

Släckvattenutredning

Helsingborgs hamn AB



2023-12-27

Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	Helsingborgs hamn AB
Uppdragsnummer	30056088
Kund	Helsingborgs hamn AB
Upprättad av	Saga Lilja
Datum	2023-12-27
Granskad av	Markus Glenting
Godkänd av	Egzon Haliti

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	3
1 Inledning	4
1.1 Bakgrund	4
1.2 Syfte	4
1.3 Avgränsningar	4
1.4 Definitioner	5
1.5 Metodik.....	5
1.6 Osäkerheter.....	5
1.7 Kvalitetsplan.....	6
2 Objektbeskrivning	7
2.1 Övergripande beskrivning Helsingborgs hamn AB	7
2.2 Hanterade vätskor inom anläggningen	8
2.3 Övriga förutsättningar.....	8
3 Räddningstjänstens insatsförmåga	9
3.1 Styrkeuppbyggnad	9
3.2 Övergripande beskrivning räddningstjänsten Skåne Nordväst (RSNV)	9
4 Identifierade brandscenarion.....	11
4.1 Scenario 1 – Brand i eldriven långtradare lastad med 4 (20 ft) containers	11
4.2 Scenario 2 – Brand vid utsläpp av farligt gods – brandfarlig vätska	12
4.3 Scenario 3 – Brand vid utsläpp av farligt gods – gas, enbart kylvatten	12
4.4 Scenario 4 – Brand vid utsläpp av farligt gods – gas.....	13
4.5 Scenario 5 – Läckage och antändning av eldningsolja vid bunkring i kaj.....	13
4.6 Sammanställning av släckvattenvolymer	14
5 Tänkbara föroreningar i släckvattnet	15
6 Slutsats och åtgärdsförslag	16
Bilaga A – Föroreningar i släckvatten.....	17
Bilaga B – Principiella åtgärdsförslag	24

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Sweco har av Helsingborgs Hamn fått i uppdrag att utföra denna släckvattenutredning. Släckvattenutredningen är upprättad av Saga Lilja, riskkonsult och kvalitetsgranskad av Markus Glenting, brandingenjör.

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 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

Verksamheten har inom vissa delar av anläggningen en stor mängd brännbart material. 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. Stora droppar innebär att det blir en mindre area som deltar i förbränningsprocessen. 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 därför inte vara rimligt att dimensionera åtgärder avseende omhändertagande för en sådan samtidig volym släck- och dagvatten. Därför görs beräkningar utifrån ett scenario där skyfall inte inträffar samtidigt som en brand.

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.

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.
Insatstid	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 avlopps- eller dagvatten, utan eller efter eventuell rening.
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.
Sprinklervatten	Vatten som påförs branden från ett sprinklersystem.
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 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.

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. Med konservativa resonemang menas att vi i våra antaganden utgår från värsta troliga scenario och för dessa använder vi erkända beräkningsmetoder och väl förankrade källor. Då värsta troliga scenario är dimensionerande täcks därmed även alla mindre scenarion in. 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 Helsingborgs hamn AB

Containerterminalen i Helsingborgs Hamn (nedan anläggningen eller HHAB) planeras att omlokaliseras. Anledningarna är bland annat behov av ökad hamnkapacitet, större djup, längre kajer, växande godsvolymer, byte av hanteringssätt för fossilfri drift (eldrift) och klimatanpassning.

För att anlägga hamnen i det nya läget krävs byggnation av kajer, vågbrytare och muddring, vatten och markarbeten. Farled etableras och förutom muddring i denna kan fast eller flytande sjömärkning behöva anläggas.

