

# Släckvattenutredning

Öresundskraft – Filbornaverket

2023-11-13



**Uppdrag:** Släckvattenutredning Filbornaverket  
**Uppdragsnummer:** 30062425  
**Kund:** Öresundskraft AB  
**Datum:** 2023-11-13  
**Upprättad av:** Egzon Haliti  
**Granskad av:** Markus Glenting  
**Dokumentreferens:** \\sehelfs001\projekt\24337\30062425\_miljö-  
\_och\_riskutredningar\_för\_ändring\_av\_tillstånd  
\_för\_filbornaverket\000\släckvattenutredning\2  
023-11-13 släckvattenutredning  
filbornaverket.docx

# Sammanfattning

I samband med ansökan om ändring av tillstånd enligt 9 kap, miljöbalken beträffande Öresundskrafts kraftvärmeverk (Filbornaverket) i Helsingborg ska en släckvattenutredning utföras och bifogas till ansökan. Sweco Brand- och riskteknik har fått i uppdrag att utföra denna släckvattenutredning. Släckvattenutredningen är upprättad av Brandingenjör och Civilingenjör i Riskhantering Egzon Haliti och kvalitetsgranskad av Brandingenjör Markus Glenting.

Syftet med släckvattenutredningen är att analysera vilka förväntade flöden och total volym släckvatten som behöver omhändertas för att hindra spridning till känsliga miljöer samt redovisa förslag på åtgärder för omhändertagande av släckvatten.

Filbornaverket är den produktionsanläggning som levererar störst andel fjärrvärme till Helsingborgs kommun. Befintligt kraftvärmeverk består av bl.a. tippvall, bränslebunker, pannhus samt rökgasrening. *Den här handlingen omfattar bara den planerade tillbyggnaden för ansökt ändring av verksamheten vars mål är att minska koldioxidutsläpp från energiproduktionen genom att fånga in och lagra koldioxid ur rökgaserna.*

Filbornaverket ligger i Helsingborgs kommun vilket innebär att Räddningstjänsten Skåne Nordväst (RSNV) ansvarar för operativa insatser. För att kvalitetssäkra Swecos bedömningar avseende taktik, flöde avseende påföring av brandvatten samt insatsens varaktighet har samråd skett med representant från Räddningstjänsten Skåne Nordväst (RSNV).

Fyra relevanta brandscenarier har identifierats och släckvattenvolymer för dessa har beräknats, se tabell nedan.

Tabell 1. Sammanställning av släckvattenvolymer.

Scenario	Beskrivning	Släckvattenvolym [m <sup>3</sup> ]
1	Kabelbrand inomhus	27
2	Brand i kompressorhuset med ammoniak (gasfas) som köldmedium	108
3	Brand i kompressorhuset i processolja	352
4	Brand i byggnad som strålar mot CO <sub>2</sub> -tankar	399

Det bedöms att den befintliga anläggningen är överdimensionerad och kan omhänderta ovanstående mängder via befintliga brandvattendammarna som finns lokaliserade inom anläggningen. Dock behöver tillbyggnaden planeras med hänsyn till eventuell omhändertagande av släckvatten:

1. Säkerställa att marken är hårdgjord och tät (ej sprickor och potthål) och att ytterkanterna mäts in höjdmässigt. I de fall släckvatten kan rinna ut utanför hårdgjord yta kan till exempel tätade L-stöd eller en asfaltklack anläggas som barriär, se Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag.
2. Om det finns risk att besvärande mängder dagvatten ansamlas på marken kan anläggningen behöva kompletteras med att ytterligare dagvattenbrunnar placeras i lågpunkter. Nya dagvattenledningarna föreslås kopplas till befintligt dagvattensystem kopplat till brandvattendammarna inom anläggningen. Funktion med avstängningsventil som räddningstjänsten kan stänga manuellt i samband med en insats finns redan inom anläggningen och måste bevaras för att säkerställa tillräcklig uppsamling av släckvatten.
3. Insatsplanen uppdateras med informationen om att manuella avstängningsventiler finns och var dessa är lokaliserade.

Dessa åtgärder behöver studeras i detalj när exakt placering och utformning av anläggningen är fastställd. Korrekt utformningen av åtgärdsförslagen görs bland annat genomföra en inmätning av aktuella ytor och höjder.

Givet att invallningsåtgärder vidtas anser Sweco att Filbornaverket hanterat problematiken med släckvatten enligt de krav som gäller enligt miljöbalkens (1998:808) hänsynsregler och lag om skydd mot olyckor (2003:778) så att inte allvarlig skada på miljön uppstår.

# Innehållsförteckning

1	Inledning .....	6
1.1	Bakgrund .....	6
1.2	Syfte .....	6
1.3	Avgränsningar .....	6
1.4	Definitioner .....	7
1.5	Metodik .....	7
1.6	Osäkerheter .....	8
1.7	Kvalitetsplan .....	8
2	Objektbeskrivning .....	9
2.1	Övergripande beskrivning Filbornaverket .....	9
1.1	Anläggnings- och systembeskrivning .....	9
2.2	Organisatoriskt brandskydd .....	11
2.3	Bebyggelse i omgivningen .....	12
2.4	Hanterade farliga ämnen inom anläggningen .....	13
2.5	Övriga förutsättningar .....	14
3	Räddningstjänstens insatsförmåga .....	16
3.1	Styrkeuppbyggnad .....	16
3.2	Övergripande beskrivning räddningstjänsten Skåne Nordväst (RSNV) .....	16
4	Relevanta scenarion .....	18
4.1	Scenario 1 – Kabelbrand inomhus .....	18
4.2	Scenario 2 – Brand i kompressorhuset med ammoniak (gasfas) som läcker utomhus .....	19
4.3	Scenario 3 – Brand i kompressorhuset i processolja .....	19
4.4	Scenario 4 – Brand i byggnad som strålar mot CO2-tankar .....	20
4.5	Sammanställning av släckvattenvolymer .....	21
5	Tänkbara föroreningar i släckvattnet .....	22
6	Åtgärdsförslag .....	23
7	Slutsats .....	24
8	Referenser .....	25
	Bilaga A – Föroreningar i släckvatten .....	27
	Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag .....	33
	Bilaga C – Sammanfattning av släckscenarier, taktik samt vattenförbrukning .....	37

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I samband med ansökan om tillstånd enligt 9 kap, miljöbalken beträffande Öresundskrafts kraftvärmeverk (Filbornaverket) i Helsingborg ska en släckvattenutredning utföras och bifogas till ansökan. Sweco Brand- och riskteknik har fått i uppdrag att utföra denna släckvattenutredning under uppdragsledning av Egzon Haliti. Släckvattenutredningen har kvalitetsgranskats av Brandingenjör Markus Glenting.

Vatten som används som släckmedel vid en brand kallas för brandvatten. Det vatten och blandningar med eventuella övriga vätskor som sedan kvarstår efter släckinsatsen kallas släckvatten och innehåller olika typer av föroreningar. Släckvatten kan spridas till omgivningen och på så sätt skada känsliga miljöer och recipienter.

Både enligt miljöbalkens (1998:808) hänsynsregler och lag om skydd mot olyckor (2003:778) ska hantering av släckvatten hanteras så att inte allvarlig skada på miljön uppstår.

## 1.2 Syfte

Syftet med släckvattenutredningen är att analysera vilka förväntade flöden och total volym släckvatten som behöver omhändertas för att hindra spridning till känsliga miljöer samt redovisa förslag på åtgärder för omhändertagande av släckvatten.

## 1.3 Avgränsningar

*Den här rapporten omfattar bara de delar av anläggningen som gäller för ansökt ändring av verksamheten vars mål är att minska koldioxidutsläpp från energiproduktion genom att fånga in koldioxid ur rökgaserna. Befintliga delar av anläggningen som bl.a. omfattar tipphall, bunker, pannhall m.m. behandlas inte i denna rapport.*

Vid en brand kan en betydande alstring av brandgaser och värmestrålning innebära brandspridning. Detta innebär att brandvatten från strålrör och släcksystem kommer att påföras branden från ett längre avstånd och med stora droppar. Stora droppar medför att en mindre mängd påfört vatten kommer att förångas och påverka brandhärden. I denna släckvattenutredning görs det konservativa antagandet att endast en i sammanhanget försumbar volym brandvatten förångas.

Sannolikheten för att en större brand inträffar samtidigt som ett omfattande skyfall är låg och det anses inte vara rimligt att dimensionera åtgärder avseende omhändertagande för en sådan samtidig volym släck- och dagvatten.

Vid en större brand som är så omfattande att endast fördröjning av brandförloppet är möjlig kan eventuellt större volymer släckvatten uppkomma än vad som beskrivs i denna släckvattenutredning. Det anses dock inte vara rimligt att dimensionera åtgärder avseende omhändertagande för en sådan volym släckvatten. I detta fall kommer troligen räddningsledaren att låta branden fortgå utan att släck-/begränsningsåtgärder genomförs. I detta fall kommer endast kylning av eventuell känslig omgivning att genomföras.

Åtgärder att placera ut brunnstätningar för att förhindra släckvatten att nå dagvattenbrunnar anses inte vara tillräckligt robust för att vara en lämplig åtgärd för att förhindra spridning av släckvatten till dagvattensystemet.

Att tillgodoräkna sig slamsugning av släckvatten från ansamlingar parallellt som en släckinsats pågår anses inte vara robust. Motivet till detta är att insatstiden för slamsugningsresurser är förhållandevis

lång samt att påfört brandvattenflöde avsevärt förväntas överstiga den volym släckvatten som kan slamsugas per tidsenhet.

## 1.4 Definitioner

Tabell 2. Definitioner.

Begrepp	Beskrivning
<b>Angreppstid</b>	Tid från ankomst till skadeplatsen tills att räddningspersonalens åtgärder får effekt.
<b>Anspänningstid</b>	Tid från larm på en brandstation tills att en räddningsresurs börjar köra mot en skadeplats.
<b>Brandfarlig vätska</b>	Brännbar vätska (flampunkt understigande 100° C) som förväntas kunna antändas vid en brand.
<b>Brandvatten</b>	Vatten för både släckning och kylning.
<b>Insatstid</b>	Sammanlagda tiden för anspänningstid, körtid och angreppstid.
<b>Kylvatten</b>	Icke förorenat brandvatten som används vid kylning av omgivande bebyggelse. Kylvatten kan då anses motsvara nederbörd.
<b>Körtid</b>	Tid som det tar för en räddningsresurs att köra från brandstationen till skadeplatsen.
<b>Recipient</b>	Vattenområde som utgör mottagare av dagvatten och som släckvatten inte får spridas till.
<b>Släckvatten</b>	Kontaminerat brandvatten som kvarstår efter en släckinsats och kan innehålla olika typer av föroreningar beroende både på val av släckmedel samt föroreningar som uppkommer av det som brunnit eller läckt ut.
<b>Sprinklervatten</b>	Vatten som påförs branden från ett sprinklersystem.
<b>Övrig vätska</b>	Vätska som lagras eller nyttjas i processer och som vid utsläpp kommer att öka den totala vätskevolymen.

