

Bilaga D2

Släckvattenutredning



Nyetablering av anläggning för produktion av biogas i Kristinelund,
Kalmar kommun

Biokraft Kalmar AB

Uppdrag: SB Kalmar
Uppdragsnummer: 30058726
Kund: Biokraft Kalmar AB
Datum: 2024-01-12
Upprättad av: Fanny Selin & Caroline Svensson
Granskad av: Olle Andersson
Dokumentreferens: \\sek\lrf002\projekt\21240\30058274_biogasanläggning_kalmar\000\10_original\leverans\bilaga d2 släckvattenutredning.docx

Revideringshistorik

Version	Datum	Upprättad av	Granskad av
1	2024-01-12	Fanny Selin & Caroline Svensson	Olle Andersson

Sammanfattning

I samband med ansökan om tillstånd enligt 9 kap, miljöbalken beträffande Biokraft Kalmar AB:s industrianläggning för produktion av flytande biogas (Liquid Biogas, LBG) inom fastighet Kristinelund 5:1 i Kalmar kommun ska en släckvattenutredning utföras och bifogas till ansökan. Både enligt *miljöbalkens (1998:808) hänsynsregler och lag (2003:778) om skydd mot olyckor* ska hantering av släckvatten hanteras så att inte allvarlig skada på miljön uppstår.

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

Biokrafts planerade industrianläggning utanför Kalmar ska producera kylkondenserad, flytande biogas (LBG) från olika typer av gödsel och andra avfalls- och restprodukter. Slutförvaring av LBG sker i en cistern med en volym på 379 m³. Vid anläggningen finns även röt-kammare med tillhörande gasklockor CBG, diesel, etanol, CO₂, kylsystem innehållande ammoniak (alternativt rena kolväten), lossningsplats, process- och kontorsbyggnader.

Anläggningen ligger i Kalmar kommun vilket innebär att Räddningstjänsten Sydost (RTSO) ansvarar för operativa insatser. För att kvalitetssäkra Swecos bedömningar avseende taktik, flöde avseende påföring av brandvatten samt insatsens varaktighet har samråd skett med representanter från Räddningstjänst Sydost 2023-11-27.

Sju relevanta brandscenarier har identifierats. För att förhindra att alstrad släckvattenvolym i identifierade scenarier sprids till omgivningen föreslås följande åtgärder:

1. Säkerställa att marken kring lossningsplats, LBG-cistern, dieselcistern, och där släckvatten kan läcka ut från byggnad är hårdgjord och tät (ej sprickor och potthål) samt 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 barriärer, se Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag. Mark runt röt-kammare med gasklockor behöver ej hårdgöras då ingen släckinsats bedöms vara nödvändig inom dessa områden. Om processbyggnad ligger i gräns mot ej hårdgjord yta ska begränsningen av släckvatten ske inomhus genom att anlägga barriärer i form av socklar eller trösklar.

2. På den hårdgjorda ytan kommer dagvattenbrunnar att placeras i lågpunkter. Dagvattenledningarna är planerade att leda till endagvattendamm som även ska kunna användas för uppsamling av släckvatten. Utloppet från dag-/släckvattendammen ska förses med avstängningsventil som räddningstjänsten kan stänga manuellt i samband med en insats.
3. Spillvatten från verksamhetsprocessen kommer att tas om hand internt och sedan återföras till verksamhetsprocessen utan att vattnet släpps ut till det kommunala nätet. Övrigt spillvatten som leds via utgående spillvattenledningar ska förses med manuella avstängningsventiler som räddningstjänsten kan stänga i samband med en insats.
4. Vid upprättandet av insatsplan ska denna förses med informationen om att manuella avstängningsventiler finns och var dessa är lokaliserade.
5. Etanolcistern ska utföras med en invallning som kan samla upp både cisternens volym samt eventuellt släckvatten. Dessa åtgärder rekommenderas för samtlig brandfarlig vätska på anläggningen.

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

Givet att ovanstående åtgärder vidtas anser Sweco att Biokraft hanterar problematiken med släckvatten vid sin anläggning utanför Kalmar 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	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte	7
1.3	Avgränsningar	7
1.4	Definitioner	8
1.5	Metodik	8
1.6	Osäkerheter	9
1.7	Oklara eller ej utredda frågor	9
1.8	Kvalitetsplan	9
2	Objektbeskrivning	10
2.1	Verksamhets- och områdesbeskrivning	10
2.2	Organisatoriskt brandskydd	11
2.3	Hanterade vätskor inom anläggningen	11
2.4	Hanterad brandfarlig gas inom anläggningen	14
2.5	Övriga förutsättningar	15
3	Räddningstjänstens insatsförmåga	19
3.1	Styrkeuppbyggnad	19
3.2	Övergripande beskrivning Räddningstjänsten Sydost	19
4	Relevanta scenarion	21
4.1	Scenario 1 – Brand i gasledning	22
4.2	Scenario 2 – Brand vid lastning av LBG	23
4.3	Scenario 3 – Brand i byggnad, ingen cellplastisolering	24
4.4	Scenario 4 – Brand i CBG	25
4.5	Scenario 5 – Brand i diesel	26
4.6	Scenario 6 – Cisternbrand - etanol	27
4.7	Scenario 7 – Invallningsbrand - etanol	28
4.8	Sammanställning av släckvattenvolymer	29
5	Tänkbara föroreningar i släckvattnet	30
6	Åtgärdsförslag	31
7	Slutsats	31
8	Referenser	32
	Bilaga A – Föroreningar i släckvatten	33
	Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag	39

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I samband med ansökan om tillstånd enligt 9 kap, miljöbalken beträffande Biokrafts industrianläggning för produktion av flytande biogas (Liquid Biogas, LBG) 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 Fanny Selin, och riskkonsult Caroline Svensson och kvalitetsgranskad av brandingenjör Olle Andersson.

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 (2003:778) om skydd mot olyckor* 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 vilken 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

Parallellt med upprättandet av denna handling upprättar Sweco Brand- och Riskteknik en riskutredning i enlighet med LBE (2010:1011). I riskutredningen har det identifierats att scenariot Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (BLEVE) med låg sannolikhet kan inträffa inom anläggningen. Med hänsyn till den låga sannolikheten och det snabba explosionsförloppet bedöms att konsekvenserna av en BLEVE ej utgör ett dimensionerande släckscenario. Således kommer det inte att behandlas vidare i denna släckutredning. Volym släckvatten som krävs för kylning av LBG-cistern och tankbil för att minimera risken för BLEVE har dock utretts.

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- eller begränsningsåtgärder genomförs och endast kylning av eventuell känslig omgivning kommer 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 1. Definitioner.

Begrepp	Beskrivning
Angreppstid	Tid från ankomst till skadeplatsen tills att räddningspersonalens åtgärder får effekt.
Anspänningstid	Tid från larm på en brandstation tills att en räddningsresurs börjar köra mot en skadeplats.
Brandfarlig vätska	Brännbar vätska (flampunkt understigande 100° C) som förväntas kunna antändas vid en brand.
Brandvatten	Vatten för både släckning och kylning.
Insattid	Sammanlagda tiden för anspänningstid, körtid och angreppstid.
Kylvatten	Icke förorenat brandvatten som används vid kylning av omgivande bebyggelse. Kylvatten kan då anses motsvara nederbörd.
Körtid	Tid som det tar för en räddningsresurs att köra från brandstationen till skadeplatsen.
Recipient	Vattenområde som utgör mottagare av dagvatten och som släckvatten inte får spridas till.
Släckvatten	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.
Övrig vätska	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 att 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 Sydost.

1.6 Osäkerheter

Det är svårt att i detalj förutse hur ett brandförlopp och en släckinsats inom anläggningen 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 Oklara eller ej utredda frågor

Avsnitt markerade med **grå färgöverstrykning** ska utredas vidare/bekräftas av beställaren. I dagsläget är det inte bekräftat om:

- Byggnaderna antas förses med ett heltäckande automatiskt brandlarm enligt SBF 110:8.
- Byggnader inom anläggningen antas ej vara försedda med sprinkler eller annat släcksystem.
- Dagtid antas det finnas beredskapsorganisation på plats. Övrig tid nås ansvarig jour via telefon.

