

MINISTERIE VAN TEWERKSTELLING EN ARBEID  
ADMINISTRATIE VAN DE ARBEIDSVEILIGHEID  
TECHNISCHE INSPECTIE  
DIRECTIE CHEMISCHE RISICO'S

---

CHECKLIST

---

kenmerk: CRC/CL/003  
versie: 1.1  
datum: september 1996

---

CHECKLIST CHLOOR

---

## Inhoud

### A. INLEIDING

1. **Doelstelling**
2. **Toepassingsgebied**
3. **Referenties**
4. **Eigenschappen van chloor**
5. **Gebruiksaanwijzing**

### B. CHECKLIST

---

*Deze checklijst is opgesteld door:*

*Directie Chemische Risico's  
Ministerie van Tewerkstelling en Arbeid  
Belliardstraat 51 1040 Brussel*

*Eindredactie: ir. Peter Vansina  
Vertaling: -*

## A. INLEIDING

### 1. Doelstelling

Dit document is gebaseerd op een aantal gezaghebbende publicaties (cfr. 3) die richtlijnen bevatten op het vlak van het ontwerpen en het exploiteren van chlooropslagplaatsen en toebehoren. De checklist laat bijgevolg toe om op een systematische wijze na te gaan of de risico's voor zware ongevallen die eigen zijn aan dergelijke installaties wel degelijk zijn onderkend en in voldoende mate worden beheerst, volgens de huidige inzichten en aanbevelingen ter zake.

Deze checklist geeft een overzicht van de belangrijke risicovelden en van de mogelijke maatregelen om de risico's te beperken of om de beoogde veiligheidsobjectieven te bereiken. Deze preventiemaatregelen zijn niet tot in het kleinste detail omschreven en hebben evenmin de pretentie volledig te zijn. De uiteindelijke keuze en de concrete implementatie van de best geschikte maatregelen moeten evenwel door de betrokken exploitant kunnen worden verantwoord.

Dit document is in eerste instantie bedoeld als intern inspectie-instrument voor de Directie Chemische Risico's van de Technische Inspectie. In het kader van het open beleid van de dienst wordt het eveneens vrij ter beschikking gesteld van de bedrijven, teneinde hen toe te laten zelf een onderzoek uit te voeren en er de gepaste conclusies uit te trekken ter verbetering van het beheerssysteem op het vlak van de preventie van zware ongevallen.

### 2. Toepassingsgebied

De checklist in dit document is van toepassing op volgende activiteiten of installaties:

- het lossen van chloor in de vloeibare fase vanuit een transportreservoir naar een stationaire opslagtank,
- het lossen van chloor in dampfase naar een verbruiker (af te raden praktijk),
- de opslag van chloor onder druk in stationaire, bovengrondse reservoirs,
- gesloten ruimten met een risico voor chlooruitbraak,
- leidingen voor vloeibaar chloor
- chloorverdampers
- chloorvernietigingsinstallaties

### **3. Referenties**

Deze checklist werd integraal opgesteld op basis van de volgende gepubliceerde aanbevelingen.

- [1].            *Titel:*      Chloor, opslag en gebruik  
                 *Opgesteld door:*      Commissie Preventie van Rampen door Gevaarlijke Stoffen  
                 *Uitgave:*              Tweede druk, 1983
  
- [2].            *Titel:*      Safety advice for bulk chlorine installations  
                 *Opgesteld door:*      Health and Safety Executive  
                 *Uitgave:*              -
  
- [3].            *Titel:*      Pressure storage of liquid chlorine (Gest 72/10)  
                 *Opgesteld door:*      Euro Chlor  
                 *Uitgave:*              8ste uitgave, juni 1993
  
- [4].            *Titel:*      Chlorine vaporisers (Gest 75/47)  
                 *Opgesteld door:*      Euro Chlor  
                 *Uitgave:*              8ste uitgave, januari 1980
  
- [5].            *Titel:*      Equipment for the treatment of gaseous effluents containing chlorine  
                 (Gest 76/52)  
                 *Opgesteld door:*      Euro Chlor  
                 *Uitgave:*              9de uitgave, october 1986
  
- [6].            *Titel:*      Maximum levels of nitrogen trichloride in liquid chlorine (Gest 76/55)  
                 *Opgesteld door:*      Euro Chlor  
                 *Uitgave:*              9de uitgave, september 1990
  
- [7].            *Titel:*      Dry liquid chlorine systems located inside producers' or consumers'  
                 plants (Gest 79/81)  
                 *Opgesteld door:*      Euro Chlor  
                 *Uitgave:*              7de uitgave, september 1986
  
- [8].            *Titel:*      A scheme for safety visits to chlorine customers plant (Gest 92/175)  
                 *Opgesteld door:*      Euro Chlor  
                 *Uitgave:*              1ste uitgave, 1993

## 4. Eigenschappen van chloor

In dit deel wordt zeer beknopt enige achtergrondinformatie gegeven in verband met chloor die relevant kan zijn voor een goed begrip en toepassing van de checklijst.