## 1.5 Metodik

Vid antagandet av vilka volymer av släckvatten som kan förväntas vid en insats finns det olika tillvägagångssätt man kan utgå ifrån:

- *Förenklad dimensionering* – i enlighet med rekommendationer i VAV P114 förutsätts ett brandvattenflöde med hänsyn till att verksamheten kan anses hänföras till en särskild områdestyp. Varaktigheten ansätts normalt till 2 timmar enligt praxis.
- *Analytisk dimensionering* – bedömningar baserade på dimensionerande scenarion tillsammans med beräkningar av brandvattenflöden och varaktighet. Denna metodik förutsätter en nära dialog med berörd räddningstjänst.

I denna släckvattenutredning har bedömning av dimensionerande scenario samt genomförande av räddningsinsatser baserats på *analytisk dimensionering* i samråd med Räddningstjänsten Skåne nordväst – RSNV (Helsingborg) [1].

## 1.6 Osäkerheter

Det är svårt att i detalj förutse hur ett brandförlopp och en släckinsats inom Filbornaverket skulle kunna utvecklas. Ambitionen i denna släckvattenutredning är att föra konservativa resonemang och beräkningar vad gäller alstrade flöden och volymer av släckvatten. Genom att föra konservativa resonemang anses inte släckvattenvolymen underskattas.

## 1.7 Kvalitetsplan

SWECO Brand- och Riskteknik är certifierat enligt ISO 9001, där rutiner finns för fortlöpande gransknings- och kontrollarbete. Kvalitetskontroll har för denna dokumentation gjorts i form av egenkontroll och intern kvalitetsgranskning.



## 2 Objektbeskrivning

### 2.1 Övergripande beskrivning Filbornaverket

Filbornaverket är en av de anläggningar som är anslutna till fjärrvärmenätet i Helsingborg och är den produktionsanläggning som levererar störst andel värme. 2021 producerade Filbornaverket ca 500 GWh av totalt 1 080 GWh. Sedan 2005 är Helsingborgs fjärrvärmenät sammankopplat med Landskronas och sedan 2015 även med Lund via Örtofta. Med infångning av koldioxid ur rökgaserna kan anläggningen också möjliggöra geologisk lagring av koldioxid eller dess nyttjande som råvara för exempelvis elektrobränslen.

#### 1.1 Anläggnings- och systembeskrivning

Filbornaverket är ett kraftvärmeverk som övergripande består av: tippshall med bränslemottagning, bränslebunker, pannhus med avfallspanna, ångturbin och generator, rökgasrening, rökgaskondensering, silos för flygaska, kalk och aktivt kol, system för vattenrening, turbinhall, kondensorer och pumprum. Utöver detta finns utrymmen för övrig processutrustning, verkstäder, kontor, kontrollrum m.m. I anslutning till anläggningen finns skorsten, ackumulatortank för hetvatten med tillhörande teknikhus och högspänningsställverk med 130 kV-transformatorer.

Efter behandling i befintlig rökgasrening- och kondenseringsanläggning avleds rökgaserna till en avskiljningsanläggning via en anslutning till befintlig rökgaskanal. I avskiljningsanläggningen avskiljs cirka 90 % av den koldioxid som finns i rökgaserna och därefter släpps rökgaserna ut via befintlig skorsten. Avskild koldioxid behandlas vidare genom komprimering och kylning för att i slutändan lagras och transporteras bort som flytande koldioxid (LCO<sub>2</sub>). De generella anläggnings- och processdelar som är av intresse för denna utredning är framför allt:

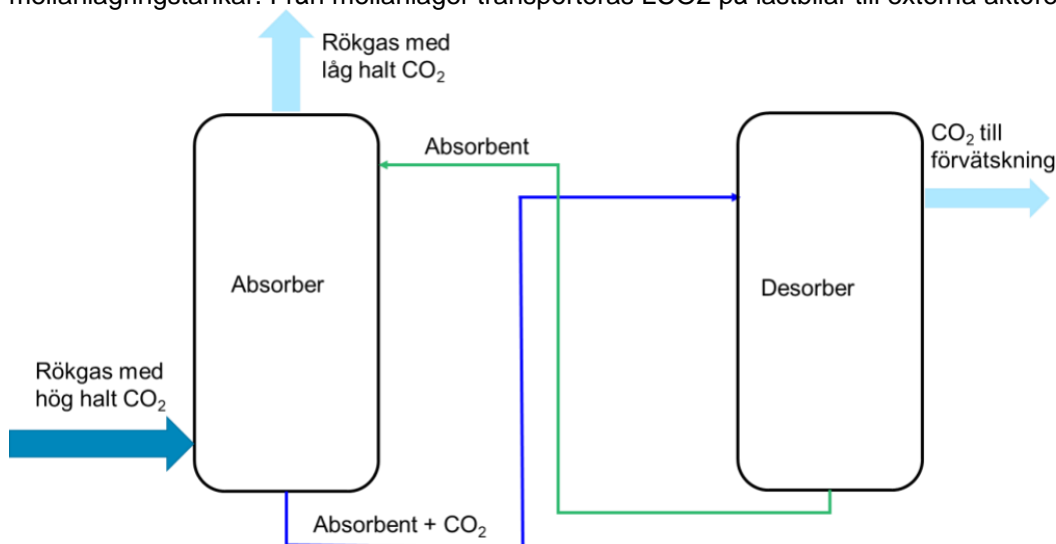
- kylsystem med ammoniak
- kompressorsystem
- lagertankar för LCO<sub>2</sub>
- lastning av LCO<sub>2</sub> till fordon

I dagsläget utreds den exakta utformningen av systemen fortfarande, och systembeskrivningar för den ansökta verksamheten kan därför endast ges översiktligt. Två alternativa placeringar kommer utvärderas. Dessa ses numrerade som placering 1 och 2 i figuren nedan.



För att säkerställa driften av avskiljningsanläggningen så planeras installation av kompletterande kylare. Separat kylsystem med köldmedia för kylning av koldioxid samt värmepumpar med köldmedia för återvinning av spillvärme tillkommer vid koldioxidavskiljning.

Avskild koldioxid komprimeras och kyls för att öka dess densitet för att möjliggöra transport. Mottagare av koldioxid indikerar att koldioxiden ska levereras i flytande fas med temperatur ca  $-26^{\circ}\text{C}$  och tryck ca 15 bar alternativt temperatur  $-55^{\circ}\text{C}$  och tryck ca 7 bar. Flytande koldioxid pumpas därefter till mellanlagringstankar. Från mellanlager transporteras LCO<sub>2</sub> på lastbilar till externa aktörer.



Figur 2. Schematisk bild av koldioxidavskiljningsprocessen.

## 2.2 Organisatoriskt brandskydd

Filbornaverket har en kontinuerlig bemanning med driftpersonal som är tillgänglig 24 timmar om dygnet. Vid en brand är det driftledaren eller deras ersättare i skiftlaget som agerar som skadeplatsledare. Denna person leder det praktiska arbetet tillsammans med räddningstjänsten under släckningsinsatsen. Om situationen kräver det, kan katastrofledare kallas in inom en timme. Dessa katastrofledare arbetar i samarbete med räddningstjänsten för att hantera andra frågor som kan uppstå under en större insats.

Antalet personer i driftbemanningen på Filbornaverket varierar under dygnet och kan variera mellan 2 och 10 personer.

Från kontrollrummet övervakar driftpersonalen brandlarmssystemen i anläggningen, vilka är automatiskt kopplade till SOS Alarm. Driftpersonalen har även möjlighet att kontakta SOS Alarm med hjälp av olika telefoner, även om brandlarmen inte har utlösts för att indikera en brand.

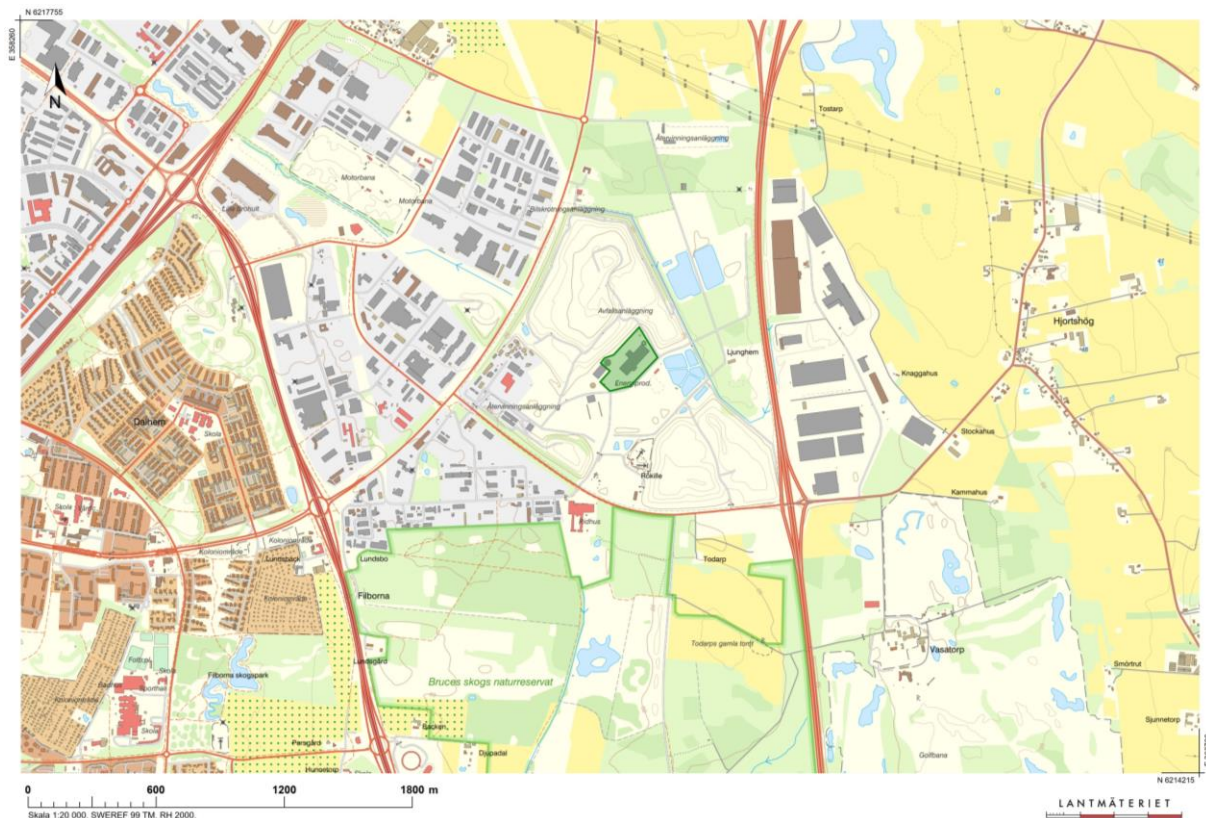
## 2.3 Bebyggelse i omgivningen

Filbornaverket ligger i Helsingborgs kommun nordost om Helsingborgs centrum, se Figur 3. Filbornaverket ligger inom ett område för återvinning, sortering, mellanlagring, behandling och deponering av avfall där 27 olika verksamheter samexisterar.

