

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketoiminnan logistiikka

Kuljetus-, varastointi- ja logistiikkapalveluiden kehittäminen

2011

Mikko Juopperi

# KAASUJEN VARASTOINNIN KEHITTÄMINEN

– Case: Ahlsell Oy, Uusikaupunki



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Liiketoiminnan logistiikan koulutusohjelma | Kuljetus-, varastointi- ja logistiikkapalveluiden kehittäminen

Opinnäytetyön valmistumisajankohta | Sivumäärä  
Joulukuu 2011 | 36

Ohjaaja  
Rauni Jaskari

Mikko Juopperi

## KAASUJEN VARASTOINNIN KEHITTÄMINEN

### Case: Ahlsell Oy, Uusikaupunki

Opinnäytteessä suunniteltiin Oy AGA Ab:n Uudenkaupungin jakelupisteeseen kaasuväestön layout, joka täyttäisi paloturvallisuusvaatimukset. Paloturvallisuustarkastuksen läpäisemiseksi väestön muokkaus on välttämätöntä. Työ toteutettiin käytännön työnä, ja suunnitellun layoutin on tarkoitus korvata entinen layout mahdollisuuksien mukaan.

Ongelmana väestössä on keskenään sopimattomien kaasujen liian läheinen sijoitus. Työn tarkoituksena on väestön vaatimien muutosten toteuttamisen ohella saada väestö toimimaan mahdollisimman hyvin ja tehokkaasti. Nykyisellään yrityksen henkilöstö on erittäin tyytyväinen väestön toimivuuteen, ja olennaiset muutosehdotukset nostattanevat vastarintaa. Odotusarvona työn lopputulokselle on paras mahdollinen ratkaisu, joka täyttää paloturvallisuuskriteerit.

Työn teoriapohjaan sisältyy väestöinnin perusteita, hyvän layoutin suunnittelun ohjeita sekä tietoa kaasujen väestöinnille asettamista ehdoista. Teorian antamia suuntaviivoja noudattaen suunniteltiin jakelupisteen väestöön uusi layout, joka korvaisi edellisen.

Työn tuloksena syntyi uusi layout-malli, joka otetaan käyttöön väestössä. Malli kuitenkin vaatii uusien väestöintiyksiköiden hankintaa, joita ei työn valmistusvaiheessa vielä ollut saatavilla. Tämän vuoksi työn valmistusvaiheessa layoutia ei vielä voitu ottaa käyttöön, joten tulosten arviointi jäi vielä käytännön tiedon puuttuessa marginaaliseksi.

ASIASANAT:

Nestekaasu, varastointi, teollisuuskaasu, layout.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business Logistics | Development of transport, storage and logistic services

Completion of the thesis | Total number of pages  
December 2011 | 36

Instructor  
Rauni Jaskari

Mikko Juopperi

## DEVELOPMENT OF GAS STORAGE

### Case: Ahlsell Oy, Uusikaupunki

The purpose of this thesis was to design a new gas storage layout for Ltd. AGA JSC's outlet located in Uusikaupunki to follow the fire safety regulations by changing the current layout as little as possible. To pass the fire safety inspection it is necessary to modify the current warehouse. The task was carried out as a practical work and the purpose of the planned layout was to replace the former layout if possible.

The main problem in the warehouse was that there was an incorrect placement of incompatible gases. The purpose of the work was to make necessary changes and still keep the warehouse as efficient and effective as possible. The personnel were satisfied with the current layout, so major changes would probably cause protests. The expectation for the result was that the new layout would be the best available option, which would fulfill fire safety criteria.

The theoretical base for the work includes the basics of warehousing, instructions for a good layout design and information about conditions of warehousing gases. Using the guidelines given by theoretical base a new layout was designed for the outlets gas warehouse that was supposed to replace the old one.

The result of this thesis was a new layout that will be brought to use. The layout however requires acquisition of some new storage units that were not available by the time this thesis was completed. Because of that, by the completion time of this thesis, the new layout was not yet in use, so the evaluation of the results remained marginal due to lack of practical experience.

#### KEYWORDS:

Liquid gas, warehousing, industrial gas, layout.

## KÄYTETTY SANASTO

Propani	Nestekaasu eli polttoaine, joka sisältää hiilivetyä
Inerti	Kaasu, joka ei kykene muodostamaan reaktiota muiden kaasujen kanssa.
Teollisuuskaasu	Eri teollisuudenaloilla käytettäviä kaasuja, joko puhtaina tai seoksina.
Layout	Fyysisten osien sijoittelumalli.

# SISÄLLYS

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 OY AGA AB</b>	<b>9</b>
<b>3 VARASTOINTI</b>	<b>10</b>
3.1 Varaston määritelmä	10
3.2 Varaston suunnittelu	10
3.3 Hyvä varasto	11
3.4 Ulkovarastointi	12
<b>4 KAASUJEN VARASTOINTI</b>	<b>13</b>
4.1 Kemikaalien säilytys	13
4.2 Pullojen varastointi	15
4.3 Kaasujen käsittely	15
<b>5 KAASUT</b>	<b>18</b>
5.1 Nestekaasu	18
5.2 Teolliset kaasut	18
5.2.1 Puhtaat kaasut	18
5.2.3 Teollisten kaasujen käyttötarkoitukset	19
5.3. Kaasupakkaukset	19
5.3.1 Nestekaasujen pakkaukset	20
5.3.2 Teollisten kaasujen pakkaukset	20
5.4 Kaasujen jaottelu perusominaisuuksien perusteella	22
<b>6 TYÖN LÄHTÖKOHDAT</b>	<b>23</b>
6.1 Nykytilanne	23
6.2 Kaasujen varastoon toimitus	24
6.3 Vanha layout	24
<b>7 UUDEN LAYOUTIN SUUNNITTELU</b>	<b>27</b>
<b>8 MUUTOKSET JA NIIDEN HYÖDYT JA HAITAT</b>	<b>31</b>
8.1 Arvioidut hyödyt	31

8.1.1 Varaston selkeys	31
8.1.2 Trukinkäyttö varastossa helpompaa	31
8.1.3 Nestekaasujen täydennyskuljetusten helpottuminen	32
8.2 Arvioidut haitat	32
8.2.1 Nestekaasukaapit	32
8.2.2 Peräkkäin asetetut korit	32
8.2.3 Palautuskorit varaston ulkopuolella	33
<b>9 POHDINTAA JA TULOSTEN ANALYSOINTIA</b>	<b>34</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>35</b>
<b>KUVAT</b>	
Kuva 1. Varoitusmerkit vasemmalta: hapettavaa kemikaalia, räjähdysherkkä tila, helposti syttyvää kemikaalia	14
Kuva 2. Yhden pullon kuljettamiseen suunniteltu pullokärryt	16
Kuva 3. Kaasupaketti trukin haarukassa	16
Kuva 4. Erilaisia nestekaasupakkauksia; takana 10-11 –kiloiset, edessä 2-, 5- ja 6-kiloiset.	20
Kuva 5. Teollisien kaasujen pullot. Vasemmalta: 5-, 10-, 20-, 40- ja 50-litraiset pullot.	21
Kuva 6. Kaasupaketteja; erona koreihin, että kaasupullot on liitetty sarjaan.	22
Kuva 7. Varasto alkutilassa, huomion arvoiset artikkelit nimetty.	25
Kuva 8. Pihan tilanne.	26
Kuva 9. Pihan laajennusmahdollisuudet.	27
Kuva 10. Nestekaasukaappi.	28
Kuva 11. Uusi varaston layout, jossa nestekaasut poissa varastosta.	29

# 1 JOHDANTO

Kaasujen varastointi on varastoinnin yksi harvinaisimmista muodoista. Kaasuja varastoivien yritysten tulee varastoja suunnitellessaan ja ylläpitäessään kiinnittää huomiota tavallisen varaston turvallisuusmääräysten lisäksi kyseessä olevien kaasujen turvallista varastointia koskeviin määräyksiin.

Tämä työ on tehty Ahlsell Oy:lle joka jälleenmyy tiloissaan Oy AGA Ab:n tuotteita. AGA valmistaa ja markkinoi teollisuus- ja erikoiskaasuja sekä näiden lisäksi niiden käyttöön liittyvää tekniikkaa ja palveluita. Kohteena on AGA:n Uudenkaupungin jakelupiste ja sen kaasuväestö, joka on Ahlsell Oy:n yhteydessä.