### 4.1. Fysische eigenschappen

- chloor damp is 2,5 keer zwaarder dan lucht.
- kookpunt bij 1 bar: -34 °C
- kookpunt bij 7 bar: 20 °C
- kookpunt bij 25 bar: 78 °C; 25 bar is een typische beproevingsdruk van tanks en gasflessen
- de oplosbaarheid van Cl<sub>2</sub> in water is beperkt (7,23 kg/m<sup>3</sup>, bij een constante totaaldruk (H<sub>2</sub>O + Cl<sub>2</sub>) van 1 atmosfeer). Het aanwenden van watergordijnen bij een chloorlek dient hoofdzakelijk als mechanische barrière tegen de verspreiding van de wolk.

### 4.2. Toxiciteit

|                        |  |
|------------------------|--|
| reukgrens              | 0,2 ppm tot 0,5 ppm                      |
| TLV-waarde             | 0,5 ppm                                  |
| ernstige moeilijkheden | 10 ppm                                   |
| longoedeem:            | 30 ppm (10'), 50 ppm (kort)              |
| dodelijk               | 1000 ppm (ogenblikkelijke blootstelling) |

Een lek van 1 liter vloeibaar Cl<sub>2</sub> vormt 500 liter gasvormig Cl<sub>2</sub>; om een lek van 1 liter vloeibare Chloor te verdunnen tot een waarde van 10 ppm (ernstige moeilijkheden) heeft men bijgevolg 50 000 m<sup>3</sup> lucht nodig.

### 4.3. Wijzen van opslag van vloeibare Chloor

De wijzen van opslag van vloeibare chloor wordt hoofdzakelijk bepaald door de opslagcapaciteit. Hieronder worden enkele indicatieve waarden gegeven:

- minder dan 50 ton: in transportreservoirs onder druk
- tussen 50 en 1000 ton: in stalen reservoirs van maximaal 300 à 500 ton onder druk
- vanaf 1000 ton: eventuele opslag bij omgevingsdruk en -34°C; dergelijke capaciteiten zijn doorgaans enkel bij de chloorproducenten te vinden.

### 4.4. Reactiviteit

- in aanwezigheid van vocht: zeer corrosief  
praktische consequenties:
  - een chloorlek nooit met water besproeien, corrosie vergroot de lekkende opening
  - vermijden dat water installatie binnendringt
  - droog chloor: ongelegeerd of C-staal
  - vochtig chloor: tantaal, Hastelloy, PVC, ....

- verbrandingsreactie bij 250 °C met een blok massief ijzer; fijner verdeeld ijzer zal een lagere ontbindingstemperatuur vertonen (bv. omgevingstemperatuur voor een fijne ijzeren gaasstructuur)
- sterk oxidans:
  - vermijd contact met reducerende stoffen als vetten, oliën, organische stoffen
  - geen ofwel aangepaste smeermiddelen
  - explosiegevaar wanneer bepaalde organische stoffen in chloor reservoirs terecht komt

#### 4.5. NCl<sub>3</sub>

Stikstoftrichloride is een onzuiverheid welke men typisch in commercieel vloeibaar chloor aantreft. Het is een vloeistof met een kookpunt van 71°C en mengbaar in alle verhoudingen met vloeibare chloor.

NCl<sub>3</sub> kan sterk exotherm en zelfs explosief ontbinden. Dit gedrag is afhankelijk van de concentratie van NCl<sub>3</sub> in de vloeibare chloor en van de totale hoeveelheid NCl<sub>3</sub> aanwezig. Onderstaande tabel geeft enkele richtwaarden.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 35+ gew%:               | detonatie door schokken, hoge temperatuur of ultraviolet          |
| 13 gew. %:              | onderste grens voor detonatie                                     |
| 3+ gew%:                | snelle en sterk exotherme decompositie                            |
| 1,5 g/cm <sup>2</sup> : | explosie, voldoende sterk om stalen wand van 10 à 12 mm te breken |
| 0,3 g/cm <sup>2</sup> : | explosie, voldoende voor cracking of scheurvorming                |

## 5. Gebruiksaanwijzing

De eerste kolom van de checklist geeft een overzicht van de te beheersen risico's (aangeduid met een voorafgaande letter "R") of te bereiken objectieven aangeduid door een voorafgaande letter "O").

In de tweede kolom kan worden aangeduid:

1. NVT: het risico/objectief is niet van toepassing,
2. OK: het risico/objectief is van toepassing en afdoende maatregelen zijn genomen,
3. NOK: het risico is van toepassing, maar geen afdoende maatregelen zijn genomen.

Voor het beoordelen van de maatregelen maakt men gebruik van de derde kolom:

- ofwel stemmen de maatregelen overeen met deze opgenomen in de derde kolom;
- ofwel stelt de exploitant een eigen alternatief voor, dat minstens een zelfde effectiviteit met betrekking tot de veiligheid waarborgt.

