

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

CHECKLIST

kenmerk: CRC/CL/007

versie: 1.0

datum: oktober 1998

CHECKLIST WATERSTOFFLUORIDE

Inhoud

A. INLEIDING

1. Onderwerp	3
2. Toepassingsgebied	3
3. Referenties	4
4. Eigenschappen van watervrij waterstoffluoride en waterstoffluoride in waterige oplossing	7
4.1 Fysische eigenschappen	7
4.2 Toxiciteit	7
4.3 Reactiviteit	8
5. Gebruiksaanwijzing	9

B. CHECKLIST

Losplaats voor ketel - of tankwagens	10
Losinstallatie	12
Inrichting opslagplaats voor stationaire opslagtanks	14
Stationaire opslagplaats voor de opslag van vloeibaar waterstoffluoride	16
Stationaire opslag in gesloten gebouwen	20
Verdamper/warmtewisselaar	21
Pijpleidingen	23
Vernietigingsinstallatie	25
Interventie en noodplan	27
Activiteiten met mogelijk contact met waterstoffluoride	29
Algemene punten	31

Deze checklijst is opgesteld door:

*Directie chemische risico's
Ministerie van Tewerkstelling en Arbeid
Belliardstraat 51 1040 Brussel*

*Eindredactie: ir. Danny De Baere
Vertaling: -*

A. INLEIDING

1. Onderwerp

Dit document is gebaseerd op een aantal gezaghebbende publicaties (cfr. 3.) die richtlijnen bevatten op het vlak van het ontwerpen en het exploiteren van waterstoffluoride-opslagplaatsen 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 belangrijkste 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 waterstoffluoride in de vloeibare fase vanuit een transportreservoir naar een stationaire opslagtank;
- de opslag van waterstoffluoride in stationaire, bovengrondse reservoirs;
- waterstoffluoride vernietigingsinstallaties;
- leidingen en toebehoren (pompen, kleppen,...) bestemd voor het transport van waterstoffluoride.
- interventie en noodsituaties

Het is aangewezen om de opslag en de transferinstallatie in open lucht en niet in een gesloten gebouw onder te brengen omdat bepaalde voordelen van opslag in gesloten gebouw niet opwegen tegen de nadelen (cfr. 3. referenties [1], [2] en [20]). Toch is er een apart luik voorzien voor de opslag van waterstoffluoride in bovengrondse reservoirs in gesloten gebouwen om de bijkomende risico's te ondervangen.

3. Referenties

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

- [1]. *Titel:* Recommendation on storage of anhydrous hydrofluoric acid and solutions of HF of more than 85% concentration
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 74/2 15de editie
- [2]. *Titel:* Recommendation of the filling and unloading stations for anhydrous HF
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 75/9 8ste editie
- [3]. *Titel:* Recommendation on the design and operation of safety equipment for the absorption of gaseous effluents containing HF
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 78/22 6de editie
- [4]. *Titel:* General recommendation for safe handling of anhydrous hydrofluoric acid
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 87/59 6de editie
- [5]. *Titel:* General recommendation for anhydrous HF piping system located inside producers' or consumers' plants
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 89/66 3de editie
- [6]. *Titel:* A safety visit scheme at HF customers plant
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 92/85 2de editie
- [7]. *Titel:* General recommendation for safe handling of HF solutions
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 92/82 3de editie

- [8]. *Titel:* Recommendation on globe valve for use with anhydrous hydrofluoric acid and solutions of HF of more than 85% concentration
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 77/18 5de editie
- [9]. *Titel:* Stud bolts for liquid HF at ambient temperature
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 86/50 4de editie
- [10]. *Titel:* Pumps for use with liquid anhydrous HF
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 91/75 4de editie
- [11]. *Titel:* Relief valves for use with liquid or gaseous HF
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 84/45 4de editie
- [12]. *Titel:* Individual safety equipment
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 91/76 1ste editie
- [13]. *Titel:* Recommendation concerning the use of PTFE flexible hoses for filling and unloading of anhydrous hydrofluoric acid
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 77/17 2de editie
- [14]. *Titel:* Recommendation on flexible steel pipes for the filling and unloading of anhydrous hydrofluoric acid
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 76/12 5de editie
- [15]. *Titel:* Recommendation on emergency plan for HF producing plants
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 79/27 7de editie
- [16]. *Titel:* Safe Operation of Hydrofluoric Acid Alkylation Units

