

Norra Djurgårdsstaden
Gasverket Östra

Fördjupad riskbedömning och förslag till mätbara åtgärds mål

2022-03-25



stockholms
stad

RAPPORT

STOCKHOLMS KOMMUN

Norra Djurgårdsstaden, Gasverket Östra

UPPDRAGSNUMMER 30001078-028

FÖRDJUPAD RISKBEDÖMNING OCH FÖRSLAG TILL MÄTBARA ÅTGÄRDSMÅL



RAPPORT

2022-03-25

MILJÖ FASTIGHETER

ERIKA SCHEDIN

MATILDA JOHANSSON

MARIKA JANSSON

Sammanfattning

Sweco Sverige AB (Sweco) har på uppdrag av Exploateringskontoret, Stockholms stad, utfört en fördjupad riskbedömning avseende föroreningar i mark- och grundvatten inom Gasverket Östra, Norra Djurgårdsstaden i Stockholm. Riskbedömningen, som utgår från förutsättningarna i föreslagen detaljplan, bygger vidare på den inledande riskbedömning som utförts för området under 2020-2021 (Sweco, 2021).

För att utvärdera risker avseende föroreningar i jord har platsspecifika riktvärden tagits fram.

Risker avseende föroreningar i markgrundvatten har utvärderats utifrån områdets belastning på omgivande recipienter. Utvärderingen baseras på belastningsberäkningar som utförts utifrån uppmätta halter i grundvatten. Då den inledande riskbedömningen konstaterat att uppmätta halter av flyktiga föroreningar i markgrundvatten inom området utgör en låg risk avseende människors hälsa har den fördjupade riskbedömningen generellt inte omfattat hälsorisker kopplade till föroreningar i grundvatten. Vissa insatser har dock gjorts för att bekräfta slutsatserna från den inledande riskbedömningen.

Vidare har risker kopplade till grundvatten som står i kontakt med grundkonstruktioner identifierats som en potentiell hälsorisk som inte behandlats i den inledande riskbedömningen och som behöver belysas ytterligare. Jämförelse av uppmätta föroreningshalter i markgrundvatten inom området underskrider med god marginal föreslagna platsspecifika grundvattenriktvärden för byggnad med källare som står i kontakt med grundvatten (WSP, 2022). Resultaten visar att risker kopplade till byggnader med grundkonstruktion under nivå för markgrundvatten är acceptabla.

Den fördjupade riskbedömningen har inte omfattat risker kopplade till föroreningar i berg. Dessa risker hanteras i en separat utredning som utförs av Kemakta. Resultaten från utredningen sammanfattas dock i detta dokument.

Den utförda riskbedömningen visar att human exponering är den styrande risken avseende föroreningar i mark inom området. Mest bidrar exponering för PAH-M och kvicksilver via inandning av ångor, men även exponering för PAH-H via hudupptag bidrar till riskbilden. Oacceptabla hälsorisker har identifierats inom samtliga delar av detaljplaneområdet som ingått i utvärderingen (områdets norra och östra delar). Inom områdets södra delar kommer samtliga jordmassor att avlägsnas i samband med markarbeten för underjordiskt garage. Denna del av området har således inte utvärderats avseende risker kopplade till förorening i jord.

Uppmätta föroreningshalter i markgrundvatten är låga i förhållande till hälsoriskbaserade riktvärden, så även uppmätta föroreningshalter i porluft. Avseende spridning till och potentiell påverkan på omgivande recipienter visar riskbedömningen att ingen oacceptabel spridning föreligger.

Sammantaget visar riskbedömningen att det finns ett behov av att reducera föroreningsnivåerna av framför allt PAH-M, PAH-H och kvicksilver i jord inom detaljplaneområdet. Detta för att begränsa människors exponering för PAH-M och kvicksilver via inandning

samt exponering för PAH-H via hudkontakt samt, inom områdets östra del, även via intag av jord och växter. Åtgärdsbehov bedöms föreligga inom områdets norra del, främst i området norr om hus 29 och öst/sydöst om hus 21, samt inom områdets östra del. Inget åtgärdsbehov bedöms föreligga under grundvattenytan.

Avseende förorening i berg har ett mindre delområde i planområdets sydöstra del identifierats som potentiellt riskområde. Riskbilden styrs av ångintransport av framför allt bensen, PAH och lättare alifater. Planerade åtgärder i samband med anläggande av garage i området kommer innebära avlägsnande av det mest förorenade berget och berggrundvattnet samt grundvattensänkning och omfattande länshållning. Den ökade omsättning av grundvatten som detta medför bedöms medföra en betydande riskreduktion. Effekten av åtgärderna bedöms löpande genom analys av länshållningsvatten och jämförelser med riktvärden.

Förslag till mätbara åtgärds mål har tagits fram. Åtgärds mål för föroreningar i jord baseras på de platsspecifika riktvärden som tagits fram för området. Åtgärds mål för grundvatten i berggrunden baseras på riktvärden för grundvatten i kontakt med byggnad som tagits fram för Norra Djurgårdsstaden.

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Övergripande uppdrag	5
1.3	Syfte	5
2	Områdesbeskrivning	6
2.1	Geologi	7
2.2	Hydrogeologi	7
2.3	Markanvändning	8
3	Historisk verksamhet	10
4	Utförda saneringar	11
5	Föroreningssituation	13
5.1	Föroreningar i jord	13
5.2	Föroreningar i porluft	15
5.3	Föroreningar i markgrundvatten	17
5.4	Föroreningar i berggrundvatten	18
6	Miljö och nyttjandemål	21
7	Slutsatser från inledande riskbedömning och förutsättningar för fördjupad riskbedömning	21
8	Konceptuell modell	23
8.1	Skyddsobjekt	25
8.1.1	Lilla Värtan	26
8.1.2	Husarviken	27
8.2	Exponeringsvägar	27
8.3	Spridningsvägar	28
9	Metoder för riskbedömning	29
10	Spridning till omgivande recipienter	30
11	Platsspecifika riktvärden	33
11.1	Markanvändningsscenarier	33

1(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

11.2	Justering med avseende på bakgrundshalt	34
11.3	Spridningsförutsättningar	35
11.4	Exponeringsförutsättningar	36
11.4.1	Justeringar avseende källare eller underliggande garage	36
11.5	Justering med avseende på modellosäkerheter	37
11.6	Ämnesspecifika justeringar	39
11.7	Nedjustering av riktvärden	40
11.8	Sammanställning av indata och beräknade platsspecifika riktvärden	40
12	Riskbedömning	43
12.1	Föroreningar i jord	43
12.1.1	Styrande ämnen	43
12.1.2	Representativa halter	45
12.1.3	Risker vid långtidsexponering	46
12.1.4	Risker vid kortidsexponering	47
12.1.5	Risker avseende miljö	47
12.2	Grundvatten	48
12.2.1	Markgrundvatten	48
12.2.2	Förorening i berggrund	49
12.3	Risker kopplade till eventuella restföroreningar	51
12.3.1	Föroreningar i jord	51
12.3.2	Föroreningar i berg och berggrundvatten	54
12.4	Sammantagen bedömning	55
13	Åtgärdsbehov och förslag till mätbara åtgärds mål	57
13.1	Justering av mätbara åtgärds mål för flyktiga föroreningar	59
14	Utvärdering av föreslagna mätbara åtgärds mål	60
	Referenser	62

Bilagor

Bilaga A. Hälsoriskbedömning av flyktiga föroreningar i berg och berggrundvatten - komplettering Gasverket Östra, Norra Djurgårdstaden

Bilaga B1. Bedömning av föroreningsspridning från Gasverket Östra till Husarviken och Lilla Värtan

Bilaga B2. Redovisning av utförda beräkningar för jämförelse av korrelation mellan beräknade och uppmätta halter av PAH i porluft

Bilaga B3. Uttagsrapporter beräkningsverktyg

Bilaga B4. Jämförelse av uppmätta föroreningshalter i jord inom Gasverket Östra mot platsspecifika riktvärden för jord

1 Inledning

Följande rapport redovisar resultat från fördjupad riskbedömning avseende föroreningar i mark- och grundvatten inom Gasverket Östra, Norra Djurgårdsstaden i Stockholm. I rapporten redovisas även förslag till mätbara åtgärds mål vilka grundas på platsspecifika riktvärden för jord. Riskbedömningen har utförts av Sweco Sverige AB på uppdrag av Exploateringskontoret, Stockholms stad. Rapporten redovisar även en sammanfattning av den riskbedömning avseende föroreningar i berggrund och berggrundvatten som utförts av Kemakta AB under 2020-2022.

1.1 Bakgrund

Inom området Gasverket Östra i Norra Djurgårdsstaden planerar Stockholms stad en omvandling från industriområde till handels- och bostadsområde. Förberedande utredningar har pågått sedan början av 2000-talet. En planbeskrivning gick ut för samråd i juni 2019. I oktober 2019 lämnade Länsstyrelsen Stockholm ett samrådsyttrande rörande stadens förslag på detaljplan för Gasverket (daterad 2019-10-09, beteckning 402-27963-2019). Länsstyrelsen ansåg att staden inte visat att det är möjligt att etablera bostäder på området med tanke på kort- och långsiktiga risker med markföroreningar samt byggtkniska hinder som gör att vissa föroreningar inte är åtkomliga. Vidare framhölls det att byggtkniska åtgärder som minskar risken för föroreningsspridning in i byggnader, endast kan betraktas som en kompletterande skyddsåtgärd. Planen bedömdes som olämplig med hänsyn till människors hälsa. Man lyfte också risken med att miljö kvalitetsnormerna för vatten inte följs om planen genomförs.

I juni 2020 höll staden ett avstämningsmöte med länsstyrelsen angående detaljplanen för Gasverket Östra. På mötet presenterade man det nya kunskapsläget kring mark- och grundvattenföroreningar. Man enades om att staden skulle ta fram en uppdaterad redovisning av föroreningssituationen inom planområdet samt en handlingsplan som redogör för vilka åtgärder som staden kommer vidta i syfte att minimera risker för människors hälsa och miljön om planen vinner laga kraft.

Som underlag till den efterfrågade handlingsplanen tog Sweco och Kemakta, under hösten 2020 och våren 2021, fram en riskbedömning avseende föroreningar som påträffats i mark, grundvatten och berg inom området. Detta då Golders ursprungliga riskbedömning från 2011 inte längre är aktuell på grund av utökat dataunderlag samt ändringar i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell. Arbetet har utförts i två steg varav det den inledande riskbedömning som utförts under höst 2020 och vår 2021 utgör det första. Det andra steget, en fördjupad riskbedömning avseende styrande risker som identifierats vid den inledande riskbedömningen, redovisas i föreliggande rapport, se vidare under avsnitt 1.2.

4(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

1.2 Övergripande uppdrag

Sweco Sverige AB bedriver sedan 2014 miljökontroller inom Norra Djurgårdsstaden. Inom ramen för uppdraget har bl.a. flertalet undersökningar utförts avseende föroreningar i jord, grundvatten och porluft inom området för Gasverket Östra. Resultat från dessa undersökningar sammanfattas i tekniska PM för jord, grundvatten och porluft (Bilaga 1-3 tillhörande rapporten *Riskbedömning och åtgärdsbehov för detaljplaneområdet Gasverket Östra, Norra Djurgårdsstaden* (Sweco, 2021)).

Vidare utför Sweco periodiska kontroller av grund- och ytvatten inom Norra Djurgårdsstaden. Prover uttas bl.a. inom och runt Gasverksområdet samt i recipienterna Husarviken och Lilla Värtan. Resultat för utförda kontroller redovisas kvartalsvis samt i sammanfattande årsrapporter (Golder 2012-2014, Sweco 2014-2018).

Under hösten 2020 och våren 2021 genomförde Sweco tillsammans med Kemakta en inledande riskbedömning avseende påträffade föroreningar i mark, grundvatten och berg inom Gasverket östra. Resultat från den utförda riskbedömningen redovisas i rapporten *Riskbedömning och åtgärdsbehov för detaljplaneområdet Gasverket Östra, Norra Djurgårdsstaden* daterad 2021-11-23.

Sweco har under 2021, parallellt med att de sista detaljerna för den inledande riskbedömningen färdigställts, utfört en fördjupad riskbedömning avseende de styrande risker som identifierats vid den inledande riskbedömningen. Riskbedömningen omfattar endast föroreningar som förekommer i jord och markgrundvatten. Risker som kan kopplas till föroreningar som påträffats i berggrundvatten utreds av Kemakta. Föreliggande rapport redovisar resultat från den fördjupade riskbedömningen. I rapporten sammanfattas även resultat från Kemaktas riskbedömning avseende förorening i berg. Utredningen redovisas i sin helhet i Bilaga A. Vid tidpunkten för upprättandet av denna rapport pågår fördjupade utredningar avseende den aktuella föroreningen. Denna rapport kommer uppdateras när dessa utredningar är klara.

1.3 Syfte

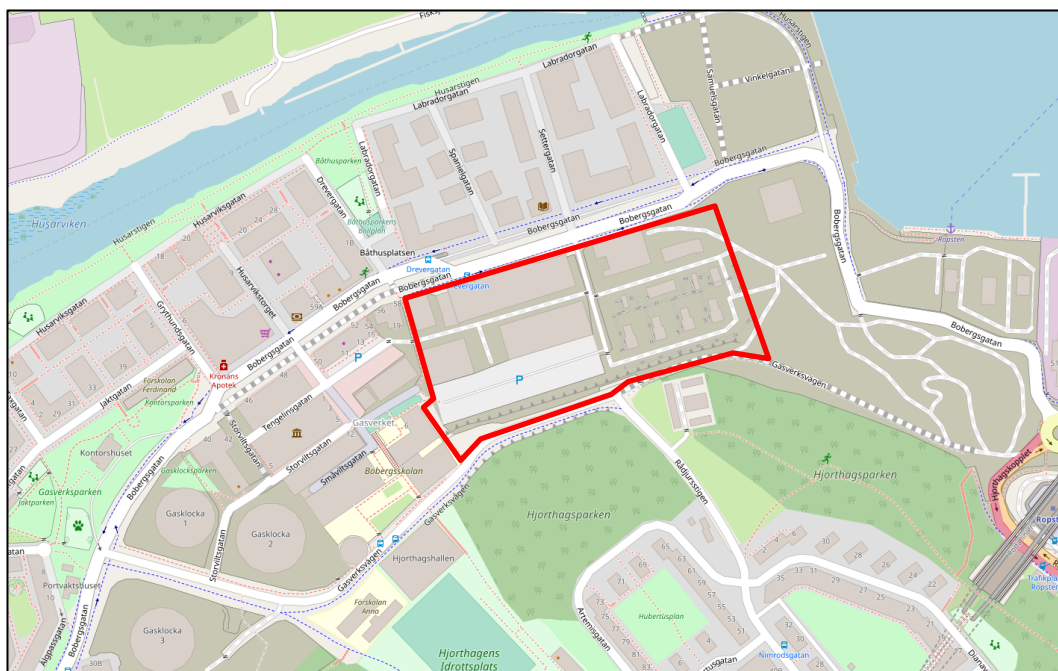
Syftet med den fördjupade riskbedömningen är att ytterligare utreda de styrande risker som identifierats vid den inledande riskbedömningen. Detta för att klargöra vilka föroreningshalter som kan kvarlämnas inom området utan att oacceptabla risker för människor och miljö ska föreligga vid planerad exploatering.

Riskbedömningen har vidare syftat till att undersöka vilket åtgärdsbehov som föreligger för att ovanstående ska uppnås samt att ta fram förslag till mätbara åtgärds mål.

2 Områdesbeskrivning

Detaljplaneområdet Gasverket Östra är beläget inom östra delen av före detta Värtagasverket i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm, se Figur 1. Området omfattar en yta av ca 3,6 ha och består idag av före detta industriområde med hårdgjorda och grusade ytor samt byggnader som tillhört den före detta verksamheten. Den planerade markanvändningen efter exploatering utgörs av kvartersmark med bostäder, kontor och centrumverksamhet.

Området angränsar till bostadsområden, flerbostadshus, i nordlig riktning. Området öst om detaljplaneområdet, Kolkajen, planeras för liknande markanvändning som Gasverket Östra, dock med större betoning på bostäder. Området väst om detaljplaneområdet, Gasverket västra, används för skol- och handelsverksamhet. I syd angränsar området mot en bergvägg, Hjorthagsberget. Området ovanför bergväggen utgörs av skogsområde följt av bostadsområden med flerbostadshus. Inuti berget finns ett före detta naftalager som sanerats under de senaste åren. Stockholm parkering planerar att göra om bergrummen till parkeringsgarage.



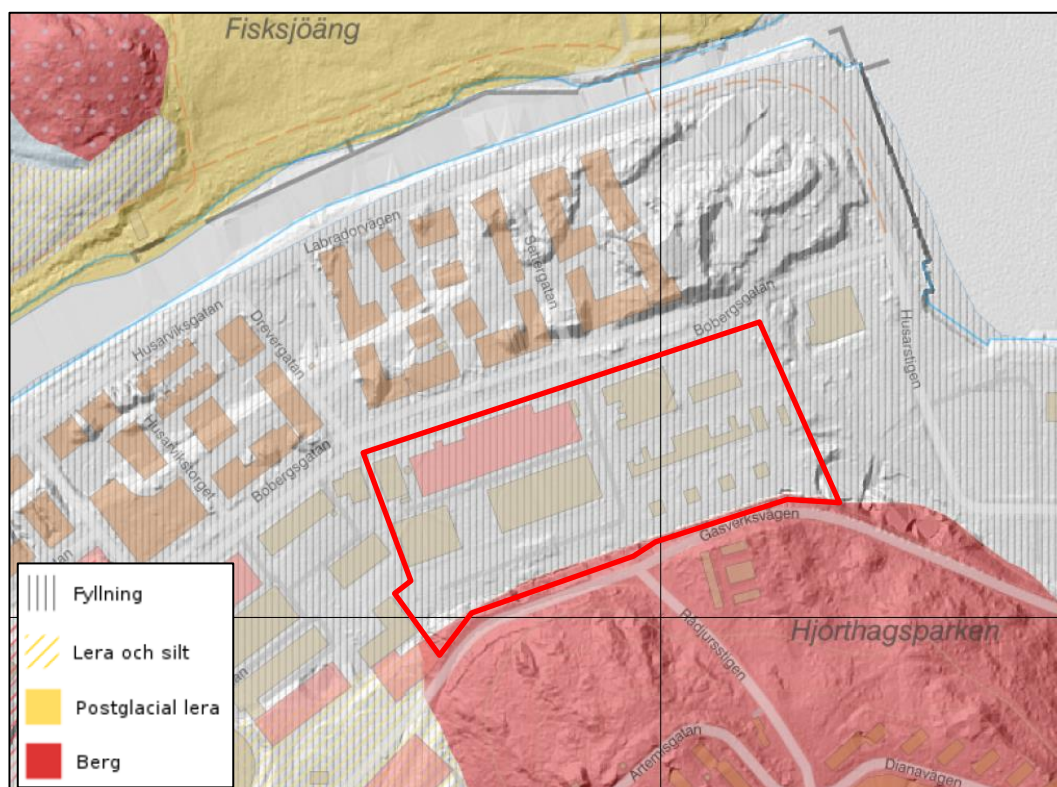
Figur 1. Detaljplaneområdet, Gasverket Östra, inringat med rött (bidragsgivare ©openstreetmaps).

6(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

2.1 Geologi

Gasverksområdet ligger på den norra sidan av Hjorthagsberget. Jordarterna utgörs huvudsakligen av fyllning underlagat av friktionsjord och/ eller berg, se Figur 2. Utförda undersökningar inom området har påvisat att lera förekommer mellan fyllning och friktionsjord inom delar av området, främst områdets nordvästra del. Lerlagrets mäktighet uppgår till som mest 7 meter. Bergytan inom området sluttar i nordlig riktning. Djupet till berg varierar från cirka 0,5 m i syd till cirka 8 m i nordväst samt cirka 4 m i nordöst. Området är flackt och markytan inom området varierar mellan cirka +6,5 och +6,9 (RH2000).

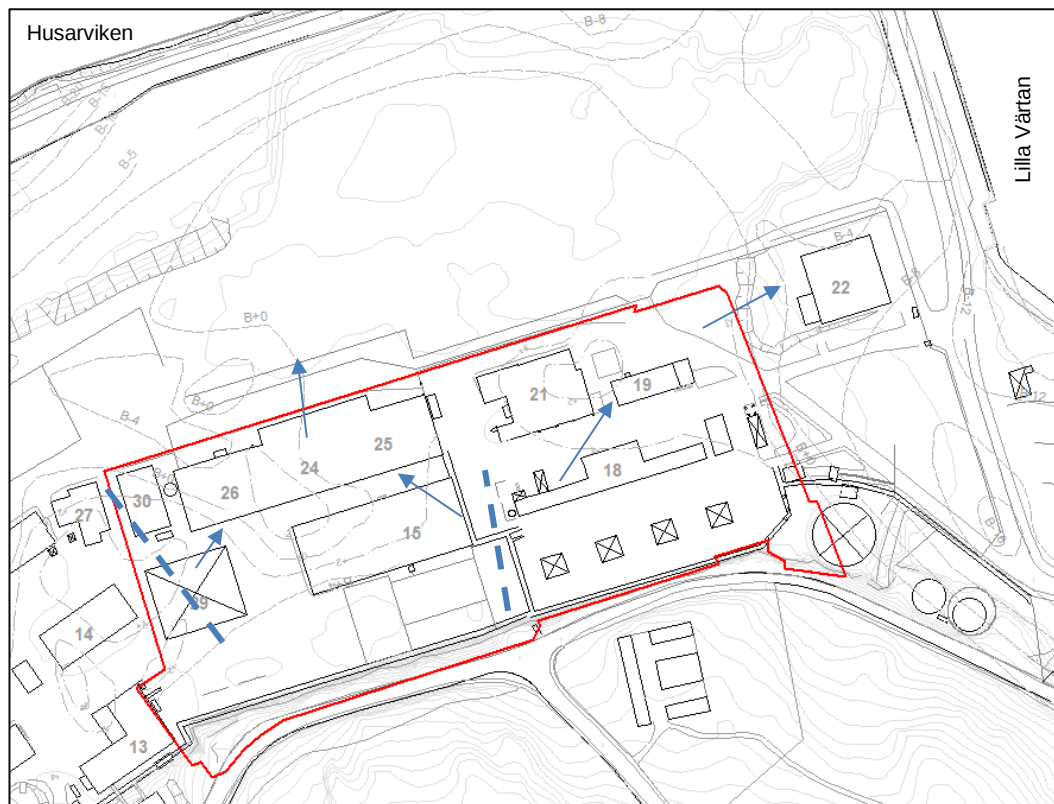


Figur 2. Utdrag från SGUs kartvisare (SGU, 2022), detaljplaneområdet inringat med rött.

2.2 Hydrogeologi

En grundvattendelare löper genom områdets centrala del, under läget för Terminalgatan som löper i nord-sydlig riktning centralt i området, se Figur 3. Ytterligare en grundvattendelare finns strax öster om detaljplaneområdets västra gräns. Grundvattnet i området öster om Terminalgatan bedöms strömma i nordöstlig riktning, mot Lilla Värtan. Grundvattnet inom området väster om grundvattendelaren bedöms strömma i nordlig riktning, mot Husarviken (Golder, 2019). Omfattande schakt- och sprängningsarbeten har utförts i området mellan Gasverksområdet och Husarviken varför grundvattnets flödesriktning i området norr om Gasverksområdet är osäker.

Grundvattnets tryckyta i jordlagren har noterats mellan cirka +2,5 och +3 (RH2000) vid undersökningar utförda mellan 2014 och 2021), vilket motsvarar cirka 4-5 m under markytan (Sweco, 2014-2021). Inom områdets sydöstra del har grundvatten noterats vid cirka +4 (cirka 2,5 m under markytan), detta vatten bedöms dock utgöra ett markvatten.



Figur 3. Översikt över området. Ungefärliga lägen för grundvattendelare markerade med blå streckad linje. Antagen strömningsriktning för grundvatten markerad med blå pilar. Detaljplanegränsen markerad med röd linje.

Recipienterna Husarviken och Lilla Värtan är lokaliserade cirka 150 m norr respektive öst om detaljplaneområdet. Husarviken mynnar i Lilla Värtan.

2.3 Markanvändning

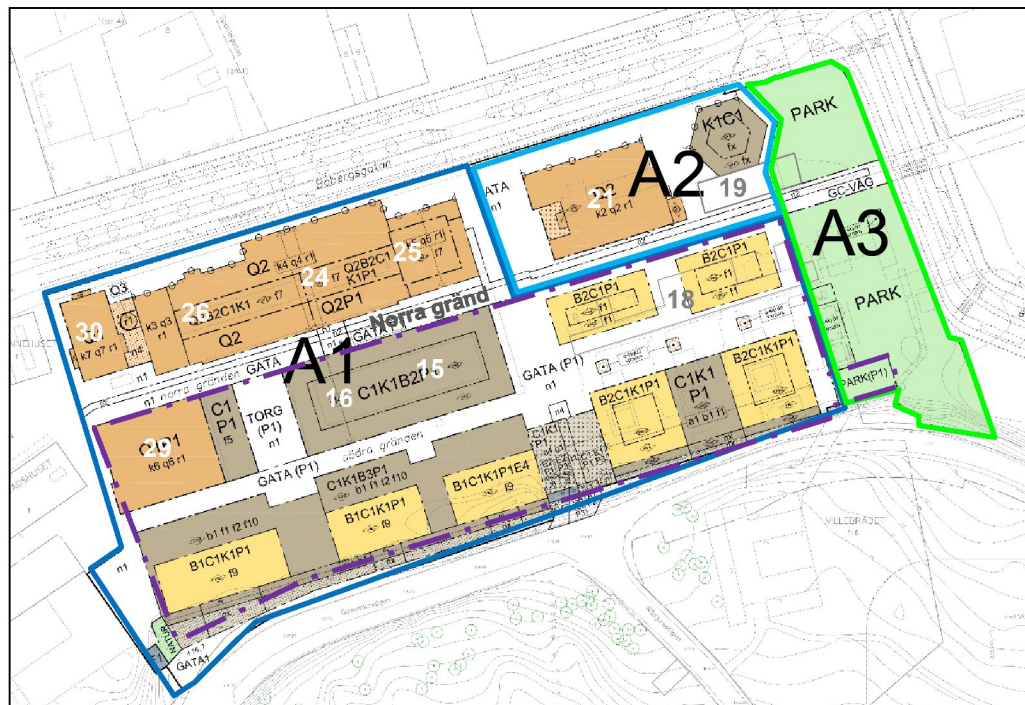
Markanvändningen utgörs i dagsläget av f.d. industriområde med byggnader tillhörande den f.d. gasverksverksamheten. Markytan är hårdgjord eller grusad.

Utgångspunkt för den fördjupade riskbedömningen har varit den markanvändning som planeras enligt stadens förslagna detaljplan. De förutsättningar för planerad markanvändning som legat till grund för riskbedömningen redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Grundantaganden som antas gälla inom planområdet.

Markanvändning	Planområdet innehåller kvartersmark för centrum- och kontorsändamål med bostäder i de övre våningsplanen. Hus i delområde A1 byggs med källare och hus i delområde A2 byggs delvis utan källare (se Figur 4). Husen inom den södra delen av delområde A1 kommer att byggas ovanpå ett underjordiskt garage som planeras uppföras i två våningar. Ytan längst österut utgörs enligt plankartan av park (delområde A3, se Figur 4). Delar av ytan kommer att utgöras av hårdgjorda ytor.
Rivning av tjärledning längs gatumark	Kvarvarande tjärledning planeras att rivas i Norra gränd, från hus 30 till och med hus 24/25/26 (se Figur 4).
Mark och grundläggningsarbeten	Nybyggnation måste förhålla sig till de befintliga byggnader som kvarlämnas inom området, vilket gör att dagens marknivåer inte kommer ändras i någon högre utsträckning. Byggnader inom områdets norra del kommer att behållas och restaureras, bl.a. kommer bottenplattan att rivas och ersättas med en ny, gas- och vattentät platta. Byggnadernas bottenplattor kommer huvudsakligen vara anlagda ovan nivå för grundvattenytan. Eventuella hisschakt kan komma att hamna under grundvattenytan. Byggnaderna är i delvis anlagda på berg. Garaget som anläggs inom den södra delen av området kommer att anläggas under nivå för markgrundvatten, eventuellt även under nivå för berggrundvatten. Garaget anläggs till stora delar i berg.
Dagvattenhantering	Norra Djurgårdsstaden kommer inte använda infiltration i marken som en del i dagvattenlösningen (Stockholms stad, 2019a). Dagvatten kommer ledas ut i Lilla Värtan genom dagvattenledningar.

En situationsplan med visualisering av bygg- och rivningsplaner samt information om vilka byggnader som eventuellt kan komma att anläggas med grundkonstruktion under nivå för grundvatten återfinns i Figur 12 under avsnitt 8. *Konceptuell modell* längre fram i rapporten.



Figur 4. Planområdet med planerad markanvändning A1-flerbostadshus med underliggande garage eller källare, A2- flerbostadshus delvis utan underliggande källare och A3-park/torgyta (i detaljplan angiven som parkmark). Ett underjordiskt garage kommer att uppföras under byggnader inom stora delar av områdets södra del (lila streckad linje). Byggnader med numrering i vitt/ grått utgör befintliga byggnader. Hus 15/16, 18 och 19 kommer att rivas och ersättas med nya byggnader. Hus 29 kommer att demonteras och delvis återanvändas inom samma läge. Hus 21, 26/24/25 och 30 kommer att restaureras och nyttjas för handels- och bostadsändamål.

3 Historisk verksamhet

Tidigare gasproduktion i området har gett upphov till föroreningar och då i huvudsak under perioden (1893-1972) då stenkolk användes för gasproduktionen. Användningen av stenkolk upphörde 1972 då spaltgasverket, där gas producerades ur nafta, uppfördes. Markförlagda tärledningar finns kvar inom området. Vidare finns i Hjorthagsberget, söder om Gasverket Östra, två berggrum som tidigare använts för lagring av nafta till spaltgasverket. De byggnader som finns inom detaljplaneområdet idag har haft följande historiska användningsområde (uppförandeår anges inom parentes):

- 15/16 - Marketenteri (1936)
- 18 - Spaltgasverk (1972)
- 19 – Laboratorium (1972)
- 21 – Ångkraftcentral (1948)

10(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

- 26/24/25 – Retorthus (1893), ångcentral (1915), generatorcentral (1918), oljegasverk (1950-tal), ångkraft (1972) och kylarcentral (1953)
- 29 – Kolhus (1983)
- 30 – Kondensatorhus (1983)

Byggnadernas lokalisering framgår av Figur 4.

4 Utförda saneringar

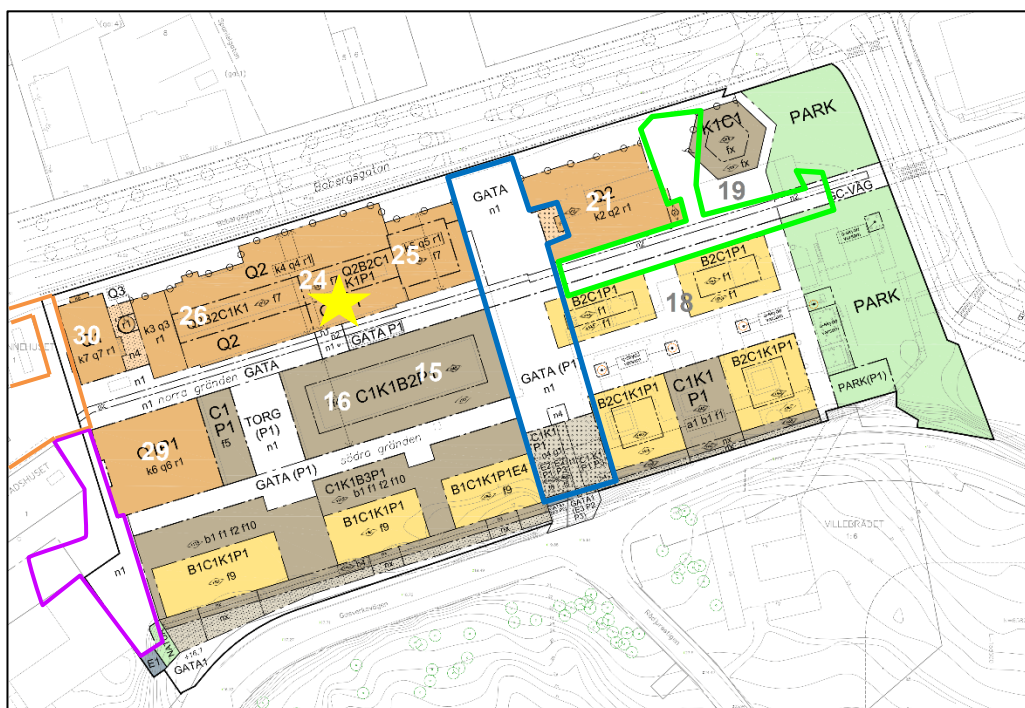
Under 2003 utförde Golder Associates en sanering av en betongkassun innehållandes trögflytande tjära, koks och tjärfyllt vatten i en källardel under hus 24, se Figur 5. Resultat från utförda saneringsarbeten finns redovisade i Golders rapport *Schaktning och termisk behandling av PAH-förorenade massor på Gasverkstomten miljökontroll* daterad 2005-09-02.

Under 2015 utfördes omfattande markreningsarbeten inom områdets centrala del i samband med schakt för ledningar och gata (Terminalgatan), se blå markering i Figur 5. Huvuddelen av jordmassorna inom området skiftades ut mot bergkross ner till underliggande berg. Inom den centrala delen av entreprenadområdet, där jorddjupet var större, kvarlämnades jordmassor under schaktets botten. Resultat från utförda saneringsarbeten finns redovisade i rapport *E-322 Terminalgatan schakt och markrening, Norra Djurgårdsstaden* (Sweco, 2019)

Under 2019-2020 utfördes sanering i samband med schakt för ledningar i anslutning till hus 19 och 21 inom områdets östra del, se grön markering i Figur 5. I samband med entreprenaden revs delar av en gammal tjärledning som löper genom området, se Figur 6. Massor skiftades ut mot bergkross ner till nivå cirka +3 eller +2 (3-4 m från markytan). Resultat från utförda saneringsarbeten finns redovisade i rapport *Schakt och markrening inom E-325 Gasverket Östra, Norra Djurgårdsstaden, arbetsområde kring hus 19 och 21 samt yta B och C* (Sweco, 2020).

Sanering har även utförts inom området väst om hus 29 och hus 30. Området väst om hus 29 samt norra gränden mellan hus 30 och 27 sanerades till stora delar ner till underliggande berg. I området nordväst om hus 29 samt södra gränden mellan hus 30 och 27 var jorddjupet större. Här utfördes sanering ner till cirka +2. Inom området norr om hus 26/24/25 skiftades jordmassor ut ner till cirka +5 (1 m under markytan). Resultat från utförda saneringsarbeten finns redovisade i rapporter *E-325 Markrening HD4, HD5 och Triangeln, Norra Djurgårdsstaden* (Sweco, 2019) och *Resultatsammanställning och miljökontroller Norra Djurgårdsstaden E-303 schakt och markrening Norra 2 och del av Gasverket* (Golder, 2015).

Omfattande saneringsarbeten har även utförts inom anslutande områden väst (Gasverket Västra) och norr om detaljplaneområdet (Bobergsgatan och Brofästet). Åtgärds målen har vid samtliga utförda saneringsentreprenader, inom och i anslutning till detaljplaneområdet, utgjorts av de platsspecifika riktvärden som tidigare tagits fram för Norra Djurgårdsstaden (Golder, 2011). Ett undantag utgörs av entreprenaden väst om hus 30 samt norr om hus 26/24/25 där inga åtgärds mål fanns uppsatta vid utförandet. Inom detta område har strategier för hantering av föroreningar utarbetats i samråd med Miljöförvaltningen, bl.a. har schaktsanering utförts norr om hus 24 (2-3 m under markytan) och ett betongfack mellan de norra delarna av hus 26 och 30 har tömts på tjärförorenat material.



Figur 5. Utförda saneringsarbeten vid Terminalgatan (blå markering), hus 19 och 21 (grön markering) samt väst om hus 29 (lila markering) och hus 30 (orange markering). Saneringsarbeten har även utförts under hus 24 (gul stjärna). Inom området norr om hus 24/26/25 har jordmassor skiftats ur inom den översta metern, inga mätbara åtgärds mål fanns för området vid den aktuella entreprenaden.



Figur 6. Lokalisering av tjärledning. Tjärledningen öster om hus 25 har rivits och marken kring ledningen är sanerad, se grön markering.

5 Föroreningssituation

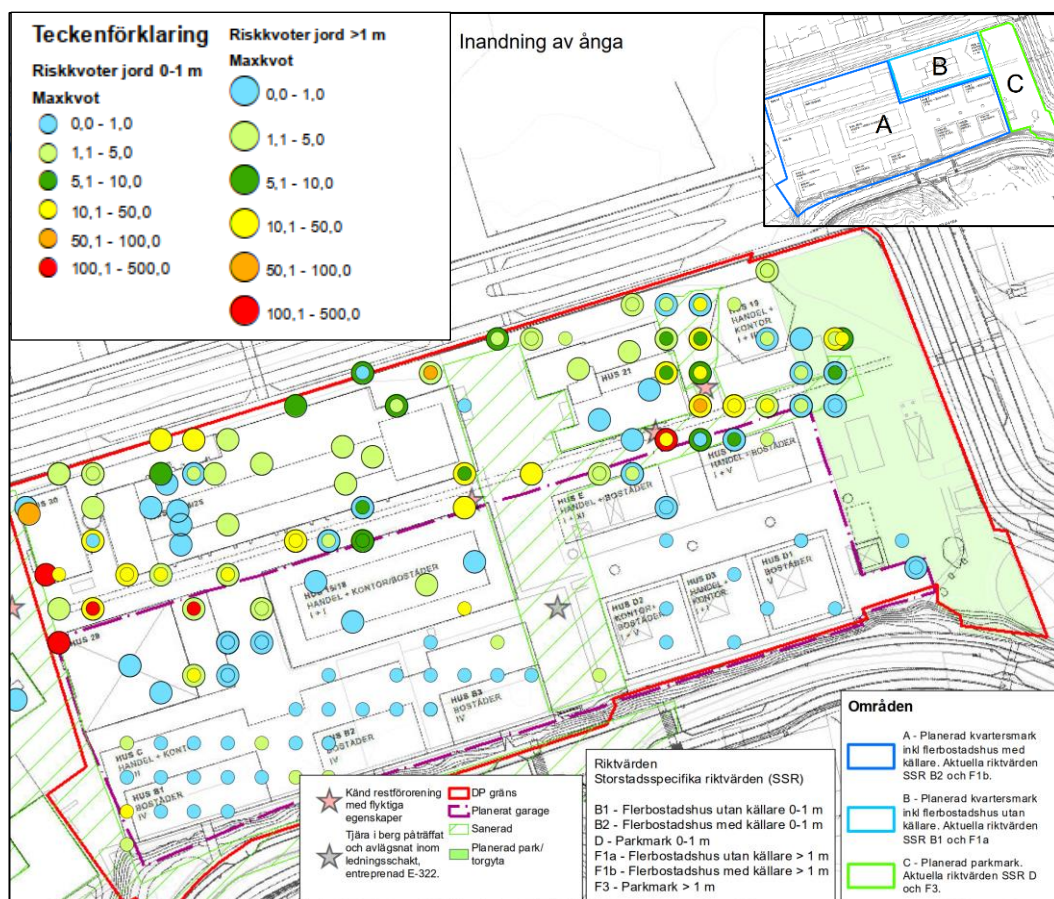
Inom planområdet förekommer det byggnader och lämningar från historisk verksamhet som bidragit till framför allt organiska föroreningar innehållandes PAH, BTEX och alifater/aromater, men i viss utsträckning även metaller.

5.1 Föroreningar i jord

För att identifiera områden och ämnen som styr riskbilden inom området har uppmätta föroreningshalter i jord, vid den inledande riskbedömningen (Sweco 2021), jämförts mot Storstadsspecifika riktvärden för Stockholms stad (Stockholms stad, 2019b). Föroreningar som avlägsnats i samband med utförda saneringsentreprenader har inte inkluderats i utvärderingen. I den inledande riskbedömningen konstaterades att PAH-M och PAH-H utgör styrande föroreningar. Inom området förekommer också föroreningar av kvicksilver och PAH-L samt ställvis även arsenik, bly, bensen och fraktionerade aromater. Halterna av övriga föroreningar är dock lägre i förhållande till tillämpade riktvärden jämfört med PAH-M och PAH-H och utbredningen mindre. I enstaka provpunkter förekommer även koppar, barium, xylen och fraktionerade alifater i halter över tillämpade riktvärden. Cyanid (total) har påträffats i förhöjda halter i enstaka punkter. Statistiska sammanställningar över uppmätta föroreningshalter i jord inom områdets olika delar finns redovisade i Bilaga B4, tabellerna 1-6.

Högst föroreningshalter i förhållande till tillämpade riktvärden förekommer i områdets nordöstra del kring hus 29 och 30. Höga föroreningshalter förekommer även i området öst/sydöst om hus 21 samt i direkt anslutning till hus 26/24/25, se Figur 7. Föroreningar förekommer i förhöjda halter över hela jordprofilen, dock i något mindre frekvens på djup mindre än +3 (cirka 3 meter eller mer från markytan). Inom områdets södra delar är föroreningshalterna generellt betydligt lägre.

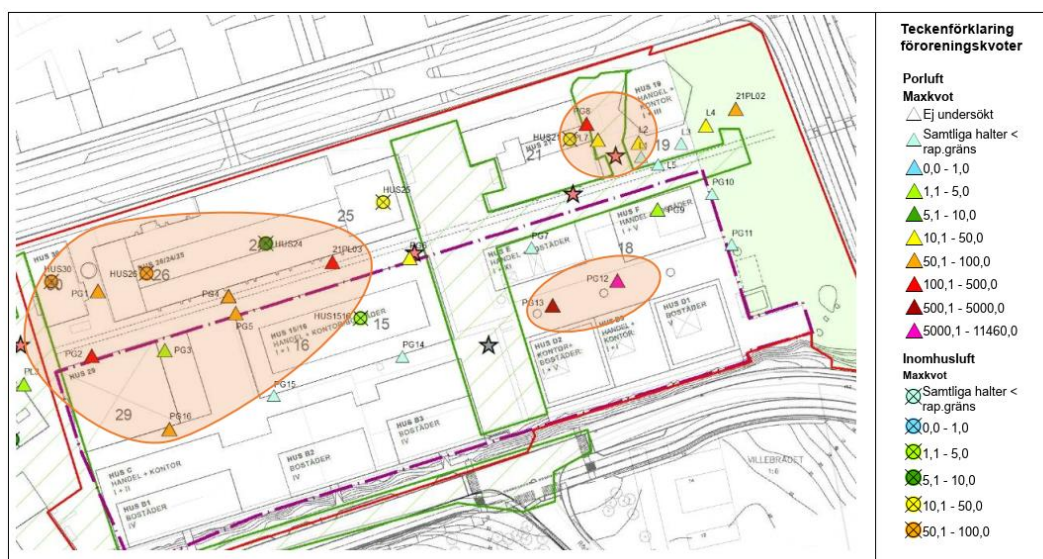
Föroreningar som förekommer söder om hus 26/24/25 samt norr om hus 29 sammanfaller med den tjärledning som löper genom området, se Figur 6. Föroreningar som förekommer i området söder om hus 21 och hus 19 sammanfaller med samma tjärledning. Tjärledningen har i anslutning till hus 21 och hus 19 avlägsnats i samband med utförd saneringsentreprenad, se Figur 5 (Sweco, 2020).



Figur 7. Situationsplanen redovisar riskkvoter för föroreningar i jord, vilka baseras på uppmätta halter i jord dividerat med storstadsspecifikt riktvärde för aktuellt markanvändningsscenario, envägskoncentration för inandning av ånga. Planen redovisar högsta beräknade riskkvot för respektive punkt och nivå (0-1 m samt >1 m).

5.2 Föroreningar i porluft

Styrande för riskbilden inom området är inandning av ånga. I den inledande riskbedömningen identifierades tre delområden där dagens föroreningssituation i markens porgas indikerar att det förekommer ångtransport av flyktiga föroreningar genom marken, se Figur 8.



Figur 8. Figuren visar områden som vid den inledande riskbedömningen identifierats som styrande för riskbilden inom området. Trianglar /cirklar med kryss redovisar kvot mellan uppmätt halt i porgas/ inomhusluft och analysens rapporteringsgräns. Kvoterna har vid den inledande riskbedömningen använts som ett verktyg för att identifiera områden där uppmätta föroreningshalter indikerar att ångtransport sker i markens porer.

Påträffade föroreningar i porluft utgörs främst av naftalen (PAH-L) och toluen. Andra lätta och medeltunga PAHer (PAH-L: acenaftylen, acenaften, PAH-M: flouren och fenantren) samt bensen och xylener har uppmätts i enstaka provpunkter. Uppmätta halter är generellt låga i förhållande till riskbaserade riktvärden (i detta fall referenskoncentrationer (RfC och RISK_{inh}) hämtade från Naturvårdsverkets beräkningsmodell), se Tabell 2 och Tabell 3. Tabellerna redovisar inte uppmätta halter av PAH-H då inga ämnen från denna ämnesgrupp uppmätts över laboratoriets rapporteringsgräns.

Uppmätta föroreningshalter i markens porluft är generellt lägre än halter uppmätta i inomhusluften, vilket i den inledande riskbedömningen tolkats som att ånginträngning från markluft inte är den huvudsakliga källan till föroreningar i inomhusluften. Det bedömdes mer troligt att inomhusluften påverkas av förorenat byggmaterial eller spridning genom byggkonstruktionerna.

Tabell 2. Statistik över uppmätta halter av PAH-L och PAH-M i porluft och inomhusluft. Förkortningen <r.g. innebär halter under laboratoriets rapporteringsgräns. Gråmarkerade värden styrs helt av rapporteringsgränsens värde. Samtliga halter i mg/m³.

	PAH L			PAH M				
	Naftalen	Acenaftylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren
Porluft								
Max	6,5	0,02	0,054	0,015	0,046	<r.g.	<r.g.	<r.g.
Min	<r.g.	<r.g.	<r.g.	<r.g.	<r.g.	<r.g.	<r.g.	<r.g.
90 perc.	1,9	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antal	21	21	21	21	21	21	21	21
Antal > riktvärde*	1	-	-	0	1	0	0	0
Inomhusluft								
Max	2,9	0,078	0,2	0,43	1,4	0,17	0,086	0,02
Min	0,058	<r.g.	<r.g.	<r.g.	<r.g.	-	-	-
90 perc.	2,1	0,06	0,12	0,26	0,82	0,09	0,05	0,02
Antal	6	6	6	6	6	6	6	6
Antal > riktvärde	0	-	-	5	5	1	1	1
RfC	3	-	-	-	-	-	-	-
RISK _{inh}	-	-	-	0,022	0,022	0,022	0,00022	0,011

Tabell 3. Statistik över uppmätta halter av BTEX i porluft och inomhusluft. Förkortningen <r.g. innebär halter under laboratoriets rapporteringsgräns. Gråmarkerade värden styrs helt av rapporteringsgränsens värde. Samtliga halter i mg/m³.

	BTEX			
	Bensen	Toluen	Etylbensen	Xylener
Porluft				
Max	573	674	0,4	2,8
Min	<r.g.	<r.g.	<r.g.	<r.g.
90 perc.	5	65	10	5
Antal	30	30	30	30
Antal > riktvärde*	1	1	0	0
Inomhusluft				
Max	1,8	14	<r.g.	2,8
Min	0,2	0,4	<r.g.	0,2
90 perc.	1,1	8,0	0,2	1,8
Antal	6	6	6	6
Antal > riktvärde	1	0	0	0
RfC	-	260	770	100
RISK _{inh}	1,7	-	-	-

*Avser RfC (icke cancerogena ämnen) alternativt RISK_{inh} (cancerogena ämnen).

16(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

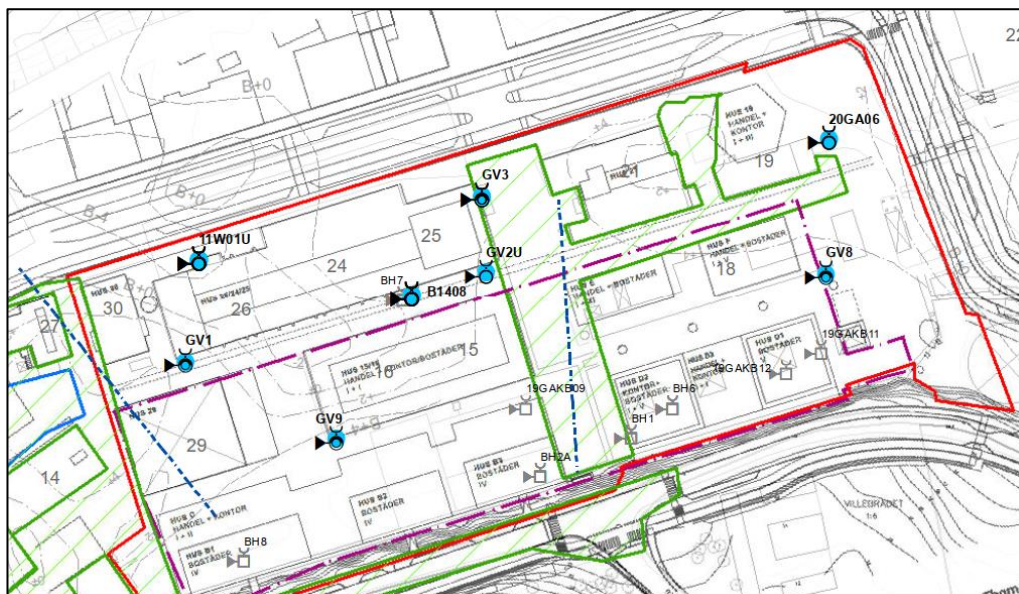
Den kraftigt förhöjda bensenhalt som redovisas i Tabell 3 noterades söder om spaltgasverket (PG12, se Figur 8) vid provtagning utförd 2018. Vid samma provtagningstillfälle uppmättes även kraftigt förhöjda halter av toluen i provpunkt lokaliserad strax öst om den aktuella punkten (PG13). Sedan provtagningstillfället har inga bensenhalter uppmätts över laboratoriets rapporteringsgräns i porluft från de aktuella punkterna. Halter av toluen har sjunkit avsevärt.

