

Sammanställning av miljötekniska mark- och inomhusmiljöundersökningar, samlad riskbedömning och åtgärdsförslag



St Eriks Markutveckling

Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde

Stockholm 2022-06-30

Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde

**Sammanställning av miljötekniska mark- och inomhusmiljöundersökningar,
samlad riskbedömning och åtgärdsförslag**

Datum 2022-06-30
Uppdragsnummer 1320051168

Göran Eriksson

Annika Svitzer
Matilda Edvardsson
Sofia Sjögren

Johanna Moreskog
Fredrik Svanberg

Uppdragsledare

Handläggare

Granskare

Ramboll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00

Unr 1320051168 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Administrativa uppgifter	1
2.	Bakgrund och syfte	2
2.1	Omfattning	3
3.	Områdesbeskrivning	3
3.1	Framtida markanvändning	5
3.2	Geologisk och hydrogeologisk beskrivning	7
3.3	Antropogena spridningsvägar	11
3.4	Skyddsobjekt.....	12
3.5	Verksamhetshistorik, föroreningssituation och föroreningars egenskaper.....	13
4.	Utförande av miljötekniska markundersökningar.....	18
4.1	Jordprovtagning	18
4.2	Grundvattenprovtagning	19
4.3	Porluft	21
4.4	Inomhusmiljö maj 2019 och april 2021	22
4.5	Inomhusluft –april-maj 2022	22
4.6	Avvikelse	23
5.	Analys	24
5.1	Jord.....	24
5.2	Grundvatten	25
5.3	Porluft	26
5.4	Inomhusluft.....	26
5.5	Asfalt.....	26
5.6	Betong.....	26
6.	Bedömningsgrunder	27
6.1	Bedömningsgrunder för jord	27
6.2	Bedömningsgrunder för vatten.....	35
6.3	Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – ytvattenförekomster	36
6.4	Bedömningsgrunder för porluft och inomhusluft	36
6.5	Utspädningsfaktor för porluft	37
6.6	Bedömningsgrunder för asfalt	38
7.	Resultat.....	38
7.1	Fältobservationer, jord.....	38
7.2	Beskrivning av analysresultat i jord	38
7.3	Fältobservationer, grundvatten	39

7.4	Beskrivning av analysresultat i grundvatten.....	40
7.5	Fältobservationer, porluft	44
7.6	Beskrivning av analysresultat i porluft	44
7.7	Inomhusluft.....	45
7.8	Asfalt.....	46
7.9	Betong.....	46
8.	Översiktliga åtgärds mål	46
9.	Riskbedömning	46
9.1	Föroreningar i jord	46
9.2	Föroreningar i grundvatten	48
9.3	Klorerade alifater i jord, grundvatten samt porluft och inomhusluft.....	51
9.4	Variation av halter över tid	61
9.5	Mätbara åtgärds mål.....	61
9.6	Osäkerheter och kunskapsluckor	61
10.	Sammanfattande nulägesbeskrivning	62
11.	Förslag till åtgärder.....	65
12.	Referenser	67

Bilagor

- Bilaga 1 - Ritning, provpunkternas lägen
- Bilaga 2 - Fältprotokoll jordprovtagning
- Bilaga 3 - Installationsprotokoll grundvattenrör
- Bilaga 4 - Fältprotokoll porlufts- och inomhusluftsprovtagning
- Bilaga 5 - Analyssammanställning, jord
- Bilaga 6 - Analyssammanställning, grundvatten
- Bilaga 7 - Analyssammanställning, porluft och inomhusluft
- Bilaga 8 - Sammanställning närliggande fastigheter med potentiella föroreningar
- Bilaga 9 - Ritning, klorerade alifater
- Bilaga 10 - Analysrapporter
- Bilaga 11 - Belastningsberäkningar för MKM
- Bilaga 12 - Beräkning av platsspecifika riktvärden

Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde Sammanställning miljötekniska markundersökningar

1. Administrativa uppgifter

Fastighetsbeteckning: Gjutmästaren 6 och Gjutmästaren 9
Tillsynsmyndighet: Miljöförvaltningen, Stockholms Stad

Beställare: St Eriks Markutveckling
Kontaktperson: Patrik Dahlin
Epost: patrik.dahlin@sterikmark.se
Tel: 070-472 92 48

Konsult: Ramboll Sweden AB (Ramboll)

Uppdragsledare: Göran Eriksson
E-post: goran.eriksson@ramboll.se
Tel: 0725-253718

Teknikansvarig miljö: Annika Svitzer
E-post: annika.svitzer@ramboll.se
Tel: +46 10 615 45 41

2. Bakgrund och syfte

Ulvsunda industriområde är för närvarande och har historiskt varit ett av Stockholms mer intensiva verkstads- och tillverkningsindustriområden. Det har under längre tid varit hårt belastat av förorenande ämnen. Inom Gjutmästaren 6 har Pripps tidigare haft sin bryggeriverksamhet vilken etablerades på 1970-talet. Innan Pripps etablering användes fastigheten för lantbruksändamål.

Området föreslås långsiktigt utvecklas till en blandstad med lokaler för bland annat idrottsverksamhet, kultur, kontor och hotell samt nya parker (Stockholm Stad, 2022). Planförslaget har efter samrådsskedet ändrats till en etappvis utveckling som innebär att i en första etapp utveckla Gjutmästaren 6 och befintliga byggnader (se även i avsnitt 3.1). Liknande stadsutvecklingsprojekt och planer pågår även i andra delar av Ulvsunda industriområde.

Ramboll Sweden AB (Ramboll) har fått i uppdrag av S:t Erik Markutveckling att utföra miljötekniska undersökningar inför den planerade utvecklingen av fastigheterna Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde, Stockholm stad, för att kunna bedöma markens lämplighet för planerad markanvändning.

Ramboll har utfört miljötekniska undersökningar i området vid fyra tillfällen mellan 2018 och 2022. Resultaten av undersökningarna har redovisats i tre rapporter. Ramboll har även utfört en historisk inventering. I föreliggande rapport sammanställs följande rapporter:

- Inventering av föroreningsituation och miljöstörande verksamheter, Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde, 2018-10-04 (Ramboll, 2018b)
- Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Gjutmästaren 6, 2018-11-30 (Ramboll, 2018a)
- Utökad miljöteknisk markundersökning Gjutmästaren 6 och 9, 2019-06-09 (Ramboll, 2019a)
- Kompletterande miljöteknisk markundersökning i, Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde, 2021-04-14 (Ramboll, 2021a)

Resultatet från den kompletterande undersökning som genomförts under våren 2022 har arbetats in i rapporten.

Syftet med denna rapport är att:

- Sammanfatta utförda miljötekniska undersökningar inom aktuellt område.
- Få en bild av föroreningsituationen i mark, grundvatten och porluft samt i inomhusluft i byggnader inom aktuellt område.

- Undersöka om det finns några föroreningar i mark, grundvatten och porgas som kan innebära en risk för människors hälsa och miljö vid planerad markanvändning.
- Ge förslag till åtgärder med avseende på risker med förekommande föroreningar.

2.1

Omfattning

De miljötekniska undersökningarna har omfattat:

- Översiktlig provtagning av jord inom Gjutmästaren 6 och 9 (2019 och 2020)
- Översiktlig provtagning av porgas utomhus inom Gjutmästaren 6 vid tre tillfällen (2019, 2021 och 2022)
- Innemiljöutredning inför framtida ombyggnationer av Gjutmästaren 6 (2019)
- Installation av grundvattenrör och provtagning av grundvatten i fyra omgångar inom Gjutmästaren 6 och 9 (2018, 2019, 2020 och 2022)
- Provtagning av asfalt (2021)
- Kompletterande provtagning av jord (hösten 2020) inom den del av Gjutmästaren 6 som benämns Etapp 1 samt inom område för ut-/ombyggnad av kajen.
- Porgasmätning under byggnaderna benämnda 2 (Tapphallen), 5 (Högdelen) och 7 (Brygghuset) inför Etapp 1 vid två tillfällen (2020 och 2022)
- Kompletterande provtagning av jord i syfte att avgränsa påträffade halter överstigande MKM i jord samt provtagning av jord i Fornminnesparken under våren 2022
- Passiv provtagning av inomhusluft i byggnad 2 och 5 under våren 2022 där klorerade alifater tidigare har detekterats i porluften

3.

Områdesbeskrivning

Fastigheterna Gjutmästaren 6 och 9 är belägna inom Ulvsunda industriområde i Bromma, Stockholm. Fastigheten Gjutmästaren 9 ingår dock inte i det nuvarande detaljplaneförslaget vilket i en första etapp endast omfattar Gjutmästaren 6. Det sammantagna undersökningsområdet för samtliga genomförda undersökningar omfattar nämnda fastigheter och även naturområdet mellan Gjutmästaren 9 och Bällstaviken (delar av fastigheterna Ulvsunda industriområde 1:20, 1:24 och 1:25), vilket visualiseras i figur 1.

Undersökningsområdet är ca 17 ha stort och avgränsas i väst av Tvärbanans spårområde, i öst av Bällstaviken, i söder av Huvudstaleden och i norr av byggnaderna på angränsande fastigheterna Gjutmästaren 4 och 5. Väster om Tvärbanan ligger Bromma flygplats och det aktuella området är beläget inom



*Figur 2. Flygbild över Ulvsunda industriområde och aktuellt undersökningsområde.
Källa: Start-PM för planläggning av Bällsta Hamn i stadsdelen Ulvsunda
industriområde, (Stockholm stad, 2017).*

3.1

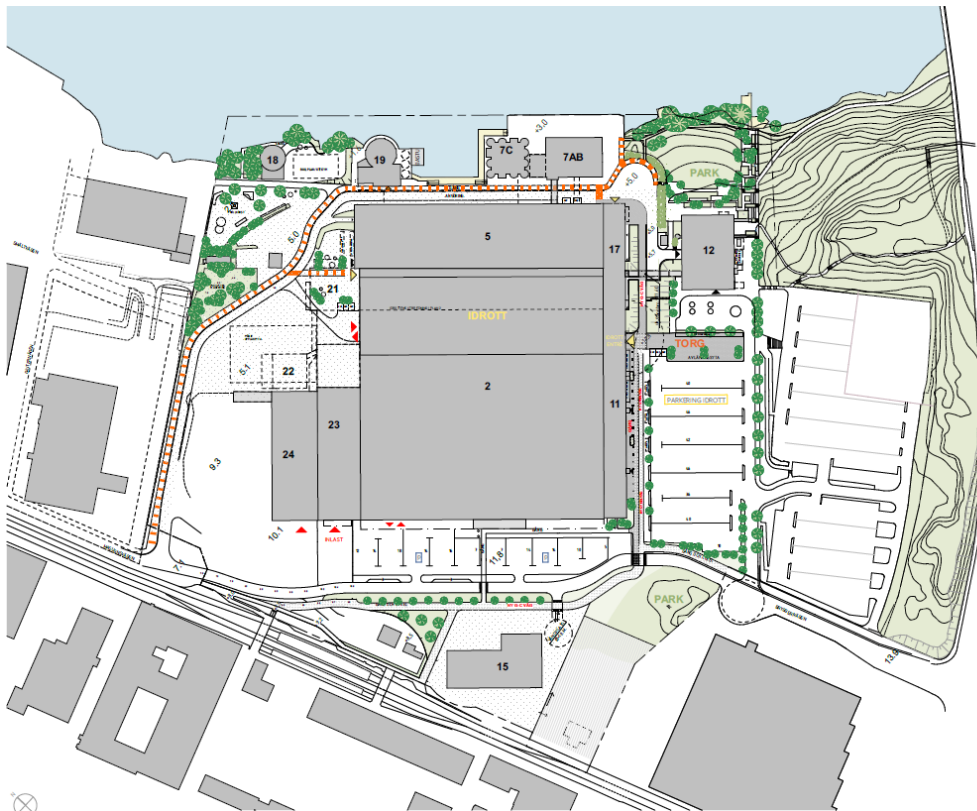
Framtida markanvändning

Området planeras på sikt att utvecklas till ett område med blandad bebyggelse bestående av kontor, bostäder och allmänna ytor (se figur 3). Merparten av de befintliga byggnaderna inom Gjutmästaren 6 ska bevaras och utvecklas till centrum för kultur och idrott.



Figur 3. Översikt över områdets planerade utformning i samrådsförslaget (fullt utbyggt område). 1. Aktivitetsparken, 2. Strandparken, södra och norra, 3. Järnvägsparken, 4. Fornminnesparken, 5. Kontorsparken, 6. Lekparken, 7. Triangelplatsen, 8. Kontorstorget, 9. Prippstorget). Utklipp från Stockholms stad (2019).

Utvecklingen av området kommer dock att ske i etapper, där etapp 1 enbart omfattar mindre förändringar och en förändrad användning av befintliga byggnader. Etapp 1 innebär ingen förändring i hårdgjord yta utan endast en omDisposition/förändrad tillåten användning av befintliga byggnader och vissa ytor. En översikt över planområdets planerade utformning i Etapp 1 visas i figur 4. I samband med genomförandet av idrottsanläggningen i Etapp 1 kommer även hus 21, hus 22 och del av hus 23 att rivas (läget för dessa hus framgår av figur 4).



Figur 4. Översikt över planerad utformning i etapp 1. Svart streckad markering visar omfattningen för etapp 1. Utklipp från Brunnberg & Forshed (Planskiss, arbetsmaterial 2022).

Den ändring som genomförs i etapp 1 innebär att befintliga byggnader kommer att få ändrad användning. Planerad användning är kontor, handel, verksamheter idrottsanläggningar samt lokaler för besöksverksamhet. Inga bostäder planeras. Större delen av markytorna kommer även fortsättningsvis att vara hårdgjorda men en del mindre grönytor planeras för trädplantering och gräsytor för dagvattenhantering för att få in mer växtlighet och grönytor i området. Befintliga grönområden i kommer att bevaras som parkmark.

3.2

Geologisk och hydrogeologisk beskrivning

De geologiska förhållandena inom området utgörs generellt av fyllning på torrskorpelera ovan lera och naturlig friktionsjord (morän) vilandes på berg (se figur 5). I delar av området har block och sten påträffats i fyllningen och i moränen. Jordlagrens mäktighet varierar över området, med störst mäktighet längs med Bällstaån norr och söder om huvudbyggnaden. Generellt är fyllmaterialets mäktighet ca 0,5-2 m. Intill Bällstaviken uppgår mäktigheten till ca 5 m. Ytligt berg förekommer som en sträng i nordväst-sydöstlig riktning och i anslutning till berg består jordlagren främst av finkornig kompakt morän. Områdets geologi gör att det finns två åtskilda vattenförande lager. Dessa utgörs

av ett övre markvatten i fyllningen och ett djupt grundvatten i moränen åtskilda av lerlagret (Geosigma, 2012).

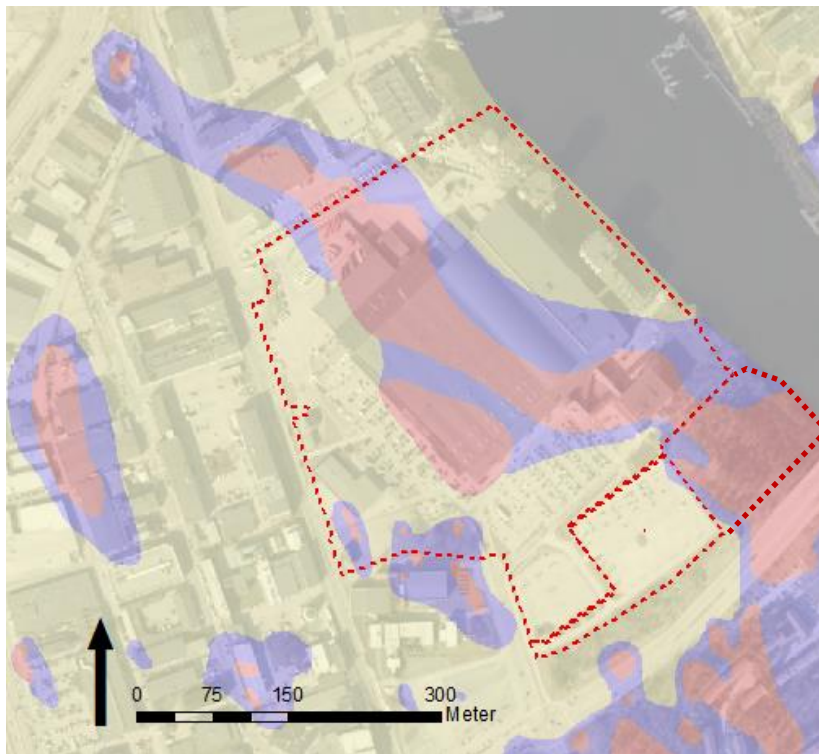
Fältobservationer vid utförda undersökningar har påvisat att vid nuvarande parkeringar i sydost och sydväst (inkluderat Gjutmästaren 9) utgörs marken av grovt fyllnadsmaterial ned till ca 1–2 m u my. Under fyllnadsmaterialet följer torrskorpelera och lera. Berg har påträffats under leran i ett par provtagningspunkter varierande mellan 0,9 och 2,6 m u my.

I nordväst är fyllnadsmaterialet något djupare mellan ca 2 och 2,3 m. I det nordvästra och nordöstra hörnet av undersökningsområdet förekommer lera ned till ett djup om 8–12 m u my.

Provtagningarna har även visat att längs med Bällstavikens strand förekommer fyllnadsmaterial med varierande mäktighet. Fyllnadsmaterialet underlagras generellt av siltig gyttjelera och gyttjelera ovan siltig lera.

Vid gräsytan mellan Stockholm Vattens byggnad och Bällstaviken (kontorsparken i figur 3) utgörs marken av fyllnadsmaterial mellan 0,4–1 m u my. Därefter förekommer ett lager med trolig morän ovan bedömt berg på ca 0,4–1,8 m u my enligt fältobservationerna.

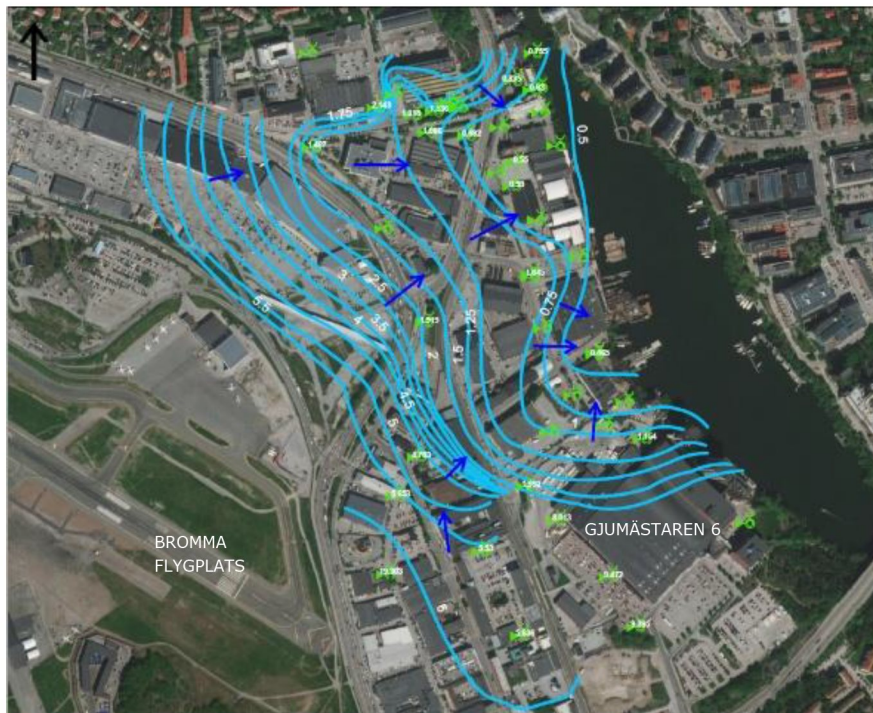
I naturområdet i öster har berg påträffats på ca 0,7 m u my och stora ytor utgörs av berg i dagen, i övriga områden utgörs marken av ett tunt skikt av mull och sand ovan berget.



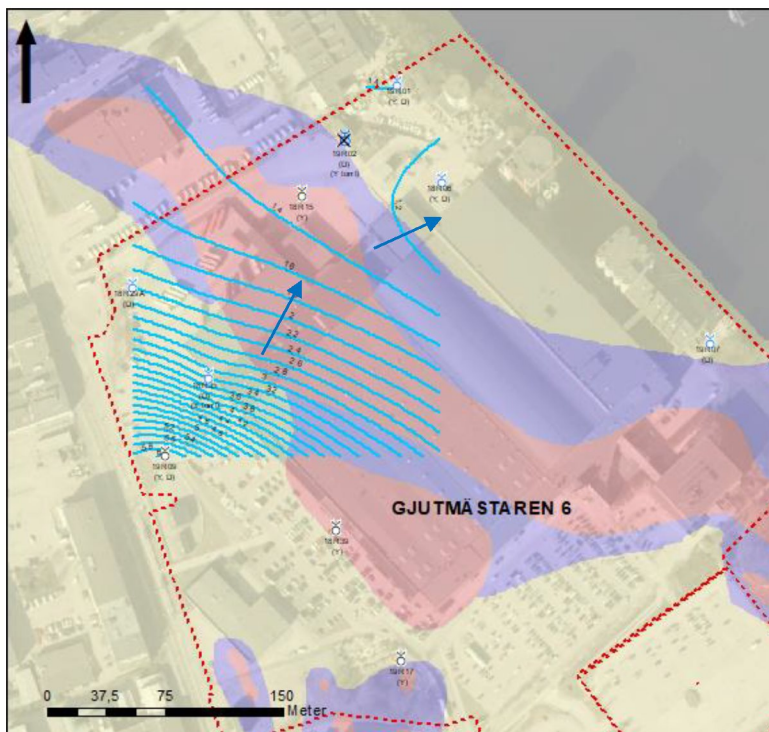
Figur 5. Geologiska förutsättningar i undersökningsområdet utifrån Stockholms stad grundvattenkarta (1997). Gult område utgör lera, lila område morän och rött ytligt berg.

I maj 2020 utförde Sweco nivåmätningar av grundvattnet i hela området för Ulvsunda industriområde. Utifrån mätningarna är en modell framtagen som påvisar en strömningsriktning från Bromma flygplats i nordväst till nordost mot Bällstaviken (Figur 6). Vid aktuellt område (Gjutmästaren 6 och 9) påvisar modellen en nordlig strömningsriktning. Aktuellt område är beläget i modellens utkant där få mätvärden finns vilket medför att modellen uppvisar en randeffekt. Det bedöms mindre troligt att strömningsriktningen är parallell samt uppströms mot Bällstaån, vilket nuvarande modell påvisar. På grund av få mätningar av grundvattennivåer sydost om aktuellt område går det därmed inte att säkerställa strömningsriktningen inom aktuellt område utifrån framtagen modell.

Utifrån Rambolls modellering från inmätta grundvattennivåer på Gjutmästaren 6 har grundvattnet mer sannolikt en strömningsriktning mot Bällstaviken med en svag nordlig/nordostlig riktning (Figur 7). Även denna modellering är dock osäker på grund av få mätningar då flera av grundvattenrören är torra.