1.8 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 Verksamhets- och områdesbeskrivning

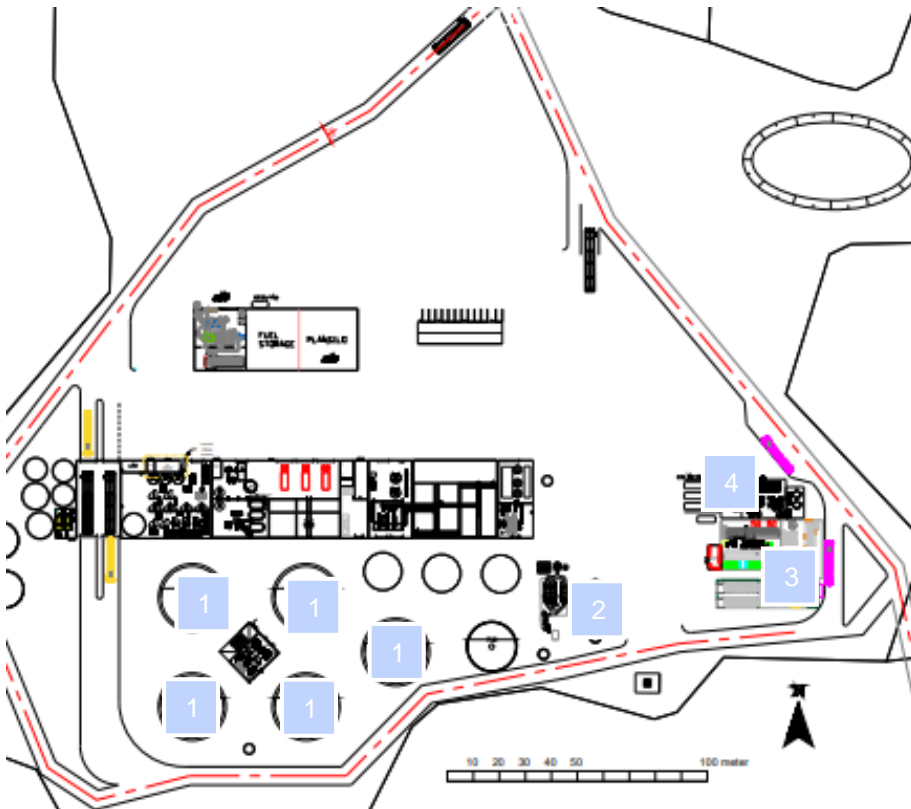
Biokraft avser uppföra en industrianläggning för produktion av flytande biogas från gödsel och andra avfalls- och restprodukter. Anläggningen planeras att uppföras inom fastigheten Kristinelund 5:1 inom Kalmar kommun i Kalmar län. Området där anläggningen planeras består idag av skogsmark och ligger cirka 2,5 kilometer från närmsta tätort, Kultorp. Väster om anläggningen på ett avstånd om 120 meter går Europaväg 22 (E22) vilken är en primärväg för farligt gods.

Det inkommande biologiska materialet förvaras i rötchammare med en temperatur mellan 25 - 40 °C och genomgår där mesofil rötning. Under denna process bildas rågas, i huvudsak metan och koldioxid. Rågasen renas sedan så att den nästan uteslutande består av metan. Metangasen kyls därefter ner till -162 °C och övergår till flytande fas (LBG). Vid minskad produktion kommer det finnas komprimerad biogas (CBG) tillgängligt att dekomprimera och sedan förvätska för att bistå den biologiska produktionen av LBG.

Den färdiga produkten, LBG, förvaras sedan i en cistern innan den lastas på tankbilar och distribueras ut i samhället.

Vid anläggningen finns rötchammare med gasklockor placerade ovanpå för buffertlagring av rågas, cisterner för lagring av LBG, flak med CBG, diesel, etanol, CO₂, kylsystem innehållande ammoniak (alternativt rena kolväten), lossningsplats, process- och kontorsbyggnader.

Slutlig utformning av anläggningen är i detta tidiga skede ej fastställd. Förslag på utformning kan ses i Figur 1. Gasklockor och LBG-cistern, cistern innehållande CO₂ och etanol-cistern kommer att placeras på motsatt sida från Europaväg 22.



Figur 1. Anläggningsdelar: 1 – Röttkammare/gasklocka, 2 – Etanolicistern, 3 – LBG-cistern, 4 – Cistern innehållande CO₂ samt kylsystem innehållande ammoniak alternativt rena kolväten.

2.2 Organisatoriskt brandskydd

Biokraft arbetar systematiskt med sitt brandskyddsarbete.

Dagtid kommer det att finnas beredskapsorganisation på plats. Övrig tid nås ansvarig jour via telefon. Räddningstjänstens förväntan på beredskapsorganisationen är att finnas tillgängliga för räddningstjänsten, överlämna insatsplanen samt att ha kunskap och förmåga att manövrera avstängningsventiler.

2.3 Hanterade vätskor inom anläggningen

Inom anläggningen förekommer hantering enligt följande:

2.3.1 LBG

Biogas förvätskas till LBG på anläggningen för att sedan förvaras i en cistern med en volym på 379 m³. LBG förekommer även i rörledningar mellan förvätskningsenheten och lagringscisternen. Temperaturen på lagrad LBG är -162 °C. LBG är en brandfarlig kylkondenserad gas. Vid ett utsläpp av LBG kommer vätskan förångas vid uppvärmning av den omgivande luften. Gasen kommer inledningsvis att bete sig som en tung gas och spridas längs marken. I tabellen nedan presenteras några av ämnets fysikaliska och kemiska egenskaper

Tabell 2. Fysikaliska och kemiska egenskaper för LBG. Källa RIB (MSB, 2023).

Fysikalisk eller kemisk egenskap	Värde
Fysikaliskt tillstånd	Kyld vätska
Färg	Färglös
Lukt	Luktfri
Kokpunkt	-162 °C
Flampunkt	-188 °C
Termisk tändpunkt	540 °C
Brännbarhetsområde	från 4,4 till 16,5 volymprocent

2.3.2 Diesel

Diesel kommer att förvaras inom anläggningen i en cistern på ca 20 m³. Placering är ej fastslagen. Diesel är en brandfarlig vätska. Vid ett utsläpp kan den brandfarliga vätskan bilda en pöl. Då flampunkten är förhållandevis hög förväntas mängden antändbara ångor vara begränsad vilket innebär att antändning av pölen försvåras. Om det däremot brinner i anslutning till pölen kommer den att antända och utgöra en fara för personers liv och hälsa i närområdet. Diesel är även ett miljöfarligt ämne. I tabellen nedan presenteras några av ämnets fysikaliska och kemiska egenskaper.

Tabell 3. Fysikaliska och kemiska egenskaper för diesel. Källa RIB (MSB, 2023).

Fysikalisk eller kemisk egenskap	Värde
Fysikaliskt tillstånd	Vätska
Färg	Färglös-gulaktig
Lukt	Karaktäristisk
Kokpunkt	180-400 °C
Flampunkt	60 °C
Termisk tändpunkt	220 °C
Brännbarhetsområde	från 0,6 till 7 volymprocent

2.3.3 Etanol

Etanol kommer doseras in i röt-kammarna för att finjustera gasproduktionen. Vätskan kommer förvaras i en cistern på 100 m³. Det förutsätts att cisternen kommer placeras i en invallning som kan samla upp både cisternens volym samt eventuellt släckvatten. Eftersom exakt storlek på invallningen inte projekterats antas den i denna utredning ha en area på 20 m². Etanol är en brandfarlig vätska och avger brännbara gaser i temperaturer som överstiger 13 °C och kan därmed antända. En invallningsbrand utgör fara för personers liv och hälsa i närområdet. I tabellen nedan presenteras några av ämnets fysikaliska och kemiska egenskaper.

Tabell 4. Fysikaliska och kemiska egenskaper för etanol. Källa RIB (MSB, 2023).

Fysikalisk eller kemisk egenskap	Värde
Fysikaliskt tillstånd	Vätska
Färg	Färglös
Lukt	Sprit
Kokpunkt	78 °C
Flampunkt	13 °C
Termisk tändpunkt	365 °C
Brännbarhetsområde	från 3,3 till 19 volymprocent

2.3.4 CO₂

Vid uppgraderingen av biogasen kommer koldioxid avskiljas för att renas, förvätskas och lagras som en flytande produkt. Koldioxidlagringen kommer ske i en cistern i nära anslutning till förvätskningen.

Koldioxid är en tung gas som inte är brännbar. Däremot kan gasen tränga undan luftens syre och orsaka kvävning vid utsläpp. Eftersom gasen även är kylkondenserad finns det risk för köldskador på personer som befinner sig i närheten av utsläppet. I tabellen nedan presenteras några av ämnets fysikaliska och kemiska egenskaper.

Tabell 5. Fysikaliska och kemiska egenskaper för koldioxid (kyld, flytande). Källa RIB (MSB, 2023).

Fysikalisk eller kemisk egenskap	Värde
Fysikaliskt tillstånd	Flytande gas
Färg	Färglös
Lukt	Luktfri
Kokpunkt	- 78 °C
Flampunkt	-
Termisk tändpunkt	-
Brännbarhetsområde	Ej brännbar

2.3.5 Ammoniak alternativt propan

Beroende på teknikval kan ammoniak eller rena kolväten (i denna handling antas det vara propan) komma att användas i kylkretsar. Oavsett vilken teknik som väljs kommer ämnena cirkulera i slutna system.

I tabellerna nedan presenteras några av ämnenas fysikaliska och kemiska egenskaper.

Tabell 6. Fysikaliska och kemiska egenskaper för vattenfri ammoniak. Källa RIB (MSB, 2023).

Fysikalisk eller kemisk egenskap	Värde
Fysikaliskt tillstånd	Kondenserad gas
Färg	Färglös
Lukt	Skarp, stickande
Kokpunkt	-33 °C
Flampunkt	-
Termisk tändpunkt	630 °C
Brännbarhetsområde	från 15 till 28 volymprocent

Tabell 7. Fysikaliska och kemiska egenskaper för kondenserad kolvätegasblandning. Källa RIB (MSB, 2023).