5.3 Föroreningar i markgrundvatten

Uppmätta halter av organiska föroreningar är förhöjda i grundvatten inom området. Samtliga uppmätta halter underskrider dock generellt SPIs riktvärden för *Ånginträngning i byggnad* (SPI, 2010), se Tabell 4. Inom områdets sydöstra del (GV8, se Figur 9) har summaparametern PAH-M vid ett provtagningstillfälle uppmätts i halter över SPIs riktvärde för *Ånginträngning i byggnad*.

Tabell 4. Statistik för uppmätta föroreningshalter i grundvatten inom Gasverket östra mellan åren 2015-2021. Förkortningen <r.g. innebär halter under laboratoriets rapporteringsgräns. Vid beräkning av 90 perc har halter under rapporteringsgränsen tilldelats halva värdet för rapporteringsgränsen. Samtliga halter i µg/l.

Ämne		Max	Min	90 perc.	Antal	SPI ånga
PAH-L	Naftalen	800	<r.g	0,7	26	2 000
	Acenaften	16	<r.g	12,8	26	
	Acenaftilen	13	<r.g	1,3	26	
PAH-M	Fluoren	8	<r.g	1	26	10
	Fenantren	4	<r.g	0,7	26	
	Antracen	1,3	<r.g	0,4	26	
	Fluoranten	7,3	<r.g	1,2	26	
	Pyren	5,6	<r.g	0,8	26	
	PAH-H	32	<r.g	2,4	26	300
BTEX	Bensen	0,7	<r.g	0,7	26	50
	Etylbensen	2,6	<r.g	0,9	26	6 000
	Toluen	4,8	<r.g	0,5	26	7 000
	M/P/O-Xylen	35	<r.g	0,5	26	3 000
Alifater, aromater	Alifater >C5-C8	<r.g	<r.g	10	26	3 000
	Alifater >C8-C10	<r.g	<r.g	10	26	100
	Alifater >C10-C12	12	<r.g	10	26	25
	Alifater >C12-C16	20	<r.g	10	26	-
	Alifater >C16-C35	323	<r.g	25	26	-
	Aromater >C8-C10	84	<r.g	25	26	800
	Aromater >C10-C16	410	<r.g	5	26	10 000
	Aromater >C16-C35	8,9	<r.g	20	26	25 000



Figur 9. Grundvattenrör inom Gasverket Östra, gråmarkerade punkter utgör rör installerade i berg.

Även metaller förekommer i förhöjda halter i grundvatten inom området men i lägre utsträckning än organiska föroreningar.

PFAS förekommer i grundvattnet inom området. Ämnena, som påträffas i förhöjda halter i grundvattnet finns även inom andra delar av Norra Djurgårdsstaden (Sweco, 2020). Eventuella framtida åtgärder för sanering av PFAS kommer hanteras i samråd med tillsynsmyndighet och för hela Norra Djurgårdsstaden, inte inom respektive detaljplan. Länshållningsvatten inom Gasverket Östra som ska släppas ut till recipient kommer renas till, av tillsynsmyndigheten godkända riktvärden (Stockholms stad, 2020).

Klorerade lösningsmedel har undersökts i utvalda grundvattenrör inom området men inte påträffats i några halter över laboratoriets rapporteringsgräns.

Statistik avseende uppmätta halter av metaller och organiska föroreningar i markgrundvatten finns redovisat i Bilaga B1, tabell 2.

5.4 Föroreningar i berggrundvatten

Inom ett mindre delområde kring bergborrhålen KB11 och KB12 i planområdets sydöstra hörn, se Figur 10, förekommer en förorening i grundvatten i berg. Föroreningen utgörs av lätta och medeltunga alifater, bensen och PAH och beskrivs ytterligare i Bilaga A. Förhöjda halter av framförallt bensen och PAH förekommer även i berggrundvatten direkt söder om hus 25 (BH7, se Figur 10). Halterna är dock avsevärt lägre i förhållande till de halter som uppmäts inom områdets sydöstra hörn. Baserat på sammansättningen av påträffade föroreningar har två delområden definierats:

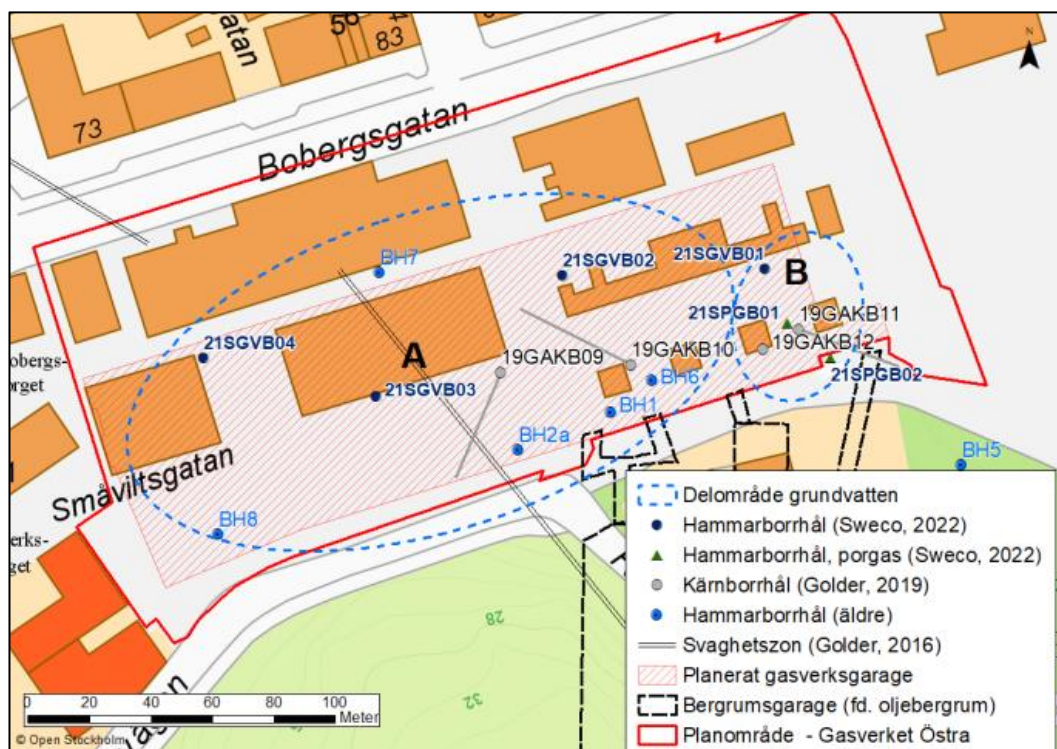
- Delområde A – Generellt låga halter, flera ämnen understiger rapporteringsgränsen.

18(68)

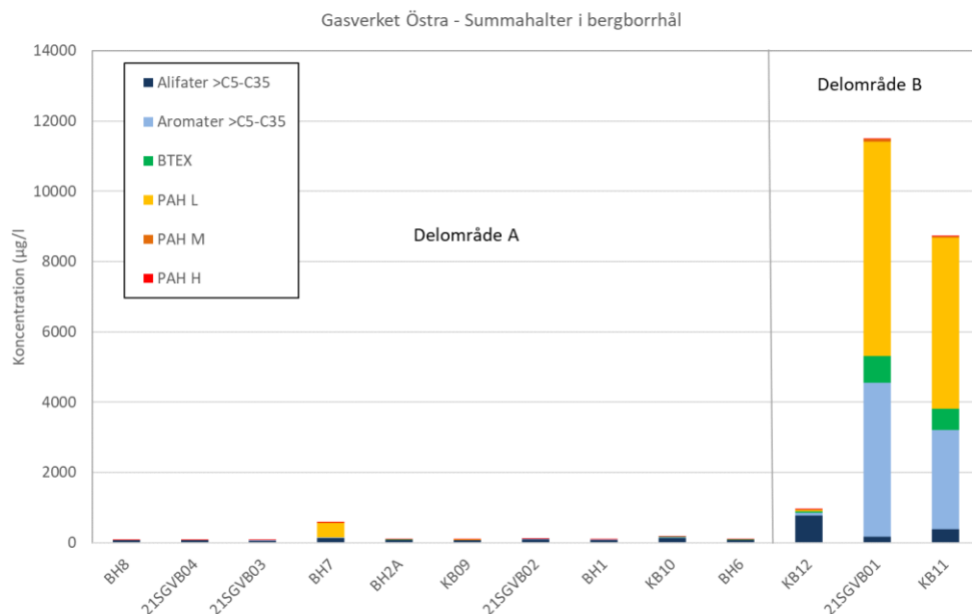
RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

- Delområde B – Förhöjda halter av flera ämnen.

Utbredningen av de olika delområdena redovisas i Figur 10 nedan. Fördelningen av analyserade ämnen baserat på medelhalter för provtagningar 2019 till 2021 för respektive provpunkt redovisas i Figur 11.



Figur 10. Översikt av bergborrhål i anslutning till detaljplaneområdet, identifierade delområden beroende på sammansättning av föroreningar samt utbredning av bergschakt för garage, utdrag ur Bilaga A. © Open Stockholm.



Figur 11. Sammanställning av summahalter av analyserade ämnen i respektive bergborrhål samt gruppering beroende på sammansättning av föroreningar, utdrag från Bilaga A.

En sammanställning över beräknade medelhalter för respektive delområde (A och B) finns redovisad i Tabell 5.

Tabell 5. Sammanställning av beräknade medelhalter för definierade områden, utdrag från Bilaga A. SPBI avser Svenska Petroleum Institutets riktvärden för ånginträngning i byggnad (SPI, 2010)

Ämne	SPBI µg/l	Delområde		A+B µg/l
		A µg/l	B µg/l	
alifater >C5-C8	3000	11	314	67
alifater >C8-C10	100	10	44	19
alifater >C10-C12	25	10	91	30
alifater >C12-C16		10	63	23
alifater >C16-C35		36	36	37
aromater >C8-C10	800	5,0	484	116
aromater >C10-C16	10000	6,1	1937	452
aromater >C16-C35	25000	2,6	2,5	2,8
bensen	50	0,3	158	37
toluen	7000	0,5	65	15
etylbenzen	6000	0,5	20	5,0
xylener, summa	3000	0,6	227	53
PAH L	2000	46	3677	880
PAH M	10	0,8	41	10
PAH H	300	0,2	0,4	0,2

20(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

6 Miljö och nyttjandemål

Riskbedömningen för Gasverket Östra baseras på följande miljö- och nyttjandemål (motsvarande övergripande åtgärds mål):

Hälsa

Området nyttjas för bostäder och verksamheter av innerstadskaraktär. Normalt nyttjande innebär inte någon hälsofarlig exponering för föroreningar i mark och grundvatten.

Miljö

Påverkan på omgivande vattenområden minskar genom att spridningen till Husarviken och Lilla Värtan minskar.

Marken har de ekologiska funktioner som är nödvändiga för aktuell markanvändning.

Hållbarhet

Exploateringen stödjer stadens ambitioner för Norra Djurgårdsstaden som miljöprofilområde. Det innebär att koldioxidutsläpp och användandet av naturresurser minimeras där så är möjligt genom lokal behandling och återanvändning av massor.

7 Slutsatser från inledande riskbedömning och förutsättningar för fördjupad riskbedömning

Resultat från den inledande riskbedömningen redovisas i rapporten *Riskbedömning och åtgärdsbehov för detaljplaneområdet Gasverket Östra, Norra Djurgårdsstaden* daterad 2021-11-23. De viktigaste slutsatserna sammanfattas i Tabell 6 nedan.

Tabell 6. Sammanfattning av slutsatser från inledande riskbedömning för mark-, grundvatten- och bergförorening inom Gasverket Östra.

Föroreningar i jord och markgrundvatten	<p>Riskbedömningen har utifrån nuvarande dataunderlag inte identifierat några delområden där dagens föroreningsnivåer i mark- eller grundvatten indikerar att det är olämpligt att uppföra handel, kontor och bostäder på området. Inom området förekommer dock förhöjda föroreningshalter i jord och grundvatten som kommer behöva hanteras i samband med planerade exploateringsarbeten.</p> <p>Förhöjda halter av petroleumrelaterade föroreningar förekommer i markgrundvatten inom detaljplaneområdet, dock inte i halter som bedöms medföra risker för människors hälsa. Bedömningen baseras på uppmätta halter i markgrundvatten och porluft, vilka är låga i förhållande till tillämpade hälsoriskbaserade riktvärden (SPIs riktvärde för ånginträngning - grundvatten, samt riskbaserade riktvärden för inomhusluft, RfC och RISK_{inh}). De enstaka halter av naftalen och fenantren som uppmäts i porluft över tillämpade riktvärden är låga i förhållande till den utspädning som förväntas ske vid transport genom markens porer och vidare in i byggnad (redan vid en utspädning om 10 gånger underskrids riktvärdena med god marginal).</p> <p>Även tungmetaller förekommer i förhöjda halter i markgrundvattnet inom området men i lägre utsträckning än organiska föroreningar.</p> <p>Förhöjda föroreningsnivåer i grundvatten kan indikera ökad risk för spridning om t.ex. exploateringen öppnar upp nya spridningsvägar. Föroreningssituationen medför att miljökrav kommer att behöva ställas på samtliga entreprenader inom detaljplanområdet då förorenat länsvatten kommer behöva hanteras.</p> <p>En allmänt förekommande markförorening har påvisats i planområdets norra del, där stora delar av föroreningen innehåller lätt- och medelflyktiga föroreningar. Markföroreningen medför att föroreningsnivåer i schaktbottnar och schaktväggar kommer att behöva kontrolleras vid framtida markarbeten så att nya byggnader uppförs på mark med acceptabla kvarlämnade halter utifrån ett miljö- och hälsoperspektiv. Acceptansnivåer för kvarlämnade halter i framtida schakter regleras genom mätbara åtgärds mål.</p>
Föroreningar i berg och berggrundvatten	<p>Ett mindre delområde kring KB11 och KB12 i planområdets sydöstra hörn har identifierats som potentiellt riskområde utifrån konservativa bedömningar av teoretisk ångtransport in i det framtida garaget med ovanliggande kontors- och bostadsplan. Grundvattennivåerna i detta delområde bedöms kunna påverkas av planerad grundvattensänkning kring bergrummet söder om planområdet. Konsekvensen av denna grundvattensänkning har främst bedömts som gynnsam utifrån ett hälsoriskperspektiv då framtida grundvattennivåer förväntas blir lägre än de som mäts upp idag.</p> <p>Om garaget uppförs på grundläggningsdjup som medför minst 0,3 m mellan grundläggningens botten och grundvattenytan, bedöms den generella riskbilden för ånginträngning genom grundläggningen vara mycket låg. I dagsläget kan det dock inte uteslutas att delar av grundläggningen kommer stå i direktkontakt med förorenat grundvatten, vilket gör att ångavgång från grundvatten fortsatt behöver utredas.</p>

22(68)

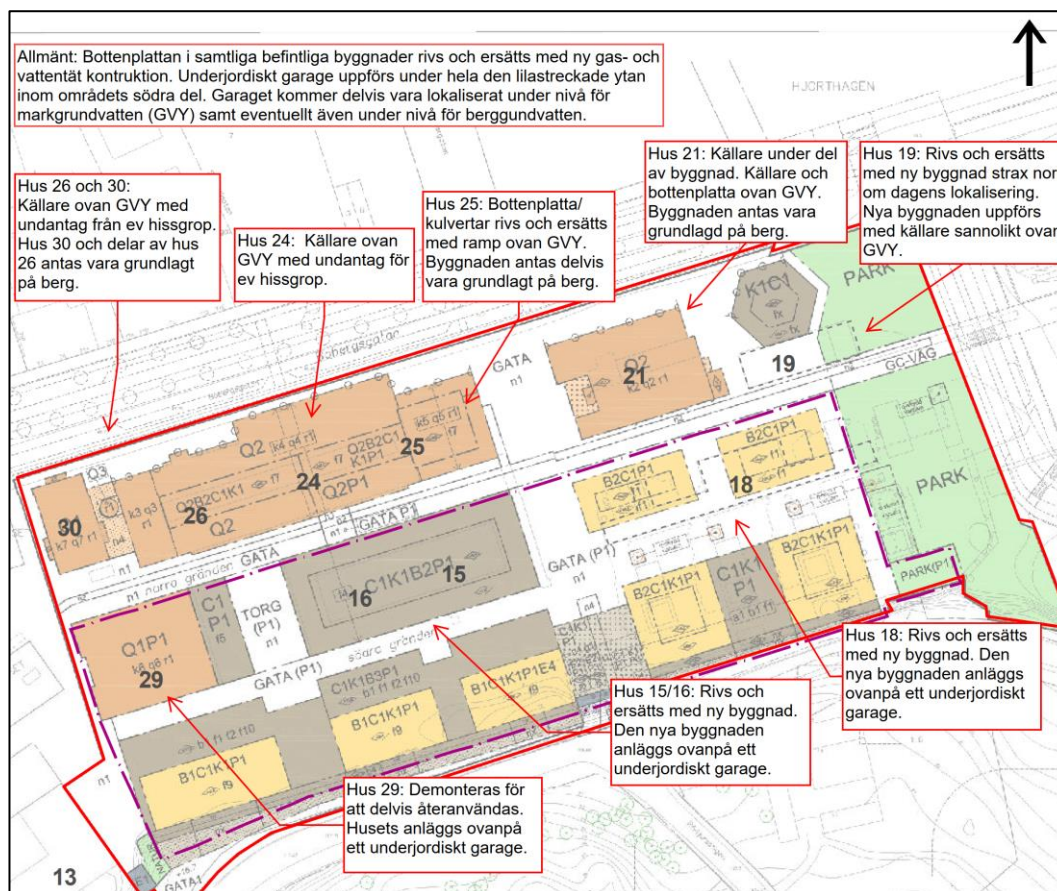
RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

De förutsättningar som förs vidare från den inledande riskbedömningen och som ligger till grund för den fördjupade riskbedömningen listas nedan:

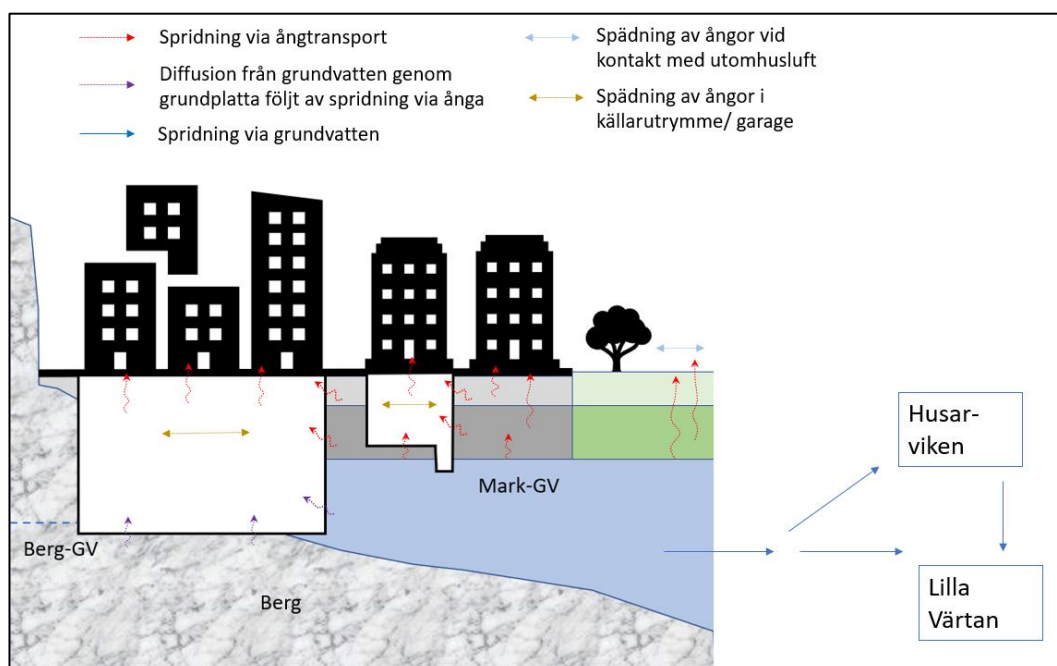
- Förhöjda föroreningshalter förekommer i markgrundvatten, eventuell belastning på omgivande recipienter har inte bedömts. Belastningsberäkningar kommer att utföras inom ramen för den fördjupade riskbedömningen för att undersöka om eventuell föroreningsspredning från området utgör, eller kan komma att utgöra, en oacceptabel risk för omgivande recipienter.
- Inom området kommer byggnader delvis anläggas med grundkonstruktioner under nivå för grundvatten. Det kan således bli aktuellt med grundkonstruktioner som står i kontakt med förorenat markgrundvatten. Dessa förutsättningar har inte bedömts separat vid den inledande riskbedömningen utan kommer belysas ytterligare i den fördjupade riskbedömningen. Utöver detta utförs inga fördjupade analyser avseende hälsorisker kopplade till föroreningar i markgrundvatten.
- Förorenade jordmassor kommer att behöva hanteras i samband med framtida entreprenader. Mätbara åtgärds mål som beskriver acceptansnivåer för kvarlämnade föroreningshalter i framtida schakter kommer att tas fram i samband med den fördjupade riskbedömningen. Den fördjupade riskbedömningen omfattar även en utvärdering av vilka risker som föreligger inom området samt vilket åtgärdsbehov som föreligger för att säkra att föroreningar i jord och markgrundvatten inom området inte utgör en risk för människors hälsa och miljön vid planerad exploatering.
- Risker kopplade till föroreningar i berg och berggrundvatten utreds vidare i en separat utredning. Denna utredning bifogas i Bilaga A.

8 Konceptuell modell

En konceptuell modell har framtagits för detaljplaneområdet vilken beskriver identifierade skyddsobjekt samt spridnings och exponeringsvägar. Modellen utgår från de förutsättningar som finns beskrivna under avsnitt 2.3 Markanvändning och visualiseras i Figur 12 och Figur 13. Modellen beskrivs närmre i avsnitt 8.1 till 8.3.



Figur 12. Planerad markanvändning enligt detaljplanen. I textrutorna anges information om bygg- och rivningsplaner samt vilka byggnader som eventuellt kan komma att anläggas med grundkonstruktion under nivå för markgrundvatten (GVY).



Figur 13. Konceptuell modell. Grå ytor under byggnader markerar kvartersmark ytlig (ljusgrå) och djup jord (mörkgrå). Gröna ytor markerar parkmark ytlig (ljusgrön) och djup jord (mörkgrön).

8.1 Skyddsobjekt

De skyddsobjekt som identifierats inom och nedströms detaljplaneområdet utgörs av:

- Boende och besökande inom detaljplaneområdet.
- Recipienter, Lilla Värtan och Husarviken.
- Markecosystemet inom område planerat som "park".

Grundvattnet inom området såväl som i Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål. Det är inte heller troligt att vattnet inom eller direkt nedströms området kommer att uttas för dricksvattenändamål eller för bevattning under en överskådlig framtid. Grundvattnet inom och nedströms detaljplaneområdet bedöms således inte utgöra ett skyddsobjekt. Grundvattnet omfattas dock av vattendirektivets generella bestämmelse, det så kallade icke-försämringskravet, även om det inte utgör en grundvattenförekomst. Grundvattnet bedöms vidare kunna utgöra en viktig spridningsväg för föroreningar.

Markytan inom detaljplaneområdet kommer huvudsakligen att vara hårdgjord. Marken inom området bedöms således främst ha en teknisk funktion inom vilken levnadsförutsättningarna för markecosystemet kommer att vara begränsade på grund av begränsningar i bl.a. ljusinsläpp, tillgång på vatten, syre och näring. Ett undantag utgörs av den östra delen av området som enligt detaljplanen utgörs av park. Inom denna del av

området kan det bli aktuellt med grönytor inom vilka ett markekosystem som kan upprätthålla önskade funktioner är önskvärt. Större delen av markytan planeras dock i dagsläget anläggas med hårdgjorda ytor och träd i täta trädkorgar med externt tillförd växtjord.

Markekosystemet inom området för kvartersmark bedöms sammanfattningsvis inte utgöra ett skyddsobjekt, markekosystemet inom parkmarkens ytliga jord bedöms däremot ha ett skyddsvärde.

8.1.1 Lilla Värtan

Lilla Värtan klassas av Vattenmyndigheten som en vattenförekomst som ska uppnå "måttlig ekologisk status" till 2027. De mindre stränga kraven motiveras bland annat utifrån den hamnverksamhet som bedrivs. I dagsläget klassas Lilla Värtan som en vattenförekomst med otillfredsställande ekologisk status, bland annat på grund av övergödning och påverkan från miljögifter. Vattenförekomsten uppnår inte heller målet "god kemisk status" då halter av PFOS¹, antracen, bly, TBT², dioxin och dioxinlika PCB, kvicksilver och PBDE³ överskrider sina respektive gränsvärden. Övriga föroreningar förekommer i så låga halter att de inte bidrar till att Lilla Värtan inte uppnår "god status". Vattenförekomsten ska uppnå "god kemisk status" till 2027, bortsett för kvicksilver och difenyleter som i dagsläget inte bedöms tekniskt möjliga att åtgärda (VISS, 2020).

Ytvattnet utanför Kolkajen har sedan 2012 ingått i det kontrollprogram för omgivningspåverkan som upprättats för Norra Djurgårdsstaden. Halter i uttagna prover har generellt varit låga, under rapporteringsgränsen för PAH i ytliga prover (uttagna 0,5 m under ytan) och något högre halter i djupare prover (uttagna 0,5 m över botten). PAH-föroreningar, koppar och zink har vid enstaka tillfällen uppmätts i halter över gränsvärdena för MKN (Kontrollprogram för Norra Djurgårdsstaden, Golder 2012-2014, Sweco 2014-2018).

Sedimenten utanför Kolkajen är kraftigt förorenade, främst med avseende på PAH. Länsstyrelsen i Stockholm utförde under 2013 en inventering och riskklassning av sedimenten i Lilla Värtan (MIFO fas 1), varvid Lilla Värtan tilldelades riskklass 2 (stor risk).

Riskklassen motiverades bland annat av föroreningarnas höga farlighet och stora utbredning. Känsligheten bedömdes vara måttlig och skyddsvärdet lågt, stränderna inbjuder inte till bad men fisket bedömdes vara utbrett i området. Inga skyddsvärda arter bedömdes förekomma inom området (Golder, 2015).

I samband med den omfattande riskbedömning som utförts för Kolkajen (Golder och Arnér Consulting, 2019) utfördes undersökningar av bottenvegetation, bottenfauna och föroreningshalter i fisk. Vegetationsinventeringen visade generellt på låga naturvärden med glesa, artfattiga växtsamhällen i samtliga undersökta lokaler inom området. Den ekologiska statusen bedömdes utifrån undersökningar av bottenfauna som otillfredsställande inom samtliga undersökta områden (Kolkajen, Tjarkajen, Husarviken,

¹ perfluoroktansulfonsyra

² tribetyltenn

³ polybromerade difenyleterar

Uggleboviken, Oxbergsbacken och Larsberg). Resultat från utförda analyser på fisk påvisade generellt ingen mätbar påverkan från föreningar. Ett undantag utgörs av kvicksilver. Dock bedömdes ingen specifik påverkan från verksamheterna inom Gasverksområdet föreligga (Golder och Arnér Consulting, 2019).

8.1.2 Husarviken

Husarviken är precis som Lilla Värtan påverkad av över 100 års industriell verksamhet som bedrivits i recipientens direkta närområde. Recipienten utgör en del av ytvattenförekomsten Lilla Värtan. Viken bedöms skyddsvärd, bl.a. då den ingår i Nationalstadsparken. Den ekologiska statusen bedöms som dålig på grund av höga halter av fosfor, kväve och klorofyll-A (Miljöbarometern, Stockholms stad). Sedimenten är påverkade av framförallt bly, koppar och zink samt kolväten och cyanider från de historiska verksamheterna. Den huvudsakliga vattenomsättningen styrs av utbytet med Lilla Värtan (WSP, 2004).

Husarviken ingår precis som Lilla Värtan i det kontrollprogram som tagits fram för Norra Djurgårdsstaden. Uppmätta föroreningshalter har under åren varierat från halter under rapporteringsgränsen till halter över gränsvärden för MKN. Högst halter har generellt uppmätts inom vikens västra del, uppströms den del av viken som bedöms kunna påverkas av tillströmmande grundvatten från Gasverket Östra. En minskande trend noteras sedan 2017, vilket korrelerar med omfattande saneringsarbeten som utförts i vikens tillrinningsområde (Golder 2012-2014, Sweco 2014-2018). Dataunderlaget är dock litet varför tolkningarna blir osäkra.

Husarviken ingick också i undersökningsområdet för ovan beskrivna undersökningar av bottenvegetation, bottenfauna och föroreningshalter i fisk med liknande resultat som för Lilla Värtan (Golder och Arnér Consulting, 2019).

8.2 Exponeringsvägar

Huvuddelen av de föroreningar som styr riskbilden inom detaljplaneområdet har flyktiga egenskaper. Människor som vistas inom området kan komma att exponeras för ångor som avgått från föroreningar som förekommer i mark och grundvatten ifall dessa transporteras in i byggnader och förorenar inomhusluften. Den inledande riskbedömning som utförts för området har identifierat inandning av ånga som den styrande exponeringsvägen för människor som vistas inom området. Riskbilden styrs av föroreningar som förekommer i jord och i grundvatten i berggrunden. Uppmätta föroreningshalter i mark-grundvatten har inte bedömts utgöra någon risk för människors hälsa (Sweco, 2021), se motivering under avsnitt 7. Porgasmätningar som utförts i området har påvisat att viss ångtransport förekommer i markens porer. Detta gäller främst i området runt hus 26, 29 och 30, hus 19 och 21 samt söder om f.d. spaltgasverket (hus 18), se Figur 8. Uppmätta halter har dock inte bedömts utgöra en risk avseende människors hälsa. De teoretiska risker som identifierats utifrån uppmätta halter i jord bekräftas således inte av uppmätta halter i porluft (Sweco, 2021).

Människor som vistas i byggnader som står i direkt kontakt med förorenat grundvatten kan komma att exponeras för föroreningar i det fall dessa tränger genom byggnadens grundkonstruktion och därigenom avgår som ånga. Denna exponering gäller endast för ämnen med flyktiga egenskaper.

Den östra delen av området specificeras i detaljplanen som park. Inom denna del av området bedöms exponering av föroreningar via ånga vara av mindre betydelse på grund av den stora utspädning som förväntas ske vid kontakt med utomhusluften vid markytan. Då det inom den aktuella ytan kan komma att bli aktuellt med grönytor beaktas intag av jord, damm och växter samt hudkontakt med jord och damm som potentiella exponeringsvägar.

För kvarteretsmarken bedöms exponering via intag av jord, damm, växter samt hudkontakt med jord och damm vara av mindre betydelse då marken kommer att vara hårdgjord eller bebyggd. Exponeringsmöjligheterna för förorenad jord kommer således vara kraftigt begränsade. Exponering kan eventuellt komma att ske i samband med framtida markarbeten för exempelvis ledningar. Sådan exponering bedöms vara begränsad till tiden för utförandet.

Exponering via intag av grundvatten som dricksvatten bedöms inte utgöra en möjlig exponeringsväg då området är beläget centralt i Stockholm och förses med kommunalt dricksvatten.

8.3 Spridningsvägar

De huvudsakliga spridningsvägarna för föroreningar inom området bedöms vid planerad markanvändning utgöras av transport via ånga och grundvatten. Spridning via damm bedöms utgöra en mindre betydande spridningsväg då området till stora delar kommer vara täckt av byggnader eller hårdgjord yta.

Ångtransport kan ske i markens porer inom den omättade zonen. Ångavgång kan ske från flyktiga föroreningar i den omättade zonen i jord eller från flyktiga föroreningar i grundvatten som transporterats till grundvattenytan. Spridning kan även ske från grundvatten som står i direkt kontakt med husgrunder i det fall förorening diffunderar in genom betongen och därifrån avgår som ånga till inomhusluften. Denna typ av spridning bedöms i det aktuella fallet främst kunna uppkomma i det fall det underjordiska garaget anläggs under nivå för berggrundvatten. Detta då delar av berggrundvattnet visat sig innehålla höga halter av bl.a. bensen och PAH-L.

Spridningsförutsättningarna i marken beror på olika faktorer så som jordens genomsläpplighet, innehåll av organiskt kol, avstånd till föroreningen, nedbrytning m.m. För spridning via grundvattentransport beror spridningsförutsättningarna även på andra faktorer så som jordens hydrauliska konduktivitet, grundvattenytans lutning samt grundvattenbildning och flöde genom de förorenade jordmassorna.

Jorden inom området utgörs huvudsakligen av fyllning underlagrat av sand eller berg. Inom områdets västra del underlagras fyllningen delvis av lera. Fyllningen sträcker sig generellt ner till eller under grundvattenytan.

28(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

I områdets centrala del finns en grundvattendelare, se Figur 3. Grundvattnet inom området öster om grundvattendelaren bedöms strömma i nordöstlig riktning, mot detaljplaneområdet Kolkajen och recipienten Lilla Värtan. Grundvattnet väster om grundvattendelaren bedöms strömma i nordlig riktning mot detaljplaneområdet Brofästet och recipienten Husarviken. Från Husarviken strömmar vattnet vidare till Lilla Värtan.

9 Metoder för riskbedömning

Bedömning av risker för föroreningsspridning till recipienter görs utifrån uppmätta halter i grundvatten inom området.

Hälsorisker bedöms via platsspecifika riktvärden vilka tagits fram för ett antal föroreningar i jord som kan förväntas förekomma i förhöjda halter inom detaljplaneområdet. Dessa redovisas i Tabell 7 nedan. Urvalet har gjorts utifrån kunskap om historiska verksamheter inom området samt resultat från utförda undersökningar.

Föroreningar i markgrundvatten har vid den inledande riskbedömningen inte bedömts utgöra en risk för människors hälsa inom området (Sweco, 2021). Föroreningar i markgrundvatten har därför inte ingått i den fördjupade hälsoriskbedömningen, se motivering under avsnitt 7. I samband med beräkning av platsspecifika riktvärden har dock vissa insatser gjorts för att bekräfta slutsatserna från den inledande riskbedömningen avseende hälsorisker kopplade till förorening i markgrundvatten.

Ett undantag utgörs av grundvatten som står i kontakt med grundkonstruktioner. För detta scenario bedöms hälsorisker utifrån riktvärden som framtagits för grundvatten inom Norra Djurgårdsstaden som står i kontakt med byggnader med källare. Riktvärdena har beräknats med modellen Shallow Groundwater Vapour Intrusion Model (SGVIM), vilken tagits fram för beräkning av ångtransport in i en byggnad då byggnadens grundläggning står i kontakt med förorenat grundvatten. Syftet är att riktvärdena ska representera ett konservativt scenario som ska kunna användas inom hela Norra Djurgårdsstaden (WSP, 2022).

Tabell 7. Ämnen för vilka platsspecifika riktvärden tagits fram för jord inom Gasverket Östra.

Organiska föroreningar	Förorening	Icke organiska föroreningar	Förorening
	Alifater >C5-C8		Arsenik
	Alifater >C8-C10		Barium
	Alifater >C10-C12		Kadmium
	Alifater >C12-C16		Kobolt
	Alifater >C16-C35		Krom
	Aromater >C8-C10		Koppar
	Aromater >C10-C16		Kvicksilver
	Aromater >C16-C35		Nickel
	Bensen		Bly
	Etylbensen		Vanadin
	Toluen		Zink
	M/P/O-Xylen		Cyanid lättillgänglig
	PAH, summa L		Cyanid total
	PAH, summa M		
	PAH, summa H		
	PCB7		

10 Spridning till omgivande recipienter

En fördjupad analys har utförts med avseende på potentiell spridning från området, nu och efter exploatering. Analysen har baserats på beräkningar av masstransport, vilka utförts utifrån uppmätta halter i grundvatten. Beräkningar har utförts utifrån ett nuvarande scenario där all nederbörd som faller inom ytan för detaljplaneområdet antas infiltrera marken och bilda grundvatten samt ett framtida scenario där infiltrationen antas minska som en konsekvens av en ökad hårdgörning av ytan. Beräkningarna är förenklade, bland annat beaktas inte den nedbrytning och fastläggning som kan förväntas ske vid strömning genom markens porer. I detta avsnitt redovisas en sammanfattning av utförd analys och resultaten, utredningen redovisas i sin helhet i Bilaga B1.

Föroreningarnas belastning på recipienten har bedömts utifrån det procentuella bidraget till relevanta riktvärden för ytvatten:

- gränsvärde för kemisk ytvattenstatus (MKN)
- alternativt Naturvårdsverkets haltkriterier för skydd av ytvatten $C_{crit-sw}$.

30(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

I första hand har MKN använts för bedömning av påverkan på recipienterna. I de fall MKN styrs av människors intag av fisk⁴ har istället $C_{crit-sw}$ använts.

Dataunderlag och metod

Dataunderlaget utgörs av grundvattenanalyser från tre grundvattenrör inom områdets västra del (totalt 22 analyser uttagna vid 9 alternativt 3 olika mättillfällen) samt två grundvattenrör inom områdets östra del (totalt 6 analyser uttagna vid 3 olika mättillfällen). Data har inhämtats från perioden 2018-2021. Den aktuella tidsperioden bedöms mest representativ med avseende på föroreningssituationen som råder i jord och grundvatten inom området i dagsläget.

Vid utförda beräkningar har allt grundvatten från detaljplaneområdets västra del antagits flöda via Husarviken till Lilla Värtan. Allt grundvatten inom områdets östra del har antagits flöda till Lilla Värtan. Den sammanlagda belastningen på Lilla Värtan har beräknats som summan av belastningen från hela detaljplaneområdet.

Lämpliga representativa halter för spridningen från området bedöms vara medelhalter i det grundvatten som lämnar området. Som representativ halt och skattning av medelhalten används för den västra delen av detaljplaneområdet aritmetiska medelvärden. Då dataunderlaget för grundvatten inom områdets östra del är litet har bedömning av spridning från denna del av området baserats på högsta uppmätta halter.

Resultat och slutsats

Resultat från utförda beräkningar redovisas i Tabell 8 och Tabell 9 nedan. I tabellerna redovisas endast de ämnen/ ämnesgrupper som bedöms bidra med störst belastning till recipienterna. Fullständiga resultat redovisas i Bilaga B1.

Tabell 8. Beräknad masstransport (kg) för de ämnen som bedöms bidra med störst belastning från detaljplaneområdet till omgivande recipienter, Husarviken och Lilla Värtan.

Ämne	Masstransport (kg)			
	Husarviken		Lilla Värtan	
	Före explo	Efter explo	Före explo	Efter explo
CN lättillgänglig (fri)	0,01	<0,01	0,02	<0,01
CN total	0,35	0,02	2,3	0,7
Naftalen	<0,01	<0,01	2,5	0,8
Bens(bk)fluoranten	<0,01	<0,01	0,03	0,01
Bens(a)pyren	<0,01	<0,01	0,02	<0,01
Benso(ghi)perylen	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
PAH, summa L	<0,01	<0,01	2,6	0,9
PAH, summa M	<0,01	<0,01	0,06	0,02
PAH, summa H	<0,01	<0,01	0,1	0,04

⁴ Fluoranten, benso(a)pyren

Tabell 9. Beräknat bidrag (%) till relevanta riktvärden (MKN (svarta siffror) alternativt $C_{crit-sw}$ (blå siffror)) för de ämnen som bedöms bidra med störst belastning från detaljplaneområdet till omgivande recipienter, Husarviken och Lilla Värtan.

	Bidrag till riktvärden i %			
	Husarviken		Lilla Värtan	
Ämne	Före explo	Efter explo	Före explo	Efter explo
CN lättillgänglig (fri)	0,3	0,02	0,01	<0,01
CN total	8,7	0,6	2,0	0,6
Naftalen	<0,01	<0,01	0,5	0,2
Bens(bk)fluoranten	1,1	0,07	0,8	0,2
Bens(a)pyren	2,7	0,2	1,6	0,5
Benso(ghi)perylene	11	0,7	7,6	2,5
PAH, summa L	<0,01	<0,01	0,6	0,2
PAH, summa M	1,1	0,07	0,6	0,2
PAH, summa H	16	1,0	9,1	2,9

Då representativa halter delvis baseras på högsta uppmätta halter styrs den beräknade masstransport som redovisas i Tabell 8 till stor del av högsta uppmätta halter i grundvatten inom området. Mängden föroreningar som faktiskt når recipienten bedöms vara mindre än vad som antagits vid utförda beräkningar. Beräkningarna tar inte hänsyn till de naturliga processer som begränsar spridningen, exempelvis fastläggning och nedbrytning vid transport genom marken. Detta återspeglas i att grundvattenprover uttagna i anslutning till recipienten uppvisar avsevärt lägre föroreningshalter än prover uttagna i områden längre uppströms (Golder, 2019).

Schaktarbeten som utförts i området tyder på att vattnet där högst halter av PAH-M och PAH-H påträffats (GV8, områdets sydöstra del) utgör ett markvatten. Vid beräkning av representativa halter har föroreningshalter uppmätta i detta vatten tilldelats samma vikt som föroreningshalter uppmätta i grundvatten inom övriga delar av området, vilket sannolikt bidrar till en överskattning av den beräknade belastningen på recipienten (Lilla Värtan).

Vidare tyder noteringar från fältundersökningar på att uppmätta föroreningshalter i grundvatten inom Gasverket Östra delvis kan spegla partikulärt bundna föroreningar med betydligt lägre spridningsbenägenhet än föroreningar som förekommer lösta i grundvattnet.

Spridningen från området bedöms sammanfattningsvis vara liten, även om beräkningarna indikerar viss påverkan från PAH-H och benso(g,h,i)perylene på recipienterna. Bidraget till tillämpade riktvärden har beräknats i storleksordningen enstaka procent eller mindre vid dagens markanvändning, bortsett för PAH-H och benso(g,h,i)perylene där en något högre påverkan noteras.

32(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

Efter den planerade exploateringen kommer bidraget minska då nederbörd i hög utsträckning kommer leda bort över hårdgjorda ytor som mynnar i dagvattenledningar. Förutsättningar för grundvattenbildning och därmed spridning av föroreningar från området kommer således att minska avsevärt. Planerade markarbeten kommer medföra att stora mängder föroreningar avlägsnas från jord och grundvatten inom området vilket ytterligare kommer att bidra till minskade spridningsförutsättningar.

Föroreningstransporten från området bedöms vidare vara liten även i det fall nya spridningsvägar öppnas upp i samband med framtida entreprenader. Ett scenario som skulle påverka bedömningen är om en betydande mängd av grundvattnet från den östra delen av området skulle ändra flödesriktning. En sådan ändring skulle innebära att grundvatten från den östra delen skulle flöda till Husarviken istället för direkt till Lilla Värtan. Detta scenario bedöms dock inte vara sannolikt givet grundvattnets trycknivå, geologiska förutsättningar, byggplaner samt information om ledningsgravar och andra konstruktioner inom och i anslutning till området.

Mot bakgrund av ovanstående bedöms det inte motiverat att begränsa de platsspecifika riktvärdena med avseende på spridning av föroreningar till ytvatten.

11 Platsspecifika riktvärden

Beräkningarna av platsspecifika riktvärden har baserats på antaganden redovisade i Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm med anpassningar för att bättre motsvara de platsspecifika förutsättningarna.

Vidare har förutsättningar inom det aktuella området jämförts med förutsättningar för det angränsande detaljplaneområdet Kolkajen. Detta för att erhålla en samsyn inom området i stort samt för avgöra om delar av resultaten från den omfattande riskbedömning som utförts för Kolkajen kan appliceras på Gasverket Östra.

Ingen hänsyn har tagits till tekniska skyddsåtgärder vid beräkning av riktvärdena.

Indata till riktvärdesmodellen sammanfattas i Tabell 15 i avsnitt 11.8. En genomgång med motivering till val av indata följer i avsnitt 11.2 - 11.7 nedan.

11.1 Markanvändningsscenarier

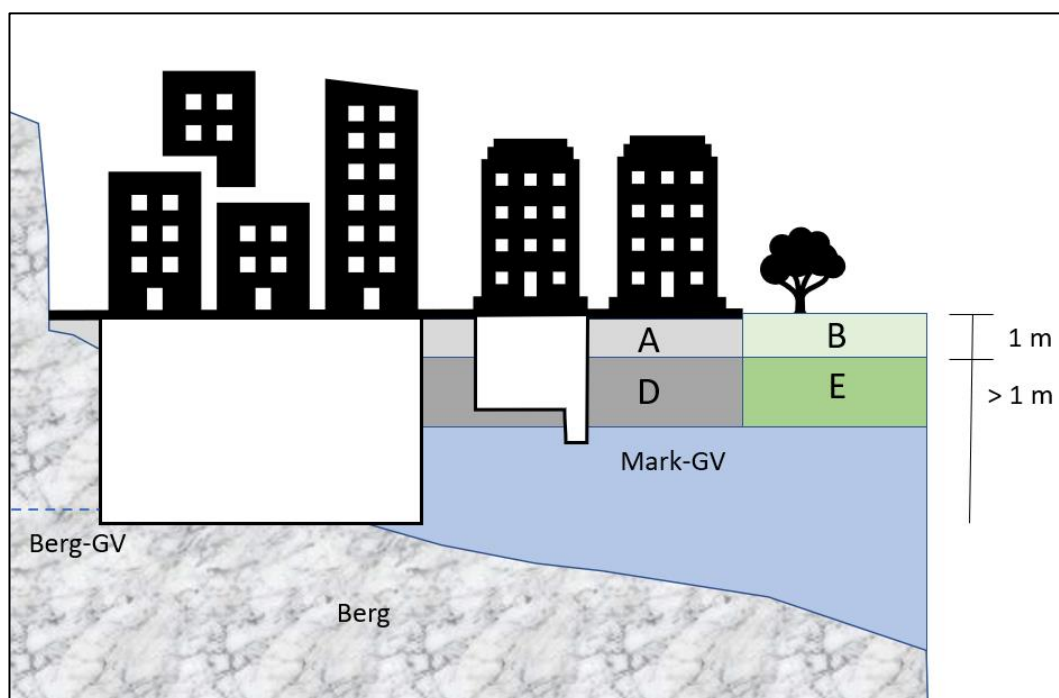
I samband med den fördjupade riskbedömningen har fem olika markanvändningsscenarier för jord identifierats inom det aktuella detaljplaneområdet. Dessa illustreras i Figur 14 nedan och omfattar:

- A. Kvartersmark. Avser yttlig jord (0-1 m från markytan) inom kvartersmark med och utan källare eller underliggande garage. Markytan kommer vara hårdgjord och det kommer inte finnas några möjligheter för odling i marken.
- B. Park och grönytor. Avser yttlig jord (0-1 m från markytan) i större parker och grönområden, mindre grönområden inom kvartersmark inkluderas ej.

- C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar. Avser yttlig jord (0-1 m från markytan) under större sammanhängande hårdgjorda ytor och större vägar. Mindre kvartersgator, cykelvägar samt mindre hårdgjorda ytor så som parkeringsytor inom kvartersmark och park inkluderas ej.
- D. Djup jord under kvartersmark. Avser djup jord (> 1 m från markytan) inom kvartersmark med och utan källare alternativt underliggande garage.
- E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor. Avser djup jord (> 1 m från markytan) under parker, grönytor samt större sammanhängande hårdgjorda ytor och vägar.

Beteckningarna A till E har valts för att erhålla en enhetlig benämning av markanvändningsscenarier med det angränsande detaljplaneområdet Kolkajen, för vilket platsspecifika riktvärden framtagits under 2019 (Golder och Arnér Consulting, 2019).

Markanvändningsscenario C har inkluderats då det vid den slutliga utformningen av området kan komma att bli aktuellt med större sammanhängande hårdgjorda ytor.



Figur 14. Markanvändningsscenarier som identifierats inom Gasverket Östra. Förkortningen GV står för grundvatten.

