

KOMPLETTERANDE MILJÖTEKNISK MARKUNDERSÖKNING - RISKBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDSKOSTNADER

STADSBYGGNADSPROJEKTET TRYCKLUFTSFABRIKEN,
DEL AV SICKLAÖN 83:22 M.FL., NACKA KOMMUN

2023-05-15



KOMPLETTERANDE MILJÖTEKNISK MARKUNDERSÖKNING - RISKBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDSKOSTNADER

Stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, del av Sicklaön 83:22 m.fl.,
Nacka kommun

KUND

Atrium Ljungberg AB

Håkan Hyllengren, Affärsutvecklingschef Sickla
070-466 96 20, hakan.hyllengren@al.se

KONSULT

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Helena Furst, Uppdragsansvarig
010-722 83 37, helena.furst@wsp.com

REVIDERING (MARKERAS MED STRECK I KANTEN)
2023-08-25 Avser uppdaterad illustrations- och bebyggelseplan.

UPPDRAGSNAMN
Sickla Dp Miljöteknisk
markutredning

UPPDRAGSNUMMER
10302706

FÖRFATTARE
Helena Furst, Daniel Nordborg,
Ann Helén Österås

DATUM
2023-05-15

ÄNDRINGSDATUM
2023-08-25

Granskad av
Jenny Forsberg

Godkänd av
Helena Furst

INNEHÅLL

FÖRORD

SAMMANFATTNING

1	INLEDNING	13
1.1	UPPDRAG	13
1.2	BAKGRUND OCH SYFTE	13
1.3	ORGANISATION	14
1.4	OMFATTNING OCH LÄSANVISNING	14
1.5	BEGRÄNSNINGAR	15
2	DATAUNDERLAG	15
3	ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR	15
3.1	LOKALISERING OCH TOPOGRAFI	15
3.2	GEOLOGI OCH FYLLNADSJORDENS KARAKTÄR	16
3.3	HYDROGEOLOGI OCH RECIPIENTER	19
3.4	PLANERAD MARKANVÄNDNING OCH EXPLOATERING	20
4	ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL	23
5	FYLLNADSJORD - FÖRORENINGSBILD OCH RISKBEDÖMNING	24
5.1	TOLKAD FÖRORENINGSSITUATION	24
5.1.1	Utbredning i jord i plan och profil – Egenskapsområden	24
5.1.2	Påverkan på grundvatten och porluft	26
5.2	PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL	27
5.2.1	Föroreningskällor och föroreningarnas egenskaper	27
5.2.2	Spridnings- och transportvägar	27
5.2.3	Exponeringsvägar (hälsa)	28
5.2.4	Skyddsobjekt	28
5.2.5	Konceptuell modell	29
5.3	EXPONERINGSANALYS	30
5.3.1	Representativa halter i jord/fyllning	30
5.3.2	Representativa jordegenskaper	31
5.3.3	Löslighet i jord	31
5.3.4	Potentiell spridning till grund- och ytvatten	33
5.3.5	Potentiell spridning till inomhusluft av PAH	34
5.4	EFFEKTANALYS	35
5.4.1	Effektnivåer	36
5.4.2	Ämnesspecifika parametrar	36
5.4.3	Fyllnadsjordens egenskaper	37
5.4.4	Scenarion och djupindelning	37
5.4.5	Hälsobaserade antaganden	38
5.4.6	Antaganden avseende markmiljö och naturresurser	41
5.4.7	Sammanvägda platsspecifika riktvärden för jord och styrande skyddsobjekt	41

5.4.8	Riktvärden för kortidsrisker och akuta hälsorisker	43
5.5	RISKKARAKTERISERING HÄLSA	43
5.5.1	Kortsiktiga hälsorisker baserat på halter i jord	43
5.5.2	Långsiktiga hälsorisker baserat på halter i jord	45
5.5.3	Långsiktiga hälsorisker baserat på halter i markens porluft	48
5.6	RISKKARAKTERISERING SPRIDNING TILL YTVATTEN	49
5.7	RISKKARAKTERISERING MARKMILJÖN	51
6	KLORERADE ALIFATER (CAH) - FÖRORENINGSBILD OCH RISKBEDÖMNING	52
6.1	PROVTAGNING OCH TOLKAD FÖRORENINGSSITUATION	52
6.1.1	Screening med föroreningshundar	52
6.1.2	Grundvatten	52
6.1.3	Porluft under byggnaderna	53
6.1.4	Porluft utomhus	53
6.1.5	Luft i brunnar och installationer	54
6.1.6	Inomhusluft i källare och verksamhetslokaler	55
6.2	PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL	55
6.2.1	Potentiella föroreningskällor till klorerade alifater	55
6.2.2	Föroreningarnas egenskaper	55
6.2.3	Påvisade spridnings- och transportvägar	56
6.2.4	Ej påvisade spridnings- och transportvägar	57
6.2.5	Exponeringsvägar (hälsa)	58
6.2.6	Skyddsobjekt	58
6.2.7	Konceptuell modell	58
6.3	EXPONERINGSANALYS	59
6.4	EFFEKTANALYS	60
6.5	RISKKARAKTERISERING	60
6.5.1	Inomhusluft	60
6.5.2	Porluft	61
6.5.3	Grundvatten	62
7	OSÄKERHETER	63
8	SAMMANVÄGD RISKBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDSBEHOV	65
8.1	FYLLNADSJORDEN	65
8.1.1	Hälsa	65
8.1.2	Spridning till ytvatten	66
8.1.3	Markmiljö	66
8.2	KLORERADE ALIFATER (CAH)	67
9	ÅTGÄRDER OCH KOSTNADER	68
9.1	ÅTGÄRDSALTERNATIV	68
9.2	HANTERING AV OSÄKERHETER	70
9.3	ANTAGANDEN	71
9.4	KOSTNADSBERÄKNING	72

10 RISKER UNDER OCH EFTER ÅTGÄRD	74
10.1 UNDER PÅGÅENDE EXPLOATERING	74
10.2 EFTER ÅTGÄRDER I HELA UNDERSÖKNINGSOMRÅDET	74
11 SLUTSATSER	75
11.1 FÖRORENINGSSITUATIONEN	75
11.2 RISKER OCH ÅTGÄRDSBEHOV	76
11.3 ÅTGÄRDSKOSTNADER	78
11.4 LÄMPLIGHET AVSEENDE MARKFÖRORENINGAR OCH ETAPPVIS UTBYGGNAD	78
11.5 GRÖNYTAN I SYDVÄSTRA DELEN AV PLANOMRÅDET (SE FÖRORD)	79
12 REKOMMENDATIONER	79
12.1 KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR	79
12.2 PROJEKTERING, ANMÄLAN OCH TILLSTÅND	80
12.3 MILJÖKONTROLLER	80
12.4 SKYDDÅTGÄRDER OCH ADMINISTRATIVA ÅTGÄRDER	81
12.5 ÅTERANVÄNDNING	81
12.6 DAGVATTENHANTERING	82
13 REFERENSER	83

BILAGOR

- Bilaga 1 Sammanställning av uppmätta halter i fyllnadsjord
- Bilaga 2 Beräkning av Kd för metaller från laktest
- Bilaga 3 Utvärdering löslighet av PAH
- Bilaga 4 Uttagsrapporter platsspecifika riktvärden
- Bilaga 5 Sektioner för planerad bebyggelse i planområdet i förhållande till medelgrundvattenytan (Gatun Arkitekter, 230512).

RITNINGAR

Jord

- N310a Föroreningssituation alla ämnen i jord på situationsplan
- N310b Föroreningssituation alla ämnen i jord på masterplan för planerade byggnader
- N310c Föroreningssituation alla ämnen i jord 0-2 m u my på masterplan för planerade byggnader
- N310d Föroreningssituation alla ämnen i jord >2 m u my på masterplan för planerade byggnader
- N311a Halter i jord över korttidsriktvärdet för bly respektive PAH-H på situationsplan
- N311b Halter i jord över korttidsriktvärdet för bly respektive PAH-H på masterplan för planerade byggnader

Porluft

- N312a Föroreningssituation trikloreten i porluft (halt mot jämförvärde) på situationsplan
- N312b Föroreningssituation trikloreten i porluft (halt mot jämförvärde) på masterplan för planerade byggnader

Luft

- N313 Föroreningssituation trikloreten i luft inomhus, krypgrund och i brunnar utomhus (halt mot jämförvärde) på situationsplan

Volymer

- N314 Skattade volymer schakt Alternativ 1 (underlag åtgärdskostnader)
- N315 Skattade volymer schakt Alternativ 2 (underlag åtgärdskostnader)

FÖRORD

WSP Sverige AB har på uppdrag av Atrium Ljungberg AB genomfört en miljöteknisk markutredning som underlag till detaljplan för Tryckluftsfabriken. Planområdet är beläget på västra Sicklaön och omfattar de centrala delarna av Sickla köp kvarter, Nacka kommun. Syftet med detaljplanen är att omvandla planområdets befintliga parkeringsområden och låga handelsbyggnader till en tät stadsmiljö med arbetsplatser, bostäder, verksamheter, gator och offentliga rum. Norr om planområdet pågår utbyggnad av tunnelbana.

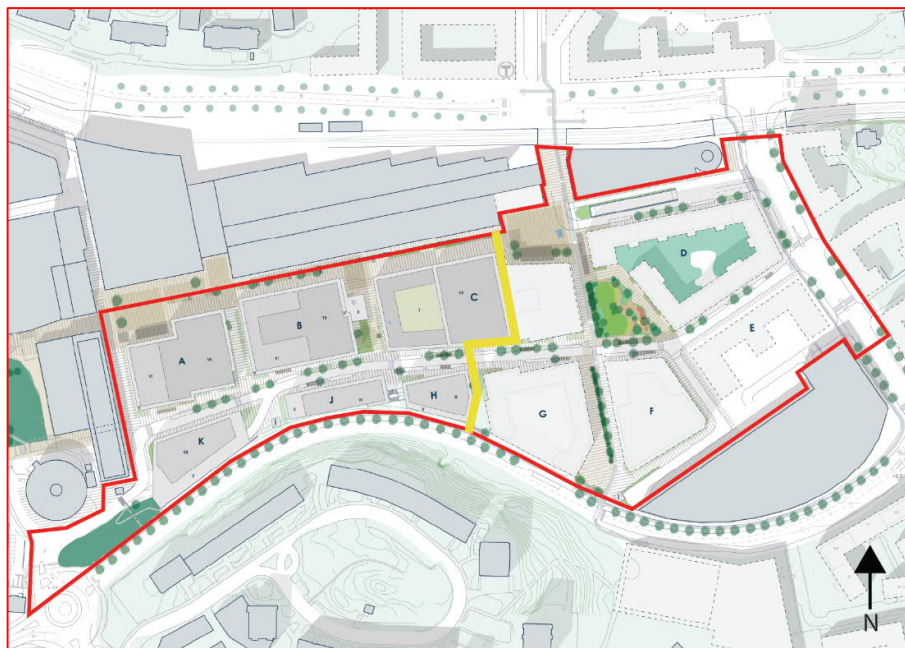
Det förslag som 2021-11-30 till 2022-01-18 ställdes ut på samråd medgav cirka 500 bostäder och 7000 arbetsplatser, fördelade på en yta mellan Smedjegatan i väster och Planiavägen i öster, se röd markering på kartan nedan (Figur A).

På grund av riksintresset för Östlig förbindelse råder osäkerheter kring utvecklingen av de östra delarna. Detaljplanen delas därför upp i två delar. Planförslaget som ställs ut för granskning omfattar de sex västra kvarteren, se kvarter väster om gul linje i Figur A och förslag till bebyggelsestruktur från 2023-01-26 i västra delen på efterföljande figur (Figur B).

Inom denna del av planområdet möjliggör detaljplanen en flexibilitet gällande användningen i två av kvarteren, vilket innebär att det för detaljplanen som helhet medges mellan 0 och 300 bostäder och som mest ca 85 000 BTA kontor och handel. Detaljplanen medger därtill offentliga rum och en gata på allmän plats.

Kommunen och Atrium Ljungberg AB har för avsikt att utveckla de östra delarna i enlighet med tidigare intentioner, men struktur och utformning behöver bearbetas och kommer därför att ställas ut i en separat granskning.

Föreliggande utredning och tillhörande figur- och ritningsunderlag har utgått från planområdets utbredning i maj 2022, vars gränser framgår av Figur 1 i rapporten och i stort sammanfaller med den röda linjen i Figur A (undantag kvarter E i sydöstra delen).



Figur A. Stadsbyggnadsprojektet markerat med röd figur. Det nu aktuella planområdet utgörs av de sex kvarter som är väster om gul linje. Öster om gul linje visas den del som kommer hanteras i en separat detaljplan.



Figur B. Förslag bebyggelsestruktur inom planområdet 2023-06-26 (Gatun Arkitekter).

Sedan föreliggande utredning inklusive riskbedömning och beräknade åtgärdskostnader togs fram under våren 2022, med delvisa revideringar under hösten i dialog med Nacka kommun, har Naturvårdsverket i oktober 2022 publicerat reviderade indata för beräkning av platsspecifikt riktvärde för förorenad jord för bly¹. Förändringarna omfattar bland annat ett sänkt tolerabelt dagligt intag (TDI) och en sänkt halveringstid. Detta innebär att platsspecifika riktvärden för bly som beräknas med det uppdaterade beräkningsverktyget blir lägre än tidigare, medan det så kallade korttidsriktvärdet har höjts (från 600 till 1000 mg/kg TS). Det generella blyriktvärdet för MKM har sänkts från 400 till 180 mg/kg TS. Det generella blyriktvärdet för känslig markanvändning (KM) har inte förändrats.

Rapportens beräkningar och ritningar har inte uppdaterats med avseende på bly sedan Naturvårdsverkets revidering. Revideringen bedöms inte påverka utförd riskbedömning i rapporten i och med att blyhalterna är höga i undersökningsområdet och föranleder ett åtgärdsbehov oavsett äldre eller nyare indata. Det platsspecifika riktvärdet är sedan tidigare beräknat med både det äldre och det nyare TDI-värdet. Båda versionerna av det platsspecifika blyriktvärdet redovisas i rapporten.

Ritning N310a-d som redovisar föroreningshalter i plan mot generella riktvärden visualiseras i enstaka punkter som halt mellan KM och MKM (gul markering) i stället för som korrekt över MKM (orange markering), på grund av det sänkta MKM-riktvärdet för bly. I ritning N311a-b, som visualiserar punkter med halter över korttidsriktvärdet för bly och PAH-H stämmer markeringarna av vilka punkter som på någon nivå har halt över korttidsriktvärdet. Däremot stämmer inte angiven mäktighet med halter över korttidsriktvärdet i alla punkter, som i och med det höjda korttidsriktvärdet för bly blivit mindre omfattande. Uppmätta halter i respektive punkt och nivå redovisas i resultatrapporten MUR miljöteknik (WSP, 2023a).

I och med att riskbedömningar och åtgärdskostnader utgått från hela området för stadsbyggnadsprojektet kan underlaget användas för bedömning av markens lämplighet för planerat ändamål i olika planetapper, utan att risker eller kostnader underskattas. Rapporten har därför inte reviderats med avseende på förändrade plangränser. Ändringar som har utförts sedan Granskningsversion

¹ <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/riktvarden-for-fororenad-mark>

2022-06-16 har främst föräretts av granskningskommentarer från Nacka kommuns miljöstöd och tillsynsmyndigheten.

Vidare har, enligt besked i början av maj 2023, Atrium Ljungberg för avsikt att bygga ett sammanhängande undermarksgarage i två våningar och därmed gå under grundvattennivån, bygga tät konstruktion under denna samt söka vattendom om att sänka grundvattennivån under byggskedet. Rapporten har översiktligt setts över avseende denna förutsättning. Sedan tidigare är detta scenario lyft i utförda uppskattningar av merkostnaderna avseende föroreningarna och frågan om risk för spridning mellan utbyggnadsetapper har kommenterats. I nu aktuellt planområde kommer all förorenad fyllnadsjord att avlägsnas där garage byggs i två våningar. I och med tillståndsansökan för vattenverksamhet kommer skyddsåtgärder att regleras i villkor i vattendomen.

Garage kommer inte att anläggas inom den del av planområdet som ligger sydväst om kvarter K i Figur B och idag består av gata och en grönyta med gräs och träd. En kompletterande ytlig handprovtagning utfördes av fyllningsjorden under gräs- och mullagret i grönytan i slutet av april 2023. Fältanteckningar, analysresultat (metaller, oljekolväten och PAH-ämnen) samt ritningar med provpunkter finns sammanställda i Bilaga 16 i den separata resultatrapporten MUR miljöteknik (WSP, 2023a). Resultat och utvärdering har inte arbetats in föreliggande rapport, men kommenteras kortfattat i sammanfattning och slutsats.

SAMMANFATTNING

Atrium Ljungberg AB ska omvandla en del av fastigheten Sicklaön 83:22 i Nacka kommun från köp kvarter till stadsdel med kontor, bostäder, centrumverksamhet, hotell, parkmark, gatumark, parkering och förskola. Som underlag till samrådet i planprocessen utförde WSP Sverige AB en miljöteknisk markundersökning under 2020 på uppdrag av Atrium Ljungberg. Utredningen identifierade inför granskningsskedet ett behov av kompletteringar. Under våren 2022 har WSP genomfört en kompletterande miljöteknisk markundersökning inom området för stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken i Sickla (fortsättningsvis benämnt undersökningsområdet). Stadsbyggnadsprojektet kommer delas in i två detaljplaner. Närmast föreliggande detaljplan avser de sex västra kvarteren (se Förord), medan rapporten avser hela stadsbyggnadsområdet. Syftet inför antagande av detaljplanerna har varit att:

- dels klargöra omfattningen av det åtgärdsbehov avseende föroreningar som konstaterats i fyllnadsjorden (till stor del en f.d. industritipp),
- dels utreda ursprunget till och riskerna för den planerade bebyggelsen med påträffade halter av klorerade alifater i inomhusluft i befintliga byggnader.

Vidare har de merkostnader som föroreningarna kan innebära uppskattats.

Kompletterande provtagningar har utförts av jord, grundvatten och luft (inomhus, i kryppgrunder och brunnar). Nya provtagningar har utförts av porluft under och invid befintliga byggnader (avseende klorerade alifater) samt på större djup i fyllnadsmassor över hela undersökningsområdet (avseende klorerade alifater, PAH och BTEX). Analysunderlaget har utökats med fler kemiska analyser i samtliga medier samt laktester för bedömning av metallers och PAH-ämnens rörlighet.

Fyllnadsjorden är i stora delar av området förorenad av metaller och PAH. Andra föroreningar förekommer också (kvicksilver, cyanid, alifater och aromater, PCB, DDT och dioxin), men sammanfaller med höga halter av metaller eller PAH. Inom södra delen av dagens parkering har en potentiell hot spot påträffats med trolig tjära (PAH) i fri fas. Föroreningarna är knutna till fyllnadsmassorna och avgränsas i djupled av naturligt lagrad jord, främst lera, som uppvisar låga föroreningshalter.

Riskbedömningen av föroreningarna i fyllnadsjorden har bekräftat att det finns ett behov av åtgärder för att marken ska bli lämplig för sitt ändamål:

- På 0-2 m djup i fyllnadsjorden inom de centrala och östra delarna (f.d. industritipp), främst på grund av hälsorisker vid direktexponering av bly, oavsett planerad markanvändning.
- På mer än 2 m djup i fyllnadsjorden inom de centrala och östra delarna (f.d. industritipp), på grund av hälsorisker vid direktexponering av bly och enstaka höga PAH-halter (ev. hot spot av tjära). Sannolikheten för att människor ska exponeras för den förorenade jorden på mer än 2 meter under markytan är dock begränsad (varför det ur ett hälsoriskperspektiv är rimligt att lämna kvar, om det inte omfattas av anläggningsschakt). Risken för exponering via förångning av PAH-ämnen är baserat på laktester och porluftmätningar låg generellt och vid hot spot med trolig tjära (en av de djupare porluftspunkterna ligger i samma område).
- I den västra delen av undersökningsområdet (väster om Hus 315) har inte motsvarande typ av tippmassor påvisats och föroreningshalterna är betydligt lägre än i övriga delar av undersökningsområdet. Även här kan bly på 0-2 m djup innebära en oacceptabel hälsorisk. Bedömningen är osäker p.g.a. ett fåtal provpunkter i delområdet. Preliminärt kan uppgrävda massor från denna del av området återanvändas inom undersökningsområdet på mer än 2 m djup och eventuellt även ytligare inom gatumark.

Riskbedömningen bygger på framtagna plats specifika riktvärden för jord, ett större analysunderlag än tidigare och från flera medier. I porluft i fyllnadsmassorna visar enstaka låga halter av flyktiga organiska kolväten på en begränsad påverkan från oljekolväten och PAH i djupare fyllnadsmassor, utan att innebära en oacceptabel risk för planerade bebyggelse.

Avseende kvicksilver kan ett åtgärdsbehov avseende fyllning (ytligt och djupt inom hela undersökningsområdet) med nuvarande underlag inte uteslutas. Bedömningen av behovet av riskreduktion baserad på halter i jord är osäker, då föroreningens förekomstform och därmed flyktighet inte är känd. Uppmätta halter av kvicksilver i grundvatten och i lakvätska från laktestade jordprov indikerar en begränsad löslighet och därmed flyktighet. Kviksilver i porluft har inte undersökts.

Avseende markmiljön finns ett åtgärdsbehov i ytlig fyllning (0–2 m u my) inom hela undersökningsområdet, vilket sammanfaller med åtgärdsbehovet avseende människors hälsa.

Grundvattnet inom undersökningsområdet är provtaget vid upprepade tillfällen. Halterna av de ämnen som påträffats i fyllnadsjorden har vid samtliga grundvattenprovtagningar varit låga, både ovan och under leran. Metall- och PAH-föroreningen i jorden har också genom laktester för metaller och POM-analyser för PAH visats ha en låg rörlighet.

PFAS har bara analyserats i grundvatten och ett diffust påslag har påvisats. Hälsoriskerna med PFAS kopplar till intag av grundvatten som dricksvatten, vilket inte är aktuellt inom eller nedströms undersökningsområdet. Beräknad belastning på recipienterna avseende PFAS (baserat på 10 analyser) visar att påslaget är ca 40 gånger lägre än gränsvärdet för inlandsytvatten och belastningen bedöms vara acceptabel. Vidare finns ett 20-tal analyser av klorerade alifater (CAH) i grundvatten från olika årstider. Halterna har över lag varit låga, med enstaka förhöjningar av tri- och tetrakloreten. Nedbrytningsprodukten cis-1,2-dikloreten har detekterats i låg halt i flera grundvattenrör framför allt i det undre grundvattenmagasinet.

