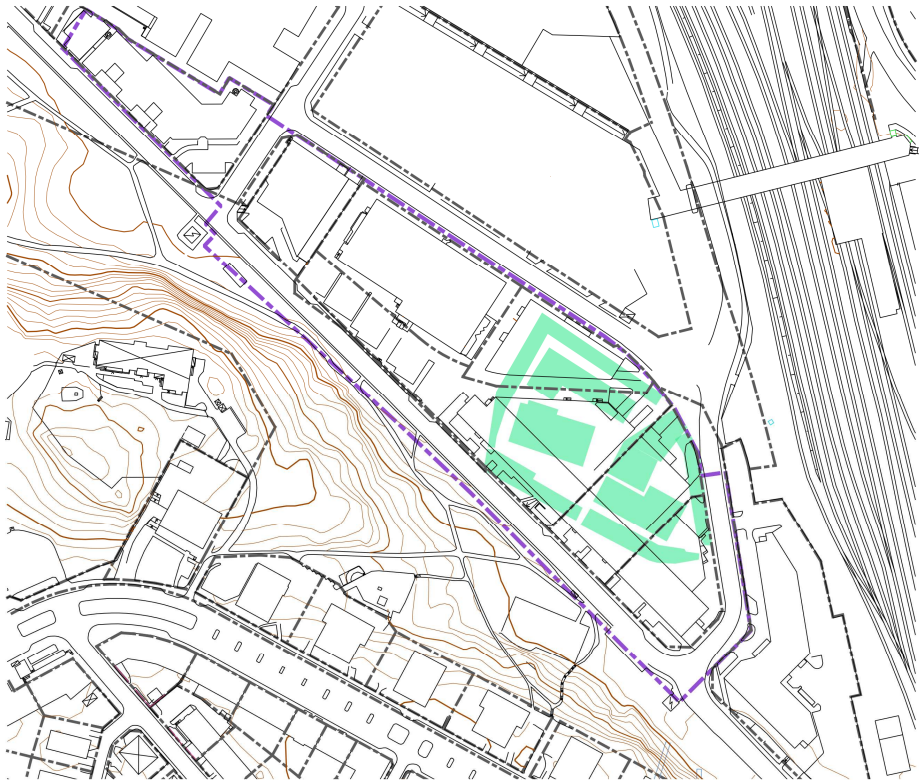


Rapport

Orienterande studie – förorenad mark DP Farao m.fl., Solna stad - samrådshandling



Uppdragsgivare
Fabege Storstockholm AB

Hedenvind Projekt AB
Arnulf Hedenvind
Uppdrag: 160702
Slutrapport
2017-03-07

Uppdragsgivare

Fabege Storstockholm AB, c/o Fabege AB

Box 730

169 27 Solna

Kontakt

Victoria Berggren

victoria.berggren@fabege.se

Konsult

Hedenvind Projekt AB

Rottnerosbacken 255

123 48 Farsta

www.hedenvindprojekt.se

Org.nr: 559026-9386

Kontakt:

Arnulf Hedenvind

Telefon: 08-684 280 28, 073-615 25 45

arnulf.hedenvind@hedenvindprojekt.se

Sammanfattning

Hedenvind Projekt AB har på uppdrag av Fabege Storstockholm genomfört en orienterande studie avseende förorenad mark inom samrådshandling för detaljplanområde Farao m.fl., Arenastaden, Solna stad.

Projektets övergripande mål är att klarlägga föroreningsituationen för att avgöra om föroreningarna utgör en risk för miljö eller hälsa, om det behöver saneras, var sanering ska ske och hur saneringen bör utföras.

Syftet med den här studien har varit att utreda verksamheter och aktiviteter som kan ha skapat markföroreningar under områdets verksamhetstid och ska ligga tillgrund för eventuella markundersökningar inom detaljplanområdet.

Området ligger inom Arenastaden i en sprickdal med i huvudsak lera och överlagrande fyllning där det finns ett övre och undre grundvattenmagasin med lågt skyddsvärde eftersom de inte utgör några grundvattenförekomster och uttagsmöjligheterna är små.

Skyddsvärda yt- och grundvatten finns nedströms området i Råstasjön, Brunnsviken och Stockholmsåsen.

Marken inom detaljplanområdet planeras att användas till bostadsändamål och kommersiell verksamhet och utgörs av stadsliknande miljö där nästan all ursprunglig jord kommer att vara täckt av anläggningar och byggnader.

Inom detaljplanområdet har det funnits industriverksamhet sedan slutet av 1940-talet. Området har i omgångar successivt byggts ut med blandade industri och kontorsverksamhet. Det har förekommit många olika verksamheter där farliga ämnen hanterats som har kunnat skapa markföroreningar.

De allvarligaste verksamheterna bedöms vara tidigare färgeri Regnbågen där tvättkemikalier som tetrakloreten sannolikt förorenat det undre grundvattenmagasinet. Föroreningskällor som tvättvaskor i fri fas kan förekomma i moränen under leran.

Andra verksamheter som kan ha skapat betydande markföroreningar bedöms vara fyllning och möjligen också eventuella läckage av eldningsolja från pannrum. Övriga verksamheter bedöms ha skapat relativt begränsade markföroreningar eftersom verksamheten varit liten både till mängd hanterade farliga ämnen och verksamhetsytor.

En preliminär riskbedömning visar att Naturvårdsverkets generella riktvärden sannolikt överskattar miljö- och hälsorisker varför platsspecifika riktvärden bör beräknas. Vidare rekommenderas att markundersökningar utförs stegvis med start av de föroreningar med störst potential som färgeriet, fyllningen och eldningsoljehanteringen. Utredningarna bör utföras stegvis för att successivt avgränsa föroreningar och dela in området i delområden för vilka representativa halter tas fram för bedömning av miljö-, hälso- och spridningsrisker till naturresurser utifrån platsspecifika riktvärden.

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
I INLEDNING	5
I.1 UPPDRAG, MÅL OCH SYFTE.....	5
I.2 BAKGRUND.....	5
I.3 OMFATTNING.....	6
2 PLATS- OCH OMRÅDESBESKRIVNING	6
2.1 GEOGRAFI OCH TOPOGRAFI	6
2.2 BERGGRUND.....	8
2.3 JORDARTER.....	8
2.4 GRUNDVATTEN	9
2.5 YTVATTEN.....	10
2.6 RADON.....	10
2.7 MARKANVÄNDNING.....	11
2.8 VERKSAMHETSHISTORIA.....	11
2.9 MIFO-OBJEKT.....	17
3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR	18
3.1 MARKFÖRORENINGAR INOM FARAO I4 OCH VÄSTRA FARAO I5.....	18
3.2 MARKFÖRORENINGAR I ANGRÄNSANDE OMRÅDEN	20
4 PRELIMINÄR RISKBEDÖMNING	21
4.1 FÖRORENINGSKÄLLOR OCH FRIGÖRELSEMEKANISMER TILL MARKEN	21
4.2 FRIGÖRELSEMEKANISMER OCH SPRIDNING AV MARKFÖRORENINGAR.....	25
4.3 EXPONERINGSVÄGAR	26
4.4 SKYDDSOBJEKT.....	26
4.5 KONCEPTUELL MODELL	27
4.6 MÖJLIGA FÖRORENINGSSAMBAND.....	28
4.7 JÄMFÖR- OCH RIKTVÄRDEN.....	28
4.8 KUNSKAPSLUCKOR OCH OSÄKERHETER.....	30
5 FÖRSLAG PÅ UTREDNINGAR	31
6 REFERENSER	32

Bilagor

Bilaga 1 – Bakgrundshalter i jord och grundvatten

1 Inledning

1.1 Uppdrag, mål och syfte

Hedenvind Projekt AB har på uppdrag av Fabege Storstockholm AB (c/o Fabege AB) genomfört en orienterande studie avseende förorenad mark inom detaljplanområde Farao m.fl., Solna stad. Uppdraget har genomförts för samrådshandling och utförts mellan november 2016 och mars 2017.

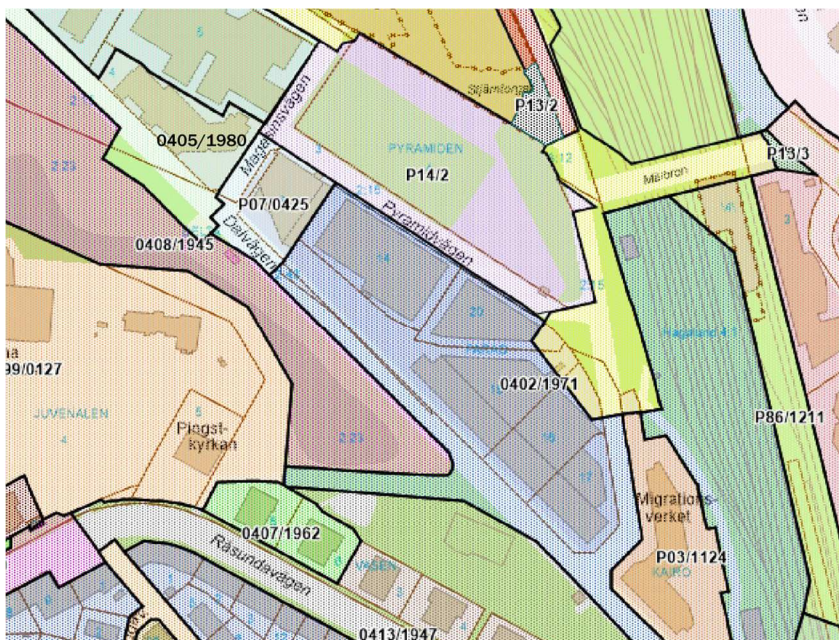
Projektets övergripande mål är att klarlägga föroreningsituationen för att avgöra om föroreningarna utgör en risk för miljö eller hälsa, om det behöver saneras, var sanering ska ske och hur saneringen bör utföras.

Syftet med den orienterande studien har varit att utreda verksamheter och aktiviteter som kan ha skapat markföroreningar under områdets verksamhetstid. Den orienterande studien ligger till grund för eventuella markundersökningar och utgör ett första steg i att uppfylla de övergripande målen ovan.

Den här orienterande studien har utförts enligt BREEAM miljöcertifieringssystem, indikator LE 2 Förorenad mark, del I. Del 2 utgör genomförande av markundersökning och del 3 förberedelser för genomförande av åtgärd (sanering).

1.2 Bakgrund

Inom föreslaget detaljplanområde Farao m.fl. finns idag byggnader för kontor, industri, handel, parkering och vägar.



Figur 1. Geografisk utbredning av gällande detaljplaner (Solna stad webkartor, 2017).

Inom föreslaget detaljplanområde Farao m.fl. finns idag följande gällande planer:

- 0402/1971 Farao
- P07/425 Farao 8

- 0405/I980 Uarda
- P13/3 P03/I124

I Figur I visas detaljplanernas geografiska utbredning.

1.3 Omfattning

Den orienterande studien har innefattat följande delar:

- 1) Genomgång av tidigare utredningar
- 2) Genomgång av arkiv, kartor och databaser så som:
 - a. SGU:s kartgenerator och wms-tjänster
 - b. Lantmäteriets historiska flygbilder och ortofoton
 - c. Solna stads arkiv så som historiska foton, kartor, ritningsarkiv
 - d. Länsstyrelsens Vatteninformationssystem i Sverige (VISS)
 - e. Kungliga Bibliotekets arkiv över telefonkataloger
- 3) Platsbesök den 17 december 2016
- 4) Konceptuell modell
- 5) Preliminär riskbedömning
- 6) Utredningsbehov och förslag på utredningar
- 7) Rapportering

2 Plats- och områdesbeskrivning

2.1 Geografi och topografi

Detaljplanområde Farao m.fl. ligger inom sydvästra Arenastaden i östra Solna stad, se Figur 2. Mot norr ligger övriga Arenastaden med bland annat Friends arena, bostäder, kontor och handelsverksamheter som Mall of Scandinavia. Mot söder finns ett naturområde följt av Råsunda med flerbostadshus. Mot väster finns naturområde, Solna gymnasium och flerbostadshus. Mot öster finns Ostkust- och Arlandabanan följt av ett industriområde.