11.2 Justering med avseende på bakgrundshalt

Bakgrundshalter har för metaller i jord justerats till lokala bakgrundshalter för Stockholms stad, vilka beräknats vid framtagande av Storstadsspecifika riktvärden för Stockholms

34(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

stad. För organiska ämnen har inga storstadsspecifika bakgrundshalter framtagits, för dessa ämnen antas bakgrundshalter i enlighet med antaganden för Naturvårdsverkets generella riktvärden (d.v.s. inga mätbara bakgrundshalter). Tillämpade bakgrundshalter redovisas i Tabell 10 nedan. I tabellen redovisas även de bakgrundshalter som anges för Naturvårdsverkets generella riktvärden (NV, 2016).

Tabell 10. Bakgrundshalter för metaller och halvmetaller enligt antaganden för Storstadsspecifika riktvärden för Stockholms stad (SSRV) samt Naturvårdsverkets generella riktvärden (NV). Samtliga halter i mg/kg TS.

	Bakgrundshalt	
	SSRV	NV
Arsenik	10	10
Bly	60	20
Kadmium	0,5	0,2
Kobolt	15	10
Koppar	40	30
Krom tot	50	30
Kvicksilver	0,5	0,1
Nickel	25	25
Zink	100	70

11.3 Spridningsförutsättningar

Spridning till ytvatten har inte inkluderats i de platsspecifika riktvärdena för jord, istället har en separat bedömning avseende spridning nu och vid genomförande av detaljplanen utförts. Bedömningen redovisas i avsnitt 10. Delriktvärde för spridning till ytvatten beaktas således inte vid sammanvägning av riktvärden. Beräkningstekniskt har detta hanterats genom att i beräkningsverktyget tilldela recipienten en stor volym (1E+08 m³), vilket hindrar att delriktvärdet för skydd av ytvatten blir styrande för det sammanvägda riktvärdet.

De spridningsförutsättningar som påverkar spridning via ångtransport redovisas i detta avsnitt. Jorden inom området antas generellt vara av genomsläpplig karaktär. Indata för jordens egenskaper har justerats med avseende på porositet, vattenhalt och lufthalt för att gälla för en genomsläpplig jord. Värdena för ytlig jord har hämtats från Naturvårdsverkets rapport 5976, bilaga 1 (Naturvårdsverket 2016). För djup jord har vattenhalten i jorden ökat något, vilket ger en något mindre andel porluft. Detta i enlighet med antaganden för de Storstadsspecifika riktvärdena för Stockholms stad.

Jordens innehåll av organiskt kol (TOC) har justerats till 1 %, baserat på medelvärdet av uppmätta halter i jordprover från området (medelvärde 1,3 %, N=29 ytlig jord, N=26 djup jord). Medelvärdet är detsamma både inom ytlig och djup jord varför det aktuella värdet ansatts för hela jordprofilen. Använda värden redovisas i Tabell 11.

Tabell 11. Antagna värden för jordens egenskaper för Gasverket Östra (GVO Ö) samt jämförelse mot angivna jordegenskaper för Naturvårdsverkets (NV) generella riktvärden.

Parameter	GVO Ö	NV
Porositet	0,35	0,4
Vattenhalt i ytlig jord	0,11	0,32
Vattenhalt i djup jord	0,15	0,32
Lufthalt i ytlig jord	0,24	0,08
Lufthalt i djup jord	0,20	0,08
Halt organiskt kol i ytlig jord	1,0	2
Halt organiskt kol i djup jord	1,0	2

11.4 Exponeringsförutsättningar

För kvartersmark och hårdgjorda ytor inom området samt för djup jord inom parkmark bedöms exponeringsmöjligheterna för förorenad jord vara begränsade. Exponeringstid för intag av jord, inandning av damm samt hudkontakt med jord och damm har ansatts till 20 dagar för vuxna och barn. Exponeringstiden baseras på antaganden för Storstadsspecifika riktvärden, scenario E: Hårdgjord yta samt F3. Djupare jord parker, som tagit höjd för att tillfälliga markarbeten kan komma att ske inom hårdgjorda områden samt i djupare belägen jord.

För ytlig jord inom parker och grönytor bedöms exponeringstiden för intag av jord, inandning av damm samt hudkontakt med jord och damm motsvara Naturvårdsverkets generella antaganden för känslig markanvändning, KM, d.v.s. en exponering om 365 dagar (intag jord och inandning av damm) respektive 120 dagar (hudkontakt med jord och damm).

För exponeringsvägen intag av ånga antas en exponeringstid av 365 dagar. För kvartersmark antas andelen inomhusvistelse uppgå till 100% och för parker, grönytor och större hårdgjorda ytor till 0%.

11.4.1 Justeringar avseende källare eller underliggande garage

Flera av byggnaderna inom detaljplaneområdet kommer att anläggas med underliggande källardel eller garage. Detta utrymme kan medföra extra spädning av potentiella föroreningar som tränger in i byggnaden och når inomhusluften. Denna spädning är komplex och beror av flera olika faktorer så som byggandens konstruktion, ventilation, förekomst av hissar och trapphus, etc. I arbetet med de storstadsspecifika riktvärdena gjordes en litteraturstudie avseende vilken extra spädning som ett källarutrymme kan förväntas medföra. Resultat från litteraturstudien redovisas i rapporten *Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm*, daterad 2019-08-29.

Litteraturstudien visade sammanfattningsvis att en utspädning om 5 gånger kan antas ske från källaren till överliggande byggnad. Då källardelen även innebär att en större del

36(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

av byggnadens yta kan komma i kontakt med den förorenade jorden, vilket kan medföra en ökad transport av ånga in i byggnad, justerades utspädningsfaktorn ned med en faktor 2. Den extra utspädningsfaktor som en källare antas medföra ansattes slutligen till 3.

Detta värde har använts vid framtagande av platsspecifika riktvärden för egenskapsområde A och D, flerbostadshus med källare. Beräkningstekniskt har den extra utspädningen erhållits genom att i modellen justera luftomsättningen i byggnaden från 12 till 36 gånger per dygn.

11.5 Justering med avseende på modellosäkerheter

Framtagna riktvärden baseras bland annat på den ångtransport som modelleras i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg. Processerna som styr ångtransporten i marken är komplexa och beräkningsmodellen förenklar flera av dessa, vilket ofta kan leda till att riskerna överskattas.

Storleksordningen av dessa överskattningar har undersökts inom ramen för den riskbedömning som utförts för det angränsande detaljplaneområdet Kolkajen. Undersökningarna har, utöver en litteraturstudie, även omfattat jämförelser av modellerade halter erhållna med olika modelleringsverktyg samt jämförelser av beräknade och uppmätta föroreningshalter i porluft. Resultaten från de utförda undersökningarna redovisas i bilaga 3 till rapporten *Miljö- och hälsoriskbedömning Kolkajen och Ropsten, Norra Djurgårdsstaden*, daterad 2019-10-24.

Slutsatsen av utredningarna är att modellen i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg överskattar ångtransporten av flyktiga föroreningar i marken inom Kolkajen. Undersökningarna resulterade i antagandet att riktvärdena för bensen, PAH-L och PAH-M (vilka bedömts vara styrande för riskbilden inom området) i jord och grundvatten inom Kolkajen kan justeras med hänsyn till ångtransport med en faktor 10 (BTEX och PAH-L) eller 2 (PAH-M).

Vidare visade utredningarna att temperaturjusterade Henrys konstanter hämtade från Johnson & Ettingers modell (J&E version 2017), det beräkningsverktyg som utvecklats av amerikanska motsvarigheten till Naturvårdsverket, bidrar till en mer korrekt modellering av ångavgång från jord och grundvatten än vid användning av Henrys konstanter hämtade från Naturvårdsverkets beräkningsmodell.

Även inom Gasverket Östra styrs riskbilden av exponering via inandning av ånga. Utvärdering av data från jord, grundvatten och porluft visar på ett mönster liknande det inom Kolkajen med lägre uppmätta halter i porluft än vad som predikteras av beräkningsmodellen.

För att undersöka om de justeringsfaktorer som antagits för riktvärden inom Kolkajen (BTEX, PAH-L och PAH-M) även kan appliceras på riktvärden inom Gasverket Östra har kvoter beräknats mellan halter som uppmäts i porluft och porluftshalter som beräknats med Naturvårdsverkets beräkningsmodell. Beräkningarna beskrivs i detalj i Bilaga B2. Nedan följer en kort sammanfattning.

Dataunderlag och metod

Då riskbilden inom Gasverket Östra styrs av föroreningsituationen i jord och berggrundvatten har porluftshalter för det aktuella området beräknats utifrån uppmätta föroreningshalter i jord. Berggrundvatten utreds separat, se Bilaga A. För Kolkajen har beräknade porluftshalter baserats på uppmätta halter i grundvatten.

Dataunderlaget för Gasverket Östra utgörs av porluftsanalyser av BTEX och PAH från 22 porluftspunkter samt analyser av motsvarande ämnen från närliggande provpunkter för jord, totalt 28 stycken. Samtliga porluftprover har uttagits genom pumpad provtagning.

Vid beräkning av kvoterna har halter i porluft som underskridit laboratoriets rapporteringsgräns tilldelats värdet för rapporteringsgränsen. För punkter där halter i jord underskridit rapporteringsgränsen har ingen kvot beräknats. Vid beräkning av medelvärden har outliers avlägsnats (se bilaga B2).

Resultat och slutsats

Resultaten har påvisat kvoter i samma storleksordning som de som beräknats inom Kolkajen, se Tabell 12. Kvoter för BTEX redovisas inte i tabellen. Ämnena bedöms inte vara styrande för riskbilden inom området. Uppmätta halter av BTEX i jord och porluft inom området är låga, i många fall under rapporteringsgränserna. Detta försvårar beräkning av ångavgång.

Tabell 12. Medel- och medianvärden av kvoter mellan uppmätt och beräknad halt i porluft. Beräkningar för Gasverket Östra baseras på uppmätta halter i jord. Kvoter för Kolkajen baseras på uppmätta halter i grundvatten.

Ämne	Medel	Median	Antal (N)	Medel Kolkajen (aktiv provtagning)
Naftalen	1,6E-03	7,2E-05	17	7E-03
Acenaftilen	6,5E-04	5,8E-05	17	4E-04
Acenaften	3,3E-05	5,5E-06	17	3E-04
Fluoren	5,1E-04	8,3E-05	17	2E-03
Fenantren	3,3E-04	1,6E-04	17	8E-05

Resultaten från utförda beräkningar tolkas som att modellen som använts för framtagande av platsspecifika riktvärden för området (Naturvårdsverkets beräkningsverktyg version 2.0.1) överskattar risken för ångavgång inom området. Resultaten visar på en korrelation mellan uppmätta och beräknade halter i porluft inom Gasverket Östra lik den inom Kolkajen. Detta tolkas som att den justeringsfaktor som använts för PAH-L och PAH-M inom Kolkajen även kan appliceras på riktvärden för Gasverket Östra utan att riskerna underskattas. Dessa redovisas i Tabell 13.

38(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

Tabell 13. Tillämpade justeringsfaktorer för envägskoncentration Inandning av ånga. Justeringen påverkar de samvägda delriktvärdena för hälsa för PAH-L och PAH-M.

Ämnesgrupp	Justeringsfaktor för envägskoncentration - inandning av ånga
PAH-L	10
PAH-M	2

För BTEX föreslås inga justeringar avseende envägskoncentrationen "inandning av ånga". Dataunderlaget för dessa ämnen är som beskrivits ovan mer svårtolkat och ämnena bedöms inte vara styrande för riskbilden inom området.

11.6 Ämnesspecifika justeringar

Vid beräkning av riktvärden har temperaturjusterade (10 °C) Henrys konstanter hämtade från Johnson & Ettingers modell (J&E version 2017) använts för bensen, toluen, etylbensen och xylen samt för ämnesgrupperna PAH-L och PAH-M. Antagandet baseras på resultat från utförda porluftsundersökningar inom detaljplaneområdet samt slutsatser från riskbedömning för närliggande detaljplaneområde Kolkajen (Golder och Arnér Consulting, 2019). För alifat- och aromatgrupperna finns inga värden för Henrys konstant att hämta från J&E. Detta då dessa grupperingar är en svensk konstruktion. För dessa ämnesgrupper används därför data från Naturvårdsverket. Dessa ämnen är av mindre betydelse för riskbilden inom området och en ändring av Henrys konstant bedöms därmed inte påverka riskbedömningen.

Precis som för Kolkajen bedöms spridning via ångtransport inom Gasverket Östra utgöra en försumbar spridningsväg för ämnen inom gruppen PAH-H. Bedömningen baseras på resultat från de porluftsundersökningar som utförts inom Gasverket Östra mellan 2018 och 2021 (totalt 20 mätningar i 13 punkter). Bedömningen styrks av resultat från den omfattande ångutredning som utförts för Kolkajen, vilken bl.a. bygger på resultat från närmre 80 porluftsmätningar och 150 luftmätningar. Utredningen visar att PAH-H inte förångas i sådan grad att det innebär ett problem avseende ångtransport (Golder och Arnér Consulting, 2019). Envägskoncentration för inandning av ånga har således inte beaktats vid beräkning av platsspecifika riktvärden för PAH-H. Beräkningstekniskt har detta hanterats genom att tilldela ämnesgruppen PAH-H ett mycket litet värde för Henrys konstant (1E-10).

För ämnesgrupperna PAH-L och PAH-M har platsspecifika Henrys konstanter beräknats utifrån den platsspecifika fördelningen av enskilda PAH inom de båda ämnesgrupperna, se Tabell 14.

Tabell 14. Fördelning av enskilda PAH inom ämnesgrupperna PAH-L och PAH-M inom Gasverket Östra (N=235) samt enligt Naturvårdsverkets generella antaganden. Tabellen redovisar även Henrys konstanter hämtade från Naturvårdsverkets beräkningsverktyg och J&Es modell samt beräknade platsspecifika Henrys konstanter.

		NV andel av PAH-L resp PAH-M	Gasverket Östra andel av PAH-L resp PAH-M	Henrys konstant		Samvägt värde för Henrys konstant baserat på värden från J&E, Gasverket Östra
				NV	J&E	
PAH-L	Naftalen	40%	37%	1,2E-02	6,0E-03	8E-03
	Acenaftylen	25%	40%	2,9E-03	1,9E-03	
	Acenaften	35%	23%	1,1E-02	2,9E-02	
PAH-M	Flouren	9%	4%	6,2E-03	9,8E-04	9E-04
	Fenantren	25%	20%	1,4E-03	1,4E-03	
	Antracen	7%	7%	9,0E-04	4,7E-04	
	Fluoranten	33%	39%	1,6E-03	1,1E-04	
	Pyren	26%	30%	7,5E-05	7,8E-05	

11.7 Nedjustering av riktvärden

Framtagna riktvärden har justerats så att inget riktvärde överskrider Avfall Sveriges haltgränser för farligt avfall (Avfall Sverige, 2019) eller Naturvårdsverkets angivna halt för indikation av fri fas (Naturvårdsverket, 2016).

11.8 Sammanställning av indata och beräknade platsspecifika riktvärden

En sammanfattning av antaganden som ligger till grund för beräkning av platsspecifika riktvärden för de olika egenskapsområdena redovisas i Tabell 15. Beräknade platsspecifika riktvärden redovisas i Tabell 16. Uttagsrapporter redovisas i Bilaga B3.

Tabell 15. Antaganden för beräkningar av platsspecifika riktvärden för olika egenskapsområden inom Gasverket Östra.

	A. Kvartersmark	B. Park och grönytor	C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar	D. Djup jord under kvartersmark	E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor
Exponeringsvägar					
Intag av jord	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Hudkontakt med jord/damm	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Inandning av damm	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Inandning av ånga	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Intag av dricksvatten	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Intag av växter	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej
Uppskattning av halt i fisk	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Exponeringsparametrar					
Intag av jord					
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	20	20	20
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	20	20	20
Hudkontakt med jord/damm					
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	20	20	20
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	20	20	20
Inandning damm					
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	20	20	20
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	20	20	20
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	1	0	0	0	0
Inandning ånga					
Exp.tid barn - inandning av ånga	365	365	365	365	365
Exp.tid vuxna - inandning av ånga	365	365	365	365	365
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	1	0	0	1	0
Intag växter					
Konsumtion av växter - barn	0	0,25	0	0	0
Konsumtion av växter - vuxna	0	0,4	0	0	0
Andel växter från odling på plats	0	0,05	0	0	0
Scenariospecifika parametrar					
Använd KM eller MKM värden i modellen	KM	KM	KM	KM	KM
Jord- och grundvattenparametrar					
Halt organiskt kol	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Vattenhalt	0,11	0,11	0,11	0,15	0,15
Andel porluft	0,24	0,24	0,24	0,2	0,2
Porositet	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Kd-värden metaller	NV	NV	NV	NV	NV
Transportmodell ånga					
Luftvolym inne i byggnad	240	240	240	240	240
Luftsättning i byggnad	12/36	12	12	12/36	12
Yta under byggnad	100	100	100	100	100
Djup till förorening	0,35	0,35	0,35	1	1
Transportmodell grundvatten					
Storlek på förorenat område					
Grundvattenbildning					
Spridning beaktas utanför modellen					
Skydd av markmiljö					
Markmiljö	Nej	MKM	Nej	Nej	Nej
Skydd av grundvatten					
Skydd av grundvatten beaktas	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Skydd av ytvatten					
Spridning till ytvatten					
Spridning beaktas utanför modellen					
Modellparametrar					
Bakgrundshalter	SSRV	SSRV	SSRV	SSRV	SSRV

Tabell 16. Beräknade platsspecifika riktvärden samt styrande exponeringsvägar eller justeringar. Samtliga halter i mg/kg TS.

Ämne	A. Kvartersmark		B. Park och grönytor	C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar	D. Djup jord under kvartersmark		E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor	KM	MKM
	Med källare	Utan källare			Med källare	Utan källare			
Arsenik	60	60	10	60	60	60	60	10	25
Barium	20 000	20 000	300	20 000	20 000	20 000	20 000	200	300
Bly	600	600	70	600	600	600	600	50	400
Kadmium	150	150	2	120	150	150	120	0,8	12
Kobolt	1 000	1 000	35	1 000	1 000	1 000	1 000	15	35
Koppar	2 500	2 500	200	2 500	2 500	2 500	2 500	80	200
Krom total	10 000	10 000	150	10 000	10 000	10 000	10 000	80	150
Kviksilver	0,5	0,5	0,7	2	0,5	0,5	5	0,3	3
Nickel	1 000	1 000	120	1 000	1 000	1 000	1 000	40	120
Vanadin	10 000	10 000	200	10 000	10 000	10 000	10 000	100	200
Zink	2 500	2 500	500	2 500	2 500	2 500	2 500	250	500
PAH L	140	50	15	500	180	60	500	3	15
PAH M	16	5	23	170	20	7	250	3,5	20
PAH H	40	40	1,2	40	40	40	40	1	10
Bensen	0,06	0,02	0,35	0,60	0,07	0,03	1,8	0,012	0,04
Toluen	6	2	50	70	8	2,5	200	10	40
Etylbensen	40	15	50	500	50	18	1 000	10	50
Xylen	5	1,5	50	50	6	2	150	10	50
Alifat >C5-C8	30	10	60	60	30	10	180	25	150
Alifat >C8-C10	8	2,5	50	50	8	3	150	25	120
Alifat >C10-C12	50	15	300	500	60	20	1 000	100	500
Alifat >C12-C16	200	70	500	1 000	250	80	1 000	100	500
Alifat >C16-C35	2 500	2 500	1 000	2 500	2 500	2 500	2 500	100	1 000
Aromat >C8-C10	18	6	50	200	25	8	600	10	50
Aromat >C10-C16	500	300	15	500	500	350	500	3	15
Aromat >C16-C35	250	250	40	250	250	250	250	10	30
PCB7	0,18	0,08	0,02	0,40	0,20	0,10	0,40	0,008	0,2
Cyanid total	1 000	1 000	120	1 000	1 000	1 000	1 000	30	120
Cyanid fri	10	3,5	8	50	12	4	50	0,4	2

	Hälsoriktvärde styrs av inandning ånga
	Hälsoriktvärde styrs av intag jord
	Hälsoriktvärde styrs av hudkontakt
	Hälsoriktvärde styrs av akuttoxicitet
	Hälsoriktvärde styrs av intag av växter
	Riktvärde styrs av markmiljö
Blå kursiv text	Riktvärde justerat med avseende på fri fas
Röd text	Riktvärde justerat med avseende på haltgränser för farligt avfall
Grön text	Riktvärde justerat med avseende på bakgrundshalt, SSRV
Lila fet text	Riktvärde justerat med avseende på kortidsgränsvärde

42(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

12 Riskbedömning

12.1 Föroreningar i jord

Utanför befintliga byggnader kommer en stor andel av befintliga jordmassor att schaktas bort oavsett föroreningsgrad i och med kommande anläggningsarbeten.

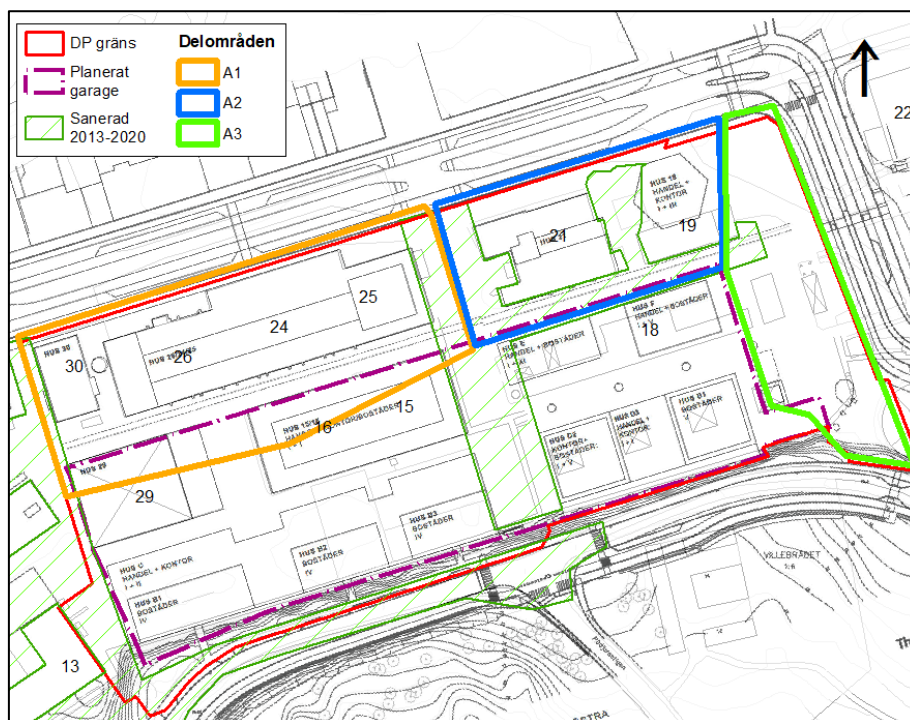
Följande schaktarbeten som inte utgör sanering planeras:

- Schakt av jord ner till berg inför anläggning av garage inom områdets södra del. Därefter bergschakt ner till ca +0,0 (RH2000).
- Schakt av jord inför borttagning av gammal tjärledning längst med Norra Gränd, väster om Terminalgatan.
- Schakt för dränering kring källarmurar på byggnader som ska bevaras.
- Schakt för nya ledningar

Då den exakta utbredningen av dessa tekniska schakt inte fastställts vid tidpunkten för den utförda riskbedömningen omfattar bedömningen en generell utvärdering av samtliga uppmätta föroreningshalter inom området. Ett undantag utgörs av området för det planerade garaget inom områdets södra del där samtlig jord kommer att avlägsnas ner till berg i samband med markförberedande arbeten. Detta område har således inte inkluderats i utvärderingen.

12.1.1 Styrande ämnen

För att undersöka vilka ämnen som är styrande för riskbilden inom området har uppmätta föroreningshalter i jord inom detaljplaneområdet jämförts mot de platsspecifika riktvärdena. Som underlag vid jämförelsen har statistik avseende uppmätta föroreningshalter (medel-, median- och maxvärden samt 90-percentilen) beräknats. Resultaten sammanfattas nedan och redovisas i sin helhet i Bilaga B4. Beräkningar har endast utförts för de områden där jordmassor kan komma att kvarlämnas inom området (jord kring och under hus 26/24/25, 30, 21 och 19 samt, delvis, kring hus 15/16, 29 och spaltgasverket). Detaljplaneområdet har vid utförda beräkningar delats in i tre delområden, område A1 (nordväst), A2 (nordöst) samt A3 (öst), se Figur 15. Indelningen i delområden styrs av den planerade markanvändningen. Beräkningarna inkluderar inte data från jord som avlägsnats vid utförda saneringsentreprenader.



Figur 15. Områden där jord delvis kommer att kvarlämnas inom detalplaneområdet, orange linje – område A1, blå linje – område A2 och grön linje – område A3. Inom området söder om område A1 och A2 kommer samtlig jord att avlägsnas ner till underliggande berg i samband med markberedande arbeten.

I Tabell 17 redovisas statistik för de ämnen som bedöms styrande för riskbilden inom området, PAH-M, PAH-H och kvicksilver. I Bilaga B4 redovisas statistik för samtliga undersökta ämnen.

Tabell 17. Styrande föroreningar inom Gasverket östra. Medel- och maxhalter jämförs mot platsspecifika riktvärden för A. – kvartersmark och B. – park och grönytor yttlig jord (0-1 m) samt D. – kvartersmark och E. – park och hårdgjorda ytor djup jord (>1 m). Samtliga halter i mg/kg TS.

	Delområde	Kvicksilver		PAH M		PAH H	
		Medel	Max	Medel	Max	Medel	Max
Yttlig jord	A1	1,4	19	120	660	89	410
	A2	0,38	2	16	110	22	140
	A3	1,2	4,3	38	150	49	170
Djup jord	A1	0,74	7,5	59	620	49	490
	A2	0,26	2,7	46	550	28	170
	A3	0,13	0,35	99	380	73	280
A.	Kvarter u. källare	0,50		5,0		40	
	Kvarter m. källare	0,50		16		40	
B.	Park/ grönyta	0,70		23		1,2	
D.	Kvarter u. källare	0,50		7,0		40	
	Kvarter m. källare	0,50		20		40	
E.	Park	5,0		250		40	

Inom område A1 överskrider framtagna riktvärden (PSRV scenario A. och D. kvartersmark *med* källare) för ett eller fler av de styrande ämnena i cirka 70 % av uttagna prov från yttlig jord (0-1 m) och 30 % av prov uttagna från djup jord (>1 m).

För område A2 har jämförelse gjorts mot riktvärden för kvartersmark (A. och D.) både *med* och *utan* källare då byggnader inom området till en mindre del kommer att anläggas utan underliggande källare. Inom området överskrider riktvärden för kvartersmark *utan* källare i cirka 70% (yttlig jord) respektive 50 % (djup jord). Vid jämförelse mot riktvärden framtagna för kvartersmark *med* källare överskrider riktvärden i cirka 40 % av uttagna prover från yttlig jord och 30 % från djup jord.

För område A3 överskrider de platsspecifika riktvärdena (B. och E. park och grönytor) i cirka 60 % av prover från yttlig jord och 25 % av prover från djup jord. Dataunderlaget för område A3 är dock litet.

Alifater >C8-C10 har analyserats i ca 190 jordprov från området. Halter över laboratoriets rapporteringsgräns har uppmätts i endast 4 prov. Trots detta överskrider den beräknade medelhalten för alifater >C8-C10 inom delområde A2 PSRV för scenario A. och D. kvartersmark *utan* källare, vilket framgår av statistiken som redovisas i Bilaga B4. De beräknade medelhalterna för både yttlig och djup jord styrs dock i hög grad av storleken på rapporteringsgränsen. Alifater förekommer generellt i låga halter inom området och bedöms inte styrande för riskbilden.

12.1.2 Representativa halter

Föroreningsituationen inom de olika områdena styrs huvudsakligen av PAH-M och PAH-H samt, i mindre omfattning, av kvicksilver. Styrande för riskbilden inom

kvartersmark är, för PAH-M och kvicksilver, exponering via inandning av ånga samt, för PAH-H, exponering via hudkontakt med förorenad jord och damm. För område A3 styrs riskbilden generellt av intag av jord och växter. Inom området förekommer även föroreningshalter i den ytliga jorden som kan utgöra en risk för markekosystemet.

De aktuella riskerna styrs huvudsakligen av exponering för förorenad jord över en större rumslig skala. Representativa halter för bedömning av miljö- och hälsorisker, det vill säga den halt som bäst beskriver riskbilden utan att risker underskattas, bedöms därmed utgöras av medelvärden av föroreningshalter inom respektive delområde (A1, A2, A3). Som skattning av medelhalten används aritmetiska medelvärden. Vid beräkning av medelvärden har halter under rapporteringsgränsen räknats som halva rapporteringsgränsens värde.

Medelvärden bedöms lämpliga att använda för bedömning av risker kopplade till markmiljö och hälsorisker vid långtidsexponering, det vill säga risker som kan uppkomma vid vistelse inom det förorenade området under lång tid. För bedömning av risker kopplade till korttidsexponering och akuttoxiska risker utvärderas istället risksituationen utifrån uppmätta maxhalter.

12.1.3 Risker vid långtidsexponering

Inom de delområden som planeras för kvartersmark (A1 och A2) överskrider beräknade medelvärden avseende PAH-M platsspecifika riktvärden både i djup och ytlig jord. För område A1 överskrids även riktvärden med avseende på PAH-H och kvicksilver både för ytlig och djup jord.

För område A3, som planeras som park, överskrids beräknade medelvärden av arsenik, bly, kvicksilver, PAH-M och PAH-H i ytlig jord samt PAH-H i djup jord platsspecifika riktvärden. Riktvärden överskrids även avseende aromater >C10-C16 och aromater >C16-C35, riktvärden för dessa ämnen styrs dock inte av hälsoeffekter. Uppmätta aromathalter bedöms inte vara av betydelse för risker kopplade till människors hälsa. Analysunderlaget för område A3 är litet. Kompletterande undersökningar kommer att utföras inför/ i samband med exploatering i syfte att erhålla ett bättre underlag för bedömning av riskbilden inom området.

Resultaten indikerar att det föreligger risk för hälsoeffekter vid långvarig vistelse inom samtliga delområden. Styrande risker utgörs inom kvartersmark främst av exponering via inandning av ånga, men även exponering via hudkontakt med förorenad jord och damm. Den förstnämnda risken har inte bekräftats av de porluftsundersökningar som utförts inom området. Bedömningen avseende risker kopplade till inandning av ånga bedöms således vara konservativ. Dataunderlaget för porluft är dock mindre än underlaget för jord. Porlufterhalter tenderar dessutom att variera över tid, vilket bidrar till osäkerheter. Risker kopplade till ångtransport bedöms därmed inte helt kunna avfärdas, även om utförda undersökningar inte påvisat några föroreningshalter i porluft som bedöms medföra risker för människors hälsa.

Inom ytan för parkmark (A3) styrs riskbilden istället av intag av jord och växter. Vid bedömningen antas att hela ytan kommer att utgöras av grönyta eller annan yta där

46(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

människor kan komma i direkt kontakt med den förorenade jorden samt att vistelse sker dagligen inom parkområdet. Antagandet bedöms, utifrån de planer som finns för området i dagsläget, vara konservativt.

Högst halter i förhållande till riktvärden förekommer i området norr om hus 29, nordöst om hus 25, öst/ sydöst om hus 21 och hus 19 samt längs med tjärledningen i Norra gränd (syd om hus 26/24/25 och hus 30). Dataunderlaget för den planerade parkdelen inom områdets östra del är litet och föroreningssituationen därmed till stora delar okänd.

12.1.4 Risker vid kortidsexponering

Arsenik har påträffats i halter över Naturvårdsverkets riktvärde för akuta effekter i enstaka prov från jordmassor som avlägsnats i samband med utförd saneringsentreprenad (E-322 Terminalgatan). Inga akuttoxiska halter av arsenik har påträffats i prover från jordmassor som finns inom området i dagsläget. Halter av bly och PAH-H har påträffats över riktvärden för kortidsexponering i prov från en (bly) respektive sju (PAH-H) olika punkter inom detaljplaneområdets västra del. Den höga blyhalten har påträffats i yttlig jord inom områdets sydvästra del. De höga PAH-halterna har påträffats både i yttlig och djup jord.

Halter av cyanid, kadmium och PCB7 underskrider ovan nämnda riktvärden med god marginal i samtliga prover som undersökts avseende de aktuella ämnena.

Resultaten visar att det förekommer föroreningar inom området som kan utgöra en hälsorisk redan vid enstaka exponeringstillfällen. Sådan risk kan uppstå för små barn som vid enstaka tillfällen intar en större mängd jord, endast yttlig jord är tillgänglig för sådan exponering. Den fortsatta utvärderingen avser därför halter i yttlig jord.

Bly- och PAH-halter har undersökts i över 140 punkter varav halter över riktvärden för kortidseffekter uppmätts i sammanlagt fem punkter (PAH-H fyra punkter, bly en punkt). De höga PAH-halterna förekommer i området norr/ nordöst om hus 29 samt nordöst om hus 25. Den höga blyhalten har påträffats syd om hus 29. I anslutning till området norr om hus 29 förekommer även höga halter av PAH-H, men som underskrider riktvärden för kortidseffekter.

Den höga arsenikhalten påträffades i den ytliga jorden mellan hus 21 och 25 i samband med utförd saneringsentreprenad. Uppmätta arsenikhalter i övriga prover som uttagits inom området underskrider med god marginal riktvärden för akuta effekter.

Resultaten visar att halter över riktvärden för kortidsexponering förekommer inom området, om än generellt i begränsad omfattning. Detta gäller främst för PAH-H. Inom området norr om hus 29 förekommer dock en sammanhängande förorening med höga halter av PAH-H, ställvis i halter över nämnda riktvärden.

12.1.5 Risker avseende miljö

Beräknade medelhalter av påträffade föroreningar i yttlig jord inom område för parkmark (område A3) indikerar att risker för markecosystemet kan föreligga. Detta gäller främst för PAH-H. Riskerna inom området styrs dock huvudsakligen av risker för människors hälsa då hälsorisker är dimensionerande för riktvärdena för styrande föroreningar. Vidare är

47(68)

ytan inom det aktuella området i dagsläget huvudsakligen täckt av grusad eller hårdgjord yta och det råder således osäkerheter kring funktionen hos eventuella befintliga markecosystem. För de ytor som ska brukas som grönytor kommer ny växtjord sannolikt behöva tillföras för att önskad markfunktion ska uppnås.

12.2 Grundvatten

12.2.1 Markgrundvatten

Belastningsberäkningar som utförts utifrån uppmätta föroreningshalter i grundvatten inom området visar på en liten föroreningsspridning till omgivande recipienter, se avsnitt 10. Bidraget till tillämpade riktvärden (gränsvärde för kemisk ytvattenstatus (MKN) alternativt haltkriterier för skydd av ytvatten $C_{crit-sw}$ i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg) har beräknats till ca 10-15 % för PAH-H och benso(g,h,i)perylene, givet dagens markanvändning. För övriga föroreningar uppgick bidraget som mest till någon enstaka procent.

Efter den planerade exploateringen kommer bidraget minska då nederbörd i hög utsträckning kommer ledas bort över hårdgjorda ytor som mynnar i dagvattenledningar. Förutsättningar för grundvattenbildning och därmed spridning av föroreningar från området kommer således att minska avsevärt. Planerade markarbeten kommer medföra att stora mängder föroreningar avlägsnas från jord och grundvatten inom området vilket ytterligare kommer att bidra till minskad spridning. Föroreningstransporten från området bedöms vidare vara liten även i det fall nya spridningsvägar öppnas upp i samband med framtida entreprenader.

Föroreningssituationen i markgrundvattnet har vid den inledande riskbedömningen inte bedömts utgöra en oacceptabel risk för människors hälsa, se avsnitt 7. Bedömningen utgår från uppmätta föroreningshalter i markgrundvatten och porluft, vilka är låga i förhållande till hälsoriskbaserade riktvärden. Inom områden där något högre halter av PAH uppmätts i porluft förekommer kraftigt förhöjda PAH-halter i jord, vilket antas utgöra huvudkällan till uppmätta porluftshalter.

Inom området kommer byggnader delvis att uppföras med grundkonstruktionen under nivå för mark- och eventuellt även berggrundvatten. Föroreningsspridning från grundvatten som står i direkt kontakt med bottenplatta till inomhusluft är en potentiell spridningsväg som inte belysts i den inledande riskbedömningen.

För det aktuella scenariot har WSP tagit fram platsspecifika riktvärden för Norra Djurgårdsstaden (SGVIM-riktvärden). Riktvärdena är framtagna för föroreningar som förekommer i grundvatten som står i direkt kontakt med byggnad med källare och har tagits fram för föroreningar med flyktiga egenskaper som är vanligt förekommande inom Norra Djurgårdsstaden (WSP, 2022).

Samtliga föroreningshalter som uppmätts i markgrundvatten inom området mellan åren 2015-2021 underskrider nämnda riktvärden, se Tabell 18. Markgrundvatten inom området som kommer stå i kontakt med byggnader bedöms således utgöra en acceptabel risk för människors hälsa.

48(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

Föroreningssituationen i markgrundvatten bedöms sammanfattningsvis utgöra en acceptabel risk för människors hälsa och för miljön. Miljökrav kommer dock att behöva ställas på samtliga entreprenader inom detaljplanområdet då förorenat läsvatten kommer behöva hanteras.

Tabell 18. Statistik över uppmätta föroreningshalter i grundvatten i jordlagren inom området jämfört mot förslag till riktvärden för grundvatten som står i kontakt med byggnad med källare (WSP, 2022). Halter under laboratoriets rapporteringsgräns har vid beräkning av 90-percentilen ansatts till rapporteringsgränsens värde. Samtliga halter i µg/l.

Ämne		Max	Min	90 perc.	Antal	NDS – GV i kontakt med byggnad
PAH-L	Naftalen	800	<r.g	0,7	26	3 000
	Acenaften	16	<r.g	13	26	3 000
	Acenaftylen	13	<r.g	1,3	26	3 000
PAH-M	Fluoren	8	<r.g	1	26	830
	Fenantren	4	<r.g	0,7	26	1 800
	Antracen	1,3	<r.g	0,4	26	1 900
	Fluoranten	7,3	<r.g	1,2	26	50
	Pyren	5,6	<r.g	0,8	26	2 500
	PAH-H	32	<r.g	2,4	26	-
BTEX	Bensen	0,7	<r.g	0,7	26	120
	Etylbensen	2,6	<r.g	0,9	26	10 000
	Toluen	4,8	<r.g	0,5	26	28 000
	M/P/O-Xylen	35	<r.g	0,5	26	4 900
Alifater, aromater	Alifater >C5-C8	<r.g	<r.g	10	26	460
	Alifater >C8-C10	<r.g	<r.g	10	26	33
	Alifater >C10-C12	12	<r.g	10	26	23
	Alifater >C12-C16	20	<r.g	10	26	-
	Alifater >C16-C35	320	<r.g	25	26	30
	Aromater >C8-C10	84	<r.g	25	26	2 100
	Aromater >C10-C16	410	<r.g	5	26	33 000
	Aromater >C16-C35	8,9	<r.g	20	26	-

12.2.2 Förorening i berggrund

Höga föroreningsnivåer i berggrundvatten har påträffats i huvudsak i ett mindre område i den sydöstra delen av planområdet (se område B i Figur 16) där bensen, PAH och lättare alifater uppmätts. Flera av bergborrhålen inom övriga delar av planområdet uppvisar dock låga halter.



Figur 16. Utdrag från Bilaga A. Område B utgör område med höga halter av framförallt bensen, PAH och lättare alifater. © Open Stockholm.

Riskbilden styrs av ångintransport in i det framtida garaget med ovanliggande kontors- och bostadsplan som planeras inom del av området för den påträffade föroreningen.

Grundvattentryck och gradienter i berg är påverkade av bergrumsansläggningen i Hjorthagsberget och den avsänkning som idag sker i bergrummen. Konverteringen till bergrumsgarage kommer att medföra större avsänkning än idag och kommer att påverka grundvattensituationen ytterligare. Bergrumsgaraget kommer att hållas permanent avsänkt. Vidare kommer det planerade garaget med en tillhörande anslutningstunnel till bergrumsgaraget medföra tillkommande avsänkning av grundvattnet i området.

En betydande parameter för bedömning av föroreningstransport är grundvattenytans läge då avståndet mellan föroreningarna i grundvattnet och ovanliggande byggnader har stor betydelse för transport av ångor genom den omättade zonen i berget då berget har mycket låg porositet och därmed begränsar ångtransport. Planerad vattenverksamhet kommer att medföra avsänkning av dagens grundvattennivåer och då främst i området nära anslutningstunneln och bergrumsgaraget i södra och sydöstra delen av planområdet.

Föroreningshalterna i berggrundvattnet inom större delen av planområdet understiger SGVIM-riktvärdena (WSP, 2022). Halterna inom ett avgränsat område i den sydöstra delen av detaljplaneområdet överstiger dock nämnda riktvärden avseende lätta och medeltunga alifater, bensen och naftatalen, vilket indikerar att risker kopplade till

50(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

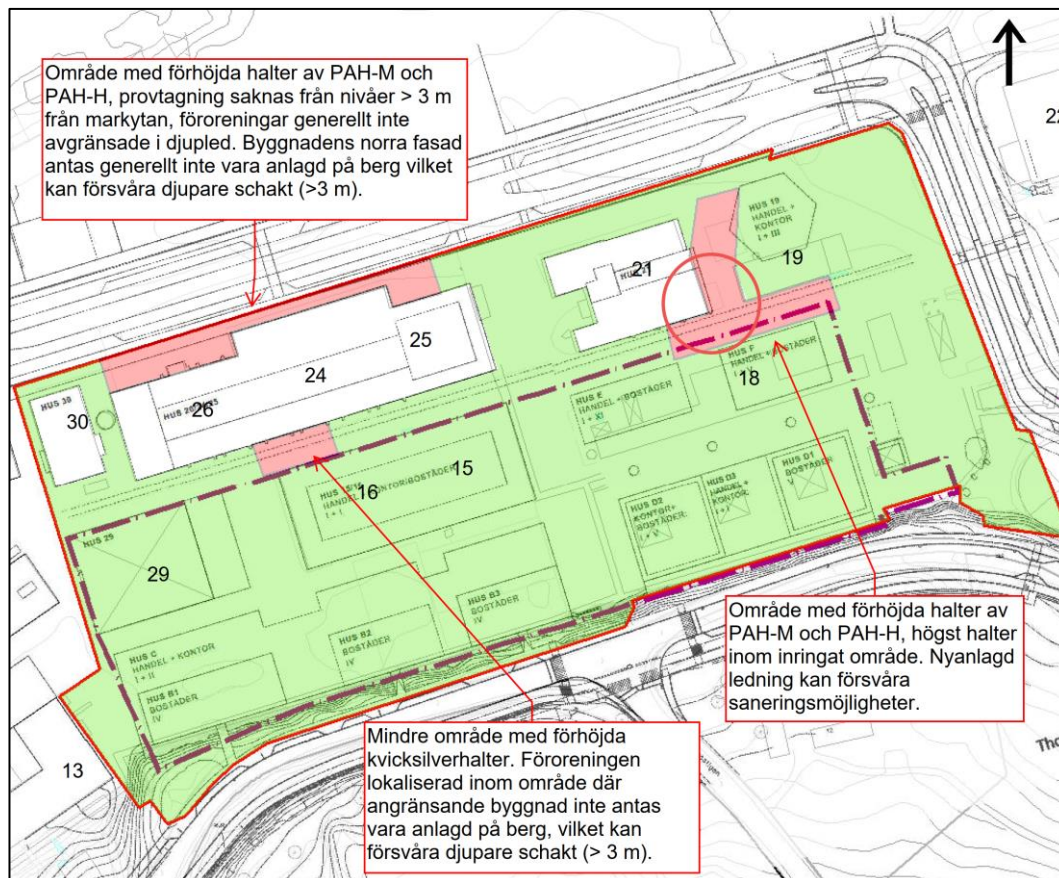
Ånginträngning i byggnad kan komma att uppstå vid planerad exploatering. Den utförda riskbedömningen utgår från ett konservativt antagande att grundvattenytan är i kontakt med bottenplattan av tvåvåningsgaraget då det inte kan uteslutas att vissa delar av tvåvåningsgaragets bottenkonstruktion kan komma att ligga i nivå och kontakt med grundvattenytan. Antagandet är konservativt då en lägre grundvattennivå medför att även berget begränsar transporten av ånga från det förorenade grundvattnet till byggnaden.

Riskbedömning avseende påträffade föroreningar i berg redovisas i sin helhet i Bilaga A.

12.3 Risker kopplade till eventuella restföroreningar

12.3.1 Föroreningar i jord

Vid planerad exploatering kommer stora delar av marken att grävas ur i samband med ledningsschakt, dränering kring husgrunder samt andra anläggningstekniska arbeten, se inledande information under avsnitt 12. I samband med dessa arbeten kommer delar av de identifierade föroreningarna att avlägsnas. Som komplement till de schakter som utförs av anläggningstekniska skäl kan rena saneringsschakt komma att behöva utföras för att säkra att kvarlämnade jordmassor inte utgör en oacceptabel risk för människors hälsa. Det förekommer dock föroreningar inom området som kan komma att bli svåra att avlägsna genom schaktsanering utan att riskera skador på befintliga installationer och byggnader. Detta gäller främst föroreningar som är belägna i direkt anslutning till husgrunder som inte är anlagda på berg alternativt i anslutning befintliga ledningar, se markering i Figur 17 nedan.



Figur 17. Områden där saneringsmöjligheter bedöms vara goda/ där inget åtgärdsbehov bedöms föreligga har markerats med grönt. Områden där föroreningar kan komma att bli svåra att avlägsna genom schaktsanering markerade med rött. Områdenas lägen är ungefärliga. Det röda området vid hus 19 och 21 ligger under/ i direkt anslutning till nylagd ledning. De röda områdena vid hus 26/24/25 ligger i direkt anslutning till byggnad som ska bevaras och som inte är anlagd direkt på berg.

I Tabell 19 redovisas statistik över halter av styrande föroreningar som uppmätts inom de områden som markerats med rött i Figur 17. Statistiken omfattar endast data från nivåer som bedöms kunna bli svåra att åtgärda genom schaktsanering. Halter som underskrider laboratoriets rapporteringsgräns har vid beräkningarna tilldelats halva värdet för rapporteringsgränsen. I det fall det finns flera prover från samma provpunkt har medelvärde av uppmätta halter i punkten använts vid beräkning av medelvärden för östra respektive västra området.

För områden inom detaljplaneområdets västra del bedöms schaktmöjligheterna vara goda ner till byggnadernas (24/26/25) lägsta grundläggningsnivå (cirka 3 m under markytan). Statistiken för denna del av området omfattar således främst data från prover uttagna under denna nivå (>3 m). I det fall data saknas från nivå >3 m har data från överliggande nivå (2-3 m under markytan) inkluderats i det statistiska dataunderlaget.

52(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

För det östra delområdet bedöms föroreningar kunna avlägsnas ner till ett djup av cirka 2 m under markytan innan förekomst av ledningar och behov av släntlutning antas kunna försvåra eventuell schaktsanering. För detta delområde omfattar statistiken således data från prover som uttagits på nivåer >2 m från markytan.

Tabell 19. Statistik över uppmätta föroreningshalter inom områden där platsspecifika förutsättningar bedöms kunna försvåra eventuella saneringsarbeten. Samtliga halter i mg/kgTS.

	Min	Max	Medel	Antal (N)	% över PSRV	D. Djup jord under kvartersmark
Väst						Med källare
Kvicksilver	0,1	5,6	0,5	12	25	0,5
PAH-M	0,1	84	23	12	58	20
PAH-H	0,1	110	27	12	17	40
Öst						Utan källare
Kvicksilver	0,01	2,7	0,2	27	4	0,5
PAH-M	0,04	550	35	27	44	7,0
PAH-H	0,06	170	18	27	22	40

Som framgår av tabellen är det främst PAH-M som förekommer i förhöjda halter inom de berörda områdena. Kvicksilver förekommer i förhöjda halter endast i en punkt och bedöms således inte vara styrande för riskbilden inom områdena.

Eventuell restförorening av PAH-M kan komma att utgöra en risk för människors hälsa i det fall förorening som övergått i gasfas transporteras in i byggnader där de kan förorena inomhusluften.

Porluftsundersökningar som utförts inom området har dock inte påvisat några halter som bedöms kunna medföra risker för människors hälsa. I samband med planerade exploateringsarbeten kommer stora mängder av föroreningar att avlägsnas ur marken. Föroreningshalterna inom området kommer således att minska avsevärt och därmed även förutsättningarna för ångavgång. Risker kopplade till inandning av ånga kommer därmed minska i förhållande till dagens nivåer, även om vissa restföroreningar kan komma att kvarlämnas inom området.

Inom områdets västra del kommer eventuella restföroreningar huvudsakligen att kvarlämnas i den mättade zonen vilket ytterligare minskar risken för ångtransport. Utförda undersökningar av grundvatten har endast påvisat låga halter av PAH-M.

Restföroreningar utan flyktiga egenskaper som kan komma att kvarlämnas inom områden för kvartersmark, i detta fall främst PAH-H, bedöms inte komma att utgöra en oacceptabel risk för människors hälsa. Detta då kvarlämnade föroreningar kommer vara lokaliserade under hårdgjorda ytor samt på djup större än 2 m från markytan vilket kraftigt begränsar

riskerna för exponering för de förorenade jordmassorna. Inom området för parkmark, där markytan potentiellt kan komma att nyttjas på ett sätt som tillåter människor att komma i kontakt med den ytliga jorden, är förutsättningarna för att avlägsna förorenade massor goda.

