

# NESTEKAASUTERMINAALIN PAINEILMAJÄRJESTEL- MÄN TARKASTUS JA ENNAKKOHUOLTOSUUNNITTELU

Aatu Piipponen

Opinnäytetyö

Konetekniikka  
Insinööri (AMK)

2024

Tekniikan ala  
Konetekniikan koulutus  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Aatu Piipponen	<b>Vuosi</b>	2024
<b>Ohjaaja(t)</b>	Ins. (AMK) Mika Majuri		
<b>Toimeksiantaja</b>	Neste Oyj		
<b>Työn nimi</b>	Nestekaasuterminaalin paineilmajärjestelmän tarkastus ja ennakkohuoltosuunnittelu		
<b>Sivumäärä</b>	38 + 2		

---

Opinnäytetyö tehtiin Neste Oyj:n Kemin öljysataman Tornion yksikön nestekaasuterminaalille. Tämän työn tarkoituksena oli tarkastaa terminaalin paineilmajärjestelmä uuden kompressorin vaihdon jälkeen, sekä laatia järjestelmälle ennakkohuoltosuunnitelma. Opinnäytetyössä keskeinen tavoite oli tutustua paineilmajärjestelmän kuntoon ja sen toimintaan nestekaasuterminaalilla. Tavoitteena oli myös saada oppia teollisuudessa käytetyn keskeisen osan toiminnasta eli paineilmajärjestelmästä, sen ympäristövaikutuksista ja käyttöturvallisuudesta.

Opinnäytetyön tietoperustana käytettiin Neste Oyj:n, sekä Sähköpalvelu J. Yrjänheikki Oy:n työntekijöiden haastatteluita. Tutkimusmateriaalina hyödynnettiin myös aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja dokumentaatiota. Tarkastuksesta tehty raportti saatiin Nesteeltä käyttöön opinnäytetyötä varten.

Opinnäytetyön keskeisinä tuloksina on laadittu, helposti muokattavissa oleva ennakkohuoltosuunnitelma toimeksiantajan käyttöön. Opinnäytetyön aikana laadittu ennakkohuoltosuunnitelma tulee toimimaan toimeksiantajalla mallipohjana, kun se siirretään digitaaliseen muotoon toimeksiantajan käyttämään huoltojärjestelmään.

**Avainsanat** kunnossapito, turvallisuus, paineilma, suunnittelu  
**Muita tietoja** Työhön liittyy toimeksiantajalle toimitettu ennakkohuoltosuunnitelma

Study programme in  
Mechanical engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Aatu Piipponen	<b>Year</b>	2024
<b>Supervisor(s)</b>	Mika Majuri BEng		
<b>Commissioned by</b>	Neste Corporation		
<b>Title</b>	Inspection and preventative maintenance planning of the compressed air system of the LPG terminal		
<b>Number of pages</b>	38 + 2		

---

The thesis was conducted for the LPG terminal of Neste's Tornio unit at the Kemi oil harbor. The purpose of this thesis was to inspect the terminal's compressed air system after the replacement of a new compressor, and to develop a preventative maintenance plan for the system. The main objective of the thesis was to familiarize oneself with the condition and operation of the compressed air system at the LPG terminal. The aim was also to gain insight and knowledge about the operation of a key industrial component, namely the compressed air system, its environmental impacts, and operational safety.

The thesis relied on interviews with employees of Neste Corporation and Sähköpalvelu J. Yrjänheikki Ltd, as well as relevant literature and documentation on the topic. A report on the inspection was provided by Neste for use in the thesis.

The primary outcomes of the thesis include the development of an easily modifiable preventative maintenance plan for the client. The preventative maintenance plan created during the thesis will serve as a template for the client when it is transferred into digital format for integration into the client's maintenance system.

**Keywords** maintenance, safety, compressed air, planning  
**Special remarks** The thesis includes a preventative maintenance plan submitted to the commissioner.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY .....	9
2.1	Tornion terminaali .....	10
2.2	Varastoitu tuote .....	12
2.2.1	Fysikaaliset ominaisuudet .....	13
2.2.2	Lisäaineet .....	14
3	TYÖTURVALLISUUS .....	15
3.1	Työturvallisuuslaki .....	15
3.2	Työnantajan velvollisuudet .....	16
3.3	Työntekijän velvollisuudet.....	17
3.4	Työturvallisuus alueen kemikaalien kanssa.....	17
3.4.1	Nestekaasu .....	17
3.4.2	Tetrahydrotiofeeni.....	18
3.4.3	Metanoli.....	19
3.5	Työturvallisuus Outokumpu Oyj:n alueella.....	21
4	PAINEILMAJÄRJESTELMÄ .....	22
4.1	Terminaalin paineilmajärjestelmä .....	23
4.2	Järjestelmän kriittisyys.....	26
5	TERMINAALIN PAINEILMAJÄRJESTELMÄN TARKASTUS .....	27
5.1	FLUKE ii900 äänikamera ja sen toiminta.....	27
5.1.1	Kameran ominaisuudet.....	28
5.2	Kameran tulosten analysointi.....	29
5.2.1	Energiatehokkuus.....	30
5.2.2	Paineen ja tehon menetys .....	30
5.2.3	Ilmastoystävällisyys.....	30
6	ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA.....	31
6.1	Huoltotoimenpiteet.....	32
6.1.1	Huoltojen määrä ja ajankohdat.....	34
6.2	Suunnitelman laadinta .....	35
7	POHDINTA .....	36

LÄHTEET.....	37
LIITTEET .....	39

## ALKUSANAT

Haluan kiittää toimeksiantajaani Neste Oyj:tä ja Mikko Junnonahoa opinnäytetyön aiheen antamisesta, sekä ohjauksesta opinnäytetyössä. Iso kiitos kuuluu myös työkavereilleni Kemissä ja Torniossa, jotka auttoivat ja tukivat työn loppuun viennissä. Haluan myös erityisesti kiittää ohjaajaani Mika Majuria, hän auttoi suuresti koko opinnäytetyönprosessin aikana, sekä muita opettajia, jotka auttoivat opintojeni ajan.

Isoin kiitokseni kuuluu opiskelijatovereilleni ja ystäväilleni koko opintojen aikaisesta tuesta, auttamisesta ja mukana olostani. Vielä haluan myös kiittää vanhempiani ja isovanhempiani, sillä he ovat olleet se taho, jotka minua ovat oikeasti patistaneet eteenpäin nämä vuodet opintiellä.

Allekirjoitus

05.04.2024 Kemi

*Aatu Piiipponen*

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ATEX	Atmosphère explosibles (Laitedirektiivin lyhenne räjähdysvaarallisille tiloille, laitteille ja suojausjärjestelmille)
Bar	Baari, paineen yksikkö
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propaanin kemiallinen kaava
EXD	Räjähdyspaineenkestävä rakenne
EXI	Luonnostaan vaaraton rakenne
LPG	Liquefied petroleum gas (Nestekaasu)
TU	Tuoteluola
XCV	X control valve (pneumaattinen automaatioventtiili)

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Neste Oyj:n Tornion nestekaasuterminaalille, jonka toimintaan kuuluu nestekaasun vastaanotto, sen varastointi ja jakelu eteenpäin säiliöautoilla sekä junavaunuilla. Varastointi tapahtuu kahteen maanalaiseen kalliosäiliöön, johon tavara tuodaan meriteitse. Jakelu tapahtuu alihankkijoiden kautta.

Kesällä 2023 ajankohtaisena asiana oli paineilmajärjestelmän kunnan selvitys uuden kompressorin asennuksen jäljiltä. Selvityksessä kävisi ilmi, kuinka paljon vuotoja järjestelmässä saattaisi olla, kuinka paljon kompressorin antamasta kapasiteetista menisi hukkaan ja kuinka paljon vuotavan järjestelmän käyttökustannukset olisivat yritykselle.

Opinnäytetyössä käsitellään Neste Oyj:n nestekaasuterminaalin paineilmajärjestelmää, järjestelmä on kriittinen osa koko terminaalin toiminnan kannalta, sillä sen avulla ohjataan venttiilejä, jotka ovat olennainen osa tuotantoprosessia. Työhön liittyvät kunnossapito- sekä työturvallisuusasiat ovat kiinnostava aihe. Erityisesti työskentely nestekaasun parissa korostaa työturvallisuuden merkitystä. Myös tarkastuksessa käytetty tekniikka oli erittäin kiehtova.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää paineilmajärjestelmän nykyinen tila, joka sisältää mahdolliset vuotokohdat, niistä ilmenevät ylimääräiset kustannukset hukkapaineen ja -energian määrä, sekä toimenpiteet korjauksia varten. Tulevia korjauksia varten laaditaan ennakkohuoltosuunnitelma, jota toimeksiantaja pystyy jatkossa käyttämään ja päivittämään tulevien huoltojen apuna. Opinnäytetyön keskeiset käsitteet ovat kunnossapito, turvallisuus, ennakkohuolto ja suunnittelu.



