

HAPPOJEN JA EMÄSTEN VARASTOINTI JA KÄSITTELY
5. UUDISTETTU PAINOS

Julkaisija: Sosiaali- ja terveysministeriö
Kemikaalineuvottelukunta
PL 33, 00023 Valtioneuvosto

Pääsihteeri
Email: kenk.stm@stm.vn.fi
Puh. (03) 260 8483
Fax. (03) 260 8425
www.vn.fi/stm/suomi/eho/kenk/kemkoti.htm

Kustantaja: Oy Edita Ab
PL 800
00043 Edita
Asiakaspalvelu puh. (09) 566 0266
Asiakaspalvelu fax. (09) 566 0380

Kannen kuva: Raimo Reinivuo
Kirjapaino: Oy Edita Ab. Helsinki 2000

ISBN 952-00-0838-1
ISSN 1236-116X

ESIPUHE

SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖ
KEMIKAALINEUVOTTELUKUNTA

Heinäkuu 2000

Happojen ja emästen varastointi ja käsittely

Kemikaalineuvottelukunta on uusinnut happojen ja emästen varastointia koskevan oppaan. Oppaan viidenteen painokseen on lisätty lainsäädännöstä johtuvat tekniset muutokset.

Opas on valmisteltu kemikaalineuvottelukunnan teollisuusjaostossa. Jaoston puheenjohtajana on toiminut Aimo Kastinen, jäsenenä Anna Forsbacka, Eliisa Irpola, Matti Kajantie, Tapani Koivumäki, Jorma Lameranta, Jukka Metso, Kari Mäkelä, Lauri Mäki ja Anne-Mari Lähde. Teollisuusjaoston sihteeri Hanna Kuivalainen Turvatekniikan keskukselta (puh. 09-61671) antaa lisätietoja ohjeesta. Hänelle tai neuvottelukunnan pääsihteerille pyydämme myös ilmoittamaan mahdolliset parannus- ja korjausehdotukset.

Puheenjohtaja..... Juha Pyötsiä

Pääsihteeri Marilla Lahtinen

SISÄLLYS

<u>1. JOHDANTO</u>	<u>4</u>
<u>2. VARASTO- JA KÄSITTELYPAIKKA.....</u>	<u>5</u>
<u>2.1 Yleistä.....</u>	<u>5</u>
<u>2.2 Sijoitus</u>	<u>6</u>
<u>2.3 Viemärointi.....</u>	<u>7</u>
<u>2.4 Varaston rakenne ja ilmastointi</u>	<u>7</u>
<u>2.5 Useiden kemikaalien varastointi samoissa tiloissa</u>	<u>8</u>
<u>2.5.1 Esimerkkejä yhteensopimattomista aineista</u>	<u>8</u>
<u>2.6 Säiliövarasto ulkona.....</u>	<u>8</u>
<u>2.6.1 Säiliöiden sijoittelu ja perustus.....</u>	<u>8</u>
<u>2.6.2 Vallitilat</u>	<u>10</u>
<u>2.6.3 Vallitilan rakennetta koskevia ohjeita</u>	<u>10</u>
<u>2.7 Säiliövarasto sisällä</u>	<u>11</u>
<u>2.8 Astiavarasto</u>	<u>12</u>
<u>2.8.1 Yleistä.....</u>	<u>12</u>
<u>2.8.2 Astiavarasto huonetilassa</u>	<u>12</u>
<u>2.8.3 Astiavarasto ulkona</u>	<u>13</u>
<u>2.9 Täyttö- ja tyhjennyspaikat</u>	<u>14</u>
<u>3. SÄILIÖT.....</u>	<u>16</u>
<u>3.1 Rakenneaine.....</u>	<u>18</u>
<u>3.2 Mitoitus</u>	<u>19</u>
<u>3.3 Säiliöiden hitsaus.....</u>	<u>19</u>
<u>3.4 Varusteet</u>	<u>20</u>
<u>3.5 Korroosiosuojaus, pinnoitteet.....</u>	<u>21</u>
<u>3.6 Eristeet</u>	<u>22</u>
<u>3.7 Varoitusmerkinnät ja tunnuskilpi.....</u>	<u>22</u>
<u>3.8 Tarkastus ja valvonta</u>	<u>24</u>
<u>4. PUTKISTO JA VARUSTEET.....</u>	<u>25</u>
<u>4.1 Yleistä.....</u>	<u>25</u>
<u>4.2 Sijoitus</u>	<u>25</u>
<u>4.3 Mitoitus ja valmistus.....</u>	<u>26</u>
<u>4.4 Varusteet</u>	<u>27</u>
<u>4.4.1 Venttiilit.....</u>	<u>27</u>
<u>4.4.2 Varolaitteet</u>	<u>27</u>
<u>4.4.3 Pumput.....</u>	<u>28</u>
<u>4.4.4 Eristeet ja pinnoitteet</u>	<u>28</u>
<u>4.4.5 Muut varusteet</u>	<u>28</u>

4.5	Ulkopuolinen korroosiosuojaus	28
4.6	Merkintä	29
5.	TURVALLISUUSJÄRJESTELYT	30
6.	LAINSÄÄDÄNTÖ	32
6.1	Yleistä	32
6.2	Kemikaalilainsäädäntö	32
6.3	Painelaitelainsäädäntö	33
6.4	Työturvallisuuslainsäädäntö	34
6.5	Ympäristönsuojelulainsäädäntö	36
6.6	Maankäyttö- ja rakennuslainsäädäntö	36
6.7	Pelastustoimen lainsäädäntö	37
6.8	Vaarallisten aineiden kuljetusmääräykset	37
7.	VIRANOMAISET	38
LIITTEET		
1.	HAPPOJEN JA EMÄSTEN OMINAISUUDET	40
1.1	Eräiden happojen ja emästen luokitus ja varoitusmerkinnät	42
1.2	Ammoniakki	44
1.3	Etikkahappo	45
1.4	Fluorivety ja fluorivetyhappo	46
1.5	Fosforihappo (ortofosforihappo)	47
1.6	Muurahaishappo	48
1.7	Natriumhydroksidi	49
1.8	Rikkihappo	50
1.9	Suolahappo (kloorivetyhappo)	51
1.10	Typpihappo	52
2.	HAPPOJEN JA EMÄSTEN VAIKUTUS BETONIIN	53
3.	ERÄIDEN HAPPOJEN JA EMÄSTEN VAIKUTUS YLEISIMPIIN RAKENNEAINEISIIN	54
4.	KOKEMUKSIA KESTOMUOVIEEN KÄYTTÖSTÄ PROSESSILAITTEISSA	56
5.	YMPYRÄPOHJAISTEN SUORASEINÄISTEN SÄILIÖIDEN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSESSA ESITETTÄVÄT ASIAKIRJAT	57
6.	KEMIKAALISÄILIÖN SÄILIÖKIRJAN SISÄLTÖ	58
7.	HAPPO- JA EMÄSONNETTOMUUKSIA KOSKEVAT ENSIAPUOHJEET	59
8.	OPPAASEEN LIITTYVÄT JULKAISUT	60

1. JOHDANTO

Happojen ja emästen yhteinen, terveydelle vaarallinen ominaisuus on niiden syövyttävyys. Tämän vuoksi on mahdollista laatia näiden aineiden varastoinnista ja käsittelystä opas, jossa otetaan huomioon erityisesti syövyttävyuden aiheuttamat vaarat. Kemikaalien muita vaaraominaisuuksia ei oppaassa ole yksityiskohtaisesti käsitelty. Oppaassa annettuja suosituksia voidaan kuitenkin soveltaa myös muiden terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin ottaen huomioon näiden kemikaalien erityisominaisuudet.

Kemikaalien luokitus syövyttäväksi tehdään niiden elolliselle ainekselle syövyttävän ominaisuuden mukaan, mutta useimmiten tällainen aine syövyttää myös elotonta materiaalia. Oppaassa kiinnitetään huomiota ja annetaan ratkaisuvaihtoehtoja mm. seuraaviin asioihin: varastointi- ja käsittelypaikan sijoitus, säiliöiden ja astioiden rakenneaine, rakenne ja varusteet, putkistot ja niiden varusteet sekä turvallisuusjärjestelyt. Useimmat oppaan suositukset on tarkoitettu käytettäväksi uusia kohteita suunniteltaessa.

Happojen, emästen ja muiden vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista sekä käsittelyyn liittyvistä lupa- ja muista hallinnollisista menettelyistä on annettu yksityiskohtaisia määräyksiä mm. kemikaalilainsäädännössä. Tämän oppaan lopussa on tarkempi selvitys asiaa koskevasta lainsäädännöstä ja valvontaviranomaisista.

Tämän oppaan tarkoituksena on esittää ratkaisuja, joilla voidaan saavuttaa lainsäädännössä esitettyjen yleisten turvallisuusvaatimusten toteutuminen. Koska osa hapoista on myös palavia nesteitä, oppaassa esitettyjen ratkaisujen lisäksi on otettava huomioon palavia nesteitä koskevat määräykset.

2. VARASTO- JA KÄSITTELYPAIKKA

2.1 Yleistä

Happojen ja emästen varasto- ja käsittelypaikkaa suunniteltaessa ja perustettaessa on otettava huomioon mm. seuraavaa:

a) Kemikaalien laatu ja määrä

- happojen ja emästen myrkyllisyys ja syövyttävyys sekä muut ominaisuudet, kuten palavuus, hapettavuus ja haihtuvuus (liitteissä on tietoja happojen ja emästen ominaisuuksista ja niiden sekä muiden kemikaalien yhteensopivuudesta)
- varastoitavat kokonaismäärät

b) Sijoitus

- sijoitus ympäristöön nähden, pohjavesialueet jne.
- sijoitus tontilla, säiliöalueiden, astiavarastojen ja käsittelypaikkojen keskinäinen etäisyys

c) Astiat, säiliöt ja laitteistot

- koko ja lukumäärä
- rakenne ja varustelu

d) Turvallisuusjärjestelyt

- työntekijöille ja ympäristölle aiheutuvien vaarojen ehkäisy: valvonta- ja varolaitteet, vallitilat, keräilyaltaat, ilmanvaihto, ilmaputkien johtaminen turvalliseen paikkaan jne.
- suoja- ja vaaraetäisyydet
- kulunvalvonta

e) Onnettomuustilanteisiin varautuminen

- kulkuväylien mitoitus
- torjunta- ja pelastuskaluston laatu, määrä ja sijainti
- henkilökohtaiset suojarusteet

2.2 Sijoitus

Varasto- ja käsittelypaikan sijoituksessa otetaan huomioon ympäröivä asutus, läheisyydessä sijaitsevat koulut, hoitolaitokset, muut teollisuuslaitokset ja varastot, liikenneväylät. Ympäristöministeriön julkaisemassa oppaassa 2/1995 "Ympäristöriskien käsittely kaavoituksessa" annetaan ohjeita ympäristövahinkoriskejä aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja maankäytön suunnittelussa tällaisten toimintojen läheisyydessä.

Ympäristölupavirastojen suoja-aluepäätöksillä voidaan kieltää tai rajoittaa pohjaveden pilaantumisvaaraa aiheuttavia toimintoja vedenottamoiden valuma-alueilla. Kuntien laatimat pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat tähtäävät muidenkin pohjavesialueiden suojaamiseen pilaavilta toiminnoilta. Niissä esitetyt pilaantumisvaaraa aiheuttavia toimintoja koskevat kielto- ja rajoitussuositukset otetaan huomioon kaavoituksessa ja harkittaessa yksittäisen varaston sijoituslupaa.

Kemikaalien varastoa ei saa sijoittaa ilman erityistä, perusteltua syytä tärkeälle tai muulle vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueella. Mikäli varasto sijoitetaan pohjavesialueelle, tulee rakenteellisin ja käyttöteknisin toimenpitein estää pohjaveden pilaantumisvaaran syntyminen sekä onnettomuustilanteissa että tavanomaisessa käytössä. Seuraavat menettelyt ovat tällöin välttämättömiä ympäristövahinkojen estämiseksi:

- maaperän tiivistäminen varaston ja sinne johtavien kulkuväylien ja piennarten kohdalla
- kulkuväylien päällystäminen
- varaston pohjan ja lastaus- ja purkauspaikkojen tekeminen kemikaaleja läpäisemättömäksi
- varaston kattaminen
- vuotojen tarkkailun järjestäminen

Jollei aineominaisuuksien takia ole tarvetta määritellä tontin ulkopuolelle meneviä suojaetäisyyksiä, voidaan käyttää standardeissa SFS 3350 (Palavien nesteiden varastopaikka ja siellä olevat palavan nesteen käsittelypaikat) ja SFS 3353 (Palavan nesteen valmistuslaitos ja teknillinen käyttölaitos) esitetyjä suojavyöhykkeitä. Standardeissa on annettu varastointimääristä riippuvia säiliöalueiden ja muiden varastointi- ja käsittelypaikkojen vähimmäisetäisyyksiä tontin rajaan, yleiseen liikenneväylään tai muihin säiliöihin. Taulukossa 1 on esitetty vähimmäisetäisyydet astiavarastolle. Etäisyyksiä voidaan soveltaa palaviksi nesteiksi luokittelemattomille happo- ja emäsvarastoille. Etäisyyden vesistöön tulisi olla vähintään 10 m.

Taulukko 1. Astiavaraston vähimmäisetäisyys tontin rajasta tai yleisestä liikenneväylästä /SFS 3350/

Varastointimäärä (V) m ³	Etäisyys m
V < 3	1
3 ≤ V < 15	3

$15 \leq V < 50$	5
$50 \leq V < 200$	10
$200 \leq V < 500$	15

2.3 Viemärointi

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 sekä mahdolliset sammutusvedet. Myös vallitila voi toimia sadevesien pidätysaltaana.

Sadevesiviemärissä pitää olla sulkuventtiilit, joilla voidaan pysäyttää kemikaalivuotojen eteneminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Sulkuventtiilien toiminta voidaan järjestää automaattisesti toimivaksi ilmais- ja hälytysjärjestelmän ohjauksessa. Mikäli ilmaisjärjestelmä ei reagoi kaikkiin varastoitaviin aineisiin, 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 aineita.

Mikäli varastossa säilytetään keskenään vaarallisesti reagoivia aineita, niiden varastopaikoilla pitää olla erilliset sadevesiviemärit ja tarkastuskaivot. Myös veteen liukenemattomat ja vesiliukoiset aineet on hyvä varastoida erikseen ja järjestää niille erilliset sadevesijärjestelmät.

Sisätiloissa olevat käsittely- ja varastotilat allastetaan eikä niissä saisi olla viemäriin yhteydessä olevia lattiakaivoja tai kaatoaltaita. Mikäli viemäri on kyseisissä tiloissa välttämätön, siinä pitää olla sulkuventtiili. Se pidetään normaalisti kiinni ja avataan valvotusti tarvittaessa.

2.4 Varaston rakenne ja ilmastointi

Tuotanto- ja varastorakennusten rakenteille on esitetty vaatimuksia Suomen rakentamismääräyskokoelman rakenteellista paloturvallisuutta koskevassa osissa E 1 ja E 2. Kokoelman mukaan palaviksi nesteiksi luokittelemattomien happojen ja emästen varastointi- ja käsittelytilat kuuluvat yleensä palovaarallisuusluokkaan 1-3. Luokittelua ei yleensä määrää happo tai emäs, vaan muut käyttöön ja varastointiin liittyvät toiminnot. Luokittelusta seuraa kantavien seinien rakenteelle paloluokkavaatimus A60 ja osastovien seinien rakenteille vähintään B 30. Usein kuitenkin tuotantorakennuksissa on muuta toimintaa, joka nostaa sen palovaarallisuusluokkaa luokkaan 4 tai 5. Tällöin myös kantavien ja osastovien seinien rakenteelle asetetaan suurempia vaatimuksia (A60-A240).

Sisätilassa olevaan varasto- ja käsittelypaikkaan järjestetään riittävän tehokas ilmanvaihto siten, ettei tilassa esiinny terveydelle vaarallisia tai haitallisia määriä ilman epäpuhtauksia. Ilmanvaihto toteutetaan sekä yleisilmanvaihdolla että paikallispoistoin. Jos kemikaali on

palava, ilmanvaihtomäärän tulee olla vähintään huoneen tilavuus tunnissa. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D 2 on tietoja rakennusten ilmanvaihdosta.

2.5 Useiden kemikaalien varastointi samoissa tiloissa

Varastoitaessa useita kemikaaleja samoissa tiloissa ne ryhmitellään aineittain tai aineryhmittäin. Yhteensopimattomat aineet pidetään erillään toisistaan. Väkeviä happoja ei saa varastoida samoissa tiloissa palavien nesteiden kanssa. Hapettavien happojen lähellä ei saa olla orgaanisia aineita, koska näiden reagoidessa voi aiheutua palo- tai räjähdysvaara sekä syntyä lisäksi myrkyllisiä kaasuja.

Yhteensopimattomilla aineilla tarkoitetaan keskenään siten reagoivia aineita, että muodostuu lämpöä tai syntyy myrkyllisiä, varsinkin kaasumaisia aineita, tai syntyy joku muu erityinen vaaran mahdollisuus.

2.5.1 Esimerkkejä yhteensopimattomista aineista

- Monet metallit, kuten rauta, alumiini, sinkki reagoivat useiden happojen kanssa vetyä kehittäen.
- Syanidien joutuessa kosketuksiin happojen kanssa muodostuu myrkyllistä syaanivetykaasua.
- Eräät nitridit, sulfidit ja karbidit kehittävät happojen kanssa myrkyllisiä ja palavia vetyyhdisteitä, kuten ammoniakkia, rikkivetyä, asetyleeniä ja hiilivetyjä.
- Aniliini ja typpihappo muodostavat itsesyttävän 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 diklooriasetyleenikaasua.
- Natriumkloraatista vapautuu klooridioksidia, jos klooraatti joutuu kosketuksiin väkevien happojen kanssa.
- Natriumklooraatti muodostaa orgaanisten ja hapettuvien aineiden kanssa rajusti palavia, jopa räjähtäviä seoksia.
- Hypokloriitti hajoaa happojen vaikutuksesta huoneen lämmössä, jolloin siitä vapautuu klooria, kloorimonoksidia ja happea.
- Orgaaniset peroksidit ovat palavia ja usein räjähtäviä; joutuessaan kosketuksiin väkevien happojen ja emästen kanssa ne saattavat syttyä.

2.6 Säiliövarasto ulkona

2.6.1 Säiliöiden sijoittelu ja perustus

Säiliövarastossa säiliöt sijoitetaan tarkoituksenmukaisesti ottaen huomioon varastoitavat kemikaalit ja niiden määrät. Käyttötoimenpiteet sekä säiliön tarkastukset, huollot ja korjaukset on voitava tehdä vaikeuksitta ja turvallisesti. Alueelta poistuminen ja pelastushenki-

löstön pääsy erityisesti vaaratilanteissa varmistetaan. Säiliöiden keskinäistä etäisyyttä määrättäessä huomioidaan myös mahdolliset ylivuodot ja niiden viereiselle säiliölle aiheuttamat vaarat. Terveydelle vaarallisten säiliöiden sijoitukseen liittyviä ohjeita on TUKES-ohjeessa K1-97. Taulukossa 2 on esitetty ohjeelliset arvot säiliöiden keskinäisille etäisyyksille.

Taulukko 2. Säiliöiden keskinäiset ohjeelliset etäisyydet

$D \geq 6 \text{ m}$	$6 \text{ m} > D > 2 \text{ m}$	$D \leq 2 \text{ m}$
Etäisyys/m		
3	$D/2$	1

D on vierekkäisistä säiliöistä suuremman säiliön halkaisija.