Fysikalisk eller kemisk egenskap	Värde
Fysikaliskt tillstånd	Kondenserad gas
Färg	Färglös
Lukt	Luktfri
Kokpunkt	-42 °C
Flampunkt	-105 °C
Termisk tändpunkt	450 °C
Brännbarhetsområde	från 2,3 till 9,5 volymprocent

2.3.6 Vatten

På anläggningen kommer det att finnas en färskvattentank på 254 m³. Vattnet planeras att användas i verksamhetens process och som brandvatten. Släckvattenutredningen förutsätter att dessa volymer ej släpps ut och blir en del av släckvattenvolymen.

2.4 Hanterad brandfarlig gas inom anläggningen

2.4.1 Rågas

På anläggningen finns gasklockor med rågas placerade ovanpå röt kamrarna samt gasledningar innehållandes antingen rågas eller biogas (metan). Rågas (rötgas) produceras vid rötning av organiska material och är en brandfarlig gas. Rågas innehåller cirka 60 % metangas och resterande del består till största del av koldioxid. Vid utsläpp kan gasen bilda explosiva blandningar med luft. I tabellen nedan presenteras några av ämnets fysikaliska och kemiska egenskaper.

Tabell 8. Fysikaliska och kemiska egenskaper för rågas. Källa RIB (MSB, 2023).

Fysikalisk eller kemisk egenskap	Värde
Fysikaliskt tillstånd	Gas
Färg	Färglös
Lukt	Kan upplevas unken
Kokpunkt	-162 °C (data för metan)
Flampunkt	-188 °C (data för metan)
Termisk tändpunkt	540 °C (data för metan)
Brännbarhetsområde	från 7 till 28 volymprocent

2.4.2 CBG

För att säkra produktionen vill verksamheten även göra det möjligt att ta emot flak med komprimerad biogas (CBG). Detta för att dekomprimera gasen och förvätska den. Det kommer finnas plats för 3 flak á 5500 Nm³. CBG är biogas som förvaras under ett högt tryck. På Biokrafts anläggning kommer det maximala trycket vara 250 bar. Vid ett utsläpp av CBG kan en jetflamma uppstå och vid ökat tryck i behållaren av CBG kan en explosion inträffa. Ett utsläpp av CBG kan även bilda et antändbart gasmoln vid blandning med luft, som sprids i vindens riktning.

Tabell 9. Fysikaliska och kemiska egenskaper för komprimerad biogas. Källa RIB (MSB, 2023).

Fysikalisk eller kemisk egenskap	Värde
Fysikaliskt tillstånd	Gas, komprimerad
Färg	Färglös
Lukt	Luktfri. Luktämne kan vara tillsatt
Kokpunkt	-162 °C
Flampunkt	-188 °C
Termisk tändpunkt	540 °C
Brännbarhetsområde	från 4,4 till 16,5 volymprocent

2.5 Övriga förutsättningar

2.5.1 Släcksystem

Byggnader inom anläggningen antas ej vara försedda med sprinkler eller annat släcksystem.

2.5.2 Detektionssystem

Byggnaderna antas förses med ett heltäckande automatiskt brandlarm enligt SBF 110:8.

2.5.3 Brandvattenförsörjning

Färskvattentanken kommer att förses med brandvattenpump som förutsetts ge nödvändigt tryck och flöde. Tanken är på 254 m³ och innehåller alltid en minimivolym på minst 144 m³.

2.5.4 Mobil skumresurs

RTSO har tillgång till mobil skumresurs (ej PFAS-skum), men denna används sällan vid släckinsats (RTSO, 2023).

2.5.5 Insatsplan

En insatsplan enligt Brandskyddsföreningens rekommendation (Rekommendation för insatsplaner, 2019) kommer att tas fram innan anläggningen tas i drift.

2.5.6 Dagvattensystem

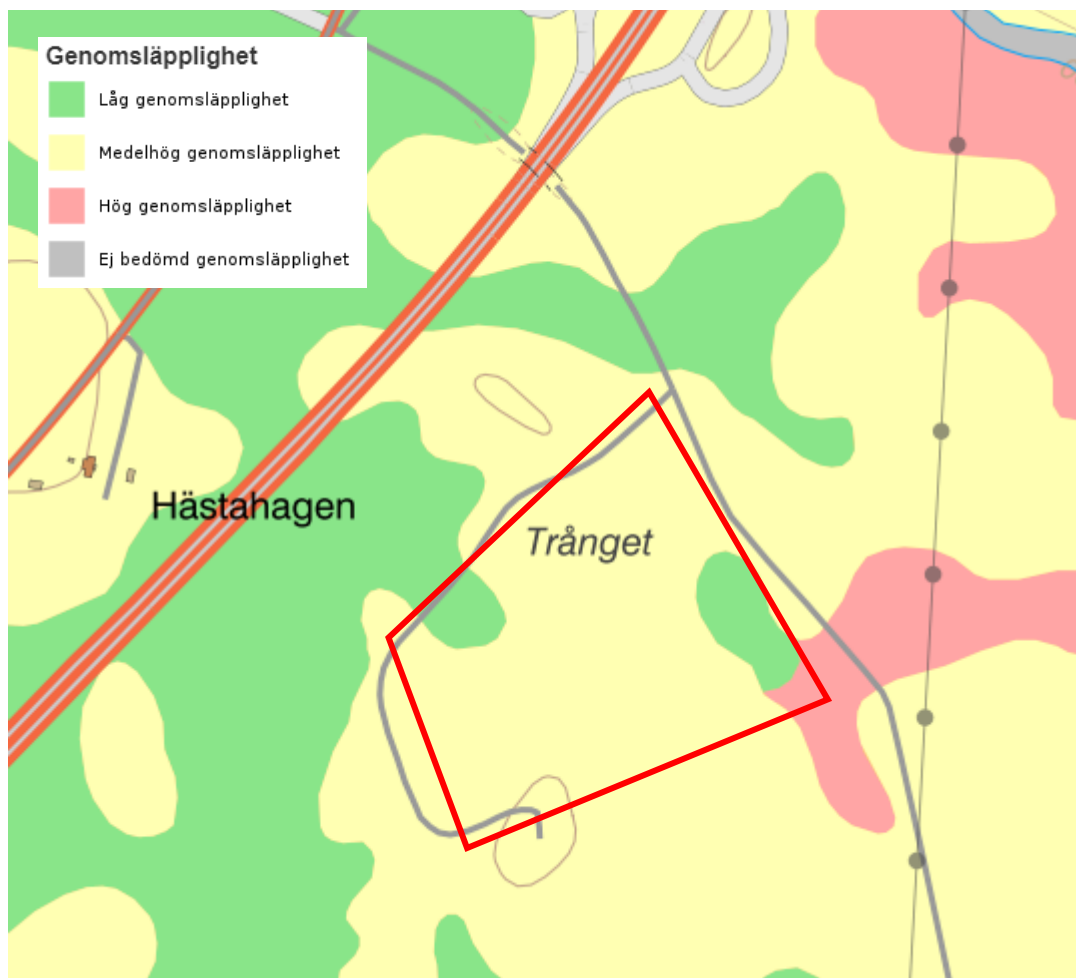
Arbetet med att utforma dagvattensystemet runt anläggningen pågår när denna släckvattenutredning upprättas.

Det är fastslaget att hårdgjorda ytor ska förses med dagvattenbrunnar. Dagvattnet leds sedan vidare till en tät dagvattendamm placerad nordöst om anläggningen. Det är planerat att dammen utformas med kapacitet för att omhänderta dimensionerande mängder för både dag- och släckvatten (omfattande skyfall ej inräknat).

Utloppet från dag-/släckvattendammen ska förses med avstängningsventil som räddningstjänsten kan stänga manuellt i samband med en insats.

2.5.7 Markförhållanden

Genomsläppligheten i marken är primärt medelhög men inom mindre områden finns det även risk för hög genomsläpplighet. Se Figur 2. för genomsläpplighetenligt SGU:s kartvisare (SGU, 2023) redovisas i Figur 2.