## 2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

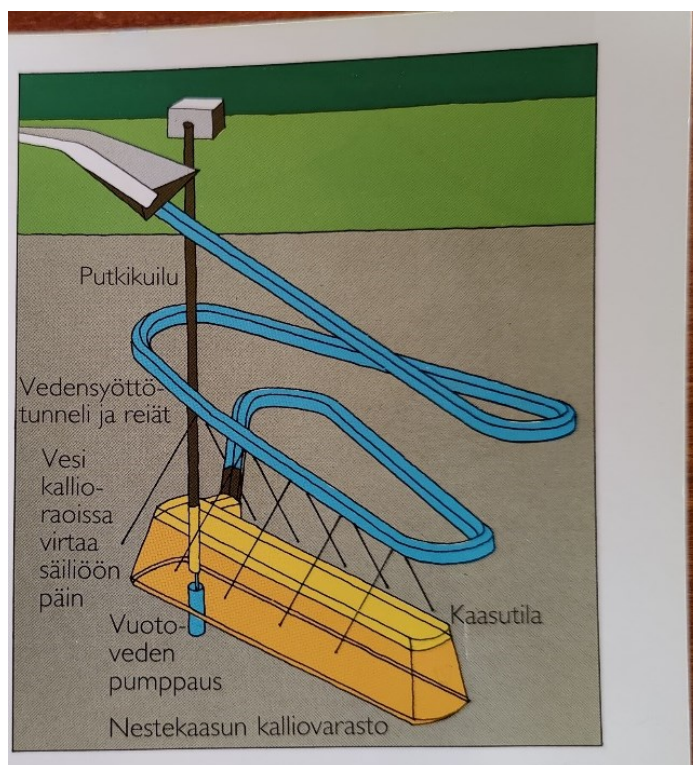
Neste on alun perin perustettu valtion toimesta vuonna 1940-luvun lopussa turvaamaan Suomen öljyn saanti ja sen riittävyyden varmistaminen. Vuosina 1957 ja 1965 Neste sai sen ensimmäiset jalostamot ensin Naantaliin ja seuraavaksi Porvooseen. Myöhempinä vuosikymmeninä Porvoon jalostamo on laajennettu, jotta pystyttiin lisäämään maakaasun, öljyn ja kaasun hankintaa. Näiden tuotantoa ja jalostamista, sekä muuta kemianteollisuutta tuotiin perinteisen öljynjalostuksen ja sen terminaalivarustamatoiminnan rinnalle tulevana vuosikymmeninä. (Neste Oyj 2023a.)

1970-luvun aikana Suomen suurimmaksi yhtiöksi kohosi Neste, samalla kun vähittäismyyntiketjutoiminta laajeni merkittävästi, mikä nykyään näkyy erityisesti Suomessa ja Baltian maissa. 1990-luvulla Neste sulautui osaksi Fortum Oyj:tä. Öljyn- ja sähköyhtiön yhteinen toiminta jatkui vuoteen 2005 asti, jolloin Neste irtottautui jälleen omaksi yhtiökseen nimeltään Neste Oil Oy. Jakautumisen myötä Neste asetti tavoitteekseen nousta maailman johtavaksi uusiutuvien polttoaineiden tuottajaksi. Vuosituhannen vaihteessa Neste on avannut jalostamoita ympäri maailmaa, kuten Rotterdamissa ja Singaporessa, mutta päätoiminta tapahtuu edelleen Porvoossa. Vuonna 2015 Neste Oil muutti nimensä takaisin muotoon Neste, heijastaakseen yhtiön uutta strategiaa olla globaali pioneeri uusiutuvien polttoaineiden alalla ja osana kiertotalousratkaisua sekä kotimaassa, että kansainvälisesti. (Neste Oyj 2023a.)

Ajoksen ja Tornion terminaalit, jotka yhdessä kuuluvat Nesteen öljyntuotannon yksikön alaisuuteen, muodostavat osan Suomen alueella sijaitsevista kahdesta satamasta ja kuudesta terminaalista. Päätoiminta keskittyy Porvooseen, missä tuotteiden jalostaminen tapahtuu. Sen jälkeen tuotteet kuljetetaan Suomen rannikolla sijaitseviin kuuteen rannikkoterminaaliiin, kuten Kemi-Tornioon, ja sieltä edelleen pääasiassa maateitse eteenpäin vähittäismyyjille ja asiakkaille. Liikuttavan tuotemäärän arvioidaan olevan noin 25 miljoonaa tonnia vuodessa, mikä tekee Porvoon meriliikenteestä Suomen suurimman. (Neste Oyj 2023b.)

## 2.1 Tornion terminaali

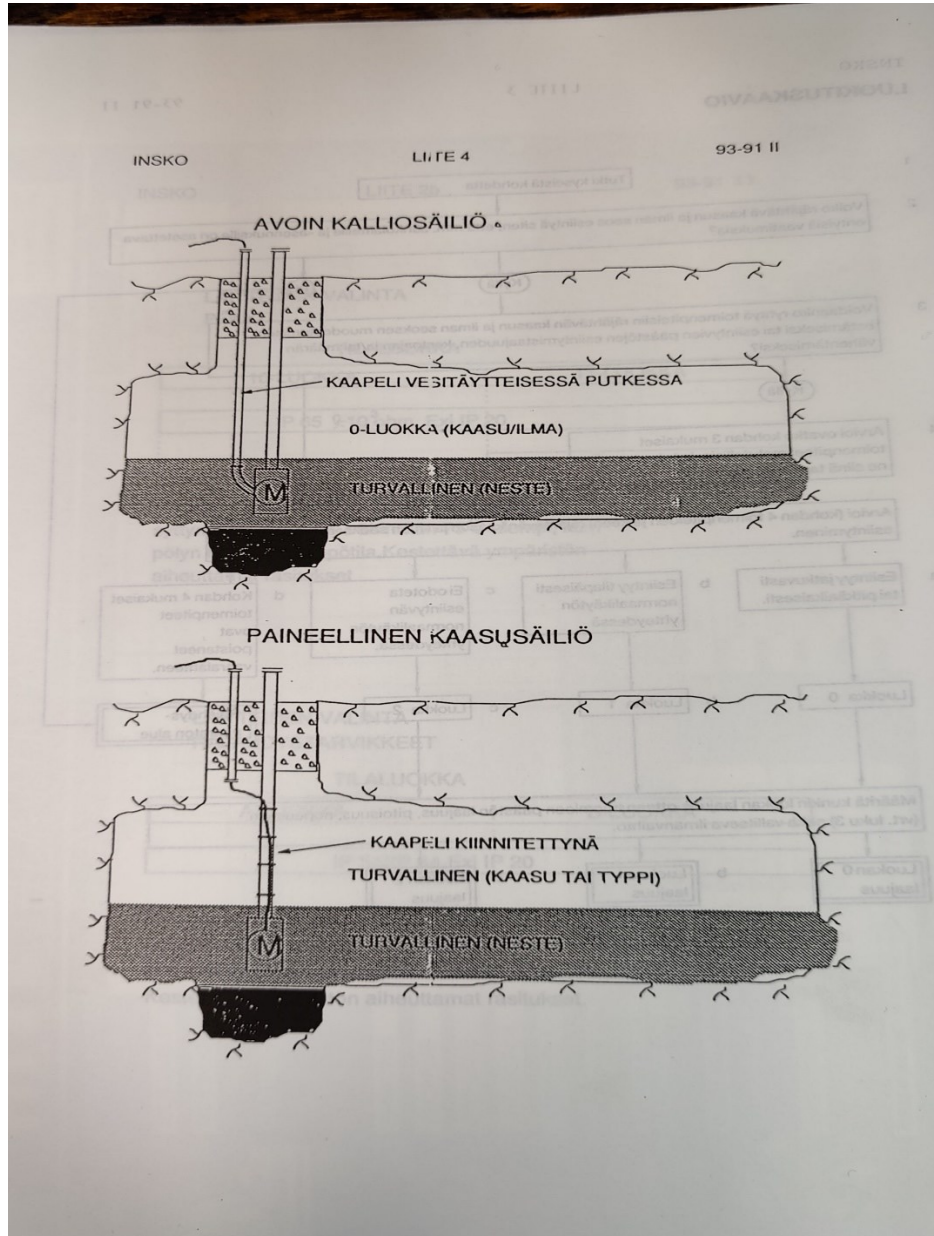
Neste Oyj:n Tornion terminaali on nestekaasuvarasto Röyttän Outokumpu Oyj:n teollisuusalueella, joka on osa Nesteen Kemin öljyterminaalia Ajoksessa. Nestekaasuterminaalin alueella on kaksi suuren koko luokan kalliosäiliötä TU1 ja TU2, sekä muiden toimijoiden teollisuustoimintaa. Säiliöiden tilavuudet ovat 85 000 m<sup>3</sup> ja 100 000 m<sup>3</sup>. Säiliöissä varastoidaan propaania 140 metrin syvyydessä. Luolassa on noin 6 Bar:n paine, joka pitää kaasun nestemäisenä. (Työntekijä 3 2023.)



Kuvio 1 Tuoteluola karkeasti esitettynä (Neste Oyj 2001.)

TU1:n ja TU2:n välissä on vesiallas, joka auttaa sulkemaan luontaisen paineen avulla kaasun alas säiliöön. (Kuviot 1 ja 2) Luola jakautuu kerroksiin, pohjalla on vesikuoppa, jonka päällä nestekaasu lepää. Veden ollessa nestemäistä propaania tiheämpää ne eivät sekoitu keskenään. Nestemäisen propaanin päällä on kaasukerros, johon nestemäinen kaasu haihtuu ajoittain. Kaiken tämän sitoo ensin kiviaineksella suljetut louhintakuilut, jotka on täytetty vedellä. Kuilujen lisäksi luolien yläpuolelle on porattu pienempiä käytäviä vedelle, jotka auttavat kaasun sitomisen luolaan. Louhintakuilut yhdistyvät luolien väliseen altaaseen.

TU1:n alueella on myös varastoituna lisäaineet, joilla on parantavia vaikutuksia perustuotteeseen. Lisäaineena käytetään metanolia ja tetrahydroiofeenia. (Työntekijä 3 2023.)



Kuvio 2 Luolarakennemalli (Neste Oyj 2001.)

