

OPAS

VAARALLISTEN KEMIKAALIEN VARASTOINTI

tukes

Vaarallisten kemikaalien varastointi

Mirja Palmén, Heikki Penttinen,
Jorma Partanen, Hannu Kononen,
Roger Kanerva, Anneli Vahter

Piirroksat: Pirkko-Liisa Toppinen
Taitto: Anna Tiihonen
Kirjapaino: Tammerprint Oy, Tampere 2011 (3.painos)
ISBN 978-952-5649-14-7 (nid.)
ISBN 978-952-5649-15-4 (PDF)

Sisällys

1. Johdanto 5

2. Turvallisuusperiaatteet 5

3. Varasto- ja käsittelypaikka 6

3.1 Yleistä 6

3.2 Sijoitus 7

3.3 Vuotojen keräily 7

3.4 Varaston rakenne ja ilmanvaihto 8

3.5 Räjähdyssuojaus, tilaluokitus ja sähkölaitteet 10

4. Säiliövarastot 11

4.1 Säiliövarasto ulkona 11

4.2 Vallitilat 15

4.3 Säiliövarasto sisällä 16

5. Säiliöt 16

5.1 Rakenneaine 17

5.2 Mitoitus 17

5.3 Säiliöiden hitsaus 18

5.4 Lapon estäminen 18

5.5 Säiliöiden turva- ja varolaitteet 18

5.6 Korroosiosuojaus, pinnoitteet ja eristeet 20

5.7 Varoitusmerkinnät 20

5.8. Säiliökilpi 21

5.9 Säiliöiden kunnossapito 21

6. Putkisto ja varusteet 25

6.1. Yleistä 25

6.2. Sijoitus 26

6.3. Varusteet 28

6.4. Ulkopuolinen korroosiosuojaus 30

6.5 Merkinnät 30

6.6. Putkistojen kunnossapito 30

7. Astiavarasto 33

7.1. Yleistä 33

7.2. Astiavarasto sisällä 36

7.3. Varastointi laboratoriossa 37

7.4. Tuotantotilojen ulkopuolella olevat astiavarastot 38

8. Täyttö- ja tyhjennyspaikat 40

9. Turvallisuusjärjestelyt 44

Liitteet:

LIITE 1: Riskin hallinta

LIITE 2: Ympäristöriskien seurausmatriisi

LIITE 3: Eräiden kemikaalien vaikutus yleisimpiin rakenneaineisiin

LIITE 4: Kokemuksia kestopuuvien käytöstä prosessilaitteissa

LIITE 5: Alumiini

LIITE 6: Kemikaalisäiliön säiliökirjan sisältö

LIITE 7: Happojen ja emästen vaikutus betoniin

LIITE 8: Erillään pidettävät kemikaalit

LIITE 9: Kemikaalien yhteensopivuustaulukko

1. Johdanto

Vaarallisia kemikaaleja käsitellään ja varastoidaan kemianteollisuudessa, puunjalostusteollisuudessa, konepajoissa, elintarviketeollisuudessa ja energian tuotannossa. Lisäksi kemikaaleja varastoidaan lukuisissa maahantuonti- ja tukkuliikkeissä.

Kemikaalien teolliselle käsittelylle ja varastoinnille on saatava viranomaisen lupa ennen toiminnan aloittamista ja kohteisiin tehdään määräajoin tarkastuksia. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo vaarallisten kemikaalien laajamittaista käsittelyä ja varastointia, myöntää tuotantolaitoksia koskevat luvat, tekee niihin valvontatarkastuksia, tarkastaa turvallisuusselvitykset ja käsittelee onnettomuusilmoituksia. Pelastusviranomaiset puolestaan valvovat vaarallisten kemikaalien vähäistä käsittelyä ja varastointia.

Tässä oppaassa kerrotaan kemikaalien varastointi- ja käsittelypaikkojen sijoittamisesta laitoksessa, säiliöistä ja niiden vallitiloista, putkistoista, kunnossapidosta sekä turvallisuusjärjestelyistä. Oppaassa esitetään ratkaisuesimerkkejä, joilla voidaan saavuttaa lainsäädännössä vaadittu yleinen turvallisuustaso. Lisäksi tarvitaan tapauskohtaista harkintaa ja riskienarviointia.

Vaarallisilla kemikaaleilla tarkoitetaan tässä oppaassa sekä palo- ja räjähdysvaarallisia että terveydelle ja ympäristölle vaarallisia kemikaaleja.

Vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista sekä niihin liittyvistä lupamenettelyistä on annettu yksityiskohtaisia määräyksiä kemikaaliturvallisuuslainsäädännössä. Tukesin Internet-sivuilta pääsee ajantasaiseen lainsäädän-

töön sekä sähköisiin lomakkeisiin, joilla voidaan hakea vaarallisten kemikaalien varastojien tarvitsemia lupia ja tehdä ilmoituksia.

Tukesin opas *Vaaralliset kemikaalit teollisuudessa* kertoo tarkemmin toiminnanharjoittajan velvoitteista, kuten toiminnan laajuuden määrittelystä ja turvallisuusjohtamisjärjestelmästä.

2. Turvallisuusperiaatteet

Kemikaaliturvallisuuslainsäädännön tarkoituksena on ehkäistä ja torjua kemikaalien valmistuksesta, käytöstä, siirrosta, varastoinnista ja muusta käsittelystä aiheutuvia henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkoja. Toiminnanharjoittajalle tulee lainsäädännön asettamia velvoitteita sitä mukaa, miten suurta vaaraa aiheuttavasta toiminnasta on kyse. Jos esimerkiksi varastoidaan suuria määriä hyvin vaaralliseksi luokiteltua kemikaaleja, on selvitettävä enemmän yrityksen toimintaperiaatteita, esim. tehtävä turvallisuus selvitys tai toimintaperiaateasiakirja. Viranomaisvaatimukset kasvavat mitä enemmän laitoksen toimintaan liittyy kemikaaleista aiheutuvia onnettomuusriskejä. Myös valvontakäyntejä tehdään tiheämmin kohteisiin, joissa vaarat ovat suuremmat kuin niihin, joissa kemikaalien käsittely on pienimuotoisempaa ja käytetyt kemikaalit vaarattomampia.

Lainsäädännön lähtökohtana on, että toiminnanharjoittaja on tunnistanut kemikaaleihinsa ja prosesseihinsa liittyvät onnettomuusmahdollisuudet ja näiden seuraukset sekä tehnyt riittäviä toimia riskien vähentämiseksi. Toimintaan liittyvät vaarat on tunnistettava ja onnettomuusriskit arvioitava järjestelmällisesti ja kattavasti. Apuna voidaan käyttää erilaisia riskianalyyssimenetelmiä.

Riskianalyysillä tarkoitetaan onnettomuusmahdollisuuksien tunnistamista ja arviointia. Riskianalyysissä arvioidaan millä todennäköisyydellä tai millaisissa olosuhteissa onnettomuus voi esiintyä ja arvioidaan riskin suuruutta ja merkittävyyttä. Lopuksi suunnitellaan, aikataulutetaan ja toteutetaan tarvittavat riskien vähentämistoimenpiteet.

Vaaroja voidaan tunnistaa ja riskejä arvioida erilaisten tarkastuslistojen, poikkeamatarkastelujen, työpaikkaselvitysten sekä vakuutusyhtiöiden käyttämien omaisuuden arviointimenetelmien ja paloindeksien avulla. Lisäksi tulee vaaroissa ja riskeissä arvioida todennäköisyys ja tapahtuman seuraukset erilaisilla vaikutusanalyysillä (mm. leviämismallit) tai vastaavilla, esim. kokemusperäisen tiedon avulla. Käytössä olevia riskianalyysimenetelmiä ja niiden soveltuvuutta on kuvattu esim. VTT:n Internet-sivuilla.

Julkaisun liitteessä 1 on riskikäsitteitä ja liitteessä 2 ympäristöriskien seurausmatriisi.

3. Varasto- ja käsittelypaikka

Laitoksen alueella olevien kohteiden ja toimintojen sijoittelussa tulee huomioida, että kemikaalivarastot, tuotantotilat ja muut toiminnot pidetään erillään, onnettomuus ei pääse leviämään yksiköstä toiseen, laitos voidaan ajaa hallitusti alas, onnettomuustilanteessa torjuntalaitteet ja hälytysjärjestelmät ovat käytettävissä sekä henkilö- ja kemikaalikuljetuksille varataan omat reitit.

Kemikaalivaraston sijoituspaikan valintaan vaikuttavat varastoitavien kemikaalien ominaisuudet ja varaston suuruus, joiden perusteella määräytyvät myös mahdolliset lupaviranomaiset.

Sijoituspaikkaa valittaessa on otettava huomioon ympäröivä asutus, läheisyydessä sijaitsevat koulut, hoitolaitokset tai muut tilat, joissa voi olla suuria määriä ihmisiä, alueella mahdollisesti sijaitsevat muut teollisuuslaitokset ja varastot sekä liikenneväylät.

Kemikaaleja ei pääsääntöisesti varastoida pohjavesialueella. Tarkempia tietoja on Tukesin oppaassa *Tuotantolaitoksen sijoittaminen*.

3.1 Yleistä

Kemikaalivarastoa suunniteltaessa ja perustettaessa on otettava huomioon seuraavia asioita:

- a) *Kemikaalien laatu ja määrä*
 - kemikaalien ominaisuudet, kuten palavuus, hapettavuus, myrkyllisyys ja syövyttävyyys sekä muut ominaisuudet, kuten haihtuvuus, kiehumispiste, reaktiivisuus, vesiliukoisuus
 - varastoitavat kokonaismäärät
- b) *Sijoitus alueella*
 - sijoitus tontilla, säiliöalueiden, astiavarastojen ja käsittelypaikkojen keskinäinen etäisyys, ajoneuvojen kulkureitit
- c) *Varastointitapa, kuten astiat, säiliöt ja laitteistot sekä putkistot*
 - koko ja lukumäärä
 - rakenne ja varustelu
- d) *Turvallisuusjärjestelyt*
 - työntekijöille ja ympäristölle aiheutuvien vaarojen ehkäisy: esim. valvonta- ja varolaitteet, vallitilat, keräilyaltaat, ilmanvaihto, hönkäputkien johtaminen turvalliseen paikkaan
 - suoja- ja vaaraetäisyydet
 - kulunvalvonta
- e) *Onnettomuustilanteisiin varautuminen*
 - kulkuväylien ja pelastusteiden sijainti ja kulkurajoitukset, kuten korkeus

- torjunta- ja pelastuskaluston laatu, määrä ja sijainti (vaahdotus- tai sprinklaustarve, veden saatavuus)
- henkilökohtaiset suojarusteet

f) *Kunnossapito*

3.2. Sijoitus

Kemikaalivaraston sijoittamisesta on tarkempia ohjeita Tukesin oppaassa *Tuotantolaitoksen sijoittaminen*.

Standardeissa 3350 (Palavien nesteiden varastopaikka ja siellä olevat palavan nesteen käsittelypaikat) ja SFS 3353 (Palavan nesteen valmistuslaitos ja teknillinen käyttölaitos) on annettu varastointi- ja käsittelypaikkojen vähimmäisetäisyyksiä tontilla oleviin varastosäiliöihin ja rakennuksiin. Standardeja voidaan käyttää ohjeena, jollei aineominaisuuksien tai tehtyjen riskienarvioinnin takia ole tarvetta määrittellä muuta.

Taulukko 1: Astiavaraston vähimmäisetäisyys tontin varastosäiliöihin ja rakennuksiin (SFS 3350).

Varastointimäärä (m ³)	Etäisyys (m)
$V < 50$	5
$50 \leq V < 200$	10
$200 \leq V < 500$	15

3.3 Vuotojen keräily

Kemikaalien varastointi on järjestettävä siten, etteivät mahdolliset vuodot pääse suoraan viemäriin tai ympäristöön. Lisäksi vuotanutta kemikaalia on tarvittaessa voitava varastoida useita tunteja. Vuotojen määrä on pystyttävä arvioimaan ja vuoto neutraloimaan.

Varastoon rakennetaan allastus siten, että kukin varastohuone muodostaa altaan. Tarvittaessa rakennetaan hyllykohtaiset altaat estämään kemikaalien sekoittuminen. Mahdolliset vuodot kerätään pois pumppaamalla tai imeytysaineen avulla. Jos varastoon rakennetaan viemärointi, niin se johdetaan keräilyaltaaseen. Viemäri

varustetaan sulkuventtiilillä, joka pidetään normaalisti kiinni. Venttiili avataan vain, kun esim. lattian pesuvedet päästetään viemäriverkostoon. Tällöin varmistetaan, ettei jäteveden mukana ole vaarallista kemikaalia. Keräilyssäiliöön on suositeltavaa asentaa mittalaite, joka hälyttää säiliöön tulevan nesteen pinnankorkeuden ylittäessä asetetun tason. Jos säiliöön tulleen jäteveden joukossa on haitallista kemikaalia, jätevesi käsitellään vaarattomaksi ennen sen laskemista viemäriin.

Mahdollisen öljyvudon varalta tulee olla öljynerotuskaivo, josta on hälytys valvottuun paikkaan. Öljynerotuskaivo on pidettävä kunnossa sekä huollettava ja tyhjennettävä säännöllisesti. Hälytyksen toimivuutta tulee testata säännöllisin

välialojin.

Jos keräilyssäiliöön on mahdollista joutua myös palavia nesteitä, ei säiliötä saa sijoittaa rakennuksen alle eikä muutenkaan siten, että mahdollisesta räjähdyksestä aiheutuisi vaaraa. Myös muissa tapauksissa säiliön sijoittamista rakennuksen alle tulee välttää, koska sen kunnon seuraaminen ja säiliön vaihto tarvittaessa uuteen on hankalaa.

Varastosta muuhun tilaan johtava ovi tai aukko varustetaan vähintään 0,1 m korkealla, palamatomalla nestetiiviillä kynnyksellä, jollei varastotilan lattia ole ympäröivää lattiatasoa 0,1 m alempana, tai ellei kemikaalin leviäminen ole estetty muulla vastaavalla tavalla (esim. rutilällä peitetty kouru). Kynnys tai kouru estää kemikaalin leviämisen muihin tiloihin. Kynnys voidaan tehdä luiskamaiseksi trukkiliikenteen helpottamiseksi.

Ulkona olevilla varasto- ja käsittelypaikoilla pitää olla helposti valvottava ja hallittava sadevesien poistojärjestelmä. Sadevedet johdetaan valvotusti tarkkailukaivon tai -altaan kautta. Kaivon tai altaan pitää olla riittävän tilava kyetäkseen varastoimaan useiden tuntien aikana kertyvät sadevedet. Myös vallitila voi toimia sadevesien pidätysaltaana.

Sadevesiviemärissä pitää olla sulkuventtiilit, joilla voidaan pysäyttää kemikaalivuotojen eteneminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Sulkuventtiilien toiminta voidaan järjestää automaattisesti toimivaksi ilmaisin- ja hälytysjärjestelmän ohjauksessa. Mikäli ilmaisinjärjestelmä ei reagoi kaikkiin varastoitaviin kemikaaleihin, tai muuten ei voida järjestää luotettavaa ohjausta sulkuventtiileille, ne tulee pitää normaalisti kiinni. Venttiilit voidaan avata veden poistamiseksi vain valvotusti ja kun on varmistettu, ettei vedessä ole haitallisia määriä varastoitavia kemikaalia.

Mikäli varastossa säilytetään keskenään vaaralli-

sesti reagoivia kemikaaleja, niiden varastopaikoilla pitää olla erilliset sadevesiviemärit ja tarkastuskaivot. Myös veteen liukenemattomat ja vesiliukoiset kemikaalit on hyvä varastoida erikseen ja järjestää niille erilliset sadevesijärjestelmät.

Kaikista sadevesiputkistoista ja muista maanalaisista putkistoista sekä niiden laskupaikoista tulee olla kartta, jonka avulla voidaan nopeasti tarvittaessa sulkea oikeat venttiilit ja paikallistaa mahdollisia vuotoja.

3.4. Varaston rakenne ja ilmanvaihto

Rakenne

Vaarallisten kemikaalien varaston rakenteet suunnitellaan siten, että rakennuksessa sattuvan mahdollisen räjähdyksen (palavien nesteiden varastointi), tulipalon tai kemikaalipäästön vaikutukset jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Rakenteissa on lisäksi otettava huomioon ulkopuolelta aiheutuva vaara (tulipalo).

Vaaralliset kemikaalit on hyvä sijoittaa omaan palotekniseen osastoon. Tavoitteena on estää tulipalon, kaasujen, lämpösäteilyn ym. leviäminen varastorakennukseen tai muihin tiloihin.

Teollisuus- ja varastorakennusten rakenteellisessa paloturvallisuudessa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmia E1 ja E2. Rakennuksen ulko- ja sisäpinnat eivät saa syttyä helposti, eikä palo saa levitä helposti toiseen tilaan.

Varastotilat palo-osastoidaan muista tiloista EI 60 -rakennusosin. Palo-osastoiville rakennusosille asetetaan pidemmät palonkestävyysvaatimukset, mikäli ympäröivien tilojen palokuormat sitä

edellyttävät (esim. kattilalaitos). Rakennusosien palonkestävyysvaatimus on EI 30, jos tila on suojattu automaattisella sammutuslaitteistolla. Palo-osastoivat rakennusosat tehdään vähintään A2-s1, d0 -luokan rakennustarvikkeista. Palo-osastoivissa rakennusosassa olevien ovien ja aukkojen palonkestävyysaika on puolet rakenteelle asetetusta palonkestävyyssajasta. Läpiviennit eivät saa heikentää palo-osastoivan rakennusosan palonkestävyyttä. Palo-oven tulee olla itsestään sulkeutuva ja salpautuva tai se on varustettava toimilaitteella, joka sulkee oven palon sattuessa. Palo-osastoivassa rakenteessa olevat huolto- ja tarkastusluukut on pidettävä suljettuina.

Rakennukset on myös suunniteltava siten, että niistä voi vaaratilanteissa poistua turvallisesti.

Kun palo-osastointi toteutetaan pinta-alaosastoinnin mukaisesti, palo-osastoiville rakennusosille asetettavat palonkestävyysvaatimukset ovat luokkaa EI-M 60 - EI-M 120 riippuen rakennuksen paloluokasta ja suojaustasosta. Lisäksi lattian pintakerros tehdään vähintään A2FL rakennusmateriaalista. Pintakerros tehdään tasaiseksi ja tiiviiksi sekä sellaiseksi, ettei kemikaaleja pääse siihen imeytymään tai kertymään.

Jos onnettomuus voi esim. kemikaalien reagoimisen, tulipalon, räjähdysten tai paineen purkautumisen laitteesta vuoksi aiheuttaa paineen nousun sisätiloissa, tulee tilat suunnitella niin, ettei sen seurauksena koko rakennus sorru. Rakennuksen sortumista voidaan estää ja paineenvaikutuksen suuntaa ohjata rakentamalla osa seinistä kevytrakenteisiksi ja osa seinistä lujarakenteisiksi.

Ilmanvaihto

Sisätilassa olevaan varasto- ja käsittelypaikkaan järjestetään riittävän tehokas ilmanvaihto siten, ettei tilassa esiinny vaarallisia tai tukahduttavia kemikaalipitoisuuksia. Ilmanvaihto toteutetaan sekä yleisilmanvaihdolla että paikallispoistoin. Kemikaalien käsittely- ja varastointitilan ilmanvaihto järjestetään siten, että palavien nesteiden höyryjen pitoisuus normaalitoiminnassa on korkeintaan 25 % kemikaalin alimmasta räjähdysrajasta. Ilman on vaihduttava vähintään kerran tunnissa huoneen tilavuuden verran. Ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot on puhdistettava vuosittain sellaisissa tiloissa, joissa teollisesti valmistetaan tai teknisesti käsitellään palavaa nestettä.

Vaarallisten kemikaalien tilojen ilmanvaihto on tehtävä erilliseksi muusta kiinteistön ilmanvaihdosta. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D 2 on tarkempia tietoja rakennusten ilmanvaihdosta.

Vaarallisten kemikaalien teollisuus- ja varastorakennukset varustetaan erillisellä ilmanvaihdolla tavoitteena, etteivät vaarallisten kemikaaleista vapautuvat kaasut, höyryt, pölyt ym. aiheuta vaaraa terveydelle, ympäristölle ja omaisuudelle. Tavoitteena on myös, että vaarallisten kemikaalien höngät ym. eivät pääse leviämään tilan ulkopuolelle, kuten henkilötiloihin.

Rakennus varustetaan koneellisella ilmanvaihdolla esim. jos tila on lämmitetty. Tällöin ilman on vaihduttava vähintään kerran tunnissa huoneen-tilavuuden verran. Lisäksi tulee huomioida tuloilman otto- ja poistoilman paikat, jotta saavutetaan tyydyttävä ja tasainen ilmanvaihto. Poisto järjestetään myös alhaalta, jos kyseessä on ilmaa raskaampi kaasu (esim. palavat nesteet).

Kemikaalivarastossa, jota ei lämmitetä, tulo- ja poistoilman aukkojen tulee olla riittävän suuret ja sijoitettu eri puolille rakennusta, jotta ilma vaihtuu riittävästi.

Avoimista, haihtuvista pinnoista kemikaalihöngät poistetaan paikallispoistolla yleisilmanvaihdon lisäksi.

3.5 Räjähdyssuojaus, tilaluokitus ja sähkölaitteet

Tukesin oppaassa *ATEX Räjähdyssuurallisten tilojen turvallisuus*, on kerrottu mm. räjähdysvaaran arvioinnista ja räjähdysuojausasiakirjan sisältövaatimuksista.

Palavien nesteiden käsittely- ja varastointitilat luokitellaan kolmeen tilaluokkaan (0-, 1- ja 2-luokka) sen mukaan, miten todennäköistä syttyvän kaasuseoksen esiintyminen niissä on. Vastaavasti pölyräjähdysvaaralliset tilat luokitellaan tilaluokkiin 20, 21 ja 22. Palavien nesteiden osalta tilaluokitukselta annetaan ohjeita standardissa SFS-EN 70079-10 ja SFS-käsikirjassa 59. Pölyräjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitukselta käsitellään standardissa SFS-EN 61241-10. Luokitukselta tarvitaan laitteiden valintaa, asennusta ja käyttöä varten sekä muiden sytytyslähteiden aiheuttamien vaarojen arvioimiseen.