Voor sommige risico's en objectieven geeft de checklist reeds alternatieve maatregelen aan. De notatie wordt in onderstaande tabel geïllustreerd: een eerste alternatief bestaat uit maatregelen 1 én 2, een tweede alternatief bestaat uit maatregel 3.

|                                 |  |             |  |  |
|---------------------------------|--|-------------|--|--|
| R (of O): RISICO (of OBJECTIEF) |  | maatregel 1 |  |  |
|                                 |  | maatregel 2 |  |  |
|                                 |  | maatregel 3 |  |  |

In een vierde kolom kan men de getroffen maatregelen aankruisen. De laatste kolom voorziet ruimte voor commentaar.

## B. CHECKLIST

### LOSPLAATS VOOR KETEL- OF TANKWAGENS

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)   | nvt / ok / nok | maatregel  |  | commentaar |
|---|----------------|--|--|------------|
| R: SCHADE AAN LOSPLAATS DOOR VERKEER  |                | geen doorgaand intern verkeer<br>losplaats is beveiligd tegen aanrijding voertuigen (vanrails, ... + snelheidsbeperking)   |  |            |
| R: AANRIJDING WAGON TIJDENS VERLADING   |                | spoor isoleren vóór en na wagon + interlock met mogelijkheid tot verladen<br>geen rangeeractiviteit op het spoor waarop laad/losactiviteit tijdens lossen<br>snelheidsbeperking treinen op een naastliggend spoor (richtwaarde 20km/hr)                    |  |            |
| R: BEWEGING WAGON TIJDENS VERLADING   |                | immobiliseren van de wagon (bv. keggen) met koppeling aan mogelijkheid tot verladen  |  |            |
| R: AANRIJDING VRACHTWAGEN IN AFWACHTING VAN VERLADING                                       |                | enkel parkeren op een daartoe voorbehouden deel van het fabrieksterrein  |  |            |
| R: AANRIJDEN OF VERTREK VAN VRACHTWAGEN TIJDENS VERLADING                                   |                | afsluiting van parkeerplaats (via slagboom of hek) met koppeling naar mogelijkheid tot verladen  |  |            |
| R: BEWEGING VRACHTWAGEN TIJDENS VERLADING   |                | vastzetten van vrachtwagens via keggen met vergrendeling naar ontlading  |  |            |
| O: BEPERKEN VRIJGEZETTE HOEVEELHEID CHLOOR IN GEVAL VAN CHLOORONTSNAPPING TIJDENS VERLADING |                | automatische chloordetectie met auditief alarmsignaal in controlekamer en stopzetting verlading bij 1 à 2 ppm Cl <sub>2</sub><br>mogelijkheid tot verminderen druk in transportrecipiënt door afvoer chloordampen (naar chloorvernietiging, gebruik, ....) |  |            |



|   |  |                                       |  |  |
|---|--|---------------------------------------|--|--|
| O: INTERVENTIE EN EVACUATIE LOODRECHT OP WINDRICHTING                           |  | aanduiding windrichting (bv. windzak) |  |  |
| R: WATERINDRINGING IN SYSTEEM VOOR DROGE CHLOOR BIJ AAN/AFKOPPELEN VERBINDINGEN |  | bescherming tegen regen (afdak)       |  |  |