Huom. Jos kemikaali on luokiteltu myös palavaksi, on noudatettava standardissa SFS 3350 määriteltyä tasoa.

Säiliön perustuksen pitää olla routimaton ja sen on kestävä siihen kohdistuvat rasitukset. Lieriömaisten suoraseinäisten säiliöiden (esim. standardien SFS 2737 ja 2740 mukaiset tai vastaavat) perustus suositellaan tehtäväksi standardin SFS 2679 mukaan. Jos käytetään muuta rakennetta, sen on oltava saman tasoinen kuin k.o. standardissa esitetyt ratkaisut. Erityisesti pohjavuotojen tarkkailusta on annettava selvitys. Kuvassa 1 on esitetty standardin SFS 2679 mukainen ratkaisu perustuksen tekemisestä ja pohjavuotojen tarkkailusta.

Kuva 1. Esimerkki kemikaalisäiliön perustuksesta ja pohjavuotojen tarkkailusta /SFS 2679/

2.6.2 Vallitilat

Happo- ja emässäiliöt ja muita vaarallisia kemikaaleja sisältävät säiliöt sijoitetaan aineiden vaikutusta kestäväan tiiviiseen vallitilaan. Erittäin myrkyllisen, myrkyllisen, syövyttävän tai ympäristölle vaarallisen kemikaalin varastosäiliöt sijoitetaan vallitilaan, jonka tilavuus on vähintään vallitilassa olevan suurimman säiliön tilavuus. Muiden terveydelle vaarallisten kemikaalien varastosäiliöt sijoitetaan vallitilaan, jonka tilavuus on vähintään 20 % suurimman säiliön tilavuudesta.

Jos kemikaalit ovat myös palavia, noudatetaan standardissa SFS 3350 määriteltyä tasoa. Palavien nesteiden säiliöt sijoitetaan vallitilaan, johon mahtuu 110 % suurimman säiliön tilavuudesta.

Tärkeillä pohjavesialueilla voidaan edellyttää vallitilaa, johon mahtuu kaikkien säiliöiden tilavuus.

Varastoitaessa syövyttäviä, haitallisia tai ärsyttäviä kemikaaleja vallitila voidaan korvata lupaviranomaisten hyväksymällä keräilykanavien ja kaivojen tai katastrofialtaiden järjestelmällä, jolla on vastaava pidätyskyky kuin vallitilalla. Keräilyaltaat ja kaivot tulee tällöin varustaa hälyttävällä pinnankorkeuden mittarilla. Kuvassa 2 on esimerkki säiliöiden sijoittelusta vallitilaan.

Vallitilaa koskevia ohjeita sisältyy myös TUKES-ohjeeseen K1-97.

2.6.3 Vallitilan rakennetta koskevia ohjeita

Säiliön etäisyyden vallin reunaan pitää olla riittävä ylivuotojen keräämistä ja huolto- ja kunnostustöitä varten. Vallitilan harjan etäisyyden säiliön seinästä pitää olla vähintään 3 m. Jos säiliön säde on pienempi kuin 3 m, etäisyys voi olla säteen mitta, kuitenkin vähintään 1 m.

Vallin harjan etäisyys makaavan lieriömäisen säiliön vaipasta ja päädyistä pitää olla vähintään 1 m.

Vallitiloihin rakennetaan kulkutiet siten, että poistuminen vallitilasta on helppoa ja turvallista. 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.

Vallitila varustetaan avattavalla sadeveden poistolaitteella. Sadevedet poistetaan valvotusti ja tarvittaessa käsitellään.

Vallitilan tai altaan pitää olla tiivis. Sen on kestävä kaikkia tilassa varastoitavia kemikaaleja läpäisemättä vähintään kaksi vuorokautta. Tarvittaessa tila on pinnoitettava. Varsinkin

jos varastoidaan voimakkaasti betonia syövyttävää ainetta, tulee betonisissa suoja-altaissa altaan sisäpuoli pinnoittaa aineen vaikutusta kestäväällä materiaalilla (esim. epoksimaalilla) betonin rapautumisen estämiseksi (liite 2).

Samassa vallitilassa ei saa olla keskenään vaarallisesti reagoivia aineita. Kemikaalit eivät myöskään saa syövyttää samassa vallitilassa olevien muiden säiliöiden rakennemateriaalia tai perustusta siten, että onnettomuuksien yhteydessä ilmenisi lisävahingon vaaraa. Näistä syistä samalla varastoalueella olevat happo- ja emässäiliöt tulee erottaa toisistaan ainakin kynnysvallilla.

Kuva 2. Säiliöiden sijoittelu vallitilaan

2.7 Säiliövarasto sisällä

Säiliöt pyritään sijoittamaan pääasiassa ulos, ellei niiden sijoittaminen sisälle ole välttämätöntä. Sijoitettaessa kemikaalisäiliöt sisälle huolehditaan erityisesti ilmanvaihdon riittävyydestä. Huonosta ilmanvaihdosta on työhygieenisiä haittoja. Lisäksi huono ilmanvaihto voi edistää korroosioita. Ulkona olevalta säiliöalueelta on myös helpompi poistua vaaratilanteessa kuin sisävarastosta.

Jos happo- ja emässäiliöitä sijoitetaan sisälle, huonetila allastetaan. Allastus tehdään siten, että vuodot voidaan havaita ja kerätä talteen. 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 tai muuhun turvalliseen paikkaan.

2.8 Astiavarasto

2.8.1 Yleistä

Astiavarastossa samaa 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 vuotoista aiheutuvat vaarat.

Astioita tai niiden kuljetuspakkauksia ei saa varastoida toistensa päälle, ellei niitä ole erityisesti suunniteltu ja valmistettu päällekkäin varastoitavaksi.

Astiavarastoja on käsitelty tarkemmin kemikaalineuvottelukunnan laatimassa oppaassa (Ohje kemikaalien kappaletavaravarastosta. Chemas Oy, 2000).

Kuva 3. Yleiskuva astiavarastosta (The storage of flammable liquids in containers, HSE)

2.8.2 Astiavarasto huonetilassa

Hapot ja emäkset varastoidaan suljetuissa astioissa. Muuhun tilaan johtava ovi tai aukko varustetaan vähintään 0,1 m korkealla, nestetiiviillä kynnyksellä. Se voidaan tehdä luiska-

maiseksi trukki liikenteen 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 4 on esimerkki astiavarastojen sijoittelusta huonetilaan ja huoneen rakenteista, ilmanvaihdon järjestelyistä yms.

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

Hapot ja emäkset varastoidaan siten, etteivät ne vuototapauksessa joudu toistensa kanssa kosketuksiin.

Kynnysten korkeus on vähintään 10 cm.

Ilmanvaihtoaukkoja on sekä ylhäällä että alhaalla (enintään 30 cm lattiapinnasta).

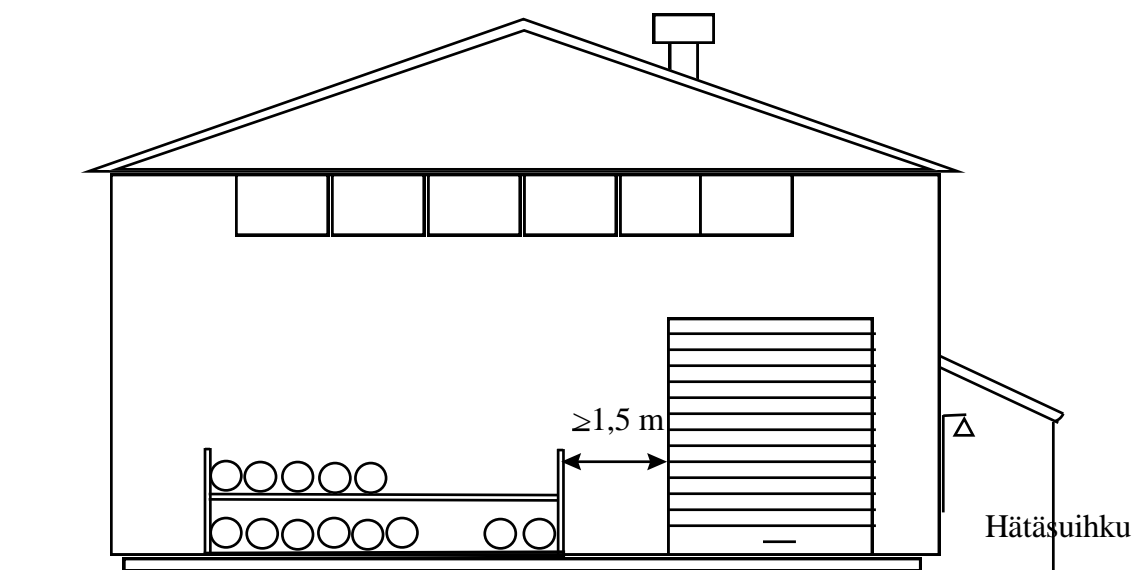
Kuva 4. Astiavarasto sisällä

2.8.3 Astiavarasto ulkona

Jos happoa tai emästä sisältäviä astioita varastoidaan rakennuksen seinustalla, astioita ei saa sijoittaa 1,5 m lähemmäksi ovea tai hätäpoistumistietä (kuva 5).

Jos kemikaaleja varastoidaan ulkona on suositeltavaa, että varastoalue reunustetaan vähintään 0,15 m korkealla kynnyksellä tai muulla tavoin estetään kemikaalin leviäminen ympäristöön. Erittäin helposti syttyvät, helposti syttyvät ja syttyvät palavat nesteet on sijoitettava vallitilaan, jos niiden varastointimäärä yli 15 m³. Muut palavat nesteet tulee sijoittaa vallitilaan, jos niitä varastoidaan yli 100 m³.

Hapot ja emäkset ja muut terveydelle vaaralliset kemikaalit sijoitetaan vallitilaan, jos astiavaraston tilavuus on yli 15 m^3 .



Astiavaraston etäisyys ovesta on vähintään 1,5 m.

Lähistöllä hätä- ja silmäsuihku

Kuva 5. Astiavarasto ulkona

2.9 Täyttö- ja tyhjennyspaikat

Hapon tai emäksen 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 edelläluetelluista 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.

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 ylätäytössä.

Täyttö- ja tyhjennyspaikat rakennetaan siten, ettei käsiteltävä happo tai emäs vaurio- ja häiriötapauksissa pääse virtaamaan ympäristöön. Säiliöautolle varataan allastettu tila, josta mahdolliset vuodot voidaan kerätä. Jos mahdollisten vuotojen kerääntymisestä ajoneuvon alle on vaaraa, ne johdetaan sieltä pois kallistuksin. Jos käsittelyssä syntyvien kaasujen päästö sellaisenaan ulkoilmaan ei ole sallittua, ne kerätään talteen ja käsitellään asianmukaisesti.

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.

Lattioiden pitää olla tiiviit ja kestävä käsiteltävien aineiden kemiallista vaikutusta.

Täyttö- tai tyhjennyspaikan työtilassa ei pidä säilyttää turhia tyhjiä ja täytettyjä säiliöitä.

Täyttöputken ja -letkun (tyhjennysputken ja -letkun) sisältö on voitava tyhjentää vaarattomasti ennen niiden irrottamista säiliöstä.

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

Täyttöputkiston (tyhjennysputkiston) liikuteltävien 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.

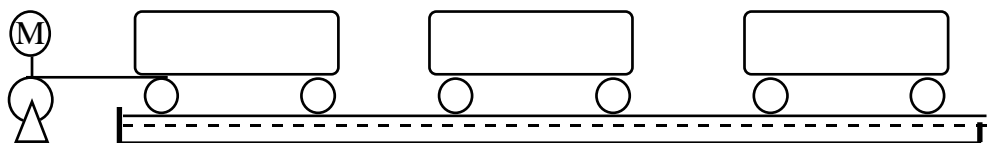
Täyttö- ja tyhjennyspaikalla on oltava käyttöohjeet sekä toimintaohjeet mahdollisia vaaratilanteita varten.

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

Rautatievaunusäiliöiden ja rautatievaunuun sijoitettujen säiliöiden täyttö- ja tyhjennyspaikan suunnittelussa on otettava edellisen lisäksi huomioon Ratahallintokeskuksen (RHK) määräykset aukean tilan ulottumasta, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä esineitä. Varusteiden ja laitteiden, jotka täytön tai tyhjennyksen aikana ulottuvat tämän tilan sisäpuolelle, pitää olla sellaisia, että ne voidaan siirtää tieltä pois (esimerkiksi ylösnostettavat työskentelytasot ja tyhjennysputket). Jos siirrettävä laite voi aiheuttaa vaaran osuessaan vaunuun tai sen varusteisiin, laitteen asentoa valvotaan esim. valo- tai äänimerkein tai sähköisellä vaunujen siirtolaitteen lukituksella. Nämä turvatoimenpiteet yhdistetään vaunujen siirron turvalaitejärjestelmään. Turvalaitejärjestelmän pitää yleensä olla Ratahallintokeskuksen hyväksymä. [Ratahallintokeskus myös neuvoo esimerkiksi kuormattavan vaunun suojaamisessa muulta liikenteeltä.](#)

Rautatievaunusäiliöiden täyttö- tai tyhjennyspaikalla täytettävänä (tyhjennettävänä) olevat vaunut suojataan täytön (tyhjennyksen) aikana siten, ettei muu liikenne vaaranna niitä tai päinvastoin. Vaunun paikallaan pysyminen on varmistettava pyörien eteen asetetuilla esteillä.

Hyvä ratkaisu on allastaa junavaunujen tyhjennyspaikka. Allas mitoitetaan niin suureksi, että siihen mahtuu suurimman käytetyn junavaunun tilavuus. Vaunujen siirtoa varten käytetään vaihtoehtoisia siirtojärjestelmiä, joka mahdollistaa vaunujen siirtelyn, vaikka veturi ei olisi paikalla. Kuvassa 6 on esitetty allastus ja junavaunujen hätäsiirtojärjestely.



Kuva 6. Junavaunujen tyhjennyspaikan allastus ja hätäsiirtojärjestely

Rautatievaunusäiliöiden ja rautatievaunuun sijoitettujen säiliöiden täyttö- ja purkauspaikalla raiteen kaltevuus saa olla enintään 1:400. Ajoneuvosäiliöiden ja ajoneuvon sijoitettujen säiliöiden täyttö- ja purkauspaikalla ajotason kaltevuus saa olla enintään 1:50. Kuormauspaikalle päättyvän raiteen jatkeelle ei tulisi rakentaa mitään sellaista, josta aiheutuu vaaraa jos vaunut menevät liian pitkälle.

Tyhjennys- ja täyttöpaikan välittömässä läheisyydessä on oltava yhdistelmäsuihku (häätä- ja silmäsuihku).

Jäätynyttä säiliötä tai täyttö- ja tyhjennyslaitteita ei saa sulattaa avoliemillä. Jäätyminen voi vahingoittaa laitteistoa, joten sulattamisen jälkeen se on tarkastettava.

Jos samassa täyttö- tai tyhjennyspaikassa käsitellään useita eri kemikaaleja, letkujen ja putkistojen liittimet on hyvä tehdä rakenteeltaan sellaisiksi, ettei niillä voida purkaa kuin yhtä kemikaalia.

Säiliöt täytetään ja tyhjennetään asiantuntevan henkilön valvonnassa. Koska toimintoihin liittyy erityisiä riskejä, säiliöiden täytössä ja tyhjennyksessä on syytä käyttää työluopamettelyä.

3. SÄILIÖT

Happo- ja emässäiliöissä kiinnitetään erityisesti huomiota rakenneaineen oikeaan valintaan aineiden syövyttävyyden vuoksi. Jos kemikaaleja varastoidaan paineenalaisena, säiliöiden pitää täyttää painelaitteista annetut määräykset. Jos happo tai emäs on samalla palava neste, varastosäiliöiden pitää täyttää palavista nesteistä annettujen määräysten ja standardien vaatimukset.

Terveydelle vaarallisten kemikaalien säiliöiden rakennetta ja mitoitus koskevia ohjeita sisältyy TUKES-ohje K1-97.

Happo- ja emässäiliöille voidaan soveltuvin osin käyttää palavien nesteiden säiliöitä koskevia standardeja tai ulkomaisia standardeja ottaen kuitenkin huomioon happojen ja emästen aineominaisuuksista johtuvat erityisvaatimukset. Erityisesti on otettava huomioon ominaispaino, joka hapoilla ja emäksillä voi olla suurempi kuin palavien nesteiden säiliöstandardeissa mitoitusperusteena käytetty arvo. Palavan nesteen säiliöistä on julkaistu seuraavat suomalaiset standardit:

SFS 2733	Teräksinen maanpäällinen lieriömäinen makaava säiliö
SFS 2734	Teräksinen maanpäällinen lieriömäinen pystysäiliö
SFS 2735	Teräksinen maanpäällinen suorakulmainen säiliö
SFS 2736	Teräksinen maanalainen lieriömäinen makaava säiliö

SFS 2737 Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö. Tilavuus $\leq 500 \text{ m}^3$. Ainevaatimukset ja mitoitus

SFS 2740 Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö. Tilavuus $> 500 \text{ m}^3$. Ainesvaatimukset ja mitoitus

Jollei voida käyttää mitään luetelluista standardeista tai vaarallisille aineille hyväksytyjä ulkomaisia standardeja, säiliö mitoitetaan yleisten lujuusopillisten kaavojen avulla. Asiaa on käsitelty mitoitusta koskevassa kappaleessa 3.2. Vaarallisia kemikaaleja koskevien lupa- ja ilmoitusmenettelyjen yhteydessä on esitettävä varastosäiliöiden mitoituserusteet (käytetty standardi tai käyttöolosuhteiden perusteella tehty mitoitus).

Lujitemuovin (LM) käytöstä säiliöiden rakenneaineena on julkaistu em. standardin lisäksi mm. seuraavat standardit ja ohjeet:

SFS 3915 LM-säiliöt. Polttoöljyn varastosäiliöt sisätiloissa. Rakenne ja yleiset ominaisuudet

SFS 3916 LM-säiliöt. Polttoöljyn varastosäiliöt sisätiloissa. Laatuvaatimukset

SFS-EN 976-1 Underground tanks of glass-reinforced plastics (GRP). Horizontal cylindrical tanks for the non-pressure storage of liquid petroleum based fuels. Part 1: Requirements and test methods for single wall tanks

SFS-EN 976-2 Underground tanks of glass-reinforced plastics (GRP). Horizontal cylindrical tanks for the non-pressure storage of liquid petroleum based fuels. Part 2: Transport, handling, storage and installation of single wall tanks

SFS-EN 977 Underground tanks of glass-reinforced plastics (GRP). Method for one side exposure to fluids

SFS-EN 978 Underground tanks of glass-reinforced plastics (GRP). Determination of factor alpha and factor beta

TTL-ohje 7/81/P. Lujitemuovin käyttö paineastioissa

Plastkärlsnormer (PLN) 1983, Tryckkärlskommissionen

Näissä julkaisuissa esitetyt periaatteita voidaan soveltuvin osin käyttää hyväksi myös lujitemuovisten happo- ja emässäiliöiden rakennetta, testausta ja laadunvalvontaa suunniteltaessa.

3.1 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, kiintoainepitoisuus. Varastoitavan kemikaalin pienetkin epäpuhtaudet voivat vaikuttaa rakenneaineen kestävyteen.