12.3.2 Föroreningar i berg och berggrundvatten

I samband med planerade schaktarbeten kommer stora mängder berg och berggrundvatten att avlägsnas. En betydande riskreduktion kommer att ske med anledning av följande åtgärder:

- Det planerade schaktet omfattar området för det före detta spaltgasverket, i sydöstra delen av planområdet. Det medför att det mest förorenade berget och berggrundvattnet inom planområdet kommer att avlägsnas.
- Garagebyggnadens botten kommer att ligga lägre än dagens grundvattennivå vilket medför att länshållning kommer att behöva utföras under byggskedet. Vidare kommer en anslutningstunnel att byggas mellan det planerade Hjorthagsgaraget och Gasverksgaraget. Länshållningen av anslutningstunneln liksom Hjorthagsgaraget kommer att vara permanent.
- Genom länshållningen och avsänkning påverkas den hydrogeologiska situationen i området och därmed omsättningen av grundvattnet. Genom en ökad omsättning och bortpumpning av grundvatten kommer föroreningshalterna i grundvatten att minska och därmed medföra en betydande riskreduktion.

Vidare föreskrivs i detaljplanen att bostadsbebyggelse ska utföras med ventilerade utrymmen mellan bottenplatta och bostäder respektive verksamhetsyta. Bottenplatta och källarmur ska utföras som gas- och vattentäta konstruktioner upp till markytan. Dessa åtgärder utförs som en kompletterande skyddsåtgärd. Bedömningen av effekten av länshållning och bergschakt görs genom löpande analys av länshållningsvatten och jämförelser med riktvärden. Genom bedömning av trender på haltutveckling kan, om ovanstående åtgärder ej uppnår erforderlig riskreduktion, ytterligare tid för länshållning övervägas. Alternativt behöver andra åtgärder, så som t.ex. barriärlösningar för skyddspumpning, utredas för att förhindra spridnings- och exponeringsrisk.

Föroreningarna bedöms sammanfattningsvis kunna hanteras i samband med planerade anläggningsarbeten. Ingen bedömning har således utförts avseende potentiella restföroreningar.

Riskbedömning avseende påträffade föroreningar i berg redovisas i sin helhet i Bilaga A.

12.4 Sammantagen bedömning

Den utförda riskbedömningen visar att det förekommer föroreningar i jord inom områdets norra och östra delar i sådana halter och omfattning att risk för människors hälsa bedöms föreligga vid planerad exploatering. Risker utgörs främst av långtidspåverkan via inandning av ånga (kvicksilver och PAH-M) samt hudkontakt med förorenad jord och damm (PAH-H). Inom område för planerad parkmark (områdets östra del) styrs riskbilden av intag av jord, inandning av damm och växter samt hudkontakt med förorenad jord. Detta förutsatt att ytan exploateras på ett sätt som möjliggör kontakt med den förorenade jorden. Starkast riskindikation förekommer, utifrån nuvarande dataunderlag, inom följande områden:

- norr om hus 29,
- nordöst om hus 25,
- öst/ sydöst om hus 21 och hus 19,
- längs med tjärledningen i Norra gränd (syd om hus 26/24/25 och hus 30).

Föroreningar förekommer i förhöjda halter inom hela jordprofilen, dock i störst omfattning i den ytliga jorden (0-1 m).

I den ytliga jorden förekommer även föroreningar i halter som kan medföra risk för korttidseffekter i det fall barn intar en större mängd jord. Denna typ av exponering bedöms dock vara mindre sannolik då markytan inom de delar av området där dessa halter påträffats kommer att vara hårdgjord och tillgången till förorenad jord således mycket begränsad. Områdets östra del, där detaljplanens utformning tillåter en markanvändning som i större omfattning kan tillgängliggöra exponering för den förorenade jorden, är dock sparsamt undersökt. Höga halter av PAH-H har uppmätts i yttlig jord inom det aktuella området, dock inga halter som indikerar risk för korttidseffekter. Det kan dock inte uteslutas att det inom den planerade parkytan förekommer föroreningshalter i den ytliga jorden som kan medföra risk för korttidseffekter. Kompletterande undersökningar kommer att utföras inför/ i samband med exploatering för att klarlägga riskbilden inom den aktuella delen av området.

Vid planerad exploatering kommer stora delar av marken att grävas ur, vilket kommer medföra att delar av de identifierade föroreningarna kommer att avlägsnas. Som komplement till de schakter som utförs av anläggningstekniska skäl kan rena sanerings-schakt komma att behöva utföras för att säkra att kvarlämnade jordmassor inte utgör en oacceptabel risk för människors hälsa. Inom området är förutsättningarna för schakt-sanering generellt goda. Det förekommer dock mindre förorenade områden där åtkomsten till föroreningarna begränsas p.g.a. risk för skador på befintliga byggnader och ledningar, se Figur 17. Föroreningssituationen inom de aktuella områdena styrs främst av ämnen med flyktiga egenskaper (PAH-M), vilka skulle kunna utgöra en risk för människors hälsa i det fall förorening som övergått i gasfas transporteras in i byggnader där de kan förorena inomhusluften

Porluftsundersökningar som utförts inom området har dock inte påvisat några halter som bedöms kunna medföra risker för människors hälsa. Planerade markarbeten kommer att medföra att föroreningshalterna inom området kommer att minska avsevärt och därmed även förutsättningarna för ångavgång. Risker kopplade till inandning av ånga kommer därmed minska i förhållande till dagens nivåer, även om vissa restföroreningar kan komma att kvarlämnas inom området.

Risker kopplade till eventuella restföroreningar utan flyktiga egenskaper (främst PAH-H) bedöms inte komma att utgöra en oacceptabel risk för människors hälsa då djupet där föroreningarna kan komma att kvarlämnas (>2 m under markytan) inte tillåter någon exponering för de förorenade jordmassorna. Exponering kan dock komma att ske vid framtida markarbeten, sådana markarbeten förutsätts dock alltid föregås av en separat riskbedömning kopplad till arbetsmiljö.

Föreningssituationen i markgrundvatten har, vid den inledande riskbedömningen, inte bedömts utgöra en risk för människors hälsa. Den fördjupade riskbedömningen har således generellt inte omfattat hälsorisker kopplade till föroreningar i markgrundvatten. Spridning till omgivande recipienter samt risker kopplade till markgrundvatten som står i direkt kontakt med byggnad har bedömts då detta inte ingick i den inledande riskbedömningen.

Samtliga föroreningshalter som uppmätts i markgrundvatten inom området mellan åren 2015-2021 underskrider Norra Djurgårdsstadens förslag till grundvattenriktvärden för byggnader med källare som står i kontakt med grundvatten. Inga oacceptabla risker bedöms därmed föreligga för människor som kommer vistas i byggnader som står i direkt kontakt med markgrundvattnet inom området.

Föroreningsspridningen från området bedöms vara liten, även om utförda belastningsberäkningar indikerar viss påverkan från PAH-H och benso(g,h,i)perylene på omgivande recipienter. Bidraget till tillämpade riktvärden har beräknats i storleksordningen enstaka procent eller mindre vid dagens markanvändning, bortsett för PAH-H och benso(g,h,i)perylene där en något högre påverkan noteras.

Efter den planerade exploateringen kommer bidraget minska då nederbörd i hög utsträckning kommer leda bort över hårdgjorda ytor som mynnar i dagvattenledningar. Förutsättningar för grundvattenbildning och därmed spridning av föroreningar från området kommer således att minska avsevärt. Planerade markarbeten kommer medföra att stora mängder föroreningar avlägsnas från jord och grundvatten inom området vilket ytterligare kommer att bidra till minskad spridning.

Avseende förorening i berg har ett mindre delområde i planområdets sydöstra del identifierats som potentiellt riskområde. Riskbilden styrs av ångintransport av framförallt bensen, PAH och lättare alifater in i det framtida garaget med ovanliggande kontors- och bostadsplan som planeras inom del av området för den påträffade föroreningen.

Den utförda riskbedömningen utgår från ett konservativt antagande att grundvattenytan är i kontakt med bottenplattan av tvåvåningsgaraget då det inte kan uteslutas att vissa

56(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

delar av tvåvåningsgaragets bottenkonstruktion kan komma att ligga i nivå och kontakt med grundvattenytan.

Planerade åtgärder i samband med anläggande av garaget kommer innebära att det mest förorenade berget och berggrundvattnet avlägsnas samt omfattande länshållning och grundvattensänkning. Den ökade omsättning av grundvatten som detta medför bedöms medföra en betydande riskreduktion. Effekten av åtgärderna bedöms löpande genom analys av länshållningsvatten och jämförelser med riktvärden.

13 Åtgärdsbehov och förslag till mätbara åtgärds mål

Sammantaget visar den utförda riskbedömningen att det finns ett behov av att reducera föroreningsnivåerna av framförallt PAH-M, PAH-H och kvicksilver i jord inom detaljplaneområdet. Mätbara åtgärds mål tas dock fram även för andra vanligt förekommande föroreningar.

De platsspecifika riktvärden som tagits fram för jord har bedömts vara lämpliga som utgångspunkt för mätbara åtgärds mål. Jämfört med de platsspecifika riktvärdena har dock vissa justeringar gjorts för flyktiga föroreningar, detta beskrivs vidare i avsnitt 13.1 nedan. Förslag till mätbara åtgärds mål redovisas i Tabell 20.

Vidare förslås att åtgärds målet ska anses vara uppfyllt när medelvärde av föroreningar i kvarlämnade jordmassor inom ett representativt delområde underskrider det mätbart åtgärds målet för aktuellt markanvändningsscenario. Denna strategi, som motiveras av de styrande risker som identifierats vid den fördjupade riskbedömningen, går i linje med tidigare fastställda åtgärds mål för saneringsentreprenader inom Norra Djurgårdsstaden. Representativa delområden tas fram när mer information om byggplaner och entreprenaders utförandefaser finns tillgängligt.

Det bedöms vidare olämpligt att kvarlämna föroreningar i den ytliga jorden i halter som kan bidra till akuta effekter eller till ett stort bidrag till TDI vid kortvarigt större intag av jord. Halter som överskrider dessa riktvärden bör inte kvarlämnas i den ytliga jorden (0-1 m). Inom området har arsenik, bly och PAH-H påträffats i halter över Naturvårdsverkets angivna riktvärden för korttidsexponering eller akuta effekter. För dessa ämnen föreslås att åtgärds mål, i tillägg till de förutsättningar som anges i stycket ovan, även ska utgöras av att kvarlämnade halter den ytliga jorden (0-1 m) ska underskrida Naturvårdsverkets angivna riktvärden för korttidsexponering och akuta effekter.

Föroreningshalter i markgrundvattnet inom området bedöms inte utgöra en oacceptabel risk avseende människors hälsa eller miljö. Det bedöms således inte motiverat att utföra riskreducerande åtgärder under grundvattenytan. De mätbara åtgärds målen bör därmed gälla ner till lägsta medelgrundvattennivå inom området (cirka +3 m, RH 2000, vilket motsvarar cirka 3 m under markytan) givet att fältintryck inte motiverar djupare åtgärd. En sammanfattning av förslag till mätbara åtgärds mål redovisas i Tabell 20.

Avseende förorening i berg och berggrundvatten bedöms planerade schakt- och anläggningsarbeten medföra tillräcklig minskning av föroreningshalter för att uppnå önskad riskreduktion. Haltreduktionen kontrolleras genom provtagning och jämförelser

mot SGVIM-riktvärdena. De framräknade riktvärdena kan användas som utgångspunkt för mätbara åtgärds mål inom Norra Djurgårdsstaden och föreslås även gälla som åtgärds mål för berggrundvattnet inom Gasverket Östra.

Tabell 20. Förslag till mätbara åtgärds mål för Gasverket Östra. Samtliga halter i mg/kg TS.

Ämne	A.		B.	C.	D.		E.	Utvärdering
	Kvartersmark		Park och grönytor	Jord under hårdgjorda ytor och vägar	Djup jord under kvartersmark		Djup jord under park och hårdgjorda ytor	
	Med källare	Utan källare			Med källare	Utan källare		
Åtgärds ­ mål kopplade till långtid ­ sexponering								
Arsenik	60	60	10	60	60	60	60	Medelvärde per representativt delområde
Barium	20 000	20 000	300	20 000	20 000	20 000	20 000	
Bly	600	600	70	600	600	600	600	
Kadmium	150	150	2	120	150	150	120	
Kobolt	1 000	1 000	35	1 000	1 000	1 000	1 000	
Koppar	2 500	2 500	200	2 500	2 500	2 500	2 500	
Krom total	10 000	10 000	150	10 000	10 000	10 000	10 000	
Kviksilver	0,5	0,5	0,7	2,0	0,5	0,5	5	
Nickel	1 000	1 000	120	1 000	1 000	1 000	1 000	
Vanadin	10 000	10 000	200	10 000	10 000	10 000	10 000	
Zink	2 500	2 500	500	2 500	2 500	2 500	2 500	
PAH L	140	50	15	500	180	60	500	
PAH M	16	5	23	170	20	7	250	
PAH H	40	40	1,2	40	40	40	40	
Bensen	0,6	0,2	0,8	5,9	0,7	0,2	17	
Toluen	65	22	50	680	80	27	1 900	
Etylbensen	430	140	50	4 500	550	180	1 000	
Xylen	49	16	180	540	62	21	1 500	
Alifat >C5-C8	*	*	*	*	*	*	*	
Alifat >C8-C10	*	*	*	*	*	*	*	
Alifat >C10-C12	*	*	*	*	*	*	*	
Alifat >C12-C16	*	*	*	*	*	*	*	
Alifat >C16-C35	2 500	2 500	1 000	2 500	2 500	2 500	2 500	
Aromat >C8-C10	*	*	*	*	*	*	*	
Aromat >C10-C16	500	300	15	500	500	350	500	
Aromat >C16-C35	250	250	40	250	250	250	250	
PCB7	0,18	0,08	0,02	0,4	0,2	0,1	0,4	
Cyanid total	1 000	1 000	120	1 000	1 000	1 000	1 000	
Cyanid fri	10	3,5	8	50	12	4	50	
Åtgärds ­ mål kopplade till korttid ­ sexponering								
Arsenik	100				-			Maxi- malt värde
Bly	600				-			
PAH-H	300				-			

*Mätbart åtgärds mål tas fram när ytterligare data finns tillgänglig.

58(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

13.1 Justering av mätbara åtgärds mål för flyktiga föroreningar

Utförda utredningar visar att det inte föreligger något åtgärdsbehov inom området avseende BTEX (bensen, toluen, etylbensen och xylener) eller avseende övriga lätta aromat- och alifatfraktioner där riktvärden styrs av ångtransport (aromater >C8-C10 samt alifater >C5-C8, >C8-C10, >C10-C12 samt >C12-C16). Beräknade riktvärden för flera av ämnena är låga, i vissa fall lägre än rapporteringsgränsen för konventionella analyser. Då det inte föreligger något åtgärdsbehov bedöms direkt tillämpning av PSRV som mätbara åtgärds mål för dessa föroreningar kunna leda till översanering. För BTEX föreslås mätbara åtgärds mål som är justerade jämfört med de platsspecifika riktvärdena. För övriga lätta aromat- och alifatfraktioner föreslås inga mätbara åtgärds mål i detta skede.

Fördjupade utredningar som utförts inom de närliggande detaljplaneområdena Kolkajen, Södra Värtan och Louddden har påvisat att Naturvårdsverkets modell överskattar riskerna för ångtransport avseende ovan nämnda ämnen samt avseende ämnen inom grupperna PAH-L och PAH-M. Utredningarna bygger på jämförelser av modellerade porluftshalter med utgångspunkt från uppmätta halter i grundvatten med empiriskt uppmätta halter i porluft samt, för Kolkajen, även litteraturstudier och jämförelse av olika modelleringsverktyg. Vid riskbedömningar som utförts för de olika detaljplaneområdena har modellens överskattning hanterats genom att envägs koncentration för "inandning av ånga" justerats upp med en faktor 2 eller 10 vid beräkning av platsspecifika riktvärden för ovanstående ämnen (Golder och Arnér Consulting, 2019, WSP, 2021, WSP och Golder, 2022). Motsvarande justeringar har gjorts avseende PAH-L och PAH-M även för Gasverket Östra, vilket beskrivs i avsnitt 11.5.

För BTEX är uppmätta halter i jord och porluft låga, i flertalet fall under analysernas rapporteringsgränser, vilket försvårar beräkning av ångavgång. I de fåtal fall där något eller några av ämnena uppmätts i halter över rapporteringsgränsen i jord visar dock beräkningar på att modellen överskattar porluftshalterna med minst en faktor 350. Mätbara åtgärds mål för de aktuella ämnena föreslås därmed justeras upp med en faktor 10 avseende envägs koncentration för inandning av ångor. Justeringen har inte gjorts i riskbedömningen då dessa ämnen inte bedömts styrande för riskbilden inom området.

För övriga lätta aromat- och alifatfraktioner där riktvärden styrs av ångtransport är dataunderlaget avseende porluft för litet för att motivera en liknande justering. Det bedöms dock som sannolikt att modellen överskattar halter av dessa ämnesgrupper som visats för intilliggande områden och för övriga flyktiga föroreningar inom Gasverket Östra. Därför föreslås inga åtgärds mål för dessa ämnesgrupper i nuläget. Kompletterande undersökningar kommer att utföras för att fastställa relevanta åtgärds mål för de aktuella ämnesgrupperna.

14 Utvärdering av föreslagna mätbara åtgärds mål

I Tabell 21 och Tabell 22 redovisas en jämförelse av högsta uppmätta föroreningshalter inom respektive delområde (A1, A2 och A3) mot framtagna PSRV. Tabellerna redovisar även den procentuella andelen av uttagna prover som överskrider PSRV. Dataunderlaget för statistiken som redovisas i Tabell 22 är litet varför denna information ska tolkas med försiktighet. En mer utförlig statistisk sammanställning finns redovisad i Bilaga B4.

Tabell 21. Jämförelse av högsta uppmätta halter inom planerad kvartersmark (A1 och A2) mot PSRV (maxhalt A1 / maxhalt A2). Ämnen som även överskrider PSRV avseende beräknat medelvärde har markerats med fet stil. Samtliga halter i mg/kg TS.

Kvartersmark A1 / A2	Ytlig		Djup		A. Kvartersmark		D. Djup jord under kvartersmark	
	Max	% över PSRV	Max	% över PSRV	Utan källare	Med källare	Utan källare	Med källare
Arsenik	26 / 41	0 / 0	39 / 36	0 / 0	60	60	60	60
Barium	130 / 110	0 / 0	170 / 140	0 / 0	20 000	20 000	20 000	20 000
Bly	290 / 180	0 / 0	320 / 190	0 / 0	600	600	600	600
Kadmium	1 / 1	0 / 0	1 / 0,5	0 / 0	140	140	140	140
Kobolt	11 / 23	0 / 0	19 / 16	0 / 0	1 000	1 000	1 000	1 000
Koppar	190 / 110	0 / 0	190 / 77	0 / 0	2 500	2 500	2 500	2 500
Krom total	48 / 45	0 / 0	56 / 110	0 / 0	10 000	10 000	10 000	10 000
Kvicksilver	19 / 2	30 / 18	7 / 3	12 / 4	0,5	0,5	0,5	0,5
Nickel	27 / 28	0 / 0	40 / 32	0 / 0	1 000	1 000	1 000	1 000
Vanadin	47 / 58	0 / 0	68 / 190	0 / 0	10 000	10 000	10 000	10 000
Zink	430 / 230	0 / 0	630 / 200	0 / 0	2 500	2 500	2 500	2 500
PAH L	160 / 9	3 / 0	59 / 500	0 / 7	50	140	60	180
PAH M	660 / 110	53 / 61	620 / 550	26 / 46	5	16	7	20
PAH H	410 / 140	43 / 15	490 / 170	20 / 19	40	40	40	40
Bensen	0,1 / 0,05	0 / 0	0,03 / 0,1	0 / 0	0,2	0,6	0,2	0,7
Toluen	0,1 / 0,1	0 / 0	0,1 / 0,3	0 / 0	22	65	27	80
Etylbensen	0,1 / 0,1	0 / 0	0,1 / 0,4	0 / 0	140	430	180	550
Xylen	0,1 / 0,1	0 / 0	0,1 / 9,6	0 / 0	16	49	21	62
Alifat >C16-C35	100 / 160	0 / 0	66 / 2200	0 / 0	2 500	2 500	2 500	2 500
Aromat >C10-C16	180 / 17	0 / 0	39 / 710	0 / 2	300	500	350	500
Aromat >C16-C35	190 / 48	0 / 0	38 / 64	0 / 0	250	250	250	250
PCB7	-	-	0,004	-	0,08	0,18	0,1	0,2
Cyanid total	1 / 130	0 / 0	1 / 33	0 / 0	1 000	1 000	1 000	1 000
Cyanid fri	0,1 / 1	0 / 0	0,1 / 1	0 / 0	3,5	10	4	12

60(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

Tabell 22. Jämförelse av uppmätta maxhalter inom planerad parkmark (A3) mot PSRV Ämmen som även överskrider PSRV avseende beräknat medelvärde har markerats med fet stil. Samtliga halter i mg/kg TS.

Park, A3	Ytlig jord (0-1 m)		Djup jord (> 1 m)		B. Park och grönytor	E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor
	Max	% över PSRV	Max	% över PSRV		
Arsenik	41	14	9	0	10	60
Barium	162	0	68	0	300	20 000
Bly	519	14	30	0	70	600
Kadmium	0,8	0	0,1	0	2	120
Kobolt	17	0	16	0	35	1 000
Koppar	213	14	20	0	200	2 500
Krom total	38	0	33	0	150	10 000
Kvicksilver	4	29	0	0	0,7	5
Nickel	26	0	19	0	120	1 000
Vanadin	47	0	48	0	200	10 000
Zink	941	14	170	0	500	2 500
PAH L	44	14	81	0	15	500
PAH M	150	43	380	8	23	250
PAH H	170	57	280	23	1,2	40
Bensen	0,1	0	0,0	0	0,8	17
Toluen	0,1	0	0,1	0	50	1 900
Etylbensen	0,1	0	0,1	0	50	1 000
Xylen	0,1	0	0,3	0	180	1 500
Alifat >C16-C35	330	0	38	0	1 000	2 500
Aromat >C10-C16	91	14	65	0	15	500
Aromat >C16-C35	210	14	52	0	40	250
PCB7	-	-	0,004	0	0,02	0,4
Cyanid total	-	-	2	0	120	1 000
Cyanid fri	-	-	0,8	0	8	50

Som framgår av tabellerna är det främst de styrande ämnena kvicksilver, PAH-M och PAH-H som överstiger sina respektive riktvärden i någon större omfattning. I de prover där andra ämnen förekommer i halter över PSRV förekommer generellt även något eller några av de styrande ämnena halter som är förhöjda i förhållande till PSRV.

Referenser

Golder Associates, 2011. Riskbedömning av förorenad mark – Hjorthagen Norra 2, östra och produktionsområdet Norra Djurgårdsstaden. 2011-12-20.

Golder Associates, 2012-2014. Årsrapporter för provtagning av grundvatten och ytvatten inom Hjorthagen, kontrollprogram för omgivningspåverkan Norra Djurgårdsstaden.

Golder Associates, 2015. Riskbedömning inför markrening- Energihamnen, Värtahamnen, Södra Värtan, Frihamnen och Loudden, Norra Djurgårdsstaden. 2015-06-01.

Golder Associates, 2017. Norra Djurgårdsstaden – Gasverksområdet, Hydrogeologisk översikt 2017. 2017-11-29.

Golder Associates, 2019. Kolkajen Ropsten, Simulering av föroreningstransport med grundvatten. Maj 2019.

Golder Associates och Arnér Consulting, 2019. Miljö- och hälsoriskbedömning kolkajen-Ropsten, Norra Djurgårdsstaden. 2019-10-24.

Johnson & Ettinger model spreadsheet tool, version 6.0. Tillgänglig via <https://www.epa.gov/vaporintrusion/epa-spreadsheet-modeling-subsurface-vapor-intrusion>. 2021-05-03.

Kemakta och IMM, 2017. Datablad för polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Utgiven på uppdrag av Naturvårdsverket 2011, reviderad maj 2017

Miljöbarometern, Stockholms stad. Hämtat från <http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kustvatten/lilla-vartan/husarviken/> 2021-04-28.

Naturvårdsverket, 2016. Rapport 5976. Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning. Ursprungligen utgiven 2009, reviderad 2016.

Sgi, 2015. Publikation 21. Preliminära riktvärden för höglouerade ämnen (PFAS) i mark och grundvatten.

SGU, 2022. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/> 2022-01-20.

SPI, 2010: Svenska Petroleum Institutet. SPI rekommendation – Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar.

Stockholms stad, 2019a. Dagvattenutredning för detaljplan Gasverket östra. Daterad 2020-12 reviderad 2021-02.

Stockholms stad, 2019b. Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm.

Stockholms stad 2020. Riktvärden för utsläpp av länshållningsvatten från Norra Djurgårdsstaden till Lilla Värtan – kortversion. 2020-02-07.

Sweco, 2014-2021. Årsrapporter för provtagning av grundvatten och ytvatten inom Hjorthagen, kontrollprogram för omgivningspåverkan Norra Djurgårdsstaden.

62(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

Sweco, 2020. Sammanställning av analysresultat för PFAS-provtagning i grundvatten och ytvatten 2017-2020, Norra Djurgårdsstaden. 2020-03-23.

Sweco, 2021. Riskbedömning och åtgärdsbehov för detaljplaneområdet Gasverket Östra, Norra Djurgårdsstaden. 2021-11-23.

VISS, 2020. Hämtat från

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA46408217> 2020-04-27.

WSP, 2004. Gatu- och fastighetskontoret. Husarviksområdet, Delen Hjorthagen norra och västra. 2004-09-10.

WSP, 2021. Norra Djurgårdsstaden, Loudden och containerhamnen riskbedömning förorenad mark, Granskningsversion 3. 2021-10-08.

WSP, 2022. Grundvattenriktvärden för byggnad med källare i kontakt med grundvatten. Utgiven på uppdrag av Stockholms stad. 2022-01-14

WSP, Golder 2022. Södra Värtan, Norra Djurgårdsstaden uppdaterad riskbedömning av förorenad mark. 2022-03-14.

Bilaga A. Hälsoriskbedömning av flyktiga föroreningar i berg och berggrundvatten - komplettering Gasverket Östra, Norra Djurgårdstaden

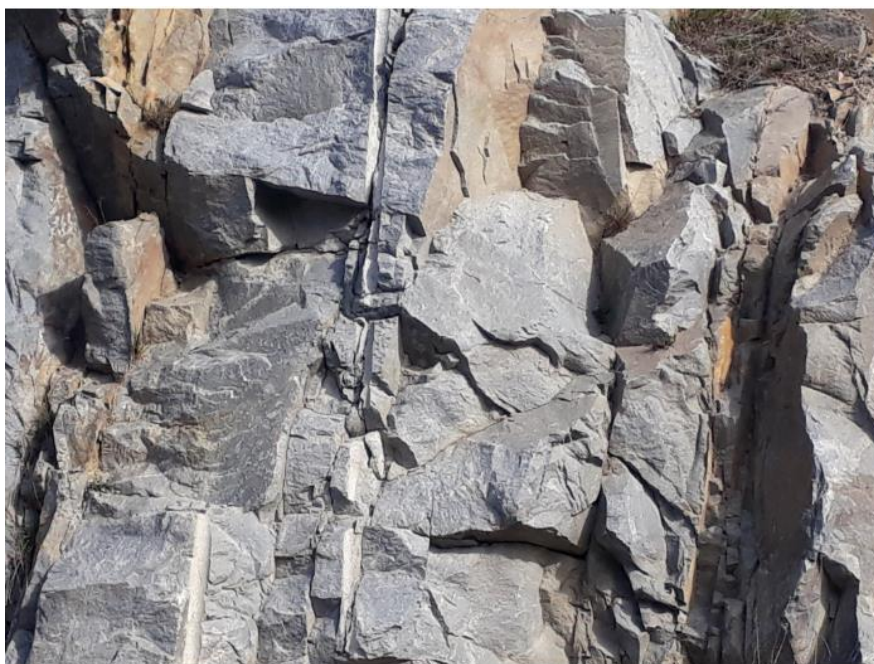
64(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA



Kemakta Rapport 2022-03

Hälsoriskbedömning av flyktiga föroreningar i berg och berggrundvatten - komplettering Gasverket Östra, Norra Djurgårdstaden



Håkan Svensson

2022-03-15

Kemakta Konsult AB

Box 12655, 112 93 Stockholm

Telefon: 08-617 67 00, Telefax: 08-652 16 07, Internet: www.kemakta.se

Konsult:	Kemakta Konsult AB
Uppdragsansvarig:	Håkan Svensson
Uppdragsnummer hos Kemakta:	1020024
Uppdragsgivare:	Exploateringskontoret, Stockholms stad
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Sara Levin

Sammanfattning

Inom delområdet Gasverket Östra i Hjorthagen möjliggörs för byggnader för bostads-, centrum och kontorsändamål. I samband med upprättande av detaljplanen ska det finnas en beskrivning av föroreningssituationen, miljöriskbedömning samt eventuellt åtgärdsbehov för att marken ska vara lämpad för planerat ändamål.

Tidigare gasproduktion i området har gett upphov till föroreningar då stenkol användes för gasproduktionen. Användningen av stenkol upphörde 1972 då spaltgasverket, där gas producerades ur nafta, uppfördes. De föroreningar som påträffats utgörs i huvudsak av polyaromatiska kolväten (PAH), tjära, petroleumkolväten och metaller. Söder om Gasverksområdet finns två bergrum utsprängda i Hjortshagsberget som tidigare använts för lagring av nafta till spaltgasverket. Naftaföroreningar utgörs i huvudsak av lätta kolväten som exempelvis bensen, toluen, etylbensen och xylen (BTEX). Bergrummen är sanerade och planeras att byggas om till garage.

Den planerade markanvändningen för Gasverket östra innebär bl.a. att ett djupt schakt i berg kommer att behöva utföras då ett större tvåvåningsgarage, Gasverksgaraget, under mark med överbyggnad av centrum-, kontors- och bostadsändamål planeras. Då grundvatten i berg konstaterats förorenat finns ett behov att utreda risk för spridning främst via ångor från det förorenade grundvattnet, till planerade byggnader.

I föreliggande rapport redovisas resultaten för utförda undersökningar av grundvatten i berg samt en riskbedömning. Syftet med riskbedömningen har varit att bedöma vilka hälsorisker som de konstaterade föroreningarna i grundvatten i berg kan innebära utifrån planerad markanvändning.

Sammanfattningsvis konstateras att höga föroreningsnivåer i berggrundvatten har påträffats i huvudsak i ett mindre område i den sydöstra delen av planområdet där bensen, PAH och lättare alifater uppmätts. Flera av de övriga bergborrhålen inom övriga delar av planområdet uppvisar dock låga halter.

Analysresultaten, dvs sammansättningen av ämnen, speglar de olika historiska tillverkningsprocesserna och föroreningshistoriken som pågått under lång tid på området varför det är svårt att urskilja ursprunget till föroreningarna i enskilda punkter.

Grundvattentryck och gradienter i berg är påverkade av bergrumsansläggningen i Hjortshagsberget och den avsänkning som idag sker i bergrummen. Konverteringen till bergrumsgarage kommer att medföra större avsänkning än idag och kommer att påverka grundvattensituationen ytterligare. Bergrumsgaraget kommer att hållas permanent avsänkt. Vidare kommer det planerade Gasverksgaraget med en tillhörande anslutningstunnel till bergrumsgaraget medföra tillkommande avsänkning av grundvattnet i området.

En betydande parameter för bedömning av föroreningstransport är grundvattenytans läge då avståndet mellan föroreningarna i grundvattnet och ovanliggande byggnader har stor betydelse för transport av ångor genom den omättade zonen i berget då berget har mycket låg porositet och därmed begränsar ångtransport. Planerad vattenverksamhet kommer att medföra avsänkning av dagens grundvattennivåer och då främst i området nära anslutningstunneln och bergrumsgaraget i södra och sydöstra delen av planområdet.

För exploateringsprojekt inom Norra Djurgårdstaden har generella grundvattenriktvärden avseende hälsorisker för byggnad med källare i kontakt med vatten utvecklats. Syftet är att riktvärdena ska representera ett konservativt scenario som ska

kunna användas inom flera delar av Norra Djurgårdsstaden. Halterna i berggrundvattnet inom större delen av planområdet understiger riktvärdena medan halterna i ett avgränsat område i den sydöstra delen av detaljplaneområdet överstiger riktvärden för lätta och medeltunga alifater, bensen och naftatalen. I föreliggande riskbedömning görs ett konservativt antagande att grundvattenytan är i kontakt med bottenplattan av tvåvåningsgaraget då det inte kan uteslutas att vissa delar av tvåvåningsgaragets bottenkonstruktion kan komma att ligga i nivå och kontakt med grundvattenytan. Antagandet är konservativt då en lägre grundvattennivå medför att även berget begränsar transporten av ånga från det förorenade grundvattnet till byggnaden.

En betydande riskreduktion kommer att ske med anledning av följande åtgärder:

- Det planerade schaktet omfattar området för det före detta spaltgasverket, i sydöstra delen av planområdet. Det medför att det mest förorenade berg och berggrundvattnet inom planområdet kommer att avlägsnas.
- I förhållande till dagens grundvattennivå kommer garagebyggnadens botten att ligga lägre än grundvattennivån vilket medför att länshållning kommer att behöva utföras under byggskedet. Vidare kommer en anslutningstunnel att byggas mellan det planerade Hjorthagsgaraget och Gasverksgaraget. Länshållningen av anslutningstunneln liksom Hjorthagsgaraget kommer att vara permanent.
- Genom länshållningen och avsänkning påverkas den hydrogeologiska situationen i området och därmed omsättningen av grundvattnet. Genom en ökad omsättning och bortpumpning av grundvatten kommer föroreningshalterna i grundvatten att minska och därmed medföra en betydande riskreduktion.

Vidare föreskrivs i detaljplanen att bostadsbebyggelse ska utföras med ventilerade utrymmen mellan bottenplatta och bostäder samt verksamhetsyta. Bottenplatta och källarmur ska utföras som gas- och vattentäta konstruktioner upp till markytan. Bedömningen av effekten av länshållning och bergschakt görs genom löpande analys av länshållningsvatten och jämförelser med riktvärden. Genom bedömning av trender på haltutveckling kan, om ovanstående åtgärder ej uppnår erforderlig riskreduktion, ytterligare tid för länshållning övervägas. Alternativt kan barriärlösningar där skyddspumpning av grundvatten utföras för att förhindra spridnings- och exponeringsrisk.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1 UPPDRAG OCH SYFTE	6
1.1 Beställare.....	6
1.2 Bakgrund och syfte.....	6
2 TIDIGARE UTREDNINGAR	7
3 OMRÅDESBESKRIVNING	8
3.1 Lokalisering	8
3.2 Topografi.....	10
3.3 Geologi.....	11
3.4 Grundvattenförhållanden i berg.....	13
4 FÖRORENINGAR	16
4.1 Undersökningar i berggrundvatten	16
4.2 Föroreningssituation	16
4.2.1 Grundvatten	16
4.3 Identifiering av föroreningar	18
5 SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	20
5.1 Inledning	20
5.2 Karakterisering av sprickigt berg.....	20
5.2.1 Generellt.....	20
5.2.2 Platsspecifikt.....	21
5.3 Beräkning av porositet.....	24
6 HÄLSORISKBEDÖMNING	27
6.1 Inledning	27
6.2 Hydrogeologisk situation	27
6.3 Riktvärden ånginträngning.....	30
6.4 Exponeringsanalys	32
7 ÅTGÄRDER OCH RISKREDUKTION	34
7.1 Schakt av förorenat berg samt länshållning	34
7.2 Planerad markanvändning och tekniska krav.....	34
7.3 Kompletterande åtgärder	34
8 REFERENSER	35

1 Uppdrag och syfte

1.1 Beställare

Kemakta Konsult AB har av Exploateringskontoret, Stockholms stad fått i uppdrag att genomföra en riskbedömning av föroreningar i berg och berggrundvatten i anslutning till föreslagen detaljplan för del av fastigheterna Hjorthagen 1:3 och 1:5, Gasverket Östra, del av Norra Djurgårdsstaden i stadsdelen Hjorthagen i Stockholm (Stockholms stad, 2019a).

Föreliggande rapport är en komplettering av tidigare inledande riskbedömningen Kemakta (2020). Kompletteringen omfattar de grundvattenriktvärden för flyktiga föroreningar för byggnad med källare i kontakt med grundvatten som tagits fram under hösten 2021 (WSP, 2021).

1.2 Bakgrund och syfte

Norra Djurgårdsstaden sträcker sig från Husarviken i norr, över hamnområdet, till Loudden i söder och är ett av Europas mest omfattande stadsutvecklingsområden. Totalt planeras för minst 12 000 nya bostäder och 35 000 nya arbetsplatser.

Inom delområdet Gasverket Östra i Hjorthagen möjliggörs för byggnader för bostads-, centrum och kontorsändamål (Stockholm stad, 2019b).

Tidigare gasproduktion i området har gett upphov till föroreningar och då i huvudsak från den perioden (1893-1972) då stenkolk användes för gasproduktionen. Användningen av stenkolk upphörde 1972 då spaltgasverket, där gas producerades ur nafta, uppfördes. De föroreningar som påträffats utgörs i huvudsak av polyaromatiska kolväten (PAH), tjära och petroleumkolväten och metaller. Vidare finns i Hjorthagsberget, söder om Gasverksområdet, två bergrum som tidigare använts för lagring av nafta till spaltgasverket. Naftaföroreningar utgörs i huvudsak av lätta kolväten som innehåller mellan 5 och 12 kolatomer (University of Calgary, 2017). Bland annat förekommer bensen, toluen, etylbensen och xylen (BTEX). Bergrummen är sanerade och planeras att byggas om till garage.

Den planerade markanvändningen för Gasverket östra medför att schakt i berg kommer att behöva göras. Då grundvatten i berg konstaterats förorenat finns ett behov av att utreda risk för exponering, främst via ångor, till planerade byggnader.

Ett flertal utredningar av föroreningssituationen i berg och berggrundvatten i området har tidigare utförts. Då föroreningsspridning i berg och berggrundvatten är komplext föreligger även ett behov att sammanställa tidigare utredningar till en samlad bild. Sammanställningen ligger sedan till grund för föreliggande riskbedömning inför planerad exploatering.

2 Tidigare utredningar

I detta avsnitt redovisas en sammanställning av genomförda utredningar samt rapportering av provtagningar och analyser i anslutning till aktuellt område.

Utredningar och undersökningar:

- Sweco (2018) – Kompletterande miljötekniska markundersökningar inom Gasverket östra, Norra Djurgårdsstaden, Rapport 2018-09-28, Sweco – provtagning av 5 grundvattenrör i jord
- Stockholm Stad (2015) – Förordningar inom detaljplaneområdet gasverket Östra, PM 2015-06-24, Avdelningen för Stora projekt, Exploateringskontoret, Stockholm stad
- Golder (2019a) – Geologiska utredning av kolväte i berg, kärnbörning med vattenförlustmätning och kärnkartering, framställd för Stockholm stad/Exploateringskontoret, Rapport 2019-04-23, Golder Associates
- Golder (2018) – PM Hydrogeologi, Tillståndsansökan vattenverksamhet, Hjorthagsgaraget, Stockholm parkering, Rapport 2018-02-12, Golder Associates

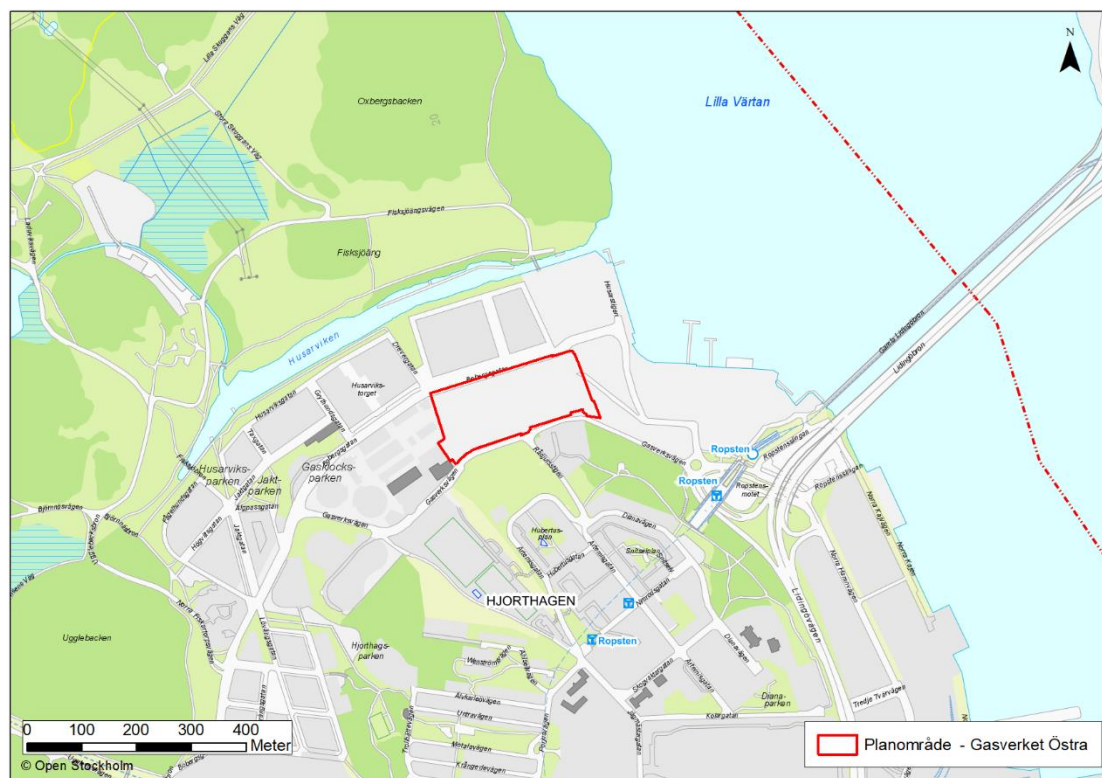
Omgivningskontroll och kontrollprogram

- Structor (2014) – Förslag till kontrollprogram för grundvatten vid avveckling av bergrumslager, Gasverket, framställd för Stockholm Exergi, 2014-03-31, Structor
- Structor (2019) – Slutrapport av kontrollprogram för avveckling av naftalager, Hjorthagen, Stockholm, framställd för Stockholm Exergi, 2019-08-22, Structor
- Sweco (2022) - PM Resultatsammanställning berggrundvattenprovtagningar Gasverket östra, Sweco

3 Områdesbeskrivning

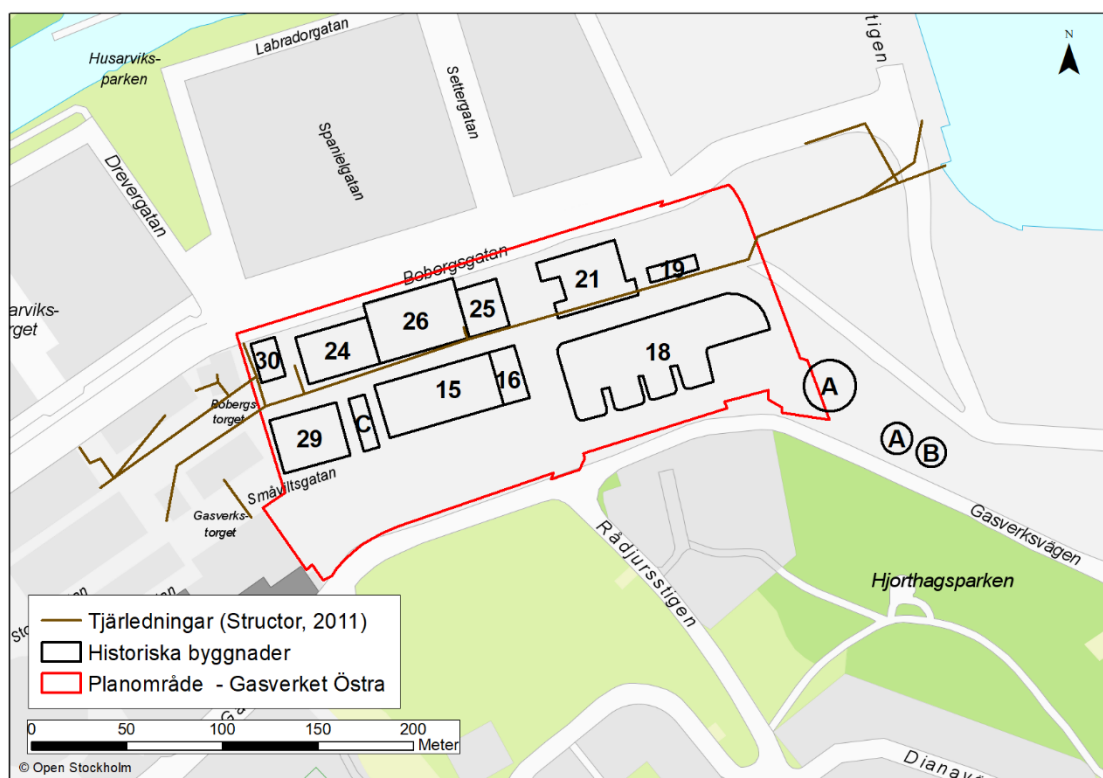
3.1 Lokalisering

Området för föreslagen detaljplan (Dp 2014-12741) för Gasverket Östra är belägen i anslutning till fastigheterna Hjorthagen 1:3 och 1:5 i stadsdelen Hjorthagen i Stockholm, Figur 3-1.



Figur 3-1 Lokalisering av gräns för planområdet för Gasverket Östra i Hjorthagen.
© Open Stockholm

Inom detaljplaneområdet fanns huvuddelen av de byggnader där tillverkningen av stadsgas utfördes, Figur 3-2 och Tabell 3-1. En stor del av de historiska byggnaderna finns i dagsläget kvar.



Figur 3-2 Lokalisering av tjärledningar (Structor, 2011) och historiska byggnader inom planområdet (Stensudd, 1990), © Open Stockholm.

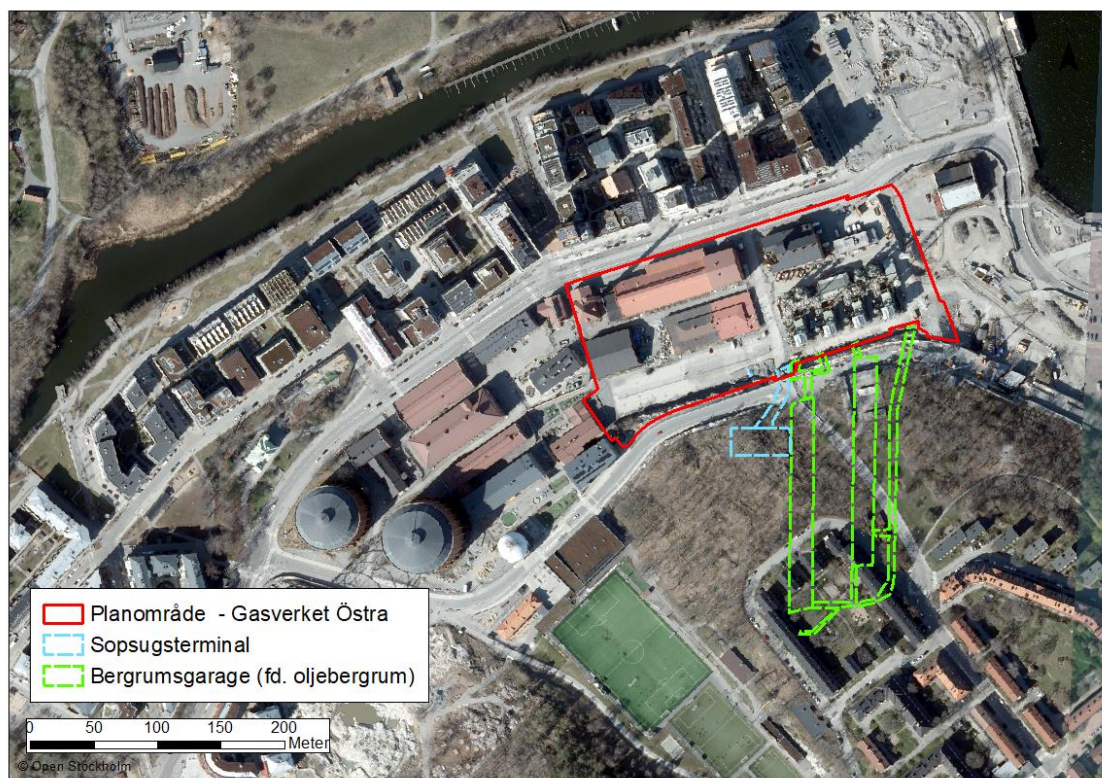
Tabell 3-1 Historiska byggnader inom detaljplaneområdet (Stensudd, 1990).