Föroreningssituationen i fyllnadsjord och grundvatten inom undersökningsområdet bedöms sammantaget inte innebära en oacceptabel spridning till Järlasjön och Sicklasjön idag eller i framtiden. För undersökningsområdet, som har en begränsad grundvattenbildning och ingår i ett system med reglerat ytvatten, bedöms inte ett förändrat klimat med större variationer i grundvattennivåerna (eller andra orsaker till förhöjda grundvattennivåer i området) få någon betydande påverkan på spridningen av föroreningar från området. Inget åtgärdsbehov på grund av spridningsrisker bedöms således finnas.

Klorerade lösningsmedel (CAH) har undersökts bredare i både porluft och inomhusluft. Resultatet visar en allmän förekomst inom undersökningsområdet utan tydliga trender, variationer eller spridningsvägar (inga indikationer på läckande ledningar eller spridning via ledningsgravar). Högst halter finns av trikloreten, men det finns även tetrakloreten och nedbrytningsprodukten cis-1,2-dikloreten. Storleksordningarna i porluft är likartade med undantag av en punkt under befintligt hus 326 där halten är avvikande hög. Halten är dock inte så hög att den indikerar en lokalt djupare liggande föroreningskälla. Samtliga provtagningspunkter norr om (uppströms) den högsta halten visade betydligt lägre halter och den avvikande halten under byggnaden bedöms inte bero på spridning in till undersökningsområdet från omgivningen.

Riskerna med uppmätta halter av CAH har bedömts med konservativa beräkningar utifrån maxhalter i porluft direkt under byggnaderna, maxhalter av porluft i djupa och ytliga sonder samt medelhalt i grundvatten. Samtliga halter skulle efter utspädning innebära låga halter i inomhusluft i en framtida bebyggelse, långt under de riskbaserade referenskoncentrationerna som finns för inomhusluft vid heltidsvistelse. Uppmätta halter i porluft och grundvatten inom området bedöms därmed inte medföra oacceptabla hälsorisker för den planerade bebyggelsen i undersökningsområdet.

I och med att uppmätta halter av CAH i inomhusluft och kryppgrunder är tydligt högre än de teoretiskt beräknade halterna från porluft och grundvatten bedöms halterna minst delvis bero på förorenat byggnadsmaterial i aktuella byggnader (som ska rivras), men andra orsaker kan också finnas. Inga provtagningar indikerar dock att det skulle finnas en lokal källa djupare ner i marken under byggnaderna. Om en idag okänd källa ändå skulle upptäckas undersöks och hanteras den bäst i genomförandefasen, efter rivning av befintliga byggnader (genom kompletterande undersökning) och i samband

med anläggningschakten (genom kontroll och beredskap för åtgärd, som behöver beskrivas i kontrollprogrammet, som del av anmälan om avhjälpandeåtgärd).

I detta tidiga skede finns olika alternativ för exploateringen. Anläggningsplanerna omfattar garage i en till två våningar inom större delen av undersökningsområdet, med djupa schakter som i det mest omfattande alternativet innebär att all fyllnadsjord försvinner. Det mest omfattande alternativet kan likställas med ett maxalternativ av saneringsschakt och merkostnaderna för att jorden är förorenad beräknas vara upp till storleksordningen 200 miljoner kronor. I beräkningarna har höjd tagits för omhändertagande av eventuell förekomst av fri fas tjära, utredning och åtgärd av en okänd lokal källa av klorerade alifater och andra okända föroreningskostnader.

I de delar som anläggningschakt inte avlägsnar den ytliga jorden (0-2 m under markytan) eller om planerna ändras till att omfatta betydligt mindre anläggningschakter (t.ex. vid anläggning utan garage) finns det ändå ett åtgärdsbehov för att minska föroreningsriskerna. Kostnaderna för dessa alternativ skulle bli lägre än nu beräknade.

Genom saneringsåtgärder (avhjälpandeåtgärder) bedöms marken kunna bli lämplig för planerat ändamål inom nu aktuell detaljplan av stadsbyggnadsområdet Tryckluftsfabriken. Inför efterföljande detaljplan bör utredningens aktualitet ses över.

I bedömningen av saneringsbehovets omfattning finns en kvarstående osäkerhet avseende kvicksilvers förekomstform och flyktighet i jord, med en konservativ bedömning som följd för att inte underskatta risken. En kompletterande undersökning av kvicksilverförekomst i markens porluft rekommenderas därför inom hela undersökningsområdet. Kompletteringen föreslås utföras innan detaljplanen antas.

Inga ytterligare kompletteringar avseende markföroreningar bedöms behövas inför antagande av nu aktuell detaljplan (västra delen) av stadsbyggnadsområdet Tryckluftsfabriken.

Området för stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken kommer att byggas ut etappvis under en tioårsperiod från väster till öster. Risken för spridning av föroreningar mellan olika delar inom undersökningsområdet bedöms vara låg, men vid mycket djupa schakter under grundvattenytan kan spridningsförutsättningarna förändras. Att återkontaminering mellan etapper inte sker behöver därför säkerställas genom kontroller och eventuellt skyddsåtgärder, fastslagna i kontrollprogram². Med detta bedöms även etappvis utbyggnad vara möjlig ur föroreningssynpunkt.

Rekommendationer till senare skeden finns kort sammanfattade i slutet av rapporten inklusive till exempel behov av anmälan om avhjälpandeåtgärder, planering och genomförande av miljökontroller samt kontinuerlig dialog med tillsynsmyndigheten genom hela projektet.

I den smala grönyta som ligger i den sydvästra delen av planområdet (se Förord) utfördes en kompletterande ytlig provtagning av fyllnadsjord i slutet av april 2023. Resultat och utvärdering har inte arbetats in föreliggande rapport, men visar att metallföroreningar och PAH, förekommer i delar av ytan. Se Bilaga 16 i separat resultatrapport MUR Miljöteknik (WSP, 2023a). Inga halter överstiger riktvärden som kan innebära en oacceptabel risk vid enstaka exponering. Vid jämförelse mellan representativ medelhalt (UCLM95) och föreslagna plats specifika riktvärden för park respektive gata (för ytlig jord, 0-2 m u my) finns ett åtgärdsbehov inom ytan oavsett markanvändning. För gata styrs risken av markmiljö och för park av hälsa. En riskvärdering bör utföras för att slutligt avgöra åtgärdsbehovet, eftersom ingen anläggningschakt planeras inom ytan. Om åtgärd efter utförd riskvärdering krävs för att grönytan ska bli lämplig för planerat ändamål kan det utföras genom schakt och uppföljande kontroll.

² För nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet (se Förord) har fastighetsägaren för avsikt att söka vattendom om att sänka grundvattennivån under byggskedet. Frågan om spridning och skyddsåtgärder mot återkontaminering hanteras därför vidare i tillståndsprocessen.

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAG

WSP Sverige AB (WSP) har på uppdrag av Atrium Ljungberg AB (ALAB) genomfört en kompletterande miljöteknisk markundersökning inom den del av fastigheten Sicklaön 83:22, Nacka kommun, som utgör området för stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken (fortsättningsvis benämnt undersökningsområdet). Stadsbyggnadsprojektet kommer delas in i två detaljplaner. Närmast föreliggande detaljplan avser de sex västra kvarteren (se Förord), medan rapporten avser hela stadsbyggnadsområdet. Uppdraget har inkluderat en miljö- och hälsoriskbedömning och framtagande av bedömda åtgärdskostnader samt är en fortsättning på tidigare framtaget underlag inför antagande av detaljplanerna.

1.2 BAKGRUND OCH SYFTE

Atrium Ljungberg ska omvandla en del av fastigheten Sicklaön 83:22 i Nacka kommun från köpquartier till stadsdel med kontor, bostäder, centrumverksamhet, hotell, parkmark, gatumark, parkering och förskola (stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken). WSP utförde en miljöteknisk markutredning på uppdrag av ALAB under 2020 (WSP, 2021a). Syftet med undersökningen var att ta fram underlag till samrådet inför ny detaljplan. Inför granskningsskedet identifierades behov av kompletteringar.

Denna redovisning avser den kompletterande miljötekniska utredning som har utförts under våren 2022. Syftet har varit att inför antagande av detaljplaner klargöra:

- Omfattningen av det åtgärdsbehov avseende föroreningar som tidigare konstaterats i fyllnadsjorden (till stor del en f.d. industritipp) inom området.
- Ursprunget till och riskerna för den planerade bebyggelsen med uppmätta halter klorerade alifater (CAH) i inomhusluft i hus 315 och hus 326³.
- Möjligheten att bevara och ställa om verksamheten i den f.d. panncentralen (del av hus 315).

Det vill säga att baserat på tidigare och nuvarande underlag bedöma:

- Föroreningarnas utbredning.
- I vilken omfattning föroreningarna kan innebära en oacceptabel risk vid planerad markanvändning.
- Behovet av riskminskande åtgärder och behovet av kompletterande undersökningar.

Vidare syftar kompletteringen till att uppskatta de merkostnader föroreningarna kan innebära för genomförandet av stadsbyggnadsprojektet.

Redovisningen omfattar följande tre rapporter:

- WSP, 2023a. Markteknisk undersökningsrapport (MUR) miljöteknik. Stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, del av fastigheten Sicklaön 83:22 m.fl. i Sickla, Nacka kommun.
- WSP, 2023b. Kompletterande miljöteknisk markundersökning - riskbedömning och åtgärds-kostnader. Stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, del av fastigheten Sicklaön 83:22 m.fl. i Sickla, Nacka kommun.
- WSP, 2023c. Kompletterande miljöteknisk markundersökning - **panncentralen**. Stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, del av fastigheten Sicklaön 83:22 m.fl. i Sickla, Nacka kommun.

Föreliggande rapport är *Kompletterande miljöteknisk markundersökning - riskbedömning och åtgärds-kostnader*. Genomförande av kompletterande fältarbeten och samtliga resultat (utan tolkning) från den

³ Riskerna med uppmätta halter av klorerade lösningsmedel i befintliga byggnader vid nuvarande användning har tidigare bedömts på uppdrag av Atrium Ljungberg (WSP, 2021c). Byggnaderna ska rivras.

kompletterande miljötekniska markundersökningen redovisas tillsammans med resultat från den tidigare miljötekniska markundersökningen i en MUR Miljöteknik. Genomförande, resultat och bedömning för den f.d. panncentralen, som föreslås att bevaras, redovisas samlat i en separat rapport och berörs inte ytterligare i denna rapport.

1.3 ORGANISATION

Uppdraget har utförts av WSPs sektion Förenade områden med följande organisation:

- Helena Fürst, Uppdragsansvarig
- Jenny Forsberg, Granskare
- Daniel Nordborg, Handläggare och riskbedömare CAH
- Ann Helén Österås, Riskbedömare fyllnadsjorden
- Johanna Johansson, Handläggare och fälthandläggare
- Olle Hallqvist, Fälthandläggare

Jordprovtagning med borrhandsvagn, installation av grundvattenrör (PEH-rör) och djupare porluftssonder (stålrör) utfördes av underkonsult DanMag Entreprenad AB.

1.4 OMFATTNING OCH LÄSANVISNING

Den kompletterande miljötekniska utredningen avseende fyllnadsjorden och klorerade lösningsmedel har omfattat följande moment:

1. Översyn av tidigare underlag och identifiering av kompletteringsbehov.
2. Platsbesök i hus 315 och hus 326.
3. Framtagande av provtagningsplan.
4. Screening avseende klorerade alifater (CAH) med föroreningshundar i hus 315 och 326.
5. Kompletterande installation av grundvattenrör och djupare porluftssonder i fyllnadsjord.
6. Kompletterande provtagningar och analyser avseende;
 - a. Fyllnadsjord och underliggande naturligt lagrad lera.
 - b. Grundvatten i tidigare provtagna och nya grundvattenrör.
 - c. Porluft på större djup i fyllnadsjorden.
 - d. Porluft på grundare djup kring fasad och under golv i hus 315 och hus 326.
 - e. Luft inomhus och i krypgrund i hus 315 och 326.
 - f. Luft i brunnar utanför hus 315 och hus 326.
7. Sammanställning av fält- och analysresultat.
8. Sammanfattning av förutsättningarna för riskbedömningarna och åtgärdskostnader.
9. Utredning av fyllnadsjorden
 - a. Uppdaterad konceptuell modell
 - b. Framtagande av platsspecifika riktvärden
 - c. Riskbedömning föroreningarna exkl. klorerade alifater i undersökningsområdet
10. Utredning av klorerade alifater
 - a. Uppdaterad konceptuell modell
 - b. Riskbedömning klorerade alifater i undersökningsområdet
11. Översiktlig analys av åtgärdsbehov och kostnader.
12. Rapportering.

Punkt 1 och 2 ovan låg till grund för provtagningsplanen (punkt 3) för de kompletterande undersökningarna. Provtagningsplanen tillsammans med beskrivning av fältmomentens genomförande (punkt 4-6) och sammanställda resultat (ej tolkade) (punkt 7) finns i resultatrapporten (MUR Miljöteknik, WSP 2023a). Punkt 8 ovan beskrivs i kapitel 3, punkt 9 (a-c) i kapitel 5.1 samt punkt 10 i kapitel 6. Åtgärdskostnaderna återfinns i kapitel 9.

1.5 BEGRÄNSNINGAR

WSP har sammanställt denna rapport för Atrium Ljungberg AB.

Bedömningarna i rapporten baseras på det underlag som fanns tillgängligt under uppdragstiden. WSP tar inte på sig ansvar för konsekvenser om rapporten används för andra ändamål än den ursprungliga var avsedd för.

Provtagningsstrategi och urval av analysparametrar är grundade på erfarenhetsmässiga bedömningar och branschpraxis. Det kan inte uteslutas att det finns förorening i punkter eller områden som inte har undersökts eller att det förekommer ämnen och föreningar som inte analyserats.

2 DATAUNDERLAG

Det finns ett stort underlag avseende miljöundersökningar och saneringar i och i närheten av undersökningsområdet. Mycket genomfördes i slutet av 1990-talet och början av 2000-talet i samband med att Sickla köp kvarter byggdes. I WSP 2021a listas äldre rapporter samt kart- och arkivmaterial som har använts som underlag inför den översiktliga miljötekniska markundersökningen som utfördes 2020 (WSP, 2021a).

Den nu utförda kompletterande undersökningen och utredningen baseras på data från WSP 2021a samt en kompletterande grundvattenprovtagning (WSP, 2021b) och en kompletterande luftprovtagning (WSP, 2021c). Se vidare mer detaljerad sammanställning i resultatrapporten MUR Miljöteknik (WSP, 2023a) där all analysdata från 2020, 2021 och 2022 finns samlad.

Övrigt underlag som har använts i riskbedömningarna och åtgärdskostnaderna i föreliggande rapport, framgår av respektive kapitel.

3 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

Inom och kring undersökningsområdet finns det en lång industriell historik med främst Atlas Copcos verkstadsindustri och en industritipp från 1933 till cirka 1960-tal. Det har länge varit känt att området är förorenat och delvisa saneringar utfördes i samband med omvandlingen till köp kvarter i slutet 1990-talet och början av 2000-talet.

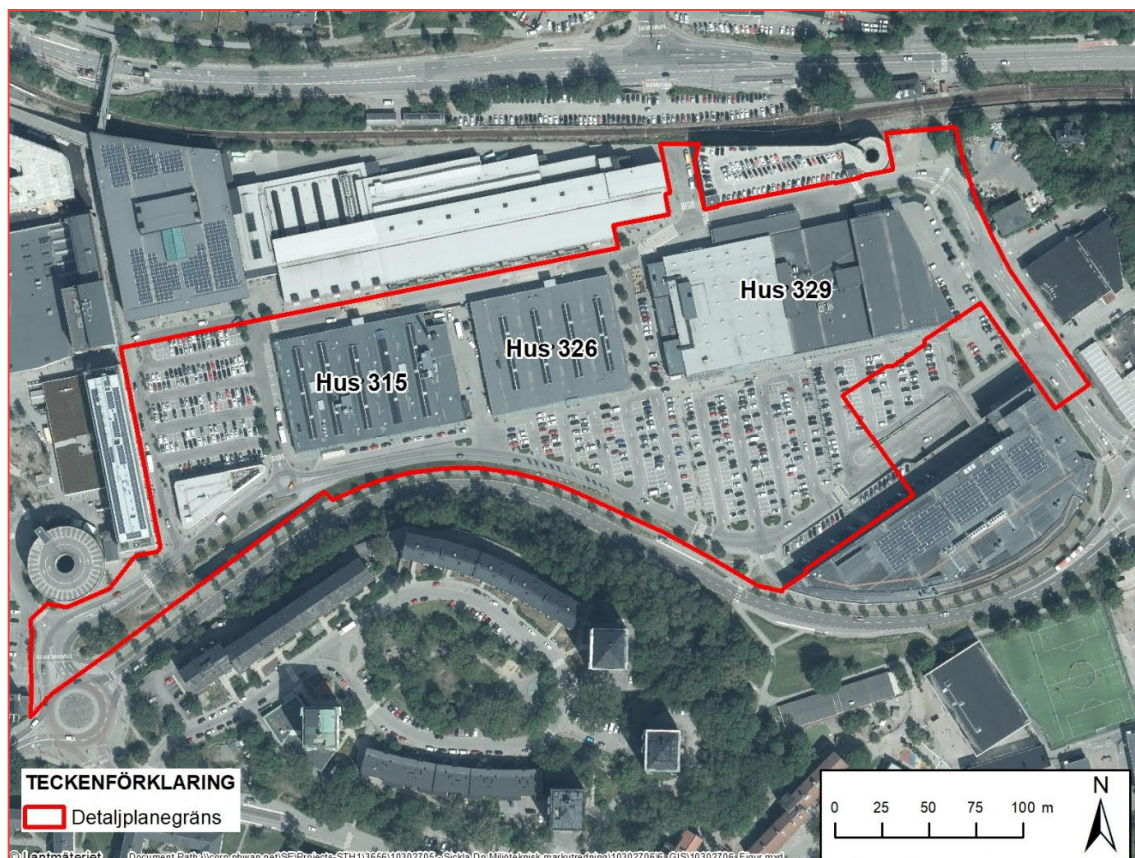
I detta kapitel sammanfattas de allmänna förutsättningarna för riskbedömning och åtgärdskostnader; undersökningsområdets lokalisering, topografi, geologi inklusive fyllnadsjordens karaktär, hydrogeologi och recipienter samt planerad markanvändning. För en mer detaljerad beskrivning av de olika delarna, liksom den historiska och nuvarande markanvändningen hänvisas till den översiktliga miljötekniska markundersökningen (WSP, 2021a).

3.1 LOKALISERING OCH TOPOGRAFI

Området för stadsutvecklingsprojektet Tryckluftsfabriken, ligger centralt i Sickla inom del av fastigheten Sicklaön 83:22 i Nacka kommun, se Figur 1. Undersökningsområdet begränsas av Simbagatan i norr, Planiavägen i öster, Järtaleden i söder och Smedjegatan i väster. Inom undersökningsområdet ligger tre större byggnader (hus 315, 326 och 329, där det sistnämnda utgörs av en äldre del och en nyare tillbyggnad mot öster). Söder om den nyare tillbyggnaden finns ett undermarksgarage.

Markytan är relativt plan med en nivå på cirka +11,5 (RH2000) i den västra och centrala delen. Närmast Planiavägen, öster om hus 329 (souterräng) och undermarksgaraget, är det en större nivåskillnad

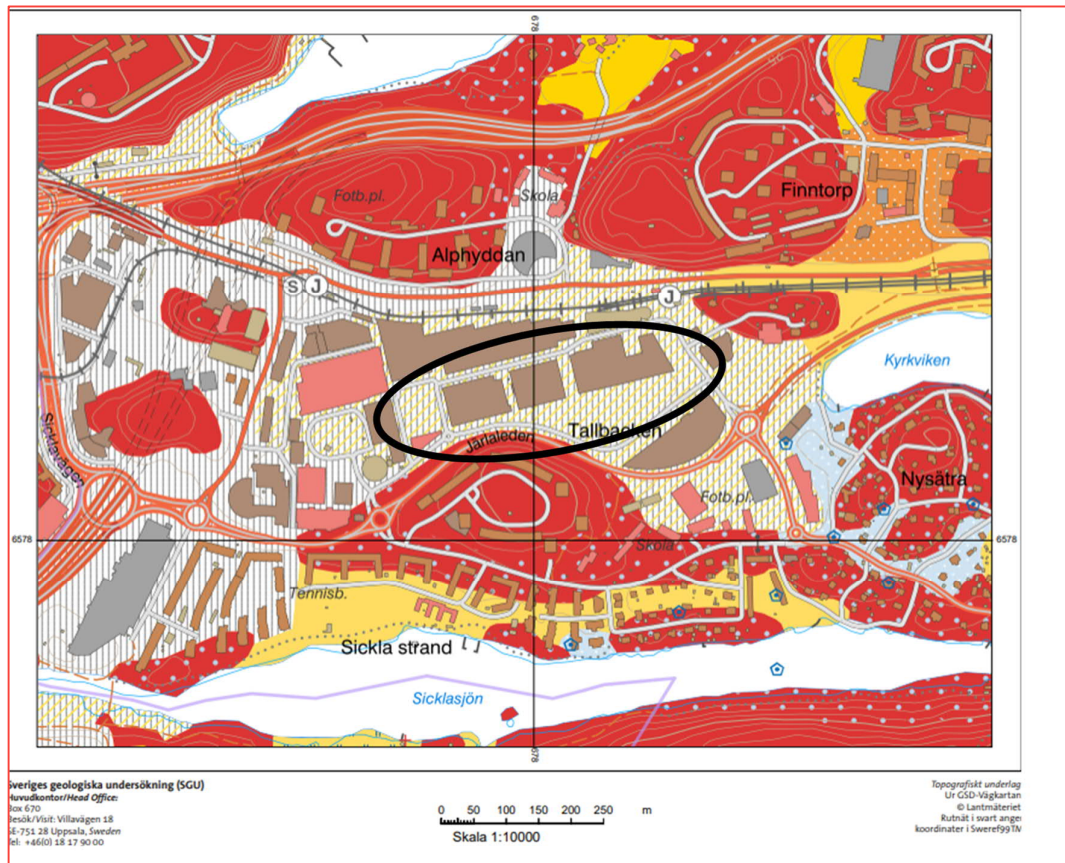
mellan övre och nedre parkeringsytan och marknivån ligger på ca +7 till +9 (från söder till norr). Ytorna utomhus är till största delen asfalterade.



Figur 1. Översiktlig bild på var i Sickla, Nacka, stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken är lokaliserat. Undersökningsområdet inom röd markering (motsvarande tidigare planområdet i maj 2022) med befintliga hus, del av Sicklaön 83:22 (© Metria ortofoto 2022).