I HHAB's nya hamn bedrivs bland annat:

- Hamn- och stuveriverksamhet innefattande LO-LO-trafik (Lift On/Lift Off) för lossning/lastning av fartyg. I huvudsak containerhantering upp till 525 000, 20 fots containrar årligen. Där cirka 2% av hanterad volym förväntas vara farligt gods.
- Combiterminalverksamhet för gods på järnväg med omlastning av containrar mellan transportslagen, väg, järnväg och sjö.
- Hantering av konventionella containers samt kyl/frys containers på terminal: Innehållet i containers kan vara alla upptänkliga varor och produkter. Konsumentvaror, kemikalier, råvaror.
- Till verksamheten hör verkstäder för service och reparation på egna anläggningar och den egna maskinparken samt tvätthall för fordonstvätt.
- Tankstation för arbetsmaskiner med förbränningsmotor kan behövas.



Figur 1. Helsingborgs hamn (allt färgat). Dagens combiterminal (orange), containerterminal (Västhamnen, rosa) Energihamnen (brun), spannmålsterminalen (grön), Skåneterminalen (gul)



Figur 2. Lokaliseringsförslag och bild på eRTG, dragbilar och kranar. Visionsskiss.

2.2 Hanterade vätskor inom anläggningen

Kemikalier används i begränsad omfattning inomhus i verkstäder för i huvudsak servicearbeten. Sanitära kemiska produkter används i matsalar/kontor. Inga kemikalier används för produktionen utöver förbrukningsvätskor i arbetsmaskiner och rengöringsmedel.

2.3 Övriga förutsättningar

2.3.1 Brandvattenförsörjning

Brandvattenförsörjningens utformning behöver utredas. I denna släckvattenutredning förutsätts att bedömd vattentillgång är säkerställd.

2.3.2 Dagvattensystem

Dagvatten hanteras preliminärt av Helsingborgs hamn AB. Dagvatten kommer framför allt uppstå från tak men även från hårdgjorda markytor. Påverkan på dagvatten kan även tillkomma till följd av påverkan från:

- Däckslitage
- Urlakning av metaller från utrustning
- Urlakning av oljor/fetter från utrustning
- Damm / stoft
- Spill
- Olyckor
- Läckande lastbärare (ytterst ovanligt)

En separat dagvattenutredning har tagits fram av Sweco 2023-06-22.

2.3.3 Markförhållanden

Alla hamnytor är hårdgjorda och ej genomsläppliga ytor för att hantera de mycket tunga laster som beräknas uppkomma. Asfalt, sten, betong eller kombinationer utgör ytbeläggning.

3 Räddningstjänstens insatsförmåga

3.1 Styrkeuppbyggnad

Beroende på aktuell beredskapssituation t ex annat pågående larm, kan larmade räddningsresurser till en brand inom HHAB 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 inledningsskedet till en brand vid HHAB förutsätts ha en anspänningstid motsvarande 90 sekunder. Deltidsstationernas anspänningstid är 5 min.

3.2.2 Körtid

Körtiden för räddningstjänstens fordon till HHAB's 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 (Körtidsanalys, u.d.) se Tabell 2.

Tabell 2. Körtider från räddningstjänsten

Station	Bemanning	Anspänningstid (min)	Körtid (min)	Total tid (min)
Helsingborg City	Heltid: 1+4	1,5	3	4,5
Bårslöv	Heltid: 1+4	1,5	8	9,5
Berga (Heltid & Deltid)	Heltid: 1+4 Deltid: 1+2	Heltid: 1,5 Deltid: 5	14	Heltid: 15,5 Deltid: 19
Bjuv	Deltid: 1+5	5	21	26
Ängelholm (Heltid & deltid)	Heltid: 1+4 Deltid: 1+4	Heltid: 1.5 Deltid: 6	26	Heltid: 27,5 Deltid: 32
Örkelljunga	Deltid: 1+4	5	37	42
Skånes Fagerhult	Deltid: 1+4	5	46	51

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 brandscenario. Det innefattar flöden för strålrör å 450 liter/minut, vattenkanon å 1200 liter/minut samt skumkanon å 1600 liter/minut.

4 Identifierade brandscenarion

Brandscenarion har identifierats vid workshop för riskidentifiering och utifrån erfarenhet hos konsulten har dessa scenarion identifierats som relevanta. De scenarion som anses relevanta att studera ur ett släckvattenhänseende beskrivs i Tabell 3 och är utmärkta på kartan i Figur 3. Scenarion 1–4 kan inträffa någonstans inom det rödstreckade området.