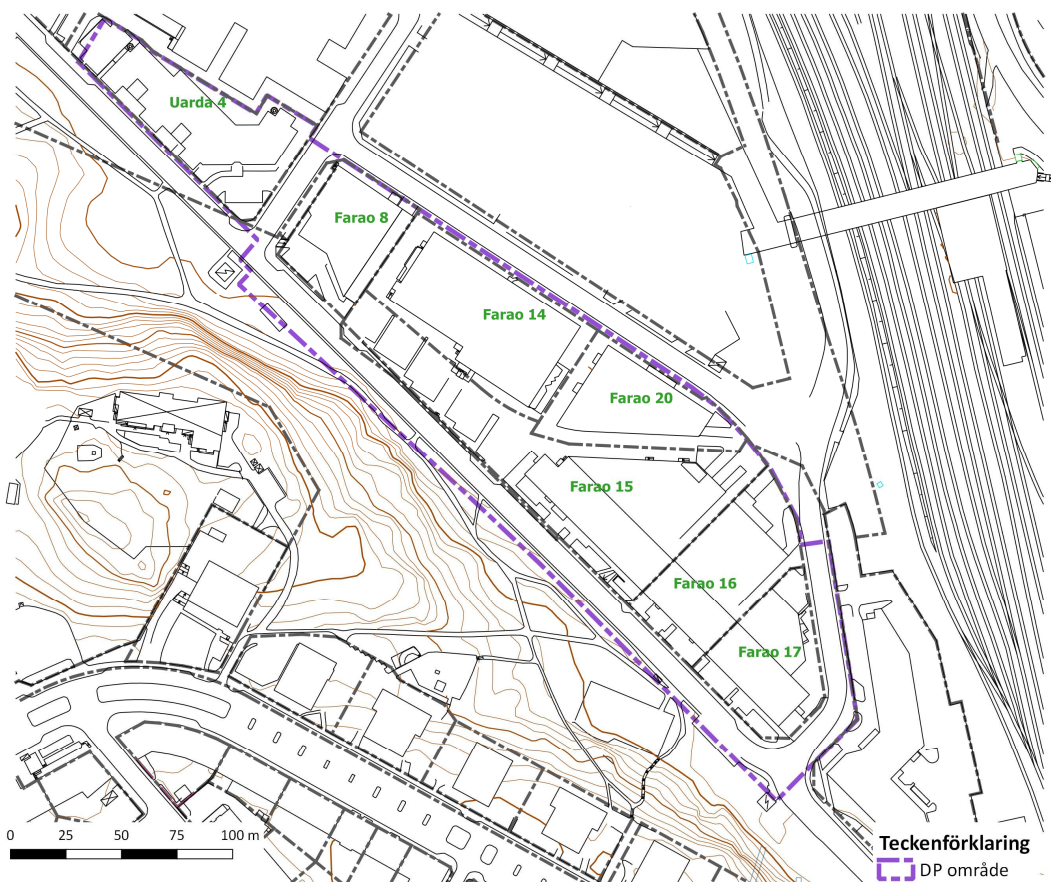
Utredningen omfattar fastigheterna Uarda 4, Farao 8, Farao 14, Farao 15, Farao 16, Farao 17 och Farao 20. Fastigheternas lägen i plan visas i Figur 3.

Området är relativt plant med små höjdskillnader. De högsta delarna är cirka +8,5 och ligger söder inom Farao 17 mot Dalvägen. Lägsta delarna finns vid Pyramidvägen norr om Farao 14 och har en nivå omkring +3,4. Höjderna anges i RH00.

Arenastaden ligger inom ett sprickdalslandskap som skapades genom att sprickor uppstod i en plan berggrundsytta för cirka 40-50 miljoner år sedan på grund av starka rörelser i jordskorpan. Sprickorna har med tiden utvidgats till dalar genom vittring, erosion och med hjälp av inlandsisar. Höjdområden utgör den gamla plana berggrundsytan. I sprickdalarna finns sjöar och jordbruksmark medan höjderna består av berg i dagen eller tunna moränlager. Detaljplanområdet ligger i västra delen av en relativt bred sprickdal som sträcker sig ut mot norr och Råstasjön. Västra sprickdalskanten utgör slutningen upp mot Råsundaområdet väster om Dalvägen.



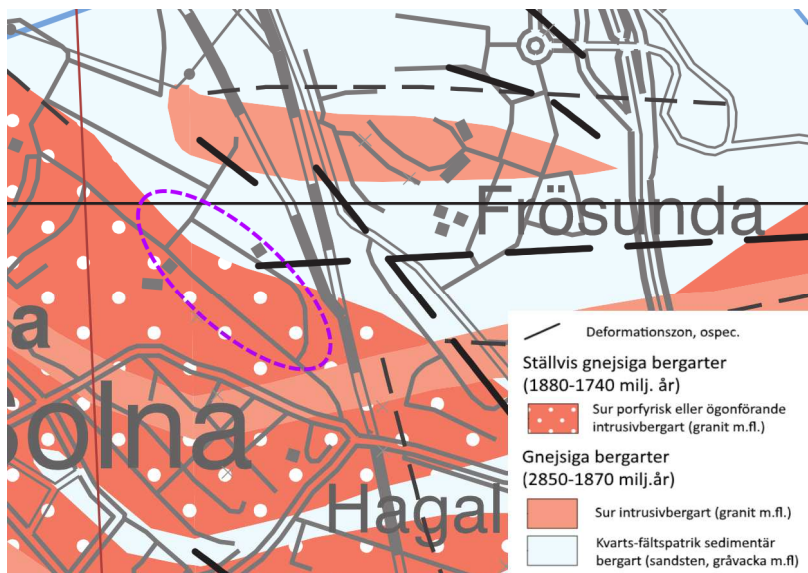
Figur 2. Översikt av detaljplanområdet Farao m.fl.



Figur 3. Fastigheter inom detaljplanområde Farao m.fl.

2.2 Berggrund

Berggrunden inom området utgörs i huvudsak av gnejsiga bergarter av porfyrisk eller ögonförande granit och till mindre del gnejsig sedimentär bergart, se Figur 4. Det finns en deformationszon som går från Farao 20 mot öster. Deformationszonen kan vara sprickrik.



Figur 4. Berggrund inom området.

2.3 Jordarter

I Figur 5 visas jordarterna inom området baserat på SGU:s jordartskarta. Hela området utgörs av fyllning som ligger an mot berg i dagen söder om Dalvägen. Naturlig jordart under fyllningen är i huvudsak lera eller gyttjig lera men morän kan sticka upp längs sprickdalskanten sydväst om Dalvägen.



Figur 5. SGU:s jordartskarta. Rött motsvara berg i dagen, skräfferat utgör fyllning. Kartan visar jordarter 0,5 m under markytan (SGU wms, 2017).

Vid granskning av grundläggningshandlingar för nuvarande byggnader inom Farao 15 till 17 har det framkommit att de troligen har anlagts på berg alternativt sprängd berggrundsytta eller morän längs Dalvägen vilket visas i Figur 6. Tolkningen har osäkerheter och bygger på uppgifter om lägen för pålar och plintar.



Figur 6. Tolkade berg och morän under byggnader inom Farao 15 till 17. (Underlag från (SGU wms, 2017)).

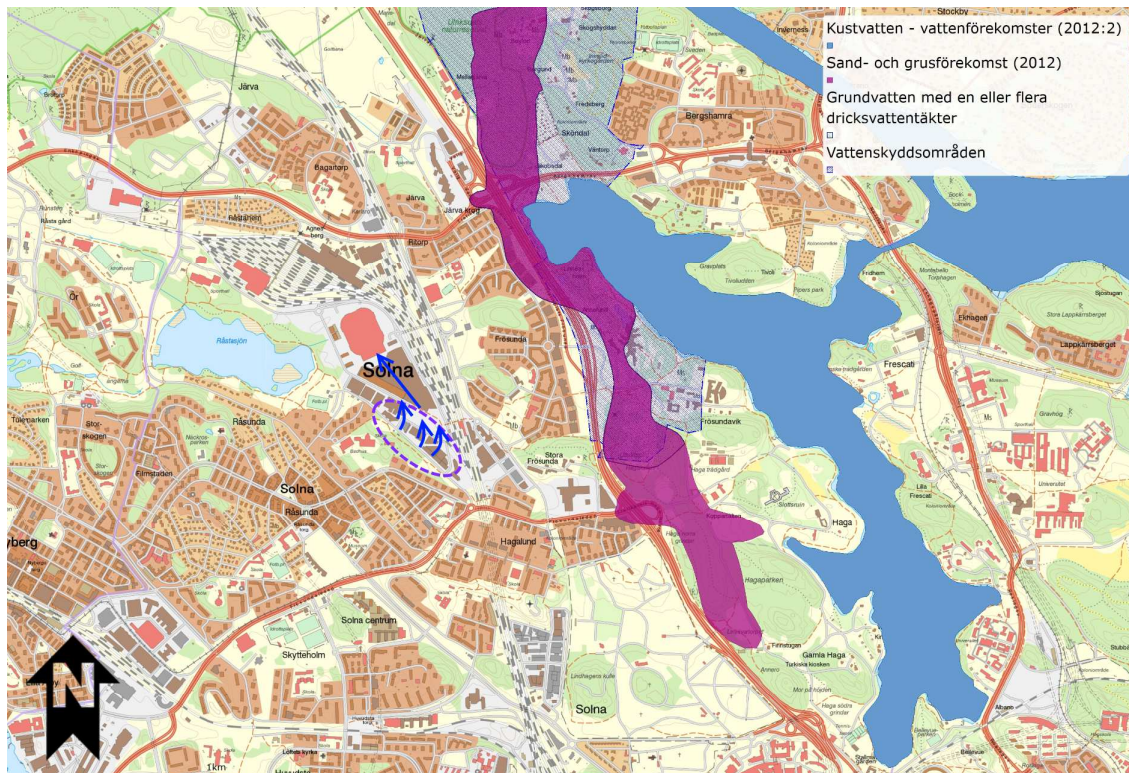
2.4 Grundvatten

Inom detaljplanområdet finns det sannolikt ett övre och undre grundvattenmagasin i det lösa jordtäcket. Det övre magasinet finns i fyllningen och i lerans torrskorpa och har bildats för att området fyllts ut. Inströmningsområde utgör hela ytan inom Arenastaden. Infiltrationen är sannolikt låg eftersom de flesta ytor är hårdgjorda men infiltration och grundvattenbildning kan förekomma genom sprickor, grönytor och läckage från vatten, dagvatten och avloppsledning. Inom delar av detaljplanområdet kan det övre grundvattenmagasinet vara uttorkat under delar av året, troligtvis främst augusti till september. Det övre grundvattenmagasinets utströmningsområde är Råstasjön och diket som avleder dess vatten mot Brunnsviken. Grundvattnet i det övre magasinet strömmar därför mot nordväst.

Det undre grundvattenmagasinet har sitt vattenförande lager i moränen under leran i sprickdalen. Inströmningsområdet är begränsat till sprickdalskanterna där morän kan sticka upp genom lerlagret mot bergskanterna eller där leran över moränen utgörs av torrskorpa. Utströmningsområde för det undre grundvattenmagasinet är sannolikt Råstasjön och eventuellt Brunnsviken eller Stockholmsåsen som löper längs västra Brunnsviken. Det undre grundvattenmagasinet har sannolikt hydraulisk kontakt med grundvattnet i berggrunden.

Inget av grundvattenmagasinen bedöms ha hög känslighet eftersom de inte utgör några grundvattenförekomster (VISS) som skulle kunna användas till dricksvatten i framtiden. Grundvattnet i båda magasinen kan dock fungera som spridningsvägar för föroreningar mot skyddsvärda objekt.

Närmaste skyddsvärda grundvatten (vattenskyddsområde) finns i Stockholmsåsen som löper från norr till söder invid Brunnsviken cirka 800 m mot öster om detaljplanområdet. Stockholmsåsen ligger inte i grundvattenmagasinens direkta strömningsriktning även om det undre magasinet kan vrida och strömma mot åsen i höjd med nordvästra Brunnsviken.



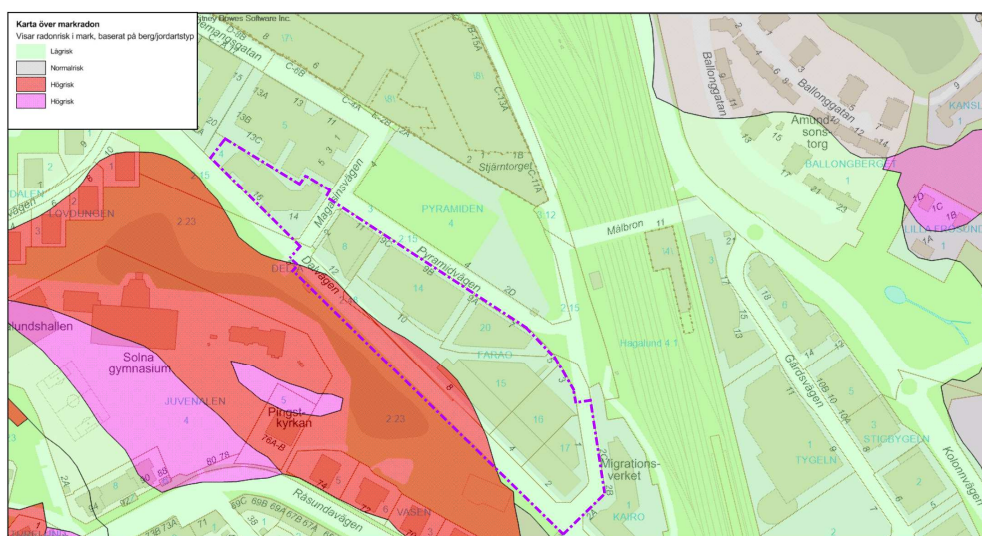
Figur 7. Grund- och ytvattenförekomster samt grundvattnets strömningsriktning vid detaljplanområdet.

2.5 Ytvatten

Närmaste ytvatten är Råstasjön som ligger nordväst om detaljplanområdet. Råstasjön avrinner mot Brunnsviken via i ett dike som till stora delar är kulverterad och bland annat går under Friends Arena, se Figur 7. Brunnsviken utgör en vattenförekomst kustvatten enligt VISS, se Figur 7.

2.6 Radon

I Figur 8 visas utdrag från Solna stads radonkarta över detaljplanområdet. Inom huvuddelen av området är radonrisken låg. Inom ett smalt stråk längs Dalvägen är dock radonrisken hög vilket beror på att berg ligger nära markytan.



Figur 8. Radonriskkarta över detaljplanområdet (Solna stad webbkartor, 2017).

2.7 Markanvändning

Idag används detaljplanområdet till kommersiella verksamheter som kontor, lager, butiker och restauranger. Parkeringar finns både utomhus och i garage.