Figur 6. Strömningsriktning enligt utförda nivåmätningar maj 2020 i Ulvsunda industriområde (Sweco, 2020).



Figur 7. Strömningsriktning enligt utförda nivåmätningar under 2019 på Gjutmästaren 6 av Ramboll.

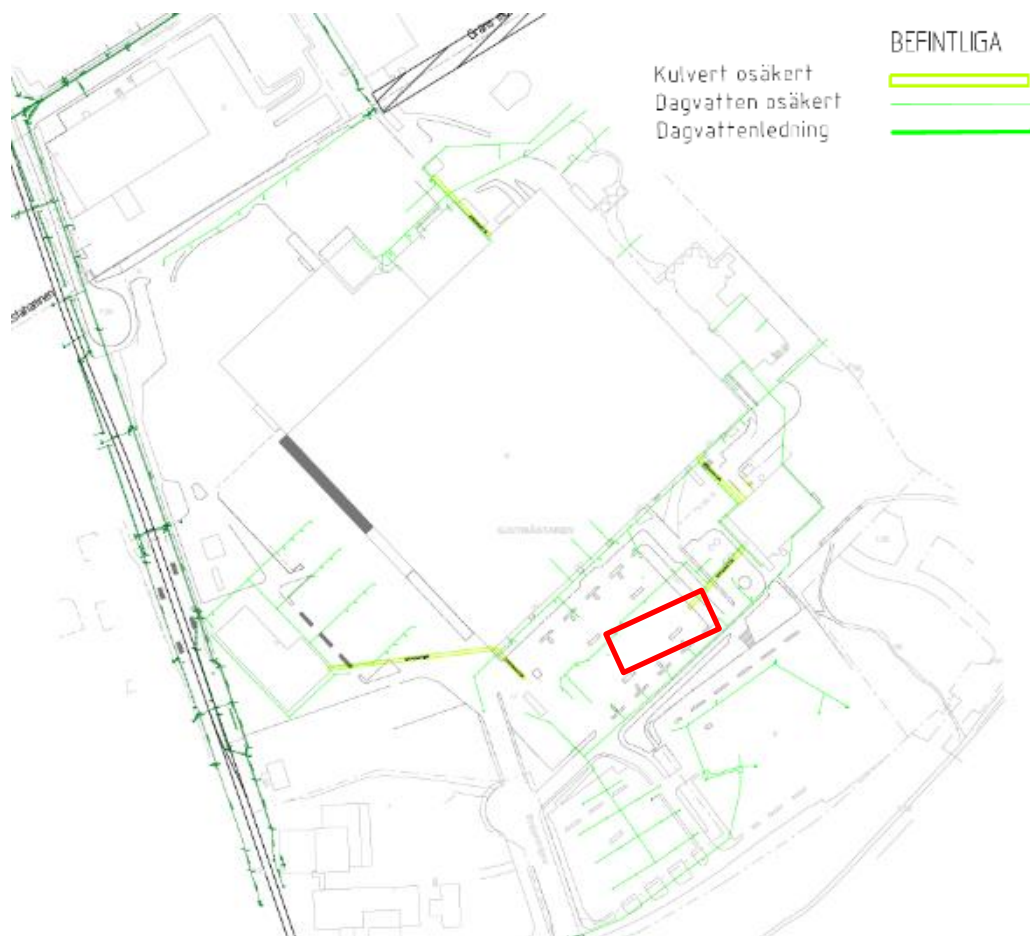
3.3

Antropogena spridningsvägar

Antropogena spridningsvägar såsom både äldre och befintliga ledningssystem för bland annat dag- och spillvatten, och dess ledningsgravar bedöms kunna ha en stor potential för transport av föroreningar lösta i vatten till både ytvatten och omgivande mark. Dessa system har ofta en högre permeabilitet än jorden i området vilket medför att flödes hastigheten är mycket högre än för omkringliggande mark. Ledningsgravar kan även utgöra spridningsväg för föroreningar som förekommer i gasfas.

I utförd dagvattenutredning (Ramboll, 2021b) har delar av ledningssystemet kartlagts utifrån bland annat arkivmaterial. Dessa redovisas i figur 8 samt i bilaga 9 där även tele, fiber, el, fjärrvärme och gasledningar finns med. Inom området finns också ett antal kulvertar. En av dessa är kopplad till ett gammalt oljebergrum och är beläget framför entrén till hus 12 (se figur 8), där befintliga dagvattenledningar löper på varsin sida av huset och sedan leds samman till ett gemensamt utlopp till Bällstaviken. En annan av kulvertarna löper mellan hus 12 och hus 17. Kulvertarnas nivå återfinns ca 1,8–3,2 m u my, dvs. över grundvattennivån (Ramboll, 2021c).

I delen av hus 2 närmast Bällstaviken, hus 5 och hus 7 förekommer delvis utsprängda källarvåningar/garage. Längs med Bällstaviken förekommer kajkonstruktioner under marken. Sådana konstruktioner under mark bedöms också kunna utgöra potentiella spridningsvägar för föroreningar.



Figur 8. Översikt över befintliga dagvattenledningar i området. Ljusgröna är befintliga allmänna dagvattenledningar, och mörkgröna är tolkade dagvattenledningar med osäkert läge i dagvattenutredning (Ramboll, 2021b). Röd markering visar bergrummets ungefärliga lokalisering (WSP, 2019).

3.4

Skyddsobjekt

Inom Ulvsunda industriområde har verkstads- och tillverkningsindustri pågått sedan 1940-talet. Det gör att marken samt grund- och ytvatten i området är hårt belastat av förorenande ämnen. Den närmaste vattenförekomsten, Bällstaviken, uppnår ej god kemisk status med avseende på antracen, bromerade difenyleter, kadmium, kvicksilver, blyföroreningar, PFOS och tributyltenn (TBT) bland annat på grund av den intensiva industriverksamheten (VISS, 2022). Bällstavikens ekologiska status klassificeras som otillfredsställande baserat på morfologiska förändringar och konnektivitet (VISS, 2022).

Det finns inga kända skyddsobjekt så som Natura 2000-område, naturreservat eller vattenskyddsområde inom undersökningsområdet. Närmsta vattenskyddsområde är Östra Mälaren, ca 1,6 km väst om Ulvsunda industriområde.

För den framtida utvecklingen av området är skyddsobjekten de människor som kommer bo och vistas i området. För den planerade markanvändningen i etapp 1 är det de människor som kommer vistas i området främst yrkesverksamma, tillfälliga besökare samt vuxna och barn som idrottar som utgör skyddsobjekt. Även ytvattenrecipienten Bällstaviken är ett skyddsobjekt vid framtida utveckling av området.

3.5 **Verksamhetshistorik, föroreningssituation och föroreningars egenskaper**

I följande avsnitt beskrivs områdets verksamhetshistorik och föroreningssituation baserat på uppgifter från inventeringar och miljötekniska undersökningar av betydelse. Egenskaperna hos klorerade lösningsmedel beskrivs då det är den grupp av föroreningar som bedöms vara av störst betydelse ur hälso- och risksynpunkt i området.

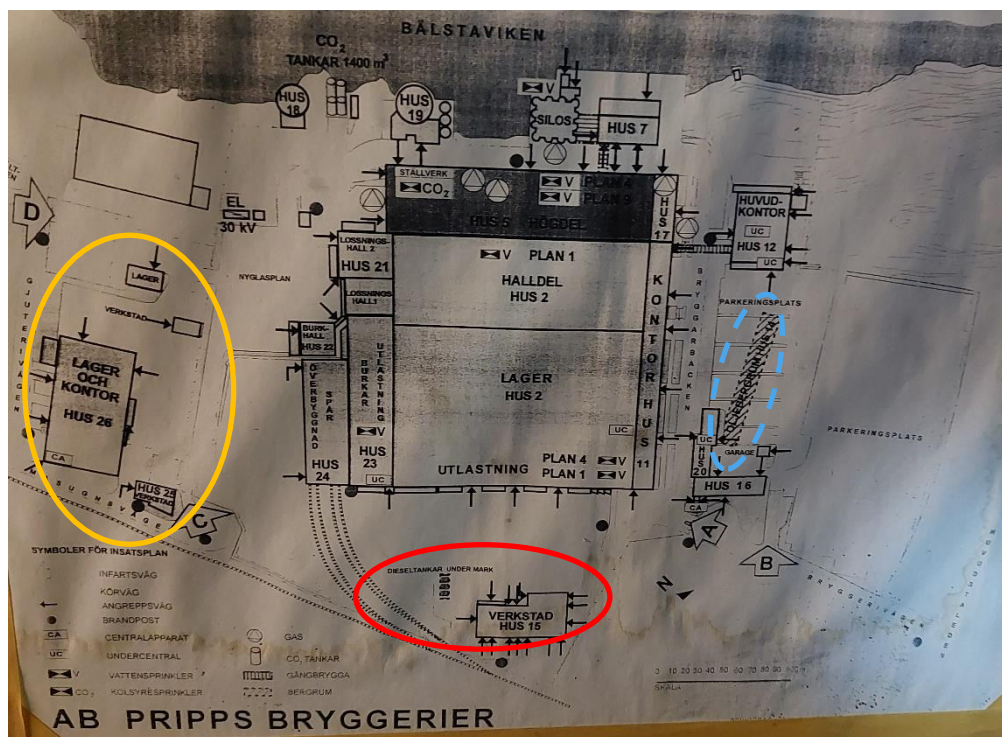
3.5.1 **Gjutmästaren 6 och 9**

Historiska kartor från Lantmäteriet visar att på samma plats som bryggeriverksamheten pågick på Gjutmästaren 6 låg en gård redan på 1600-talet. Gårdens verksamhet pågick under flera hundra år och gårdsbebyggelsen revs efter en brand i slutet av 1950-talet. Typiska föroreningar kopplat till bränder är polycykliska aromatiska kolväten (PAH) som kan bildas vid ofullständig förbränning eller upphettning av organiskt material. Föroreningar av PAH är dock inte särskilt utbredd inom fastigheten varför branden inte bedöms ha haft någon direkt inverkan på föroreningssituationen. Eftersom naftalen ej påträffats inom fastigheten och huvuddelen av PAH:er som förekommer är PAH-H bedöms källan till föroreningen i huvudsak utgöras av diffusa föroreningar från trafik och stadsmiljö. Sannolikheten att släckmedel innehållande PFAS använts i samband med branden bedöms som mycket liten då sådant brandskum enligt uppgift från KEMI (KEMI, 2021) började användas först på 1960-talet. Enligt uppgift från Regeringskansliet (Regeringskansliet, 2016) har användningen av PFOS-innehållande brandskum dokumenterats från mitten av 1980-talet och fram till 2003 men har också förekommit både tidigare och senare. Brandskum innehållande PFAS bör därför inte ha kunnat användas vid branden på fastigheten under sent 1950-tal.

I början av 1900-talet köpte Stockholm stad marken i nuvarande Ulvsunda industriområde och började utveckla delar av det till industrimark. Från 1960-talet och framåt har området runt Gjutmästaren 6 och 9 utvecklats och marken intill Bällstaviken fyllts ut. Det har sedan dess varit ett av Stockholms mest intensiva verksamhets- och industriområden (Stockholm stad, 2017).

På Gjutmästaren 6 har det från 1970-talet fram till 2000-talet pågått bryggeriverksamhet. Enligt uppgifter i Länsstyrelsens databas för förorenade områden har det i bryggeriverksamheten använts en tri-avfettningsskumapparat. En ritning över bryggeriverksamheten visar två hus (Hus 15 och Hus 25) som är markerade som verkstäder (figur 9). Det är möjligt att det i verkstäderna har utförts exempelvis avfettning eller lagring av lösningsmedel. Hus 25 och

omkringliggande byggnader ligger på nuvarande Gjutmästaren 5 men ingick vid tiden i Pripps verksamhetsområde. Under parkeringsytan i områdets sydostliga del har det funnits ett oljebergum med kapacitet för 10 000 m³ tjockolja som avvecklades under 2000-talet (figur 9). Sydväst om den stora bryggerbyggnaden fanns tidigare en tankstation vid hus 15 som tillhörde bryggeriverksamheten (se figur 9). Drivmedelscisternerna blev borttagna i samband med byggnationen av tvärbanan och tillhörande teknikbyggnad under 2013 (WSP, 2014). En MIFO-inventering av tankstationen har utförts där spill av petroleumkolväten har påvisats i jord med halter under och i nivå med Naturvårdsverkets riktvärden för MKM och låga halter i grundvattnet enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (WSP, 2014).



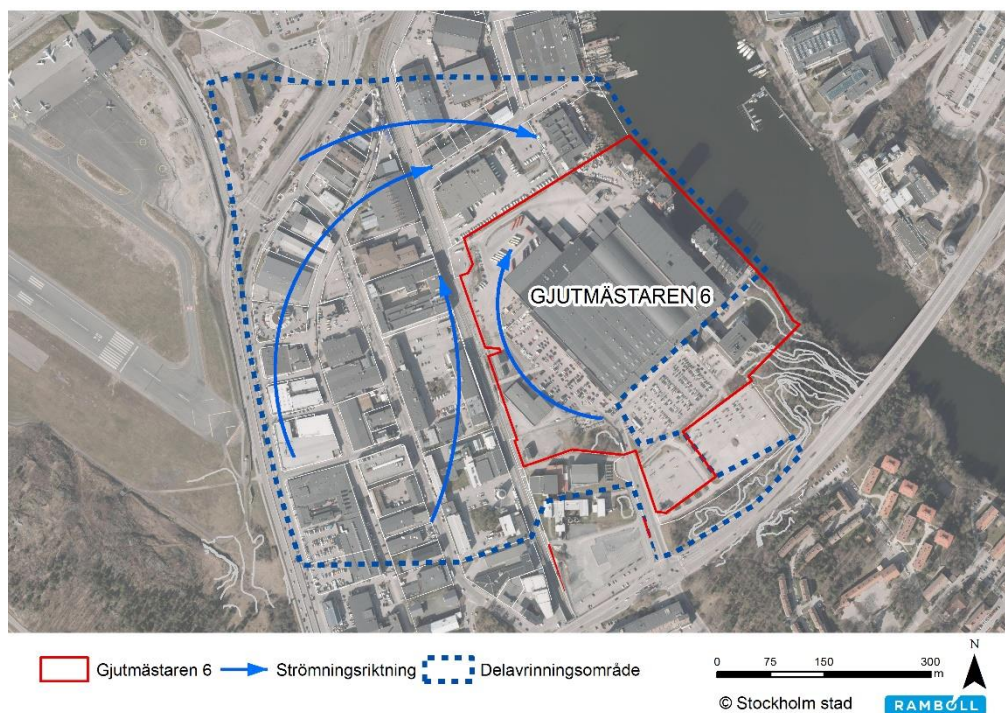
Figur 9. Ritning över Pripps bryggeriverksamhet (okänt årtal). Röd och orange ringar markerar områden med verkstäder, lager, dieseltankar under mark. Observera att orange ring utgör nuvarande Gjutmästaren 5 men som vid tiden ingick i Pripps verksamhetsområde. Blå streckad linje markerar tidigare oljebergum.

En markundersökning har utförts i gatumark längs med infarten till området i söder samt längs med den sydöstra fastighetsgränsen till Gjutmästaren 9 (Liljemark, 2020). Metaller och alifater (>C16-C35) påvisades i jorden 0–2 m u my överstigande Naturvårdsverkets riktvärden för KM. I tre punkter placerade inom den sydöstra delen av Gjutmästaren 9 på en grusad parkeringsyta har förhöjda halter av arsenik påträffats i akuttoxiska halter överstigande riktvärdet för MKM.

3.5.2

Angränsande områden till Gjutmästaren 6 och 9

Med utgångspunkt i det tidigare definierade delavrinningsområdet av Geosigma (2012) har fastigheterna inom närområdet inventerats utifrån tidigare verksamheter och tidigare miljötekniska undersökningar (Ramboll, 2018b), se figur 10.



Figur 10. Ungefärligt delavrinningsområde samt vattnets strömningsriktning för området kring Gjutmästaren 6 definierat av Geosigma (2012). En mindre del av fastigheten i sydost ingår inte i delavrinningsområdet vilket är definierat som ett eget delavrinningsområde i Geosigma (2012) med förväntad strömningsriktning ut i Bällstaviken.

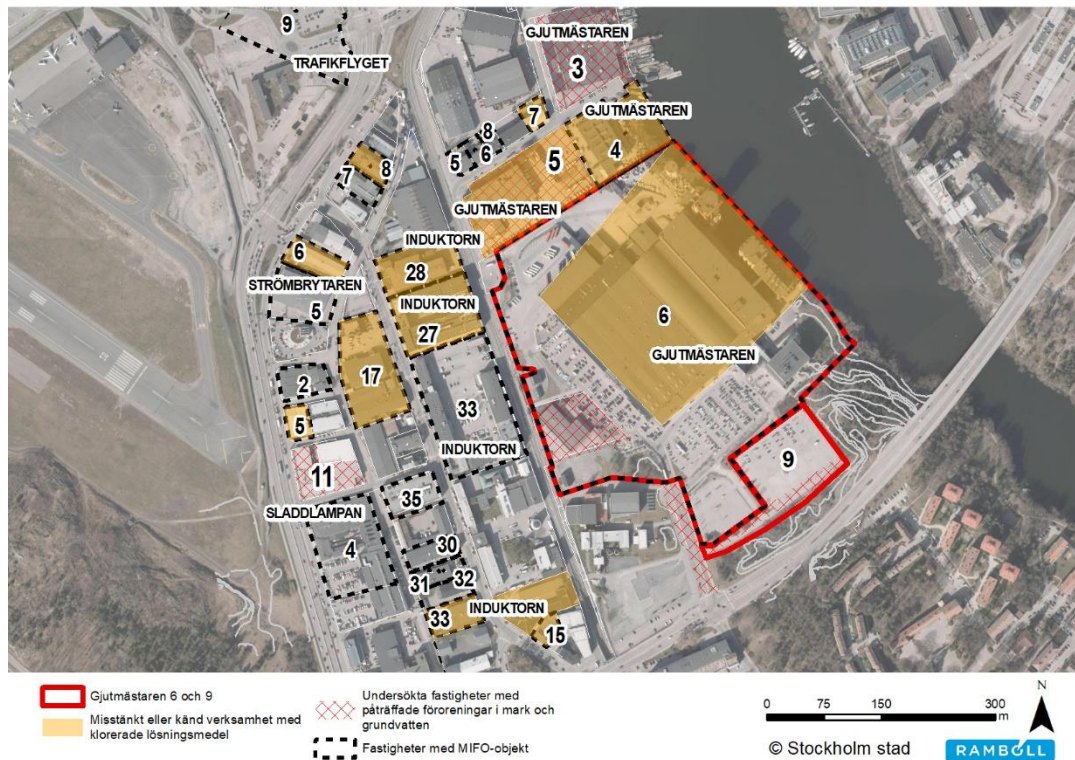
Informationen har hämtats från Länsstyrelsens databas för förorenade områden och från Miljöförvaltningen i Stockholms stad. En sammanställning av verksamheterna, potentiella föroreningar och tidigare undersökningar redovisas i bilaga 8 och figur 11. Efter att inventeringen utfördes 2018 har ytterligare undersökningar utförts och sammanställts av Sweco (2020a; 2020b; 2020c). Dessa redovisas inte i figur 11 men halter av klorerade alifater har tagits med i bilaga 9. Sammanställningen har dock kompletterats med undersökning utförd på Gjutmästaren 6 och 9 (Liljemark, 2020) och på Gjutmästaren 5 (Golder, 2020).

Typiska verksamheter har omfattat eller omfattar ytbehandling av metaller, gjuteri, verkstadsindustrier, grafisk industri, tryckerier, träimpregnering och bilvårdsanläggningar. I ett flertal fastigheter i nära anslutning med potentiell spridningsriktning eller bedömd strömningsriktning för grundvatten mot Gjutmästaren 6, finns verksamheter där klorerade lösningsmedel har använts.

Dessa verksamheter utgörs bland annat av ytbehandlingsverksamheter på Gjutmästaren 5 och Induktorn 27–28 samt en stor kemptvätt på Gjutmästaren 4. Kemptvätten på Gjutmästaren 4 uppfördes 1962 och lades ned under 1980-talet. Utöver klorerade lösningsmedel har det inom ytbehandlingsverksamheterna, som pågått i stora delar av området, använts olika typer av metaller som blandats med syror, baser och organiska lösningsmedel. Andra branschtypiska föroreningar inom ytbehandlingsverksamheten är bland annat fluorider, cyanider och PCB. Det finns ett flertal bilvårdsanläggningar och tankstationer där olika typer av petroleumprodukter förekommit. Inom verkstadsindustrin på fastigheten Motståndet 8 har asbestpapp använts. I de flesta verksamheter har det dessutom använts någon form av eldningsolja samt smörjfetter.

Miljötekniska markundersökningar har utförts på Stickkontakten 11, Gjutmästaren 3 och Gjutmästaren 5. Föroreningar har påträffats i både mark och grundvatten samt i byggnader. De påträffade föroreningarna omfattar metaller, oljeföroreningar och klorerade lösningsmedel. De påträffade föroreningarna av klorerade lösningsmedel i grundvattnet på Gjutmästaren 5 härstammar troligen från tidigare verksamheter på fastigheten men påverkan från kemptvätten på Gjutmästaren 4 bör inte uteslutas. Även på fastigheterna Induktorn 27 och 28 har tidigare bedrivits verksamheter som hanterat klorerade lösningsmedel och föroreningar har enligt uppgifter från Stockholms stad påträffats på dessa fastigheter och kan ha spridits via grundvattnet mot Gjutmästaren 5 och 6. I befintliga byggnader på Gjutmästaren 5 har PCB, asbest och radon påträffats.

Väster om undersökningsområdet är Bromma flygplats belägen med en känd PFOS förorening i grundvattnet. Föroreningen härrör från områden med brandsläckningsövningar.



Figur 11. Fastigheter i närområdet som har undersökts med avseende på föroreningar i mark och grundvatten samt fastigheter med potentiell verksamhet som hanterat klorerade lösningsmedel (orange markering) (Ramboll, 2018b).