Dimensionerande scenarion har i samråd med räddningstjänsten konstaterats vara de presenterade i Tabell 3.

Tabell 3. Sammanställning av relevanta scenarion.

Scenario	Beskrivning
1	Brand i eldriven långtradare lastad med 4 (20 ft) containers
2	Brand vid utsläpp av farligt gods – brandfarlig vätska
3	Brand vid utsläpp av farligt gods – gas (endast kylvatten)
4	Brand vid utsläpp av farligt gods – gas
5	Läckage och antändning av eldningsolja vid bunkring i kaj



Figur 3. Layout Helsingborgs hamn ny containerterminal, identifierade brandscenarion utmärkta i bilden. Notera att scenarion 1–4 kan inträffa var som helst inom det rödstreckade området.

4.1 Scenario 1 – Brand i eldriven långtradare lastad med 4 (20 ft) containers

4.1.1 Initial händelse

Det uppstår ett elfel i en eldriven långtradare på området. Elfelet leder till att en brand startar i långtradaren vilken sprids och även antänder de fyra lastade containrarna.

4.1.2 Släckinsats

Räddningstjänsten påbörjar insats med hjälp av en vattenkanon å 1200 liter/minut, insatsen förväntas pågå cirka 20 minuter. Två rökdykargrupper anländer till platsen, påbörjar släckinsats med hjälp av två strålrör å 450 liter/minut. Insatsen förväntas pågå i 30 minuter.

4.1.3 Eftersläckning

Eftersläckning i form av kylning av batteribrand bedöms pågå i 120 minuter med ett vattenflöde på 125 liter/minut.

4.1.4 Beräkning av släckvattenvolym

Den alstrade släckvattenvolymen beräknas enligt följande:

$$20 \text{ min} \cdot 1200 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 2 \cdot 450 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 30 \text{ min} + 125 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 120 \text{ min} = 66 \text{ m}^3$$

4.2 Scenario 2 – Brand vid utsläpp av farligt gods – brandfarlig vätska

4.2.1 Initial händelse

En lasttruck på området kör in i en uppställd tank och brandfarlig vätska rinner ut. När pölen nått en area av 200 m² når ångorna från pölen en antändningskälla och en brand uppstår.

4.2.2 Släckinsats

Räddningstjänsten kraftsamlar genom att invänta tillräckliga resurser och påför sedan skum med skumkanon å 1600 liter/minut och ett strålrör å 450 liter/minut.

Släckinsatsen bedöms pågå under 30 minuter.

4.2.3 Eftersläckning

Bedöms ej vara aktuellt.

4.2.4 Beräkning av släckvattenvolym

Vid pölbrand där utsläppet dimensioneras till 200 m² förväntas skumkanon å 1600 liter/minut och strålrör å 450 liter/minut nyttjas och släckningsarbetet pågå i 30 minuter.

$$30 \text{ min} \cdot 1600 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 450 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 30 \text{ min} = 62 \text{ m}^3$$

4.3 Scenario 3 – Brand vid utsläpp av farligt gods – gas, enbart kylvatten

4.3.1 Initial händelse

Läckage uppstår av brandfarlig gas, propan. En jetflamma bildas och brinner ut utan att påverka omgivningen.

4.3.2 Släckinsats

Omgivningen kyla med hjälp av en vattenkanon å 1200 liter/minut under 60 minuter. Ingen övrig släckinsats bedöms nödvändig.

4.3.3 Eftersläckning

Bedöms ej vara aktuellt.

4.3.4 Beräkning av släckvattenvolym

$$1200 \frac{l}{min} \cdot 60 min = 72 m^3$$

Det släckvatten som alstras är från kylning och räknas därför endast som nederbörd och innehåller inga föroreningar. Vattnet som använts för kylning behöver därför inte omhändertas.