Området som inrymmer Filbornaverket och avfallsanläggningen är avgränsat av större vägar: Ängelholmsleden i norr, motorväg E4/E6/E20 i öster, Hjortshögsvägen i söder samt Vålavägen i väster. Närmaste omgivning utgörs av industriområde i öster, väster och söder. Söder, öster och norr om Filbornaverket finns även blandad åker- och skogsmark men också enstaka bebyggelse.

Närmaste bostäder ligger ca 900 meter öster om anläggningen. Närmaste bostadsområden är Väla by, Dalhem och Hjortshög, som ligger mellan 1-1,5 km från anläggningen. Söder om anläggningen finns Bruces skogs naturreservat. Närmaste arbetslokal för tyst verksamhet utgörs av ridverksamhet och är lokaliserad cirka 600 m söder om Filbornaverket.

Filbornaverket är lokaliserat på fastigheten Väla 7:11. Fastigheten ligger cirka 46 m över havet och omges i norr av en deponi, vilken ligger mer än 60 m över havet. I södra delen av området för avfallshantering finns även två höjder som överstiger 50 m. Dessa höjdområden illustreras i rosa i Figur 4.



Figur 3. Filbornaverkets omgivning, verksamhetsområdet markerat i grönt. Karta hämtad från Lantmäteriet [2].





Figur 4. Topografisk karta över den närmsta omgivningen. Verksamhetsområdet ses i grönt. Större höjder illustreras i lila. Karta hämtad från Lantmäteriet [3].

## 2.4 Hanterade farliga ämnen inom anläggningen

Inom den planerade tillbyggnaden av anläggningen förekommer hantering enligt följande:

### 2.4.1 Olja

I kompressorhuset utgör olja den stora brandbelastningen. Mängden olja som finns inneslutet i kompressorerna är cirka 100 liter. Exakt lokalisering och utförande av byggnaden där kompressorerna ska placeras är i nuläget inte fastställt men det förutsätts att hela mängden olja släpps ut och bildar en pöl som antänder.

### 2.4.2 Ammoniak-lösning

Vattenfri ammoniak kommer att användas som köldmedium i värmepumpar och kylmaskiner. Två relevanta scenarier kan tänkas ske, a) läckage inomhus i vätskefas och b) läckage inomhus i gasfas. Läckage i vätskefas bedöms inte påverka mängden släckvatten då vatten inte får användas mot ammoniak i vätskefas då det enbart skulle påskynda förångningsprocessen av ammoniak.

### 2.4.3 Aminer

Aminer är en grupp av kemikalier som bland annat används som koldioxidabsorbent. Skadliga egenskaper varierar mellan specifika molekyler, men aminer i aktuellt fall kommer inte vara brandfarliga enligt information erhållet av anläggningen. I aktuellt fall kommer aminerna vara frätande och hälsoskadliga genom cancerogena nitrosaminer som kan bildas vid upphettning.

### 2.4.4 Koldioxid

Koldioxid är en färglös och luktfri icke-brandfarlig gas som förekommer naturligt i vår atmosfär. Gasen är tyngre än luft och relativt svårslöslig i vatten. Vid höga koncentrationer trycker gasen undan syre och

kan därmed verka som kvävande, speciellt i slutna miljöer. Nedkyld gas kan orsaka köldskador på person och egendom. Vid extern påverkan, exempelvis brand, kan ämnet omfattas i scenariot kärleksprängning med stort konsekvensområde och skadlig/dödlig påverkan på relativt långt avstånd från olycksplatsen.

## 2.5 Övriga förutsättningar

### 2.5.1 Detektionssystem

Tillbyggnaden ska förses med ett heltäckande automatiskt brandlarm enligt SBF 110:8.

### 2.5.2 Brandvattenförsörjning

Inom Filbornaverket finns fyra markbrandposter och 2 teknikhus/pumpstationer, som försörjs från två brandvattendammar. Brandvattenflödet kapacitet är cirka 100 m<sup>3</sup>/h.

### 2.5.3 Insatsplan

Insatsplan för Filbornaverket enligt Brandskyddsföreningens rekommendation [4] ska uppdateras innan anläggningen tas i drift.

### 2.5.4 Dagvattensystem

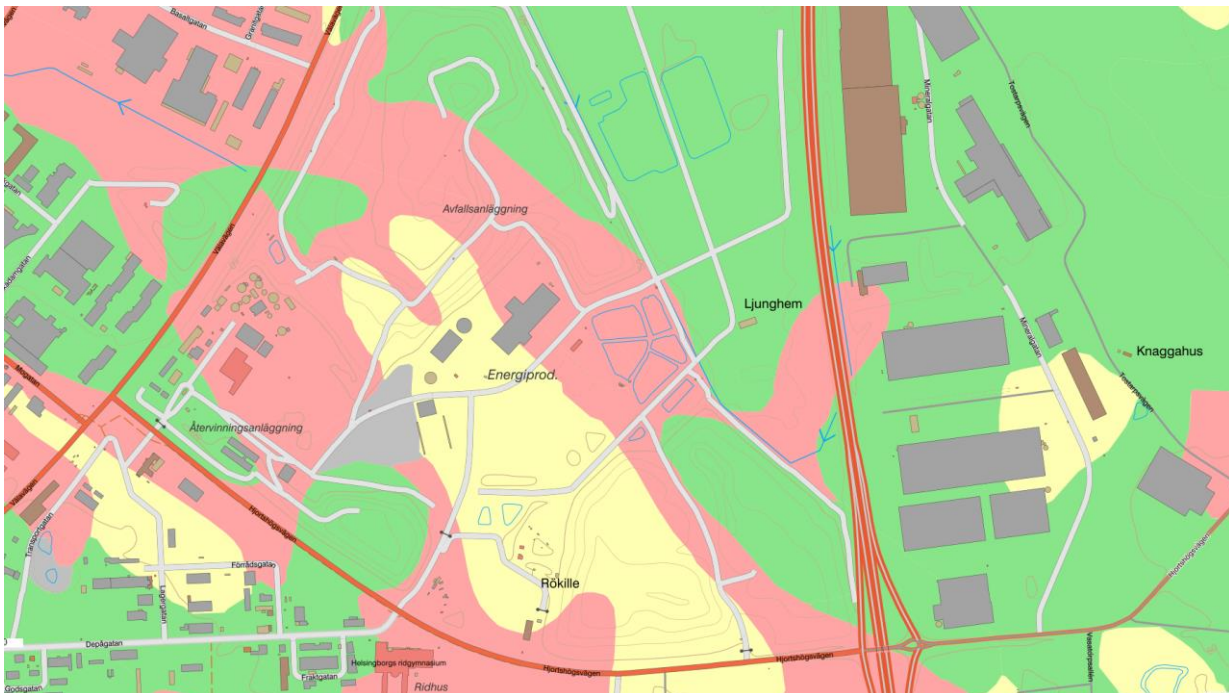
Inom anläggningen finns två dammar som sammanlagt har en vattenvolym på 650 m<sup>3</sup> (överskott leds ut till dagvatten). Vid stängda utloppsventiler rymmer dammarna ytterligare och kan då ta upp totalt 900 m<sup>3</sup> släckvatten.

Vid låg nivå (< 275 m<sup>3</sup>) fylls dammarna med stadsvatten. Inne i kraftverket finns en påfyllningsventil (71GAC21AA101) som normalt alltid är öppen och vid respektive damm sitter en egen påfyllningsventil som öppnas vid fyllbehov.

Om vattennivån är lägre än 225 m<sup>3</sup> så startar inte brandpumpen.

### 2.5.5 Markförhållanden

Markytorna inom Filbornaverkets anläggning är generellt hårdgjord. På vissa delar inom anläggningen finns gräsmattor som inte är täta utan medger infiltration. Markens genomsläpplighet enligt SGU:s kartvisare [5] redovisas i Figur 5.



Figur 5. Genomsläppligheten vid Filbornaverket. Rött – Hög genomsläpplighet, Gult – Medelhög genomsläpplighet och Grön – Låg genomsläpplighet.

### 2.5.6 Recipient

Dagvatten leds för närvarande enligt de aktuella avtalen till NSRs dag- och lakvattennät. Om det skulle uppstå en brand i verksamheten, så genomgår förorenat släckvatten, som samlats upp i dagvattensuppsamlingsdammarna, en provtagning för att fatta beslut om lämplig hantering. Ansvar för beslut om hantering och behandling av släckvatten vid en brand i verksamheten är delegerad till tillsynsmyndigheten, Länsstyrelsen Skåne.

### 2.5.7 Vattenskyddsområde för dricksvatten

Filbornaverket är inte beläget inom utpekad vattenskyddsområde i Helsingborgs kommun.

## 3 Räddningstjänstens insatsförmåga

### 3.1 Styrkeuppbyggnad

Beroende på aktuell beredskapssituation t ex annat pågående larm, kan larmade räddningsresurser till en brand inom Filbornaverket variera. I denna släckvattenutredning förutsätts att larmade resurser är tillgängliga på respektive brandstation.

### 3.2 Övergripande beskrivning räddningstjänsten Skåne Nordväst (RSNV)

I räddningstjänsten Skåne Nordväst finns det nio brandstationer. Fyra heltidsstationer och fem deltidstationer. Räddningstjänsten arbetar med att förebygga bränder och olyckor samt genomför räddningsinsatser när det behövs i Helsingborg, Ängelholm, Örkelljunga och Bjuv.

#### 3.2.1 Anspänningstid

De räddningsresurser som bedöms larmas i inledningskedet till en brand vid Filbornaverket förutsätts ha en anspänningstid motsvarande 90 sekunder. Deltidsstationernas anspänningstid är 5 min.

#### 3.2.2 Körtid

Körtiden för räddningstjänstens fordon till Filbornaverkets anläggning kan variera beroende på var respektive fordon befinner sig när de får larmet, trafikförhållandena och vädret. Vid bedömning av körtid förutsätts fordonen utgå från respektive brandstation och körtiden motsvaras av den körtidsanalys som erhålls enligt Google Maps [6] se Tabell 3.

Tabell 3. Körtider från räddningstjänsten

Station	Bemanning	Anspänningstid (min)	Körtid (min)	Total tid (min)
<b>Helsingborg City</b>	Heltid: 1+4	1,5	13	14,5
<b>Bårslöv</b>	Heltid: 1+4	1,5	8	9,5
<b>Berga (Heltid &amp; Deltid)</b>	Heltid: 1+4 Deltid: 1+2	Heltid: 1,5 Deltid: 5	10	Heltid: 11,5 Deltid: 15
<b>Bjuv</b>	Deltid: 1+5	5	15	20
<b>Ängelholm (Heltid &amp; deltid)</b>	Heltid: 1+4 Deltid: 1+4	Heltid: 1.5 Deltid: 6	20	Heltid: 21,5 Deltid: 26
<b>Örkelljunga</b>	Deltid: 1+4	5	30	35
<b>Skånes Fagerhult</b>	Deltid: 1+4	5	40	45

#### 3.2.3 Angreppstid

Angreppstiden beror på vilken taktik som används och vilka åtgärder som ska genomföras. Räddningstjänsten antas vid en brand inom anläggningen först göra en invändig livräddande insats om det inte kan säkerställas att alla personer redan har utrymt byggnaden. Under tiden livräddande insats pågår beställs fler resurser och räddningstjänsten kraftsamlar för att kunna utföra en släckningsinsats.