Jos varastossa on vain mekaanisesti lujia, suljettuja metalliastioita eikä siellä täytettäviä astioita eikä säilytettäviä avattuja astioita, tilaa ei tavallisesti katsota räjähdysvaaralliseksi tilaksi. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi tuote- ja raaka-ainevarastot. Käyttövarastoa pidetään räjähdysvaarallisenä tilana. Jos varastossa on muoviasioita, varastohuoneen katsotaan yleensä kuuluvan tilaluokkaan 2.

Erityisen ryhmän kappalevaravarastossa muodostavat aerosolit. Niissä palava neste on varastoitu paineenalaisena. Siksi tila, jossa pääasiassa varastoidaan aerosolipakkauksia, joiden ponnekaasuna on nestekaasua tai muuta palavaa kaasua tai sisältönä on palavaa nestettä, katsotaan räjähdysvaaralliseksi (tilaluokka 2).

Räjähdyssuuralliseksi luokiteltujen tilojen sähköasennukset ja -laitteet tulee rajoittaa minimiin. Niiden on täytettävä tilaluokituksen vaatimukset ja laitteiden tulee olla ATEX-direktiivin mukaisia, Ex-hyväksytyjä laitteita. Aiemmin on tilaluokan 2 tiloissa sallittu käytettäväksi kotelointiluokan IP54 teollisuussähkölaitteita, jotka eivät täytä nykyisiä vaatimuksia. Niitä voi kuitenkin vielä käyttää, mikäli riskinarvioinnissa perustellusti todetaan, että niiden käyttö on turvallista. Riskinarvioinnin perusteella vaarallisesti kipinöivät ja kuumenevat sähkölaitteet tulee vaihtaa vastaaviin turvallisiin. Tällaisia laitteita ovat mm. kytkimet, kontaktorit, termostaatit ja valaisimien hohtosytyttimet sekä tietyt valaisimet ja lämmittimet.

Laitteiden arvioinnissa tulee kaikissa tapauksissa ottaa huomioon varastoitavan kemikaalin aineominaisuudet, leimahduspiste, alin itsesytytyslämpötila ja räjähdysryhmä. Arvioinnissa voi käyttää apuna seuraavia seikkoja:

- muutoksiin toimintaympäristössä (perustukset, vallitilat, merkinnät, törmäyssuojat jne.)
- monimetalli- ja suurpainenaatriumlamppujen lämpötilat ovat > 500°C
- hehkulamppuja voidaan käyttää lämpötilaluokissa T1 ja T2
- loisteputkivalaisimia voidaan käyttää lämpötilaluokissa T1, T2 ja T3
- muita kuin Ex-rakenteisia moottoreita < 100 kW voidaan käyttää lämpötilaluokissa T1, T2 ja T3
- muiden kuin Ex-rakenteisten > 100kW

moottoreiden riskit tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Rikkoutunut sähkölaite ei yleensä täytä räjähdysvaarallisen tilan suojausvaatimuksia. Samasta syystä on valaisimien suojakuvut ja keskusten yms. laitteiden kannet ja kosketussuojat oltava paikallaan.

Johtojärjestelmien ja sähkölaitteiden asennuksissa ja valinnassa on otettava huomioon myös muut olosuhdetekijät, kuten veden tai syövyttävien aineiden aiheuttama korroosio tai mekaanisen vaurioitumisen vaara. Korroosion kannalta on tarpeen kiinnittää erityistä huomiota potentiaalintasausjohtimien liitoksiin.

Tarvittaessa asennukset on suojattava sopivilla mekaanisilla suojilla, tai valittava itsestään riittävän vahvoja järjestelmiä. Sähköasennusten ja -laitteiden kuntoa ja toimintaa on tarkkailtava systemaattisesti. Havaitut puutteet tulee korjata viipymättä.

Jos varastointipaikkaa siirretään, on muistettava huolehtia siitä, että uuden varastointipaikan tavanomaiset sähköasennukset laitteineen muutetaan muuttuneiden olosuhteiden vaatimukset täyttäväksi.

Sähkölaitteiston haltijan tulee lisäksi huolehtia sähkölaitteiston määräaikaistarkastuksesta. Tarkastusväli on laitteistoluokasta riippuen joko 5, 10 tai 15 vuotta. 10 ja 15 vuoden välein tehtävän tarkastuksen voi tehdä valtuutettu tarkastaja. Viiden vuoden välein tehtävien tarkastusten osalta tarkastuksen tekee valtuutettu laitos.

Kannattaa huomioida, että myös siirrettävät, liikuteltavat tai kannettavat laitteet voivat toimia räjähdysvaarallisissa tiloissa syttymislähteinä.

Näitä voivat olla esim. trukit, kannettavat tietokoneet, mittalaitteet ja kännykät. Myös mekaaniset laitteet kuten pumpput, kompressorit ja kuljettimet voivat aiheuttaa räjähdyskelpoisten ilmaseosten syttymisen kuumien pintojensa tai aiheuttamiensa mekaanisten kipinöiden takia. Näin ollen niitä koskevat ATEX-direktiivien vaatimukset, kuten sähkölaitteitakin.

Ex-tilat merkitään varoitusmerkillä. Varoitusmerkki on kolmion muotoinen ja siinä on mustat kirjaimet, keltainen tausta ja musta reunus. Keltaisen osuuden on peitettävä ainakin 50 prosenttia merkin alasta.



4. Säiliövarastot

4.1 Säiliövarasto ulkona

Säiliöiden sijoittelu ja perustus

Säiliövarastossa säiliöt sijoitetaan tarkoituksenmukaisesti ottaen huomioon varastoitavat kemikaalit ja niiden määrät. Käyttöön liittyvät toimenpiteet sekä säiliön tarkastukset, huollot ja korjaukset on voitava tehdä helposti ja turvallisesti. Alueelta poistuminen ja pelastushenkilöstön pääsy ainakin kahdesta eri suunnasta erityisesti vaaratilanteissa varmistetaan. Säiliöiden keskinäistä etäisyyttä määrättäessä huomioidaan myös mahdolliset ylivuodot ja niiden viereiselle säiliölle aiheuttamat vaarat. Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty ohjeelliset arvot säiliöiden keskinäisille etäisyyksille.

Taulukko 2: Terveydelle ja ympäristölle vaarallisten säiliöiden keskinäiset ohjeelliset vähimmäisetäisyydet

$D \geq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} > D > 2 \text{ m}$	$D \leq 2 \text{ m}$
Etäisyys/m		
5 m	$D/2$	1 m

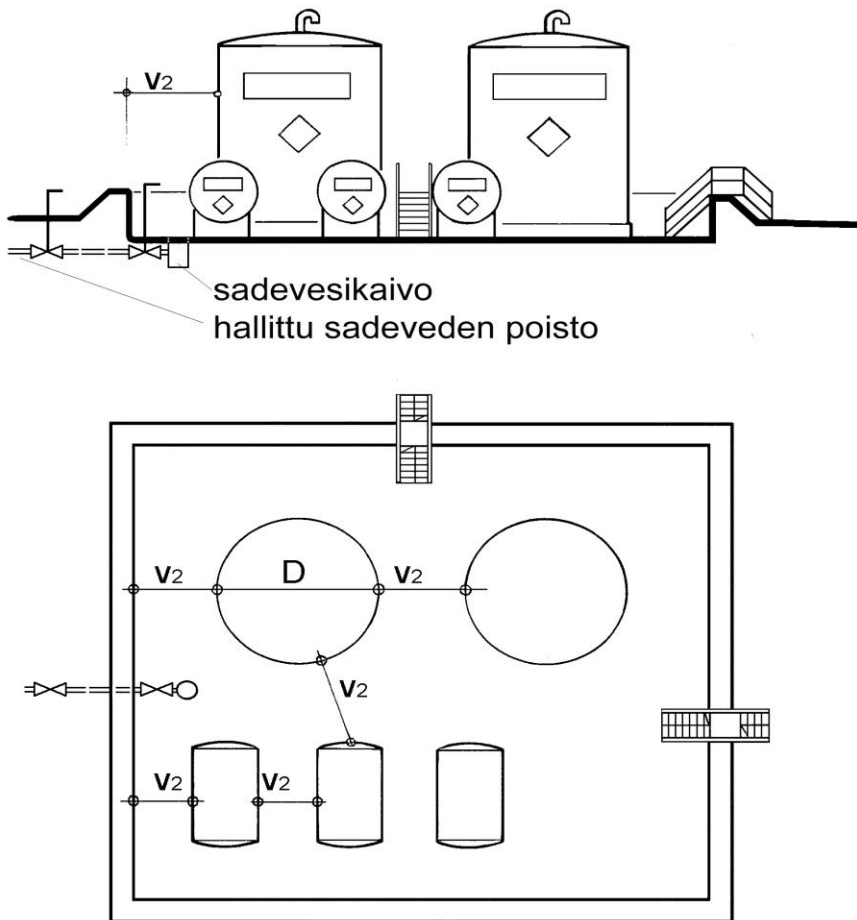
D on vierekkäisistä säiliöistä suuremman säiliön halkaisija. Minimietäisyys on aina kuitenkin 1 m.

Taulukko 3: Palavien nesteiden säiliöiden keskinäiset etäisyydet (v_2) samassa säiliöryhmässä (SFS 3350)

$L_p \leq 55 \text{ °C}$	$L_p > 55 \text{ °C}$ tai kelluva välikatto	Säiliöt erotettu toisistaan EI 60 väliseinällä
Etäisyys/m		
$D/2$	$D/3$	50% alhaisempi*

D on vierekkäisistä säiliöistä suuremman säiliön halkaisija. Minimietäisyys kuitenkin aina 1 m. L_p = leimahduspiste.

*Säiliöiden keskinäisen etäisyyden tulee olla kuitenkin riittävä myös kunnossapitoa, huoltoa ja tarkastusta varten.

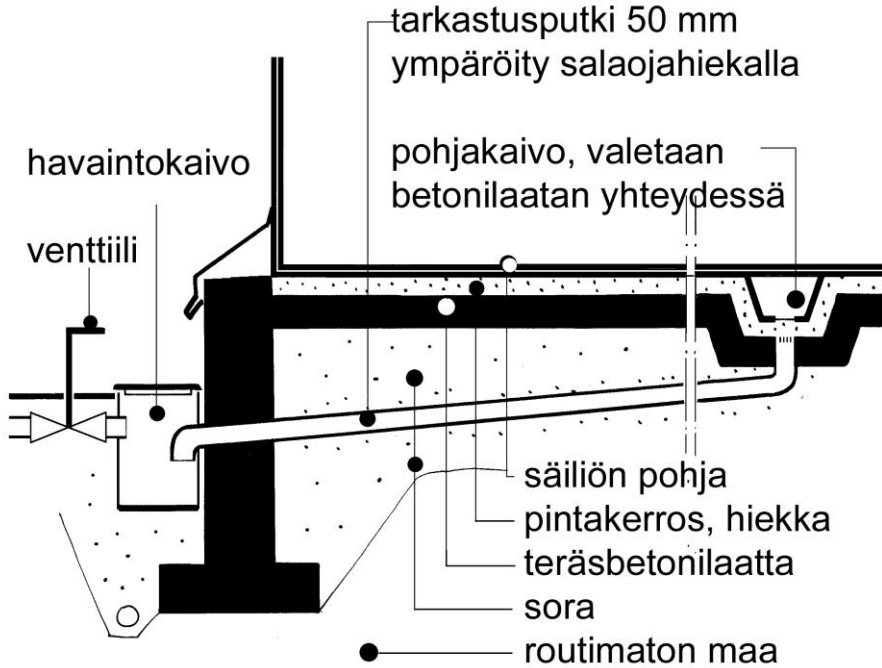


Kuva 1: Säiliöiden sijoittelu

Säiliön perustuksen pitää olla routimaton ja sen on kestävä siihen kohdistuvat rasitukset. Lieriomäisten pystysäiliöiden (esim. standardien SFS 2737 ja 2740 sekä vastaava SFS-EN 141015) perustus tehdään joko standardin SFS-EN 14015 tai standardin SFS 2679 vaatimustasoa vastaavasti. Jos käytetään muuta rakennetta, sen on oltava samantasoinen kuin ko. standardeissa

esitetyt ratkaisut. Erityisesti pohjavuotojen tarkkailusta on annettava selvitys.

Kuvassa 2 on esitetty standardin SFS 2679 mukainen ratkaisu perustuksen tekemisestä ja pohjavuotojen tarkkailusta. Varastosäiliön perustus voi olla ilman pohjakaivoa, jos kemikaali on kaikissa suhteissa veteen liukeneva.



Kuva 2: Perustukset

Kunnossapito

Säiliön perustukset sekä säiliöön liittyvien putkistojen ja laitteiden tukirakenteet ja kannakoinnit saattavat muuttua käyttöiän aikana. Näiden kuntoa on seurattava säännöllisten valvontakerrosten yhteydessä ja ne on liitettävä kunnossapito-ohjelmiin. Tyypillisiä muutoksia ja turvallisuuden liittyviä seikkoja ovat mm:

- perustus ja siihen liittyvät tiivistykset kärsivät niin, että vettä pääsee säiliön pohjan alle
- perustus rapautuu, korroosiota esiintyy kannakoinneissa ja ankkuripulteissa
- säiliön korkeusasema ja suoruus muuttuu
- putkiston kannakointi muuttuu mm. perustusten rapautumisten, maan siirtymien, routimisen tai ulkoisten rasitusten takia

- säiliöön liittyvät kannakoinnit ja hoitotasot aiheuttavat jännityksiä säiliön seinämiin
- säiliöiden tai putkilinjojen eristeet ovat rikkoutuneet tai niihin on vuotanut kemikaalia
- säiliön kiinnityspulttien kunto on heikentynyt
- säiliön merkinnät tai kilpi ovat lukukelvottomia
- hönkäputken ylivuodot tai varustevuodot ovat vaikuttaneet säiliön, putkistojen tai perustusten kuntoon
- pohjavuotojen tarkkailuun liittyvät järjestelmät ovat tukkeutuneet pitkän käyttöiän aikana.

Laajennettuja tarkastuksia tulee tehdä poikkeamatilanteiden (esim. tulvat, suuret räjäytystyöt, lähellä olevat kaivaukset, ylitäytöt, vuodot) ja muutostöiden yhteydessä.

Kunnossapitoa, huoltoa, käyttöä ja tarkastusta varten säiliössä tulee olla tarvittaessa portaat ja hoitotasot kaiteineen ja askeltukineen. Lisävarusteina voi tarvittaessa olla sekoittimia, lämmittimiä jne., joiden aiheuttama kuormitus tasataan tukirakenteilla.

4.2 Vallitilat

Toiminnanharjoittajan on huolehdittava siitä, että kemikaalit eivät leviä säiliön ympäristöön edes säiliövuodon tai ylitäytön seurauksena. Ulkona olevat kemikaalisäiliöt sijoitetaan sen vuoksi tiiviiseen, sisällön vaikutusta kestäväan vallitilaan.

Samassa vallitilassa ei saa olla keskenään vaarallisesti reagoivia aineita. Liitteessä 8 on luettelo keskenään reagoivista kemikaaleista. Kemikaalit eivät myöskään saa syövyttää samassa vallitilassa olevien muiden säiliöiden ja putkistojen ym. rakennemateriaalia tai säiliöiden perustusta, mikä voisi lisätä vahingon vaaraa. Samalla varastoalueella ovat happo- ja emässäiliöt sijoitetaan eri vallitiloihin.

Terveydelle ja ympäristölle vaarallisen kemikaalin varastosäiliöt sijoitetaan vallitilaan, jonka tilavuus vastaa vähintään vallitilassa olevan suurimman säiliön tilavuutta.

Palavat nesteet varastoidaan omissa vallitiloissaan, joihin pitää mahtua 110 % suurimman säiliön tilavuudesta. Palavan nesteen säiliöiden suoja- ja vaaraetäisyydet on esitetty standardissa SFS 3350.

Vallitilan on oltava tiivis ja rakenteeltaan sellainen, että se kestää varastoitavien kemikaalien vaikutuksia vähintään kaksi vuorokautta. Erityistä huomiota kiinnitetään säiliön perustuk-

sen, vallitilan pohjan sekä vallitilan pohjan ja vallien välisten saumojen ja läpivientien tiiveyteen. Vallitila voidaan tarvittaessa pinnoittaa kestävyuden parantamiseksi.

Varsinkin jos varastoidaan voimakkaasti betonia syövyttävää ainetta, pitää betonisissa suoja-altaissa altaan sisäpuoli pinnoittaa kemikaalin vaikutusta kestäväällä pinnoitteella (esim. epoksimaalilla) betonin rapautumisen estämiseksi.

Vallitilan lujuus mitoitetaan siten, että se kestää vaurioitumatta vallitilassa olevan suurimman säiliön rikkoutumisesta aiheutuvan nestevirtauksen. Vallitilan seinämien ja pohjien rakenteen on säilyttävä tulipalossa tiiviinä ainakin kahden tunnin ajan. Vallitilan rakenteessa on otettava huomioon, että säiliön mahdolliset vuodot pitää pystyä havaitsemaan ja vahingon torjuntatoimet toteuttamaan.

Säiliön etäisyyden vallin reunaan pitää olla riittävä ylivuotojen keräämistä ja huolto- ja kunnostustöitä varten. Vallitilan harjan etäisyyden säiliön seinästä pitää olla vähintään 5 m. Jos säiliön säde on pienempi kuin 5 m, etäisyys voi olla säteen mitta, kuitenkin vähintään 1 m. Jos säiliö on tavanomaista huomattavasti korkeampi, tulee ottaa huomioon vallitilan toimivuus esim. ylitäyttö ja vuototilanteissa. Vallin harjan etäisyys makaavan lieriömäisen säiliön vaipasta ja päädyistä pitää olla vähintään 1 m.

Vallitilan pohja kallistetaan siten, että sadevedet ja vuodot ohjautuvat säilöstä pois päin. Alimpaan kohtaan voidaan asentaa kaivo, josta sadevedet tai vuodot voidaan poistaa. Kaivo varustetaan hälytyksellä. Lisäksi tarvittaessa tulee huomioida vallitilan riittävä tuulettaminen.

Putkisto sijoitetaan ensisijaisesti vallitilan ulkopuolelle. Jos putkisto on sijoitettu vallitilaan,

on sijoittamisessa otettava huomioon kunnossapito, huolto ja korjaustöiden mahdollisuus. Lisäksi on otettava huomioon mahdolliset säiliöstä toiseen tapahtuvat nestesiirrot mm. onnettomuuksissa.

Vallitiloihin rakennetaan portaat siten, että poistuminen sieltä on helppoa ja turvallista. Portaat rakennetaan, mikäli vallin korkeus on suurempi kuin 0,5 m. Huoltoa, tarkastusta ja korjausta varten voidaan rakentaa kulkutiet. Vallitilaan ei sijoiteta muita rakenteita tai laitteita kuin mitä siellä välttämättömästi tarvitaan. Pumppujen sijoitusta vallitilaan vältetään.

Jos putkisto on rakennettu vallin läpi, putken ja vallin liitoskohdan tulee olla nestetiivis. Sadevedet poistetaan valvotusti ja tarvittaessa ne käsitellään. Ohjeistuksella selvitetään, miten sadevesien vaarattomuus tarkastetaan.

Vallitilat tarkastetaan säännöllisesti mahdollisten halkeamien löytämiseksi ja tarkastukset kirjataan. Havaitut seinien tai pohjien murtumat ja halkeamat korjataan pikaisesti.

Vallitilan kunnon, tiivyyden ja siisteyden lisäksi tarkastetaan myös kulkutiet, portaat ja läpivienit sekä alueella olevat varoituskilvet ja merkinät.

Laajempi kuntotarkastus on tehtävä poikkeamantilanteiden (esim. tulvat, rankkasateet, kaivaukset ja suuremmat räjäytystyöt) jälkeen.

4.3 Säiliövarasto sisällä

Säiliöt pyritään sijoittamaan pääasiassa ulos, ellei niiden sijoittaminen sisälle ole välttämätöntä. Sijoitettaessa kemikaalisäiliöt sisälle huolehdi-

taan erityisesti paloturvallisuudesta ja ilmanvaihdon riittävydestä. Riittävällä ja jatkuvalla ilmanvaihdolla varmistetaan, ettei kemikaalihuuruista aiheudu haittaa ihmisille eikä korroosiotä rakenteille.

Jos säiliöitä sijoitetaan sisälle, huonetila allastetaan. Allastus tehdään siten, että vuodot voidaan havaita ja kerätä talteen.

Samassa allastilassa ei saa olla keskenään vaarallisesti reagoivia kemikaaleja. Tarvittaessa lattia pinnoitetaan; pinnoitus katsotaan riittäväksi, jos se kestää varastoitavaa kemikaalia kaksi vuorokautta.

Säiliön etäisyyden seinästä ja toisesta säiliöstä pitää olla vähintään 1 m, jotta huoltotyöt voidaan tehdä helposti ja tarvittaessa voidaan poistua varastosta nopeasti.

Säiliöiden ilmaputket johdetaan ulos. Säiliöiden ilmaputkeen saattaa olla tarpeen asentaa sopiva kosteudenestolaitteisto polymeroitumisen tai muun syyn takia. Esimerkiksi kosteuden seurauksena rikkihapon laimentuminen aiheuttaa säiliön korroosiotä ja vedyn muodostumista, josta seuraa säiliön kaasutilan räjähdysvaara.

5. Säiliöt

Säiliö rakennetaan huomioiden käyttötarkoitus, käyttöolosuhteet ja kemikaalin ominaisuudet. Jos kemikaaleja varastoidaan paineenalaisena, säiliöiden pitää täyttää myös painelaitteista annetut määräykset.

Säiliöstä tehdään rakennesuunnitelma, jolla kirjallisesti osoitetaan, että säiliön suunnittelu ja valmistus on vaatimusten mukainen. Valmiin

säiliön vaatimustenmukaisuus osoitetaan rakennetarkastuksella. Säiliö täyttää säädösten rakennevaatimukset, jos se on tehty hyväksytyjen suunnittelustandardin mukaisesti.

Säiliön, jota ei ole suunniteltu tai valmistettu suunnittelustandardien mukaisesti, tulee turvallisuustasoltaan vastata standardin mukaista säiliötä. Turvallisuustason vastaavuu-den arvioi tarkastuslaitos.

Säiliöiden korjaus- ja muutostöissä noudatetaan samoja periaatteita kuin valmistuksessa.

Säiliötä ei saa luovuttaa käyttöön tai myytäväksi ennen kuin sen on tarkastuslaitoksen tarkastuksessa (rakennetarkastus) todettu olevan rakenteeltaan säännösten mukainen.