### LOSINSTALLATIE

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)  | nvt / ok / nok | maatregel   |  | commentaar |
|--|----------------|---|--|------------|
| R: AANTASTING STIKSTOF- EN/OF PERSLUCHTNET DOOR INDRINGEN CHLOOR         |                | terugstroming van Cl <sub>2</sub> in het net verhinderd (ΔP-alarm + automatische afsluiter)   |  |            |
| R: CONTAMINATIE VAN OF VANUIT ANDERE STIKSTOF- EN/OF PERSLUCHTGEBRUIKERS |                | apart net, exclusief voor het chloorsysteem   |  |            |
| R: REACTIE VAN SMEEROLIE IN STIKSTOF/PERSLUCHT MET CHLOOR                |                | gebruik van perslucht- of stikstofcompressor met niet-gesmeerde segmenten (zgn. olievrije compressoren)                                       |  |            |
|  |                | gebruik van compressors met gechlorofluorineerde smeermiddelen  |  |            |
|  |                | gebruik van een compressor met labyrintpakkingen en de gecomprimeerde lucht of stikstof wordt geleid over een oliefilter                      |  |            |
| R: VOCHT IN CHLOORSYSTEEM VIA PERSLUCHT                                  |                | monitoring dauwpunt perslucht (-40 °C) + alarm  |  |            |
| O: GEBRUIK VAN COMPRESSOREN GESCHIKT VOOR CHLOOR                         |                | attest van leverancier dat compressor is uitgevoerd conform aanbevelingen van Euro Chlor (GEST 79/79: 'Chlorine transfer compressors')        |  |            |
| O: GEBRUIK VAN POMPEN GESCHIKT VOOR CHLOOR                               |                | attest van leverancier dat pomp is uitgevoerd conform aanbevelingen van Euro Chlor (GEST 83/119: 'Canned pumps for use with liquid chlorine') |  |            |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| <p>O: BEPERKING VRIJZETTING CHLOOR BIJ LEK AAN FLEXIBELE VERBINDING (LAADARM, LOSSLANGEN, ...)</p> |  | <p>snelafsluiters isoleren de verbinding (zo dicht mogelijk op aansluiting met vaste installatie)</p> <p>snelafsluiters dicht bij wegvallen stuurmedium bediend door noodstoppen op vluchtwegen (minstens 2)</p> <p>continue chloordetectie sluit snelafsluiters bij 1 à 2 ppm Cl<sub>2</sub></p> <p>bedienbaar vanaf bedieningspaneel losoperatie</p>   |  |  |
| <p>R: EMISSIES BIJ HET LOSKOPPELEN FLEXIBELE VERBINDINGEN (LAADARM, LOSSLANGEN)</p>                |  | <p>mogelijkheid tot ontgassen Cl<sub>2</sub>-leidingen</p> <p>in werkvoorschrift: opdracht tot afgassen voor loskoppelen flexibele verbinding en afblinden</p> <p>losoperatoren dragen ademhalingsbescherming: minstens type met filter (B) en oogbescherming bestand tegen druppels van -30°C</p> <p>bij mogelijke blootstelling aan een atmosfeer van meer dan 0,5 vol% is autonoom ademhalingstoestel nodig</p> |  |  |
| <p>R: VLOEIBAAR CHLOOR NAAR VERNIETIGINGSINSTALLATIE BESTEMD VOOR DAMPVORMIG CHLOOR</p>            |  | <p>ontgassingsleidingen beveiligd tegen het binnendringen van vloeibaar chloor (vloeistofslot met vloeistofdetectie)</p>   |  |  |
| <p>O: GOEDE STAAT VAN LOSSLANGEN</p>   |  | <p>datum van in dienststelling is aangeduid</p> <p>procedure voor periodiek onderhoud conform de gegevens van de leverancier</p>   |  |  |

**INRICHTING OPSLAGPLAATS VOOR BOVENGRONDS RESERVOIR**

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)                                      | nvt / ok / nok | maatregel   |  | commentaar |
|--|----------------|---|--|------------|
| R: SCHADE DOOR EXTERN VERKEER                                      |                | 25 meter verwijderd van publiek transport   |  |            |
| R: SCHADE DOOR INTERN VERKEER                                      |                | vangrails<br>snelheidsbeperking<br>weren van doorgaand verkeer  |  |            |
| R: BRAND EN EXPLOSIE   |                | rond de opslagfaciliteit mag geen brandbaar materiaal in een straal van 3 m gestockeerd worden<br><br>de onderneming beschikt over een kwantitatieve risicostudie waarin de scenario's voor brand en explosie zijn uitgewerkt |  |            |
| O: GOEDE BEREIKBAARHEID VOOR INTERVENTIE BIJ ALLE WINDRICHTINGEN   |                | bereikbaarheid vanuit 2 verschillende richtingen<br><br>ruimte rond de tank laat de doorgang toe van interventiepersoneel met gaspak en autonome ademhalingsbescherming   |  |            |
| O: OPVANG TANKINHOUD BIJ TANKBREUK OF LEKKEN AAN TANKAANSLUITINGEN |                | inkuiping:<br>- capaciteit opvang grootste reservoir<br>- ondoordringbare wanden en bodem<br>- vloeistofdichte bodem<br><br>voor reservoirs in gesloten lokalen kan ook: afhellende vloer naar opvangcapaciteit               |  |            |
| R: ONGEWENSTE REACTIES IN INKUIPING                                |                | geen andere stoffen in inkuiping  |  |            |
| R: CHLOOR IN RIOLERING   |                | verwijdering van regenwater uit inkuiping gebeurt slechts door actieve tussenkomst van operator   |  |            |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| O: DETECTIE VAN LEKKEN                                |  | Cl2-detectie op strategisch gekozen plaatsen aanwezig (afstelling 1 à 2 ppm)<br>detectie geeft akoestisch en visueel verwittigingssignaal in de controlekamer |  |  |
| O: VEILIGE EVACUATIE                                  |  | minstens 2 vluchtwegen  |  |  |
| R: DISPERSIE CHLOORWOLK                               |  | watgordijnen d.m.v. waterverstuivingsnet rond tank (20 meter, bedienbaar vanaf vluchtwegen)<br>mobiele monitorspuiten (pauwenstaart)                          |  |  |
| O: INTERVENTIE EN EVACUATIE LOODRECHT OP WINDRICHTING |  | ter plaatste aanduiding van windrichting (bv. windzak)  |  |  |