Byggnad	Namn	Verksamhet
18	Spaltgasverk	Produktion av gas ur nafta (lättbensin)
A	Oljecisterner	Cisterner för olja, tjära och nafta
B	Cistern för bensol	Cistern för bensen (bensol)
16	Reservverk	
15	Markententeri och logement	
29	Förråd, fd kolhus	Lagring av kol
19	Laboratorium	
21	Ångkraftcentral	
25	Kylarcentral	Gaskylare separation av ammoniakvatten och tjära
26	Generatorhus, retorthus	Kolgasproduktion, tjäravskiljning, bensoltvätt
24	Oljegasverk	Oljegasproduktion
30	Svavelväterreningsanläggning, kondensatorhus	
A	Oljecisterner	Cisterner för olja, tjära och nafta
B	Cistern för bensol	Cistern för bensen (bensol)
C	Toalett och cykelställ	

Vidare fanns ledningar i marken för bl a bortledning av tjära och ammoniakvatten (Stensudd, 1990). Identifiering av lägen för tjärledningar baseras på tidigare miljöundersökningar (Structor, 2011).

Söder om planområdet är två bergrumsanläggningar belägna, en sopsugsterminal och en före detta anläggning för lagring av nafta, Figur 3-3:

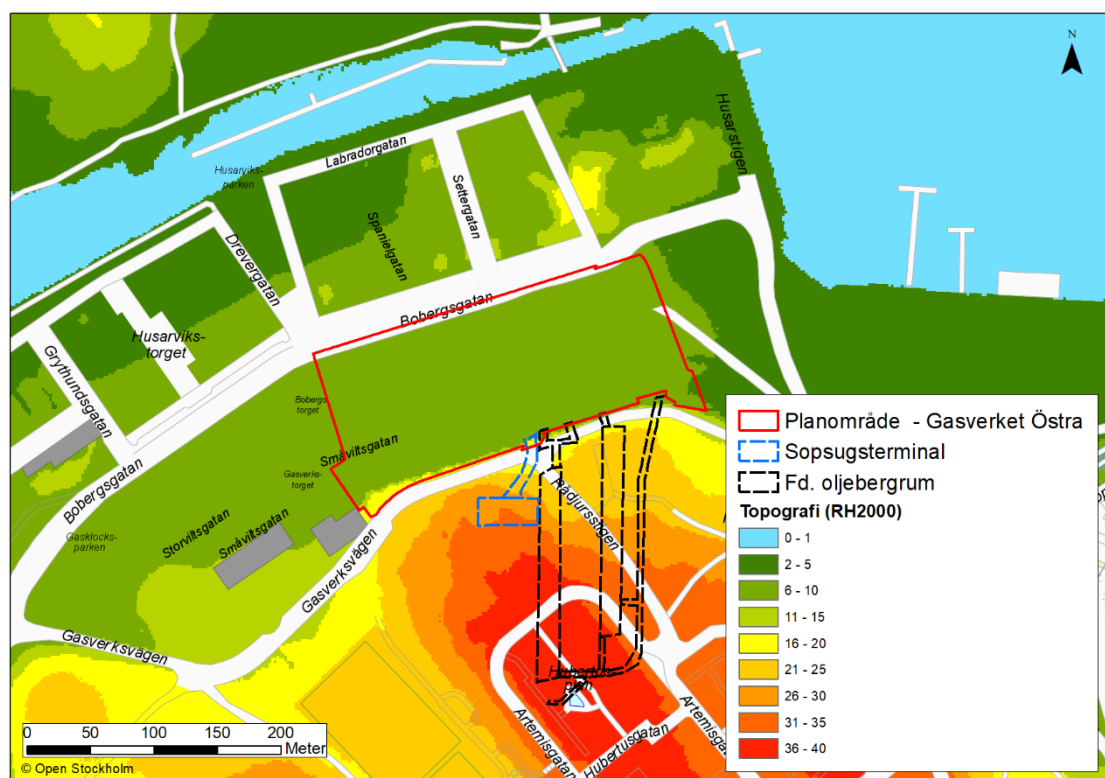
- Sopsugsterminal: Anläggningen stod färdig 2015. Golvnivån ligger på ca +5,2 och taknivån på ca +17,2. En pumpgrop finns installerad, dock finns inga uppgifter om att läns hållning pågår i dagsläget (Golder, 2018).
- Före detta bergrum för lagring av nafta: Anläggningen utgörs av två utsprängda bergrum med tillhörande tillfartsorter och har använts för naftalagring sedan 1970-talet. Lagring skedde på rörlig vattenbädd, det vill säga att vattennivån regleras beroende på uppfyllnadsgraden av nafta. Den sista leveransen av nafta skedde 2006. Bergrummet avvecklades 2010 och fylldes med vatten. Sedan 2014 utförs sanering av bergrummet för att detta ska kunna nyttjas som parkeringsgarage. Bergrummets golv ligger på nivån ca -34 och tak på -14 (Golder, 2018). Tillstånd för bortledning av grundvatten från befintligt bergrum och blivande bergrumsgarage erhöles i december 2018 (Nacka tingsrätt, mark- och miljödomstolen, Mål nr M 7611-17).
- I anslutning till bergrumsanläggningens norra sida fanns produktledningar och ledningar för bortledning av bäddvatten förlagda i marknivå (Golder, 2018).



Figur 3-3 Lokalisering av bergrumsanläggningar, © Open Stockholm.

3.2 Topografi

Planområdet är flackt och marknivån ligger generellt på +7, Figur 3-4. Området där bergrummet och sopsugsterminalen är belägna utgörs av ett höjdparti (del av Hjorthagsberget) där en brant bergvägg avgränsar planområdet i syd. Marknivån inom höjdpartiet uppgår som mest till ca +38 ovan bergrumsanläggningen.



Figur 3-4 Översikt av topografin i anslutning till detaljplaneområdet, GSD-Höjddata, Metria, 2020, © Open Stockholm.

3.3 Geologi

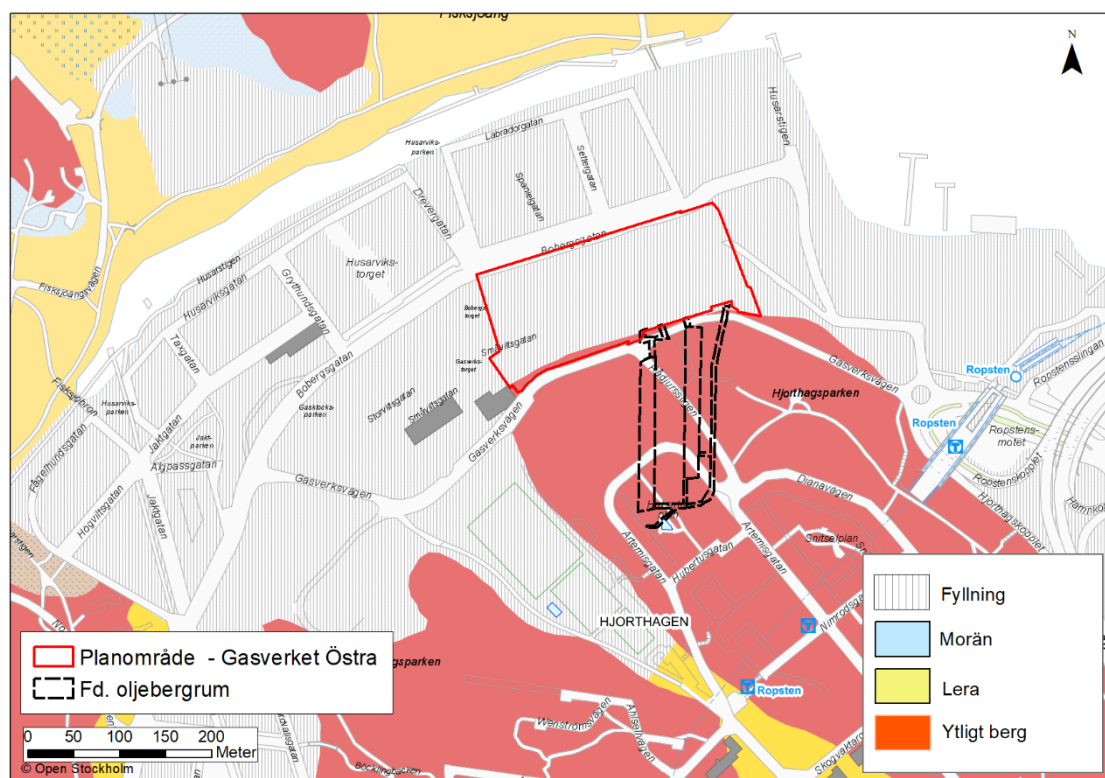
Berggrunden i området utgörs av kristallina bergarter där granit och metagråvacka/gnejs är de dominerande bergarterna, Figur 3-5 (SGU, 2020).

Tre huvudsprickriktningar har generellt identifierats i området; nordvästlig-sydöstlig, nordöstlig-sydvästlig samt flacka subhorisontella zoner. Specifikt inom detaljplaneområdet har en zon påträffats i nordvästlig-sydöstlig riktning där den södra delen sträcker genom höjdpartiet, parallellt med Rådjurssågen, där bergrummet är beläget (Golder, 2016).



Figur 3-5 Översikt av bergarter och svaghetszoner i området. Utdrag ur SGU:s berggrundskarta. © Open Stockholm

Områdets jordartsgeologi framgår av Figur 3-6. Stora delar av området är utfyllt med jord och sprängsten. Inom detaljplaneområdets södra delar förekommer i huvudsak ytnära berg eller berg i dagen, längre norrut ökar jorddjupet till ca 5 meter. Norr om detaljplaneområdet mot Husarviken ökar fyllningsdjupet ytterligare till ca 20 meter (Golder, 2011).



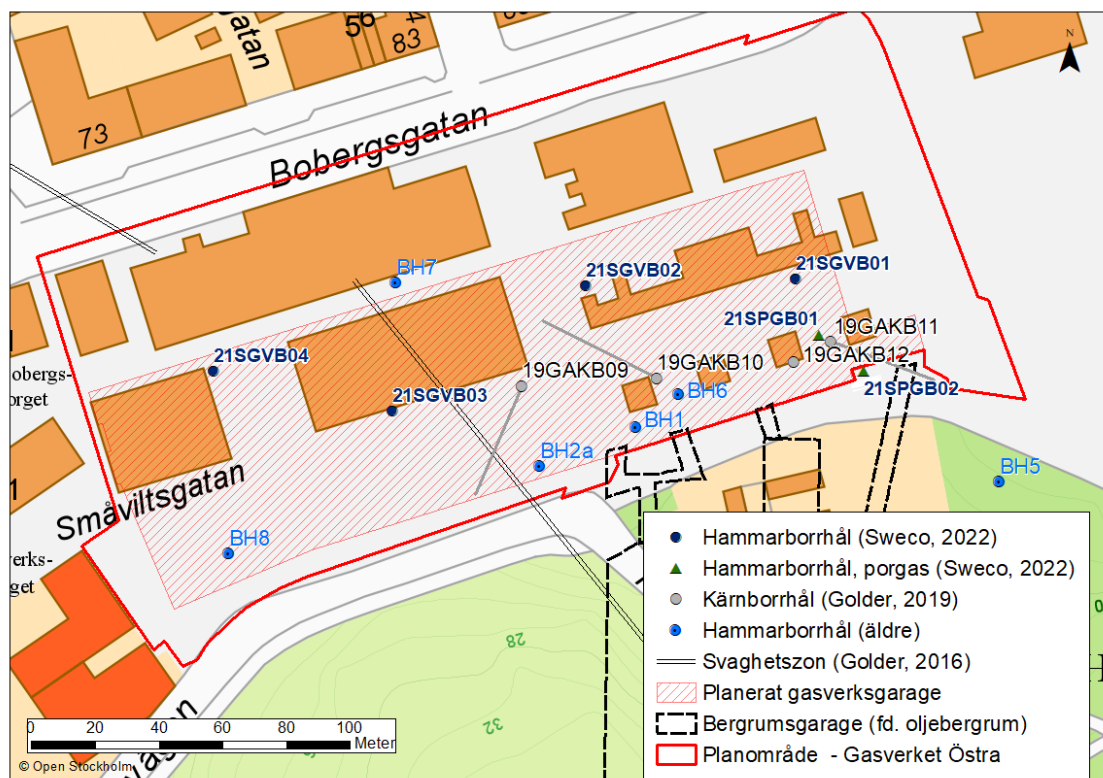
Figur 3-6 Geologisk översikt av jordarter inom området. Utdrag ur SGU:s jordartskarta. © Open Stockholm

3.4 Grundvattenförhållanden i berg

Grundvattenmätningar utförs löpande i bergborrhål i området. Grundvattentryck och gradienter i berg är påverkade av bergrummet och den avsänkning som sker i bergrummen samt av närbelägna ytvatten, det vill säga Husarviken och Värtan. Omfattningen av bergrummets hydrauliska påverkan beror på vattennivån i bergrummen samt på omgivande bergs genomsläpplighet. Värtan och Husarviken verkar som en positiv hydraulisk rand och motverkar därmed en större avsänkning.

Inom området finns flera bergborrhål, Figur 3-7. Hammarborrhål BH1 och BH2a utfördes under 2015 (Golder, 2018). Därefter utfördes 3 hammarborrhål benämnda BH6, BH7 och BH8.

Under 2019 sattes fyra kärnborrhål benämnda 19GAKB09–19GAKB12 (Golder, 2019a). Dessa betecknas i föreliggande rapport även som KB09-KB12. Under 2021 sattes ytterligare 4 hammarborrhål benämnda 21SGVB01-21SGVB04 (Sweco, 2022). En sammanställning av bergborrhållens typ, djup, lutning samt aktuella grundvattennivåer ges i Tabell 3-2.



Figur 3-7 Översikt av bergborrhål inom detaljplaneområde samt planerad utbredning av Gasverksgaraget. © Open Stockholm

Tabell 3-2 Information om bergborrhål i området.

Borrhål	Typ	Lutning (grad)	Längd (m)	GV-nivå*** (RH2000)
BH1	hammarborrhål	90	52**	+0,1
BH2a	hammarborrhål	90	36**	-8
BH6	hammarborrhål	90		-1
BH7	hammarborrhål	90	51**	+2
BH8	hammarborrhål	90	63*	+5
19GAKB09	kärnborrhål	28	39*	+1
19GAKB10	kärnborrhål	30	42*	+1
19GAKB11	kärnborrhål	30	40*	-1
19GAKB12	kärnborrhål	90	20*	-1
21SGVB01	hammarborrhål	90	25	-1
21SGVB02	hammarborrhål	90	20,5	
21SGVB03	hammarborrhål	90	17,6	3
21SGVB04	hammarborrhål	90	20,5	3

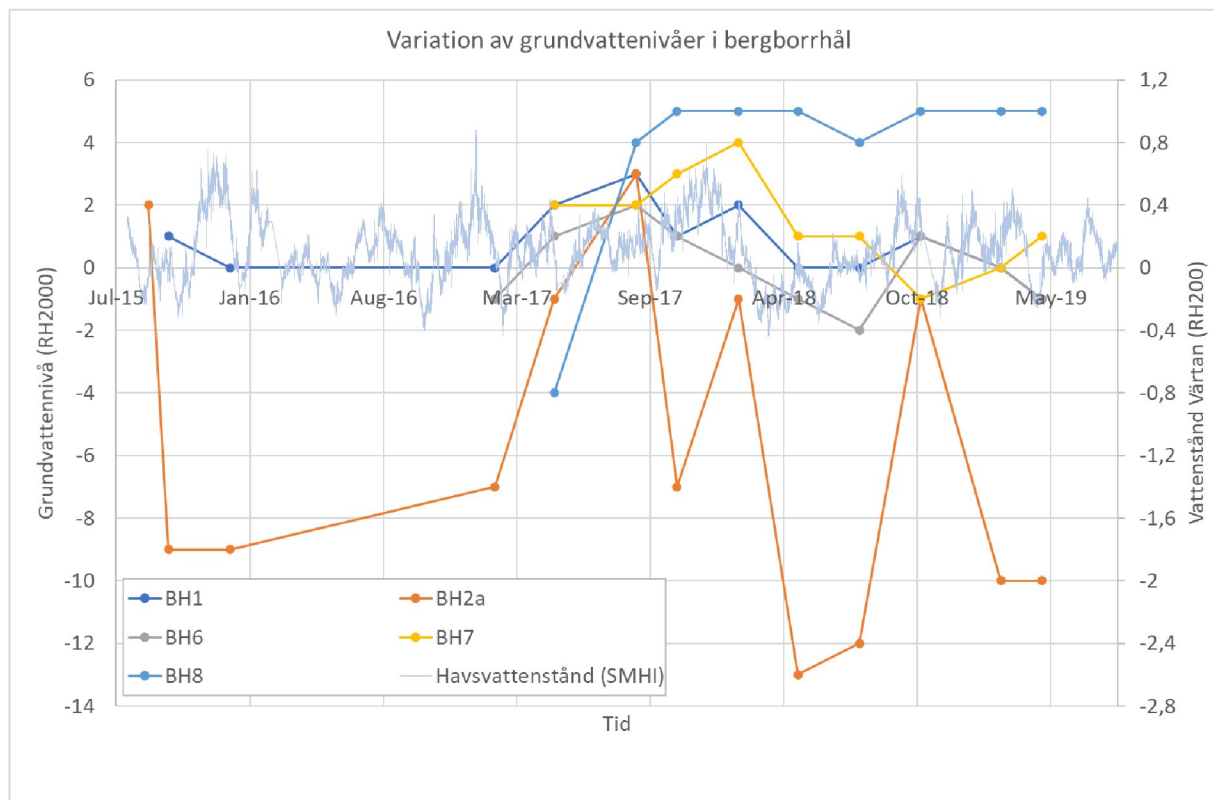
*Golder (2019a)

**Max pejlbart djup, april 2020

***Mätningar 2019-2021

I Figur 3-8 visas hur grundvattennivåer i bergborrhålen har varierat i samband med att bergrumsvattennivån varierat under tiden som saneringen av bergrummet pågick mellan 2014 och 2019 (Structor, 2019). I flera av bergborrhålen är påverkan relativt begränsad av nivåförändringarna i bergrummet medan BH2a påverkas i högre grad.

Påverkan i BH2a förklaras med att bergborrhålet troligen står i kontakt med bergrummet via den tolkade sprickzon som sträcker genom området i nordvästlig-sydöstlig riktning.



Figur 3-8 Variation av grundvattennivåer i bergborrhål under perioden 2015-2019 (modifierat från Structor, 2019). I diagrammet är även vattenståndsvariationer för Värtan inlagt, station Loudden sjöv, 35154, (SMHI 2020). Skalan för vattenståndsvariationer ligger till höger i diagrammet.

Observationerna speglar den heterogenitet som finns i berggrunden. Bergborrhålen har kontakt med sprickor i berget på olika djup och dessa sprickor kan vara mer eller mindre vattenförande. De mest vattenförande sprickorna i berget kommer att vara styrande för vattennivån inne i borrhålet. Sprickor i god kontakt med bergrummet kan förväntas få en avsänkning medan nivån kan förväntas vara högre i sprickor i kontakt med Husarviken- och Värtan eller med ytligt grundvatten.

I Figur 3-8 har även vattenståndsvariationen i Värtan lagts in för den aktuella perioden. Variationerna uppgår till ca 1 meter, ingen samvariation mellan grundvattennivåerna i aktuella bergborrhål och nivån i Värtan kan dock konstateras.

4 Föroreningar

4.1 Undersökningar i berggrundvatten

Provtagning av berggrundvatten i området har utförts inom ramen för omgivningskontrollen för bergrummet sedan 2014. Efterhand har komplettering med bergborrhål skett samt att provtagningstekniker förbättrats och komplettering skett av kemiska analyser. Provtagning har föregåtts av omsättning av hela bergborrhålen sedan våren 2020 för att säkerställa formationsvatten, dvs helhålsprovtagning. Vidare har området delvis sanerats och exploaterats vilket förändrar föroreningskällor och spridningsförutsättningar. I detta kapitel beskrivs föroreningssituationen i berggrundvatten i området baserat på undersökningar genomförda under 2019 till 2021. Förutom oljeföroreningar har även metaller analyserats vilket redovisas i Sweco (2022). Avseende kvicksilver som kan medföra risker vid förångning konstateras att samtliga analyser under 2015 till 2021 i provtagna bergborrhål inom planområdet understigit rapporteringsgränsen.

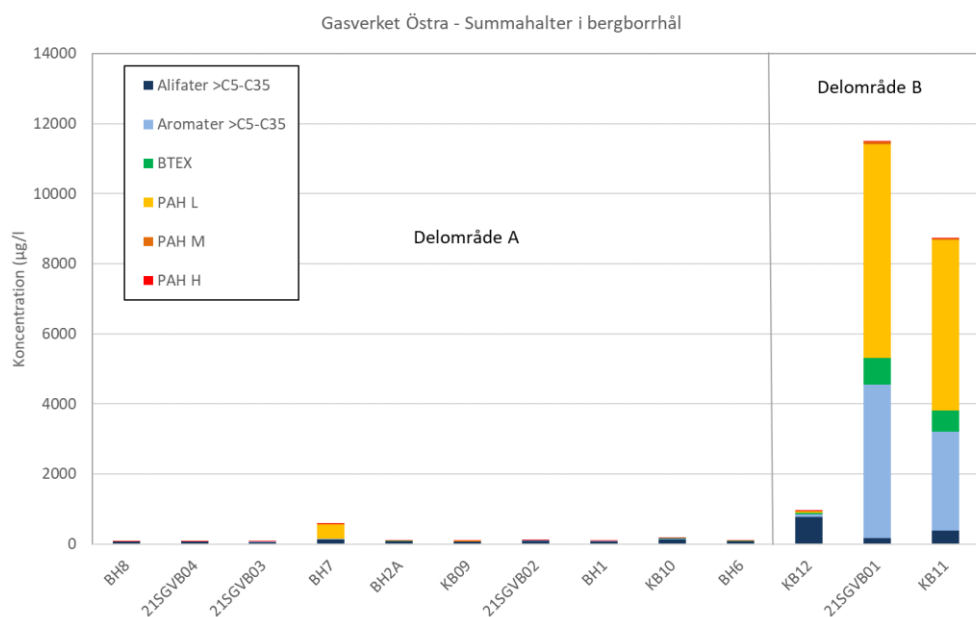
4.2 Föroreningssituation

4.2.1 Grundvatten

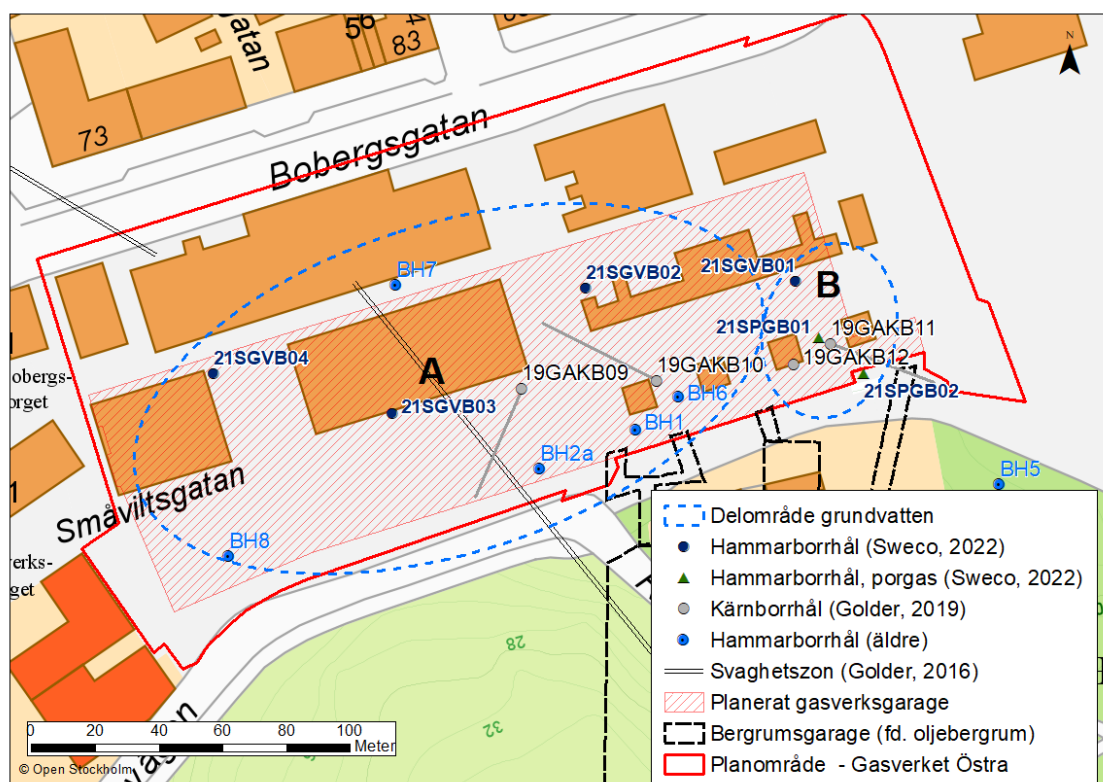
Baserat på provtagningar och kemiska analyser konstateras att föroreningssituationen skiljer sig åt mellan provtagningspunkterna. En sammanställning har gjorts av de senaste provtagningarna utförda under 2019 till 2021. I de flesta provtagningspunkter har provtagning utförts ca tre gånger. Två delområden inom detaljplaneområdet med skilda sammansättningar har identifierats:

- Delområde A – Generellt låga halter, flera ämnen understiger rapporteringsgränsen.
- Delområde B – Förhöjda halter av flera ämnen.

I Figur 4-1 redovisas en sammanställning av summan av halterna av analyserade ämnen baserat på medelhalter för provtagningar 2019 till 2021 för respektive provpunkt och i Figur 4-2 visar identifierade delområden beroende på sammansättning av föroreningar.



Figur 4-1 Sammanställning av summahalter av analyserade ämnen i respektive bergborrhål samt gruppering beroende på sammansättning av föroreningar.



Figur 4-2 Översikt av bergborrhål i anslutning till detaljplaneområdet, identifierade delområden beroende på sammansättning av föroreningar samt utbredning av bergschakt för garage. © Open Stockholm.

Förutsättningar för förekomst och spridning av föroreningar i berggrundvattnet beror, förutom på föroreningars egenskaper, på bergets hydrogeologiska egenskaper. I

berggrunden uppträder och transporteras grundvatten och föroreningar i diskreta öppna sprickor som är i kontakt med varandra till skillnad från en porös jord där grundvattnet är mer homogent fördelat. I ett normalt uppsprucket berg medför därför bergets heterogena egenskaper att det är svårt att skapa en fullständig förståelse om hur föroreningen fördelas mellan sprickorna. Dock, med avseende på att tydliga skillnader ändå finns i sammansättningen mellan de två delområdena, beräknas representativa medelhalter som underlag för bedömning relativt jämförvärlden.

För att bedöma riskerna med ånginträngning in i byggnader finns branschspecifika riktvärden framtagna för ämnen i grundvatten vid bensinstationer (SPBI, 2012). I föreliggande rapport används SPBI:s riktvärden som stöd för bedömning av storleksordning av de uppmätta halterna, Tabell 4-1. Beräkningar av SPBI:s riktvärden bygger dock på Naturvårdsverkets transportmodell där bl a förångning sker genom normaltät jord. Då markförhållandena inom området skiljer sig från förutsättningarna för beräkningarna av de branschspecifika riktvärdena speglar jämförelsen inte ett verkligt exponeringsscenario utan ger endast indikationer på risknivå.

Tabell 4-1 Sammanställning av beräknade medelhalter för definierade delområden.

Ämne	SPBI µg/l	Delområde		A+B µg/l
		A µg/l	B µg/l	
alifater >C5-C8	3000	11	314	67
alifater >C8-C10	100	10	44	19
alifater >C10-C12	25	10	91	30
alifater >C12-C16		10	63	23
alifater >C16-C35		36	36	37
aromater >C8-C10	800	5,0	484	116
aromater >C10-C16	10000	6,1	1937	452
aromater >C16-C35	25000	2,6	2,5	2,8
bensen	50	0,3	158	37
toluen	7000	0,5	65	15
etylbenzen	6000	0,5	20	5,0
xylener, summa	3000	0,6	227	53
PAH L	2000	46	3677	880
PAH M	10	0,8	41	10
PAH H	300	0,2	0,4	0,2

Baserat på provtagningar och kemiska analyser konstateras att flera bergborrhål visar på relativt låga föroreningshalter. I 19GAKB11 och 21GVB01 i östra och sydöstra delen av planområdet har dock höga halter av petroleumkolväten uppmätts, dvs område B.

4.3 Identifiering av föroreningar

I samband med provtagning av bergborrhål har förutom kemiska analyser av specifika ämnesfraktioner även oljeidentifiering utförts. En oljeidentifiering innebär att kromatogram för kända petroleumprodukter jämförs med kromatogrammet för det okända provet. För att utföra oljeidentifiering krävs relativt höga halter varför endast ett fåtal typer kunnat utföras:

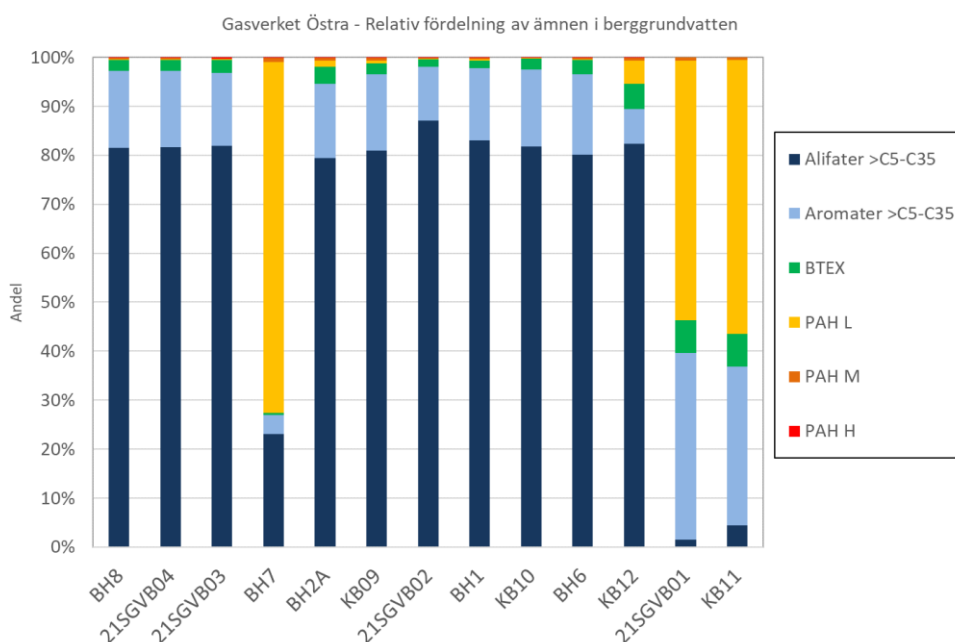
- KB11, KB12 och BH7 (provtagning september 2020): Enligt laboratoriet visar kromatogrammet för KB11 inte en direkt överensstämmelse med

kromatogrammen i laboratoriets oljebibliotek. Delvis överensstämmelse konstaterades dock för bensen, alkylbensener, kreosot, lacknafta och terpentin. Bästa överensstämmelse bedöms vara med bensen och alkylbensener. Provet kan delvis bestå av nafta, men inte med säkerhet. I kromatogrammet för KB11 finns även andra ämnen med som inte kan härledas till nafta. Enligt laboratoriet visar kromatogrammen för KB12 och BH7 att proven inte är nafta.

Nafta utgörs i huvudsak av kolväten som innehåller mellan 5 och 12 kolatomer (University of Calgary, 2017). Inga fullständiga oljeanalyser omfattande alifat- och aromatfraktioner, BTEX och PAH har påträffats för berggrumsvattnet i bergrummen där naftan lagrades. Dock finns analyser av BTEX i berggrumsvattenvatten från 2016. Analyserna visar att berggrumsvattnet innehöll ca 40 000 µg/l bensen, ca 660 µg/l toluen. Etylbensen och xylen understeg rapporteringsgränsen <20 µg/l.

I syfte att jämföra de olika sammansättningarna i bergborrhålen redovisas ett stapeldiagram med den relativa andelen av respektive ämne har i de olika bergborrhålen, Figur 4-3.

Det kan konstateras att fördelningen av ämnen är relativt lika i BH8, 21SGVB04, 21SGVB03, BH2a, KB09, 21SGVB02, BH1, KB10 och BH6 vilket beror på att de flesta ämnen understiger rapporteringsgränsen. I övriga bergborrhål konstateras dock en del skillnader, 21SGVB01, KB11 och till viss del KB12 liknar varande medan BH7 skiljer sig, bland annat med avseende på andelen BTEX.



Figur 4-3 Relativ fördelning av uppmätta halter i bergborrhål.

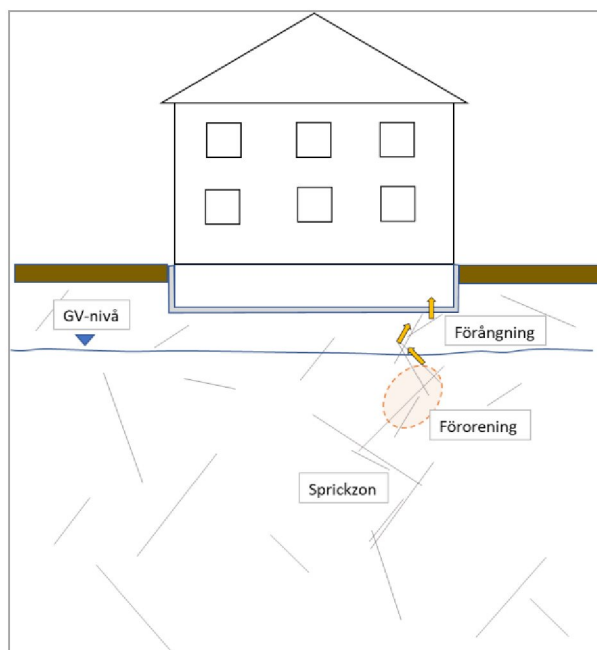
Analysresultaten och oljetypningen speglar de olika tillverkningsprocesserna och föroreningshistoriken som pågått under lång tid på området varför det är svårt att urskilja ursprunget till föroreningarna i enskilda punkter. Spaltgasproduktion, där punkterna KB11 och 21SGVB01 är belägna, tar upp en relativt liten yta och genererar inte stora mängder biprodukter eller svårhanterligt avfall. Dock kan eventuellt spill av nafta i områden där kolgasproduktion tidigare skett medföra att exempelvis tjära löses upp vilket påskyndar spridningen av exempelvis naftalen.

5 Spridningsförutsättningar

5.1 Inledning

Förutsättningar för spridning av föroreningar i berget beror, förutom på föroreningars egenskaper och grundvattnets kemi, på bergets hydrogeologiska egenskaper. I berggrunden uppträder och strömmar grundvatten i öppna sprickor som är i kontakt med varandra. Förekomsten av sprickor är dominerande för föroreningstransport, både som fri fas, gasfas och som löst fas.

Förorening i sprickor och porer i berget kan medföra risk för att flyktiga ämnen frigörs från det förorenade grundvattnet och sprids genom omättade strukturer i berggrunden och in i byggnader, Figur 5-1.



Figur 5-1 Schematisk bild av spridning av ångor från berggrunden till byggnad.

Viktiga egenskaper hos berggrunden för att karakterisera föroreningsspridning är:

- Bergets porositet, vattenförande förmåga och tryckförhållanden
- Spricksystemets uppbyggnad och konnektivitet (hur sprickorna hänger samman)

Förekomsten av sprickor och deras egenskaper, exempelvis sprickfrekvens och sprickvidd, är central för bedömning av förutsättningarna för spridning.

Dock medför bergets heterogena egenskaper att det är mycket svårt att skapa en fullständig förståelse för spridningsförutsättningarna, även om omfattande undersökningar utförs.

5.2 Karakterisering av sprickigt berg

5.2.1 Generellt

Svaghetszoner (deformationszoner) i bergmassan uppkommer vid spröddeformation av bergmassan. Sprickor och förkastningar är exempel på vanligt förekommande svagheter i urberget. Sprickzoner är en koncentration av sprickor där sprickfrekvensen (mängden

sprickor per bergvolym) är minst en storleksordning högre än i det omgivande berget. Större rörelse i berggrunden medför längre och bredare svaghetszoner.

Indelning och benämning av sprickzoner kan göras enligt följande (SKB, 2001)

- Regionala sprickzoner, längd > 10 km, bred >100 m
- Lokala större sprickzoner, längd 1-10 km, bredd 5-100 m
- Lokala mindre sprickzoner 10 m – 1 km, bredd 0,1-5 m
- Sprickor <10 m, bredd 0,1 m

Enskilda sprickor och sprickfrekvenser varierar stort beroende på bergart och tektonik. I samband med platsundersökningar inför val av plats för kärnbränsleförvar har omfattande undersökningar av kristallint berg genomförts. I normaltätt berg är andelen sprickor med sprickvidder i storleksordningen 0,1-1 mm relativt liten men i anslutning till svaghetszoner är de mer frekventa. Undersökningar i kristallint berg vid Äspö, Oskarshamns kommun, visar att sprickvidderna där normalt varierade mellan 0,02-0,2 mm (SKB, 2008). Dock är alla sprickor inte öppna och vattenförande beroende på hur sprickorna hänger samman samt beroende på sprickfyllnad som exempelvis utfällningar. Resultat från undersökningar av vattenledande strukturer i sju borrhål i Laxemar, Oskarshamns kommun, visar att frekvensen av dessa strukturer varierar mellan 0,08 till 0,48 sprickor per meter (SKB, 2006).

Berggrundens porositet, volymandelen hålrum, delas in i primär porositet (det ospruckna berget) och sekundär porositet (sprickporositet). Sprickporositeten beror på sprickfrekvens, sprickorientering, sprickvidd och mineralfyllnad.

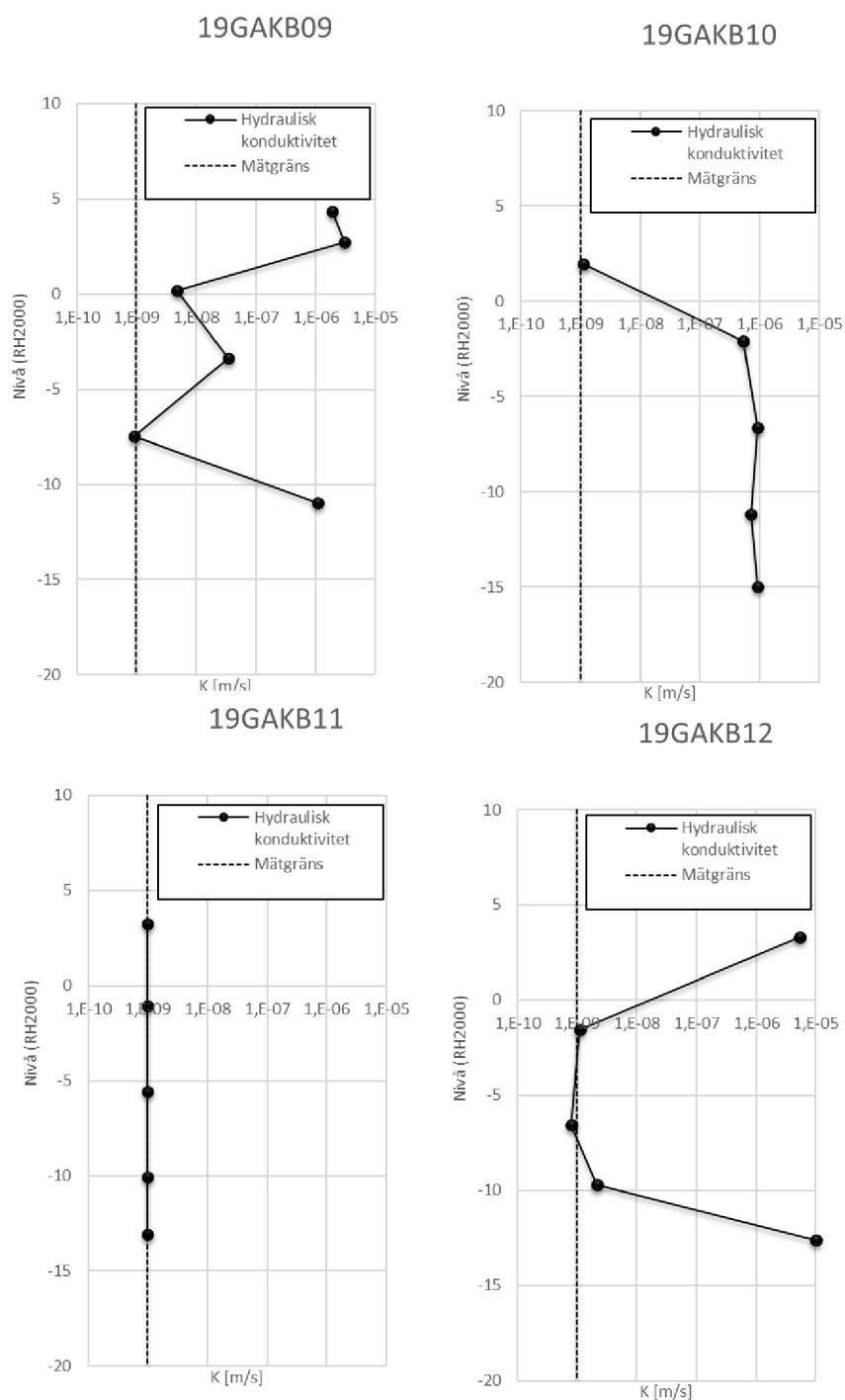
Sprickporositeten uppges kunna uppgå till någon procent i kristallint berg. Då sprickor kan vara osammanhängande ger sprickporositeten inget mått på förutsättningarna för grundvattenflödet. Därför används begreppet kinematisk porositet (flödesporositet) för att beskriva den mängd hålrum i berget som bidrar till grundvattenflödet. För svensk kristallin berggrund uppskattas den till 0.0001-0,1% (SOU, 2001).

5.2.2 Platsspecifikt

Platsspecifika underlag för bedömning av spridningsförutsättningarna i berg utgörs bl a av de kärnborrhål (KB09 - KB12) som installerats i området. Vid kärnbörningen utfördes vattenförlustmätning och kärnkartering.

Vattenförlustmätningarna utfördes sektionsvis längs borrhålen, sektionernas längd varierade mellan 2 och 10 meter. Analys av utförda vattenförlustmätningar har gjorts där hydraulisk konduktivitet för enskilda sektioner tolkats. Erhållna värden på hydraulisk konduktivitet varierar mellan $8 \cdot 10^{-10}$ till $9,9 \cdot 10^{-6}$ m/s för individuella sektioner med undantag för KB11 där inga vattenförluster över detektionsgränsen uppmättes. Konduktiviteten i KB11 bedöms således till mindre än $1 \cdot 10^{-9}$ m/s (Golder, 2019a). I Figur 5-2 redovisas tolkade konduktiviteter för respektive kärnborrhål. Som jämförelse uppges den regionala hydrauliska konduktiviteten i området som omfattar Norra Djurgårdstaden samt flera kommuner norr om Stockholms stad till ca $1 \cdot 10^{-7}$ m/s enligt SGU:s kartvisare.

Kärnkarteringen utfördes med avseende på bergarter och sprickstrukturer där bl a antalet sprickor per sektion dokumenterades (Golder, 2019a). Baserat på antalet sprickor beräknas sprickfrekvens (antal sprickor per meter) för respektive sektion, Figur 5-3.



Figur 5-2 Sektionsvis redovisning över hydraulisk konduktivitet (K) mot nivå (RH2000). Svart streckad linje indikerar mätgränsen för vattenförlustmätningen.

Resultatet från kärnkarteringen och vattenförlustmätningarna ger i korthet följande (Golder, 2019a):

- KB09 – Kärnborrhålet bekräftar vid två sektioner den brantstående sprick- eller krosszon som löper i nordvästlig-sydöstlig riktning tvärs bergrumsanläggningen (parallellt med Rådjurstigen). Där större vattenförlust konstaterats anses bero på en subhorisontell spricka (sprickor med flack lutning) på nivån ca -12, dvs ca 20 meter under markytan.
- KB10 – Kärnborrhålet visar att berget generellt är massivt, få sprickor och inga krosszoner har identifierats. Medelhöga vattenförluster anses beror på subhorisontella sprickor.
- KB11 – Berget är generellt massivt, få sprickor och inga krosszoner har identifierats. Inga vattenförluster över mätgräns har detekterats.
- KB12 – Berget är generellt massivt med få sprickor eller krosszoner. Dock förekommer subhorisontella sprickor som anses vara orsaken till vattenförlusterna i början (+3) och slutet (-13) av kärnborrhålet, dvs ca 4 respektive 20 meter under markytan.

5.3 Beräkning av porositet

Porositeten i berget beräknas på två sätt, dels baserat på karterade sprickfrekvenser och sprickvidder, dels baserat på beräknad effektiv porositet.

Vid beräkning av porositet ur sprickfrekvens och sprickvidd antas att berget utgörs av planparallella sprickor var sammanlagda sprickvidd upptar en viss fysisk volym av en enhetsarea av berget.

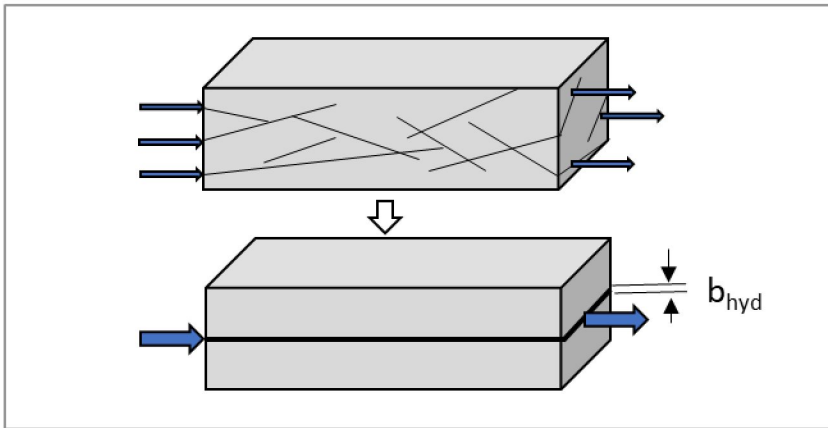
Effektiv porositet baseras på beräkning av hydraulisk sprickvidd (beräknad ur vattenförlustmätningarna) och motsvarar den mängd hålrum i berget som bidrar till grundvattenflödet.

Vid karteringar av borrhälar har noteringar gjorts om sprickvidd (Golder, 2019a). Av totalt 42 noteringar har endast en spricka i KB09 (i anslutning till sprickzon) konstaterats ligga i sprickviddsintervallet 1 till 5 mm. Övriga sprickor understiger sprickvidden 1 mm, dvs 98 % av sprickorna. Baserat på beräkningar av sprickfrekvens konstateras ett medelvärde på ca 5 sprickor per meter berg. Om det antas att varje spricka är 1 mm motsvarar detta en porositet på ca 0,5 %.

Genomsläppligheten av ett geologiskt material kan beskrivas med transmissivitet T (m^2/s). Transmissivitet är grundvattenflödet genom en sektion med en enhetsbredd vinkelrätt mot flödesriktningen. Transmissiviteten är proportionell mot den hydrauliska konduktiviteten K (m/s) och grundvattenmagasinets mäktighet d_{mag} (m) och beräknas enligt:

$$T = K \cdot d_{\text{mag}} \quad (4)$$

Mängden vatten som transporteras genom en vattenförande spricka kan även uttryckas med en transmissivitet T_{spricka} (m^2/s) som kan relateras till sprickvidden. Dock varierar den verkliga sprickvidden längs en spricka varför flödet genom sprickan även är ojämnt fördelat. En spricka kan därför förenklat beskrivas som en tvådimensionell planparallell struktur med en spalt benämnd hydraulisk sprickvidd, b_{hyd} (m), där vattnet flödar, Figur 5-4.



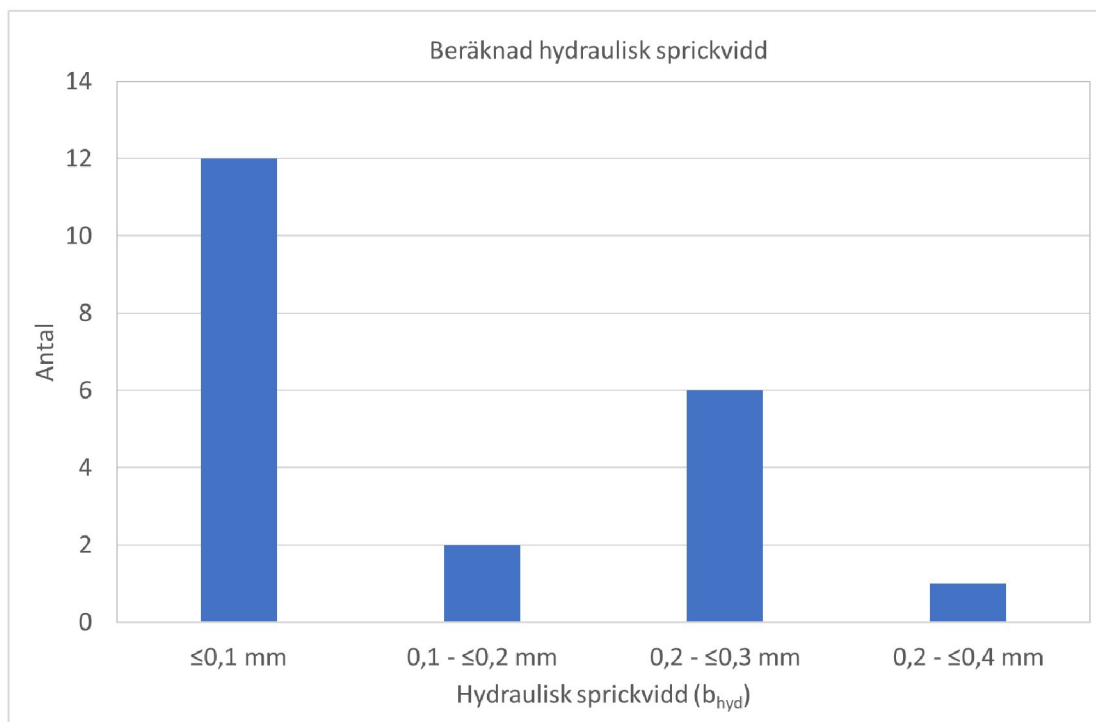
Figur 5-4 Konceptuell bild av hydraulisk sprickvidd (b_{hyd}).