3.5.3

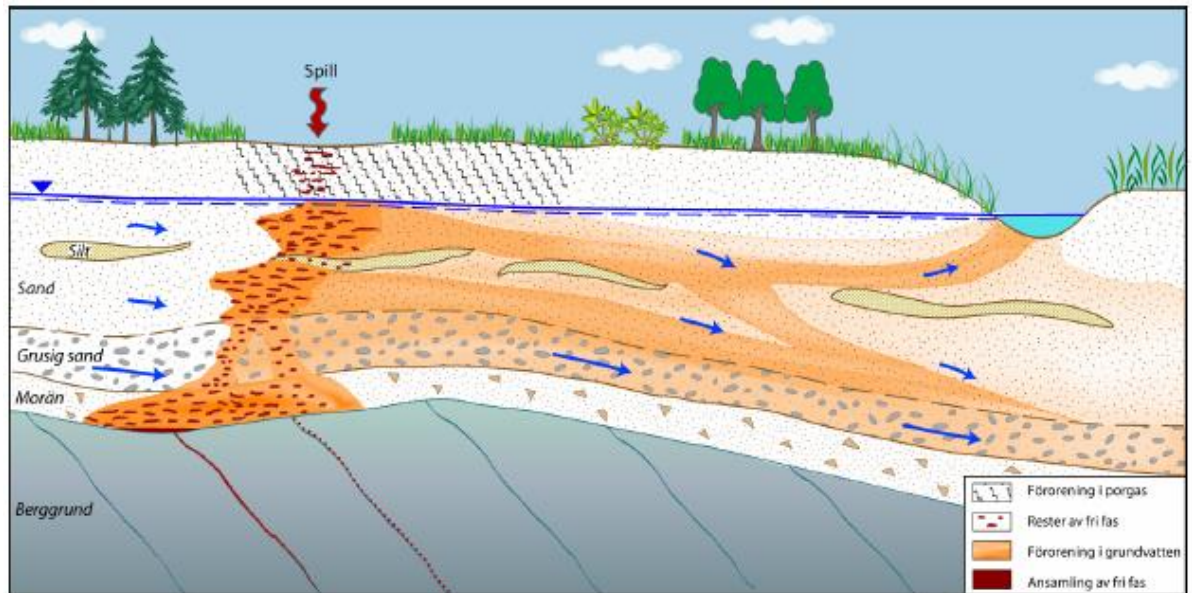
Klorerade alifater

Klorerade lösningsmedel, tetrakloreten (PCE) och trikloreten (TCE) är ämnen som historiskt använts inom bland annat kemtvättar och avfettningsanläggningar (Naturvårdsverket, 2007). Ämnena och dess nedbrytningsprodukter cis-1,2-dikloreten (DCE) och framför allt vinylklorid (VC) är alla giftiga vid långvarig exponering via luft eller livsmedel (t.ex dricksvatten). Vinylklorid är ett cancerogent ämne som dessutom är mycket brandfarligt (Arbetsmiljöverket, 2015). Nedbrytningskedjan för klorerade lösningsmedel är:

PCE → TCE → DCE → VC (cancerogen) → Eten (ofarlig)

Klorerade lösningsmedel är mycket flyktiga ämnen som enkelt avgår i gasform. Ämnena är s.k. DNAPL:s (Dense Non-Aqueous Phase Liquids) med flera speciella egenskaper (Naturvårdsverket, 2007). De har en högre densitet än vatten och har en låg viskositet samt är relativt svårslösliga i vatten. Eftersom jämförvärdena för dessa ämnen är långt lägre än dess löslighet, så kan de fortsatt vara ett stort problem för, samt spridning med, grundvatten. Deras egenskaper gör att de har en stor inträngningsförmåga i marken och ofta påträffas ansamlade ovanpå täta jordarter eller berg djupt ner i mark. De kan även tränga genom annat underlag såsom betong eller ner i sprickor i berg. På grund av dess egenskaper kan

klorerade lösningsmedel påträffas djupt ner i grundvattenmagasin, särskilt om föroreningen förekommer i fri fas. Klorerade lösningsmedel kan även spridas med grundvatten i löst form. En konceptuell bild över hur föroreningsspridning av klorerade lösningsmedel kan ske med grundvatten visas i figur 12.



Figur 12. Konceptuell bild av föroreningsspridning av ett spill av klorerade lösningsmedel i grundvatten samt ner i sprickor i berggrunden (Naturvårdsverket, 2007).

4. Utförande av miljötekniska markundersökningar

Utförandet av samtliga miljötekniska undersökningar redovisas nedan separat för respektive undersökning.

4.1 Jordprovtagning

Jordprovtagningen genomfördes vid samtliga undersökningar (om inget annat anges) med borrhandsvagn med monterad skruvborr. Jordprover uttogs som samlingsprov per meter ner till påträffande av naturligt material eller berg. Jordprov uttogs om möjligt även på den översta metern naturligt material. Intervall för provuttag justerades utifrån förekommande jordartsskikt samt vid misstänkt föroreningsinnehåll. Jordprover uttogs i diffusionstäta påsar. Uttagna jordprover förvarades svalt och mörkt efter provtagning och under transport till laboratorium. Totalt har borrhning genomförts i 53 punkter vid fyra tillfällen. Samtliga borrhpunkter redovisas i bilaga 1-1.

4.1.1 Jordprovtagning – 2018-11-30

Den miljötekniska markundersökningen av jord utfördes av personal från Ramboll i samband med den geotekniska undersökningen mellan oktober och november

2018 inom Gjutmästaren 6. Provpunkternas lägen fördelades jämnt över arbetsområdet för att ge en översiktlig bild av föroreningsgraden. Vid placering av provpunkter togs hänsyn till tillgängligt ledningsunderlag. Slutligt utfördes jordprovtagning i 10 st provtagningspunkter.

4.1.2 **Jordprovtagning –2019-06-09**

Den miljötekniska markundersökningen av jord utfördes av personal från Ramboll i samband med den geotekniska undersökningen i maj 2019 inom Gjutmästaren 6 och 9. Provpunkternas lägen fördelades jämnt över arbetsområdet för att ge en översiktlig bild av föroreningsgraden. Vid placering av provpunkter togs hänsyn till tidigare utförd provtagning, ledningsunderlag, framkomlighet samt planerad markanvändning. Slutligt utfördes jordprovtagning i 23 st provtagningspunkter.

Två av provtagningspunkterna utgjordes av större ytor. Inom ytorna uttogs prover som samlingsprov med spade. Samlingsproverna utgjordes av ca 20 delprover. Delproverna blandades väl för att erhålla ett representativt prov för ytan.

4.1.3 **Jordprovtagning –2021-04-14**

Den miljötekniska markundersökningen av jord utfördes av personal från Ramboll i november 2020 inom området för Etapp 1 och längs med området där planerad ut-/ombyggnad av kajen planeras. Vid placering av provpunkter togs hänsyn till tidigare utförd provtagning, ledningsunderlag, framkomlighet samt planerad markanvändning i Etapp 1. Slutligt utfördes jordprovtagning i 11 st punkter. I två provpunkter uttogs jordprover på ett större djup i naturligt material.

4.1.4 **Jordprovtagning - april-maj 2022**

Den senaste miljötekniska markundersökningen av jord utfördes av personal från Ramboll i april 2022. Provtagning utfördes i områden där halter överstigande Naturvårdsverkets riktvärde för MKM påträffats vid tidigare undersökningar samt i Fornminnesparken. Slutligt utfördes jordprovtagning i 8 st provtagningspunkter. En provtagningspunkt (22R07) uttogs med spade då framkomlighet med borrhandsvagn inte var möjlig.

4.2 **Grundvattenprovtagning**

4.2.1 **Installation av grundvattenrör**

Installerade rör utgörs av så kallade miljörör av PEH-plast. Installation av dubbla grundvattenrör i samma provtagningspunkt planerades utföras vid samtliga provtagningspunkter då två vattenförande lager förekom. Ytliga grundvattenrör är installerade genom skruvborrning och djupa genom foderrörborrning. Runt grundvattenrörens filter har återfyllning skett med filtersand och i marknivå har tätning med betonitlera utförts. Totalt har 15 grundvattenrör installerats i 10 punkter vid tre tillfällen, provtagning av grundvattnet har utförts vid fyra tillfällen. I tabell 1 redovisas installerade grundvattenrör. Samtliga grundvattenrör redovisas i bilaga 1-2 och installationsprotokoll för grundvattenrören redovisas i bilaga 3.

Tabell 1. Installerade grundvattenrörs koordinater i plan (SWEREF99 1800) och
inmätta grundvattennivåer (RH2000).

Grund- vatten- rör	Ytligt/ djupt	N	E	Z my	Z RÖK	GV- nivå 2018	GV- nivå 2019	GV- nivå 2020	GV- nivå 2022
18R06	Ytligt	6581886	148053	3,6	3,6	0,8	0,9	0,9	1,0
18R06	Djupt			3,6	3,7	0,9	1,1	1,2	1,4
18R15	Ytligt	6581878	147963	4,5	4,5	-	-	Torrt	-
18R29	Djupt	6581817	147855	9,1	9,1	2,6	2,2	2,8	2,9
18R35	Ytligt	6581759	147903	10,6	10,6	Torrt	Torrt	Torrt	-
18R35	Djupt			10,6	10,6	3,0	3,2	3,2	-
18R39	Ytligt	6581661	147985	11,7	11,7	Torrt	Torrt	Torrt	-
19R01	Ytligt	6581949	148024	1,4	1,4	-	1,2	1,0	1,0
19R01	Djupt			1,4	1,4	-	1,4	1,4	1,4
19R02	Ytligt	6581913	147990	4,4	5,4	-	1,4	Bort- taget	Bort- taget
19R02	Djupt			4,4	5,4	-	1,3	Bort- taget	Bort- taget
19R07	Djupt	6581781	148223	-	-	-	-	-	-
19R09	Ytligt	6581709	147876	9,8	9,8	-	7,9	7,8	-
19R09	Djupt			9,8	9,8	-	6,0	5,8	-
19R17	Ytligt	6581576	148026	11,8	11,8	Torrt	Torrt	Torrt	-

4.2.2 Grundvattenprovtagning –2018-11-30

Slutligt installerades grundvattenrör i fyra provtagningspunkter (18R06, 18R15, 18R35 och 18R39) varav i två (18R06 och 18R35) av dessa installerades dubbla rör. De dubbla rören är installerade med ett rör i det övre samt ett rör i det undre vattenförande lagret. I de två andra provtagningspunkterna är rören endast installerade i det ytliga vattenförande lagret. Grundvattenprover uttogs med peristaltisk pump alternativt bailer i fem av de installerade grundvattenrören. Prov uttogs även från ett stålrör (18R29) installerat som observationsrör för den geotekniska undersökningen. Det röret är installerat i det undre grundvattenförande lagret (moränen).

En gång vattenvolymen i röret omsattes efter installationen och ytterligare omsättning av vattnet utfördes vid provtagningstillfället den 13 november 2018. Grundvattenprover uttogs med hjälp av peristaltisk pump alternativt bailer.

4.2.3 Grundvattenprovtagning –2019-06-09

Slutligt installerades grundvattenrör i fem provtagningspunkter (19R01, 19R02, 19R07, 19R09 och 19R17) varav i tre (19R01, 19R02 och 19R09) av dessa installerades dubbla rör. De dubbla rören är installerade med ett rör i det övre vattenförande lagret samt ett rör i det undre vattenförande lagret. I de två andra

provtagningspunkterna är rören installerade i det djupa vattenförande lagret. Prov uttogs även från tre grundvattenrör installerade vid tidigare utförd undersökning.

En till två gånger vattenvolymen i röret omsattes efter installationen och ytterligare omsättning av vattnet utfördes före provtagning den 21 maj 2019. Grundvattenprover uttogs med hjälp av peristaltisk pump alternativt bailer.

4.2.4 **Grundvattenprovtagning –2021-04-14**

Samtliga tolv tidigare installerade grundvattenrör föreslogs i provtagningsplanen att provtas. Nivåmätningar utfördes i samtliga rör. I grundvattenrör, där vattentillgången var tillräcklig, omsattes vattnet med minst tre vattenvolymer i röret. Totalt uttogs prover från två grundvattenrör (18R06 och 19R01) installerade i det ytliga vattenförande lagret och fyra grundvattenrör (18R06, 18R35, 19R01 och 19R07) installerade i det djupa vattenförande lagret. Nivåmätning och provtagning av grundvattnet utfördes den 9-10 november 2020. Då analys utfördes på flyktiga ämnen användes skakpump för uttag av prover.

4.2.5 **Grundvattenprovtagning - april-maj 2022**

Provtagning och nivåmätning utfördes i befintliga grundvattenrör där halter av klorerade alifater detekterats i tidigare undersökningar. Nivåmätning och provtagning av grundvattnet utfördes den 26 april och 29 april 2022. I grundvattenrör, där vattentillgången var tillräcklig, omsattes vattnet med minst tre vattenvolymer i röret med peristaltisk pump. Prover för analys uttogs med hjälp av skakpump. Totalt uttogs prover från fyra grundvattenrör installerade i det djupa vattenförande lagret (18R06, 18R29, 19R01 och 19R07) samt två grundvattenrör installerade i det ytliga vattenförande lagret (18R06 och 19R01).

Fyra ytterligare grundvattenrör planerades att installeras för avgränsning av påträffade halter i jord- och grundvatten vid de befintliga grundvattenrören 18R29 och 19R07. Detta var dock inte möjligt då ytligt berg påträffades i samtliga planerade provtagningspunkter för installation av grundvattenrören.

4.3 **Porluft**

Porluftsprovtagning utfördes utomhus vid tre tillfällen i totalt 14 punkter. Porluftsprovtagning utfördes inomhus vid två tillfällen i totalt 33 punkter vid varje tillfälle. I samtliga undersökningar slogs porluftspjut ned till ca 0,7 m under markytan. Borrhålet tätades med bentonit eller annat tätningsmaterial. Därefter drogs spjutet upp till dess att mottrycket var tillfredsställande, det vill säga indikerar att mätning kan göras på tillräcklig luftvolym utan att atmosfärsluft riskerade att tas upp. Provtagning utfördes därefter genom att porluft pumpades genom ett absorbentrör (kolrör) med ett absorbensmedium i kol som binder ämnen i gasfas. Porgas pumpades under en tid av 100 min och ett förinställt pumpflöde av 0,1 l/min, kalibrerat av laboratoriet. Provtagningspunkter för uttagna prover av porluft redovisas i bilaga 1-2.

4.3.1 **Porluftsprovtagning –2019-06-09**

Den miljötekniska markundersökningen av porluft utfördes den 17 maj 2019.

Provtagningspunkterna placerades utomhus utifrån planerad markanvändning och tidigare påträffade föroreningar av klorerade alifater. Totalt provtogs porluft i fyra punkter.

4.3.2 **Porluftsprovtagning –2021-04-14**

Den miljötekniska markundersökningen av porluft under Hus 2, 5 och 7 utfördes den 18–20 november 2020 och utomhus den 23-24 mars 2021.

Provtagningspunkterna inomhus placerades jämnt fördelat i bottenplan av husen och justerades utifrån framkomlighet och tillgänglighet på plats.

Provtagningspunkterna utomhus fördelades jämnt inom aktuellt område med hänsyn till framkomlighet och tidigare provtagning. Totalt slogs sex porluftspjut ned inomhus under Hus 2, fem vardera under Hus 5 och 7 samt tio utomhus. Vid asfalt eller golvyta av betong eller liknande borrades hål genom markytan/golvytan. Porluftspjuten slogs ned till maximalt ca 0,85 m under markytan/golvytan.

4.3.3 **Porluftsprovtagning - april-maj 2022**

Den miljötekniska markundersökningen av porluft utfördes 2–4 maj 2022.

Provtagningen utfördes inomhus under Hus 2, 5 och 7 i totalt 14 punkter samt utomhus i totalt 9 punkter. Totalt slogs sex porluftspjut ned i Hus 2, fem i Hus 5, tre i hus 7 samt nio utomhus. I byggnaderna utfördes provtagningen i samma provtagningspunkter som vid undersökningen 2021. Utomhus är provtagningspunkterna placerade i ungefärligt läge som vid tidigare provtagningar.

Vid asfalt eller golvyta av betong eller liknande borrades hål genom markytan/golvytan. Porluftspjuten slogs ned till maximalt ca 0,8 m under markytan/golvytan.

4.4 **Inomhusmiljö maj 2019 och april 2021**

En inomhusmiljöutredning utfördes av Ramboll i maj 2019 (Ramboll, 2019b).

Samlingsprov av betong togs genom borrar och uppsamling av borrhax. Prov uttogs i väggar och tak i hus 5, 7, 19 och i silon. Övriga konstruktionsmaterial har inventerats i en byggmiljöinventering (Ramboll, 2019c) och behandlas inte i denna rapport.

Inomhusluft provtogs genom pumpning med absorbent i samma hus.

I april 2021 kompletterades inomhusmiljöutredningen med en provtagning av damm avseende asbest i hus 7. Inga halter av asbest detekterades.

4.5 **Inomhusluft –april-maj 2022**

Provtagningspunkter för uttagna prover av inomhusluft redovisas i bilaga 1-2.

I samband med den kompletterande provtagningen i april-maj 2022 utfördes analys av inomhusluft i hus 2 och 5 där halter av klorerade alifater påvisats vid tidigare undersökningar i porluften. Provtagningen utfördes mellan 26 april och 4 maj 2022. Provtagningen utfördes med passiva provtagare (radiello). Tre

provtagare placerades i vardera byggnaden på ca 1,5 m höjd. Provtagare placerades i närheten av där klorerade alifater tidigare påvisats i porluft i marken.

4.5.1 **Asfalt –2021-04-14**

I samband med porluftsprovtagning utomhus den 24 mars 2021 uttogs asfaltsprover. Asfaltsproverna uttogs från totalt fyra provtagningspunkter.

4.6 **Avvikelser**

Miljöteknisk markundersökning - 2018-11-30:

- Färre provtagningspunkter av jord samt installerade grundvattenrör har utförts än angivet i provtagningsplanen. På grund av svåra markförhållanden med mycket hårt material och berg tog provtagningen samt installationen av grundvattenrören längre tid än planerat. Därmed fick flera provtagningspunkter strykas.
- Området vid den planerade provtagningspunkten 18R42 med grundvattenrör var inte tillgängligt vid provtagningstillfälle på grund av pågående byggnadsarbeten. Grundvattenrör installerades i stället i provtagningspunkt 18R39.
- Ett grundvattenprov är uttaget ur ett stålrör där endast den djupa grundvattenförekomsten provtogs. Det installerades som observationsrör i samband med den geotekniska undersökningen.
- I grundvattenrören 18R06 ytlig och 18R29 var vattenmängden liten och tillrinningen för långsam för att utföra alla analyser i den planerade screeninganalysen.
- På grund stor trafikbelastning och därmed arbetsmiljörisker kunde grundvattenprovtagning i provtagningspunkt 18R15 inte utföras.

Miljöteknisk markundersökning - 2019-06-09:

- I provtagningspunkt 19R12 var framkomlighet med borrhandsvagn ej möjlig. Provgrop grävdes istället manuellt med spade.
- Området vid den planerade provtagningspunkten 19R20 var inte tillgängligt vid provtagningstillfälle på grund av pågående byggnadsarbeten.
- I grundvattenrören 19R09, 19R17 och 18R29 var rören torra alternativt vattenmängden liten och tillrinningen för långsam för att ta ut vattenprover.

Miljöteknisk markundersökning - 2021-04-14:

- I provtagningspunkt 20R09 uttogs endast jordprov ned till 0,3 m under markytan. Därefter påträffades troligtvis en betongplatta. Försök utfördes på flera ställen i området.

- I de ytligt installerade grundvattenrören 18R15, 18R35, 18R39, 19R09 och 19R17 och de djupt installerade grundvattenrören 18R29 och 19R09 var rören torra alternativt vattenmängden liten och tillrinningen för långsam för att ta ut vattenprover.
- Grundvattenrör 19R02 (ytligt och djupt) finns ej kvar och har troligtvis tagits bort i samband med installation av laddare till elbilar på platsen.
- I Hus 2 och 5 utfördes färre provtagningspunkter i porluft än vad som föreslagits i provtagningsplanen. I de nordligaste delarna av båda byggnaderna kunde porluftsspjuten inte slås ned mer än ca 0,1–0,2 m under golvytan och ingen mätning utfördes.

Markundersökning – april-maj 2022

- Inga grundvattenrör installerades på grund av att inget vatten påträffades och berg förekommer ytligt (söder och sydost om grundvattenrör 19R07)

5. Analyser

5.1 Jord

Totalt har 84 jordprover, insamlade vid fyra provtagningstillfällen, analyserats med avseende på metaller (arsenik, barium, kadmium, kobolt, krom, koppar, kvicksilver, nickel, bly, vanadin, zink), alifatiska- och aromatiska kolväten och PAH (polycykliska aromatiska kolväten). Totalt 23 jordprover har även analyserats med avseende på klorerade alifater. Fem jordprover har analyserats med avseende på total organisk kolhalt (TOC). Tre stycken jordprover analyserades även med en bredare screeninganalys (BTX, PCB, klorerade alifater, klorerade pesticider, klorbensener, klorfenoler). Ackrediterade analyser av jord utfördes av laboratoriet ALS Scandinavia.

Antal utförda analyser av jord för respektive undersökning redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning över analyserade jordprover för respektive undersökning.

Analys	Antal analyserade jordprov				Totalt
	<u>Miljöteknisk markundersökning - 2018-11-30</u>	<u>Miljöteknisk markundersökning - 2019-06-09</u>	<u>Miljöteknisk markundersökning - 2021-04-14</u>	<u>Miljöteknisk markundersökning - april-maj 2022</u>	
Metaller	16	36	21	11	84
Alifater, aromater, PAH	16	36	21	11	84
Klorerade alifater	-	10	7	6	23
Screening (inkl klorerade alifater)	3	-	-	-	3
TOC	-	-	5	-	5

5.2

Grundvatten

Grundvattenprov har främst analyserats med avseende på metaller, alifatiska- och aromatiska kolväten, PAH och klorerade alifater. Ett urval av grundvattenprover har analyserats med avseende på PFAS samt screeninganalys (BTEX, PCB, klorerade alifater, klorerade pesticider, klorbensener och klorfenoler). Metallanalyser utfördes på filtrerat prov. Filtring utfördes på laboratoriet.

Ackrediterade analyser av grundvatten utfördes av laboratoriet ALS Scandinavia.

Totalt har grundvattenprover från åtta grundvattenrör analyserats, insamlade vid maximalt fyra provtagningstillfällen. Antal utförda analyser av grundvatten för respektive undersökning redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Sammanställning över analyserade grundvattenprover för respektive undersökning samt i ytliga/djupa grundvattenrör.

	Antal analyserade grundvattenprov								
Analys	<u>Miljöteknisk markundersökning - 2018-11-30</u>		<u>Miljöteknisk markundersökning - 2019-06-09</u>		<u>Miljöteknisk markundersökning - 2021-04-14</u>		<u>Miljöteknisk markundersökning - april-maj 2022</u>		<u>Totalt</u>
	Ytligt	Djupt	Ytligt	Djupt	Ytligt	Djupt	Ytligt	Djupt	
Metaller	1	3	2	3	2	4	-	1	16
Alifater, aromater, PAH	1	3	2	3	2	4	-	2	17
Klorerade alifater	-	-	3	5	2	4	2	4	20
PFAS	-	-	-	3	1	4	-	-	8
Screening (inkl klorerade alifater)	-	3 (endast klorerade alifater i ett rör, ej PCB i ett rör)	-	-	-	-	-	-	3

5.3 Porluft

Porluft från totalt 30 provtagningspunkter har insamlats vid fyra provtagningstillfällen och analyserats med avseende på klorerade lösningsmedel och dess nedbrytningsprodukter mellan 2019 och 2022. Samtliga provpunkter har inte analyserats vid varje tillfälle. Totalt har 52 st analyser av porluft utförts.