### 3.2.4 Räddningstjänstens utrustning

Samtliga stationer har en släckbil och tankbil förutom Helsingborg City som saknar tankbil. På stationerna Berga, Bårslöv, Skånes Fagerhult, Ängelholm och Örkelljunga finns det även tillgång till båt. I Berga finns kemenhet, i Bjuv finns saneringsenhet och i Ängelholm finns tungräddningsenhet.

Vid samråd med räddningstjänsten Skåne Nordväst konstateras räddningstjänstens utrustning motsvara den som beskrivs vid släckinsatser för identifierade brandscenarion. Det innefattar flöden för strålrör å 450 liter/minut, vattenkanon å 1 200 liter/minut samt skumkanon å 1 600 liter/minut.

## 4 Relevanta scenarion

De scenarion som anses relevanta att studera ur ett släckvattenhänseende utgörs av:

Tabell 4. Sammanställning av relevanta scenarion.

Scenario	Beskrivning
1	Kabelbrand inomhus
2	Brand i kompressorhuset med ammoniak (gasfas) som köldmedium
3	Brand i kompressorhuset i processolja
4	Brand i byggnad som strålar mot CO2-tankar

### 4.1 Scenario 1 – Kabelbrand inomhus

#### 4.1.1 Initial händelse

En kabelbrand antas orsaka en brand i någon av de planerade tillbyggnaderna. Branden växer till men brandspridningen blir begränsad genom brandcellsindelning. Det automatiska brandlarmet detekterar branden och räddningstjänsten larmas.

#### 4.1.2 Livräddande insats

Vid ankomst påbörjar räddningsresurser en livräddande insats i syfte att kontrollera att berörd personal ej är exponerade av rök eller instängda.

#### 4.1.3 Taktik

Brandvattenförsörjningen tryggas släckinsats påbörjas.

Räddningstjänsten öppnar eventuella rökluckorna/fönster samt sätter utrymmen som hotas av rökspridning under övertryck med fläktar.

#### 4.1.4 Brandsläckning

Räddningstjänsten angriper branden med ett rökdykarpar som påför ett flöde motsvarande 450 liter/minut. Insatsen bedöms pågå under 60 minuter.

#### 4.1.5 Eftersläckning

Eftersläckningsarbete bedöms ingå i den manuella släckinsatsens flöde och varaktighet.

#### 4.1.6 Beräkning av släckvattenvolym

Den alstrade släckvattenvolymen till följd av räddningstjänstens insats beräknas enligt följande:

$$1 \cdot 450 \frac{l}{min} \cdot 60 min = 27 m^3$$

#### 4.1.7 Spridning av släckvattnet

Släckvattenvolymen av denna volym bedöms ansamlas på de hårdgjorda ytorna utanför kompressorhuset. Släckvatten bedöms också ansamlas inomhus beroende på antalet plan som kompressorhuset kommer att utföras i.

## 4.2 Scenario 2 – Brand i kompressorhuset med ammoniak (gasfas) som läcker utomhus

### 4.2.1 Initial händelse

En brand utbryter i kompressorhuset där koncentrerad ammoniak ingår som köldmedium i processen. Ammoniak i gasform börjar läcka utomhus.

### 4.2.2 Livräddande insats

Personal har redan utrymt och larmat räddningstjänsten varför en livräddande insats inte bedöms som aktuell.

### 4.2.3 Taktik

Räddningstjänsten delas upp i två rökdykarpar med fokus på att begränsa och släcka branden samt tvätt ner det gasformiga utsläppet av ammoniak. Insatsen bedöms pågå i ca 2 timmar.

### 4.2.4 Brandsläckning

Två rökdykarpar, vardera par med 450 liter/min angriper branden och ammoniakmolnet. Insatsen bedöms pågå i ca 2 timmar.

### 4.2.5 Eftersläckning

Eftersläckning anses ej vara nödvändig.

### 4.2.6 Beräkning av släckvattenvolym

Den alstrade släckvattenvolymen till följd av utsläppet och räddningstjänstens insats beräknas enligt följande:

$$2 \cdot 450 \frac{l}{min} \cdot 120 \text{ min} = 108 \text{ m}^3$$

### 4.2.7 Spridning av släckvattnet

Släckvattenvolymen kommer att spridas inom anläggningens hårdgjorda ytor och kan beroende på lutning rinna ner i dagvattenbrunnarna.

## 4.3 Scenario 3 – Brand i kompressorhuset i processolja

### 4.3.1 Initial händelse

I samband med ett oljeläckage i kompressorhuset antänds oljan och en brand uppstår.

### 4.3.2 Livräddande insats

När räddningstjänsten kommer fram genomförs en livräddningsinsats för att sätta eventuell anläggningspersonal i säkerhet.

### 4.3.3 Taktik

Under tiden som räddningstjänsten kraftsamlar hinner branden växa till. När nödvändiga släckningsresurser har kommit fram till skadeplats antas all turbinolja (100 liter) brinna i form av en pölbrand. Räddningstjänsten säkerställer vattenförsörjningen och angriper pölbranden med två rökdykarp samt vattenkanon. Skum kommer att användas i strålrören för att få en effektiv släckinsats mot oljan.

### 4.3.4 Brandsläckning

Två rökdykarp, vardera par med 450 liter/min angriper branden. Även en vattenkanon med flödet 1 200 liter/min används för att förhindra att branden sprider. Insatsen bedöms pågå i ca 2 timmar.

### 4.3.5 Eftersläckning

Eftersläckning anses ej vara nödvändig efter en effektiv utläggning av skum.

### 4.3.6 Beräkning av släckvattenvolym

Volymen eldningsolja från ett av processen antas rinna ut och bidra till släckvattenvolymen. Denna volym ansätts konservativt till 100 m<sup>3</sup>.

Den alstrade släckvattenvolymen till följd av utsläppet och räddningstjänstens insats beräknas enligt följande:

$$100 \text{ m}^3 + 2 \cdot 450 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 120 \text{ min} + 1 \cdot 1200 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 120 \text{ min} = 352 \text{ m}^3$$

### 4.3.7 Spridning av släckvattnet

Släckvattenvolymen kommer att spridas inom anläggningens hårdgjorda ytor och kan beroende på lutning rinna ner i dagvattenbrunnarna.

## 4.4 Scenario 4 – Brand i byggnad som strålar mot CO2-tankar

### 4.4.1 Initial händelse

Brand utbryter i kompressorhuset. Kompressorhuset kommer att byggas i obrännbar stomme med betong/stål-konstruktion varför en brand inte förväntas spridas snabbare än normalt. En brand antas dock kunna utvecklas till dess att den detekteras och att räddningstjänsten anländer så att strålning sker mot intilliggande koldioxid tankar.

### 4.4.2 Livräddande insats

Livräddningsinsats är ej motiverad. Berörd personal hinner sätta sig i säkerhet innan räddningstjänsten larmas.

### 4.4.3 Taktik

När räddningstjänsten anländer beslutas att man ska försöka lokalisera branden och om möjligt genomföra en offensiv släckinsats samtidigt som ett annat rökdykarp sätts på att kyla intilliggande cisterner med koldioxid.

#### 4.4.4 Brandsläckning

Delar av plåttaket förväntas förlora sin bärförmåga och därmed rasa varför strålning intensifieras mot koldioxidtankarna. För att förhindra risken för kärlsprängning av tankar med koldioxid använder räddningstjänsten två vattenkanoner á 1 200 liter/minut. Samtidigt genomförs invändig brandsläckning av två rökdykargrupper med strålrör á 450 liter/minut. Denna insats antas pågå under 120 min.

#### 4.4.5 Eftersläckning

Efter denna tid bedöms brandens intensitet avtagit och insatsen bedöms kunna ske med ett strålrör á 50 liter/minut. Eftersläckningen bedöms pågå under en timme.

#### 4.4.6 Beräkning av släckvattenvolym

Den alstrade släckvattenvolymen beräknas enligt följande:

$$2 \cdot 1200 \frac{l}{min} \cdot 120 min + 2 \cdot 450 \frac{l}{min} \cdot 120 min + 1 \cdot 50 \frac{l}{min} \cdot 60 min = 399 m^3$$

#### 4.4.7 Spridning av släckvattnet

Släckvattnet kommer att spridas ut över den hårdgjorda asfalterade ytan runt anläggningen och kan beroende på markens lutning rinna ut och infiltrera ner i marken eller ner i dagvattenbrunnarna.

### 4.5 Sammanställning av släckvattenvolymer

Släckvattenvolymer av de scenarion som anses relevanta att studera ur ett släckvattenhänseende redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Sammanställning av släckvattenvolymer.

Scenario	Beskrivning	Släckvattenvolym [m <sup>3</sup> ]
1	Brand i kompressorhuset med ammoniak (gasfas) som köldmedium	108
2	Brand i kompressorhuset i olja till turbiner	352
3	Brand i byggnad som strålar mot CO <sub>2</sub> -tankar	399
4	Kabelbrand i kompressorhuset	27

Det bedöms att den befintliga anläggningen är överdimensionerad och kan omhänderta ovanstående mängder via befintliga brandvattendammar som finns lokaliserade inom anläggningen. Dock behöver tillbyggnaden planeras med hänsyn till eventuell omhändertagande av släckvatten. Se generella åtgärder under avsnitt 6.

## 5 Tänkbara föroreningar i släckvattnet

Beroende på brandförlopp, vilka ämnen som deltagit och bildats i förbränningsprocessen, övriga vätskor och eventuella skumtillsatsmedel för brandsläckning kommer släckvattnet vara kontaminerat. Det går oftast inte att uttala sig om vilka specifika föroreningar som kan uppkomma i det enskilda fallet.

I Bilaga A ges en generell redovisning av tänkbara föroreningar i släckvatten.

Så fort släckvattnet är invallat och vidare spridning till omgivningen förhindrats är det tid att ta reda på släckvattnets föroreningsgrad. För detta krävs provtagning och analys. Först när detta är genomfört kan beslut fattas om hur släckvattnet ska tas om hand.

Beroende på föroreningsgraden kan något av följande alternativ bli aktuellt:

- Släckvattnet är inte mer förorenat än att det kan släppas ut till recipient utan rening
- Rening på plats med hjälp av ett mobilt reningsverk
- Slamsugning på plats för avtransport till extern reningsanläggning
- Slamsugning på plats för avtransport till extern destruktionsanläggning. Om släckvattnet är så förorenat att det måste destrueras kan kostnaden för detta uppgå till 10 kkr/m<sup>3</sup> [7].