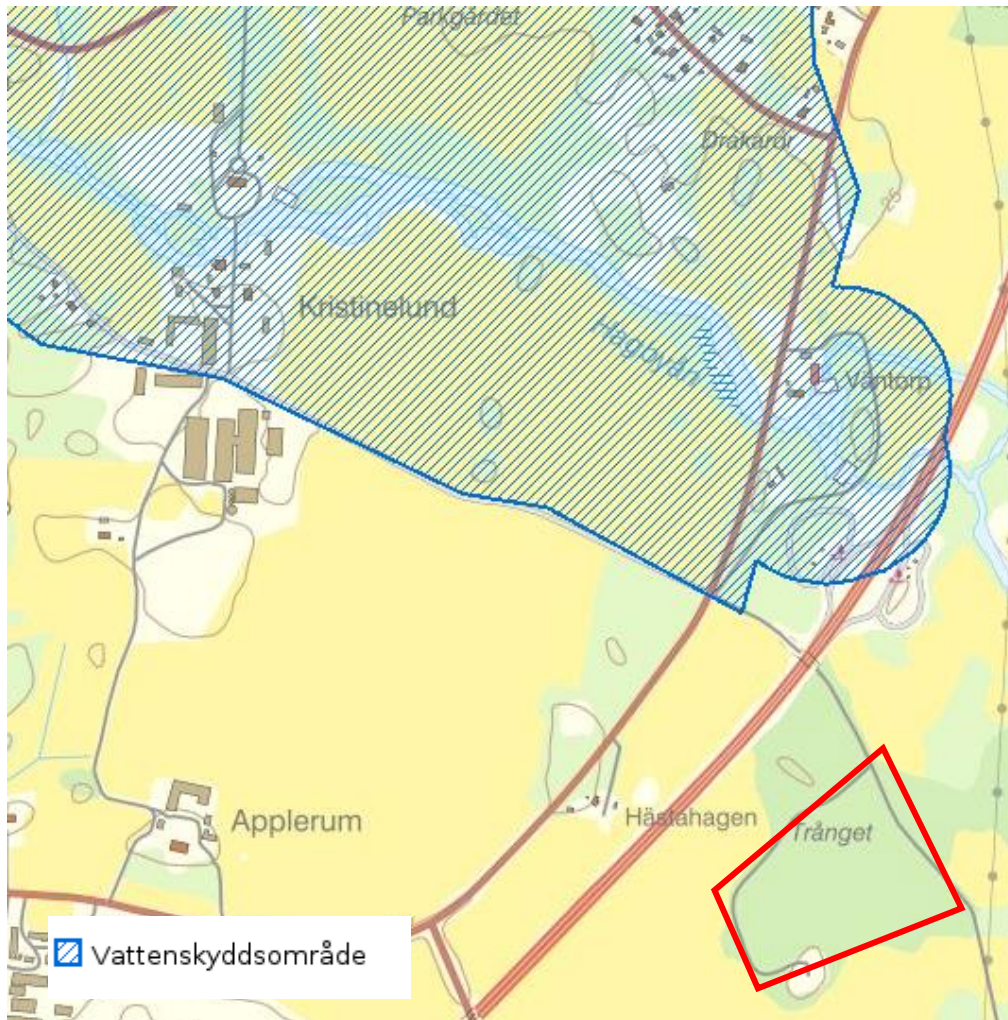
Figur 2. Genomsläppligheten vid Biokrafts planerade anläggning i Kalmar (SGU, 2023). Röd fyrkant visar ungefärlig placering av anläggning.

2.5.8 Recipient

Cirka 350 meter norr och öster om den planerade anläggningen finns Hagbyån som leder ut i Kalmarsund För en mer heltäckande beskrivning av recipient se miljökonsekvensbeskrivning som är under upprättande när denna släckvattenutredning skrivs.

2.5.9 Vattenskyddsområde för dricksvatten

Biokrafts anläggning utanför Kalmar är inte beläget inom utpekad vattenskyddsområde i Kalmar kommun. Cirka 350 meter norr om den tänkta placeringen av anläggningen finns Hagbyån som är skyddad ytvattentäkt från Våntorp och vidare norr- och västerut, se figur 3.



Figur 3. Vattenskyddsområde i närheten av anläggningen (Naturvårdsverket, 2023). Röd markering visar anläggningens placering.

3 Räddningstjänstens insatsförmåga

3.1 Styrkeuppbyggnad

Beroende på aktuell beredskapssituation till exempel annat pågående larm, kan larmade räddningsresurser till en brand inom aktuell anläggning variera. I denna släckvattenutredning förutsätts att larmade resurser är tillgängliga på respektive brandstation enligt Tabell 10.

3.2 Övergripande beskrivning Räddningstjänsten Sydost

Räddningstjänsten Sydost (RTSO) har som uppdrag att förebygga och begränsa bränder och skador till följd av bränder eller andra olyckor inom kommunerna Oskarshamn, Högsby, Mönsterås, Emmaboda, Torsås, Nybro, Kalmar, Borgholm och Mörbylånga i sydöstra Småland.

3.2.1 Anspänningstid

De räddningsresurser som bedöms larmas i inledningskedet till en brand inom aktuell anläggning förutsätts ha en anspänningstid på 90 sekunder på heltidsstationerna. På deltidstationerna finns personal och befäl i beredskap på annan plats med en anspänningstid på 5 minuter (RTSO, 2023).

3.2.2 Körtid

Körtiden för räddningstjänstens fordon till Biokrafts anläggning utanför Kalmar kan variera beroende på var respektive fordon befinner sig när de får larmet, trafikförhållandena och eventuell köbildning. Vid bedömning av körtid förutsätts fordonen utgå från respektive brandstation och körtiden motsvaras av den körtidsanalys som erhålls enligt Google Maps (Google Maps, 2023) se Tabell 10. Dessa tider kan i praktiken variera beroende på trafiksituationen.

Tabell 10. Körtider från ett urval av brandstationer till Biokrafts anläggning utanför Kalmar.

Körtid	Station
9 min	Voxtorp (Deltidsstation)
16 min	Kalmar (Heltidsstation)
16 min	Påryd (Deltidsstation)
23 min	Torsås (Deltidsstation)
27 min	Nybro (Heltidsstation)
27 min	Rockneby (Deltidsstation)
31 min	Vissefjärda (Deltidsstation)
36 min	Ålem (Deltidsstation)

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 livräddande insats om det inte kan säkerställas att alla personer har satt sig i säkerhet. Under tiden livräddande insats pågår beställs fler resurser och räddningstjänsten kraftsamlar för att kunna utföra en släckningsinsats.

3.2.4 Räddningstjänstens utrustning

Räddningstjänsten förfogar över vattenkanoner á 1200 liter/min, strålrör á 450 liter/minut och tankbilar á 2000 liter/min. RTSO har tillgång till mobil skumresurs (ej PFAS-skum), men denna används sällan vid släckinsats (RTSO, 2023).

4 Relevanta scenarion

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

Tabell 11. Sammanställning av relevanta scenarion.

Scenario	Beskrivning
1	Brand i gasledning
2	Brand vid lastning av LBG
3	Brand i byggnad, ingen cellplastisolering
4	Brand i CBG
5	Brand i dieseltank
6	Invallningsbrand - etanol
7	Tankbrand - etanol

Ingen släckinsats bedöms vara nödvändig vid brand i gasklocka

Ett scenario för brand i byggnad med cellplastisolering har avhandlats under utredningens gång. Då anläggningen avser använda sig av obrännbar isolering i processbyggnaderna har detta scenario dock avskrivits. Vid förändringar i val av isoleringsmaterial bör scenariot åter tas i beaktan.

Eftersom CO₂ inte är en brännbar gas utan i stället fungerar som ett släckmedel vid brand kommer inte CO₂ analyseras vidare i denna utredning.

Vid eventuell brand i gasol bedöms inte påföring av vatten utgöra räddningstjänstens taktik utan det bedöms endast vara aktuellt att kyla omgivningen. Vid kylning av omgivningen uppstår inget släckvatten utan kylvattnet kan likställas med regnvatten.

Eftersom det endast hanteras en begränsad mängd ammoniak på anläggningen (om denna typ av kylsystem väljs) förväntas inga större eller långdragna utsläpp bli aktuella. Vid eventuellt läckage kan räddningstjänsten besluta att "tvätta ner" gasmolnet vilket innebär att påföra vatten med en spridd stråle för att det ska spädas ut och inte spridas lika långt. Detta kan innebära att en vattenlösning av ammoniak påverkar omgivningen. Åtgärder i form av att neutralisera omgivande marker förväntas vidtas av räddningstjänsten beroende på val av taktik och placering. Detta utgör inte ett dimensionerande scenario för släckvattenutredningen.

4.1 Scenario 1 – Brand i gasledning

4.1.1 Initial händelse

En ventil i gasledningen går sönder och biogas läcker ut till omgivningen. Gasutsläppet antas antända direkt och det uppstår en mindre jetflamma.

4.1.2 Livräddande insats

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

4.1.3 Taktik

Räddningstjänsten kyler omgivningen för att begränsa brandspridningen och stänger med hjälp av nödstoppknapp av gasflödet.

4.1.4 Brandsläckning

För att begränsa brandspridningen använder räddningstjänsten tre strålrör á 450 liter/minut. Detta flöde bedöms påföras branden under 60 minuter (RTSO, 2023).

4.1.5 Eftersläckning

Eftersläckning är ej aktuellt.

4.1.6 Beräkning av släckvattenvolym

Den alstrade släckvattenvolymen beräknas enligt följande:

$$3 \cdot 450 \frac{l}{min} \cdot 60 min = 81 m^3$$

4.1.7 Spridning av släckvattnet

Kylvattenvolymen kommer att spridas över närliggande område och beroende på placering av gasledningen antingen rinna ner på hårdgjord och tät yta och därefter ner i dagvattenbrunnarna eller infiltrera marken via gruset. Då föroreningsgraden förväntas motsvara nederbörd anses det inte vara motiverat att omhänderta denna volym.

4.2 Scenario 2 – Brand vid lastning av LBG

4.2.1 Initial händelse

I samband med lastning av kylkondenserad LBG från cistern sker ett större utsläpp. Utsläppet antänds och föraren i tankbilen skadas.