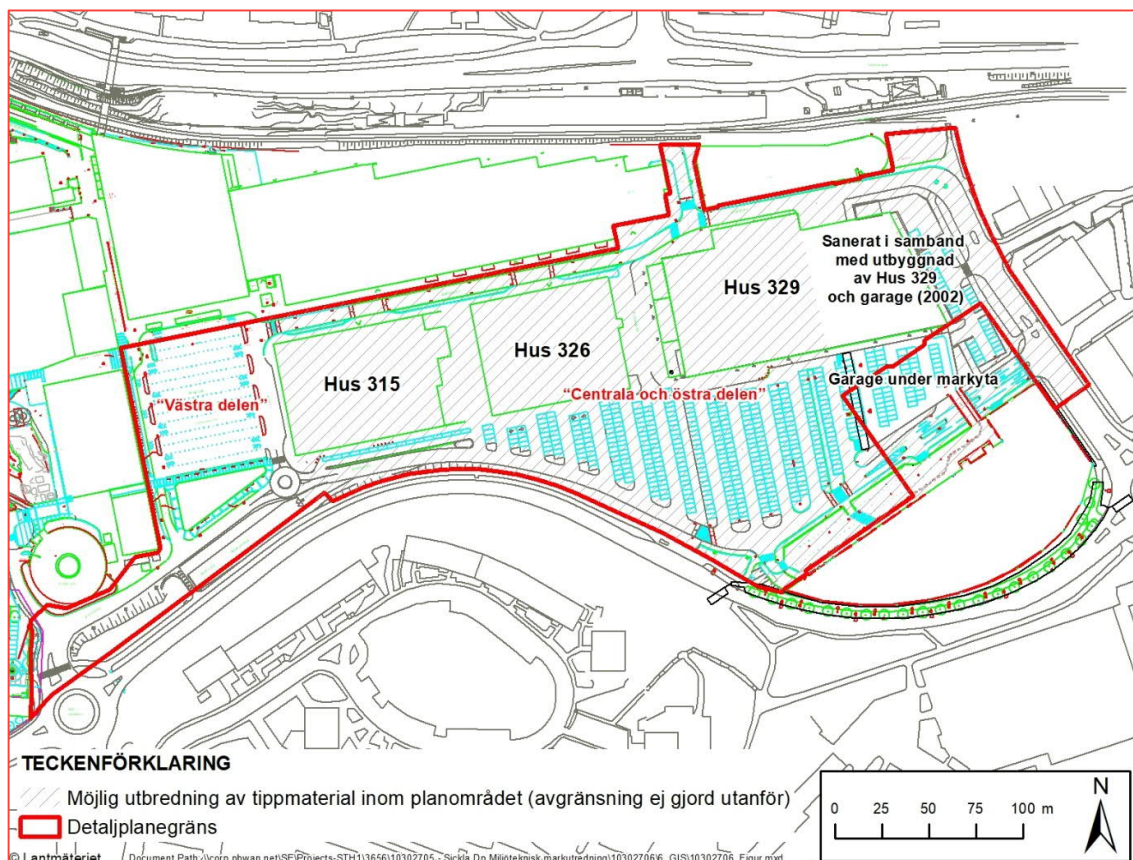
3.2 GEOLOGI OCH FYLLNADSJORDENS KARAKTÄR

Enligt SGUs jordartskarta utgörs jordarterna generellt av fyllnadsmassor på lera och silt (Figur 2). Den samlade bilden från utförda jordprovtagningar i området är att fyllnadsmassorna överlagrar lera på morän eller längst västerut bara morän ovan berggrunden (gråvacka, en sedimentär bergart). Fyllnadsmassornas mäktighet varierar och mäktigheten har påvisats öka österut fram till den stora nivåskillnaden längst i öster mellan övre och nedre parkeringsytan vid hus 329 närmast Planiavägen. Inom den nedre parkeringsytan överlagrar fyllningen ställvis gyttja/torv (ett par decimeter) och sen lera. En stor del av marken mot Järlasjön har tidigare varit kärr eller sjöbotten.



Figur 2. Geologisk jordartskarta med det aktuella området markerat med svart oval. Rött = urberg, Gult = postglacial lera, Gulrutigt = fyllning på lera och silt, Randigt = fyllning. Källa: utdrag ur SGUs kartvisare, Jordarter 1:25 000 – 1:100 000.

Östra och centrala delen av området är utfyllt och utgörs till stora delar av tippmassor bestående av sand, grus, sten med inslag av avfall (slagg, tegel, glas, metall, bitumen, betongblock, krossad betong, gulvitt pulver m.m). Även misstänkt tjärhaltiga massor har påträffats på större djup i en enstaka provpunkt. Inga indikationer finns på metangas i massorna (fältmätningar utförda, se resultat i WSP 2023a). Tippmaterialet är delvis hårt packat och innehåller både block och hålrum. I västra delen av området (väster om hus 315) förekommer en annan typ av fyllnadsmassor bestående av sten, grus, sand med inslag av tegel, utan förekomst av blandat avfall som i tippmassorna. Under och norr om byggnaderna är underlaget om förekomst av tippmassor begränsat (p.g.a. befintliga byggnader och ledningar), men de fåtal punkter som provtagits norr om och emellan husen indikerar mindre mäktiga fyllnadslager och inte ett tydligt tippmaterial på motsvarande sätt som söder om byggnaderna. Den f.d. industritippens maximala utbredning inom undersökningsområdet illustreras i Figur 3.



Figur 3. Möjlig utbredning av tippmaterial inom undersökningsområdet (avgränsning ej gjord utanför) samt benämningar på de delar av området som refereras till i rapporten. Bakgrund: Situationsplan från Atrium Ljungberg AB.

Bedömd naturligt lagrad jord har nåtts i enstaka provtagningspunkter. I västra delen av undersökningsområdet på 2 respektive 3 m djup (sandig lera respektive torrskorpelera) och längst österut på 0,5 respektive 1,4 m djup (lera). I centrala delen med bedömt störst fyllnadsmäktighet (parkeringsytan söder om hus 326) har lera noterats eller provtagits på ca 6 m under markytan (som ligger på ca +11,5). I en central punkt (22W106) misstänktes sulfidlera, vilket uppmätt hög svavelhalt (8600 mg/kg TS) också tyder på. Även i östra delen misstänktes sulfidlera vid fältarbeten. Laboratorieanalysen visade dock en låg halt av svavel.

Fyllnadsmassor har genomsläppliga egenskaper i och med dominans av sand, grus och sten. Den organiska halten (TOC) varierar i undersökningarna mellan 0,6 och 7 %, med huvuddelen av proven mellan 1 och 3 % och en median (50-percentilen) på 2 %. Detta motsvarar den organiska halt som antas för Naturvårdsverkets generella riktvärden.

Surhetsgraden i fyllningen (pH) varierar mellan 6 och 12 och med en median på 9. Detta innebär att fyllningen generellt har högre pH än vad som förekommer i en naturlig jord och vad som antas för lakbarheten av metaller för generella riktvärden (pH 5–7). Om stora delar av den något basiska fyllningen avlägsnas i planerade anläggningsarbeten kan pH i området sjunka något mot mer neutralt.

3.3 HYDROGEOLOGI OCH RECIPIENTER

I undersökningsområdet finns ett icke sammanhängande (mark)grundvatten i fyllnadsmassorna ovan leran (framför allt i delarna med större jordmäktigheter söder om byggnaderna) och ett djupare grundvattenmagasin under leran i friktionsjorden ovan berg. Magasinen står troligen i förbindelse med varandra. Kring befintliga byggnader inom undersökningsområdet har det i fyllnadsmassorna ovan lera varit torrt vid installation av grundvattenrör och vid uppreparande kontroll i samband med provtagning.

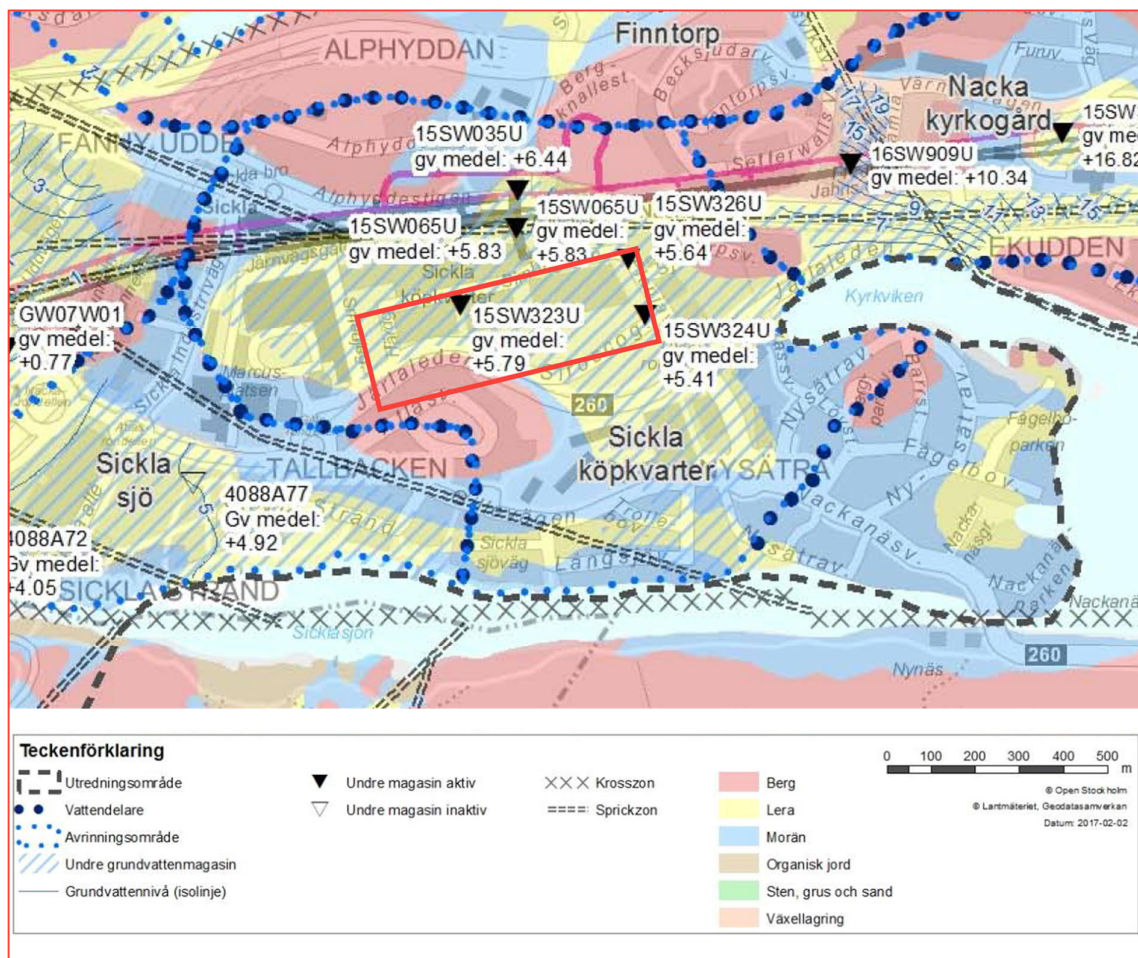
Där det förekommer grundvatten i fyllnadsmassorna ligger nivåerna på mellan +5,5 och 5,8 (RH2000), vilket motsvarar ca 6 m under markytan i de centrala delarna av området med större jordmäktigheter. I den östra delen motsvarar det 1 till 2 m under markytan. Vid provtagningarna allra längst österut har det varit torrt eller funnits mycket begränsad tillgång på vatten. Under leran i friktionsjorden bedöms grundvattenmagasinet vara mer sammanhängande. De djupa grundvattenrören är installerade med rörspetsen på mellan ca 11 och 16 m djup (motsvarade ca 0 till -5 i RH2000). Trycknivån för det undre magasinet har uppmätts till mellan +5,3 och +5,7, liknande det övre magasinet. Medelnivåerna i SLL, 2017 (Figur 4) indikerar en något högre grundvattennivå (+5,4 till +5,8).

Undersökningsområdet ligger i en naturlig svacka mellan höjder med storskaliga vattendelare kring undersökningsområdet. I norr och söder finns tydliga bergrygggar. Av Figur 4 framgår vattendelarna och undersökningsområdets huvudsakliga grundvattenströmning sker mot söder (Sicklasjön) och öster (Järlasjön, markerad som Kyrkviken i Figur 4). Karakteristiska vattenstånd för Järlasjön (RH2000) är mellan +5,38 (låg vatten) och +5,64 (högsta högvattenstånd), med ett medelhögvattenstånd⁴ på +5,53 (Sweco, 2017). Järlasjön och Sicklasjön står i förbindelse med varandra och nivån är reglerad med sluss i Sickla kanal mellan Sicklasjön och Hammarby sjö, som i sin tur står i förbindelse med Östersjön. Både Sicklasjön och Järlasjön är klassificerade som vattenförekomster (VISS, 2022).

Undersökningsområdet bedöms ha en begränsad grundvattenbildning. I fyllningen på grund av hårdgjorda ytor och i friktionsjorden på grund av hårdgjorda ytor och dålig genomströmning i leran mellan fyllningen och friktionsjorden. Den grundvattenbildning som sker i friktionsjorden bedöms framför allt ske utanför undersökningsområdet, från bergryggarna direkt ner i friktionsjord närmast berget. Grundvattenbildningen kan öka något om lerlagret avlägsnas, men inte mycket så länge merparten av området är hårdgjort. I den västligaste delen av undersökningsområdet har inget grundvatten påträffats i undersökningarna. Här ligger berget yttligare än i de östra delarna (enligt äldre bergmodell tillhandahållen från ALAB 2020) och lerlagret saknas i delar. I den västligaste delen av undersökningsområdet finns Atlas Copcos testgruva i berget med pågående grundvattenpumpning. Det finns inga uppgifter om att pumpningen ska avslutas och eventuella effekter av en sådan förändring (om det skulle vara aktuellt) har inte utretts inom markmiljöuppdraget.

Klimatförändringar förväntas generellt innebära att den årliga nederbörden ökar samtidigt som regnen blir fler och mer intensiva. Detta kan generellt leda till perioder med ökad infiltration och perioder av ökad vattenerosion från markytor som ej är hårdgjorda eller har växttäckning. I och med en begränsad grundvattenbildning inom undersökningsområdet och ett system med reglerat ytvatten förväntas inte eventuella framtida ökade fluktuation av grundvattennivåer påverka undersökningsområdet nämnvärt.

⁴ MHW = Ett medelvärde av varje års högsta dygnsvattenstånd.



Figur 4. Utdrag från Översikt grundvattenförhållanden i jord vid Sickla och västra Nacka kommun (med urval av grundvattenrör från det undre magasinet). Källa: SLL, 2017. Undersökningsområdet Tryckluftsfabriken är ungefärligt markerat med en röd rektangel.

3.4 PLANERAD MARKANVÄNDNING OCH EXPLOATERING

Stadsutvecklingsprojektet ska möjliggöra en blandad bebyggelse med kontor, bostäder, centrumverksamhet, hotell, parkmark, gatemark, parkering och förskola. Bostäder planeras främst i östra delen av området, men delvis också i de mer centrala delarna. I de centrala och västra delarna ligger tyngdpunkten på kontor och centrumverksamhet (Figur 5 och Figur 6). Området kommer att byggas ut etappvis under en tioårsperiod från väster till öster.

Befintliga hus 315, 326 och 329 kommer till största delen att rivas för nybyggnationen, med undantag för den f.d. panncentralen i del av hus 315 som ALAB planerar att spara för publik användning.

I stora delar av undersökningsområdet planeras grundläggning ske under nuvarande markyta med garage i ett eller två våningsplan, vilket innebär att stora delar av fyllnadsmassorna (och även lera och berg i delar) kommer att behöva schaktas ur av anläggningstekniska skäl och att gårdar anläggs på planterbara bjälklag (se sektioner i Bilaga 5). Undantag är parkytan (kallad gröningen) i östra delen och den mindre parken i den sydvästra kilen av området (samt gatan i alternativ 2 nedan).

I detta tidiga skede är inga schaktdjup fastställda, men det fanns i april 2022 två huvudscenarier för anläggningsschakt (uppgift från ALAB 2022-04-26) som omfattar hela stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken;

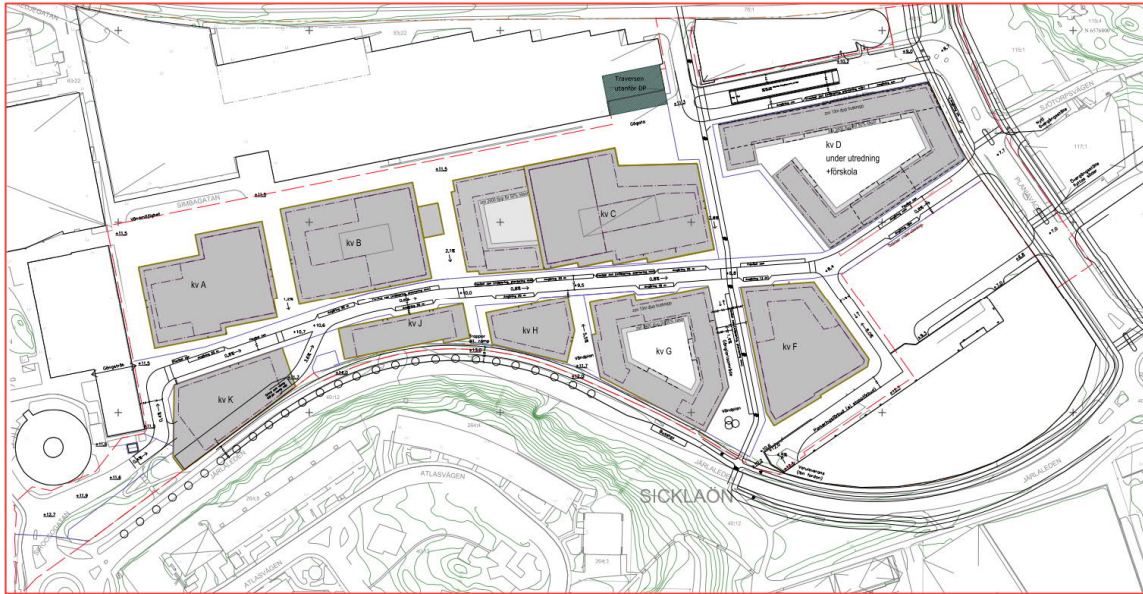
- Alternativ 1. Schakt till +5,5 m i östra delen (1 våning garage, undantag parken "gröningen") och +3,5 m i centrala och västra delen (2 våningars garage). Alternativet förutsätter att underbyggnad av Siroccogatan tillåts.
- Alternativ 2. Schakt till +5,5 m i östra delen (1 våning garage, undantag parken "gröningen"), +3,5 m i centrala och västra delen norr om Siroccogatan (2 våningars garage) samt söder om Siroccogatan till +7,5 m (1 våning garage). Alternativet omfattar ingen anläggning under Siroccogatan, utan endast ledningsschakt.

Med lägsta nuvarande marknivå på ca +7 till +8 längs Planiavägen i östra lägre delen av undersökningsområdet och den högsta på cirka +11,5 i den övre större delen av undersökningsområdet, innebär beskrivna anläggningsscenarion schakt motsvarande minst 1,5 till 2,5 m i den östra lägre delen samt 4 eller 8 m (beroende på 1 eller 2 våningars garage) i resterande större del av området. För Siroccogatan planeras endast ledningsschakt om underbyggnad inte tillåts. Om det tillåts kommer schaktdjupet variera mellan ca 2,5 m i öster och 8 m i de högre belägna delarna. Det innebär att fyllnadsmassorna till stora delar kommer att schaktas ur. Trycknivå där grundvatten påträffats i fyllningsmaterial och i den djupare liggande friktionsjorden ligger på mellan +5 och +6 m (max +5,8) baserat på flera mätningar under 2020-2022. En avvikande mätning visade +6,4 i ett grundvattenrör i det undre magasinet. Röret har bara kunnat kontrolleras vid ett tillfälle.

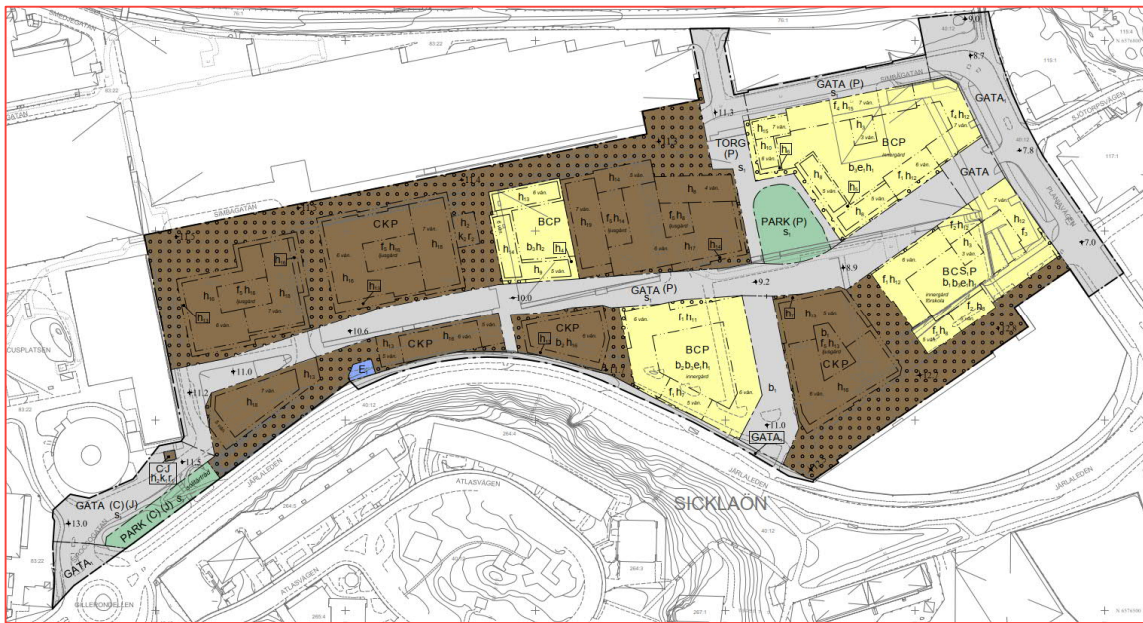
Medelgrundvattennivån i området baserat på alla mätningar (25 st.) är +5,6. Norr om Siroccogatan, där den djupaste schakten preliminärt planeras (till +3,5), har inget grundvatten över leran påträffats men schakt under det undre grundvattenmagasinets trycknivå kan bli aktuellt. Vid accept för underbyggnad under Siroccogatan krävs schakt under grundvattenytan även där och söder om denna. I väster kommer bergschakt att behövas, medan jordmäktigheten och djupet till berg ökar österut. I östra halvan av området kommer marken att pålas. Inom nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet (se Förord) har fastighetsägaren, enligt uppgift i maj 2023, för avsikt att bygga ett sammanhängande undermarksgarage i två våningar och därmed gå under grundvattennivån, bygga tät konstruktion under denna samt söka vattendom om att sänka grundvattennivån under byggskedet. I Figur 7 illustreras delar av planerad bebyggelse i denna del i förhållande till medelgrundvattennivån i området. För flera sektioner se Bilaga 5.