## 2.2 Varastoitu tuote

*"Varastossa riittää tilavuus 200 miljoonaa maitopurkin täyttöön"* – Työntekijä, Neste Oyj, 2023

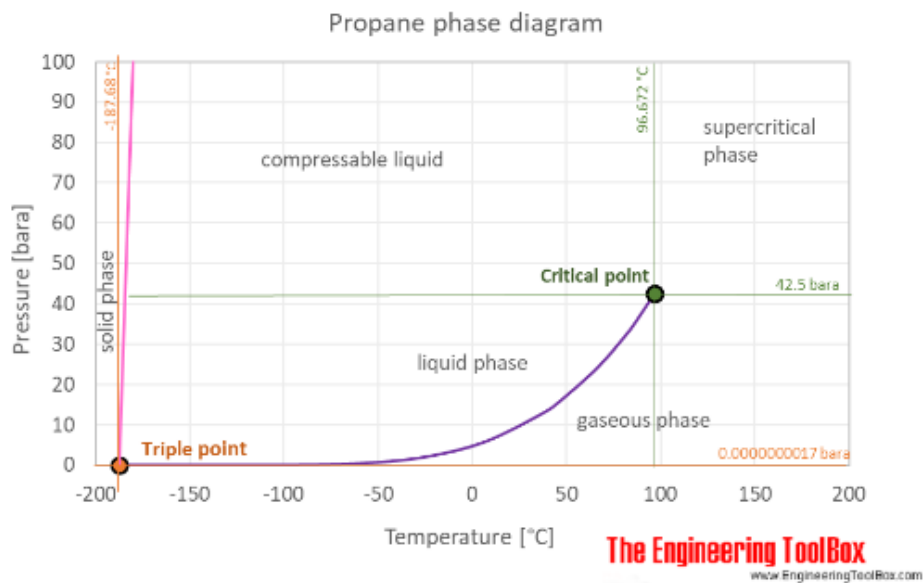
Maanalaisissa kalliosäiliöissä on varastoituna nestekaasua, eli propaania. Propaani on toinen hiilivetyseoksista, joita kutsutaan nestekaasuksi, toinen seos on butaani. Propaani on hiilivetyseos eli se on koostumus hiilestä ja vedystä. Se on siis fossiilinen polttoaine, jota syntyy maakaasun ja öljyn poraamisen yhteydessä. Sitä on myös mahdollista valmistaa teollisesti raakaöljyn tislauksen aikana, Suomessa tätä nestekaasua valmistetaan Nesteen jalostamolla. Propaani on yksi yleisimmistä nestemäisistä polttoaineista. Propaani on käytössä niin teollisuudessa, kuin kotitalouksissakin lukuisin eri käyttötarkoituksin. Sitä myös käytetään ponnekaasuna joissakin aerosolipakkauksissa. (Työterveyslaitos 2022b.)



Kuvio 3 Junavaunulastaus terminaalilla

### 2.2.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Propanin erottaa butaanista sen fysikaalisten ominaisuuksien avulla, helpoin tapa on havaita erilainen rakenne.  $C_3H_8$ , eli propaanissa on yksi hiiliatomi ja kaksi vetyatomia vähemmän kuin butaanissa. Nestekaasu pidetään nestemäisenä pääosin kuljetus- ja varastointisyistä. Syy tähän on yksinkertainen, nestemäisenä pystytään tuotetta varastoimaan ja kuljettamaan moninkertaisempi määrä kuin kaasumaisena. Esimerkkinä yksi litra nestemäistä propaania on noin 300 litraa kaasua ilmakehän paineessa. Propanin kiehumispiste  $-42^\circ\text{C}$  (kuvio 4.), mutta se pystytään saada nesteytettyä alle kymmenen ilmakehän paineen, sen ilmanpaineen ollessa kahdessakymmenessä celsiusasteessa 8,4 bar. (Työterveyslaitos 2022b.)



Kuvio 4 Propanin faasidiagrammi (The EngineeringToolBox 2008.).

### 2.2.2 Lisäaineet

Yksi tärkeä turvallisuusnäkökohta nestekaasun käytössä on sen havaitseminen, jos se vuotaa ympäristöön. Nestekaasu itsessään ei haise, mikä voi tehdä sen huomaamisen vaikeaksi. Tämä puute voisi aiheuttaa vakavia vaaratilanteita, jos vuoto jäisi huomaamatta. Siksi Suomessa myytävän nestekaasun tulee aina olla hajustettua, ellei ole Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES:n erityislupaa. Tämän takia tetrahydrofiofeenia lisätään nestekaasuun lastauksen yhteydessä. (Työntekijä 1 2023.)

Tetrahydrofiofeeni on palava ja herkästi syttyvä orgaaninen neste. Sen on mahdollista syttyä lämmön, kipinöinnin ja liekkien vaikutuksesta. Se on höyrystyessään räjähdysvaarallinen erityisesti sisätiloissa. Aineen palaessa siitä vapautuu myrkyllistä rikkidioksidia. (Työterveyslaitos 2022c.)

Eräs toinen haaste nestekaasun käytössä on sen alttius jäätymiselle kylmissä olosuhteissa. Kun nestekaasua varastoidaan tai kuljetetaan alhaisissa lämpötiloissa n. 5–8°C, se voi muuttua kiinteäksi jääksi, mikä aiheuttaa käytännön ongelmia ja voi vahingoittaa varastointi- ja kuljetusjärjestelmiä. Tämän ongelman ratkaisemiseksi käytetään erilaisia lisäaineita, kuten metanolia. (Työntekijä 1 2023.)

Metanoli on kemiallinen yhdiste, joka on tunnettu alhaisesta kiehumispisteestään ja kyvystään estää nestemäisten aineiden jäätymistä. Metanolia voidaan sekoittaa nestekaasun, erityisesti propaanin, joukkoon jo lastausvaiheessa. Erityisesti talvella, kun lämpötilat voivat laskea hyvin alhaisiksi, metanolin lisääminen nestekaasuseokseen on tärkeää. Ilman tätä lisäainetta nestekaasu voisi jäätyneen vuoksi muuttua kiinteäksi ja käyttökelvottomaksi. Tämä voi aiheuttaa merkittäviä logistisia haasteita, erityisesti silloin, kun nestekaasua kuljetetaan pitkiä matkoja tai varastoidaan ulkona kylmissä sääolosuhteissa. (Työterveyslaitos 2022a.)

### 3 TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuus on Nesteellä tärkeää. Sitä valvotaan jokaisessa toimipaikassa huolella. Työturvallisuuden edistäminen on jokaisen työnantajan ja työntekijän vastuulla. Nesteen yksi turvallisuuden peruseräkkeistä on, että jokainen pääsee turvallisesti työpäivän päätteeksi kotiin. (Neste Oyj 2023c.)

Työturvallisuutta ylläpidetään toimipaikassa muun muassa päivittäin tapahtuvilla turvallisuuskävelyillä, jossa valvotaan terminaalin alueiden yleiskuntoa ja varmistetaan turvallinen ja luotettava käyttö. Turvallisuuskävelyiden ensisijainen tavoite ennaltaehkäistä vakavien vikatiöjen syntymistä ja auttaa mahdollisten vuotojen paikantamista. Mikäli mahdolliset vuodot tapahtuvat, turvallisuuskävely mahdollista nopean reagoinnin, jolloin nestekaasua ei pääse kertymään räjähdysvaarallisiin määriin. (Työntekijä 2 2023.)

#### 3.1 Työturvallisuuslaki

*”Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtaturmia”* (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 1 §)

Työturvallisuuslailla pyritään turvaamaan työntekijöiden fyysinen ja henkinen terveys koko työuran ajan, mahdollistaen työntekijän helpon siirtymisen lopulta pois työelämästä terveenä. Työnantajaa siis sitoo huolehtimisvelvollisuus työntekijöistään. (Työturvallisuuskeskus 2019.)

### 3.2 Työnantajan velvollisuudet

Työnantajan pitää tarjota työntekijöilleen asianmukaista tietoa työpaikan mahdollisista haitta-, vaara- ja muista turvallisuustekijöistä. Seuraavat kuusi kohtaa ovat keskeinen osa työnantajan huolehtimisvelvoitetta:

1. Työnantajan on tarjottava riittävä perehdytys, kun työntekijä aloittaa uuden työn tai kun hänen nykyinen tehtävänsä muuttuu merkittävästi. Tämä sisältää informaation työpaikan olosuhteista, työ- ja tuotantomenetelmistä, työvälineiden käytöstä ja turvallisista työtavoista.
2. Perehdyksen tulee myös tapahtua uusien työvälineiden ja menetelmien käyttöönoton yhteydessä. Kun uusia työvälineitä tai tuotantomenetelmiä otetaan käyttöön, työntekijöille on annettava asianmukainen perehdytys niiden turvalliseen käyttöön.
3. Työnantajan on tarjottava koulutusta työpaikan mahdollisten haitta- ja vaaratekijöiden tunnistamiseksi, torjumiseksi, sekä niiden hallintaan. Tämä liittyy työn turvallisuuteen ja työntekijöiden terveyden suojelemiseen.
4. Työntekijöille on annettava ohjausta ja koulutusta erilaisiin ylläpitotoimiin, kuten koneiden säätöön, puhdistukseen, huoltoon ja korjauksiin.
5. Työnantajan on huolehdittava siitä, että työntekijät saavat ohjausta ja koulutusta siitä, kuinka toimia poikkeus- ja häiriötilanteissa, kuten hätätilanteissa tai onnettomuuksien tapahtuessa.
6. Työnantajan velvollisuutena on myös huolehtia siitä, että työntekijöiden tiedot päivitetään aina tarvittaessa työympäristön muutosten, uusien riskien tai parannusten yhteydessä. Nämä toimenpiteet ovat keskeisiä työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden takaamiseksi työpaikalla. Työnantajien on noudatettava näitä vaatimuksia paikallisten työsuojelusäädösten ja määräysten mukaisesti. Työntekijöillä on oikeus saada tarvittava koulutus ja perehdytys, jotta he voivat suorittaa työnsä turvallisesti ja tehokkaasti. (Yksityisalojen Esimiehet ja Asiantuntijat YTY 2023)