Tarkoitukseni oli suunnitella kaasuväestöön uusi layout. Vanha layout ei läpäissyt kesän 2011 paloturvallisuustarkastuksesta, ja koska minulla ei vielä tuolloin opinnäytetyölle ollut aihetta, otin tehtäväkseni suunnitella uuden, paremman, toimivamman ja ennen kaikkea paloturvallisuusohjeiden mukaisen layoutin. Tarkastuksessa selvisi, että palavat ja hapettavat kaasut oli sijoitettu liian lähelle toisiaan.

Työn tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman toimiva layout, joka täyttää turvavaatimukset. Kyseessä oli pieni väestö, joten ongelmana oli väestön toimivuuden säilyminen, kun väestöä muokataan turvallisuussäädösten mukaiseksi. Väestön muutos on yritykselle välttämätön, ja paloturvallisuusviranomaisen vaatima. Pyrin luomaan yhteisymmärryksessä yrityksen henkilöstön kanssa sopivan layoutin, joka korvaisi edellisen.

Työn toisessa luvussa esittelen kaasujen toimittajaa ja tuottajaa, Oy AGA Ab:ta. Kolmas, neljäs ja viides luku sisältävät tämän työn teoreettisen osuuden varastoinnista, kaasujen varastoinnista sekä kaasuista itsestään. Kuudes luku käsittelee työn lähtökohtia, seitsemäs luku layoutin suunnittelua ja ajatuksia siitä. Kahdeksannessa luvussa kootaan väestössä tehtyjä toimenpiteitä. Yhdeksäs luku on viimeinen asialuku ja siinä analysoin työn tuloksia.

Työ on rajattu siten, että tarkoitukseni on tehdä varastoinnin kannalta hyvä layout, mutta kaasujen varastoinnin seikoista puututaan vain hapettavien ja palavien kaasujen erotteluun, koska olemassa olevan varaston muuttaminen työn puitteissa on hyvin rajallista.



## 2 OY AGA AB

Oy AGA Ab (Aktiebolaget Gasaccumulator) perustettiin Ruotsissa vuonna 1904 Gustaf Dalénin toimesta. Yritys alkoi laajentua 1920-luvulla, ja kaasusektoriin se keskitti voimavaransa 1960-luvulla. Nykyään AGA on Pohjois-Euroopan johtava kaasuyhtiö, minkä lisäksi se on osa Linde Groupia, joka kuuluu maailman suurimpiin teollisuus- ja kaasuteknologia-yhtiöihin. AGA toimii Pohjoismaissa ja Baltian maissa, ja sen markkina-alueisiin kuuluu Suomen lisäksi Islanti, Latvia, Liettua, Norja, Ruotsi, Tanska ja Viro. AGA on markkinajohtaja pulloissa toimitettujen polttokaasujen osalta Pohjois-Euroopan alueella. (Oy AGA Ab 2011b.)

AGA valmistaa ja markkinoi teollisia kaasuja ja tarjoaa laajan valikoiman erilaisia kaasuja, sekä niiden käyttöön liittyvää laitteistoa ja järjestelmiä asiakkailleen. AGA myy myös eri toimialoille yritysten käyttöön kaasujen käytöstä jalostamiaan erilaisia ratkaisuja. Lisäksi AGA tarjoaa palveluina eritasoisia kaasujärjestelmien ulkoistamispalveluita yrityksille, jotka käyttävät AGA:n kaasuja. (Oy AGA Ab 2011f; Oy AGA Ab 2011g; Oy AGA Ab 2011j.)

AGA:n Uudenkaupungin jakelupiste, jota tämä työ koskee, perustettiin 1980-luvun puolivälissä paikallisen LVI-myymän, Vakka-Suomen Vesijohtoliike Oy:n, joka on Ahlsell Oy:n omistama, yhteyteen. Uudenkaupungin jakelupiste oli Suomen ensimmäisiä jakelupisteitä. Vakka-Suomen Vesijohtoliike Oy:n tiloissa toimii omistavan liikkeen, Ahlsell Oy:n lisäksi siis AGA:n jakelupiste. Yritysten kombinaatiossa työskentelee keskimäärin 3 henkilöä, jotka vastaavat tasaisesti yrityksen kaikista toiminnoista. Pisteeltä on saatavissa nestekaasua, teollisia kaasuja sekä kaasun käyttöön tarvittavia laitteita.

### 3 VARASTOINTI

Tuotteita varastoidaan pääasiassa kysynnän vaikean ennustettavuuden takia. Yritykset pyrkivät tasaamaan kysynnän vaihtelua pitämällä varastoja. Varastoon sitoutuu usein suuria määriä pääomaa, ja varaston pitokustannukset juoksevat koko ajan. Varastointi kuitenkin parantaa palvelutasoa ehkäisemällä puutetta ja hyvä palvelutaso maksaa itsensä takaisin. Minimoimalla varastoinnin kuluja hyvän palvelutason aiheuttamat kustannukset voivat jäädä hyvinkin pieniksi, mistä yritys saa kilpailuetua. Vaihtoehto varastoinnille on hyvä saatavuus toimittajilta, jolloin osan varastoinnista voi ulkoistaa toimitusketjun edelliselle osalle. (Karrus 2003, 34–36.)

#### 3.1 Varaston määritelmä

Tavaroiden vastaanotto, säilytys ja lähetys ovat varaston tärkeimmät tehtävät. Varasto koostuu pääsääntöisesti vastaanottotilasta, lähettämöstä ja itse varastotilasta. Karkeasti varasto on jaettavissa aktiivivarastoon, reservivarastoon ja erikoisvarastoon, joilla jokaisella on omat toimintatapansa ja mallinsa. Aktiivivarastoon kuuluvat päivittäin kuluvat tai muuten nopeasti kiertävät tuotteet, jotka ovat heti valmiina lähetykseen. Reservivarasto on aktiivivaraston täydennystarpeiden mukaan suunniteltu lisävarasto, josta voidaan hakea täydennystä aktiivivarastoon. Näiden ulkopuolella on vielä erikoisvarasto, johon kuuluvat satunnaisesti kysyttävät, harvoin kiertävät tuotteet. (Harama & Hemmi 1971, 9–12.)

#### 3.2 Varaston suunnittelu

Varastolla on yrityksen toiminnassa suuri merkitys. Toimiva varasto vähentää varastointiin kuluja resursseja. Oikein tarkoitukseensa suunniteltu varasto tehostaa varastossa tehtävää työtä ja vaikuttaa varastoinnin ja siihen liittyviin muihin kustannuksiin vaikuttamalla koko yrityksen liikevaihtoon. Varastoa suunnitellessa tulisi ottaa huomioon varastoinnista aiheutuvien kustannustekijöiden lisäksi myös varastoitavien tuotteiden varastolta vaatimat ominaisuudet, kuten tilojen mitat, ilmanvaihto, lämpötila, materiaalivirran määrä ja kulku sekä varastossa tapahtuva liikenne niin työntekijöiden kuin koneidenkin

osalta. Yrityksen tilojen ulkopuolelle varastoa suunnitellessa tulee ottaa huomioon myös liikenneyhteydet ja etäisyydet sekä mikäli mahdollista, tontin ominaisuudet kuten muoto, pinta ja muut ympäristötekijät, jotka voivat vaikuttaa toimintaan. (Harama & Hemmi 1971, 14–18.)

Sisältä varasto tulee suunnitella kulkureittien ehdoilla siten, että kaikki tuotteet ovat helposti saatavilla tarvittaessa. Mitä suurempi tuote tai yksikkö, sitä tärkeämmäksi toimivat kulkureitit muodostuvat. Tuotteiden helppo ja tehokas purku ja lastaus tehostavat myös varaston toimintaa ja vähentävät varastotoiminnan vaatimia resursseja, ja tämän vuoksi kuormien käsittelylle tulisi olla hyvät tilat. Sisäkorkeutta varastolla tulisi olla vain sen verran kuin sitä voidaan tehokkaasti käyttää, sillä turhille kuutioille tulee myös hintaa varastoa rakentaessa ja ylläpitäessä. Kauaskantoisesti ajatellussa varaston olisi myös hyvä olla laajennettavissa mahdollisesti kasvavan tarpeen mukaan. Varaston rakenteiden tulisi olla tarpeeksi kestävä, jotta ne kestäisivät käyttöä ja kulumista. Lisäksi lattian kestävyys tulisi olla ylläpitettua suunniteltua käyttöä varten, jotta vältyttäisiin ongelmilta jatkossa. (Harama & Hemmi 1971, 14–18.)