I närområdet finns likartade kommersiella verksamheter som inom detaljplanområdet. Det finns också bostäder ovan de kommersiella verksamheterna i tredimensionell fastighetsbildning. I övrigt finns järnväg, industriverksamhet och parkmark.

I framtiden planeras bostäder och kommersiella verksamheter som kontor, handel och restauranger inom detaljplanområdet. Marken kommer att utgöras av stadsbebyggelse dvs. markytorna kommer till övervägande del att vara hårdgjorda eller utgöras av byggnader med trädplanterade i speciella gropar. Grönytor kommer att utgöra en mindre del och kan komma att anläggas över parkeringar dvs. även dessa har ingen kontakt med naturlig jord.

2.8 Verksamhetshistoria

2.8.1 Fastighetsbeteckningar

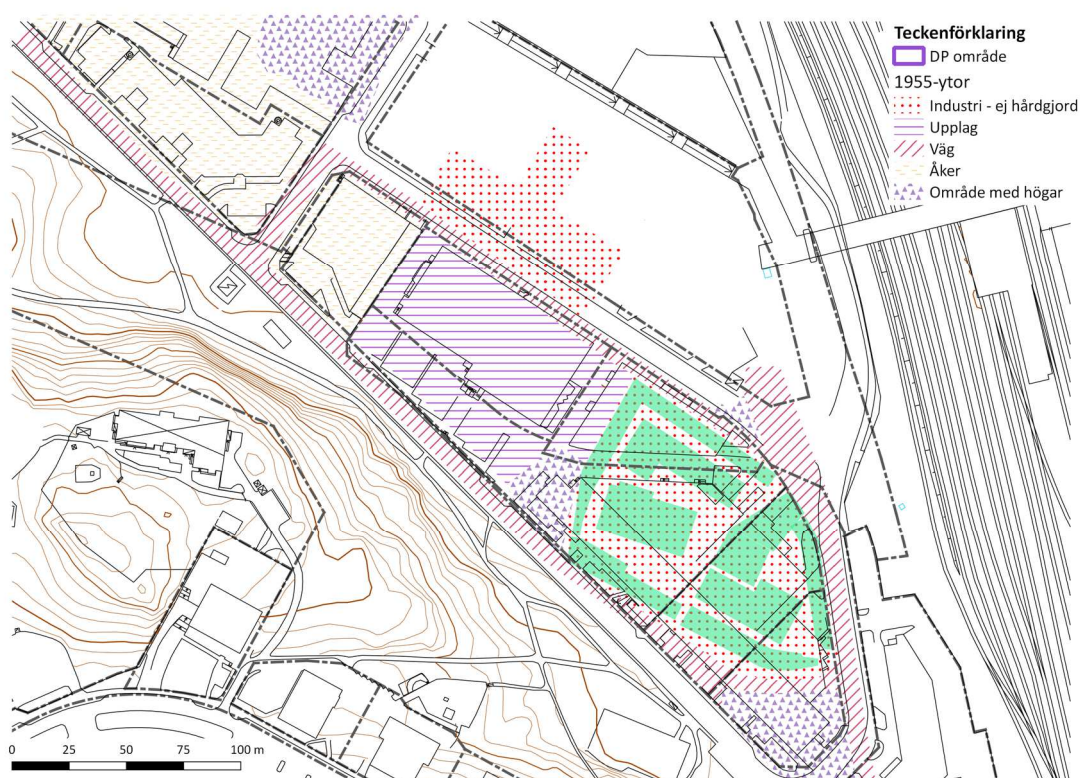
I Tabell I visas en sammanställning av fastigheter som ingår i detaljplanområdet samt de kända historiska fastighetsbeteckningarna som de haft eller fastigheter som de tidigare ingått i. Nilen I var ett eget kvarter som utgjorde en relativt stor del av Farao 17 fram till början av 1970-talet.

Tabell I. Nuvarande och historisk fastighetsbeteckningar. Sammanställningen har osäkerheter och bedöms inte vara fullständig.

Fastighet	60-talet	70-talet	80-talet
Uarda 4		Uarda 1	Uarda 2
Farao 8	Farao 18		
Farao 14	Farao 9, Farao 12 Farao 10, Farao 13		
Farao 15			
Farao 16			
Farao 17		Nilen 1 (del)	
Farao 20		Farao 14	

2.8.2 Verksamheter och anläggningar, slutet av 1940-talet och fram till 1955

De första verksamheterna inom detaljplaneområdet startade i slutet av 1940-talet eller början av 1950-talet. I Figur 9 visas verksamheter och anläggningar som fanns etablerade kring 1955. I sydväst fanns industriverksamhet med färgeri Regnbågen i västra delen och okänd verksamhet i östra delen. Inom färgeriet fanns en central huvudbyggnad omgärdad av enklare förrådsbyggnader. Ytor som inte är bebyggda inom färgeriet var inte hårdgjorda och skräpiga. Verksamheten öster om färgeriet var mindre skräpig.



Figur 9. Verksamheter och byggnader inom och kring detaljplaneområdet år 1955. Färgeriet Regnbågen i sydost byggdes före 1950.

Väster om färgeriet fanns en stor upplagsyta. Området var ordnat med diken runt om för att avleda nederbörd. Maskiner och annan materiel var uppställda på upplagsytan. Upplagsområdet fylldes troligen upp i omgångar. Fyllningen användes för att öka upplagets bärighet.

Väster och söder om färgeriet fanns ytor med högar som troligen bestod av jordmassor och skräp/avfall. Ytorna verkar ha fungerat som tillfällig deponi eller förvaring. Ytan i söder utgör sedermera fastigheten Nilen I och som idag är södra delen av Farao 17.

I nordvästra delen av detaljplanområdet fanns åker- eller ängsmark under 1940- och 1950-talet.

Norr om detaljplanområdet, inom vad som idag är Pyramiden 4, fanns upplagsytor som fyllts ut och använts i omgångar. Där fanns skjul, containrar och bråte som kan vara skrot. Fyllningen har sannolikt lagts ut för att öka bärigheten.

Nordost om detaljplaneområdet fanns ett område med högar av troligen olika jordmassor. Området har inte fyllts ut för att användas till någon verksamhet utan ser ut att ha använts till tillfällig deponi.

I mitten av 1950-talet fanns i stort sett vägarna Pyramidvägen och Dalvägen anlagda motsvarande dagen sträckning men båda vägarna kan ha gått några meter längre mot söder. I södra delen av detaljplanområdet skär en mindre väg mellan Dalvägen och Pyramidvägen ungefär mitt på vad som idag är Farao 17, se Figur 9.

2.8.3 Verksamheter och anläggningar, 1965

Under slutet av 1950-talet och början av 1960-talet utvecklades området. Flera byggnader uppfördes för kombinerad kontors och industriverksamhet, se Figur 10. I någon enstaka byggnad fanns bara kontor som den så kallade Oktanen som låg inom vad som idag är Pyramid 4. Verksamheterna i de nya byggnaderna var mer ordnade jämfört med det äldre industriområdet i södra delen av området. Verksamheterna bedrevs i flera plan och var en blandning mellan kontor och industri. I källare fanns garage och pannrum. Ytor runt om byggnaderna var hårdgjorda med asfalt eller grus och det fanns kajer för lastning och lossning av gods och varor. På flygbilder från mitten av 1960-talet syns relativt lite material runt om byggnaderna även om det förekom under perioder.

Inom vad som idag är Farao 14 byggdes hus B60 i slutet 1950-talet och början av 1960-talet. I källaren fanns garage, hissar och pannrum med eldningsoljecistern. Schakt för garage var sannolikt inte speciellt djup som för grannbyggnaden inom nuvarande Farao 20. Inom Farao 14 fanns både kontor och industriverksamhet som tryckeri, snickeri m.m. Verksamheterna bedrevs i flera plan.

Byggnaden B57 inom Farao 8 har ett osäkert byggår. Utifrån historiska flygbilder byggdes B57 någon gång mellan 1956 och 1960. Verksamheterna som funnits i byggnaden är osäker men har sannolikt varit en blandning av kontor och industri som övriga byggnader i området från den här tiden. Byggnad B57 kompletterades mot norr med en lägre del omkring år 1967. Sannolikt värmdes byggnaden upp med eldningsolja eftersom det fanns en skorsten i södra delen av byggnaden.

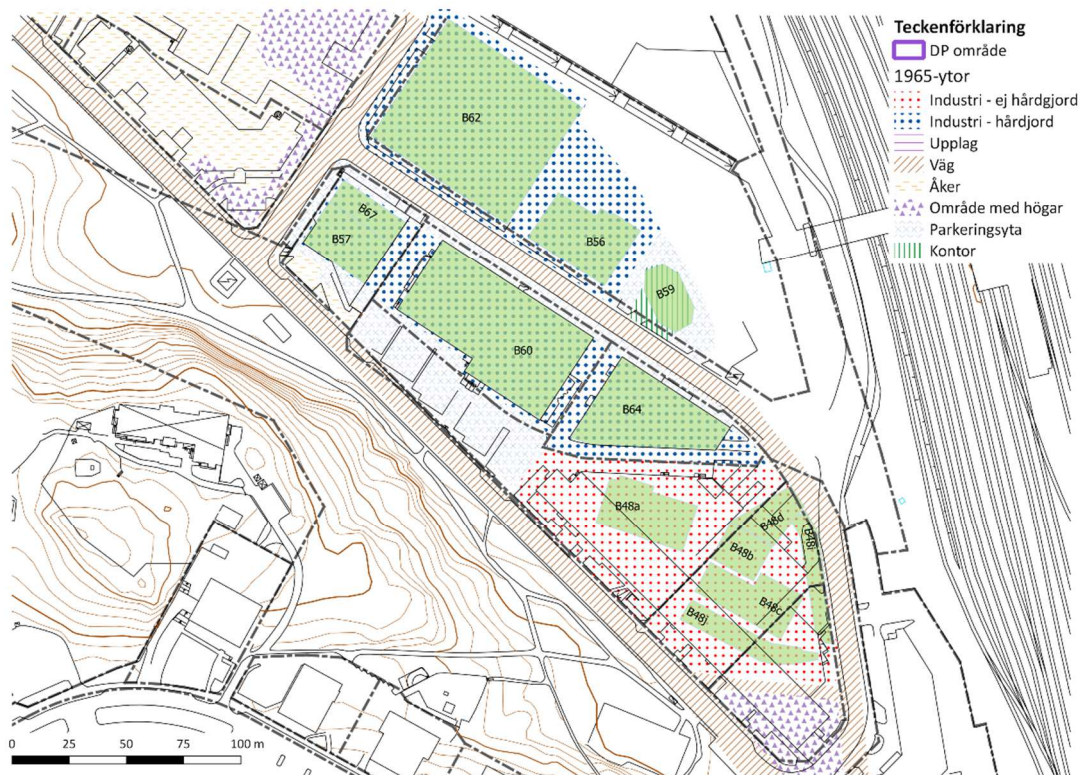
I sydost låg fortsatt färgeriet Regnbågen. Färgeriet fanns på Pyramidvägen 5 i 1965-års telefonkatalog. Infarten var vid Pyramidvägen men själva huvudbyggnaden låg närmare Dalvägen.

I mitten av 1960-talet revs norra uthusen inom färgeriet för att ge plats för byggnad B64 inom vad som idag är Farao 20. Byggnaden har källare. Vid grundläggningen schaktades sannolikt jord ur från norra delen av tidigare färgeriverksamheten. Verksamheterna inom B64 bedrevs i flera plan med blandat kontor och industri som mekanisk verkstad, grafisk verksamhet, fotoframkallning m.m. I källarplan fanns parkering och pannrum med oljecistern.

I sydligaste delen av området fanns fortsatt ytor med högar dvs. möjlig deponi eller tillfällig förvaring av jordmassor. Sydligaste delen utgjorde Kv. Nilen I.

I nordvästra området inom vad som idag är Uarda 4 började jordhögar dyka upp. Dessa hänger ihop med det äldre upplaget/deponin mot norr inom vad som idag är Uarda 5.

Vägarna Dalvägen, Pyramidvägen och Magasinsvägen liksom parkerings- och körytor kring industribyggnaderna läng Pyramidvägen var asfalterade kring 1965. Inom dessa ytor kan tjärasfalt inte uteslutas eftersom stenkolstjära användes i asfalt före 1973.



Figur 10. Verksamhetsytor och byggnader kring 1965.