Rakenneaineesta pyydetään sen toimittajalta ainestodistus, josta käy ilmi rakenneaineen koostumus, tyyppi, standardi, valmistustiedot ym. riippuen todistuksen tasosta. Minimivaatimus on standardin SFS-EN 10 204 mukainen laatuvaraus 2.1. Reunalevyjen ja vaipan alasarjan (seinämävahvuus < 10 mm) materiaaleista vaaditaan k.o. standardin mukainen toimituseräkohtainen koetodistus 2.3. Jos seinämävahvuus on ≥ 10 mm, vaaditaan k.o. standardin mukainen vastaanottotodistus 3.1.B. Ainestodistus liitetään säiliötä koskeviin asiakirjoihin (säiliökirjaan).

Yleisimmin käytettävä rakenneaine on teräs. Liitteessä 3 on esitetty eräiden happo- ja emäsluosten vaikutus yleisimpiin teräslaatuihin.

Esimerkiksi tavallinen hiiliteräs kestää 92 - 94 % rikkihapossa, kun sen lämpötila on alle 20 °C. Mutta jos lämpötila on 35 °C tai enemmän, saattaa hiiliteräs syöpyä.

Ympäröivän ilman ja säiliön sisällön (kemikaali ja säiliön sisällä oleva ilma) suuri lämpötilaero on myös vaaratekijä. Kun eristämättömän säiliön metallipinta on kylmempi, säiliön sisäpuolella oleva kosteus kondensoituu vedeksi ja sekoittuu kemikaaleihin. Monet kemikaalit, jotka eivät kuivana syövytä, muuttuvat jo pienen vesimäärän vaikutuksesta syövyttäväksi. Liitteissä 2 ja 3 on tietoja happojen ja niiden vesiliuosten vaikutuksesta materiaaleihin. Erityisesti säiliön nesterajassa saattaa tapahtua syöpymistä kosteuden vaikutuksesta, koska siinä tapahtuu veden ja kemikaalin sekoittuminen.

Vesiliuoksen pH-arvoilla 5-10 hiiliteräksen syöpymisnopeus on melko vähäinen, mutta jos pH on alle 5, syöpymisnopeus kasvaa voimakkaasti. Siksi hiiliteräs ei sovellu rakenneaineeksi, jos pH on alle 5.

Säiliön rakenneaineena voidaan käyttää myös lujitemuovia ja muita muoveja. Alumiini ei sovellu lipeä- ja happosäiliöille.

Lujitemuovi on nimensä mukaisesti lujitetta (yleensä lasikuitua) ja muovia. Lujitemuovin etuna on keveys, kimmoisuus ja hyvä kemiallinen kestävyys. Yleensä se kestää hyvin epäorgaanisia happoja. Orgaanisia happoja varastoitaessa on kuitenkin erityisesti varmistuttava lujitemuovin kestävydestä. Lujitemuovi on yleensä käyttökelpoinen 80 °C lämpötilaan saakka.

Säiliöiden rakenneaineena voidaan käyttää myös kestumuoveja. Tällaisia ovat esimerkiksi: PVC (polyvinyylikloridi), PE (polyeteeni), PP (polypropeeni), PVDF (polyvinylidenifluoridi), PTFE (polytetrafluorieteeni), E/CTFE (eteeni/ monoklooritrifluorieteeni kopolymeeri).

Kestumuoveilla on yleensä hyvä kemiallinen kestävyys. Olosuhteet ja kemikaalin laatu vaikuttavat kuitenkin kestävyteen. Väärä materiaalinvalinta voi johtaa muovin pehmiämiseen, kuplimiseen, turpoamiseen, halkeiluun jne. Halkeilu on useimmiten jännityskorroosiota; sitä esiintyy erityisesti PVDF-muoveilla niiden joutuessa kosketuksiin lipeän tai aktiivikloorin kanssa. Kuplimista esiintyy useimmiten silloin, kun kemikaali on hyvin

kuumaa ja pienimolekyylisiä. Liitteessä 4 on esimerkkejä kestopuovien käytöstä prosessilaitteissa.

3.2 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.

Koska terveydelle vaarallisille kemikaaleille noudatettavaksi tarkoitettua määrättyä standardia ei ole, mitoitus voidaan tehdä käyttäen lähtökohtana palavien nesteiden säiliöstandardia ottaen kuitenkin huomioon aineominaisuudet. Näissä standardeissa seinämävahvuudet on laskettu olettaen rakennemateriaaliksi hiiliteräs, siksi niihin on lisätty syöpymisvara. Käytettäessä syöpymättömiä teräsmateriaaleja (esim. austeniittinen ruostumaton teräs), standardien esittämistä seinämävahvuuksista voidaan vähentää 1 mm.

Jos sopivaa standardia ei ole käytössä, säiliö mitoitetaan yleisesti käytettävillä lujuusopillisilla kaavoilla. Muiden kuin ympyräpohjaisten, suoraseinäisten säiliöiden (SFS 2737 ja SFS 2740) mitoitus suunnitellaan siten, että ne kestävät vähintään 2 bar ylipainetta. Vaipan mitoituksessa varmuuskertoimena käytetään vähintään arvoa 1,5. Hitsausliitosten lujuuskertoimena käytetään arvoa 0,7. Jos säiliön sisältö syövyttää rakenneainetta vähäisessä määrin, voidaan syöpyminen kompensoida lisäämällä ainepaksuuteen ohenemisvara, jonka suuruus on vähintään 2 mm. Ohenemisvaran voi korvata syöpymistä kestäväällä pinnoitteella.

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 rakentamismääräyskokoelmassa olevien ohjeiden mukaisesti.

3.3 Säiliöiden hitsaus

Säiliöiden hitsaus tulee tehdä asiantuntevasti ja huolellisesti. Hitsausliitosten muotoilussa, mitoituksessa ja hitsaamisessa noudatetaan soveltuvin osin standardeja:

SFS-EN 287-1	Hitsaajan pätevyyskoe (TTK-ohje P1-94)
SFS 2223	Yleiset valmistusohjeet
SFS-EN 499	Hitsauspuikot seostamattomille teräksille
SFS EN 1708-1	Hitsaus. Hitsausliitosten liitosmuodot teräksille. Osa 1: Paineenalaiset osat
SFS 2373	Hitsaus. Staattisesti kuormitettujen teräsrakenteiden hitsausliitosten mitoitus ja lujuuslaskenta
SFS-EN 756	Hitsausaineet. Hitsauslangat ja lanka-jauheyhdistelmät seostamattomien terästen ja hienoraeterästen jauhekaarihitsaukseen. Luokittelu
SFS-EN 440	Hitsausaineet. Hitsauslangat ja hitsiaineet seostamattomien terästen ja hienoraeterästen metallikaasukaarihitsaukseen. Luokittelu
SFS-EN 1600	Hitsausaineet. Hitsauspuikot ruostumattomien ja tulenkestävien terästen puikkohitsaukseen. Luokittelu

Muutoin hitsauksessa noudatetaan soveltuvin osin palavan nesteen säiliöitä koskevilla standardeissa esitettyjä hitsausohjeita.

3.4 Varusteet

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.

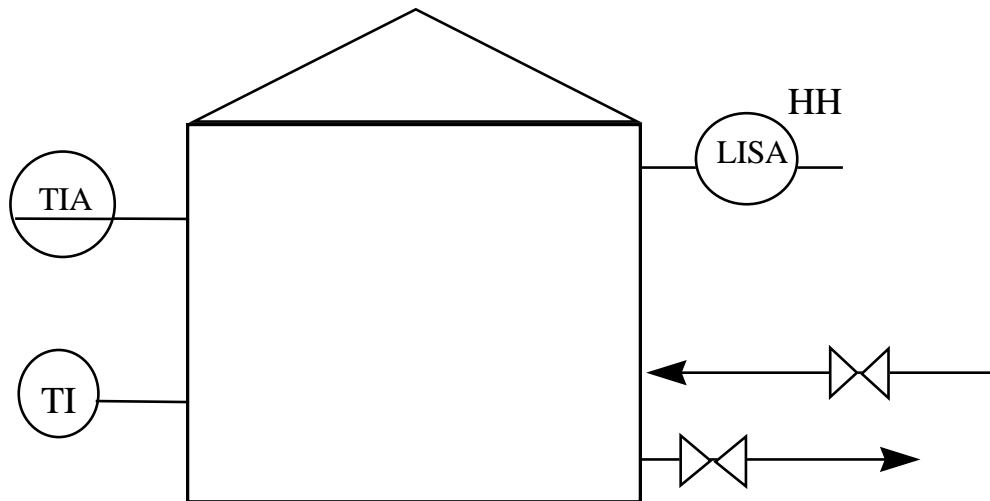
Säiliön kunnostusta ja tarkastusta varten tulee pienissä säiliöissä olla vähintään 200 mm tarkastusaukko ja yli 3 m³ suuruissa säiliöissä kulkuaukko. Kulkuaukon halkaisijan tulee olla vähintään 500 mm. Jos säiliön sisältö edellyttää huolto- ja korjaustehtävissä käytettäväksi hengityssuojainta tai muita suojavälineitä, kulkuaukko tulee mitoittaa niin suureksi, että huoltoa tai korjausta tekevä henkilö suojavälineineen pääsee turvallisesti säiliöön ja sieltä pois. Tarvittaessa säiliöön voidaan asentaa apuaukko. Kulku- ja apuaukko varustetaan tiiviisti sulkeutuvalla ja kestäväällä kannella. Nestepinnan alapuolella olevan kulkuaukon kannen ja sen vastalaipan tiivistepinnat työstetään. Tiivisteen tulee kestää varastoitavan aineen vaikutusta. Kulkuaukon mitoituksesta ja rakenteesta on ohjeita mm. palavan nesteen säiliöstandardeissa.

Jos säiliötä ei valmisteta käyttöpaikalla, säiliö varustetaan kahdella nostokorvakkeella, joiden kummankin tulee kestää vähintään kaksi kertaa säiliön paino tyhjänä. Nostokorvakkeet sijoitetaan yhtä etäälle säiliön painopisteestä sen kummallekin puolelle.

Säiliö tulee varustaa ilmaputkella, joka johdetaan yleensä ulkotilaan. Jos varastoitava aine on erittäin myrkyllistä tai myrkyllistä, höngät kerätään talteen ja käsitellään. Ulos johdetun

ilmaputken päähän kiinnitetään joko putkikäyrä tai suojahattu. Lisäksi on varmistettava, ettei ilmaputki tukkeudu jäätymällä tai suolautumalla. Kosteuden pääsy säiliöön tulee estää, jos siitä aiheutuu säiliön syöpymisvaaraa. Jollei säiliötä varusteta ilmaputkella, se varustetaan yli- ja alipaineventtiilillä.

Säiliöön asennetaan pinnankorkeuden mittalaite, jonka tulisi olla hälyttävä. Usein on syytä varustaa säiliö ylitäytönestojärjestelmällä. Tarvittaessa säiliöt varustetaan lisäksi paine- ja lämpötila-antureilla. Kuvassa 7 on esimerkki säiliön varustelusta.



TIA = Osoittava ja hälyttävä lämpötilan mittaus

TI = Osoittava lämpötilan mittaus

LISA = Osoittava, hälyttävä ja lukitseva pinnankorkeuden mittalaite (ylitäytönesto)

Kuva 7. Esimerkki säiliön varustelusta

Paineeton säiliö voidaan varustaa ylivuotoputkella, joka johdetaan turvalliseen paikkaan. Tiedon ylivuodosta on mentävä valvottuun paikkaan.

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.

3.5 Korroosiosuojaus, pinnoitteet

Jos rakenneaine ei kestä sisällön vaikutusta, säiliö suojataan pinnoittamalla tai käytetään sähköistä suojausta tai korroosioinhibiittejä. Ulkopuolista korroosiota vastaan säiliö voidaan suojata pinnoittamalla tai käyttämällä sähköistä suojausta. Korroosionkestävyyden ennustaminen on usein erittäin vaikeata, koska olosuhteiden aiheuttaman syövyttävyyden arviointi saattaa olla hankalaa.

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

Pinnoitteena voidaan käyttää mm. maalia, kumia, muovia, lasia, keraamisia yhdisteitä ja metallisia pinnoitteita. Pinnoitteen materiaalivalintaan vaikuttaa kemiallinen ja mekaani-

nen rasitus sekä lämpörasitus. Pinnoituksen onnistumisen edellytyksenä on huolellinen pohjustus- ja pinnoitustyö sekä riittävä laadunvalvonta mm. pinnoituksen tiiviyn toteuttamiseksi.

Kun varastoidaan väkeviä ja kuumia happoliuoksia, on yleensä turvaututtava erikoismateriaaleihin. Esimerkiksi maalipinnoitteet eivät kestä väkeviä happoliuoksia. Laimeille happoille alhaisissa lämpötiloissa mm. kumitus on usein käyttökelpoinen korroosiosuoja.

Korroosion estämiseksi voidaan käyttää myös katodista suojausta. Sen mukaan korroosioreaktioiden synnyttämä sähkövirta voidaan kumota muodostamalla virtapiiri, jossa kulkee korroosioreaktiolle vastakkainen tasavirta. Menetelmää voidaan soveltaa syövyttävään nesteisiin tai maaperään upotettujen metallirakenteiden suojaukseen. Sekä rakenteen että ympäristön on johdettava sähköä. Katodinen suojaus voidaan toteuttaa joko käyttämällä uhrautuvaa anodia tai ulkoista virtalähdettä. Happo- ja emässäiliöille tehdyissä sovellutuksissa käytetään yleensä ulkoista virtalähdettä.

Usein katodinen suojaus täydentää pinnoituksen antamaa suojaa, kun virheetöntä pinnoitetta on vaikea aikaansaada ja jatkuvasti ylläpitää. Toteutettaessa yhdessä katodinen suojaus ja pinnoitus saavutetaan molempien menetelmien edut. Suojavirta hakeutuu luonnostaan pinnoitteen virhe- ja vauriokohtiin, koska siellä sähköinen vastus korroosioympäristöstä metallirakenteeseen on pienin. Pinnoitteen olemassaolo puolestaan vähentää suojavirran tarvetta.

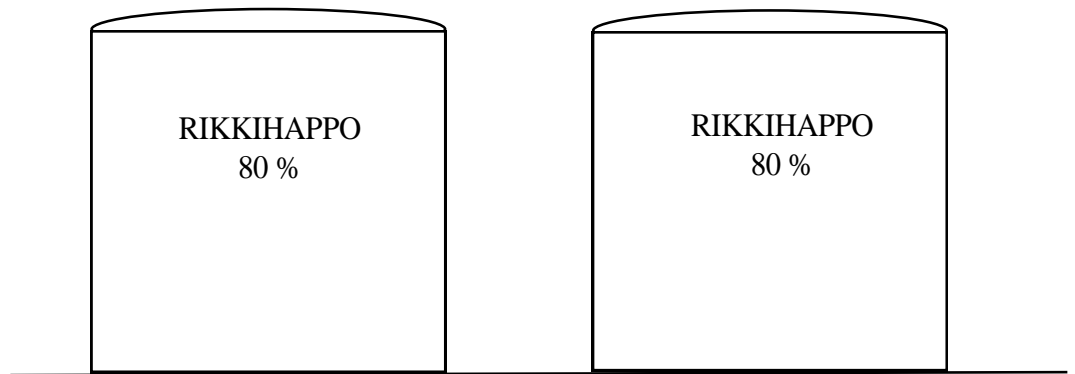
Anodisen suojauksen tarkoituksena on muodostaa ja ylläpitää passiivinen suojakerros metallipinnalla olosuhteista riippumatta. Suojauksessa metallia tavallaan lievästi syövytetään, kunnes syöpymätuotteet (yleensä oksidit) muodostavat tiiviin kalvon metallin pintaan eli metallin pinta passivoituu. Menetelmän soveltamisen edellytyksenä on, että valittu rakenneaine voidaan passivoida sähkövirralla kyseisissä olosuhteissa.

3.6 Eristeet

Säiliöt voidaan tarvittaessa eristää mm. lämpöhäviöiden estämiseksi sopivilla eristemateriaaleilla. Eristemateriaali tulee valita siten, ettei se reagoi sisällön kanssa aiheuttaen vaaratilanteita. Putki-, säiliö- ja laite-eristyksistä on julkaistu standardit SFS 3975-SFS 3979.

3.7 Varoitusmerkinnät ja tunnuskilpi

Happoa tai emästä sisältävä säiliö tulee merkitä sisältöä ja sen vaaraa osoittavin varoitusmerkinnöin siten kuin työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä annetussa valtioneuvoston päätöksessä tai standardissa SFS 5491 (Vaaralliset kemikaalit, säiliöiden merkitseminen) on esitetty. Kuvassa 8 on esimerkki merkinnästä.



Kuva 8. Esimerkit säiliön vaihtoehtoisista merkitsemistavoista

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 taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 3. Säiliöiden tekstin ja varoitusmerkkien koko /SFS 5491/

Säiliön tilavuus	Kemikaalin nimen kirjainkoko	Varoitusmerkki
m^3	cm	cm
$1 \leq V < 15$	5	10
$15 \leq V < 50$	10	10
$50 \leq V$	15	25

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

- valmistajan nimi ja osoite
- valmistusvuosi ja -numero
- säiliön tilavuus
- tarkastusvuosi ja -kuukausi
- rakennestandardi (jos standardin mukainen)

3.8 Tarkastus ja valvonta

Säiliöt tarkastetaan ennen käyttöönottoa ja sen jälkeen määräajoin. Ellei lainsäädännössä ole muuta määrätty, tarkastukset tekee säiliön valmistaja. Tarkastuksista laaditaan pöytäkirja, joka liitetään muuhun säiliöstä tehtyihin dokumentteihin.

Jos säiliö tehdään vahvistetun standardin mukaisesti, myös tarkastukset tehdään noudattaen siinä annettuja ohjeita. Vähimmäisvaatimuksena kaikille säiliöille on vuorokauden vesitäyttö ja hitsausliitosten silmämääräinen tarkastus. Jos säiliössä varastoidaan erittäin myrkyllistä tai myrkyllistä kemikaalia, terässäiliön hitsausliitoksista tarkastetaan ainettarikkomattomalla menetelmällä vähintään 3 %. Hyväksymisrajana on IIW-luokituksen mukaan 3 ilman juurivirhettä. Ennen käyttöönottoa tehtävän tarkastuksen tekee yleensä säiliön valmistaja. Tulokset dokumentoidaan ja esitetään valvovalle viranomaiselle. Säiliön haltijan tulee säilyttää asiakirjat.

Ympyräpohjaiset, suoraseinäiset säiliöt tarkastetaan ja niistä esitetään liitteessä 5 esitetyt asiakirjat. Liitteessä esitetty tarkastus- ja dokumentointitapa on Turvatekniikan keskuksen lupa- ja ilmoitusmenettelyissä soveltama käytäntö, mutta sitä voidaan soveltaa myös muissa kohteissa.

Lujitemuovisäiliöille tehdään vesitäyttökoe ja Barcol-kovuuden mittaaminen. Sen tulee olla vähintään 90 % valmistajan ilmoittamasta kovettuneen laminaatin arvosta.