Större delen av ytorna som inte blir underbyggda av garage kommer att vara hårdgjorda. All odling kommer att ske i ny tillförd jord. Den mindre parken (kallad "gröningen") som syns i östra delen i Figur 6 kommer inte underbyggas av garage. Den parken ingår inte i nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet, men samma förutsättningar gäller för den sydvästra "kilen" av planområdet med gata och en smal grönyta (park i Figur 6). Grönytan i denna sydvästra del provtogs ytligt i april 2023 och resultaten finns sammanställda i Bilaga 16 i resultatrapporten MUR Miljöteknik (WSP, 2023a).

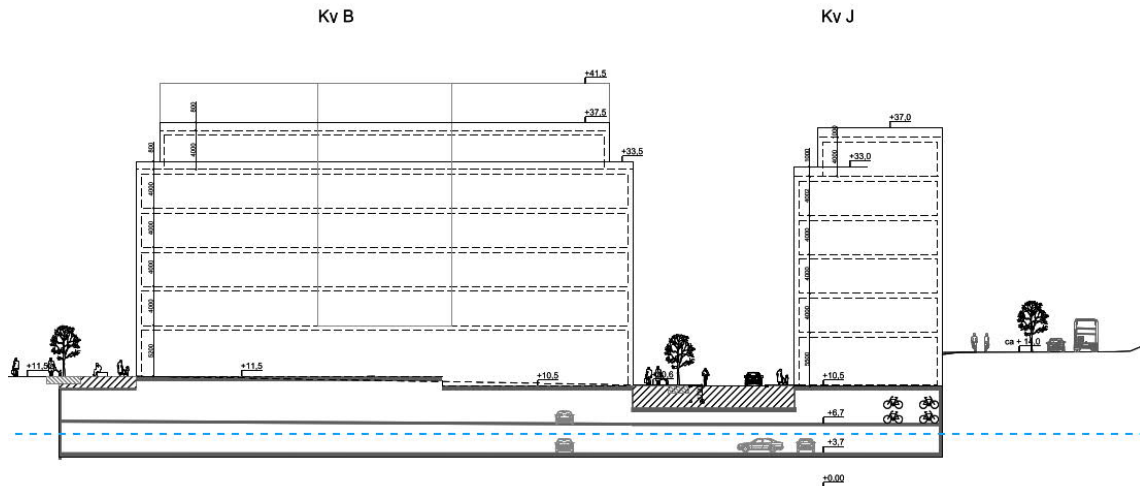
Med anledning av dagens föroreningsituation planeras täta lösningar för dagvattnet och avledning till Järlasjön (Sweco, 2022).



Figur 5. Masterplan Tryckluftsfabriken över framtida utformning av området, daterad 220520 (Gatun Arkitekter). Observera att ny bebyggelsestruktur finns för nu aktuellt planområde i västra delen (se Förord).



Figur 6. Utdrag från Detaljplan för Tryckluftsfabriken på Sicklaön, Nacka kommun, Planenheten i november 2021, samrådshandling. B = Bostäder, C = Centrum, K = Kontor, P = Parkering, PARK = park, GATA = gata. Sedan november 2021 har den sydöstra delen utgått i den senare daterade Masterplanen (Figur 5), och därefter har beslut tagits om att stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken delas in i två detaljplaner (se Förord). Plankartan för nu aktuell detaljplan fanns inte färdigställd vid slutversion av rapporten.



Figur 7. Exempel på sektion av planerad bebyggelse i förhållande till principskiss av medelgrundvattenytan från norr (Simbagatan) till söder (Järlaleden) genom blivande kvarter B och J inom planområdet i västra delen av stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken (se Förord). För fler sektioner inkl. väst-östlig se Bilaga 5. Gatun Arkitekter, 230512.

4 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL

De övergripande åtgärds målen ska i första hand visa vilken användning området kommer att vara avsett för samt vilken påverkan som kan accepteras inom området eller i omgivningen efter utförd avhjälpande åtgärd (Naturvårdsverket, 2009c). Åtgärds målen bör uppmuntra till hushållning genom återanvändning och återvinning.

Förslag till övergripande åtgärds mål presenterades i den förenklade riskbedömningen (WSP, 2021a). Dessa åtgärds mål har nu förtydligats något för att lättare kunna utvärderas i riskbedömningen. Följande övergripande åtgärds mål föreslås för undersökningsområdet Tryckluftsfabriken:

- Området ska kunna nyttjas för blandad bebyggelse med kontor, bostäder (flerbostadshus), centrumverksamhet, hotell, parkmark, gatemark och förskola.
- Markföroreningar inom undersökningsområdet ska inte ge upphov till oacceptabla hälsorisker för boende, besökande, yrkesverksamma eller barn på förskola inom området.
- Föroreningsspridning från undersökningsområdet ska inte ge upphov till oacceptabla hälsorisker för boende eller yrkesverksamma i omgivningen.
- Spridning av markföroreningar via grundvattnet från området (både beaktat infiltrerad nederbörd och dagvatten) ska inte försämra eller försvåra/förhindra att ytvattenrecipienten (Järlasjön) uppnår god kemisk eller ekologisk status.
- Markmiljön ska skyddas utifrån de förutsättningar som behövs för att uppfylla förväntade funktioner vid den planerade markanvändningen.
- Schakt och borttransport av förorenade massor ska begränsas om hälso- och miljörisker bedöms som acceptabla, för att gynna en hållbar utveckling avseende resurshushållning.

Åtgärds målet som anges för att gynna en hållbar utveckling avseende resurshushållning går i linje med Nacka kommuns strategi för miljö- och klimat i stadsutveckling⁵. De justerade åtgärds målen har stämts av med tillsynsmyndigheten.

⁵ Strategi. Miljö- och klimatambitioner i stadsutvecklingen i Nacka. Daterad 2019-06-17.

5 FYLLNADSJORD - FÖRORENINGSBILD OCH RISKBEDÖMNING

I detta kapitel beskrivs föroreningssituationen och utvärderas riskerna med föroreningar påvisade i fyllnadsjorden, till vilken föroreningarna inom undersökningsområdet framför allt är knutna. Påverkan på naturligt lagrad jord (lerig eller lera) under fyllnadsmassorna är begränsad med enstaka förhöjd föroreningshalt strax över Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM. Klorerade alifater beskrivs och utvärderas separat i kapitel 6.

5.1 TOLKAD FÖRORENINGSSITUATION

Inom och kring undersökningsområdet finns det en lång industriell historik där tidigare verksamheter och tippmassor har orsakat föroreningar. Samtliga utförda undersökningar redovisade i WSP 2021a och nu utförd komplettering har visat en heterogen föroreningssituation i jord.

Föroreningar av primär betydelse i fyllnadsjorden utgörs av metaller och PAH. Andra föroreningar förekommer också, bland annat cyanid, PCB, dioxin och klororganiska bekämpningsmedel. Föroreningshalterna av motsvarande ämnen lösta i grundvatten (filtrerade prover) har varit låga.

Det finns uppgifter om en brandövningsplats inom Sickla (förekomst och läge oklart) och också om bränder på industritippen. Ett påslag av PFOS och PFOA har påvisats i grundvatten både i fyllningen ovan lera och i friktionsjorden under. PFAS har inte undersökts i jorden, men den allmänt förhöjda halten även i det undre grundvattenmagasinet tyder på en påverkan från omgivningen alternativt från industritippen. PFAS började tillverkas och användas inom konsumentprodukter och industrin på 1950-talet (KEMI, 2021). Under 1960-talet utvecklades PFAS-innehållande brandskum (AFFF). Eftersom Industritippen lades ner på 1960-talet är sannolikheten därför liten att större mängder PFAS innehållande material deponerats eller att bränder på tippen bekämpats med AFFF. Den mest betydande historiska källan till PFAS i miljön är AFFF och idag utgör därför brandövningsplatser där dessa använts frekvent sannolikt den mest betydande PFAS-källan (IVL, 2016).

Föroreningssituationen i fyllnadsjorden inom undersökningsområdet utvärderades inom tidigare miljötekniska markutredning (WSP, 2021a). Nu kompletterande provtagning och analyser verifierar i stora delar tidigare slutsatser avseende föroreningssituationen. I bilaga 1 redovisas en uppdaterad statistisk sammanställning av halter baserat på kompletterande analysdata och i ritning N310a-d en klassning av halter mot generella jämförelsevärden. I efterföljande avsnitt summeras en tolkning av resultaten.

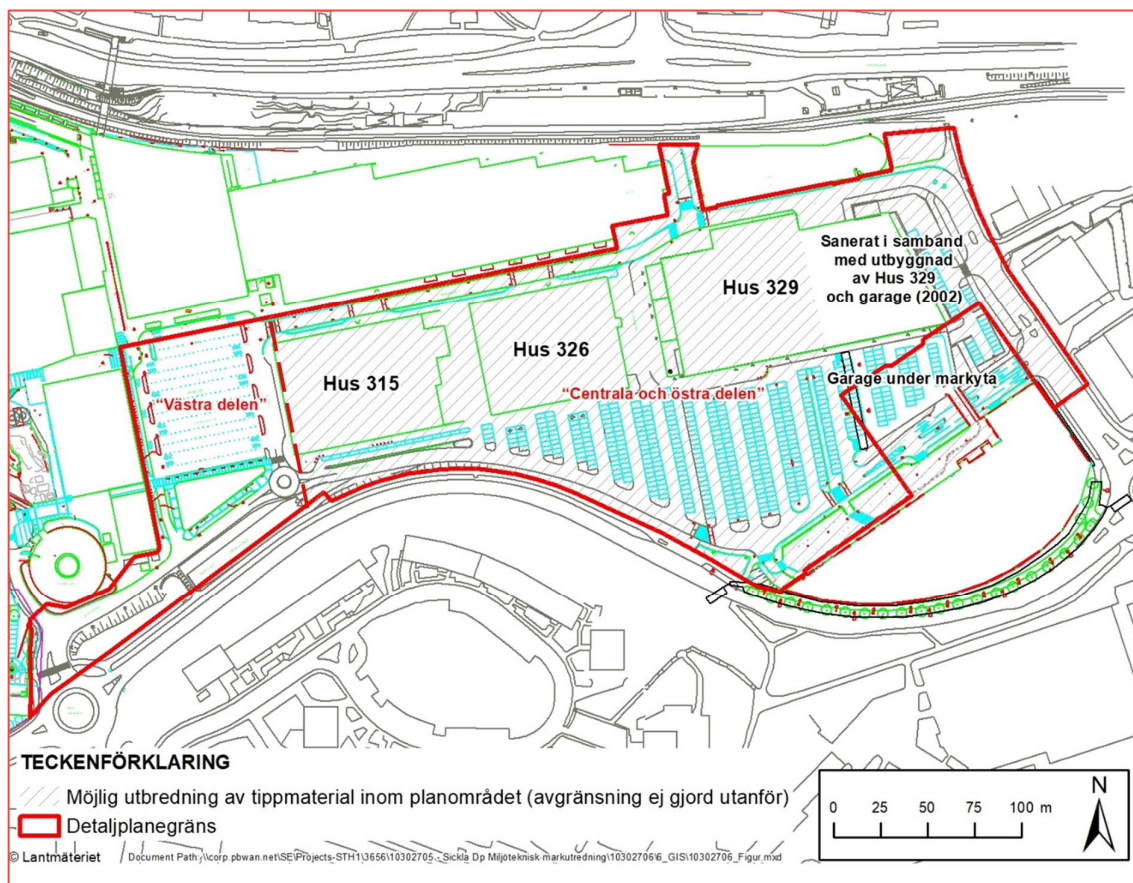
5.1.1 Utbredning i jord i plan och profil – Egenskapsområden

En generell indelning av undersökningsområdet i två egenskapsområden kan göras baserat på uppmätta halter av föroreningar i fyllnadsjorden (Figur 8):

- Centrala och östra delen (f.d. tippområdet)
- Västra delen

Indelningen följer förmodad utbredning av tippområdet. Halter av förorening i fyllnadsjord inom tippområdet (centrala och östra delen av undersökningsområdet) är tydligt högre och med större variation i halter än utanför tippområdet (västra delen), se bilaga 1. Som beskrivits ovan har begränsad provtagning av jord utförts under byggnaderna. Det är med nuvarande underlag därför inte möjligt att göra en ytterligare indelning av förorening i plan.

Ingen generell haltindelning i profil kan ses i fyllnadsjorden, vilken varierar i mäktighet från 1,5 meter i östra delen till 6 meter i centrala delen samt i västra delen mellan 0,5–3 meter, och avgränsas av naturligt lagrad jord.



Figur 8. Indelning av undersökningsområdet i egenskapsområden, f.d. tippområdet (centrala och östra delen) och västra, baserat på haltfördelning i fyllnadsjorden. Gränsen mellan egenskapsområdena är dragen längs västra fasaden på hus 315 (röd streckad linje).

I fyllnadsjorden i västra delen har främst barium påvisats i förhöjd halt samt bly och zink i enstaka prov. I tippmassorna i de centrala och östra delarna, är de mest frekvent påvisade föroreningarna barium, bly, koppar, zink och PAH-H. Därefter följer PAH-M, arsenik, kadmium, kvicksilver och nickel. Mindre frekvent förekommer även kobolt, krom, vanadin, cyanid total, bensen, alifatiska och aromatiska kolväten, PCB, dioxin och DDT som förorening.

Variationen i halter (CV)⁶ av metaller och PAH i fyllnadsjorden i västra delen är generellt måttlig (>0,5–1), se bilaga 1. Variationen i halter (CV) i centrala och östra delen är måttlig (>0,5–1) för barium, kadmium, kobolt, krom, nickel, PCB, dioxiner och alifater >C16-35 samt relativt stor till stor (>1–2) för arsenik, bly, kvicksilver och zink (Bilaga 1). Förorening som påvisats i mycket stor variation (>2–3) i halter är koppar, cyanid tot, aromater >C10-16 och summa DDT, DDD, DDE, och extremt stor variation i halter (>3) är PAH-L, PAH-M, PAH-H, tyngre aromatiska kolväten (>C16-35).

En mycket stor och extremt stor variation i halter tyder på att det är motiverat att göra en annan indelning av halter i mer homogena delområden. Det är alltså troligt att det förekommer ytterligare egenskapsområden inom tippområdet beroende på deponerat avfall. Generellt har avvikande höga halter av förorening med mycket stor till extremt stor variation i halter påvisats i centrala delen av tippområdet. Föroreningar med en haltvariation som klassats som extremt stor hanteras som potentiella höghaltsområden (hotspots).

⁶ Beskrivningen av variationen i halter följer förslag till tolkning av förorenad jord i Provtagningsstrategier för förorenad jord, Naturvårdsverkets rapport 5888.

Troligen tjärhaltiga massor med avvikande höga halter av PAH och aromatiska kolväten har påvisats i djupare fyllnadsjord (3–6 meter under markytan) i centrala delen av tippområdet (22W105 och 22W106), vilket inte har påvisats inom övriga delar av området. Utbredningen av dessa tjärhaltiga massor är inte känd. En avvikande halt av bensen är påvisad i ett ytligt prov i en punkt (20W13, 0–0,5 m u my) i anslutning till påvisade avvikande halter av PAH och aromatiska kolväten i djupare fyllningsjord. Exkluderas dessa avvikande halter ur den statistiska utvärderingen minskar variationen i halter av PAH och aromatiska kolväten till relativt stor eller stor och för bensen till mycket liten variation (Bilaga 1). Eftersom halterna av PAH, aromatiska kolväten och bensen avviker kraftigt från övriga påvisade halter bedöms det motiverat att hantera denna förorening separat som potentiella hotspots i fortsatt utvärdering.

5.1.2 Påverkan på grundvatten och porluft

Utöver halter i fyllnadsjorden har även halter i grundvatten och porluft undersökts avseende påvisade ämnen i fyllnadsjorden för att undersöka föroreningens potential för påverkan på vatten och luft. Undersökningens resultatet redovisas i den separata resultatrapporten MUR Miljöteknik (WSP, 2023a).

Av de vanligast förekommande metallerna i fyllnadsjorden visar halter i grundvatten generellt på obetydlig påverkan avseende arsenik, bly och koppar samt obetydlig till måttlig påverkan avseende kadmium. För nickel och zink tyder halter i grundvatten på måttlig till påtaglig påverkan. För barium, som saknar jämförvärden, tyder variationen i uppmätta halter på motsvarande påverkan som för zink och nickel. Kvicksilver har inte påvisats i grundvattnet över analysmetodens rapporteringsgräns (0,1 µg/l). Cyanid (total) har analyserats i nu utförd komplettering i tre grundvattenrör i fyllningen ovan leran och legat strax över rapporteringsgräns i två med halter på 11 respektive 16 µg/l. Halterna understiger gränsvärdet från Livsmedelsverket på 50 µg/l som finns för dricksvattenförsörjning.

Av de vanligast förekommande organiska ämnena i fyllnadsjorden, det vill säga PAH och tyngre oljekolväten, har inga halter över rapporteringsgränsen påvisats i grundvatten. Det finns inga indikationer på fri fas tjära eller petroleumkolväten i grundvattnet.

De organiska ämnen som påvisats i halter över rapporteringsgräns i grundvatten är enstaka klorerade alifater (CAH) i fem av totalt nio rör, dioxiner (dibensofuraner) i en av tre undersökta punkter och PFOS och PFOA i samtliga undersökta punkter. PCB7 har analyserats i tre grundvattenrör i fyllningen, men inte visat några halter över rapporteringsgräns. De enstaka halterna av CAH som påträffats är lägre än SGUs riktvärde för grundvatten (tri+tetrakloreten) och för cis-1,2-dikloreten lägre än använt jämförvärde från WHO. CAH utvärderas närmare i kapitel 6. Dioxiner har i två av tre rör inte visat halter över rapporteringsgräns, och i det tredje röret endast en liten förhöjning strax över rapporteringsgräns. Halter av PFOS och PFOA ligger under SGIs förslag till riktvärde för PFOS (45 ng/l) som baseras på halva värdet av livsmedelsverkets åtgärdsgräns för dricksvatten (90 ng/l). Livsmedelsverket har nyligen kommit med nya dricksvattenföreskrifter (LIVSFS 2022:12) som ersätter de gamla (SLVFS 2001:30). Gränsvärde för PFAS4 (PFOS, PFOA, PFNA och PFHxS) är 4 ng/l och ska tillämpas från 1 januari 2026. Uppmätta halter ligger över detta gränsvärde. Grundvatten inom och nedströms undersökningsområdet kommer inte att nyttjas som dricksvatten.

I markens porluft, cirka 4,5 meter under markytan, har med undantag för CAH även bensen, xylen, aromater, naftalen och kresol påvisats i förhöjda men låga halter i några punkter, vilket tyder på begränsad påverkan avseende petroleumkolväten och PAH på luften från förorening i djupare fyllnadsmassor.

5.2 PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL

I detta avsnitt redovisas en uppdaterad problembeskrivning med skyddsobjekt, föroreningskällor, spridnings- och exponeringsvägar vilket på slutet sammanfattas i en konceptuell modell.

En längre problembeskrivningen finns i den förenklade riskbedömning som togs fram 2021, varför den uppdaterade problembeskrivningen summeras kortare, med hänvisning till tidigare rapport (WSP 2021a).

5.2.1 Föroreningskällor och föroreningarnas egenskaper

Förorening förekommer i fyllnadsjord från befintlig markyta ner till som mest cirka 6 meter under markytan. Grundvatten har påvisats ca 6 m under markytan i de centrala delarna av området med större jordmäktigheten och 1-2 m under markytan i östra delen. Fyllnadsjord förekommer därmed både över grundvattenytan (omättad zon) och under grundvattenytan (mättad zon), men främst ovan grundvattenytan. Fyllnadsjorden bedöms vara genomsläpplig och har en genomsnittlig organisk halt på 2 % och i genomsnitt ett pH på 9. Det generellt högre pH i fyllningen kan innebära att metaller har en lägre löslighet, men kan för vissa metaller även innebära en högre löslighet.

De ämnen som påträffats i förhöjda halter i fyllnadsjorden är främst metallerna barium, bly, koppar och zink samt PAH med hög molekylvikt (PAH-H), men även andra metaller och oorganiska samt organiska föroreningar har påvisats. Föroreningarna antas främst härröra från tippat avfall, men även av tidigare verksamheter på platsen, och kan också ha kommit dit som en del av tillförd fyllning. Föroreningen har främst påvisats bunden till jordmatrisen eller avfall. Det finns indikation på förekomst av fri fas tjära i fyllningen i södra delen av tippområdet.

Påvisade föroreningar har både hälso- och miljöfarliga egenskaper. För ytterligare information om förekommande ämnen hänvisas till den förenklade riskbedömningen (WSP, 2021a).

5.2.2 Spridnings- och transportvägar

Spridning av föroreningar från öppen mark (ej bebyggd eller hårdgjord) kan generellt ske via infiltrerad nederbörd och utlakning till grundvattnet, via ytavrinning, via damning och upptag i växter.

Nuvarande markanvändning med byggnader, asfalterade gator och parkeringar innebär att stora delar av området är hårdgjort, vilket i sin tur innebär att en mindre del av nederbörden kan infiltrera marken och bilda grundvatten. Den planerade markanvändningen innebär att området fortsatt i stora delar kommer vara hårdgjord och därmed begränsa grundvattenbildningen i området. Huvuddelen av nederbörden kommer sannolikt att bilda ytavrinning och avledas som dagvatten. Dagvatten planeras preliminärt hanteras i slutna system och avledas till Järlasjön

Planerad schakt inom stora delar av området inför anläggning av nya byggnader innebär att huvuddelen av föroreningskällan i jord avlägsnas. Detta tillsammans med att stora ytor fortsatt kommer vara hårdgjorda innebär att spridning av förorening från kvarlämnad fyllnadsjord, via ytavrinning och damning samt upptag i växter, begränsas/förhindras i större delen av området. I mindre delar där befintliga massor ur anläggningssynpunkt planeras finnas kvar i nivå med markytan inom icke-hårdgjorda ytor kan ytavrinning, damning och upptag i växter vara aktuellt. I nu aktuellt planområde i västra delen av undersökningsområdet (se Förord) är dessa förutsättningar endast aktuella i dagens grönyta i den sydvästligaste "kilen" av planområdet (se Figur 6).

Inom det aktuella området finns ett icke-sammanhängande (mark)grundvatten i fyllningen ovan leran och ett djupare grundvattenmagasin under leran i friktionsjorden ovan berg. Magasinen står troligen i förbindelse med varandra. Föroreningshalter i grundvattnet har undersökts i delar av det aktuella området. Påverkan är begränsad. En fluktuerande grundvattennivå kan skapa en ökad spridning av föroreningar. I och med en begränsad grundvattenbildning inom undersökningsområdet och särskilt i

yllningen ovan leran, samt lokalisering i ett system med reglerat ytvatten förväntas inte ökad fluktuation av grundvattennivåer påverka undersökningsområdet och spridningen nämnvärt.