4.4 Scenario 4 – Brand vid utsläpp av farligt gods – gas

4.4.1 Initial händelse

Läckage uppstår av brandfarlig gas, propan. Gasmolnet antänds, bildar jetflamma som påverkar 8 intilliggande containrar vilka tar eld.

4.4.2 Släckinsats

Räddningstjänsten påbörjar insats med hjälp av två vattenkanoner á 1200 liter/minut tills gasen brunnit ut, insatsen förväntas pågå cirka 60 minuter. Vidare insats under ytterligare 90 minuter för containrar med hjälp av 1 vattenkanon á 1200 liter/minut och 2 strålrör á 450 liter/minut.

4.4.3 Eftersläckning

Eftersläckning bedöms pågå i 60 minuter med ett vattenflöde på 50 liter/minut.

4.4.4 Beräkning av släckvattenvolym

$$60 min \cdot 2 \cdot 1200 \frac{l}{min} + 90 min \cdot 1200 \frac{l}{min} + 2 \cdot 450 \frac{l}{min} \cdot 90 min + 50 \frac{l}{min} \cdot 60 min = 336 m^3$$

4.5 Scenario 5 – Läckage och antändning av eldningsolja vid bunkring i kaj

4.5.1 Initial händelse

Ett slangbrott inträffar vid bunkring av eldningsolja i kaj. Eldningsolja rinner ut och bildar en 200 m² stor pöl, utsläppet antänds. Pölbrand uppstår.

4.5.2 Brandsläckning

Vid pölbrand där utsläppet dimensioneras till 200 m² nyttjar räddningstjänsten en skumkanon á 1600 liter/minut och ett skumrör á 450 liter/minut för släckningsarbetet. Insatsen förväntas pågå i 30 minuter.

4.5.3 Eftersläckning

Bedöms ej vara aktuellt.

4.5.4 Beräkning av släckvattenvolym

$$30 min \cdot 1600 \frac{l}{min} + 450 \frac{l}{min} \cdot 30 min = 62 m^3$$

4.6 Sammanställning av släckvattenvolymer

Släckvattenvolymer av de scenarion som anses relevanta att studera ur ett släckvattenhänseende redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Sammanställning av släckvattenvolymer.

Scenario	Beskrivning	Släckvattenvolym [m ³]
1	Brand i brännbart material i containers	66
2	Brand vid utsläpp av farligt gods – brandfarlig vätska	62
3	Brand vid utsläpp av farligt gods – gas endast kylvatten	-
4	Brand vid utsläpp av farligt gods – gas	336
5	Läckage och antändning av diesel vid bunkring i kaj	62

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.

Räddningstjänsten använder sig dock mycket restriktivt av skumtillsatsmedel och då endast det som är fluorfritt. 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.

När släckvattnet är invallat och vidare spridning till omgivningen förhindrats bör släckvattnets föroreningsgrad utredas. 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.

6 Slutsats och åtgärdsförslag

För att omhänderta släckvattnet som alstras vid en släckinsats inom Helsingborg hamns anläggning behöver åtgärder vidtas. Detta för att förhindra kontaminerat släckvatten från att nå omgivningen.

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 för exempel på hur släckvatten kan omhändertas:

- Säkerställ att släckvatten inte rinner till icke-tät markyta och infiltrerar till grundvatten. Dagvattensystemet ska därför sektioneras enligt förslag i Dagvattenutredningen för att förhindra spridning av släckvatten. Ett sektionerat och avskilt system möjliggör enklare hantering i fall av olycka. Systemet ska vara avstängningsbart och kunna hantera erforderlig släckvattenvolym.
- Ta fram insatsplan för att räddningstjänsten ska ha förutsättningar att göra en effektiv insats, där rätt ventiler stängs och släckvatten omhändertas enligt plan.

Givet att ovanstående åtgärder vidtas anser Sweco att Helsingborgs hamn 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.

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 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 (Sternen, 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 5. VOC och sVOC i allvarliga halter vid olika typer av bränder (Per Blomqvist, 2004).