Rakennetarkastuksesta on laadittava tarkastustodistus, joka on annettava tarkastuksen tilaajalle edelleen säiliön tulevalle omistajalle toimitettavaksi. Lisäksi on huolehdittava siitä, että tilaajalle luovutetaan säiliön rakennepiirustukset, rakentamis- ja tarkastusasiakirjat, sekä tarvittaessa perustusta ja sen tarkastusta koskevat asiapaperit sekä huolto- ja tarkastussuunnitelma. Säiliökirjan sisältö on liitteessä 6.

Jos enintään 100 m³ suuruiset säiliöt ovat rakenteeltaan ja ulkopuoliselta pinnoitukseltaan vastaavia, rakennetarkastus voidaan suorittaa säädösten mukaisesti sarjatarkastuksena.

Vaatimustenmukaisiksi todettuihin säiliöihin kiinnitetään kilvet, joissa on säiliömerkintöjen lisäksi tarkastuslaitoksen tekemä merkintä.

Tukes julkaisee luetteloja voimassa olevista varastosäiliöstandardeista Internet-sivulla www.tukes.fi

5.1 Rakenneaine

Rakenneaineen on kestävä ulkopuolista ja sisällön aiheuttamaa korroosiota, eikä rakenneaine saa reagoida sisällön kanssa. Tarvittaessa säiliö on pinnoitettava. Rakenneaineen valintaan vaikuttavat varastoitavan kemikaalin lisäksi lämpötila, paine, kemikaalin sisältämät epäpuhtaudet, pH, virtausnopeus ja kiintoainepitoisuus. Varastoitavan kemikaalin pienetkin epäpuhtaudet voivat vaikuttaa rakenneaineen kestävyys-teen. Ulos sijoitettavan säiliön rakenneaineen valinnassa pitää ottaa huomioon haurasmurtumisvaara.

Yleisimmin käytettävä rakenneaine on teräs. Liitteessä 3 on esitetty eräiden vaarallisten kemikaalien vaikutus yleisimpiin teräslaatuuihin. Säiliön rakenneaineena voidaan käyttää myös lujite- tai kestumuoveja. Liitteessä 4 on esimerkkejä kestumuovien käytöstä prosessilaitteissa.

5.2 Mitoitus

Säiliötä mitoitettaessa ja suunniteltaessa on otettava huomioon käyttö- ja koeolosuhteissa jatkuvasti tai hetkellisesti vaikuttavat kuormitukset, joilla on merkitystä rakenteiden mitoitukseen:

- alipaine ja siitä johtuva lommahtamisvaara
- paine ja mahdollinen paineen purkautuminen säiliöön
- rakenteen ja sisällön paino, tuuli- ja lumikuorma
- rakenneosiin vaikuttavat paikalliset voimat, jotka johtuvat esimerkiksi putkistosta, tuennasta tai muusta vastaavasta kuormituksesta
- lämpötilaeroista johtuvat lämpöjännitykset.

Jos säiliötä käytetään erilaisissa käyttöolosuhteissa, säiliö mitoitetaan sen olosuhteen mukaan, joka johtaa maksimimitoitukseen. Tarvittaessa käytetään säiliön rakenteen vahvistamiseen vahvistuslevyjä ja tukirakenteita.

Mikäli on varauduttava kemikaalien ominaisuuksista tai muusta syystä johtuvaan räjähdysvaaraan, säiliön heikoimmaksi rakenteeksi tehdään sen katto.

Säiliön katon tulee kuitenkin olla tiivis ja kestävä. Kattorakenteiden tulee täyttää teräsrakenteista voimassa olevat ohjeet. Tuuli- ja lumikuormat määritetään Suomen rakentamismääräyskoelmissa olevien ohjeiden mukaisesti.

5.3 Säiliöiden hitsaus

Säiliöiden hitsaus tulee tehdä asiantuntevasti ja huolellisesti. Terässäiliöiden hitsausliitosten muotoilussa, mitoituksessa ja hitsaamisessa noudatetaan säiliöiden rakennestandardien ohjeita ja soveltuvin osin painelaitteiden hitsauksesta annettuja standardeja.

Pysyvissä liitoksissa ei saa olla laitteiden turvallisuutta vaarantavia pinta- tai sisäisiä vikoja.

Pysyvien liitosten ominaisuuksien on vastattava liitettävien materiaalien vähimmäisominaisuuksia, ellei suunnittelussa ole otettu huomioon muita vastaavia ominaisuuksia.

Lujuuteen ja tiiviyyteen vaikuttavien osien ja niihin välittömästi kiinnitettyjen osien pysyviä liitoksia tekevillä henkilöillä on oltava asianmukainen pätevyys ja liitokset on toteutettava pätevyöityjen menetelmien mukaisesti.

5.4 Lapon estäminen

Säiliön täyttöputken osalta tulee huomioida mahdollinen virtausmahdollisuus säiliöstä täyttöputkea pitkin ulos. Tätä voidaan välttää erilaisilla ohjeilla (venttiilien sulkemisilla) ja venttiileillä (takaisku). Yksi tapa on sijoittaa täyttöputki siten, että se tyhjenee säiliön päin täyttötapahtuman jälkeen.

5.5 Säiliöiden turva- ja varolaitteet

Pinnanvalvonta

Säiliöiden nestepinnan valvonta tulee olla toteutettu kaikissa säiliöissä. Valvonnassa yleisimmin käytetään säiliön nestepinnan mittaamista mekaanisella uimurilla tai sähköisellä tutkapintamittauksella. Joillakin nesteillä ja kiinteillä aineilla mittaus perustuu säiliön massan seurantaan vaa'alla tai säiliön kyljessä olevaan näkölasiin.

Prosessiteollisuudessa saatetaan säiliötä täyttää ja tyhjentää yhtäaikaisesti. Silloin on tärkeätä seurata nestesiirtoja luotettavalla tavalla, jotta säiliö ei täytyisi yli.

Pintahälytin

Säiliölle määritellään yläraja, jolloin säiliön täyttö päättyy ja rajan ylityksestä tulee hälytys. Monesti ylärajan anturin, ylitäytön estimen, lukitustointiminta on kytketty säiliöauton täyttöpumppuun tai muuhun siirtopumppuun. Säiliötä operoivan tulisi tietää etukäteen, paljonko säiliöön mahtuu nestettä eikä luottaa liiaksi ylitäytön estimeen. Isommissa säiliöissä on määritelty kaksi ylärajaa: H ja HH.

Vastaavasti säiliötä tyhjennettäessä on määriteltävä nestepinnalle alaraja (L), jolloin pumppaus päättyy.

Yhteiden sijoitus

Säiliön yhteet pyritään sijoittamaan säiliövaipan yläosaan. Nestepinnan alapuolelle sijoitetaan vain välttämättömät yhteet.

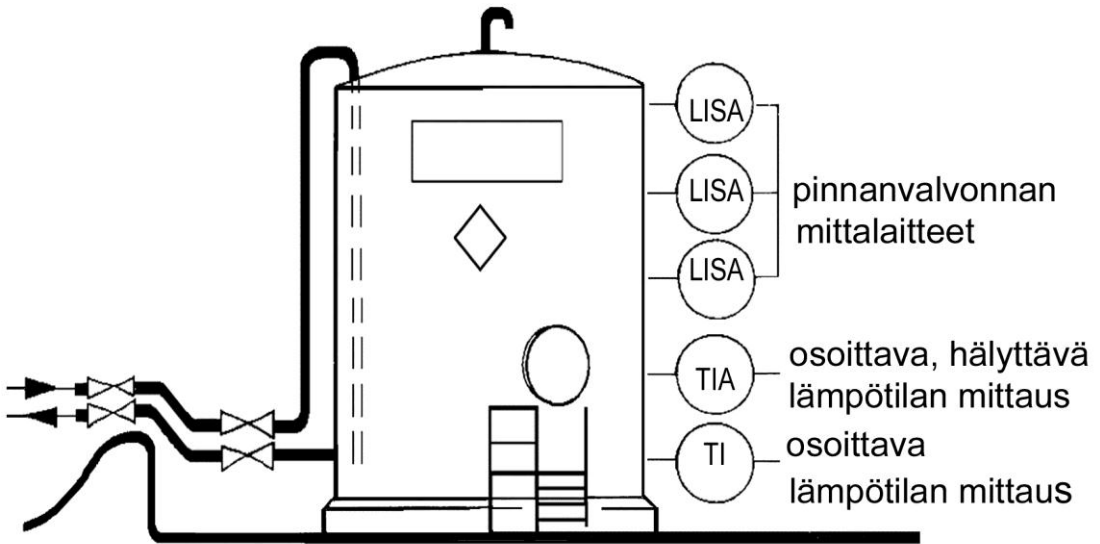
Täyttö-, tyhjennys- ja muut yhteet sijoitetaan vähintään 100 mm etäisyydelle muista hitsausliitoksista; sijoitus lähemmäksi voi heikentää säiliötä.

Säiliön kunnostusta ja tarkastusta varten tulee pienissä säiliöissä olla vähintään 200 mm tarkastusaukko ja yli 3 m³ suuruisissa säiliöissä kulkuaukko. Kulkuaukon halkaisijan tulee olla vähintään 600 mm, ellei standardissa ole muuta mainittu. Nestepinnan alapuolella olevan kulkuaukon kannen ja sen vastalaipan tiivistepinnat työstetään. Tiivisteen tulee kestää varastoitavan aineen vaikutusta.

Ilmaputki

Ilmaputki

Säiliö tulee varustaa ilmaputkella, joka johdetaan ulkotilaan. Jos varastoitava aine on erittäin myrkyllistä tai myrkyllistä, tai jos muut säädökset edellyttävät, höngät kerätään talteen ja käsitellään. Ulos johdetun ilmaputken päähän kiinnitetään joko putkikäyrä tai suojahattu. Lisäksi on varmistettava, ettei ilmaputki tukkeudu jääty-mällä, kiteytymällä tai polymeroitumalla. Kosteuden pääsy säiliöön tulee estää, jos siitä aiheutuu säiliön syöpymisvaaraa. Ilmaputki voidaan varustaa yli- ja alipaineventtiilillä. Palavien nesteiden säiliöissä nämä vaaditaan tietyissä tapauksissa.



Kuva 3: Esimerkki säiliön varustelusta

5.6 Korroosiosuojaus, pinnoitteet ja eristeet

Säiliö suojataan pinnoittamalla tai muulla sopivalla tavalla, jos säiliön rakenneaine ei kestä sisällön vaikutusta. Ulkopuolista korroosiota vastaan säiliö voidaan suojata pinnoittamalla tai käyttämällä sähköistä suojausta. Korroosionkestävyyden ennustaminen on usein hankalaa.

Pinnoitteiden ensisijaisena tehtävänä on eristää metallipinta syövyttävästä ympäristöstä. Mitä vaikeammat olosuhteet ovat, sitä tärkeämpää on pinnoitteen eheys.

Säiliöt voidaan tarvittaessa eristää mm. lämpö-
häviöiden estämiseksi sopivilla eristemateriaa-

leilla. Eristemateriaali tulee valita siten, ettei se reagoi sisällön kanssa aiheuttaen vaaratilanteita.

5.7 Varoitusmerkinnät

Vaarallista kemikaalia sisältävä säiliö tulee merkitä sisältöä ja sen vaaraa osoittavin varoitusmerkinnöin siten kuin työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä annetussa valtioneuvoston päätöksessä ja standardissa SFS 5491 (Vaaralliset kemikaalit, säiliöiden merkitseminen) on esitetty.

Merkinnän tulee erottua selvästi ja sen on oltava helposti havaittavassa paikassa. Merkintä voi olla

säiliön kyljessä tai säiliön välittömässä läheisyydessä olevassa erillisessä taulussa.

Merkintöjen tekstien ja varoitusmerkkien koko riippuu säiliön koosta standardin SFS 5491 mukaisesti.

5.8. Säiliökilpi

Säiliön valmistustiedot ilmoitetaan säiliöön kiinnitetyssä kilvessä. Tiedot ovat tarpeen mm. arvioitaessa tarkastustarvetta, säiliön valmistustietojen jäljitettävyyden varmistamiseksi esim. onnettomuus- tai vaurioilanteessa. Kilvestä tulee ilmetä seuraavat tiedot:

- valmistajan tai maahantuojan nimi ja osoite
- valmistusvuosi ja - numero
- materiaali ja mahdollinen korroosiosuojaus
- koepaine (bar) ja väliaine/ vesitäyttö
- standardin tai hyväksymispäätöksen numero
- säiliön nimellistilavuus
- tarkastuslaitoksen tunnus
- suunnittelutietojen mukainen sisältö.

5.9 Säiliöiden kunnossapito

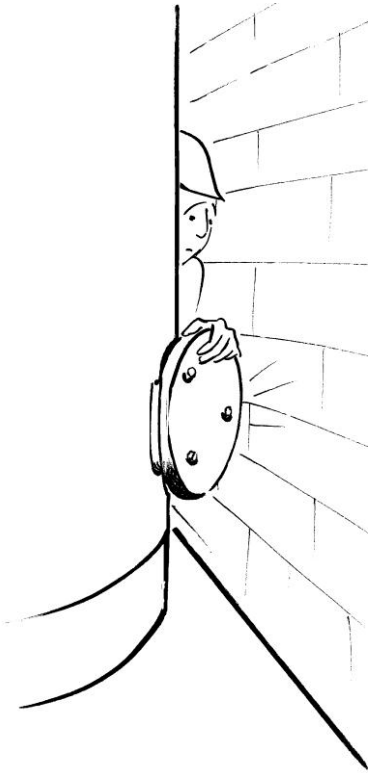
Säiliöiden kunnon ja toiminnan sekä laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi yrityksen tulee laatia kunnossapitosuunnitelma. Kunnossapitosuunnitelma sisältää lainsäädännöllisten vaatimusten kuvauksen, riskien arvioinnin, käytönaikaisen valvonnan ja määräajoin tehtävät tarkastukset, dokumentoinnin säiliökirjaan sekä muutostöitä koskevat ohjeet. Kunnossapito-

suunnitelmassa määritellään myös vastuuhenkilöt ja organisaatiot silloin kun tehtäviä on ulkoistettu.

Kunnossapitosuunnitelmaan voi riskien, kokeusten, tarkastustulosten ja valmistajan ohjeiden mukaisesti kuulua erilaisia tarkastuksia. Näitä ovat esimerkiksi kokonaisuuden yleistarastus, ulkopuolinen tarkastus, sisäpuolinen tarkastus, varusteiden ja mittalaitteiden tarkastus ja kalibrointi, muutostyöhön liittyvät tarkastukset sekä paine- ja tiiviyskokeet. Lisäksi säiliötä seurataan valvontakierrosten ja valvomonäyttöjen avulla. Jos säiliö on myös rekisteröitävä painelaite, on sille tehtävä lakisääteiset määräaikaistarkastukset. Avoimet säiliöt, joihin liittyy lämmityskierukka voivat lämmityskierukan takia muuttua rekisteröitäviksi painelaitteiksi.

Säiliöiden kunnon jatkuvaan valvontaan kuuluvat valvontakierrokset, joita suoritetaan kunnossapito-ohjelman mukaisesti ja aina kun käytössä havaitaan seurantaa vaativia poikkeamia. Valvontakierros perustuu aistinvaraiseen havainnointiin ja se tulee ohjeistaa. Siinä kiinnitetään huomiota erityisesti seuraaviin seikkoihin:

- muutoksiin toimintaympäristössä (perustukset, vallitilat, merkinnät, törmäyssuojat jne.)
- laitteiden ulkopuoliseen kuntoon
- mahdollisiin merkkeihin vuodoista tai laitteiden toimintahäiriöistä (äänet, asennot, värähtelyt)
- laitteiden käyttöarvoihin (pinnankorkeudet, paineet, lämpötilat).
- Valvontakierrokset tulisi dokumentoida ainakin valvomon käyttöpäiväkirjoihin.



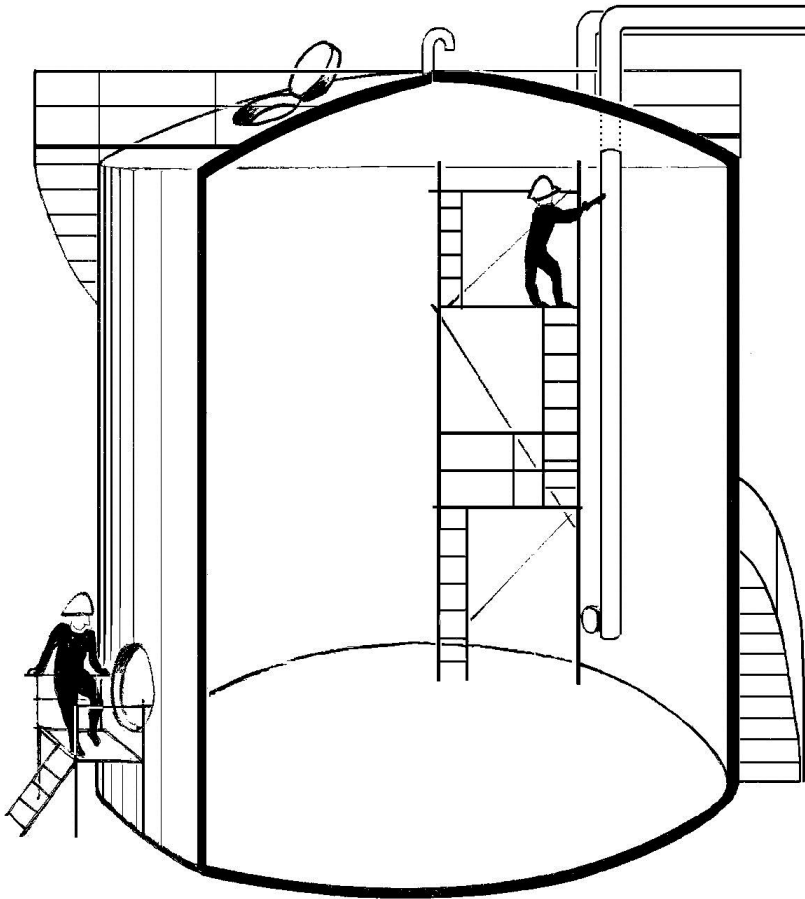
Kuva 4: Säiliön tarkastus. Säiliöt on sijoitettava niin, että ne voidaan tarkastaa ja pitää kunnossa.

Säiliöiden tarkastusten on oltava suunnitelmallisia ja ohjeistettuja. Tarkastusohjelma on osa kunnossapitosuunnitelmaa ja se perustuu riskeihin, kokemuksiin, havaintoihin ja aiempiin tarkastustuloksiin. Tarkastuksia suunniteltaessa mm. seuraavat seikat on määriteltävä:

- puhdistustaso
- telineiden tarve ja rakentaminen
- valaistuksen järjestäminen
- käytettävät tarkastusmenetelmät
- tarkastuskohteet
- työsuojeelliset seikat
- tarkastustulosten dokumentointi
- mikäli käytetään henkilökohtaista pätevyyttä edellyttäviä tarkastusmenetelmiä (NDT-

tarkastukset), on henkilöillä oltava ko. menetelmän edellyttämät pätevyydet.

Säiliötarkastukseen kuuluu varusteiden sekä mitta-, hälytys- ja turvalaitteiden toiminnan ja kunnan tarkastaminen. Turva-automaatiota käytettäessä automaatiojärjestelmän eheystaso määrittelee jo laitteiden testausvälin. Muiden laitteiden osalta jaksotus määräytyy käyttöolosuhteiden, kokemusten ja valmistajan antamien ohjeiden perusteella. Kriittisten suojausjärjestelmien osalta on selvitettävä mahdollisuudet laitteiden kahdentamiseen ja sellaiseen huoltoväliin, että laitteiden toiminnasta voidaan varmistua. Tällaisia ovat mm. ylitäytön estimet.



Kuva 5: Säiliötöissä ja säiliötarkastuksissa on noudatettava turvaohjeita (luukkumies, kunnolliset telineet, pitoisuusmittaukset, tuuletus).

Säiliöiden kunnossapito-ohjelmat

Säiliöiden kuntoon liittyvien tarkastusten välit määräytyvät sijoituksen, sisällön vaarallisuuden, käytetyn materiaalin, käytöstä saatujen havaintojen ja tarkastustulosten sekä tehtyjen riskiarviointien ja valmistajan ohjeiden perusteella.

Käyttöönoton jälkeinen ensimmäinen tarkastus tulisi kuitenkin tehdä säännöllistä jaksoa nopeammin ja tarvittaessa laajemmin, jotta voidaan varmistua, että säiliö käyttäytyy todellisissa olosuhteissa arvioidulla tavalla.

Seuraavassa on muutamia yleisohjeita ensimmäisen tarkastuksen aikaväliksi ja sisällöksi.

Säiliön tarkastusohjelma	Toimenpiteet
Säiliön kuntotarkastus	Ensimmäinen tarkastus noin viiden (5) vuoden kuluttua käyttöönotosta. – sisä- ja ulkopuolinen tarkastus – pohjan tarkastus ja mittaus – perustuksen, allastuksen, kannakointien, ympäristön ja merkintöjen yleistarkastus. – Vesitäyttö tai muu tiiviyskoe joka toisen tarkastuskerran yhteydessä.
Säiliön turva-, mittaus ja säätölaitteet	Turva-automaatioon liittyvien järjestelmien testausväli voi vaihdella 6 kk...2 vuotta. Olennaiset mittalaitteet tulisi kalibroida vuoden välein. Muuten turva-, mittaus- ja säätölaitteissa tulisi noudattaa valmistajan huolto-ohjeita. Varolaitteet on tarkastettava aina säiliön kuntotarkastuksen yhteydessä, vähintään viiden (5) vuoden välein.
Yleistarkastus	Valvontakierrosten yhteydessä
	Säiliölle kannattaa tehdä sisäpuolinen yleistarkastus, jos se käytön takia tyhjennetään ja voidaan saattaa tarkastuskuntoon.

Seuraavan tarkastuksen ajankohtaa määritellään ensimmäisestä tarkastuksesta saatujen tulosten perusteella.

6. Putkisto ja varusteet

6.1. Yleistä

Putkistot ovat painelaitteita ja niiden valmistukseen ja valmistuksenaikaisiin tarkastuksiin sovelletaan painelaitedirektiivin (PED) mukaisia menettelytapoja. Nämä menettelytavat on kirjattu kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen painelaitteista (Ktmp 30.9.1999/938).

Putkistot, joiden valmistukseen ja valmistuksenaikaiseen tarkastukseen sovelletaan tätä päätöstä, täyttävät myös kemikaalilainsäädännön vaatimukset. Kemikaalilainsäädännössä on kuitenkin lisävaatimuksia mm. dokumentaation ja merkintöjen osalta.