### 3.3 Hyvä varasto

Tehokkaasti toimiva varasto tulee suunnitella siten, että mahdollisesti käytössä olevat koneet voivat toimia varastossa ongelmitta. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi trukeilla on mahdollista kulkea helposti koko varaston alueella. Varaston tulee olla selkeä ja helppokulkuinen. Kaikkien tuotteiden tulee olla helposti nähtävillä ja saatavilla. Tuotteet olisi hyvä ryhmitellä siten, että samat tuotteet olisivat samassa paikassa varastossa. Nopeammin kiertävät tuotteet ovat etusijalla ja hitaammin kiertävät tuotteet, jos niitä on kannattavaa varastoida, pidetään sivummalla. Koska tuotteet useimmiten kärsivät pitkään varastoituna, tulee hävikin vähentämiseksi voida varastossa noudattaa fifo-periaatetta (*first in first out*), jonka mukaan tuotteet lähtevät ja tulevat varastoon samassa järjestyksessä. Varastointitarpeiden muuttuessa varaston on voitava myös muuttua joustavasti, mutta perustilanteessa tuotteiden turha siirtely paikasta toiseen tulee minimoida. Hyvässä varastossa tavaravirta on selkeä ja

työtehtävät varastossa muodostavat selkeän kokonaisuuden. Varastoa tukemassa on myös hyvä olla toimiva ja selkeä varastointijärjestelmä varastoinnissa tapahtuvien virheiden vähentämiseksi. (Harama & Hemmi 1971, 90–95.)

### 3.4 Ulkovarastointi

Ulkovarastointi tarkoittaa yleensä sitä, että varastoitavat tavarat ovat ulkona avoimenaan tai mahdollisen katoksen alla suojassa. Ulkovarastointi on halpaa, sillä varastoa ei välttämättä ole olemassa, vaan vain alue, johon tavarat sijoitetaan ja näin ollen varaston rakentamiseen käytettävät pääoma jää pieneksi. Ulkovarastointi sopii tuotteille, jotka eivät vaadi erikoisia olosuhteita säilyäkseen, koska ulkovarastossa yleensä ei kiinnitetä huomiota varastossa vallitseviin olosuhteisiin. Käytännössä katettu hylly täyttää varaston kriteerit. Moni tuote ei kuitenkaan kestä ulko-olosuhteita edes käsiteltynä, minkä vuoksi ulkovarastointi ei sovi kaikkiin varastoihin. Kustannussyistä ulkovarastoihin kuitenkin kannattaa varastoida kaikki mahdollinen. Toimiva ulkovarasto on rakennettu tarpeeksi kestävä maaperän päälle, jolta pintavedet voidaan viemäröidä pois, mikäli ne eivät itsellään valu pois. Kestopäällyste on suositeltavaa, että tavarat pysyvät pystyssä. Mikäli varastoitavat tavarat eivät ole koreissa tai muissa pakkausyksiköissä, olisi niiden alle hyvä laittaa jotain, jotteivät ne kastu tai talvella jäädy maahan kiinni. Varasto on syytä myös aidata kutsumattomien vieraiden varalle. (Karhunen ym. 319–321.)

## 4 KAASUJEN VARASTOINTI

Kaasuja varastoidessa tulee noudattaa asianmukaisia turvallisuusperiaatteita. TUKES (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) valvoo laajamittaisempaa kaasujen ja muiden kemikaalien käyttöä ja varastointia. Toimintaa säätelevät myös useat lait ja määräykset. Lisäksi paikallinen paloviranomainen valvoo kaasuihin liittyvää toimintaa. Tässä luvussa tuon esille seikkoja, joita tulee ottaa huomioon kaasuja varastoidessa.

### 4.1 Kemikaalien säilytys

Toiminnanharjoittaja on vastuussa varaston tai muun laitoksen turvallisuudesta. Toiminnanharjoittajan velvollisuuksiin kuuluu olla selvillä varastoissa olevista kaasuista sekä niiden ominaisuuksista, noudattaa huolellisuutta toiminnastaan, tehdä tarvittavat ilmoitukset ja hakea luvat toiminnalleen sekä ylläpitää varaston siisteyttä. Henkilökunnan kouluttaminen toimintaan on myös toiminnanharjoittajan vastuulla. Varastossa asioivien ulkopuolisten toiminnan valvominen on toiminnanharjoittajan vastuulla. Onnettomuuksia tulee ehkäistä, mutta toisaalta niihin on myös varauduttava. Riskeistä on oltava arvio, ja mahdollisten onnettomuuksien varalle on oltava pelastussuunnitelma. (TUKES 2006, 3–9.)

Vaarallisia kemikaaleja varastoidessa on pyrittävä ehkäisemään henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkoja, joita mahdollisesta onnettomuudesta voi syntyä. Tämän vuoksi kaasuvarasto on hyvä pitää erillään muista yrityksen toiminnoista. Varastoa suunnitellessa on otettava huomioon kaasujen laatu ja määrä, kaasujen sijoitus alueella, varastointitapa (astiat, säiliöt, putkistot), turvallisuusjärjestelyt, kuten tilojen valvonta ja tilojen kunnossapidon tärkeys onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Kaasuvarastossa on myös oltava hyvä ilmastointi, jottei vuodon yhteydessä ilmaan jää korkeita pitoisuuksia vaarallisia kaasuja. Tämän vuoksi ulkovarasto on suositeltava ratkaisu kaasuvarastolle. Varaston tulee olla sellainen, että mahdollisten onnettomuuksien vaikutukset ovat mahdollisimman vähäiset, ja sisäisten riskien vuoksi on myös huomioitava

ulkoiset tekijät, jotka voivat vaikuttaa onnettomuuksien syntymiseen. Varastossa on myös oltava määräysten mukaiset varoituskyllit. (TUKES 2009, 5–9.)



Kuva 1. Varoitusmerkit vasemmalta: hapettavaa kemikaalia, räjähdysherkkä tila, helposti syttyvää kemikaalia.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005:

Keskenään reagoivat kemikaalit tulee säilyttää toisistaan erillään, jos niiden reaktiosta toistensa kanssa voi olla seurauksena palaminen, huomattava lämmön kehittyminen, vaarallisten kaasujen kehittyminen taikka epästabiilien aineiden muodostuminen. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 2005, 11.)

Hapettavat ja palavat kaasut muodostavat keskenään voimakkaan palamisreaktion, koska happi ylläpitää ja edistää palamista. Tämä on selvä riskitekijä kaasuja varastoidessa. Palavat kaasut tulisikin sijoittaa erilleen hapettavista kaasuista. Joissain tapauksissa on suositeltavaa erottaa palavat kaasut omaksi yksikökseen erilleen muista kaasuista. Kemikaalien määrä, kaasujen ominaisuudet, tilojen rajallisuus sekä varaston olosuhteet määrittävät tapauskohtaisesti suositeltavat sijoituspaikat turvaetäisyyksineen. Koska muuttujia on niin paljon, ei ole olemassa suoraa sääntöä palavien ja hapettavien kaasujen sijoittelusta. Kaasujen määrä ja laatu sekä varaston ominaisuudet, kuten ilmastointi ja sijainti, asettavat omat vaatimuksensa turvallisuudelle välimatkoille. Vaikka suositus on, että palavat kaasut pidettäisiin eri varastossa

muihin kaasuihin ja kemikaaleihin nähden, joudutaan niitä pienemmissä varastoissa mahdollisuuksien mukaan sijoittamaan lähemmäksi toisiaan. (Työterveysliitto 2011.)

Palavien kaasujen varastointitilat luokitellaan kolmeen tilaluokkaan (0, 1, 2) sen mukaan, miten todennäköistä on, että syttyvä kaasuseos pääsee muodostumaan näissä. Tilaluokassa 0 on erittäin todennäköistä, että seos pääsee syntymään tavallisessa käytössä, tilaluokassa 1 melko todennäköistä ja tilaluokassa 2 harvinaista. (TUKES 2009, 10.)