**BIJKOMENDE BEPALINGEN VOOR GESLOTEN RUITEN WAARIN RISICO VOOR CHLOORUITBRAAK**

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O) | nvt / ok / nok | maatregel   |  | commentaar |
|-------------------------------|----------------|---|--|------------|
| R: CHLOORUITBRAAK UIT GEBOUW  |                | deuren zelfsluitend<br>vensters kunnen niet geopend worden<br>leidingdoorvoeringen gasdicht uitgevoerd<br>ventilatieopeningen voorzien van kleppen die sluiten bij overdruk in het lokaal<br>geen open verbindingen met andere ruimten waar geen risico op chloorlek aanwezig is<br>chloordetectie schakelt verluchttingsventilator uit bij 1 à 2 ppm Cl2 |  |            |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| O: VEILIGE EVACUATIE PERSONEEL UIT LOKALEN                |  | <p>continue chloordetectie (1 à 2 ppm) geeft alarm in ruimten met risico op chloorlek evenals in controlekamer</p> <p>binnen is voor iedereen een persoonlijk volgelaatsmasker (oogbescherming) met aangepaste filter (B) beschikbaar</p> <p>voldoend aantal uitgangen voor veilige evacuatie (minstens 2)</p> <p>deuren draaien naar buiten open</p> |  |  |
| R: BRAND  |  | gebouw uit onbrandbaar materiaal  |  |  |
| R: BETREDEN VAN RUIMTEN MET TOXISCHE ATMOSFEER            |  | continue chloordetectie (1 à 2 ppm) geeft waarschuwing aan alle ingangen van getroffen lokalen  |  |  |
| O: EVACUATIE EN Vernietiging van vrijgezette chloordampen |  | <p>chloorevacuatie-ventilator zuigt aan op strategische plaats (bv. grondniveau)</p> <p>chloorevacuatie blaast af naar chloorgasbehandeling</p> <p>chloorevacuatie wordt automatisch gestart door chloordetectie bij 1 à 2 ppm</p> <p>chloorevacuatie kan ook manueel opgestart worden</p>  |  |  |