- Opgesteld door:* API Recommended practice 751
Uitgave: juni 1992 1ste editie
- [17]. *Titel:* Tank Truck unloading guideline for 70% hydrofluoric acid solution
(aqueous)
Opgesteld door: The Hydrogen Fluoride Industry Practices Institute, subsidiary of the Chemical Manufacturers Association (HFIPI-CMA)
Uitgave: draft # 2, november 1997
- [18]. *Titel:* Inspection/Evaluation Guideline for Hydrogen Fluoride Storage and Transportation Vessels
Opgesteld door: The Hydrogen Fluoride Industry Practices Institute, subsidiary of the Chemical Manufacturers Association (HFIPI-CMA)
Uitgave: draft # 8, november 1997
- [19]. *Titel:* Guideline for the Bulk Storage and Handling of 70% Aqueous Hydrofluoric Acid
Opgesteld door: The Hydrogen Fluoride Industry Practices Institute, subsidiary of the Chemical Manufacturers Association (HFIPI-CMA)
Uitgave: draft # 10, augustus 1997
- [20]. *Titel:* Memorandum on confinement of anhydrous hydrofluoric acid storages
Opgesteld door: Comite Technique Europeen du Fluor; Working Group Storage, Transport, Safety (CTEF-STS)
Uitgave: STS 93/91 1ste editie

4. Eigenschappen van waterstoffluoride

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

4.1. Fysische eigenschappen:

4.1.1 Watervrij waterstoffluoride

- kookpunt bij 1 bar: 19.5 °C
- relatieve dichtheid bij 20°C: 0,96 kg/liter
- relatieve dichtheid t.o.v. lucht: 2,5
- in alle verhoudingen oplosbaar in water

4.1.2 Waterstoffluoride in waterige oplossing

- kookpunt bij 1 bar: afhankelijk van de concentratie HF
 - 85% HF: 39.5 °C
 - 60% HF: 84 °C
 - 36% HF: 113 °C (maximum)
 - 10% HF: 104 °C
- dampspanning bij 20°C: afhankelijk van de concentratie HF
 - 85% HF: 380 mm Hg
 - 60% HF: 80 mm Hg
 - 36% HF: 3 mm Hg
 - 10% HF: 0,3 mm Hg
- relatieve dichtheid t.o.v. lucht: 0,7
- dichtheid bij 26,7°C: afhankelijk van de concentratie HF
 - 85% HF: 1,17 kg/liter
 - 73% HF: 1,24 kg/liter (maximum)
 - 60% HF: 1,18 kg/liter
 - 36% HF: 1,12 kg/liter
 - 10% HF: 1,03 kg/liter

4.2. Toxiciteit:

reukgrens	0.3 ppm
grenswaarde	3 ppm
irritatie ogen, huid en ademhaling	100 ppm (1 minuut)
dodelijk	8000 ppm (ogenblikkelijke blootstelling)

Watervrij waterstoffluoride en HF in een waterige oplossing van meer dan 7% wordt als **zeer toxisch** gecatalogeerd. Concentraties tussen 1% en 7% HF worden als **toxisch** beschouwd.

Blootstelling aan lage concentraties van HF gedurende een lange periode kan leiden tot tot accumulatie van fluoriden in de beenderen (fluorosis).

Na contact worden brandwonden en pijn pas na enige tijd gewaargeworden (vergelijkbaar met fenol).

De geïntoxiceerde behandelen met calciumgluconaatgel.

4.3. Reactiviteit

- in aanwezigheid van vocht: zeer corrosief met grote warmtevrjzetting
 - >een waterstoffluoridelek nooit met water besproeien, corrosie vergroot de lekkende opening
 - >vormt een witte mistige wolk
- constructiematerialen: ⁽¹⁾
 - watervrij waterstoffluoride: ongelegeerd C-staal (voorzien van coating van ijzerfluoride), austenitische Cr-Ni -staal (tot 50 °C), monel (kamertemperatuur)
 - waterige oplossingen van waterstoffluoride:
 - * tot 85%: zelfde als watervrij waterstoffluoride
 - * minder dan 85%: PTFE
 - * minder dan 50%: PE, PP, PVC (allen bij kamertemperatuur), PFTE, fluoreerde polymeren
 - stress corrosion cracking en waterstofbrosheid kunnen optreden bij hoge temperatuur, bepaalde staalsoorten en in waterige oplossing
 - keramiek, glas (silicaten) en rubber worden sterk aangetast
- reageert sterk met organische stoffen

⁽¹⁾ Bron: Item No 5420 Nace Publication 5A171: Materials for Receiving, Handling and Storing hydrofluoric acid

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.