Ackrediterade analyser utfördes av laboratoriet Eurofins Pegasuslab.

5.4 Inomhusluft

Inomhusluft har insamlats från totalt sex provpunkter (radiello), vid ett tillfälle för analys med avseende på klorerade alifater. Dessutom analyserades inomhusluft i innemiljöutredningen 2019 (Ramboll, 2019b), då luft analyserades avseende PAHer, volatila organiska kolväten samt volatila halogena organiska kolväten.

Ackrediterade analyser utfördes av laboratoriet ALS Scandinavia AB.

5.5 Asfalt

Asfalt från totalt fyra provtagningspunkter har analyserats med avseende på PAH i asfalt. Ackrediterade analyser utfördes av laboratoriet ALS Scandinavia AB.

5.6 Betong

Betong provtagen vid innemiljöutredningen 2019 analyserades av ALS Scandinavia avseende alifater, aromater och PAHer.

6. Bedömningsgrunder

6.1 Bedömningsgrunder för jord

Som bedömningsgrunder av föroreningsgraden av jord i området används Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (Naturvårdsverket, 2016). De används även för att bedöma eventuella risker på människors hälsa och miljö samt för att få vetskap om hur massorna ska hanteras vid eventuell uppschaktning och/eller borttransport. De generella riktvärdena finns i två klasser:

- Känslig Markanvändning (KM):
Markkvaliteten begränsar inte valet av markanvändning. Alla grupper av människor (barn, vuxna, äldre) kan vistas permanent inom området under en livstid. De flesta markecosystem samt grundvatten och ytvatten skyddas.
- Mindre känslig markanvändning (MKM):
Markkvaliteten begränsar valet av markanvändning till t.ex. kontor, industrier eller vägar. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas på området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas i området tillfälligt. Markkvaliteten ger förutsättningar för markfunktioner som är av betydelse vid mindre känslig markanvändning, t.ex. kan vegetation etableras och djur tillfälligt vistas inom området. Grundvatten på ett avstånd av ca 200 m från området och ytvatten skyddas.

De generella riktvärdena för känslig respektive mindre känslig markanvändning, gällande risker för människors hälsa, baseras på vuxna respektive barns vistelsetid i området. För områden med känslig markanvändning finns ingen begränsning i vistelsetid utan hälsorisker har bedömts utifrån en permanent vistelse i ett sådant område. När det gäller områden med mindre känslig markanvändning har riktvärdena beräknats utifrån att vuxna (7–65 år) ska kunna vistas där under normal arbetstid vilket innebär 200 dagar per år. Ett barn (0–6 år) ska kunna vistas i området tillfälligt och det generella riktvärdet för MKM är beräknat efter en vistelsetid på 60 dagar per år. Baserat på antal vistelsedagar har hälsobaserade riktvärden tagits fram för generellt antagna exponeringsvägar vilka är intag av jord, hudkontakt med jord/damm, inandning av damm, inandning av ånga (inomhus) samt intag av växter från det förorenade området.

Planerad användning av byggnader på fastigheten kommer att utgöras av kontor, hotell, verksamheter, handel, besöksanläggning samt idrottsanläggningar. Ytor kring byggnaderna kommer att i stor utsträckning utgöras av parkering och allmänna ytor där markanvändningen kan antas motsvara mindre känslig markanvändning (MKM). Befintliga grönområden kommer att bevaras i form av två parker, Fornminnesparken i söder och Kontorsparken i öster. I det norra hörnet av fastigheten planeras en aktivitetsplats att anläggas med både hårdgjorda och icke hårdgjorda ytor. Parker och aktivitetsplats är inte självklart

områden med känslig eller mindre känslig markanvändning utan en platsspecifik bedömning av användningen av dessa områden har bedömts behövas, se under kapitel 6.1.1 nedan.

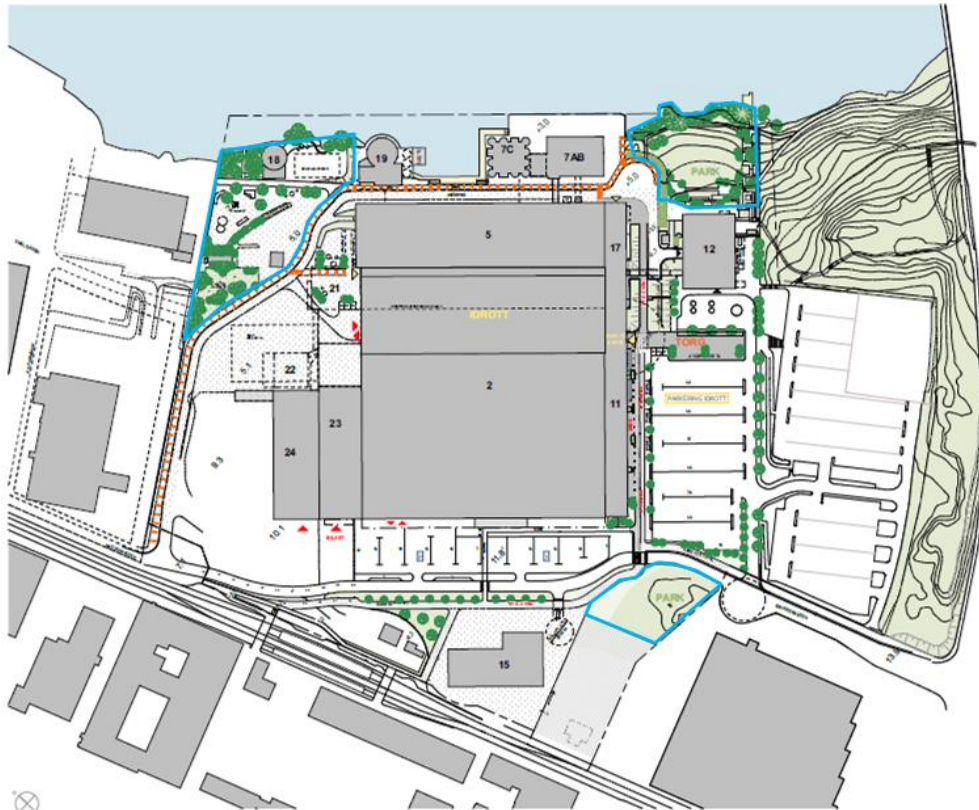
För vissa ämnen saknas svenska riktvärden och i dessa fall används motsvarande riktvärden för jord från till exempel Holland (RIVM, 2013).

De Storstadsspecifika riktvärdena (Stockholm stad, 2019) används vid exploatering inom Stockholm stad. De har dock inte använts i föreliggande utredning då de ej är tillämpliga i områden i direkt närhet till en ytvattenrecipient eller då förorening förekommer i andra medier än jord. För att de ska vara tillämpliga krävs platsspecifika bedömningar av antagandena för att anpassa riktvärdena.

6.1.1

Platsspecifika riktvärden för parkmark och aktivitetsplats

För de ytor som inte är hårdgjorda och som lämpar sig att uppehålla sig en längre tid, som i detta fall parker och aktivitetsplats, har en platsspecifik bedömning av exponeringstid och exponeringsvägar genomförts för att beräkna ett platsspecifikt riktvärde. För beräkning av platsspecifika riktvärden används Naturvårdsverkets beräkningsprogram (Naturvårdsverket, 2016b). Genom att i beräkningsprogrammet ange de förutsättningar som gäller för det aktuella området (vistelsetid och exponeringsvägar) erhålls de riktvärden som kan tillämpas i området. Figur 13 visar de områden i vilka platsspecifika riktvärden bedöms gälla.



Figur 13. Områden markerade med blå linje planeras att användas som park eller aktivitetsplats. För dessa ytor bedöms platsspecifika riktvärden gälla. I dessa områden förekommer ytor som inte är hårdgjorda där människor kan antas uppehålla sig under längre tid jämfört med övriga ytor som består av parkeringsytor, gångstråk etc.

Det är svårt att uppskatta hur lång tid ett barn kommer att uppehålla sig i de områden som planeras bli parkmark respektive aktivitetsplats. Ramboll bedömer dock att 2 timmar per dag året runt kan vara ett rimligt antagande. Detta motsvarar ca 90 dagar/år. För vuxna antas vistelsetiden inte överskrida de 200 dagar (1 dag motsvarar 8 tim) som beräknats för MKM (Naturvårdsverket, 2016).

Vid beräkningen av platsspecifika riktvärden för park- och aktivitetspark beaktas exponeringsvägarna intag av jord, hudkontakt med jord/damm och inandning av damm och ånga. Intag av växter beaktas inte då någon odling av ätbara växter inte kommer att ske i området. Intag av eventuella vilda ätbara växter bedöms som försumbar. Intag av dricksvatten beaktas inte heller då inget uttag av dricksvatten sker på eller i anslutning till området. Dock beaktas skydd av grundvatten 200 meter bort i enlighet med de generella förutsättningarna för MKM. Hur beräkningen genomförts framgår av bilaga 12. Genom att lägga in ovan nämnda förutsättningar i beräkningsprogrammet har följande platsspecifika riktvärden (PSRV) beräknats för de ämnen som påträffats inom det undersökta området, se

Tabell 4. I tabellen visas de beräknade platsspecifika riktvärdena för park- och aktivitetsområden och för inomhusmiljö samt de generella riktvärdena för KM och MKM .

Ämne	Riktvärde för förorenad mark			
	KM	PSRV park	PRSV inomhus	MKM
Arsenik, As	10	20	70	25
Barium, Ba	200	300	20 000	300
Bly, Pb	50	400	400	400
Kadmium, Cd	0,8	12	15	12
Kobolt, Co	15	35	70	35
Koppar, Cu	80	200	1 500	200
Krom, Cr (totalt)	80	150	1 800	150
Kvicksilver, Hg (oorg.)	0,25	2,5	2,5	2,5
Nickel, Ni	40	120	150	120
Vanadin, V	100	200	1 500	200
Zink	250	500	3 000	500
Alifater >C5-C8	25	150	150	150
Alifater >C8-C10	25	120	150	120
Alfater >C10-C12	100	500	1 000	500
Alifater >C12-C16	100	500	1 000	500
Alifater >C16-C35	100	1000	2 500	1 000
Aromater >C8-C10	10	50	180	50
Aromater >C10-C16	3,5	15	50	20
Aromater >C16-C35	1	30	30	30
PAH L	3	15	18	15
PAH M	3,5	20	20	20
PAH H	1	10	18	10
Bensen	0,012	0,04	0,04	0,04
Etylbensen	10	50	50	50
M/P/O-Xylen	10	50	60	50
Toluen	10	40	40	40
Diklormetan	0,08	0,25	0,25	0,25
Triklormetan	0,4	1,2	1,2	1,2
Tetraklormetan	0,08	0,20	0,35	0,35
Trikloretan	0,2	0,6	0,6	0,6
Tetrakloretan	0,4	1,2	1,2	1,2

Tabell 4. I tabellen visas de beräknade platsspecifika riktvärdena för park- och aktivitetsområden och för inomhusmiljö samt de generella riktvärdena för KM och MKM (Naturvårdsverket, 2016).

Ämne	Riktvärde för förorenad mark			
	KM	PSRV park	PRSV inomhus	MKM
Arsenik, As	10	20	70	25
Barium, Ba	200	300	20 000	300
Bly, Pb	50	400	400	400
Kadmium, Cd	0,8	12	15	12
Kobolt, Co	15	35	70	35
Koppar, Cu	80	200	1 500	200
Krom, Cr (totalt)	80	150	1 800	150
Kvicksilver, Hg (oorg.)	0,25	2,5	2,5	2,5
Nickel, Ni	40	120	150	120
Vanadin, V	100	200	1 500	200
Zink	250	500	3 000	500
Alifater >C5-C8	25	150	150	150
Alifater >C8-C10	25	120	150	120
Alfater >C10-C12	100	500	1 000	500
Alifater >C12-C16	100	500	1 000	500
Alifater >C16-C35	100	1000	2 500	1 000
Aromater >C8-C10	10	50	180	50
Aromater >C10-C16	3,5	15	50	20
Aromater >C16-C35	1	30	30	30
PAH L	3	15	18	15
PAH M	3,5	20	20	20
PAH H	1	10	18	10
Bensen	0,012	0,04	0,04	0,04
Etylbensen	10	50	50	50
M/P/O-Xylen	10	50	60	50
Toluen	10	40	40	40
Diklormetan	0,08	0,25	0,25	0,25
Triklormetan	0,4	1,2	1,2	1,2
Tetraklormetan	0,08	0,20	0,35	0,35
Trikloreten	0,2	0,6	0,6	0,6
Tetrakloreten	0,4	1,2	1,2	1,2

6.1.2

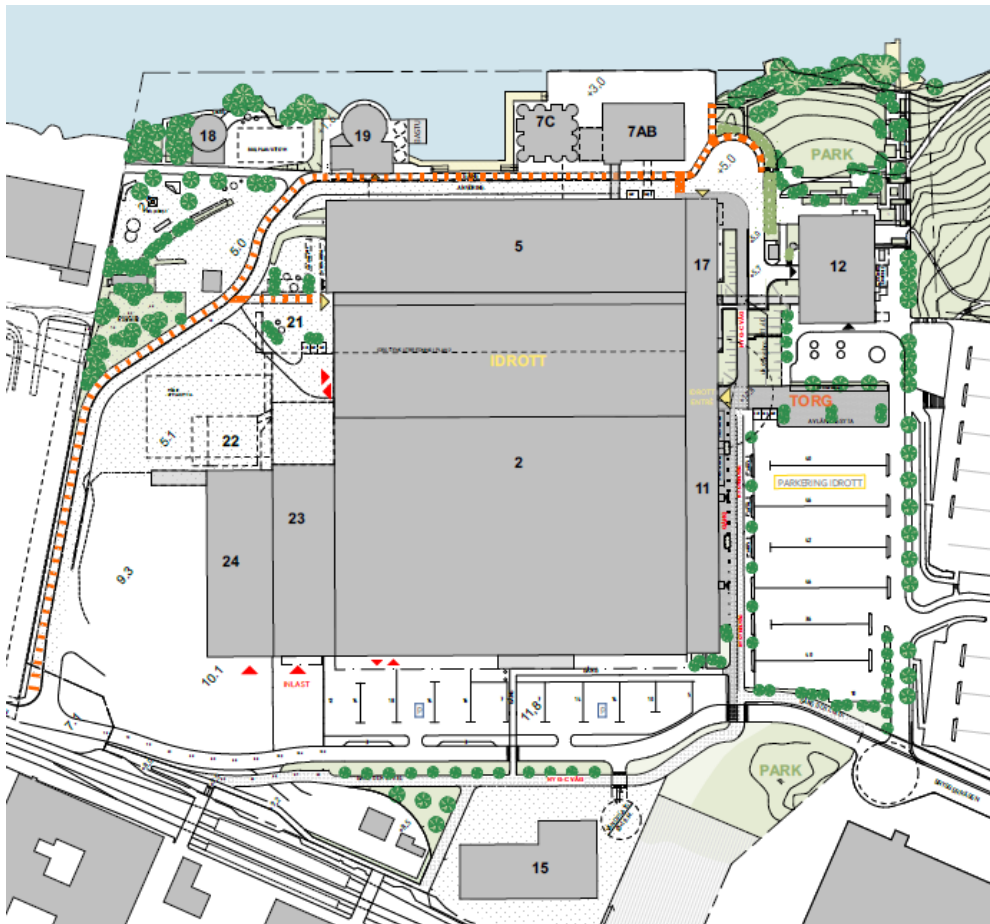
Riktvärden för mark under byggnader

Byggnader på fastigheten kommer enligt planförslaget att få en annan användning än idag. I Tabell 5 redogörs för planerad användning av respektive byggnad, vilka som kan tänkas vistas i byggnaderna (skyddsobjekt) samt bedömning av tillämplbart riktvärde för mark. För lokalisering av byggnaderna se Figur 14.

Tabell 5. Tabellen beskriver de olika byggnadernas nuvarande och planerad framtida användning samt vilka skyddsobjekt som behöver tas hänsyn till vid riskbedömning. I den sista kolumnen anges vilka riktvärden som bedöms gälla för respektive byggnad utifrån planerad användning och skyddsobjekt.

Hus:	Ändamål, nuvarande	Ändamål, planerat	Skyddsobjekt	Riktvärde mark
Hus 2, Tapphallen och underliggande våningsplan	Lager och handel	Idrottscentrum	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 2, Lågdelen	Lager och handel	Besöksverksamhet, ej störande verksamhet och handel.	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 5	Nuvarande handel och besöksverksamhet, lager, verkstad, teknikutrymmen.	Idrottscentrum, kontor, hotell, besöksverksamhet och ej störande verksamheter.	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
7 A, B, C	Ingen verksamhet	Kontor, hotell, besöksverksamhet, annan verksamhet.	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 11	Kontor	Besöksverksamhet, ej störande verksamhet samt handel och kontor.	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 12	Kontor	Kontor	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 15	Garage	Garage	Vuxna och barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 17	Kontor	Idrottscentrum	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 18	Utjämningsmagasin	Rives	-	-
19	Besöksverksamhet	Besöksverksamhet	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 23	Last och lager	Besöksverksamhet, ej störande verksamhet och handel.	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus
Hus 24	Last och lager	Besöksverksamhet, ej störande verksamhet och handel.	Vuxna under arbetstid, barn tillfälligt	PRSV inomhus

Som framgår av Tabell 5 kommer användningen av byggnaderna utgöras av kontor, handel, hotell, besöksverksamhet, ej störande verksamhet samt lager. Vidare kommer flera av byggnaderna att omvandlas till ett idrottscentrum med olika typer av lokaler för idrottsverksamhet.



Figur 14. Situationsplan med husnummer. Utklipp från Brunnberg & Forshed (Planskiss, arbetsmaterial 2022).

Även för byggnader på fastigheten bedöms vistelsetiden för vuxna maximalt uppgå till en årsarbetstid. För barn antas, liksom för parkmark, 2 timmar per dag vara ett rimligt antagande, vilket motsvarar 90 dagar/år. Det är inte rimligt att anta att ett barn (0–6 år) kommer att spendera mer än 2 timmar per dag i någon av byggnaderna på fastigheten utifrån planerad användning. Därmed bedöms barns vistelsetid vara längre än det generella antagandet för MKM. För att kontrollera om de generella riktvärdena för MKM är tillräckliga för marken som byggnaderna står på har en beräkning av platsspecifika riktvärden för byggnader gjorts.

Vid beräkningen av platsspecifika riktvärden för den mark som ligger under byggnader (PRSV inomhus) beaktas enbart de exponeringsvägar som är

applicerbara för inomhusmiljö dvs. inandning av damm och ånga. Dock beaktas skydd av grundvatten 200 meter bort i enlighet med de generella förutsättningarna för MKM. Hur beräkningen genomförts framgår av bilaga 12. Genom att lägga in ovan nämnda förutsättningar i beräkningsprogrammet har platsspecifika riktvärden beräknats för de ämnen som påträffats inom det undersökta området, se

Tabell 4. I tabellen visas de beräknade platsspecifika riktvärdena för park- och aktivitetsområden och för inomhusmiljö samt de generella riktvärdena för KM och MKM.

Ämne	Riktvärde för förorenad mark			
	KM	PSRV park	PSRV inomhus	MKM
Arsenik, As	10	20	70	25
Barium, Ba	200	300	20 000	300
Bly, Pb	50	400	400	400
Kadmium, Cd	0,8	12	15	12
Kobolt, Co	15	35	70	35
Koppar, Cu	80	200	1 500	200
Krom, Cr (totalt)	80	150	1 800	150
Kvicksilver, Hg (oorg.)	0,25	2,5	2,5	2,5
Nickel, Ni	40	120	150	120
Vanadin, V	100	200	1 500	200
Zink	250	500	3 000	500
Alifater >C5-C8	25	150	150	150
Alifater >C8-C10	25	120	150	120
Alifater >C10-C12	100	500	1 000	500
Alifater >C12-C16	100	500	1 000	500
Alifater >C16-C35	100	1000	2 500	1 000
Aromater >C8-C10	10	50	180	50
Aromater >C10-C16	3,5	15	50	20
Aromater >C16-C35	1	30	30	30
PAH L	3	15	18	15
PAH M	3,5	20	20	20
PAH H	1	10	18	10
Bensen	0,012	0,04	0,04	0,04
Etylbensen	10	50	50	50
M/P/O-Xylen	10	50	60	50
Toluen	10	40	40	40
Diklormetan	0,08	0,25	0,25	0,25
Triklormetan	0,4	1,2	1,2	1,2

Tetraklormetan	0,08	0,20	0,35	0,35
Trikloretan	0,2	0,6	0,6	0,6
Tetrakloretan	0,4	1,2	1,2	1,2

ovan. Observera att de beräknade platsspecifika riktvärdena för inomhusmiljö avser mark under byggnader och inte byggnadsmaterial.

6.2

Bedömningsgrunder för vatten

För att bedöma föroreningsgraden i grundvattnet finns inte ett verktyg för samtliga ämnen i stället måste olika bedömningsgrunder användas för olika ämnen. De olika bedömningsgrunderna är framtagna i olika syften vilket medför att det är svårt att jämföra klassindelningar och riktvärden från olika verktyg.

De verktyg som har använts i föreliggande utredning är följande:

- Naturvårdsverkets tillståndsklasser för ämnen i grundvatten (Naturvårdsverket, 1999)
- SGU:s klassindelning för ämnen i grundvatten (SGU, 2013)
- Livsmedelsverkets riktvärden för dricksvatten (Livsmedelsverket, 2011)
- SPI:s branschspecifika riktvärden för oljeföroreningar i grundvatten (SPBI, 2014) Holländska riktvärden (VROM, 2000)
- SGI:s preliminära riktvärden för PFOS i grundvatten (SGI, 2015)
- Livsmedelsverkets preliminära åtgärdsgränser för PFAS i dricksvattnet (Livsmedelsverket, 2018)
- Vattenmyndigheternas inriktningsbeslut för PFAS i grundvattnet som miljö kvalitetsnorm (Vattenmyndigheterna, 2016)

Naturvårdsverkets tillståndsklasser för ämnen i grundvattnet delar in grundvattnet i tillståndsklasser utifrån hälsobaserade gränsvärden för dricksvatten. Gränsvärdet för tjänligt och otjänligt dricksvatten är gränsen mellan mindre allvarligt och måttligt allvarligt.

SGU:s klassindelning för ämnen i grundvatten kan användas som en referens för att bedöma om det är sannolikt att påträffade halter är av naturligt ursprung eller resultat av en förorening. Bedömningsgrunderna har ingen rättslig status men kan användas som en vägledning för olika beslut. Gränsvärdet för tjänligt och otjänligt dricksvatten är klassindelning 5, mycket hög halt.

SPI:s branschspecifika riktvärden för oljeföroreningar i grundvatten är främst framtagna för att användas vid bensinstationer och liknande anläggningar, men är även användbara inom andra typer av verksamhetsområden. Riktvärdena är beräknade för olika exponeringsvägar som dricksvatten, inträngning av ångor i byggnader, bevattning, miljörisker ytvatten och miljörisker våtmarker. Livsmedelsverkets riktvärden för dricksvatten anger de haltgränser som är satta för tjänligt och otjänligt dricksvatten.