### 3.3 Työntekijän velvollisuudet

Työntekijän on noudatettava työnantajan toimivaltansa mukaisesti antamia määräyksiä ja ohjeita. Työntekijän on muutoinkin noudatettava työnsä ja työolosuhteiden edellyttämää turvallisuuden ja terveellisyyden ylläpitämiseksi tarvittavaa järjestystä ja siisteyttä sekä huolellisuutta ja varovaisuutta. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 4:18 §)

Työntekijän on myös kokemuksensa, työnantajalta saamansa opetuksen ja ohjauksen sekä ammattitaitonsa mukaisesti työssään huolehdittava käytettävissä olevin keinoin niin omasta kuin muiden työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 4:18 §)

### 3.4 Työturvallisuus alueen kemikaalien kanssa

Terminaalin työskentelyalueella on kolmea työn välittömässä läheisyydessä olevaa kemikaalia, kaikki vaarallisia ihmiselle ja ympäristölle. On siis tärkeää noudattaa työturvallisuusopasteita ja käyttää tarvittavia suojavarusteita. Tärkeimmät ovat henkilökohtaiset suojavarusteet: kypärä, suojalasit ja -vaatteet, turvakengät, hanskat, sekä monikaasuilmaisin. Lisänä on hyvä olla läheisyydessä hengitys- ja kuulosuojaimet. Alue on myös ATEX-alue, joten alueelle tulee viedä vain EX-suojattuja laitteita. (Työntekijä 2 2023.)

#### 3.4.1 Nestekaasu

Nestekaasu, tässä tapauksessa propaani on hiilivetyseos. Se on erittäin helposti syttyvä seos ja ollessaan ilmaa raskaampaa se painuu alas ja kerääntyy helposti maanpinnan rakoihin, kuoppiin ja muihin vastaaviin tiloihin. Nestekaasu on syttymisherkkyytensä takia erityisesti sisätiloissa räjähdysherkkä. Nestekaasu palaa yleensä pistoliekkinä, jolloin sen annetaan palaa ja pyritään turvaamaan paloalue. Ympäristöön päästyään esimerkiksi ilmassa propaani vaikuttaa ilmakehän otsoniin ja muiden taustapitoisuuksien kasvuun. Vuoto- ja valumatilanteissa se muodostaa yleensä lammikon maaperään, josta se haihtuu melko nopeasti vuodon koon mukaan. Vuotojen sattuessa tärkein on poistua välittömästi vaara-alueelta ja pyrkiä sulkemaan vuoto turvallisesti (Työntekijä 2 2023.)

Ihmisille välitön vaara tulee erityisesti sen kylmyydestä, sillä vuodon tapahtuessa siitä roiskuvat mahdolliset nestepisarat aiheuttavat paleltumia tai palovammoja niiden tullessa kosketukseen ihon tai muiden kudosten kanssa. Propani voi syrjäyttää ilman ja hapen suljetuissa tiloissa, mikä voi aiheuttaa asfyksiaation eli tukehtumisen vaaran. Nestekaasuvuodon aikana ilmenevä hapenpuute tapahtuu, kun nestekaasu ylittää 25 % pitoisuuden ilmassa. Toistuva altistuminen on myös vaarallista keskushermostolle, sekä sen on todettu vaurioittavan sisäelinkudoksia. (Työterveyslaitos 2022b.)

Nestekaasun parissa on hyvä muistaa henkilökohtainen suojaus ja monikaasuilmaisin. Sekä lisäksi hyvä käyttää kylmyydeltä suojaavia käsineitä, kun työskennellään alueella, jossa vuodosta aiheutuvat pisarat ovat mahdollisia. (Neste Oyj 2019a)

#### 3.4.2 Tetrahydrotiofeeni

Tetrahydrotiofeeni on lisäaine, jota lisätään hajusteeksi nestekaasun joukkoon. Nestekaasun hajustaminen on tärkeä turvallisuustoimenpide, se tekee nestekaasusta helposti havaittavan sen pistävän hajun ansiosta. Tämä tarkoittaa sitä, että jos nestekaasu vuotaa, sen hajusteaine useimmiten tetrahydrotiofeeni tekee vuotokohdan havaitsemisesta suhteellisen helppoa myös ulkona ja pienissä määrin. Pistävä haju varoittaa ihmisiä mahdollisesta vaarasta ja mahdollistaa nopean toiminnan isomman vaaratilanteen välttämiseksi. Nestekaasun hajustaminen on yksi niistä monista toimenpiteistä, jotka auttavat takaamaan, että nestekaasua voidaan käyttää turvallisesti ja tehokkaasti monissa eri sovelluksissa, samalla kun suojellaan ihmisten ja ympäristön turvallisuutta. (Työterveyslaitos 2022c.)

Tetrahydrotiofeeni on orgaaninen yhdiste, joka voi aiheuttaa terveysriskejä ihmisille altistumisen tapauksessa. Se on haitallinen hengitettynä, nieltynä ja sen joutuessa iholle tai silmille. Joillakin ihmisillä voi olla jopa allergisia reaktioita tetrahydrotiofeenille, mikä voi ilmetä ihottumana, nokkosihottumana tai muina allergiaoireina. Siksi on tärkeää olla tietoinen mahdollisesta allergiasta ja varovainen yhdisteen kanssa työskennellessä. Muu lyhytaikainen altistuminen nesteelle tai sen huuруille aiheuttaa mahdollisesti päänsärkyä, huimausta, pahoinvointia ja yleistä huonovointisuutta. Vakavissa tapauksissa se voi vaikuttaa hermostoon ja

aiheuttaa koordinaatiovaikeuksia tai muita neurologisia oireita. (Työterveyslaitos 2022c.)

Pelkästään ihminen ei ole vaarassa, myös ympäristölle on suuria riskejä, mikäli ainetta pääsee esimerkiksi vuotamaan. Tetrahydrotiofeeni on orgaaninen yhdiste, joka vaikuttaa ympäristöön pääasiassa sen käytön ja käsittelyn kautta teollisissa ja laboratorioympäristöissä. Aine on veteen liukeneva, liukenemisprosessi on kuitenkin aineella hidasta, jolloin se on vesieliöille ja ekosysteemille erittäin haitallinen. Tetrahydrotiofeeni ei myöskään ole maaperässä nopeasti hajoava, vaan todennäköisesti vaikutus on haitallinen ja pitkäkestoinen. (Työterveyslaitos 2022c.)

Aineen läheisyydessä työskentelyssä on hyvä muistaa henkilösuojainten, eli kypärän, henkilökohtaisen kaasuilmaisimen, sekä suojakäsineiden, -vaatteiden ja -lasien lisäksi pukea hengityssuojain, erityisesti sisätiloissa. On myös erityisen tärkeää pitää kipinät, liekit ja ylimääräinen lämpö kurissa sen välittömässä läheisyydessä aineen herkkyuden takia. (Työntekijä 2 2023.)

### 3.4.3 Metanoli

Metanoli on kirkas, väritön ja herkästi syttyvä neste, jonka luontainen haju on miedon alkoholin tuoksu. Aine on herkkä syttymään kipinän, lämmön, liekin ja staattisen sähkön vaikutuksesta. Jopa aineen höyry on syttymisherkkä pitkän matkan päästä vuotokohdasta. (Medina & Roberts 2020, 2)

Metanoli on erittäin myrkyllinen kemiallinen yhdiste, joka aiheuttaa vakavia terveysriskejä ihmisille. Sen nauttiminen tai altistuminen voi johtaa vakaviin terveysongelmiin ja jopa hengenvaaraan. Metanoli muuntuu elimistössä formaldehydiksi ja myöhemmin muurahaishapoksi. Muurahaishappo voi aiheuttaa vakavaa vahinkoa hermostoon, silmiin ja muihin elimiin. Metanolin aiheuttaman myrkytyksen oireita voivat olla päänsärky, pahoinvointi, oksentelu, vatsakipu ja sekavuus. Oireiden vakavuus riippuu altistumisen määrästä. Metanoli voi aiheuttaa peruuttamattomia näkövaurioita, jopa sokeuden, mikäli altistumisolosuhteet ovat oikeat. Metanoli voi myös vaurioittaa maksaa ja aiheuttaa munuaisvaurioita, sekä vaikuttaa hengitysteihin, mikä voi taas johtaa hengitysvaikeuksiin. Metanolin höyryt

ovat vaarallisia ja voivat ärsyttää hengitysteitä pienissäkin määrin. Suurina määrinä metanoli voi olla hengenvaarallista, ja ilman nopeaa lääketieteellistä hoitoa se voi johtaa kuolemaan. (Työterveyslaitos 2022a.)