Käyttöönoton jälkeen säiliöiden kuntoa valvotaan niille tehdyn tarkastussuunnitelman mukaisesti. Tarkastuksissa kiinnitetään erityistä huomiota mm. seuraaviin seikkoihin:

- syöpymäkohdat säiliön sisä- ja ulkopuolella
- seinämän paksuus
- hitsausliitokset
- eristyksen ja pinnoitteen kunto ja tiiviys
- yhteiden ympäristö
- varo- ja valvontalaitteiden kunto

Säiliön ensimmäinen sisäpuolinen tarkastus on syytä tehdä 2-3 vuoden kuluttua käyttöönotosta. Tällöin säiliö puhdistetaan ja tarkastetaan sekä silmämääräisesti että ultraäänitarkastuksin. Jollei havaita erityistä syöpymistä, seuraavat tarkastukset voidaan tehdä pidemmin aikavälein.

Ulkopuolisten syöpymien havaitsemiseksi pohjassa on syytä tehdä pohjan ultraäänitarkastus vuosittain. Varsinkin ympyräpohjaisten suoraseinäisten säiliöiden pohjan syöpymät voivat jäädä muuten havaitsematta.

Kaikista säiliölle tehdyistä tarkastuksista ja korjauksista pidetään kirjaa ja ne kootaan yhdessä rakennepiirustusten ym. kanssa säiliökirjaksi; sen sisältö on esitetty liitteessä 6.

Jos happoja ja emäksiä varastoidaan rekisteröitävässä painelaitteissa, tarkastukset ja käytön valvonta järjestetään painelaitemääräysten mukaan. Rekisteröidyn painelaitteen määräaikaistarkastuksia ovat käyttötarkastus, sisäpuolinen tarkastus ja määräaikainen painekoe.

Rekisteröidyn painesäiliön käyttötarkastus ja sisäpuolinen tarkastus tehdään neljän vuoden välein. Määräaikainen painekoe tehdään joka toisen sisäpuolisen tarkastuksen yhteydessä eli kahdeksan vuoden välein.

Rekisteröidyn lujitemuovisen painesäiliön käyttötarkastus ja sisäpuolinen tarkastus tehdään kahdeksan vuoden välein. Määräaikainen painekoe tehdään joka toisen sisäpuolisen tarkastuksen yhteydessä eli neljän vuoden välein.

4. PUTKISTO JA VARUSTEET

4.1 Yleistä

Putkistot varusteineen tulee suunnitella, mitoittaa ja rakentaa siten, että onnettomuusvaara on estetty riittävän tehokkaasti. Putkistot varustetaan riittävin valvonta- ja varolaittein.

Höyrykattilaan tai painesäiliöön liitetty putkisto kuuluu painelaitemääräysten piiriin ja niitä koskevat painelaitelainsäädäntö valmistuksen, varustelun, sijoituksen ja tarkastusten suhteen. Tarkempia määräyksiä on mm. standardissa SFS 3323 (Paineastian sijoitus, varustelu ja käyttö. Putkistot).

Palavan nesteen putkiston osalta on noudatettava, mitä on määrätty kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä palavista nesteistä ja standardissa SFS 3356 (Palavan nesteen putkisto). Jos putkisto asennetaan laitokseen, jolle vaaditaan Turvatekniikan keskuksen lupa, putkiston tulee olla sellaisen valmistajan valmistama, jolla on paineastioita koskevien säännösten ja määräysten mukainen lupa valmistaa putkistoja ja näissä säännöksissä tarkoitettu valmistuksen valvoja.

4.2 Sijoitus

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

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. Putkiston suojaputki johdetaan tarkkailukaivoon vuotojen havaitsemiseksi. Vuotojen helppo havaitseminen ja niiden aiheuttamien vahinkojen ehkäisy edellyttää myös, ettei putkistoa sijoiteta rakennusten perustuksiin eikä seinärakenteiden sisään.

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.

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. Erityisesti tärkeillä pohjavesialueilla maan alle asennettava putkisto suojataan korroosiolta ja mekaaniselta rasitukselta. Kanaalit suunnitellaan siten, että vuodot kerääntyvät tarkastuspisteisiin ja ne voidaan havaita helposti sekä kerätä talteen. Jos samaan kanaaliin sijoitetaan useita putkistoja, tulee sijoitussuunnittelussa ottaa huomioon mahdollisista vuodoista aiheutuvat vaaratilanteet.

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

4.3 Mitoitus ja valmistus

Putkiston osien ja varusteiden rakenneaineiden tulee kestää normaalikäytössä niihin kohdistuvat mekaaniset, kemialliset ja lämpötilojen vaihtelun aiheuttamat rasitukset. Rakenneaineen valinnassa otetaan sisällön syövyttävyyden huomioon tai putkisto suojataan sisäpuolelta korroosiolta. Rakenneaineena voidaan käyttää myös muovia. Standardeissa SFS 3154, 3155 ja 3459 on esitetty taulukot polyeteenin, polyvinyylidikloridin ja polypropeenin kemiallisesta kestävydestä.

Putkistossa saa olla muitakin kuin metallisia, tarkoitukseen soveltuvia putkiston osia tai varusteita, jos niiden käytöstä ei aiheudu vaaraa. Palorasitukselle alttiissa paikassa sijaitsevan putkiston rakenneaineen tulee olla palorasitusta kestävä tai muulla tavoin palosuojattu.

Putkiston suurin sallittu käyttöpaine ei saa ylittää putkiston osan tai varusteen paineluokan mukaista painetta taikka putkistoon liitetyn painesäiliön suunnittelupainetta. Mitoituksessa tulee myös ottaa huomioon mahdollinen alipaine.

Putkiston tulee mitoitukseltaan täyttää painesäiliöihin liitettyjen putkistojen mitoitusta koskevat standardit ja ohjeet. Kysymykseen tulevat mm. standardit SFS 2120, 3273, 3274 ja 3275, 4161, 4162, 4163, 4164 ja 4949.

Putkistossa esiintyvät paineiskut otetaan huomioon putkiston mitoituksessa. Tarvittaessa käytetään paineiskun tasaajia tai muulla tavoin estetään virtausnopeuden äkillinen muuttuminen.

Putkilinjaan järjestetään kallistukset siten (kallistussuhde vähintään 1:100), että putkilinja voidaan tyhjentää. Alimpiin pisteisiin asennetaan tyhjennyslaitteet. Putkisto tuetaan siten, etteivät taipumat estä putkilinjan tyhjentymistä.

Putkiliitosten määrän on oltava mahdollisimman pieni ja liitosten on oltava tiiviitä vuotojen välttämiseksi. Hitsausliitokset ovat suositeltavia. Avattavissa liitoksissa suositellaan käytettäväksi laippaliitoksia.

Hitsauksessa noudatetaan soveltuvin osin kohdassa 3.3 lueteltuja standardeja.

4.4 Varusteet

Varusteiden rakenneaineiden ja mitoituksen tulee vastata tarkoitettua käyttöä. 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.

4.4.1 Venttiilit

Putkistossa pitää olla tarpeelliset sulku- ja tyhjennyslaitteet haarautuvien putkien tai putkistossa olevien laitteiden käyttöä, huoltoa ja eristämistä varten. Tärkeimmissä sulkuventtiileissä pitää olla venttiilin auki/kiinni -asentoa tai sulkemissuuntaa ilmaiseva merkintä, ellei venttiilin asento muutoin ole selvästi todettavissa. Säiliön huolto- ja korjaustilanteissa säiliö erotetaan joko kokonaan putkistosta tai eristetään kahdella venttiilillä tai umpilaipalla.

Sulkuventtiilit sijoitetaan helposti päästäviin paikkoihin. Ensimmäisen venttiilin (juuriventtiili) on oltava mahdollisimman lähellä säiliötä, ja siten että mahdolliset vuodot jäävät valtilaan. 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 liikavirtaus- tai putkirikkoventtiilillä.

4.4.2 Varolaitteet

Putkiston paine ei saa ylittää putkiston suurinta sallittua käyttöpainetta. Suljettavissa olevassa putkistossa tai sen osassa olevan nesteiden lämpenemisestä aiheutuva paineen nousu estetään soveltuvin varolaittein. Suojattavan putkiston ja varolaitteen 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 tyhjöventtiili liiallisen alipaineen estämiseksi.

4.4.3 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 muutoin suojata siten, etteivät mahdolliset vuodot vaikeuta pumppujen toimintaa. Pakkotilavuuspumput varustetaan pumpun painepuolelta säiliöön tai pumpun imupuolelle johtavalla ylipaineventtiilillä.

4.4.4 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 kunnan tarkkailu on mahdollista. Putki-, laite- ja säiliöeristyksistä on julkaistu standardit SFS 3975-3979.

Eristemateriaalia valittaessa otetaan huomioon putkiston sisältö ja materiaalin kemiallinen kestävyys, palavuus sekä syttyvyys. Pinnoitus voidaan tehdä esim. teflonilla tai emaloimalla. Polyuretaanin käyttö eristemateriaalina ei ole sallittua, jos putkiston sisältö on palavaa nestettä.

Pinnoituksessa voidaan soveltuvin osin noudattaa kohdassa 3.5 esitettyjä ohjeita.

4.4.5 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 käyttöpaine. Painemittari on asennettava siten, että sen toiminta voidaan tarkistaa.

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

4.5 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.

4.6 Merkintä

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.

Tarkastukset

Putkisto tarkastetaan ennen käyttöönottoa. Yleensä tarkastukset tekee putkiston valmistaja. Tarkastuksista laaditaan tarkastuspöytäkirja, joka liitetään muuhun putkistosta tehtyyn dokumentointiin. Dokumentointi tehdään siten kuin standardissa SFS 3356 (Palavan nestein putkisto) on esitetty. Asiakirjat esitetään viranomaisen tekemässä käyttöönotto-tarkastuksessa.

Putkiston tiiviys todetaan painekokeessa. Koepaineen tulee olla vähintään 1,3 kertaa niin suuri kuin suurin sallittu käyttöpaine kuitenkin vähintään 6 bar. Painekoe suoritetaan vedellä tai poikkeustapauksessa muulla vaarattomalla ja vähäisen pintajännityksen omaavalla tarkoitukseen sopivalla nesteellä. Putkisto katsotaan riittävän tiiviiksi, jos koepaine lämpötilan tasaantumisen jälkeen seuraavan 15 minuutin aikana ei laske paineenalaisessa putkistossa. Painekokeesta laadittavan pöytäkirjan allekirjoittaa painekokeen valvoja.

Putkistolle voidaan tehdä myös ainettarikkomattomia tarkastuksia (esim. hitsausliitosten röntgenkuvaus). Näiden laajuus riippuu siirrettävästä kemikaalista, putkiston sijainnista ja koosta. Jos putkiston nimelliskoko on suurempi kuin DN 100, putkiston päittäisliitosten hitsausaumoista suositellaan tarkastettavaksi radiografisesti vähintään 10 %. Laatuvaatimuksena on IIW-luokituksen mukaan 3 ilman juurivirhettä.

5. TURVALLISUUSJÄRJESTELYT

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

Happo-, emäs- ja muihin kemikaalivarastoihin järjestetään riittävä vartiointi ja kulunvalvonta. Varastoalue aidataan, etteivät asiaankuulumattomat pääse varastoon tai varastoalueelle.

Laitteistot, säiliöt sekä happojen ja emästen säilytystilat varustetaan riittävillä laitteistojen turvallisen käytön ja onnettomuustilanteisiin varautumisen edellyttämällä varoitusmerkinnoillä.

Happojen ja emästen 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 happojen ja emästen virheellisestä käsittelystä. Jokaisen työntekijän tulee tietää, mitä tulee tehdä häiriö- ja hätätapauksissa. Jokaisen työntekijän tulee myös tietää ensiaputoimenpiteistä.

Lisäksi työntekijöiden koulutuksen ja harjoituksen pitää sisältää ohjeet ja määräaikaiset 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.

Työntekijöitä kehoitetaan myös ilmoittamaan esimiehelleen kaikista laitteissa ilmenevistä vioista.

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

Roisketapaturmien yhteydessä tarvittavan nopean ensiavun turvaamiseksi happojen ja emästen käsittelypaikkojen välittömässä läheisyydessä tulee 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. Tarkempia ohjeita hätätilanteisiin tarkoitetuista suihkuista on esitetty standardissa SFS 5411.

Varastolle laaditaan sisäinen pelastussuunnitelma, jossa on selvitys palontorjunnan järjestelyistä, mahdollisen vuodon hallinnasta ja muista onnettomuustilanteiden varalta suunnitelluista toimenpiteistä. Pelastussuunnitelmassa esitetään myös henkilökunnan poistumistiet ja palokunnan hyökkäystiet. Siihen on syytä sisällyttää myös ns. kaasusuojeisuusunni-

telma silloin, kun kyseessä on oleumin taikka ammoniakkin tai muun kaasumaisen aineen varastointi tai käsittely. Sisäasiainministeriön ohjeissa eräiden vaarallisten aineiden aiheuttaman vahingon varalta on annettu ohjeita pelastustoiminnan järjestelyistä mm. ammoniakkin aiheuttamissa vaaratilanteissa.

Onnettomuuksiin varaudutaan hankkimalla riittävä pelastus- ja torjuntakalusto. Esimerkiksi jos kromihappoa, lipeää tai väkeviä happoja on tulipaloalueella, sammutusmiehistön tulee käyttää suojavarustusta. Pelastusorganisaatio koulutetaan siten, että se onnettomuustilanteissa voi johtaa pelastustoimenpiteitä ja antaa tarvittaessa ensiapua. Työpaikoilla pitäisi harjoitella pelastustoimenpiteitä lavastetuissa onnettomuustilanteissa. Sisäisen pelastussuunnitelman edellyttämiä harjoituksia pidetään ainakin kolmen vuoden välein.

Suunnitelmassa mainitaan myös asiantuntijat, joilta saadaan onnettomuustilanteissa apua käsiteltävien aineiden torjunnassa. Suunnitelma toimitetaan hyväksymistä varten kunnan palopäällikölle. Turvallisuusselvitysvelvollisissa laitoksissa suunnitelma toimitetaan Turvatekniikan keskukselle.

Pelastustoimenpiteissä varaudutaan vuotojen rajoittamiseen ja aineen leviämisen estämiseen. Vuotanut aine pyritään ottamaan talteen. Happoja tai emäksiä ei saa johtaa neutraloimattomina viemäriverkostoon syöpymisvaaran, vaarallisten aineiden muodostumisen ja palovaaran vuoksi. Koska joistakin hapoista voi haihtua palavia kaasuja tai hapot voivat reagoida metallien kanssa kehittäen vetyä, kipinöivät moottorit ja muut sähkölaitteet tulee tehdä jännitteettömiksi ja muut sytytyslähteet tulee eliminoida.

Hapot neutraloidaan vuotopaikalla tai imeytetään sopiviin aineisiin, kuten turpeeseen, puuruun, kuivaan hiekkaan tai tähän tarkoitukseen erikseen valmistettuihin tuotteisiin. Rikkihapon ja hapettavien happojen (typpihappo) imeyttämiseen ei saa käyttää orgaanisia aineita. Happojen neutralointiin sopivin emäs on kalkki (kalkkikivijauhe, dolomiittikalkki, maatalouskalkki tai muurauskalkki). Emäksiä voidaan neutraloida hapolla (esim. laimea rikkihappo). On kuitenkin huomattava, että neutralointi voi aiheuttaa kuohumista ja siten happoroiskevaaraa, siksi on käytettävä sopivia kasvo- ja muita suojaimia.

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.

Varsinaisen pelastusmiehistön tulee varustautua laitoksessa varastoitavien ja käsiteltävien happojen ja emästen määrän sekä laadun mukaan pahimman onnettomuuden varalta. Suurissa ja vakavissa onnettomuuksissa varsinaisen pelastusmiehistön tulee käyttää ainetta kestävästä suojapukusta sekä ylipaineella varustettua paineilmalaitetta tai happilaitetta. Kun tilanne on hallinnassa ja ainepitoisuudet ovat riittävän alhaiset, voidaan valita kevyempi varustus: ihoa suoranaiselta kosketukselta suojaava vaatetus, saappaat, käsineet sekä hengityksensuojain. Täysin tiivis kaasunsuojapuku on happojen ja emästen kanssa harvoin tarpeen. Hapto- ja emäsröiskeiltä ja sumulta suojaava kemikaalihaalari on useimmissa tapauksissa riittävä.

Myös muun kuin varsinaisen pelastusmiehistön pitää onnettomuuksien jälkisiivouksessa ym. käyttää sopivalla suodattimella varustettua kokonaamaria, röiskeilta suojaavaa suojahaalaria, saappaita ja käsineitä. Suojahaalarit, saappaat sekä käsineet ovat tällöin tarpeen myös poliisilla, ensiapujoukoilla jne.

6. LAINSÄÄDÄNTÖ

6.1 Yleistä

Happojen ja emästen sekä muiden vaarallisten kemikaalien käsittelystä ja varastoinnista on säädetty kemikaali-, työturvallisuus- ja ympäristönsuojelulainsäädännössä. Työturvallisuuslainsäädäntö säätelee työpaikan turvallisuutta. Happojen ja emästen käsittelyyn ja varastointiin liittyviä määräyksiä on myös paineastioista, palo- ja pelastustoimesta sekä vaarallisten aineiden kuljetuksista annetuissa säädöksissä. Seuraavassa käsitellään tärkeimpiä happoja ja emäksiä koskevia määräyksiä.

6.2 Kemikaalilainsäädäntö

Tavallisimmat hapot ja emäkset ovat terveydelle vaarallisia, väkevinä liuoksina syövyttäviä ja laimeampina liuoksina ärsyttäviä. Osa hapoista ja emäksistä on lisäksi palavia nesteitä. Vaarallisten kemikaalien luokituksista on säädetty kemikaaliasetuksessa (675/1993). Tarkemmat tiedot eri kemikaalien luokituksista ja ominaisuuksista annetaan sosiaali- ja terveysministeriön (STM) päätöksessä vaarallisten aineiden luettelosta (1059/1999) sekä STM:n päätöksessä kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä (979/1997). Erilaiset lupa- ja ilmoitusmenettelyt, merkintävelvollisuudet ym. riippuvat kemikaalien luokituksesta. Lupa- ja ilmoitusmenettelyistä, samoin kuin erilaisista turvallisuusvaatimuksista, tarkastuksista jne, annetaan määräyksiä asetuksessa vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999).

Toiminnan laajuus

Kemikaalilaki (744/1989) ja laki räjähdysvaarallisista aineista (263/1953) ja niiden nojalla annetut asetukset säätelevät happojen ja emästen sekä muiden terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien valmistusta, käsittelyä, varastointia, maahantuontia, jakelua, pakkaamista, hallussapitoa ja säilyttämistä, myyntiä jne. Riippuen käsittely- ja varastointimäärästä toiminnalle on saatava lupa, tai siitä on ilmoitettava valvontaviranomaiselle.

Tuotantolaitosten toiminta jaetaan laajuuden perusteella kahteen ryhmään: laajamittaiseen ja vähäiseen. Laajamittaista toimintaa valvoo Turvatekniikan keskus ja vähäistä paikalliset viranomaiset; palopäällikkö tai kunnan kemikaalivalvontaviranomainen. Suurimmille laajamittaisille tuotantolaitoksille on lisäksi suuronnettomuussäännöksistä johtuvia lisävelvoitteita (toimintaperiaateasiakirja ja turvallisuus selvitys).

Toiminnan laajuus ja lisävelvoitteet määräytyvät asetuksessa esitettyjen kemikaalien ja kemikaaliryhmien vähimmäismäärien perusteella. Jos velvoite raja ei ylitä yksittäisen kemikaalin perusteella, rajat lasketaan kaikkien kemikaalien perusteella käyttämällä asetuksessa esitettyä suhdelukujärjestelmää:

$$s = q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + q_3/Q_3 + \dots q_n/Q_n, \text{ jossa}$$

q_n = tuotantolaitoksessa oleva vaarallisen kemikaalin määrä

Q_n = kemikaalin tai kemikaaliluokan vähimmäismäärä (asetus 59/1999, liite 1)

Suhdeluku lasketaan erikseen palo- ja räjähdysvaarallisille kemikaaleille ja terveydelle- ja ympäristölle vaarallisille kemikaaleille.