4.2.2 Livräddande insats

När räddningstjänsten kommer fram genomförs en livräddningsinsats för att sätta föraren i säkerhet. Till detta används ett strålrör à 450 liter/minuten som skyddsstråle under 5 minuter (RTSO, 2023).

4.2.3 Taktik

Under tiden som räddningstjänsten kraftsamlar hinner pölbranden växa till. Räddningstjänsten säkerställer vattenförsörjningen och kyler sedan cistern och tankbil med vattenkanon från avstånd.

Vid kylning kommer påfört vatten att rinna ner i fångdammen och om denna är fylld med LBG kan brandförloppet förvärras. Val av taktik i praktiken kommer därför delvis att bero på om det finns en förbindelse mellan LBG-pölen och fångdammen.

4.2.4 Brandsläckning

För att förhindra BLEVE kyls cistern och tankbil med en varsin vattenkanon à 1200 liter/min med påföringstiden 60 minuter. I denna volym påfört vatten inkluderas även den mängd som behövs för eventuell eftersläckning.

4.2.5 Beräkning av släckvattenvolym

Den alstrade släckvattenvolymen beräknas enligt följande:

$$450 \frac{l}{min} \cdot 5 \text{ min} + 2 \cdot 1200 \frac{l}{min} \cdot 60 \text{ min} = 146,25 \text{ m}^3$$

4.2.6 Spridning av släckvattnet

Släckvattenvolymen kommer att spridas över hårdgjord och tät yta kring cistern och lastningsplats för att sedan rinna ner i dagvattenbrunnarna och vidare till dagvattendammen. Det kan inte uteslutas att släckvatten rinner ut utanför den hårdgjorda ytan.

På grund av den kalla temperaturen på utsläppt LBG (-162 °C) finns risk att dagvattenledningar eller inlopp till dagvattendammen fryser vilket förhindrar efterföljande vätskevolymers möjlighet till att rinna undan. Det bedöms praktiskt orimligt att dimensionera omhändertagandet av släckvatten för scenariot att dagvattensystemet proppas igen.

4.3 Scenario 3 – Brand i byggnad, ingen cellplastisolering

4.3.1 Initial händelse

En kabelbrand antas orsaka en brand i en processbyggnad. Branden växer till men brandspridningen blir begränsad med hänsyn till relativt låg brandbelastning i byggnaderna. Det automatiska brandlarmet detekterar branden och räddningstjänsten larmas.

4.3.2 Livräddande insats

Ankommande räddningsresurser påbörjar livräddande insats i byggnaden i syfte att kontrollera att berörd personal ej är exponerade av rök eller är instängda. Till detta används ett strålrör å 450 liter/minuten under 15 min. Brandvattenförsörjningen tryggas.

4.3.3 Taktik

När räddningstjänsten får information från verksamhetens utrymningsledare att alla personer har räknats in vid återsamlingsplatsen byts inriktningen från livräddning till brandsläckning. Eftersom byggnaden har relativt okomplicerad utformning och har obrännbar isolering i väggar och tak så beslutar räddningstjänsten om en invändig släckinsats. Två rökdykargrupper sätts in för att släcka branden.

4.3.4 Brandsläckning

Branden begränsas genom invändig släckning med två strålrör å 450 liter/minut. Denna insats antas pågå under 30 min (RTSO, 2023).

4.3.5 Eftersläckning

Inget större eftersläckningsarbete bedöms behövas. Eventuell eftersläckning förväntas ske inom den initiala timmen som därefter övergår i bevakning.

4.3.6 Beräkning av släckvattenvolym

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

$$450 \frac{l}{min} \cdot 15 min + 2 \cdot 450 \frac{l}{min} 30 min = 33,75 m^3$$

4.3.7 Spridning av släckvattnet

Släckvattnet kommer huvudsakligen att ansamlas inom byggnaden och rinna ner i spillvattenbrunnarna. Det går inte att utesluta att en del av släckvattnet rinner ut på gården.

I processbyggnaderna är spillvattensystemet internt då spillvattnet normalt återförs till verksamhetsprocessen och således kommer släckvatten som rinner ner i spillvattenbrunnarna att stanna inom fastigheten vilket möjliggör omhändertagande på plats efter avslutad släckinsats.

4.4 Scenario 4 – Brand i CBG

4.4.1 Initial händelse

Det sker ett utsläpp av CBG från lastflak som antas antända direkt varpå en jetflamma uppstår.

4.4.2 Livräddande insats

När räddningstjänsten kommer fram genomförs en livräddningsinsats i syfte för att kontrollera att berörd personal ej är skadad.

4.4.3 Taktik

Räddningstjänsten kyler omgivningen för att begränsa brandspridningen och stänger med hjälp av nödstoppknapp av gasflödet.

4.4.4 Brandsläckning

För att begränsa brandspridningen använder räddningstjänsten tre strålrör á 450 liter/minut. Detta flöde bedöms påföras branden under 60 minuter (RTSO, 2023).

4.4.5 Eftersläckning

Eftersläckning är ej aktuellt.

4.4.6 Beräkning av släckvattenvolym

Den alstrade släckvattenvolymen beräknas enligt följande:

$$3 \cdot 450 \frac{l}{min} \cdot 60 min = 81 m^3$$

4.4.7 Spridning av släckvattnet

Kylvattenvolymen kommer att spridas över närliggande område och beroende på placering av gasledningen antingen rinna ner på hårdgjord och tät yta och därefter ner i dagvattenbrunnarna eller infiltrera marken via gruset. Då föroreningsgraden förväntas motsvara nederbörd anses det inte vara motiverat att omhänderta denna volym.

4.5 Scenario 5 – Brand i diesel

4.5.1 Initial händelse

I samband med hantering av diesel vid anläggningen uppstår ett läckage från cistern på 20 m³ som ej stoppas. Diesel läcker ut och bildar en pöl. Trots vätskans höga flampunkt antas att utsläppet antänds. Pölbranden antas vara konstant i storlek under brandförloppet.

4.5.2 Livräddande insats

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

4.5.3 Taktik

Under tiden som räddningstjänsten kraftsamlar hinner branden växa till. När nödvändiga släckningsresurser har kommit fram till skadeplats antas den brinnande pölen ha en yta motsvarande 60 m². Räddningstjänsten säkerställer vattenförsörjningen och angriper pölbranden med vinden i ryggen. Skumsläckning används i detta scenario (RTSO, 2023).

4.5.4 Brandsläckning

Flöde och varaktighet av skumpåföring beräknas med hjälp av standarden NFPA 11 (NFPA, 2021) som även sammanfattas i boken Vatten och andra släckmedel (Särdqvist, 2013). Påföring av skum sker med strålrör på låg nivå på invallat spill. Dessa förutsättningar ger en rekommenderad påföringshastighet motsvarande 4,1 liter per minut och kvadratmeter. Påföringstiden uppgår enligt NFPA 11 till minst 15 minuter men ansätts i detta scenario konservativt till 30 minuter.

4.5.5 Eftersläckning

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

4.5.6 Beräkning av släckvattenvolym

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

$$20\,000\text{l} + 4,1 \frac{\text{l}}{\text{min} \cdot \text{m}^2} \cdot 30\text{ min} \cdot 60\text{ m}^2 = 27,04\text{ m}^3$$

I denna volym ingår all diesel från tanken samt påfört brandvatten.

4.5.7 Spridning av släckvattnet

Släckvattenvolymen kommer att spridas över hårdgjord och tät yta på gården och rinna ner i dagvattenbrunnarna. Det kan inte uteslutas att släckvatten rinner ut utanför den hårdgjorda ytan.

4.6 Scenario 6 – Cisternbrand - etanol

4.6.1 Initial händelse

Etanol i cistern antänds och cisternens tak brinner av. Branden har samma diameter som cisternen, 4 meter.

4.6.2 Livräddande insats

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

4.6.3 Taktik

Räddningstjänsten säkerställer skumförsörjning och angriper cisternbranden genom att påföra tungskum från kombirör från marken och vid behov från höjdfordon (RTSO, 2023).

4.6.4 Brandsläckning

Mängden släckmedel beräknas med standarden SS-EN 13565-2 (Swedish Standards Institute, 2023).

Följande ekvation nyttjas i standarden:

$$q = q_{th} * f_c * f_o * f_h$$

Där:

- q är påföringshastigheten skumlösning i liter per minut per kvadratmeter
- q_{th} är nominell påföringshastighet skumlösning per kvadratmeter och sätts till 4 l/min/m²
- f_c är korrektionsfaktor för skumklass, denna faktor beror på vilket ämne som brinner och sätts till 2,25 bland annat på grund av att etanol är vattenlösligt
- f_o är korrektionsfaktor för objektet, i detta scenario sätts denna faktor till 2,5 (högre än i scenario 7 för att ta hänsyn till att en del av skummet inte kommer träffa den brinnande vätskeytan utan hamna utanför cisternen)
- f_h är korrektionsfaktor för deluge-system och är ej aktuell i detta scenario

Räddningstjänsten antas påföra skum i 20 minuter.