#### 4.2 Pullojen varastointi

Kaasupullojen säilytykseen on omat suosituksensa. Pakkaukset eli pulloet täytyy varastoida suojaisasti hyvin ilmastoituun tilaan. Hyvä paikka säilyttää pulloja on ulkona katolla suojatussa ja viemäröidyssä varastossa. Pulloet tulisi pitää niin, etteivät ne pääse kaatumaan, ja tyhjä ja täydet pulloet tulee varastoida eri paikkoihin. Kaasupulloet tulee käyttää ikäjärjestyksessä. (Oy AGA Ab 2011d.)

#### 4.3 Kaasujen käsittely

Kaasupakkauksia siirretään niin varastosta, varastoon kuin varaston sisälläkin. Vuotojen ja muiden pulloihin aiheutuvien vaurioiden ehkäisemiseksi pulloja tulee käsitellä varoen ja välttää niiden kaatumista. Yksittäisten pullojen kuljetusta varten on saatavilla erilaisia, yhdelle tai useammalle pullolle sopivia pullokärryjä. Suuremmat paketit ja korit siirretään trukilla tai oikein varustetulla nosturilla.



Kuva 2. Yhden pullon kuljettamiseen suunnitellut pullokärryt.



Kuva 3. Kaasupaketti trukin haarukassa.

Asiakastoimitukset tehdään autolla, jonka kuljetustilan tulee olla avoin, tai muuten hyvin ilmastoitu. Autosta tulee löytyä 2 kilon vaahtosammutin hätätapauksia varten. Pullot tulee kuljetuksen ajaksi sitoa hyvin, eivätkä ne saa



ulottua ajoneuvon laitojen tai reunojen ulkopuolelle kuljetuksen aikana. (Oy AGA Ab 2011c.)

## 5 KAASUT

Tässä kappaleessa esittelen pintapuolisesti tuotteet, joiden varastoinnista työssä on kyse. Käyn myös läpi pakkausmuodot, joita tuotteita varastoidessa käytetään. Kaasut olen työn puolesta jakanut karkeasti kahteen ryhmään: nestekaasuihin ja teollisiin kaasuihin.

### 5.1 Nestekaasu

Nestekaasu eli propaani on ilmaa raskaampi ja helposti syttyvä kaasu, joka muodostaa hapen kanssa räjähtävän seoksen. Propaani on turvallisuussyistä voimakkaasti hajustettu, vaikka se luonnostaan on hajutonta. Suurina määrinä propaani on tukahduttavaa, mutta myrkyllistä se ei ole. Kilossa propaania on 12,8 kWh energiaa, mikä tekee siitä tehokkaan ja taloudellisen energiamuodon.

Nestekaasua käytetään kuumentamis- ja lämmitystarkoituksiin sekä metalliteollisuudessa erilaisissa prosesseissa kuten polttoleikkauksessa tai juotossa. Lisäksi on puhtaasti moottorikäyttöön suunniteltua propaanipohjaista moottorikaasua. Moottorikaasua sisältävät pullot erottaa punaisesta kauluksesta. Hyvä perusesimerkki nestekaasun käytöstä kuumentamisessa on kaasugrilli, joka käyttää nestekaasua energianlähteenä lämmön tuottoon. (Oy AGA Ab 2011e.)

### 5.2 Teolliset kaasut

Teollisia kaasuja on moneen eri tarkoitukseen, mutta pääosin käyttötarkoitukset keskittyvät metalliteollisuuden käyttötarpeisiin, esimerkiksi hitsaukseen ja leikkaukseen käytettäväksi. Varastossa olevat artikkelit voidaan jakaa sen mukaan ryhmiin.

#### 5.2.1 Puhtaat kaasut

Puhtaita kaasuja varastossa työn tekohetkellä on argon, asetyleeni, happi, helium, hiilidioksidi, typpi, ja vety. Näiden lisäksi myös nestekaasu lasketaan puhtaaksi kaasuksi.

### 5.2.2 Kaasuseokset

Kaasuja on myös saatavilla erilaisina seoksina. Osa seoksien nimistä on tuotemerkkejä, eikä niistä suoraan käy ilmi, mitä kaasuja ne sisältävät. Esimerkiksi MISON-kaasut sisältävät argonia, typpioksidia sekä hiilidioksidia. Hiilidioksidin määrä seoksessa käy ilmi tuotteen nimestä: Mison 2 sisältää 2 % hiilidioksidia, Mison 8 taas 8 % ja niin edelleen.

Vastaavasti seoksia työn tekohetkellä varastossa on CORGON 3, CORGON 25, FORMIER 5 ja FORMIER 10, Instrument Argon 5.0, Instrument Helium 4.6, Instrument Nitrogen 5.0, LASERMIX 321, MISON 2, MISON 8, MISON 18, MISON 2,5 MISON Ar, VARIGON H5, VARIGON H35 ja hajustettu happi eli ODOROX. (Oy AGA Ab 2011h.)

### 5.2.3 Teollisten kaasujen käyttötarkoitukset

Teollisia kaasuja voidaan käyttää monin eri tavoin metalliteollisuudessa. Metalleja hitsatessa ja leikatessa käytetään kaasuseoksien palamisreaktioita. Teollisia kaasuja käytetään hitsauksessa myös suojakaasuina suojaamaan sekä työntekijää että työstettävää tuotetta.

Lisäksi eri kaasuja voidaan käyttää esimerkiksi vuotojen testaamiseen, erilaisten laitteiden kalibrointiin, palonsammutukseen tai jäähdytykseen. (Oy AGA Ab 2011h.)

### 5.3. Kaasupakkaukset

Teolliset kaasut ovat teräksisissä korkeapainepulloissa, joita on saatavilla useita eri kokoja. Nestekaasuja sen sijaan on saatavilla teräksestä, alumiinista tai komposiittaineesta valmistetuissa matalapainepulloissa. AGA ei enää myy kaasupulloja, vaan kuoret ovat vain vuokralla asiakkaalla. Tämä tarkoittaa sitä, että kaasupullon täyttö tapahtuu pulloa vaihtamalla. Pienemmät nestekaasupullot ovat yleensä asiakkaiden omistamia, mutta suuremmat yksiköt ovat asiakkailla vuokralla.

### 5.3.1 Nestekaasujen pakkaukset

Nestekaasun pakkauskoot ovat 2 kg, 5 kg, 6 kg, 10 kg, 11 kg ja 33 kg. Pulloissa on joko paine- tai kierreventtiili.

Teräksisiä nestekaasupulloja on paineventtiilisinä 2-, 5- ja 11-kiloisena ja kierreventtiilisinä 11- ja 33-kiloisena, alumiinisia nestekaasupulloja on 6- ja 11-kiloisina kierreventtiilein ja komposiittipulloja 5- ja 10-kiloisina paineventtiilein. Näiden lisäksi moottorikaasua löytyy 11-kiloisena sekä teräs- että alumiinipulloissa.

Tässä varastossa kaikkia näitä variaatioita on. Kaikki nestekaasupullot 11-kilon kokoon asti ovat omissa ryhmissään tasasivuisissa koreissa, joihin sopii 16 kappaletta 10-11 –kiloista pulloa. (Oy AGA Ab 2011a.)



Kuva 4. Erilaisia nestekaasupakkauksia; takana 10-11 –kiloiset, edessä 2-, 5- ja 6-kiloiset.

### 5.3.2 Teollisten kaasujen pakkaukset

Teollisten kaasujen pulloja on kolmesta viiteen eri kokoa kaasusta riippuen. Pulloja on 5-, 10-, 20-, 40- ja 50-litraisia. Isoimpia 50-litraisia pulloja on myös

paketeissa, joissa on 12 kappaletta 50 litran pulloa korissa yhdistettynä kahteen 6 pullon sarjaan.



Kuva 5. Teollisen kaasujen pullot. Vasemmalta: 5-, 10-, 20-, 40- ja 50-litraiset pullot.

Kaikki irtopullot on sijoitettu varastossa koreihin, joihin sopii 50 litran pulloja 12 kappaletta. Koreissa pidetään mahdollisuuksien mukaan vain samaa kaasutyyppiä samankokoisissa pulloissa, mutta poikkeuksena ovat sekakorit, joissa on tarpeen mukaan pienempiä, keskenään erikokoisia pulloja samaa kaasua. Tämä siksi, että pienien pullojen kysyntä on erilainen, ja jokaista kaasua ei tarvita täyttää koria. (Oy AGA Ab 2011h.)



Kuva 6. Kaasupaketteja; erona koreihin, että kaasupullot on liitetty sarjaan.