Vähimmäismäärien (Q) luokkia on kullekin kemikaalille neljä. Pienin ilmaisee vähäisen

toiminnan ilmoitusrajan, toinen laajamittaisen toiminnan rajan, kolmas velvoitteen tehdä toimintaperiaateasiakirja ja neljäs velvoitteen turvallisuusselvityksen tekemiseen. Varasto kuuluu kyseisen vähimmäismääräluokan velvoitteen piiriin, jos suhdeluvun arvo on 1 tai enemmän.

Toimintaperiaatteet onnettomuuksien ehkäisemiseksi tai turvallisuusselvitys tulee tehdä riittävän ajoissa ennen toiminnan aloittamista. Velvollisuus on säädetty koskemaan myös toiminnassa olevia laitoksia. Kaikkien laajamittaisten tuotantolaitosten on tehtävä sisäinen pelastussuunnitelma.

Kemikaalien käsittely

Valmistuksessa, maahantuonnissa ja muussa käsittelyssä on noudatettava riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta terveys- ja ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi. Mikäli huolimaton tai varomaton käsittely aiheuttaa rakenteiden ja ympäristön saastumista, aiheuttajan on huolehdittava niiden puhdistamisesta sellaiseen kuntoon, ettei niistä aiheudu vaaraa terveydelle tai ympäristölle.

Kemikaalin valmistajan tai maahantuojan on hankittava kyseisen kemikaalin ominaisuuksista riittävät tiedot terveys- ja ympäristöhaittojen arvioimiseksi ja kemikaalien merkitsemiseksi. Pakkaukset pitää merkitä oikein ennen kemikaalin luovuttamista. Päälykseen on merkittävä kemikaalin kaupp nimi, vaarallisten aineiden kemialliset nimet ja varoitusmerkinnät (varoitusmerkki ja sen nimi, R- ja S-lausekkeet). Päälykseen on merkittävä myös kemikaalin markkinoille tai käyttöön luovuttamisesta vastaavan toiminnanharjoittajan nimi, osoite ja puhelinnumero sekä aineen EY-numero, minkä lisäksi vaarallisten aineiden luettelosta annetussa STM:n päätöksessä mainittujen aineiden päälyksmerkinnässä tulee olla sanat "EY-merkintä. EG-märkning." Luokituksesta ja merkinnöistä on säännöksiä kemikaaliasetuksessa ja sosiaali- ja terveysministeriön päätöksessä kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä. Jos kemikaalia ei luovuteta varsinaisessa pakkauksessa, tarpeelliset tiedot on muulla tavoin toimitettava vastaanottajalle.

Vaarallisista kemikaaleista on tehtävä käyttöturvallisuustiedote. Se luovutetaan vastaanottajalle, jos kemikaalia käytetään teollisessa toiminnassa tai muuten ammatissa.

Palavien nesteiden käsittelylle ja varastoinnille on olemassa teknisiä määräyksiä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä palavista nesteistä (313/1985). Nämä määräykset koskevat myös happoja ja emäksiä, jos ne ovat palavia, kuten esimerkiksi jääetikka. Määräykset edellyttävät mm., että varastosäiliöt on rakennettu noudattaen standardeissa määriteltyä tasoa. Säiliölle, jota ei valmisteta edellä mainittujen standardien mukaisesti, on haettava säiliön rakenteen hyväksyminen tarkastuslaitokselta.

6.3 Painelaitelainsäädäntö

Jos happoja ja emäksiä varastoidaan tai käsitellään paineenalaisena, säiliöiden tulee täyttää painelaitesäädösten vaatimukset. Painelaitesäädökset on uudistettu vuonna 1999. Uudet säädökset sisältävät EU:n painelaitedirektiivin (97/23/EY), jonka tekniset määräykset on annettu kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä painelaitteista (938/1999). Käytönaikaisia tarkastuksia koskevat säädökset on annettu kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä painelaiteturvallisuudesta (953/1999).

Kauppa - ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista käsittelee painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien suunnittelua, valmistusta ja vaatimustenmukaisuuden arviointia. Painelaitteita ovat säiliöt, putkistot, varolaitteet ja paineenalaiset lisälaitteet. Painelaitteet luokitellaan kasvavan riskin mukaan: hyvä konepajakäytäntö, luokat I — IV (päätöksen liitteen II kuvat). Luokittelu perustuu painelaitteen suurimpaan sallittuun käyttöpaineeseen (PS, bar) ja tilavuuteen (V, L) tai nimellisuuruuteen (DN, mm).

Luokittelussa otetaan huomioon sisällön tila (kaasu/neste) ja sisällön vaarallisuus. Luokkien I - IV painelaitteiden on täytettävä päätöksen liitteen I olennaiset turvallisuusvaatimukset ja niiden vaatimustenmukaisuus arvioidaan päätöksen liitteen III arviointimenettelyjen mukaan. Arviointimenettely tai niiden yhdistelmä valitaan painelaitteen luokan mukaan. Luokkien II - IV painelaitteiden vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa on mukana tarkastuslaitos (ilmoitettu laitos). Valmistaja kiinnittää luokkien I - IV painelaitteisiin CE-merkinnän ja laatii niistä EY- vaatimustenmukaisuusvakuutuksen. CE-merkityt tai hyvän konepajakäytännön painelaitteet ja laitekokonaisuudet voidaan saattaa markkinoille ja ottaa käyttöön koko Euroopan talousalueella koska vaatimukset ja arviointimenettelyt on yhdenmukaistettu.

Uusissa säädöksissä on otettu huomioon painelaitedirektiivin siirtymäkausi. Painelaitteita voidaan suunnitella, valmistaa ja tarkastaa kumotun paineestialain (98/1973) nojalla annettujen säädösten mukaisesti 29.5.2002 saakka. Ennen käyttöönottoa tehtävät tarkastukset ovat rakennesuunnitelman tarkastus, rakennetarkastus ja käyttöönottotarkastus. Valmistaja tai maahantuoja pyytää tarkastuslaitokselta rakennesuunnitelman tarkastuksen ja rakennetarkastuksen. Omistaja tai haltija pyytää tarkastuslaitokselta käyttöönottotarkastuksen.

Rekisteröitävälle painelaitteelle tehdään ensimmäinen määräaikaistarkastus käyttöönottotarkastuksen sijasta. Kumottujen säädösten mukaan toimittaessa on otettava huomioon TTK-määräys P4-95, joka sisältää luettelon paineastioista, joihin säädöksiä ei sovelleta, ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätös höyrykattilaan tai painesäiliöön liitetyistä putkistoista (71/1975), jonka mukaan B-ryhmän putkistoille ei ole tarkastusvelvoitetta. TUKES-ohjeessa P3-1999 luetellaan standardit, joita käytetään, kun painelaite suunnitellaan, valmistetaan ja tarkastetaan kumottujen säädösten mukaisesti.

Painelaitteiden rekisteröinnistä, sijoituksesta, käytöstä ja niihin liittyvästä tarkastuksesta on annettu kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta. Sen mukaan painelaitteen omistajan tai haltijan on huolehdittava seuraavista velvoitteista:

- rekisteröitävän painelaitteen painelaitekirjassa on riittävät asiakirjat suunnittelusta ja valmistuksesta sekä käyttöohjeet käyttöä, korjauksia, huoltoja ja määräaikaistarkastuksia varten
- painelaitteen sijoitus on turvallinen ja päätöksen edellyttäessä tarkastuslaitos tarkastaa sijoitussuunnitelman
- rekisteröitävälle painelaitteelle nimetään käytön valvoja
- tarkastuslaitos tekee rekisteröitävälle painelaitteelle käyttöönoton yhteydessä ensimmäisen määräaikaistarkastuksen
- tarkastuslaitos tekee rekisteröidyn painelaitteen määräaikaistarkastukset päätöksen mukaisin aikavälein.

6.4 Työturvallisuuslainsäädäntö

Työturvallisuuslaissa (299/1958) on annettu työpaikan turvallisuutta koskevat yleiset määräykset, jotka tulee ottaa huomioon myös kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa. Työturvallisuuslain tarkoituksena on suojella työntekijöitä tapaturmilta tai saamasta terveyshaittaa. Työturvallisuuslakia valvovat työsuojeluviranomaiset työsuojelun valvonnasta ja

muutoksenhausta työsuojeluasioissa annetun lain (131/1973) nojalla.

Lain velvoitteet koskevat pääosin työnantajaa, mutta siinä annetaan velvoitteita myös valmistajille, maahantuojille ja markkinoille luovuttajille sekä suunnittelijoille. Suunnittelijan tulee jo työympäristön rakenteita, työtiloja, työmenetelmiä, tuotantomenetelmiä sekä työssä käytettäviä koneita ja työvälineitä suunniteltaessa ottaa huomioon, että työ voidaan suorittaa turvallisesti ja aiheuttamatta haittaa työntekijän terveydelle.

Työturvallisuuslaissa on annettu määräyksiä myös kemikaalin valmistajan ja maahantuojan velvoitteista. Valmistajan ja maahantuojan velvollisuutena olevasta kemikaalin luokituksesta, varoitusmerkinnöistä, kielloista, rajoituksista, käyttöturvallisuustiedotteista ja tietojen toimittamisesta rekisteröintiä varten määrätään yksityiskohtaisesti kemikaalilain nojalla. Työsuojeluviranomaiset valvovat näiden määräyksiä noudattamista.

Työnantajalla tulee olla riittävät tiedot työpaikan kemikaalien ominaisuuksista ja vaarallisuudesta. Jokaisessa työpaikassa tulee olla luettelo siellä käytettävistä kemikaaleista ja vaarallisten kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet. Kemikaalien käsittelystä aiheutuvat vaarat selvitetään merkinnöistä ja käyttöturvallisuustiedotteista sekä muista mahdollisista tietolähteistä. Kemikaalien käsittelyyn liittyviä vaaroja ovat mm. myrkytysvaara, palo- ja räjähdysvaara, tapaturmavaara ja kemikaaleille altistumisen aiheuttama terveysvaara. Vaaran arvioinnin perusteella suunnitellaan ehkäisy- ja torjuntatoimenpiteet, joilla työntekijöille kemikaaleista aiheutuva vaara saadaan niin pieneksi kuin se on kohtuudella mahdollista. Torjuntatoimenpiteet voivat tilanteesta riippuen olla hyvin monenlaisia: riskiä voidaan pienentää valitsemalla käyttöön vähemmän vaarallisia kemikaaleja, eristämällä työvaiheita, parantamalla ilmanvaihtoa jne. Mikäli teknisillä toimenpiteillä ei saavuteta riittävää turvallisuutta, tulee työnantajan hankkia työntekijälle henkilökohtaiset suojavälineet. Lisäksi työpaikalle on hankittava riittävät ensiapuvälineet ja työntekijöiden terveydentilaa on seurattava siten kuin työterveyshuoltolaissa säädetään.

Jos työntekijöiden altistumista ilman epäpuhtauksille ei pystytä luotettavasti arvioimaan, on tehtävä ilman epäpuhtausmittauksia ja milloin se on mahdollista, biologisia altistumismittauksia. Työpaikan ilman epäpuhtauksille on annettu raja-arvoja, joista osa on sitovia ja niiden ylitys velvoittaa työnantajan välittömiin toimenpiteisiin altistuksen vähentämiseksi. Vaikka altistusrajoja ei ylitetä, on tilanteen pysyvyys selvitettävä sopivin väliajoin.

Tavaran kuljetus, käsittely ja varastointi on suunniteltava ja järjestettävä siten, että nosto- ja siirtolaitteiden tai siirrettävän tavaran liikkeiden työntekijöille aiheuttamat vaaratekijät voidaan torjua tehokkaasti. Kuljetuksia ja liikkumista varten on varattava riittävästi tilaa ja huolehdittava turvallisuuden varmistamiseksi tarpeellisesta näkyvyydestä. Jos tavaran siirroista tai kuljetuslaitteista aiheutuvaa vaaraa ei muutoin voida välttää, tulee työntekijöille järjestää suojatilat ja varmistaa merkinantojärjestelyillä sekä sopivilla suojalaitteilla ja -välineillä turvallisuuden säilyminen.

Vaaralliset kemikaalit on säilytettävä tarkoitukseen sopivissa säiliöissä tai astioissa, joissa on oltava näkyvä ja pysyvä merkintä niiden sisällöstä.

Työturvallisuuslain nojalla on annettu valtioneuvoston päätös työntekijöille aiheutuvan suuronnettomuusvaaran torjunnasta (922/1999). Sen mukaan työnantajan on mm. laadittava selvitys suuronnettomuusvaaran arvioimiseksi.

Työturvallisuuslaki edellyttää myöskin, että työnantaja antaa työntekijälle opetusta ja ohjausta aineiden vaarallisista ominaisuuksista sekä perehdyttää työntekijän turvallisiin työ-

tapoihin tapaturmien ja sairastumisen vaaran välttämiseksi.

Työturvallisuuslaista johtuu että sen nojalla edellytetyt toimenpiteet kuuluvat työnantajan ja työntekijöiden välisten yhteistoimintamenettelyjen piiriin.

6.5 Ympäristönsuojelulainsäädäntö

Ympäristönsuojelulainsäädännön tavoitteena on ehkäistä tai vähentää ympäristön pilaantumista tavalla, joka ottaa huomioon ympäristön kokonaisuutena. Pilaantumisen sääntelyn keskeisenä elementtinä on lupa- ja ilmoitusmenettelyt, joista säädetään ympäristönsuojelulaissa (86/2000) ja ympäristönsuojeluasetuksessa (169/2000).

Ympäristönsuojelulakiin on kirjattu seuraavat yleiset periaatteet:

- ennaltaehkäisy- ja haittojen minimoinnin periaate
- varovaisuus- ja huolellisuusperiaate
- parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaate
- ympäristön kannalta parhaan käytännön periaate
- aiheuttamisperiaate

Maaperän, pohjaveden ja meren pilaaminen on ympäristönsuojelulain mukaan kielletty. Lupaviranomaisina toimivat entisistä vesioikeuksista muodostetut ympäristölupavirastot, alueelliset ympäristökeskukset sekä kuntien ympäristönsuojeluviranomaiset.

Luvanvaraisia toimintoja ovat mm. monet kemianteollisuuden laitokset, yli 100 m³:n vaarallisen nestemäisen kemikaalin varastot, laitokset, joissa terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien käsittely tai varastointi on laajamittaista, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä käyttävät laitokset sekä eräiden vaarallisten kemikaalien päästöt vesiin. Lisäksi luvanvaraisia ovat toiminnot, joista aiheutuu vesistön tai sitä vähäisemmän uoman tai altaan pilaantumista.

6.6 Maankäyttö- ja rakennuslainsäädäntö

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) sekä maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999), niiden nojalla annettu Suomen rakentamismääräyskokoelma sekä kunnan rakennusjärjestys säätelevät kunnan alueidenkäytön suunnittelua ja rakentamista. Lain yleisenä tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitys. Kaavoitusmenettelyssä korostetaan jokaisen osallistumismahdollisuutta ja prosessin vuorovaikutteisuutta.

Kunnan alueidenkäytön järjestämiseksi ja ohjaamiseksi laaditaan yleiskaavoja ja asemakaavoja. Kaavojen tulee perustua riittäviin tutkimuksiin ja selvityksiin. Kaavaa laadittaessa on tarpeellisessa määrin selvitettävä suunnitelman toteuttamisen ympäristövaikutukset mukaan lukien yhdyskuntataloudelliset, sosiaaliset, kulttuuriset ja muut vaikutukset. Nämä selvitykset on tehtävä koko siltä alueelta, jolla kaavalla voidaan arvioida olevan olennaisia vaikutuksia.

Asemakaava tarvitaan alueidenkäytön yksityiskohtaista järjestämistä ja rakentamista varten. Asemakaavaa koskevien sisältövaatimusten mukaisesti kaava on suunniteltava siten, että luodaan edellytykset terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle. Asemakaavalla ei saa aiheuttaa kenenkään elinympäristön laadun sellaista merkityksellistä heikkenemistä, joka ei ole perusteltua asemakaavan tarkoitus huomioon ottaen.

Asemakaavaa laadittaessa on otettava huomioon vaarallisia kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat laitokset. Kaavassa on varattava riittävät suojaetäisyydet tällaisten laitosten ympärille.

Rakennusten rakentamiseen tarvitaan rakennuslupa. Vähäisempien rakennelmien ja laitosten rakentamiseen voidaan rakennusluvun sijasta hakea toimenpidelupa. Rakennusluvun ja toimenpideluvan ratkaisee kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Asemakaava-alueella rakennushankkeen on oltava voimassaolevan asemakaavan mukainen. Harkittaessa rakennushankkeen sijoittumista ja rakennuspaikan soveltuvuutta on huolehdittava vaarallisista kemikaaleista aiheutuvan suuronnettomuusvaaran torjumiseksi riittävästä suojaetäisyyksistä.

6.7 Pelastustoimen lainsäädäntö

Kunta vastaa pelastustoimesta alueellaan. Pelastustoimilain (561/1999) ja -asetuksen (857/1999) nojalla paloviranomaisten tulee tehdä palon ehkäisyyn kuuluvia tarkastuksia. Palotarkastuksessa tarkastetaan, että henkilö- ja paloturvallisuutta koskevia säännöksiä ja määräyksiä noudatetaan. Lisäksi kiinnitetään erityistä huomiota poistumisteihin, varavalaistukseen, rakennuksen ympäristöön, sammutusveden saantiin sekä muihin sammutus- ja pelastustyötä helpottaviin laitteisiin ja järjestelyihin.

Rakennuksen omistaja ja haltija on velvollinen laatimaan turvallisuussuunnitelman henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen varautumisesta vaaratilanteissa sekä omaoimisista pelastustoimenpiteistä. Suunnitelmassa on selvitettävä vaaratilanteet ja niiden vaikutukset, toimenpiteet vaaratilanteiden ehkäisemiseksi ja suojautumismahdollisuudet, suojeluhenkilöstön kouluttaminen ja muun henkilöstön perehdyttäminen, tarvittava suojelumateriaali sekä toiminta erilaisissa onnettomuus-, vaara- ja vahinkotilanteissa.

Vaarallisten kemikaalien laajamittaista käsittelyä ja varastointia harjoittavien tuotantolaitosten suunnitelmasta (sisäinen pelastussuunnitelma) säädetään vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetussa asetuksessa (59/1999).

Kunnan on laadittava ulkoinen pelastussuunnitelma turvallisuusselvityslaitoksille.

6.8 Vaarallisten aineiden kuljetusmääräykset

Vaarallisten aineiden kuljetusmääräyksiä on annettu maantiellä, rautatiellä, aluksessa ja lentokoneessa tapahtuvista kuljetuksista. Määräykset perustuvat kansainvälisiin sopimuksiin.

Kuljetusmääräykset sisältävät yleisiä ja ainekohtaisia määräyksiä asiapapereista sekä säiliöiden ja astioiden rakenteesta ja merkinnästä. Vaarallisten aineiden kuljetusmääräykset tulee ottaa huomioon myös happojen ja emästen varastoinnissa ja käsittelyssä esim. yhteenpakkaamiskieltojen osalta, koska aineita usein varastoidaan kuljetuksiin käytettävissä säiliöissä ja pakkauksissa. Syövyttävät aineet kuten hapot ja emäkset kuuluvat maantiekuljetusmääräysten luokkaan 8.