Flyktiga föroreningar kan avgå från jord och grundvatten till gasfas och spridas till inomhusmiljön. Inom området har förhöjda halter av polycykliska aromatiska kolväten med medelhög och låg molekylvikt (PAH-M och PAH-L) påträffats. En del av dessa PAH:er kan förekomma i flyktig form och kan då avgå i gasfas och om de tränger in i byggnader orsaka inomhusproblem. Andra potentiellt flyktiga ämnen som påträffats i förhöjda halter och som också kan orsaka inomhusproblem är kvicksilver, bensen och aromatiska kolväten (CAH hanteras i separat avsnitt, se kapitel 6).

5.2.3 Exponeringsvägar (hälsa)

Förorening förekommer ytligt inom området varför exponering av människor i dagsläget kan ske via intag av jord, inandning av damm och hudkontakt inom icke hårdgjorda ytor. Stora delar av området planeras schaktas ur för anläggning av underjordiska garage, vilket innebär att människor inom huvuddelen av området inte kan komma i direkt kontakt (intag jord, inandning damm, hudkontakt) med eventuellt förorenad jord.

Potentiellt flyktiga föroreningar har påträffats i yllningen, varför exponering via inandning ånga kan vara aktuellt. Exponeringsrisken är störst inomhus i byggnader, om förorening finns under eller i närheten av byggnaden.

Undersökningsområdet ligger inte inom någon identifierad grundvattenförekomst och intag av dricksvatten från undersökningsområdet är inte aktuellt. Området förses idag med kommunalt dricksvatten.

Gårdar i kvartersmark planeras anläggas på planterbara bjälklag varför det är troligt att odling av växter främst kommer ske i nytillförd jord i (se sektioner i Bilaga 5). Undantag kan vara parkområden som inte underbyggs av garage. Upptag i växter minskar med ökande markdjup och upptaget av förorening är mycket begränsat från 2 meters djup.

5.2.4 Skyddsobjekt

Området planeras omvandlas med bostäder, förskola, kontor, handel och parkmark. Skyddsobjekt för området är därför **barn och vuxna** som boende, förskolebarn, besökande och yrkesverksamma.

Undersökningsområdet avvattnas i huvudsak till Järlasjön, men även till Sicklasjön, båda är klassificerade som vattenförekomster. **Ytvatten** ska skyddas som ekosystem och naturresurs.

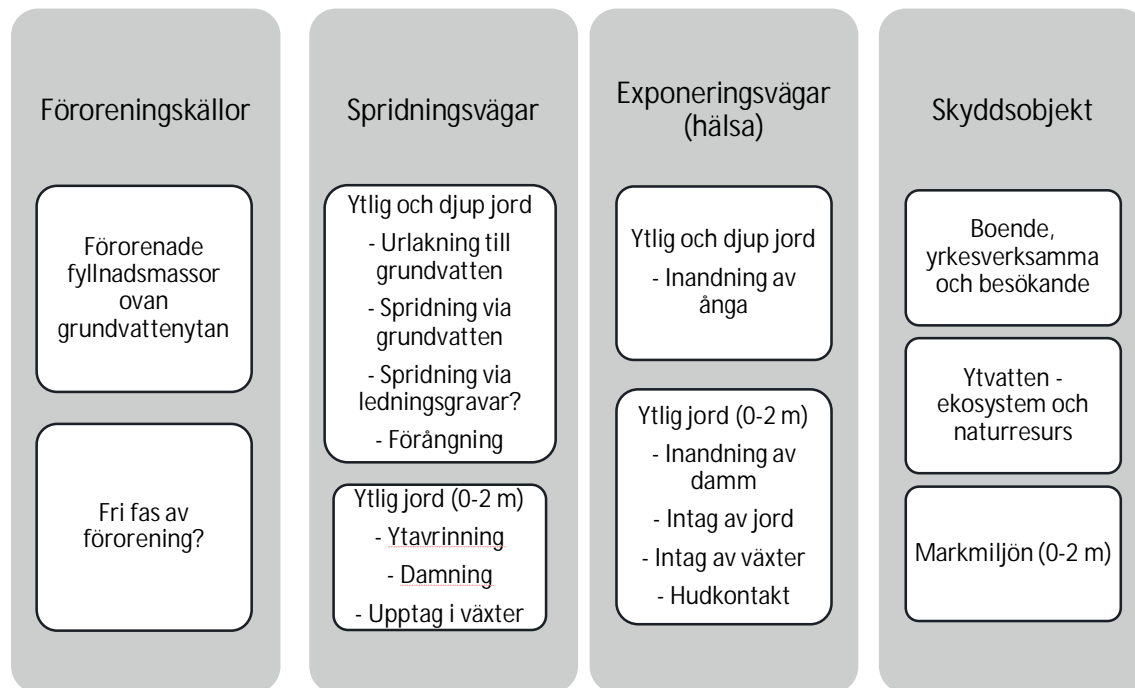
Undersökningsområdet ligger inte inom någon identifierad grundvattenförekomst och grundvattenbildningen i undersökningsområdet är mycket begränsad. De geologiska förutsättningarna för något betydande grundvattenmagasin i området är begränsade, även avseende magasinet i friktionsjorden (ingen noterad grundvattenkapacitet i jord och mindre goda uttagsmöjligheter i berg, enligt SGUs kartvisare). Skydd av grundvatten som naturresurs för dricksvatten bedöms därför inte vara aktuellt i området. Grundvatten beaktas som spridningsmedium till ytvatten.

Skydd av **markmiljön** är aktuellt där befintliga fyllnadsmassor ur anläggningssynpunkt planeras lämnas kvar i yttlig jord (0–2 meter under markytan). Förutsättningarna för ett rikt markekosystem avtar med ökat jorddjup, varför skydd av markmiljön i djupare jord inte bedöms vara motiverat. Förutsättningarna för markmiljön i den slutliga markytan avgörs av kvaliteten på massorna som tillförs området. I dagsläget bedöms markmiljön vara begränsad av bl.a. hårdgjorda ytor och låg vattenhalt.

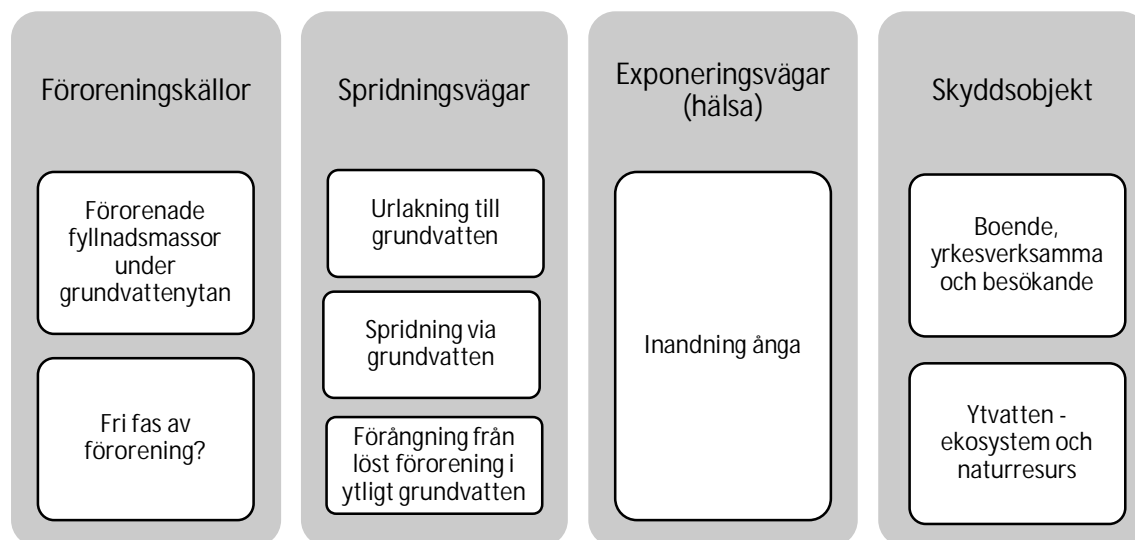
5.2.5 Konceptuell modell

I nedanstående tabeller presenteras konceptuella modeller för det aktuella undersökningsområdet, den konceptuella modellen för omättad jord (ovan grundvattenytan) redovisas i Tabell 1 och för mättad jord (under grundvattenytan) redovisas i Tabell 2.

Tabell 1. Översiktlig konceptuell modell för omättad jord (från framtida markyta till grundvattenytan) vid planerad markanvändning.



Tabell 2. Översiktlig konceptuell modell för **mättad jord**, från grundvattenytan ner till naturlig jord/berggrund, vid planerad markanvändning.



5.3 EXPONERINGSANALYS

I problembeskrivningen (se avsnitt 5.2) har skyddsobjekt, spridnings- och exponeringsvägar identifierats. I detta kapitel utvärderas representativa halter av föroreningar i olika matriser som skyddsobjekten kan exponeras för.

Naturvårdsverkets beräkningsmodell för riktvärden i jord avseende spridning är förenklad och beaktar t.ex. inte fastläggning och nedbrytning, vilket är viktiga parametrar som kan ha stor betydelse för bedömningen av spridningsrisker. Därför utvärderas halter i flera medier som en beviskedja för bedömning av spridningsrisker.

För bedömning av spridning/omgivningspåverkan har utöver totalhalter i jord även grundvatten och porluft undersökts och därtill har laktester utförts avseende metaller (6 skaktest) och PAH (4 POM-test). Laktesterna ger ett mått på föroreningens rörlighet och kan användas i bedömningen av spridningen både till vatten och ånga. Utvärderingarna redovisas i detalj i Bilaga 3 (metaller) och Bilaga 4 (PAH).

5.3.1 Representativa halter i jord/fyllning

Inom undersökta delar av undersökningsområdet har två olika egenskapsområden avseende förorening i fyllnadsjord identifierats baserat på tillgängligt underlag, dels tippområdet (centrala och östra delen) dels västra delen, vilket presenteras i kapitel 4. Förorening förekommer både som en generell heterogen förorening i fyllnadsjorden samt som potentiella hotspots av PAH och aromatiska kolväten (eventuell fri fas tjära) eller bensen i centrala delen av tippområdet.

De föroreningar som påträffats i halter över generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) i mer än ett prov i fyllnadsjord eller lokalt i höga halter har sammanställts för att ta fram representativa halter.

För bedömning av risker avseende långtidsrisker för hälsa, spridning till ytvatten och markmiljö har en representativ medelhalt beräknats för respektive egenskapsområde, vilket är den parameter som bäst beskriver den genomsnittliga halten och exponeringen i området. För att beakta osäkerheten i data används en skattning av det övre 95-procentiga konfidensintervallet (CI) för medelvärdet, UCLM95 (Upper Confidence Limit of Mean). UCLM95 ger ett värde där man utifrån tagna prover kan säga att medelhalten för området med 95 % säkerhet inte överstiger detta värde. Beräkningar av UCLM95 har utförts i programmet ProUCL, version 5.1 (USEPA, 2018). Rekommenderat UCLM₉₅ av programmet har använts. Det kan beskrivas som ett "försiktigt medelvärde" som gör att man tar höjd för osäkerheten i medelvärdesberäkningen och därmed minskar risken att avskriva en risk för hälsa eller miljö.

Vid beräkningen av representativ halt för tippområdet har potentiella hotspots av PAH, aromater eller bensen hanterats separat, eftersom exponeringssituationen kan skilja sig beroende på den planerade markanvändningen samt för att kunna bedöma risker med flyktiga föroreningar som lokalt kan utgöra ett inomhusproblem samt korttidsrisker för hälsa. För potentiella hotspots och för ämnen med begränsat dataunderlag används maxhalten som representativa halt.

För ämnen som vid enstaka exponeringstillfällen kan utgöra en akut eller en kortsiktig risk för människors hälsa används den högsta uppmätta halten (maxhalten) som representativ.

De representativa halterna i fyllnadsjord redovisas sammanställt i riskkarakteriseringen avsnitt 5.5 (hälsa), 5.7 (markmiljö) och 5.6 (ytvatten).

5.3.2 Representativa jordegenskaper

Fyllningens jordegenskaper, såsom porositet, andel finfraktion och organiska halt har betydelse för bedömning av spridning av föroreningar via ånga och vatten.

Utifrån jordartsklassning framgår att fyllningen främst består av sand, grus och sten, vilket tyder på att fyllningen är genomsläpplig. Organiska halten (TOC) har undersökts i 35 prov på fyllning. TOC varierar mellan 0,6 till 7 %, med huvuddelen av proven mellan 1 till 3 % och en median (50-percentilen) på 2 %. Organiska halten ligger i linje med Naturvårdsverkets generella antagande för en morän, det vill säga 2 %. En genomsläpplig jord har generellt en TOC-halt på $\leq 1\%$.

Surhetsgraden i fyllningen (pH) varierar mellan 6 till 12 och med en median på 9 (n=37). Detta innebär att fyllningen generellt har högre pH än vad som förekommer i en naturlig jord och vad som antas för lakbarheten av metaller för generella riktvärden (pH 5–7).

5.3.3 Löslighet i jord

Specifika tester har utförts för bedömning av platsspecifika förutsättningar för löslighet och spridning av metaller (6 skaktester) och PAH (4 POM-tester) i fyllning inom undersökningsområdet. Testerna har utvärderats (se Bilaga 3 och 4) för att om möjligt ta fram representativa fördelningsfaktorer som underlag till platsspecifika riktvärden för området. Lösligheten har betydelse för bl.a. spridning via ånga och vatten. Testerna har utförts på fyllnadsjord från tippområdet eftersom det är i denna del av undersökningsområdet som förorening förekommer i tydligt förhöjda halter. För utvärdering av beräknade fördelningsfaktorer för metaller och PAH jämförs resulterande halter i grundvatten beräknade från halter i jord och platsspecifika fördelningsfaktorer mot uppmätta halter i grundvatten i avsnitt 5.3.4.

Metaller

För bedömning av platsspecifika förutsättningar för löslighet och spridning av metaller har tvåstegsskaktest (L/S 2 och L/S 10) utförts för att ta fram platsspecifika fördelningskoefficienter mellan jord och vatten, K_d . Underlaget utgörs av lakttest från totalt sex samlingsprov på fyllnadsmaterial, varav fem från centrala delen av tippområdet och ett från östra delen av området. Lakttesterna har även utförts som åtgärdsförberedande underlag (avfallsklassificering). I bilaga 2 redovisas en sammanställning av samtliga lakttester och beräknade K_d . K_d har beräknats för de prov där löst halt detekterats över analysmetodens rapporteringsgräns och för de metaller där totalhalter i jordproven finns tillgängliga (saknas avseende kvicksilver för två prov från 2020).

Provet från östra delen av området visade på bakgrundshalter av metaller varför det inte bedöms kunna representera lakbarheten för påvisad metallförorening i fyllnadsjord. Övriga prov visar på förhöjda halter metaller och bedöms kunna användas i utvärderingen av lakbarheten. Lakbarheten av metaller i fyllnadsjord från centrala delen av tippområdet visar på låg till måttlig variation, vilket tyder på att resultaten kan användas tillsammans för att skatta representativ lakbarhet.

Platsspecifika K_d har beräknats för de metaller som förekom i förhöjd halt i de prov som lakttestats från centrala delen av området, vilket främst är arsenik, kadmium, barium, bly, koppar och zink. För krom, nickel och kvicksilver förekommer förhöjda halter i några av proven, vilket kan innebära att lakbarheten i vissa prov inte är representativ för föroreningen av dessa metaller.

I Tabell 3 redovisas en sammanställning över min och max-värden samt harmoniska medelvärden av beräknade K_d vid de olika L/S kvoterna och som jämförvärde Naturvårdsverkets generella K_d . Metallerna visar generellt på högre löslighet dvs. lägre K_d vid L/S 10 än vid L/S 2, se Tabell 3. Vid val av representativ löslighet bör det lägsta harmoniska medelvärdet användas (Naturvårdsverket, 2009b).

Harmoniskt medel⁷ har beräknats för de metaller där halter i löst fas kunnat detekteras i huvuddelen av proven, vilket gäller för samtliga metaller utom kvicksilver. Ett harmoniskt medelvärde ger ett lägre och i detta sammanhang ett mer konservativt medelvärde än t.ex. aritmetiskt medelvärde. Ett lägre K_d innebär lägre adsorptionsförmåga och därmed en högre löslighet, vilket alltså är mer konservativt avseende bedömningen av spridning.

De beräknade harmoniska medelvärdena av K_d är för samtliga metaller högre än Naturvårdsverkets generella K_d (Tabell 3). Det betyder att metallerna binder till jorden i större utsträckning än vad som antas i Naturvårdsverkets generella scenario. Störst skillnad i löslighet mot de generella K_d föreligger för kadmium och nickel, följt av zink och därefter bly, koppar, arsenik och kvicksilver. Minst skillnad visar barium och krom.

Tabell 3. Sammanställning av platsspecifika fördelningskoefficienter mellan vatten och jord, K_d (l/kg), för metaller i tippmassor inom undersökningsområdet. Som jämförelse visas generella värden som används för Naturvårdsverkets generella riktvärden (NV rapport 5976). Lägsta harmoniska medelvärde markeras med fetstil.

Ämne	K_d (l/kg) i tippmassor från centrala delen				Jämförvärde
	Min L/S 2 och 10	Max L/S 2 och 10	Harmoniskt medel L/S 2	Harmoniskt medel L/S 10	NV generella
Arsenik	1 200	21 300	4 300	2 100	300
Barium	470	28 200	2 100	2 800	1 200
Bly	8 300	253 000	29 300	19 600	1 800
Kadmium	7 500	38 100	23 500	11 200	200
Koppar	1 600	80 000	6 300	10 700	600
Krom	1 400	67 000	4 800	4 400	1 500
Kvicksilver	1 300	6 300	-	-	300
Nickel	5 600	37 100	14 200	14 100	300
Zink	5 600	136 000	50 200	10 500	600

PAH

För bedömning av platsspecifika förutsättningar av löslighet av PAH har lakteter med POM (polyoxymetylen) utförts för att om möjligt ta fram platsspecifika fördelningskoefficienter mellan jord och organiskt kol, K_{oc} . Underlaget utgörs av tester från totalt 4 jordprover från tippområdet med varierade halter av PAH16 från 7 till 47 mg/kg TS. I bilaga 3 redovisas en utvärdering av lakteterna.

Lakbarheten av PAH i fyllnadsmassorna visar generellt på måttlig variation, vilket tyder på att resultaten kan användas tillsammans för att skatta representativ lakbarhet. Några PAH kunde inte detekteras i halter över rapporteringsgränsen i jord och lösning. För att vara konservativ i skattningen av K_{oc} från halter under rapporteringsgräns har rapporteringsgränsen för halter i jord satts till halva värdet, medan rapporteringsgränsen använts för halt i lösning.

Som för metallerna har harmoniskt medel beräknats för K_{oc} för PAH. I Tabell 4 redovisas beräknade harmoniska medelvärden för K_{oc} för grupperna av PAH och som jämförvärde Naturvårdsverkets generella K_{oc} . I bilaga 3 redovisas K_{oc} även för enskilda PAH. Beräknade K_{oc} är för samtliga PAH-grupper högre än Naturvårdsverkets generella K_{oc} (Tabell 4). Det betyder att PAH binder till jorden i större utsträckning än vad som antas i Naturvårdsverkets generella scenario. Störst skillnad i löslighet mot de generella K_{oc} föreligger för gruppen PAH-H (90 ggr). Eftersom ingående PAH i gruppen PAH-L

⁷ Ett harmoniskt medelvärde ger små värden större inflytande på medelvärdet än stora värden. Harmoniskt medelvärde, beräknas genom $mH = n / (1/x_1 + 1/x_2 + \dots + 1/x_n)$ jämfört med aritmetiskt medelvärde som beräknas genom $mA = (x_1 + x_2 + \dots + x_n)/n$. Detta leder till att $mA > mH$ om medelvärdena beräknas med samma dataset.

inte kunde detekteras i halter över rapporteringsgräns i flertalet jordprov eller lakvätskan bedöms skattade värden som mycket osäkra.

Tabell 4. Sammanställning av platsspecifika fördelningskoefficienter mellan vatten och organiskt kol, K_{oc} (l/kg), för PAH i tippmassor inom undersökningsområdet och som jämförelse Naturvårdsverkets generella värden (Naturvårdsverket, 2009a). Platsspecifik fördelningsfaktor redovisas som ett harmoniskt medelvärde baserat på fyra lakteter.

Grupp	Harmoniskt medel K_{oc} tippmassor	NV generella K_{oc}
PAH-L	3,0E+04	1,8E+03
PAH-M	3,1E+05	2,9E+04
PAH-H	4,7E+07	5,0E+05

5.3.4 Potentiell spridning till grund- och ytvatten

Påverkan på grundvatten från föroreningar inom området bedöms främst ske från förorening i mättad zon och på det ytliga (mark)grundvattnet, eftersom undersökningsområdets grundvattenbildning är begränsad och föroreningen i huvudsak förekommer bunden till jordmatrisen.

Den viktigaste parametern vid bedömning av spridning av föroreningar till grund- och ytvatten är föroreningens löslighet, vilken påverkas av både förekommande förorening och dess ålder samt jordens egenskaper såsom halten organiskt kol. Föroreningens löslighet har utvärderats med lakteter som generellt visar på begränsad löslighet av metaller och PAH, vilket redovisas i kapitel 5.3.3.

I detta kapitel utvärderas uppmätta halter i grundvatten inom undersökningsområdet mot halter i grundvatten beräknade från halter i jord, för att bedöma om uppmätta och beräknade halter korrelerar med varandra och om inte bedöma om justering av platsspecifika löslighetsparametrar är motiverat för att bedöma föroreningens löslighet och därmed potential för spridning.

I Tabell 5 redovisas beräknade och uppmätta halter i grundvatten inom tippmassorna. Halter i grundvatten har beräknats med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg för riktvärden och harmoniska medelvärden (lägsta för metaller) av platsspecifika löslighetsparametrar som presenteras i kapitel 5.3.3. För kvicksilver där harmoniskt medelvärde inte kunde beräknas används i stället det lägsta beräknade K_d . Skattningen har utförts för metaller och PAH, vilket är de ämnen som främst påvisats i förhöjd halt i jord. Skattning har utförts utifrån medelhalt i tippmassor exklusive hotspots, vilket antas representera den generella spridningen från området, samt utifrån högsta uppmätta halt (inklusive hotspots), vilket antas visa lokalt förhöjda halter i grundvatten som kan förekomma om ett grundvattenrör placerats i närheten av en hotspot.

Tabell 5. Uppmätta och beräknade halter i grundvattnet från medel- och maxhalt i tippmassor. Vid beräkning från halt i jord har de platsspecifika fördelningskonstanter som beräknats från utförda laktest använts. Uppmätta halter av metaller avser lösta halter dvs. filtrerade prov. Enhet halter µg/l.