Tevens wordt in deze laatste kolom verwezen naar het document uit de referentielijst en de desbetreffende paragraaf, waar meer gedetailleerde informatie kan gevonden worden.

B. CHECKLIST

LOSPLAATS VOOR KETEL- OF TANKWAGENS

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel		commentaar en referenties
R: SCHADE DOOR VERKEER		geen doorgaand intern verkeer voldoende verwijderd van extern verkeer gemakkelijk bereikbaar voor te lossen voertuig losplaats is beveiligd tegen aanrijding voertuigen (vangrails, snelheidsbeperking)		
O: GOEDE BEREIKBAARHEID VOOR INTERVENTIE BIJ ALLE WINDRICHTINGEN		ruimte rond losplaats inclusief afsluiters en losplatform laat de doorgang toe van interventiepersoneel met gaspak en autonome ademhalingsbescherming bereikbaarheid vanuit 2 verschillende richtingen		
R: AANRIJDING WAGON TIJDENS VERLADING		spoor isoleren vóór en na wagon (+ interlock met mogelijkheid tot verladen) geen rangeeractiviteit op het spoor waarop laad/losactiviteit is tijdens lossen vlaggen of lichten duiden de transferoperatie aan snelheidsbeperking treinen op een naastliggend spoor (richtwaarde 20 km/hr)		

R: BEWEGING VOERTUIG TIJDENS VERLADING		immobiliseren van het voertuig (bv. keggen, spoor-schoenen) met vergrendeling naar verlading		
R: AANRIJDING VRACHTWAGEN IN AFWACHTING VAN VERLADING		enkel parkeren op een daartoe voorbehouden deel van het fabrieksterrein		
R: AANRIJDING OF VERTREK VAN VRACHTWAGEN TIJDENS VERLADING		afsluiting van verlaadplaats (via slagboom of hek) break-away koppeling		
O: BEPERKEN VRIJGEZETTE HOEVEELHEID WATERSTOFFLUORIDE IN GEVAL VAN ONTSNAPPING TIJDENS VERLADING		waterstoffluoridedetectie met auditief en visueel alarmsignaal ter plaatse en in de controlekamer en stopzetting verlading mogelijkheid tot verminderen druk in transportrecipiënt door afvoer waterstoffluoride dampen (naar HF-vernietiging, gebruik,)		
O: INTERVENTIE EN EVACUATIE LOODRECHT OP WINDRICHTING		aanduiding windrichting (bv. windzak)		
R: PLAS WATERSTOFFLUORIDE AAN LOSPLAATS		afvoer van lekken waterstoffluoride naar vernietiging (eventueel preventief slang water ter beschikking) inkuiping losplaats		
R: WATERINDRINGING IN SYSTEEM VOOR WATERSTOFFLUORIDE BIJ AAN/AFKOPPELEN VERBINDINGEN		bescherming tegen regen (afdak) afblinden van verbindingen		

LOSINSTALLATIE

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel	commentaar en referenties
R: AANTASTING STIKSTOF- EN/OF PERSLUCHTNET DOOR INDRINGEN WATERSTOFFLUORIDE		terugstroming van HF in het net verhinderd	
R: CONTAMINATIE OF VOCHT IN WATERVRIJ WATERSTOF-FLUORIDESYSTEEM VIA STIKSTOF/PERSLUCHT		monitoring dauwpunt stikstof/perslucht (-40 °C) + alarm apart net, exclusief voor het waterstoffluoridesysteem	
O: GEBRUIK VAN POMPEN GESCHIKT VOOR WATERSTOFFLUORIDE		attest van leverancier dat pomp is uitgevoerd conform aanbevelingen van STS 91/75: 'Pumps for use with anhydrous HF' of geschikt voor waterige oplossingen van HF naargelang de toepassing. magnetische pompen	
O: BEPERKING VRIJZETTING WATERSTOFFLUORIDE BIJ LEK AAN FLEXIBELE VERBINDING (LAADARM, LOSSLANGEN, ...)		snelafsluiters isoleren de verbinding (zo dicht mogelijk bij aansluiting met vaste installatie) snelafsluiters dicht bij wegvallen stuurmedium (fail-safe) bediend door noodstoppen op vluchtwegen (minstens 2) bedienbaar vanaf bedieningspaneel losoperatie (open/gesloten stand is zichtbaar)	