## 6 Åtgärdsförslag

För att förhindra att alstrad släckvattenvolym i ovan identifierade scenarier sprids till omgivningen föreslås följande generella åtgärder för Filbornaverket:

1. Säkerställa att marken är hårdgjord och tät (ej sprickor och potthål) och att ytterkanterna mäts in höjdmässigt. I de fall släckvatten kan rinna ut utanför hårdgjord yta kan till exempel tätade L-stöd eller en asfaltsklack anläggas som barriär, se Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag.
2. Om det finns risk att besvärande mängder dagvatten ansamlas på marken kan anläggningen behöva kompletteras med att ytterligare dagvattenbrunnar placeras i lågpunkter. Nya dagvattenledningarna föreslås kopplas till befintligt dagvattensystem kopplat till brandvattendammarna inom anläggningen. Funktion med avstängningsventil som räddningstjänsten kan stänga manuellt i samband med en insats måste säkerställas.
3. Insatsplanen uppdateras med informationen om att manuella avstängningsventiler finns och var dessa är lokaliserade.

Dessa åtgärder behöver studeras i detalj när exakt placering och utformning av anläggningen är fastställd. Korrekt utformningen av åtgärdsförslagen görs bland annat genomföra en inmätning av aktuella ytor och höjder.

## 7 Slutsats

Vid en brand inom Filbornaverket föreligger risk för spridning av släckvatten till icke-hårdgjorda ytor. För att förhindra detta föreslås att följande åtgärder vidtas. För att hitta de lämpligaste åtgärderna behöver olika åtgärder undersökas och jämföras.

Nedan anges förslag på åtgärder som syftar till att förhindra att släckvatten sprids utanför anläggningen, se även Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag för exempel på hur släckvatten kan omhändertas:

1. Säkerställa att marken är hårdgjord (ej sprickor och potthål) och att ytterkanterna mäts in höjdmässigt. I de fall släckvatten kan rinna ut utanför hårdgjord yta kan till exempel tätade L-stöd eller en asfaltklack anläggas som barriär, se Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag.
2. Om det finns risk att besvärande mängder dagvatten ansamlas på marken kan dagvattenbrunnar placeras i lågpunkter. Dagvattenledningarna föreslås ledas till ett gemensamt utlopp som förses med en avstängningsventil som räddningstjänsten kan stänga manuellt i samband med en insats.
3. Insatsplanen uppdateras med informationen om att manuella avstängningsventiler finns och var dessa är lokaliserade.

Utformningen av åtgärdsförslagen behöver utredas mer specifikt genom att bland annat genomföra en inmätning av aktuella ytor och höjder.

Givet att invallningsåtgärder vidtas anser Sweco att Filbornaverket hanterar problematiken med släckvatten enligt de krav som gäller enligt miljöbalkens (1998:808) hänsynsregler och lag om skydd mot olyckor (2003:778) så att inte allvarlig skada på miljön uppstår.



## Referenser

- [ J. Hedin, Interviewee, *Räddningstjänsten Skåne Nordväst (Helsingborg)*. [Intervju]. 2023-10-26.  
1  
]
- [ Lantmäteriet, "Karttjänsten "Min karta"," 28 10 2023. [Online]. Available:  
2 <https://minkarta.lantmateriet.se/>.  
]
- [ Lantmäteriet, "Karttjänsten "Min karta"," 16 10 2023. [Online]. Available:  
3 <https://minkarta.lantmateriet.se/>.  
]
- [ "Rekommendation för insatsplaner," Brandskyddsföreningen, 2019.  
4  
]
- [ S. - S. G. Undersökning, "Genomsläpplighet," [Online]. Available:  
5 <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>. [Använd 25 10 2023].  
]
- [ Körtidsanalys, "Google Maps," [Online]. [Använd 11 10 2023].  
6  
]
- [ E. Hasselström, Interviewee, *Stena Recycling*. [Intervju]. 10 01 2020.  
7  
]
- [ N. o. Lithner, "Rening och destruktion av kontaminerat släckvatten," Myndigheten för samhällsskydd  
8 och beredskap (MSB), Karlstad, 2013.  
]
- [ O. Sterner, *Förgiftningar och miljöhot*, Studentlitteratur, 2010.  
9  
]
- [ A. L. A. S. Per Blomqvist, "Miljöbelastning vid bränder och andra olyckor - utvärdering av provtagning  
1 och analyser," Räddningsverket, 2004.  
0  
]
- [ S. G. I. SGI, "Emissioner från bränder - Spridning till mark och vatten," Linköping, 2006.  
1  
1  
]
- [ Livsmedelsverket. [Online]. Available: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser>. [Använd 11 07  
2 2018].  
]
- [ Kemikalieinspektionen. [Online]. Available: <https://www.kemi.se/hitta-direkt/kemiska-amnen-och-material/hogfluorerade-amnen-pfas>. [Använd 11 07 2018].  
3  
]
- [ Brandforsk, "Utsläpp från bränder – Analyser av brandgaser och släckvatten," SP Rapport 2002:24,  
1 2002.  
4  
]

- [ SPBI, "SPI rekommendation Släckvattenhantering," Svenska Petroleum Institutet, 2011.  
1  
5  
]
- [ Kemikalieinspektionen, "Högfluorerade ämnen (PFOS, PFOA med flera)," 12 10 2015. [Online].  
1 Available: <https://www.kemi.se/sv/Innehall/Fragor-i-fokus/Perfluorerade-amnen-PFOS-PFOA-med-6-flera/>.  
6 flera/.  
]
- [ Wikipedia. [Online]. Available: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Perfluoroktansulfonsyra>. [Använd 10 07  
1 2018].  
7  
]
- [ "Utkiken," [Online]. Available: <https://www.utkiken.net/forum/dokumentarkiv/produkter-och-upphandlingar/personlig-utrustning-skyddsutrustning-raddningstjanstmateriel/43407-skumvatskor-8-utan-fluor>. [Använd 17 08 2018].  
8 utan-fluor. [Använd 17 08 2018].  
]
- [ R. Berger, Interviewee, *Incendium*. [Intervju]. 14 08 2018.  
1  
9  
]
- [ L. FLydén, "Släckvatten från avfallsanläggningar," Institutionen för geovetenskap, Uppsala  
2 Universitet, 2009.  
0  
]
- [ "HMK Bilcon," [Online]. Available: <https://hmkbilcon.com/sv/tankbilslosningar/>. [Använd 15 03 2022].  
2  
1  
]
- [ I. Hansson, "Brandskydd i oljedepå," Räddningsverket, Karlstad, 2000.  
2  
2  
]
- [ A. Attehed, Interviewee, *SMC-koordinator*. [Intervju]. 15 03 2022.  
2  
3  
]
- [ Eniro, "Ytmätning på funktionen "Kartor"," [Online]. Available:  
2 [https://kartor.eniro.se/?c=59.609322,17.861731&z=17&l=aerial&d={%22a%22:\[\[59.609868,17.854674,1,59.607859,17.855594,59.608066,17.858791,59.608478,17.861195,59.609325,17.859585,59.610063,17.857761,59.610323,17.855401,null,1\]\]}](https://kartor.eniro.se/?c=59.609322,17.861731&z=17&l=aerial&d={%22a%22:[[59.609868,17.854674,1,59.607859,17.855594,59.608066,17.858791,59.608478,17.861195,59.609325,17.859585,59.610063,17.857761,59.610323,17.855401,null,1]]}). [Använd 16 03 2022].

## Bilaga A – Föroreningar i släckvatten

Släckvatten från en släckinsats kommer vara kontaminerat av olika ämnen och halter beroende på i vilken del av anläggningen branden startar i och vilka avfallsprodukter som finns i anläggningen vid tiden för branden. Släckvatten kan innehålla restprodukter och reaktionsprodukter vid förbränning av bränslet samt övriga vätskor eller ämnen som förvarats på platsen.

### PAH, VOC samt sVOC

I en rapport utgiven av MSB [8] ges exempel på vilka ämnen som har förekommit vid bränder i olika verksamheter och material. Släckvatten innehåller i de flesta fall polycykliska aromatiska kolväten (PAH), flyktiga och halvflyktiga organiska föreningar (VOC och sVOC) och metaller.

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) bildas vid när förbränning av organiskt material i en syrefattig miljö och kan vara både toxiska och cancerogena samt att många även är bioackumulerbara. Exempel på PAH är naftalen och bens[a]pyren, som är en av de mest toxiska PAH och kan metaboliseras till en cancerogen, genotoxisk och teratogen form. PAH oxideras även i miljön med ozon, svaveldioxid eller kväveoxider. Oxidation med kväveoxid ger nitropolyaromater som har stark toxicitet [9].

VOC och sVOC bildas vid ofullständig förbränning och en studie [10] på släckvatten från olika bränder visade att släckvattnet var allvarligt förorenat av VOC eller sVOC vid majoriteten av dessa. De vanligaste VOC och sVOC i släckvattnet var alifatiska kolväten metylerad bensen, fenol och metylerade fenoler.

Tabell 6. VOC och sVOC i allvarliga halter vid olika typer av bränder [10].

Typ av brand	VOC	sVOC
Färglager (byggnad och färg)	Xylen, Toluen	
Fartygsbrand (inredning)	Xylen, Toluen	
Industribyggnad (lager med bl a datorer)	Trimetylbensen, Undekan	Alkaner (C9-C24)
Saluhall (inredning)		Metylfenol
Ytbehandling (trä, syror, cyanid)		Fenol, Pentaklorfenol
Musteri (byggnad)	Toluen	Etylhexylftalat, Metylfenoler
Industribyggnad (byggnad, däck, diesel)	Undekan, Dekan	Teradekan, Tridekan, Toluen
Lager (returpappersbalar)	Toluen, Fenol	Metylfenoler
Oljerestdepå (olja)		Alifater

Dioxiner bildas vid förbränning av organiskt material i närvaro av klor och kan även förekomma i släckvatten. Dioxiner består av två grupper, polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) och kan exempelvis bildas vid förbränning av polymera material som PVC. Många dioxiner är toxiska, persistenta och lipofila vilket gör att de är bioackumulerbara och även kan biokoncentrera samt att flera är cancerogena och teratogena [9].

### Metaller

Metaller kan även finnas i släckvattnet, både i löst och bunden form. Exempel på metaller som är vanligt förekommande i släckvatten är zink, kadmium och bly. Tungmetaller som kadmium och bly är inte nedbrytbara i miljön och kan ha toxiska och miljöfarliga effekter.

Kadmium är bioackumulerbar och är starkt toxisk, särskilt för akvatiska organismer [9]. Vid studien på släckvatten från olika typer av bränder kunde kadmium detekteras i de flesta bränderna i en halt som bedöms mycket allvarlig [10]. Svenska vattenriktvärden för kadmium är 0,005 mg/l för dricksvatten och 0,0003 mg/l för ökad risk för biologiska effekter [11]. Bly är bioackumulerbar och är starkt toxisk. Vid studien på släckvatten från olika bränder kunde bly identifieras i flera, med halter som varierade mellan allvarliga och mycket allvarliga [10]. Svenska vattenriktvärden för bly är 0,01 mg/l för dricksvatten och 0,003 mg/l för ökad risk för biologiska effekter [11].