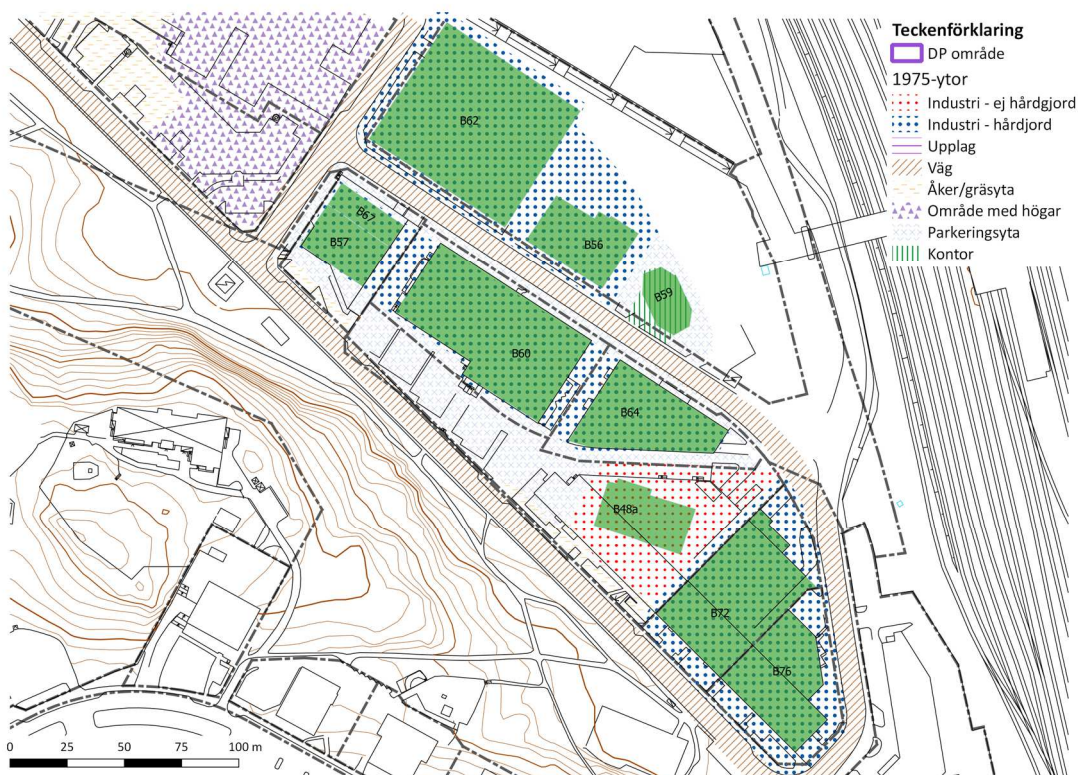
2.8.4 Verksamheter och anläggningar, 1975

I Figur 11 visas verksamheter och anläggningar omkring 1975. Färgeriet finns fortsatt och finns med i 1975-års telefonkatalog.

Industriverksamheten öster om färgeriet revs i början av 1970-talet för att ge plats för två byggnader för industri och kontor inom vad som idag är Farao 16 och 17. Byggnaderna stod klara 1972 respektive 1976. I höghusdelen mot Dalvägen fanns kontor och i låghusdelen mot Pyramidvägen fanns garage och lager. Företag som Nikon, GDC (Grammofonbolagens Distributionscentral) och Jotunggruppen hade sina lager i byggnaderna. Garageytor byggdes om för att öka lagerkapaciteten. Inom B76 fanns också en mindre bilserviceanläggning vid garageutfarten mot Pyramidvägen. Verksamheten bedrevs under okänd tid.

Högområdet i norr var relativt utbrett under 1970-talet inom Uarda 4 och 5. Inom Uarda 4 syns spridda högar på flygbilder medan högarna var omfattande inom nuvarande Uarda 5.

Omkring 1975 var de flesta parkeringsytorna inom detaljplanområdet asfalterade men det är osäkert när parkeringen framför byggnad B60 asfalterades. Ytan var inte asfalterad 1971 men väl 1976. Parkeringen framför B57 utgjordes troligen av grus. Det är därför inte troligt att det funnits tjärasfalt inom tidigare parkerings- och körytor framför B57 och B60.

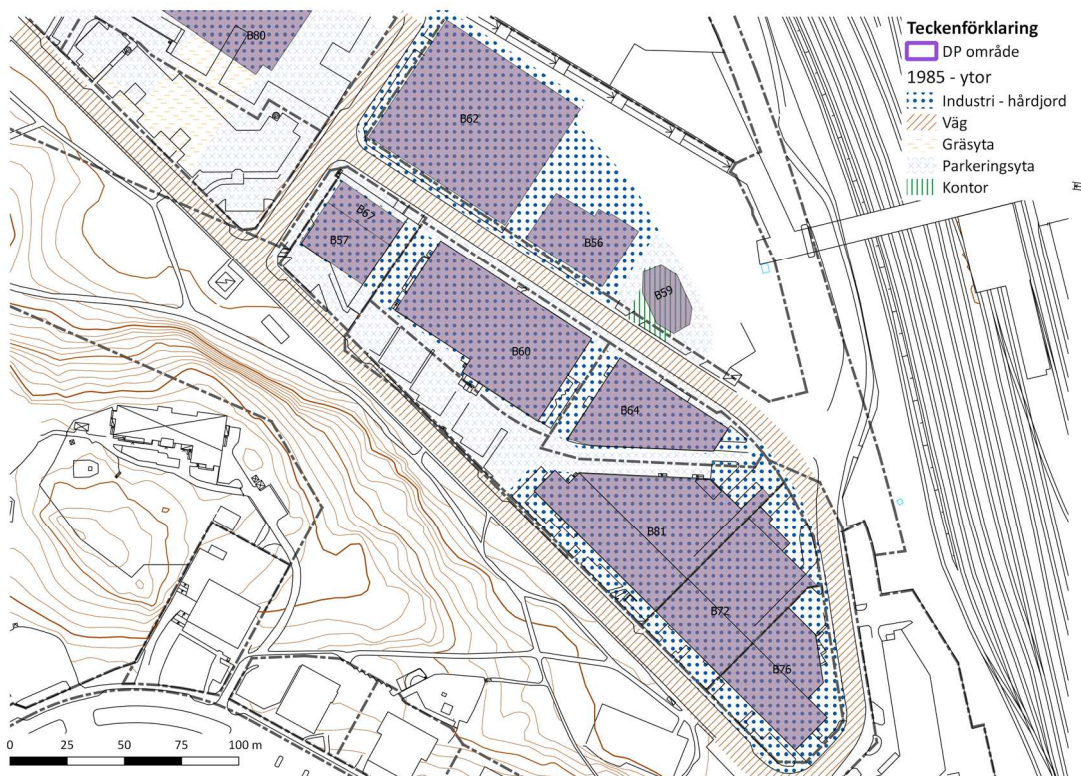


Figur 11. Verksamheter och byggnader kring 1975.

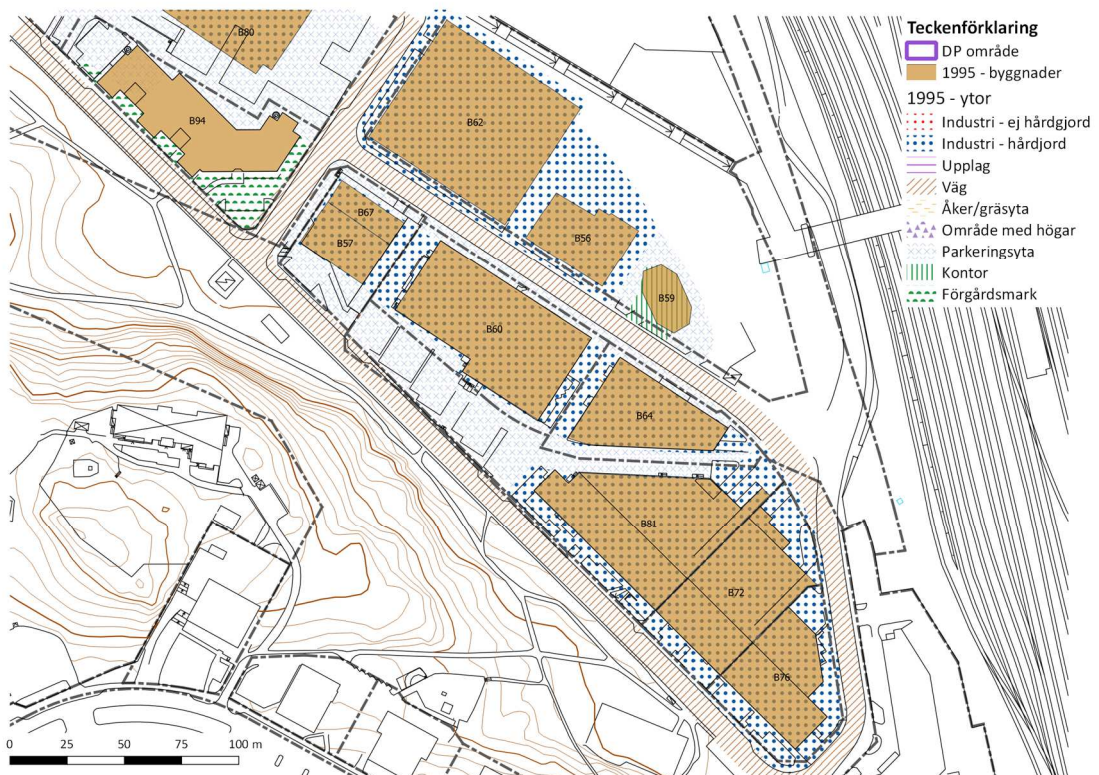
2.8.5 Verksamheter och anläggningar, 1985

Verksamheter inom området kring 1985 visas i Figur 12. Färgeriet på Pyramidvägen 5 finns inte kvar utan har gett plats för ett kontors- och industrihotell inom vad som idag är Farao 15. Huset stod klart 1981. I höghusdel mot Dalvägen fanns kontor på de övre planen och lager på de nedre planen. I källplanet fanns parkering mot Pyramidvägen som i det närmaste ligger i markplan. Mot Dalvägen finns lager och skyddsrum i källarplan. Restaurang har funnits sedan huset byggdes och det har tidigare funnits en konferensanläggning.

I mitten av 1980-talet har norra delen av detaljplaneområdet anlagts med industribyggnad som användes till lager. Inom nuvarande Uarda 4 anlades parkeringsytor och gräsytor. Asfaltering gjordes efter 1973 varför asfalten sannolikt inte innehåller tjära.



Figur 12. Verksamheter och byggnader kring 1985.



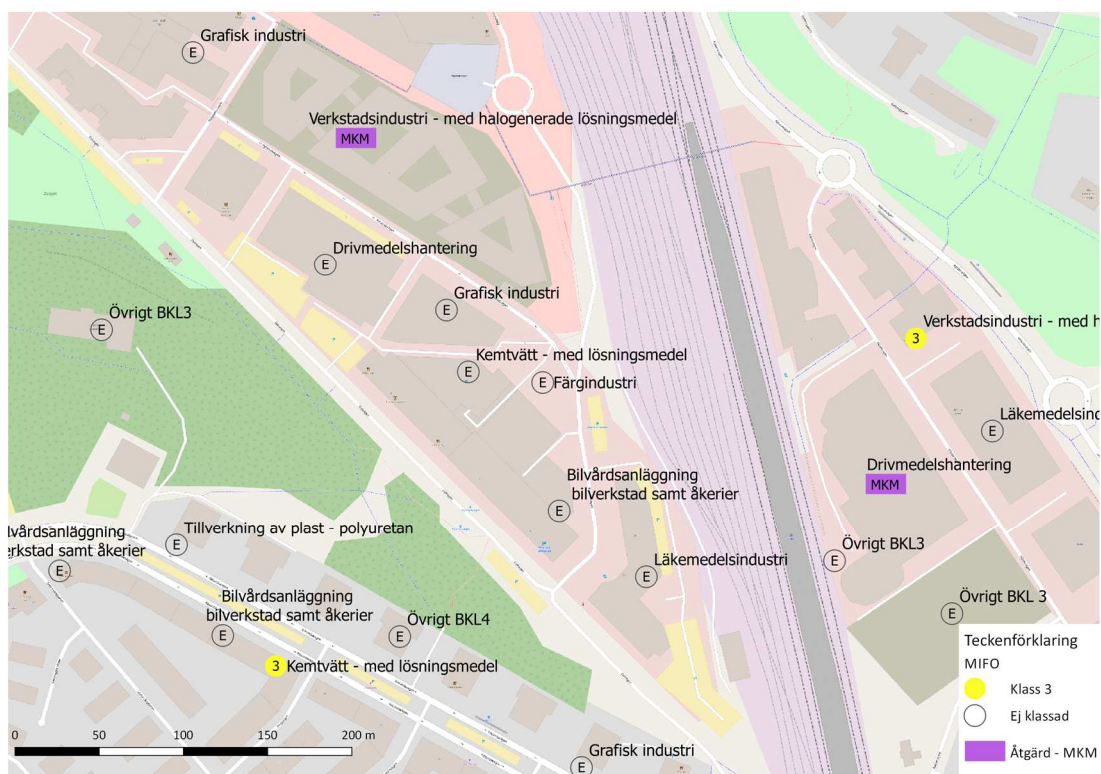
Figur 13. Verksamheter och anläggningar, 1995.

2.8.6 Verksamheter och anläggningar, 1995

Verksamheter kring 1995 visas i Figur 13. Sedan 1980-talet har nuvarande hus inom Uarda 4 tillkommit och finns över större delen av fastigheten. Byggnaden har källarplan varför huvuddelen av jorden från område med jordhögar och parkeringsytor troligen schaktats ur. Det kan dock finnas rester av ursprunglig jord i norra och södra delen av Uarda 4.

2.9 MIFO-objekt

Det finns flera MIFO¹-objekt inom detaljplanområdet i länsstyrelsens databas (Länsstyrelsen, 2017). I Figur 14 visas objekten som finns inom detaljplanområdet samt objekt i närområdet. Ett par objekt har åtgärdats och markeras med "MKM" vilket betyder att sanering skett med Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM (mindre känslig markanvändning) som åtgärds mål.



Figur 14. MIFO-objekt inom detaljplanområdet och dess närområde. BKL står för Naturvårdsverkets branschkartläggning. Lägre BKL- eller MIFO-klass antas vara allvarigare förorenad eller möjligt förorenad bransch eller objekt.

Inom Farao 14 har det enligt MIFO-databasen funnits drivmedelshantering men också elektronisk, grafisk och läkemedelsindustri. I den här utredningen har dock ingen drivmedelshantering påträffats men väl grafisk industri som tryckeri (Solna Offset), läkarmottagning och lättare tillverkningsindustri. Det går dock inte att utesluta att det under någon kortare period funnits drivmedelcistern med exempelvis diesel för industriverksamheten i området även om det inte kunnat identifieras i några flygbilder eller handlingar.