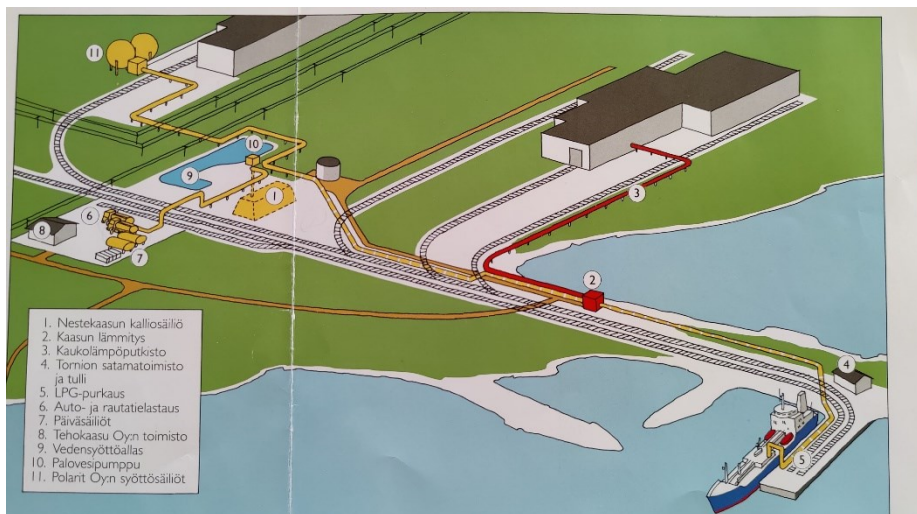
Metanoli voi aiheuttaa vakavia ympäristövaikutuksia, kun se pääsee vuotamaan tai leviämään maaperään tai vesistöön. Yksi merkittävä vaara liittyy aineen myrkyllisyyteen vesistöille. Metanoli liukenee veteen ja voi saastuttaa vesistöjä, kuten järviä, jokia ja pohjavesiä. Tämä itsessään vaikuttaa haitallisesti vedeneläimiin ja kasveihin sekä häiritä vesistön normaalia ekosysteemiä. Metanolin vuotaminen vesistöihin voi johtaa pahimmillaan eliöiden kuolemaan ja veden laadun heikkenemiseen. (Medina & Roberts 2020, 173–179)

Maaperän saastuminen on myös huolenaihe. Metanoli voi päästä maaperään esimerkiksi vuotojen tai vuotavien säiliöiden kautta. Se voi vahingoittaa maaperää ja estää kasvien kasvua. Myös maaperän mikro-organismit voivat kärsiä metanolisaasteesta. Metanolin päästöt ilmakehään ovat myös huolenaihe, sillä se on kasvihuonekaasu. Vaikka se ei ole yhtä voimakas kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi, se silti vaikuttaa ilmastonmuutokseen. Metanoli voi myös reagoida ilmakehän kanssa muodostaen otsonia ja muita ilman epäpuhtauksia. (Medina & Roberts 2020, 173–179)

### 3.5 Työturvallisuus Outokumpu Oyj:n alueella

Työturvallisuus on myös Outokummun tehtaalla ja tehdasalueella tärkeää. Jokaisen tehtaan ja tehtaan alueella työskentelevän henkilön on suoritettava tehtaan turvallisuus- ja ympäristökoulutus. Alueella sijaitsee useiden Outokummun omien ruostumattoman teräksen valmistukseen tarvittavien laitosten ja sataman lisäksi, myös muiden toimijoiden toimipaikkoja, väkeä ja toimintaa on siis paljon. Alueen turvallisuusperiaate on, että jokaisen turvallisuus lähtee omasta tekemisestä. (Outokumpu Oyj 2023.)

Työturvallisuutta alueella valvotaan Outokummun puolesta, mutta jokainen toimija on vastuussa myös toiminnastaan. Henkilösuojaimet on helpoin tapa ajaa turvallista ajattelua. Outokummulla ensisijainen tavoite on ennaltaehkäistä vaaratilanteita ja niiden tapahtumista, siksi alueella on tärkeä noudattaa työluomia ja ilmoittautumiskäytäntöjä koskevia ohjeita. (Outokumpu Oyj 2023.)



Kuvio 5 Terminaalin suuntaa antava rakenne Outokummun alueella

#### 4 PAINEILMAJÄRJESTELMÄ

Paineilma, joka on tiiviisti puristettua ilmaa, toimii monien laitteiden ja koneiden voimanlähteenä eri teollisuudenaloilla. Sen tuottaminen tapahtuu yleisimmin kompressorin avulla. Kompressorin imee ympäristöstään ilmaa ja puristaa sen ennalta määrättyyn paineeseen. Tämä puristusprosessi mahdollistaa sen, että paineilmaa voidaan varastoida ja käyttää tarvittaessa voimanlähteenä erilaisissa sovelluksissa. Paineilmajärjestelmän peruseräite on selkeä. Kun ilma on saavuttanut halutun paineen, se tulee käsitellä ennen sen syöttämistä paineilman verkostoon. Tämä käsittelyvaihe sisältää usein kuivaimien ja suodattimien käytön, jotka poistavat epäpuhtaudet ja kosteuden ilmasta. Näin varmistetaan, että paineilma on puhdasta ja sopivaa käytettäväksi eri työkaluissa ja järjestelmissä. (Croser & Ebel 2002, 24,27)

Vaikka yleinen käyttöpaine paineilman järjestelmissä on tyypillisesti 8–10 baaria, suositeltava käyttöpaine on usein hieman alempi, noin 5–6 baaria. Tämä johtuu siitä, että alhaisempi paine voi auttaa pidentämään laitteiden käyttöikää ja vähentämään käyttöön liittyviä riskejä. Tästä syystä on tärkeää, että kompressorit pystyvät tuottamaan riittävän korkean paineen järjestelmään, ottaen huomioon mahdolliset painehäviöt paineilman verkostossa. Ilman laadun varmistaminen ennen sen käyttöä on myös ensisijaisen tärkeää. Epäpuhtaudet tai kosteus voivat aiheuttaa vaurioita laitteille ja järjestelmille, mikä puolestaan voi johtaa toimintahäiriöihin ja korkeisiin korjauskustannuksiin. Epäpuhtaudet voivat aiheuttaa tukkeumia putkistoissa ja suodattimissa, joka voi luoda äkillisiä painemuutoksia tai laitteiston vajaatoimintaa. Kosteus taas lisää mahdollisesti korroosion lisääntymistä putkistossa ja komponenttien sisäinen jäätymisriski kasvaa. Siksi asianmukainen ilman puhdistus ja kuivaus ennen sen syöttämistä toimilaitteille on välttämätöntä tuottavalle ja turvalliselle toiminnalle. (Croser & Ebel 2002, 15,24,27)

#### 4.1 Terminaalin paineilmajärjestelmä

Paineilmajärjestelmä kattaa pääasiallisen terminaalin alueen: Lastauslaituri, TU1 ja TU2. Järjestelmän keskiössä on kompressoritilassa sijaitseva pääenergiälähteenä toimiva Hertz Kompessorein HGS 5.5 - tyyppin ruuvikompressori (kuvio 6), joka ylläpitää 8 bar painetta järjestelmässä 5.5 kW teholla. Toisena tärkeänä järjestelmän osana toimii PNEUDRI MIDAS - paineilman kuivainlaitteistoyksikkö, joka vastaa pääasiallisesta kosteuden poistosta järjestelmästä. Se on olennainen osa järjestelmää, sillä se varmistaa paineilman puhtauden ja kuivuuden.



Kuvio 6 Hertz HGS 5.5- tyyppin kompressori

Linjastossa, kompressoritilassa (Kuvio 7) ja tuoteluola-alueella löytyy yhteensä 17 kappaletta SMC:n valmistavia veden- ja ilmanpuhdistimia mallia AF40-F04D-A. Joiden avulla voidaan tehokkaasti poistaa järjestelmään kertynyttä kosteutta ja epäpuhtauksia myös kohteissa, esimerkiksi TU1 alueella. Nämä pienet laitteet ovat olennainen osa laitteiston toimintavarmuuden takaamista, sillä ne toimivat varajärjestelmänä, mikäli PNEUDRI MiDAS - paineilman kuivainlaitteistoyksikössä (Kuvio 8) tapahtuu toimintahäiriö. (Työntekijä 3 2023.)



Kuvio 7 Kompressoritila





Kuvio 8 PNEUDRI MIDAS-kuivain

## 4.2 Järjestelmän kriittisyys

Nestekaasu terminaalin ilmanpainejärjestelmä on kriittinen koko terminaalin toiminnan kannalta, ilman sitä ei tuotetta pystytä ajamaan luolaan tai sieltä pois. Terminaalin kaikki automatiikka toimii paineilmalla, sen ollessa kaikkein paloturvallisoin toimintamalli kipinöiden välttämiseksi. Esimerkiksi ilmanpainejärjestelmä mahdollistaa TU1 ja TU2 alueilla sijaitsevien XCV-venttiilien ajon ohjaamosta käsin, jotta tuotetta voidaan viedä varastoon ja tuoda sitä lastattavaksi kuljetukseen. Laitteisto on ihanteellinen myös vikatilanteissa, sillä XCV-venttiilin ollessa pneumaattinen jousipalautteinen sulkuventtiili, sen toimintaperiaate on yksinkertainen. Venttiiliin ajettu painearvo aukaisee venttiilin sen saavutettuaan noin 4 bar:n aukaisupaineen ja kun paine vapautetaan, sulkee jousi venttiilin. (Työntekijä 1 2023.)

Järjestelmä myös on turvallisuuden kannalta olennainen vaihtoehto esimerkiksi sähköllä toimivalle järjestelmälle. Paineilmapohjaisen järjestelmän avulla saadaan mahdollisesti vikaantuvat sähkötoimiset komponentit pois varastoidun tuotteen läheisyydestä. (Työntekijä 3 2023.)

## 5 TERMINAALIN PAINEILMAJÄRJESTELMÄN TARKASTUS

Tarkastus tapahtui kesäkuun 2023 aikana, aliurakoitsijan puolesta nestekaasu-terminaalilla Torniossa. Tarkastuksen suoritti sähköpalvelu J. Yrjänheikki Oy ja tarkastuksessa oli mukana Neste Oyj:n henkilökuntaa. Tarkastus on mahdollista suorittaa aistimääräisesti, mutta tarkkojen tulosten saamiseksi tarvitaan teknologian apua. Tässä kuvaan astuu FLUKE ii900 äänikamera, joka mahdollistaa tarkan tiedon saannin hankalissakin työkohteissa. (Kuvio 9) (Työntekijä SP 2023.)