Den hydrauliska sprickvidden kan beskrivas med den kubiska lagen (Gustafson, 2009):

$$b_{hyd} = \sqrt[3]{T_{spricka} \cdot \frac{12\mu_w}{\rho_g}} \quad (5)$$

Där μ_w (Pa s) är vattnets viskositet, g (m/s^2) är gravitationskonstanten, och ρ_w (kg/m^3) är vattnets densitet.

Beräkning av sprickvidd från transmissivitetsdata baseras på vattenförlustmätningar i borrhål där mätningar utförs i avgränsade borrhålssektioner. Man gör det konservativa antagandet att sprickan med störst sprickvidd står för huvuddelen av vattenförlusten i mätsektionen. Det vill säga att transmissiviteten (T) för hela mätsektionen sätts lika med spricktransmissiviteten ($T_{spricka}$). På detta sätt erhålls en uppfattning av variabiliteten av sprickvidderna längs med borrhålet. Baserat på sektionsvisa hydrauliska konduktiviteter och sektionslängder har den hydrauliska sprickvidden beräknats för 21 sektioner, Figur 5-5. Den hydrauliska sprickvidden varierar mellan 0,02 och 0,35 mm och medelvärdet beräknas till 0,12 mm. I kärnborrhål KB09 (i anslutning till sprickzon längs Rådjursstigen) konstateras att den hydrauliska sprickvidden varierar mellan 0,02 till 0,3 mm och medelvärdet beräknas till 0,14 mm. Då sprickvidden beräknas ur transmissiviteten (grundvattenflödet genom en sektion med en enhetsbredd vinkelrätt mot flödesriktningen) motsvarar sprickvidden ett mått på porositeten. För ovanstående beräkningar ger det således en medelporositet på ca 0,1 %.



Figur 5-5 Fördelning av beräknad hydraulisk sprickvidd på olika storleksintervall.

Sammanfattningsvis konstateras att beräknad hydraulisk porositet (0,1 %) är mindre än beräknad porositet baserad på karterade sprickvidder och sprickfrekvens (0,5 %). Detta bekräftar att en begränsad del av sprickorna är tillgängliga och öppna för grundvatten-transport då transporten i en större andel av sprickorna begränsas på grund av låg konnektivitet med andra sprickor samt på grund av sprickfyllnadsmineral.

Generellt antas att en porositet på 0,5 % är tillgänglig för ångtransport för att även inkludera enskilda sprickzoner.

6 Hälsoriskbedömning

6.1 Inledning

Flyktiga föroreningar kan spridas från berggrundvatten till bostäder som människan exponeras för vid inandning av ångor. Exponeringen beror på vistelsetid i byggnader, grundläggning, ventilation och föroreningssituationen under byggnaden.

Hälsoriskbedömningen syftar till att beskriva risker för negativa hälsoeffekter vid en framtida exploatering, det vill säga byggnation i enlighet med detaljplanen.

6.2 Hydrogeologisk situation

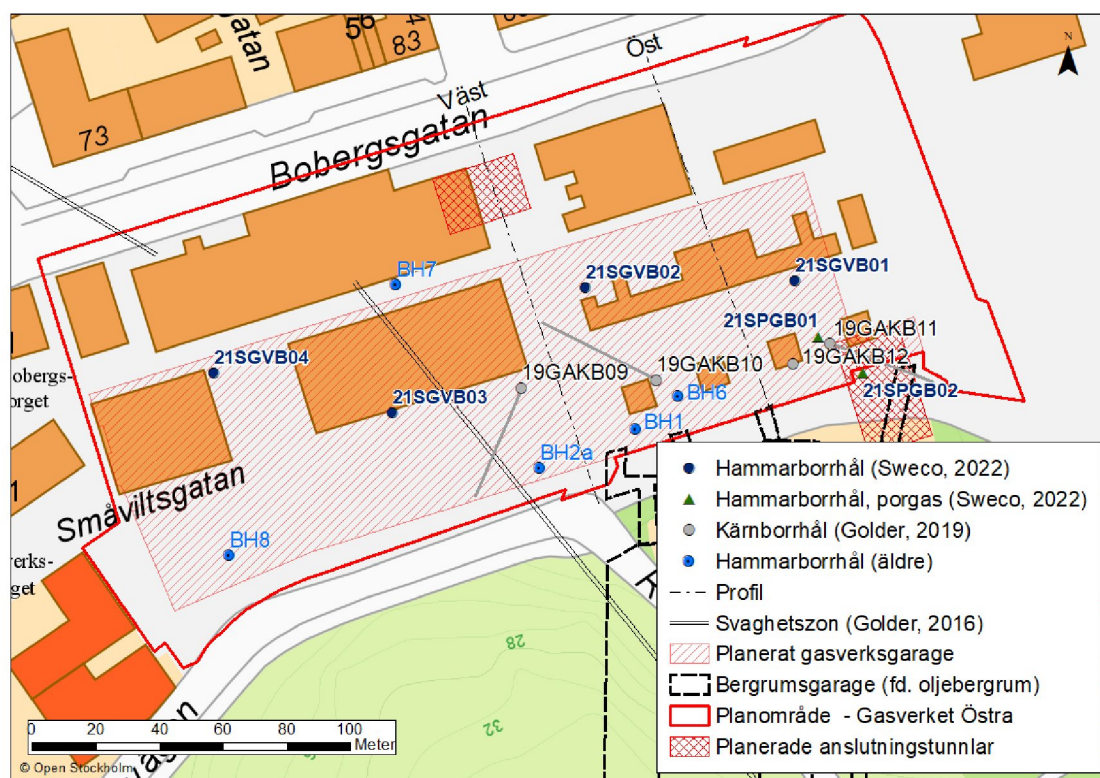
En betydande parameter för bedömning av föroreningsspridning är grundvattenytans läge då avståndet mellan föroreningarna i grundvattnet och ovanliggande byggnader har stor betydelse för transport av ångor genom den omättade zonen, dvs marken mellan grundvattenytan och byggnaden.

Stora delar av området planeras att schaktas för det planerade 2-våningsgaraget under mark (Gasverksgaraget). Jordtäcket är relativt tunt varför bergschakt kommer att behöva utföras. Utbredning av garaget redovisas i Figur 6-1. Efter genomförd byggnation av garage överbyggs garaget med flervåningsbyggnader för bl a centrum-, kontors- och bostadsändamål. I markplan planeras dock endast utrymmen för centrum- och kontorsändamål. Ungefärliga nivåer på garaget är följande:

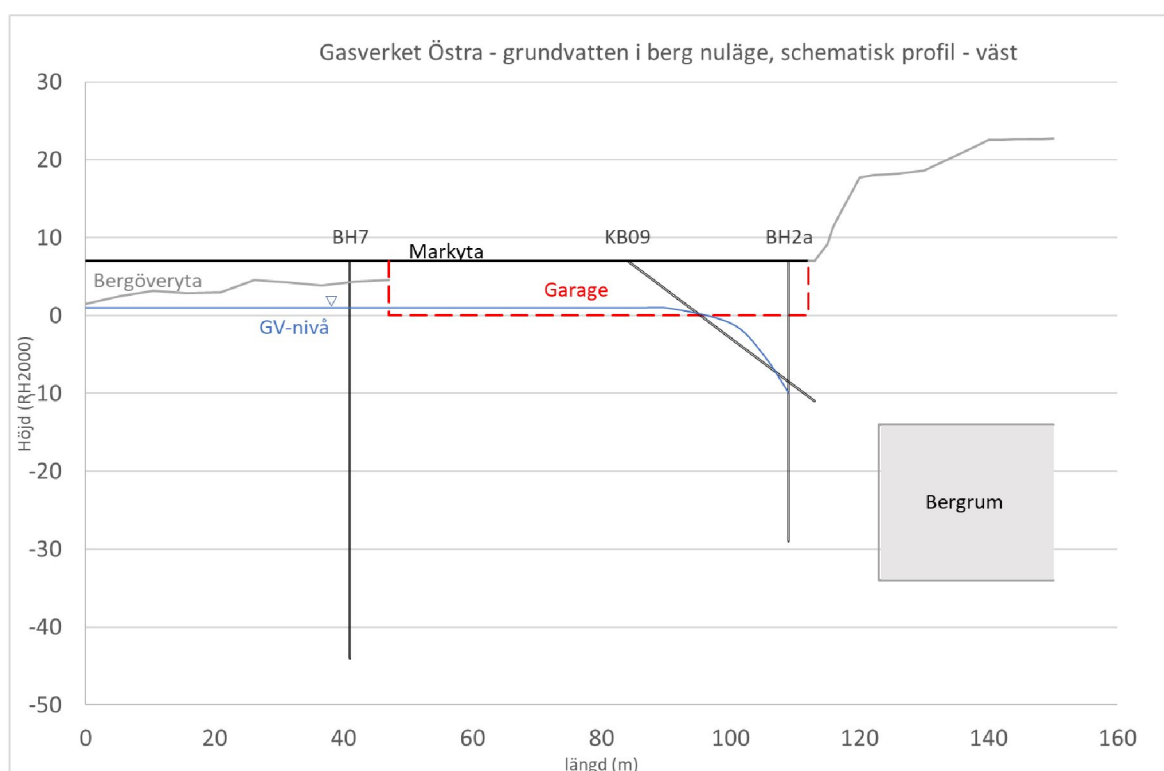
- Entréplan ligger på ca + 6,5 m, motsvarande dagens marknivå
- Lägsta garagenivå ca – 1,5 m, ca 8,5 m under marknivå

Nivåerna kan jämföras med uppmätta grundvattennivåer i området som generellt ligger mellan ca -1 och ca +5 förutom BH2a som ligger på ca nivån -10. I förhållande till dagens grundvattennivåer kan således delar av garagebyggnadens botten komma ligga lägre än grundvattennivån. I Figur 6-2 och Figur 6-3 redovisas schematiska profiler av garagebyggnaden i förhållande till markyta, bergöveryta och grundvattennivåer.

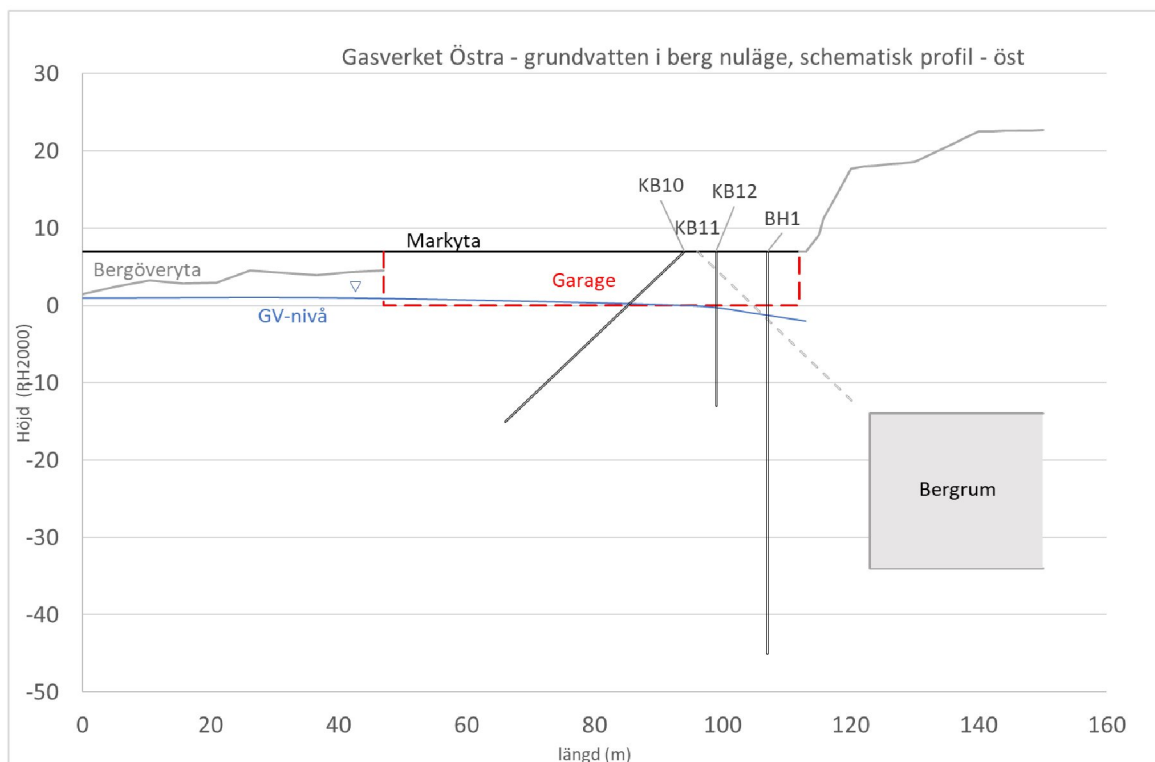
Vidare kommer en anslutningstunnel att byggas mellan det planerade Hjorthagsgaraget (fd oljelager) och Gasverksgaraget. Exakta uppgifter om planerat djup på anslutningstunneln har dock inte varit framtagna vid tiden för föreliggande riskbedömning.



Figur 6-1 Planområde och utbredning det planerade Gasverksgaraget. I kartan finns lägen för tvärsnittprofiler inlagda, profil väst och öst. Dessa redovisas i Figur 6-2 och Figur 6-3.



Figur 6-2 Schematisk profil (väst) över planområdet. Grundvattennivåns läge baseras på dagens uppmätta nivåer i bergborrhål.



Figur 6-3 Schematisk profil (öst) över planområdet. Grundvattennivåns läge baseras på dagens uppmätta nivåer i bergborrhål.

För ett oljelager utsprängt i berget, där det sker ett inläckage av grundvatten, sänks grundvattentrycket i berget runt bergrummet. Avsänkningen medför en ökad infiltration till berggrunden och en sänkning av grundvattennivån. Trycksänkningens storlek i berg är direkt knuten till bergrummets geometri. I direkt anslutning till bergrummet antas att det ursprungliga grundvattentrycket i berg sänks av till trycknivån inne i bergrummet. Trycksänkningen i berget kring bergrummen kommer att minska med ökande avstånd från bergrummet.

Generellt gäller att där djupet till bergrummet är stort så blir trycksänkningen lokalt stor medan trycksänkningen där djupet är mindre, exempelvis där transportorter ansluter till markytan, blir mindre. Horisontellt från ett bergrum minskar trycksänkningen i berg med avståndet.

Inför ansökan om tillstånd för bortledning av grundvatten från befintligt bergrum och blivande bergrumsgarage i Hjorthagsberget utfördes omfattande utredningar. Bland annat togs ett påverkansområde fram som beskriver det område inom vilket grundvattennivån kommer att påverkas till följd av länshållningen i bergrumsgaraget, Figur 6-4 (Golder, 2018). I figuren redovisas även påverkansområde som tog fram i samband med samrådet av Gasverksgaraget (Sweco, 2021).

Då bergrummet kommer att sänkas av till botten i samband med omvandling till bergrumsgarage medför det att omgivande grundvattennivåer i berget kommer att påverkas ytterligare än idag. Det innebär att avståndet mellan tvåvåningsgaragets bottennivå och grundvattenytan kommer att bli större än idag. Vidare kommer den anslutningstunneln som planeras mellan bergrumsgaraget och gasverksgaraget även att påverka grundvattensituationen. En prognos av exakta framtida grundvattennivåer är

Till följd av planerade vattenverksamheter kommer grundvattennivån att påverkas generellt inom området. Det bedöms dock att avståndet till grundvattenytan från tvåvåningsgaragetets botten kommer att variera beroende på närhet till bergrumsgaraget, anslutningstunnel och sprickzoner. Det går således inte utesluta att vissa delar av tvåvåningsgaragetets bottenkonstruktion kan komma att ligga i nivå och kontakt med grundvattenytan.

6.3 Riktvärden ånginträngning

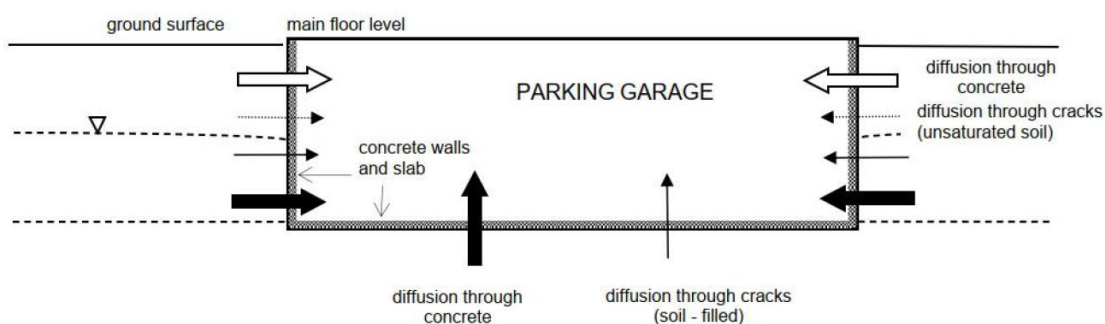
Generellt finns två beräkningsfall vid framtida exploatering med garage under mark:

1. Hög grundvattennivå - Grundvattenytan är i kontakt med garagets bottenkonstruktion. Transport av ångor från föroreningar sker direkt från grundvattnet in genom bottenkonstruktionen in i byggnaden. Ingen markluft kan tränga in underifrån då marken är mättad direkt under betongplattan. För detta fall är bergets egenskaper av underordnad betydelse då föroreningstransport endast sker genom bottenkonstruktionen.
2. Låg grundvattennivå - Grundvattennivån understiger garagets bottenkonstruktion. Dvs transport av ångor från föroreningar från grundvattnet sker genom det omättade berget innan inträngning sker i byggnad.

I föreliggande riskbedömning görs, som tidigare nämnt, ett konservativt antagande att grundvattenytan är i kontakt med bottenplattan av tvåvåningsgaraget.

För beräkning av ångtransport in i en byggnad då byggnadens grundläggning står i kontakt med en förorenad grundvattenyta har modellen Shallow Groundwater Vapour Intrusion Model (SGVIM) tagits fram. För exploateringsprojekt inom Norra Djurgårdsstaden har grundvattenriktvärden för byggnad med källare i kontakt med grundvatten tagits fram. Syftet är att riktvärdena ska representera ett konservativt scenario som ska kunna användas inom hela Norra Djurgårdsstaden. Nedan ges en kort sammanfattning av modellen, för en utförligare beskrivning hänvisas till rapporten - Norra Djurgårdstaden. Grundvattenriktvärden för byggnad med källare i kontakt med grundvatten. Stockholm stad, 2022-01-14 (WSP, 2022). Rapporten är framtagen av WSP Environmental Sverige på uppdrag av Exploateringskontoret, Stockholm stad.

Modellen beräknar transport av förorening genom grundläggningen. Transport sker genom diffusion och momentan omblandning av ånga i hela källarutrymmet. Transportberäkningarna är uppdelade i grundplattan som står i kontakt med grundvattnet, byggnadens källarväggar där en del är belägen under grundvattenytan och en del i ovan grundvattenytan i omättad zon. Ingen transport antas ske genom omgivande jord utan transport sker i ång- eller vattenfas.



Figur 6-5 Konceptuell beskrivning av SGVIM-modellen (WSP, 2022)

Beräkningarna förutsätter att föroreningstransport sker genom diffusion från grundvattnet genom betongplattan och in i byggnaden. Utöver ämnesspecifika parametrar har antaganden gjorts med avseende på byggnadstekniska parametrar. Dessa parametrar har satts till ett värde motsvarande vattentät betong vilket är en förutsättning för Gasverksgaraget inom aktuellt område. Grundvattenriktvärden beräknas utifrån exponering av permanentboende på markplan. Riktvärden har tagits fram för de ämnen som listats nedan.

- BTEX – bensen, toluen, etylbensen och xylener
- Alifater – alifater >C5-C8, alifater >C8-C10, alifater >C10-C12 och alifater >C12-C16
- Aromater – aromater >C8-C10 och aromater >C10-C16
- PAH L – naftalen, acenaftylen, acenaften
- PAH M – fluoren, fenantren, antracen, flouranten och pyren

6.4 Exponeringsanalys

Medelvärden har beräknats baserat på analyserade halter i grundvatten inom respektive delområde Figur 4-2. I Tabell 6-1 jämförs dessa med riktvärden framtagna med SGVIM-modellen. För respektive ämne har en riskkvot beräknats, dvs hur många gånger den uppmätta halten avviker från ämnets riktvärde.

Föroreningssituationen mellan delområdena karaktäriseras av stora variationer både med avseende på halter och sammansättning. Att prognostisera sammansättning och halt i grundvattnet i anslutning till framtida underjordsgarage är osäkert. Detta eftersom en omblandning av grundvatten från delområdena kommer ske i underliggande dränering. Vidare medför bergschakt och länshållning av schakt under byggtiden att nya flödesvägar öppnas med ökad omsättning och omblandning av grundvattnet som följd. Vid jämförelse mot riktvärden betraktas således både föroreningsgrad i respektive delområden samt en beräknad föroreningsgrad för hela området.

Halterna inom delområde A understiger riktvärdena medan område B överstiger riktvärden fyra gånger för alifater >C10-C12, två gånger för alifater >C12-C16 och något över för alifater >C8-C10, bensen och naftalen. Betraktas området i sin helhet överstigs riktvärdet något för alifater >C10-C12.

Baserat på riskkvoterna går det att beräkna vilken procentuell reduktion som skulle krävas för att uppnå riktvärdet. Som mest krävs en riskreduktion på ca 75 % av halten alifater >C10-C12 för att uppnå halter som är lägre än riktvärdena förutsatt att endast delområdet B betraktas separat.

Tabell 6-1 Sammanställning av beräknade medelhalter för definierade delområden och jämförelse med grundvattenriktvärden för byggnad med källare i kontakt med grundvatten (WSP, 2022).

Ämne	SGVIM*	Delområde			Riskkvot		
		A	B	A+B	A	B	A+B
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ggr	ggr	ggr
alifater >C5-C8	460	11	314	67	<1	<1	<1
alifater >C8-C10	33	10	44	19	<1	1,3	<1
alifater >C10-C12	23	10	91	30	<1	4,0	1,3
alifater >C12-C16	30	10	63	23	<1	2,1	<1
alifater >C16-C35		36	36	37			
aromater >C8-C10	2100	5,0	484	116	<1	<1	<1
aromater >C10-C16	33000	6,1	1937	452	<1	<1	<1
aromater >C16-C35		2,6	3	3			
bensen	120	0,3	158	37	<1	1,3	<1
toluen	10000	0,5	65	15	<1	<1	<1
etylbenzen	28000	0,5	20	5	<1	<1	<1
xylener, summa	4900	0,6	227	53	<1	<1	<1
naftalen	3000	45	3551	850	<1	1,2	<1
acenaftylen	3000	0,2	71	17	<1	<1	<1
acenaften	3000	0,5	58	14	<1	<1	<1
fluoren	830	0,3	34	8,1	<1	<1	<1
fenantren	1800	0,2	5,1	1,3	<1	<1	<1
antracen	1900	0,1	1,0	0,3	<1	<1	<1
fluoranten	50	0,1	0,7	0,2	<1	<1	<1
pyren	2500	0,1	0,3	0,1	<1	<1	<1

* Grundvattenriktvärden för byggnad med källare i kontakt med grundvatten (WSP, 2022).

7 Åtgärder och riskreduktion

Utförda undersökningar och föreliggande riskbedömning visar att ett behov av riskreduktion finns med avseende på dagens föroreningssituation och den planerade markanvändningen. Utveckling av området enligt planförslag kommer dock i samband med byggskedet att innebära att berg och berggrundvatten som är förorenat kommer tas bort och därmed medföra en riskreduktion.

7.1 Schakt av förorenat berg samt länshållning

Då det planerade schaktet omfattar området för det före detta spaltgasverket medför det att en stor del av den mest förorenade berg och berggrundvattnet kommer att avlägsnas. Ungefärlig schaktbotten för garaget uppges till ca -1,5. Schaktbottennivån kan jämföras med uppmätta grundvattennivåer i området som generellt ligger mellan ca -1 till +5. I förhållande till dagens grundvattennivå kommer således garagebyggnadens botten att ligga lägre än grundvattennivån vilket medför att länshållning kommer att behöva utföras.

Vidare kommer en anslutningstunnel att byggas mellan det planerade Hjorthagsgaraget (fd oljelager) och Gasverksgaraget. Till skillnad från länshållningen av schakt för Gasverksgaraget som kommer att pågå under byggskedet, ca 2 år, kommer länshållningen av anslutningstunneln liksom Hjorthagsgaraget att vara permanent (Sweco, 2021).

Genom länshållningen och avsänkning påverkas den hydrogeologiska situationen i området och därmed omsättningen av grundvattnet. Genom en ökad omsättning och bortpumpning av grundvatten kommer föroreningshalterna att minska och därmed medföra en betydande riskreduktion.

7.2 Planerad markanvändning och tekniska krav

Trots riskreduktion genom bortschaktning av förorenat berg samt omsättning och dränering av förorenat grundvatten vid länshållning förutsätts att konstruktionen av Gasverksgaraget motsvarar de kriterier för mäktighet av konstruktion samt täthet som tillämpas vid beräkning av riktvärdena. I beräkningarna antas en vattentät betongkonstruktion där väggarnas mäktighet uppgår till 0,3 meter och bottenplattan uppgår till 0,35 m. Vid beräkningarna antas att inga genomföringar finns i konstruktionen.

7.3 Kompletterande åtgärder

När schakt av berget har genomförts kan det dock inte uteslutas att förorening finns kvar i grundvatten i sprickor i schaktets botten och väggar. Ytterligare undersökningar kommer därför att behövas under byggskedet för att fastställa kompletterande åtgärdsbehov. Att i förväg avgöra omfattningen på kvarvarande föroreningar är mycket osäkert då bergets sprickstruktur är komplex. Bedömningen av effekten av länshållning och bergschakt görs genom löpande analys av länshållningsvatten och jämförelser med riktvärden. Om åtgärder som beskrivs ovan, i avsnitt 7.1 och 7.2, ej uppnår erforderlig riskreduktion kan kompletterande åtgärder genomföras.

Genom bedömning av trender på haltutveckling länshållningsvatten kan ytterligare tid för länshållning övervägas. Alternativt kan barriärlösningar där skyddspumpning som tillfällig åtgärd av förorenat grundvatten utförs för att förhindra spridnings- och exponeringsrisk.

8 Referenser

- Golder (2011). Riskbedömning av förorenad mark – Hjorthagen Norra 2, Östra och produktionsområdet
- Golder (2016). Strukturgeologi Hjorthagen. Norra Djurgårdsstaden. Rapport 2016-11-18, Golder Associates
- Golder (2018). PM Hydrogeologi. Tillståndsansökan vattenverksamhet Hjorthagsgaraget, Stockholm parkering. Rapport 2018-02-12, Golder Associates
- Golder (2019a). Geologisk utredning av kolväte i berg. Kärnbörning med vattenförlustmätning och kärnkartering. Rapport 2019-04-23. Golder Associates
- Golder (2019b). Literature studies aiming to reduce uncertainties in the assessment of vapour intrusion at Kolkajen-Ropsten site, 2019-10-23, Golder Associates
- Kemakta (2020). Riskbedömning av föroreningar i berg. Norra Djurgårdsstaden – Gasverket Östra. 2020-12-15. Kemakta Rapport 2020-32
- Riskbedömning av föroreningar i berg
- Naturvårdsverket (2009): Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning, Rapport 5976, september 2009, Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2016): Uppdaterat beräkningsverktyg och nya riktvärden för förorenad mark, revidering av Riktvärden för förorenad mark - Rapport 5976, Naturvårdsverket
- Nilson R. H., Peterson E. W. and Lie K. H. (1991): Atmospheric pumping, a mechanism causing vertical transport of contaminated gases through fractured permeable media, Journal of geophysical research, volume 96, number B13, pages 21933-21948
- SPBI (2012). SPI Rekommendation. Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar. uppdaterad 2012-01-29. Svenska petroleum och biodrivmedelinstitutet
- Stensudd T. (1990). Värtagasverket 1893-1972. Gasverket. 1990-11-30. Stockholms Energi AB
- Stockholms stad (2019a). Förslag, plankarta, Detaljplan för del av fastigheterna Hjorthagen 1:3 och 1:5, gasverket Östra, del av Norra Djurgårdstaden i stadsdelen Hjorthagen i Stockholm. S-Dp 2014-12741-54, Planavdelningen, Stockholms stadsbyggnadskontor, Stockholmsstad, 2019-06-04
- Stockholms stad (2019b). Förslag, Planbeskrivning, Detaljplan för del av fastigheterna Hjorthagen 1:3 och 1:5, gasverket Östra, del av Norra Djurgårdstaden i stadsdelen Hjorthagen i Stockholm. S-Dp 2014-12741-54, Planavdelningen, Stockholms stadsbyggnadskontor, Stockholmsstad, 2019-06-04
- Stockholm stad (2019). Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm, 2019-08-29, Stockholm stad
- Structor (2011). Markundersökningar och provtagningsplan. Gasverket, Hjorthagen, Norra Djurgårdstaden, 2011-08-26, Structor
- Structor (2019). Slutrapport av kontrollprogram för avveckling av naftalager, Hjorthagen, Stockholm. 2019-08-22. Structor

SOU (2001). Kunskapsläget på kärnavfallsområdet, del III. Grundvatten i hårt berg - en analys av kunskapsläget. Kärnavfallsrådet, SOU 2001:35. Statens offentliga utredningar

Sweco (2021). Samrådsunderlag Gasverksgaraget. Gasverket projektering AB. Underökningssamråd inför ansökan om grundvattenbortledning med mera för undermarksgarage inom Östra Gasverket inom fastigheten Hjorthagen 1:3 Stockholms kommun. Reviderade samrådshandling efter samråd med länsstyrelsen, Version2, 2021-08-19. Miljö Infrastruktur. Sweco Sverige AB

Sweco (2022). PM Resultatsammanställning berggrundvattenprovtagningar Gasverket östra, Sweco

University of Calgary (2017). Energyeducation. Town gas.
https://energyeducation.ca/encyclopedia/Town_gas. University of Calgary

WSP (2022). Grundvattenriktvärden för byggnad i kontakt med grundvatten. Norra Djurgårdsstaden. Stockholm stad. (Rapporten är framtagen på uppdrag av Exploateringskontoret, Stockholm stad.). 2022-01-14. WSP Environmental Sverige

Bilaga B1. Bedömning av föroreningsspridning från Gasverket Östra till Husarviken och Lilla Värtan

BILAGA B1

Bedömning av föroreningsspridning från Gasverket Östra till Husarviken och Lilla Värtan

Bakgrund

I samband med fördjupad riskbedömning samt framtagande av platsspecifika riktvärden för jord inom Gasverket Östra har en fördjupad analys utförts med avseende på föroreningsspridning till och potentiell påverkan på omgivande recipienter, Husarviken och Lilla Värtan. Analysen har baserats på masstransportberäkningar och bedömningar av halttillskott i förhållande till relevanta riktvärden. Beräkningar har baserats på uppmätta föroreningshalter i grundvatten inom det aktuella detaljplaneområdet.

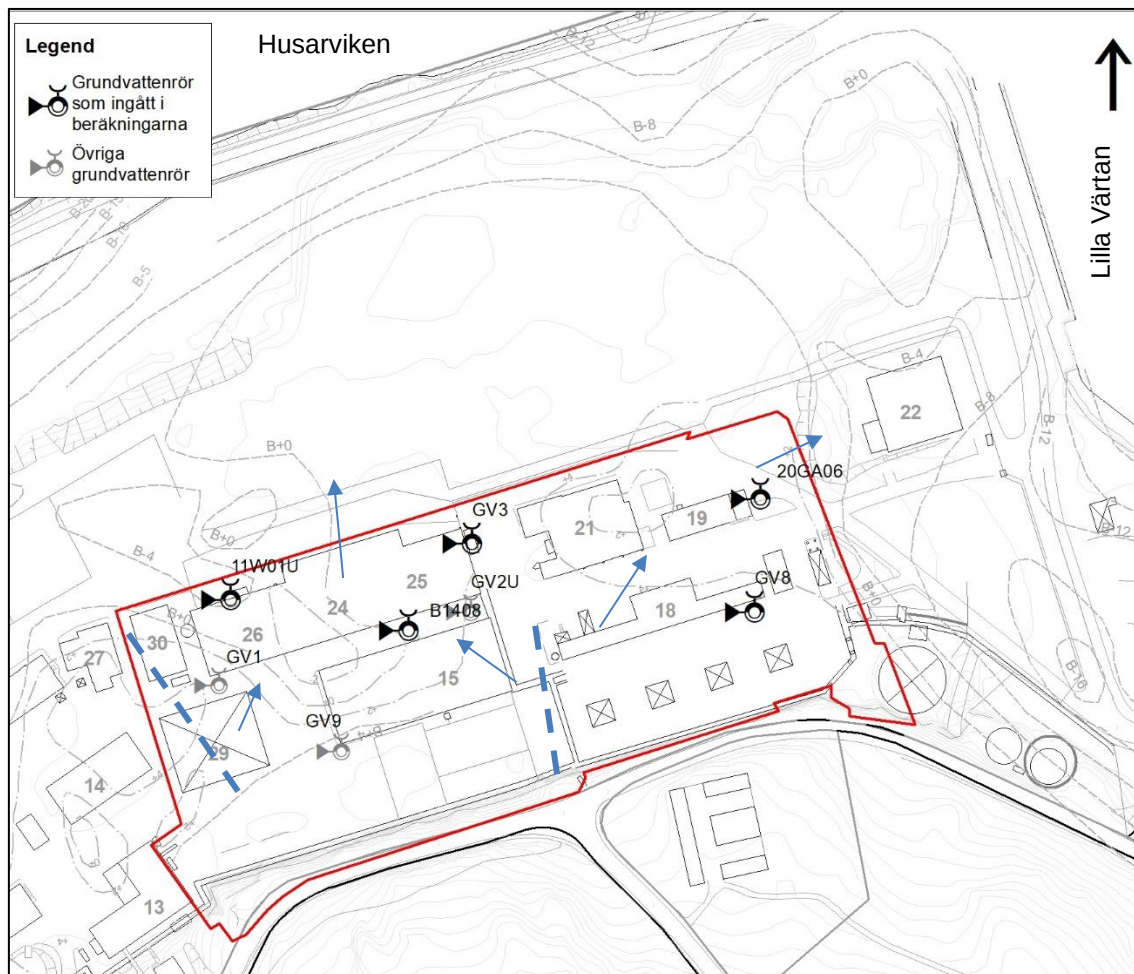
Förutsättningar

En grundvattendelare löper genom detaljplaneområdets centrala del, under Terminalgatan (se Figur 1). Ytterligare en grundvattendelare finns strax väster om detaljplaneområdets västra gräns. Grundvattnet i området öster om Terminalgatan bedöms strömma i nordöstlig riktning, mot Lilla Värtan. Grundvattnet inom området väster om grundvattendelaren bedöms strömma i nordlig riktning, mot Husarviken¹.

Omfattande schakt- och sprängningsarbeten har utförts i området mellan Gasverksområdet och Husarviken varför grundvattnets flödesriktning i området norr om Gasverksområdet är osäker. Vid utförda beräkningar har allt grundvatten från detaljplaneområdets västra del antagits flöda via Husarviken till Lilla Värtan, vilket överensstämmer med modelleringar som utförts avseende grundvattnets trycknivå inom området².

¹ Golder Associates, 2017. Norra Djurgårdsstaden – Gasverksområdet, Hydrogeologisk översikt 2017. 2017-11-29.

² Golder Associates, 2019. Kolkajen Ropsten, simulering av föroreningstransport med grundvatten. Maj 2019.



Figur 1. Översiktsbild över området. Ungefärliga lägen för grundvattendelare markerade med blå streckning. Antagen strömningsriktning markerad med pilar. Grundvattenrör som ingått i dataunderlaget markeras med svart, övriga grundvattenrör markeras med grått. Detaljplanegränsen markerad med rött.

Nuvarande markanvändning

Delar av markytan inom detaljplaneområdet är i dagsläget grusad medan andra delar är täckta av byggnad eller hårdgjord yta. Vid utförda beräkningar har all nettonederbörd antagits kunna infiltrera genom marken och bilda grundvatten. Detta bedöms vara ett försiktigt antagande då delar av nederbörden leds till befintliga dagvattensystem.

Framtida markanvändning

Efter planerad exploatering kommer stora delar av ytan inom området vara hårdgjord eller täckt av byggnader. De omfattande schakt- och anläggningsarbetena kommer medföra att föroreningar avlägsnas från både djupa och ytliga jordlager. Detta bedöms också innebära att föroreningshalterna i grundvatten på sikt avtar. Nederbörd kommer i hög utsträckning ledas bort från hårdgjorda ytor till dagvattenledningar, varför grundvattenbildningen kommer att minska avsevärt.

Recipienter

Recipienter utgörs av Husarviken och Lilla Värtan lokaliserade cirka 150 m norr respektive öst om detaljplaneområdet. Husarviken mynnar i Lilla Värtan som styr den huvudsakliga omsättningen i viken³. En mer utförlig beskrivning av recipienterna finns i huvudrapporten till denna bilaga, *Norra Djurgårdsstaden, Gasverket östra - Fördjupad riskbedömning och mätbara åtgärds mål*.

Metod

Masstransportberäkningar har utförts för de ämnen som påvisats i förhöjda halter i jord inom området, och för vilka platsspecifika riktvärden framtas som ett led i den fördjupade riskbedömning som utförs för området. Masstransport har för västra delen av detaljplaneområdet beräknats baserat på medelvärden och högsta uppmätta halter i grundvattnet. För östra delen har beräkningar endast utförts baserat på högsta uppmätta halter då dataunderlaget är för litet för att ta fram ett representativt medelvärde. Vid beräkningar för Lilla Värtan har tillskott från hela detaljplaneområdet beaktats. Detta då de föroreningar som tillförs Husarviken i slutändan når Lilla Värtan. Vid beräkningar av föroreningsbelastning före exploatering har nederbörd antagits kunna infiltrera över hela markytan inom detaljplaneområdet. Vid beräkningar av föroreningsbelastning efter exploatering antas att allt regnvatten som faller på ytan för den planerade byggnaden med underliggande garage i områdets södra del leds direkt till dagvattennätet. Denna del av markytan har således inte tillgodoräknats vid beräkning av grundvattenbildning vid framtida markanvändning.

Beräkningarna är förenklade, bland annat beaktas inte den nedbrytning och fastläggning som kan förväntas ske vid strömning genom markens porer.

För att erhålla en indikation på föroreningsspridningens potentiella påverkan på berörda recipienter har bidraget till relevanta riktvärden undersökts. Relevanta riktvärden bedöms i det aktuella fallet utgöras av gränsvärden för kemisk ytvattenstatus (årsmedelvärden) framtagna för bedömning av miljö kvalitetsnormerna för kustvatten (MKN).

³ Gatu- och fastighetskontoret. Husarviksområdet, Delen Hjorthagen norra och västra. WSP, 2004-09-10.

För ämnena fluoranten och benso(a)pyren styrs gränsvärdena av skydd med avseende på konsumtion av vatten och fisk. Detta bedöms i enlighet med Naturvårdsverkets angreppssätt⁴ inte relevant för bedömning av risker för ytvattnet. För PAH-M baserar Naturvårdsverket istället haltkriteriet för ytvattenskydd, $C_{crit-sw}$, på miljö kvalitetsnormen för antracen (0,1 µg/l). $C_{crit-sw}$ motsvarar halva miljö kvalitetsnormen och har här använts som riktvärde för att bedöma påverkan av PAH-M.

Även för PAH-H har Naturvårdsverkets $C_{crit-sw}$ (0,005 µg/l) använts som riktvärde. Värdet baseras på toxicitetsdata för akvatiska organismer. Undantag utgörs av benso(g,h,i)perylene, benso(b)fluoranten och benso(k)fluoranten där gränsvärde för MKN baseras på effekter för vattenlevande organismer. För dessa ämnen används gränsvärdet för MKN, maximal tillåten koncentration i avsaknad av gränsvärde för årsmedelvärde. Vatten från Husarviken och Lilla Värtan brukas inte som dricksvatten och fisken i området har inte påvisats vara påverkad av PAH-föreningar. Tillämpade riktvärden bedöms således inte underskatta risker kopplade till ytvatten.

För ämnen som saknar gränsvärde för MKN har $C_{crit-sw}$ bedömts utgöra relevanta riktvärden för bedömning av påverkan på recipienten.

Bidraget till riktvärdena har uppskattats genom att dividera respektive riktvärde med halttillskottet från det aktuella detaljplaneområdet efter justering med avseende på spädningseffekter enligt:

$$Bidrag(\text{ämne } x) = \frac{RH(\text{ämne } x) \times SF}{Riktvärde(\text{ämne } x)}$$

Där RH står för representativ halt och SF står för spädningsfaktor. För Lilla Värtan utgörs bidraget av belastningen från både det västra och det östra området då allt vatten som tillförs Husarviken i slutändan når Lilla Värtan. För Lilla Värtan beräknas bidraget enligt:

$$Bidrag(\text{ämne } x) = \frac{RH \text{ väst}(\text{ämne } x) \times SF(L. \text{ Värtan}) + RH \text{ öst}(\text{ämne } x) \times SF(L. \text{ Värtan})}{Riktvärde(\text{ämne } x)}$$

Representativa halter redovisas under avsnittet med samma namn. Beräkningar har utförts både utifrån de förutsättningar som råder vid nuvarande markanvändning samt utifrån ett

⁴ Datablad för polycykliska aromatiska kolväten (PAH), Kemakta Konsult AB och Institutet för Miljömedicin, Karolinska institutet. Utgiven på uppdrag av Naturvårdsverket 2011, reviderad maj 2017.

framtida scenario där en större andel av nederbörden avleds till dagvattennätet. Beräkningarna baseras på flera konservativa antaganden, bland annat att grundvattenbildningen vid dagens markanvändning utgörs av hela nettonederbörden inom detaljplaneområdet, att föroreningshalterna i grundvatten före och efter exploatering är oförändrade samt att representativa föroreningshalter inom östra delen av detaljplaneområdet utgörs av högsta uppmätta halter.

De spädningsfaktorer som antagits för respektive recipient redovisas i Tabell 3 i efterföljande avsnitt. För Lilla Värtan har spädningsfaktorn antagits utifrån resultat från omfattande modelleringar med en hydrodynamisk modell som utförts för Kolkajen och Lilla Värtan⁵. Spädningen har justerats med avseende på det grundvattenflöde som antas ske från Gasverket Östra. Spädningen ökar med avståndet från kajerna. För de aktuella beräkningarna har spädningen i området direkt utanför kajerna använts, vilket bedöms ge en konservativ bedömning av föroreningspåverkan på recipienten.

För Husarviken har spädningsfaktorn beräknats som flödet från det förorenade området dividerat med flödet i recipienten ($Q_{gw.out}/Q_{sw}$). Flödet i Husarviken har vid beräkningarna ansatts till 0,25 m³/s. Siffran har hämtats från den utredning som utfördes av WSP 2004 avseende omgivningspåverkan på Husarviken från mark- och grundvattenföroreningar inom Hjorthagen⁶.

Dataunderlag

För beräkningarna har dataunderlag inhämtats från totalt fem grundvattenrör, tre lokaliserade inom områdets västra del och två inom områdets östra del (se Tabell 1 samt Figur 1). De aktuella grundvattenrören har valts ut för att representera halter i grundvatten som lämnar området. Dataunderlaget från områdets västra del är betydligt större än det från områdets östra del. Detta beror främst på att två av rören i områdets västra del under flera år ingått i kontrollprogrammet för Norra Djurgårdsstaden, men även på att grundvattenrören inom områdets östra del är nyare och ofta varit torra. Data har inhämtats från perioden 2018-2021. Den aktuella tidsperioden bedöms mest representativ med avseende på föroreningssituationen som råder i jord och grundvatten inom området i dagsläget.

⁵ Environmental impact assesment Kolkajen-Ropsten, simulation of groundwater and dispersion in Lilla Värtan bay, Sweco 2020-12-22.

⁶ Gatu- och fastighetskontoret. Husarviksområdet, Delen Hjorthagen norra och västra. WSP, 2004-09-10.

Tabell 1. Grundvattenrör som ingår i dataunderlaget samt antal mättillfällen (2018-2021).

	Grundvattenrör	Antal mättillfällen
Väst	B1408	9
	11W01U	9
	GV3	3
Öst	GV8	3
	20GA06	3

Representativa halter

Lämpliga representativa halter för spridningen från området bedöms vara medelhalter i det grundvatten som lämnar området. Som representativ halt och skattning av medelhalten används för västra delen av Gasverket Östra aritmetiska medelvärden och för östra delen av Gasverket Östra högsta uppmätta halter. Valet av representativ halt för östra delen av detaljplaneområdet motiveras med dataunderlagets ringa storlek. De uppmätta halterna inom den aktuella delen av området varierar påtagande vid de olika provtagningstillfällena (totalt 3 st). Näst högsta och högsta halt av styrande ämnen i de olika grundvattenrören varierar med en faktor 70 (PAH-H, GV8) respektive 100 (PAH-L, 20GA06GV). Högst halter har i båda rören uppmätts strax efter rörets installation. Valet av representativ halt bedöms bidra till en konservativ skattning av spridning från området.

För västra delen av detaljplaneområdet har beräkningar även utförts baserat på högsta uppmätta halter och för östra delen även för lägsta uppmätta halter. Halter som underskridit laboratoriets rapporteringsgräns har vid beräkningarna ansatts till halva rapporteringsgränsen. Representativa halter för undersökta ämnen presenteras i Tabell 2 nedan. I tabellen redovisas även högsta uppmätta halter inom västra delen av detaljplaneområdet samt lägsta uppmätta halter inom östra delen av området. De medelvärden som redovisas i tabellen har beräknats som ett medelvärde av beräknade medelvärden för respektive grundvattenrör. För östra delen av området bedöms dataunderlaget vara för litet för att beräkna representativa medelhalter.

För vissa ämnen, huvudsakligen aromater >C16-C35, påverkas resultatet i betydande omfattning av storleken på rapporteringsgränsen. Detta har beaktats vid utvärdering av resultaten.

Tabell 2. Uppmätta medel- och maxhalter inom västra och östra delen av detaljplaneområdet (2018-2021). För östra delen redovisas även minhalter för att visa på variationen i dataunderlaget. Samtliga halter i µg/l.

	Väst		Öst	
	Medel	Max	Min	Max
Antal (N)	22	22	6	6
As	2,4	6,7	1,1	4,1
Pb	0,2	1,4	0,03	4,0
Ba	18	46	7,1	66
Cd	0,02	0,08	0,002	0,3
Co	0,1	0,4	0,06	2,0
Cu	2,0	4,5	0,1	13
Cr	0,3	1,0	0,04	19
Hg	0,03	0,05	0,010	0,05
Ni	0,7	3,3	0,5	23
V	3,3	21	0,2	34
Zn	2,8	16	1,0	17
Alifater >C5-C8	8,0	10	3,3	10
Alifater >C8-C10	8,0	10	3,3	10
Alifater >C10-C12	8,0	10	5,0	100
Alifater >C12-C16	8,0	10	10	100
Alifater >C16-C35	20	25	25	323
Aromater >C8-C10	13	25	0,07	84
Aromater >C10-C16	3,3	5,0	4,5	410
Aromater >C16-C35	5,4	25	2,5	25
Bensen	0,2	0,3	0,1	0,6
Toluen	0,3	0,5	0,1	4,8
Etylbensen	0,3	0,5	0,1	2,6
M/P/O-Xylen	0,3	0,5	0,1	35
Naftalen	0,03	0,2	0,010	800
Acenaftilen	0,06	0,3	0,02	13
Acenaften	0,06	0,7	0,005	16
Antracen	0,08	0,4	0,05	1,3
Fluoren	0,02	0,1	0,005	8,0
Fenantren	0,09	0,5	0,06	4,0
Fluoranten	0,4	2,7	0,06	7,3
Pyren	0,4	2,4	0,05	5,6
Bens(a)antracen	0,2	1,2	0,02	4,4
Krysen	0,2	1,1	0,02	3,7
Bens(bk)fluoranten	0,3	2,4	0,1	9,1
Bens(a)pyren	0,2	1,4	0,02	5,6
Dibenso(ah)antracen	0,05	0,3	0,01	1,4
Benso(ghi)perylene	0,2	1,0	0,02	4,5
Indeno(123cd)pyren	0,2	1,0	0,02	3,8
PAH, summa L	0,2	1,1	0,1	830
PAH, summa M	1,0	5,9	0,3	19
PAH, summa H	1,4	8,2	0,4	32
PFAS11	0,8	1,3	0,2	0,5
CN lättillgänglig (fri)	2,3	14	0,7	1,7
CN total	79	420	235	620

Indata till beräkningarna

Övriga indata till beräkningarna avser underlag till beräkning av grundvattenflödet från området samt utspädning av grundvatten i ytvatten. Tillämpade data redovisas i Tabell 3 nedan. Grundvattenflödet som lämnar området bedöms motsvara grundvattenbildningen inom området. Området söder om Gasverket Östra är beläget högre, men utgörs huvudsakligen av berg i dagen från vilket vatten avleds till dagvattensystem mellan Hjorthagen och Gasverket Östra. Området bedöms därför inte bidra till grundvattenflödet i jordlagren inom detaljplaneområdet.