Kemikaalien lähettäjän tulee selvittää ensimmäiseksi niiden kuljetustapa, koska se eräissä tapauksissa vaikuttaa aineen luokitteluun, pakkaustapaan ja merkintään sekä tarvittaviin asiakirjoihin.

Kuljetuksissa tulee käyttää YK-tyyppihyväksytyjä pakkauksia. Turvatekniikan keskus hyväksyy tällaiset pakkaukset. Myös ulkomailla YK-tyyppihyväksytyjä pakkauksia voidaan käyttää. Radioaktiivisten aineiden pakkaukset hyväksyy säteilyturvakeskus. _

[Vaarallisten aineiden rautatiekuljetuksia valvoo Ratahallintokeskus.](#)

Vaarallista ainetta sisältävä kolli merkitään määräysten edellyttämällä varoituslipukkeella ja sisällön ilmoittavalla YK-numerolla. Lipukemalli riippuu aineen luokasta ja kuljetusmuodosta. Jos lähettäjä lastaa kollit konttiin, lähettäjän on sovittava kuljetusliikkeen kanssa, kumpi merkitsee kontin tarvittavilla varoituskilvillä.

Lähettäjän tehtävänä on antaa kuljetusasiakirjat lähetysten mukana.

Kuljetettaessa kemikaaleja suuria määriä tai erityisen vaarallisia kemikaaleja, kuljettajalla tulee olla ajokortin lisäksi vaarallisten aineiden kuljetukseen oikeuttava ajolupa. Maantiekuljetusten osalta yrityksellä tulee olla myös turvallisuusneuvonantaja, joka ohjeistaa ja valvoo vaarallisten aineiden kuljetusta. Turvallisuusneuvonantajan tenttejä järjestää Ajo-neuvohallintokeskus.

7. VIRANOMAISET

Toiminnanharjoittajan oikeudet ja velvollisuudet on annettu laeissa ja muissa säädöksissä. Säädösten valvonta kuuluu usealle eri viranomaiselle, joiden tehtävät on määritelty asteittain ja alueittain. Toiminnanharjoittajan oletetaan tuntevan lainsäädännön ja noudattavan sitä. Viranomaisten tekemällä valvonnalla varmistetaan se, että toiminta toteutuu aiotulla tavalla. Kukin viranomainen on kuitenkin toimivaltainen vain omalla, lainsäädännössä rajatulla toimialueellaan.

Valvontamuotoja on useita: toiminnalle edellytetään lupa, siitä on ilmoitettava, tai viranomaiset valvovat toimintaa tarkastuksia tehden. Valvontaan voi myös sisältyä tietojen keräystä ja tutkimusten teettämistä.

Toiminnanharjoittajaa koskevat, happojen ja emästen sekä muiden terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden käsittelyyn liittyvät tärkeimmät lupa- ja ilmoitusvelvollisuudet ja luvan antava tai valvova viranomainen:

Viranomainen

Asia

Kemikaalivalvonta

Turvatekniikan keskus (TUKES)
Kunnan kemikaalivalvontaviranomainen
Palopäällikkö

Lupa tai ilmoitus terveydelle ja ympäristölle vaarallisten tai palavien kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista
Turvallisuusselvitys
Toimintaperiaateasiakirja
Sisäinen pelastussuunnitelma

Vaarallisten aineiden kuljetus

Turvatekniikan keskus (TUKES)

Työturvallisuus

Työsuojelupiirit

Ympäristönsuojelu

Ympäristölupavirasto, alueelliset
ympäristökeskukset/
kunnan ympäristön-
suojeluviranomainen
Rakennusvalvontaviranomainen

Palo- ja pelastustoimi

Paloviranomainen

Kuljetussäiliöiden ja pakkausten
hyväksyntä

Työsuojelutarkastukset

Ympäristölupa

Suojelusuunnitelma ja tarvittaessa muut
turvallisuusjärjestelyt

Palotarkastus

Ulkoinen pelastussuunnitelma

1. HAPPOJEN JA EMÄSTEN OMINAISUUDET

Syövyttävä aine tuhoaa kudosta ja ärsyttävä aiheuttaa tulehdusreaktion. Hapot ja emäkset ovat väkevinä liuoksina kudoksia syövyttäviä, ja laimeina ärsyttäviä. Joutuessaan toistensa kanssa kosketuksiin hapot ja emäkset neutraloivat toisiansa. Happo- ja emäsluosten happamuus voidaan ilmaista liuoksen pH-arvolla, joka osoittaa liuoksen vetyioniaktiivisuuden. Neutraalin liuoksen pH on 7, happaman liuoksen pH < 7 ja emäksisen liuoksen pH > 7.

Hapot syövyttävät voimakkaasti useita materiaaleja. Ne reagoivat metallien kanssa kehittäen räjähtävää vetykaasua. Eniten käytettyjä epäorgaanisia happoja ovat rikkihappo, kloorivetyhappo (suolahappo), typpihappo ja fosforihappo. Orgaanisia happoja ovat esimerkiksi muurahaishappo ja etikkahappo.

Hapot ovat käytännössä useimmiten vesiliuoksia. Hapot eroavat vaikutuksiltaan. Voimakkaasti vaikuttavia happoja ovat mm. rikkihappo, typpihappo, fluorivetyhappo ja kloorivetyhappo. Fluorivetyhappo syövyttää mm. lasia. Hapot tunkeutuvat helposti ihon läpi ja aiheuttavat vaikeasti paranevia haavoja. Erityisesti silmät ovat hyvin arat happoroiskeelle. Happohöyryt voivat vaikuttaa hengityselimiin, silmiin ja ihoon.

Emäksiä käytetään pääasiassa vesiliuoksina, mutta hapoista poiketen myös kiinteinä. Emästen syövyttävyydessä on eroja. Epäorgaanisia emäksiä ovat natriumhydroksidi (tavallinen lipeä), kaliumhydroksidi (kalilipeä), ammoniakki, ammoniumhydroksidi ja kalsiumhydroksidi. Amiinit ovat orgaanisia emäksiä.

Emäkset voivat aiheuttaa vaikeita syöpymisvaurioita suuhun, nieluun ja ruokatorveen. Silmät voivat saada emäksistä pysyviä vammoja. Vaikutuksen voimakkuuteen vaikuttaa emäsliuoksen väkevyys.

Hapot ja emäkset aiheuttavat saman tyyppisiä vammoja kuin kuumuus. Jotkut kemikaalit aiheuttavat syöpymävamman lisäksi lämpöpalovammoja. Esimerkiksi lipeän emäksisyys aiheuttaa syöpymävamman ja reagoidessaan ihossa olevan veden kanssa lipeä kehittää lämpöä, joka aiheuttaa lämpöpalovamman. Kemikaalin aiheuttaman vamman paheneminen pysähtyy vasta sitten, kun kemikaali on kokonaan poistettu iholta riittävällä pesulla (-vesi- tai muulla pesulla).

Vesistöön joutuessaan hapot ja emäkset aiheuttavat veden pH:n muutoksia, jotka ovat haitallisia kaloille ja muille vesieläimille. On huomattava, että äkillisen päästön aiheuttama erittäin lyhytkestoinenkin voimakas pH-muutos on kaloille tappava. Kriittiset pH-alueet ovat alle pH 5 sekä yli pH 8,5-9,5. Muista hapoista ja emäksistä poiketen ammoniakilla on myös suoria myrkyvaikutuksia. Tappavat pitoisuudet kaloille (LC50-arvot) vaihtelevat aineesta ja kalalajista riippuen muutamasta kymmenestä muutamaan sataan milligrammaan litrassa. Vesistön puskurikapasiteetilla, virtaamalla ja sekoittumisella on käytännössä ratkaiseva merkitys äkillisen happo- tai emäspäästön vaikutuksiin.

Happamat kaasut ja happohöyryt vaurioittavat kasveja. Tämän lisäksi on erikseen huomattava, että fluorivety on haitallista havupuille ja etikkahappohöyryt voivat vaurioittaa leveälehtisiä kasveja ja lehtipuita.

Suomessa käytössä oleville yleisimmille onnettomuuden vaaraa aiheuttaville aineille on laadittu turvallisuusohjeet eli ns. OVA-ohjeet (63 ohjetta) Internetissä ne löytyvät osoit-

teesta: <http://www.occuphealth.fi/tt/OVA/index.html>. Seuraavista hapoista ja emäksistä on laadittu OVA-ohje:

ammoniakki	kloorivety ja suolahappo
akryylihappo	metakryylihappo
etikkahappo	muurahaishappo
etikkahappoanhydridi	natriumhydroksidi
fluorivety ja fluorivetyhappo	oleum
fosforihappo	riikkihappo
ftaalihappoanhydridi	typpihappo.

Liitteissä 1.1-1.10 on esitetty tarkempia tietoja yleisimpien happojen ominaisuuksista, luokituksista ja terveystaikutuksista.

1.1 Eräiden happojen ja emästen luokitus ja varoitusmerkinnät

Seos tai liuos, väkevyyys/paino-%	Varoitusmerkintä Kirjaintunnus	Luokitus
<i>Ammoniakkiliuos...%</i>	C, N	C; R34;N; R50
C≥25 %	C, N	C; N; R34-50
10 %≤C<25 %	C	C; R34
5 %≤C<10 %	Xi	Xi; R36/37/38
<i>Etikkahappo...%</i>	C	R10;C; R35
C≥ 90%	C	C; R35
25 %≤C<90 %	C	C; R34
10 %≤C<25 %	Xi	Xi; R36/38
<i>Fluorivetyhappo...%</i>	T+, C	T+; R26/27/28; C; R35
C≥7 %	T+, C	T+; C; R26/27/28-35
1 %≤C<7 %	T, C	T; C; R23/24/25-34
0.1 %≤C<1 %	Xn	Xn; R20/21/22-36
<i>Fosforihappo...%</i>	C	C; R34
C≥25 %	C	C; R34
10 %≤C<25 %	Xi	Xi; R36/38
<i>Kaliumhydroksidi...%</i>	C	Xn; R22;C; R35
C≥25 %	C	C; R22-35
5 %≤C<25 %	C	C; R35
2 %≤C<5 %	C	C; R34
0.5 %≤C<2 %	Xi	Xi; R36/38
<i>Muurahaishappo...%</i>	C	C; R35
C≥ 90%	C	C; R35
10 %≤C<90 %	C	C; R34
2 %≤C<10 %	Xi	Xi; R36/38
<i>Natriumhydroksidi</i>	C	C; R35
C≥5 %	C	C; R35
2 %≤C<5 %	C	C; R34
0.5 %≤C<2 %	Xi	Xi; R36/38
<i>Perkloorihappo...%</i>	O, C	R5;O; R8;C; R35
C≥50 %	C	C; R35
10 %≤C<50 %	C	C; R34
1 %≤C<10 %	Xi	Xi; R36/38
Jos väk. <50 %, merkitään myös O; R5-8		
<i>Rikkihappo...%</i>	C	C; R35
C≥15 %	C	C; R35
5 %≤C<15 %	Xi	Xi; R36/38
<i>Suolahappo...%</i>	C	C; R34;Xi; R37

C \geq 25 % 10 % \leq C<25 %	C Xi	C; R34-37 Xi; R36/37/38
Typpihappo...%	O, C	O; R8;C; R35
C \geq 20 % 5 % \leq C<20 % Jos väk.>70 %, merkitään myös O; R8	C C	C; R35 C; R34

Taulukossa mainittujen merkkien selitys:

Varoitusmerkkien kirjaintunnukset

T+= erittäin myrkyllinen

T = myrkyllinen

C = syövyttävä

X_n = haitallinen

X_i = ärsyttävä

O = hapettava

N = ympäristölle vaarallinen

R - lausekkeet

R5 = Räjähdyksvaarallinen kuumennettaessa

R8 = Aiheuttaa tulipalon vaaran palavien aineiden kanssa

R10 = Syttyvää

R22 = Terveydelle haitallista nieltynä

R20/21/22 = Terveydelle haitallista hengitettynä, joutuessaan iholle ja nieltynä

R23/24/25 = Myrkyllistä hengitettynä, joutuessaan iholle ja nieltynä

R26/27/28 = Erittäin myrkyllistä hengitettynä, joutuessaan iholle ja nieltynä

R34 = Syövyttävää

R35 = Voimakkaasti syövyttävää

R36 = Ärsyttää silmiä

R37 = Ärsyttää hengityselimiä

R36/38 = Ärsyttää silmiä ja ihoa

R36/37/38 = Ärsyttää silmiä, hengityselimiä ja ihoa

R50 = Erittäin myrkyllistä vesiliöille

1.2 Ammoniakki

Kemiallinen kaava: NH_3 (vedetön), NH_4OH (vesiliuos)

Ominaisuudet (25 %:lle vesiliuokselle)

Kiehumispiste	n. 40 °C
Höyrynpaine	33 kPa (15 °C)
Höyryn tiheys (ilma=1)	0,6
Tiheys (vesi=1)	0,9
Leimahduspiste	n. 0 °C
Syttymisrajat	(kaasu) 16-25 til.-%
Itsesyttymislämpötila	n. 650 °C

Luokitus

- vedetön ammoniakki: R10;T; R23;C; R34;N; R50
- ammoniakkiliuos (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Ammoniakki on väritön, pistävänhajuinen neste tai kaasu. Ammoniakki on emäksinen kaasuna, nesteytettyinä ja vesiliuoksena. Ammoniakkikaasu voi palaa, mutta ei syty helposti.

Ammoniakki liukenee hyvin veteen. Liuokset syövyttävät voimakkaasti alumiinia, kuparia, sinkkiä ja näiden lejeerinkejä. Nestemäinen ammoniakki liuottaa monia alkalimetalleja sekä kalsiumia, strontiumia ja bariumia.

Terveysvaarat

Ammoniakkiliuokset ärsyttävät ja syövyttävät limakalvoja, silmiä ja ihoa. Nesteytetty ammoniakki aiheuttaa haihtuessaan iholle lisäksi paleltumisvammoja. Oireita ovat kipu, punoitus, rakkulat, silmäluomien turvotus ja silmän sarveiskalvojen vauriot.

Ammoniakkikaasu ärsyttää ja suurina pitoisuuksina syövyttää suun, nielun ja hengityselinten limakalvoja. Oireina ovat kivut silmissä, nenässä ja nielussa sekä kyynelvuoto, aivastelu ja yskä, joka voi vaikeissa tapauksissa olla kouristuksenomaista.

Alla olevassa taulukossa on esitetty ilman eri ammoniakkipitoisuuksien vaikutuksia.

Ilman NH_3 -pitoisuus ppm	mg/m^3	Vaikutus
20	15	selvä haju
40	29	lievää silmien ärsytystä
100	70	ärsyttää nenää ja silmiä, jatkuva oleskelu ilman hengityssuojainta voi olla vahingollista
300-500	200-350	silmit, nenä ja nielu ärsyyntyvät nopeasti, yli tunnin kestävä oleskelu voi olla vaarallista
2500	1750	lyhytaikainen oleskelu ilman hengityssuojainta on hengenvaarallista

Työhygieeninen raja-arvo: $\text{HTP}_{8\text{h}}$ 25 ppm (18 mg/m^3)

Ympäristövaarallisuus

Ammoniakki on erittäin myrkyllistä kaloille. Ammoniakkiliuosten myrkyllisyys riippuu kuitenkin pH:sta. Neutraalissa liuoksessa kemikaali on ionimuodossa (NH_4^+), joka ei ole yhtä myrkyllistä kuin ammoniakki (NH_3), jota esiintyy enemmän emäksisessä liuoksessa.

1.3 Etikkahappo

Kemiallinen kaava: CH_3COOH

Ominaisuudet (vedettömänä)

Kiehumispiste	118 °C
Höyrynpaine	1,52 kPa (20 °C)
Sulamispiste	17 °C
Höyryn tiheys (ilma=1)	2,1
Tiheys (vesi=1)	1,05
Leimahduspiste	39 °C
Syttymisrajat	4-20 til.-%
Itsesyttymislämpötila	463 °C

Luokitus

- vedetön etikkahappo Xn; R22
- etikkahappoliuos (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Etikkahappo on täysin veteen liukeneva ja liukenee myös useimpiin orgaanisiin liuotimiin. Puhdas etikkahappo kiteytyy 16 °C lämpötilassa. Vesiliuokset syövyttävät voimakkaasti metalleja. Voi reagoida kiivaasti natriumhydroksidin, kaliumhydroksidin ja muiden vahvojen emästen sekä voimakkaiden hapettimien kanssa.

Terveysvaarat

Etikkahappoliuokset aiheuttavat ihoon ja silmiin vaikeasti paranevia syöpymiä. Höyryt ärsyttävät voimakkaasti silmiä ja hengitysteitä. Oireita ovat kyynelvuoto, ihon ja limakalvon ärsytys ja yskä. Alla olevassa taulukossa on esitetty eri etikkahappopitoisuuksien vaikutuksia.

Ilman etikkahappopitoisuus Vaikutus
ppm

0,2-1,0	hajukynnys
40 (5 min)	siedettävä
200-500	ärsyttää voimakkaasti

Työhygieeninen raja-arvo: $\text{HTP}_{8\text{h}}$ 10 ppm (25 mg/m³)

Ympäristövaarallisuus

Etikkahapolla on välittömiä haitallisia vaikutuksia eliöihin sen happamuuden vuoksi.

1.4 Fluorivety ja fluorivetyhappo

Kemiallinen kaava: HF

Ominaisuudet

Kiehumispiste	19,5 °C
Höyrynpaine	104 kPa (20 °C) 50 % HF 17 kPa , 10 % HF 0,018 kPa
Sulamispiste	-83,6 °C
Höyryn tiheys (ilma=1)	1,77
Tiheys (vesi=1)	0,99
Leimahduspiste	ei pala
Syttymisrajat	-
Itsesyttymislämpötila	-

Arvot riippuvat HF-pitoisuudesta.

Luokitus (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Fluorivety on väritön, pistävän hajuinen kaasu kiehumispistettä korkeammassa lämpötilassa ja alemmassa lämpötilassa höyryjä helposti muodostava neste. Se savuaa voimakkaasti ilmassa. Fluorivetyhappo liukenee hyvin veteen ja muodostaa laimennettunakin myrkyllisiä ja syövyttäviä liuoksia. Veteen liukenemisreaktiossa lämmön vapautuminen aiheuttaa roiskevaaran.

Aine syövyttää useita metalleja, lasia ja nahkaa. Samalla kehittyy vetyä, joka saattaa aiheuttaa räjähdysvaaran.

Terveysvaarat

Kaasu ja vesiliuokset aiheuttavat vaikeasti paranevia syöpymiä silmiin, ihoon ja limakalvoille. Aine voi tunkeutua syvälle kudoksiin. Oireena iholla on erittäin voimakas kipu. Laimeampien (alle 20 %) liuosten aiheuttamat oireet voivat ilmetä viivästyneinä. Vakavat ihoaltistukset (2-3 % ihon pinta-alasta) voivat olla hengenvaarallisia.

Kaasun hengittäminen ärsyttää ja syövyttää hengityselimiä. Hengenvaarallisena pidetään 30-60 minuutin oleskelua 50 ppm:n pitoisuudessa.

Työhygieeninen raja-arvo: HTP_{15min} 6 ppm

Ympäristövaarallisuus

Fluorivetyhappo on haitallista vesieliöille.