4.6.5 Eftersläckning

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

4.6.6 Beräkning av släckvattenvolym

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

$$100\,000\text{ l} + 12,7\text{ m}^2 \cdot 4\text{ l/min/m}^2 \cdot 2,25 \cdot 2,5 \cdot 20\text{ min} = 105,7\text{ m}^3$$

I denna volym ingår all etanol från tanken samt påförd skumvätska.

4.6.7 Spridning av släckvattnet

Släckvattenvolymen kommer samlas upp i invallningen som ska vara dimensionerad för att kunna samla upp samtlig volym i cisternen samt släckvattenvolymen bestående av skumvätska och brandvatten.

4.7 Scenario 7 – Invallningsbrand - etanol

4.7.1 Initial händelse

Det uppstår ett läckage från etanolcisternen och hela invallningen fylls med etanol. Etanolen antänds och det bildas en pölbrand i invallningen.

4.7.2 Livräddande insats

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

4.7.3 Taktik

Invallningen och därmed pölbranden antas ha en yta motsvarande 20 m². Räddningstjänsten säkerställer skumförsörjningen och angriper pölbranden med vinden i ryggen.

4.7.4 Brandsläckning

Mängden släckmedel beräknas med standarden SS-EN 13565-2 (Swedish Standards Institute, 2023).

Följande ekvation nyttjas i standarden:

$$q = q_{th} * f_c * f_o * f_h$$

Där:

- q är påföringshastigheten skumlösning i liter per minut per kvadratmeter
- q_{th} är nominell påföringshastighet skumlösning per kvadratmeter och sätts till 4 l/min/m²
- f_c är korrektionsfaktor för skumklass, denna faktor beror på vilket ämne som brinner och sätts till 2,25 bland annat på grund av att etanol är vattenlösligt
- f_o är korrektionsfaktor för objektet, i detta scenario sätts denna faktor till 1
- f_h är korrektionsfaktor för deluge-system och är ej aktuell i detta scenario

Räddningstjänsten antas påföra skum i 10 minuter.

4.7.5 Eftersläckning

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

4.7.6 Beräkning av släckvattenvolym

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

$$100\ 000\ l + 20\ m^2 \cdot 4\ l/min/m^2 \cdot 2,25 \cdot 10\ min = 101,8\ m^3$$

I denna volym ingår all etanol från cisternen samt påfört skum.

4.7.7 Spridning av släckvattnet

Släckvattenvolymen kommer samlas upp i invallningen som ska vara dimensionerad för att kunna samla upp samtlig volym i cisternen samt släckvattenvolymen bestående av skumvätska och brandvatten.

4.8 Sammanställning av släckvattenvolymer

Släckvattenvolymer av de scenarion som anses relevanta att studera ur ett släckvattenhänseende redovisas i Tabell 12.

Tabell 12. Sammanställning av släckvattenvolymer.

Scenario	Beskrivning	Släckvattenvolym [m ³]
1	Brand i gasledning	(81)
2	Brand vid lastning av LBG	146,25
3	Brand i byggnad, ingen cellplastisolering	33,75
4	Brand i CBG	(81)
5	Brand i diesalcistern	27,4
6	Cisternbrand - etanol	105,7
7	Invallningsbrand - etanol	101,8

Släckvattenvolymer av scenario 1 (brand i gasledning) och scenario 4 (brand i CBG) behöver ej tas om hand om på särskilt sätt då släckvattnets föroreningsgrad förväntas motsvara nederbörd. Släckvattenvolymer för dessa scenarier redovisas inom parentes i Tabell 4.

För scenario 2 (brand vid lastning av LBG) behöver området kring lastningsplatsen vara hårdgjord och tät och åtgärder behöver vidtas för att hindra spridning av släckvatten till icke hårdgjord yta. Åtgärderna bedöms ej behöva dimensioneras för att ta hand om släckvatten i ett scenario där dagvattenutloppet är igenfrost av utsläppt LBG.

Släckvattenvolym av scenario 3 (brand i byggnad utan cellplastisolering) ska hindras från att läcka ut från byggnaden ut på icke hårdgjord och tät yta. Detta bedöms kunna åstadkommas med socklar och trösklar mot icke hårdgjord yta. Släckvatten som läcker ut på hårdgjord och tät yta ska ledas ned i dagvattenbrunnar och vidare till dagvattendammen vars utlopp ska förses med avstängningsventil.

För scenario 5 (brand i diesel) behöver åtgärder vidtas för att hindra spridning av släckvatten till icke hårdgjord yta.

Scenario 6 (invallningsbrand, etanol) och scenario 7 (cisternbrand, etanol) förväntas inte ge upphov till spridning av släckvatten om etanalcisternen utförs med en invallning som kan samla upp hela cisternens volym samt släckvatten. Beroende på invallningens area kan släckvattenvolymer förändras. Arean för invallningen är inte fastslagen i nuläget, men behöver anpassas för att kunna rymma cisternens fulla volym samt släckvatten.

För samtliga scenarion ska åtgärder vidtas för att hindra spridning av släckvatten till icke hårdgjord yta, se Bilaga B - Principiella åtgärdsförslag. Släckvatten kommer att ledas till dagvattendammen som ska förses med avstängningsventil som räddningstjänsten kan stänga manuellt i samband med en insats.

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 – Föroreningar i släckvatten 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/m³ (Hasselström, 2020).

6 Åtgärdsförslag

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

1. Tillgång till brandvatten ska säkerställas genom att vattentank med erforderlig mängd vatten finns att tillgå.
2. Säkerställa att marken kring lossningsplats, LBG-cistern, CBG-flak, dieselcistern, och där släckvatten kan läcka ut från byggnad är hårdgjord och tät (ej sprickor och potthål) samt 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 barriärer, se Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag. Mark runt röttkammare med gasklockor behöver ej hårdgöras då ingen släckinsats bedöms vara nödvändig inom dessa områden. Om processbyggnad ligger i gräns mot ej hårdgjord yta ska begränsningen av släckvatten ske inomhus genom att anlägga barriärer i form av socklar eller trösklar.

3. På den hårdgjorda ytan kommer dagvattenbrunnar att placeras i lågpunkter. Dagvattenledningarna är planerade att leda till en dagvattendamm som även ska kunna användas för uppsamling av släckvatten. Utloppet från dag-/släckvattendammen ska förses med avstängningsventil som räddningstjänsten kan stänga manuellt i samband med en insats.
4. Spillvatten från verksamhetsprocessen kommer att tas om hand internt och sedan återförs till verksamhetsprocessen utan att vattnet släpps ut till det kommunala nätet. Övrigt spillvatten som leds via utgående spillvattenledningar ska förses med manuella avstängningsventiler som räddningstjänsten kan stänga i samband med en insats.
5. Vid upprättandet av insatsplan ska denna förses med informationen om att manuella avstängningsventiler finns och var dessa är lokaliserade.
6. Etanolcistern ska utföras med en invallning som kan samla upp både cisternens volym samt eventuellt släckvatten. Dessa åtgärder rekommenderas för samtliga cisterner innehållande brandfarlig vätska på anläggningen.

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

7 Slutsats

Givet att åtgärdsförslagen presenterade i kapitel 6 vidtas anser Sweco att Biokraft hanterar problematiken med släckvatten vid sin anläggning utanför Kalmar 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.

8 Referenser

- 2010:1011. (u.d.). *Lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE)*.
- Berger, R. (den 14 08 2018). Incendium.
- Brandforsk. (2002). *Utsläpp från bränder – Analyser av brandgaser och släckvatten*. SP Rapport 2002:24.
- FLydén, L. (2009). *Släckvatten från avfallsanläggningar*. Institutionen för geovetenskap, Uppsala Universitet.
- Google Maps. (11 2023). *Google Maps*. Hämtat från Körtidsanalys. den 21 06 2023
- Hasselström, E. (den 10 01 2020). Stena Recycling.
- Kemikalieinspektionen. (u.d.). Hämtat från <https://www.kemi.se/hitta-direkt/kemiska-amnen-och-material/hogfluorerade-amnen-pfas> den 11 07 2018
- Kemikalieinspektionen. (den 12 10 2015). *Högfluorerade ämnen (PFOS, PFOA med flera)*. Hämtat från <https://www.kemi.se/sv/Innehall/Fragor-i-fokus/Perfluorerade-amnen-PFOS-PFOA-med-flera/>
- Lithner, N. o. (2013). *Rening och destruktion av kontaminerat släckvatten*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- Livsmedelsverket. (u.d.). Hämtat från <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser> den 11 07 2018
- MSB. (2023). *RIB - Farliga ämnen*. (MSB) Hämtat från <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Kemsearch.aspx> den 19 september 2022
- Naturvårdsverket. (den 14 Juni 2023). *Naturvårdsverket*. Hämtat från https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/?zoom=2&lat=6670756.34151&lon=575821.50164&baseLayer=terranskuggning%40lmkarta-bakgrund-maps%2Cmark%40lmkarta-bakgrund-maps%2Chydrografi_ytor_nedtonad%40lmkarta-bakgrund-maps%2Chydrografi_nedtonad%40lmkarta-bakgru den 14 11 2023
- NFPA. (2021). *NFPA 11*. The National Fire Protection Association.
- Per Blomqvist, A. L. (2004). *Miljöbelastning vid bränder och andra olyckor - utvärdering av provtagning och analyser*. Räddningsverket.
- (2019). *Rekommendation för insatsplaner*. Brandskyddsföreningen.
- RTSO. (den 27 November 2023). Samråd Räddningstjänsten Sydost.
- Särdqvist, S. (2013). *Vatten och andra släckmedel*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- SGI, S. G. (2006). *Emissioner från bränder - Spridning till mark och vatten*. Linköping.
- SGU. (den 21 11 2023). *Genomsläplighet*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html> den 21 06 2023
- SPBI. (2011). *SPI rekommendation Släckvattenhantering*. Svenska Petroleum Institutet.
- Sterner, O. (2010). *Förgiftningar och miljöhot*. Studentlitteratur.
- Swedish Standards Institute. (den 23 11 2023). *Svenska standard SS-EN 13565-2:2018+AC:2019*. Hämtat från [sis.se: https://www.sis.se/api/document/get/80007667](https://www.sis.se/api/document/get/80007667)
- Utkiken*. (u.d.). Hämtat från <https://www.utkiken.net/forum/dokumentarkiv/produkter-och-upphandlingar/personlig-utrustning-skyddsutrustning-raedningstjanstmateriel/43407-skumvatskor-utan-fluor> den 17 08 2018
- Wikipedia. (u.d.). Hämtat från <https://sv.wikipedia.org/wiki/Perfluoroktansulfonsyra> den 10 07 2018