De holländska riktvärdena är indelade i "aktionsnivå" och "målnivå". Aktionsnivå indikerar en föroreningsnivå vid vilken markens funktioner för människor samt

växt- och djurliv är allvarligt försvagad eller hotad. Målnivå indikerar en nivå för hållbar markkvalitet, det vill säga en nivå som ska uppnås för att helt återställa markens funktioner för människor samt växt- och djurliv.

För PFAS har miljökvalitetsnormen för PFAS (MKN) (Vattenmyndigheterna, 2016) samt Livsmedelsverkets åtgärdsgräns för dricksvatten (Livsmedelsverket, 2018) använts som bedömningsgrund. Det bör dock noteras att med Efsas sänkning av toxicitetsvärdet för fyra PFAS under 2021, har eller kommer flera andra bedömningsgrunder sänkas med stor sannolikhet. Livsmedelsverket publicerade nyligen ett förslag till nytt riktvärde för dricksvatten (4 ng/l för PFAS-4, jmf. tidigare 90 ng/l PFAS 11). Även SGI har nyligen gått ut med en remiss med förslag till riktvärden för PFAS-4 för mark och grundvatten med anledning av den föreslagna sänkningen av riktvärdena för dricksvatten. Enligt förslaget sänks de hälsobaserade riktvärdena för grundvatten men inte riktvärden för skydd av ytvatten jämfört med de riktvärden som tidigare tagits fram för PFOS (SGI, 2015).

För PFOS har det preliminära riktvärdet från SGI för PFOS i grundvatten använts (SGI, 2015).

Av de riktvärden/bedömningsgrunder/gränsvärden som föreslås vid aktuell bedömning av grundvattnets föroreningssituation utgår flertalet från gränsvärdet för tjänligt/otjänligt dricksvatten. I SPI:s beräkning av riktvärde för grundvatten som dricksvatten har halten halverats då de gjort bedömning att förorening i grundvattnet endast är acceptabel upp till halva dricksvattennormen. Det är endast de holländska riktvärdena som tar hänsyn till markens funktioner för både människa och växt- och djurliv.

6.3 **Bedömningsgrunder för miljökvalitet – ytvattenförekomster**

För att kunna bedöma om påträffade föroreningar av klorerade alifater i grundvatten utgör en risk för påverkan på intilliggande ytvatten, Bällstaviken, används Miljökvalitetsnormer för prioriterade ämnen och vissa andra föroreningar enligt EU:s ramdirektiv för vatten (Europaparlamentet, 2013).

6.4 **Bedömningsgrunder för porluft och inomhusluft**

Nedan diskuteras bedömningsgrunder och riskerna för vinylklorid, 1,2-dikloreten, trikloreten, tetrakloreten samt petroleumkolväten och PAHer. För övriga uppmätta ämnen saknas jämförelsevärden i använda publikationer. I Sverige och internationellt anges för vissa ämnen s.k. lågrisknivåer för människa. Exponering vid lågrisknivåer anses innebära en försumbar risk för påverkan på människa om man under hela sin livstid utsätts för en genomsnittskoncentration motsvarande lågrisknivån. För cancerframkallande ämnen uppskattas lågrisknivån orsaka 1 fall av cancer per 100 000 exponerande under en livstid. Det kan uttryckas som att om alla utsattes för denna halt under vår livstid skulle det inträffa ett cancerfall per år i Sverige till följd av exponeringen, vilket anses vara en försumbar risk. I Sverige har Institutet för Miljömedicin (IMM) angett lågrisknivåer för flera ämnen och internationellt anges dessa bl.a. av organ som WHO (World Health Organization) och EPA (Environmental Protection Agency) i USA. IAC

(International Agency for Research on Cancer) indelar cancerframkallande ämnen i olika klasser med hänsyn till kunskapen om risken för människa. Ämnen som tillhör grupp 1 har bevisats kunna ge upphov till cancer hos människa. Fynden ses oftast bland yrkesmässigt exponerade arbetare.

Följande riskbedömning har utgått från de svenska referensvärdena hämtade från IMM:s rapport 1/98, "Risk assessment of carcinogenic air pollutants" (IMM, 1998) och WHO:s rapport NO 91, "Air Quality Guidelines for Europe, second edition" (WHO, 2000). De jämförelsevärden som använts är NOEL (No observed adverse effect level) vilka är baserade på djurförsök med osäkerhetsfaktorer på 1 000– 5000 gånger. NOEL är så kallade "låggriskvärden" som anger en nivå där ingen risk för effekter ska kunna föreligga.

6.5 Utspädningsfaktor för porluft

För att beräkna vilken påverkan påträffade gaser/ångor i porluften kan komma att få i de planerade byggnaderna inom området har en utspädningsfaktor mellan porluft och inomhusluft tagits fram. Utspädningsfaktorn har tagits fram utifrån Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (Naturvårdsverket, 2016). I Naturvårdsverkets rapport anges att utspädningsfaktorn kan variera beroende på jordart och djup till föroreningen.

Den främsta orsaken till den stora skillnaden i utspädningsfaktorer mellan olika jordarter är variationen i vattenhalten. Diffusion av föroreningen genom en jord med mycket vattenfyllda porer sker betydligt långsammare än om porerna huvudsakligen är luftfyllda.

Naturvårdsverkets transportmodell för spridning av ångor in i byggnader räknar med en utspädningsfaktor på cirka 1/10 000 för ämnen med Henrys konstant större än 0,1. För ämnen med låga värden på Henrys konstant (mindre än 0,001) blir utspädningen lägre, ett ämne med $H = 2,3 \cdot 10^{-4}$ får en utspädningsfaktor på 1/1300. Naturvårdsverkets använda transportmodell för spridning av ångor in i byggnader beräknar endast transport av flyktiga ämnen från förorenad jord. I vissa fall kan flyktiga ämnen spridas även med grundvattnet och transporteras till markytan även om marken ovan har låga föroreningshalter. De undersökta ämnena i föreliggande utredning utgörs av sådana ämnen.

Henrys konstant för de ämnen som har studerats närmare i föreliggande utredning är:

- | | |
|-----------------|---------|
| • Trikloretan | H=0,28 |
| • Tetrakloretan | H=0,93 |
| • Dikloretan | H=0,031 |
| • Vinylklorid | H=1,14 |

Då Henrys konstant är större än 0,1 för tre av ämnena men under för ett ämne samt för att aktuella ämnen förekommer i grundvattnet inom det aktuella området har utspädningsfaktorn konservativt satts till 1/100. Detta för att det inte ska

finnas några risker för att inomhusluften i planerade byggnader ska innehålla för höga halter av dessa ämnen.

Utspädningsfaktorn för porluft till utomhusluft är avsevärt högre än utspädningsfaktorn till inomhusluft. I denna utredning har därför endast påverkan på inomhusluft beaktats.

6.6 **Bedömningsgrunder för asfalt**

En bedömning görs om asfalten innehåller tjärasfalt genom att jämföra med Trafikverkets vägledning för återanvändning av tjärhaltiga beläggningar (Trafikverket, 2004). Enligt denna vägledning klassificeras asfalt som tjärasfalt vid en summahalt av PAH-16 >70 ppm (mg/kg TS). Asfalt innehållande lägre halter betraktas som fria från stenkoltjära och kan återanvändas fritt i vägkonstruktion, dvs. både som bär- och slitlager.

Gränsvärden som kan appliceras på asfalt för klassificering som farligt avfall är gränsvärdet för bens[a]pyren som klassas som farligt avfall om halten är ≥ 50 ppm (mg/kg) (Naturvårdsverket, 2013) och (Europeiska kommissionen, 2018).

7. **Resultat**

7.1 **Fältobservationer, jord**

Fullständiga fältprotokoll för jordprovtagningarna redovisas i bilaga 2.

7.2 **Beskrivning av analysresultat i jord**

En sammanställning över analysresultaten i jord redovisas i bilaga 5. Fullständiga analysrapporter av jord från anlitat laboratorium redovisas i bilaga 10.

7.2.1 **Metaller**

I områden där de platsspecifika riktvärdena för parkmark och byggnader är tillämplbara har inga metallhalter påträffats som överskrider riktvärdena.

I jordprov 19R07:2 överskrider flertalet av de analyserade metallerna (barium, koppar, kvicksilver, bly och zink) Naturvårdsverkets riktvärde för MKM. Provpunkten är belägen på hårdgjord yta där riktvärdet för MKM tillämpas. I 20 jordprov överskrider Naturvårdsverkets riktvärde för KM. Generellt har jordproverna överskridande riktvärdet för KM påträffats i fyllnadsjord ned till ca 1 m u my men förekommer även i ytlig och djupt liggande naturlig jord.

7.2.2 **PAH och oljeföroreningar**

I områden där de platsspecifika riktvärdena för parkmark och byggnader är tillämplbara har inga PAH eller oljeföroreningar har påträffats som överskrider riktvärdena.

I jordprov 19R07:2 har PAH uppmätts överskridande Naturvårdsverkets riktvärde för MKM. Provpunkten är belägen på hårdgjord yta där riktvärdet för MKM tillämpas.

I 19 provtagningspunkter har halter av tyngre alifater uppmätts överskridande Naturvårdsverkets riktvärde för KM. I nio jordprover har PAH uppmätts i halter överskridande Naturvårdsverkets riktvärde för KM. Föroreningarna förekommer i fyllnadsmaterial ned till 2 m u my.

7.2.3

Klorerade alifater

I områden där de platsspecifika riktvärdena för parkmark och byggnader är tillämpliga har inga klorerade alifater påträffats som överskrider riktvärdena.

PCE (Tetrakloreten) har detekterats i fyra provtagningspunkter (18R26 1-2, 18R29 2-3, 22R02 1,6-5 och 22R01B 1-2). Halterna i provtagningspunkterna 18R29 och 22R02 överstiger Naturvårdsverkets riktvärde för MKM. Halterna i provtagningspunkt 22R01B överstiger Naturvårdsverkets riktvärde för KM. Provpunkterna är belägna på hårdgjord yta där riktvärdet för MKM tillämpas.

TCE (Triklloreten) har detekterats i samma tre provtagningspunkter (18R26 1-2, 18R29 2-3, 22R02 1,6-5). Halterna i provtagningspunkt 18R29 överstiger Naturvårdsverkets riktvärde för KM. Halterna i provtagningspunkt 20R22 på djupet 4-5 m överstiger Naturvårdsverkets riktvärde för MKM.

Cis-1,2 DCE (Cis-1,2-dikloreten) har detekterats i två provtagningspunkter (20R08 2,1-2,7, 22R02 3-5). För cis-1,2 DCE saknas generella riktvärden från Naturvårdsverket. Däremot finns holländska riktvärden som anger riktvärde för cis och trans-1,2 DCE till *ingen påverkan* vid 0,2 mg/l samt 1 mg/l för *kraftig påverkan* (RIVM, 2013). Inget av de proverna där ämnet har detekterats överskrider riktvärdet för *ingen påverkan*.

Provtagningspunkter där klorerade alifater har påvisats redovisas på ritning i bilaga 9.

7.2.4

Övriga analyser

I jordprov från fyllnadsmaterialet i provtagningspunkt 18R15 har halter av PCB uppmätts men underskridande Naturvårdsverkets riktvärden för KM och MKM.

Inga övriga ämnen har detekterats i de tre prover (18R15:1, 18R26:2 och 18R29:2) där ett bredare analyspaket har utförts.

7.3

Fältobservationer, grundvatten

Fullständiga installations- och fältprokoll från grundvattenprovtagningen redovisas i bilaga 3.

Generellt har grundvatten påträffats i den del av undersökningsområdet som är närmast Bällstaviken. Där är också tillrinningen av grundvattnet god. I sydväst är

vattentillrinningen liten och flertalet rör är torra. Vattnet är i ett flertal punkter grumligt.

Grundvattenytan för det ytliga grundvattnet har påträffats på ca +0,9 m, vilket motsvarar i nivå med markytan intill Bällstaviken. Trycknivån för det djupa grundvattnet har påträffats på ca +1,2 m, vilket motsvarar i nivå med markytan intill Bällstaviken och ca 6–7 meter under markytan i väster. Grundvattnet i det undre magasinet förekommer i friktionsjorden under lerlagret.

Utifrån uppmätta grundvattennivåer har grundvattnet sannolikt en strömningsriktning vertikalt mot Bällstaviken med en svag svängning åt söder. På grund av att flera grundvattenrör är torra är denna bedömning osäker.

7.4 **Beskrivning av analysresultat i grundvatten**

En sammanställning över analysresultaten i grundvatten redovisas i bilaga 6. Fullständiga analysrapporter av grundvatten redovisas i bilaga 10.

7.4.1 **Metaller**

Ytligt- och djupt

I samtliga grundvattenrör förekommer vid någon provtagning nickel i måttlig till hög halt enligt SGU:s klassindelning för halter av metaller i grundvatten (SGU, 2013). Även arsenik förekommer i måttlig till hög halt i djupt grundvatten medan bly, kadmium och zink förekommer i måttlig halt i både ytligt och djupt grundvatten i området.

Övriga detekterade halter av metaller i analyserade grundvattenprover förekommer endast i låg till mycket låg halt enligt SGU:s klassindelning för halter av metaller i grundvatten samt i mindre allvarig halt enligt Naturvårdsverkets tillståndsklasser (1999). Inga halter av metaller överskrider Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten (Livsmedelsverket, 2011).

7.4.2 **PAH och oljeföroreningar**

Ytligt

I grundvattenprov från ytligt grundvatten i provtagningspunkt 18R06, vid provtagning 2020, förekommer tyngre alifater i allvarig halt enligt Naturvårdsverkets tillståndsklasser men understiger riktvärdet för miljörisker ytvatten. Vid provtagning 2018 förekommer halten i mindre allvarig halt. I övriga grundvattenprover har halter av alifatiska- och aromatiska kolväten inte påvisats överstigande rapporteringsgränsen alternativt i mindre allvarig halt enligt Naturvårdsverkets riktvärden vid samtliga mätningar.

PAH:er har påvisats överstigande riktvärdet för SPI-dricksvatten i ett av grundvattenrören (18R06 ytlig) men understiger riktvärdet för miljörisker ytvatten. Detta beror sannolikt på förekomst av partiklar i provet då PAH ofta är partikelbundet.

Djupt

I grundvattenprover från det djupa grundvattnet har halter av alifatiska- och aromatiska kolväten inte påvisats överstigande rapporteringsgränsen alternativt i mindre allvarlig halt enligt Naturvårdsverkets riktvärden. Undantag är prov från grundvattenrör 18R29 där halterna av tyngre alifater förekommer i mycket allvarlig halt och överskridande miljörisker ytvatten vid provtagning 2018. En anledning till detta kan vara att det aktuella grundvattenröret är ett stålrör avsett för geotekniska undersökningar och att smörjolja använts för att smörja gängorna som rören skruvas samman med. Vid provtagning 2022 understiger halterna miljöriskerna för ytvatten och förekommer endast i allvarlig halt enligt Naturvårdsverkets riktvärden. En annan förklaring kan vara förekomst av partiklar i provet då tyngre alifater och aromater ofta är partikelbundna.

PAH:er har påvisats överstigande riktvärdet för SPI-dricksvatten men understiger riktvärdet för miljörisker ytvatten i tre av grundvattenrören (19R01, 19R07, 18R29). I det djupa grundvattenröret 19R07 förekommer halter av PAH cancerogena i mycket allvarlig halt enligt Naturvårdsverkets tillståndsklasser (1999) vid provtagning 2020 men under rapporteringsgränsen vid provtagning 2019 och 2022.

7.4.3

Klorerade alifater

Grundvattenrör där klorerade alifater har påvisats redovisas på ritning i bilaga 9. Då flera provtagningstillfällen i samma grundvattenrör förekommer redovisas den högsta påträffade halten på ritningen.

Ytligt

I de två ytliga grundvattenrören där klorerade alifater analyserats (19R01 och 18R06) har halter detekterats överstigande laboratoriets rapporteringsgräns.

PCE (Tetrakloreten) förekommer i halter mellan $<0,2$ – $1,05$ µg/l i 18R06 och $0,42$ – $2,2$ µg/l i 19R01. De högsta uppmätta halterna motsvarar måttlig halt enligt SGU:s klassindelning.

TCE (Triklloreten) förekommer i halter mellan $<0,1$ – $2,63$ µg/l i 18R06 och $0,13$ – $3,48$ µg/l i 19R01 i det ytliga grundvattnet. De högst uppmätta halterna motsvarar måttlig till hög halt enligt SGU:s klassindelning.

DCE (Cis-1,2-dikloreten) förekommer i halter mellan $1,1$ – 23 µg/l i 18R06 och <1 – 237 µg/l i 19R01 i det ytliga grundvattnet. Halterna överstiger den holländska aktionsnivån.

VC (Vinylklorid) förekommer i halter mellan <1 – $41,8$ µg/l i 18R06 och <1 – 341 µg/l i 19R01 i det ytliga grundvattnet. Halterna överskrider den holländska aktionsnivån.

Djupt

I samtliga analyserade grundvattenprover (utöver prover från grundvattenrör 19R02 och 18R35) har klorerade alifater detekterats överstigande laboratoriets rapporteringsgräns påträffats.

PCE förekommer över rapporteringsgränsen i prover från grundvattenrör 19R01 och 18R29. Halterna varierar mellan 2,59–20,4 µg/l i 18R29 och 7,47–280 µg/l i 19R01 i det djupa grundvattnet. De högsta uppmätta halterna motsvarar mycket hög halt enligt SGU:s klassindelning. Halterna överskrider den holländska aktionsnivån i prov från grundvattenrör 19R01 vid två provtagningstillfällen. De förhöjda halterna i grundvattenrör 19R01 misstänks komma från kemptvatten på fastigheten Gjutmästaren 4. Vad gäller grundvattenrör 18R29 bedöms föroreningen istället bero på en lokal källa på den aktuella fastigheten då klorerade alifater även påträffats i jord i anslutning till detta grundvattenrör. Enligt uppgift har det på platsen tidigare legat en verkstadsbyggnad.

TCE förekommer över rapporteringsgränsen i prover från grundvattenrör 19R01 och 18R29. Halterna varierar mellan <1–8,24 µg/l i 18R29 och 7,11–80 µg/l i 19R01 i det djupa grundvattnet. De högsta uppmätta halterna motsvarar hög till mycket hög halt enligt SGU:s klassindelning. Källa till föroreningarna bedöms vara samma som för PCE.

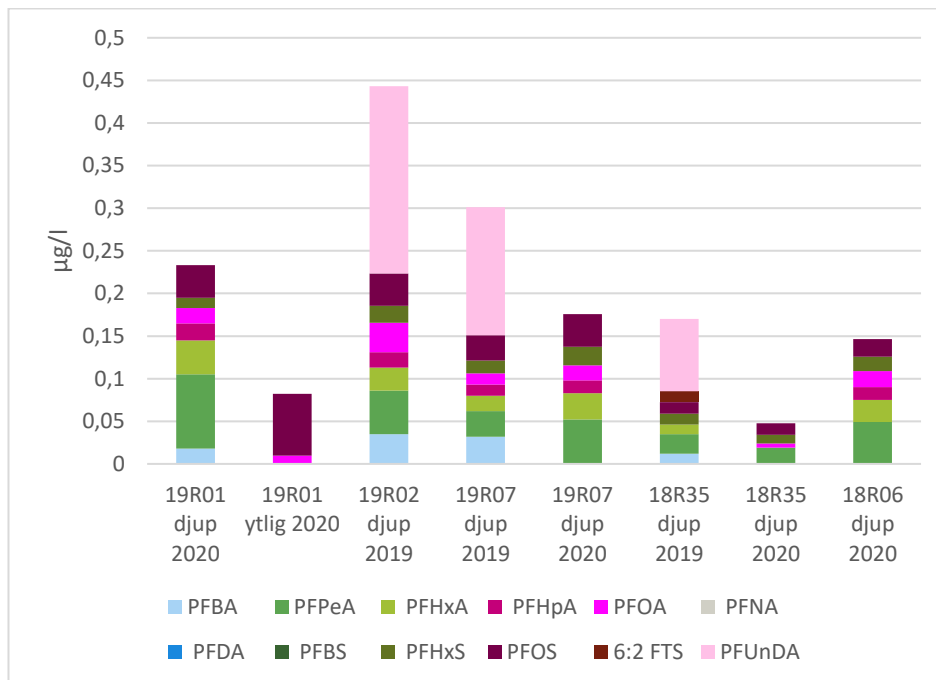
DCE förekommer i halter mellan 2,03–6,2 µg/l i 18R06, 2,04–3,8 µg/l i 19R07, 36–350 µg/l i 19R01 och 51–5160 µg/l i 18R29 i det djupa grundvattnet. Den holländska aktionsnivån överskrids i grundvattenrör 19R01 och 18R29 vid samtliga provtagningstillfällen. Källa till föroreningen i grundvattenrör 18R06 och 10R01 bedöms vara kemptvatten på fastigheten gjutmästaren 4 medan den i grundvattenrör 19R07 inte har kunnat härledas till någon känd källa.

VC förekommer i halter mellan 60,7–270 µg/l i 18R06, <1–3,2 µg/l i 19R01, 31–7950 µg/l i 18R29 och 37,4–110 µg/l i 19R07 i det djupa grundvattnet. Halterna överskrider den holländska aktionsnivån i grundvattenrör 19R07, 18R06 och 18R29 vid samtliga provtagningstillfällen. Källor misstänks vara samma som de som angetts ovan för de olika grundvattenrören.

7.4.4

PFAS

En sammanställning över de olika ingående PFAS-ämnena i analyser från de olika provtagna grundvattenrören presenteras i figur 15.



Figur 15. Halter av PFAS-ämnen i respektive prov, både ytliga och djupa prover. Ämnen med halter under rapporteringsgränsen visas ej.

Ytligt

PFAS har analyserats i prov från ett ytligt grundvattenrör (19R01). I provet har PFAS summa 11 påvisats men understigande åtgärdsgräns för dricksvatten (Livsmedelsverket, 2018) samt inriktningsbeslutet för miljökvalitetsnorm (Vattenmyndigheterna, 2016).

Halter av PFOS har påvisats som överstiger SGI:s preliminära riktvärde för grundvatten (SGI, 2015). Riktvärde för skydd av ytvatten har av SGI beräknats till 0,23 µg/l, detta riktvärde överskrider inte i någon av punkterna.

Djupt

PFAS har analyserats i prover från fem djupa grundvattenrör (18R06, 19R01, 19R02, 19R07 och 18R35)¹. De djupa rören 19R07 och 18R35 har analyserats vid två tillfällen.

I grundvattenrör 19R01 och 19R02 samt vid första provtagningstillfället i grundvattenrör 19R07 och 18R35 har PFAS summa 11 påvisats. I grundvattenrör 18R06 förekommer inte PFAS summa 11 över rapporteringsgränsen. De påvisade halterna överskrider riktvärdena för PFAS summa 11 i tre av rören (19R01, 19R02 och 19R07) (Livsmedelsverket, 2018 och Vattenmyndigheterna 2016).