1.5 Fosforihappo (ortofosforihappo)

Kemiallinen kaava: H_3PO_4 Ominaisuudet (P_2O_5 -pitoisuus 40-50 %)

Kiehumispiste	n. 120 °C
Höyrynpaine	1,1 kPa (25 °C)
Sulamispiste	40 °C
Höyryn tiheys (ilma=1)	3,38
Tiheys (vesi=1)	1,45-1,65
Leimahduspiste	ei pala
Syttymisrajat	-
Itsesyttymislämpötila	-

Luokitus (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Fosforihappo (100 %) on väritön, lähes hajuton, huoneenlämpötilassa kiinteä aine. 85 % vesiliuos on väritön, hajuton ja siirappimainen neste huoneenlämpötilassa. Fosforihappo liukenee täysin veteen, muodostaa laimennettunakin syövyttäviä seoksia. Vapauttaa lämpöä liuetessaan veteen. Reagoi kiivaasti vahvojen hapettimien ja pelkistimien kanssa.

Fosforihappo syövyttää valurautaa ja useita muita metalleja hitaasti, mutta reagoi nopeasti mm. alumiinin kanssa muodostaen syttyvää vetykaasua. Syöpyminen tehostuu, jos lämpötila on yli 82 °C. Ruostumaton teräs ja kumilla päällystetty teräs kestävät hapon vaikutusta.

Terveysvaarat

Happo syövyttää ihoa ja erityisesti silmiä. Teknistä happoa kuumennettaessa vapautuu fosforiyhdisteitä, kuumentamista jatkettaessa myrkyllisiä fosforioksidihöyryjä, jotka ärsyttävät silmiä ja hengityselimiä.

Altistusoireita ovat silmien, nenän ja nielun limakalvojen sekä ihon kirvely.

Työhygieninen raja-arvo: HTP_{8h} 1 mg/m³

Ympäristövaarallisuus

Fosforihapolla on välittömiä haitallisia vaikutuksia eliöihin happamuutensa vuoksi.

1.6 Muurahaishappo

Kemiallinen kaava: HCOOH

Ominaisuudet

Kiehumispiste	101 °C
Höyrynpaine	4,7 kPa (20 °C)
Sulamispiste	8,4 °C (100 %), -5,6 °C (80 %)
Höyryn tiheys (ilma=1)	1,6
Tiheys (vesi=1)	1,22
Leimahduspiste	48 °C (99 %), 59 °C (85 %)
Syttymisrajat	12-38 til.-% (99%), 15-47 til.-% (85%)
Itsesyttymislämpötila	480 °C (99%), 500 °C (85%)

Luokitus (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Muurahaishappo on väritön, pistävänhajuinen, syövyttävä ja savuava neste, joka muodostaa sumua kosteassa ilmassa.

Muurahaishappo liukenee hyvin veteen ja useimpiin orgaanisiin liuottimiin.

Väkevä muurahaishappo muodostaa pitkään varastoitaessa syttyvää ja myrkyllistä hiilimonoksidia. Kuumennettaessa 160 °C:een happo hajoaa hiilimonoksidiksi ja vedeksi. Korkeammissa lämpötiloissa muodostuu hiilimonoksidia ja vetyä. Formaldehydiä muodostuu 300-400 °C:n lämpötilassa. Aine reagoi rajusti emästen kanssa; reaktiossa vapautuu lämpöä.

Muurahaishappo syövyttää useita metalleja (esim. alumiini, lyijy, valurauta). Ruostumaton teräs ja polyeteeni kestävät hapon vaikutusta.

Terveysvaarat

Höyryt ärsyttävät voimakkaasti silmiä ja hengitysteitä. Neste syövyttää silmiä ja ihoa. Oireita ovat silmien sekä nenän ja nielun limankalvojen kirvely. Neste aiheuttaa ihon voimakasta kutinaa ja kirvelyä sekä rakkuloita.

Työhygieeninen raja-arvo: HTP_{8h} 5 ppm (9 mg/m³)

Ympäristövaarallisuus

Muurahaishapolla on välittömiä haitallisia vaikutuksia eliöihin happamuutensa vuoksi.

1.7 Natriumhydroksidi

Kemiallinen kaava: NaOH

Ominaisuudet

	Kiinteä	50 % liuos
Kiehumispiste 1390	143 °C	
Höyrynpaine -	n. 0 kPa, haihtumaton (20 °C)	
Sulamispiste 318 °C	11 °C	
Höyryn tiheys (ilma=1)	-	-
Tiheys (vesi=1)	2,13	1,5
Leimahduspiste	ei pala	ei pala
Syttymisrajat -	-	-
Itsesyttymislämpötila	-	-

Luokitus (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Natriumhydroksidi on vaalea, hajuton, kiinteä aine; sitä käytetään yleensä vesiliuoksena. Huoneenlämpötilassa 50 % vesiliuos on neste, väkevämmät vesiliuokset ovat joko erittäin viskooseja nesteitä tai kiinteitä.

Natriumhydroksidi liukenee veteen erittäin hyvin, se muodostaa tällöin alkalisesti reagoivan, erittäin syövyttävän liuoksen. Veteen liukenemisessä ja kosketuksessa happojen kanssa kehittyy runsaasti lämpöä.

Natriumhydroksidi syövyttää alumiinia, lyijyä, tinaa, sinkkiä ja messinkiä. Reaktiossa metallien kanssa voi kehittyä syttyvää vetykaasua. Tekee pinnat erittäin liukkaiksi.

Terveysvaarat

Sekä vedetön että liuoksena oleva natriumhydroksidi aiheuttaa vaikeita syöpymiä iholle ja silmiin. Oireina ovat liukas ihon pinta, kipu, punoitus sekä rakot ja haavat.

Höyryjen hengittäminen syövyttää voimakkaasti hengityselimiä. Oireita ovat ärsytys hengityselimissä, yskä ja hengitysvaikeudet.

Natriumhydroksidin nieleminen aiheuttaa laajoja syöpymiä suuhun, nieluun ja ruokatorveen, joista saattaa arpimuodostumien vuoksi jäädä pysyviä nielemisvaikeuksia. Oireita ovat suun limakalvojen turpoaminen ja kipu, ruokatorvessa voimakkaat kivut, tukehtumisen tunne ja oksentelu.

Työhygieeninen raja-arvo: HTP_{8h} 2 mg/m³

Ympäristövaarallisuus

Natriumhydroksidin myrkyllisyys perustuu sen voimakkaaseen emäksisyyteen, mistä johtuen sillä on välittömiä haitallisia vaikutuksia eliöihin.

1.8 Rikkihappo

Kemiallinen kaava: H_2SO_4

Ominaisuudet

Kiehumispiste	101-360 °C (10-100% happo)
Höyrynpaine	n.0 kPa (20 °C), vaikeasti haihtuva
Sulamispiste	-5 (10 % happo), -23 (25 %), 10 °C (100%)
Höyryn tiheys (ilma=1)	3,4
Tiheys (vesi=1)	1,0-1,84 (0-100 % happo)
Leimahduspiste	ei pala
Syttymisrajat	-
Itsesyttymislämpötila	-

Luokitus (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Rikkihappo on väritön tai ruskehtava, hajuton tai lievästi pistävän hajuinen neste. Rikkihappo liukenee veteen, jolloin vapautuu runsaasti lämpöä. Väkevän rikkihapon ja veden reaktio on kiivas.

Rikkihappo syövyttää nopeasti mm. alumiinia, kuparia ja niitä sisältäviä seoksia. Reaktiossa metallien kanssa voi kehittyä syttyvää vetykaasua. Orgaaniset aineet, erityisesti vetyä ja happea sisältävät, hiiltyvät rikkihapon vaikutuksesta ja voivat syttyä. Rikkihapon reaktio kloraattien, perkloraatien ja kaliumpermanganaatin kanssa voi aiheuttaa räjähdyksen vapautuvien happiyhdisteiden vuoksi.

Terveysvaarat

Rikkihappo ja sen höyryt syövyttävät ihoa, silmiä ja limakalvoja. Oireita ovat silmien ja limakalvojen kirvely, yskä ja hengitysvaikeudet. Alla olevassa taulukossa on esitetty ilman eri rikkihappopitoisuuksien vaikutuksia.

Ilman H_2SO_4 -pitoisuus ppm	mg/m^3	Vaikutus
0,25	1	hajukynnys, työilman enimmäispitoisuus
0,75	3	selvästi havaittava haju
1,5	6	voimakkaasti ärsyttävä haju
10	40	hengityssuojain välttämätön
20 000	80 000	hengenvaara, tavallinen happosuodattimella varustettu hengityssuojain ei riitä

Työhygieeninen raja-arvo: $\text{HTP}_{8\text{h}}$ 1 mg/m^3

Ympäristövaarallisuus

Rikkihapon myrkyllisyys eliöille perustuu sen voimakkaaseen happamuuteen, mistä johtuen sillä on välittömiä haitallisia vaikutuksia eliöihin.

1.9 Suolahappo (kloorivetyhappo)
Kemiallinen kaava: HCl

Ominaisuudet

Kiehumispiste	108 °C (20% happo)
Höyrynpaine	2,1 kPa (20 °C, 30 % happo)
Sulamispiste	-
Höyryn tiheys (ilma=1)	1,26
Tiheys (vesi=1)	1,01-1,21
Leimahduspiste	ei pala
Syttymisrajat	-
Itsesyttymislämpötila	-

Luokitus (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Suolahappo on kirkas, väritön tai vaalean kellertävä, pistävänhajuinen, savuava neste. Suolahappo on kloorivedyn vesiliuos. Kloorivety liukenee täydellisesti veteen. Suolahappo reagoi monien metallien kanssa. Tällöin syntyy helposti syttyvää vetykaasua.

Terveysvaarat

Suolahappoliuokset syövyttävät ja ärsyttävät ihoa, limakalvoja ja silmiä. Oireita ovat kirvely, rakot ja palovammat.

Suolahappohöyryt ärsyttävät ja suuret pitoisuudet syövyttävät silmiä, limakalvoja ja hengityselimiä. Oireita ovat yskä, kirvely, kyynelvuoto ja hengitysvaikeudet. Alla olevassa taulukossa on esitetty ilman eri suolahappopitoisuuksien vaikutuksia.

Ilman HCl-pitoisuus ppm	mg/m ³	Vaikutus
1-5		hajukynnys
5	7	jatkuva oleskelu voi olla vaarallista
50	75	tunnin oleskelu saattaa aiheuttaa myrkytyksen
1500		aiheuttaa kuoleman muutamassa minuutissa

Työhygieninen raja-arvo: HTP_{8h} 5 ppm (7 mg/m³)

Ympäristövaarallisuus

Suolahapon myrkyllisyys eliölle perustuu sen voimakkaaseen happamuuteen, mistä johtuen sillä on välittömiä haitallisia vaikutuksia eliöihin.

1.10 Typpihappo

Kemiallinen kaava: HNO_3

Ominaisuudet

Kiehumispiste	83 °C (100% happo), 120 °C (60 % happo)
Höyrynpaine (%)	6,0 kPa (20 °C, 100 % happo), 0,9 kPa (67 %)
Sulamispiste	-42 °C (100 % happo), 25 °C (60% happo)
Höyryn tiheys (ilma=1)	3,2
Tiheys (vesi=1)	1,05-1,50 (0-100 % happo)
Leimahduspiste	ei pala
Syttymisrajat	-
Itsesyttymislämpötila	-

Luokitus (ks. liitteen 1.1 taulukko)

Typpihappo on kirkas, väritön tai kellertävä, väkevänä savuava (typpioksidien vapautuminen) happo. Laimea happo on hajuton, väkevän hapon haju on pistävä.

Typpihappo liukenee veteen täysin. Tällöin vapautuu lämpöä ja myrkyllisiä typen oksideja. Aine reagoi kiivaasti eräiden orgaanisten aineiden kanssa (mm. alkoholit, etikkahappo, palavat nesteet ja kaasut) sekä rikkivedyn, kromihapon ja syaanivedyn kanssa. Reaktio voi aiheuttaa syttymisvaaran ja reaktiossa voi vapautua myrkyllisiä typenoksideja.

Typpihappo syövyttää tekstiilejä ja useimpia metalleja mm. kuparia, rautaa. Aine saattaa syövyttää myös terästä ja monel-metallia.

Terveysvaarat

Happoliuokset ja höyryt ärsyttävät ja syövyttävät voimakkaasti ihoa, silmiä ja limakalvoja. Haavat paranevat hyvin hitaasti.

Höyryt ja hapon hajoamistuotteena syntyvät typen oksidit ärsyttävät ja syövyttävät silmiä ja hengitysteitä. Typpioksidi voi aiheuttaa useiden tuntien viiveellä keuhkopöhöä, jonka oireita ovat yskä ja hengenahdistus.

Työhygieeninen raja-arvo: HTP_{8h} 2 ppm (5 mg/m³)

Ympäristövaarallisuus

Typpihapon myrkyllisyys eliöille perustuu sen voimakkaaseen happamuuteen, mistä johtuen sillä on välittömiä haitallisia vaikutuksia eliöihin. Neutralointi ei poista vaarallisuutta, koska myös nitraatti on haitallista eliöille.

LIITE 2

2. HAPPOJEN JA EMÄSTEN VAIKUTUS BETONIIN

<u>Yhdiste</u>		<u>Vaikutus betoniin</u>
alikalloorihapoke	10 %	syövyttää hitaasti
ammoniumhydroksidi		ei haitallista vaikutusta
arsenihappo		"
bariumhydroksidi		ei haitallista vaikutusta
boorihappo		vaikutus mitätön
etikkahappo	10 %	rapauttaa hitaasti
	30 %	"
jääetikka	kons.	"
fluorivetyhappo	10 %	syövyttää nopeasti, myös teräksiä
	30 %	"
	40 %	"
	75 %	"
fosforihappo	10 %	rapauttaa hitaasti
	85 %	"
happamet vedet (pH ≤ 6,5)		rapauttaa hitaasti, teräkset voivat syöpyä
hiilihappo		rapauttaa hitaasti, teräskorroosio
humushapot		syövyttävät ja rapauttavat hitaasti
kaliiumhydroksidi	5 %	ei haitallista vaikutusta
	25 %	syövyttää
	95 %	syövyttää
kalsiumhydroksidi		ei haitallista vaikutusta
kloorivetyhappo	10 %	syövyttää nopeasti myös teräkset
(suolahappo)	30 %	"
	37 %	"
kromihappo	5 %	teräkset voivat syöpyä
	10 %	"
	50 %	"
	60 %	"
maitohappo	5 %	syövyttää hitaasti
	25 %	syövyttää
muurahaishappo	10 %	syövyttää hitaasti
	30 %	"
	90%	"
natriumhydroksidi	1 %	ei haitallista vaikutusta
	10 %	"
	20 %	syövyttää
	25 %	"
	40 %	"
oksaalihappo		ei haitallista vaikutusta, suojaa säiliöitä heikkoja happoja ja suolavettä vastaan
perkloorihappo	10 %	syövyttää
puuvillasiemenöljy		rapauttaa etenkin ilman läsnäollessa
pyriitti eli rikkikiisu		ks. rautasulfidi ja CuS

rikkidioksidi		muodostaa rikkihapoketta
riikkihappo	10 %	tuhoaa nopeasti
	30 %	"
	50 %	"
	60 %	"
	70 %	"
	80 %	"
	93 %	syövyttää
	kons.	"
	savuava	"
riikkihapoke		syövyttää nopeasti
riikkivety		vaaraton, mutta kosteassa hapettavassa ympäristössä muuttuu rikkihapoksi ja syövyttää hitaasti
typpihappo	2 %	syövyttää nopeasti
	5 %	"
	10 %	"
	20 %	"
	30 %	"
	40 %	"
viinihappoliuos		ei haitallista vaikutusta

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

LIITE 3

3. ERÄIDEN HAPPOJEN JA EMÄSTEN VAIKUTUS YLEISIMPIIN RAKENNEAINEISIIN

			RAKENNEAINE			
Happo tai emäs	Lämpö-tila	Väkevyys	Fe 37 Fe 44 Fe 52 H II RAEX-la adut	austeniittinen ruostumaton teräs: SIS 2333, AISI 304, SFS 725 Cr 18%, Ni 9%	austeniittinen haponkestävä teräs: SIS 2343 AISI 316, SFS 757 Cr 17%, Ni 12% Cr 17%, Ni 12% Mo 2,5 %	austeniittinen haponkestävä erikoisteräs: SIS 2562 Cr 20%, Ni 25%, Mo 4,5%, Cu 1,5% ³
Ammoniakki	0 °C -KP	Kaikki väke-	0 0	0 0	0 0	0 0

		vydyt	0	0	0	0
Etikkahappo	20°C	10 %	1	0	0	0
		50 %	2	0	0	0
		100 %	2	0	0	0
Fluorivety	20°C	10 %	2	2	2	2
	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
		85 %	2	0	0	0
Muura- hais-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
	60°C	50 %	1	0	0	0
Rikkihappo	20°C	1 %	2	0	0	0
		50 %	2	2	2	0
		96 %	0	0	0	0
Suolahappo	20°C	1 %	2	1 (P)	0 (P)	0 (P)
		5 %	2	2	2	2
		30-37%	2	2	2	2
Typpihappo	20°C	5 %	2	0	0	0
		50 %	2	0	0	0
		90 %	2	0	0	0

SELITYKSET:

P = piste- ja piilokorroosiovaara

<u>symboli</u>	<u>korroosionopeus</u>	<u>symboli</u>	<u>materiaalin käyttö- kelpoisuus</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 korroosio, ei käyttökelpoinen

Lähde: Korroosiotaulukot, ruostumattomat teräkset, Jernkontoret, Stockholm 1979

4. KOKEMUKSIA KESTOMUOVIEEN KÄYTTÖSTÄ PROSESSILAITTEISSA /Korroosiokäsikirja, korroosioyhdistys 1985/

Soveltuvia kestämuovien käyttökohteita ovat esim.:

Korkein käyttölämpötila

PVC (polyvinyylidikloridi)

- | | |
|--|-------------|
| - pintakäsittelyaltaan 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 (polyvinyylidienifluoridi)

- | | |
|--|--------------|
| - happosäiliöt ja putkistot, rikkihappo, suolahappo, fluorivetyhappo, typpihappo | t max 90 °C |
| - haihduttimet | 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 |

E/CTFE (eteeni/monoklooritrifluorieteenikopolymeeri)

- | | |
|-------------------------------------|-------------|
| - happosäiliöt, rikkihappo | t max 90 °C |
| - kloorikaasuputkistot | t max 90 °C |
| - liuosputkistot, natriumklooraatti | t max 60 °C |

5. YMPYRÄPOHJAISTEN SUORASEINÄISTEN SÄILIÖIDEN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSESSA ESITETTÄVÄT ASIAKIRJAT

1. Perustuksen osalta esitetään:

- 1.1. piirustukset
- 1.2. selvitykset maaperätutkimuksista
- 1.3. tiiviyden tarkastuspöytäkirjat (standardi SFS 2679)
- 1.4. asiantuntijan lausunto

2. Säiliöiden osalta esitetään:

- 2.1. hitsaajien pätevyystodistukset standardin SFS-EN 287-1 mukaisesti

2.2. luettelo hitsauslisäaineista ja niiden hyväksyttävyyks käytetyille materiaaleille

- 2.3. esikuumennusselvitykset riippuen käytetyistä materiaaleista

- 2.4. aineistodistukset (standardin SFS 3354 mukaisesti):

2.4.1. reunalevyjen ja vaipan alasarjan osalta standardin SFS-EN 10204 mukainen vastaanottodistustus 3.1.B, jos materiaalin paksuus on 10 mm tai yli, muuten toimituseräkohtainen koetustodistus 2.3.