## Skumvätskor med PFAS och PFOS

### Allmänt och användningsområde

När skumvätskor används som släckmedel kommer även dessa att återfinnas i släckvattnet. Skumvätskan består av skumbildare som är baserad på tensider eller proteiner samt att eventuella stabilisatorer, lösningsmedel, fryspunktnedsättande medel och konserveringsmedel med flera kan ingå i skumvätskan. Tensider i skumvätskan kan vara skadliga för vattenorganismer genom att vara akut toxiska och syretärande medan andra som fluortensid har en kronisk toxicitet. Inblandningen av skumvätska är för klass A bränder 0,1–1%, för klass B bränder 3% och kan uppgå till 6 % för släckning av bränder i polära bränslen vilket kan vara aktuellt om till exempel etanol hanteras inom anläggningen.

Släckmedlet skum kan innehålla PFAS (poly- och perfluorerade alkylsubstanser) vilket är syntetiskt framställda kemikalier. Poly- och perfluorerade alkylsubstanser, PFAS, är ett samlingsnamn på en grupp kemikalier som är framställda för att tåla höga temperaturer och vara vatten- och fettavvisande. De mest kända typerna av PFAS är PFOS och PFOA [12].

PFAS finns i miljön och har förorenat dricksvatten och livsmedel. Vissa polyfluorerade alkylsubstanser kan brytas ner till perfluorerade alkylsyror (PFAA), som i sin tur inte bryts ned alls och försvinner mycket långsamt från människokroppen. Att dricka vatten med höga halter av PFAS under lång tid misstänks öka risken för negativa hälsoeffekter.

PFAS har tillverkats sedan mitten av 1900-talet, och är stabila mot värme och kemisk nedbrytning. Ämnena har förmåga att bilda släta, vatten-, fett- och smutsavvisande ytor och finns i många produkter. PFAS används bland annat som impregneringsmedel för papper, textilier och heltäckningsmattor och i rengöringsmedel (till exempel golvpols). PFAS används också i kemi-, verkstads- och elektronikindustrin.

Brandsläckningsskum är ett användningsområde för PFAS som fått mycket uppmärksamhet. Det finns olika typer av brandskum som används vid olika sorters bränder. Så kallade klass A-skum är till för bränder i fibrösa material såsom byggnader medan klass B-skum används för bränder i vätska. Det är i klass B-skum som högfluorerade ämnen används. De används främst på grund av sin effektiva förmåga att skapa en tunn vattenfilm mellan skummet och det brinnande bränslet. Vattenfilmen innebär att skummet snabbt kan sprida ut sig över vätskeytan samtidigt som avdunstning och värmestrålning förhindras [13]. Utöver skumbildaren ingår många andra kemikalier t.ex. stabilisatorer, lösningsmedel, fryspunktnedsättande medel, konserveringsmedel, pH-justerande medel, avhärdare, färg, och korrosionsinhibitorer.

År 1986 inträffade Sandoz-bränden då närmare 15 000 m<sup>3</sup> släckvatten, som innehöll ca 40 ton toxiska jordbrukskemikalier, rann direkt ut i floden Rehn. Släckvattnet orsakade omfattande skador på flodens ekosystem varav de allvarligaste skadorna var utslagning av hela ål-beståndet längs en 400 km lång sträcka samt att bestånden av harr och forell skadades allvarligt längs en 300 km lång sträcka. Direkt efter olyckan förutspåddes att faunan skulle vara utslagen i årtionden framåt men redan efter några veckor kunde man hitta alla de arter som funnits där innan olyckan inträffade och det dröjde bara ett par månader innan faunan var i det närmaste återställd. Att skadorna inte blev större berodde troligen på att de känsligaste arterna redan var utslagna på grund av den redan stora föroreningsbelastningen i floden [14].

År 2005 inträffade en mycket stor brand i en oljedepå i Buncefield, Storbritannien. Sammanlagt förbrukades cirka 750 m<sup>3</sup> skumsläckmedel och 55 000 m<sup>3</sup> brandvatten vid brandsläckningen. Enligt utredningar och mätningar noterades att effekterna av släckvatten medförde att grundvatten och mark förorenades med fluortensider och liknande ämnen. I Buncefieldbranden användes så vitt känt enbart skumsläckmedel innehållande PFOS [15].

Mellan 1985 till 2003 använde Försvarsmakten brandsläckningsskum som bland annat innehöll PFOS. Under 2000-talet kom insikten om PFAS stora spridning i miljön. Sedan 2008 är det inom EU förbjudet att använda PFOS, och ämnen som kan brytas ned till PFOS, i kemiska produkter och varor, med vissa undantag. Andra typer av PFAS har ersatt PFOS inom många användningsområden.

## Hälsoeffekter av PFAS och PFOS

Vissa polyfluorerade alkylsubstanser kan brytas ner till perfluorerade alkylsyror (PFAA), som i sin tur inte bryts ned alls. PFAS ger inga akuta hälsoproblem, men vissa PFAA lagras i kroppen. Det är fortfarande inte klarlagt om PFAS orsakar negativa hälsoeffekter hos människor som utsatts för ämnena under lång tid. Att dricka vatten med mycket höga halter av PFAS, som till exempel PFOA och PFOS, under lång tid misstänks dock kunna öka risken för negativa effekter, som påverkan på sköldkörteln, levern, fettomsättningen och immunförsvaret. Även om riskökningarna sannolikt är små och mycket svåra att upptäcka så är det viktigt att man får i sig så lite som möjligt av dessa ämnen.

PFAS sprids till miljön från industriell- och konsumentanvändning samt från avfallshantering och reningsverk. PFAA kan också bildas i miljön, och i människokroppen, som nedbrytningsprodukter av polyfluorerade ämnen. Denna typ av "modersubstanser" till PFAA används på liknande sätt av industrin och kan finnas t ex i vissa typer av livsmedelsförpackningar. Vi exponeras för PFAS via inomhusdamm samt vid användning av produkter som innehåller PFAS, till exempel viss typ av skidvalla.

PFAS i miljön hamnar till slut i livsmedel. I mat är det framför allt PFOS och PFOA som finns i de högsta halterna. Fiskkonsumtion är en viktig källa för PFOS, medan många olika livsmedelsgrupper bidrar med PFOA.

Vattentäkter, både ytvatten- och grundvattentäkter, som ligger i områden där det finns eller har funnits brandövningsplatser kan bli förorenade av PFAS. Samma sak gäller platser där räddningstjänsten nyligen släckt en brand med skum som innehåller PFAS. Sedan 2007 får PFOS inte säljas och sedan 2011 får man inte heller använda det man har kvar i lager [16]. Trots att det har slutat användas kan det ligga kvar länge i marken och vattenprover har visat att halterna inte minskat nämnvärt de senaste 5 åren. Från Stockholm Arlanda Airport läcker det ut i genomsnitt 2 kg PFOS/år till Märstaån och vidare ut i Mälaren, fastän PFOS-innehållande brandskum började fasa ut 2002. Samma problem finns också vid andra platser där brandövningar har förekommit [17].

Hösten 2013 upptäcktes mycket höga halter av PFAS dricksvattnet i en grundvattentäkt i Kallinge, Ronneby kommun. Livsmedelsverket genomförde under 2014 en kartläggning bland Sveriges kommuner för att se i vilken utsträckning dricksvattenanläggningarnas råvatten var förorenade av PFAS. Kartläggningen visade att cirka 3,4 miljoner svenskar har kommunalt dricksvatten som är påverkat av PFAS.

2023 gav Livsmedelsverket ut föreskrifter om dricksvatten (LIVFS 2022:12) i vilka gränsvärden för PFAS redovisas. Dricksvatten anses inte vara hälsosamt eller rent om följande gränsvärden gällande PFAS överskrids:

- 4 nanogram PFAS 4 per liter
- 100 nanogram PFAS 21 per liter

De ingående ämnena i grupperingarna PFAS 4 (fyra ämnen) respektive PFAS 21 (tjugoen ämnen) framgår av bilaga till LIVFS 2022:12. Gränsvärdena avser summan av de ingående ämnena i respektive grupp.

## Myndigheters och forskningsinstitutioners avsiktsförklaring

Våren 2017 utökade berörda myndigheter och forskningsinstitutioner sitt samarbete med att hantera problemen med högfluorerade ämnen. Samarbetet beskrivs i en gemensam avsiktsförklaring.

Kommunikationen mellan myndigheterna och forskningsinstitutionerna ska öka för att förbättra riskbedömning, regelutveckling, miljöövervakning, forskning, teknikutveckling och den offentliga kontrollen. De myndigheter och forskningsinstitutioner som skrivit på avsiktsförklaringen vill dessutom aktivt informera allmänheten om PFAS.

Myndigheterna och forskningsinstitutionerna planerar att ytterligare kartlägga förorenade områden och hur mycket människor utsätts för de högfluorerade ämnena. Myndigheterna ska medverka till att nya tekniker utvecklas och används för provtagning, analys, vattenrening och sanering av områden som förorenats av PFAS, samt föra dialog med berörda aktörer för att stimulera till att högfluorerade ämnen fasas ut.

## Nya biologiskt nedbrytbara skumvätskor

Utfasningen av skumvätskor innehållande PFAS har gjort att nya fluorfria skumvätskor har utvecklats. Flera leverantörer har numera fluorfria (PFAS-fria) skumvätskor i sitt sortiment. Gemensamt för dessa är att de bryts ner snabbare utan bioackumulering men att de förbrukar mer syre. I strömmande vatten är dock syreförbrukningen begränsad [18], [19].

## Bromerade flamskyddsmedel

Bromerade flamskyddsmedel från polymerer, elektronik och byggnadsmaterial kan också förekomma i släckvattnet och kan vara både persistenta och bioackumulerbara. När plast som innehåller bromerade flamskyddsmedel brinner kan vätebromid avges som sedan i kontakt med vatten kan bilda bromvätesyra.

När halogenhaltiga plaster som exempelvis PVC eller polytetrafluoretylen (teflon) brinner kan vätehalogenider som vätefluorid och väteklorid bildas.

När polyuretan brinner, vilket kan finnas i möbler, kan isocyanater, vätecyanid, väteklorid, vätefluorid, acetaldehyd och fenoler bildas. I kontakt med vatten kan då även saltsyra bildas från väteklorid och fluorvätesyra från vätefluorid.

## Föroreningar i släckvatten för olika typer av brand

I en MSB:s Rening och destruktion av kontaminerat släckvatten [8] ges exempel på vilka ämnen som har förekommit vid bränder i olika verksamheter och material vilka presenteras i Tabell 7.

Tabell 7. Exempel på farliga ämnen som förekommit i höga eller mycket höga halter vid bränder i olika verksamheter och material.