Tabell 3. Indata till utförda beräkningar.

	Väst		Öst kvarter	Öst park	Källa
Recipient	Husarviken	Lilla Värtan	Lilla Värtan		
Grundvattenbildning (mm/år) vid dagens markanvändning	220		220	220	Golder, 2019 ⁷
Grundvattenbildning (mm/år) vid framtida markanvändning	40		40	220	Storstadsspecifika riktvärden för Stockholm ⁸
Yta (m2)	20 000		10 000	4 000	
Spädningsfaktor vid dagens markanvändning	1/ 1800	1/55 000	1/75 000		WSP, 2004 ⁹ (Husarviken)/ Sweco, 2020 ¹⁰ (Lilla Värtan)
Spädningsfaktor vid framtida markanvändning	1/29 000	1/830 000	1/220 000		WSP, 2004 (Husarviken)/ Sweco, 2020 (Lilla Värtan)

Resultat

Resultat från utförda masstransportberäkningar redovisas i Tabell 4 och Tabell 5 nedan. Tabell 4 redovisar beräknad masstransport utifrån dagens markanvändning där hela nettonederbörden antas infiltrera marken och bilda grundvatten. Tabell 5 redovisar resultat för masstransportberäkningar givet framtida markanvändning där stora delar av markytan inom detaljplaneområdet antas vara hårdgjord eller täckt av byggnader. Tabellen visar ett "worst case" där föroreningsnivåerna är desamma som vid dagens markanvändning. I tabellerna redovisas endast de ämnen som bedöms ha störst potentiell påverkan på närliggande recipienter. Resultaten redovisas i sin helhet i Tabell 8 till Tabell 11 i slutet av rapporten. Uppmätta metallhalter ligger generellt i nivå med bakgrundshalter för Stockholm¹¹ varför dessa ämnen inte bedöms styrande för bedömningen av spridning från området.

⁷ Kolkajen Ropsten, Simulering av föroreningstransport med grundvatten. Golder Associates maj 2019.

⁸ Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm. Stockholms stad 2019.

⁹ Gat- och fastighetskontoret. Husarviksområdet, Delen Hjorthagen norra och västra. WSP, 2004-09-10.

¹⁰ Environmental impact assesment Kolkajen-Ropsten, simulation of groundwater and dispersion in Lilla Värtan bay, Sweco 2020-12-22.

¹¹ Grundvatten i Stockholm 2011-2012, Miljöförvaltningen i Stockholm 2013-11-12.

Tabell 4. Beräknad masstransport till recipienter, Husarviken och Lilla Värtan, före exploatering.

Mängd Kg/år	Väst till Husarviken		Öst till Lilla Värtan		Total till Lilla Värtan	
	Medel	Max	Min	Max	Medel*	Max
N	22	22	6	6	28	28
Alifater >C16-C35	0,09	0,1	0,08	1,0	1,1	1,1
Aromater >C10-C16	0,01	0,02	0,01	1,3	1,3	1,3
Naftalen	<0,01	<0,01	<0,01	2,5	2,5	2,5
Bens(a)antracen	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02
Krysen	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02
Bens(bk)fluoranten	<0,01	0,01	<0,01	0,03	0,03	0,04
Bens(a)pyren	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02
Benso(ghi)perylen	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02
Indeno(123cd)pyren	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02
PAH, summa L	<0,01	<0,01	<0,01	2,6	2,6	2,6
PAH, summa M	<0,01	0,03	<0,01	0,06	0,06	0,08
PAH, summa H	<0,01	0,04	<0,01	0,1	0,1	0,1
CN lättillgänglig (fri)	0,01	0,06	<0,01	<0,01	0,02	0,07
CN total	0,4	1,9	0,7	1,9	2,3	3,8

Tabell 5. Beräknad masstransport till recipienter, Husarviken och Lilla Värtan, efter exploatering.

Mängd Kg/år	Väst till Husarviken		Öst till Lilla Värtan		Total till Lilla Värtan	
	Medel	Max	Min	Max	Medel*	Max
N	22	22	6	6	28	28
Alifater >C16-C35	<0,01	<0,01	0,03	0,3	0,3	0,3
Aromater >C10-C16	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	0,4	0,4
Naftalen	<0,01	<0,01	<0,01	0,8	0,8	0,8
Bens(a)antracen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Krysen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bens(bk)fluoranten	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Bens(a)pyren	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benso(ghi)perylen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(123cd)pyren	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PAH, summa L	<0,01	<0,01	<0,01	0,9	0,9	0,9
PAH, summa M	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02
PAH, summa H	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,03	0,04
PFAS11	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CN lättillgänglig (fri)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
CN total	0,02	0,1	0,2	0,6	0,7	0,7

* Baseras på medelhalter från västra delen av området och maxhalter från östra delen av området.

I Tabell 6 och Tabell 7 redovisas beräknat bidrag till tillämpade riktvärden vid dagens markanvändning samt efter exploatering. Beräkningar i Tabell 6 baseras på medelvärden av uppmätta halter i grundvatten inom västra delen av detaljplaneområdet och maximalt uppmätta halter inom östra delen av området. I Tabell 7 redovisas resultat från beräkningar utförda

baserat på maximalt uppmätta halter i grundvatten inom både den östra och västra delen av området.

Tabell 6. Beräknat bidrag till relevanta riktvärden (MKN (svarta siffror) alternativt $C_{crit-sw}$ (blå siffror)) för Husarviken och Lilla Värtan, före och efter exploatering. Beräkningar baseras på medelhalter i grundvatten inom västra delen av detaljplaneområdet och maximalt uppmätta halter inom östra delen av området.

Ämne	Bidrag till riktvärden i %			
	Medelhalter			
	Husarviken		Lilla Värtan	
	Före explo	Efter explo	Före explo	Efter explo
Alifater >C16-C35	0,04	<0,01	0,02	<0,01
Aromater >C10-C16	0,2	0,01	0,5	0,2
Naftalen	<0,01	<0,01	0,5	0,2
Bens(a)antracen	2,3	0,2	1,3	0,4
Krysen	1,8	0,1	1,1	0,3
Bens(bk)fluoranten	1,1	0,07	0,8	0,3
Bens(a)pyren	2,7	0,2	1,6	0,5
Benso(ghi)perylene	11	0,7	7,6	2,5
Indeno(123cd)pyren	2,0	0,13	1,1	0,4
PAH, summa L	<0,01	<0,01	0,6	0,2
PAH, summa M	1,1	0,07	0,6	0,2
PAH, summa H	16	1,0	9,1	2,9
CN lättillgänglig (fri)	0,3	0,02	0,01	<0,01
CN total	8,7	0,6	2,0	0,6

Tabell 7. Beräknat bidrag till relevanta riktvärden (MKN (svarta siffror) alternativt $C_{crit-sw}$ (blå siffror)) för Husarviken och Lilla Värtan, före och efter exploatering. Beräkningar baseras på maximalt uppmätta halter i grundvatten inom västra och östra delen av detaljplaneområdet.

Ämne	Bidrag till riktvärden i %			
	Maxhalter			
	Husarviken		Lilla Värtan	
	Före explo	Efter explo	Före explo	Efter explo
Alifater >C16-C35	0,05	<0,01	0,02	<0,01
Aromater >C10-C16	0,2	0,01	0,5	0,2
Naftalen	0,01	<0,01	0,5	0,2
Bens(a)antracen	13	0,8	1,6	0,4
Krysen	12	0,7	1,4	0,4
Bens(bk)fluoranten	7,7	0,5	1,0	0,3
Bens(a)pyren	1	1,0	2,0	0,5
Benso(ghi)perylene	66	4,2	9,5	2,6
Indeno(123cd)pyren	11	0,71	1,4	0,37
PAH, summa L	0,03	<0,01	0,6	0,2
PAH, summa M	6,5	0,4	0,7	0,2
PAH, summa H	90	5,7	12	3,1
CN lättillgänglig (fri)	1,5	0,10	0,06	<0,01
CN total	46	2,9	3,2	0,7

Tolkning av resultaten

Beräkningar som utförts utifrån uppmätta maxhalter inom den västra delen av detaljplaneområdet bedöms inte vara representativa för spridningen från området. Tolkningen av resultaten fokuserar därmed på beräkningar som utgått från beräknade medelvärden inom den aktuella delen av området.

Spridningen till recipienterna, Husarviken och Lilla Värtan, bedöms generellt vara liten både i dagsläget och vid planerad markanvändning. Bidraget till tillämpade riktvärden har beräknats till storleksordningen enstaka procent eller mindre, vilket tolkas som att belastningen från området på omgivande recipienter är litet. Benso(g,h,i)perylene och summaparametern PAH-H utgör undantag med bidrag på mellan cirka 10 och 15 % (Husarviken) samt 10 % (Lilla Värtan) givet dagens markanvändning. Som jämförelse utgår dock beräkning av riktvärden i riktvärdesmodellen från att bidraget från det förorenade området motsvarar haltkriterierna för skydd av ytvatten, d.v.s. ett bidrag med 100 %. Vidare bedöms mängden föroreningar som faktiskt når recipienten vara mindre än vad som antagits vid utförda beräkningar, vilka baseras på uppmätta halter i grundvatten inom området. Beräkningarna tar inte hänsyn till de naturliga processer som styr spridningen, exempelvis fastläggning och nedbrytning vid transport genom marken. Detta återspeglas i grundvattenprover uttagna i anslutning till recipienten, vilka uppvisar avsevärt lägre föroreningshalter än prover uttagna i områden längre uppströms¹².

Den transport av PAH16 som beräknats från Gasverket Östra till Lilla Värtan före exploatering, 2,6 kg/år, baseras på de högsta uppmätta halterna i grundvattnet inom det aktuella området. Summan domineras av naftalen som utgör cirka 90 %. Störst bidrag till summan erhålls från grundvattenrör 20GA06 i områdets nordöstra del. Halterna av naftalen har i det aktuella röret varierat med en faktor 4 000 mellan olika provtagningstillfällen. Den näst högsta uppmätta halten av naftalen är cirka 270 gånger lägre än den högsta uppmätta halten (3 µg/l jämfört mot 800 µg/l).

Schaktarbeten som utförts i området tyder på att vattnet där högst halter av PAH-M och PAH-H påträffats (GV8, områdets sydöstra del) utgör ett markvatten. Vid beräkning av representativa halter har föroreningshalter uppmätta i detta vatten tilldelats samma vikt som föroreningshalter uppmätta i grundvatten inom övriga delar av området, vilket sannolikt bidrar till en överskattning av den beräknade belastningen på recipienten (Lilla Värtan).

Vidare tyder noteringar från fältundersökningar på att uppmätta föroreningshalter i grundvatten delvis kan spegla partikulärt bundna föroreningar med betydligt lägre spridningsbenägenhet än föroreningar som förekommer lösta i grundvattnet. Utförda beräkningar tar inte hänsyn till denna förutsättning utan utgår från att föroreningshalterna i det vatten som når recipienten är desamma som de som uppmätts inom Gasverket Östra.

¹² Kolkajen Ropsten, Simulering av föroreningstransport med grundvatten, Golder maj 2019.

Sammantaget bedöms den föroreningstransport som beräknats från området sannolikt vara överskattad. Överskattningen beror på att beräkningarna baseras på högsta uppmätta halter samt på att beräkningarna inte tar hänsyn till naturliga processer så som fastläggning och nedbrytning.

Föroreningstransporten från området bedöms vidare vara liten även i det fall nya spridningsvägar öppnas upp i samband med framtida entreprenader. Ett scenario som skulle påverka bedömningen är om en betydande mängd av grundvattnet från den östra delen av området skulle ändra flödesriktning. En sådan ändring skulle innebära att grundvatten från den östra delen skulle flöda till Husarviken istället för direkt till Lilla Värtan. Detta scenario bedöms dock inte vara sannolikt givet uppgifter om grundvattnets trycknivå, geologiska förutsättningar, byggplaner samt information om ledningsgravar och andra konstruktioner inom och i anslutning till området.

Slutsats

Konservativa beräkningar visar på viss spridning av benso(g,h,i)perylene och PAH-H vid nuvarande förhållanden som teoretiskt ger upphov till ca 10-15 % av MKN eller haltkriterier för ytvatten. Beräkningarna tar inte hänsyn till exempelvis fastläggning och generellt bedöms spridningen av undersökta föroreningar från Gasverket Östra till närliggande recipienter i dagsläget vara liten.

Vid planerad exploatering kommer hela ytan inom området hårdgöras eller täckas av byggnader. Nederbörd kommer i hög utsträckning avledas till dagvattenledningar då området till stor del kommer hårdgöras. Förutsättningar för grundvattenbildning och därmed spridning av föroreningar från området kommer således att minska avsevärt. Detta återspeglas i de beräkningar som utförts avseende spridning och påverkan på recipienterna givet framtida markanvändning.

De omfattande schakt- och anläggningsarbeten som planeras inom området kommer medföra att stora mängder föroreningar i jord kommer att avlägsnas, vilket ytterligare bidrar till en minskad spridning från området.

Mot bakgrund av ovanstående bedömer Sweco att det inte är motiverat att begränsa de platsspecifika riktvärdena med avseende på spridning av föroreningar till ytvatten.

Samtliga resultat av utförda beräkningar

I Tabell 8 till Tabell 11 redovisas beräknad masstransport och bidrag till tillämpade riktvärden utifrån antagna förutsättningar vid dagens och framtida markanvändning.

12 (16)

BILAGA B1

Tabell 8. Beräknad masstransport för samtliga undersökta ämnen före exploatering.

Mängd Kg/år	Väst till Husarviken		Öst till Lilla Värtan		Total till Lilla Värtan	
	Medel	Max	Min	Max	Medel*	Max
N	22	22	6	6	28	28
As	0,01	0,03	0,003	0,01	0,02	0,04
Pb	0,001	0,006	<0,001	0,01	0,01	0,02
Ba	0,08	0,2	0,02	0,2	0,3	0,4
Cd	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001
Co	<0,001	0,002	<0,001	0,006	0,007	0,008
Cu	0,009	0,02	<0,001	0,04	0,05	0,06
Cr	0,001	0,004	<0,001	0,06	0,06	0,06
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ni	0,003	0,01	0,001	0,07	0,07	0,09
V	0,01	0,09	<0,001	0,1	0,1	0,2
Zn	0,01	0,07	0,003	0,05	0,06	0,1
Alifater >C5-C8	0,04	0,04	0,01	0,03	0,07	0,07
Alifater >C8-C10	0,04	0,04	0,01	0,03	0,07	0,07
Alifater >C10-C12	0,04	0,04	0,02	0,3	0,3	0,4
Alifater >C12-C16	0,04	0,04	0,03	0,3	0,3	0,4
Alifater >C16-C35	0,09	0,1	0,08	1,0	1,1	1,1
Aromater >C8-C10	0,06	0,1	<0,001	0,3	0,3	0,4
Aromater >C10-C16	0,01	0,02	0,01	1,3	1,3	1,3
Aromater >C16-C35	0,02	0,1	0,008	0,08	0,1	0,2
Bensen	<0,001	0,001	<0,001	0,002	0,003	0,003
Toluen	0,001	0,002	<0,001	0,01	0,02	0,02
Etylbensen	0,001	0,002	<0,001	0,008	0,009	0,01
M/P/O-Xylen	0,001	0,002	<0,001	0,1	0,1	0,1
Naftalen	<0,001	<0,001	<0,001	2,5	2,5	2,5
Acenaftilen	<0,001	0,001	<0,001	0,04	0,04	0,04
Acenaften	<0,001	0,003	<0,001	0,05	0,05	0,05
Antracen	<0,001	0,002	<0,001	0,004	0,004	0,006
Fluoren	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	0,02	0,03
Fenantren	<0,001	0,002	<0,001	0,01	0,01	0,01
Fluoranten	0,002	0,01	<0,001	0,02	0,02	0,03
Pyren	0,002	0,01	<0,001	0,02	0,02	0,03
Bens(a)antracen	<0,001	0,005	<0,001	0,01	0,01	0,02
Krysen	<0,001	0,005	<0,001	0,01	0,01	0,02
Bens(bk)fluoranten	0,001	0,01	<0,001	0,03	0,03	0,04
Bens(a)pyren	0,001	0,006	<0,001	0,02	0,02	0,02
Dibenso(ah)antracen	<0,001	0,001	<0,001	0,004	0,004	0,005
Benso(ghi)perylene	<0,001	0,004	<0,001	0,01	0,01	0,02
Indeno(123cd)pyren	<0,001	0,004	<0,001	0,01	0,01	0,02
PAH, summa L	<0,001	0,005	<0,001	2,6	2,6	2,6
PAH, summa M	0,005	0,03	<0,001	0,06	0,06	0,08
PAH, summa H	0,006	0,04	0,001	0,10	0,1	0,1
CN lättillgänglig (fri)	0,01	0,06	0,002	0,005	0,02	0,07
CN total	0,3	1,8	0,7	1,9	2,3	3,8

Tabell 9. Beräknad masstransport för samtliga undersökta ämnen efter exploatering.

Mängd Kg/år	Väst till Husarviken		Öst till Lilla Värtan		Total till Lilla Värtan	
	Medel	Max	Min	Max	Medel*	Max
N	22	22	6	6	28	28
As	<0,001	0,002	0,001	0,004	0,005	0,006
Pb	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	0,004	0,005
Ba	0,005	0,01	0,007	0,07	0,07	0,08
Cd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Co	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	0,002
Cu	<0,001	0,001	<0,001	0,01	0,01	0,01
Cr	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	0,02	0,02
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ni	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	0,02	0,02
V	<0,001	0,006	<0,001	0,04	0,04	0,04
Zn	<0,001	0,004	0,001	0,02	0,02	0,02
Alifater >C5-C8	0,002	0,003	0,003	0,01	0,01	0,01
Alifater >C8-C10	0,002	0,003	0,003	0,01	0,01	0,01
Alifater >C10-C12	0,002	0,003	0,005	0,1	0,1	0,1
Alifater >C12-C16	0,002	0,003	0,01	0,1	0,1	0,1
Alifater >C16-C35	0,006	0,007	0,03	0,3	0,3	0,3
Aromater >C8-C10	0,004	0,007	<0,001	0,09	0,09	0,09
Aromater >C10-C16	<0,001	0,001	0,005	0,4	0,4	0,4
Aromater >C16-C35	0,002	0,007	0,003	0,03	0,03	0,03
Bensen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toluen	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,005	0,005
Etylbensen	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,003	0,003
M/P/O-Xylen	<0,001	<0,001	<0,001	0,04	0,04	0,04
Naftalen	<0,001	<0,001	<0,001	0,8	0,8	0,8
Acenaftylen	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,01	0,01
Acenaften	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	0,02	0,02
Antracen	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001
Fluoren	<0,001	<0,001	<0,001	0,008	0,008	0,008
Fenantren	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	0,004	0,004
Fluoranten	<0,001	<0,001	<0,001	0,008	0,008	0,008
Pyren	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,006	0,007
Bens(a)antracen	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,005	0,005
Krysen	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	0,004	0,004
Bens(bk)fluoranten	<0,001	<0,001	<0,001	0,009	0,010	0,01
Bens(a)pyren	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,006	0,006
Dibenso(ah)antracen	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001
Benso(ghi)perylene	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,005	0,005
Indeno(123cd)pyren	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	0,004	0,004
PAH, summa L	<0,001	<0,001	<0,001	0,9	0,9	0,9
PAH, summa M	<0,001	0,002	<0,001	0,02	0,02	0,02
PAH, summa H	<0,001	0,002	<0,001	0,03	0,03	0,04
CN lättillgänglig (fri)	<0,001	0,004	<0,001	0,002	0,002	0,006
CN total	0,02	0,1	0,2	0,6	0,7	0,8

14 (16)

BILAGA B1

memo04.docx

Tabell 10. Beräknat bidrag till relevanta riktvärden för samtliga undersökta ämnen före och efter exploatering. Beräkningar baserade på medelhalter inom västra delen av detaljplaneområdet samt maximalt uppmätta halter inom östra delen av området.

	Bidrag till riktvärden i %				Tillämpat riktvärde MKN/ NV <i>Ccrit_sw</i>
Medelhalter	Husarviken		Lilla Värtan		
Ämne	Före explo	Efter explo	Före explo	Efter explo	
As	0,2	0,02	0,02	<0,01	0,6
Pb	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,3
Ba	0,1	0,01	0,01	<0,01	10
Cd	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Co	0,04	<0,01	0,02	<0,01	0,2
Cu	0,1	0,01	0,02	<0,01	0,9
Cr	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	3,4
Hg	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
Ni	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	8,6
V	0,4	0,02	0,1	0,03	0,5
Zn	0,1	0,01	0,03	<0,01	1,1
Alifater >C5-C8	0,2	0,01	<0,01	<0,01	3,0
Alifater >C8-C10	0,3	0,02	0,02	<0,01	1,5
Alifater >C10-C12	0,2	0,01	0,05	0,02	3,0
Alifater >C12-C16	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	30
Alifater >C16-C35	0,04	<0,01	0,02	<0,01	30
Aromater >C8-C10	0,2	0,01	0,03	<0,01	5,0
Aromater >C10-C16	0,2	0,01	0,5	0,2	1,2
Aromater >C16-C35	6,0	0,4	0,9	0,2	0,05
Bensen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5,0
Toluen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5,0
Etylbensen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5,0
M/P/O-Xylen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5,0
Naftalen	<0,01	<0,01	0,5	0,2	2,0
Acenaftylen	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	1,0
Acenaften	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	1,0
Antracen	0,09	0,01	0,04	0,01	0,05
Fluoren	0,03	<0,01	0,2	0,07	0,05
Fenantren	0,1	0,01	0,1	0,04	0,05
Fluoranten	0,2	0,03	0,09	0,07	0,05
Pyren	0,4	0,03	0,2	0,05	0,05
Bens(a)antracen	2,3	0,2	1,3	0,4	0,005
Krysen	1,8	0,1	1,1	0,3	0,005
Bens(bk)fluoranten	1,1	0,07	0,7	0,2	0,017
Bens(a)pyren	2,7	0,2	1,6	0,5	0,005
Dibenso(ah)antracen	0,5	0,03	0,4	0,1	0,005
Benso(ghi)perylen	11	0,7	7,6	2,5	0,00082
Indeno(123cd)pyren	2,0	0,1	1,1	0,4	0,005
PAH, summa L	<0,01	<0,01	0,6	0,2	2,0
PAH, summa M	1,1	0,07	0,5	0,2	0,05
PAH, summa H	16	1,0	9,1	2,9	0,005
CN lättillgänglig (fri)	0,3	0,02	0,01	<0,01	0,5
CN total	8,7	0,6	2,0	0,6	0,5

Tabell 11. Beräknat bidrag till relevanta riktvärden för samtliga undersökta ämnen före och efter exploatering. Beräkningar baserade på maximalt uppmätta halter inom västra och östra delen av detaljplaneområdet.

	Bidrag till riktvärden i %				Tillämpat riktvärde MKN/ NV <i>Ccrit_sw</i>
Maxhalter	Husarviken		Lilla Värtan		
Ämne	Före explo	Efter explo	Före explo	Efter explo	
As	0,7	0,04	0,03	<0,01	0,55
Pb	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	1,3
Ba	0,3	0,02	0,02	<0,01	<i>10</i>
Cd	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Co	0,1	0,01	0,02	<0,01	<i>0,2</i>
Cu	0,3	0,02	0,03	<0,01	0,87
Cr	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	3,4
Hg	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
Ni	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	8,6
V	2,3	0,2	0,2	0,04	0,5
Zn	0,8	0,05	0,05	<0,01	1,1
Alifater >C5-C8	0,2	0,01	0,01	<0,01	<i>3</i>
Alifater >C8-C10	0,4	0,02	0,02	<0,01	<i>1,5</i>
Alifater >C10-C12	0,2	0,01	0,05	0,02	<i>3</i>
Alifater >C12-C16	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<i>30</i>
Alifater >C16-C35	0,05	<0,01	0,02	<0,01	<i>30</i>
Aromater >C8-C10	0,3	0,02	0,03	<0,01	<i>5</i>
Aromater >C10-C16	0,2	0,01	0,5	0,2	<i>1,2</i>
Aromater >C16-C35	27	1,7	1,6	0,3	<i>0,05</i>
Bensen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<i>5</i>
Toluen	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<i>5</i>
Etylbensen	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<i>5</i>
M/P/O-Xylen	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<i>5</i>
Naftalen	0,01	<0,01	0,5	0,2	2
Acenaftylen	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<i>1</i>
Acenaften	0,04	<0,01	0,02	<0,01	<i>1</i>
Antracen	0,4	0,02	0,05	0,01	<i>0,05</i>
Fluoren	0,1	0,01	0,2	0,07	<i>0,05</i>
Fenantren	0,5	0,03	0,1	0,04	<i>0,05</i>
Fluoranten	1,2	0,2	0,1	0,07	<i>0,05</i>
Pyren	2,6	0,2	0,2	0,06	<i>0,05</i>
Bens(a)antracen	13	0,8	1,6	0,4	<i>0,005</i>
Krysen	12	0,7	1,4	0,4	<i>0,005</i>
Bens(bk)fluoranten	7,7	0,5	1,0	0,3	0,017
Bens(a)pyren	15	1,0	2,0	0,5	<i>0,005</i>
Dibenso(ah)antracen	2,9	0,2	0,5	0,1	<i>0,005</i>
Benso(ghi)perylen	66	4,2	9,5	2,6	<i>0,000</i>
Indeno(123cd)pyren	11	0,7	1,4	0,4	<i>0,005</i>
PAH, summa L	0,03	<0,01	0,6	0,2	2
PAH, summa M	6,5	0,4	0,7	0,2	<i>0,05</i>
PAH, summa H	90	5,7	12	3,1	<i>0,005</i>
CN lättillgänglig (fri)	1,5	0,1	0,06	<0,01	<i>0,5</i>
CN total	46	2,9	3,2	0,7	<i>0,5</i>

16 (16)

BILAGA B1

memo04.docx

Bilaga B2. Redovisning av utförda beräkningar för jämförelse av korrelation mellan beräknade och uppmätta halter av PAH i porluft

66(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT

NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

BILAGA B2

Redovisning av utförda beräkningar för jämförelse av korrelation mellan beräknade och uppmätta halter av PAH i porluft

Bakgrund

Vid framtagande av platsspecifika riktvärden för jord inom Gasverket Östra noteras att riktvärden för flera av de ämnen som styr riskbilden inom området, främst PAH-L och PAH-M, styrs av risker kopplade till ångtransport och ånginträngning i byggnad. Dessa risker har beaktats vid den inledande riskbedömning som utförts för detaljplaneområdet, bland annat genom utvärdering av uppmätta föroreningshalter i jord, grundvatten och porluft¹.

Utvärderingarna visade på en låg korrelation mellan indikerad risk för ångtransport utifrån uppmätta halter i jord och empiriska mätningar av porluft, vid jämförelser av föroreningshalter i jord mot generella riktvärden (i detta fall Storstadsspecifika riktvärden för Stockholms stad). Resultaten tyder på att den beräkningsmodell som använts för att ta fram aktuella jämförelsevärden (Naturvårdsverkets beräkningsverktyg) överskattar risker kopplade till ånginträngning.

Den senare observationen har även noterats vid den riskbedömning som utförts för det angränsande detaljplaneområdet Kolkajen². Flera utredningar har utförts inom ramen för riskbedömningen för att undersöka hur stora dessa överskattningar är. Undersökningarna har, utöver en litteraturstudie, omfattat jämförelser av modellerade halter från olika modelleringsverktyg med uppmätta porluftshalter. Resultaten från de utförda undersökningarna redovisas i bilaga 3 till rapporten *Miljö- och hälsoriskbedömning Kolkajen och Ropsten, Norra djurgårdsstaden*, daterad 2019-10-24. Nedan följer en kort sammanfattning av de resultat som bedöms vara relevanta för arbetet med platsspecifika riktvärden för Gasverket Östra:

- Naturvårdsverkets och US EPAs (Johnson & Ettinger, J&E) modell överskattar risken för ångtransport från grundvatten till porgas. Detta beror bland annat på att modellerna inte beaktar fastläggning och nedbrytning vilket har stor betydelse för ångtransporten i markens porer.
- Temperaturjusterade Henrys konstanter (10°C) hämtade från US EPAs modell³ ger en mer korrekt modellering av ångavgång från grundvatten än Henrys konstanter hämtade från Naturvårdsverkets beräkningsmodell.

¹ Riskbedömning och åtgärdsbehov för detaljplaneområdet Gasverket Östra, Norra Djurgårdsstaden. Sweco 2021.

² Miljö- och hälsoriskbedömning kolkajen-Ropsten, Norra Djurgårdsstaden. Golder Associates och Arnér Consulting 2019-10-24.

³ Johnson & Ettinger model spreadsheet tool, version 6.0. Tillgänglig via <https://www.epa.gov/vaporintrusion/epa-spreadsheet-modeling-subsurface-vapor-intrusion>. 2021-05-03.

- Ämnen som ingår i gruppen PAH-H har mycket begränsad flyktighet. Det kan därför antas att dessa ämnen inte utgör någon risk med hänsyn till ångtransport från jord eller grundvatten till inomhusluft, och de kan därmed exkluderas ur riskbedömningen av ångtransport. Denna slutsats stöds av resultat från de omfattande porlufts- och luftundersökningar som utförts inom området (närmare 80 porluftsmätningar och 150 luftmätningar) samt från utförd litteraturstudie⁴. Resultaten bekräftas av de mätningar som utförts inom Gasverket Östra (inga uppmätta halter av PAH-H i porluft i någon av de 14 undersökta punkterna).
- För att kompensera för modellens överskattningar justerades beräknade riktvärden för jord och grundvatten inom Kolkajen med en faktor 10 för bensen, naftalen och (för jord) PAH-L samt en faktor 2 för fluoranten och (för jord) PAH-M.

Baserat på erfarenheterna från Kolkajen har temperaturjusterade Henrys konstanter enligt ovan använts för beräkning av platsspecifika riktvärden för Gasverket Östra. För att undersöka om också de justeringsfaktorer som använts för riktvärden inom Kolkajen kan appliceras på riktvärden inom Gasverket Östra har förhållandet mellan beräkningsverktygets predikterade halter i porluft och uppmätta halter i porluft undersökts och jämförts mot motsvarande förhållanden inom Kolkajen. Jämförelsen har gjorts genom att kvoter beräknats mellan halter som uppmätts i porluft och porluftshalter som beräknats med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg. Resultat har jämförts mot resultat för motsvarande beräkningar för porluft inom Kolkajen. Föreliggande dokument redovisar resultat från utförda beräkningar.

Då riskbilden inom området styrs av föroreningssituationen i jord har porluftshalter för Gasverket Östra beräknats utifrån föroreningshalter i jord. För Kolkajen har beräknade porluftshalter baserats på uppmätta halter i grundvatten.

Dataunderlag

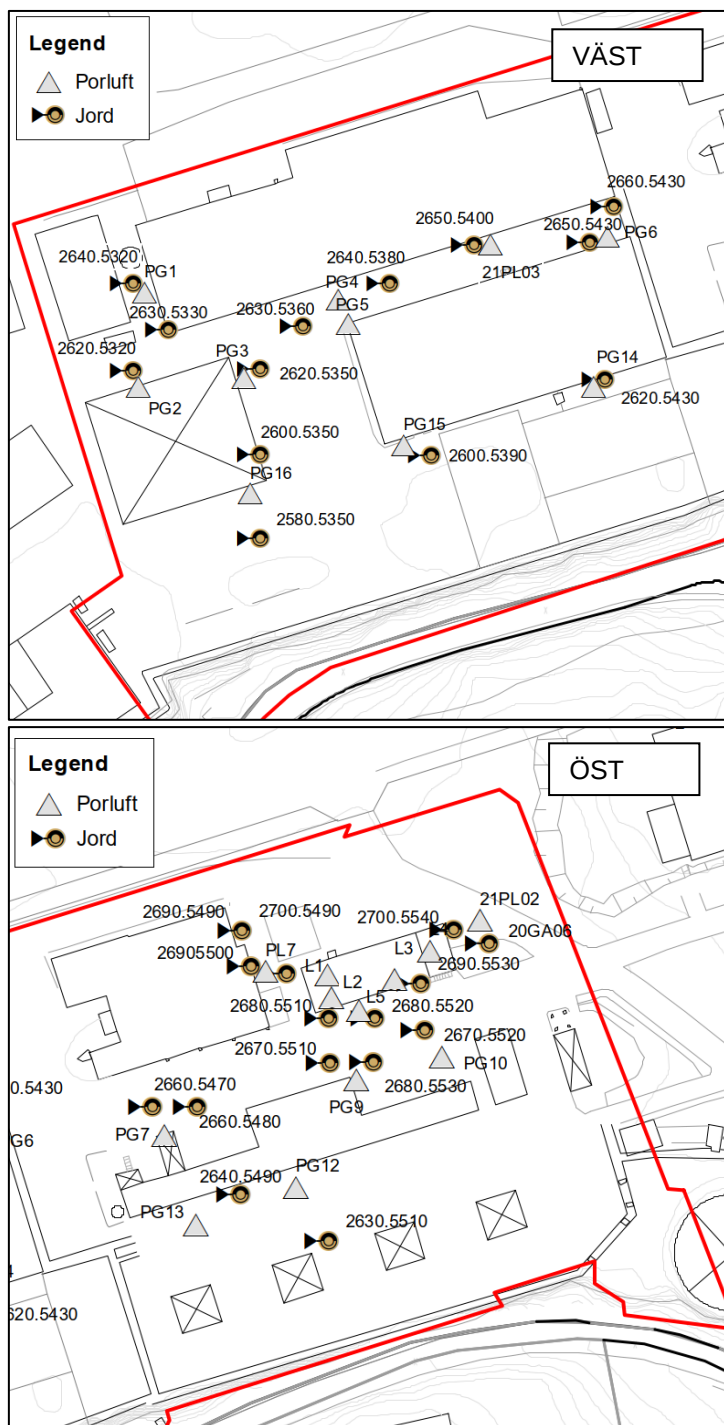
Dataunderlaget utgörs av porluftsanalyser av BTEX och PAH från 22 porluftspunkter samt analyser av motsvarande ämnen från 28 provpunkter i jord. För porluft har huvuddelen av utvärderade porluftsundersökningar utförts mellan 2018 och 2021, ett undantag utgörs av undersökningar under och intill hus 19 (L2 och L4) vilka utfördes i december 2016. Porluftsproverna har generellt uttagits cirka 1 meter under markytan.

Vid beräkning av teoretiska föroreningshalter i porluft har underlaget utgjorts av uppmätta halter i jord i närliggande provpunkt. I det fall porluftspunkten varit lokaliserad mellan två provpunkter har resultat från båda punkterna beaktats vid sammanställning av underlagsdata (se Tabell 1.). För jord utgörs dataunderlaget av resultat från jordprover uttagna från flera olika djup. Antalet prover samt provtagningsdjup varierar mellan olika punkter (Tabell 1). Provpunkternas lägen visualiseras i Figur 1.

⁴ PM Lärdomar kring ångtransport från Kolkajen-Ropsten att använda i Loudden och Södra Värtan, Norra Djurgårdsstaden, Stockholm. WSP, Utkast daterat 2021-02-03.

Tabell 1. Porluftpunkter med tillhörande provpunkter för jord. Antal analyser avser analys av PAH .

Provpunkt porluft	Provpunkt jord	Antal analyser som ingått i dataunderlaget		Analys porluft	Maximalt provtaget djup, jord (m)
		Porluft	Jord		
L1	2680.5510	1	5	BTEX	4,5
L2	2690.5500	1	5	PAH	4
L3	2690.5530	1	4	BTEX	3,5
L4	2700.5540, 2690.5530	1	6	PAH	2,5
L5	2680.5510, 2680.5520	1	11	BTEX	4
PG1	2640.5320, 2630.5330	2	6	BTEX, PAH	3,5
PG2	2620.5320	2	5	BTEX, PAH	4
PG3	2620.5350	1	3	BTEX, PAH	3
PG4	2630.5360, 2640.5380	2	12	BTEX, PAH	8
PG5	2630.5360, 2640.5380	1	13	BTEX	8
PG6	2650.5430, 2660.5430	1	5	BTEX, PAH	3
PG7	2660.5480, 2660.5470	1	7	BTEX	2,5
PG9	2670.5520, 2670.5510	1	5	BTEX, PAH	4
PG10	2680.5530	1	8	BTEX	4
PG12	2640.5490, 2630.5510	1	2	BTEX, PAH	1
PG13	2640.5490	2	1	BTEX, PAH	1
PG14	2620.5430	1	1	BTEX	1
PG15	2600.5390	1	1	BTEX	1
PG16	2600.5350, 2580.5350	1	4	BTEX, PAH	3
PL7	2690.5490, 2690.5500	2	11	BTEX, PAH	4
21PL02	2020GV06, 2700.5540	1	5	PAH	3
21PL03	2650.5400	1	4	PAH	4



Figur 1. Provpunkter för porluft och jord som ingår i dataunderlaget, övre bilden visar västra delen av Gasverket Östra, undre bilden visar östra delen av Gasverket Östra.

Metod

Kvoter har beräknats mellan uppmätt och beräknad halt i porluft i enlighet med nedanstående formel.

$$Kvot = \frac{\text{Uppmätt halt i porluft}}{\text{Beräknad halt i porluft}}$$

Porluftshalter har beräknats med Naturvårdsverkets beräkningsmodell (version 2.0.1). Beräkningar har utförts med temperaturjusterade Henrys konstanter hämtade från J&E, se Tabell 2.

Tabell 2. Värden för Henrys konstanter hämtade från Naturvårdsverket samt J&E, de senare temperaturjusterade till 10 °C.

		Henrys konstant	
		NV	J&E
PAH-L	Naftalen	1,2E-02	6,0E-03
	Acenaftilen	2,9E-03	1,9E-03
	Acenaften	1,1E-02	2,9E-02
PAH-M	Flouren	6,2E-03	9,8E-04
	Fenantren	1,4E-03	1,4E-03
	Antracen	9,0E-04	4,7E-04
	Fluoranten	1,6E-03	1,1E-04
	Pyren	7,5E-05	7,8E-05

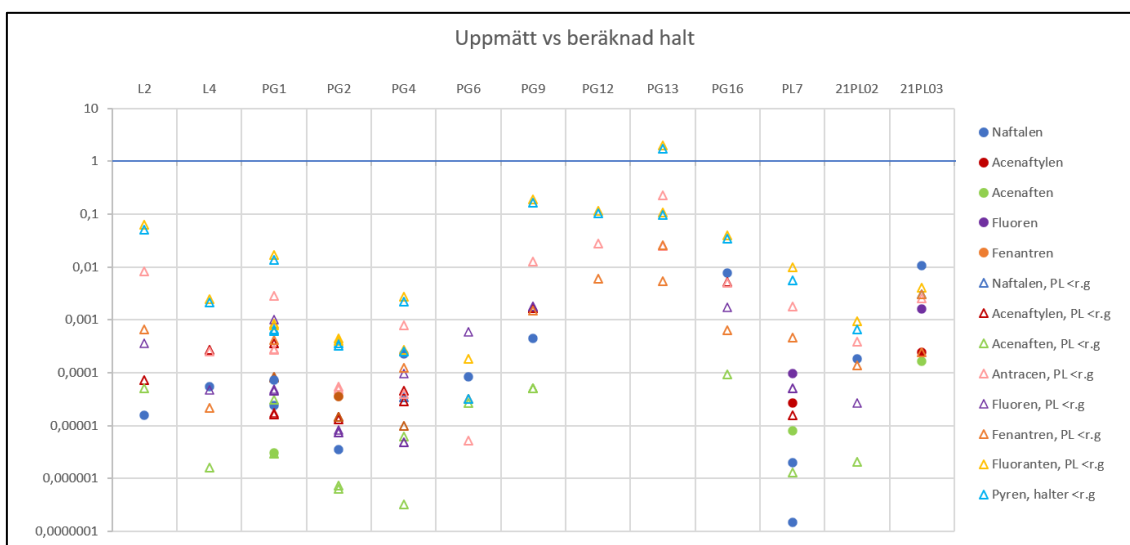
Som underlag vid beräkningarna har uppmätta halter i jord använts. De provpunkter som ingått i dataunderlaget redovisas i Tabell 1 under avsnitt "Dataunderlag". I det fall det funnits analysresultat från flera olika djup har högsta uppmätta halt använts som underlag vid beräkningarna. I det fall det funnits analysresultat från två närliggande punkter har porluftshalter beräknats utifrån högsta och lägsta uppmätta halt. Högst föroreningshalter har generellt uppmätts i jord inom nivån 0-2 m under markytan. Majoriteten av porgasspetsarna som ingår i undersökningen är installerade cirka 1 meter under markytan. Ingen justering har gjorts med avseende på den spädning som kan förväntas ske vid transport av föroreningar från djupare till ytligare jordlager. Detta då denna spädning är liten i jämförelse med beräknade kvoter (storleksordning 1,5-2 ggr jämfört med storleksordningen på beräknade kvoter som utgörs av minst en tiopotens).

I det fall de uppmätta halterna i porluft underskridit laboratoriets rapporteringsgräns har punkten tilldelats värdet för rapporteringsgränsen. För punkter där halter i jord underskridit rapporteringsgränsen har ingen kvot beräknats.

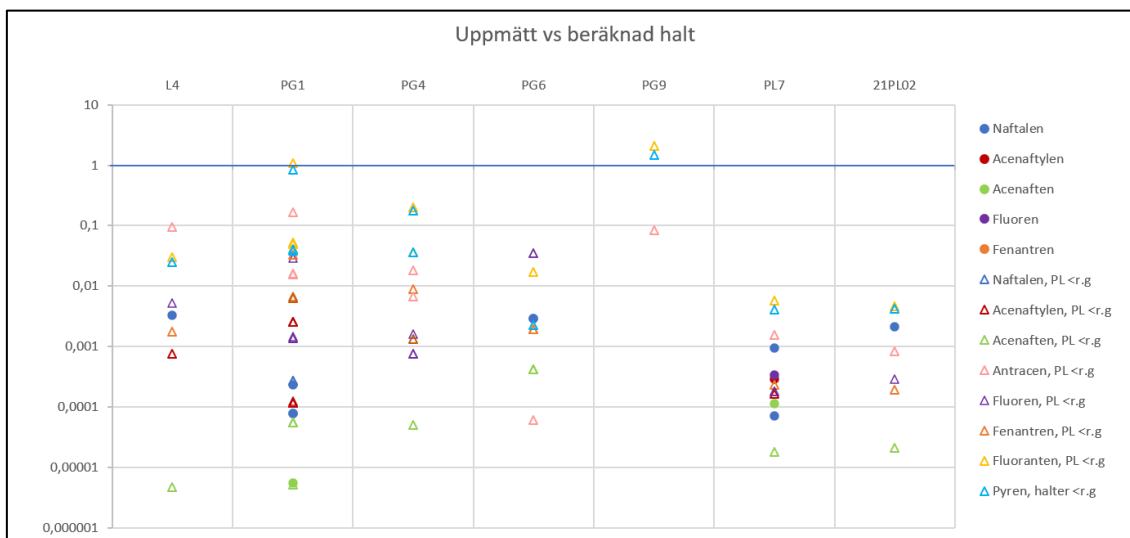
Medelvärden av beräknade kvoter har beräknats för ämnen inom grupperna PAH-L och PAH-M. Beräkningarna har baserats på medelvärden för respektive porluftspunkt. Inga medelvärden har beräknats för ämnen inom gruppen PAH-H då dessa ämnen inte påträffats i porluft i någon av de undersökta punkterna.

Resultat

Resultat från utförda beräkningar redovisas i Figur 2 och Figur 3. I Figur 2 visualiseras kvoter som baseras på uppmätt halt i porluft och beräknade halter i porluft utifrån maximalt uppmätta halter i jord. I Figur 3 redovisas motsvarande kvoter för lägsta uppmätta halt i jord. De senare har endast beräknats för porluftsprover som uttagits mellan två olika provpunkter för jord. Aktuella figurer redovisar endast resultat för utförda beräkningar avseende PAH-L och PAH-M. Detta då BTEX inte bedöms vara styrande för riskbilden inom området samt då ämnena inte förekommer i halter över laboratoriets rapporteringsgräns i någon större omfattning, vilket försvårar beräkningarna för dessa ämnen.



Figur 2. Visualisering av beräknade kvoter mellan uppmätt och beräknad halt i porluft. Beräkningar har utförts utifrån maximalt uppmätta halter i jord från närliggande provpunkt. Trianglar representerar kvoter där uppmätt halt i porluft underskrider laboratoriets rapporteringsgräns. En kvot < 1 innebär att uppmätt halt i porluft är lägre än beräknad halt.



Figur 3. Visualisering av beräknade kvoter mellan uppmätt och beräknad halt i porluft. Beräkningar har utförts utifrån lägsta uppmätta halter i jord för de punkter där porluftsprover uttagits mellan två provpunkter för jord. Trianglar representerar kvoter där uppmätt halt i porluft underskridit laboratoriets rapporteringsgräns. En kvot < 1 innebär att uppmätt halt i porluft är lägre än beräknad halt.

Som framgår av Figur 2 noteras i provpunkt PG9, PG12 och PG13 högre kvoter för fenantren, fluoren och, för PG13 även antracen, än i övriga punkter. De avvikande resultaten beror på att halterna i jord är låga, vilket medför beräknade porluftshalter i samma storleksordning som (eller mindre än) rapporteringsgränsen för analyserade porluftsprover. Det blir därmed svårt att dra några slutsatser kring förhållandet mellan uppmätt och beräknad porluftshalt för de aktuella punkterna.

Vid beräkning av medelvärden har provpunkt PG12 och PG13 exkluderats. Detta delvis på grund av de osäkerheter som nämns i föregående stycke, delvis på grund av att analysunderlag för jord i området kring punkterna är litet.

Även kvoter beräknade utifrån lägsta uppmätta halt i jord styrs för huvuddelen av undersökta ämnen av storleken på porluftsanalysens rapporteringsgräns, vilket framgår av Figur 3. Rapporteringsgränsen överskrids, bortsett från naftalen, endast i enstaka porluftsprover. Det blir således svårt att tolka resultaten, framförallt för de ämnen där beräknade halter i porluft är i samma storleksordning som (eller mindre än) porluftsanalysens rapporteringsgräns.

Beräknade medelvärden av kvoter mellan uppmätt och beräknad halt i porluft inom Gasverket Östra är i samma storleksordning som medelvärden för beräknade kvoter inom Kolkajen, se Tabell 3. Kvoter redovisas inte för BTEX av skäl nämnda ovan.

Tabell 3. Beräknade medel- och medianvärden av kvoter mellan uppmätt och beräknad halt i porluft inom Gasverket Östra. Beräkningar baseras på högsta uppmätta halter i jord. Värden jämförs mot motsvarande värden för Kolkajen, dessa kvoter har beräknats baserat på uppmätta halter i grundvatten. För gråmarkerade ämnen har inga halter uppmätts över laboratoriets rapporteringsgräns i porluft från någon av de undersökta punkterna.

Ämne	Medel	Median	Antal (N)	Medel Kolkajen (aktiv provtagning)
Naftalen	1,6E-03	7,2E-05	17	7E-03
Acenaftylen	6,5E-04	5,8E-05	17	4E-04
Acenaften	3,3E-05	5,5E-06	17	3E-04
Antracen	2,7E-03	9,4E-04	17	-
Fluoranten	2,7E-02	3,3E-03	17	-
Fluoren	5,1E-04	8,3E-05	17	2E-03
Fenantren	3,3E-04	1,6E-04	17	8E-05
Pyren	2,3E-02	2,6E-03	17	-

Tabell 4. Beräknade medel- och medianvärden av kvoter mellan uppmätt och beräknad halt i porluft inom Gasverket Östra. Beräkningar baseras på lägsta uppmätta halter i jord. Värden jämförs mot motsvarande värden för Kolkajen, dessa kvoter har beräknats baserat på uppmätta halter i grundvatten. För gråmarkerade ämnen har inga halter uppmätts över laboratoriets rapporteringsgräns i porluft från någon av de undersökta punkterna.