2.4.2. muiden vaippalevyjen osalta standardin SFS-EN 10204 mukainen toimituseräkohtainen koetustodistus 2.3.

2.4.3. pohja- ja kattolevyjen osalta standardin SFS-EN 10204 mukainen laatuvaraus 2.1.

- 2.4.4. liitteessä 1 esitettyjen säiliön tarkastusten pöytäkirjat

LIITE 6

6. KEMIKAALISÄILIÖN SÄILIÖKIRJAN SISÄLTÖ

1. Säiliön rakennesuunnitelma piirustuksineen

2. Säiliön rakentamisasiakirjat:

- 2.1. aineodistukset
- 2.2. reuna- ja pohjalevyjen sulatusnumerokartta
- 2.3. hitsaajien pätevyystodistukset
- 2.4. valmistajan vakuutustodistus
- 2.5. hitsauslisäaineeselvitykset
- 2.6. selvitykset esikuumennuksista.

3. Säiliön tarkastusasiakirjat:

- 3.1. pöytäkirjat aineettariikkomattomista tarkastuksista kaavioineen
- 3.2. pohjan ja katon tiivistarkastuspöytäkirjat
- 3.3. vesitäytön pöytäkirja
- 3.4. vaipan yhteiden vahvistuslevyjen tiivistarkastuspöytäkirjat
- 3.5. sisäpuolisen paineenalaisen putkiston painekoepöytäkirja

4. Perustusasiakirjat:

- 4.1. piirustukset
- 4.2. asiantuntijan lausunnot

5. Säiliön huolto- sekä sisä- ja ulkopuolinen tarkastussuunnitelma sekä pöytäkirjat
tehdyistä tarkastuksista havaintoineen

6. Tehdyt korjaustoimet ja mahdolliset rakenteen muutokset

7. HAPPO- JA EMÄSONNETTOMUUKSIA KOSKEVAT ENSIAPUOHJEET

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

Siirrä altistunut henkilö raittiiseen ilmaan. Jos ilmenee hengitysvaikeuksia, anna hapenantolaitteella lisähappea.

Roiskeet silmään

Huuhtelee silmää runsaalla vedellä (paina pää vesiastiaan ja räpyttele silmiä tai käytä juoksevaa vettä) heti kun se on mahdollista. Jatka huuhtelua keskeytyksettä vähintään 15 minuuttia ennen hoitopaikkaan kuljetusta ja, jos silmään on roiskunut vahvaa emästä, tarvittaessa koko hoitopaikkaan kuljetuksen ajan.

Ihokosketus

Vakavissa onnettomuuksissa huuhtelu runsaalla vedellä (hätäsuihku) on aloitettava viivytyksettä vaatteet päällä. Sen jälkeen saastunut vaatetus riisutaan (avustavalla henkilöllä suojakäsineet) ja eristetään tarvittaessa. Ihon huuhtelua jatketaan tarvittaessa jopa 15 minuuttia ennen hoitopaikkaan kuljetusta.

Fluorivetyhapon aiheuttamat ihovammat vaativat välitöntä hoitoa esim. kalsiumglukonaattigeelillä, jota tulisi olla saatavilla työpaikalla.

Suun kautta tapahtunut altistuminen

Jos happoa tai emästä on nielty, suuta voi huuhdella vedellä. Jos henkilö on niellyt väkevää happoa tai emästä, ei häntä saa oksettaa, mutta hänelle voi antaa vettä enintään juomalasillinen hapon tai emäksen laimentamiseksi, jos kipu sen sallii. Tajuttomalle tai kouristelevalle potilaalle ei saa antaa mitään suun kautta.

Kaikki happojen ja emästen aiheuttamat vammat kuuluvat välittömästi lääkärin hoitoon lukuun ottamatta vähäisempiä ihovaurioita.

Tarkempia ohjeita voi kysyä Myrkytystietokeskuksesta,

puh. 09-471 977 (suora) tai 09-4711 (vaihde)

8. OPAAASEEN LIITTYVÄT JULKAISUT

Lainsäädäntöä (vain alkuperäisen säädöksen numero)	
Laki räjähdysvaarallisista aineista	263/1953
Kemikaalilaki	744/1989
Kemikaaliasetus	675/1993
Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista	59/1999
Asetus vaarallisten kemikaalien vähittäismyynnistä	676/1993
Valtioneuvoston asetus biosidivalmisteista	466/2000
Suojauskemikaaliasetus	123/1994
- kumottu asetuksella 466/2000, sovelletaan siirtymäaikana asetuksessa esitetyllä tavalla	
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös palavista nesteistä	313/1985
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös uusien aineiden ilmoitusmenettelystä	1642/1993
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä	979/1997
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös vaarallisten aineiden luettelosta	1059/1999
Ympäristöministeriön asetus biosidivalmisteita ja niiden tehoaineita koskevista hakemuksista ja ilmoituksista	467/2000
Ympäristöministeriön päätös suojauskemikaalien ennakkohyväksymis- ja ilmoitusmenettelystä	256/1994
- kumottu asetuksella 467/2000, sovelletaan siirtymäaikana asetuksessa esitetyllä tavalla	
Työturvallisuuslaki	299/1958

Valtioneuvoston päätös vaarallisia aineita sisältävistä säiliöistä ja niiden merkinnöistä	421/1989	
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös vaarallisen kemikaalin päällyksen turvasulkimesta sekä näkövammaisille tarkoitettuun vaaratunnuksesta	351/1998	
Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä	976/1994	
Valtioneuvoston päätös työntekijöiden suojelemisesta kemiallisille tekijöille altistumiseen liittyviltä vaaroilta		920/1992
Valtioneuvoston päätös työntekijöille aiheutuvan suuronnettomuusvaaran torjunnasta		922/1999
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista	365/1998	
Työministeriön päätös käyttöturvallisuustiedotteesta	779/1993	
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös vaaraa aiheuttavia kemikaaleja koskevien tietojen toimittamisesta	377/1998	
Työministeriön päätös vaaraa aiheuttavia kemikaaleja koskevien tietojen toimittamisesta - kumottu mutta liitteet 1, 2, 5, 6 edelleen voimassa	780/1993	
Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta	719/1994	
Asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä	632/1996	
Asetus vaarallisten aineiden kuljettajien ajoluovasta	1112/1998	
Asetus vaarallisten aineiden maantiekuljetusten turvallisuusneuvonantajista	127/1999	
Liikenneministeriön päätös vaarallisten aineiden maantiekuljetusten turvallisuusneuvonantajasta	188/1999	
Liikenneministeriön päätös vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä	660/1997	
Liikenneministeriön päätös vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautateillä	901/1997	

Asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta kappaletavarana aluksessa	666/1998
Merenkululaitoksen päätös vaarallisten aineiden kuljetuksesta kappaletavarana aluksessa	MKL:n tiedotuslehti 23/1998
Liikenneministeriön asetus kuljetettavista painelaitteista ja vaarallisten aineiden kuljetukseen käytettävistä paineella tyhjennettävistä tai täytettävistä säiliöistä	579/2000
Painelaitelaki	869/1999
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös yksinkertaisista painesäiliöistä	917/1999
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista	938/1999
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta	953/1999
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös höyrykattilaan tai painesäiliöön liitetyistä putkistoista	71/1975
Asetus räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä	917/1996
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelyistä	918/1996
Pelastustoimilaki	561/1999
Pelastustoimiasetus	857/1999
Sisäasiainministeriön määräys varautumisesta kemikaalionnettomuuksiin	A:63/1999
Ympäristönsuojelulaki	86/2000
Ympäristönsuojeluasetus	169/2000
Laki ympäristönsuojelulainsäädännön voimaanpanosta	113/2000
Valtioneuvoston päätös eräiden ympäristölle tai terveydelle vaarallisten aineiden johtamisesta vesiin	363/1994
Valtioneuvoston päätös yleisestä viemäristä ja eräiltä teollisuudenaloilta vesiin johdettavien jätevesien sekä teollisuudesta yleiseen viemäriin johdettavien jätevesien käsittelystä	365/1994

Nestekaasuasetus	711/1993
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös nestekaasuasetuksen soveltamisesta	344/1997
Maankäyttö- ja rakennuslaki	132/1999
Maankäyttö- ja rakennusasetus	895/1999
ADR-sopimus, vaarallisten tavaroiden kansainvälisistä tiekuljetuksista tehty eurooppalainen sopimus	
RID-määräykset, vaarallisten tavaroiden kansainvälisiä rautatiekuljetuksia koskevat määräykset	
IMDG-koodi, kansainvälinen säännöstö vaarallisten aineiden kuljetuksesta merellä	
ICAO-määräykset, kansainväliset vaarallisten aineiden ilmakuljetusmääräykset	
Suomen rakentamismääräyskokoelma	

Kokoelmat

Työpaikan kemikaalilainsäädäntö, lakikokoelma, Oy Edita Ab 2000

Pyötsiä Juha, Kemikaalilaki, Opas valmistajille ja käyttäjille, 4. uudistettu painos, Chemas Oy 1999

Räjähdyksivaaralliset aineet, painelaitteet, lakikokoelma, Painatuskeskus 2000

Palavat nesteet ja öljylämmityslaitokset, SFS-käsikirja 39, Suomen Standardisoimisliitto r.y., SFS 1997

Ohjeet

TUKES-ohje K1-97 "Terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien varastointi"

TUKES-ohje K1-1999 "Turvallisuusselvitys"

TUKES-ohje K2-1999 "Sisäinen pelastussuunnitelma"

TUKES-ohje K3-1999 "Pohjavesien suojelu kemikaaleja käsittelevässä laitoksessa"

TUKES-ohje K4 - 2000 "Toimintaperiaateasiakirja"

TUKES-ohje P3 - 1999 "Paineastiasäädösten soveltamista yhtenäistäviä ohjeita"

TUKES-ohje S4-1999 “Sähkölaitteistot“

Ohjeet eräiden vaarallisten aineiden aiheuttaman vahingon varalta, sisäasiainministeriö, pelastusosaston julkaisuja

Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet, OVA-ohjeet. Chemas Oy 1992 ja 1994

[Teollisuus- ja satamaradat. Rakenne ja kunnossapito, ohjeita ja suosituksia. VR kirjapaino, 2000.](#)

Ohje kemikaalien kappalevarastosta, Kemikaalineuvottelukunta, [sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2000:5](#). Chemas Oy, 2000.

Ympäristölle vaaralliset kemikaalit, teollinen käsittely ja varastointi. Kemikaalineuvottelukunta, [sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2000:2](#). Chemas Oy, 2000

Kemikaalien turvallinen käsittely ja varastointi – pintakäsittelylaitos– maalaamo–pakkaamo. Kemikaalineuvottelukunta, sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 1997:5. Chemas Oy

Teollisesti käsiteltävät hapettavat kemikaalit. Kemikaalineuvottelukunta, sosiaali- ja terveysministeriön monisteita 1997:24 (uusittavana)

Kemikaaleja käsitteleviltä ja varastoivilta toiminnanharjoittajilta edellytettäviä vaarojen arviointeja. Kemikaalineuvottelukunta, sosiaali- ja terveysministeriön monisteita 1998:4

Muut julkaisut

Suomen luokitellut pohjavesialueet, Suomen ympäristökeskus, julkaisusarja Suomen ympäristö, no 55, 1996

Korroosiokäsikirja, Suomen korroosioyhdistys, 1988

Kovettuneen betonin perusominaisuudet, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, betoni- ja silikaattiteknikan laboratorio, Tiedonanto 74, 1980

Korroosiotaulukot, ruostumattomat teräkset, Jernkontoret, Stockholm, 1979

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), Registry of Toxic Effects of Chemical Substances

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, van Nostrand Reinhold Company, New York 1991, VIII Edition

Hommel, G., Handbuch der gefährlichen Güter, Springer-Verlag, Berlin

Lauwerys, R.L., Teollisuustoksikologia, osat 1 ja 2, Työterveyslaitos 1979

Vaarallisten aineiden torjunta, Sisäasiainministeriö, Painatuskeskus 1990

The storage of flammable liquids in containers, Health & Safety Executive, 1990

Ympäristöriskien käsittely kaavoituksessa, ympäristöministeriö, Opas 2, 1995

Ovatko luvat kunnossa? Kemianteollisuuden luvat ja velvoitteet. 2. painos, Chemas Oy, 1999

Vaaralliset kemikaalit. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö, työsuojeluoppaita ja -ohjeita 20, 2000

Standardit

SFS-käsikirja 59	Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu. Palavat nesteet ja kaasut
SFS-käsikirja 60	Räjähdyksvaaralliset pölyt. Turvallisuusohjeet
SFS 2120	Hitsattavat saumattomat putkenosat. Käyrät 3D. Mitat ja käyttöpaineet
SFS-EN 287-1	Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset
SFS 2223	Paineastian hitsaaminen. Yleiset valmistusohjeet
SFS-EN 499	Hitsausaineet. Hitsauspuikot seostamattomien terästen ja hienoraeterästen puikkohitsaukseen. Luokittelu
SFS-EN 1708-1	Hitsaus. Hitsausliitosten liitosmuodot teräksille. Osa 1: Paineenalaiset osat
SFS 2373	Hitsaus. Staattisesti kuormitettujen teräsrakenteiden hitsausliitosten mitoitus ja lujuuslaskenta.
SFS 2610	Paineastian mitoitus. Mitoituksen perusteet.
SFS 2679	Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden säiliö. Perustus
SFS 2733	Palavien nesteiden varastointi ja käsittely. Teräksinen maanpäällinen lieriömäinen makaava säiliö
SFS 2734	Palavien nesteiden varastointi ja käsittely. Teräksinen maanpäällinen lieriömäinen pystysäiliö.
SFS 2735	Palavien nesteiden varastointi ja käsittely. Teräksinen maanpäällinen suorakulmainen säiliö
SFS 2736	Palavien nesteiden varastointi ja käsittely. Teräksinen maanalainen lieriömäinen makaava säiliö
SFS 2737	Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö. Tilavuus $\leq 500 \text{ m}^3$. Ainevaatimukset ja mitoitus
SFS 2740	Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö. Tilavuus $> 500 \text{ m}^3$. Ainevaatimukset ja mitoitus
SFS-EN 976-1	Underground tanks of glass-reinforced plastics (GRP). Horizontal cylindrical tanks for the non-pressure storage of liquid petroleum based fuels. Part 1: Requirements and test methods for single wall tanks
SFS-EN 976-2	Underground tanks of glass-reinforced plastics (GRP). Horizontal cylindrical

tanks for the non-pressure storage of liquid petroleum based fuels. Part 2: Transport, handling, storage and installation of single wall tanks

- SFS-EN 977 Underground tanks of glass-reinforced plastics (GRP). Method for one side exposure to fluids
- SFS-EN 978 Underground tanks of glass-reinforced plastics (GRP). Determination of factor alpha and factor beta
- SFS 2896 Maakaasuputkisto. Rakentaminen
- SFS 3154 Muoviputket. Polyeteenin kemiallinen kestävyys
- SFS 3155 Muoviputket. Polyvinyylidikloridin kemiallinen kestävyys
- SFS 3273 Paineastiain mitoitus. Putkistot. Mitoituksen perusteet
- SFS 3274 Paineastiain mitoitus. Putkistot. Suora putki. Sisäinen paine
- SFS 3275 Paineastiain mitoitus. Putkistot. Putkikäyrä. Sisäinen paine.
- SFS 3323 Paineastiain sijoitus. Varustelu ja käyttö. Putkistot
- SFS-EN 756 Hitsausaineet. Hitsauslangat ja lanka-jauheyhdistelmät seostamattomien terästen ja hienoraeterästen jauhekaarihitsaukseen. Luokittelu
- SFS-EN 440 Hitsausaineet. Hitsauslangat ja hitsiaineet seostamattomien terästen ja hienoraeterästen metallikaasukaarihitsaukseen. Luokittelu
- SFS 3341 Kuljetettavat kaasusäiliöt. Täyttö -ja tyhjennyslaitokset
- SFS 3350 Palavien nesteiden varastopaikka ja siellä olevat palavan nesteen käsittelypaikat
- SFS 3353 Palavan nesteen valmistuslaitos ja teknillinen käyttölaitos
- SFS 3356 Palavan nesteen putkisto
- SFS 3459 Muoviputket. Polypropeenin kemiallinen kestävyys
- SFS-EN 1600 Hitsausaineet. Hitsauspuikot ruostumattomien ja tulenkestävien terästen puikkohitsaukseen. Luokittelu
- SFS 3701 Putkistojen merkintä virtaavan aineen tunnuksin. Tunnusvärit ja -kilvet
- SFS 3761 Maalit ja lakat. Teräspintojen ruostumisasteet ja ruosteenpoistoasteet
- SFS 3915 LM-säiliöt. Polttoöljyn varastosäiliöt sisätiloissa. Rakenne ja yleiset ominaisuudet
- SFS 3916 LM-säiliöt. Polttoöljyn varastosäiliöt sisätiloissa. Laatuvaatimukset
- SFS 3975 Teollisuuseristykset. Putki-, säiliö- ja laite-eristykset. Käsitteet ja määritelmät
- SFS 3976 Putki-, säiliö- ja laite-eristykset. Eristeet, eristys-elementit ja päällysteet

- SFS 3977 Putki-, säiliö- ja laite-eristykset. Mitoitus
- SFS 3978 Putki-, säiliö- ja laite-eristykset. Lämpöeristystyön suoritus
- SFS 3979 Putki-, säiliö- ja laite-eristykset. Valvonta ja mittaus
- SFS 4161 Hitsatut ruostumattomat teräsputket. Mitat, massat, painekertoimet ja tekniset toimitusehdot
- SFS 4162 Ruostumattomat putkikartiot. Mitat, massat, painekertoimet ja tekniset toimitusehdot
- SFS 4163 Hitsatut ruostumattomat putkikäyrät. Mitat, massat, painekertoimet ja tekniset toimitusehdot
- SFS 4164 Hitsatut ruostumattomat T-putket. Mitat, massat, painekertoimet ja tekniset toimitusehdot
- SFS 4949 Hitsattavat saumattomat putkenosat. Päädyt. Mitat ja käyttöpaineet
- SFS 5491 Vaaralliset kemikaalit. Säiliöiden merkitseminen
- SFS-EN 10 204 Metallivalmisteet. Aineodistukset
- SFS 5411 Häätätilanteisiin tarkoitettut suihkut. Turvallisuus

Internet - sivuja

OVA-ohjeet: <http://www.occuphealth.fi/tt/OVA/index.html>

Edita laki- ja yrityskirjat: <http://www.edita.fi/laki/index.html>

TietoEnator, Tietopalvelut: <http://www.tt-tietopalvelut.fi/>

Turvatekniikan keskus: <http://www.tukes.fi/>

Yrityksen ja yhteisön ympäristötieto: <http://www.vyh.fi/palvelut/yritys/yritys.htm>

Kemikaalien ympäristötietopalvelu: <http://www.vyh.fi/palvelut/yritys/kemik/tpalv.htm>

Ajoneuvohallintokeskus: <http://www.ake.fi/> (kuljetusten turvallisuusneuvonantaja)

Kemikaalineuvottelukunta: <http://www.vn.fi/stm/suomi/eho/kenk/kemkoti.htm>