Ämne	Uppmätt halt i grundvatten				Beräknad halt i grundvatten från uppmätt halt i jord	
	Antal analyser	Min	Medel	Max	Medel exkl. hotspots	Max
Arsenik	12	0,1	0,5	1,6	0,5	2,9
Barium	12	0,21	70	220	22	76
Bly	12	<0,02	0,05	0,20	2,4	14
Kadmium	12	<0,01	0,07	0,31	0,008	0,023
Kobolt	12	<0,01	0,2	0,64	2,8	9,9
Koppar	12	0,06	3,1	10	8,3	84
Krom	12	<0,05	0,3	1,1	1,1	4,9
Kvicksilver	12	<0,1		<0,1	0,12	0,2
Nickel	12	0,26	2,5	8,0	0,21	0,89
Vanadin	12	<0,05	0,8	2,9	4,0	12
Zink	12	<1	22	95	7,6	30
PAH-L	19	<0,1		<0,1	0,31	29
PAH-M	19	<0,2		<0,2	0,05	5,4
PAH-H	19	<0,3		<0,3	0,02	2,0

Av metallerna visar jämförelsen mellan beräknad och uppmätt halt i grundvatten på bäst korrelation för arsenik, koppar, krom, vanadin, barium och zink, vilket tyder på att lägsta harmoniska medelvärdet av fördelningsfaktorn (Tabell 3) för dessa metaller ger en relativt rättvisande bedömning av spridning till grundvatten. Sämre korrelation visar övriga metaller, vilket tyder på att vald fördelningsfaktor för bly och kobolt överskattar spridningen medan de som valts för kadmium och nickel underskattar spridningen.

För kvicksilver finns en osäkerhet i korrelationen då inga halter uppmätts över rapporteringsgränsen i grundvattnet. Jämfört med rapporteringsgränsen för kvicksilver så visar resultaten på en korrelation, vilket visar att lägsta fördelningsfaktorn kan användas utan att underskatta spridningen.

Även för PAH tyder jämförelsen mellan beräknad och uppmätt halt i grundvatten på en överensstämmelse eller överskattning av lösligheten när harmoniskt medelvärde av fördelningsfaktorn används (Tabell 4), men eftersom ingen av dessa ämnen detekterades i grundvatten över analysmetodens rapporteringsgräns finns en osäkerhet i jämförelsen.

För att inte underskatta riskerna avseende spridning av kadmium och nickel bedöms det vid val av representativt K_d motiverat att välja ett lägre värde t.ex. minvärdet (Tabell 3).

5.3.5 Potentiell spridning till inomhusluft av PAH

I detta kapitel utvärderas uppmätta halter av PAH i porluft och jord för att bedöma sambandet med påvisad lakbarhet (kapitel 5.3.3) för att som en del i beviskedjan bedöma beräknade fördelningsfaktorer. Avseende PAH så är det endast naftalen i gruppen PAH-L som har detekterats i halter över rapporteringsgräns i markens porluft.

De viktigaste parametrarna vid bedömning av flyktiga ämnens påverkan på inomhusluften är föroreningens förekomstform, jordens porositet samt hur luft och vatten fördelas mellan porerna. En tätare jord innehåller mer vatten i sina porer, vilket minskar transporten av föroreningar i gasfas, och vice

versa för en mer genomsläpplig jord. Att bestämma en jords porositet samt fördelningen av vatten och gas är svårt och brukar främst baseras på fältnoteringar om jordart.

En annan viktig parameter vid bedömning av flyktiga ämnens påverkan på inomhusluften är föroreningens djup under det dränerande lagret på ett hus då möjligheten för att ångor sprids mot markytan generellt minskar med ökat jorddjup dvs. utspädningen blir större. Påverkan av föroreningens djup under markytan är betydligt mindre för en genomsläpplig jord än en tätare jord. Inom undersökningsområdet har, baserat på fältnoteringar, jorden bedömts i huvudsak vara genomsläpplig och föroreningar förekommer såväl ytligt som djupt.

Vid beräkningen från halter i jord har Naturvårdsverkets beräkningsverktyg 2.0.1 och de platsspecifika fördelningsfaktorer som tagits fram för PAH-M och PAH-H använts (se kapitel 5.3.3). För PAH-L används på grund av osäkerheter i dataunderlag Naturvårdsverkets generella löslighetsparameter. Skattningen har utförts för Naturvårdsverkets generella scenario dvs. att föroreningen förekommer 0,35 m under bottenplattan på huset samt i en genomsläpplig jord (vatten- och lufthalt enligt generella värden i Naturvårdsverket, 2009a).

Jämförelsen tyder på att generella K_{oc} för PAH-L samt platsspecifikt K_{oc} för PAH-M överskattar föroreningens löslighet och därmed flyktighet och potential för påverkan på inomhusluft. För PAH-H, som är en grupp med ämnen med låg flyktighet, ligger beräknade halter i porluft under rapporteringsgräns för uppmätta halter. PAH-H bedöms i internationell litteratur inte förångas i sådan utsträckning att de kan utgöra ett hälsoproblem, något som även tidigare svenska studier har bekräftat (Golder, 2019).

Tabell 6. Uppmätta halter av PAH i markens porluft inom tippområdet samt beräknade halter i porluft från halter i jord med antagande om en förorening 0,35 m u my i en genomsläpplig jord med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg version 2.0.1. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ämne	Uppmätta halter i porluft			Beräknad halt i porluft från halt i jord	
	Antal prov	Min	Max	Medel exkl. outliers	Max
PAH-L	8	<0,12	0,19	44	4 100
PAH-M	8	<0,12	<0,24	1,8	180
PAH-H	8	<0,19	<0,37	0,00007	0,0073

5.4 EFFEKTANALYS

För att bedöma miljö- och hälsorisker för de ämnen som påträffats i förhöjda halter i fyllnadsjorden⁸ inom undersökningsområdet har platsspecifika riktvärden (PSRV) tagits fram för omättad jord (ovan grundvattenytan) och mättad jord (under grundvattenytan) för planerad markanvändning med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg för riktvärden, version 2.0.1. Utgångspunkten för riktvärdena är de övergripande åtgärdsmålen som redovisas i kapitel 4.

Naturvårdsverket har nyligen (2022-10-28) uppdaterat beräkningsverktyget för riktvärden till version 2.1. Uppdateringen avser främst bly och justering av tolerabelt dagligt intag (TDI) (Naturvårdsverket, 2022). Det justerade TDI-värdet har även beaktats i föreliggande rapportens beräkning av platsspecifika riktvärden, utförd med den tidigare versionen av beräkningsverktyget (2.0.1).

I detta avsnitt (5.4) sammanställs de antaganden som de platsspecifika riktvärdena baseras på, avseende ämnesspecifika justeringar, justeringar av markens egenskaper, exponeringsantaganden och skyddsnivåer, och de beräknade sammanvägda platsspecifika riktvärdena.

⁸ Avser de ämnen som påträffats i halter över Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) i mer än ett prov i fyllnadsjord.

5.4.1 Effektnivåer

De effektnivåer som används vid beräkning av platsspecifika riktvärden i detta projekt är de som används i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg för riktvärden, version 2.0.1, och som anges i Naturvårdsverkets vägledning för riktvärden (Naturvårdsverket, 2009a med uppdatering av riktvärden 2016).

Vid beräkning av riktvärden för bly har hälsoriktvärden för bedömning av långtidsrisker för bly beräknats med både tidigare nyttjat TDI (3,5 µg/kg kroppsvikt och dag) och det nedjusterade TDI-värdet (0,5 µg/kg kroppsvikt och dag) som används i den nyligen (2022-10-28) uppdaterade versionen av beräkningsverktyget (version 2.1). Detta TDI-värde har tidigare använts av Naturvårdsverket vid framtagande av korttidsriktvärde för hälsa för bly (Naturvårdsverket, 2009a med uppdatering av riktvärden 2016, Kemakta 2016).

5.4.2 Ämnesspecifika parametrar

Inga ämnesspecifika justeringar har utförts i framtagandet av de platsspecifika riktvärdena i detta skede p.g.a. ett begränsat dataunderlag, som i dialog med tillsynsmyndigheten har bedömts ge för stora osäkerheter i bedömningen.

Framtagna platsspecifika K_d -värden redovisas i detta avsnitt, då resultatet ingår i den samlade riskbedömningen (även om de inte använts som indata i de platsspecifika riktvärden som beräknats). Nuvarande underlag visar att föroreningens löslighet och därmed spridning med vatten och ånga överskattas med Naturvårdsverkets generella antaganden, varför användningen av generella indata bedöms vara konservativt. I Tabell 7 har platsspecifika löslighetsparametrar sammanställts för föroreningarna i tippmassorna baserat på den platsspecifika data som finns, som ett underlag till den samlade riskbedömningen nu och eventuella fördjupningar i senare skeden.

Resultaten från de tester som utförts avseende löslighet av metaller (6 skaktester) och PAH (4 POM-tester) visar att föroreningen har en lägre löslighet än Naturvårdsverkets generella antaganden, se avsnitt 5.3.3 och 5.3.4. Löslighetsparametrarna baseras generellt på harmoniska medelvärden, med undantag för kvicksilver, kadmium och nickel där det lägsta värdet valts p.g.a. begränsat underlag (kvicksilver) eller dålig korrelation med uppmätta halter i grundvatten (kadmium och nickel). För PAH-L är osäkerheten i dataunderlaget alltför stor, varför Naturvårdsverkets generella värde skulle föreslås med nuvarande underlag.

Tabell 7. Sammanställning av platsspecifika löslighetsparametrar baserat på nu tillgängligt underlag (från undersökningar 2020 och 2022) och som jämförelse Naturvårdsverkets generella värden. De generella värdena har använts som indata i beräkningen av platsspecifika riktvärden (avsnitt 5.4.7).

Ämne	Platsspecifikt K_d	Platsspecifikt K_{oc}	Jämförvärde
			NV generella
Arsenik	2 000		300
Barium	2 000		1 200
Bly	20 000		1 800
Kadmium	7 000		200
Koppar	6 000		600
Krom	4 000		1 500
Kvicksilver	1 000		300
Nickel	5 000		300
Zink	10 000		600
PAH-L		1 800	1 800
PAH-M		310 000	29 000
PAH-H		47 000 000	500 000

För kvicksilver har baserat på önskemål från tillsynsmyndigheten det generella värdet för Henrys konstant vid 20°C använts. Det generella antagandet för Henrys konstant för kvicksilver är 0,3 och utgår konservativt från att allt kvicksilver i marken är i flyktig form (Naturvårdsverket, 2016). I Naturvårdsverkets beräkningsverktyg för riktvärden antas 10°C jämviktstemperatur i jorden för samtliga ämnen utom för kvicksilver där 20°C antas. Temperaturen i djupare jord och grundvatten är lägre än utetemperaturen och varierar inte lika mycket som utetemperaturen. I Sverige är temperaturen i jord under en byggnad i medeltal under ett år sällan högre än 10°C, varför detta antagande tillsammans med att allt kvicksilver antas förekomma i flyktig form bedöms vara omotiverat försiktigt och behöver utredas vidare.

5.4.3 Fyllnadsjordens egenskaper

Fyllnadsjorden inom området bedöms vara mer genomsläpplig än en normaltät jord (vilket är antagandet för de generella riktvärdena). De generella antaganden om andel luft- och vattenfyllda porer för en genomsläpplig jord som anges i Naturvårdsverkets vägledningsmaterial (Naturvårdsverket, 2009a) för beräkning av platsspecifika riktvärden används.

Antaganden om den organiska halten i jorden justeras inte utan utgår från Naturvårdsverkets generella antaganden för en morän, dvs. 2 %, vilket ligger i linje med de TOC-analyser som utförts inom området.

5.4.4 Scenarion och djupindelning

Platsspecifika riktvärden för jord har tagits fram för tre olika scenarion utifrån planerad exploatering, se listade scenarion nedan. För två av markanvändningarna beaktas även att hus kan anläggas med eller utan garage, vilket påverkar utspädningen av flyktiga ämnen till inomhusluften.

1. Flerbostadshus och park
 - a. Med garage i källarplan
 - b. Utan garage i källarplan
2. Kontor/service/handel
 - a. Med garage i källarplan
 - b. Utan garage i källarplan
3. Gata och torg

Föroreningar har påträffats ytligt och djupt. Med ökat jorddjup minskar risken för att människor exponeras för den förorenade jorden samt upptaget i växter (Naturvårdsverket, 2009a). Vidare ökar utspädningen av flyktiga ämnen innan de når inomhusluften med föroreningens avstånd till en byggnad. Den biologiska aktiviteten minskar också med jorddjupet. För att beakta risker med föroreningar på olika markdjup har riktvärden tagits fram för tre djupindelningar, två i omättad jord och ett för mättad jord:

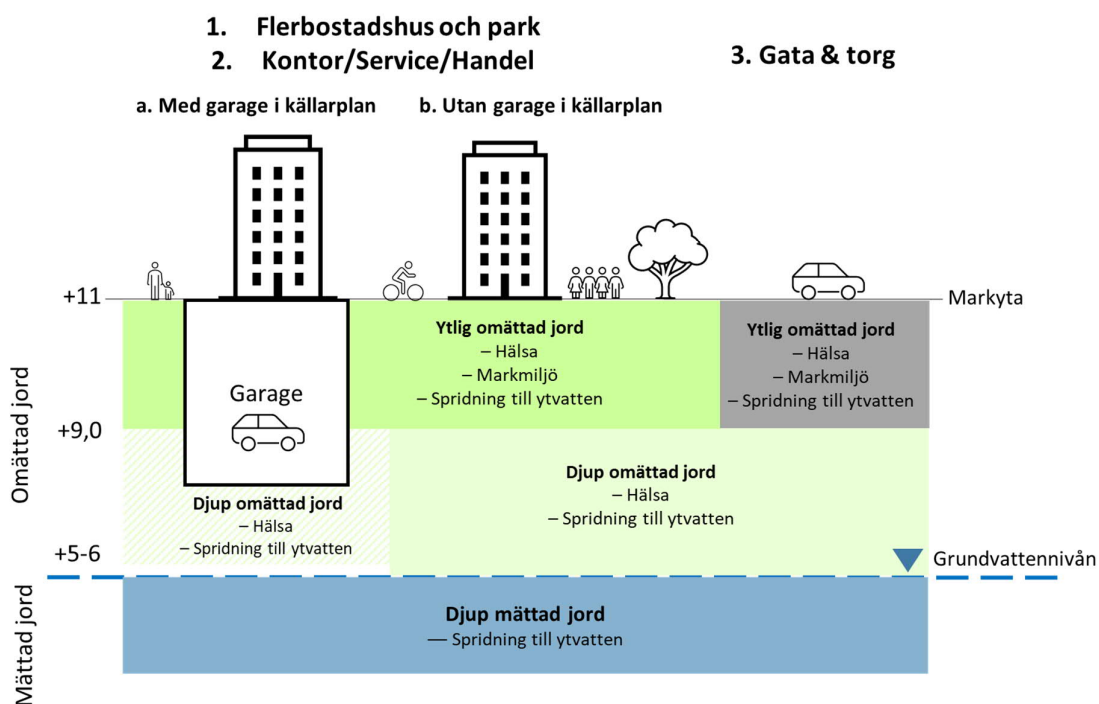
- Ytlig omättad jord (0–2 m u my)
- Djup omättad jord (>2 m u my – grundvattenytan)
- Djup mättad jord (grundvattenzonen)

Djupindelningen i omättad jord följer tidigare indelning i djup vid sanering av mark i Nacka kommun, i enlighet med tillsynsmyndighetens princip om vad som är hållbart enligt miljöbalken och praktiskt hanterbart för ledningsschakter och liknande samt bevarande av information om kvarlämnade föroreningar. Ytterligare indelning har inte gjorts av omättad jord för att undvika för många olika riktvärden. Detta innebär att bedömningen av risker av flyktiga ämnen kan överskattas om föroreningen ligger på större djup än 2 meter under byggnadens grundläggning.

Naturvårdsverkets beräkningsverktyg är främst avsett för att räkna riktvärden för omättad jord. För mättad jord kan dock specifika riktvärden för spridning till ytvatten tas fram, vilket tillämpas i föreliggande fall. Dessa riktvärden avser endast spridning till ytvatten och blir därför desamma för samtliga scenarion.

I Figur 9 visas i en konceptuell modell hur riktvärdena för de olika scenarierna och djupindelningen avses tillämpas i utvärderingen av riskerna. Riktvärdena utgår från framtida planerad markanvändning, förekommande skyddsobjekt, föroreningens djup under markytan samt om den förekommer ovan grundvattenytan (omättad jord) eller i grundvattenzonen (mättad jord).

I omättad jord (ytlig och djup) beaktas skydd av människor och i ytlig omättad jord skydd av markmiljön. I både omättad och mättad jord beaktas skydd av ytvatten. Förtydliganden av antaganden för de olika skyddsobjekten presenteras i efterföljande kapitel.



Figur 9. Konceptuell modell över scenarierna för platsspecifika riktvärden för stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken och deras tillämpning. Olika färger innebär skillnader i antaganden avseende beaktade skyddsobjekt eller människors exponering. Det finns inget riktvärdesscenario för hus med garage i källarplan som ligger under grundvattenytan, vilket i delar av området blir fallet när två våningars garage byggs (enligt fastighetsägarens avsikt i maj, 2023). Vid två våningars garage (sammanhängande undermarks garage utan jord mellan huskroppar) kommer dock ingen förorenad fyllnadsjord att lämnas kvar.

5.4.5 Hälsobaserade antaganden

I Tabell 8 redovisas antaganden för scenarioparametrar för beräkning av hälsobaserade platsspecifika riktvärden. Som komplement redovisas nedan förtydliganden till de antaganden som gjorts för de olika scenarierna.

Scenario 1. Flerbostadshus och park samt Scenario 3. Gata och torg utgår från Naturvårdsverkets generella scenario för känslig markanvändning (KM), vilket förutsätter daglig vistelse⁹, hela året under en hel livstid. Som avsteg för scenariot från KM beaktas inte exponering via intag av dricksvatten då uttag av dricksvatten från området inte är aktuellt då området kommer att ha kommunalt dricksvatten.

⁹ Observera att vistelsetiden inte behöver avse samma antal dagar som direktexponering sker.

Scenario 2. Kontor/Service/Handel utgår från Naturvårdsverkets generella scenario för mindre känslig markanvändning (MKM), vilket förutsätter deltidsvistelse och ingen exponering via intag av dricksvatten eller växter. Som avsteg för scenariot från MKM antas vistelsetiden för barn vara av samma omfattning som för vuxna, dvs. 200 dagar per år, då marken utifrån planerad markanvändning bedöms kunna nyttjas av barn i större omfattning än vad som antas för MKM.

Utöver dessa justeringar har följande ytterligare platsanpassade exponeringsantaganden avseende föroreningar gjorts:

Exponering via växtintag

- Beaktas för 1. Flerbostadshus och park i yttlig omättad jord.
 - o Andel exponering via intag av växter från platsen antas vara begränsat till 2 % per år, då aktiv odling av grönsaker inte är aktuellt inom undersökningsområdet och all eventuell odling kommer enligt fastighetsägaren ske i nyttillförd planteringsjord.
- I övriga scenarion och på större jorddjup bedöms inte exponering via växtintag vara aktuellt.

Direktexponering jord (intag av jord, hudkontakt, inandning av damm)

- Beaktas i samtliga scenarion och jorddjup för omättad jord.
- För scenariot 3. Gata och torg, yttlig omättad jord, samt djup jord i samtliga scenarier (1–3) antas direktexponering begränsas till när markarbeten utförs, vilket antas förekomma maximalt 20 dagar per år.
 - o För djup jord (>2 meter under markytan) bedöms detta vara ett mycket konservativt antagande då regelbundna markarbeten inte bör förekomma och regelbunden exponering av människor därför inte bör förekomma.
- För scenariot Gata och torg, yttlig omättad jord, samt samtliga scenarier för djup omättad jord antas exponering för damm ske utomhus när markarbeten utförs.

Exponering via inandning ånga inomhus

- Beaktas i samtliga scenarion och föroreningen antas förekomma i genomsläpplig jord.
- Föroreningens djup under en byggnad antas för scenario 1b och 2b kunna var 0,35 respektive 2 meter under markytan dvs. om byggnader anläggs **utan garage** i källarplan.
- För scenariot 3. Gata och torg beaktas 10 % exponering via ånga inomhus för att ta hänsyn till att flyktiga ämnen under en hårdgjord yta till del även kan påverka inomhusluften i angränsande byggnader. Detta antagande baseras på samma antagande som görs för motsvarande scenario "Under hårdgjorda ytor" i de storstadsspecifika riktvärdena i Stockholm, (scenariot E Stockholm Stad, 2019).
- För scenarierna 1a. Flerbostäder och park samt 2a. Kontor/Service/Handel med garage i källarplanet antas en 3 gånger större utspädning av luft via luftomsättningen innan den når inomhusluften i ovanliggande bostäder eller lokaler. Detta antagande baseras på den litteraturgenomgång som gjorts inför framtagande av storstadsspecifika riktvärden i Stockholm (Stockholm Stad, 2019).

Som komplement för bedömning av hälsorisker utöver de som kan uppstå via regelbunden exponering så används för samtliga scenarier i omättad jord acceptabel halt för akuttoxicitet samt Naturvårdsverkets nivå för korttidsexponering för att beakta enstaka exponeringstillfällen vid djupa markarbeten, se avsnitt 5.4.8.

Tabell 8. Sammanställning av antaganden för scenarioparametrar för beräkning av platsspecifika hälsobaserade riktvärden för stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, Nacka kommun. Antaganden för mättad jord anges inte eftersom dessa endast avser skydd av ytvatten. Antaganden för generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) resp. mindre känslig markanvändning (MKM) redovisas som jämförelse. B = barn, V = vuxna. Enhet för respektive exponeringsväg redovisas i första kolumnen.