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 (Sternen, 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 (Sternér, 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 t.ex. stabilisatorer, lösningsmedel, fryspunktnedsättande medel, konserveringsmedel, pH-justerande medel, avhärdare, färg, och korrosionsinhibitorer.

År 1986 inträffade Sandoz-branden 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 fasas 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.

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 6.

Tabell 6. 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: (t.ex. 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: benso(a)antracen PAH övriga: naftalen, fenantran, fluoren VOC: dekan, undekan, dodekan, dimetylbensen, trimetylbensen sVOC: alkaner C9-C24, butoxy-etanol, metyl-propyl-bensen

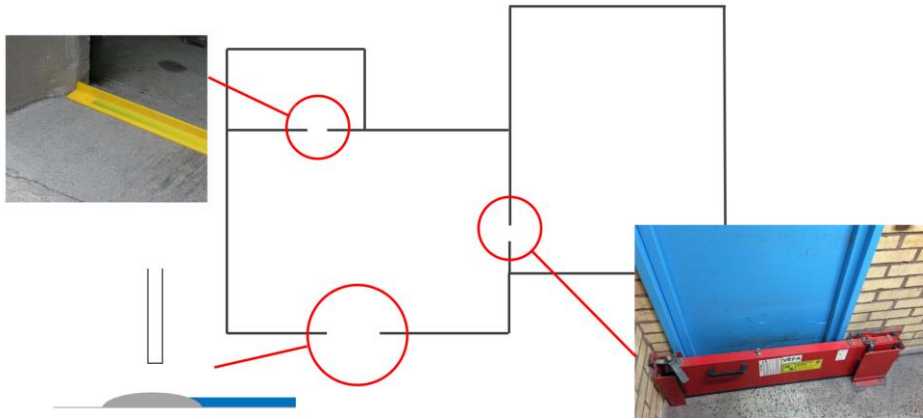
I Släckvatten från avfallsanläggningar (FLydén, 2009) redovisas en sammanställning av förbränningsprodukter vid brand i avfallsmaterial.

Tabell 7. Förbränningsprodukter vid förbränning av olika avfallsmaterial.

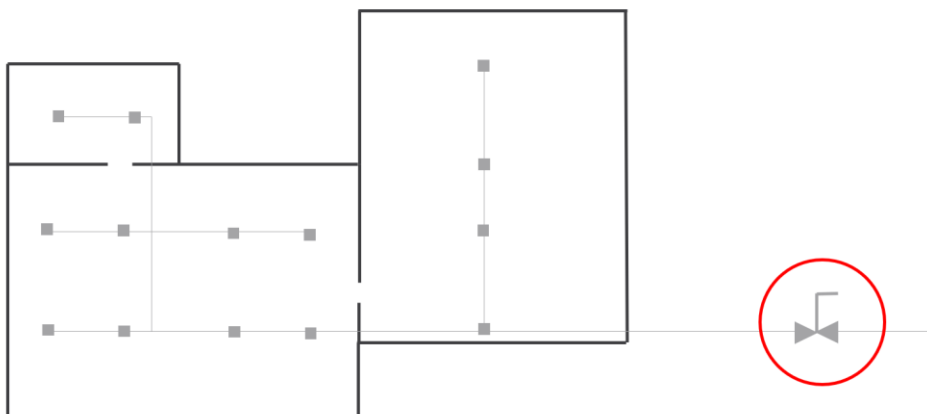
Avfallstyp	Farliga ämnen
Organiskt material	BOD, COD, PAH, VOC, NO _x och andra kväveföreningar
Färg och lösningsmedel	PAH, PCB, dioxiner, metaller
Plast	Metaller, PAH, PCB, bromerade flamskyddsmedel, dioxiner, fenoler, cyanider, klorerade kolväten, NO _x , HCl
Gummiprodukter (bildäck)	Svaveloxider,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