#### 5.4 Kaasujen jaottelu perusominaisuuksien perusteella

Tehtävänantoa varten kaasut on ominaisuuksiensa mukaan jaettu kolmeen osaan: palaviin, hapettaviin ja inertteihin, eli kaasuihin, jotka eivät pysty muodostamaan reaktioita. Palavia kaasuja ovat nestekaasu, VARIGON, FORMIER ja asetyleeni. Hapettavia kaasuja ovat happi ja hajustettu happi, ODOROX. Loput kaasuista eivät kuulu kumpaankaan ryhmään, joten ne ovat tässä tapauksessa neutraaleiksi luokiteltavia inerttejä. (Oy AGA Ab 2011h.)

## 6 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Alun perin varaston layoutia suunnitellessa ei ollut otettu huomioon paloturvallisuuden edellyttämiä turvavälejä eri kaasujen välillä (palavat-hapettavat). Lisäksi pieni varasto oli kuitenkin jo valmiiksi toiminnan laajentumisen myötä vaivihkaa laajentunut seiiniensä ulkopuolelle, pihan puolelle. Varasto oli vuosien saatossa muotoutunut muutoin kaikin puolin mahdollisimman toimivaksi. Kesällä 2011 AGA:n edustaja mainitsi, että varasto tulisi saattaa säädösten mukaiseksi, jotta varasto läpäisisi paloturvallisuustarkastuksen. Finlex 390 / 2005 –sääöksessä mainittu ”riittävän erillään” tulkittiin matalapainepulloihin pakattujen nestekaasujen osalta 4,5 metrin välimatkaan hapettavista ja muiden palavien, korkeapainepulloihin pakattujen teollisten kaasujen osalta 1,5 metrin välimatkaan. Pieni ja rajallinen varasto ei ollutkaan äkkiseltään järjestetty säädösten mukaiseksi. Yrityksen harjoittelijana seurasin tapausta sivusta, ja tarjouduin ottamaan pulmalliseksi osoittautuneen uudelleenjärjestystehtävän opinnäytetyökseni.

### 6.1 Nykytilanne

Suurin ongelma oli varaston pieni koko, 12 metriä x 8,4 metriä. Nykyisellään varasto oli järjestetty toimittamaan tarkoituksensa kiitettävän hyvin. Varastohäkin sisällä oli riittämiin tilaa kulkea trukilla, ja varakoreja lukuun ottamatta kaikki trukilla siirrettävät korit olivat saatavilla ilman muiden korien siirtämistä. Täysin vaihdettavat korit ja kiinteät pullopaketit olivat kaikki trukilla saatavissa. Osa kaasuista toimitetaan irtopulloina, ja niiden paikalleen asettamiseen ei tarvita trukkia. Nämä korit pidettiin taka-alalla, johon trukki ei pääse. Irtopullojen lastaus ja purku autoon ja autosta mahtuivat tapahtumaan varaston sisällä, ja yöksi autolle oli paikka varaston sisällä. Lisäksi kaasut oli aseteltu kiertonopeuksien vaatimaan järjestykseen: nopeimmat etualalla ja harvemmin kysytyt, erikoisemmat kaasut varaston perällä. Varasto on erillinen ulkorakennus yrityksen alueella. Varasto on käytännössä katettu verkkoaitaus, jonka ulko-ovelle on suora, tallentava kameravalvonta. Kuvan 1 (sivulla 14) varoitusmerkit ovat varaston ulkoseinältä, ja kattavat varastossa olevat kaasut.

## 6.2 Kaasujen varastoon toimitus

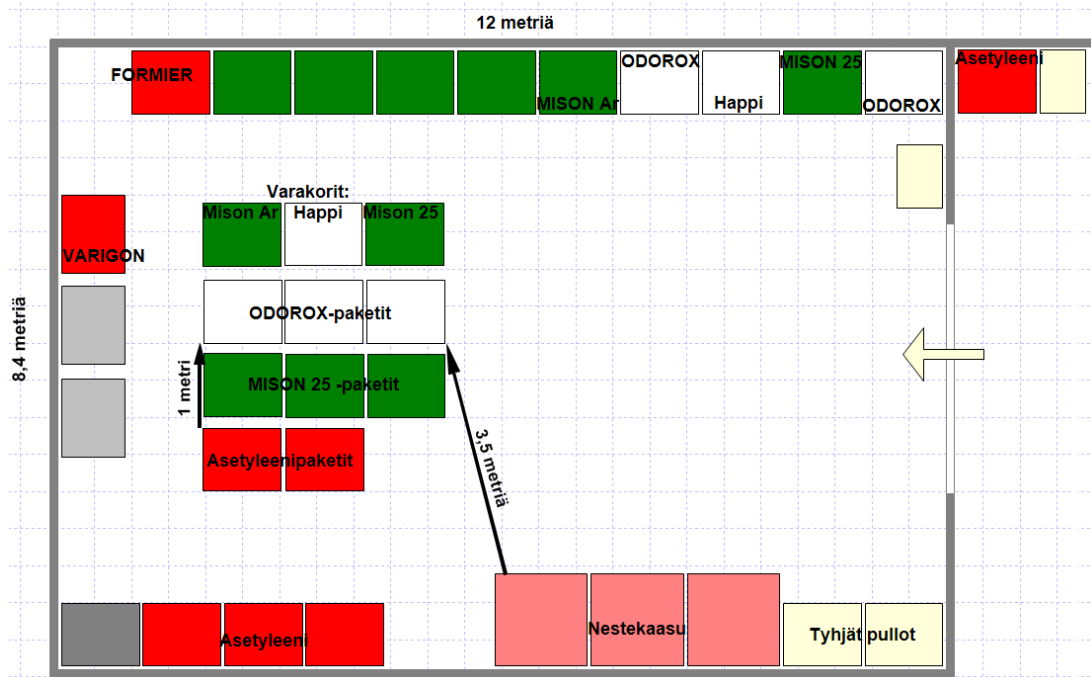
Teollisia kaasuja toimitetaan AGA:n keskusvarastolta jakelupisteille kulutuksen mukaan. Kuljetukset tapahtuvat automaattisesti tarpeen vaatiessa 2 kertaa viikossa, tiistaisin ja perjantaisin. Tällöin tyhjät palautuspullot ja –korit viedään pois, ja uudet täydet tuodaan tilalle. Teolliset kaasut kerätään ennen kuljetusauton tuloa viimeistään pihalle omalle alueelleen, josta kaasukuljettaja ne trukin avulla vaihtaa uusiin, toimitettuihin paketteihin ja koreihin. Uudet kaasut jätetään pihalle, josta jakelupisteen henkilöstö ne jatkaa varastoon omille paikoilleen.

Nestekaasut sen sijaan tilataan käsin, kun varastotasot laskevat tarpeeksi alas. Nestekaasujen ajopäivä on perjantai. Eli kaasuväastoa täydennetään kahdesti viikossa. Nestekaasuilla on omat tyhjien pullojen korit täysien pullojen yhteydessä. Nämä korit otetaan täydennysajopäivää varten ulos varastosta nestekaasukuljettajaa varten. Kaasukuljettaja tästä nostaa kaasut autoon ja jättää tilalle vastaavan määrän täysii pulloja, jotka jakelupisteen henkilöstö taas siirtää sisätiloihin.

## 6.3 Vanha layout

Vanhassa layoutissa ongelmaksi muodostui nestekaasun liian läheinen sijoitus happipaketteihin sekä tyhjien pullojen koreihin, joihin myös tyhjät happipullot palautetaan.