**STATIONAIRE OPSLAGTANKS VOOR DE OPSLAG VAN VLOEIBAAR CHLOOR ONDER DRUK**

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)                                   | nvt / ok / nok | maatregel   |  | commentaar |
|---|----------------|---|--|------------|
| O: TANK BESTEMD VOOR OPSLAG CHLOOR                              |                | attest constructie volgens code van goede praktijk  |  |            |
| R: AANTASTING MATERIAAL BIJ HOGE TEMPERATUREN                   |                | werkvoorschrift waaruit blijkt dat er nooit directe opwarming van tank mag zijn (open vlam - max. 120°C)  |  |            |
| R: BREUK OF LEKKEN VAN AANSLUITINGEN OP VLOEISTOFFASE           |                | geen aansluitingen onder vloeistofniveau  |  |            |
|   |                | 2 afsluiters in serie op aansluitingen onder vloeistofniveau:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 afsluiter intern of op aansluitflens</li> <li>- 2e klep ook zo dicht mogelijk bij reservoir</li> <li>- 1 klep = snelle afsluitklep (bediend via noodstoppen)</li> </ul> |  |            |
| R: LEK/BREUK IN AANVOERLEIDING CHLOOR (VAN LOSPLAATS NAAR TANK) |                | terugstroombeveiliging op toevoerlijn vloeibaar Cl <sub>2</sub> van losinstallatie  |  |            |
| R: ONGEWENSTE REACTIES IN CL <sub>2</sub> RESERVOIRS            |                | terugstroombeveiliging vanuit de productieëenheid   |  |            |
| R: CHLOORLEK AAN FLENZEN DIPPIJPEN                              |                | interne terugslagklep op dippijpen  |  |            |
| R: BREUK/LEK IN CHLOORAFVOERLEIDING                             |                | debietsbegrenzer of interne terugslagklep afsluitklep bediend door noodstop   |  |            |
| R: OVERDRUK   |                | veiligheidskleppen  |  |            |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| R: AANTASTING VEILIGHEIDSKLEPPEN DOOR CHLOOR   |  | veiligheidskleppen aan weerszijde beschermd tegen corrosie door breekplaat  |  |  |
|  |  | veiligheidskleppen uit materiaal bestendig tegen vochtige chloor  |  |  |
| O: BESCHIKBAARHEID DRUKONTLASTING  |  | rechtstreekse verbinding tussen veiligheidsklep en te beveiligen ruimte   |  |  |
| R: VERHOOGING OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN DOOR ONTWIKKELING TEGENDRUK                        |  | drukalarm tussen veiligheidsklep en stroomopwaarts geplaatste breekplaat  |  |  |
| R: VRIJZETTING CHLOOR NAAR OMGEVING VIA VEILIGHEIDSKLEP  |  | veiligheidsklep blaast af naar lege opvangcapaciteit of behandeling   |  |  |
| R: VLOEIBAAR CHLOOR NAAR VERNIETIGINGSINSTALLATIE VOOR DAMPVORMIG CHLOOR (risico voor doorbraak) |  | "liquid trap" tussen drukbeveiliging en behandeling<br><br>liquid trap uitgerust met Cl <sub>2</sub> -alarm   |  |  |
| O: BEPERKEN VAN CHLOORVRIJZETTING IN GEVAL VAN LEKKENDE TANK                                     |  | opvangcapaciteit (100% grootste) waarnaar chloor uit lekkende tank kan getransfereerd worden  |  |  |
| R: OPVANGCAPACITEIT NIET BESCHIKBAAR DOOR ONTWIKKELING TEGENDRUK                                 |  | mogelijkheid tot behouden lage druk (tijdens transfer) door afvoer chloordampen (naar vernietiging, verbruiker, ...)<br><br>uitgerust met drukalarm   |  |  |
| R: OVERDRUK DOOR OVERSCHRIJDEN VULLINGSGRAAD   |  | capaciteit elke individuele tank is groter dan de capaciteit van 1 transportreservoir<br><br>aanduiding vullingsgraad in controlekamer<br><br>2 onafhankelijke niveaumetingen met alarm en automatische stopzetting verlading (maximale vulling: 1,25 kg/liter capaciteit tank) |  |  |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| R: MASSALE VRIJZETTING CHLOOR DOOR PLOTSE BREUK KIJKGLAS OF PEILGLAS           |  | geen gebruik peil- of kijkglazen  |  |  |
| R: OVERDRUK DOOR OPWARMING DOOR ZONNESTRALING                                  |  | tank voorzien van verflaag die warmtestraling reflecteert   |  |  |
| R: ALGEMENE CORROSIE   |  | tank en aansluitingen voorzien van corrosiewerende verf   |  |  |
| R: BRAND VAN ISOLATIEMATERIAAL   |  | isolatie rond leidingen is uit onbrandbaar materiaal  |  |  |
| R: CORROSIE ONDER ISOLATIE   |  | isolatie rond tank en aansluitingen ondoorlatend voor water en luchtvochtigheid<br>corrosiewerende verf op de leiding onder de isolatie   |  |  |
| R: AANTASTING ISOLATIEMATERIAAL DOOR CHLOOR                                    |  | isolatie chemisch inert ten opzichte van chloor   |  |  |
| R: VERKEERDE HANDELINGEN   |  | alle leidingen gemarkeerd<br>alle kleppen geïdentificeerd   |  |  |
| R: LEKKEN AAN AANSLUITING  |  | in schriftelijke werkinstructie opdracht tot visuele controle koppeling, vooral de schroefdraad dient geverifieerd via het werkvoorschrift<br>gebruik van nieuwe pakkingen bij elke connectie aan tank- of ketelwagen<br>in schriftelijke werkinstructie opdracht tot uitvoeren lektest na het koppelen aansluiting voor start transfer materiaal aanwezig voor uitvoeren lektest (bv. NH3) |  |  |
| R: OVERDRUK IN TRANSPORTRECIPIENT DOOR HOGE PARTIEELDRUK STIKSTOF OF PERSLUCHT |  | in schriftelijke werkinstructie vraag tot afgassen tot herstel dampdruk Cl2   |  |  |



**TANK-EN KETELWAGENS RECHTSTREEKS VERBONDEN MET CHLOORVERBRUIKER**

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)   | nvt / ok / nok | maatregel  |  | commentaar |
|---|----------------|--|--|------------|
| R: OVERDRUK   |                | bij onttrekken van Cl <sub>2</sub> in vloeistoffase <ul style="list-style-type: none"> <li>- hogedrukbeveiliging op leidingen vloeibaar Cl<sub>2</sub></li> <li>- drukbeveiliging blaast af naar Cl<sub>2</sub>-behandeling</li> <li>- maximaal gemiddeld 20 ppm NCl<sub>3</sub></li> </ul>  |  |            |
| R: ACCUMULATIE NCL <sub>3</sub> BIJ AFNAME DAMPVORMIG CHLOOR UIT TRANSPORTRECIPIENT |                | deze wijze van ontladen is af te raden: enkel voor beperkte hoeveelheden of sporadisch gebruik (maximaal 250 kg Cl <sub>2</sub> /h)<br><br>maximaal gemiddeld 5 ppm NCl <sub>3</sub> bij levering, te garanderen door leverancier via schriftelijke afspraak<br><br>weging met automatische afschakeling bij het bereiken van ten minste 2 ton resthoeveelheid<br><br>geschreven akkoord met leverancier dat de losprocedure compatibel is met het NCl <sub>3</sub> -gehalte<br><br>gebruiker kan aantonen dat de leverancier(s) over een procedure beschikt die garandeert dat dezelfde chloorwagon geen tweemaal geleverd wordt voor lediging uit de gasfase |  |            |
| R: CONDENSATIE IN LEIDINGEN BESTEMD VOOR DAMPVORMIG CHLOOR                          |                | geen maatregelen mogelijk (damp-vloeistofevenwicht, dus geen oververhitting); dit risico moet dus 'niet toepassing' zijn   |  |            |
| R: ONGEWENSTE REACTIES IN KETELWAGEN  |                | geen terugstroming van stoffen uit verwerkingsapparatuur (bv. terugslagklep of drukverschil sluit klep)  |  |            |
| O: TIJDG INGRIJPEN IN GEVAL VAN INCIDENT  |                | continu toezicht bij losoperatie   |  |            |