Kuvio 9 FLUKE ii900 äänen avulla paikantaminen

### 5.1 FLUKE ii900 äänikamera ja sen toiminta

FLUKE ii900 Acoustic Industrial imager eli äänikamera on laite, jolla pystytään havaitsemaan kaasun, ilman, höyryn ja tyhjiön luoma ääniaallot ja jäljittämään helposti, mistä vuotokohdan voi paikantaa. Laite käyttää apunaan lukuisia pieniä mikrofoneja ja kameroita. Itse tekniikka ei ole yksinomaan sen käytännöllisyyden takana vaan ohjelmistot sen sisällä. Laitteen toimittajan luoma ja ylläpitämä Soundmap™, Soundsight™ itse laitteessa sekä FLUKEconnect tietokoneella, mahdollistavat parhaan käyttökokemuksen sen käyttäjälle. (FLUKE Corporation 2023.)

### 5.1.1 Kameran ominaisuudet

Olennainen osa kameran toimintaa on sen mikrofonit ja niiden ohjelmiston kyky suodattaa eri äänitaajuuudet toisistaan. Laite mahdollistaa äänensuodattamisen nolasta aina 90 kHz taajuuksille saakka, mutta tarkimman tuloksen saa 2–52 kHz taajuusalueella. Laite pystyy myös tarkan kameran ansiota ottamaan kuvia ja videoita, joista voidaan tarkkailla, miten vuoto käyttäytyy tai kuinka suuri vuoto on. Laite pystyy myös säätämään tai rajaamaan tätä äänenpainemittausta automaattisesti tai se onnistuu myös manuaalisesti käyttäjän toimesta kuten kuviossa 10 näkyy.



Kuvio 10 FLUKE ii900 akustiikkamittauksen säätö

Laite on juuri ominaisuuksiensa takia ihanteellinen juuri sähkö- tai putkistojärjestelmien tarkastukseen meluisissa ja hankalasti suunnistettavissa ympäristöissä, sillä ääni kun kaikuu kauas, pelkkä aistinvarainen tarkastelu on hankalaa teollisuuden ympäristöissä. (FLUKE Corporation 2019.)

## 5.2 Kameran tulosten analysointi

Tarkastuksesta saatuja tuloksia pystytään analysoimaan FLUKEconnect ohjelman luoman raportin avulla. Se kerää hankitut tiedot Excel-pohjaiseen ohjelmaansa, jossa niitä on helppo analysoida ja tulkita. Ohjelmalla pystytään myös laskemaan vuodoista syntyvä energian kulutus, sekä sen hinta, vuotojen ylläpitoon menevä ns. ”hukkapaine” ja vuotojen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt.

Kaikki nämä pystytään näyttämään laskennallisesti vuositasolla koottuna. Kuvio 11 löytyvät löydettyjä vuotojen määrä koko linjastolla, vuodot ovat pääosin pieniä, mutta sieltä löytyy muutama isokin vuoto. Kuva myös kertoo arvion, kuinka paljon järjestelmä kuluttaa aiemmin mainittujen parametrien kautta. (Työntekijä SP 2023.)

								<b>FLUKE</b>	
"Neste Röyttä" Vuotojen yhteenveto									
#	Tila	Tiedosto	LeakQ™	Resurssi	Resurssin ID	Arv. vuoto	Arv. kWh	Arv. kustannus	Arvio. CO2-päästöt
2	☒	Neste Röyttä_0002.as2	2.1			0.67 l/min	62.49 kWh	7 EUR/vuosi	23.2 kg/vuosi
5	☒	Neste Röyttä_0005.as2	4.3			4.1 l/min	380.1 kWh	42 EUR/vuosi	141.1 kg/vuosi
7	☒	Neste Röyttä_0007.as2	2.1			2.08 l/min	192.86 kWh	21 EUR/vuosi	71.6 kg/vuosi
8	☒	Neste Röyttä_0008.as2	2.1			0.67 l/min	62.49 kWh	7 EUR/vuosi	23.2 kg/vuosi
10	☒	Neste Röyttä_0010.as2	2.1			2.08 l/min	192.86 kWh	21 EUR/vuosi	71.6 kg/vuosi
14	☒	Neste Röyttä_0014.as2	2.1			2.08 l/min	192.86 kWh	21 EUR/vuosi	71.6 kg/vuosi
15	☒	Neste Röyttä_0015.as2	2.2			1.08 l/min	99.78 kWh	11 EUR/vuosi	37 kg/vuosi
16	☒	Neste Röyttä_0016.as2	2.1			0.67 l/min	62.49 kWh	7 EUR/vuosi	23.2 kg/vuosi
17	☒	Neste Röyttä_0017.as2	2.1			0.67 l/min	62.49 kWh	7 EUR/vuosi	23.2 kg/vuosi
18	☒	Neste Röyttä_0018.as2	2.8			3.78 l/min	350.84 kWh	39 EUR/vuosi	130.2 kg/vuosi
19	☒	Neste Röyttä_0019.as2	2.1			2.08 l/min	192.86 kWh	21 EUR/vuosi	71.6 kg/vuosi
20	☒	Neste Röyttä_0020.as2	2.8			3.76 l/min	349.33 kWh	38 EUR/vuosi	129.6 kg/vuosi
21	☒	Neste Röyttä_0021.as2	2.2			2.29 l/min	212.29 kWh	23 EUR/vuosi	78.8 kg/vuosi
22	☒	Neste Röyttä_0022.as2	2.2			2.18 l/min	202.15 kWh	22 EUR/vuosi	75 kg/vuosi
24	☒	Neste Röyttä_0024.as2	4.2			9.75 l/min	904.72 kWh	100 EUR/vuosi	335.7 kg/vuosi
25	☒	Neste Röyttä_0025.as2	2.1			0.96 l/min	88.96 kWh	10 EUR/vuosi	33 kg/vuosi
26	☒	Neste Röyttä_0026.as2	3.0			4.35 l/min	404.04 kWh	44 EUR/vuosi	149.9 kg/vuosi
27	☒	Neste Röyttä_0027.as2	2.1			2.08 l/min	192.86 kWh	21 EUR/vuosi	71.6 kg/vuosi
28	☒	Neste Röyttä_0028.as2	2.1			2.08 l/min	192.86 kWh	21 EUR/vuosi	71.6 kg/vuosi
<b>Yhteensä</b>						<b>47.4 l/min</b>	<b>4399.3 kWh</b>	<b>483 EUR/vuosi</b>	<b>1632.6 kg/vuosi</b>

Kuvio 11 FLUKE vuotojen yhteenvetoraportti 2023

### 5.2.1 Energiatehokkuus

Energiatehokkuudella tässä tarkastuksen loppuraportissa (Kuvio 7) tarkoitetaan vuoden aiheuttamaa teoreettista sähkön kulutusta vuositasolla. Yhteensä puhutaan miltein 4399,3 kWh vuosikulutuksesta, kulutus ei ole iso tällaisessa järjestelmässä. Kuitenkin ylimääräinen kustanne olisi vältettävissä vuotojen tukkimisella. (Työntekijä SP 2023.)

### 5.2.2 Paineen ja tehon menetys

Järjestelmää pyörittävä laite on Hertz Kompressoren HGS 5.5 - tyyppin ruuvikompressori eli se on teholtaan 5.5 kW. Raportista ilmenee, että järjestelmässä olevien vuotojen kokonaisuus on n. 50 litraa minuutissa. FLUKEconnect-järjestelmä onnistuu siis vertaamaan näitä lukuja ja laskemaan hukkaan menevän tehon, jonka kompressori joutuu käyttämään vuotojen menetyksen paikkaamiseen. Laskennallisesti tehon menetys on 2.2 kW luokkaa. Mikä lisää kompressorin käyttötunteja ja johtaa laitteiston käyttöiän lyhentymiseen huomattavasti. Tämä puolestaan vaikuttaa negatiivisesti koko järjestelmän toimintaan ja aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia huolto- ja korjaustoimenpiteissä. (Työntekijä SP 2023.)

### 5.2.3 Ilmastoystävällisyys

Ilmastoystävällisyys on yksi Nesteen päätavoitteista jo pitkään. Raportin ja tarkastuksen avulla pystytään mahdollistamaan tarkempi laitteiston energiankulutuksen valvonta terminaalilla. Tämä mahdollistaa sen, että huoltoihin liittyvät operatiiviset päätökset voidaan tehdä faktoihin perustuen ilman arvailua, mikä edistää energiatehokkuutta ja säästöjä pitkällä aikavälillä. (Työntekijä 2 2023.)

Raportti kattaa myös hyvän tiedon menetetyistä suorituskyvystä, näin ollen se mahdollistaa jatkuvan parantamisen ja optimoinnin tulevaisuutta varten. Tämä on keskeistä kestäväen kehityksen näkökulmasta, kun organisaatio pyrkii pienentämään hiilijalanjälkeään ja saavuttamaan koko ajan kasvavat ympäristötavoitteensa. Raportista saatu tieto esimerkiksi 1632.6 kilogramman hiilidioksidipäästöistä vuodessa auttaa mahdollistamaan nopean torjunnan kasvavalle päästöille. Pitää pystyä nähdä kulutuksen määrä, jos sen antaa vuotaa kuinka paljon turhaa päästöjä on esimerkiksi 10 vuoden jälkeen. (Työntekijä 2 2023.)

## 6 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA

Opinnäytetyön aikana valmistellaan terminaalin paineilmajärjestelmälle ennakkohuoltosuunnitelma, jota pystytään käyttämään järjestelmän ylläpidossa ja sen kunnan takaamisessa. Ennakkohuoltosuunnitelma mahdollistaa helpon toimenpiteiden seuraamisen, suunnitelma kertoo myös selkeästi käytettävistä huoltotoimista, joita suoritetaan kalenterivuoden aikana. Ennakkohuoltosuunnitelma toimii pohjamallina toiminnanohjausjärjestelmä SAP:n, jonka kautta toimeksiantaja voi luoda käyttämäänsä kalenteriin suunnitelmaa mukailevan huoltosuunnitelman. Ohjelman kautta työt kuitataan valmiiksi, kun ne on suoritettu. Tämän avulla pystytään valvomaan töiden kulkua ajallaan.