Ne kemikaaliputkistot, jotka jäävät painelaitedirektiivin soveltamisalan ulkopuolelle, täyttävät valmistuksen ja valmistuksenaikaisen tarkastuksen osalta kemikaalilainsäädännön vaatimukset, mikäli ne valmistetaan painelaitedirektiivin I-vaativuusluokan mukaisesti. Tarkempia ohjeita on annettu Tukesin oppaassa *Kemikaaliputkistot*.

Kemikaaliputkiston suunnittelussa on otettava huomioon:

- 1) Maahan tai rakennusosiin upotettujen putkien liitokset on tehtävä pysyvällä liitostavalla. Upotettu putki on tällöin tarvittaessa suojattava mekaanista vahingoittumista vastaan suojaputkella tai suojakourulla. Maan routiminen ja rakennuksen liikkuminen tulee ottaa asennuksessa huomioon. Putket on lisäksi suojattava korroosiolta.
- 2) Rakennusosien läpiviennissä tulee tarvittaessa käyttää suojaputkea. Läpivienti on tarvittaessa tiivistettävä. Seinien läpiviennissä putkea ei saa haaroittaa ja läpiviennin koh-

dalla putkessa ei saa olla liitoksia.

- 3) Putkisto on valmistettava sisältöä kestävästä materiaalista.
- 4) Putkisto on tarvittaessa lämpöeristettävä, jotta putkessa siirrettävän aineen ominaisuudet eivät muutu tai putki jäätyminen takia vaurioidu.
- 5) Putkiston materiaali on valittava suunnittelulämpötilan ja -paineen mukaan.
- 6) Putkisto on suunniteltava siten, että laitteiden huolto ja puhdistus on turvallista ja esteetöntä.
- 7) Putkiston kannakointi on suunniteltava niin, että se tukee putkistoa, ei aiheuta ylimääräistä rasitusta, on mekaanisesti ja kemiallisesti yhteensopiva sekä kestää ympäristön olosuhteet.

Putkiston valmistaja voi täyttää painelaitesäädösten vaatimukset noudattamalla eurooppalaisesta standardia SFS-EN 13480. Painelaitesäädökset eivät kuitenkaan täytä kemikaalisäädöksissä esitettyjä asiakirjavaatimuksia.

Kemikaalisäädösten mukaan putkistojen valmistukseen liittyvät tekniset asiakirjat on annettava toiminnanharjoittajalle. Tästä on huolehdittava putkiston tilauksen yhteydessä. Putkiston valmistajan on annettava putkistosta myös vaatimustenmukaisuusvakuutus, ja jos putkisto kuuluu painelaitedirektiivin soveltamisalaan, se on CE-merkittävä.

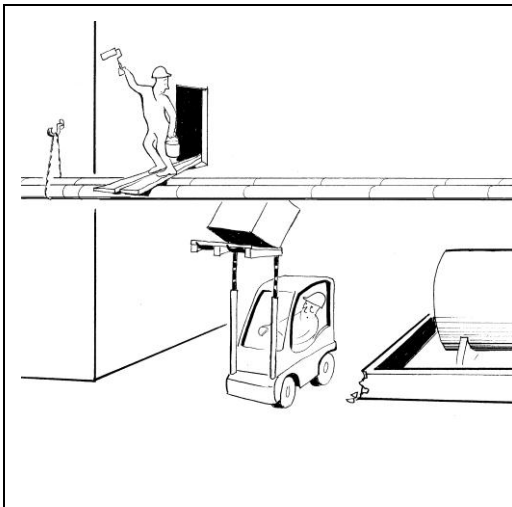
Valmistukseen liittyvät asiat ovat vain osa putkiston suunnittelua. Turvallisuuden kannalta olennaista on myös varmistaa putkiston turvallinen sijoittaminen. Tällöin on otettava huomioon, että laitevaurion, käyttöhäiriön tai toimintavirheen sattuessa ulos pääsevän kemikaalin määrä jää mahdollisimman vähäiseksi ja se voidaan johtaa sellaiseen paikkaan tai käsitellä siten, että se aiheuttaa mahdollisimman vähän vahinkoa. Putkisto on myös suojattava ulkoisilta vaikutuksilta esim. liikenteeltä.

Putkistojen korjaus- ja muutostöissä kemikaali-putkisto luokitellaan vähintään I-vaativuusluokkaan, ja työssä käytetään tämän luokan mukaisia menettelytapoja painelaitesäädösten mukaisesti (kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta 953/1999 37 §). Korjaus- ja muutostyön saa kuitenkin tehdä käyttäen valmistusenaikaista suunnitelmaa ja hitsausohjetta, jos toiminnanharjoittaja ja tarkastuslaitos pitävät niitä turvallisina ja ne kattavat kyseisen työn.

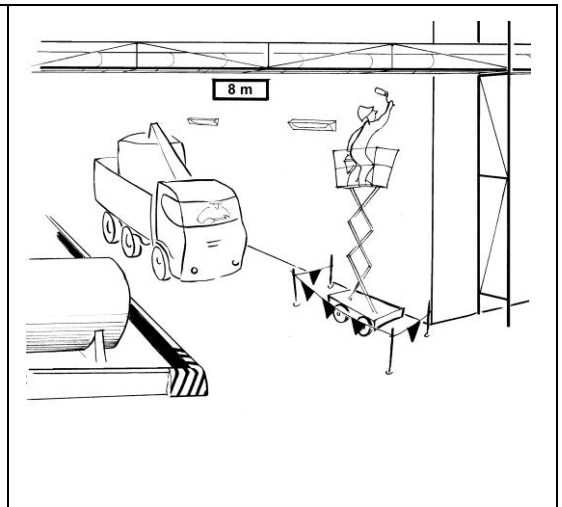
6.2. Sijoitus

Putkisto sijoitetaan siten, että putkisto siihen liittyvine varusteineen ja laitteineen muodostaa turvallisesti toimivan kokonaisuuden. Tehdasalueelle sijoittelussa on otettava huomioon mm. raskas ajoneuvoliikenne. Putkistot sijoitetaan siten, että kuorma-auto pääsee kulkemaan putkisillan alta lava ylhäällä. Tällöin vähimmäiskorkeudeksi tulee noin 8 m.

Väärin



Oikein



Kuva 6: Putkisilta

Putkisto pyritään sijoittamaan maan päälle, koska tällöin tarkastukset ja huolto voidaan tehdä helpommin. Myös mahdollisten vuotojen havaitseminen on varmempaa. Jos putkisto on sijoitettava maan alle, se asennetaan tiiviiseen kanaaliin tai suojaputkeen, erityisesti pohjavesialueilla.

Putkiston suojaputki johdetaan tarkkailukaivoon vuotojen havaitsemiseksi. Vuotojen helppo havaitseminen ja niiden aiheuttamien vahinkojen ehkäisy edellyttää myös, ettei putkistoa sijoiteta rakennusten perustuksiin eikä seinärakenteiden sisään. Jos samaan kanaaliin sijoitetaan useita putkistoja, tulee sijoitussuunnittelussa ottaa huomioon mahdollisista vuodoista aiheutuvat vaaratilanteet.

Putkistoa vältetään johtamasta tilan läpi, jossa työskentelee muita kuin putkiston ja siihen liittyvien laitteiden käyttökäyttökuntaa.

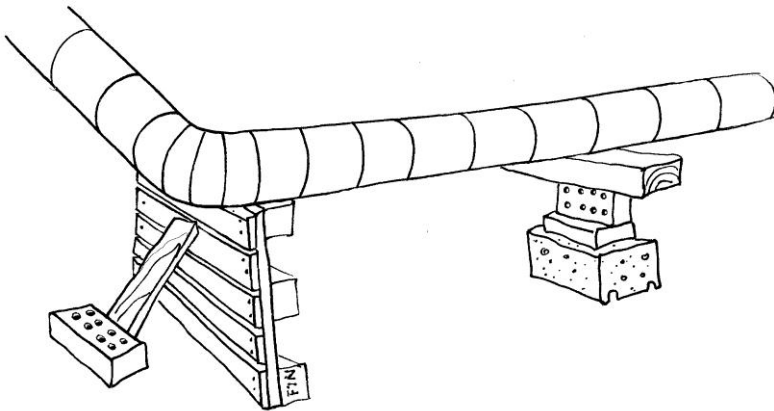
Sijoituksessa varmistetaan, ettei sisältö mahdollisen vuodon sattuessa joudu kuumille pinnoille ja höyrysty. Putkistoa ei pidä myöskään sijoittaa sähköjohtojen yläpuolelle, koska pienetkin tippavuodot voivat vahingoittaa sähköjohtoja.

Putkisto, jonka sisällön lämpötila on korkea, sijoitetaan ja eristetään niin, ettei säteilevä tai johtuva lämpö voi sytyttää ympärillä olevia rakenteita eikä aiheuttaa lähellä työskenteleville henkilöille terveydellisiä haittoja.

Useita putkilinjoja käsittävillä putkisilloilla happoputket sijoitetaan muiden putkilinjojen alapuolelle.

Putkiston tuet ja kannakkeet sijoitetaan siten, ettei täynnä olevan putken suurimpia sallittuja kuormituksia ja jännityksiä ylitetä eikä taipuma ylitä sallittuja arvoja. Erityisesti muoviputkiston oikeaan tuentaan on kiinnitettävä huomiota. Putkiston lämpölaajenemiselle tulee varata riittävästi tilaa.

Putkisto varustetaan tarpeen vaatiessa joustavilla tasaimilla tai joustolenkeillä sekä kiintopisteillä ja ohjaimilla.



Kuva 7: Putkiston kannakointi. Ei tilapäistä kannakointia. Kannakointi on suunniteltava kohteen vaatimusten mukaisesti.

Putkistosta säiliöihin ja laitteisiin aiheutuvat kuormitukset eivät saa ylittää kyseisten säiliöiden tai laitteiden suunnittelijan tai valmistajan ilmoittamia sallittuja arvoja. Venttiileihin liittyvät

painavat käyttölaitteet tulee tämän vuoksi yleensä tukea. Ensisijaisesti tulee pyrkiä siihen, ettei säiliöiden yhteitä kuormiteta.

Maanalainen, kanaaliin sijoitettu putkisto asennetaan siten, että putki on kannakoitu hyvin ja ettei maaperän mahdollinen liikkuminen aiheuta vaurioita. Putkisto suojataan korroosiolta ja mekaaniselta rasitukselta.

Neste- ja maakaasuputkiston sijoituksessa tulee välttää avoimia, maanalaisia kanaaleja, joihin kaasua saattaa kerääntyä.

Rautateiden, katujen ja yleisten teiden alueella kulkevien putkistojen osalta voidaan noudattaa soveltuvin osin standardia SFS 2896 (Maakaasuputkistot. Rakentaminen).

6.3. Varusteet

Varusteiden rakenneaineiden ja mitoituksen tulee vastata tarkoitettua käyttöä. Suunnittelussa on otettava huomioon myös laitoksen häiriötilanteet sekä ylös- ja alasajot. Varusteissa pitää olla merkinnät, joiden perusteella voidaan selvittää varusteen rakenneaine ja sallitut käyttöarvot ja valmistaja. Varusteiden ja niiden tiivisteiden pitää kestää niiden kanssa tekemisiin joutuvien aineiden vaikutukset eri olosuhteissa.

Putkistojen ja laitteistojen muutosten yhteydessä on varmistettava, että PI-kaaviot ovat ajan tasalla.

Venttiilit

Putkistossa pitää olla tarpeelliset sulk- ja tyhjennyslaitteet haarautuvien putkien tai putkistossa olevien laitteiden käyttöä, huoltoa, tyhjentämistä ja eristämistä varten. Tärkeimmissä sulkuventtiileissä pitää olla venttiilin auki/kiinni -asentoa tai sulkemissuun-

taa ilmaiseva merkintä, ellei venttiilin asento muutoin ole selvästi todettavissa. Säiliön huolto- ja korjaustilanteissa säiliö erotetaan joko kokonaan putkistosta tai eristetään kahdella venttiilillä tai umpilapilla.

Sulkuventtiilit sijoitetaan helposti päästäviin paikkoihin. Ensimmäisen venttiilin (juuriventtiili) on oltava mahdollisimman lähellä säiliötä, ja siten että mahdolliset vuodot jäävät vallitilaan. Kun siirrytään paloteknisestä osastosta toiseen, pitäisi seinän molemmilla puolilla olla sulkuventtiili. Viimeinen venttiili sijoitetaan aivan käyttökohteen välittömään läheisyyteen. Toiseksi viimeisen venttiilin olisi oltava lähellä käyttökohdetta, mutta kuitenkin niin kaukana, että se voidaan turvallisesti sulkea vahingon sattuessa. Sellaiset venttiilit, jotka on saatava helposti avatuiksi tai suljettuiksi hätätilanteessa, tulisi sijoittaa helppopääsyisiin paikkoihin. Venttiilit voivat olla kauko-ohjattavia tai automaattisia. Venttiileissä voidaan lisäksi tarvita varmuuslukitusjärjestelmä, joka estää venttiilin asennon muuttamisen. Putkisto varustetaan yksisuuntaventtiilillä esim. silloin, kun säiliön täyttö tapahtuu alemmalta tasolta ylemmälle. Tarvittaessa putkisto varustetaan liikkavirtaus- tai putkirikkoventtiilillä.

Varolaitteet

Putkiston paine ei saa ylittää putkiston suurinta sallittua käyttöpainetta. Jos siirtopumpun paineputkeen on asennettu sulkuventtiili, on pumpun ja sulkuventtiilin väliseen putkeen asennettava ylipaineventtiili, ellei siirtopumppu ole varustettu sisään rakennetulla ohivirtausventtiilillä. Suljettavissa olevassa putkistossa tai sen osassa olevan nesteen lämpenemisestä aiheutuva paineen nousu estetään soveltuvin varolaittein. Suojattavan putkiston ja varolait-

teen välissä ei saa olla sulkulaitetta. Varolaitteen luotettavuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Varolaitteiden purkausputket tuetaan riittävästi. Varolaitteesta purkautuva aine johdetaan vaarattomaan tilaan, tarvittaessa esimerkiksi erilliseen säiliöön, tai muulla tavalla varmistetaan, ettei varolaitteen toiminnasta aiheudu vaaraa ympäristölle.

Tarvittaessa voidaan putkistoon asentaa tyhjöntäviä liiallisen alipaineen estämiseksi.

Pumput

Pumppujen rakenneaineen pitää kestää pumpattavan aineen kemialliset vaikutukset.

Nesteen siirtoon on suositeltavaa käyttää pumppua painovoimaisen siirron asemasta. Tällöin käsittely on hallitumpaa ja virtaus voidaan halutessa pysäyttää varmemmin.

Pumppujen toimintavalmius varmistetaan myös vuototapauksissa siten, ettei pumppuja sijoiteta varastosäiliöiden kanssa samaan vallitilaan. Pumput on syytä sijoittaa erilliseen suoja-altaaseen, korotetulle alustalle tai muuten suojata siten, etteivät mahdolliset vuodot vaikeuta pumppujen toimintaa. Pakkotilavuuspumput varustetaan pumpun painepuolelta säiliöön tai pumpun imupuolelle johtavalla ylipaineventtiilillä.

Eristeet ja pinnoitteet

Putkisto voidaan eristää sopivalla eristemateriaalilla esimerkiksi työsuojelullisista syistä, energiasäästön vuoksi, tai rakenteiden suojausta varten. Putkiston valvonnan kannalta on parempi, ettei putkistoa eristetä. Jos putkisto eristetään, eriste on asennettava siten, että putkiston kunnon tarkkailu on mahdollista. Putki-, laite- ja säiliöeristyksistä on julkaistu standardit SFS 3975-3979.

Eristemateriaalia valittaessa otetaan huomioon putkiston sisältö ja eristemateriaalin kemiallinen kestävyys, palavuus sekä syttyvyys. Pinnoitus voidaan tehdä esim. teflonilla tai emaloimalla. Eristemateriaali ei saa olla palavaa, jos putkiston sisältö on palavaa nestettä.

Muut varusteet

Putkisto varustetaan tarpeen mukaan muilla varusteilla, kuten paineen ja lämpötilan mittauslaitteilla, kaasun poistolaitteilla ym.

Painemittarin mitta-alueen pitää ulottua vähintään painekokeessa käytettävään paineeseen asti. Mitta-alue ei saa olla suurempi kuin kaksi kertaa suurin sallittu käyttöpaino. Painemittari on asennettava siten, että sen toiminta voidaan tarkistaa.

Mittauslaitteiden valinnassa otetaan huomioon putkiston sisältämä kemikaali ja tarvittaessa mittauslaite eristetään kemikaalin vaikutukselta.

6.4. Ulkopuolinen korroosiosuojaus

Maanpäällinen putkisto, jota ei tehdä korroosionkestävästä materiaalista, puhdistetaan ja maalataan tarkoitukseen soveltuvalla maaliyhdistelmällä maalin valmistajan ohjeita noudattaen. Korroosiosuojauksessa huomioidaan kannattimien yms. aiheuttama galvaanisen korroosion vaara. Putkiston ja kannattimien materiaalien pitää olla yhteensopivia, tai kannattimet tulee eristää putkistosta. Yhteensopimattomia materiaaleja ovat esimerkiksi haponkestävä teräs ja hiiliteräs.

Suojattaessa putkisto muulla tavoin noudatetaan pinnan puhdistuksessa menetelmään liittyviä pinnan puhdistusvaatimuksia sekä suojamenetelmän valmistajan ohjeita.

6.5 Merkinnät

Putkistot voidaan merkitä standardin SFS 3701 (Putkistojen merkintä virtaavan aineen tunnuksin. Tunnusvärit ja -kilvet) mukaisesti. Standardi sisältää putkistoissa virtaavien kemikaalien tunnusvärien määrittelyt ja tunnusmerkintöjen soveltamisohjeet. Tunnusväri ilmoittaa putkistossa virtaavan aineen ominaisuuden. Tunnusmerkintä kokonaisuudessaan ilmoittaa putkistossa virtaavan kemikaalin, sen olotilan ja virtaussuunnan.

Putkistossa virtaavan aineen täydellinen tunnusmerkintä käsittää perustunnusvärin, tarvittaessa varoitus- ja huomiovärin, virtaavan aineen selväkielisen nimen ja virtaussuuntaa osoittavan nuolen. Hapojen ja emästen perustunnusväri on violetti ja tekstin sekä nuolen väri on valkoinen. Perustunnusvärin käytössä tulevat kysymykseen seuraavat vaihtoehdot:

- 1) Koko putki maalataan perustunnusvärillä.
- 2) Perustunnusväri maalataan tai kiinnitetään renkaana putken ympäri.
- 3) Perustunnusväri esiintyy virtaussuunnan ilmaisevan kilven pohjavärinä.

Jos putkisto maalataan muulla kuin perustunnusvärillä, valitaan värisävy niin, ettei erehtymisen vaaraa ole. Jos putken rakenneaineen väri aiheuttaa erehtymisvaaran, sijoitetaan merkinnät lyhyin välimatkoin siten, että putkistossa virtaava aine on kaikissa tilanteissa helposti tunnistettavissa.

Tarvittaessa voidaan käyttää varoitus- ja huomioväriä korostamaan virtausaineen ominaisuuksia tai käyttötarkoitusta. Vaarallisen virtausaineen varoitusväri on keltainen mustin vinoraidoin.

Virtaavan kemikaalin nimen lisäksi putken seinämään voidaan merkitä sisällön paine, lämpötila, pitoisuus tai muu tärkeä ominaisuus. Jos kemiallista merkkiä käytetään, se liitetään välittömästi selväkielisen nimen perään. Virtauksen suunta ilmoitetaan sitä osoittavin nuolin.

6.6. Putkistojen kunnossapito

Rekisteröitävään painelaitteeseen liittyvä putkisto on tarkastettava painelaitteen määräaikaistarkastusten yhteydessä. Määräaikaistarkastukset voidaan käyttötarkastusta lukuun ottamatta kuitenkin korvata tarkastuslaitoksen kanssa sovittavalla painelaitteen seurannalla. Tämä seuranta vastaa kemikaalisäädösten mukaista huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaa. Kemikaalilaitoksissa voidaan siis myös rekisteröitäviin painelaitteisiin liittyvien putkistojen sisäpuoliset tarkastukset ja painekokeet korvata

määräaikaistarkastukset sisältävällä huolto- ja kunnossapitosuunnitelmalla, kun siitä sovitaan tarkastuslaitoksen kanssa.

Kemikaalilaitosten putkistoja koskeva huolto- ja kunnossapitosuunnitelma kannattaakin tehdä laitoskohtaisesti. Tämä suunnitelma tehdään:

- riskikartoitusten
- kokemusten
- aiempien tarkastustulosten ja valmistajalta saatujen suositusten perusteella.

Se sisältää myös sellaiset määräaikaistarkastuksiin sisältyvät toimenpiteet, joilla putkistojen ja sen varusteiden kunnosta, toiminnasta ja turvallisuudesta voidaan varmistua. Olennaista on, että putkistot ovat mukana laitosta koskevis- sa riskiarvioinneissa.

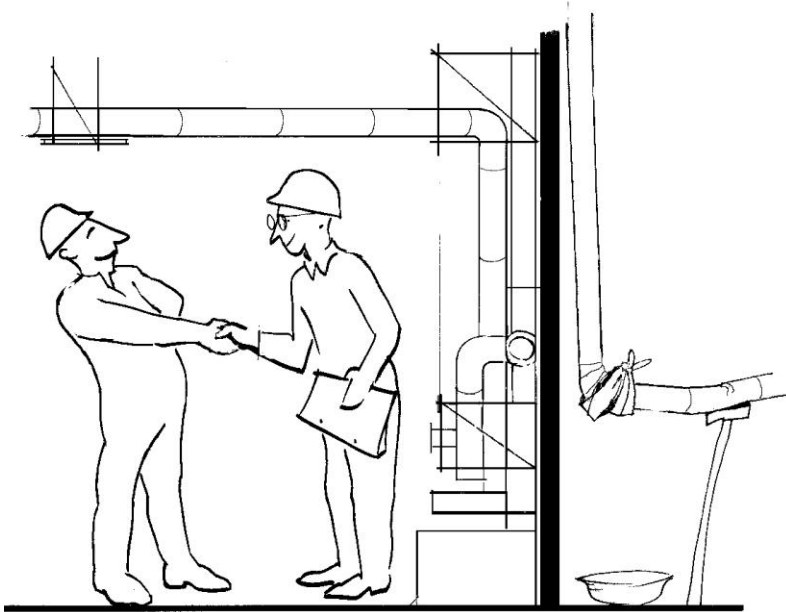
Putkistotarkastukset ovat yleensä otostarkastuksia. Siksi on tärkeää määritellä tarkastettavat putkilinjat ja näissä putkilinjoissa tarkastettavat kohteet. Putkistotarkastusten näissä kohteissa on annettava kuva putkistojen yleisestä kunnosta. Riskikartoituksiin ja kokemuksiin perustuva kunnossapitosuunnitelma putkistojen osalta täydentyy vähitellen, mutta jo ennen kuin putkistot tulevat kattavan riskiarviointien piiriin, voidaan tarkastettavat putkilinjat valita esim:

- kokemusten perusteella (korjaukset, uusinnat)
- havaintojen perusteella (käyttöhavainnot, valvontakierrokset)
- käyttöarvoihin liittyvien riskien perusteella
- sisällön vaarallisuus
- paine
- lämpötila
- nimellisuus
- ikä
- sijoitus.