Parametrar	Platsspecifika antaganden						Generella riktvärden	
	Ytlig omättad jord 0–2 m u my			Djup omättad jord >2 m - gv.ytan			Omättad jord	
	1. Flerbostäder och park	2. Kontor/Service/ Handel	3. Gata och torg	1. Flerbostäder och park	2. Kontor/Service/ Handel	3. Gata och torg	KM	MKM
	a) med / b) utan garage i källarplan			a) med / b) utan garage i källarplan				
Scenariospecifika parametrar	KM	MKM	KM	KM	MKM	KM	KM	MKM
Intag dricksvatten	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej
Intag av växter	Ja	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej	Ja	Nej
Andel av växtintag från platsen (%)	2	0	0	0	0	0	10	0
Intag jord (dygn/år)	B: 365 V: 365	B: 200 V: 200	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 365 V: 365	B: 60 V: 200
Hudupptag (dygn/år)	B: 120 V: 120	B: 90 V: 90	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 120 V: 120	B: 60 V: 90
Inandning damm (dygn/år)	B: 365 V: 365	B: 200 V: 200	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 20 V: 20	B: 365 V: 365	B: 60 V: 200
Andel av tid exp. inomhus (%) damm	100	100	0	0	0	0	100	100
Inandning ångor (dygn/år)	B: 365 V: 365	B: 200 V: 200	B: 365 V: 365	B: 365 V: 365	B: 200 V: 200	B: 365 V: 365	B: 365 V: 365	B: 60 V: 200
Andel av tid exp. inomhus (%) ånga	100	100	10	100	100	10	100	100
Luftomsättning i byggnad (ggr/dag)	36 / 12	36 / 12	12	36 / 12	36 / 12	12	12	12
Djup till förorening från byggnad (m)	0,35	0,35	0,35	0,35 / 2	0,35 / 2	2	0,35	0,35
Jordegenskaper	Genomsläpplig			Genomsläpplig			Normaltät	

5.4.6 Antaganden avseende markmiljö och naturresurser

Markmiljön bedöms ha ett måttligt skyddsvärde inom området eftersom marken inte utgörs av naturlig jord utan av fyllnadsmaterial, som troligen begränsar naturliga markfunktioner. Fyllnadsmaterialets genomsläppliga egenskaper tyder på begränsad förmåga att hålla vatten samt näringsinnehåll. Ett skydd av 50 % av arterna har därför antagits för området för ytlig jord (0–2 m u my), vilket motsvarar nivån för det generella riktvärdet vid Mindre Känslig Markanvändning (MKM). Scenariot möjliggör odling av prydnadsväxter och dylikt.

Skydd av grundvatten som naturresurs beaktas inte, däremot som spridningsväg. Det finns inte geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag inom området och det finns ingen utpekad grundvattenförekomst inom eller nedströms området. Grundvattenbildningen inom undersökningsområdet är och kommer vara mycket begränsad.

Ytvattnet i mottagande recipienter ska skyddas som naturresurs och akvatiskt ekosystem. Riktvärde för jord för bedömning av spridningsrisker beräknas för den omättade och mättade zonen med konservativ utspädningsfaktor (porvatten till ytvatten, enligt NV:s modells grundantagande) för att inte tillåta en för hög belastning. Detta innebär en utspädning i ytvattnet på 1/4000 för förorening från omättad jord och 1/2000 för förorening från mättad jord. Av den anledningen har inte parametrar för t.ex. recipients volym och omsättningstid platsanpassats. Inga platsspecifika löslighetsfaktorer används i detta skede, se kapitel 5.4.2, vilket ger en konservativ bedömning av spridningen.

5.4.7 Sammanvägda platsspecifika riktvärden för jord och styrande skyddsobjekt

I Tabell 9 redovisas de beräknade sammanvägda platsspecifika riktvärdena (dvs. det lägsta och därmed styrande riktvärdet för skydd av hälsa, spridning till ytvatten eller markmiljö) för jord för skydd av hälsa och miljö i ett långtidsperspektiv för de olika scenarierna för stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken. I tabellen är styrande skyddsobjekt för riktvärdena markerat och i riskkarakteriseringen redovisas och utvärderas riktvärdena uppdelat per skyddsobjekt. I Bilaga 4 redovisas uttagsrapporter från beräkningsverktyget för beräknade riktvärden.

Tabell 9. Beräknade sammanvägda platsspecifika riktvärden för de olika scenarierna för stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken. Som jämförelse redovisas Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Enhet för riktvärdena är mg/kg TS. Färgsättning anger styrande skyddsobjekt eller exponeringsväg och förklaring till färgsättning anges under tabellen.

Ämne	Platsspecifika riktvärden							Generella riktvärden	
	Ytlig omättad jord, 0–2 m u my			Djup omättad jord, >2 m u my - gv.ytan			Djup mättad jord	Omättad jord	
	1. Flerbostäder och park	2. Kontor/Service/Handel	3. Gata och torg	1. Flerbostäder och park	2. Kontor/Service/Handel	3. Gata och torg	1–3. Alla scenarier	KM	MKM
	utan/med garage			utan/med garage					
Arsenik	10 ¹	15	40	60	100	60	190	10 ¹	25
Barium	300	300	300	20 000	30 000	20 000	25 000	200	300
Bly (just TDI)	80 (20 ¹)	250 (35)	400 (200 ²)	600 ⁴ (200)	600 ⁴ (350)	600 ⁴ (200)	1 900	50	400
Kadmium	3,5	12	12	15	15	15	8	0,8	12
Kobolt	35	35	35	250	250	250	120	15	35
Koppar	200	200	200	2 500	2 500	2 500	1 200	80	200
Krom tot	150	150	150	1 800	1 800	1 800	1 000	80	150
Kvicksilver	0,1 / 0,2	0,3 / 0,8	0,4	0,1 / 0,2	0,5 / 1,0	0,8	1,2	0,25	2,5
Nickel	120	120	120	1 200	1 200	1 200	600	40	120
Vanadin	200	200	200	2 000	2 000	2 000	1 000	100	200
Zink	500	500	500	10 000	10 000	10 000	5 000	250	500
Cyanid total	120	120	120	200	200	200	100	30	120
PCB-7	0,02	0,1	0,35	0,18 / 0,25	0,6	0,35	0,8	0,008	0,2
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00002	0,00006	0,00035	0,00035	0,0006	0,00035	0,0004	0,00002	0,0002
PAH-L	8 / 15 ³	15	15	12 / 25	70 / 120	120	80	3	15
PAH-M	1,8 / 5,0	10 / 25	15	3,0 / 5,0	15 / 30	25	60	3,5	20
PAH-H	2,5	10	10	35 / 40	50	40	50	1	10
Bensen	0,03 / 0,08	0,15 / 0,40	0,2	0,04 / 0,08	0,25 / 0,40	0,4	18	0,012	0,04
Alifat >C16-C35	1 000	1 000	1 000	2 500	2 500	2 500	2 500	100	1 000
Aromat >C10-C16	15	15	15	500	500	500	300	3	15
Aromat >C16-C35	40	40	40	70	70	70	35	10	30

¹ Riktvärde är styrt av bakgrundshalter. ² Riktvärde styrt av hälsa via intag av jord. ³ Riktvärde styrt av skydd av markmiljön.

⁴ Riktvärde styrt av korttidsexponering. I Naturvårdsverkets revidering av indata till blyriktvärdet (okt-22) har korttidsriktvärdet höjts till 1 000 mg/kg TS (p.g.a. sänkt halveringstid).

Färgkodning anger styrande:

Skydd av markmiljön	Skydd av ytvatten	Skydd mot fri fas	Skydd av grundvatten	Hälsa direkt-exponering	Hälsa inandning ånga inomhus	Hälsa intag av växter
---------------------	-------------------	-------------------	----------------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------

5.4.8 Riktvärden för kortidsrisker och akuta hälsorisker

Utöver riktvärden för bedömning av långtidsrisker finns för vissa hälsofarliga ämnen generella riktvärden för bedömning av acceptabel engångsdos vid intag av förorenad jord. Dessa är aktuella för några av de påträffade ämnena inom undersökningsområdet; arsenik, cyanid, bly, kadmium, PAH-H, PCB och dioxin (Tabell 10).

Acceptabla akuttoxiska nivåer för arsenik (100 mg/kg TS) och cyanid total (1 000 mg/kg TS) är framtagna för att skydda ett litet barn (10 kg) vid ett större intag av jord (5 g) mot övergående akuttoxiska effekter såsom illamående och kräkningar. Korttidsriktvärdena för bly, kadmium, PAH-H, PCB och dioxin är framtagna för att skydda mot enstaka exponering via intag av jord, som kan ge risker på lång sikt på grund av exponering för en enstaka hög dos. Dessa korttidsriktvärden baseras, såsom akuttoxiska nivåer, på att ett litet barn (10 kg) vid ett tillfälle får i sig 5 g jord samt att denna dos inte ska överskrida det tolerabla intaget över ett år vid en genomsnittlig exponering (Kemakta, 2016). I årsdosen beaktas ämnets uppehållstid i kroppen.

Tabell 10. Naturvårdsverkets generella riktvärden för bedömning av akuttoxicitet och korttidsexponering. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Korttidsexponering	Acceptabel akuttoxisk nivå
Arsenik	-	100
Cyanid total	-	1 000
Bly	600 ¹	-
Kadmium	250	-
PAH-H	300	-
PCB-7	3	-
Dioxin	0,0015	-

¹ Korttidsriktvärdet för bly har nyligen uppdaterats till 1 000 mg/kg TS baserat på antagande om en kortare halveringstid (Naturvårdsverket, 2022).

5.5 RISKKARAKTERISERING HÄLSA

I detta kapitel utvärderas representativa halter i fyllnadsjord inom undersökningsområdet mot platspecifika hälsobaserade riktvärden för att bedöma hälsorisker samt behov av riskreduktion för att skydda människors hälsa på kort och lång sikt vid den planerade markanvändningen. Som komplement för bedömning av risker avseende potentiellt flyktiga PAH utvärderas uppmätta halter i markens porluft mot toxikologiska referenskoncentrationer för inomhusluft.

Det övergripande åtgärds målen för hälsa anger att:

- Markföroreningar inom undersökningsområdet ska inte ge upphov till oacceptabla hälsorisker för boende, besökande, yrkesverksamma eller barn på förskola inom området.
- Föroreningsspridning från undersökningsområdet ska inte ge upphov till oacceptabla hälsorisker för boende eller yrkesverksamma i omgivningen.

5.5.1 Kortsiktiga hälsorisker baserat på halter i jord

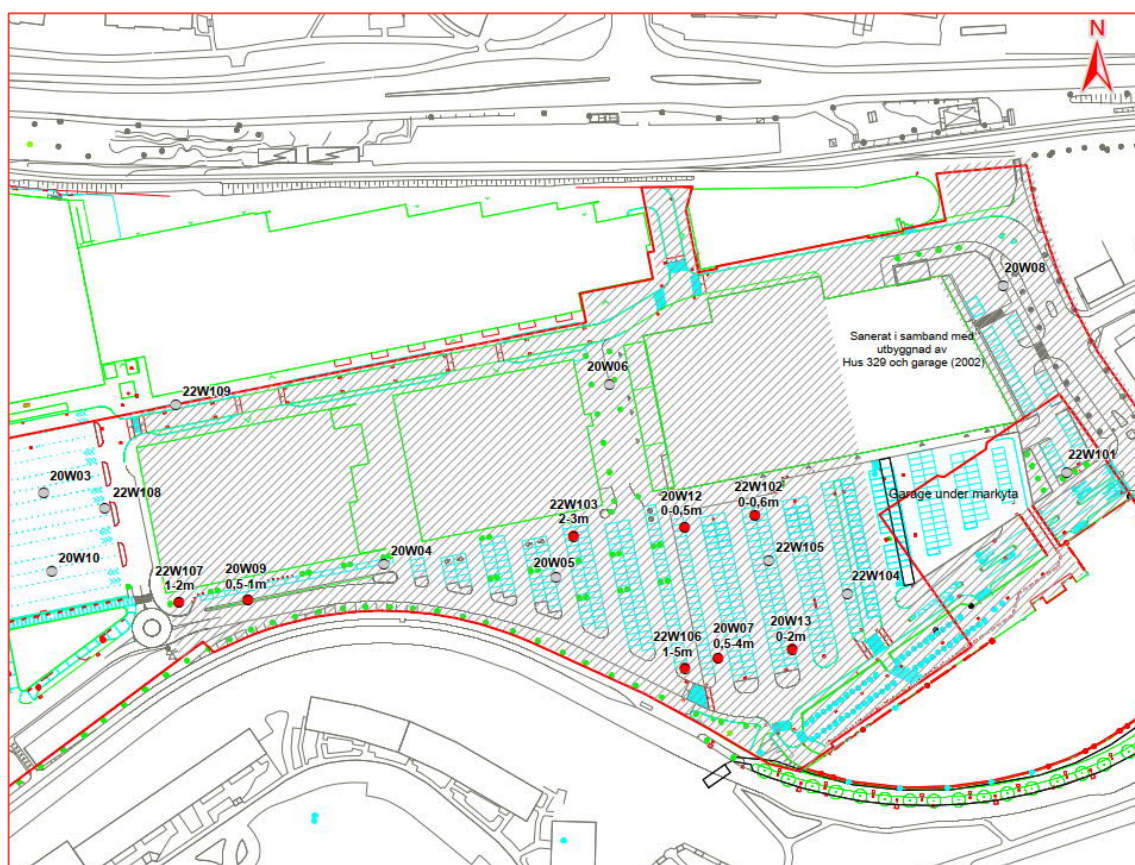
I Tabell 11 och Figur 10 redovisas en jämförelse av uppmätta maxhalter i fyllning inom undersökningsområdet med generella akuta- eller korttidsriktvärden. Jämförelsen visar att det inom tippområdet finns halter av bly som överskrider korttidsriktvärdet (från 2016). Halter av bly över korttidsriktvärden har

påträffats i både ytlig och djup jord och i cirka 30 % av undersökta prov. Begränsat till enstaka djupare prov i centrala delen av området, misstänkt tjära, finns även halter av PAH-H som överskrider korttidsriktvärdet.

Tabell 11. Andel prov med uppmätta halter över Naturvårdsverkets generella riktvärden för akuttoxicitet och korttidsexponering för människors hälsa samt jämförelse av uppmätt maxhalt i fyllnadsjord med dessa riktvärden.

Ämne	Andel prov med halt över generella korttidsriktvärden (%)	Uppmätt maxhalt i fyllnadsjord mg/kg TS	NV generella riktvärden för akuttoxicitet och korttidsexponering mg/kg TS
Arsenik	0	83	100
Cyanid total	0	84	1 000
Bly	29	3 900	600 ¹
Kadmium	0	3,7	250
PAH-H	2	780	300
PCB-7	0	0,04	3
Dioxin	0	0,00008	0,0015

¹Korttidsriktvärdet för bly har nyligen uppdaterats till 1 000 mg/kg TS baserat på antagande om en kortare halveringstid (Naturvårdsverket, 2022).



Figur 10. Halter i jord klassade mot generella akuta- eller korttidsriktvärden för människors hälsa. Rött = över korttidsriktvärde för bly (från 2016) eller PAH-H. Bredvid punkten anges på vilket djup dessa halter påträffats. Utdrag från ritning N311a.

Sannolikheten för att människor ska exponeras via direktkontakt för en förorening minskar med föroreningens djup under markytan. Sannolikheten för att exponeras för höga halter som kan utgöra en kortsiktig hälsorisk minskar också om föroreningen begränsas till enstaka punkter.

Den frekventa förekomsten av höga halter av bly inom undersökningsområdet samt att blyföroreningen påträffats ytligt innebär att kortsiktiga hälsorisker inte kan uteslutas om föroreningen blir tillgänglig för direktexponering. Störst är risken för små barn som har en benägenhet att stoppa saker i munnen. I nuläget finns med den planerade markanvändningen begränsade ytor där den förorenade jorden kan bli tillgänglig för människor då huvuddelen av området ska schaktas ur mer än 2 meter under markytan.

Sannolikheten för direktexponering av jord på mer än 2 m under markytan bedöms vara mycket liten. Baserat på den begränsade förekomsten av PAH-H samt föroreningens djup under markytan bedöms sannolikheten vara liten för att människor ska exponeras via intag av jord för denna förorening.

5.5.2 Långsiktiga hälsorisker baserat på halter i jord

Oacceptabla långsiktiga hälsorisker kan uppstå om människors genomsnittliga exponering av föroreningar är förhöjd. En förutsättning för en påverkan på den genomsnittliga direktexponeringen via t.ex. intag av jord, inandning av damm och hudkontakt är att större sammanhängande ytor som människor exponeras för dagligen är tillgängliga för direktkontakt. Med planerad exploatering är det begränsade ytor som berörs.

Påverkan på den genomsnittliga exponeringen via inandning ånga bedöms vara aktuell inom samtliga delar av undersökningsområdet som ska bebyggas och påverkan kan ske både från en generell förorening samt från lokala höghaltsområden. I Tabell 12 jämförs representativa halter i fyllnadsjorden mot de platsspecifika hälsobaserade riktvärdena.

Avseende långtidsrisker visar jämförelsen för **tippmassorna (centrala och östra delen)** att:

- Om föroreningen ligger ytligt dvs. <2 m u my finns det halter av;
 - o Bly som överskrider riktvärdena för samtliga scenarion. Detta gäller både med nyttjande av ett högre och ett lägre TDI. Styrande exponeringsväg är intag av jord.
 - o Kvicksilver som överskrider riktvärdena för samtliga scenarion, undantaget scenariot Kontor/Service/Handel med garage. Styrande exponeringsväg är inandning ånga inomhus.
 - o PAH-M som överskrider riktvärdena för scenarierna Flerbostäder och park samt Kontor/Service/Handel utan garage. Styrande exponeringsväg är inandning av ånga inomhus.
 - o Arsenik och PAH-H som överskrider riktvärdena för scenarierna Flerbostäder och park samt Kontor/Service/Handel. Styrande exponeringsvägar är intag av jord och hudkontakt.
 - o Dioxin som överskrider riktvärdena för scenariot Flerbostäder och park. Styrande exponeringsväg är intag av jord.
 - o Bensen i potentiell hotspot i ytlig jord som lokalt överskrider riktvärdet för scenariot Flerbostäder och park. Styrande exponeringsväg är inandning ånga inomhus.

- Om föroreningen ligger djupt dvs. >2 m u my finns det halter av;
 - o Bly som överskrider riktvärdena för samtliga scenarion. Detta gäller både med nyttjande av ett högre och ett lägre TDI. Styrande exponeringsväg är intag av jord.
 - o Kvicksilver som överskrider riktvärdena för scenariot Flerbostäder och park samt Kontor/Service/Handel utan garage. Styrande exponeringsväg är inandning ånga inomhus.
 - o PAH-M som överskrider riktvärden för scenariot Flerbostäder och park. Styrande exponeringsväg är inandning av ånga inomhus.

- PAH-M och PAH-H lokalt i djupare jord (hotspot i Tabell 12 och avser området med eventuell tjära) som lokalt överskrider riktvärdena för samtliga scenarion. Styrande exponeringsväg är inandning ånga respektive intag av jord och hudkontakt.

Avseende långtidsrisker visar jämförelsen för **västra delen** att det finns halter av:

- Bly som överskrider alternativa riktvärden, baserade på ett lägre TDI, för yttlig jord för scenarierna Flerbostäder och park samt Kontor/Service/Handel. Styrande exponeringsväg är intag av jord.
- Kvicksilver som ligger i nivå med riktvärdet för scenariot Flerbostäder och park, både ytligt och djupt. Styrande exponeringsväg är inandning av ånga inomhus.

Baserat på utvärderingen av halter i jord kan oacceptabla hälsorisker inte uteslutas avseende främst halter av bly, men även avseende arsenik och PAH-H, inom tippområdet (centrala och östra delen) om jorden blir tillgänglig för direktexponering. Detta gäller även avseende bly inom västra delen när riktvärdet baseras på ett nerjusterat TDI. Risker för direktexponering är störst i ytlig jord och avtar med jorddjupet.

Vidare tyder utvärderingen på att halter av kvicksilver och PAH-M inom tippområdet kan utgöra en oacceptabel påverkan på inomhusluften, främst vid nyttjande av marken för flerbostäder. Detta gäller även avseende kvicksilver inom västra delen. Lokalt inom centrala delen av tippområdet finns även halter av bensen i ytlig fyllning som inte kan uteslutas utgöra ett framtida inomhusproblem om byggnad anläggs ovan eller i anslutning till föroreningen.

En bedömning av potentiellt flyktiga föroreningars påverkan på inomhusluften baserat på halter i jord och generella antaganden om föroreningens löslighet innehar flera betydande osäkerheter, varför risker inte kan bedömas endast baserat på en sådan jämförelse. I linje med Naturvårdsverkets vägledning (Naturvårdsverket, 2009b) har därför föroreningens löslighet undersökts samt mätningar utförts i markens porluft eller i grundvatten, vilket utvärderas i efterföljande avsnitt.

Vid utvärdering av behov av riskreduktion bör beaktas att halter av bly och kvicksilver inom västra delen ligger i nivå med bakgrundshalter i Stockholm (Stockholms Stad, 2019).

Tabell 12. Representativ medelhalt i fyllning inom de olika egenskapsområdena jämfört med platsspecifika hälsobaserade riktvärden för skydd mot långsiktiga hälsorisker. Som representativ medelhalt används UCLM95 om inte annat anges. Halter som överskrider ett riktvärde markeras med samma stil som riktvärdena är angivna i, det vill säga svart kursiv, svart fet, eller svart fet & understruken (0-2 m my) resp. röd, röd & understruken eller röd, fet & understruken (>2 m u my till grundvattenytan).

Ämne	Enhet	Representativ medelhalt i fyllning			Platsspecifika hälsobaserade riktvärden					
		Centrala + östra exkl. hotspots	Hotspots centrala maxhalt	Västra	Ytlig omättad jord 0-2 m u my			Djup omättad jord >2 m – grundvattenytan		
					1. Flerbostäder och park	2. Kontor/Service/ Handel	3. Gata och torg	1. Flerbostäder och park	2. Kontor/Service/ Handel	3. Gata och torg
Arsenik	mg/kg TS	18	-	5,7	10	15	60	60	100	60
Barium	mg/kg TS	830	-	740	920	3 300	20 000	20 000	32 000	20 000
Bly (Bly just TDI)	mg/kg TS	1 000	-	64	79 (11)	230 (33)	600 ² (210)	600 ² (210)	600 ² (330)	600 (210)
Kadmium	mg/kg TS	1,5	-	0,3	3,7	23	130	130	220	130
Kobolt	mg/kg TS	14	-	11	53	230	1 400	1 400	2 200	1 400
Koppar	mg/kg TS	1 700	-	65	7 100	53 000	220 000	220 000	470 000	220 000
Krom tot	mg/kg TS	74	-	92	81 000	240 000	ej begr.	ej begr.	ej begr.	ej begr.
Kvikksilver	mg/kg TS	0,8	-	0,2	0,1 ³ / 0,2	0,3 / 0,9	0,45	0,1 ³ / 0,2	0,5 / 0,9	0,9
Nickel	mg/kg TS	50	-	31	310	1 300	5 300	5 300	11 000	5 300
Vanadin	mg/kg TS	65	-	47	520	1 500	9 200	9 200	14 000	9 200
Zink	mg/kg TS	2 300	-	160	8 800	50 000	320 000	320 000	490 000	320 000
Cyanid tot	mg/kg TS	47	-	1,2 ¹	580	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
PCB summa 7	mg/kg TS	0,02	-	<0,004 ¹	0,02	0,10	0,33	0,18 / 0,24	0,56 / 0,64	0,37
Dioxin (TCDD-ekv)	ng/kg TS	60	-	6,7 ¹	22	64	360	360	590	360
PAH-L	mg/kg TS	0,3	15 ¹	0,1	7,6 / 22	42 / 120	61	13 / 23	72 / 130	120
PAH-M	mg/kg TS	9,9	390 ¹	0,9	1,7 / 4,9	9,5 / 27	14	2,9 / 5,2	16 / 29	27
PAH-H	mg/kg TS	22	780 ¹	1,4	2,5	13	38	37 / 38	84	38
Bensen	mg/kg TS	0,004	0,14 ¹	0,007 ¹	0,03 / 0,08	0,15 / 0,45	0,21	0,04 / 0,08	0,24 / 0,45	0,4
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	110	-	23	39 000 / 57 000	170 000 / 230 000	420 000	120 000 / 200 000	570 000 / 840 000	630 000
Aromater >C10-C16	mg/kg TS	8,3	43 ¹	<1 ¹	290 / 430	1 900 / 3 200	3 700	920 / 1 600	4 700 / 7 500	6 000
Aromater >C16-C35	mg/kg TS	24	120 ¹	<1 ¹	390 / 490	2 400 / 3 100	5 600	1 800 / 2 800	7 900 / 11 000	7 900

¹ Representativ halt utgörs av maxhalt på grund av begränsat antal analyser alternativt inga halter över rapporteringsgräns. ² Riktvärde för bly styrt av korttidsexponering. Vid sänkt TDI styrs riktvärdet av risker vid långtidsexponering (värde i parentes). ³ Riktvärde för kvikksilver uppjusterat till nationell bakgrundhalt i jordbruksmark (enligt Naturvårdsverket, 2009a).