O: GOEDE STAAT VAN LOSSLANGEN		<p>datum van in dienststelling is aangeduid</p> <p>worden op een veilige positie bewaard</p> <p>stalen draden beschermen en verstevigen de flexibel tegen knikvorming</p> <p>visuele controle staat flexibels voor transfer</p> <p>procedure voor periodiek onderhoud conform de gegevens van de leverancier</p>		
R: LEKKEN AAN AANSLUITING		<p>in schriftelijke werkinstructie opdracht tot visuele controle koppeling</p> <p>gebruik van nieuwe pakkingen bij elke connectie aan tank- of ketelwagen</p> <p>in schriftelijke werkinstructie opdracht tot uitvoeren lekttest na het koppelen aansluiting voor start transfer</p>		
R: OVERDRUK IN TRANSPORTRECIPIENT DOOR HOGE PARTIEELDRIJK STIKSTOF OF PERSLUCHT		<p>in schriftelijke werkinstructie opdracht tot afgassen</p>		
O: GOEDE VERLICHTING		<p>doelmatige (nood)verlichting</p> <p>laden en lossen gebeurt enkel overdag</p>		

INRICHTING OPSLAGPLAATS VOOR STATIONAIRE OPSLAGTANKS

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel		commentaar en referenties
R: SCHADE DOOR VERKEER		geen doorgaand intern verkeer voldoende verwijderd van extern verkeer opslagplaats is beveiligd tegen aanrijding voertuigen (vangrails, snelheidsbeperking)		
O: GOEDE BEREIKBAARHEID VOOR INTERVENTIE BIJ ALLE WINDRICHTINGEN		bereikbaarheid vanuit 2 verschillende richtingen ruimte rond de tank inclusief afsluiters laat de doorgang toe van interventiepersoneel met gaspak en autonome ademhalingsbescherming		
R: BRAND EN EXPLOSIE		rond de opslagfaciliteit mag geen brandbaar materiaal gestockeerd worden		
O: OPVANG TANKINHOUD BIJ TANKBREUK OF LEKKEN AAN TANKAANSLUITINGEN		voldoende capaciteit inkuiping (opvang grootste reservoir) beperkte oppervlakte om verdamping te beperken afvoer van lekken HF naar vernietiging		

R: ONGEWENSTE REACTIES IN INKUIPING		geen andere stoffen in inkuiping inkuiping is ondoordringbaar en resistent tegen waterstoffluoride		
R: WATERSTOFFLUORIDE IN RIOLERING		verwijdering van regenwater uit inkuiping gebeurt op gecontroleerde manier de inkuiping heeft geen permanente drains		
O: DETECTIE VAN LEKKEN		HF-detectie (Sensidyne, Compur, Teledyne) op strategisch gekozen plaatsen aanwezig detectie geeft akoestisch en visueel verwittigingssignaal in de controlekamer		
O: VEILIGE EVACUATIE		minstens 2 vluchtwegen		
R: DISPERSIE WATERSTOFFLUORIDEWOLK		watgordijnen d.m.v. waterverstuivingsnet rond tank (bedienbaar vanaf vluchtwegen) mobiele monitorspuiten (pauwenstaart)		
R: SABOTAGE		bewaking (vb. videocamera)		
O: GOEDE VERLICHTING		doelmatige verlichting		
O: INTERVENTIE EN EVACUATIE LOODRECHT OP WINDRICHTING		ter plaatste aanduiding van windrichting (bv. windzak)		

STATIONAIRE OPSLAGTANKS VOOR DE OPSLAG VAN VLOEIBAAR WATERSTOFFLUORIDE

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel	commentaar en referenties
O: TANK BESTEMD VOOR OPSLAG WATERSTOFFLUORIDE		attest materiaal en constructie volgens code van goede praktijk	
R: BREUK OF LEKKEN VAN AANSLUITINGEN OP VLOEISTOFFASE		geen aansluitingen onder vloeistofniveau	
		2 afsluiters in serie op aansluitingen onder vloeistofniveau: <ul style="list-style-type: none"> - 1 afsluiter zo dicht mogelijk bij bodemklep - 2e klep manueel bediend - 1 klep = snelle afsluitklep (bediend via noodstoppen) pakkingen van het 'tongue en groove'-type geen schroefdraadverbindingen mangaten enkel bovenaan (in de gasfase)	
R: LEK/BREUK IN AANVOERLEIDING WATERSTOFFLUORIDE (VAN LOSPLAATS NAAR TANK)		terugstroombeveiliging op toevoerlijn vloeibaar HF van losinstallatie	