Valituissa putkilinjoissa on varsinaiset tarkastuskohteet sitten valittava niin, että ne mahdollisimman varmasti kuvaavat putkilinjan heikoimman alueen kuntoa. Olennaisia tarkastuskohtia ovat:

- putkikäyrien alueet
- muodonmuutosalueet (kartiot, supistukset)
- varusteiden (venttiilit, pumput) ympäristöt
- kannakointien alueet
- ulkopuolisen korroosion alueet
- alueet joissa aineet sekoittuvat, lämpötilat muuttuvat tai sisällössä voi olla kiinteitä ainesosia.

Näiden arviointien perusteella voidaan määritellä ensimmäiset tarkastuskohteet ja tarkastuksia laajennetaan kokemusten ja arviointien myötä.



Kuva 8: Tarkastuskohteet. Putkistotarkastuksissa on löydettävä kohteet, joiden tarkastus antaa kuvan koko putkiston kunnosta.

Laadittavan huolto- ja kunnossapitosuunnitelman tulee sisältää:

- putkiston kunnan määrittämiseen ja seuraamiseen liittyvät toimenpiteet
- varusteiden kunnan ja toiminnan määrittämiseen ja seuraamiseen liittyvät toimenpiteet (venttiilit, varolaitteet, mittaus-, ohjaus- ja säätöjärjestelmä)

- putkistojen tukirakenteiden, kannakointien ja eristysten kunnan seuraamiseen liittyvät toimenpiteet.

Näiden kaikkien osalta on määriteltävä kohteet, käytettävät menetelmät, tarkastusjaksot, mahdolliset vastuuhenkilöt ja dokumentointitavat.

Putkiston tarkastusohjelma	
Putkiston kuntotarkastus	Ensimmäinen tarkastus 5...10 vuoden kuluttua käyttöönotosta. - Kuntotarkastuksia määritellyiltä alueilta (paksuusmittaus, NDT). - Silmämääräinen ulkopuolinen tarkastus, kannakoinnit, maalaus, eristeet, muodonmuutokset.
Putkiston varusteet	Varusteet tarkastetaan putkiston kuntotarkastuksen yhteydessä. Niiden kunnossapidossa noudatetaan valmistajan antamia ohjeita. Putkiston varolaitteille on laadittava erillinen tarkastusohjelma. Varolaitteet tulisi tarkastaa vähintään viiden (5) vuoden välein.
Yleistarkastus	Valvontakierrosten yhteydessä
	Korjaus- ja muutostöiden yhteydessä kannattaa putkisto tarkastaa näkyviltä alueilta, sisäpuolelta, purettujen eristeiden alueilta ja kirjata havainnot.

Putkistotarkastukset ovat tyypillisesti otostarkastusta ja kohteiden valinnassa käytetään riskiperusteisia menettelytapoja. Esimerkki riskiperusteisista menettelyistä on esitetty Tukesin julkaisussa 2/2003 *Painelaitteiden riskiperusteisen kunnossapito ja tarkastus - kansallinen menettelyohje*.

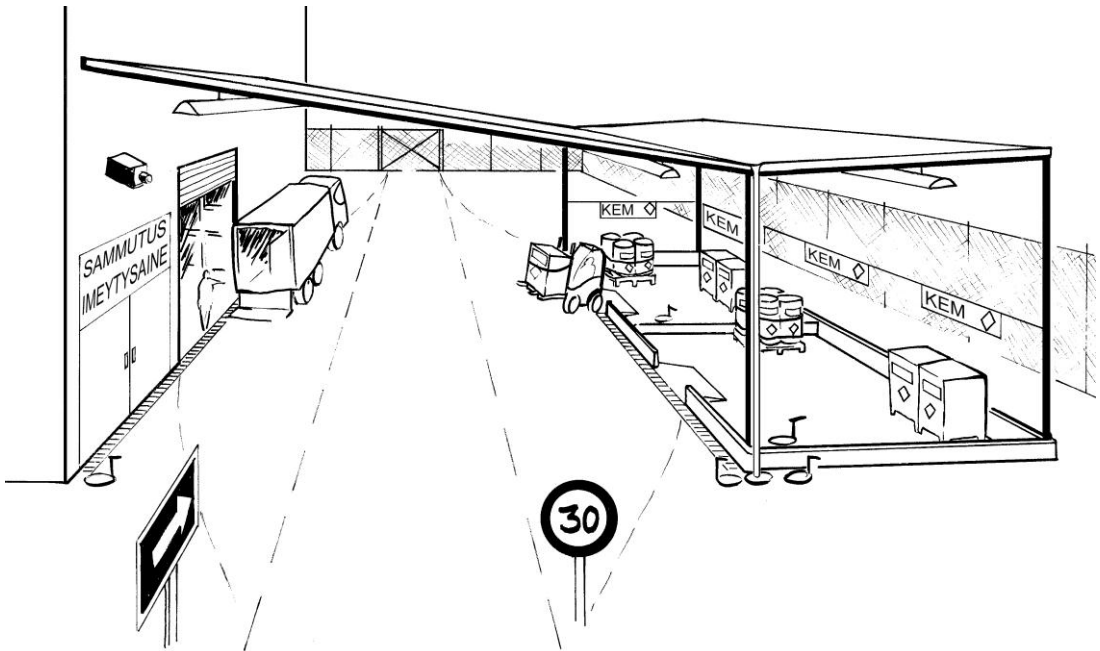
7. Astiavarasto

7.1. Yleistä

Varastoalue ja -rakennukset suunnitellaan siten, että varastotoiminnot voidaan hoitaa mahdollisimman sujuvasti ja turvallisesti. Rakennuksen sisätilojen suunnittelulla voidaan vaikuttaa

merkittävästi varastoinnin turvallisuuteen. Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon mm. seuraavat seikat:

- rakennuksen jakaminen paloteknisiin osastoihin
- varastoitavien kemikaalien varastointimäärät
- vaarallisten kemikaalien pitäminen tarvittaessa erillään toisistaan
- automaattisen sammutusjärjestelmän tarpeellisuus
- varastointiin liittyvien oheistoimintojen sijoittaminen ja eristäminen
- riittävät ja turvalliset poistumistiet, riittävä valaistus ja merkinnät
- mahdollisuus esteettömään tulipalon sammutukseen.



Kuva 9: Yleiskuva astiavarastosta

Yhteen sopimattomat kemikaalit varastoidaan toisistaan erillään siten, etteivät ne onnettomuus- tai vahinkotapauksissa pääse aiheuttamaan terveys- tai ympäristöhaittaa. Yhteen sopimattomia kemikaaleja ovat kemikaalit, jotka reagoivat keskenään synnyttäen lämpöä tai myrkyllisiä kaasuja. Kemikaalien yhteensopivuustaulukko on liitteessä 9.

Kemikaalien erillään pitämisessä tulee noudattaa seuraavia periaatteita:

Palavat nesteet ja palavat kaasut

- Palavat nesteet varastoidaan erikseen muista kemikaaleista. Erittäin helposti syttyvät pala-

vat nesteet ja kaasupullot varastoidaan erikseen niille varatuilla paikoilla, mielellään ulkona.

- Pieniä määriä palavia nesteitä voidaan säilyttää varastossa erillisessä palokaapissa.
- Palavat nesteet ja tuotteet pidetään selvästi erillään syttymislähteistä esim. kipinöivistä laitteista.
- Samassa paloteknisessä osastossa palavien nesteiden kanssa ei saa varastoida väkeviä happoja, kalsiumkarbidia, peroksiedeja, räjähteitä eikä muita sellaisia kemikaaleja, jotka voivat itsesyttymisen tai tulipalon sattuessa aiheuttaa erityistä vaaraa.
- Säiliöt, jotka saattavat räjähtää palon sattuessa, (esim. kaasupullot, aerosolit)

pidetään erillään muista palavista kemikaaleista.

Muut palavat kemikaalit ja materiaalit

- Kemikaalit, jotka saattavat räjähtää palon sattuessa, pidetään erillään muista palavista kemikaaleista.
- Jauheet, joista aiheutuu pölyräjähdys vaara, varastoidaan alahyllyille. Tulipalossa tällaisia aineita sisältävät säkit voivat vuotaa ja haljeta, ja jos ne on sijoitettu ylähyllyille, voi syntyä jauheryöppy, joka saa aikaan räjähdysvaaran.
- Palavaa materiaalia (muuta kuin pakkausmateriaalia), kuten paperia, tekstiilejä, puuta, lastuvillaa, tyhjiä kartonkirasioita, palavia pakkaustäyteaineita, ei saa varastoida samassa varastossa kemikaalien kanssa.
- Tyhjät puiset kuormalavat lisäävät palokuormaa ja ne voivat syttyttyään palaa rajusti. Tällaiset lavat on pidettävä erillään muista palavista aineista. Tyhjät kuormalavat varastoidaan ulkona ja varastosta erillään.

Myrkylliset kemikaalit

- Myrkylliset kemikaalit ja aineet, joista tulipalossa voi muodostua myrkyllisiä kaasuja, varastoidaan erillään palavista nesteistä ja muista palavista ja itsestään syttyvistä aineista.
- Erittäin myrkyllisiä ja myrkyllisiä kemikaaleja ei saa varastoida yhdessä seuraavien aineiden kanssa:
 - hapettavat aineet
 - orgaaniset peroksidit

- kemikaalit, jotka veden kanssa kosketuksiin joutuessaan kehittävät syttyviä kaasuja
- puristetut kaasut
- nesteytetyt kaasut
- ammoniumnitraattipitoiset lannoitteet.

Muut kemikaalit

- Hapettavia kemikaaleja ei saa varastoida palavasta materiaalista tehdyissä pakkauksissa. Pusia kuormalavoja tulee välttää, koska ne voivat syttyä palamaan reagoidessaan hapettavien kemikaalien, kuten vetyperoksidin tai klooraattien kanssa.
- Veden kanssa vaarallisesti reagoivat kemikaalit varastoidaan muista kemikaaleista erillään ja merkitään kiellolla veden käytöstä sammutuksessa.
- Syövyttävät kemikaalit pidetään erillään muista kemikaaleista, sillä ne saattavat vuotaessaan heikentää muita pakkauksia tai toimia syttymislähteenä.

Vaaralliset reaktiot

Tässä on esimerkkejä vaaroista, joita saattaa aiheutua, jos yhteen sopimattomat aineet pääsevät kosketuksiin toistensa kanssa:

- Monet metallit, kuten rauta, alumiini ja sinkki reagoivat useiden happojen kanssa vetyä kehittäen.
- Syanidien joutuessa kosketuksiin happojen kanssa muodostuu myrkyllistä syaanivetykaasua.

- Natriumklooraatti muodostaa orgaanisten ja hapettuvien aineiden kanssa rajusti palavia, jopa räjähtäviä seoksia.
- Eräät nitritit, sulfidit ja karbidit kehittävät happojen kanssa myrkyllisiä ja palavia vetyyhdisteitä, kuten ammoniakkaa, rikkivetyä, asetyleeniä ja hiilivetyä. Aniliini ja typpihappo muodostavat itsesytyvän seoksen.
- Väkevä rikkihappo ja typpihappo voivat aiheuttaa hienojakoisen palavan aineen syttymisen.
- Väkevät alkalihydroksidit (esim. natriumhydroksidi) saattavat synnyttää alumiinin, sinkin ja galvanoidun metallin kanssa vetyä ja trikloorietyleenin kanssa räjähtävää dikloorietyleenikaasua.
- Natriumklooraatista vapautuu klooridioksidia, jos klooraatti joutuu kosketuksiin väkevien happojen kanssa.
- Hypokloriitti hajoaa happojen vaikutuksesta huoneen lämmössä, jolloin siitä vapautuu klooria, kloorimonoksidia ja hapetta.
- Orgaaniset peroksidit ovat kaikki palavia ja usein räjähtäviä ja joutuessaan kosketuksiin väkevien happojen ja emästen kanssa ne saattavat syttyä.

Kemikaalien yhteensopivuudesta on eri tarkoituksia varten laadittu taulukoita (liite 9). Näissä taulukoissa esitetyt tiedot tulee pitää suuntaa-antavina ja yksittäistapauksissa tulee aina varmistaa kunkin varastoitavan aineen osalta, onko sitä turvallista varastoida yhdessä muiden kemikaalien kanssa.

7.2. Astiavarasto sisällä

Astiavarasto on sijoitettava rakennuksessa omaan palotekniseen osastoon. Tämä mahdollis-

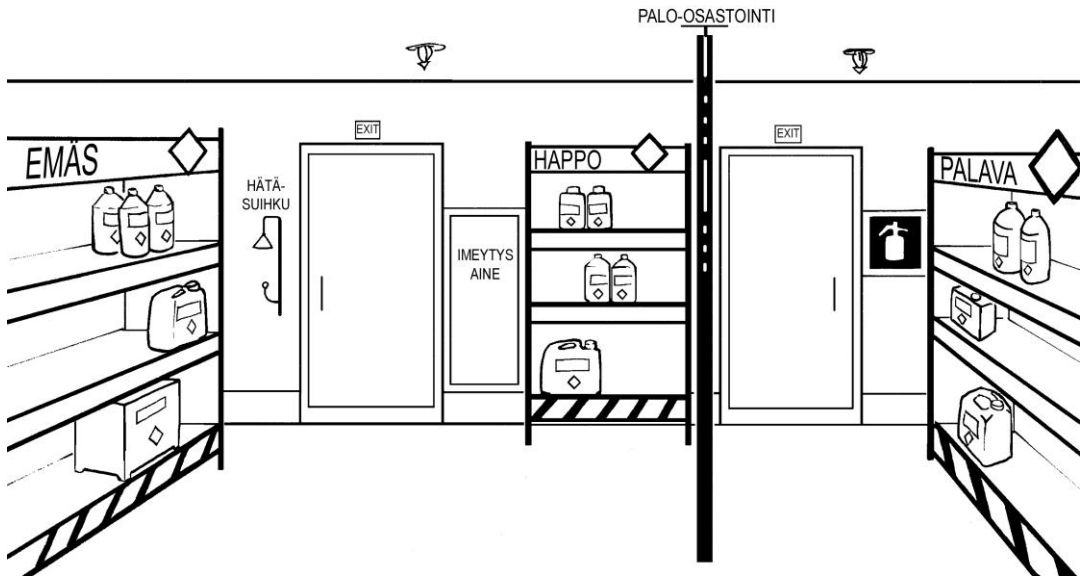
taa erillisen ilmanvaihdon ja vuodon hallinnan sekä helpottaa tulipalotilanteissa henkilöiden pelastamista. Lisäksi tulee huomioida kemikaalien keskinäinen reagointi.

Astiavarastossa samantyyppistä kemikaalia sisältävät astiat sijoitetaan samalle alueelle. Astiat järjestetään riveihin tai ryhmiksi siten, että niiden merkinnät näkyvät. Rivien tai yksiköiden väliin jätetään kulkutilaa astioiden siirtämistä varten. Varastoitaessa astioita päällekkäisillä hyllyillä huomioidaan astioiden mahdollisista vuodoista aiheutuvat vaarat. Astioita tai niiden kuljetuspakkauksia ei saa varastoida toistensa päälle, ellei niitä ole erityisesti suunniteltu ja valmistettu päällekkäin varastoitavaksi.

Kuljetusreitit on pidettävä vapaana ja varastosta tulee taata turvallinen poistuminen. Varasto tulee varustaa ilmanvaihdolla ja lisäksi tulee varautua vuodon hallintaan.

Muuhun tilaan johtava ovi tai aukko varustetaan vähintään 0,1 m korkealla, nestetiiviillä kynnyksellä. Se voidaan tehdä luiskamaiseksi trukkilikenteen helpottamiseksi. Myös muut järjestelyt ovat mahdollisia, esim. varastotilan koko lattia voi olla ympäröivää lattiatasoa 0,1 m alempana. Sopivin kallistuksin ja kanaalein lattialle vuotanut kemikaali johdetaan keräilysäiliöön tai -altaaseen. Kemikaalin pääsystä mahdolliseen keräilysäiliöön pitää lähteä tieto valvottuun paikkaan. Kuvassa 10 on esimerkki astiavarastojen sijoittelusta huonetilaan ja huoneen rakenteista, ilmanvaihdon järjestelyistä yms.

Jos varastoidaan syövyttäviä aineita, lattia laatoitetaan tai pinnoitetaan kemikaalia kestäväällä materiaalilla. Lattian pinnan tulee kestää varastoitavaa kemikaalia vähintään kaksi vuorokautta.



Kuva 10: Sisävarasto

Sammutus

Vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin tilat varustetaan riittävällä alkusammutuskalustolla ja tarvittaessa siirrettävällä sammutuskalustolla sekä varaudutaan vuotojen keruuseen esim. imeytysaineilla.

Tämän lisäksi vaaran ja riskin arvioinnin yhteydessä tulee selvittää tilojen ja laitteistojen varustamista sammutuslaitteistoilla mahdollisten vaarojen ja riskien pienentämiseksi poikkeustilanteissa, kuten tulipaloissa.

Tulipalon hallitsemiseksi tilat voidaan varustaa kiinteällä automaattisella sammutuslaitteistolla. Yleisemmin käytetty on vesisprinkleri. Tämä edellyttää, että on käytettävissä riittävästi vettä

ja vesi sopii kyseiselle kemikaalille. Lisäksi erityistapauksissa voidaan käyttää erilaisia vaahtoja huomioiden vesilaitoksien ohjeet.

Myös laitteistot voidaan varustaa automaattisella sammutuslaitteella jos ennakoidaan, että laitteistossa syttynyt tulipalo on voimakas ja saattaa levitä laitteiston ulkopuolelle.

Tilat voidaan varustaa erilaisilla palonilmaisulaitteistoilla.

7.3. Varastointi laboratoriossa

Vaarallisia kemikaaleja varastoidaan laboratoriossa yleensä pieniä määriä lasiastioissa. Varastoitavia kemikaaleja on runsaasti ja ne ovat

vaaraominaisuuksiltaan erilaisia ja pahimmassa tapauksessa keskenään voimakkaasti reagoivia.

Kemikaalilainsäädännössä ei ole tarkkoja ohjeita kemikaalien varastoimisesta tutkimus- ja laadunvalvontalaboratorioissa.

Yleisperiaatteena on, ettei palavia nesteitä ja kaasuja varastoida samassa tilassa syövyttävien ja hapettavien kemikaalien kanssa. Myös erittäin myrkylliset ja myrkylliset kemikaalit pitää varastoida erikseen, tarvittaessa lukitussa tilassa. Kaasupullot suositellaan sijoitettavaksi rakennuksen ulkopuolella olevaan kaasukeskukseen, josta kaasu johdetaan putkistolla laboratorioon. Vaaralliseksi luokiteltujen kaasujen lisäksi on työturvallisuudessa huomioitava myös tukahduttavat kaasut kuten typpi ja hiilidioksidi.

Suurempi määrä palavaa nestettä on varastoitava paloteknisesti osastoidussa kaapissa. Keskenään voimakkaasti reagoivat kemikaalit pitää varastoida eri kaapeissa. Kemikaaliastioiden rikkoutumisen varalta kaapissa tulisi olla valumallas.

Kaappien ovissa on oltava kemikaalien vaaraominaisuuksia kuvaavat merkinnät. Mikäli laboratorioissa varastoidaan aerosoleja ja kaasupulloja, pitää laboratorion ovessa olla sitä koskeva merkintä onnettomuustilanteiden varalta.

Varastoitavista ja säilytettävistä kemikaaleista on oltava voimassa olevat käyttöturvallisuustiedotteet saatavilla. Astioissa pitää olla merkinnät, joista ilmenee sisältö ja sen vaarallisuus.

Laboratorion kemikaaliluettelo ja määrät on hyvä olla nähtävillä sekä mainittuna pelastussuunnitelmassa ja kohdekortissa. Sellaiset kemikaaliastiat, joita ei käytetä jatkuvasti laboratorioissa, on varastoitava kaapissa.

Varastosta on poistettava säännöllisesti kemikaaliastiat, joita ei enää käytetä laboratorioissa. Jotkut kemikaalit, esimerkiksi pikriinihappo ja perkloorihappo, muuttuvat erittäin vaaralliseksi vanhentuessaan tai väkevöityessään.

Kemikaalien varastoinnista laboratorioissa tulee tehdä vaaran arviointi käyttäen apuna esim. reaktiomatriisia. Palavien nesteiden ja kaasujen osalta on huomioitava ATEX-vaatimukset. Nestekaasun käyttölaitetta ei pidetä räjähdysvaarallisena tilana.

7.4. Tuotantotilojen ulkopuolella olevat astiavarastot

Paloturvallisuuden vuoksi herkästi syttyvät palavat nesteet ja kaasupullot on hyvä sijoittaa ulkovarastoon. Kemikaalien varastointia tuotantotiloissa tulee myös välttää. Paras ratkaisu on erillinen varastorakennus, mutta myös varastokatos tai pelkkä varastoalue tulee kysymykseen, jos mahdolliset kemikaalivuodot pystytään keräämään talteen ja sadevesien keräily on järjestetty hallitusti.

Astiavarastojen sijoituksessa on otettava huomioon tuotantolaitoksen turvallinen liikenne ja esim. palotiet. Sijoituksessa on huomioitava myös riittävät vaara- ja suojaetäisyydet vaarallisten kemikaalien säiliöistä, tuotantotiloista sekä konttori- ja sosiaalityloista. Kemikaalien säilyttämistä rakennusten seinustalla tulee välttää.

Kuljetettavien kaasusäiliön ja niiden yhdistelmien sijoituksessa on noudatettava painelaitemääräyksiä.

Tilavuudeltaan enintään 5 m³:n erittäin helposti syttyvien, helposti syttyvien ja syttyvien kemi-

kaalien ulkona oleva astiavarasto saa olla rakennuksen seinustalla, jos astiavaraston rajoittuva rakenne on tehty vähintään EI30-paloluokan rakennusosista, eikä 3 metriä lähempänä astiavarastoa ole ovea, ikkunaa tai muuta aukkoa. Muita vaarallisia kemikaaleja ei saa sijoittaa 1,5 m lähemmäksi ovea tai hätäpoistumistietä.