¹ I Utökad miljöteknisk markundersökning (2019-06-09) rapporterades felaktiga resultat av PFAS-analyserna från laboratoriet. Koncentrationen av PFAS rapporterades vara dubbelt så hög som det egentliga korrekta värdet vilket kom till Rambolls kännedom efter rapportens slutförande. I föreliggande rapport har halterna korrigerats.

Halter av PFOS har påvisats i samtliga grundvattenprover men halterna understiger SGI:s preliminära riktvärde för grundvatten (SGI, 2015).

7.5 Fältobservationer, porluft

Fullständiga fältprotokoll för porluftsprovtagningen redovisas i bilaga 4.

Mätning av porluft kan påverkas av olika metrologiska förutsättningar. Sker provtagning under ett stigande barometertryck pressas luften ned i jorden, vilket leder till utspädning av föroreningarna i porluften, vilket kan ge en påverkan vad gäller mängden ångor som avges från marken. Vid provtagningstillfället den 17 maj 2019 var vädret högtrycksbetonat. Vid provtagningstillfället 18–20 november 2020 började vädret lågtrycksbetonat för att sedan skifta till högtrycksbetonat. Vid provtagningstillfället 2–4 maj 2022 var vädret varken lågtrycks- eller högtrycksbetonat.

När spjut i provtagningspunkterna 20R26 (Hus 2), 20R35 (Hus 5), 20R38, 20R39 och 20R40 (Hus 7) och 19R01 (utomhus) drogs upp var de fuktiga vid ett eller två av provtagningstillfällena. Om luftintaget på spjutspetsen har suttit i den vattenmättade zonen kan erhållet resultat bli missvisande p.g.a. att mätningen är avsedd att ske i den omättade zonen i vilken porgasen befinner sig.

I provtagningspunkterna 20R39 och 20R40 förekom en luftspalt mellan golvplattan och underliggande mark vilket kan ha påverkat tätningen mellan porluften och atmosfärluften. Avståndet påverkade även möjligheten till att slå ned spjuten tillräckligt djupt.

Vid mätning med biogasmätare i provtagningspunkterna 20R36, 20R37 och 20R39 (Hus 7) uppmättes ingen skillnad mellan atmosfärluften och porluften.

Där mätningar har gjorts med fotojoniseringsindikator (PID), som mäter indikation på flyktiga ämnen, var halterna generellt låga mellan 0–8 ppm.

7.6 Beskrivning av analysresultat i porluft

Beräknade och uppmätta halter i porluft redovisas i bilaga 7. Fullständiga analysrapporter av porluft redovisas i bilaga 10. Provtagningspunkter där klorerade alifater har påvisats redovisas på ritning i bilaga 9.

7.6.1 Hus 2

I fem av sex provtagningspunkter i Hus 2 har halter av PCE (tetrakloreten) påvisats vid ett eller två provtagningstillfällen (20R23, 20R24, 20R25, 20R26 och 20R27). I provtagningspunkten 20R23 och 20R24 har även halter av TCE (trikloreten) uppmätts. VC (Vinylklorid) har inte detekterats överstigande rapporteringsgränsen i någon av provtagningspunkterna, däremot överskrider rapporteringsgränsen bedömningsgrunden. De påvisade halterna i provtagningspunkterna vid båda provtagningstillfällena underskrider riktvärdena för lågrisknivåer från WHO (2000) och IMM (1998).

7.6.2

Hus 5

I tre av fem provtagningspunkter i Hus 5 har halter av PCE och TCE påvisats vid ett eller två provtagningsstillfällen (20R30, 20R31 och 20R32). VC och 1,2-Dikloretan har inte detekterats överstigande rapporteringsgränsen i någon av provtagningspunkterna, däremot överskrider rapporteringsgränsen bedömningsgrunden för 1,2-dikloretan. De påvisade halterna i samtliga provtagningspunkter vid båda provtagningsstillfällena underskrider riktvärdena för lågrisknivåer från WHO (2000) och IMM (1998).

7.6.3

Hus 7

Ingen av de fem provtagningspunkterna i Hus 7 har uppvisat halter överstigande rapporteringsgränsen med avseende på klorerade alifater och dess nedbrytningsprodukter vid något av provtagningsstillfällena.

7.6.4

Utomhus

I 9 av 14 provtagningspunkter utomhus har halter av PCE påvisats vid ett eller två provtagningsstillfällen. I åtta av dessa har även TCE påvisats. VC har påvisats i en provtagningspunkt (20R19) vid provtagningen 2022. 1,2-Dikloretan har inte detekterats överstigande rapporteringsgränsen i någon av provtagningspunkterna. De påvisade halterna i samtliga provtagningspunkter underskrider riktvärdena för lågrisknivåer från WHO (2000) och IMM (1998) vid båda provtagningsstillfällena.

7.7

Inomhusluft

7.7.1

Inomhusluftprovtagning 2019

För ett prov av luft i hus 5 överskrider halten PAH gränsen för $RISK_{inh}$ (Ramboll, 2019b). Halterna bedöms härstamma från bitumenbeläggning i väggarna. För resultat och bedömningar med sammanställda resultat och slutsatser, se Rambolls innemiljöutredning från 2019 (Ramboll, 2019b).

7.7.2

Inomhusluftprovtagning 2022

Beräknade och uppmätta halter i inomhusluft från den kompletterande provtagningen 2022 redovisas i bilaga 7. Fullständiga analysrapporter av inomhusluft redovisas i bilaga 10. Provtagningspunkter där klorerade alifater har påvisats redovisas på ritning i bilaga 9.

7.7.2.1

Hus 2

Ingen av de tre provtagningspunkterna i Hus 2 har uppvisat halter överstigande rapporteringsgränsen med avseende på klorerade alifater (utöver tetraklormetan som påvisats i halt om ca $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i samtliga provtagningspunkter).

7.7.2.2

Hus 5

Ingen av de tre provtagningspunkterna i Hus 5 har uppvisat halter överstigande rapporteringsgränsen med avseende på klorerade alifater (utöver tetraklormetan som påvisats i halt om ca $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i två provtagningspunkter).

7.8 **Asfalt**

Analys som genomfördes på asfalt påvisade låga halter av PAH (PAH-16 <6 - <12 mg/kg), asfalten bedöms inte vara en så kallad tjärasfalt (Trafikverket, 2004) eller utgöra farligt avfall.

7.9 **Betong**

Betongprovtagning påvisade förekomst av tyngre alifater, C16-C35, i samtliga hus. Även PAH:er påvisades i hus 5. Generellt är föroreningarna i betonggolven i fastigheten Gjutmästaren 6 i nivå med KM för alifater, och i nivå med MKM för PAH:er. Det föreslås i inommiljöutredningen att åtgärd vidtas (de 2-5 cm översta skiktet) avseende de förorenade betonggolven och väggarna.

För resultat avseende övriga konstruktionsmaterial hänvisas till tidigare utförd miljöinventering (Ramboll, 2019c)

8. **Översiktliga åtgärds mål**

8.1.1 **Nuvarande planförslag, etapp 1**

Förekommande föroreningar i området ska inte innebära oacceptabel hälsorisk för människor som vistas i byggnader eller utomhus i framför allt grönområden och parker efter genomförd ändring av detaljplanen. Föroreningarna ska heller inte innebära oacceptabla miljörisker avseende spridning av föroreningar till recipienten Bällstaviken och påverkan på miljökvalitetsnormer för ytvatten.

8.1.2 **Framtida planer inkluderande bostäder**

Om området i framtiden ska användas för annat ändamål som omfattar bostadsbebyggelse behöver nya åtgärds mål formuleras.

9. **Riskbedömning**

I detta kapitel beskrivs utförd riskbedömning för de olika medier som undersökts.

9.1 **Föroreningar i jord**

I de miljötekniska markundersökningarna har jord från totalt 50 provtagningspunkter undersökts.

- I en provtagningspunkt överskrider halterna av PAH och metaller Naturvårdsverkets riktvärden för MKM.
- I två provtagningspunkter, lokaliserade i anslutning till varandra, överskrider riktvärdena för MKM med avseende på klorerade alifater (se avsnitt 9.3).
- I 16 av provtagningspunkterna överskrider Naturvårdsverkets riktvärden för KM med avseende på metaller eller oljeföroreningar.

- I åtta provtagningspunkter överskrider riktvärdet för KM med avseende på PAH.

9.1.1

Riskbedömning av föroreningshalter i jord över MKM/PSRV

För de ytor som är hårdgjorda inom området bedöms Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM vara tillämplbara. Bedömningen är att dessa riktvärden i tillräcklig omfattning motsvarar planerad markanvändning och att de ger ett tillräckligt skydd för människors hälsa och miljön. Inom området finns två områden som enligt föreslagen detaljplan kommer att utgöras av parkmark samt ett område som planeras utgöra aktivitetsplats och där marken inte kommer att vara hårdgjord. Icke hårdgjorda ytor innebär en ökad risk för exponering för eventuella föroreningar. Risken är också att människor i högre utsträckning uppehåller sig i dessa områden varför MKM inte alltid är fullt applicerbara i dessa typer av områden.

För att kunna göra en bedömning av lämpliga riktvärden för de icke hårdgjorda ytorna har platsspecifika riktvärden tagits fram. Hur dessa har tagits fram redovisas i kapitel 6. Riktvärdena baseras på att barn kan komma att vistas i området under längre tid än de 60 dagar som generellt gäller för MKM. Ett antagande av rimlig vistelsetid har bedömts kunna vara 2 tim/dag vilket motsvarar 90 dagar/år. De platsspecifika riktvärdena är således något lägre än för MKM. För vuxna bedöms MKM vara tillräckligt då det innebär vistelse i området under 200 dagar å åtta timmer/dag och längre vistelse än så bedöms inte rimligt för vuxna med planerad markanvändning.

I utförda undersökningar har halter över MKM endast påträffats i tre provtagningspunkter, 18R29, 22R02 och 19R07. Inga platsspecifika riktvärden överskrider i de områden där dessa tillämpas.

I provtagningspunkt 19R07 förekommer halter av metaller och PAH överstigande riktvärdet för MKM. Provtagningspunkten är belägen intill Bällstaviken vid en befintlig kajkonstruktion av betong (figur 10). Föroreningarna härstammar troligtvis från förorenat fyllnadsmaterial som använts vid konstruktionen av kajen. Det finns stor risk att föroreningen står i kontakt med och därmed lakar till Bällstaviken vilket även grundvattenprov indikerar då PAH påvisats i grundvattnet i samma provtagningspunkt. Påvisade halter bedöms därmed utgöra en risk för miljön i Bällstaviken och för människors hälsa och en åtgärd bedöms därför nödvändig. Motsvarande förorenat fyllnadsmaterial påträffades inte vid de utförda kompletterande provtagningarna längs med kajen.

I provpunkt 18R29 och 22R02, vilka är lokaliserade i anslutning till varandra, har halter av klorerade alifater i form av tetrakloreten och i punkt 22R02 även triakloreten påträffats i halter över MKM. Klorerade alifater diskuteras vidare i avsnitt 9.3.

9.2

Föroreningar i grundvatten

I de miljötekniska undersökningarna har grundvatten från totalt åtta grundvattenrör analyserats, insamlade vid maximalt fyra provtagningstillfällen. Resultatet sammanfattas i punktform nedan.

- I ett grundvattenrör har Alifater C16-C35 påträffats i mycket allvarlig halt enligt Naturvårdsverkets indelning av tillstånd samt över SPI:s riktvärden samt i allvarligt halt i ett grundvattenrör. Uppföljande mätning visar dock på halter under SPI-RV för miljörisker.
- Aromater C16-C35 har påträffats i halter över SPI-RV dricksvatten i ett grundvattenrör.
- PAH har uppmätts i fyra grundvattenrör i halter över SPI-RV dricksvatten.
- Bensen har uppmätts i ett grundvattenrör i halter över SPI-RV dricksvatten.
- Nickel har uppmätts i hög halt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten i fyra grundvattenrör.
- Arsenik har uppmätts i hög halt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten i ett grundvattenrör
- Klorerade alifater (tetrakloreten) har påträffats i mycket hög halt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten i två grundvattenrör samt i hög halt i ett grundvattenrör. I samma grundvattenrör har trikloreten påträffats i hög halt. Vidare har det i fyra grundvattenrör påträffats cis-1,2-dikloreten i halter över den holländska aktionsnivån i fyra grundvattenrör. Halter av vinylklorid förekommer i fem grundvattenrör över den holländska aktionsnivån.
- PFAS har påträffats i tre grundvattenrör i halter över Livsmedelsverkets åtgärdsgräns för dricksvatten. PFOS har vidare påträffats i ett grundvattenrör i halt över SGI:s riktvärde för grundvatten.

9.2.1

Riskbedömning av föroreningshalter i grundvatten

I ett rör (18R29, djup) har alifater C16-C35 påträffats i halter överstigande mycket allvarlig halt enligt Naturvårdsverkets indelning av tillstånd. Det ska dock tas i beaktande att provet i vilket de höga halterna påträffades, är taget i ett stålrör som installerades som observationsrör för den geotekniska utredningen. Förhöjda halter alifater kan uppmätas i grundvattenprover tagna i stålrör eftersom olja ofta används för smörjmedel för de gängor som finns i ändarna på rören för att skruva samman dem. Förhöjda halter av tunga alifater kan även vara kopplat till organiskt material i grundvattnet då laboratoriets analysmetod felaktigt kan ge utslag för alifater vid höga halter av organiskt material. Även hög grumlighet i vattenprovet kan ge förhöjda värden då dessa ämnen ofta binder till partiklar. Vid uppföljande provtagning utförd under 2022 uppmättes halter över SPI-RV för dricksvatten men i avsevärt lägre halter än vid föregående provtagning och SPI-RV för miljörisker ytvatten underskreds. Någon risk med de uppmätta halterna bedöms därmed inte föreligga.

I grundvattenrör 18&06 (ytlig) överskrider SPI-RV för dricksvatten men eftersom inget dricksvatten tas ut bedöms ingen risk föreligga avseende alifater i grundvatten. Övriga riktvärden enligt SPI innehålls i samtliga grundvattenrör.

Utförd undersökning påvisar att PAH-H förekommer i fyra grundvattenrör. Halterna är generellt låga och överskrider endast SPI-RV för dricksvatten, vilken inte bedöms vara relevant inom undersökningsområdet. I grundvattenröret 19R07 (djup) förekom cancerogena PAH:er i mycket allvarlig halt enligt Naturvårdsverkets indelning av tillstånd vid provtagning 2020. Det är i samma provpunkt där höga halter av PAH:er påvisades i jorden i tidigare undersökning vilket kan indikera på en spridning av föroreningen till grundvattnet, sannolikt kopplad till hög grumlighet i vattenprovet då dessa ämnen ofta binder till partiklar. Vid uppföljande mätning under 2022 påvisades dock inga cancerogena PAH över laboratoriets rapporteringsgräns varför någon risk inte bedöms föreligga. PAH:er påträffades inte heller vid provtagningen 2018.

Metaller har generellt uppmätts i mycket låga till måttliga halter enligt SGU:s klassindelning i både ytligt och djupt grundvatten i området. Halten nickel har i flera grundvattenrör uppmätts i halter som bedöms som höga enligt SGU och även arsenik har uppmätts i hög halt i en punkt. Det indikerar att det finns en viss föroreningspåverkan på grundvattnet men uppmätta metallhalter är i nivå med vad som kan förväntas inom en storstadsregion. Inga metallhalter överstiger dock Livsmedelsverkets riktvärden för dricksvatten och några risker med uppmätta metallhalter i grundvatten bedöms inte föreligga.

Klorerade alifater diskuteras i avsnitt 9.3.

9.2.2

PFAS

Utredningen av PFOS i grundvattnet visar att halter av ämnet förekommer i samtliga fem grundvattenprover i både ytligt och djupt grundvatten. Halterna av PFOS överskrider SGI:s riktvärde i grundvatten i ett prov och riktvärdet för Vattenmyndigheternas inriktningsbeslut för PFAS som miljö kvalitetsnorm samt Livsmedelsverkets åtgärdsgräns för dricksvatten i tre prover. Dock överskrider inte riktvärdet för PFOS avseende skydd för ytvatten, viken anger 0,23 µg/l (SGI, 2015). Uppmätta halter av PFOS i grundvatten bedöms därmed inte innebära någon risk för påverkan på ytvattnet Bällstaviken.

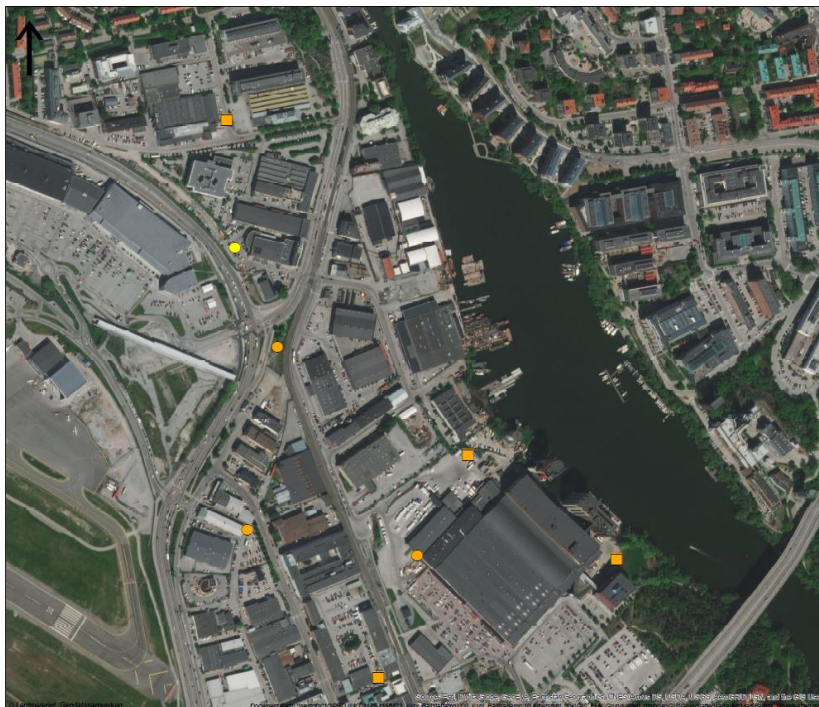
Beträffande övriga PFAS saknas riktvärde för bedömning av påverkan på ytvatten. Enligt Naturvårdsverkets vägledning om att riskbedöma och åtgärda PFAS-föroreningar (Naturvårdsverket, 2019) kan man dock jämföra summahalterna av sju PFAS mot de preliminära riktvärdena för PFOS och tar då höjd för att grundvattnet kan innehålla även andra PFAS. Ramboll har utifrån erhållna resultat för de två rör med högst halter av summa 11 PFAS (19R01, djup och 19R02 djup) beräknat summa 7 PFAS. Beräknade halter uppgår till 0,215 µg/l (19R01) respektive 0,189 µg/l. Beräkningen visar att halten summa 7 PFAS för skydd av ytvatten underskrider i båda grundvattenrören. Med hänsyn till att lägre halter

uppmätta i övriga grundvattenrör bedöms sannolikheten för att grundvattnet sammantaget innehåller halter som överskrider riktvärdet för skydd av ytvatten som osannolikt. Bedömningen är således att någon oacceptabel risk för påverkan på ytvatten från grundvatten på fastigheten Gjutmästaren 6 inte föreligger med avseende på PFAS. Påträffade halter av PFAS och PFOS bedöms inte utgöra någon hälsorisk eftersom grundvattnet i området inte används eller kommer att användas som dricksvatten.

En sammanställning av halter av PFAS i grundvattnet i närområdet har gjorts av Sweco (2020). Där framkommer det att halter av PFAS förekommer i motsvarande halter både sydväst och nordväst om aktuellt område (figur 16.) PFAS-ämnen är persistenta och lösliga i vatten.

Någon betydande lokal källa på fastigheten Gjutmästaren 6 har inte kunnat identifieras. Med tanke på den typ av verksamhet som bedrivits på fastigheten är det inte troligt att PFAS använts eller släppts ut i någon större utsträckning på fastigheten. Det är inte heller troligt att den brand som utbröt i slutet av 1950-talet har bekämpats med brandskum innehållande PFAS eftersom denna typ av brandskum började användas först på 1960-talet (KEMI, 2021). Det finns ett känt källområde av PFAS vid Bromma flygplats väster om aktuellt område. Påträffade halter indikerar att det kan finnas en påverkan från verksamheten vid Bromma flygplats. Det går dock inte att med säkerhet fastställa källområdet för påträffad PFAS-förorening då grundvattnets strömningsriktning är osäker och halter av PFAS har påträffats på flera platser i närområdet.

Figur 15 presenterar en fördelning av PFAS-ämnen i respektive prov. Det visar att provpunkterna uppvisar en varierad fördelning av PFAS-ämnen vilket indikerar olika PFAS-källor, alternativt att den ursprungliga föroreningen har brutits ned i olika hög grad i olika provtagningspunkter. Då PFAS-föroreningar förekommer inom ett relativt utbrett område (se Figur 16) bör dock dessa utredas i ett större sammanhang och eventuella åtgärder bör inriktas mot källföroreningen.



Figur 16. Halter av summa PFAS i grundvatten i närområdet (Sweco, 2020-08-27). Gul punkt innebär halter mellan 5 och 50 ng/l och orange innebär halter mellan 50 och 500 ng/l. Runda markeringar innebär ytligt grundvatten, fyrkanter markerar djupt grundvatten.

9.3 **Klorerade alifater i jord, grundvatten samt porluft och inomhusluft**

Utförda undersökningar påvisar att halter av klorerade alifater förekommer i jord, ytligt- och djupt grundvatten samt i porluft. I bilaga 9 redovisas var halter av tetrakloreten (PCE), trikloreten (TCE), dikloreten (DCE) och vinylklorid (VC) har påträffats tillsammans med misstänkta källområden och spridningsvägar.