R: BREUK/LEK IN WATERSTOFFLUORIDE-AFVOERLEIDING		debietsbegrenzer of interne terugslagklep zijn zo kort mogelijk afsluitklep bediend door noodstop		
R: OVERDRUK		veiligheidskleppen regelmatig getest druk inert gas opslagtank gelimiteerd tot maximale werkdruk opslagtank		
R: AANTASTING VEILIGHEIDSKLEPPEN DOOR WATERSTOFFLUORIDE		veiligheidskleppen aan weerszijde beschermd tegen corrosie door breekplaat		
		veiligheidskleppen uit materiaal bestendig tegen HF		
R: ONBESCHIKBAARHEID OF VERHOGING OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN DOOR ONTWIKKELING TEGENDRUK		drukalarm tussen veiligheidsklep en stroomopwaarts geplaatste breekplaat rechtstreekse verbinding tussen veiligheidsklep en te beveiligen ruimte (geen afsluiters)		
R: VRIJZETTING WATERSTOFFLUORIDE NAAR OMGEVING VIA VEILIGHEIDSKLEP		veiligheidsklep blaast af naar lege opvangcapaciteit of vernietiging		
R: ONGEWENSTE REACTIES IN WATERSTOFFLUORIDE RESERVOIRS		terugstroombeveiliging vanuit de productieëenheid		
O: BEPERKEN VAN WATERSTOFFLUORIDEVRIJZETTING IN GEVAL VAN LEKKENDE TANK		reservetank met opvangcapaciteit van de grootste tank waarnaar HF uit lekkende tank kan getransfereerd worden.		

R: OPVANGCAPACITEIT NIET BESCHIKBAAR DOOR ONTWIKKELING TEGENDRUK		mogelijkheid tot behouden lage druk (tijdens transfer) door afvoer HF-dampen (naar vernietiging, verbruiker, ...) uitgerust met drukalarm tenzij onder atmosferische druk		
R: OVERDRUK DOOR OVERSCHRIJDEN VULLINGSGRAAD		capaciteit elke individuele tank is groter dan de capaciteit van 1 transportreservoir aanduiding vullingsgraad of gewicht in controlekamer verificatie van het te lossen gewicht transportreservoir met vullingsgraad of vrije ruimte opslagtank 2 onafhankelijke niveau- of gewichtmetingen met alarm en automatische stopzetting verlading bij bepaalde vullingsgraad i.f.v. de concentratie van HF		
R: MASSALE VRIJZETTING WATERSTOFFLUORIDE DOOR PLOTSE BREUK KIJKGLAS OF PEILGLAS		geen gebruik peil- of kijkglazen		
R: VERZAKKING OPSLAGTANK		steverige fundering		
R: OVERDRUK DOOR OPWARMING DOOR ZONNESTRALING		tank voorzien van verflaag die warmtestraling reflecteert		

R: ALGEMENE UITWENDIGE CORROSIE		tank en aansluitingen voorzien van corrosiewerende verf		
R: SPECIFIEKE VORMEN VAN CORROSIE ZOALS SPANNINGSSCHEUREN, BROSHEID, BLAREN		controle samenstelling materiaal op onzuiverheden controle hardheid (< 22 Rockwell) nabehandelen van de lasnaden inwendige inspectie aan de ontluichtingsvents inwendige inspectie aan de vloeistof-gasfase (badkuipvormen rondom in de tank)		
R: SPLEETCORROSIE		lassen volgens code van goede praktijk tussen tanks en zadels steunpunten		

STATIONAIRE OPSLAG IN GESLOTEN GEBOUWEN

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel		commentaar en referenties
O: BEPERKEN VRIJGEZETTE HOEVEELHEID WATERSTOFFLUORIDE IN GEVAL VAN ONTSNAPPING		automatische waterstoffluoridetectie met auditief en visueel alarmsignaal in controlekamer snelafsluiters isoleren het lek		
O: SNELLE EN ADEKWATE INTERVENTIE		voldoende gasdichte, HF-bestendige gaspakken en autonome persluchtapparatuur in de omgeving speciale procedures voor het betreden van het gesloten gebouw voldoende toegankelijk door interventiepersoneel die een volledig gaspak met perslucht dragen		