**VERDAMPER**

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)   | nvt / ok / nok | maatregel  |  | commentaar |
|---|----------------|--|--|------------|
| R: VLOEIBAAR CHLOOR NAAR VERBRUIKER<br>DAMPVORMIG CHLOOR DOOR CONDENSATIE IN<br>LEIDINGEN                         |                | Cl2 is minstens 10°C oververhit<br><br>lage temperatuuralarm in uitgang verdamper (instelling minstens 10 °C boven condensatiepunt)<br><br>lage temperatuuralarm in het verdeelnet (ingesteld enkele graden boven het condensatiepunt) |  |            |
| R: VLOEIBAAR CHLOOR NAAR VERBRUIKER VAN<br>DAMPVORMIG CHLOOR DOOR MEESLEUREN<br>VLOEIBARE CHLOOR VANUIT VERDAMPER |                | vloeistofafscheiders met vloeistofdetectie en alarm  |  |            |
| R: AANTASTING MATERIAAL DOOR OVERVERHITTING<br>CHLOOR IN VERDAMPER  |                | bij verwarming met stoom: maatregelen tegen oververhitting stoom (staal: maximum 120°C)  |  |            |
| R: AANTASTING CIRCUIT WARMTETOEVOER DOOR<br>CHLOORLEK / CONTAMINATIE CHLOOR                                       |                | Cl2-detectie in warmtevoerend medium   |  |            |
| R: OVERDRUK   |                | alarm bij hoge druk met stopzetting warmtetoever<br><br>drukontlasting via veiligheidsklep<br><br>intrinsiek veilig  |  |            |
| R: AANTASTING VEILIGHEIDSKLEP DOOR CORROSIE   |                | veiligheidskleppen aan weerszijde beschermd tegen corrosie<br><br>veiligheidskleppen bestand tegen vochtige chloor   |  |            |
| R: VEILIGHEIDSKLEPPEN AFGESLOTEN DOOR<br>AFSLUITER  |                | permanente verbinding (geen afsluiters of gekoppeld)   |  |            |
| R: ONTWIKKELING TEGENDRUK   |                | drukalarm tussen veiligheidsklep en stroomopwaarts geplaatste breekplaat   |  |            |
| R: VRIJZETTING CHLOOR VIA VEILIGHEIDSKLEP   |                | afblazen naar lege opvangcapaciteit of behandeling   |  |            |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| R: MEESLEUREN VLOEIBAAR CHLOOR NAAR BEHANDELING              |  | "liquid trap" tussen drukbeveiliging en behandeling<br>liquid trap uitgerust met Cl <sub>2</sub> -alarm      |  |  |
| R: ONGEWENSTE REACTIE IN VERDAMPER                           |  | redundante bescherming tegen terugstroming van gebruiker (vloeistofafscheider, drukverschil,...)             |  |  |
| R: ACCUMULATIE VAN NCL <sub>3</sub> MET GEVAAR VOOR EXPLOSIE |  | max. 1000 ppm NCl <sub>3</sub> te verifiëren met periodieke metingen NCl <sub>3</sub><br>purgeermogelijkheid |  |  |
|  |  | constructie verhindert accumulatie van NCL <sub>3</sub>  |  |  |

### PIJPLEIDINGEN

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)                | nvt / ok / nok | maatregel   |  | commentaar |
|--|----------------|---|--|------------|
| O: LEIDINGEN AANGEPAST AAN CHLOOR            |                | leidingen geconstrueerd en gekeurd volgens een code van goede praktijk (o.a. gekeurd materiaal, gekeurde lassen, ...)   |  |            |
| R: VERKEERDE HANDELINGEN                     |                | leidingen (Cl <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> ,...) van de chloorinstallaties gemarkeerd<br>afsluiters eenduidig geïdentificeerd (via code)<br>belangrijkste afsluiters met uitleg functie<br>stand afsluiter duidelijk aangeduid |  |            |
| R: OVERDRUK DOOR INSLUITING VLOEIBAAR CHLOOR |                | breekplaat + expansievat<br>veiligheidsklep aangesloten op afblaasnet<br>leidingen bestand tegen maximale overdruk  |  |            |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| R: CORROSIE ONDER ISOLATIE                                     |  | isolatie vloeistof- en gasdicht (regen en luchtvochtigheid)<br>inert t.o.v. Cl2 (bv. foamglas, polyurethaan) |  |  |
| R: BRAND   |  | isolatie uit onbrandbaar materiaal   |  |  |
| R: EROSIE  |  | vloeistofsnelheid beperken tot 1 à 2 m/s   |  |  |
| R: VRIJZETTING CHLOOR BIJ ONDERHOUDSWERKEN AAN CHLOORLEIDINGEN |  | alle pijpleidingen kunnen ontgast en met een inert gas gespoeld worden                                       |  |  |