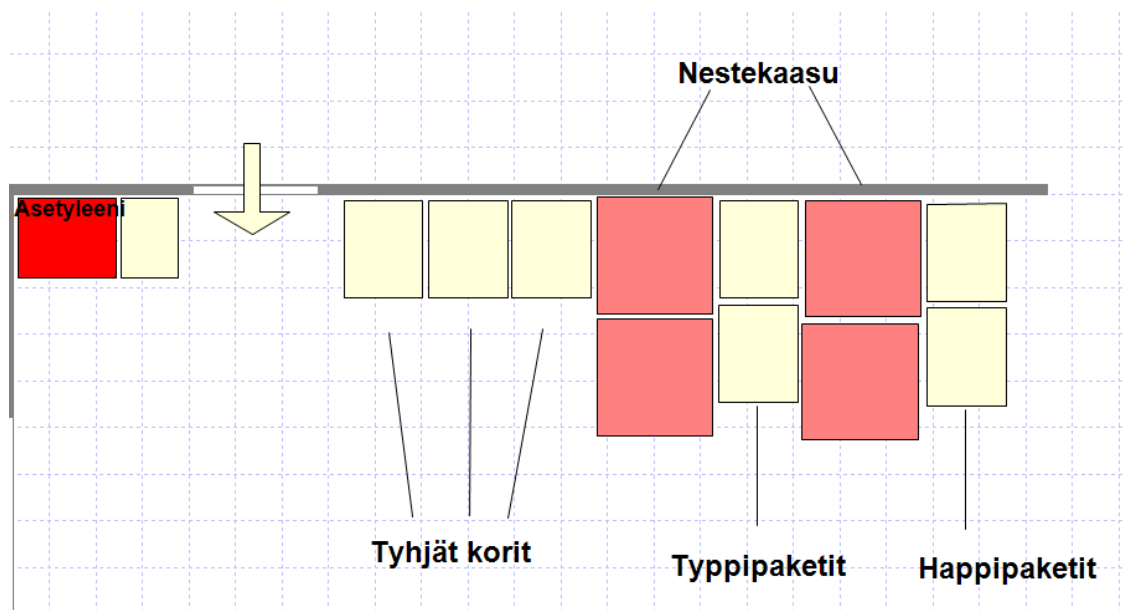




Kuva 7. Varasto alkutilassa, huomion arvoiset artikkelit nimetty.

Auton lastaus ja purku tapahtuu varaston sisällä. Nestekaasu, MISON Ar, happi, ODOROX ja MISON 25 ovat lähimpänä lastauspaikkaa suuren kiertonopeuden vuoksi. Tyhjille palautuspulloille varatut korit ovat myös lastauspaikan tuntumassa. Paketit ovat keskellä varastoa, jotta ne ahtaissa tiloissa saataisiin trukilla tuotua ulos varastosta ja nostettua autoon. Kuvassa 8 nähdään alkutilanne: nestekaasujen ja happien välinen etäisyys jää 3,5 metriin, ja tyhjien pullojen korit ovat aivan liki nestekaasuja. Lisäksi asetyleenipaketit ja pihalla, seinän vieressä oleva asetyleenikori ovat lähempänä kuin vaaditun 1,5 metrin päässä hapettavista kaasuista.

Pihalla tilanne ei ollut yhtään parempi: suuremmat, 33-kiloiset nestekaasupullot oli sijoitettu aidan viereen, välittömään kosketukseen joko happipaketteja tai tyhjien pullojen koreja vasten. Rajallisen tilan vuoksi asetelmat pihallakin olivat vaikeat.



Kuva 8. Pihan tilanne

#### 6.4 Layoutin kulmakivet

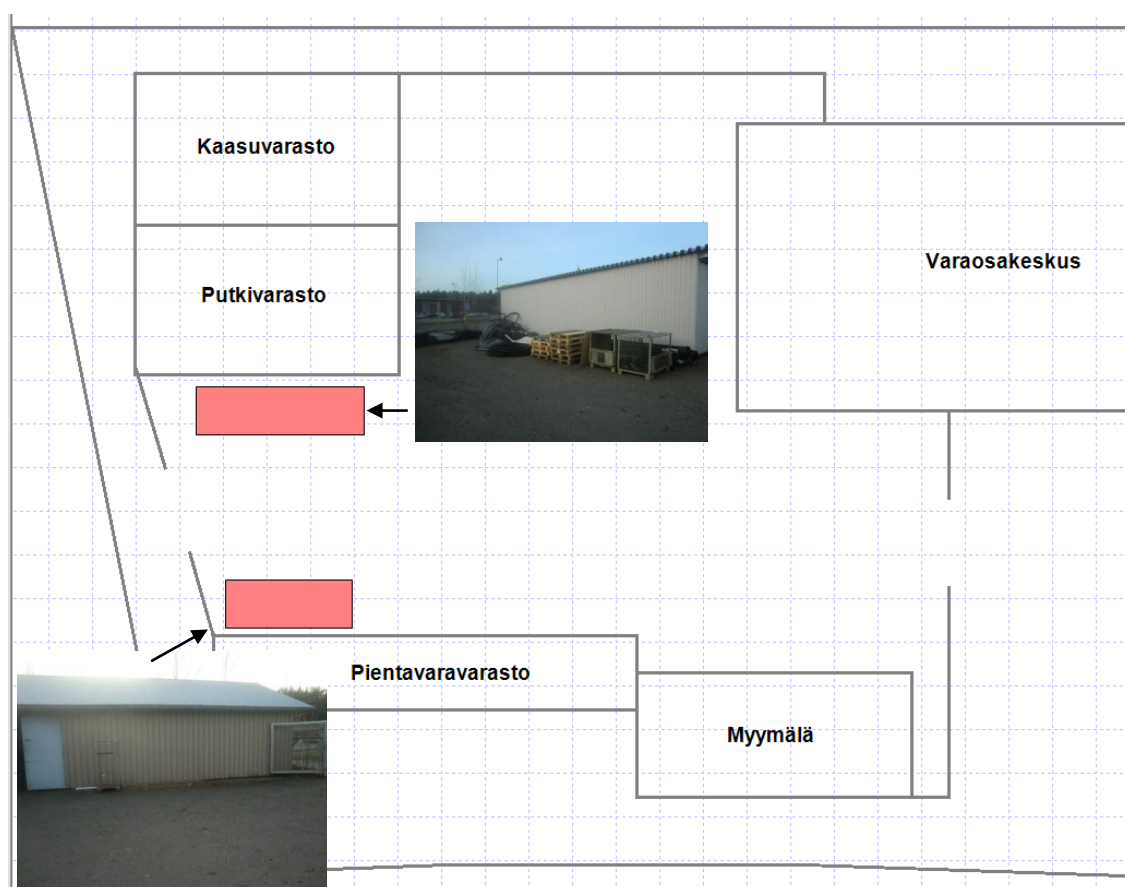
Varastoinnin periaatteiden mukaan varastosta tuli saada mahdollisimman tehokas yksikkö. Layoutin suuntaviivat olivat kuitenkin tiedossa, ja näin ollen hyvän ja toimivan layoutin suunnittelun peruspilareiksi muodostuivat seuraavat asiat:

- Hapettavien ja palavien kaasujen etäisyydet kunnossa, jotta vahingon sattuessa tilanne ei pahenisi kaasujen muodostaman voimakkaan palamisreaktion vuoksi
- Nopeasti kiertävät pullot etusijalla ja trukilla helposti saatavilla työn tehostamiseksi ja nopeuttamiseksi
- Kaikki paketit trukilla helposti saatavilla, jotta tarvittava paketti saataisiin nopeasti, muita koreja tai paketteja siirtämättä
- Kaikki korit vapaina avattavalta sivulta ja pullot koko ajan vaivatta saatavilla
- Varasto toimittaisi myös autotallin virkaa öisin

Nämä seikat huomioiden aloitin uuden layoutin suunnittelun.

## 7 UUDEN LAYOUTIN SUUNNITTELU

Annetuin ohjein layoutin suunnittelu osoittautui yllättävän haastavaksi. Nestekaasujen olemassaolon vuoksi varaston sisämitat eivät riittäneet kunnollisen järjestyksen aikaansaamiseksi. Kauempaa pihalta löytyi käyttämätöntä tilaa, johon pienellä siivouksella saataisiin useampi kori sijoitettua, ja näin ollen tehtyä tilaa varastoon. Varasto ei kuitenkaan paransi lainkaan, jos vain satunnaisia koreja ja paketteja siirrettäisiin sieltä vielä kauemmaksi ulos. Tämä vain vaikeuttaisi varaston käyttöä.