Typ av brand	Farliga ämnen
Industribyggnad (snickeri och ytbehandlingsindustri)	Metaller: Al, Sb, Pb, Br, Cd, Ce, Cu, Cr, Gd, Ga, Fe, Mo, Nd, Ni, Mn, Pr, Sa, Ti, U, Y, Zn, Zr PAH cancerogena PAH övriga: naftalen, fenantren sVOC: fenol Cyanid
Bränslesilo (papper, trä och plast)	Metaller: Al, Sb, As, Pb, Br, Cs, Fe, Cd, Ca, Cu, Cr, Mn, Mo, Nb, Pd, Rb, Sr, Ti, Zn PAH cancerogena och övriga VOC: bensen, etylbensen, fenol

Daghem	<p>Metaller: Al, Br, Fe, Ca, Cu</p> <p>PAH cancerogena</p> <p>PAH övriga</p> <p>sVOC: fenol</p>
Gymnastikhall	<p>Metaller: Al, Ba, Cd, Cl, Pb, Br, Cr, Mo, Sr, Ti, Zn,</p> <p>PAH cancerogena: (t.ex. bens(a)pyrén)</p> <p>PAH övriga</p> <p>VOC och sVOC – analyserades ej!</p>
Ladugård	<p>Metaller: Pb, Br, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn,</p> <p>PAH cancerogena och övriga</p> <p>VOC: Xylener</p> <p>sVOC: fenol, kreoso</p>
Bilar	<p>Metaller: bly, koppar, zink, antimon</p> <p>Suspenderat material</p> <p>Alifatiska kolväten</p> <p>(TOC)</p> <p>(Org. föreningar med adsorberbara org halogener AOX)</p>
Däck	<p>Metaller: zink, bly, kobolt, antimon, koppar</p> <p>PAH: cancerogena, övriga</p> <p>VOC</p> <p>PCDD/PCDF</p> <p>Pyrolysolja</p> <p>TOC</p>
Elektronikskrot	<p>Metaller: Al, Sb, Pb, Br, Fe, Cd, Cu, Cr, Mn, Mo, Ni, Ti, Zn, Zr</p> <p>PAH cancerogena</p> <p>PAH övriga</p> <p>VOC: fenol, styren, toluen</p> <p>Dioxiner</p> <p>Flamskyddsmedel: TBBPA, TBP, HBCD</p>
Skogsbrand	<p>Radioaktivitet: sönderfall av cesium-137, plutonium-239 och strontium-90</p> <p>Metaller: Ba, Mg, Mn, Sr</p> <p>Näringsämnen: N, P, K</p> <p>Kalcium, cyanid, bikarbonat</p>
Batterilager	<p>Metaller i höga halter och många olika metaller</p> <p>Högst halter av europium och antimon</p>
Fartyg	<p>Metaller: Al, Ba, Pb, Br, Cd, Cl, Cr, Mo, Sr, Ti, Zn,</p> <p>PAH cancerogena: benso(a)antracen</p>

	PAH övriga: naftalen, fenantran, fluoren VOC: dekan, undekan, dodekan, dimetylbensen, trimetylbensen sVOC: alkaner C9-C24, butoxy-etanol, metyl-propyl-bensen
--	---

I Släckvatten från avfallsanläggningar [20] redovisas en sammanställning av förbränningsprodukter vid brand i avfallsmaterial.

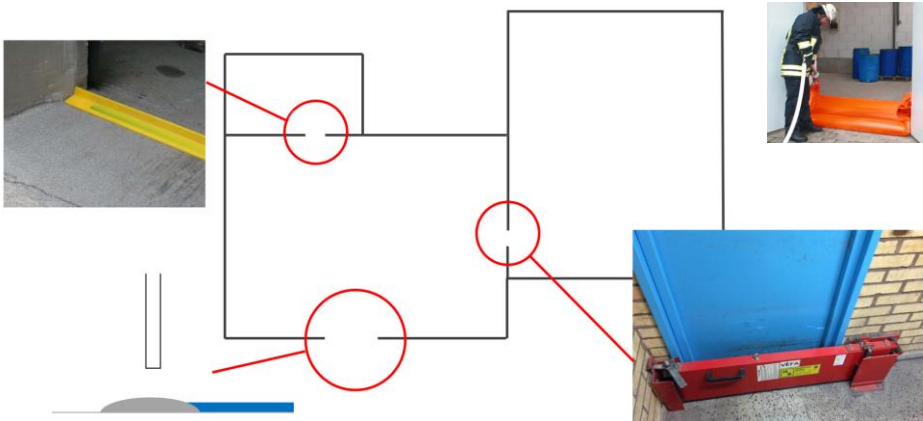
Tabell 8. Förbränningsprodukter vid förbränning av olika avfallsmaterial.

Avfallstyp	Farliga ämnen
Organiskt material	BOD, COD, PAH, VOC, NO <sub>x</sub> och andra kväveföreningar
Färg och lösningsmedel	PAH, PCB, dioxiner, metaller
Plast	Metaller, PAH, PCB, bromerade flamskyddsmedel, dioxiner, fenoler, cyanider, klorerade kolväten, NO <sub>x</sub> , HCl
Gummiprodukter (bildäck)	Svaveloxider, VOC, dioxiner
Kabel	PAH, dioxin
Metallskrot	PAH, metallföreningar
Elektronikavfall	Flamskyddsmedel, dioxiner, Kväveföreningar
Petroleumprodukter	Svavelhaltiga föreningar, PAH, blyföreningar
Gips	Svavelhaltiga föreningar
Skumvätska	Tensider, PAH, VOC, dioxiner, petroleumföreningar
Brandsläckningspulver	Kväveföreningar, fosforföreningar

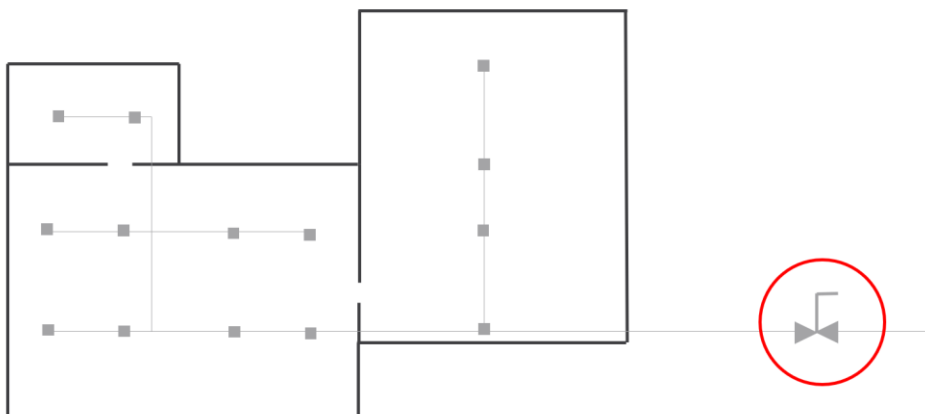


## Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag

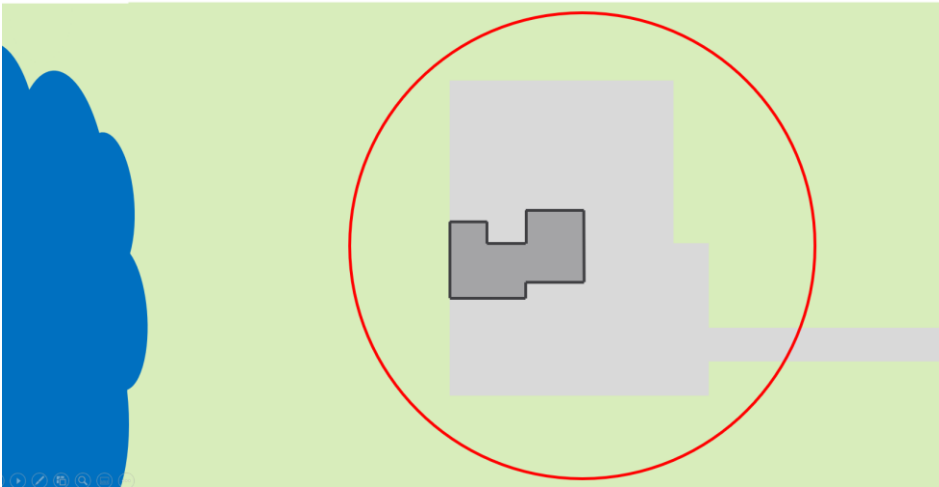
I denna bilaga redovisas principiella åtgärdsförslag för att minimera spridning av släckvatten till känslig omgivning.



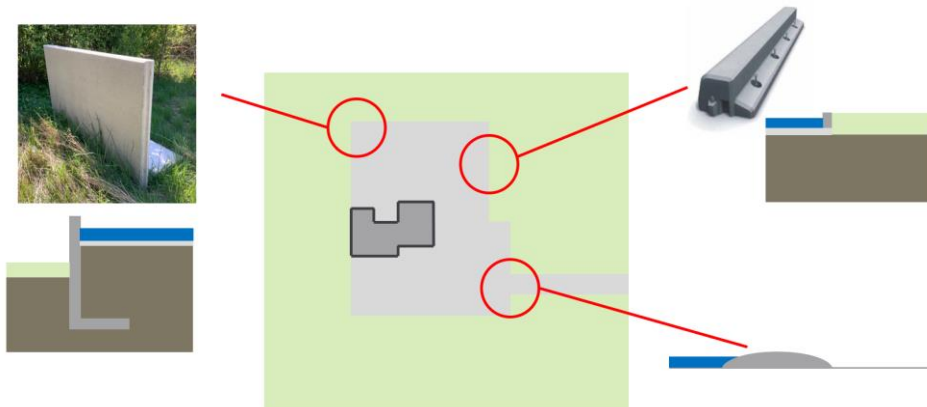
Figur 6. Invallning av släckvatten inomhus. T-list, giljotin-barriär samt överkörningsbar vägbula i portöppning.



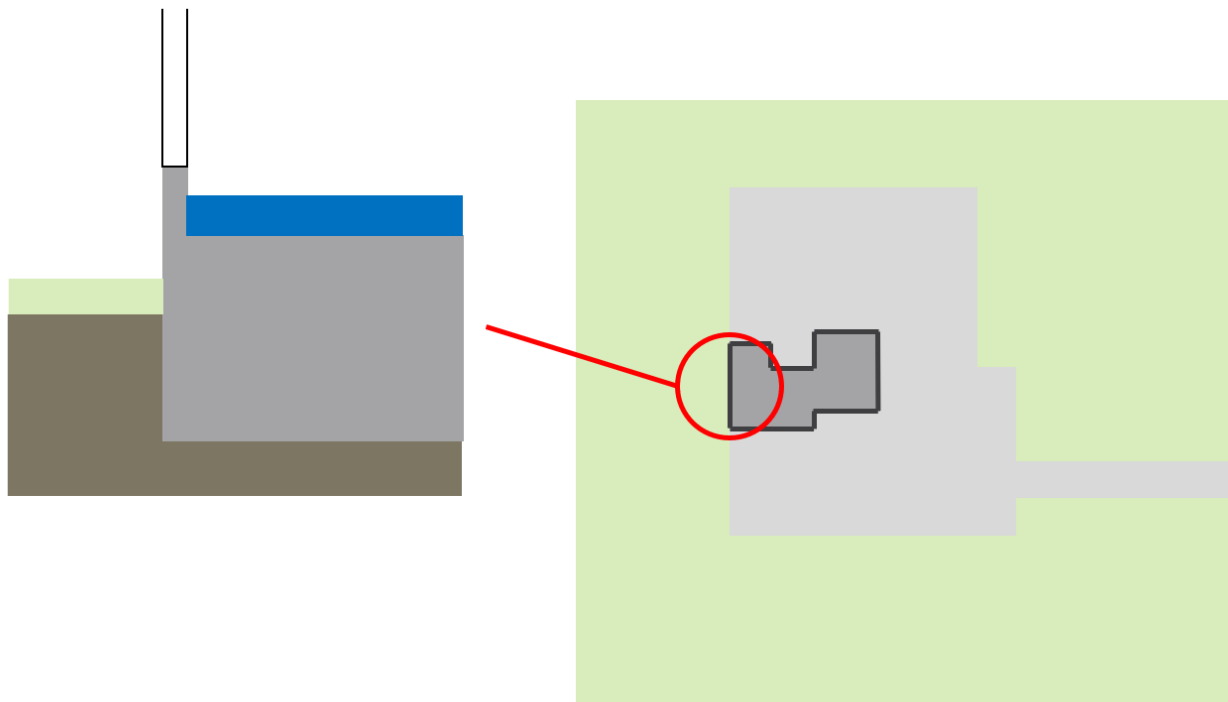
Figur 7. Avstängningsventil på utgående spillvattenledning.