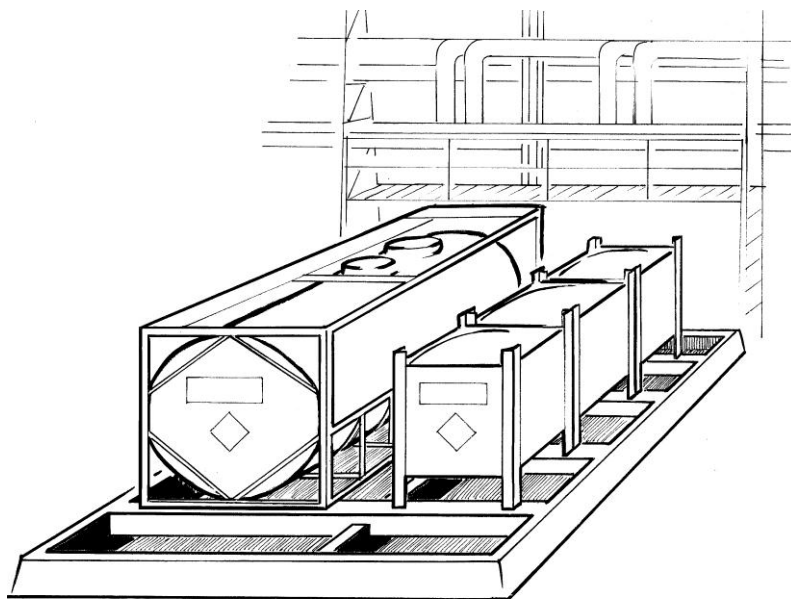
Ulkona oleva astiavarasto allastetaan niin, että mahdolliset vuodot ja valumat saadaan kerättyä talteen, esim. varastoalue reunustetaan vähintään 0,15 m korkealla kynnyksellä. Varaston pohja tehdään kemikaaleja läpäisemättömäksi ja pinnoitetaan tarvittaessa kemikaalien vaikutusta kestävällä materiaalilla. Sadevesiviemärit pidetään

normaalitilanteessa kiinni. Varastolle varataan vuotojen keräystarvikkeita.

Alueen pitää olla aidattu ja lastausalueen hyvin valaistu ja valvottu esim. kameravalvonnalla. Lähistöllä on oltava myös hätä- ja silmäsuihku.

Kuljetusastioiden käyttö varastona

Säiliökontin ja IBC-pakkauksen saa liittää suoraan prosessiin sen sisältämän kemikaalin käytön ajaksi ainoastaan, jos siten saavutetaan sama turvallisuustaso kuin kiinteää varastosäiliötä käytettäessä.



Kuva 11: Konttivarasto

8. Täyttö- ja tyhjennyspaikat

Täyttö- ja tyhjennyspaikat sijoitetaan prosessi-alueen reunoille. Sijoituksessa on huomioitava riittävät vaara- ja suojaetäisyydet vaarallisten kemikaalien säiliöistä, astiavarastoista sekä konttori- ja sosiaalituloista.

Säiliöajoneuvojen täyttö- tai tyhjennyspaikan etäisyyden maanpäällisestä säiliöstä, rakennuksesta, naapurin rajasta tai yleisestä liikenneväylästä pitää olla vähintään 5 m. Etäisyys lasketaan vaakasuoraan täyttö- ja tyhjennyskohdasta yleisen tien, naapurin, rautatiealueen, tai rakennuksen rajaan tai säiliön seinään. Rakennukseksi ei katsota pumppujen suojakatoksia eikä muitakaan kevytrakenteisia katoksia. Varastoitaessa palavia nesteitä, täyttö- tai tyhjennyspaikan etäisyys edellä luetelluista kohteista on vähintään 10 m riippuen säiliön halkaisijasta (ks. SFS 3350).

Erittäin myrkyllisen tai myrkyllisen kemikaalin täyttö- ja tyhjennyslaitteistoa ei saa sijoittaa 50 m lähemmäksi vilkkaasti liikennöityä liikenneväylää.

Liikennöinti

Täyttö- ja tyhjennyspaikkoja suunniteltaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota liikennejärjestelyihin. Alueen pitää olla vapaa muusta liikenteestä. Sisäinen liikenne ohjataan alueen ohi. Ajoreitit suunnitellaan esimerkiksi siten, että reitti kulkee tehtaan läpi toisesta portista sisään ja toisesta ulos. Reitin poikki kulkevaa muuta liikennettä tulee välttää.

Tehdasalue on hyvä aidata ja portille järjestää opastus tavaran vastaanotosta ja ajoreitistä. Kappaletavara-autot tulee ohjata omaan purkupaikkaan, joka rakennetaan siten, että

trukilla pääsee purkamaan kuormaa. Tehdasalueen karttaan ja ajoväylille merkitään ajoreitit täyttö- ja tyhjennyspaikoille. Täyttö- ja tyhjennyspaikka merkitään selvästi. Tehdasalueella liikennöintiin tarvitaan ajolupa, johon voidaan merkitä myös sallitut ajoreitit. Yksisuuntainen liikenne ja nopeusrajoitukset lisäävät turvallisuutta. Laitteistot suojataan törmäyksen.

Kulunvalvonta

Alueelle järjestetään riittävä vartiointi ja kulunvalvonta. Alue aidataan, etteivät asiaankuulumattomat pääse sinne. Kameravalvonta täyttö- ja tyhjennyspaikoilla lisää turvallisuutta.

Nestekaasun tyhjennyspaikka on eristettävä tyhjennyksen ajaksi lippusiimoin ja siellä on oltava ”Asiattomilta pääsy kielletty”- kilpi. Menettelyä suositellaan myös muille vaarallisille kaasuille.

Kattaminen, valaistus

Täyttö- ja tyhjennyspaikka katetaan, mikäli se on mahdollista. Katoksen on oltava palamatonta materiaalia.

Piha-alueen yleisvalaistuksen lisäksi täyttö- ja tyhjennyspaikoilla tulee olla riittävä kohdevalaistus. Rakennuksessa olevan täyttö- tai purkauspaikan sisätilojen yleisvalaistuksen valaistusvoimakkuus pitää olla vähintään 150 lx ja ulkotilassa olevalla täyttö- tai purkauspaikan teknillisten laitteiden alueella vähintään 100 lx. Tarkkuutta vaativissa kohteissa valaistusvoimakkuuden pitää olla vielä suurempi.

Vuotojen hallinta

Mahdollisiin vuotoihin varaudutaan esim. keräilylaitilla. Keräilylaitaiden on oltava vähintään yhtä tilavia kuin suurin kuljetussäiliö.

Täyttö- ja tyhjennyspaikat päällystetään ja viemäroidään umpikaivoon tai riittäväksi mitoitettuun öljynerottimeen, jonka öljytilan täyttymistä valvotaan. Viemäriin asennetaan sulkuventtiilit öljynerottimen jälkeen. Myös sadevesikaivojen sulkumatoilla voidaan estää suurten vuotojen pääsy sadevesikaivoon.

Täyttö- ja tyhjennyspaikoille varataan imeytysainetta sekä muuta alkutorjuntaan tarvittavaa välineistöä.

Säiliön täyttöventtiilin, jota käytetään ajoneuvon säiliön täyttämisen säätöön, on oltava rakenteeltaan itsestään sulkeutuva ja käsin aukipidettävä, ellei täyttöjärjestelmä ole varustettu ylitäytön estoautomaatiikalla. Alatäytössä ylitäytönestojärjestelmä on välttämätön, koska täyttöä ei useimmiten voida tarkkailla kuten ylitäytössä.

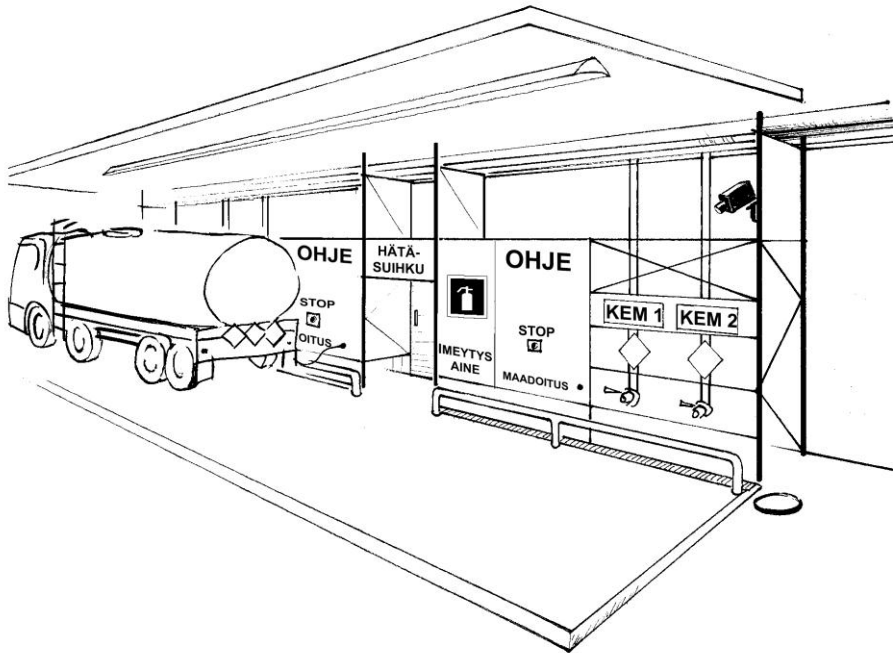
Täyttöputkistossa (tyhjennysputkistossa) pitää olla venttiilit, jotka putken tai letkun irrotessa tai vaurioituessa sulkeutuvat automaattisesti, tai jotka voidaan sulkea turvallisesta paikasta.

Täyttöputkiston (tyhjennysputkiston) liikuteltavien osien on oltava niin keveitä tai siten tasapainotettuja, että yksi henkilö voi helposti ja vaaratta käsitellä niitä. Niiden on toimittava, vaikka säiliöiden paikoilleen asettelu olisi epätarkka.

Yläkautta täytettävän (tyhjennettävän) rautatiesäiliövaunun ja ajoneuvon täyttö- tai tyhjennyspaikalla on säiliön yläpuolisten täyttölaitteiden (tyhjennyslaitteiden) käsittelyssä oltava tarvittavat suojakaiteet, ellei säiliön päällä tapahtuvaa työskentelyä ole järjestetty turvallisesti muulla tavoin.

Täyttö- ja tyhjennyspaikalla on oltava käyttöohjeet sekä toimintaohjeet mahdollisia vaaratilanteita varten.

Säiliöajoneuvon paikallaan pysyminen varmistetaan ennen putkien tai letkujen kytkemistä asettamalla esim. kiilat pyörien eteen sekä käyttämällä aina seisontajarrua.



Kuva 12: Purkauspaikka

Hätäsuihkut, silmähuuhtelupaikat

Täyttö- ja tyhjennyspaikalla tai sen välittömässä läheisyydessä on yleensä oltava silmähuuhtelupaikka sekä hätäsuihku, josta tulee lämmintä vettä. Hätäsuihkut ja silmähuuhtelupaikat merkitään hyvin ja niiden edustat pidetään vapaana. Tarvittaessa hätäsuihkun käyttämisestä välittyy tieto automaattisesti ohjaamoon. Tarkempia ohjeita hätätilanteisiin tarkoitetuista suihkuista on esitetty standardissa SFS 5411.

Alkusammutuskalusto

Palavien nesteiden täyttö- ja tyhjennyspaikalle tai sen välittömään läheisyyteen sijoitetaan

riittävästi alkusammutuskalustoa.

Varoituskilvet

Palavien nesteiden täyttö- ja tyhjennyspaikoilla on avotulen teko ja tupakanpolto kielletty. Kieltotaulut tulee sijoittaa sopiviin paikkoihin selvästi näkyville. Matkapuhelinta ei saa viedä tilaluokitelluille alueille.

Oikea kemikaali oikeaan säiliöön

Kemikaalin tyhjentäminen oikeaan säiliöön voidaan varmistaa tyhjennysyhteen lukituksella, automaattisella korttilupajärjestelmällä sekä

erilaisilla liittimillä: letkujen ja putkiston liittimet tehdään rakenteeltaan sellaisiksi, ettei niillä voida purkaa kuin yhtä kemikaalia. Täyttö- ja tyhjennysyhteet on merkittävä.

Ylitäytön esto, varusteet

Palavien nesteiden ja kaasujen siirtoon saa käyttää vain maadoitettua tyhjennys- ja täyttö-letkua. Siirtoon ei saa käyttää paineilmaa.

Alatäytössä käytetään automaattista täyttöjärjestelmää, joka estää ylitäytön (ylitäytön estoautomaattikka). Yläkautta täytettävän säiliöajoneuvon täyttöventtiilin on oltava rakenteeltaan itsestään sulkeutuva ja käsin aukkipidettävä.

Putken tai letkun irrotessa tai vaurioituessa täyttö- ja tyhjennysputkiston venttiilien on sulkeuduttava automaattisesti, tai ne on voitava sulkea turvallisesta paikasta.

Sähkölaitteet ja maadoitus

Sähkölaitteiden valinnassa tulee huomioida paikan tilaluokka ja palavan nesteen tai kaasun syttymis- tai räjähdysryhmä.

Ajoneuvo maadoitetaan, jotta siihen ei tule vaarallista sähkövarausta. Purkaus- tai täyttölaitteisto yhdistetään johtavasti ajoneuvoon. Maadoituskaapeli on pidettävä kytkettynä, kunnes ajoneuvo on valmiiksi kuormattu ja täyttövarret irrotettu.

Hätäpysäytyspainikkeet

Täyttö- ja tyhjennyspaikoilla sijoitetaan hätäpysäytyspainikkeita esimerkiksi pumppujen läheisyyteen siten, että täyttö- tai tyhjennystoiminta voidaan tarvittaessa nopeasti pysäyttää. Hätäpysäyttimiä sekä pumppuja on voitava käyttää myös tulipalon aikana.

Ohjeistus

Täyttöä ja tyhjennystä koskevat kirjalliset menettelyohjeet sekä ohjeet vaaratilanteita varten tulee olla laadittu. Kuljetusliikkeen kanssa sovitaan yhteiset toimintatavat.

Koulutus

Laitoksen on järjestettävä koulutusta vaarallisten kemikaalien käsittelystä sekä omalle henkilökunnalle että kuljetusliikkeiden työntekijöille. Tilaisuuksissa käydään läpi kemikaalien erityisominaisuudet, suojavälineiden, alkusammutusvälineiden, palohälyttimien, hätäpysäytyslaitteiden, hätäsuihkujen ja silmähuhtelulaitteiden sijainti ja käyttö, laitoksen ohjeet täyttöön ja tyhjennykseen sekä vaara- ja onnettomuustilanteisiin, ajolupakäytäntö ja ajoreitit.

Valvonta

Täyttöä ja tyhjennystä valvotaan koko toiminnan ajan. Joissakin tapauksissa on hyvä analysoida kemikaali ennen tyhjennystä, jolloin tyhjennysluvan saa vasta analysoinnin jälkeen.

Suojavälineet

Toiminnassa käytetään käsiteltävän kemikaalin mukaista suojavarustusta. Vähimmäisvaatimuksena on käsiteltävää kemikaalia kestävät suojakäsineet, suojajalkineet, vartalosuojain ja suojalasit, myös suojapäähine ja hengityssuojain voivat olla tarpeen. Palavia nesteitä ja kaasuja purettaessa on vaatteiden ja jalkineiden oltava sähköä johtavia.

Huolto- ja kunnossapito

Laitteistoa tulee huoltaa ja pitää kunnossa ennakoita suunnitellun kunnossapito-ohjelman mukaisesti. Purkausletkut, ylitäytönestimet, kaasunilmaisimet, öljynerotuskaivot, maadoitukset ja pitoisuusmittaukset on tarkastettava säännöllisesti. Vaarallisia töitä varten on oltava työlupa, jonka laitoksen edustaja antaa.

9. Turvallisuusjärjestelyt

Turvallisuusjärjestelyt suunnitellaan toiminnan vaarallisuuden mukaan. Turvallisuusjärjestelyissä varaudutaan normaalikäytön lisäksi poikkeaviin ja onnettomuustilanteisiin.

Vaarallisten kemikaalien varastoihin järjestetään riittävä vartiointi ja kulunvalvonta. Varastoalue aidataan, etteivät asiaankuulumattomat pääse varastoon tai varastoalueelle.

Laitteistot, säiliöt sekä vaarallisten kemikaalien säilytystilat varustetaan riittäväillä laitteistojen turvallisen käytön ja onnettomuustilanteisiin varautumisen edellyttämällä varoitusmerkinnöillä. Kemikaalien varastoinnin ja käsittelyn turvallisuus riippuu suurelta osin työntekijöiden

koulutuksen, turvallisuustoimintojen harjoittelun, suojainten käytön sekä valvonnan tehokkuudesta.

Työntekijöiden koulutus ja harjoittaminen turvalliseen työskentelyyn ja henkilönsuojainten käyttöön on laitoksen tai tehtaan johdon vastuulla. Työntekijöille annetaan opastusta vaaroista, joita voi syntyä vaarallisten kemikaalien virheellisestä käsittelystä. Jokaisen työntekijän on tiedettävä, mitä tulee tehdä häiriö- ja hätätapauksissa. Kaikkien on myös tiedettävä ensiaputoimenpiteistä.

Lisäksi työntekijöiden koulutuksen ja harjoituksen pitää sisältää ohjeet ja määräaikaisten harjoitukset seuraavista asioista:

- 1) Alkusammutusvälineiden, palohälyttimien ja hätäpysäytyslaitteiden sijainti, vaikutus ja käyttö.
- 2) Henkilönsuojainten sijainti ja käyttö.
- 3) Hätäsuihkujen ja silmänhuuhtelulaitteiden sijainti sekä lähimmän vesipisteen sijainti hätätapauksia varten.
- 4) Poistuminen hätätilanteessa kokoontumispaikkaan.

Työntekijöitä kehoitetaan ilmoittamaan esimiehelleen kaikista laitteissa ilmenevistä vioista ja vaaratilanteista.

Työpaikalla pitää olla tarpeelliset, käsiteltäviä aineita kestävät suojaimet (suojalasit, esiliinat, saappaat, käsineet, kasvosuojukset ym.). Työpaikalle järjestetään tarvittavat hälytysjärjestelmät. Jos työntekijä työskentelee yksin, hätäsuihkun käytöstä tulee tarvittaessa välittyä tieto esim. valvomoon.

Roisketapaturmien yhteydessä tarvittavan

nopean ensiavun turvaamiseksi kemikaalien käsittelypaikkojen välittömässä läheisyydessä tulee olla yhdistelmäsuihku, jossa varsinaisen hätäsuihkun lisäksi on myös silmäsuihku. Suihkut tulisi sijoittaa siten, ettei siirtyminen tapaturmapaikalta suihkulle edellytä kulkemista portaita pitkin kerroksesta toiseen, eikä myöskään kulkemista oviaukon kautta huoneesta toiseen.

Varastolle laaditaan sisäinen pelastussuunnitelma, jossa on selvitys palontorjunnan järjestelyistä, mahdollisen vuodon hallinnasta ja muista onnettomuustilanteiden varalta suunnitelluista toimenpiteistä.

Onnettomuuksiin varaudutaan hankkimalla riittävä pelastus- ja torjuntakalusto. Sisäisen pelastussuunnitelman edellyttämiä harjoituksia pidetään ainakin kolmen vuoden välein.

Kemikaalivarastossa sattuva onnettomuus, esim. tulipalo, voi aiheuttaa vaaraa tehdasalueen lisäksi ympäristössä. Jos tulipalon yhteydessä käytetään runsaasti sammutusvettä, sammutusveden tulviminen voi saastuttaa vesistöä ja maaperää. Varastoitaessa vaarallisia kemikaaleja tuleekin varautua sammutusvesien keräilyyn ja mahdolliseen neutralointiin.

Käytönvalvoja

Vaarallisten kemikaalien laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia harjoittavissa tuotantolaitoksissa on oltava käytönvalvoja (vastuuhenkilö).

Tarvittaessa vastuuhenkilölle on nimettävä sijainen.

Vastuuhenkilö huolehtii siitä, että tuotantolaitoksessa toimitaan vaarallisia kemikaaleja koskevien säännösten ja lupaehtojen sekä laadittujen toimintaperiaatteiden ja suunnitelmien mukaisesti. Vastuuhenkilön tulee tuntea tuotantolaitoksen toiminta, sitä koskevat säädökset sekä turvallisen toiminnan edellytykset.

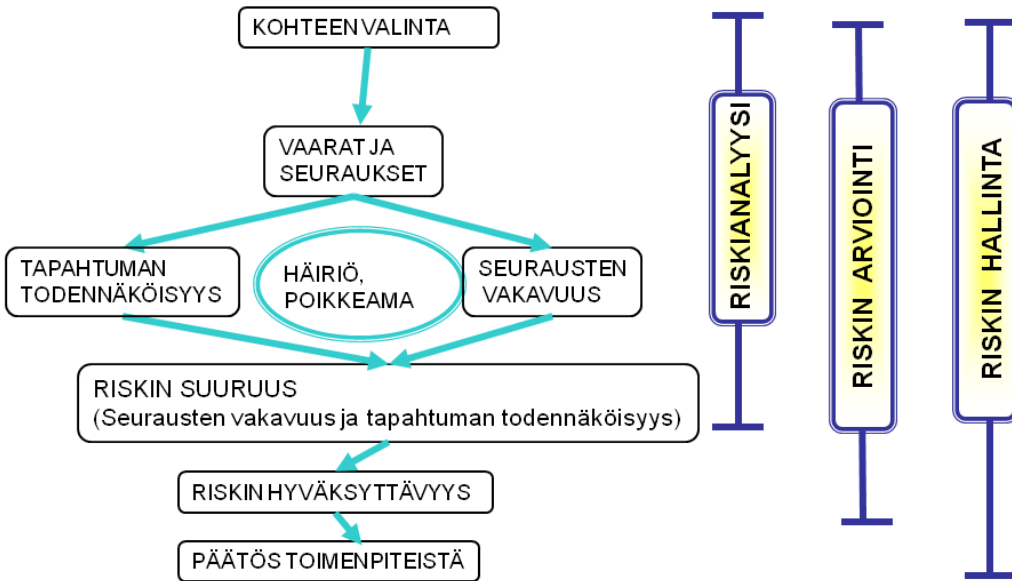
Toiminnanharjoittaja nimeää valvojan tehtävänsä kirjallisesti. Nimeämisestä tulee käydä ilmi vastuualueen laajuus sekä siihen liittyvät tehtävät ja vastuut. Toiminnanharjoittajan on varmistettava, että nimettävä henkilö täyttää alla olevat vaatimukset ja pyydettyä häneltä kirjallinen suostumus.