9.3.1 **Ursprung till föroreningar och spridning**

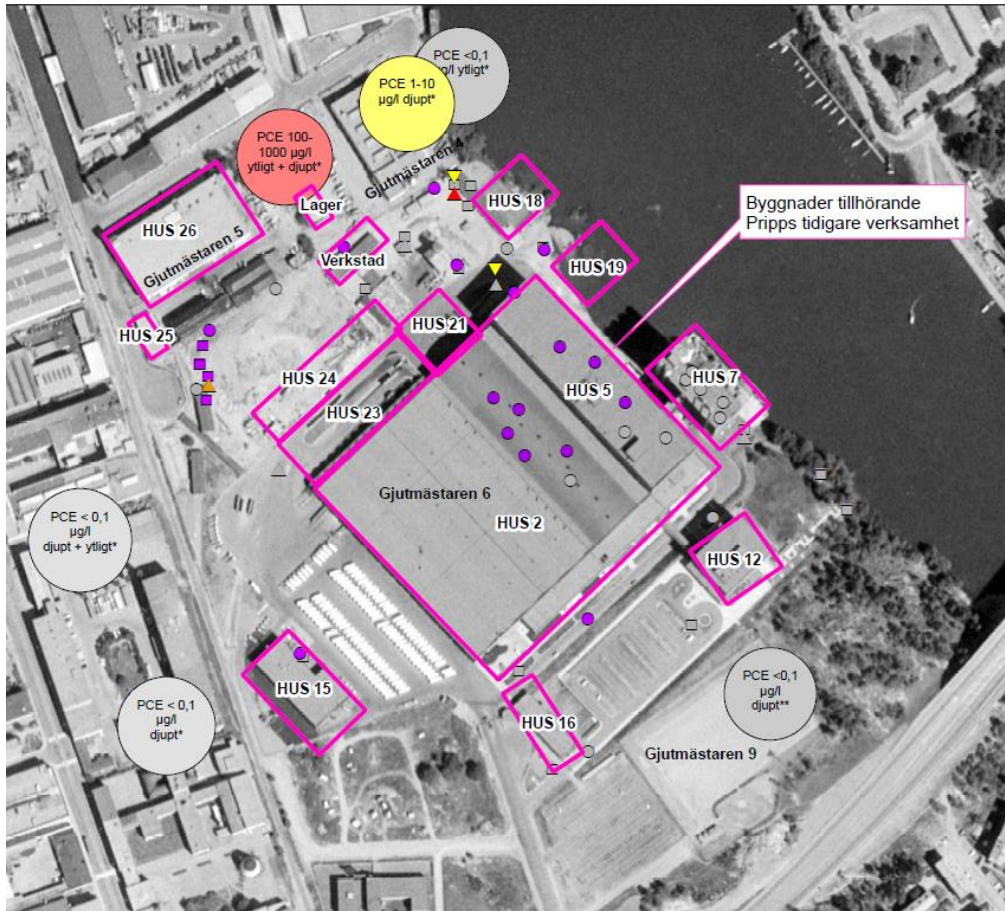
PCE och TCE förekommer i högst halter i grundvattnet och har detekterats i porluft och jord längs med områdets norra gräns mot Gjutmästaren 4 och 5 (se Figur 17 och bilaga 9). Även DCE och VC förekommer i höga halter i grundvattnet längs med gränsen mot Gjutmästaren 4 (se figur 1 och bilaga 9). Inga halter av nedbrytningsprodukterna DCE och VC har påvisats i jord eller porluft på området. På Gjutmästaren 4 och 5 finns kända verksamheter där PCE eller TCE har hanterats samt påträffats i höga halter i grundvattnet. Föroreningen bedöms därmed kunna spridas med grundvattnet in på Gjutmästaren 6, vilket sannolikt har resulterat i föroreningen i provpunkt 19R01 och möjligen även punkt 18R06. Det går dock inte att utesluta påverkan från verksamhet inom Gjutmästaren 6.

Inom Gjutmästaren 6 förekommer PCE, TCE och DCE även i porluften under hus 2 och 5 vilket kan indikera att spridning sker under källarkonstruktionen från Gjutmästaren 4 och 5 alternativt från hantering av klorerade lösningsmedel inom Gjutmästaren 6. Ledningar förekommer i potentiell spridningsriktning från

Gjutmästaren 4 och 5 till hus 2 och 5, vilket kan ha underlättat spridning till Gjutmästaren 6. Längs dessa system har ofta jorden en högre permeabilitet än jorden i området runtom vilket medför att flödes hastigheten är mycket högre än för omkringliggande mark. Ledningsgravar kan även utgöra spridningsväg för föroreningar som förekommer i gasfas.

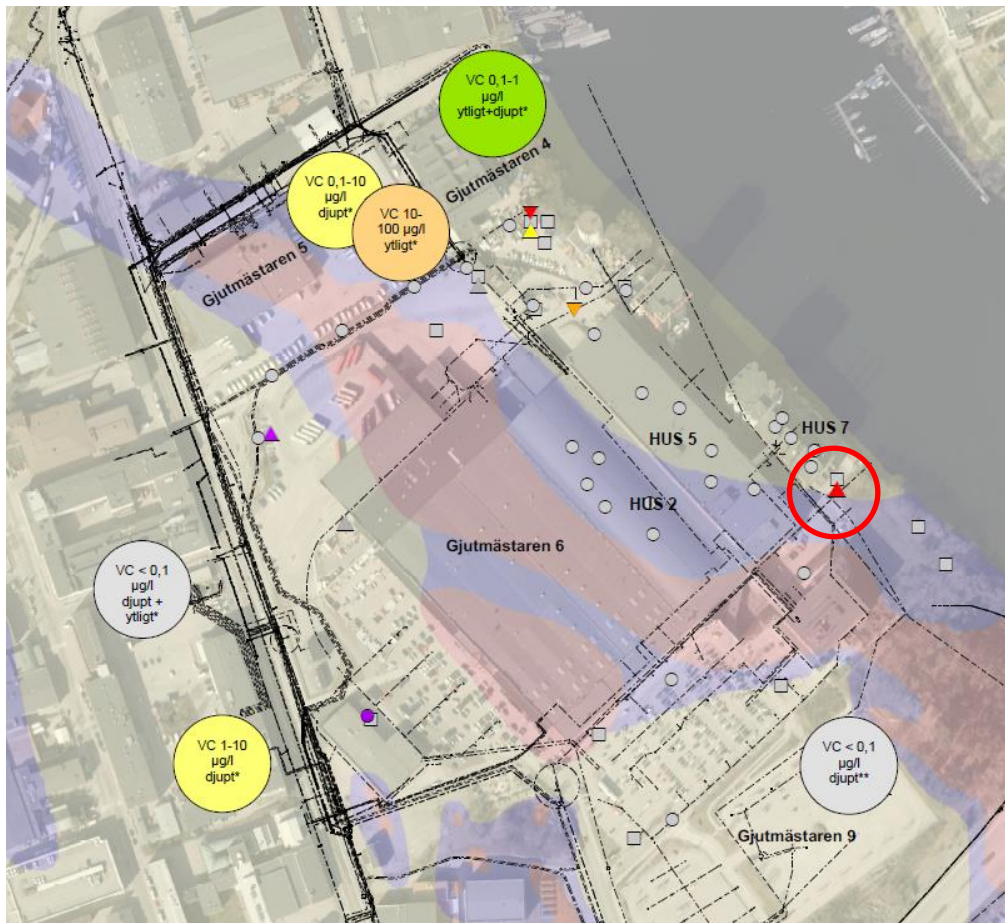
Ytligt förekommande berg inom området kan innebära en barriär mot spridning mellan den norra-nordöstra delen och västra-södra delen av områden, förutsatt att berget är sprickfritt. Det kan dock förekomma sprickor i berget där föroreningen kan spridas. Med anledning av förekommande berg och bedömd spridningsriktning i grundvatten, bedöms dock påträffade föroreningar i norra-nordöstra delen av Gjutmästaren 4, 5 och 6 inte spridas i någon större grad mot den västra-södra delen av området. Påträffade föroreningar av klorerade alifater inom Gjutmästaren 6 i området vid 18R26, 18R29, 22R01B och 22R02 påverkas därmed sannolikt inte från det norra området. Föroreningssituationen av klorerade alifater i detta område har i stället sannolikt sitt ursprung i verksamhet på Gjutmästaren 6 då föroreningen bland annat påträffats i jord, från ytliga jordlager till djupare. Spridning i grundvatten till detta område kan även ske från fastigheterna Induktorn 27 och 28 där förorening av klorerade alifater i grundvattnet har konstaterats.

Förekomsten av klorerade alifater i sydvästra delen av området vid provpunkten 20R19 kan ha sitt ursprung i verksamhet på Gjutmästaren 6 då byggnaden i anslutning till provpunkten tidigare använts som verkstad. Väster om områdena inom Gjutmästaren 6 där förhöjda halter av klorerade alifater påträffats förekommer även andra verksamheter som hanterat klorerade lösningsmedel (halter av TCE, DCE och VC har påvisats väster om Gjutmästaren 6, se Figur 17, Figur 18 och bilaga 9), vilket gör att man inte kan utesluta en spridning från den västra omgivningen till Gjutmästaren 6. Ost-sydost om den tidigare bryggeribyggnaden har halter av PCE och DCE detekterats i porluft i provpunkt 20R13. Det är okänt vad som är källan till föroreningen men provpunkten ligger nära hus 2 där klorerade lösningsmedel kan ha hanterats.



Figur 17. Påträffade halter av PCE är markerade med lila (cirkel avser porluft och fyrkant jord) färgad trekant avser halter i grundvatten. Se bilaga 9 för utförlig teckenförklaring. I figuren visas också vilka byggnader som har tillhört Prippts verksamhet.

Avvikande halter av DCE och VC förekommer öster och söder om hus 7 intill Bällstaviken, i djupt grundvatten men har inte påvisats i omkringliggande porluft eller jord. Källområdet kan utifrån utförda undersökningar inte bestämmas, men bör ha sitt ursprung i verksamhet inom Gjutmästaren 6 och/eller spridning från Gjutmästaren 4 och/eller 5. Det förekommer ett flertal ledningar samt kajkonstruktioner i mark som föroreningen av TCE skulle kunna spridas via och brytas ned till VC. På grund av för liten vattentillgång och få installerade rör lokaliserade i den sydvästra delen av undersökningsområdet är föroreningssituationen i grundvattnet inte känd där vilket medför att källområdet inte kan fastställas.



Figur 18. Påträffade halter av VC är markerade med lila (cirkel avser porluft och fyrkant jord) färgad trekant avser halter i grundvatten. Grå färg innebär att halter inte detekterats. Rött område avser berg och svarta linjer ledningar. Se bilaga 9 för utförlig teckenförklaring. Röda ringar avser påträffade halter av VC med osäkert källområde.

9.3.2

Hälsorisker

Hälsoriskerna med klorerade alifater för människor utgår från exponeringsrisken inandning av ånga. Vid planerad markanvändning bedöms inandning av ångor av människor som vistas i byggnader utgöra den största risken. Halterna som har uppmätts i porluft med antagen konservativ utspädningsfaktor (1/100) underskrider dock riktvärdena för inomhusluft med god marginal.

Både WHO och IMM anger en lågrisknivå på $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för TCE och en lågrisknivå på $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för PCE. Högsta uppmätta halter i föreliggande utredning uppgår till $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för trikloreten och $580 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för tetrakloreten. Det motsvarar en halt i inomhusluft på $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med en utspädningsfaktor på 1/100. Där halterna i yttligt grundvatten är som högst för PCE och TCE (19R01) är motsvarande halt i porluften $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för PCE och $0,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och för TCE. VC, som är den mest hälsoskadliga klorerade alifaten, har endast kunnat uppmätas i

en provtagningspunkt, trots att halter i ytligt grundvatten påträffats i halter upp till 341 µg/l och upp till 7 950 µg/l i djupt grundvatten.

Påträffade halter i det djupa grundvattnet förekommer under lerlagret som tillsammans med det ytliga vattnet fungerar som ett skydd mot förångning uppåt i markprofilen. Det minskar exponeringsrisken från det djupa grundvattnet och innebär därmed ingen trolig hälsorisk. PCE och TCE har påträffats i jord i halter överstigande riktvärdet för MKM. Styrande för riktvärdet är skydd av grundvatten men halten överskrider inte de enskilda exponeringsvägarna för hälsorisker. Halter av klorerade alifater i porluft kan dock variera kraftigt över tid. Det går därför inte att utesluta att halterna i porluft kan komma att öka eller minska över tid och uppföljande provtagning har visat på ökande halter.

9.3.3

Miljörisker

Klorerade alifater har påträffats i mycket höga halter i grundvatten. Då aktuellt undersökningsområde gränsar till ytvattnet Bällstaviken har en riskbedömning avseende risk för spridning till ytvattnet och påverkan på miljökvalitetsnormerna genomförts. Resultat och genomförande av riskbedömningen presenteras nedan.

Klorerade alifater har påträffats i fyra punkter inom området, både ytligt och djupt i 18R06 och 19R01 (norra hörnet mot Bällstaviken), djupt i 19R01 (sydöstra hörnet mot Bällstaån) samt djup i 18R29 där en hot spot i jord påträffats vid f.d. Hus 25 verkstad (se figur 9). Då klorerade alifater har påträffats i olika akvifärer i olika delar av fastigheten har området delats in i två områden för att påverkan på ytvatten ska kunna beräknas. Det norra området uppskattas omfatta en sträcka om ca 90 meter längst med Bällstaviken; från gränsen mot Gjutmästaren 4 och fram till huvudbyggnadens norra hörn, detta kallas området nord nedan. Det södra området uppskattas omfatta en sträcka om ca 275 m längst med Bällstaviken; från huvudbyggnadens norra hörn till fastighetsgränsen mot sydost och benämns nedan område syd.

För att bedöma huruvida påträffade halter i grundvattnet på fastigheten Gjutmästaren 6 kan medföra att halterna i Bällstaviken överskrider MKN har belastningsberäkningar genomförts för respektive tvärsnitt, se bilaga 11a och b. Grundvattenflödet (Q_{gv}) [$m^3/tidsenhet$] har beräknats genom Darcys lag; $Q=K*i*A$, där K är den hydrauliska konduktiviteten [$m^3/tidsenhet$], i är den hydrauliska gradienten [enhetslöst] och A är den tvärsnittsarea [m^2] genom vilken grundvattnet flödar. Då flera av dessa parametrar är okända har en viss känslighetsanalys av modellen genomförts.

För att kunna genomföra beräkningarna behöver en del information tas fram. Nedan presenteras information som är gemensam för båda tvärsnitten samt förklaras motiveringen till de olika intervall som testats samt generella antaganden för respektive tvärsnitt.

Generella antaganden:

- Grundvattnet står i direkt förbindelse med ytvatten, dvs ingen utspädning, dispersion, fastläggning eller eventuell abiotisk eller biologisk nedbrytning har tagit i beaktande.
- Utgående grundvatten från fastigheten mynnar i sin helhet ut i Bällstaviken.
- Asfalterad yta är tät och inget läckage sker från dagvattennätet.
- Låg/ingen bakgrundshalt av klorerade kolväten i Bällstaviken.
- MKN för vinylklorid saknas men har utifrån ämnets farlighet och vid jämförelse med MKN för tetra och trikloreten (MKN 10 µg/l) har en bedömningsgrund för vinylklorid antagits till 5 µg/l.

Bakgrundshalt i Bällstaviken

Bällstaviken ingår i vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön (VISS, 2022). Provtagning av tetrakloreten och trikloreten har genomförts vid två tillfällen inom vattenförekomsten. År 2008 analyserades ämnena vid en screeningundersökning av vattendirektivets prioriterade ämnen och år 2003 genomfördes en screeningundersökning av vattendirektivets prioriterade ämnen i sediment. Inget av ämnena har påvisats.

Flöde i Bällstaviken

Närmaste mätpunkt av flöde som redovisas av SMHI:s vattenwebb, hydrologiskt nuläge, ligger i Bällstaån, ca 1 km innan mynningen i Bällstaviken (punkt 63477). Ån är här ca 15 meter bred och har ett högmedelflöde (MHQ) på ca 4 m³/s. Då Bällstaviken är ca 150 bred på den aktuella platsen antas ett maxflöde uppgå till minst 10 ggr maxflödet i Bällstaån dvs. 40 m³/s och ett lågmedelflöde (MLQ) antas uppgå till ca 4 m³/s vilket motsvarar MHQ i ån.

Gradient:

Då gradienten inte är helt känd har tre olika värden använts vid beräkningarna som visar högsta, medel respektive lägsta antagna gradient utifrån Swecos modelleringar, se *figur 6*.

- Antaget värde 1%
- Rimligt lägsta värde 0,5 %
- Rimligt högsta värde 5 %.
- Hur gradienten påverkar belastningen redovisas under rubriken "Gradient" i bilaga 11a och b.

9.3.3.1 Område nord

Utifrån punkternas läge och modellering av grundvattenströmningens riktning bedöms grundvatten från punkt 18R06 och 19R01 ha en utströmning rakt mot Bällstaviken i den norra delen av fastigheten. De geologiska utredningarna som utförts inom ramen för denna undersökning samt av Sweco (Ulvsunda industriområde, Tvärsnitt) visar att det i detta område förekommer fyllning bestående av sandigt grus i de översta två metrarna under markytan vilken

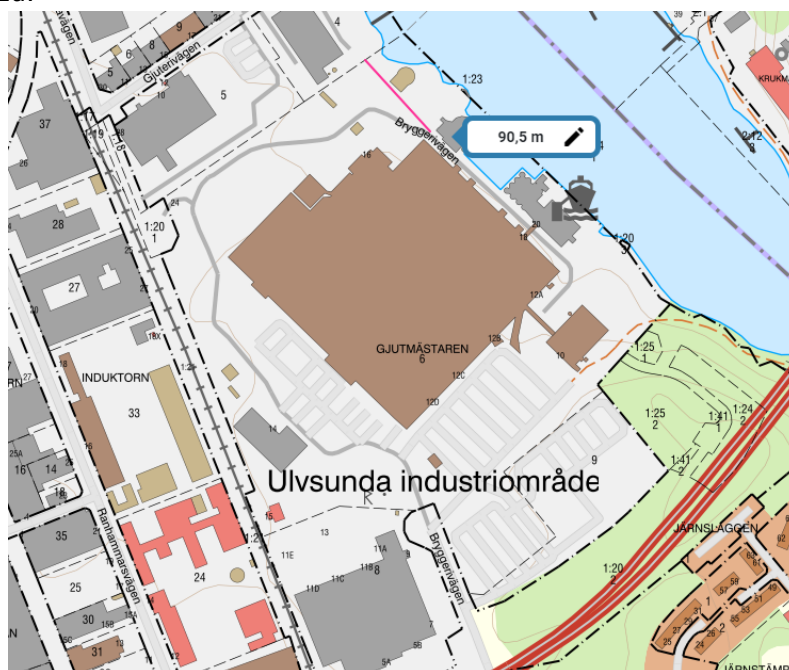
underlagras av ett tunnare lager av gyttja följt av ett mäktigt lager med lera. Under leran finns ett tunnare lager morän innan berget slutligen tar vid.

Berget sluttar brant uppåt in mot mitten på fastigheten, vilket framgår av figur 5 och delar därmed av fastigheten i två delar. Det djupare grundvattnet i den västra delen av fastigheten bedöms därmed inte stå i direkt förbindelse med grundvattnet i den östra delen. Detta innebär att det djupa grundvattnet, i vilket klorerade alifater har påträffats i punkt 18R29 inte bedöms strömma i riktning mot Bällstaviken utan hindras av berget. Det mäktiga lerlagret som omger den djupa grundvattenakvifären i anslutning till Bällstaviken (som är avsevärt grundare än lerlagrets botten) bedöms vidare i kombination med vattentrycket från ytvattenmassorna fungera som en effektiv barriär mot läckage från djupt grundvatten till Bällstaviken. Därmed bedöms enbart läckage från ytligt grundvatten från den norra delen av fastigheten kunna ske ut till Bällstaviken.

Ytan från vilken det ytliga grundvattnet bedöms kunna strömma ut till Bällstaviken i den norra delen har bedömts uppgå till ca 2 meter (höjden på genomsläppliga fyllnadsmassor) x 90 meter (längden på sträckan mot Bällstaviken), se Figur 19.

- Antaget värde 90 m (Area 180 m²)
- Rimligt värde 120 m (area 240 m²)
- Rimligt värde 150 m (area 300 m²)

Hur tvärsnittets längd påverkar belastningen redovisas under rubriken "Tvärsnitt" i bilaga 11a.



Figur 19. Tvärsnitt nord markerat med rosa linje. Sträckan är ca 90 meter.

Halt klorerade alifater

I ytligt grundvatten i punkterna 18R06 och 19R01 har ämnet vinylklorid uppmätt i högst halter och får därmed antas kunna läcka ut i högst koncentrationer. Medelvärde av vinylklorid i de högsta uppmätta halterna från de båda proven från punkterna 18R06 och 19R01 har använts (190 µg/l). Ett rimligt högsta värde har antagits vara 400 µg/l baserat på det högst uppmätta värdet avrundat till närmaste hundratal uppåt. Ett rimligt lägsta värde har antagits vara 40 µg/l som uppmäts i punkt 18R06. Provtagning har gjorts vid tre tillfällen i respektive provpunkt och minskande halter har noterats, vid de senaste provtagningarna har halterna visat <1,0 µg/l. Det bedöms därför inte troligt att halterna överstiger de antagna värdena.

- Antaget värde: 190 µg/l
- Rimligt högsta värde: 400 µg/l
- Rimligt lägsta värde: 40 µg/l

Koncentrationen av vinylklorid är känd i vissa punkter, genom att anta att dessa är densamma över hela tvärsnittet kan en mängd förorening som passerar tvärsnittet per år uppskattas. Om detta tvärsnitt sedan antas stå i direktkontakt med ytvattnet och flödet på ytvattnet kan uppskattas kan en halt i ytvattnet beräknas.

Konduktivitet;

Den hydrauliska konduktiviteten har antagits till $3 \cdot 10^{-2}$ i fyllnadsmassorna utifrån utförd jordartbedömning.

Resultat och bedömning:

De olika scenarierna för område nord redovisas i bilaga 11a. Halt i Bällstaån har beräknats till mellan 0,03 och 45 µg/l beroende på en kombination av parametrar. Enbart scenarier med lågt flöde i kombination med maximala halter och maximalt tvärsnitt gav en koncentration över bedömningsgrunden för Bällstaviken. Totalt beräknas belastningen på Bällstaviken uppgå till 10-talet kilon per år (32,38 kg enligt utfallet med rimlig kombination av parametrar). Storleken på belastningen förändras proportionellt mot storleken på den hydrauliska konduktiviteten, dvs en storleksordning lägre hydraulisk konduktivitet medför en storleksordning lägre belastning.

Varken tvärsnittsarean, gradienten eller konduktiviteten påverkar halten i Bällstaviken avsevärt (beräknad halt i Bällstaviken 0,01-1,28 µg/l). Störst påverkan har ett lågt flöde i Bällstaviken. Vid ett rimligt scenario beräknas halten i Bällstaviken till 0,03 µg/l vilket motsvarar 1 % av bedömningsgrunden. Spridningen av föroreningar från klorerade alifater bedöms därmed inte medföra någon betydande påverkan på miljökvalitetsnormerna i Bällstaviken.

9.3.3.2

Område syd

Utifrån punktens läge och modellering av grundvattenströmningens riktning bedöms grundvatten från punkt 19R07 ha en utströmning rakt mot Bällstaviken i

den södra delen av fastigheten. De geologiska utredningarna som utförts inom ramen för denna undersökning samt av Sweco (Ulvsunda industriområde, Tvärsnitt) visar att det i detta område förekommer fyllning bestående av ett tunt lager (<1m) vilken underlagras av ett tunnare lager av gyttja följt av ett flera meter mäktigt lager med lera. Leran underlagras av ett ca 2 meter tjockt lager morän innan berget tar vid. I den sydligaste delen underlagras fyllningsmassorna direkt av berg. Till skillnad från det norra området bedöms dock moränen kunna stå i kontakt med Bällstaån.