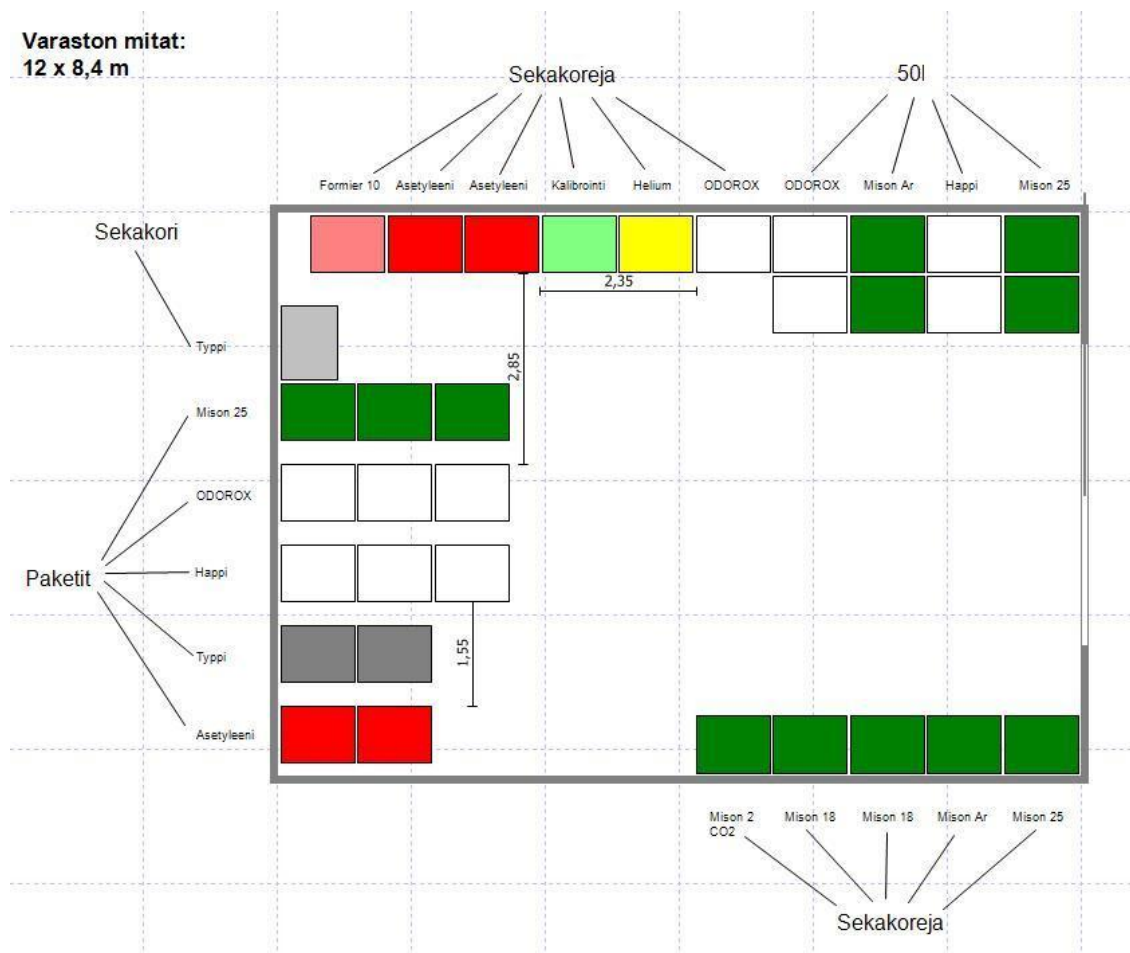
Kuva 9. Pihan laajennusmahdollisuudet.

Aikani pyöriteltyäni koreja ja paketteja paperilla, päätin selvittää, voisivatko kaikki nestekaasut olla varaston ulkopuolella. Ajatusta tuki se, että osa kaasuista jouduttiin joka tapauksessa säilyttämään ulkona. Näin myös saataisiin tilaa ottaa pihalta happi- ja typpipaketit sisätiloihin. Nestekaasujen ulos sijoittaminen kuitenkin vaatisi turvallisuussyistä sen, että vanhat avonaiset korit

korvattaisiin lukittavilla nestekaasukaapeilla. Tämä siksi, että uusi nestekaasujen sijoituspaikka jää kameroiden katvealueen ulkopuolelle, ja suurimmatkin nestekaasupullot ovat helposti vietävissä vähäisen painonsa vuoksi. Täysille nestekaasupulloille varattavat kaapit asetettaisiin pientavaravaraston seinälle ja tyhjille nestekaasuille siivottaisiin putkivaraston seinälle tarvittava tila.



Kuva 10. Nestekaasukaappi.



Kuva 11. Uusi varaston layout, jossa nestekaasut poissa varastosta.

Kun idea nestekaasukaapeista pihalle tehdylle uudelle tilalle sai hyväksynnän, lähdin suunnittelemaan sisälle jäljelle jääville kaasuille mahdollisimman hyvää ja toimivaa layoutia. Kaikki tyhjät pullot ja korit, mukaan lukien varastossa aluksi olleet täytettävät korit, saivat siirtyä ulos varastosta. Typpi- ja happipaketit vastaavasti siirtyivät sisäpuolelle. Kaasukaappien tarpeen määrää ja uudet paikat suunniteltiin, ja tämän jälkeen kaapit tilattiin. Suuremmat, 33-kiloiset nestekaasut laitettaisiin myös nestekaasukaappeihin, ja näin ollen kaikki nestekaasupullot olisivat samassa paikassa. Uuden, erillisen sijoituksen vuoksi nestekaasukaapit tulee merkitä asianmukaisin varoitusmerkein: räjähdysherkkä tila. Suunnitelmassani kaikki paketit on asetettu peräkkäin varaston perälle, ja etummaisat paketit ovat vapaasti trukilla otettavissa. Aiemmin pakettien yhteydessä olleet happien ja MISON:ien varakorit on laitettu ykköskorien taakse. Tämä ratkaisu säästää tilaa, mutta aiheuttaa työtä, kun vanhemmat

kaasut tulee siirtää etualalle koria vaihdettaessa. Lisäksi nestekaasut jouduttaisiin jatkossa hakemaan kauempaa. Suurin osa asiakkaista kuitenkin hakee joko nestekaasua tai teollisia kaasuja, ei molempia, joten ylimääräistä lisätyötä järjestelystä syntyy vähän. Ja koska nestekaasut toimitetaan erillään teollisista kaasuista, ei tämä erottelu aiheuta senkään osalta lisätyötä. Kokonaisuutena varastoon suunnittelemani muutokset vaikuttaisivat varaston tehokkuuteen positiivisesti. Lisäksi ydinongelma on ratkaistu.

## 8 MUUTOKSET JA NIIDEN HYÖDYT JA HAITAT

Koska kaasukaappeja jäätettiin vielä odottamaan, kun kirjoitin työni, ei vielä voida sanoa paljoakaan konkreettisista haitoista ja hyödyistä, joita uusi layout sai aikaan. Mutta vastoin tavoitteita, varaston layout muuttui hyvinkin paljon. Suurin muutos oli se, että nestekaasut siirrettiin ulos omaksi yksikökseen, ja kaikki muut täydet kaasupakkaukset varaston sisälle niiden tilalle. Varasto muodostuisi siis nyt kaikkineen kolmesta erillisestä kokonaisuudesta: nestekaasut, täydet teolliset kaasupullot ja tyhjät teolliset kaasupullot. Lisäksi toinen merkittävä muutos oli palautuspullojen korien siirto ulos varastosta. Varaston sisällä saatiin useampi kaasu lähelle lastausaluetta, koska nestekaasut ja tyhjien pullojen korit poistuivat etualalta. Layoutin muutoksista aiheutuvat hyödyt ja haitat voidaan kuitenkin arvioida vasta, kun kaasukaapit ovat saapuneet ja muutos on toteutunut. Kaasuvaraston vaatima hyvä ilmastointi toteutui yhä hyvin, koska koko varastoalue jäi ulkotiloihin.

### 8.1 Arvioidut hyödyt

Tärkein uudesta layoutista aiheutuva asia on hapettavien ja palavien erottelu toisistaan. Tässä tapauksessa keskenään lähempikin sijoittelumalli olisi sopinut, mutta palavat kaasut ovat nyt suositusten mukaisesti eri tiloissa. Muutokset vaikuttavat muutenkin varaston käyttöön monella tavalla positiivisesti.

#### 8.1.1 Varaston selkeys

Varasto on huomattavasti selkeämpi, kun se on jaettu kolmeen eri kokonaisuuteen: nestekaasut, täydet ja tyhjät teolliset kaasut eri alueilla. Kolmijakoinen varasto on huomattavasti helpompi opettaa mahdollisille uusille työntekijöille. Tämän lisäksi tyhjät ja täydet pullot eivät mene niin helposti keskenään sekaisin, kun ne ovat kauempana toisistaan, eikä varastossa ole yksittäisille tyhjille pulloille paikkaa.