Vaatimukset

- Käytönvalvojan on ennen nimeämistään suoritettava Tukesin valvoma pätevyyskoe.
- Käytönvalvojan on tunnettava käsiteltäviä kemikaaleja koskevat säännökset ja määräykset.
- Käytönvalvojan on oltava kyseisen toiminnanharjoittajan palveluksessa ja hänen työpaikkansa on oltava kyseisessä toimipaikassa.
- Käytönvalvojalla ei kokeen suorittamisen lisäksi ole muodollisia pätevyysvaatimuksia.
- Toiminnanharjoittajan velvollisuus on varmistaa, että käytönvalvojalla on mahdollisuus hoitaa tehtävänsä.

LIITE 1: Riskin hallinta

Riskin hallinta



Kuva 13: Riskin hallinta (Kuvan lähteenä on käytetty standardia SFS-IEC 60300-3-9)

Riski

on tietyn ei-toivotun tapahtuman tapahtumataajuuden tai todennäköisyyden ja seurausten yhdistelmä

Objektiivinen riski

on tieteellisin perustein määritelty riski.

Subjektiiivinen eli koettu riski

kuvaava arviota riskin suuruudesta. Subjektiiivinen riski vaikuttaa päätöksiin riskin hyväksyttävyydestä tai toiminnasta riskin suhteen. Subjektiiivinen riski sisältää henkilökohtaisia uskomuksia ja yhteiskunnan arvostuksia.

Riskianalyysi

saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä ei-toivotun tapahtuman ja sen seurausten tunnistamiseksi sekä ihmisiin tai väestöön, omaisuuteen tai ympäristöön kohdistuvan riskin suuruuden arvioimiseksi.

Riskin arviointi

on laaja arvio ei-toivotun tapahtuman ja siihen liittyvien seurausten todennäköisyydestä ja vakavuudesta. Riskien arviointiprosessi koostuu riskianalyysistä ja riskin hyväksyttävyyden päättämisestä.

Riskien hallinta

on hallinnollisten ja käytännön toimenpiteiden päättämistä ja soveltamista riskien tunnistamiseksi, arvioimiseksi ja vähentämiseksi.

Jäännösriski

on ei-hyväksyttävien riskien poistamisen jälkeen jäänyt riski.

Häiriö

on suunnitellun toiminnan kanssa ristiriidassa oleva tapahtuma tai tila.

Onnettomuus

on odottaman tapahtuma, joka on aiheuttanut henkilö-, omaisuus- tai ympäristövahingon.

Vaara

on tekijä tai tilanne, jossa on henkilö-, omaisuus- tai ympäristövahingon mahdollisuus.

Vaaran tunnistaminen

on olemassa olevien vaarojen havaitsemista.

Vaaratilanne

on odottamaton tapahtuma, jolla on mahdollisuus johtaa onnettomuuteen.

LIITE 2: Ympäristöriskien seurausmatriisi

Ympäristöriskien seurausmatriisi			
SEURAUUS	SEURAUSSUOKKA		
	LIEVÄ	SUURI	VAKAVA
EKOLOGINEN Ilma	Haittaa eläin- ja kasvilajeille ja niiden elinympäristöille tehdasalueella.	Haittaa eläin- ja kasvilajeille ja niiden elinympäristöille tehdasalueen ulkopuolella. Vähäisiä määriä pysyviä, kertyviä tai ilmakehää muuttavia yhdisteitä.	Ekosysteemivaurioita laajalla alueella. Suuria määriä pysyviä, kertyviä tai ilmakehää muuttavia yhdisteitä.
Maaperä	Haitallinen päästö rajoittuu pienelle rajatulle alueelle, päästö ei ole kulkeutuva, pitoisuudet maaperässä ovat tavoitearvon ja alemman ohjearvon välillä (Ympäristöministeriö 2005). Maaperän puhdistustarve vähäinen.	Haitallinen päästö leviää enintään n. 0,5 ha teollisuusalueen ulkopuolelle, päästö on kulkeutuva ja/tai pysyvä, pitoisuudet ovat alemman ja ylemmän ohjearvon välillä (Ympäristöministeriö 2005). Maaperän puhdistustarve suuri, laajuus arvioitava.	Haitallisen päästön vaikutuksen laajuus >0,5 ha, pitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon (Ympäristöministeriö 2005). Massiivinen maaperän puhdistustarve.
Vesistö	Haitalliset päästöt vähäisiä, seurauksena tilapäinen vedenlaadun heikkeneminen pienellä rajatulla alueella, vesistö korjaa tilanteen itsestään.	Haitalliset päästöt merkittäviä, vastaanottavan vesistön herkkyys tai arvo huomioonotetaan, vesistössä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu, rantojen likaantuminen, pienet kalakuolemat. Päästön aiheuttama lämpötilan nousu aiheuttaa selviä muutoksia ekosysteemissä. Pieniä määriä pysyviä tai kertyviä aineita vapautuu vesistöön.	Päästöt aiheuttavat pitkäkestoisien ja laaja-alaisen haitan, eliöstön toimeentulo häiriintynyt, kalakuolemat. Suuria määriä pysyviä tai kertyviä aineita vapautuu vesistöön.
YHTEISKUNNALLINEN Terveys	Aiheutuu hajua, melua, tärinää, tai terveyskeskuskäyntejä (vain tarkastuksia).	Yksi tai useampi ihminen saa välittömästi tai välillisesti vammaa, johon tarvitaan hoitoa (vamman hoidettavissa). Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen ylityksiä ympäristössä.	Yksi tai useampi ihminen saa vakavan vammaa, aiheutuu vaikutuksia perimään, syöpätapauksia, ym. Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen pitkäaikaisia ylityksiä ympäristössä.

SEURAUS	SEURAUSLUOKKA		
	LIEVÄ	SUURI	VAKAVA
Maan- käyttö	Saastunut maa-alue sijaitsee teollisuusalueella. Rakennukset yms. likaantuvat, tienkäyttö estyy lyhyeksi aikaa jne.	Haitallinen päästö voi levitä teollisuusalueen ulkopuolelle, esim. viher- ja ulkoilualueille.	Haitallinen päästö leviää asutusalueelle, maatalousmaalle, pohjavesialueelle tai luonnonsuojelualueelle.
Pohjave- det ja vedenotto	Päästöillä ei ole vaikutusta pohjaveden laatuun teollisuusalueen ulkopuolella, pieni riski pohjaveden pilaantumisesta on olemassa, ei vaikutusta vedenottoon (pinta- ja pohjavesistä).	Pohjavesi pilaantunut pienellä teollisuusalueen ulkopuolisella alueella, vedenottamo suljettava, kunnostus mahdollinen, vedenottoon käytetty pintavesi pilaantunut.	Pohjavesialue on laajasti pilaantunut, vedenotto (pinta – tai pohjavesistä) suljettava pitkäaikaisesti, vaikeasti kunnostettavissa.
IMAGO	Ympäristössä tapahtuneista muutoksista aiheutuu valituksia ja syntyy yleistä keskustelua yhteisöissä ja/tai paikallismedioissa. Paikallinen tai aluetason viranomainen reagoi tilanteeseen.	Aihe on esillä valtakunnan mediassa. Aluetason viranomaisen reagoi tilanteeseen.	Aihe on esillä valtakunnallisessa ja kansainvälisessä mediassa. Tuotannon jatkamisen mahdollisuudet ovat uhattuina.
TALOUS	Yrityksen itsensä määriteltävissä.	Yrityksen itsensä määriteltävissä.	Yrityksen itsensä määriteltävissä.

Lähde: Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi, Suomen ympäristö 2/2006. Päivitetty matriisi www.ymparisto.fi

LIITE 3: Eräiden kemikaalien vaikutus yleisimpiin rakenneaineisiin

Rakenneaine						
Kemikaali	Lämpötila	Väkevyydet	EN 1.4016 Fe 37 Fe 44 Fe 52 RAEX-laadut	EN 1.4307 austeniittinen ruostumaton teräs: SIS 2352, AISI 304L, Cr 17,5%, Ni 8,0 %	EN 1.4404 austeniittinen haponkestävä teräs: SIS 2348 AISI 316 L C 0,03 % Cr 16,5%, Ni 10,0% Mo 2,1 %	EN 1.4547 austeniittinen haponkestävä erikoisteräs: SIS 2378 S31254 Cr 19,5%, Ni 17,5%, Mo 6,0 %, Cu
Ammoniakki vedetön	0 °C -KP	Kaikki väkevyydet	0	0	0	0
Ammoniakki- vesi	0 C – KP		0	0	0	0
Etanoli	20° C - KP	Kaikki väkevyydet		0	0	0
Etikkahappo	20°C	10 %	2	0	0	0
		50 %	2	0	0	0
		100 %	2	0	0	0
Fluorivety	20°C	10 %	2	2	2	1
	30°C	75 %	0	2	2	2
	20°C	100 %	0	1	1	1
Fosforihappo	20°C	5 %	2	0	0	0
		50 %	2	0	0	0
		80 %	2	0	0	0
Kalsium- hydroksidi	20°C - KP	Kaikki väkevyydet	0	0	0	0
Kalsium- kloridi	20° C	5 %	2	0 p	0 p	0 p
	20° C	10 %	2	0 p	0 p	
	100°C	40 %	2	0 p	0 ps	0 pc

Rakenneaine						
Kemikaali	Lämpötila	Väkevyys	EN 1.4016 Fe 37 Fe 44 Fe 52 RAEX-laadut	EN 1.4307 austeniittinen ruostumaton teräs: SIS 2352, AISI 304L, Cr 17,5%, Ni 8,0 %	EN 1.4404 austeniittinen haponkestävä teräs: SIS 2348 AISI 316 L C 0,03 % Cr 16,5%, Ni 10,0% Mo 2,1 %	EN 1.4547 austeniittinen haponkestävä erikoisteräs: SIS 2378 S31254 Cr 19,5%, Ni 17,5%, Mo 6,0 %, Cu
Kloori	70° C	kuiva kaasu 100 %	0	0	0	0
	20° C - 60° C	märkä kaasu	2	2	2	2
	20° C	vesiliuos 1 mg/l	1p	0	0	0
Klooridioksidi	20° C	kuiva kaasu		0	0	0
	20 °C	märkä kaasu		2	2	2
Kloorivety	20° C - 40° C	kuiva kaasu	0	0	0	0
Kromihappo	KP	2 %	2	2	2	2
	40° C	10 %	0	0	0	0
	20° C	50 %	1	2	2	2
Muurahais- happo	20° C	5 %	2	0	0	0
		50 %	2	0	0	0
		100 %	1	0	0	0
Natrium- hydroksidi	20° C	10 %	0	0	0	0
	20° C	50 %	0	0	0	0
	100° C	50 %	2	1	1	0

Rakenneaine						
Kemikaali	Lämpötila	Väkevvyys	EN 1.4016 Fe 37 Fe 44 Fe 52 RAEX-laadut	EN 1.4307 austeniittinen ruostumaton teräs: SIS 2352, AISI 304L, Cr 17,5%, Ni 8,0 %	EN 1.4404 austeniittinen haponkestävä teräs: SIS 2348 AISI 316 L C 0,03 % Cr 16,5%, Ni 10,0% Mo 2,1 %	EN 1.4547 austeniittinen haponkestävä erikoisteräs: SIS 2378 S31254 Cr 19,5%, Ni 17,5%, Mo 6,0 %, Cu
Natriumhypo- kloraatti	20°C KP	5 % 5 %	2 2	1p 1p	1p 1p	0p 1ps
Polttoöljyt	20 °C - KP			0	0	0
Rikkidioksidi	25°C 20°C' 100°C	nestemäi- nen kaasu kosteaa kaasu	0 2 2	0 1 1	0 0 0	0
Rikkihiili	20 °C - 48°C	100 %	1	0	0	0
Rikkihappo	20°C 85°C 20°C 70°C 20° C 50°C	1 % 1 % 50 % 50 % 96 % 96 %	2 2 2 2 0 2	0 2 2 2 0 1	0 1 2 2 0 1	0 0 0 2 0 1
Suolahappo	20°C	5 % 30–37%	2 2	2 2	2 2	1 ND 2
Typpihappo	20°C 20°C 60°C	5 % 60 % 60 %	2 2 2	0 0 0	0 0 0	0 0 0

Rakenneaine						
Kemikaali	Lämpötila	Väkevyys	EN 1.4016 Fe 37 Fe 44 Fe 52 RAEX-laadut	EN 1.4307 austeniittinen ruostumaton teräs: SIS 2352, AISI 304L, Cr 17,5%, Ni 8,0 %	EN 1.4404 austeniittinen haponkestävä teräs: SIS 2348 AISI 316 L C 0,03 % Cr 16,5%, Ni 10,0% Mo 2,1 %	EN 1.4547 austeniittinen haponkestävä erikoisteräs: SIS 2378 S31254 Cr 19,5%, Ni 17,5%, Mo 6,0 %, Cu
Typpihapon ja fluorivetyhapon seos	25°C	HNO ₃ 20 % HF 4 %	2	2	2	1
	70°C	HNO ₃ 10 % HF 3 %	2	2	2	2
Vetyperoksidi	20°C	5 %	0	0	0	0
	40°C	50 %		0	0	0

Selitykset:

KP = kiehumispiste

ND = ei tietoa

p = piste- ja piilokorroosiovaara

s = jännityskorroosiovaara

c = piilokorroosiovaara

<u>Symboli</u>	<u>Korroosionopeus</u>	<u>Symboli</u>	<u>Materiaalin käyttökelpoisuus</u>
0	< 0,1 mm/vuosi	0	täysin kestävä
1	0,1 - 1,0 mm/vuosi	1	ei kestävä, käyttökelpoinen tietyissä tapauksissa
2	> 1,0 mm/vuosi	2	voimakas korrosio, ei käyttökelpoinen

Lähde: Korroosiotaulukot, Outokumpu Stainless, Corrosion Handbook, Ninth Edition.
Ammoniikki: Korroosiokäsikirja 2007.

LIITE 4: Kokemuksia kesto muovien käytöstä prosessilaitteissa

Soveltuvia kesto muovien käyttökohteita ovat esim:

PVC (polyvinyylikloridi)	Korkein käyttölämpötila
- pintakäsittelyaltaat ja liuosputkistot	t max 50 °C
- pisaranerottimet, rikkihappo, kromihappo	t max 50 °C
- hypotornit	t max 45 °C
- liuosputket natriumklooraatile	t max 30 °C
- puhaltimet	t max 40 °C
PP (polypropeeni)	
- happoputket, rikkihappo, suolahappo, fluorivetyhappo	t max 80 °C
- pisaraerottimet, rikkihappo, fosforihappo, fluorivetyhappo	t max 80 °C
- varastosäiliöt, rikkihappo, suolahappo	t max 70 °C
- kaasuputket, rikkihappo, rikkidioksidi, rikkitrioksidi	t max 70 °C
- pesurit, rikkihappo, fosforihappo	t max 70 °C
- puhaltimet	t max 60 °C
PVDF (polyvinyyliideenifluoridi)	
- haposäiliöt ja putkistot, rikkihappo, suolahappo, fluorivetyhappo, typpihappo	t max 90 °C
- haihduuttimet	t max 85 °C
- kloorinkuivaustornit	t max 70 °C
- kaasuputket ja pesurit, rikkihappo, suolahappo, fluorivetyhappo, fosforihappo	
- laimennussäiliöt, rikkihappo	t max 100 °C
FEP (fluorattu eteenipropeeniharts)	
- elektrolyysisäiliöt	t max 95 °C
- putkistot, hapot, emäkset, liuottimet	t max 120 °C
- regenerointilaitokset, rikkihappo	t max 90 °C
- kloorikennot	t max 90 °C
- klooriputket	t max 100 °C

ECTFE (eteeni/monoklooritrifluorieteenikopolymeeri)

- happosäiliöt, rikkihappo t max 90 °C
- kloorikaasuputkistot t max 90 °C
- liosputkistot, natriumkloratti t max 60 °C

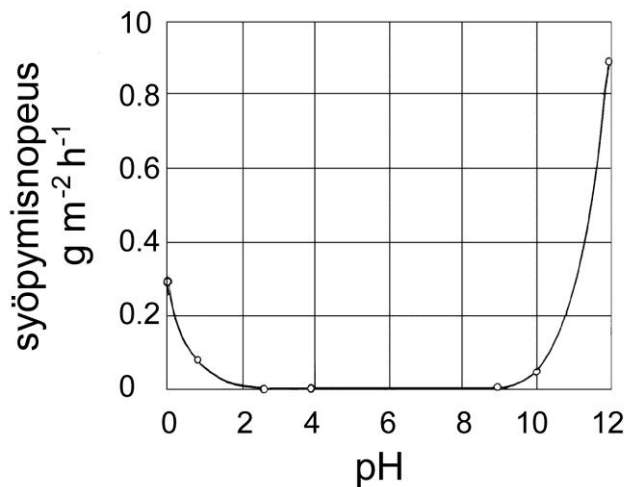
Lähde: Korroosiokäsikirja, Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 12, 2004

LIITE 5: Alumiini

Korroosiokestävyyden kannalta paras alumiini vaihteleviin olosuhteisiin olisi sarja 1xxx, seostamattomat puhtaat alumiinit, jos se olisi edullista ja sen lujuusominaisuudet tyydyttäisivät käyttäjää. Lujuusvaatimusten takia käytetään seostettuja ja muokkauslujitettuja laatuja. Vähän seostetut laadut kuten; sarja 4xxx AlSi, sarja 5xxx AlMg - ja sarja 6xxx AlMgSi - seokset ovat kestävämpiä ja soveltuvat suojaamattominakin vaihteleviin ilmasto - olosuhteisiin.

Alumiini yleisesti kestää hyvin alkoholeja,

väkevää typpihappoa, ammoniakkaa, rikkivetyä ja hiilidioksidia. Se ei kestä epäorgaanisia happoja tai alkaleja, elohopeasuoloja tai vedettä kloorattuja hiilivetyjä. Syövyttävissä olosuhteissa alumiini on eristettävä sellaisista metalleista kuten kuparista ja messingistä ja niiden seoksista sekä suojaamattomasta teräksestä (ei haponkestävä tai ruostumaton). Alumiinin korroosiokestävyyteen eri ympäristöissä vaikuttavat paitsi ympäristötekijät (pH, lämpötila, koostumus) myös olennaisesti alumiinin lämpökäsittelyhistoria.



Kuva 14: Alumiinikaavio

Eräiden kemikaalien vaikutus alumiiniin; lista kuvaa parhaiten puhtaita alumiineja. Valittaessa alumiineja tulee käyttöympäristö kartoittaa ja ymmärtää ja siten valita oikea laatu.

kemikaali	vaikutus	Kemikaali	vaikutus
Ammoniakkikaasu	1	Merivesi	11-111
Asetoni	1	Mineraaliöljyt	1
Bensiini	1	Muurahaishappo	111
Boorihappo	11	Natriumhydroksidi	111 x
Etikkahappo	11-111	Pellavaöljy	1
Etanoli	1	Paloöljy	1
Fenoli	1	Rautakloridi	111
Kloori	111	Rikkihappo	11-111 x
Kreosootti	11	Suolahappo	111 x
Kuparisulfaatti	111	Vesijohtovesi	1

x) lämpötila ja seoksen väkevyys vaikuttavat voimakkaasti syöpymiseen.

- 1 sopii hyvin
- 11 pieni korroosioriski
- 111 ei suositella alumiinin kanssa

Seostamattomat, puhtaat alumiinit, 1xxx sarja: EN AW 1050A (Al99,5), 1070A (Al99,7) ja 1200 (Al99,0)

Seostetut alumiinit, 5xxx sarja (lähinnä säiliöt): Seos EN AW 5052 (AlMg2,5), 5754 (AlMg3), 5083 (AlMg4,5 Mn), 5182 RTS_{G1}, 5186 Elongal ja 5088 Xtral 728

Lähde: Korroosiokäsikirja 2007 ja alumiiniesitteet

LIITE 6: Kemikaalisäiliön säiliökirjan sisältö

1. Valmistajan vakuutus siitä, että säiliö on rakennettu ja tarkastettu säädösten mukaisesti
2. Säiliön rakennesuunnitelma piirustuksineen
3. Säiliön rakentamisasiakirjat:
 - 3.1. Ainestodistukset
 - 3.2. Reuna- ja pohjalevyjen sulatusnumerokartta
 - 3.3. Hitsausohjeet ja hitsauskartta
 - 3.4. Luettelo hitsaajista ja heidän pätevyyksistään
 - 3.5. Hitsauslisäaineselvitykset
 - 3.6. Selvitykset lämpökäsittelyistä
4. Säiliön tarkastusasiakirjat:
 - 4.1 Tarkastustodistus
 - 4.2 Pöytäkirjat ainetta rikkomattomista tarkastuksista kaavioineen
 - 4.3 Pohjan ja katon tiiviystarkastuspöytäkirjat
 - 4.4 Vesitäytön pöytäkirja
 - 4.5. Vaipan yhteiden vahvistuslevyjen tiiviystarkastuspöytäkirjat
 - 4.6. Sisäpuolisen paineenalaisen putkiston painekoepöytäkirja
5. Perustusasiakirjat:
 - 5.1. Piirustukset
 - 5.2. Asiantuntijan lausunnot
6. Säiliön huolto- sekä sisä- ja ulkopuolinen tarkastussuunnitelma sekä pöytäkirjat tehdyistä tarkastuksista havaintoineen.
7. Tehdyt korjaustoimet ja mahdolliset rakenteen muutokset.