¹ MIFO = metodik för inventering av förorenade områden.

Inom Farao 20 har det enligt MIFO-databasen funnits grafisk industri vilket också stämmer med handlingar som granskats i den här studien. Det har också funnits mekanisk och allmän verkstad, fotoverksamhet m.m.

Inom Farao 15 finns kemtvätt och livsmedelsindustri markerat i MIFO-databasen. Någon renodlad kemtvätt tycks inte ha förekommit utan kan troligen härledas till färgeriet inom fastigheten. I vissa färgerier fanns egen kemtvättsdel. I Länsstyrelsen i Stockholms läns inventering av kemtvättar från 2005 finns ingen kemtvätt men väl färgeri på Pyramidvägen 5 (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2005). Av genomgångna handlingar finns inga uppgifter om någon livsmedelsindustri inom Farao 15. Det har dock funnits restaurangverksamhet sedan huset byggdes i början av 1980-talet.

Inom Farao 16 ska det ha funnits färgindustri enligt MIFO-databasen. Troligen är det färgeriet som hade sin adress och infart på Pyramidvägen 5 (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2005) men där huvudbyggnaden låg närmare Dalvägen.

Inom Farao 17 ska det enligt MIFO-databasen ha funnits bilvård, bilverkstad och åkeri. I den här utredningen har en mindre bilvårdsanläggning identifierats i slutet av 1970-talet vid utfarten från garaget till Pyramidvägen. Däremot har varken bilverkstad eller åkeri kunnat identifierats. Det är dock fortsatt okänt vilken verksamhet som bedrevs sydöst om färgeriet inom Farao 17 innan nuvarande byggnad uppfördes. Bilverkstad eller åkeri är mindre trolig eftersom fordonen var få eller saknades på flygbilder från 1950 till 1970-talet inom nuvarande Farao 17. Flygbilderna visade att verksamheten var mer städad jämfört med intilliggande färgeri. Sedan slutet av 1970-talet då nuvarande hus byggdes har det framförallt funnits lager och garageverksamhet i nedre våningarna och kontor i de övre våningarna. Uppvärmningen har alltid varit fjärrvärme.

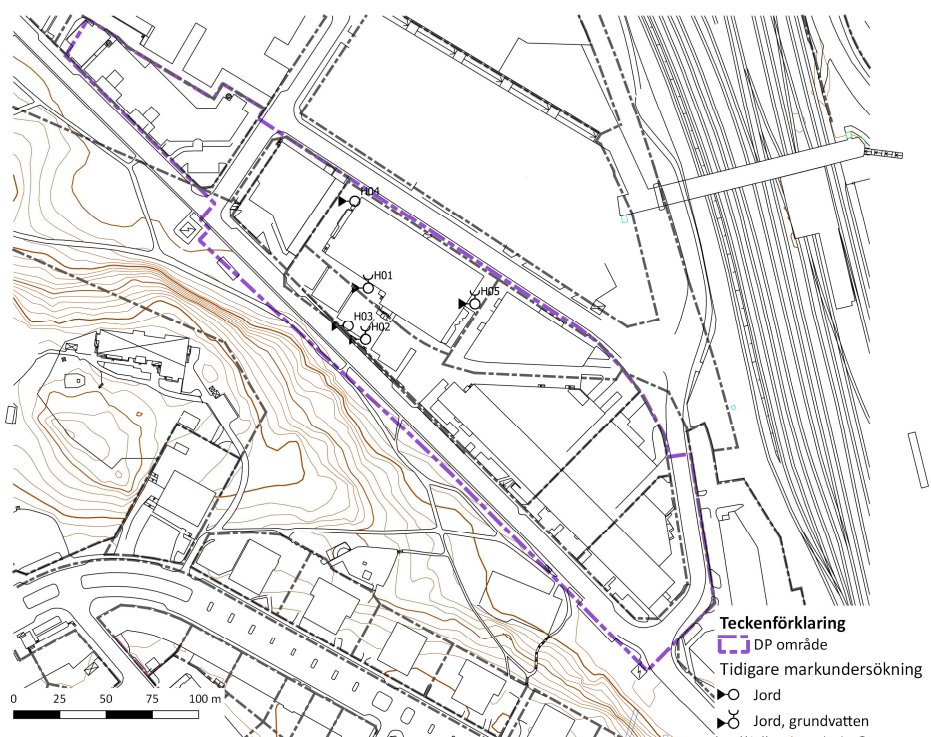
3 Tidigare undersökningar

Inom detaljplaneområdet har en markundersökning genomförts kring byggnaden inom Farao 14 och parkeringen inom västra Farao 15.

I närområdet har markundersökningar och sanering utförts inom Pyramiden 4. Utredningar har utförts av Stockholm läns landsting (SLL) i jord och grundvatten i både jord och berg för kommande tunnelbaneuppgång till Arenastaden.

3.1 Markföroreningar inom Farao 14 och västra Farao 15

Hifab utförde 2013 en översiktlig markundersökning inom Farao 14 och västra Farao 15 på uppdrag av Fabege. Provtagningen omfattade jord och grundvatten. Syftet var att undersöka möjliga föroreningskällor utifrån tidigare verksamheter samt karakterisera föroreningskällorna. Fem provpunkter i jord och tre i grundvatten undersöktes enligt Figur 15. Provpunkterna riktades mot möjliga föroreningskällor och installerades för att kontrollera spridning i det övre grundvattenmagasinet.



Figur 15. Tidigare provpunkter i jord och grundvatten inom Farao 14 och västra Farao 15.

I Tabell 2 visas identifierade källor och vilka föroreningar som påträffats inom olika intervall från bakgrund till över MKM.

Tabell 2. Undersökta föroreningskällor och påträffade föroreningar inom intervall från över bakgrund till över MKM.

Källa	Bakgrund-KM	KM-MKM	>MKM
Fyllning	Trikloretin Alifater C16-C35 PAH-L Vanadin	Olja (tunga alifater) PAH-M Kvicksilver Bly Kadmium Zink	PAH-H Koppar
Hissar	-	-	-
Tjärasfalt	-	-	-
Oljepåfyllning		Olja (tunga alifater)	

Fyllningen bedömdes utgöra den mest allvarliga föroreningskällan med PAH-H och koppar över MKM i enstaka prov. Föroreningar som olja (tunga alifater), PAH-M, kvicksilver, bly, kadmium och zink påträffades mellan KM och MKM. Vissa av fyllningsföroreningarna kan också ha skapats i andra verksamheter men Hifab bedömde att det var mest troligt att fyllningen i sig utgjorde föroreningskällan. Fyllningen utgör konstruktionsjordart för kör- och parkeringsytor och kan ha funnits inom fastigheterna sedan området fylldes ut till upplagsyta på 1950-talet.

Det har också påträffats låga halter trikloretin i jorden vilket kan ha sitt ursprung i förorenat grundvatten i det övre magasinet och som sedan frigjorts till marken.

Hissar bedömdes inte ha skapat några omfattande oljeföroreningar. Eftersom hissakten ligger en bit in i huskroppen och provpunkterna placerats en bit ifrån dem kan mindre

föroreningsmängder i jorden inte uteslutas. Dock har oljemängderna i hissmaskinerierna varit begränsade varför även eventuella skador i marken bör vara begränsade.

Asfalt och bärlager kontrollerade med avseende på tjärinnehåll. Asfalten bedömdes ha lågt tjärinnehåll vilket stämmer väl överens med flygbildsgranskningen där området asfalterades efter 1973.

Vid påfyllning av eldningsolja fanns låga halter tyngre alifater. Föroreningen kan vara både en rest från spill och läckage vid påfyllning av eldningsolja eller ha funnits i fyllningen som anlagts i området.

Hifab bedömde att spridningen av föroreningar med grundvattnet var liten både in till fastigheten och ut från fastigheten. Provtagningen visade dock att grundvattnet i det övre magasinet var påverkat av fyllningen med något högre halter metaller och organiska ämnen jämfört med ett naturligt grundvatten. Klorerade alifater påträffades inte i undersökta grundvattenprov men kan inte uteslutas förekomma tidvis eftersom trikloreten i låg halt påträffats i jorden.

3.2 Markföroreningar i angränsande områden

3.2.1 Pyramiden 4

Vid markundersökningar inom Pyramiden 4 framkom att fyllningen i sig utgjorde en föroreningskälla. Fyllningen var låg till måttligt förorenad av PAH (polycykliska aromatiska kolväten) och flera metaller som koppar och nickel. Halterna underskred MKM. Svagt förhöjda halter av samma föroreningar som i fyllningen fanns i torrskorpsera medan den djupare lösa leran inte var förorenad.

I grundvattnet från det övre magasinet fanns låga halter av motsvarande föroreningar som påträffades i fyllningen. I det undre grundvattnet fanns höga halter klorerade alifater som tetrakloreten (PCE), trikloreten (TCE) och dikloreten (DCE) och i viss mån vinylklorid (VC). Föroreningarna är typiska för bland annat kemtvätt men kan också förekomma inom färgeri. Föroreningarna har sitt ursprung uppströms Pyramiden 4 dvs. öster eller sydost om fastigheten. De klorerade alifaterna sprids som en plym i moränen under leran dvs. i det undre grundvattenmagasinet. Plymen sprids mot nordväst i grundvattnets strömningsriktning.

All fyllning och översta lagren av leran har schaktats ur vid grundläggningen av byggnaderna inom Pyramiden 4. Massorna togs omhand vid extern deponi/efterbehandlingsanläggning.

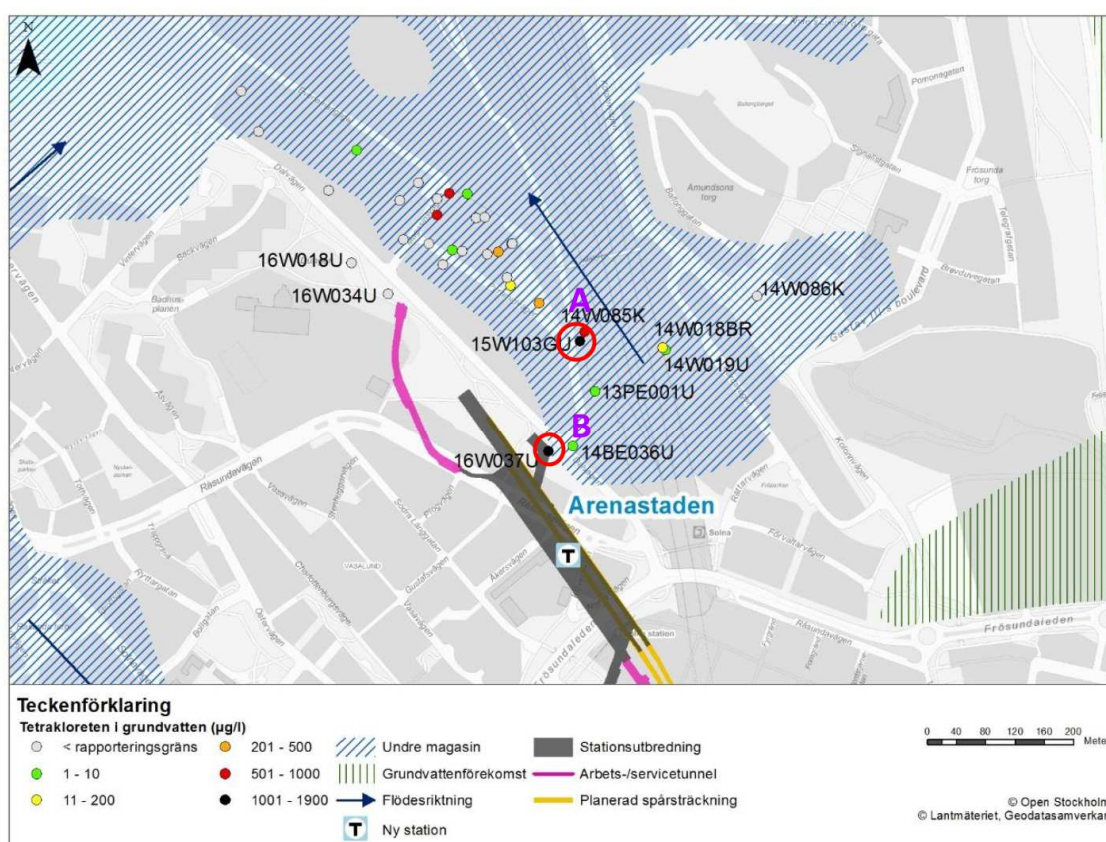
Under grundläggningsarbetet läckte ibland grundvatten från det undre magasinet upp genom ihåliga stålplåtar innan dessa förankrats och förslutits. Detta grundvatten bildade länsvatten som genomgick omfattande rening via sedimentation, kolfilter och jonbytare innan det kunde avledas till dagvattensystemet.

3.2.2 Utredningar inom projektering för tunnelbaneuppgång

SLL (Stockholms läns landsting) har med hjälp av WSP Environmental genomfört provtagning av både jord- och berggrundvatten vid projektering för tunnelbanans uppgång till Arenastaden. Höga halter klorerade alifater har påträffats i det under grundvattenmagasinet men även i

berggrundvattnet. I Figur 16 visas halter av tetrakloreten (PCE) i grundvatten från SLL:s utredning (Stockholms läns landsting, 2017). PCE är en tvättvätska som används vid kemtvätt sedan 1950-talet.