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 (Lithner, 2013) 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 förbränning av organiskt material i en syrefattig miljö och kan vara både toxiska och cancerogena samt många även 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 (Sternier, 2010).

VOC och sVOC bildas vid ofullständig förbränning och en studie (Per Blomqvist, 2004) 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 13. VOC och sVOC i allvarliga halter vid olika typer av bränder (Per Blomqvist, 2004).

Typ av brand	VOC	sVOC
Färglager (byggnad och färg)	Xylen, Toluén	
Fartygsbrand (inredning)	Xylen, Toluén	
Industribyggnad (lager med bl a datorer)	Trimetylbensen, Undekan	Alkaner (C9-C24)
Saluhall (inredning)		Metylfenol
Ytbehandling (trä, syror, cyanid)		Fenol, Pentaklorfenol
Musteri (byggnad)	Toluén	Etylhexylftalat, Metylfenoler
Industribyggnad (byggnad, däck, diesel)	Undekan, Dekan	Teradekan, Tridekan, Toluén
Lager (returpappersbalar)	Toluén, 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 (Sternier, 2010).

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 (Sterner, 2010). Vid studien på släckvatten från olika typer av bränder kunde kadmium detekteras i de flesta bränderna i en halt som bedöms mycket allvarlig (Per Blomqvist, 2004). Svenska vattenriktvärden för kadmium är 0,005 mg/l för dricksvatten och 0,0003 mg/l för ökad risk för biologiska effekter (SGI, 2006). 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 (Per Blomqvist, 2004). Svenska vattenriktvärden för bly är 0,01 mg/l för dricksvatten och 0,003 mg/l för ökad risk för biologiska effekter (SGI, 2006).

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 (Livsmedelsverket, u.d.).

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 (Kemikalieinspektionen, u.d.). Utöver skumbildaren ingår många andra kemikalier till exempel stabilisatorer, lösningsmedel, fryspunktnedsättande medel, konserveringsmedel, pH-justerande medel, avhårdare, färg och korrosionsinhibitorer.

År 1986 inträffade Sandoz-bränden då närmare 15 000 m³ 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 (Brandforsk, 2002).

År 2005 inträffade en mycket stor brand i en oljedepå i Buncefield, Storbritannien. Sammanlagt förbrukades cirka 750 m³ skumsläckmedel och 55 000 m³ 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 (SPBI, 2011).

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 (Kemikalieinspektionen, Högfluorerade ämnen (PFOS, PFOA med flera), 2015). 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 (Wikipedia, u.d.).

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.

Det finns idag inga gränsvärden för PFAS i livsmedel och dricksvatten. Livsmedelsverket har därför tagit fram rekommendationer till dricksvattenproducenter och kontrollmyndigheter i kommuner om vilka åtgärder som bör vidtas för att sänka halterna av PFAS i dricksvatten på kort och lång sikt.

Livsmedelsverket rekommenderar följande åtgärder beroende på vilken halt av PFAS som finns i ditt dricksvatten:

- Om dricksvattnet innehåller 0 - 90 nanogram PFAS/liter – Ingen särskild åtgärd behövs. Du kan fortsätta att dricka vattnet.
- Om dricksvattnet innehåller mer än 90 nanogram PFAS/liter – Du kan fortsätta att dricka vattnet men du bör snarast se till att halterna sänks så långt som möjligt under 90 nanogram/liter.
- Om dricksvattnet innehåller mer än 900 nanogram PFAS/liter – Undvik att dricka vattnet eller äta mat som tillagats med vattnet tills halterna sänkts. Att duscha, bada eller diska i vattnet medför ingen risk.

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 (Utkiken, u.d.), (Berger, 2018).

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 (Lithner, 2013) ges exempel på vilka ämnen som har förekommit vid bränder i olika verksamheter och material vilka presenteras i Tabell 14.

Tabell 14. 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	Metaller: Al, Br, Fe, Ca, Cu PAH cancerogena PAH övriga sVOC: fenol
Gymnastikhall	Metaller: Al, Ba, Cd, Cl, Pb, Br, Cr, Mo, Sr, Ti, Zn, PAH cancerogena: (till exempel bens(a)pyrén) PAH övriga VOC och sVOC – analyserades ej!
Ladugård	Metaller: Pb, Br, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, PAH cancerogena och övriga VOC: Xylener sVOC: fenol, kreoso
Bilar	Metaller: bly, koppar, zink, antimon Suspenderat material Alifatiska kolväten (TOC) (Org. föreningar med adsorberbara org halogener AOX)
Däck	Metaller: zink, bly, kobolt, antimon, koppar PAH: cancerogena, övriga VOC PCDD/PCDF Pyrolysolja TOC

Elektronikskrot	Metaller: Al, Sb, Pb, Br, Fe, Cd, Cu, Cr, Mn, Mo, Ni, Ti, Zn, Zr PAH cancerogena PAH övriga VOC: fenol, styren, toluen Dioxiner Flamskyddsmedel: TBBPA, TBP, HBCD
Skogsbrand	Radioaktivitet: sönderfall av cesium-137, plutonium-239 och strontium-90 Metaller: Ba, Mg, Mn, Sr Näringsämnen: N, P, K Kalcium, cyanid, bikarbonat
Batterilager	Metaller i höga halter och många olika metaller Högst halter av europium och antimon
Fartyg	Metaller: Al, Ba, Pb, Br, Cd, Cl, Cr, Mo, Sr, Ti, Zn, PAH cancerogena: benzo(a)antracen PAH övriga: naftalen, fenantran, fluoren VOC: dekan, undekan, dodekan, dimetylbensen, trimetylbensen sVOC: alkaner C9-C24, butoxy-etanol, metyl-propyl-bensen

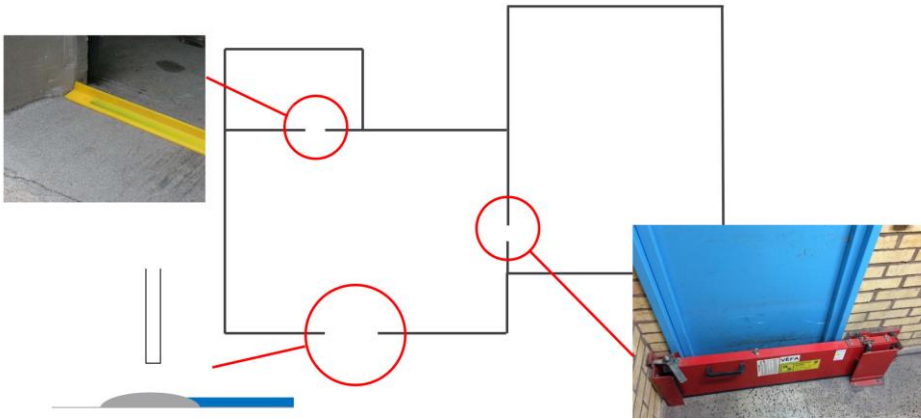
I Släckvatten från avfallsanläggningar (FLydén, 2009) redovisas en sammanställning av förbränningsprodukter vid brand i avfallsmaterial.

Tabell 15. Förbränningsprodukter vid förbränning av olika avfallsmaterial.