VERDAMPER / WARMTEWISSELAAR

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel		commentaar en referentie
R: VLOEIBAAR WATERSTOFFLUORIDE NAAR VERBRUIKER DAMPVORMIG WATERSTOFFLUORIDE DOOR CONDENSATIE IN LEIDINGEN		lage temperatuursalarm in uitgang verdamper i.f.v. de lengte van de leiding en buitentemperaturen		
R: VLOEIBAAR WATERSTOFFLUORIDE NAAR VERBRUIKER VAN DAMPVORMIG WATERSTOFFLUORIDE DOOR MEESLEUREN VLOEIBARE WATERSTOFFLUORIDE VANUIT VERDAMPER		vloeistofafscheiders met vloeistofdetectie en alarm		
R: AANTASTING MATERIAAL		materiaal geschikt voor HF en bestand tegen de laagste en hoogste temperatuur		
R: AANTASTING CIRCUIT WARMTETOEVOER DOOR WATERSTOFFLUORIDELEK / CONTAMINATIE WATERSTOFFLUORIDE		HF-detectie in warmtevoerend medium		
R: OVERDRUK		alarm bij hoge druk met stopzetting warmtetoever veiligheidskleppen regelmatig getest intrinsiek veilig		
R: AANTASTING VEILIGHEIDSKLEP DOOR WATERSTOFFLUORIDE		veiligheidskleppen aan weerszijde beschermd tegen corrosie door breekplaat veiligheidskleppen uit materiaal bestendig tegen HF		
R: ONBESCHIKBAARHEID OF VERHOGING OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN DOOR ONTWIKKELING TEGENDRUK		drukalarm tussen veiligheidsklep en stroomopwaarts geplaatste breekplaat rechtstreekse verbinding tussen veiligheidsklep en te beveiligen ruimte (geen afsluiters)		

R: VRIJZETTING WATERSTOFFLUORIDE VIA VEILIGHEIDSKLEP		veiligheidsklep blaast af naar lege opvangcapaciteit of vernietiging		
R: LEK WARMTEWISSELAAR		naadloze buizen		

PIJPLEIDINGEN

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel		commentaar en referentie
O: LEIDINGEN AANGEPAST AAN WATERSTOFFLUORIDE		leidingen geconstrueerd en gekeurd volgens een code van goede praktijk (o.a. gekeurd materiaal, gekeurde lassen,) pijpleiding volgens leidingspecificaties voor HF		
R: VERKEERDE HANDELINGEN		alle leidingen geëtiketteerd alle afsluiters eenduidig geïdentificeerd (via code) stand afsluiter duidelijk aangeduid		
R: OVERDRUK DOOR INSLUITING VLOEIBAAR WATERSTOFFLUORIDE		breekplaat + expansievat + vloeistofdetectie veiligheidsklep aangesloten op afblaasnet leidingen bestand tegen maximale overdruk		
R: CORROSIE ONDER ISOLATIE OF AANTASTING ISOLATIE		isolatie ondoorlatend voor regen en luchtvochtigheid chemisch inert t.o.v. HF bij temperaturen < 0°C is het pijpwerk geïsoleerd van de steunen door middel van speciale materialen (vb monalite = calciumsilicaat)		
R: BRAND VAN ISOLATIEMATERIAAL		isolatie uit onbrandbaar materiaal		

R: OPVANGEN VAN SPANNINGEN		tanksteunen en pijpwerk is voldoende flexibel om thermische en andere spanningen op te vangen		[19] - 4.4
R: WATERSTOFSPANNINGSCORROSIE EN WATERSTOFBROSHEID		kleppen, afsluiters, flenzen en bouten zijn bestand tegen waterstofspanningscorrosie		
O: KLEINE SNELHEDEN VAN WATERSTOFFLUORIDE IN LEIDINGEN (anders erosie/corrosie fenomenen)		voor vloeistof: < 1m/s voor gassen met mogelijke vloeistofmeesleuring: < 4 m/s		
R: BREKEN VAN LEIDINGEN MET GROTE DIAMETER		diameter leidingen maximaal 200 mm		
R: BREKEN VAN KLEINE STOMPEN OP LEIDINGEN OF BREKEN VAN KLEINE DIAMETER LEIDINGEN		alle diameters van de leidingen zijn minstens 1 inch breedte en lengte nozzels beperkt tot 2 en 6 inch		
R: SPATTEN WATERSTOFFLUORIDE AFKOMSTIG VAN KLEINE LEKKEN AAN FLENZEN		flensbeschermers met detectiepapier dat verkleurt		