#### 8.1.2 Trukinkäyttö varastossa helpompaa

Varaston sisällä kaasut ovat paremmin saatavilla, koska suurin osa irtopulloista on mahdutettu etualalle, ja vain kaikkein hitaimmin kiertävien pullojen korit ovat

trukin ulottumissa. Nykyisessä layoutissa oli 11 koria trukilla saavuttamattomissa, ja suunnittelemani layoutissa vain 7 koria on estettynä, joista niistäkin 4 koria samaa kaasua sisältävän korin takana. Suurinta osaa koreista ei kuitenkaan siirretä trukilla, joten tämä hyöty on vain marginaalinen.

### 8.1.3 Nestekaasujen täydennyskuljetusten helpottuminen

Koska nestekaasut ovat valmiina ulkona kaapeissaan, jää niiden turha siirtely täydennyspäivinä kokonaan pois, mikä vähentää työtä sen suhteen. Aiemmin tyhjät nestekaasut kerättiin sisälle varastoon, josta ne täydennysajoa varten tuli hakea valmiiksi ulos. Täysien pullojen varastoon vieminen jäi myös jakelupisteen henkilöstön tehtäväksi. Nyt nämä työt poistuisivat molemmat.

## 8.2 Arvioidut haitat

Tietenkin ahtaisiin tiloihin varastoa suunnitellessa joitakin kompromisseja täytyy tehdä. Kuitenkin suoralta kädeltä arvioiden uudesta layoutista aiheutuu hyvin vähän haittoja varaston toiminnalle. Aivan pelkkää positiivista ei seuraa tästäkään järjestelystä, mutta se on todennäköisesti vähiten huono vaihtoehto vaadittavan säädöksen täyttämiseksi. Selviä haittoja on jo suunnitteluvaiheessa tuotu muutama esille.

### 8.2.1 Nestekaasukaapit

Pihalle asetettavat nestekaasut vaativat lukon kaappeihinsa, ja verraten edellisiin, avoimiin koreihin tämä on selvä haitta. Kaasukaapit tulee pitää päiväsaikaankin lukossa, ja tämä tarkoittaa, että joka kerta tarvitaan avain, kun kaasua myydään vaikka yksi pullo. Vastaavasti tyhjille pulloille tarkoitetut kaapit on pidettävä lukossa, joten yhden pullon kauppaamiseksi täytyy molemmat kaapit avata ja lukita. Myös nestekaasukaappien kaukainen sijoitus muista tuotteista aiheuttaa lisätyötä, mikäli asiakas haluaa molemmista tuoteryhmistä tuotteita samalla kerralla, koska pullot pitää keräillä eri paikoista.

### 8.2.2 Peräkkäin asetetut korit

Nopeasti kiertävät kaasut, jotka tarvitsivat varakorin, ovat laitettu kaksi koria peräkkäin varastoon. Koska myös kaasun laatu heikkenee sitä tarpeeksi kauan



varastoidessa, fifo-periaatetta tulee noudattaa. Vaikka ratkaisu lisääkin tilaa, se myös lisää korien pyörittelyä varaston sisällä, ja näin ollen aiheuttaa lisätyötä.

### 8.2.3 Palautuskorit varaston ulkopuolella

Nykyisessä layoutissa palautuspulloille oli paikka varaston sisällä, nestekaasujen vieressä. Uudessa layoutissa ei ole tilaa pitää näitä paikkoja varastossa, joten kaikki pullot palautetaan suoraan pihalle jätetylle tyhjälle tilalle. Tämän vuoksi pulloja vaihtaessa, joudutaan tekemään kaksi pysähdystä, koska palautus ja nouto tapahtuvat eri paikoissa. Välimatka ei ole pitkä, mutta lisää työtä. Kääntöpuolena tässä on, että sisälle ei kerry täysiä koreja tyhjiä pulloja, jotka vaihdetaan uusiin tyhjiin koreihin, vaan kaikki tyhjät pullot viedään suoraan ulos. Tästä on siis sekä haittaa että hyötyä, mutta vielä on vaikea arvioida, kumpaa on enemmän.

## 9 POHDINTAA JA TULOSTEN ANALYSOINTIA

Työ täytti tavoitteensa ja sen tuloksena syntyi uusi layout. Layout kuitenkin vaati uusien varastointiyksiköiden, nestekaasukaappien, hankintaa, ja tämä ei ehtinyt toteutua niin, että se olisi työn aikatauluun sopinut. Näin ollen tuloksena on uusi layout, joka otetaan käyttöön, kun tilatut nestekaasukaapit toimitetaan.

Oletettavasti varaston toiminta tehostuu uuden layoutin myötä, ja tämän lisäksi ongelmia tuottanut palavien ja hapettavien kaasujen sijoituspaikat muuttuivat. On vaikea arvioida, miten paljon haittoja ja hyötyjä käytännössä varastossa tulee olemaan, mutta osa näistä oli arvioitavissa etukäteen. Muutoksen ollessa vitaali, hyötyjen suuri määrä verrattaessa haittoihin on kuitenkin hyvä asia. Uusi layout antaa suuntaviivat yritykselle kaasujen keskinäiseen sijoitteluun, vaikka layout toimeenpantaessa ei olisikaan aivan samanlainen, millaiseksi sen nyt piirsin.

## LÄHTEET

Harama, Tauno & Hemmi Jaakko. 1971. Varastoinnin tietokirja. Porvoo: Werner Söderströmin Osakeyhtiön kirjapaino.

Karhunen, Jouni; Pouri, Reijo; Santala, Jouko. 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: WS Bookwell Oy.

Karrus, Kaij E. 2003. Logistiikka. 3.-4. painos. Helsinki: WSOY.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390. Viitattu 13.11.2011. Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050390>.

Oy AGA Ab 2011a. AGAn nestekaasu. Viitattu 13.11.2011. Saatavilla [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/repositorybyalias/agan\\_nestekaasu/\\$file/AGA%20Propane%20Datasheet%20FI.pdf](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/repositorybyalias/agan_nestekaasu/$file/AGA%20Propane%20Datasheet%20FI.pdf).

Oy AGA Ab 2011b. Historia. Viitattu 13.11.2011. Saatavissa [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/aga\\_history](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/aga_history).

Oy AGA Ab 2011c. Kaasupullojen kuljetus. Viitattu 13.11.2011. Saatavilla [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/transport\\_cyl](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/transport_cyl).

Oy AGA Ab 2011d. Kaasupullojen varastointi. Viitattu 13.11.2011. Saatavissa [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/store\\_gas\\_cyl](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/store_gas_cyl).

Oy AGA Ab 2011e. Nestekaasuopas. Viitattu 13.11.2011. Saatavilla <http://vanha.edu.utu.fi/rokl/ttk/metalliteknologia/nestekaasuopas.pdf>.

Oy AGA Ab 2011f. Palvelut. Viitattu 13.11.2011. Saatavissa [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/nav\\_services](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/nav_services).

Oy AGA Ab 2011g. Ratkaisut. Viitattu 13.11.2011. Saatavissa [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/nav\\_solutions](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/nav_solutions).

Oy AGA Ab 2011h. Tuoteluettelo: Teolliset kaasut. Viitattu 13.11.2011. Saatavilla [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/repositorybyalias/teollisuuskaasut/\\$file/AGA%20IG%20Gases%20White%20Paper%20FI.pdf](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/repositorybyalias/teollisuuskaasut/$file/AGA%20IG%20Gases%20White%20Paper%20FI.pdf).

Oy AGA Ab 2011i. Tuotteet. Viitattu 13.11.2011. Saatavissa [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/nav\\_products](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/nav_products).

Turvatekniikan keskus 2006. Nestekaasun turvallinen käyttö ja varastointi laitoksissa. Viitattu 13.11.2011. Saatavilla [http://tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset\\_aineet/esitteet\\_ja\\_oppaat/nestekaasun\\_turv\\_kaytto.pdf](http://tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/nestekaasun_turv_kaytto.pdf).

Turvatekniikan keskus 2009. Vaarallisten kemikaalien varastointi. Viitattu 13.11.2011. Saatavilla [http://tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Vaarallisten\\_kemikaalien\\_varastointi\\_2009.pdf](http://tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Vaarallisten_kemikaalien_varastointi_2009.pdf).

Työterveysliitto 2011. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet: happi. Viitattu 13.11.2011. Saatavilla <http://www.ttl.fi/ova/happi.html>.