Suunnitelma sisältää käytettävät huoltotoimenpiteet, järjestelmään kuuluvat osat ja komponentit, sekä niiden suunnitellut ajankohdat. Suunnitelmaa seuraamalla toimenpiteitä suorittava henkilö ja niitä valvova toimija pystyy pysymään ajan tasalla suoritettavista huoltotoimenpiteistä ja varmistamaan laitteiston sujuvan toimivuuden ja helpottaa järjestelmän yleisen kunnonvalvontaa toimeksiantajan käyttämän kalenterin kautta. Ennakoiva kunnonvalvonta edesauttaa ongelmien huomaamista ajoissa ja ennaltaehkäisemään vaara- sekä vikatilanteita.

## 6.1 Huoltotoimenpiteet

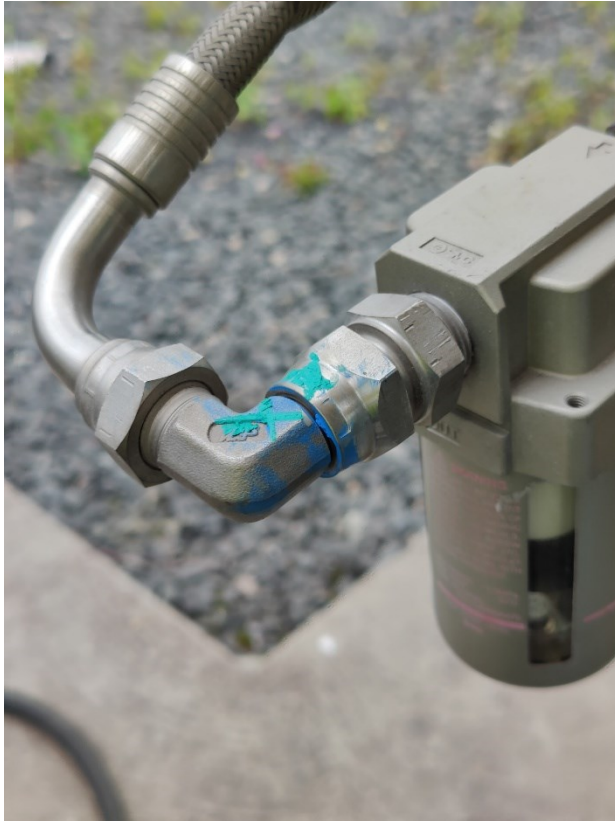
Huoltotoimenpiteet esitetään ennakkohuoltosuunnitelman toisella sivulla ja toimenpiteet on avattu enemmän selkeyttääkseen suunniteltua työtä. Tärkein itse suoritettava työ suunnitelmassa on aistinmääräinen tarkastaminen, eli järjestelmän yleistä kuntoa tarkkaillaan näkö-, kuulo- ja tuntoaisteja käyttäen. Hajuaistilla on myös hyötynsä, mikäli vuotoja ilmenee. Aistinmääräisen tarkastuksen aikana havaittuja liitosvuotoja (kts. Kuvio 12), voidaan yrittää kiristää itse, kunhan on varmistettu järjestelmän paineettomuus.



Kuvio 12 Toimilaiteliitos järjestelmässä



Toinen tärkeä päivittäinen toimi varsinkin kosteaan vuodenaikaan on varmistaa veden- ja ilmansuodattimien toimivuus, niiden ollessa varajärjestelmä pääkuivaimelle (kts. Kuvio 13). Niiden toimivuus varmistetaan helposti raottamalla suodattimen pohjassa olevaa proppua, tämä päästää mahdollisen kertyneen veden pois tai päästää vain ilmaa pois. Tämä kuitenkin on merkki siitä, että vedenerotin toimii.



Kuvio 13 Vedenerotin ja merkitty vuotava liitos

On myös tärkeää tarkkailla kompressorin ja pääkuivaimen toimintaa, onko se normaalista poikkeava ja vuotaako kompressorin esimerkiksi. Sekä kuivaimelle ja kompressorille on ulkoinen toimitsija, joka on vastuussa vuosihuoltojen suorituksesta sopimuksen mukaan. Ulkopuolisen toimijan mukaan kompressorin huoltoon kuuluu pääpiirteittäin öljyn-, ilman- ja jäähdytinsuodattimien tarkastus ja vaihto, hihnojen ja kytkinten tarkastuksen ja vaihdon, sekä moottorinlaakereiden rasvaus ja tarkistus, sekä vuotojen tarkistus. Pääkuivaimen kanssa tärkein on suodattimien/erottimien, sekä letkujen tarkastus ja vaihto. (Työntekijä 1 2023.)

#### 6.1.1 Huoltojen määrä ja ajankohdat

Ennakkohuoltosuunnitelmassa määritellään tarvittavat huoltotoimenpiteet kolmella eri aikatasolla. Toimenpiteet on määritelty suoritettavaksi päivittäin, viikoittain ja vuosittain. Näin pystytään varmistamaan järjestelmän toimivuus ympäri vuoden.

Huoltosuunnitelmaan on lajiteltu tarvittavat huoltosuoritteet. Helpot ja nopeat toimenpiteet on määritelty tapahtuvaksi päiväkohtaisesti, esimerkiksi suoritettavaksi päivittäisen turvallisuuskävelyn yhteydessä, tehtäviä on kokonaisuudessa yhdeksän kappaletta. Viikkokohtaisesti on määritelty suoritettavaksi sellaiset toimenpiteet, jotka eivät pääse vuorokaudessa tapahtumaan. Tällöin vältetään työtehtävän turhalta toistamiselta liian tiheästi. Vuosittain on suunnitelmassa määritelty hitaasti kehittyvien vikojen estäminen esimerkiksi putkiston korroosiokertymä. Myös ennakoiva tarkastus koko linjastolle on helpompi suorittaa esimerkiksi keuhkaisin, jolloin lumi ei vaikeuta pääsyä linjaston jokaiseen osaan. Isojen huoltojen kohdalla on suositeltavaa, niiden ajoittaminen kuivaan vuoden aikaan, jotta voidaan välttää turha kosteuden kertyminen järjestelmään.

## 6.2 Suunnitelman laadinta

Suunnitelman laadinta alkaa yksinkertaisesta ranskalaisilla viivoilla kerätystä luettelosta, johon kerättiin toimenpiteet ja niiden mahdollinen ajankohta. Tästä työstettiin keräämällä tarkempaa dataa järjestelmästä ja sen eri toiminnoista. Datasta pystyi työstämään Excel-ohjelmiston avulla taulukkomuotoisen helposti luettavan listan vaadittavista toimenpiteistä ja niiden aikaväleistä. Toimenpiteistä tehdään myös tehtävä SAP:n, josta nähdään tehtävien suoritteet.

Suunnitelmassa myös selitetään toimenpiteet tarkemmin ja kerrotaan myös laitteistosta. Suunnitelmassa on myös kerrottu lisätietoina tarvittavat tiedot komponenteille, jotka hoidetaan ulkoisen toimijan kautta kuten vuosihuollot. Toiselle sivulle myös annettu suositeltu toimenpide, joka hyvä suorittaa järjestelmälle tietyn väliajoin, jotta pystytään tarkemmin valvomaan järjestelmän kuntoa. (kts. Liite 1)

Taulukko muotoiltiin muotoon, jossa toimenpiteet ja komponentit on lajiteltu kohdealueittain (kts Liite 2). Tämän avulla työtä suorittava henkilö pystyy mahdollisemman vaivattomasti keskittymään kyseisen huoltoalueen huoltotoimenpiteisiin. Tällöin myös vältetään muiden alueiden huoltotoimenpiteiden sekoittumista keskenään. Tämän avulla työn suorittaja pystyy selkeästi toimimaan alueen huoltotarpeiden mukaan, välttämällä sitä mahdollisuutta, että huoltotoimi jäisi suorittamatta.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Neste Oyj:n Kemlin öljyterminaalin Tornion toimipisteen nestekaasuterminalilla olevan paineilmajärjestelmän nykyinen kunto, tärkeintä oli selvittää, onko järjestelmässä vuotoja ja niiden aiheuttamia kustannuksia. Opinnäytetyössä selvityksen lisäksi laadittu ennakkohuoltosuunnitelma tulee käytettäväksi järjestelmän ylläpidossa ja huollossa, se tulee myös helpottamaan toimeksiantajaa suunnitelman siirrossa omaan huoltokalenteriin. Järjestelmän tarkastus ja ennakkohuoltosuunnitelman teko olivat tarpeellisia, sillä terminaali oli edeltävänä vuonna uusinut kompressorin ja kuivaimen. Tarkastuksella haluttiin myös päästä perille järjestelmän kustannus- ja ylläpitomenoista. Tarkastukseen käytettiin ja samalla tutustuttiin uuteen etsintätekniikkaan käyttämällä FLUKE ii900 äänikameraa.

Ennakkohuoltosuunnitelma tulee myös toimimaan pohjana terminalille, kun se siirretään SAP-järjestelmään, josta se pystytään siirtämään helposti huoltokalenteriin. Tämä mahdollistaa helpon seurannan töille ja suoritettaville toimenpiteille. Kun toimeksiantaja on siirtänyt opinnäytetyössä tehdyn suunnitelman, sen muokkaaminen ja soveltaminen on helpompaa, kuin paperisessa muodossa.