Sammanställningen visar att föroreningsbilden är komplex men att det kan finnas två källområden med klorerade alifater i fri fas som markeras med A och B i Figur 16. Område A ligger öster om detaljplanområdet och område B söder om detaljplanområdet. A skulle kunna ha sitt ursprung i färgeriet inom Faraos 15 medan B har ett mer osäkert ursprung. Att område A och B antas ligga nära en källa i marken med fri fas PCE beror av att 1) PCE och även TCE (trikloreten) dominerar över nedbrytningsprodukter som DCE (dikloreten) och VC (vinylklorid). 2) Halten PCE i grundvattnet (men även TCE) ligger nära dess vattenlöslighet.



Figur 16. Figur över PCE-halter (tetrakloreten eller perkloretylen) från SLL:s PM om föroreningar i grundvatten och jord inför miljöprövning för tunnelbana till Arenastaden (Stockholms läns landsting, 2017). A och B motsvarar våra bedömda källor av klorerade alifater som finns kan finnas i det under grundvattnemagasinet och i berggrundvattnet.

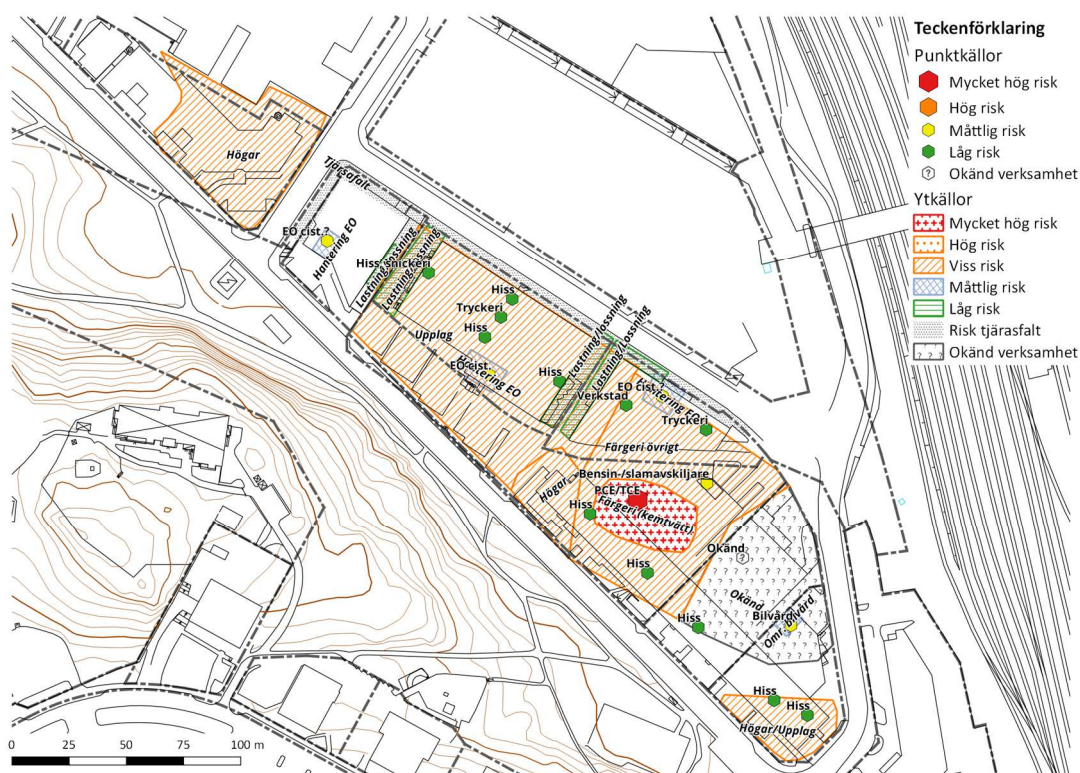
4 Preliminär riskbedömning

4.1 Föroreningskällor och frigörelsemekanismer till marken

Under rubrik 2.8 beskrivs verksamhetsutvecklingen inom detaljplanområdet i jämna 10-års intervall från 1955 till idag. Verksamheterna utgör möjliga primära föroreningskällor från vilka farliga ämnen och produkter kan frigöras till marksystemet och skapa sekundära föroreningskällor i jord eller som fria faser av t.ex. olja eller lösningsmedel.

I Figur 17 visas en sammanställning av primära föroreningskällor som kan ha skapat sekundära föroreningskällor i marksystemet. Föroreningskällorna kan vara punktvisa eller ha förekommit över större ytor.

Nuvarande byggnader har källarplan varför äldre ytlig jord med föroreningar från äldre verksamheter sannolikt redan har schaktats ur vid grundläggningen av de flesta byggnaderna som t.ex. inom Uarda 4, Farao 8, Farao 20. Vid grundläggningen av byggnaderna inom Farao 14, 15, 16 och 17 är det dock mer osäkert om äldre ytlig jord schaktats ur över hela byggnadsytan eftersom ursprunglig markyta ligger nära grundläggningsnivån i fastigheternas norra delar. Inom sydvästra delen av Farao 15, 16 och 17, längs Dalvägen, kan dock både schaktning i jord och berg ha förekommit vid grundläggningen.



Figur 17. Föroreningskällor som punktkällor eller större förorenade ytor.

4.1.1 Färgeri Regnbågen

Störst risk för föroreningar bedöms färgeri Regnbågen utgöra inom vilken kemtvätt också kan ha förekommit. Tvättvätskor som kan ha använts är:

- 1) Varnolen som motsvarar lacknafta eller terpentin och som var den dominerade tvättvätskan under 1940- och 1950-talen.
- 2) Klorerade alifater som tetrakloreten (PCE) och eventuellt också triklloreten (TCE). TCE slutade att användas i slutet av 1950-talet eftersom vätskan var både mycket korrosiv och giftigt. PCE har sedan slutet av 1950-talet använts vid kemtvättar.
- 3) Freoner började användas i kemtvättar i slutet av 1960-talet och kan ha använts i färgeriverksamheten.

Det finns inga handlingar som styrker att tvättvätskorna ovan använts men PCE och TCE har påträffats i höga halter i grundvattnet varför dessa ämnen sannolikt använts. Observera att TCE kan vara en nedbrytningsprodukt från PCE.

Inom färgindustrin kan också andra ämnen ha använts som metallerna koppar, zink och bly. Vidare kan smörjolja och fetter använts till maskiner. Fotogen har använts som skumdämpare i färgbad vid tygtryck. Vid efterbehandling av tyg har bland annat formaldehyd, vaxer, pentaklorfenol, naftalen och klorerade lösningsmedel använts för antimögel- och antimalbehandling. Under 1950- och 1960-talet användes bekämpningsmedel som dieldrin, DDT och aldrin inom textilindustrin. Vid tillverkningen av pentaklorfenol och trikloreten kan dioxiner bildas varför dessa giftiga ämnen kan förekomma om pentaklorfenol och trikloreten förorenat marken. Dioxiner adsorberas snabbt på partiklar och organiskt material.

Föroreningar från färgeriet kan förekomma adsorberade på partiklar i jorden men också som fri fas av de olika tvättvätskorna utom freoner som snabbt förångas vid läckage och spill. Av övriga förorenande produkter och ämnen kan fotogen och pentaklorfenol spridits till marken som fri fas medan övriga främst kan förekomma i jorden på partiklar.

4.1.2 Fyllning

Fyllning har använts som konstruktionsjordart inom området för att förbättra bärigheten inom upplagsytor, som dränering under byggnader eller bärlager under kör- och parkeringsytor. Fyllningen kan redan vid anläggningstillfället varit förorenad genom att skrot, byggavfall eller andra restprodukter blandats ut i minerogena fraktioner av sand, grus, sten och block. I markundersökningar som genomförts inom Farao 14 och närliggande fastigheter har många olika fyllningslager påträffats där sten, sand och grus blandats ut med trä, tegel, plast, kakel, betong, kablar och metallskrot.

De vanligaste föroreningarna i fyllning är metaller som koppar, zink, bly, PAH (polycykliska aromatiska kolväten) och olja (tung alifater C16-C35). Beroende på fyllningens innehåll och ursprung kan dock alla möjliga föroreningar förekomma varför breda analyser alltid bör utföras om fyllningens ursprung är okänt.

Föroreningarna i fyllningen förekommer främst adsorberat på partiklar men organiska föroreningar som olja kan förekomma i mindre volymer av egna faser². Alla fyllningsföroreningar förekommer heterogent (som egentligen utgörs av ett oändligt antal mikrokällor) varför föroreningshalterna kommer att variera stort i en fyllning. Fyllningen i sig är därför en sekundär föroreningskälla där egna faser i undantagsfall kan utgöra en föroreningskälla.

4.1.3 Hissar

Hissar kan utgöra primära föroreningskällor genom att hydraulolja från hissmaskineriet läckt ut till marken genom sprickor i hisschakt eller andra genomföringar i bottenplattan. Det är osäkert hur stor hydrauloljemängden varit i hissmaskineriet men sannolikt har mängden varit liten varför oljeskador kring hisschakt bör vara begränsade i den mån de förekommer. Vi bedömer att mindre jordmängder med egna faser kan finnas invid hisschaktet men att oljan snabbt finns adsorberad i på jordpartiklar.

² Egna faser motsvarar antingen fri fas eller residualfas av någon vätska som olja, lösningsmedel, tvättvätskor eller liknande.

4.1.4 Områden med högar

Massor som lagrats inom områden med högar kan i sig ha varit förorenade med alla möjliga föroreningar. Det kan vara byggrester, oljerester, förbränningsrester, färg, metallskrot, lösningsmedelsrester dvs. motsvarande vad som beskrivs avseende fyllning ovan. Rester från högarna kan finnas kvar och utgöra en sekundär föroreningskälla där föroreningar främst finns adsorberade på partiklar. Föroreningar kan också ha spridits under verksamhetstiden till yttlig jord i omgivningen genom erosion och spridning med ytvatten samt damning. Föroreningar kan också ha spridits till underlagrande mark genom lakning till markvattnet och sedan fastläggning i djupare jord.

4.1.5 Upplagsområde

Inom upplagsområden har primära föroreningskällor varit dels fyllning som använts för att öka bärigheten och dels uppställt gods och materiel. Sekundära föroreningar i marken kan skapas enligt beskrivningen ovan för fyllning men också till yttlig jord genom dropp, spill och läckage av oljor, metaller och lösningsmedel från uppställda maskiner och fordon samt underhåll av dessa. Det går inte heller att utesluta att drivmedelscisterner med diesel funnits inom upplagsområden under kortare eller längre perioder från vilka läckage och spill av drivmedel kan ha skett till yttlig jord. Föroreningar i jorden från upplagsområden bedöms främst förekomma adsorberat på jordpartiklar men mindre mängder egna faser kan inte uteslutas vid t.ex. spill eller läckage av drivmedel, olja och andra vätskor.

4.1.6 Tjärasfalt

Tjärasfalten i sig och den tjära som användes som bindemedel i bärlagret under asfalten kan utgöra en primär föroreningskälla. Asfalt som anlades före 1973 innehåller ofta hög andel tjära dvs. höga halter PAH (polycykliska aromatiska kolväten). Inom detaljplanområdet asfalterades vägarna Dalvägen, Pyramidvägen och Magasinsvägen samt ytorna kring industribyggnaderna inom Farao 8, 14 och 20 före 1973, se Figur 17. Jorden under tjärasfalt och tjärindränkt bärlager kan ha förorenats av PAH genom lakning och fastläggningsprocesser. Föroreningar som spridits från tjärasfalt finns främst adsorberade på jordpartiklar.

4.1.7 Lastning och lossning

Inom Farao 14 och 20 och den tidigare industribyggnaden inom Farao 8 fanns det lastkajer eller områden för lastning och lossning kring industribyggnaderna, se Figur 17. Produkter och varor med farliga ämnen kan ha frigjorts till yttlig mark vid olyckor, spill eller läckage. Eftersom ytorna varit hårdgjorda bedöms frigörelsen varit begränsad och främst kunnat förekomma via läckande dagvattenledning, sprickor i asfalt eller vid grusade ytor. Sekundär föroreningskälla bedöms främst kunna vara adsorberade föroreningar i yttlig jord eller jord kring avloppsledningar. PAH, metaller och olja bedöms vara de mest sannolika föroreningarna även om ett brett spektrum av föroreningar skulle kunna förekomma.

4.1.8 Tryckeri, verkstad m.fl.

Tryckerier, verkstad med flera verksamheter har bedrivits i flera av industrihusen inom detaljplanområdet. Gemensamt för verksamheterna är att de funnits i våningsplan över källarplan varför det främst är byggmaterial som kan ha förorenats av verksamheten. Dock kan marken

förorenats av verksamheter genom oavsiktligt och avsiktligt avledande av farliga ämnen till avloppssystemet och eventuellt läckage kring otäta ledningar. Avloppsledningar kan därför utgöra en primär föroreningskälla som kan ha skapat sekundära föroreningar av både adsorberande föroreningar i jorden kring avloppsledningen men också fri fas av vätskor kring ledningarna. Omfattning av fri fas kring ledningarna bedöms var mindre allvarlig för oljor men kan vara allvarlig om klorerade lösningsmedel regelbundet avletts till avloppet. Inom verkstäder, tryckerier, fotoverksamheter, grafisk industri m.fl. kan många olika metaller och organiska ämnen förekomma som PAH, alifater, klorerade lösningsmedel, fotovätskor m.m.