Berget sluttar brant uppåt in mot mitten på fastigheten, vilket framgår av figur 5 och delar därmed av fastigheten i två delar. Det djupare grundvattnet i den västra delen av fastigheten bedöms därmed inte stå i direkt förbindelse med grundvattnet i den östra delen. I den södra delen av fastigheten har klorerade alifater uppmätts i punkt 19R07 i djupt grundvatten. Avsaknaden av det ytliga markvattnet i fyllnadsmaterialet medför att eventuell transport till Bällstaån är försumbar, varför belastningen på Bällstaån enbart utgått från spridning genom moränen.

Ytan från vilken det djupa grundvattnet bedöms kunna strömma ut till Bällstaviken i den södra delen har bedömts uppgå till ca 2 meter (höjden på genomsläpplig morän) x 275 meter (längden på sträckan mot Bällstaviken), se Figur 20.

- Antaget värde 275 m (Area 550 m²)
- Rimligt värde 250 m (area 480 m²)
- Rimligt värde 225 m (area 450 m²)

Hur tvärsnittets längd påverkar belastningen redovisas under rubriken "Tvärsnitt" i bilaga 11b.

Resultat och bedömning:

De olika scenarierna för område norr redovisas i bilaga 11b. Halt i Bällstaån har beräknats till 0 µg/l oavsett vilken kombination av parametrar som använts. Totalt beräknas belastningen från Område syd uppgå till mindre än 1 kg per år.

9.3.3.3 Kombinerad belastning

Totalt uppskattas belastningen från Område norr uppgå till tiotalet kg per år och område syd till mindre än ett kilo per år. Antaget att ca 40 kg når Bällstaviken årligen, medför det att belastningen kan förorena upp till ca 8 miljoner m³ vatten upp till bedömningsgrunden, dvs ca 0,6 % av det totala flödet. Baserat på antagandena presenterade ovan bedömer Ramboll att belastningen från fastigheten utgör en mycket liten påverkan på Bällstaviken och risken att Bällstaviken viken skulle påverkas negativ som mycket låg.

Eftersom bedömningsgrunden för vinylklorid är hälften av bedömningsgrunden för PCE och TCE, och uppmätta halter av dessa är lägre än för vinylklorid, bedöms inte heller dessa medföra en belastning som bedöms påverka Bällstaån negativt.

9.4 Variation av halter över tid

En variation av halterna mellan provtagningstillfällena har påvisats. Haltvariationer i grundvatten orsakas ofta av variationer i grundvattenståndet, vilket kan påverka nedbrytningsprocesser och orsaka utspädning. Störst variation kan ses i ytligt grundvatten och av VC som är mycket lättflyktigt. Variationerna bedöms bero på att det ytliga grundvattnet står i kontakt med syre i högre grad. Vid kontakt med syre bryts VC ned mycket snabbt.

9.5 Mätbara åtgärds mål

För jord föreslås MKM användas för asfalterade ytor. För parkmark har platsspecifika riktvärden tagits fram vilka redovisas i kapitel 6. Vidare har beräkningar utförts för att kontrollera om vistelse i byggnader kan innebära en risk då barns vistelsetid kan komma att överskrida de 60 dagar/år som gäller för MKM. Istället har barns vistelsetid antagits vara 90 dagar/år vilket motsvarar 2 timmar/dag. Samtliga riktvärden presenteras i kapitel 6.

9.6 Osäkerheter och kunskapsluckor

Baserat på tillgängligt underlag bedömer Ramboll att det fortsatt finns vissa osäkerheter angående föroreningssituationen på fastigheten. Följande osäkerheter har identifierats:

- Grundvattnets strömningsriktning bedöms ha inverkan på föroreningssituationen i aktuellt område men bedöms inte vara utredd i tillräcklig utsträckning för att fastställas. Aktuellt område är belägen i den av Sweco framtagna modellens utkant vilket kan ge missvisande resultat. Det saknas mätningar av grundvattennivåer sydost om det aktuella området. Enligt Rambolls modellering (se figur 7) bedöms grundvattnet snarare ha en riktning rakt mot Bällstaviken.

- Föroreningar av klorerade lösningsmedel är inte avgränsade, vilket gör att det finns en osäkerhet gällande utbredning inom fastigheten, både i plan och djup.
- Det finns ett flertal verksamheter i Ulvsunda industriområde som hanterat klorerade lösningsmedel och det finns fortsatt osäkerheter gällande påträffade föroreningars ursprung och källområden. I provtagningspunkt 18R29 samt omgivande punkter där klorerade alifater påträffats även i jord är sannolikt ursprunget till föroreningen, åtminstone delvis, verksamhet på platsen. Det går dock inte att utesluta påverkan från verksamheter i omgivningen. I provpunkt 19R01 och 18R06 bedöms källan vara huvudsakligen från den före detta kemptvätten på Gjutmästaren 4. Det går dock inte att utesluta påverkan från verksamhet på Gjutmästaren 5 eller Gjutmästaren 6. Påträffade halter av klorerade alifater i grundvatten i provtagningspunkt 19R07 och i porluft i provtagningspunkt 20R19, kan ha ett ursprung i tidigare verksamhet på Gjutmästaren 6 men andra källor kan inte uteslutas.
- Det kan inte utifrån utförda undersökningar utredas källområden för påträffad förorening av PFAS i grundvatten. En sannolik källa är Bromma flygplats där bland annat användning av skumsläckmedel förekommit på brandövningsplatser och förekomst av PFAS i grundvattnet har konstaterats. Andra källor kan dock inte uteslutas.
- Det förekommer förhöjda halter av arsenik (över riktvärdet för MKM i jord) strax öster om fastighetsgränsen för Gjutmästaren 9. Dessa uppmätta halter har ej avgränsats in mot Gjutmästaren 9.
- Halter i porluft och inomhusluft kan variera över tid. Det går därför inte att utesluta att högre halter än de uppmätta kan förekomma och att en ökning kan komma att ske över tid. Fortsatt kontroll av porluft och inomhusluft rekommenderas därför.
- Stora delar av undersökningsområdet har inte kunnat provtas på grund av att befintliga byggnader utgör stora ytor av undersökningsområdet. Föroreningsnivåerna i mark och grundvatten under byggnaderna är därför okänd.

Kompletterande utredning av ovan nämnda punkter kan bidra till en mer säker bild av föroreningarnas utbredning, spridning samt risk för människors hälsa och miljön.

10. Sammanfattande nulägesbeskrivning

10.1.1 Jord

Förorening förekommer i jord inom området, men mestadels i halter under MKM och framtagna platsspecifika riktvärden (PRSV) och därmed under de bedömningsgrunder som är aktuella för området. Från de undersökningar som gjorts fram till 2021 drogs slutsatsen att det fanns några provpunkter där risk kan förekomma baserat på planerad markanvändning enligt etapp 1. Dessa punkter

har avgränsats i den kompletterande undersökning som genomfördes under våren 2022 och är lokaliserade kring punkt 19R07 i anslutning till hus 7AB samt kring punkterna 18R29 och 22R02 i fastighetens nordvästra hörn. I dessa områden rekommenderas sanering i form av schaktning och omhändertagande av massor för att säkerhetsställa att inga oacceptabla risker föreligger för människors hälsa eller miljön. Efter utförd efterbehandling bedöms inga risker föreligga utifrån nu kända föroreningar och planerad markanvändning enligt etapp 1.

10.1.2

Grundvatten

Generellt har låga till måttliga halter av metaller uppmätts i grundvatten inom området. I flera av grundvattenrören har nickel uppmätts i vad som bedöms som hög halt enligt SGU:s bedömningsgrunder. I ett grundvattenrör har arsenik uppmätts i hög halt vid ett tillfälle. Inget av proverna överskrider dock Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten med avseende på metaller och någon risk för människors hälsa eller miljön bedöms inte föreligga.

Gällande petroleumkolväten har alifater uppmätts i "mycket allvarlig halt" enligt Naturvårdsverkets riktvärden i en punkt men hade vid uppföljande provtagning sjunkit till "allvarlig halt". Samtliga uppmätta halter av petroleumkolväten samt PAH underskrider nu SPI:s riktvärden för bevattning samt miljörisker i ytvatten respektive våtmarker. Någon risk för människors hälsa eller miljön bedöms inte föreligga med avseende på dessa ämnen.

PFAS har analyserats i fem djupa grundvattenrör samt i ett ytligt. I det ytliga samt i fyra av de djupa rören har PFAS detekterats i halter över rapporteringsgränsen. I två av grundvattenrören överskrider Livsmedelsverkets åtgärdsgräns för dricksvatten samt miljö kvalitetsnormen för grundvatten. PFOS har påträffats i ett ytligt grundvattenrör i halter över SGI:s riktvärde för PFOS i grundvatten. Däremot underskrider SGI:s riktvärde för skydd av ytvatten varför risken för påverkan på ytvatten inte bedöms som oacceptabel. För PFAS saknas riktvärde för påverkan på ytvatten. Enligt Naturvårdsverkets vägledning (Naturvårdsverket, 2019) kan man dock beräkna summan av 7 PFAS och jämföra halten med riktvärdet för PFOS. Vid denna jämförelse tas höjd för eventuella andra PFAS-ämnen som kan förekomma. Beräknad halt av summa 7 PFAS underskrider riktvärdet för PFOS och någon oacceptabel bedöms därmed inte föreligga med avseende på ytvatten. Då inget grundvatten tas ut från fastigheten bedöms heller inga risker föreligga för människors hälsa med avseende på PFAS-ämnen. Både Livsmedelsverket och SGI har nyligen lämnat förslag på nya gränsvärden respektive riktvärden för PFAS som är ute på remiss vid upprättandet av denna rapport. Nytt är att förslagen baseras på PFAS₄ istället för som tidigare 7 respektive 11 PFAS-ämnen. Livsmedelsverkets förslag innebär rejäla sänkningar av gränsvärden för PFAS i dricksvatten. SGI:s förslag innebär en sänkning av det hälsoriskbaserade riktvärdet samt riktvärde för skydd av grundvatten medan riktvärdet för skydd av ytvatten föreslås oförändrat jämfört med de riktvärden som tidigare tagits fram för PFOS (SGI, 2015). Då såväl Livsmedelsverkets som SGI:s sänkningar baseras på intag av grundvatten som dricksvatten och då

riktvärdet för skydd av ytvatten inte förändras bedöms de föreslagna sänkningarna inte medföra någon annan bedömning.

Klorerade lösningsmedel har påträffats i grundvattenrör 18R06 (ytlig och djup), 18R29 (djup) 19R01 (ytlig och djup) samt i 19R07 (djup). Fördelningen mellan Tetrakloreten och dess nedbrytningsprodukter varierar mellan provpunkterna. I provpunkt 19R01 som ligger nära den f.d. kemtvätten på Gjutmästaren 4, dominerar tetra och trikloreten i halter som bedöms som mycket höga för båda ämnena. I punkt 18R06 som ligger i samma del av fastigheten som punkt 19R01 har tetra och trikloreten endast uppmätts i måttliga halter medan vinylklorid har uppmätts i halter mycket över den holländska aktionsnivån. Källan bedöms även här vara kemtvätten på Gjutmästaren 4. I punkt 18R29 har tetrakloreten uppmätts i mycket hög halt och trikloreten i hög halt. Vinylklorid har vid uppföljande mätning 2022 uppmätts i extremt höga halter (7950 µg/l jämfört med holländsk aktionsnivå som är 5 µg/l). I anslutning till denna punkt har klorerade lösningsmedel påträffats även i jord och misstänkts komma från en källa på aktuell fastighet (f.d. verkstadsbyggnad). I punkt 19R07 har endast vinylklorid påträffats men i mycket höga halter. Källan till föroreningen har inte kunnat härledas.

Vidare har en riskbedömning gällande påverkan med avseende på klorerade alifater på ytvatten, Bällstaviken, genomförts. Resultatet visar att det inte föreligger någon risk för påverkan på miljö kvalitetsnormerna i Bällstaviken för dessa ämnen varken med nuvarande eller planerad markanvändning enligt etapp 1.

Då halterna klorerade alifater i grundvatten är mycket höga har mätning av porgas och inomhusluft genomförts för att kunna bedöma riskerna för påverkan på människors hälsa. Resultatet av mätningarna redovisas nedan.

10.1.3 Porgas
Vid samtliga mätpunkter och mättillfällen underskreds riktvärdena för lågrisknivåer från WHO (2000) och IMM (1998) för klorerade alifater och dess nedbrytningsprodukter. Några risker för människors hälsa bedöms därmed inte föreligga i nuläget och människor kan vistas i byggnaderna utan risk vid planerad markanvändning enligt Etapp 1.

10.1.4 Inomhusluft
En inomhusmiljöutredning utfördes under 2019 (Ramboll, 2019b) och syftade till en första riskbedömning av föroreningar i byggnaden samt möjligheten till ändrad användning av delar av fastigheten. Syftet med denna undersökning var att komma fram till byggnadernas lämplighet för bostadsändamål. Provtagning skedde av betong samt av luft. En kompletterande provtagning av inomhusluft, enbart avseende klorerade lösningsmedel, i hus 2 och 5 utfördes under 2022. Resultaten från betongprovtagningen visade på halter av oljeförorening i nivå med KM (Ramboll, 2019b). Luftprovtagningen visade på låga halter av flyktiga

organiska föreningar, flyktiga halogenerade organiska föreningar samt PAH:er. Halterna var i alla prov utom ett under nivåerna för $RISK_{INH}$ samt RfC_{inh} (Naturvårdsverkets modell för förorenad mark, inhalation av ångor, ursprungligen sammanställda data av WHO). Utredningens slutsats är att byggnaderna kan användas till bostadsändamål under förutsättning att sanering av de förorenade betonggolven och väggarna utförs. För mer information angående slutsatser och rekommendationer hänvisas till utredningen (Ramboll, 2019b).

10.1.5

Sammanfattande bedömning

Utifrån genomförda undersökningar kan konstateras att det förekommer föroreningar på fastigheten i såväl jord som i grundvatten, i porgas och inomhusluft i byggnader samt i betong i byggnader. Resultatet av genomförda riskbedömningar visar dock att halterna i grundvatten, porgas, inomhusluft och betong i byggnader inte överskrider tillämplbara riktvärden för den planerade markanvändningen. Föroreningar i jord över tillämpade riktvärden har påträffats i två punkter. Efter genomförd rekommenderad efterbehandlingsåtgärd i jord bedöms inga oacceptabla risker föreligga med planerad ändrad markanvändning varken för människors hälsa eller för miljön.

11. Förslag till åtgärder

I punkt 19R07 i anslutning till hus 7AB har förorening av metaller och PAH påträffats i halter över MKM. I punkt 18R29 och 22R02 i fastighetens nordvästra hörn har klorerade alifater i form av tetrakloreten påträffats i halter över MKM och i punkt 22R02 även trikloreten i djupare jordar (4-5 m u my). I dessa områden rekommenderas sanering i form av schaktning och omhändertagande av massor för att säkerhetsställa att inga oacceptabla risker föreligger för människors hälsa eller miljön. Under pågående schaktarbeten ska miljökontroll utföras, då ingen förklassificering av massor tidigare har utförts på området. Miljökontroll ska utföras genom kontroll av schaktbottnar och -väggar efter avslutad sanering samt genom provtagning av uppschaktade massor. En anmälan enligt 28 § Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd ska lämnas in till tillsynsmyndigheten senast 6 veckor innan åtgärden påbörjas. Åtgärds målet för de båda områdena bedöms vara MKM. Då det förekommer föroreningar av klorerade alifater och PFAS/PFOS i grundvattnet är kontroll av eventuellt länshållningsvatten viktigt om schaktarbeten utförs under grundvattennivån. På grund av länshållningsvattens höga grumlighet bör även metaller och PAH kontrolleras.

Utförd riskbedömning baserat på tillgängligt underlag har visat att det i nuläget inte föreligger någon risk för människors hälsa med avseende på påträffade föroreningar i grundvatten. Vilka halter av klorerade alifater som avges till luft kan dock variera och ett kontrollprogram för mätning av porluft och inomhusluft rekommenderas därför upprättas. Om halterna ökar över tid kan åtgärder behöva genomföras i byggnaderna för att ventileras bort gasen. Vid kommande planerade

ombyggnader bör detta beaktas och man bör förbereda för och möjliggöra för sådana lösningar exempelvis genom tätskikt/ventilation.

För rekommendationer och åtgärdsförslag gällande konstruktionsmaterial i byggnader hänvisas till Rambolls tidigare utredningar med avseende på byggnadsmaterial (Ramboll, 2019b), (Ramboll, 2019c).

Framtida åtgärdsbehov är kopplat till den planerade markanvändningen enligt etapp 1. Om markanvändningen i framtiden ändras kommer en ny riskbedömning behöva genomföras.

12. Referenser

- Arbetsmiljöverket. (2015). *Marksanering - om hälsa och säkerhet vid arbete i förorenade områden*. Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Europaparlamentet. (2013). *Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU av den 12 augusti 2013 om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område*. Europaparlamentet.
- Europeiska kommissionen. (2018). *Kommissionens tillkännagivande om teknisk vägledning om klassificering av avfall*. .
- Geosigma. (2012). *Förstudie Ulvsunda industriområde, programsamråd*.
- Golder. (2020). *Miljöteknisk markundersökning - Gjutmästaren 5*. Golder Associates AB.
- IMM. (1998). *Risk assessment of carcinogenic air pollutants, Institutet för miljömedicin, IMM-rapport 1/98*.
- KEMI. (2021). *Kunskapssammanställning om PFAS, PM 1/21*. Kemkalieinspektionen.
- Liljemark. (2020). *Kompletterande miljöteknisk markundersökning i Ulvsunda industriområde*. Liljemark Consulting AB.
- Livsmedelsverket. (2011). *Livsmedelsverket föreskrifter om dricksvatten SLVFS 2001:30, rev LIVSFS 2011:3*.
- Livsmedelsverket. (2018). *Riskhantering - PFAS i dricksvatten och fisk - Åtgärdsgränser*. Hämtat från <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser> den 3 juni 2019
- Naturvårdsverket. (1999). *Metodik för inventering av förorenade områden, Rapport 4918*.
- Naturvårdsverket. (2007). *Klorerade lösningsmedel - Identifiering och val av efterbehandlingsmetod. Rapport 5663*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2013). *Klassning av farligt avfall - detta är farligt avfall*. .
- Naturvårdsverket. (2016). *Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning, Rapport 5976, September 2009 (Riktvärdena uppdaterade 2016)*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (den 06 07 2016b). *Beräkningsprogram riktvärden mark, version 2.0.1*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2019). *Vägledning om att riskbedöma och åtgärda PFAS-föroreningar inom förorenade områden, rapport 6871*. Naturvårdsverket.
- Ramboll. (2018a). *Översiktlig miljöteknisk markundersökning - Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde*. Ramboll Sweden AB.
- Ramboll. (2018b). *PM- Inventering av föroreningssituation och miljöstörande verksamheter, Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde*. Ramboll Sweden AB.
- Ramboll. (2019a). *Utökad miljöteknisk undersökning, Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde*. Ramboll Sweden AB.
- Ramboll. (2019b). *Innemiljöutredning inför framtida ombyggnationer av Gjutmästaren 6, Stockholm*. Göteborg: Ramboll.

- Ramboll. (2019c). *Gjutmästaren 6, miljöutredningar, Byggmiljöinventering*. Ramboll.
- Ramboll. (2021a). *Kompletterande miljöteknisk markundersökning i, Gjutmästaren 6 och 9 i Ulvsunda industriområde*. Ramboll Sweden AB.
- Ramboll. (2021b). *Gjutmästaren 6 och 9 - Kompletterande dagvattenutredning - Etapp 1*. Ramboll Sweden AB.
- Ramboll. (2021c). *PM Ledningssamordning*. Ramboll Sweden AB.
- Regeringskansliet. (2016). *Utredningen om spridning av PFAS-föroreningar i dricksvatten (M 2015:B)*. Regeringskansliet.
- RIVM. (den 1 juli 2013). *Soil remediation circular 2013, version of 1 july*. Hämtat från <http://enviroeng.eu/wp-content/uploads/2022/01/LISTA-HOLANDESA-2013.pdf>
- SGI. (2015). *Preliminära riktvärden för högfluorerade ämnen (PFAS) i mark och grundvatten, SGI Publikation 21*. Sveriges Geologiska Institut.
- SGU. (2013). *Bedömningsgrunder för grundvatten, SGU-rapport 2013-01*. Sveriges Geologiska Undersökning.
- SGU. (2013). *SGU-FS 2013:2*. SGU.
- SPBI. (2014). *SPI Rekommendation: Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar*. Drivkraft Sverige (tidigare SPBI).
- Statens geotekniska institut. (2015). *Preliminära riktvärden för högfluorerade ämnen (PFAS) i mark och grundvatten*. Linköping: SGI.
- Stockholm stad. (2017). *Startpremorier för planläggning av Bällsta Hamn (Masugnen 1, Ulvsunda 1:14, Gjutmästaren 3, 4, 6 och 9 samt Valsverket 10 m.fl.) i stadsdelen Ulvsunda industriområde (ca900-1200 bostäder), dnr 2015-11048*. Stockholm stad.
- Stockholm stad. (2019). *Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm*.
- Stockholm Stad. (den 18 05 2022). *Stockholm växer*. Hämtat från Idrott och kultur föreslås i Prippts gamla lokaler: <https://vaxer.stockholm/projekt/prippts-gamla-lokaler/>
- Sweco. (2020a). *Presentation, Föroreningssituationen Ulvsunda industriområde, 2020-11-26*. Sweco Environment AB.
- Sweco. (2020b). *Presentation, Karta grundvattenflödesriktning Ulvsunda industriområde, 2020-06-10 (Arbetsmaterial)*. Sweco Environment AB.
- Sweco. (2020c). *Presentation, Kartor halter i grundvatten Ulvsunda industriområde, 2020-08-27 (Arbetsmaterial)*. Sweco Environment AB.
- Trafikverket. (2004). *Hantering av tjärhaltiga beläggningar, Publikation 2004:90*.
- Vattenmyndigheterna. (2016). *Riktvärde för PFAS i grundvatten inför kartläggning 2016, Inriktningsbeslut, Dnr: 537-4640-16*.
- VISS. (2021). *VISS vattenförekomster*. Hämtat från Mälaren-Ulvsundasjön: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42470715>
- VISS. (2022). *Vatteninformationssystem Sverige databas*. (V. & Länsstyrelserna, Producent) Hämtat från Mälaren-Ulvsundasjön: <http://viss.lansstyrelsen.se/MapPage.aspx> den 31 maj 2022
- VISS. (den 10 06 2022). *VISS Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42470715>

- VROM. (2000 b). *Utdrag ur VROM (2000) Streefwaarden en internentiewaarden bodemsanering, Staatscourant 24 februari 200, nr 39. Staatscourant.*
- VROM. (2000). *Holländska riktvärden för vattenkvalitetskriterier, Statscourant nr 39.*
- WHO. (2000). *Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, No 91 .*
- WSP. (2014). *Miljöteknisk markundersökning MIFO Fas II, vid hus 15, del av Gjutmästaren 6.*
- WSP. (2019). *Miljösäkring av det före detta oljeberggrummet på Gjutmästaren 6. Stockholm: WSP.*