vaurioita ammoniakkiputkistoon.
- Kylmälaitokseen kuuluvat automaattiset turvatoiminnot ja hälytykset tulee testata säännöllisesti.
- Ennakkohuollon avulla on voitava osoittaa kaikkien tällaisten (yllä mainittujen) ns. turvallisuuskriittisten laitteiden toimintakunto. Tämä vaatii, että tehdyt huollot tehdään suunnitellusti ja dokumentoidusti.
- Ennakkohuollon lisäksi on tehtävä toiminnanharjoittajan omia säännöllisiä ja suunniteltuja havaintokierroksia. Huomioitavia asioita ovat esim. :
  - putket hyväkuntoisia, liitokset ehjiä, tuennat ja kannakoinnit ennallaan, eristeiden kunto (jäätymisen seuranta), suojavälineiden kunto, epätavalliset äänet ja hajut, kylmätilojen höyrystimet ja putkistot ovat suojassa törmäyksiltä ja muilta vahingoittumisilta.

# Vuotojen havaitseminen ja hälytykset

Vuotohälytysten hallinta ja hälytyksiin liittyvät automaattiset toiminnot.

- Riittävä määrä vuotoilmaisimia oikein sijoitettuna lähelle todennäköisiä vuotokohtia.
- Hälytysrajojen ja -vasteiden määrittäminen porrastetusti niin, että eri ammoniakkipitoisuuksille on määritelty tasot, joiden perusteella hälytykset sekä niihin kytketyt automaattiset toiminnot suoritetaan ja henkilökunnan toiminta määritetään.
  - Esim. 1. taso = ennakkohälytys vastuuhenkilölle ja hätätuuletuksen käynnistyminen, 2. taso = paikallishälytys ja hälytys hätäkeskukseen. 3. taso = automaattiset lukitukset ja pysäytykset.
- Hälytys tulee olla havaittavissa (äänisummeri/varoitusvalo) ammoniakkivuodon vaara-alueilla.
- Vastuuhenkilöiden ja työntekijöiden on tiedettävä toimintatavat eri hälytystasoilla. Toiminnan ohjeistus ja harjoittelu hälytystilanteessa.
- Pelastuslaitoksen opastaminen vuodon vakavuudesta ja laajuudesta erityisesti automaattihälytyksissä

# Ilmanvaihto

- Ammoniakkivuodot eivät saa päätyä muihin tiloihin. Kylmälaitoksilla tulee varmistaa ilmanottoaukkojen riittävä etäisyys tunnistetuista vuotolähteistä. Tarvittaessa:
  - Ilmanvaihdon uudelleen kanavointi
  - Muiden tilojen ilmanvaihdon automaattinen pysäytys vuototilanteessa kaasuilmaisimien hälytyksestä
  - Vuotojen suljetut keruujärjestelmät, vesisumutus



tukes

Suojan tuoja