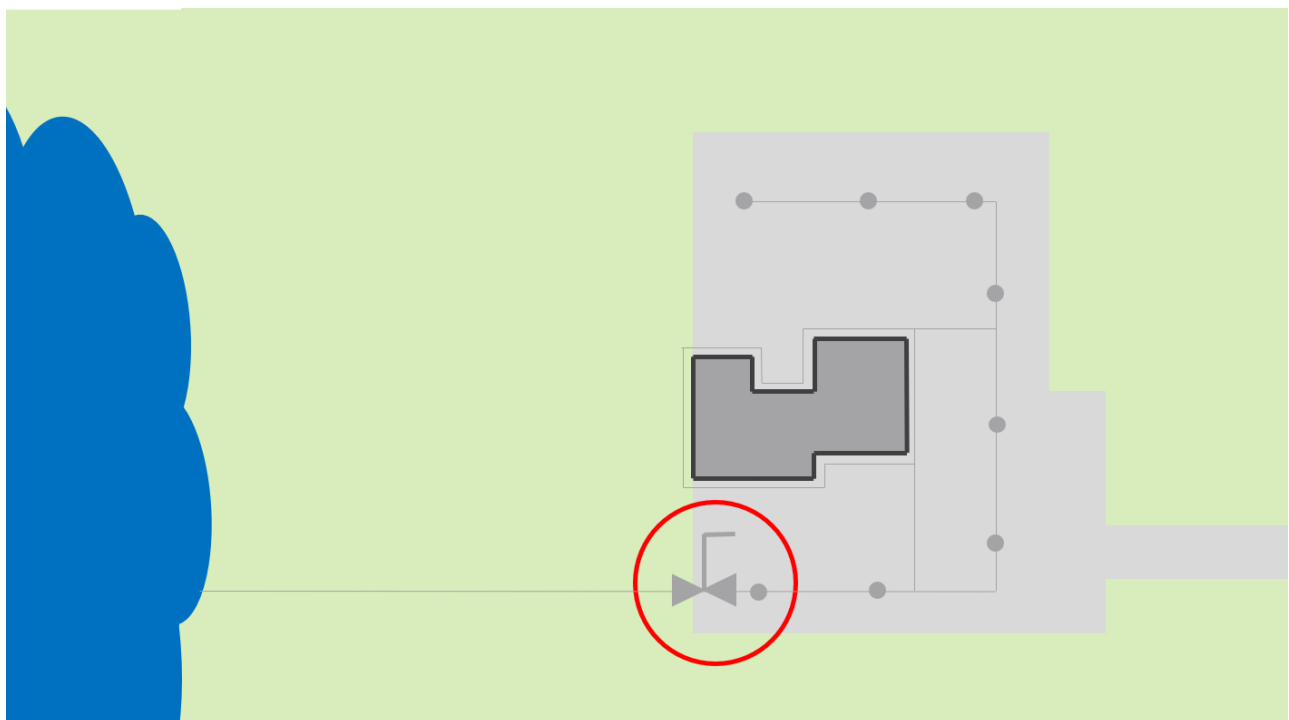
Figur 8. Markyta runt anläggningen utförs hårdgjord så att infiltrering ner i mark undviks. Eventuella sprickor och potthål lagas.



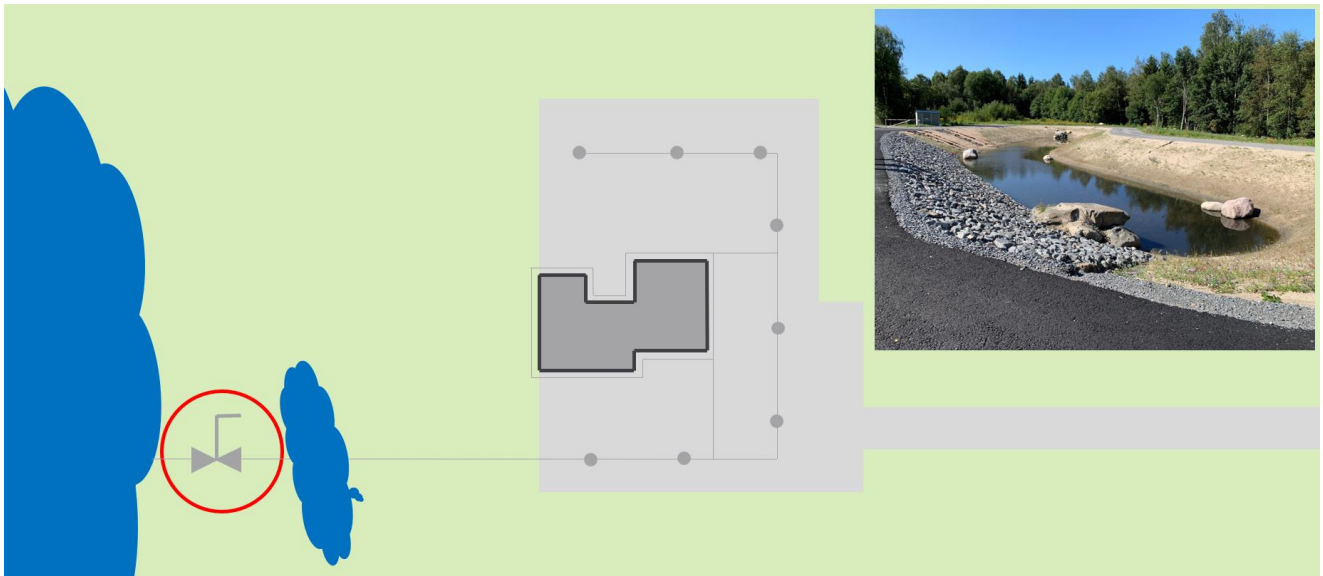
Figur 9. Markytans höjder scannas och på de platser släckvatten kan rinna ut till icke hårdgjord yta uppförs barriärer av nödvändig höjd, t ex L-stöd, kantsten, asfaltklack, vägbula etc.



Figur 10. Om släckvatten kan spridas inne ifrån byggnaden ut till icke hårdgjord yta utförs sockel och trösklar täta och med en höjd så att släckvatten inte kan rinna över.



Figur 11. Dagvattensystemet förses med avstängningsventil på utgående dagvattenledning.



Figur 12. Om dagvattnet leds till en dag-/släckvattendamm förses dess utlopp med en avstängningsventil.

## Bilaga C – Sammanfattning av släckscenarier, taktik samt vattenförbrukning

### Scenario 1 – Kabelbrand inomhus

Tid T <sub>minuter</sub>	Händelse	Taktik	Vattenförbrukning	Volym (m <sup>3</sup> )
T <sub>0</sub>	En brand utbryter i byggnaden och växer till			
T <sub>15</sub> -T <sub>45</sub>	Räddningstjänsten anländer och påbörjar livräddning	<b>Livräddning</b>	Ingen vattenpåföring krävs	-
T <sub>45</sub> -T <sub>75</sub>	Räddningstjänsten anländer och påbörjar släckinsats	<b>Styrkeuppbyggnad, slangutläggning</b>  <b>Brandsläckning med strålrör</b>	<b>Manuell släckinsats</b>  Flöde: 1 x strålrör á 450 l/min= 450 l/min  Varaktighet: 60 min	27
<b>Total volym</b>				<b>27</b>

Scenario 2 – Brand i kompressorhuset med ammoniak (gasfas) som läcker

Tid T <sub>minuter</sub>	Händelse	Taktik	Vattenförbrukning	Volym (m <sup>3</sup> )
T <sub>0</sub>	En brand utbryter i kompressorhuset där ammoniak finns som köldmedium processen. Ammoniak i gasform börjar läcka.			-
T <sub>15</sub> -T <sub>135</sub>	Räddningstjänsten anländer och påbörjar släckinsats och dessutom tvätta ner ammoniaken.	<b>Styrkeuppbyggnad, slangutläggning, kemdykning tillsammans med driftpersonal</b>  <b>Brandsläckning med vatten</b>  <b>Nedtvättning</b>	<b>Manuell släckinsats</b>  Flöde: 2 x strålrör á 450 l/min= 900 l/min  Varaktighet: 120 min	108
<b>Total volym</b>				<b>108</b>

Scenario 3 – Brand i kompressorhuset i processolja

Tid T <sub>minuter</sub>	Händelse	Taktik	Vattenförbrukning	Volym (m <sup>3</sup> )
T <sub>0</sub>	En brand utbryter i kompressorhuset där processolja rinner ut och bildar en pöl som antänds			0
T <sub>15</sub> -T <sub>45</sub>	Räddningstjänsten anländer och påbörjar livräddning	<b>Livräddning</b> <b>Styrkeuppbyggnad, slangutläggning</b>		0
T <sub>45</sub> - T <sub>165</sub>	Räddningstjänsten påbörjar släckinsats	<b>Brandsläckning</b> med skumblandning	<b>Manuell släckinsats</b>  Flöde: 2 x strålrör á 450 l/min= 900 l/min  Vattenkon: 1200 l/min  Varaktighet: 120 min	252
Volym olja som rinner ut i samband med brand				100
<b>Total volym</b>				<b>352</b>

Scenario 4 – Brand i byggnad som strålar mot CO2-tankar

Tid T <sub>minuter</sub>	Händelse	Taktik	Vattenförbrukning	Volym (m <sup>3</sup> )
T <sub>0</sub>	En brand utbryter i kompressorhuset där turbinolja rinner ut och bildar en pöl som antänds			0
T <sub>45</sub> - T <sub>165</sub>	Räddningstjänsten påbörjar släckinsats	<b>Brandsläckning</b> med vatten  <b>Kylning</b> av intilliggande CO2-cisterner	<b>Manuell släckinsats</b>  Flöde: 2 x strålrör á 450 l/min= 900 l/min  <b>Kylning</b>  Flöde: 2 x vattenkon á 1200 l/min  Varaktighet: 120 min	396
T <sub>165</sub> -225	Branden släckt efter ca 165 min från brandstart	<b>Eftersläckning</b>	<b>Manuell släckinsats</b>  Flöde: 1 strålrör á 50 l/min  Varaktighet: 60 min (effektiv tid)	3
<b>Total volym</b>				<b>399</b>