4.1.9 Bilvårdsanläggning

Primära föroreningskällor är bilvårdsverksamheten som tvättning av bilar, oljehantering, m.m. Farliga ämnen kan ha spridits till marken via avloppet och eventuella sprickor i ledningssystemet eller sprickor eller genomföringar i bottenplattan. Bilvårdsanläggningen låg vid utfarten från garageplan från byggnaden inom Fara 17. Hanteringen av farliga ämnen bedöms vara liten varför möjliga föroreningar i marken bedöms vara små. Föroreningarna bedöms främst förekomma adsorberat i jord närmast bottenplatta eller ledningar.

4.1.10 Pannrum – f.d. eldningsolja

Det har funnits pannrum med eldningsolja i industribyggnaderna inom Fara 8, 14 och 20. Läget för pannrum och cistern inom Fara 14 är känt medan pannrum och cistern antagits för Fara 8 och 20 utifrån skorstenenarnas läge. Eldningsoljeyolymen har sannolikt varit stor för Fara 14 och 20 eftersom byggnaderna var stora och inrymde verksamheter i många plan. Inom Fara 14 finns uppgifter om eldningsoljecistern på 30 m³. Läckage eller olycka kring cisterner eller påfyllning kan därför ha skapat stora oljeföroreningar i egen fas i anslutning till cisternlägen i jord under källargolv eller vid påfyllningsläget. Nedbrutna oljeföroreningar är mer adsorberade på partiklar i jorden varför sekundära föroreningskällor från eldningsolja kan förekomma både i egen fas och adsorberade på jordpartiklar.

4.2 Frigörelsemekanismer och spridning av markföroreningar

Föroreningar adsorberade i jord och föroreningar i egna faser (fri fas och residualfas) kan laka till markvattnet som sedan perkolerar ned till grundvattnet och sprids i dess strömningsriktning. Föroreningar under grundvattenytan lakar direkt till grundvattnet. Alla föroreningar kan laka och spridas till grundvattnet men det är föroreningar med högst vattenlöslighet som sprids i störst utsträckning som t.ex. PCE, TCE och lättare aromater.

Föroreningar som finns i egna faser, löst i grundvattnet och i viss mån adsorberade på jordpartiklar kan förångas till markens porgas. De mest flyktiga föroreningarna frigörs och sprids i störst utsträckning som t.ex. PCE och dess nedbrytningsprodukter som DCE och VC. Även vissa aromater som lättare PAH kan förångas. Den förorenade porgasen kan sedan spridas genom diffusion till inomhusmiljön om föroreningen ligger under en byggnad eller till utomhusmiljön om föroreningen ligger under öppna ytor. Diffusion är en långsam process. Spridningen med porgas kan påverkas av många olika markprocesser och markförhållanden.

Spridning i fri fas har sannolikt förekommit från många olika verksamheter (primära föroreningskällor) som tvättvätskor inom före detta färgeriet och eventuella eldningsoljeskador (har ej identifierats). Eftersom dessa verksamheter avslutats för närmre 40 år sedan har sannolikt

de flesta fria faser stannat av och kan förekomma som residualfas (höga halter men utan möjlighet att spridas vidare med hjälp av gravitationen). Det kan dock finnas ansamlingar av PCE och TCE kring tidigare färgeri som kan spridas som fri fas under exempelvis byggarbeten för kommande byggnader eller för tunnelbaneuppgången till Arenastaden. Halter PCE i grundvattnet har t.ex. indikerat närliggande fri fas i det undre grundvattenmagasinet. Förekommande fria faser är därför viktiga att identifiera innan byggstart av både tunnelbana och byggnader inom detaljplanområdet.

Följande frigörelseprocesser och spridningsvägar bedöms vara mindre viktiga inom detaljplanområdet men kan förekomma under t.ex. byggskedet.

- Erosion av partikulära jordföroreningar och spridning via ytvatten som exempelvis länsvatten.
- Vinderosion av partikulära jordföroreningar och spridning genom damning.

Följande spridningsvägar bedöms inte vara aktuella inom detaljplanområdet:

- Spridning via växtupptag kommer att vara försumbar eftersom antalet nuvarande och framtida träd och växter som har kontakt med möjligt förorenade jord är få.
- Vattenerosion och skred eftersom området inte ligger invid något vattendrag.

4.3 Exponeringsvägar

Följande exponeringsvägar bedöms vara relevanta inom detaljplanområdet:

- Hudkontakt jord
- Intag av jord
- Inandning av damm
- Inandning av ånga från jord

De tre första bedöms främst förekomma under markarbeten eftersom jorden för det mesta är täckt av byggnader och hårdgjorda ytor. Inandning av föroreningsångor från jorden kan däremot förekomma hela tiden för människor som bor inom området eller under arbetstid för yrkesverksamma. Inandning kan främst ske via inomhusluft men också utomhus.

4.4 Skyddsobjekt

4.4.1 Humana skyddsobjekt

Inom detaljplanområdet bedöms följande humana skyddsobjekt finnas för vuxna och barn som:

- A) bor inom området
- B) vistas under sin yrkesverksamma tid
- C) tillfälligt besöker området
- D) bor och är yrkesverksamma i närområdet.

4.4.2 Ekologiska skyddsobjekt

Inom detaljplanområdet bedöms följande ekologiska skyddsobjekt vara relevanta:

- A) Markekosystemet i den mån naturlig jord blottläggs
- B) Ekosystem ovan jord i den mån naturlig jord blottläggs
- C) Ytvattensystem i Råstasjön och Brunnsviken
- D) Sedimentekosystem i Råstasjön och Brunnsviken.

Markekosystemet och ekosystem ovan jord kommer endast att blottläggas i mycket liten omfattning eftersom större delen av detaljplanområdet kommer att bebyggas eller vara hårdgjord.

I jord som tillförs området i grönytor ovan konstruktioner som t.ex. byggnader, parkeringsgarage och liknande har både markekosystemet och ekosystemet ovan jord ett högt skyddsvärde.

Grundvattenberoende ekosystem bedöms inte vara relevant för området eftersom grundvattnet inte strömmar ut i någon våtmark. Vidare är grundvattnet i det övre och undre magasinet inga grundvattenförekomster utan har ett lågt skyddsvärde.

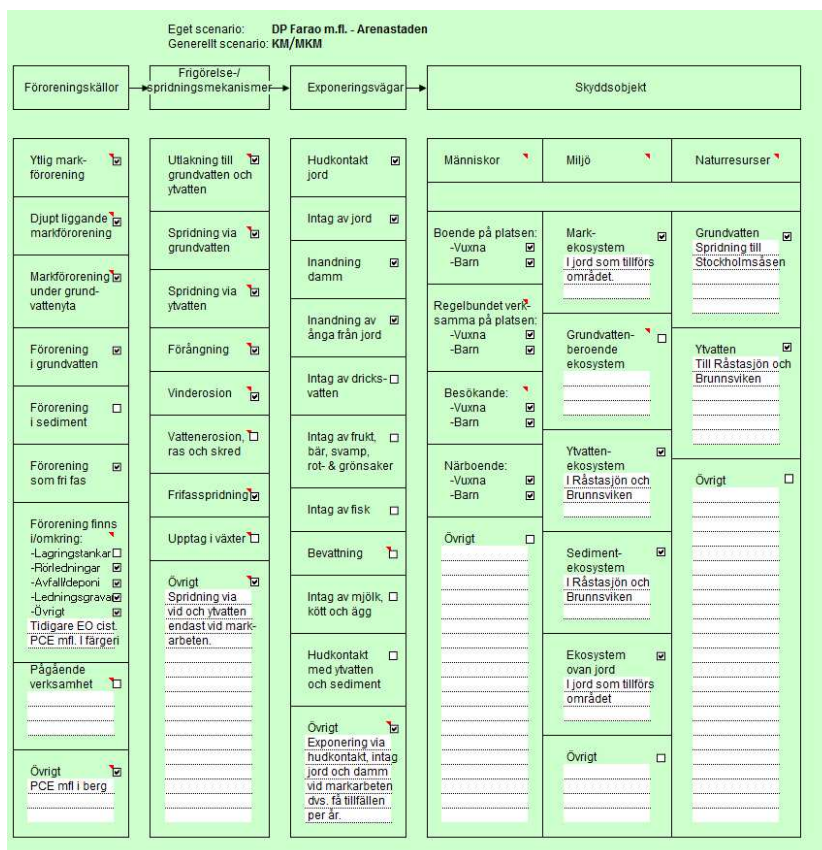
4.4.3 Yt- och grundvatten som naturresurser

Grundvattnet i det övre och undre magasinet bedöms inte utgöra någon naturresurs. Det övre magasinet är litet och har skapats på grund av att området fyllts ut och är redan från början påverkat av förorenat fyllningsmaterial som sällan innehåller metallhalter i nivå med exempelvis naturlig morän eller sand. Det undre magasinet finns i morän som delvis är siltig och har relativt täta egenskaper. Moränens utbredning är också begränsat i profil till någon eller några meter. Uttagsmöjligheterna i det undre grundvattenmagasinet är därför små och kan inte användas till dricksvatten eller bevattning.

Råstasjön och Brunnsviken bedöms vara ytvatten som kan klassas som naturresurs. Brunnsviken är en ytvattenförekomst enligt VISS (Länsstyrelsen, 2017) medan Råstasjön inte är någon ytvattenförekomst men väl ett viktigt rekreationsområde och fågelsjö för Stockholms län.

4.5 Konceptuell modell

I Figur 18 visas en sammanfattande konceptuell modell för detaljplanområdet. Konceptuella modellen kan ligga till grund för framtagande av platsspecifika riktvärden för detaljplanområdet för bostadsmark och kommersiell markanvändning.



Figur 18. Konceptuell modell för Detaljplanområde Farao m.fl. - Arenastaden.

4.6 Möjliga förorenings samband

Det finns idag inga kända samband mellan föroreningar inom detaljplanområde och människors hälsa eller påverkan av miljön. Det finns dock en tydlig spridning av klorerade alifater lösta i grundvattnet i det undre magasinet. Spridningen sker i en plym in under fastighet, Pyramiden 4. Det är inte känt om spridningen dvs. föroreningsplymen även finns i det undre magasinet under fastigheterna inom detaljplanområdet som Farao I4 och 20.

4.7 Jämför- och riktvärden

4.7.1 Bakgrundshalter för bedömning om förekomst av föroreningar

Metaller förekommer naturligt i jordarter som lera och morän. Naturvårdsverket har antagit generella bakgrundshalter för hela Sverige men det finns regionala skillnader. I Bilaga I anges bakgrundshalter i lera och morän för Östra Svealand som Arenastaden ligger inom (SGU, 2007).

I fyllningsjord förekommer generellt metaller i förhöjda halter men bakgrundshalten är svåra att karakterisera eftersom den beror av fyllningens ursprung. Fyllningen i sig kan också vara en föroreningskälla som kan påverka människor och miljö negativt på lång sikt. Bakgrundshalten för fyllning bör därför antas motsvarande en försiktig nivå. Förslagsvis används det högsta värdet av regionala och nationella bakgrundshalter som bakgrundshalt för fyllning.

Organiska ämnen som kan utgöra markföroreningar förekommer inte naturligt i morän och lera. I fyllning finns ofta varierande halter av PAH och tunga alifater vilka är svåra att anta några bakgrundsnivåer för eftersom fyllningen i sig ofta utgör en föroreningskälla. Vi föreslår att bakgrundshalter i både naturliga jordarter och fyllning motsvarar analysernas rapporteringsgränser.

I tätorter kan det finnas diffust antropogent tillskott i ytlig jord av metaller som bly, zink och koppar samt organiska ämnen som PAH och tunga alifatiska kolväten. Föroreningarna kan ha sitt ursprung från trafik och olika förbränningsprocesser. Eftersom det inte finns några ytor som legat blottlagda de senaste 40 till 50 åren bedömer vi att ytligt diffust tillskott är försumbart inom detaljplanområdet.

Grundvattnet i det övre magasinet kommer att vara präglad av fyllningen och alla verksamheter inom området. Förhöjda halter av metaller och förekomst av organiska ämnen kan förväntas. Det övre grundvattnet har sannolikt växlande temperatur som beror av årstid. Den hydraulisk konduktivitet är sannolikt hög medan syrenivån troligen är låg på grund av hög halt organiskt material i vattnet. Av den anledningen är där för också mätparametrar som BOD (biological oxygen demand) och COD (chemical oxygen demand) sannolikt relativt hög.

Vi bedömer att det inte är möjligt att ta fram några bakgrundshalter för det övre grundvattenmagasinet eftersom grundvattnet inte är naturligt utan redan från början påverkat av fyllning och tätortsverksamheter på markytan. De flesta metaller kan förväntas vara förhöjda liksom tunga alifater och PAH. Trikloret i låga halter kan också förekomma eftersom det varit ett vanligt lösningsmedel som använts i mindre mängder i många olika processer i lättare industrier.

I det undre grundvattenmagasinet kan normala eller svagt förhöjda halter metaller förväntas på grund av att infiltrationsområdena präglats av stadsmiljö under lång tid. Halten organiska ämnen bör vara låg i det undre grundvattenmagasinet.

4.7.2 Riktvärden i jord

Naturvårdsverket har tagit fram generella riktvärden för två markanvändningar KM – känslig markanvändning och MKM – mindre känslig markanvändning. Aktuella riktvärden finns på Naturvårdsverkets hemsida (Naturvårdsverket uppdaterade riktvärden, 2017).