LIITE 7: Happojen ja emästen vaikutus betoniin**Yhdiste**

ammoniumhydroksidi	
arseenihappo	
bariumhydroksidi	
boorihappo	
etikkahappo	10 %
	30 %
jääetikka	kons.
fluorivetyhappo	10 %
	30 %
	40 %
	75 %
fosforihappo	10 %
	85 %
happamat vedet (pH ≤ 6,5)	
hiilihappo	
humushapot	
kaliiumhydroksidi	5 %
	25 %
	95 %
kalsiumhydroksidi	
kloorivetyhappo	10 %
(suolahappo)	30 %
	37 %
kromihappo	5 %
	10 %
	50 %
	60 %
maitohappo	5 %
	25 %
muurahaishappo	10 %
	30 %
	90 %
natriumhydroksidi	1 %
	10 %
	20 %
	25 %
	40 %

Vaikutus betoniin

ei haitallista vaikutusta
"
ei haitallista vaikutusta
vaikutus mitätön
rapauttaa hitaasti
"
"
syövyttää nopeasti, myös teräksiä
"
"
"
rapauttaa hitaasti
"
rapauttaa hitaasti, teräkset voivat syöpyä
rapauttaa hitaasti, teräskorroosio syövyttävät ja rapauttavat hitaasti
ei haitallista vaikutusta
syövyttää
syövyttää
ei haitallista vaikutusta
syövyttää nopeasti myös teräkset
"
"
teräkset voivat syöpyä
"
"
"
syövyttää hitaasti
syövyttää
syövyttää hitaasti
"
"
ei haitallista vaikutusta
"
syövyttää
"
"

Yhdiste

oksaalihappo	
perkloorihappo	10 %
puuvillasiemenöljy	
pyriitti eli rikkikiisu	
rikkidioksidi	
rikkihappo	10 %
	30 %
	50 %
	60 %
	70 %
	80 %
	93 %
	kons.
	savuava
rikkihapoke	
rikkivety	
typpihappo	2 %
	5 %
	10 %
	20 %
	30 %
	40 %

Vaikutus betoniin

ei haitallista vaikutusta, suojaa säiliöitä heikkoja happoja ja suolavettä vastaan syövyttää
rapauttaa etenkin ilman läsnäollessa ks. rautasulfidi ja CuS
muodostaa rikkihapoketta
tuhoaa nopeasti
"
"
"
"
"
"
syövyttää
"
"
syövyttää nopeasti
vaaraton, mutta kosteassa hapettavassa ympäristössä muuttuu rikkihapoksi ja syövyttää hitaasti
syövyttää nopeasti
"
"
"
"
"

Lähde: Kovettuneen betonin perusominaisuudet, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, betoni- ja silikaattitekniikan laboratorio, Tiedonanto 74, 1980

LIITE 8: Erillään pidettävät kemikaalit (lähde OVA-ohjeet)

Kemikaali ei saa joutua kosketuksiin seuraavien kemikaalien kanssa	
Ammoniakki	Ammoniakki reagoi kiivaasti ja lämpöä kehittäen happojen ja hapettimien kanssa. Aine voi muodostaa räjähtäviä yhdisteitä kullan, hopean ja elohopean sekä näiden yhdisteiden kanssa. Halogeenit (fluori, kloori, bromi ja jodi), hypokloriitti ja etyleenioksidi voivat aiheuttaa räjähdyksen sekoittuessaan ammoniakkin kanssa.
Ammoniumnitraatti	Ammoniumnitraatti on voimakas hapetin. Ammoniumnitraatin kanssa yhteensopimattomia aineita ovat räjähdystarvikkeet, syövyttävät aineet kuten hapot ja emäkset, kloraatit, kloriitit, hypokloriitit ja kloridit, permanganaatit, rikki ja hienojakoiset metallijauheet (esimerkiksi sinkki, kadmium, kupari, magnesium, lyijy). Lisäksi yhteensopimattomia aineiden kanssa ovat puristetut, nesteytetyt tai paineenalaisena liuotetut kaasut, palavat nesteet ja polttoaineet, öljyt, rasvat ja vahat, heinä ja olki, paperi ja hienojakoinen puuaines.
Asetoni	Asetoni on helposti haihtuva neste. Asetoni reagoi voimakkaasti hapettavien aineiden, esimerkiksi peroksidien, nitraattien ja perklooraattien, bromoformin, kloroformin ja emästen, happojen, bromin sekä rikkidikloridin kanssa.
Asetyleeni	Asetyleeni on voimakas pelkistin ja se reagoi kiivaasti hapettavien aineiden kanssa aiheuttaen palo- ja räjähdysvaaran. Asetyleeni muodostaa räjähtäviä asetylidejä raskasmetallien, kuten kuparin, hopean ja elohopean kanssa.
Etanoli	Etanoli on yleensä stabiili. Se reagoi kiivaasti voimakkaiden hapettimien, kuten kromitrioksidin, kloorin oksidien, typpihapon, perklooraattien ja permanganaattien kanssa aiheuttaen palo- ja räjähdysvaaran. Etanoli reagoi myös vetyperoksidin, alkalimetallien, nitraattien, perkloorihapon, happojen, happoanhydridien, kalsiumhypokloriitin, hopeaoksidin, bromidien ja ammoniakkin kanssa aiheuttaen palo- ja räjähdysvaaran. Etanoli saattaa reagoida kuumun alumiinin kanssa aiheuttaen metallin syöpmistä.

Etikkahappo	Useimmat metallit, emäkset, amiinit ja voimakkaat hapettimet (kromihappo, peroksidit, permanganaatit ja typpihappo) voivat reagoida kiivaasti etikkahapon kanssa. Perkloorihappo voi reagoida etikkahapon kanssa räjähtäen.
Etikkahappoanhydridi	Hapettimet ja hapot (vahvat mineraalihapot ja orgaaniset hapot) voivat aiheuttaa etikkahappoanhydridin kanssa lämpötilan ja paineen nousun. Reaktio voi olla riittävän kiivas aiheuttamaan räjähdysen. Vesi reagoi etikkahappoanhydridin kanssa muodostaen etikkahappoa. Etikkahappo voi edelleen katalysoida reaktiota veden kanssa aiheuttaen voimakkaan kiehumisen. Emäkset (natriumhydroksidi), amiinit ja alkoholit voivat reagoida kiivaasti etikkahappoanhydridin kanssa.
Happi	Happi on normaalisti stabiili. Se on voimakas hapetin ja yhdistyy vaihtelevissa lämpötiloissa kaikkiin alkuaineisiin, paitsi jalokaasuihin, muodostaen yleensä oksideja. Happikaasu saattaa syövyttää joitain metalleja erityisesti kosteissa olosuhteissa. Nestemäisen hapen kylmät höyryt haurastuttavat hiiliterästä ja useimpia seosteräksiä.
Hydratsiini	Hydratsiini on voimakas pelkistin ja heikko emäs. Se reagoi kiivaasti voimakkaiden hapettimien, kuten vetyperoksidin ja vahvojen happojen, kanssa. Hydratsiini syövyttää muun muassa lasia, kumia ja korkkia.
Kaliumsyaniidi	Kaliumsyaniidi ei reagoi kuivana. Happamasta liuoksesta vapautuu erittäin myrkyllistä syaanivetykaasua. Ilman hiilidioksidi on kyllin vahva happo kehittämään syaanivetyä neutraalista syanidiliuoksesta. Kaliumsyaniidin reaktiossa happojen tai niiden suolojen kanssa muodostuu syaanivetyä. Kaliumsyaniidi voi reagoida kiivaasti vahvojen hapettimien, kuten nitraattien, nitriittien, peroksidien ja klooraattien kanssa. Kaliumsyaniidiliuokset syövyttävät metalleja ja metalliseoksia sekä joitakin muoveja.
Kevyt polttoöljy	Kevyt polttoöljy on palava neste. Aine syttyy lämmön, kipinöiden ja liekkien vaikutuksesta. Öljysumu syttyy kaikissa lämpötiloissa. Lämpimästä kevyestä polttoöljystä haihtuva höyry muodostaa ilman kanssa syttyvän seoksen. Kevyen polttoöljyn säiliö voi repeytyä tulipalon kuumentamana. Kevyen polttoöljyn palamistuotteita ovat hiilidioksidi ja vesi sekä epätäydellisessä palamisessa hiilimonoksidi.

Kloori	Kloorikaasun ja vesihöyryn seos muodostaa myrkyllistä ja syövyttävää kloorivetyä, joka syövyttää terästä ja useimpia muita metalleja. Kuiva kloorikaasu syövyttää alumiinia, titaania ja tinaa. Nestekloori vahingoittaa muoveja. Kloori reagoi kiivaasti tiettyjen orgaanisten ja epäorgaanisten aineiden kuten ammoniakkin ja fosforin kanssa. Kloori reagoi hiilivetykaasujen (metaani, etaani, asetyleeni) kanssa räjähtäen. Kloorin ja vedyn seos on räjähtävä.
Klooridioksidi	Klooridioksidi on voimakas hapetin. Aine on epästabiili kaasu, joka hajoaa lämmön ja valon vaikutuksesta. Suurissa pitoisuuksissa hajoamisreaktiot ovat räjähdysnomaisia. Klooridioksidi reagoi voimakkaasti orgaanisten aineiden kanssa ja voi räjähtää sekoittuessaan muun muassa hiilimonoksidin, butadieenin, etaanin, eteenin, metaanin tai propaanin kanssa. Aine reagoi räjähdysnomaisesti di- ja trifluoriamiinien sekä kaliumhydroksidin kanssa. Klooridioksidin ja elohopean seos räjähtää ravisteltaessa. Emästen kanssa sekoittuessa muodostuu kloriitteja ja kloraatteja. Klooridioksidi reagoi veden ja kosteuden kanssa valon vaikutuksesta muodostaen pääasiassa kloorivetyä ja kloorihappoa sekä klooria ja kloorihapoketta. Klooridioksidi syövyttää useimpia metalleja ja kumia sekä rakennusmateriaaleja.
Kromihappo	Kromitrioksidi on normaalisti stabiili, mutta se hajoaa yli 250 °C:ssa kromioksidiksi ja hapeksi aiheuttaen palovaaaran. Kromitrioksidi on voimakas hapetin. Se reagoi kiivaasti palavien ja pelkistävien aineiden kanssa aiheuttaen palo- ja räjähdysvaaran. Kromitrioksidin vesiliuos (kromihappo) on vahva happo, joka reagoi emästen kanssa ja on syövyttävää. Kromitrioksidi syövyttää terästä, rautaa, kuparia, pronssia, messinkiä, nikkeliä, alumiinia ja hopeaa.
Metanoli	Metanoli on yhteensopimaton voimakkaiden hapettimien kanssa. Metanoli voi reagoita voimakkaasti perkloorihapon, kromianhydridin, lyijyperkloraatin tai fosforitrioksidin kanssa. Metanoli liuottaa lakkoja, maaleja ja rasvoja sekä syövyttää alumiinia ja lyijyä.

Natriumkloriitti	Natriumkloriitti on voimakas hapetin happamissa ja neutraaleissa olosuhteissa, joten se reagoi kiivaasti happettuvien aineiden kanssa. Aine voi reagoida räjähdysnomaisesti palavien aineiden, ammoniumyhdisteiden, rikkiyhdisteiden ja metallijauheiden kanssa. Vahvojen happojen kanssa aine muodostaa klooria ja klooridioksidia. Natriumkloriitti syövyttää sinkkiä ja joitakin teräslaatuja.
Natriumhydroksidi	Vahvat hapot reagoivat natriumhydroksidin kanssa kiivaasti. Natriumhydroksidin liuetessa veteen vapautuu lämpöä. Aine absorboi ilmasta hiilidioksidia ja vettä. Natriumhydroksidi syövyttää metalleja kuten sinkkiä, magnesiumia ja alumiinia vapauttaen syttyvää vetykaasua.
Natriumhypokloriitti	Natriumhypokloriittiliuos reagoi emäksisesti stabilisaattoriksi lisätyn lipeän vuoksi. Aine on voimakas hapetin, joten se reagoi palavien aineiden kanssa kiivaasti. Aine reagoi happojen kanssa, jolloin vapautuu kloorikaasua. Kuumassa ja auringonvalossa natriumhypokloriitti hajoaa, jolloin vapautuu happea. Typpiyhdisteiden, kuten ammoniakkin, urean ja amiinien kanssa voi muodostua myrkyllisiä ja reaktiivisia klooriamiineja ja vapautua typpikaasua. Ammoniumsuolojen kanssa muodostuu lisäksi räjähtävää typpitrikloridia, jos happea on läsnä. Metanolin kanssa voi muodostua räjähtävää metyylihypokloriittia. Natriumhypokloriittiliuos syövyttää heikosti metalleja ja liuottaa nahkaa, eräitä muoveja, tekstiilejä, terästä sekä betonia
Nestekaasu	Nestekaasuvuoto voi aiheuttaa ulkona syttymisvaaran ja sisällä lisäksi räjähdysvaaran. Nestekaasun ja ilman syttyvä seos voi syttyä mistä tahansa syttymislähteestä. Syttynyt seos palaa humahtuen.
Rikkihappo	Väkevä rikkihappo tuottaa lämpöä liuetessaan veteen ja reagoi kiivaasti muun muassa useiden metallien kanssa. Väkevä rikkihappo vapauttaa myrkyllistä kaasua syaniideista (vetysyaniidi), sulfideista (rikkivety) ja karbideista (asetyleeni). Rikkihapon reaktio kloriittien, perkloriittien ja kaliumpermanganaatin kanssa voi aiheuttaa vapautuvien happiyhdisteiden vuoksi räjähdysvaaran. Aine

	<p>absorboi ilmasta vettä. Rikkihappo syövyttää nopeasti muun muassa alumiinia, kuparia ja niitä sisältäviä seoksia. Reaktiossa metallien kanssa voi kehittyä syttyvää vetykaasua. Orgaaniset aineet, erityisesti vetyä ja happea sisältävät, kuten paperi ja puuvilla hiiltävät rikkihapon vaikutuksesta ja voivat syttyä.</p>
Rikkivety	<p>Rikkivety on pelkistin, joten se voi reagoida hapettavien aineiden kanssa voimakkaasti. Aine syövyttää metalleja ja muodostaa metallisulfideja. Vesiliuoksessa rikkivety reagoi happamasti.</p>
Suolahappo	<p>Kloorivety reagoi voimakkaasti vahvojen hapettimien kanssa, jolloin vapautuu kloorikaasua. Reagointi metallien ja pelkistävien aineiden kanssa vapauttaa syttyvää vetykaasua. Kloorivety voi reagoida alkoholien, glykolisten, amiinien, ketonien ja tyydyttymättömien alifaattisten hiilivetyjen kanssa vapauttaen lämpöä. Reaktiossa aldehydien ja epoksidien kanssa tapahtuu voimakasta polymeroitumista. Kloorivety voi reagoida formaldehydin kanssa muodostaen myrkyllistä bis(kloorimetyyli)etteriä. Suolahappo on vahva happo, joka syövyttää metalleja. Suolahappo reagoi räjähdyksenomaisesti kaliumperman-ganaatin ja natriumin kanssa. Sekoittuminen rikkihapon kanssa vapauttaa kloorivetykaasua.</p>
Typpihappo (väkevä)	<p>Aine reagoi kiivaasti eräiden orgaanisten aineiden kanssa (muun muassa alkoholit, etikkahappo, palavat nesteet ja kaasut) sekä rikkivedyn, kromihapon ja syaanivetyhapon kanssa. Reaktio voi aiheuttaa syttymisvaaran ja reaktiossa voi vapautua myrkyllisiä typen oksideja. Aine syövyttää useimpia metalleja, muun muassa kuparia ja rautaa, sekä tekstiilejä. Metalleja syövyttäessään ja kuumentuessaan aine vapauttaa myrkyllisiä typen oksideja. Aineen liuetessa veteen vapautuu lämpöä ja myrkyllisiä typen oksideja.</p>
Vetyperoksidi	<p>Vetyperoksidi on voimakkaasti hapettava aine. Se hajoaa lämmön ja auringonvalon vaikutuksesta, jolloin vapautuu happea ja vettä. Myös metallit (esimerkiksi rauta, kupari, sinkki, kromi, nikkeli) ja epäpuhtaudet katalysoivat hajoamista. Hajoamisen estämiseksi vetyperoksidiin on lisätty stabiloimisainetta, kuten esimerkiksi fosfori-, rikki-, boori- tai sitruunahappoa, asetonilidia tai asetofeneti-diiniä.</p>

LIITE 9: Kemikaalien yhteensopivuustaulukko

Ryhmät	ei-hapettavat epäorg.hapot	riikkihappo	typpihappo	orgaaniset hapot	emäkset	ammoniakki	alifaattiset amiinit	aminoalkoholit	aromaattiset amiinit	amidit	orgaaniset anhydridit	isosvanaatit	vinyyliasetaatti	akrylaatiit	allyyliyhdisteet	alkeenioksidit	epikloorihydrini	ketonit	aldehydrit	alkoholit, glykolit	fenolit, kresolit	kaprolaktaamiliuos
1.ei-hapettavat epäorg. hapot		x			x	x	x	x	x	x	x	x				x	x		A	E		
2.riikkihappo	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3. typpihappo		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
4. orgaaniset hapot		x			x	x	x	C			x					x	x			F		
5.emäkset	x	x	x	x							x	x				x	x		x	x	x	x
6.ammoniakki	x	x	x	x						x	x	x	x			x	x		x			
7.alifaattiset amiinit	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8. aminoalkoholit	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x	x	B	x			
9.aromaattiset amiinit	x	x	x	C							x	x							x			
10. amidit	x	x	x			x						x									x	

Ryhvät	ei-hapettavat epäorg.hapot	rikkihappo	typpihappo	orgaaniset hapot	emäkset	ammoniakki	alfaattiset amiinit	aminoalkoholit	aromaattiset amiinit	amidit	orgaaniset anhydridit	isosyanaatit	vinyyliasetaatti	akrylaatiit	allylyhdisteet	alkeenioksidit	epikloorihydriini	ketonit	aldehydrit	alkoholit, glykolit	fenolit, kresolit	kaprolaktaamiliuos
11. orgaaniset anhydridit	x	x	x		x	x	x	x	x													
12. isosyanaatit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					D					x		x
13. vinyyliasetaatti	x	x	x			x	x	x														
14. akrylaatiit		x	x				x	x														
15. allylyhdisteet		x	x				x	x				D										
16. alkeenioksidit	x	x	x	x	x	x	x	x														
17. epikloorihydriini	x	x	x	x	x	x	x	x														
18. ketonit		x	x				x	B														
19. aldehydrit	A	x	x		x	x	x	x	x													

Ryhmät	ei-hapettavat epäorg.hapot	rikkihappo	typpi happo	orgaaniset hapot	emäkset	ammoniakki	alfaattiset amiinit	aminoalkoholit	aromaattiset amiinit	amidit	orgaaniset anhydridit	isosvanaatit	vinyyliasetaatti	akrylaatiit	allyyliyhdisteet	alkeenioksidit	epikloorihydriini	ketonit	aldehydit	alkoholit, glykolit	fenolit, kresolit	kaprolaktaamiliuos
20. alkoholit, glykolit	F	x	x	F	x		x				x											
21. fenolit, kresolit		x	x		x		x			x												
22. kaprolaktaamiliuos		x			x		x				x											
30. alkeenit		x	x																			
31. alkaanit																						
32. aromaattiset hiilivedyt			x																			
33. eril. hiilivetyseokset			x																			
34. esterit		x	x																			

Ryhmät	ei-hapettavat epäorg.hapot	riikkihappo	typpihappo	orgaaniset hapot	emäkset	ammoniakki	alfaattiset amiinit	aminoalkoholit	aromaattiset amiinit	amidit	orgaaniset anhydridit	isosvanaatit	vinyyliasetaatti	akrylaatit	allyyliyhdisteet	alkeenioksidit	epikloorihydrini	ketonit	aldehydit	alkoholit, glykolit	fenolit, kresolit	kaprolaktaamiliuos		
35.vinyyli-halogenidit			x																				x	
36.haloge-noidut hiilivedyt		G			H		I																	
37.nitriilit		x																						
38.rikkihiili							x	x																
39.sulfolaanit																								
40.glykoli-eetterit		x									x													
41.eetterit		x	x																					
42.nitro-yhdisteet					x	x	x	x	x															
43.vesi ja vettä sis. seokset		x									x													

Kemikaalien yhteensopivuustaulukko, Lähde: Ohje kemikaalien kappalevarastosta, 2000

Ohjeita kemikaalien yhteensopivuustaulukkoon

X merkitsee, että reaktiivinen ryhmä muodostaa vaarallisen yhdistelmän ko. tuotteen kanssa.

Reaktiivisuuspoikkeamat kemikaaliryhmissä

A Akroleiini (19), krotonaldehydi (19) ja 2-etyyli-3-propyyliakroleiini (19) eivät ole yhteensopivia ryhmän 1, ei-hapettavien epäorgaanisten happojen kanssa.

B Isoforoni (18) ja mesityylioksidi (18) eivät ole yhteensopivia ryhmän 8, aminoalkoholien kanssa.

C Akryylihapo (4) ei ole yhteensopiva ryhmän 9, aromaattisten amiinien kanssa.

D Allyylialkoholi (15) ei ole yhteensopiva ryhmän 12, isosyanaattien kanssa.

E Furfuryylialkoholi (20) ei ole yhteensopiva ryhmän 1, ei-hapettavien epäorgaanisten happojen kanssa.

F Furfuryylialkoholi (20) ei ole yhteensopiva ryhmän 4, orgaanisten happojen kanssa.

G Dikloorietyylieetteri (36) ei ole yhteensopiva ryhmän 2, rikkihapon kanssa.

H Trikloorietyleeni (36) ei ole yhteensopiva ryhmän 5, emästen kanssa.

Etyleenidiamiini ei ole yhteensopiva etyleenidikloridin (6) kanssa.

Lähteitä:

Säädökset:

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005)

Luonnos: Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista

Kauppa ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista 938/1999

- painelaitteiden valmistusta koskevat säädökset (painelaitedirektiivi)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta 953/1999

- painelaitteiden käyttöä, tarkastusta sekä korjaus- ja muutostöitä koskevat säädökset

Standardit:

SFS 3350 Palavien nesteiden varastopaikka ja siellä olevat palavan nesteen käsittelypaikat 1996 2.painos

SFS 3353 Palavan nesteen valmistuslaitos ja teknillinen käyttölaitos 1978. 1.painos

Kemikaalineuvottelukunnan ohjeet ja oppaat:

Happojen ja emästen varastointi ja käsittely. Kemikaalineuvottelukunta, sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2000:7

Kemikaalien turvallinen käsittely ja varastointi, Pintakäsittelylaitos, maalaamo, pakkaamo. Kemikaalineuvottelukunta, sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2001:1

Ohje kemikaalien kappaletavaravarastosta. Kemikaalineuvottelukunta, sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2002:7

Ympäristölle vaaralliset kemikaalit, teollinen käsittely ja varastointi. Kemikaalineuvottelukunta, sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2000:2

Tukesin oppaat:

ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus, 2009

Vaaralliset kemikaalit teollisuudessa, 2005
Kemikaaliputkistot, 2007

Kemikaalien täyttö- ja tyhjennyspaikkojen turvallisuus, 1999

tukes

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

PL 66 (Opastinsilta 12 B)
00521 Helsinki
Puhelin 010 6052 000
www.tukes.fi