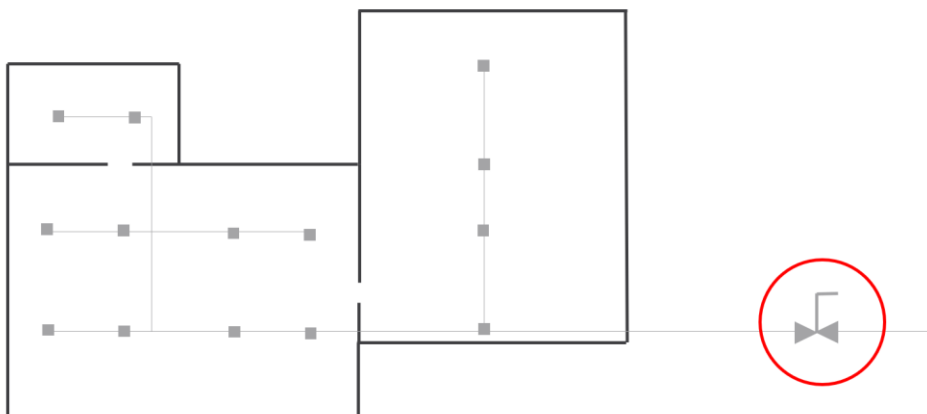
Avfallstyp	Farliga ämnen
Organiskt material	BOD, COD, PAH, VOC, NO _x och andra kväveföreningar
Färg och lösningsmedel	PAH, PCB, dioxiner, metaller
Plast	Metaller, PAH, PCB, bromerade flamskyddsmedel, dioxiner, fenoler, cyanider, klorerade kolväten, NO _x , HCl
Gummiprodukter (bildäck)	Svaveloxider, 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

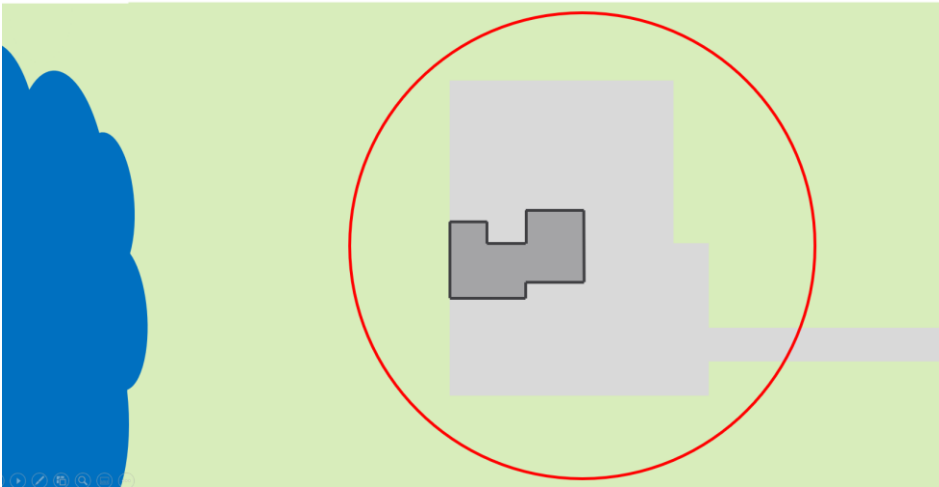
I denna bilaga redovisas principiella åtgärdsförslag för att minimera spridning av släckvatten till känslig omgivning.



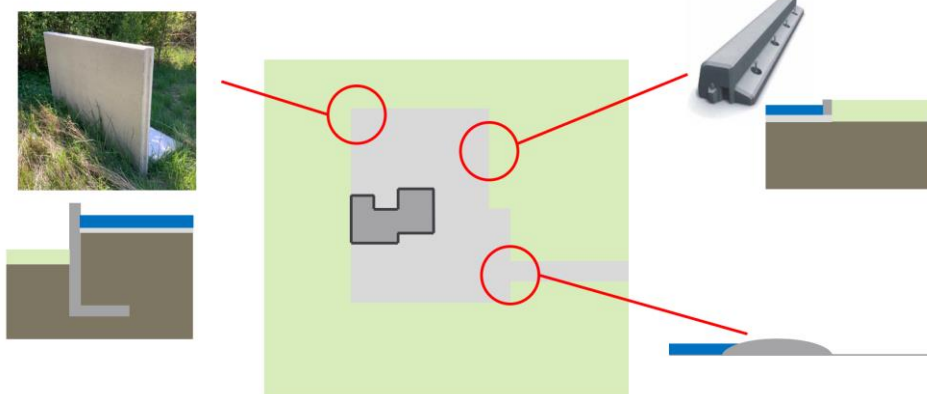
Figur 4. Invallning av släckvatten inomhus. T-list, giljotin-barriär samt överkörningsbar vägbula i portöppning.



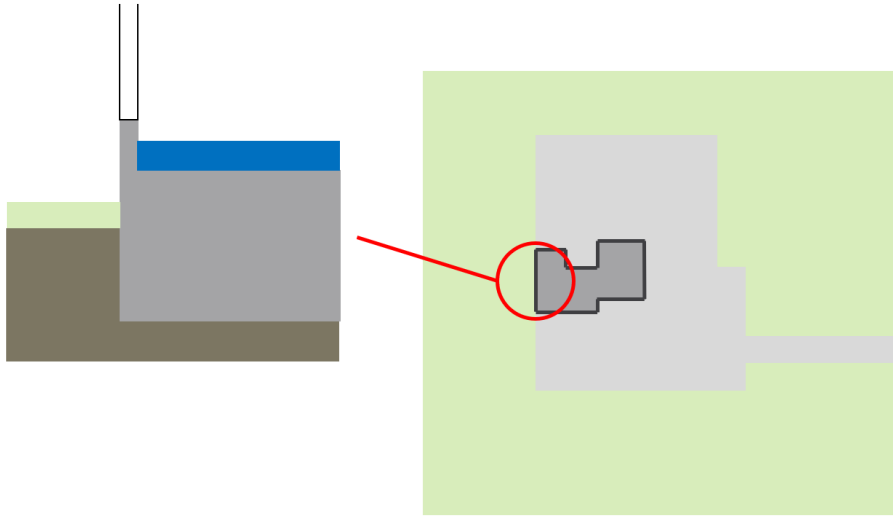
Figur 5. Avstängningsventil på utgående spillvattenledning.



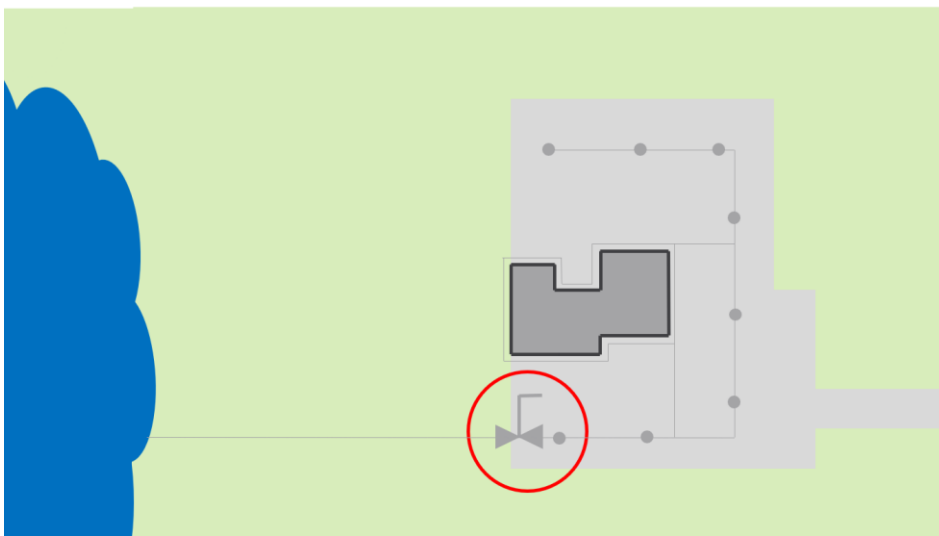
Figur 6. Markyta runt anläggningen utförs hårdgjord så att infiltrering ner i mark undviks. Eventuella sprickor och potthål lagas.



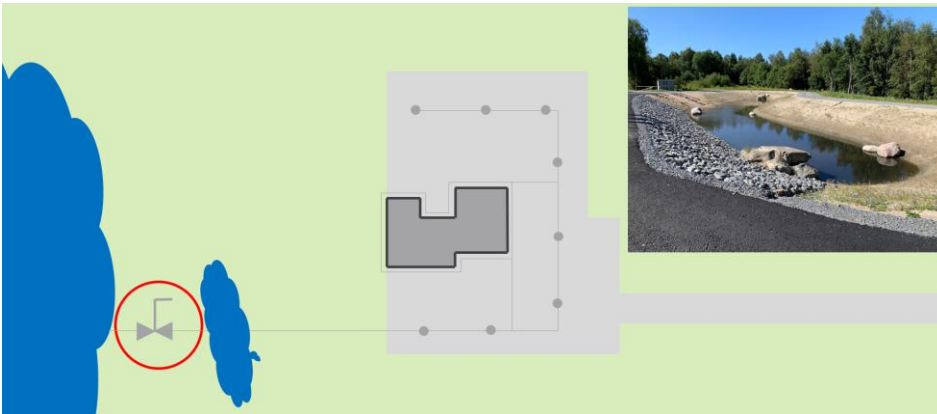
Figur 7. Markytans höjder skannas och på de platser släckvatten kan rinna ut till icke hårdgjord yta uppförs barriärer av nödvändig höjd, t ex L-stöd, kantsten, asfaltklack, vägbula etc.



Figur 8. 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 9. Dagvattensystemet förses med avstängningsventil på utgående dagvattenledning.



Figur 10. Om dagvattnet leds till en dag-/släckvattendamm förses dess utlopp med en avstängningsventil.