För KM begränsar inte markkvaliteten dvs. föroreningsituationen markanvändningen utan alla grupper av människor kan vistas inom marken under en livstid. För KM skyddas de flesta markecosystem, grundvatten och ytvatten. Marken kan t.ex. användas till alla sorters bostadsmark, förskola och andra känsliga verksamheter (Naturvårdsverket, 2009a).

För MKM begränsar markkvaliteten dvs. föroreningsituationen markanvändningen. Marken kan användas till kontor, industrier, vägar etc. Människor som exponeras för markföroreningar antas vara yrkesverksamma samt barn och vuxna som tillfälligt besöker området. Markkvaliteten ger förutsättningar för markfunktioner som är av betydelse för kontor, industrier och liknande dvs. att vegetation kan etableras och att djur tillfälligtvis kan vistas inom området. Ytvatten i närområdet skyddas och grundvatten värnas 200 m från det förorenade området (Naturvårdsverket, 2009a).

Inom detaljplanområdet kommer både känslig och mindre känslig markanvändning att finnas dvs. både bostäder i flerbostadshus, kontor och handelsverksamhet. Det finns dock för båda markanvändningstyperna platsspecifika förhållanden som skiljer sig från Naturvårdsverkets generella antaganden varför vi bedömer att de generella KM och MKM-riktvärdena överskattar miljö- och hälsoriskerna och gör att de generella riktvärdena inte är tillämpbara i det framtida detaljplanområdet.

De viktigaste platsspecifika förhållandena som skiljer mot generella antaganden är följande:

- Alla exponeringsvägar är inte relevanta som:
 - Intag av dricksvatten från området är inte möjligt (KM)
 - Avståndet till skyddsvärt grundvatten är större än 200 m (MKM)
 - Födoväxter kommer inte att odlas i befintlig jord (KM)
- Markmiljön har ett lägre skyddsvärde än vad som antas för både KM och MKM eftersom befintlig jord inte kommer att blottläggas då området kommer att antingen vara bebyggd eller hårdgjort. Grönytor kommer att anläggas på andra konstruktioner som garage, tak och liknande där jord och växter som inte är från området kommer att användas. De växter som kan påverkas av befintlig jord som träd kommer att påverkas i liten omfattning.
- Exponeringstiden för befintlig jord kommer att vara mycket mindre än generella antaganden och bara förekomma vid markarbeten. För KM antas t.ex. att jord intas direkt eller via damning 365 dagar per år och för MKM 200 dagar per år vilket inte kommer att vara möjligt inom detaljplanområdet där denna exponering endast kan förekomma vid markarbeten vid några tillfällen per år.

Sammantaget bör platsspecifika riktvärden beräknas för detaljplanområdet utifrån framtida markanvändning.

4.7.3 Riktvärden i grundvatten

Riktvärden för grundvatten som grundvattenförekomst finns framtagna av SGU (SGU, 2013). Riktvärdena baseras till stor del på Livsmedelsverkets vägledning för dricksvatten (Livsmedelsverket, 2014). Eftersom grundvattnet i både det övre och undre grundvattenmagasinen knappast kan komma att användas till dricksvatten är SGU:s riktvärden till viss del missvisande. Föroreningar i grundvattnet bör dock inte spridas och påverka skyddsvärda yt- och grundvatten i Råstasjön, Brunnsviken och Stockholmsåsen varför riktvärden för spridning till dessa bör tas fram.

4.8 Kunskapsluckor och osäkerheter

Eftersom det bara har genomförts en markundersökning inom detaljplanområdet finns det lite kunskap om föroreningsituationen inom området. Följande kunskapsluckor förekommer:

- Finns sekundära föroreningskällor i jord och fri fas från de möjliga primära föroreningskällorna dvs. tidigare verksamheter med hantering av farliga ämnen?
- Sprids föroreningar från föroreningskällorna i marken?
- Förekommer det föroreningshalter som kan orsaka miljö- eller hälsorisker på lång sikt för framtida markanvändning?
- Behöver några miljö- och hälsorisker reduceras och i så fall med vilken åtgärd?
- Vilka miljö- och hälsoriktvärden är tillämpliga utifrån markens framtida användning? Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM och MKM bedöms överskatta miljö- och hälsoriskerna.
- Relevanta riktvärden i grundvatten för spridning av föroreningar mot skyddsvärda grund- och ytvattenförekomster som Brunnsviken, Råstasjön och Stockholmsåsen.

Speciellt viktig är eventuella föroreningskällor i marken av fri fas tetrakloreten och dess nedbrytningsprodukter samt andra möjliga föroreningar från färgeri Regnbågen inom Farao I5.

5 Förslag på utredningar

Det finns flera kunskapsluckor och osäkerheter vad gäller föroreningar i marken inom detaljplanområdet Farao m.fl. Nedan ger vi förslag på utredningar:

- A) Översiktlig miljöteknisk markundersökning med syfte att identifiera och karakterisera möjliga föroreningskällor i marken från potentiella primära föroreningskällor (förorenande verksamheter). Provtagning utförs av jord, grundvatten och porluft efter möjliga föroreningars kemiska egenskaper. Fokus läggs inledningsvis på föroreningar kring tidigare färgeri Regnbågen inom Farao 15.
- B) Stegvis fördjupad utredning av föroreningskällor för att avgränsa föroreningar och ta fram representativa halter i jord, grundvatten och porluft för olika egenskapsområden.
- C) Miljö- och hälsoriskbedömning av föroreningar inom egenskapsområden inklusive beräkning av platsspecifika riktvärden och framtagande av riktvärden för grundvatten som sprids mot grund- och ytvattenförekomster. Riskbedömningen bör utgå från representativa halter för olika egenskapsområden och platsspecifika riktvärden (effektnivåer) för hälsorisker, miljörisker och spridning till naturresurser dvs. motsvarande Naturvårdsverkets riktvärdesmodell.

Stockholm den 7:e mars 2017



Arnulf Hedenvind

6 Referenser

- Livsmedelsverket. (2014). *Vägledning dricksvatten*. Livsmedelsverket.
- Länsstyrelsen. (den 24 02 2017). *VISS. Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/>
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2005). *Rapport 2005:16. Förorenade områden. Inventering av kemtvättar i Stockholms län*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Naturvårdsverket. (2009a). *Rapport 5976. Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket uppdaterade riktvärden. (den 24 02 2017). *Uppdaterat beräkningsverktyg och nya riktvärden för förorenad mark*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Fororenade-omraden/Riktvarde-for-fororenad-mark/Berakningsverktyg-och-nya-riktvarde/>
- SGU. (2007). *K77: Geokemiska kartan. Markgeokemi. Metaller i morän och andra sediment. Östra Mälardalen med Stockholm*. Uppsala: SGU.
- SGU. (2013). *Bedömningsgrunder för grundvatten*. Uppsala: SGU.
- SGU wms. (den 24 02 2017). *Våra data i visningstjänster (WMS)*. Hämtat från <http://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-i-visningstjanster/>
- Solna stad webkartor. (den 24 02 2017). Hämtat från <http://solenwebportal.cartesia.se/solna/default.aspx>
- Stockholms läns landsting. (2017). *PM Hydrogeologi. Bilaga C8. Föroreningar i grundvatten och jord. Miljöprovning för tunnelbana till Arenastaden*. Stockholm: Stockholms läns landsting.

Bilaga 1

Bakgrundshalter i jord och grundvatten - metaller

Bilaga 1

Bakgrundshalter i jord och grundvatten - metaller

Morän

Projektområde Östra Mälardalen
Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm
n=758
indelning enligt percentiler p10–p99, p50=medianvärde
Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,04	1,0	0,3	0,08	0,04	2,3	7,4	3,9	13,8	5,6	0,16	3,8	5,5	5,3
p30	0,05	1,6	0,5	0,11	0,05	3,4	11,8	6,3	16,5	8,5	0,30	6,4	7,0	8,7
p50	0,06	2,2	0,6	0,14	0,06	4,5	16,7	9,1	19,0	11,1	0,45	9,2	8,6	13,1
p70	0,07	3,2	0,7	0,19	0,08	5,7	23,1	13,5	22,0	14,8	0,68	12,1	10,7	19,1
p90	0,10	6,7	0,9	0,33	0,11	8,9	35,1	22,0	29,3	20,8	1,19	18,9	14,8	29,1
p95	0,13	10,0	1,1	0,44	0,15	10,4	44,3	28,1	34,8	25,2	1,62	24,6	17,5	35,4
p99	0,21	19,9	1,5	0,82	0,36	16,3	57,7	42,5	50,0	32,8	2,16	34,7	44,4	50,7
max	0,59	39,3	2,8	1,90	1,18	27,7	80,7	92,7	74,2	56,1	5,29	70,7	179,1	63,3

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

KM-värde	Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg				
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	Ta
							120				350				
p10	0,15	0,21	4,5	6,9	0,06	1,4	12,4	0,07	5,9	16,5	0,5	0,08	0,02	0,50	0,003
p30	0,21	0,28	6,4	8,6	0,10	1,8	17,9	0,11	7,3	25,1	0,9	0,11	0,03	0,64	0,005
p50	0,27	0,33	8,0	9,9	0,15	2,3	22,8	0,13	8,6	33,4	1,3	0,14	0,04	0,76	0,007
p70	0,34	0,40	9,9	11,5	0,20	3,0	30,0	0,17	10,2	44,5	2,0	0,19	0,05	0,96	0,012
p90	0,50	0,54	14,3	14,7	0,29	4,5	42,1	0,22	13,9	64,4	3,9	0,32	0,07	1,32	0,021
p95	0,60	0,62	17,8	16,5	0,34	6,2	51,7	0,26	16,7	79,2	5,2	0,42	0,09	1,51	0,026
p99	0,80	0,81	27,8	21,1	0,41	12,5	63,9	0,36	24,2	136,1	9,5	0,71	0,27	2,05	0,039
max	2,61	1,55	50,7	45,2	0,61	40,2	83,3	0,84	40,4	534,9	73,0	1,90	2,38	3,37	0,064

Lera

Projektområde Östra Mälardalen
Bakgrundshalter och pH i sediment (< 2 mm)
n=300
indelning enligt percentiler p10–p99, p50=medianvärde
Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
KM-värde		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,06	1,6	0,5	0,15	0,04	4,1	17,7	8,7	17,2	11,0	0,19	8,2	6,4
p30	0,12	2,7	0,9	0,32	0,10	8,5	32,0	17,9	29,1	22,1	0,28	17,6	12,5
p50	0,14	3,4	1,1	0,38	0,13	10,7	37,4	21,2	33,8	27,3	0,33	22,1	14,3
p70	0,15	4,1	1,3	0,44	0,15	12,4	43,3	24,6	40,2	32,1	0,42	26,3	16,1
p90	0,17	6,0	1,5	0,50	0,19	14,8	55,4	30,4	48,7	37,2	0,89	31,4	18,4
p95	0,19	6,9	1,6	0,53	0,21	16,0	58,9	33,9	53,0	40,2	1,51	34,9	19,5
p99	0,21	9,8	1,8	0,59	0,29	17,9	71,4	38,8	58,7	44,4	2,12	41,3	21,4
max	0,24	16,5	2,3	0,65	0,46	29,5	78,3	48,2	74,0	49,1	4,48	61,2	22,2

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

KM-värde	Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										pH	
	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y		Zn
							120,00				350,00	
p10	13,2	0,16	0,19	8,7	10,4	0,14	1,2	22,3	0,05	9,6	29,1	5,9
p30	35,8	0,24	0,24	17,0	14,4	0,29	1,9	37,1	0,06	18,8	62,3	7,0
p50	46,0	0,29	0,27	21,3	17,0	0,35	2,8	42,1	0,06	22,3	73,6	7,4
p70	52,5	0,33	0,30	26,6	19,0	0,40	3,8	49,2	0,07	25,9	82,6	7,9
p90	63,8	0,47	0,38	42,3	23,1	0,49	5,7	61,0	0,09	31,2	98,4	8,3
p95	70,7	0,62	0,42	50,6	24,7	0,52	6,5	66,9	0,10	34,4	103,8	8,3
p99	79,2	1,09	0,50	63,7	28,1	0,59	9,4	74,5	0,15	39,9	114,5	8,5
max	88,4	2,00	0,57	66,4	28,8	0,63	22,0	80,0	0,18	41,9	125,7	8,7

Naturvårdsverkets, generella riktvärden

Ämne	Värde i riktvärdesmodellen
Arsenik	10
Bly	15
Kadmium	0,2
Kobolt	10
Koppar	30
Krom tot	30
Krom (IV)	saknas
Kvicksilver	0,1
Nickel	25
Vanadin	40
Zink	70
Molybden	1
Antimon	0,3
Barium	80

I fyllning antas det högsta värdet av morän och NV:s generella riktvärden.

Metaller m.m. i grundvatten – SGU

Från svensk miljöövervakning och SGU:s grundvattennät mellan 2000 och 2008.

Parameter	Enhet	P_90
Hg	ng/l	2,6
Cd	ng/l	55
Pb	ng/l	320
Co	µg/l	0,66
As	µg/l	0,43
Cr	µg/l	0,62
V	µg/l	0,7
Ni	µg/l	2,5
Cu	µg/l	3,6
Mn	µg/l	151
Zn	µg/l	20
NH ₄	µg/l	46,5
Fe	µg/l	400
PO ₄	µg/l	46
Al	µg/l	459
F	µg/l	502,5
NO ₃	mg/l	8,2
K	mg/l	3,6
TOC	mg/l	7,3
Mg	mg/l	7,4
Na	mg/l	15
Cl	mg/l	22
Ca	mg/l	77
SO ₄	mg/l	33
SiO ₂	mg/l	19
Alkalinitet	mg/l	241