VERNIETIGINGSINSTALLATIE

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel		commentaar en referenties
O: ALLE EMISSIES VAN WATERSTOFFLUORIDE WORDEN ONSCHADELIJK GEMAAKT		alle HF-stromen zijn geïnventariseerd en gaan naar een vernietiging		
R: VOCHTINTREDE VANUIT VERNIETIGINGS-INSTALLATIE IN AFGASNET BESTEMD VOOR DROOG WATERSTOFFLUORIDE		constante purgeerstroom verhindert terugstroming vochtige lucht		
R: VLOEIBAAR WATERSTOFFLUORIDE NAAR VERNIETIGINGSINSTALLATIE VOOR DAMPVORMIG WATERSTOFFLUORIDE (risico voor doorbraak)		ontgassingsleidingen beveiligd tegen het binnendringen van vloeibaar HF ("liquid trap" tussen drukbeveiliging en behandeling met vloeistofdetectie)		
R: VRIJZETTING WATERSTOFFLUORIDE WEGENS GEEN CIRCULATIE VAN HET ABSORBTIEMEDIUM		circulatiepomp permanent in dienst of automatisch in dienst gesteld bij afvoer van HF-dampen naar de vernietigingsinstallatie reservepomp aanwezig of een meertrapsinstallatie waarbij één pomp mag uitvallen bij uitval stroom automatische overschakeling op noodstroomvoorziening alarm op circulatie absorptiemedium		
R: WEGVALLEN ONDERDRUK OP AFGASNET		alarm op aanzuigdruk back-up ejectoren bij uitval stroom automatische overschakeling op noodstroomvoorziening		

R: VRIJZETTING WATERSTOFFLUORIDE WEGENS UITPUTTING ABSORPTIEMEDIUM		controle op chemische uitputting absorptiemedium temperatuur absorptiemiddel laag niveau alarm op tanks of flow met absorptie-medium		
O: TIJDIG TREFFEN NODIGE MAATREGELEN BIJ WATERSTOFFLUORIDEDOORBRAAK		HF-detectie meldt doorbraak (richtwaarde 5 ppm) in gezuiverde gassen		
R: ONGEWENSTE REACTIE MET ANDERE AFVALSTROMEN		afvalstromen neutraliseren met soda of kalksteen (neerslaan als CaF ₂) tot een pH tussen 6 en 9 contact vermijden met stoffen die aanleiding kunnen geven tot vorming van H ₂ S, HCN, CO ₂ en Cl ₂		
O: BEHANDELEN VAN BIJPRODUCTEN (vooral in raffinaderijen)		inventarisatie van de stromen en behandeling ter plaatse		

INTERVENTIE & NOODPLAN

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel	commentaar en referentie
O: GESCHIKT INTERVENTIEMATERIAAL		minstens 2 gasdichte, HF-bestendige pakken met autonome persluchtapparatuur opgehangen in een kast (niet opgeplooid wegens kans op beschadiging) gasdichte pakken en persluchtapparatuur regelmatig geïnspecteerd en onderhouden (getest op lekbaarheid, altijd volle persluchtflessen) materieel om gewonde personen te behandelen (vb calciumgluconaat voor het behandelen van de huid, isotone zoutoplossing voor het reinigen van ogen) materiaal om lekken te lokaliseren, te beperken en te dichten: *klein lek: overvloedig met water verdunnen tot <2% *groot lek: indammen, absorberend poeder, kalksteen mobiele installatie voor opzetten van een waternevel (tegen verspreiding HF-wolk)	
O: GETRAINDE INTERVENTIEPLOEG		interventieploeg wordt getraind in het gebruik van gasdichte pakken met autonome persluchtmaskers	
O: NOODPLAN		fabriek beschikt over een op HF afgestemd noodplan de onderneming beschikt over een kwantitatieve risicostudie waarin de impact van brand, explosie en lekken a.d.h.v. scenario's zijn uitgewerkt	
R: SPATTEN IN OGEN EN OP HUID		vorstvrije (eventueel verwarmde) oog- en nooddouche met een checklijst regelmatig getest alarm bij gebruik	

		neutralisatiebaden (natriumbicarbonaat of calciumgluconaat) oogspoelflessen		
O: GESCHIKTE EVACUATIEMOGELIJKHEDEN (ook tijdelijke evacuatie)		aanduiding evacuatie­richting ruimte (controlekamer) met overdruk en alarm op aanzuiglucht ruimte voorzien van autonome perslucht voor operatoren die proces blijven opvolgen en vluchtmaskers voor te evacueren personen		
R: LAATTIJDIGE VERSCHIJNSELEN VAN WATERSTOFFLUORIDE INTOXICATIE		voorafgaandelijke behandelingslijsten voor ziekenhuizen en artsen snelle reactie en herkenning symptomen HF-intoxicatie		
R: CHRONISCHE BLOOTSTELLING WATERSTOFFLUORIDE		monitoring van de blootgestelde werknemers periodieke (6 maandelijks) medische onderzoeken		