Ämne	Medel	Median	Antal (N)	Medel Kolkajen (aktiv provtagning)
Naftalen	1,8E-03	2,1E-03	8	7E-03
Acenaftylen	5,9E-04	6,1E-04	8	4E-04
Acenaften	3,7E-05	3,6E-05	9	3E-04
Antracen	3,6E-02	1,7E-02	11	-
Fluoranten	3,5E-01	3,6E-02	11	-
Fluoren	3,0E-03	1,6E-03	10	2E-03
Fenantren	4,3E-03	1,8E-03	10	8E-05
Pyren	2,6E-01	3,3E-02	11	-

För BTEX är uppmätta halter i jord och porluft låga, i flertalet fall under analysens rapporteringsgräns. Detta försvårar beräkning och utvärdering av modellerad ångavgång mot empiriska data. I de fall där något eller några av ämnena uppmätts i halter över rapporteringsgränsen i jord visar dock utförda beräkningar på ett mönster liknande det för PAH-L, med en överskattning om minst en faktor 350 vid jämförelse av modellerade porluftshalter mot empiriska data.

Slutsatser

Resultaten från utförda beräkningar tolkas som att modellen som använts för framtagande av platsspecifika riktvärden för området (Naturvårdsverkets beräkningsverktyg version 2.0.1) överskattar risken för ångavgång från jord och därmed ånginträngning i byggnader inom området. Resultaten visar på en överskattning av beräknade halter i porluft inom Gasverket

8 (10)

BILAGA B2

Östra i samma storleksordning som inom Kolkajen. Överskattningen uppgår i genomsnitt till minst ca en faktor 350 för ämnen inom gruppen PAH-L och minst ca en faktor 2 för ämnen inom gruppen PAH-M vid jämförelse med lägsta uppmätta halter i jord. Faktorn för PAH-M styrs helt av porluftsanalysens rapporteringsgräns. För ämnen inom gruppen PAH-M som påvisats i porluft i en eller fler punkter inom området (för punkter som utvärderats utifrån lägsta uppmätta halt i jord gäller detta endast för flouren) överskattas de beräknade porluftshalterna i genomsnitt med som minst en faktor 100.

För porluftshalter som beräknats utifrån maximalt uppmätta halter i jord visar beräkningarna på en överskattning som i genomsnitt uppgår till minst ca en faktor 650 för ämnen inom gruppen PAH-L och ca en faktor 40 för ämnen inom gruppen PAH-M. Den senare faktorn helt styrd av porluftsanalysens rapporteringsgräns. För ämnen inom gruppen PAH-M som påvisats i porluft i en eller fler punkter inom området överskattas de beräknade halterna med en genomsnittlig faktor om som minst 2 000 (flouren).

Resultaten tolkas som att de justeringsfaktorer som använts för PAH-L och PAH-M inom Kolkajen även kan appliceras på riktvärden för Gasverket Östra utan att riskerna underskattas. Justeringsfaktorerna redovisas i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Tillämpade justeringsfaktorer för envägskoncentrationen "inandning av ånga". Justeringen påverkar de sammanvägda delriktvärdena för hälsa för PAH-L och PAH-M.

Ämnesgrupp	Justeringsfaktor för envägskoncentrationer - inandning av ånga
PAH-L	10
PAH-M	2

För BTEX föreslås inga justeringar avseende envägskoncentrationen "inandning av ånga" då ämnena inte bedöms styrande för riskbilden inom området samt då dataunderlaget för dessa ämnen är mer svårtolkat på grund av låga halter i jord och porluft.

Justering av riktvärden

I Tabell 6 redovisas resultat av utförda justeringar av riktvärden för PAH-L och PAH-M. Justeringen påverkar endast delriktvärdet för hälsa.

Tabell 6. Beräknade riktvärden med och utan justering avseende envägskoncentration för inandning av ånga. Samtliga halter i mg/kgTS.

	Markanvändnings-scenario	A. Kvartersmark med / utan källare		D. Djup jord under kvartersmark med / utan källare	
	Ämne	PAH-L	PAH-M	PAH-L	PAH-M
Beräknat riktvärde	Envägskoncentration Inandning av ånga	14 / 4,8	8,1 / 2,7	18 / 6,1	10 / 3,4
	Delriktvärde hälsa	14 / 4,8	8,1 / 2,7	18 / 6,1	10 / 3,4
	Sammanvägt riktvärde	15 / 5	8 / 2,5	18 / 6	10 / 3,5
Justerat riktvärde	Envägskoncentration Inandning av ånga	140 / 50	16 / 5,4	180 / 61	20 / 6,8
	Delriktvärde hälsa	140 / 50	16 / 5,4	180 / 61	20 / 6,8
	Sammanvägt riktvärde	140 / 50	16 / 5,0	180 / 60	20 / 7,0

Bilaga B3. Uttagsrapporter beräkningsverktyg

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.1. Kvartersmark ytlig m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m med källare

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik_GVO_ö	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly_GVO_ö	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium_GVO_ö	150	mg/kg	Intag av jord	
Kobolt_GVO_ö	1 500	mg/kg	Intag av jord	
Koppar_GVO_ö	250 000	mg/kg	Inandning av damm	
Krom tot_GVO_ö	ej begr.	mg/kg		
Kviksilver_GVO_ö	0,50	mg/kg	Bakgrundshalt	
Nickel_GVO_ö	6 000	mg/kg	Inandning av damm	
Vanadin	10 000	mg/kg	Intag av jord	
Zink_GVO_ö	300 000	mg/kg	Intag av jord	
Cyanid fri	10	mg/kg	Inandning av ånga	
Cyanid total	1 000	mg/kg	Akuttoxicitet	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Kvartersmark ytlig m. kä	KM		
WARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.1. Kvartersmark yttlig m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m med källare

Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	Kommentar saknas!
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Flöde i rinnande vattendrag			m³/s	WSP, 2004, se rapport (frv)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)
Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)	
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-		
Egendefinierade ämnen				
Följande ämnen är egendefinierade:				
- Arsenik_GVO_ö				Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Bly_GVO_ö				Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kadmium_GVO_ö				Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.1. Kvartersmark yttlig m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m med källare

- Kobolt_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Koppar_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Krom tot_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kvicksilver_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Nickel_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Zink_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.1. Kvartersmark ytlig m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m med källare

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bensen_GVO_ö	0,060	mg/kg	Inandning av ånga	
Toluen_GVO_ö	6,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Etylbensen_GVO_ö	40	mg/kg	Inandning av ånga	
Xylen_GVO_ö	5,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C5-C8	30	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C8-C10	8,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C10-C12	50	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C12-C16	200	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C8-C10	18	mg/kg	Inandning av ånga	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	250	mg/kg	Skydd mot fri fas	
PAH-L_GVO_ö	15	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M_GVO_ö	8,0	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H_GVO_ö	40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
PCB-7	0,18	mg/kg	Inandning av ånga	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario	Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Kvartersmark ytlig m. kä	KM	
WARNING! Orealistiska indata !			
Kontrollera röd-markerade värden !			
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.1. Kvartersmark yttlig m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m med källare

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	Extra spädning pg källare, se rapport (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:	
- Bensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Toluen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.1. Kvartersmark yttlig m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m med källare

- Etylbensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Xylen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-L_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-M_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-H_GVO_ö	Henrys konstant justerad för att utesluta bidrag från exponeringsvägen vid sammanvägning av hälsoriktvärde (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: KM
Eget scenario: A.2. Kvartersmark ytlig u. källare

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m utan källare

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik_GVO_ö	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly_GVO_ö	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium_GVO_ö	150	mg/kg	Intag av jord	
Kobolt_GVO_ö	1 500	mg/kg	Intag av jord	
Koppar_GVO_ö	250 000	mg/kg	Inandning av damm	
Krom tot_GVO_ö	ej begr.	mg/kg		
Kvicksilver_GVO_ö	0,50	mg/kg	Bakgrundshalt	
Nickel_GVO_ö	6 000	mg/kg	Inandning av damm	
Vanadin	10 000	mg/kg	Intag av jord	
Zink_GVO_ö	300 000	mg/kg	Intag av jord	
Cyanid fri	3,5	mg/kg	Inandning av ånga	
Cyanid total	1 000	mg/kg	Akuttotoxicitet	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Kvartersmark ytlig u. kä	KM		
VARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.2. Kvartersmark yttlig u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m utan källare

Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Luftomsättning i byggnad	12	12	dag ⁻¹	Extra spädning pg källare, se rapport (frv)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:			
- Arsenik_GVO_ö			Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Bly_GVO_ö			Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kadmium_GVO_ö			Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kobolt_GVO_ö			Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.2. Kvartersmark yttlig u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m utan källare

- Koppar_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Krom tot_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kvicksilver_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Nickel_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Zink_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.2. Kvartersmark ytlig u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m utan källare

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bensen_GVO_ö	0,020	mg/kg	Inandning av ånga	
Toluen_GVO_ö	2,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Etylbensen_GVO_ö	15	mg/kg	Inandning av ånga	
Xylen_GVO_ö	1,5	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C5-C8	10	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C8-C10	2,5	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C10-C12	15	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C12-C16	70	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C8-C10	6,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Aromat >C10-C16	300	mg/kg	Inandning av ånga	
Aromat >C16-C35	250	mg/kg	Skydd mot fri fas	
PAH-L_GVO_ö	5,0	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M_GVO_ö	2,5	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H_GVO_ö	40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
PCB-7	0,080	mg/kg	Inandning av ånga	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario	Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Kvartersmark ytlig u. kä	KM	
WARNING! Orealistiska indata !			
Kontrollera röd-markerade värden !			
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.2. Kvartersmark yttlig u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m utan källare

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Flöde i rinnande vattendrag			m³/s	
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)
Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)	
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-		
Egendefinierade ämnen				
Följande ämnen är egendefinierade:				
- Bensen_GVO_ö			Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)	
- Toluen_GVO_ö			Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)	

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **A.2. Kvartersmark yttlig u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark 0- 1 m utan källare

- Etylbensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Xylen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-L_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-M_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-H_GVO_ö	Henrys konstant justerad för att utesluta bidrag från exponeringsvägen vid sammanvägning av hälsoriktvärde (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **B. Park och grönytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark ytlig jord, 0-1 m

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik_GVO_ö	10	mg/kg	Bakgrundshalt	
Barium	300	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly_GVO_ö	70	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium_GVO_ö	2,0	mg/kg	Intag av växter	
Kobolt_GVO_ö	35	mg/kg	Intag av växter	
Koppar_GVO_ö	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot_GVO_ö	150	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver_GVO_ö	0,70	mg/kg	Intag av växter	
Nickel_GVO_ö	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink_GVO_ö	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Cyanid fri	8,0	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Cyanid total	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	B. Park och	KM		
WARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Endast utomhusvistelse (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Endast utomhusvistelse (obl)
Andel växter från odling på plats	0,05	0,1	-	Antagande i enlighet med Storstadsspecifika riktvärden
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Grundvattenbildning	220	100	mm/år	Kolkajen Ropsten, Simulering av föroreningstransport med grundvatten. Golder Associates 2019. (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **B. Park och grönytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark ytlig jord, 0-1 m

Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Motsvarande skyddsnivå för Storstadsspecifika riktvärden - D. parker och grönytor. Stockholms stad, 2019. (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Arsenik_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Bly_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kadmium_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kobolt_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Koppar_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Krom tot_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kvicksilver_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Nickel_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Zink_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **B. Park och grönytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning

Parkmark yttlig jord, 0-1 m

(obl)
(obl)
(obl)
(obl)
(obl)
(obl)
(obl)
(obl)
(obl)
(obl)
(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2022-03-25, Dnr 2014-12741

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **B. Park och grönytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark, yttlig jord 0-1 m

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bensen_GVO_ö	0,35	mg/kg	Inandning av ånga	
Toluen_GVO_ö	50	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Etylbensen_GVO_ö	50	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Xylen_GVO_ö	50	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C5-C8	60	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C8-C10	50	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C10-C12	300	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C12-C16	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C16-C35	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C8-C10	50	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH-L_GVO_ö	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH-M_GVO_ö	20	mg/kg	Intag av växter	
PAH-H_GVO_ö	1,2	mg/kg	Intag av växter	
PCB-7	0,015	mg/kg	Intag av växter	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	B. Park och grönytor	KM		
WARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Endast utomhusvistelse (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Endast utomhusvistelse (obl)
Andel växter från odling på plats	0,05	0,1	-	Antagande i enlighet med Storstadsspecifika riktvärden, Stockholms stad, 2019. (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **B. Park och grönytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark, yttlig jord 0-1 m

Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Grundvattenbildning	100	100	mm/år	Kolkajen Ropsten, Simulering av föroreningstransport med grundvatten. Golder Associates 2019. (frv)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Motsvarande skyddsnivå för Storstadsspecifika riktvärden - D. parker och grönytor. Stockholms stad, 2019. (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Toluen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Etylbensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Xylen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-L_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-M_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **B. Park och grönytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning	Parkmark, ytlig jord 0-1 m
-------------	----------------------------

- PAH-H_GVO_ö

Henrys konstant justerad för att utesluta bidrag från exponeringsvägen vid sammanvägning av hälsoriktvärde (obl)

(obl)

(obl)

(obl)

(obl)

(obl)

(obl)

(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: KM
Eget scenario: C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Större sammanhängande hårdgjorda ytor

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik_GVO_ö	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly_GVO_ö	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium_GVO_ö	120	mg/kg	Intag av jord	
Kobolt_GVO_ö	1 500	mg/kg	Intag av jord	
Koppar_GVO_ö	200 000	mg/kg	Inandning av damm	
Krom tot_GVO_ö	ej begr.	mg/kg		
Kvicksilver_GVO_ö	2,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel_GVO_ö	5 000	mg/kg	Inandning av damm	
Vanadin	10 000	mg/kg	Intag av jord	
Zink_GVO_ö	300 000	mg/kg	Intag av jord	
Cyanid fri	50	mg/kg	Akuttoxicitet	
Cyanid total	1 000	mg/kg	Akuttoxicitet	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	under hårdgjorda ytor och vägar	KM		
WARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Begränsad tillgänglighet för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Större sammanhängande hårdgjorda ytor

Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Endast utomhusvistelse, inga byggnader (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Endast utomhusvistelse, inga byggnader (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	Kommentar saknas!
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Ytan täckt av hårdgjord yta (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för drickvattenändamål (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:	
- Arsenik_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Bly_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kadmium_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Större sammanhängande hårdgjorda ytor

- Kobolt_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Koppar_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Krom_tot_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kvicksilver_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Nickel_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Zink_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Större sammanhängande hårdgjorda ytor

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bensen_GVO_ö	0,60	mg/kg	Inandning av ånga	
Toluen_GVO_ö	70	mg/kg	Inandning av ånga	
Etylbensen_GVO_ö	500	mg/kg	Inandning av ånga	
Xylen_GVO_ö	50	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C5-C8	60	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C8-C10	50	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C10-C12	500	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C12-C16	1 000	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C8-C10	200	mg/kg	Inandning av ånga	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	250	mg/kg	Skydd mot fri fas	
PAH-L_GVO_ö	180	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M_GVO_ö	80	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H_GVO_ö	40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
PCB-7	0,40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario	Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	under hårdgjorda ytor o	KM	
WARNING! Orealistiska indata !			
Kontrollera röd-markerade värden !			
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas	Begränsad tillgänglighet för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Större sammanhängande hårdgjorda ytor

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Begränsad exponering för förorenad jord pga hårdgjord yta (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Endast utomhusvistelse, inga byggnader (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Endast utomhusvistelse, inga byggnader (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Ytan täckt av hårdgjord yta (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för drickvattenändamål (obl)
Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde		
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	Kommentarer till modellparametrar (frv)	
Egendefinierade ämnen				
Följande ämnen är egendefinierade:				
- Bensen_GVO_ö				Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **C. Jord under hårdgjorda ytor och vägar**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Större sammanhängande hårdgjorda ytor

- Toluen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Etylbensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Xylen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-L_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-M_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-H_GVO_ö	Henrys konstant justerad för att utesluta bidrag från exponeringsvägen vid sammanvägning av hälsoriktvärde (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: KM
Eget scenario: D.1. Kvartersmark djup m. källare

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m med källare

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik_GVO_ö	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly_GVO_ö	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium_GVO_ö	150	mg/kg	Intag av jord	
Kobolt_GVO_ö	1 500	mg/kg	Intag av jord	
Koppar_GVO_ö	250 000	mg/kg	Inandning av damm	
Krom tot_GVO_ö	ej begr.	mg/kg		
Kvicksilver_GVO_ö	0,50	mg/kg	Bakgrundshalt	
Nickel_GVO_ö	6 000	mg/kg	Inandning av damm	
Vanadin	10 000	mg/kg	Intag av jord	
Zink_GVO_ö	300 000	mg/kg	Intag av jord	
Cyanid fri	12	mg/kg	Inandning av ånga	
Cyanid total	1 000	mg/kg	Akuttotoxicitet	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Kvartersmark djup m. källare	KM		
WARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.1. Kvartersmark djup m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m med källare

Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	Extra spädning pg källare, se rapport (obl)
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärden gäller för jord > 1 m från markytan (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)
Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)	
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-		
Egendefinierade ämnen				
Följande ämnen är egendefinierade:				
- Arsenik_GVO_ö				Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Bly_GVO_ö				Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kadmium_GVO_ö				Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.1. Kvartersmark djup m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m med källare

- Kobolt_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Koppar_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Krom_tot_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kvicksilver_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Nickel_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Zink_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.1. Kvartersmark djup m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m med källare

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bensen_GVO_ö	0,070	mg/kg	Inandning av ånga	
Toluen_GVO_ö	8,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Etylbensen_GVO_ö	50	mg/kg	Inandning av ånga	
Xylen_GVO_ö	6,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C5-C8	30	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C8-C10	8,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C10-C12	60	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C12-C16	250	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C8-C10	25	mg/kg	Inandning av ånga	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	250	mg/kg	Skydd mot fri fas	
PAH-L_GVO_ö	18	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M_GVO_ö	10	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H_GVO_ö	40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
PCB-7	0,20	mg/kg	Inandning av ånga	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario	Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Kvartersmark djup m. källare	KM	
VARNING! Orealistiska indata !			
Kontrollera röd-markerade värden !			
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.1. Kvartersmark djup m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m med källare

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	Extra spädning pg källare, se rapport (obl)
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärden gäller för jord > 1 m från markytan (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)
Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)	
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-		
Egendefinierade ämnen				
Följande ämnen är egendefinierade:				
- Bensen_GVO_ö				Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.1. Kvartersmark djup m. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m med källare

[illegible]

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: KM
Eget scenario: D.2. Kvartersmark djup u. källare

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1 m utan källare

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik_GVO_ö	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly_GVO_ö	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium_GVO_ö	150	mg/kg	Intag av jord	
Kobolt_GVO_ö	1 500	mg/kg	Intag av jord	
Koppar_GVO_ö	250 000	mg/kg	Inandning av damm	
Krom tot_GVO_ö	ej begr.	mg/kg		
Kvicksilver_GVO_ö	0,50	mg/kg	Bakgrundshalt	
Nickel_GVO_ö	6 000	mg/kg	Inandning av damm	
Vanadin	10 000	mg/kg	Intag av jord	
Zink_GVO_ö	300 000	mg/kg	Intag av jord	
Cyanid fri	4,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Cyanid total	1 000	mg/kg	Akuttoxicitet	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Kvartersmark djup u. kä	KM		
WARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.2. Kvartersmark djup u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1 m utan källare

Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärden gäller för jord > 1 m från markytan (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:			
- Arsenik_GVO_ö			Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Bly_GVO_ö			Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kadmium_GVO_ö			Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kobolt_GVO_ö			Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.2. Kvartersmark djup u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1 m utan källare

- Koppar_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Krom tot_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kvicksilver_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Nickel_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Zink_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.2. Kvartersmark djup u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m m utan källare

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bensen_GVO_ö	0,025	mg/kg	Inandning av ånga	
Toluen_GVO_ö	2,5	mg/kg	Inandning av ånga	
Etylbensen_GVO_ö	18	mg/kg	Inandning av ånga	
Xylen_GVO_ö	2,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C5-C8	10	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C8-C10	3,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C10-C12	20	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C12-C16	80	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C8-C10	8,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Aromat >C10-C16	350	mg/kg	Inandning av ånga	
Aromat >C16-C35	250	mg/kg	Skydd mot fri fas	
PAH-L_GVO_ö	6,0	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M_GVO_ö	3,5	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H_GVO_ö	40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
PCB-7	0,10	mg/kg	Inandning av ånga	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Kvartersmark djup u. kä	KM		
VARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.2. Kvartersmark djup u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m m utan källare

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärden gäller för jord > 1 m från markytan (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten beaktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Hela ytan kommer hårdgöras eller täckas av byggnad, se rapport (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:	
- Bensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Toluen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **D.2. Kvartersmark djup u. källare**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kvartersmark > 1m m utan källare

- Etylbensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Xylen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-L_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-M_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-H_GVO_ö	Henrys konstant justerad för att utesluta bidrag från exponeringsvägen vid sammanvägning av hälsoriktvärde (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark/ hårdgjord yta > 1m

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik_GVO_ö	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly_GVO_ö	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium_GVO_ö	120	mg/kg	Intag av jord	
Kobolt_GVO_ö	1 500	mg/kg	Intag av jord	
Koppar_GVO_ö	200 000	mg/kg	Inandning av damm	
Krom tot_GVO_ö	ej begr.	mg/kg		
Kvicksilver_GVO_ö	5,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel_GVO_ö	5 000	mg/kg	Inandning av damm	
Vanadin	10 000	mg/kg	Intag av jord	
Zink_GVO_ö	300 000	mg/kg	Intag av jord	
Cyanid fri	50	mg/kg	Akuttoxicitet	
Cyanid total	1 000	mg/kg	Akuttoxicitet	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	rd under park och hårdg	KM		
WARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Föroreningsens djup begränsar tillgänglighet för växtupptag, se rapport (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Föroreningsens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Föroreningsens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Föroreningsens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark/ hårdgjord yta > 1m

Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Endast utomhusvistelse (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Endast utomhusvistelse (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	Kommentar saknas!
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärden gäller för jord på djup > 1 m från markytan (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten baktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Biologiska aktiviteten förväntas avta med djupet, anslagande i enlighet med Storstadsspecifika riktvärden, Stockholms stad, 2019. (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)
Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)	
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-		
Egendefinierade ämnen				
Följande ämnen är egendefinierade:				
- Arsenik_GVO_ö				Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Bly_GVO_ö				Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark/ hårdgjord yta > 1m

- Kadmium_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kobolt_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Koppar_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Krom tot_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Kvicksilver_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Nickel_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
- Zink_GVO_ö	Bakgrundshalt justerat enligt Storstadsspecifika riktvärden (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark/ hårdgjord yta > 1m

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Bensen_GVO_ö	1,8	mg/kg	Inandning av ånga	
Toluen_GVO_ö	200	mg/kg	Inandning av ånga	
Etylbensen_GVO_ö	1 000	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Xylen_GVO_ö	150	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C5-C8	180	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C8-C10	150	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C10-C12	1 000	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Alifat >C12-C16	1 000	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C8-C10	600	mg/kg	Inandning av ånga	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	250	mg/kg	Skydd mot fri fas	
PAH-L_GVO_ö	500	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M_GVO_ö	250	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H_GVO_ö	40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
PCB-7	0,40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario	Kommentarer till scenarioparametrar (frv)	
	rd under park och hårdg	KM		
VARNING! Orealistiska indata !				
Kontrollera röd-markerade värden !				
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	Kommunalt dricksvatten, se rapport (obl)	
Intag av växter	beaktas ej	beaktas	Föroreningens djup begränsar tillgänglighet för växtupptag, se rapport (obl)	
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark/ hårdgjord yta > 1m

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Föroreningens djup begränsar exponeringsmöjligheter, se rapport (obl) (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Endast utomhusvistelse (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Endast utomhusvistelse (obl)
Halt organiskt kol	0,01	0,02	kg/kg	Baseras på resultat från markundersökningar (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm³/dm³	Naturvårdsverket Rapport 5976, Bilaga 1. (obl)
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärden gäller för jord på djup > 1 m från markytan (obl)
Sjöns volym	1000000000	1000000	m³	Spridning till ytvatten baktas utanför modellen (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Biologiska aktiviteten förväntas avta med djupet, anslagande i enlighet med Storstadsspecifika riktvärden, Stockholms stad, 2019. (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Grundvattnet inom området såväl som Stockholm i stort är allmänt påverkat av föroreningar och används inte för dricksvattenändamål (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde	Kommentarer till modellparametrar (frv)
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-	

Egendefinierade ämnen
Följande ämnen är egendefinierade:

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Parkmark/ hårdgjord yta > 1m

- Bensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Toluen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Etylbensen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- Xylen_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-L_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-M_GVO_ö	Temperaturjusterad Henrys konstant hämtad från Johnson & Ettinger, 2017 (se rapport) (obl)
- PAH-H_GVO_ö	Henrys konstant justerad för att utesluta bidrag från exponeringsvägen vid sammanvägning av hälsoriktvärde (obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)
	(obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Bilaga B4. Jämförelse av uppmätta föroreningshalter i jord inom Gasverket Östra mot platsspecifika riktvärden för jord

68(68)

RAPPORT
2022-03-25
RAPPORT
NORRA DJURGÅRDSSTADEN, GASVERKET ÖSTRA

BILAGA B4

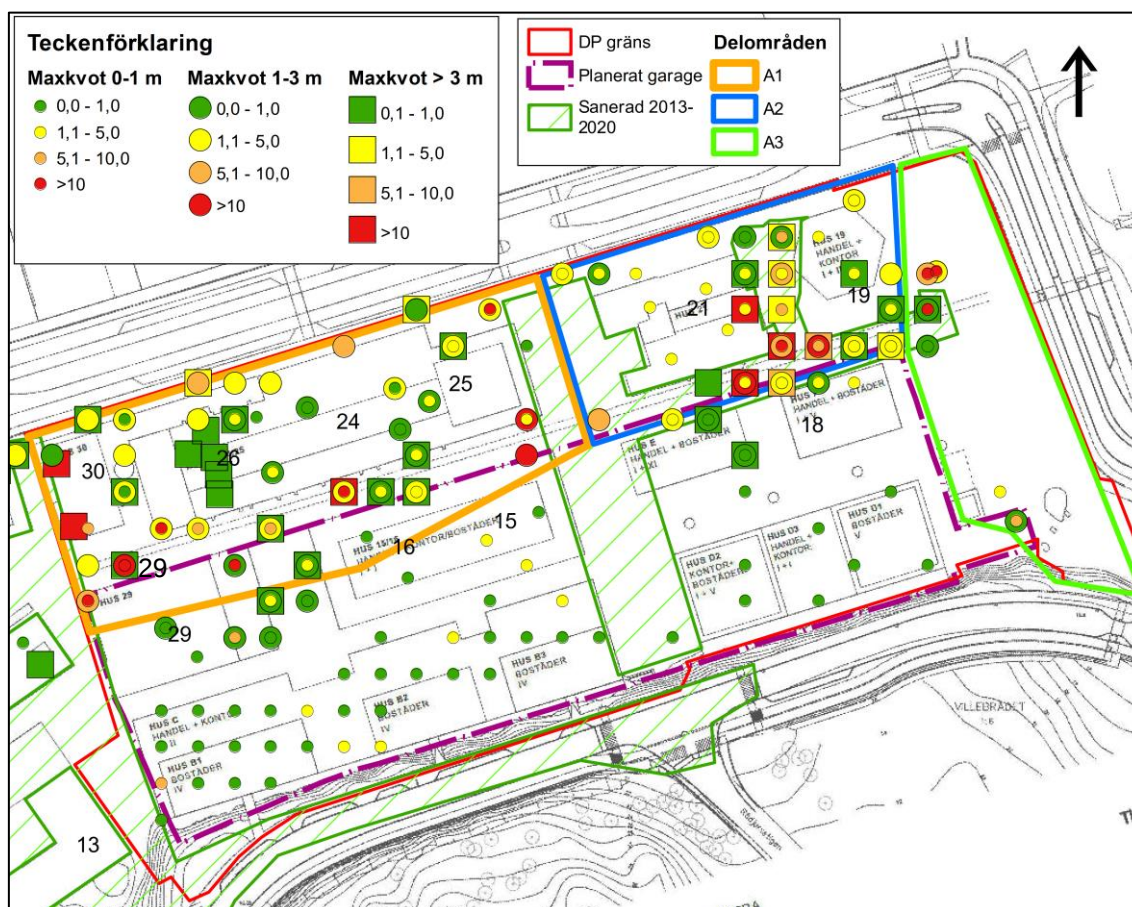
Jämförelse av uppmätta föroreningshalter i jord inom Gasverket Östra mot platsspecifika riktvärden för jord

Följande bilaga redovisar statistik för uppmätta föroreningshalter i jord inom Gasverket Östra jämfört med framtagna platsspecifika riktvärden. Jämförelsen omfattar bara de delar av Gasverket Östra där jord kan komma att kvarlämnas (jord kring och under hus 24/26/25, 30, 21 och 19 samt, delvis, kring hus 15/16, 29 och 18 (spaltgasverket), se Figur 1). Inom områdets södra del kommer samtlig jord avlägsnas ner till berg för att göra plats för garage. Detta område har därför inte inkluderats i utförda beräkningar. Beräkningarna inkluderar inte data avseende jord som avlägsnats vid redan utförda saneringsentreprenader. Vid beräkningarna har föroreningshalter som uppmätts under laboratoriets rapporteringsgräns tilldelats halva värdet för rapporteringsgränsen.

Separata beräkningar har utförts för kvartersmark inom områdets östra och västra del samt område för planerad park/ torgyta inom områdets östra del. De olika områdena benämns fortsättningsvis område A1, A2 och A3, se Figur 1. I figuren illustreras även beräknade kvoter mellan uppmätt halt och platsspecifikt riktvärde enligt formeln

$$Kvot = \frac{\text{Uppmätt halt (ämne x)}}{\text{Riktvärde (ämne x, scenario y)}}$$

Där variabeln x representerar det ämne som undersöks och y representerar det markanvändningsscenario som är tillämpligt inom utvärderat område. I figuren redovisas beräknade maxkvoter för samtliga analyserade ämnen inom djupspannet 0-1 m, 1-3 m samt större än 3 m från markytan.



Figur 1. Västra området (A1) inringat med orange, kvartersmark inom östra området (A2) inringat med blått och planerad parkyta (A3) inringat med grönt. Gröna, gula och röda cirklar och fyrkanter redovisar kvoter över uppmätt halt dividerat med gällande riktvärde (för område A2 har kvoter beräknats utifrån riktvärden för kvartersmark utan källare).

I Tabell 1-6 redovisas statistik för de olika områdena. I det fall det för en punkt finns prover uttagna från flera olika nivåer inom ett specifikt markanvändningsscenario har beräkningar utförts utifrån högsta uppmätta halt.

I Tabell 1 och Tabell 2 redovisas statistik för område A1 i ytlig respektive djup jord. Då samtliga byggnader inom området kommer att uppföras med källare eller underliggande garage jämförs halter mot riktvärden för scenario A. och D. Kvartersmark *med* källare – ytlig och djup jord.

Tabell 1. Statistik för uppmätta föroreningshalter i yttlig jord inom område A1 medel-, median och maxhalter samt 90 percentilen, jämförda mot platsspecifika riktvärden för kvartersmark med källare. Samtliga halter i mg/kg TS.

GVO ÖSTRA - A1 (VÄST KVARTERSMARK)						Andel prover över PSRV (%)	A. Kvartersmark yttlig jord Med källare
Yttlig jord							
Ämne	Medel	Median	Max	90 perc	Antal (N)		
Arsenik	6,8	3,7	26	22	25	0	60
Barium	61	48	133	114	24	0	20 000
Bly	62	42	287	110	25	0	600
Kadmium	0,2	0,1	1,0	0,5	25	0	140
Kobolt	7,4	7,9	11	11	25	0	1 000
Koppar	45	30	186	89	25	0	2 500
Krom total	25	27	48	36	25	0	10 000
Kvikksilver	1,4	0,3	19,3	2,3	30	30	0,5
Nickel	17	15	27	24	25	0	1 000
Vanadin	29	30	47	44	25	0	10 000
Zink	117	85	427	205	25	0	2 500
PAH L	12	0,8	160	27	30	3	140
PAH M	117	17	660	482	30	53	16
PAH H	89	16	410	300	30	43	40
Bensen	0,01	0,01	0,07	0,04	30	3	0,06
Toluen	0,03	0,03	0,05	0,03	25	0	6
Etylbensen	0,03	0,03	0,05	0,03	25	0	40
Xylen	0,03	0,03	0,06	0,03	25	0	5
Alifat >C5-C8	4,4	5,0	5,0	5,0	24	0	30
Alifat >C8-C10	6,7	5,0	50	5,0	25	4	8
Alifat >C10-C12	15	10	100	10	25	4	50
Alifat >C12-C16	15	10	100	10	25	0	200
Alifat >C16-C35	35	27	100	86	25	0	2 500
Aromat >C8-C10	0,8	0,5	5,0	1,4	25	0	18
Aromat >C10-C16	30	7,5	180	96	25	0	500
Aromat >C16-C35	40	16	190	107	25	0	250
PCB7	-	-	-	-	0	-	0,18
Cyanid total	0,4	0,4	0,8	0,7	7	0	1 000
Cyanid fri	0,05	0,05	0,05	0,05	7	0	10

Tabell 2. Statistik för uppmätta föroreningshalter i djup jord inom område A1 medel-, median och maxhalter samt 90 percentilen, jämförda mot platsspecifika riktvärden för kvartersmark med källare. Samtliga halter i mg/kgTS.

GVO ÖSTRA - A1 (VÄST KVARTERSMARK) Djupjord						Andel prover över PSRV (%)	D. Djup jord under kvartersmark Med källare
Ämne	Medel	Median	Max	90 perc	Antal (N)		
Arsenik	6,4	4,9	39	8,2	89	0	60
Barium	85	75	169	118	89	0	20 000
Bly	80	49	323	169	89	0	600
Kadmium	0,2	0,2	0,5	0,4	89	0	140
Kobolt	10	10	19	16	89	0	1 000
Koppar	46	30	193	95	89	0	2 500
Krom total	33	32	56	47	89	0	10 000
Kvikksilver	0,7	0,2	7,5	1,0	99	11	0,5
Nickel	23	20	40	34	89	0	1 000
Vanadin	38	37	68	52	89	0	10 000
Zink	118	92	632	127	89	0	2 500
PAH L	5,5	0,6	59	16	101	0	180
PAH M	59	13	620	128	101	23	20
PAH H	49	13	490	101	101	16	40
Bensen	0,03	0,01	0,54	0,01	75	3	0,07
Toluen	0,04	0,03	0,30	0,03	64	0	8
Etylbensen	0,03	0,03	0,05	0,03	64	0	50
Xylen	0,04	0,03	0,18	0,05	64	0	6
Alifat >C5-C8	4,4	5,0	5,0	5,0	55	0	30
Alifat >C8-C10	5,0	5,0	14	5,0	64	2	8
Alifat >C10-C12	10	10	10	10	64	0	60
Alifat >C12-C16	10	10	10	10	64	0	250
Alifat >C16-C35	19	10	66	35	64	0	2 500
Aromat >C8-C10	0,5	0,5	1,1	0,5	64	0	25
Aromat >C10-C16	4,9	1,3	39	12	64	0	500
Aromat >C16-C35	6,9	2,6	38	20	64	0	250
PCB7	-	-	-	-	0	-	0,20
Cyanid total	0,4	0,3	0,8	0,7	12	0	1 000
Cyanid fri	0,1	0,05	0,1	0,1	10	0	12

I Tabell 3 och Tabell 4 redovisas beräkningar för område A2 för ytlig respektive djup jord. Då en mindre andel av byggnaderna inom området kommer att uppföras utan underliggande källare jämförs halter mot riktvärden för scenario A. och D. Kvartersmark *med* och *utan* källare – ytlig och djup jord.

Tabell 3. Statistik för uppmätta föroreningshalter i ytlig jord inom område A2, medel-, median och maxhalter samt 90 percentilen, jämförda mot platsspecifika riktvärden för kvartersmark *med* och *utan* källare. Samtliga halter i mg/kg TS.

GVO ÖSTRA - A2 (ÖST KVARTERSMARK)						Andel prover över PSRV (%)		A. Kvartersmark ytlig jord	
Ytlig jord						Utan källare	Med källare	Utan källare	Med källare
Ämne	Medel	Median	Max	90 perc	Antal (N)				
Arsenik	5,8	4,3	41	6,9	33	0	0	60	60
Barium	52	42	110	101	29	0	0	20 000	20 000
Bly	38	29	175	78	33	0	0	600	600
Kadmium	0,1	0,1	0,9	0,2	33	0	0	140	140
Kobolt	7,2	5,6	23	12	33	0	0	1 000	1 000
Koppar	31	21	113	72	33	0	0	2 500	2 500
Krom total	20	19	45	36	33	0	0	10 000	10 000
Kviksilver	0,4	0,1	2	1,2	33	18	18	0,5	0,5
Nickel	12	10	28	19	33	0	0	1 000	1 000
Vanadin	25	24	58	33	33	0	0	10 000	10 000
Zink	78	67	230	144	33	0	0	2 500	2 500
PAH L	1,2	0,5	8,7	2,9	33	0	0	50	140
PAH M	16	6,5	110	38	33	61	27	5	16
PAH H	22	13	140	45	33	15	12	40	40
Bensen	0,01	0,01	0,05	0,01	31	6	0	0,02	0,06
Toluen	0,04	0,03	0,08	0,05	31	0	0	2	6
Etylbensen	0,04	0,03	0,05	0,05	31	0	0	15	40
Xylen	0,04	0,03	0,1	0,05	31	0	0	1,5	5
Alifat >C5-C8	2,8	2,5	5,0	5,0	12	0	0	10	30
Alifat >C8-C10*	3,7	5,0	10	5,0	31	55	3	2,5	8
Alifat >C10-C12	7,6	10	10	10	31	0	0	15	50
Alifat >C12-C16	9,1	10	29	10	31	0	0	70	200
Alifat >C16-C35	34	24	160	70	31	0	0	2 500	2 500
Aromat >C8-C10	1,1	0,5	2,0	2,0	31	0	0	6	18
Aromat >C10-C16	4,4	2,4	17	13	31	0	0	300	500
Aromat >C16-C35	7,3	3,0	48	19	31	0	0	250	250
PCB7	-	-	-	-	0	-	-	0,08	0,18
Cyanid total	34	1,0	130	112	7	0	0	1 000	1 000
Cyanid fri	0,2	0,1	0,6	0,4	5	0	0	3,5	10

*Medel-, medianhalt och 90 percentilen styrs helt av storleken på analysens rapporteringsgräns. Inga halter uppmätta över rapporteringsgränsen.

Tabell 4. Statistik för uppmätta föroreningshalter i djup jord inom område A2, medel-, median och maxhalter samt 90 percentilen, jämförda mot platsspecifika riktvärden för kvartersmark med och utan källare. Samtliga halter i mg/kg TS.

GVO ÖSTRA - A2 (ÖST KVARTERSMARK) Djup jord						Andel prover över PSRV (%)		D. Djup jord under kvartersmark	
Ämne	Medel	Median	Max	90 perc	Antal (N)	Utan källare	Med källare	Utan källare	Med källare
Arsenik	6,3	3,6	36	7,3	57	0	0	60	60
Barium	58	40	140	95	57	0	0	20 000	20 000
Bly	41	32	190	68	57	0	0	600	600
Kadmium	0,2	0,1	0,5	0,2	57	0	0	140	140
Kobolt	8,3	8,0	16	14	57	0	0	1 000	1 000
Koppar	24	22	77	38	57	0	0	2 500	2 500
Krom total	27	22	110	46	57	0	0	10 000	10 000
Kviksilver	0,3	0,1	2,7	0,5	57	4	4	0,5	0,5
Nickel	15	12	32	27	57	0	0	1 000	1 000
Vanadin	38	28	190	60	57	0	0	10 000	10 000
Zink	77	67	200	152	57	0	0	2 500	2 500
PAH L	32	0,6	500	73	57	7	2	60	180
PAH M	46	10	550	90	57	46	28	7	20
PAH H	28	13	170	70	57	19	19	40	40
Bensen	0,01	0,01	0,1	0,01	55	4	2	0,03	0,07
Toluen	0,06	0,05	0,3	0,1	55	0	0	2,5	8
Etylbensen	0,07	0,05	0,4	0,1	55	0	0	18	50
Xylen	0,5	0,05	10	0,2	55	2	2	2	6
Alifat >C5-C8	2,1	2,0	5,0	5,0	22	0	0	10	30
Alifat >C8-C10*	3,3	3,0	5,0	5,0	53	36	0	3	8
Alifat >C10-C12	19	10	200	23	55	9	2	20	60
Alifat >C12-C16	52	10	470	140	55	15	4	80	250
Alifat >C16-C35	214	25	2 200	200	55	0	0	2 500	2 500
Aromat >C8-C10	3,6	2,0	34	4,0	55	4	2	8	25
Aromat >C10-C16	58	2,9	710	110	55	2	2	350	500
Aromat >C16-C35	11	3,1	64	32	55	0	0	250	250
PCB7	-	-	0,004	-	1	0	0	0,10	0,20
Cyanid total	9,2	5,5	33	23	9	0	0	1 000	1 000
Cyanid fri	0,6	0,7	0,8	0,8	9	0	0	4	12

*Medel-, medianhalt och 90 percentilen styrs i hög grad av storleken på analysens rapporteringsgräns. Halter över rapporteringsgränsen har endast uppmätts i enstaka prover.

I Tabell 5 och Tabell 6 redovisas beräkningar för område A3 för ytlig respektive djup jord. Halter jämförs mot riktvärden för scenario B. och E. Park och grönytor – ytlig och djup jord.

Tabell 5. Statistik för uppmätta föroreningshalter i ytlig jord inom område A3, medel-, median och maxhalter samt 90 percentilen, jämförda mot platsspecifika riktvärden för parkmark. Samtliga halter i mg/kg TS.

GVO ÖSTRA - A3 (ÖST PARK)						Andel prover över PSRV (%)	B. Park och grönytor
Ytlig jord							
Ämne	Medel	Median	Max	90 perc	Antal (N)		
Arsenik	13	9,0	41	28	7	14	10
Barium	85	91	162	149	7	0	300
Bly	124	39	519	332	7	14	70
Kadmium	0,2	0,1	0,8	0,6	7	0	2,0
Kobolt	7,4	6,8	17	14	7	0	35
Koppar	60	27	213	145	7	14	200
Krom total	25	27	38	35	7	0	150
Kviksilver	1,2	0,2	4,3	3,0	7	29	0,70
Nickel	15	13	26	26	7	0	120
Vanadin	30	32	47	46	7	0	200
Zink	255	97	941	625	7	14	500
PAH L	9,2	0,6	44	27	7	14	15
PAH M	38	7,5	150	103	7	43	23
PAH H	49	10	170	128	7	57	1,2
Bensen	0,02	0,01	0,06	0,04	7	0	0,35
Toluen	0,04	0,03	0,05	0,05	7	0	50
Etylbensen	0,04	0,03	0,05	0,05	7	0	50
Xylen	0,04	0,05	0,05	0,05	7	0	50
Alifat >C5-C8	2,3	2,3	2,5	2,5	5	0	60
Alifat >C8-C10	4,1	2,0	10	8,0	7	0	50
Alifat >C10-C12	8,7	10	11	11	7	0	300
Alifat >C12-C16	8,7	10	11	11	7	0	500
Alifat >C16-C35	106	49	330	250	7	0	1 000
Aromat >C8-C10	1,0	0,5	2,0	2,0	7	0	50
Aromat >C10-C16	19	1,8	91	56	7	14	15
Aromat >C16-C35	45	3,1	210	130	7	14	40
PCB7	-	-	-	-	0	-	0,02
Cyanid total	-	-	-	-	0	-	120
Cyanid fri	-	-	-	-	0	-	8,0

Tabell 6. Statistik för uppmätta föroreningshalter i djup jord inom område A3, medel-, median och maxhalter samt 90 percentilen, jämförda mot platsspecifika riktvärden för parkmark. Samtliga halter i mg/kg TS.

GVO ÖSTRA - A3 (ÖST PARK) Djup jord						Andel prover över PSRV (%)	E. Djup jord under park och hårdgjorda ytor
Ämne	Medel	Median	Max	90 perc	Antal (N)		
Arsenik	5,2	4,5	8,8	7,8	13	0	60
Barium	63	64	68	67	13	0	20 000
Bly	23	22	30	29	13	0	600
Kadmium	0,1	0,1	0,1	0,1	13	0	120
Kobolt	10	8,5	16	14	13	0	1 000
Koppar	18	18	20	20	13	0	2 500
Krom total	27	29	33	33	13	0	10 000
Kviksilver	0,1	0,1	0,4	0,3	13	0	5,0
Nickel	15	15	19	18	13	0	1 000
Vanadin	36	35	48	45	13	0	10 000
Zink	95	75	170	143	13	0	2 500
PAH L	28	16	81	66	13	0	500
PAH M	99	6,0	380	268	13	8	250
PAH H	73	4,2	280	198	13	23	40
Bensen	0,01	0,01	0,04	0,03	13	0	1,80
Toluen	0,05	0,05	0,05	0,05	13	0	200
Etylbensen	0,05	0,05	0,05	0,05	13	0	1 000
Xylen	0,1	0,05	0,3	0,2	13	0	150
Alifat >C5-C8	1,9	1,3	5,0	4,3	5	0	180
Alifat >C8-C10	3,3	3,3	5,0	5,0	13	0	150
Alifat >C10-C12	5,0	3,8	10	8,5	13	0	1 000
Alifat >C12-C16	5,0	3,8	10	8,5	13	0	1 000
Alifat >C16-C35	24	22	38	33	13	0	2 500
Aromat >C8-C10	2,0	2,0	2,0	2,0	13	0	600
Aromat >C10-C16	21	9,1	65	50	13	0	500
Aromat >C16-C35	14	1,7	52	37	13	0	250
PCB7	-	-	0,004	-	1	0	0,40
Cyanid total	1,8	1,8	1,9	1,9	7	0	1 000
Cyanid fri	0,7	0,7	0,8	0,7	7	0	50

Sammanfattning av föroreningssituationen

Framtagna riktvärden överskrids för ett eller fler ämnen i cirka 70 % (ytlig jord) respektive 30 % (djup jord) av uttagna prover från kvartersmark inom detaljplaneområdets västra del (område A1). För kvartersmark inom den östra delen av området (område A2) överskrids riktvärden i cirka 70% (ytlig jord) respektive 50 % (djup jord) av uttagna prov. Jämförelsen för område A2 gäller markanvändningsscenario A. och D. Kvartersmark *utan* källare. Vid jämförelse mot riktvärden framtagna för kvartersmark *med* källare överskrids riktvärden i cirka 40 % av uttagna prover från ytlig jord och 30 % från djup jord. För parkdelen inom områdets östra del (område A3) överskrids de platsspecifika riktvärdena i cirka 60 % av prover från ytlig jord och 25 % av prover från djup jord. Dataunderlaget för område A3 är dock litet.

För angivna procentsatser har bidraget från prover som överskrider platsspecifika riktvärden med avseende på alifater >C8-C10 inte medräknats. Detta då rapporteringsgränsen för den

8 (9)

BILAGA B4

aktuella parametern överskrider riktvärdet i flertalet av de undersökta punkterna. Halter av alifater >C8-C10 har endast uppmätts över laboratoriets rapporteringsgräns i enstaka punkter (4 av cirka 190 analyserade prover).

Föroreningssituationen inom de olika områdena styrs huvudsakligen av PAH-M och PAH-H samt, i mindre omfattning, av kvicksilver. Det senare gäller endast för kvartersmark.

Inga halter av arsenik eller cyanid förekommer över Naturvårdsverkets angivna riktvärde för akuttoxiska effekter (arsenik - 100 mg/kg TS, cyanid - 1 000 mg/kg TS) i de utvärderade proverna. Enstaka akuttoxiska halter av arsenik har avlägsnats från området i samband med utförd saneringsentreprenad (E-322, Terminalgatan). Halter av PAH-H har påträffats över riktvärden för korttidsexponering (300 mg/kg TS) i prov från sju olika punkter inom detaljplaneområdets västra del. Halterna förekommer både i yttlig och i djup jord. Av de djupa proverna har två uttagits under bottenplattan på hus 30 i detaljplaneområdets nordvästra utkant. Halter av kadmium och PCB7 underskrider nämnda riktvärden med god marginal i samtliga prover som undersökts avseende de aktuella ämnena.

Avseende beräknade medelvärden följer en sammanfattning nedan:

Yttlig jord

PAH-M: PSRV överskrider för samtliga delområden A1-A3.

PAH-H: PSRV överskrider för delområde A1 och A3.

Kvicksilver: PSRV överskrider för delområde A1 och A3.

Arsenik, bly, aromater >C10-C16 och aromater >C16-C35: PSRV överskrider för delområde A3.

Djup jord

PAH-M: PSRV överskrider för delområde A1 och A2.

PAH-H: PSRV överskrider för delområde A1 och A3.

Kvicksilver: PSRV överskrider för delområde A1.

Medelvärden för alifater >C8-C10 överskrider riktvärden för kvartersmark *utan* källare (A. och D.) för delområde A2. Medelvärdet för denna ämnesgrupp styrs dock i hög grad av rapporteringsgränsen som i stor del av analyserade prover varit högre än beräknat riktvärde. Halter av alifater >C8-C10 har endast uppmätts över laboratoriets rapporteringsgräns i enstaka prover. Halter av alifater är generellt låga inom området.