### VERNIETIGINGSINSTALLATIE

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)  | nvt / ok / nok | maatregel  |  | commentaar |
|--|----------------|--|--|------------|
| R: VOCHTINTREDE VANUIT VERNIETIGINGS-INSTALLATIE IN AFGASNET BESTEMD VOOR DROGE CHLOOR |                | constante purgeerstroom verhindert terugstroming vochtige lucht  |  |            |
| R: CHLOORDOORSLAG DOOR INTREDE VLOEIBARE CHLOOR IN VERNIETIGINGSINSTALLATIE            |                | vloeistoftrap met Cl2-detectie met alarmfunctie  |  |            |
| R: VRIJZETTING CHLOOR WEGENS GEEN CIRCULATIE VAN HET ABSORBTIEMEDIUM                   |                | circulatiepomp permanent in dienst of automatisch in dienst gesteld bij afvoer van chloordampen naar de vernietigingsinstallatie<br>reservepomp aanwezig of een meertrapsinstallatie waarbij 1 trap mag uitvallen<br>bij uitval stroom automatische overschakeling op noodstroomvoorziening<br>alarm op circulatie absorptiemedium |  |            |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| R: WEGVALLEN ONDERDRUK OP AFGASNET                                 |  | alarm op aanzuigdruk<br>back-up ejectoren<br>bij uitval stroom automatische overschakeling op<br>noodstroomvoorziening   |  |  |
| R: VRIJZETTING CHLOOR WEGENS UITPUTTING<br>ABSORPTIEMEDIUM         |  | controle op chemische uitputting absorptiemedium<br>laag niveau alarm op tanks met absorptiemedium   |  |  |
| O: TIJDIG TREFFEN NODIGE MAATREGELEN BIJ<br>CHLOORDOORBRAAK        |  | cloordetectie meldt Cl <sub>2</sub> -doorbraak in gezuiverde gassen  |  |  |
| R: ONGEWENSTE REACTIES MET EFFLUENT<br>(HYPOCHLORIET) IN RIOLERING |  | contact met zuren en NH <sub>3</sub> vermijden in rioolstelsel<br>(hypochloriet + zuur = Cl <sub>2</sub> ; hypochloriet +NH <sub>3</sub> = NCl <sub>3</sub> )<br>nabehandeling met NaSO <sub>3</sub> |  |  |
| R: SPATTEN NATRON- OF CHLOORBLEEKLOOG (NaOH<br>of NaClO)           |  | oog- en nooddouche   |  |  |

**INTERVENTIE & NOODPLAN**

| RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)    | nvt / ok /<br>nok | maatregel   |  | commentaar |
|----------------------------------|-------------------|---|--|------------|
| O: GESCHIKT INTERVENTIEMATERIAAL |                   | minstens 2 uitrustingen bestaande uit een gasdicht pak met autonome ademhalingstoestellen<br>opgehangen in een kast (niet opgeplooid wegens kans op beschadiging)<br>gasdichte pakken regelmatig getest op lekdichtheid<br>materiaal om lekken te lokaliseren (bv. NH <sub>3</sub> -proppen)<br>mobiele installatie voor opzetten van een waternevel (tegen verspreiding Cl <sub>2</sub> -wolk) |  |            |
| O: GETRAINDE INTERVENTIEPLOEG    |                   | interventieploeg wordt getraind in gebruik autonome persluchtmaskers  |  |            |
| O: NOODPLAN                      |                   | fabriek beschikt over een op Cl <sub>2</sub> afgestemd noodplan   |  |            |

**ALGEMENE PUNTEN**

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| O: INWINNING ADVIES CHLOOREXPERTEN     |  | is de chloorleverancier geraadpleegd i.v.m. overslag- en opslagfaciliteiten?  |  |  |
| O: CONSTATE Kwaliteit geleverde chloor |  | zijn er met de leverancier formele afspraken gemaakt i.v.m. de specificaties van de geleverde chloor?                           |  |  |
| R: ACCUMULATIE NCL <sub>3</sub>        |  | NCl <sub>3</sub> -risico's geïdentificeerd, geëvalueerd en gedocumenteerd alsook nodige maatregelen getroffen? (cfr. GEST76/55) |  |  |
| R: AANTASTING MATERIALEN               |  | inwendige inspectie (1x / 6 jaar)   |  |  |
| R: REACTIE ORGANISCHE OLIËN MET CHLOOR |  | onderhoudsprocedures verbieden het gebruik van niet aangepaste smeeroliën (andere dan gechlorofluoreerde)                       |  |  |
| R: CORROSIE DOOR VOCHTINTREDE          |  | aanwezigheid van een corrosiebewakingstelsel  |  |  |