ACTIVITEITEN MET MOGELIJK CONTACT MET WATERSTOFFLUORIDE

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel		commentaar en referentie
R: CONTACT BIJ ONDERHOUDSWERKEN		gebeuren met een werkvergunning (ook o.a. betredingsvergunning met meting zuurstofconcentratie) alle pijpleidingen kunnen ontgast en gespoeld worden alle componenten worden geïdentificeerd en naar een specifieke plaats voor onderhoud gebracht zijn (bij voorkeur) aflopend naar opslag en lospunt om accumulatie in lage punten te vermijden op de hoofdleiding is een bijkomende manuele klep voorzien		
R: CONTACT BIJ HET LOSKOPPELEN FLEXIBELE VERBINDINGEN (LAADARM, LOSSLANGEN)		mogelijkheid tot purgeren HF-leidingen (d.m.v. externe stoomverwarming, natuurlijke verdamping of door blazen van droog inert gas) zelfdrainende leidingen in werkvoorschrift opdracht tot purgeren voor loskoppelen flexibele verbinding en afblinden		

R: CONTACT BIJ STAALNAME		staalnameprocedure staalnamepunten zijn geëtiketteerd gesloten systeem	
R: CONTACT BIJ UITTREKKEN PERSOONLIJKE BESCHERMINGSMIDDELEN		wassen, neutraliseren of verwijderen van HF voor uittrekken PBM's	
R: CONTACT BIJ SCHIJNBAAR ONSCHULDIG GEBRUIKT MATERIAAL (vb gebruikte pakkingen, flenzen)		gebruik van geschikte handschoenen	[18] - 4.2
R: CONTACT VAN PERSONEN BIJ ALGEMENE WERKZAAMHEDEN		bij iedere handeling wordt het soort PBM vastgelegd i.f.v. hoeveelheid en kans aan blootstelling	[12]

ALGEMENE PUNTEN

RISICO'S (R)- OBJECTIEVEN (O)	nvt / ok / nok	maatregel	commentaar en referenties
O: INWINNING ADVIES WATERSTOFFLUORIDE-EXPERTEN		een HF-expert is geraadpleegd i.v.m. de opslag en het gebruik	
O: CONSTANTE KWALITEIT GELEVERDE WATERSTOFFLUORIDE		formele afspraken zijn gemaakt met de leverancier i.v.m. de specificaties van de geleverde HF	
R: REACTIE ORGANISCHE OLIËN MET WATERSTOFFLUORIDE		onderhoudsprocedures verbieden het gebruik van niet aangepaste smeeroliën gebruik van olievrije componenten (vb olievrije compressor)	
R: SLECHT ONDERHOUD EN INSPECTIE		aanwezigheid van een preventief onderhoudsprogramma enkel goed opgeleid personeel voor het uitvoeren van inspectie documenteren van inspectieresultaten	
R: MECHANISCHE IMPACT DOOR WERKZAAMHEDEN IN BUURT VAN WATERSTOFFLUORIDE RECIPIENTEN (opslagtank, leidingen, vernietiging,...)		herstelwerkzaamheden waarbij gebruik wordt gemaakt van zwaar materieel (kraan) zijn onderworpen aan strikte procedures	

O: GOEDE INDIENSTNAME TANK		opstartprocedure (opvolging vrijzetting waterstof o.w.v. passivatie materiaal, dichtheidscontrole)		[18] - 5.4 [19] - 7.3
O: GECONTROLEERDE TOEGANGSCONTROLE IN DE AFDELING		aanmelding van alle niet-productiepersoneel (o.a. onderhoud, derden,...) in controlekamer met inschrijving in register		
R: BARSTEN IN PAKKINGEN EN BOUTEN O.W.V. TE HARD AANTREKKEN OM EEN LEK TE STOPPEN		gebruik van aangepaste arbeidsmiddelen (o.a. momentensleutel) aangetaste bouten niet heraanpakken		[17] - 6.2 [18] - 4.2 [16] - 3.2.6
R: EXPLOSIE VAN WATERSTOF (vnl. bij indienstname tanks en bij lege tanks)		warmwerkvergunning met meting van de concentratie aan waterstof ontluchtungskleppen verwijderd van ontstekingsbronnen (of gecontroleerd aflaten)		[19] - 7.2
O: GESCHREVEN INSTRUCTIES VAN ALLE OPERATIES MET WATERSTOFFLUORIDE		instructiehandboek		
O: GOOD HOUSEKEEPING		rondgangen orde en netheid		
R: NIET FUNCTIONEREN VAN KRITISCHE COMPONENTEN		definiëren en periodiek testen van interlocks, inblikventielen, watergordijnen,.....		