Työssä tarkastettiin koko paineilmajärjestelmä ja paikallistettiin sieltä löytyneet vuotokohdat. Alun perin tarkoitus oli luoda huoltosuunnitelma vikojen korjaamiseksi, mutta tämä päätettiin muuttaa ennalta ehkäisevään suunnitelmaan, vuotojen ollessa pieniä ja helposti korjattavia. Ennakkohuoltosuunnitelmalla terminaali pystyy hyödyntämään sitä varsinaisten vuotojen paikkauksen jälkeen, ylläpitämään ja huoltamaan järjestelmää.

Opinnäytetyö oli itselle todella opettavainen ja mielenkiintoinen kokemus. Työssä päästiin tutustumaan paineilmajärjestelmään ja laitteistoon, jolla pystytään helposti tarkastamaan laajoja järjestelmäkokonaisuuksia laajasti. Itselle tärkeintä oli saada kokemusta työsuunnittelusta ja mahdollisuudesta tutustua todella yleiseen, mutta erittäin tärkeään osaan teollisuudessa, paineilmaan.

## LÄHTEET

Croser P. & Ebel F. 2002. Pneumatics – Basic level. Viitattu 23.02.2023.  
<https://docplayer.net/13102345-Peter-croser-frank-ebel-pneumatics-basic-level.html>

FLUKE Corporation 2019. FLUKE ii900/910 user manual. Viitattu 20.10.2023.  
[https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/ii900\\_\\_\\_umeng0200\\_0.pdf?gNT.\\_z2.f\\_eGArRndTDQvN1qzjnLV3Zh](https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/ii900___umeng0200_0.pdf?gNT._z2.f_eGArRndTDQvN1qzjnLV3Zh)

FLUKE Corporation 2023. FLUKE ii900 product page. Viitattu 19.12.2023.  
<https://www.fluke.com/en/product/industrial-imaging/sonic-industrial-imager-ii900#>

Medina E. & Roberts R. 2020. Safe Handling manual 5th edition. Metanolin turvallisen käsittelyn opas. Viitattu 6.10.2023 [https://www.methanol.org/wp-content/uploads/2020/03/Safe-Handling-Manual\\_5th-Edition\\_Final.pdf](https://www.methanol.org/wp-content/uploads/2020/03/Safe-Handling-Manual_5th-Edition_Final.pdf)

Neste Oyj 2001. Neste Engineering Tornio-esittelylehtiö. Viitattu 09.10.2023

Neste Oyj 2019. Käyttöturvallisuustiedote propaani. Viitattu 09.10.2023  
[https://www.neste.fi/static/ktt/10588\\_fin.pdf](https://www.neste.fi/static/ktt/10588_fin.pdf)

Neste Oyj 2023a. Historia. Viitattu 20.11.2023  
<https://www.neste.fi/konserni/tietoa-meista/strategia/muutosmatkamme>

Neste Oyj 2023b. Tuotanto, Porvoo Viitattu 09.12.2023  
<https://www.neste.fi/konserni/tietoa-meista/tuotanto/porvoo>

Neste Oyj 2023c. Turvallisuus. Viitattu 17.10.2023  
<https://www.neste.fi/konserni/vastuullisuus/turvallisuus>

Outokumpu Oyj 2023. Turvallisuuskoulutusmateriaali Tornion tehdasalue Powerpoint. Viitattu 18.10.2023 <https://otke-cdn.outokumpu.com/-/media/files/locations/tornio/safety/tornio-kuumavalssaamo-yleiset-turvallisuusohjeet.pdf?revision=796bccb8-770e-4136-9302-9a88533bcda0&modified=20220912112445&hash=DB7550A03C78839AC971B68AB2904995>

The EngineeringToolBox 2008. Propane - Thermophysical properties. Viitattu 19.11.2023 [https://www.engineeringtoolbox.com/propane-d\\_1423.html](https://www.engineeringtoolbox.com/propane-d_1423.html)

Työntekijä 1 2023. Neste Oyj. Työntekijän haastattelu 28.08.2023

Työntekijä 2 2023. Neste Oyj. Työntekijän haastattelu 28.08.2023

Työntekijä 3 2023. Neste Oyj. Työntekijän haastattelu 28.08.2023

Työntekijä SP 2023. Sähköpalvelu J. Yrjänheikki Oy. Työntekijän haastattelu 30.09.2023

Työterveyslaitos 2022a. OVA-ohjeet metanoli. Viitattu 6.10.2023  
<https://ova.ttl.fi/metanoli>

Työterveyslaitos 2022b. OVA-ohjeet nestekaasut. Viitattu 7.10.2023  
<https://ova.ttl.fi/nestekaasut>

Työterveyslaitos 2022c. OVA-ohjeet tetrahydrotiofeeni. Viitattu 05.10.2023  
<https://ova.ttl.fi/tetrahydrotiofeeni>

Työturvallisuuskeskus 2019. Työsuojelu ja työturvallisuus -opas. Viitattu 12.10.2023  
<https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/04/Tyoturvallisuus-ja-tyosuojelu.pdf>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738

Yksityisalojen Esimiehet ja Asiantuntijat YTY 2023. Tietopankki työsuhteessa. Viitattu 04.10.2023  
<https://www.yty.fi/tietopankki-tyosuhteesta-2/tyoturvallisuus>

## LIITTEET

## Liite 1. Ennakkohuoltosuunnitelma sivu 1.

## Ennakkohuoltosuunnitelma

Tornion Nestekaasuterminaalin paineilmajärjestelmä			
<b>Lastausalue</b>			
Tehtävä	Päivittäin	Viikottain	Vuosittain
Vedenerottimien tarkastus (2 kpl)	X		
Aistimääräinen tarkastaminen	X		
Tarkastaminen vuodonilmaisuaineella			X
<b>TU1</b>			
Tehtävä	Päivittäin	Viikottain	Vuosittain
Vedenerottimien tarkastus (7 kpl)	X		
Aistimääräinen tarkastaminen	X		
Tarkastaminen vuodonilmaisuaineella			X
<b>TU2</b>			
Tehtävä	Päivittäin	Viikottain	Vuosittain
Vedenerottimien tarkastus (7 kpl)	X		
Aistimääräinen tarkastaminen	X		
Tarkastaminen vuodonilmaisuaineella			X
<b>Kompressoritila</b>			
Tehtävä	Päivittäin	Viikottain	Vuosittain
Vedenerottimien tarkastus (1 kpl)	X		
Aistimääräinen tarkastaminen	X		
Tarkastaminen vuodonilmaisuaineella			X
Kompressorin öljyntarkistus		X	
Kuivaimen tarkistus, sekä kanisterin tyhjennys	X	X	
Kompressorin huoltotilaus*			X
Pääkuivaimen huoltotilaus*			X
<b>Linjasto</b>			
Tehtävä	Päivittäin	Viikottain	Vuosittain
Tarkastaminen vuodonilmaisuaineella			X
<b>Lisätiedot:</b>			
Kompressorin huoltotilaus*	Toteutetaan ulkoisen toimijan kautta		
Kanisterin tyhjennys*	Kanisteri hyvä tarkistaa päivittäin ja tyhjentää viikottain		
Pääkuivaimen huoltotilaus*	Toteutetaan ulkoisen toimijan kautta		

## Liite 2. Ennakkohuoltosuunnitelma sivu 2.

Tornion Nestekaasuterminaali paineilmajärjestelmä	
Vedenerottimien tarkastus:	Vedenerottimien tarkastaminen tapahtuu tarkkailemalla, onko pohjalla olevassa säiliössä kosteutta, jos on se poistetaan raottamalla pohjassa olevaa proppua tai painamalla "nänniä". Vedenerottimena SMC:n valmistama esimerkiksi AF40-F04D-A malli.
Aistimääräinen tarkastus:	Tarkastetaan aamukierroksen yhteydessä kuuntelemalla ja tunnustelemalla, onko linjastossa tai liitoksissa vuotoja. Liitoksia voi kokeilla kiristää tai keskustella työnjohdon kanssa jatkotoimenpiteistä.
Tarkastaminen vuodonilmaisu aineella:	Käydään linjastoa ja sen liitoksia läpi aerosolisuihkeella tarkkaillen löytyykö vuotokohtia linjastosta, toimilaiteliitoksista tai toimilaitteista. Käytetään työhön soveltuvaa vuodonilmaisu suihketta.
Kompressorin öljyntarkastus:	Aamukierroksen aikana katsotaan, että kompressorin toiminta on normaali ja tarkistetaan öljyntaso, sekä näkykö missään öljyvuotoja. Katsotaan myös vilkkuuko huoltovalo laitteessa.
Pääkuivaimen tarkastus ja kanisterin tyhjennys:	Aamukierroksen aikana tarkastetaan pääkuivaimen toimintatila ja vilkkuuko esimerkiksi huoltovalo. Kuivaimen liitetty kanisteri tyhjenetään täytyessään erilliseen jäteöljyastian alueella. Pääkuivain on PNEUDRI MIDAS -paineilman kuivainlaitteisto
Kompressorin huoltotilaus:	Kompressoriin tilataan huollot, kun käyttötunnit tulevat täyteen tai ilmenee ongelmia niiden toiminnassa. Kompressorien huollot suorittaa ulkoinen toimija. Kompressori on Hertz Kompressoren HGS 5.5 - tyyppin ruuvikompressori.
Suositellut toimenpiteet jatkoa varten:	
Audiokuvaus:	Tuotantoalue on hyvä audiokuvata tietyn väliajoin, jotta vältetään huomaamattomien vuotojen kasvu liian suuriksi. Audiokuvaus on suoritettu ulkoinen toimija. Audiokuvaaminen on suoritettu aikaisemmin FLUKE ii900 äänikameraa käyttäen. Kuvauksen aikaväliä suositellaan ainakin viiden vuoden välein suoritettavaksi.