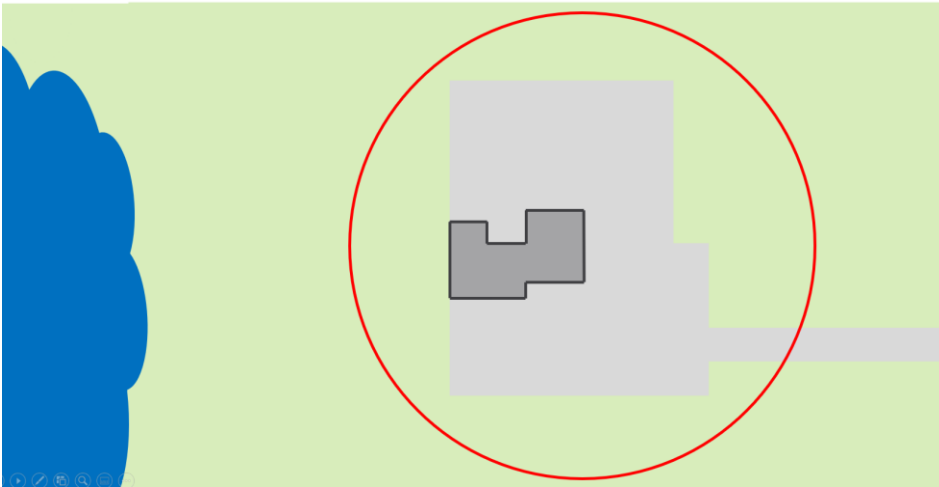
I denna bilaga redovisas principiella åtgärdsförslag för att minimera spridning av släckvatten till känslig omgivning.



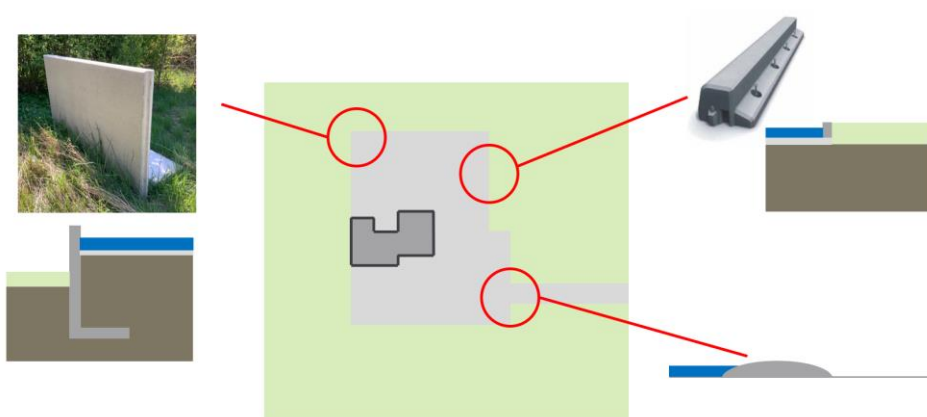
Figur 4. Invallning av släckvatten inomhus. T-list, giljotin-barriär samt överkörningsbar vägbula i portöppning.



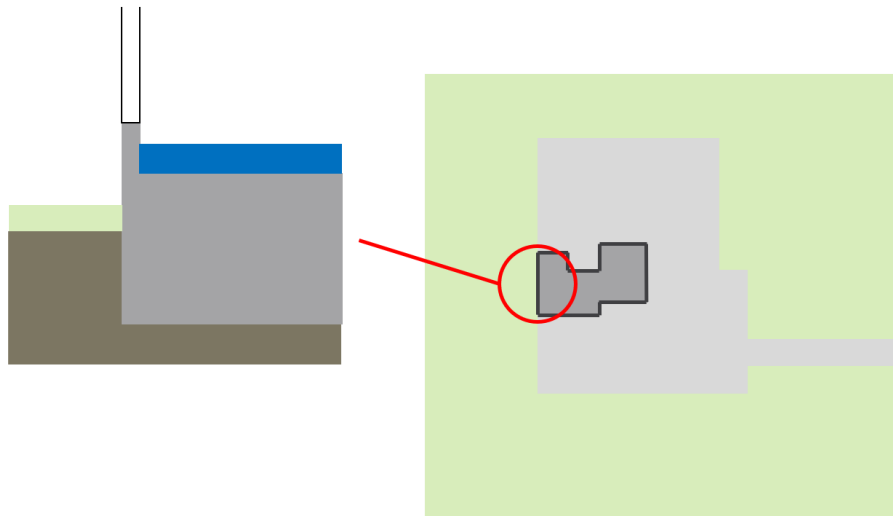
Figur 5. Avstängningsventil på utgående spillvattenledning.



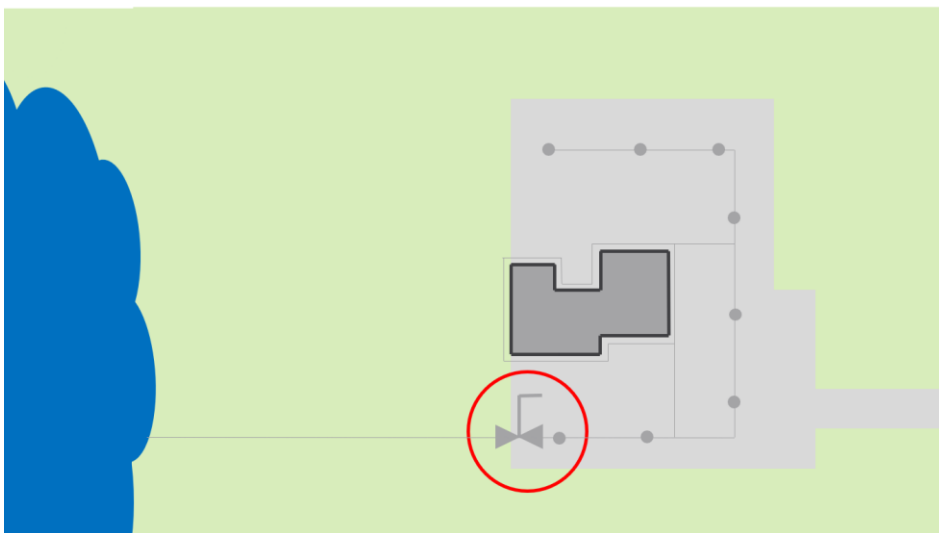
Figur 6. Markyta runt anläggningen utförs hårdgjord så att infiltrering ner i mark undviks. Eventuella sprickor och potthål lagas.



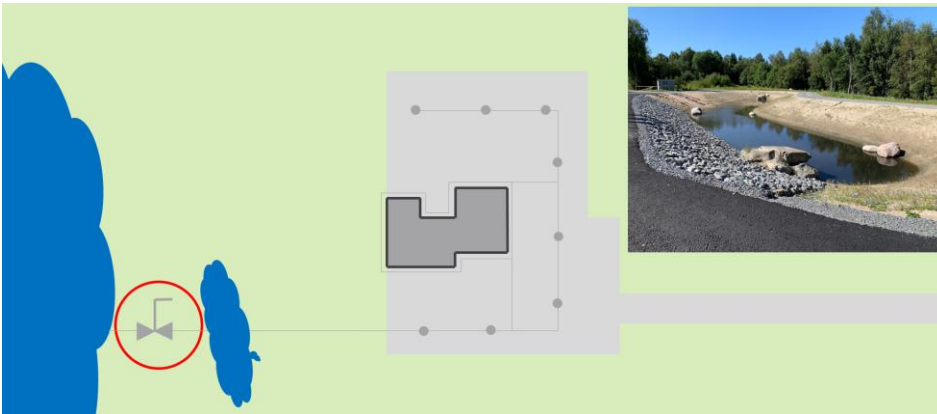
Figur 7. Markytans höjder scannas och på de platser släckvatten kan rinna ut till icke hårdgjord yta uppförs barriärer av nödvändig höjd, t ex L-stöd, kantsten, asfaltklack, vägbula etc.



Figur 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.