5.5.3 Långsiktiga hälsorisker baserat på halter i markens porluft

Utvärdering av föroreningens löslighet samt mätningar i grundvatten eller porluft visar att förorening av kvicksilver och PAH-M är hårt bundet i jorden och därmed har en låg potential att påverka inomhusluft.

Utvärdering av uppmätta halter av PAH-M i porluft, både generellt och även i samma område som påträffad potentiell hotspot av tjära i centrala delen av tippområdet, mot beräknade halter i porluft från halter i jord visade tydligt att föroreningens flyktighet och potential för påverkan på inomhusluft överskattas (kapitel 5.3.5). Porluftsprovtagningen visar på en acceptabel påverkan av PAH på luften.

För PAH inom potentiell hotspot med tjära i djup jord inom centrala delen av tippområdet kan halterna inte uteslutas utgöra en oacceptabel hälsorisk om de blir tillgänglig för direktexponering. Baserat på uppmätta halter i markens porluft bedöms PAH-föroreningen inte utgöra en oacceptabel påverkan på inomhusluften. En av de djupare porluftspunkterna (22W203_PL) ligger i samma område som den förmodade hot spot:en av tjära (inom en radie på max 20 m). Halter i porluft inom undersökningsområdet för enskilda PAH:er i gruppen PAH-L och PAH-M redovisas i Tabell 13 mot riskbaserade referenskoncentrationer i inomhusluft (avser heltidsvistelse) och efter en antagen konservativ utspädning (1/100, att jämföra med Naturvårdsverkets generella utspädning på 1/6 000). PAH-H bedöms i internationell litteratur inte förångas i sådan utsträckning att de kan utgöra ett hälsoproblem, något som även tidigare svenska studier har bekräftat (Golder, 2019).

Tabell 13. Uppmätta halter eller rapporteringsgräns av enskilda PAH-ämnen inom grupperna PAH-L och PAH-M i 1 grund och 7 djupa porluftsonder, jämfört med riskbaserade referenskoncentrationer för inomhusluft samt jämförvärde anpassat för porluft med hänsyn taget till variationer och osäkerheter genom att anta en konservativ utspädning över bottenplattan mellan porluft och inomhusluft (100 ggr). Enhet: µg/m³.

Ämne	Grund sond	Djupa sonder							Jämförvärde inomhusluft (heltidsvistelse)	Jämförvärde efter utspädning
		22W201_PL	22W202_PL	22W203_PL	22W204_PL	22W205_PL	22W206_PL	22W207_PL		
Naftalen	< 0,082	0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,16	< 0,13	< 0,12	0,16	3***	300***
Acenaftylen	< 0,014	< 0,021	< 0,022	< 0,021	< 0,027	< 0,021	< 0,020	< 0,021		
Acenaften	< 0,027	< 0,042	< 0,043	< 0,042	< 0,053	< 0,042	< 0,039	< 0,042		
9H-fluoren	< 0,014	< 0,021	< 0,022	< 0,021	< 0,027	< 0,021	< 0,020	< 0,021	0,024	2,4
Fenantren	< 0,055	< 0,084	< 0,087	< 0,084	< 0,11	< 0,084	< 0,078	< 0,084	0,024	2,4
Antracen	< 0,027	< 0,042	< 0,043	< 0,042	< 0,053	< 0,042	< 0,039	< 0,042	0,024	2,4
Fluoranten	< 0,014	< 0,021	< 0,022	< 0,021	< 0,027	< 0,021	< 0,020	< 0,021	0,00024	0,024
Pyren	< 0,014	< 0,021	< 0,022	< 0,021	< 0,027	< 0,021	< 0,020	< 0,021	0,012	1,2

* Rfc = Referenskoncentration i luft, heltidsvistelse (Naturvårdsverket, 2009a, uppdaterade 2016).

** Riskinh = Riskbaserad acceptabel koncentration i luft (genotoxiska carcinogena ämnen), heltidsvistelse (Naturvårdsverket, 2009a, uppdaterade 2016).

*** Tillämpas på hela gruppen PAH-L (naftalen, acenaftylen, acenaften).

Uppmätta halter av kvicksilver i grundvatten och i lakvätska från laktstade jordprov visar att kvicksilver har en begränsad löslighet och därmed flyktighet. Verifierande mätningar i markens porluft saknas för att utesluta att föroreningen utgör en oacceptabel påverkan på inomhusluft.

5.6 RISKKARAKTERISERING SPRIDNING TILL YTVATTEN

I detta kapitel utvärderas representativa halter i fyllnadsjord mot generella riktvärden för skydd av ytvatten för att bedöma risker för påverkan på recipienten nu och i framtiden.

Det övergripande åtgärds målet för spridning till ytvatten anger att:

- Spridning av markföroreningar via grundvattnet från området (både beaktat infiltrerad nederbörd och dagvatten) ska inte försämra eller försvåra/förhindra att ytvattenrecipienten (Järlasjön) uppnår god kemisk eller ekologisk status.

Halter i grundvatten inom undersökningsområdet visar på begränsad påverkan avseende förorening (avsnitt 5.1.2). Representativa medelhalter i fyllnadsjord inom undersökningsområdet ligger, med undantag av halter av koppar i tippmassor och lokalt avvikande halter av PAH och tyngre aromatiska kolväten ("hot spot"), under generella riktvärden för spridning för både mättad och omättad jord, se Tabell 14. Riktvärdena är satta med en låg generell utspädningsfaktor för att begränsa belastningen på recipienten samt med generella antaganden avseende föroreningens löslighet. Halter av koppar i tippmassor överskrider riktvärdet för skydd av ytvatten i mättad jord, men underskrider riktvärdet för skydd av ytvatten i omättad jord. Eftersom föroreningen i huvudsak ligger i omättad jord och uppmätta halter i grundvatten inte verifierar en oacceptabel spridning bedöms ingen oacceptabel spridning av koppar ske från området. Utförda laktester tyder också på en låg löslighet i jämförelse med de generella antagandena (i storleksordningen tio gånger lägre, se avsnitt 5.4.2 för platsspecifika data från laktester).

Ytvattenkriterierna som riktvärdena baseras på utgår från risken för miljöeffekter eller avvikelser från normalt förekommande halter i ytvatten (Naturvårdsverket, 2009a). Ytvattenkriterierna ligger för samtliga ämnen under riktvärden för skydd av grundvatten och ger alltså även ett skydd för människors hälsa.

Tabell 14. Representativa medelhalter i fyllning jämfört med platsspecifika riktvärden för spridning. Som representativ medelhalt används UCLM95 om inte annat anges. Halter som överskrider riktvärde för skydd av ytvatten eller skydd mot fri fas markeras med fetstil respektive röd stil. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Enhet	Representativ medelhalt i fyllnadsmassor			Platsspecifika riktvärden spridning		
		Centrala + östra exkl. hotspots	Hotspots centrala maxhalt	Västra	Skydd mot fri fas	Skydd av ytvatten omättad jord	Skydd av ytvatten mättad jord
Arsenik	mg/kg TS	18	-	5,7		360	190
Barium	mg/kg TS	830	-	740		48 000	25 000
Bly	mg/kg TS	1 000	-	64		3 600	1 900
Kadmium	mg/kg TS	1,5	-	0,3		16	8,5
Kobolt	mg/kg TS	14	-	11		240	130
Koppar	mg/kg TS	1 700	-	65		2 400	1 300
Krom tot	mg/kg TS	74	-	92		1 800	950
Kviksilver	mg/kg TS	0,8	-	0,2		2,4	1,3
Nickel	mg/kg TS	50	-	31		1 200	630
Vanadin	mg/kg TS	65	-	47		2 000	1 100
Zink	mg/kg TS	2 300	-	160		9 600	5 100
Cyanid tot	mg/kg TS	47	-	1,2 ¹		200	110
PCB summa 7	mg/kg TS	0,02	-	<0,004 ¹	10	1,5	0,8
Dioxin (TCDD-ekv)	ng/kg TS	60	-	6,7 ¹	15 000	780	410

Ämne	Enhet	Representativ medelhalt i fyllnadsmassor			Platsspecifika riktvärden spridning		
		Centrala + östra exkl. hotspots	Hotspots centrala maxhalt	Västra	Skydd mot fri fas	Skydd av ytvatten omäntad jord	Skydd av ytvatten mäntad jord
PAH-L	mg/kg TS	0,3	15 ¹	0,1	500	140	76
PAH-M	mg/kg TS	9,9	390 ¹	0,9	250	110	60
PAH-H	mg/kg TS	22	780 ¹	1,4	50	150	78
Bensen	mg/kg TS	0,004	0,14 ¹	0,007 ¹	1 000	32	17
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	110		23	2 500	ej begr.	ej begr.
Aromater >C10-C16	mg/kg TS	8,3	43 ¹	<1 ¹	500	530	280
Aromater >C16-C35	mg/kg TS	24	120 ¹	<1 ¹	250	67	36

¹ Representativ halt utgörs av maxhalt på grund av begränsat antal analyser alternativt inga halter över rapporteringsgräns.

Avseende PAH och tyngre aromatiska kolväten inom centrala delen av tippområdet finns halter i jord som lokalt överskrider platsspecifika riktvärden för spridning till ytvatten eller generella riktvärden för skydd mot fri fas. Ett överskridande av de generella riktvärdena innebär inte per automatik att det förekommer fri fas utan bör användas som vägledande tillsammans med fältobservationer om förekomst av fri fas. Inom området finns fältnoteringar som tyder på lokal förekomst av fri fas tjära i fyllningen i centrala delen av tippområdet. Förorening i fri fas har inte noterats i grundvatten och halterna av tyngre PAH och aromatiska kolväten har varit lägre än rapporteringsgräns vid samtliga tre provtagningar i grundvattenrör nära nedströms påvisad förorening i jord, vilket visar att föroreningen har en mycket begränsad rörlighet. Mycket låga halter av acenafte (PAH-L) har vid enstaka tillfälle påträffats i grundvatten i samma del av de förorenade fyllnadsmassorna. Halterna ligger långt under SPI:s riktvärde för miljörisker i ytvatten. Det finns sammantaget inget som tyder på att påvisad potentiell tjära i fyllnadsmaterialet inom centrala delen av tippområdet utgör en oacceptabel spridning.

PFAS har påvisats i grundvatten inom området, men har inte undersökts i jorden och endast analyserats i grundvatten avseende PFOS och PFOA. Om tippmassorna är en källa till föroreningen kan därför inte bedömas. Högsta uppmätta halt av PFOS och PFOA i grundvatten (10 analyser) är 24 respektive 12 ng/l, och i medeltal är summan av PFOS och PFOA 19 ng/l. Med antagande om en utspädning på 2000 ggr i ytvattenrecipienten (samma utspädningsfaktor som använts för mäntad jord) och medelhalten av PFOS och PFOA i grundvatten ger det en teoretisk halt i recipienten på 0,015 ng/l, vilket ligger en faktor ca 40 under gränsvärdet för inlandsytvatten för PFOS (0,65 ng/l) (HaV, 2013). Idag uppnår Sicklasjön inte god status avseende PFOS och belastningen på recipienten behöver minskas, vilket en exploatering inklusive sanering av hela eller delar av industritippmassorna kan bidra till (om dessa är en av källorna).

Klimatförändringar förväntas innebära att den årliga nederbörden i Stockholm ökar samtidigt som regnen blir fler och mer intensiva. Detta kan generellt leda till perioder med ökad infiltration och höjd grundvattennivå samt perioder av ökad vattenerosion från markytor som inte är hårdgjorda eller har växttäckning. För undersökningsområdet, som har en begränsad grundvattenbildningen och ingår i ett system med reglerat ytvatten, bedöms grundvattennivån inte förändras i framtiden så det får någon betydande påverkan på spridningen av föroreningar från området.

Sammantaget bedöms föroreningssituationen inom undersökningsområdet, baserat på uppmätta halter i jord och grundvatten, inte utgöra en oacceptabel risk för spridning till Järlasjön eller Sicklasjön idag eller i framtiden.

5.7 RISKKARAKTERISERING MARKMILJÖN

I detta kapitel utvärderas representativa halter i fyllnadsjord mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för skydd av markmiljön vid mindre känslig markanvändning (MKM) för att bedöma förutsättningar för markmiljön. Detta är den skyddsnivån som valts för skydd av markmiljön i ytlig fyllning (0–2 m u my) för att upprätthålla ett fungerande markecosystem enligt den planerade markanvändningen. För ytor där större öppna ytor med växtlighet är önskvärd kommer troligen en högre skyddsnivå (nyttillförd jord) krävas för att stödja den växtlighet som önskas.

Det övergripande åtgärds målet för markmiljön anger att:

- Markmiljön ska skyddas utifrån de förutsättningar som behövs för att uppfylla förväntade funktioner vid den planerade markanvändningen.

I Tabell 15 jämförs representativa halter i fyllnadsjorden mot riktvärdena för skydd av markmiljön. Jämförelsen tyder på att föroreningen i fyllnadsjorden inte stödjer ett skydd av markens ekologiska funktion enligt mindre känslig markanvändning (MKM). Halter av barium inom både tippområdet (centrala och östra delen) och västra delen överskrider riktvärdet. Vidare finns inom tippområdet halter av bly, koppar, zink och PAH-H som överskrider riktvärdena för markmiljö.

PAH och flertalet av metallerna har utifrån de tester som utförts visat på en begränsad löslighet, vilket tyder på att föroreningen har en begränsad tillgänglighet och därmed påverkan på markmiljön.

Baserat på tillgängligt underlag kan halter av föroreningar i fyllnadsjorden inte uteslutas utgöra en oacceptabel påverkan på markmiljön med den planerade markanvändningen idag eller i framtiden.

Tabell 15. Representativa medelhalter i fyllnadsjord jämfört med platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljön. Som representativ medelhalt används UCLM95 om inte annat anges. Halter som överskrider riktvärden markeras med fetstil. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Enhet	Representativ medelhalt i fyllnadsmassor			Generella riktvärden markmiljön MKM
		Centrala + östra	Hotspots centrala maxhalt	Västra	Ytlig omättad jord 0–2 m
					Samtliga scenarion
Arsenik	mg/kg TS	18	-	5,7	40
Barium	mg/kg TS	830	-	740	300
Bly	mg/kg TS	1 000	-	64	400
Kadmium	mg/kg TS	1,5	-	0,3	12
Kobolt	mg/kg TS	14	-	11	35
Koppar	mg/kg TS	1 700	-	65	200
Krom tot	mg/kg TS	74	-	92	150
Kvicksilver	mg/kg TS	0,8	-	0,2	10
Nickel	mg/kg TS	50	-	31	120
Vanadin	mg/kg TS	65	-	47	200
Zink	mg/kg TS	2 300	-	160	500
Cyanid tot	mg/kg TS	47	-	1,2 ¹	120
PCB summa 7	mg/kg TS	0,02	-	<0,004 ¹	0,6
Dioxin (TCDD-ekv)	ng/kg TS	60	-	6,7 ¹	2 000
PAH-L	mg/kg TS	0,3	15 ¹	0,1	15
PAH-M	mg/kg TS	9,9	390¹	0,9	40
PAH-H	mg/kg TS	22	780¹	1,4	10
Bensen	mg/kg TS	0,004	0,14 ¹	0,007 ¹	50

Ämne	Enhet	Representativ medelhalt i fyllnadsmassor			Generella riktvärden markmiljön MKM
		Centrala + östra	Hotspots centrala maxhalt	Västra	Ytlig omättad jord 0–2 m
					Samtliga scenarion
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	110		23	1 000
Aromater >C10-C16	mg/kg TS	8,3	43 ¹	<1 ¹	15
Aromater >C16-C35	mg/kg TS	24	120 ¹	<1 ¹	40

¹ Representativ halt utgår av maxhalt på grund av begränsat antal analyser alternativt inga halter över rapporteringsgräns.

6 KLORERADE ALIFATER (CAH) - FÖRORENINGSBILD OCH RISKBEDÖMNING

I detta kapitel sammanfattas den provtagning som utförts av klorerade alifater, en tolkad förorenings-situation samt utvärderingen av riskerna med klorerade alifater inom undersökningsområdet. Förorenings-situation avseende trikloreten (TCE) i samtliga porluftspunkter illustreras i föreliggande rapport på ritning N312a-b och motsvarande illustration av halter i inomhusluft finns på ritning N313.

Övriga föroreningar beskrivs och utvärderas separat i kapitel 5.

Genomförande och samtliga resultat från provtagningarna redovisas mer i detalj i WSP 2023a med tillhörande bilagor och ritningar.

6.1 PROVTAGNING OCH TOLKAD FÖRORENINGSSITUATION

Förorenings-situationen i plan illustreras med trikloreten i samtliga porluftspunkter på ritning N312a (situationsplan) och 312b (planerad bebyggelse) samt i inomhusluft m.fl. utrymmen på ritning N313.

6.1.1 Screening med föroreningshundar

Inom ramen för undersökningen har en screening med föroreningshundar genomförts i hus 315 och hus 326. Fullständig rapport redovisas i bilaga 2 till WSP 2023a. Hundarna är tränade att markera vid doftindikation på de klorerade alifaterna tetrakloreten (PCE) och trikloreten (TCE).

Hundarna gjorde inga tydliga markeringar som indikation på fynd av PCE och TCE. Dock visade de ett större intresse vid en plats i hus 326 (entréplan) och fem platser i entréplan av hus 315. I samtliga fall utgörs dessa platser av sprickor i golv/väggar eller mindre håligheter kring golvlistor eller dylikt, där inträngning av underliggande TCE eller PCE potentiellt kan ske. Hundarna gav ingen indikation i källaren till hus 315.

6.1.2 Grundvatten

Grundvatten har provtagits och analyserats med avseende på klorerade alifater (CAH) i tolv grundvattenrör varav 3 är djupa och installerats under leran på nivåer som bedöms motsvara eller ligga nära bergets nivå (de djupaste rören tillhör Region Stockholm). Flertalet av rören har provtagits mer än en gång. Förutom detta har även en pumpgröp med potentiellt (men ej bekräftat) grundvatten i byggnad 315 provtagits. Totalt har 21 analyser av CAH i vatten genomförts.

Sammantaget visar provtagningen av grundvatten att halterna av CAH har varit mycket låga, i de flesta fall under rapporteringsgränsen. Halterna i det vatten som pumpas vid källaren för hus 315 underskred också rapporteringsgränserna. I rör 20W08 längst österut ovan leran har något förhöjd halt

av TCE och PCE, liksom cis-DCE, påträffats. Proven togs på ej omsatt vatten p.g.a. begränsad vattenmängd. Halter var lägre än SGUs riktvärde för grundvatten (TCE+PCE). 2022 fanns det inget vatten att provta i detta rör. Även i det undre grundvattenmagasinet har vid ett provtagningstillfälle en låg halt av TCE detekterats. Cis-DCE har detekterats i låg halt i flera grundvattenrör framför allt i det undre grundvattenmagasinet, vilket tyder på ett diffust påslag som inte är förknippat med undersökningsområdet.

Resultatet av vattenanalyserna redovisas i bilaga 6b till WSP 2023a. Platserna för grundvattenrören redovisas i ritning N213 i samma rapport.

6.1.3 Porluft under byggnaderna

Porluft har provtagits i tio punkter under byggnad 315, både i entréplan och i källarutrymmen. Förekomst av CAH har påvisats i porluften vid samtliga undersökta platser (PCE och TCE). I sex av de tio punkterna har även cis-DCE påvisats.

Halterna av TCE har varit högst och varierade mellan 18 och 100 µg/m³ under byggnad 315. Tre av punkterna med högst halter (storleksordningen 90-100 µg/m³) var placerade i entréplanet (på outgrävd mark) och två av punkterna med samma storleksordning av TCE i källaren. Ingen tydlig trend avseende föroreningsförekomsten av CAH i porluften under hus 315 syns. En viss tendens finns till att halterna av TCE relativt centralt samlat i byggnaden är högre (men på olika provtagningsnivåer), än i ytterkanterna av byggnaden.

PCE-halten har som högst varit 17 µg/m³ och cis-DCE halten har som högst varit 14 µg/m³.

Provtagning av porluft har genomförts i 3 punkter under byggnad 326 (antalet begränsades av butiksverksamheten). PCE och TCE påvisades i samtliga punkter. Halterna av TCE var högst och varierade mellan 36 och 810 µg/m³. Punkten där högst halt påvisades var placerad centralt i byggnaden (22W326_PL4). Den högsta halten av PCE (110 µg/m³) påvisades i samma punkt.

Med undantag för ovan nämnda punkt har halterna som påvisats i porluften under de båda byggnaderna varit likartade. Inte heller punkten där drygt 800 µg/m³ detekterats kan sägas tydligt indikera förekomst av högförorenat område eller förekomst av CAH i egen fas i marken.

Resultatet av analyserna redovisas i bilaga 13a till WSP 2023a. Platserna för provtagningarna redovisas i ritning N214-216 i samma rapport.

6.1.4 Porluft utomhus

Provtagning av yttligare porluft utomhus (0,7-0,8 m under markytan) har genomförts vid två platser i närheten av byggnad 315 samt vid fyra platser i direkt anslutning till byggnad 326. Förekomst av CAH (TCE) påvisades i flertalet provtagningspunkterna utanför fasad, men i lägre halter än under byggnaderna. Den högsta halten invid hus 315 var 20 µg/m³. Invid hus 326 påvisades förekomst av CAH i tre av de fyra punkterna. I en punkt förekom både PCE och TCE, medan endast TCE förekom över rapporteringsgräns i de två andra.

Påträffade halterna invid hus 326 var generellt låga. Den högsta halten av TCE (34 µg/m³) påvisades nordost om byggnad 326, där också den högsta halten PCE uppvisades (25 µg/m³).

Provtagning av porluft utomhus ur djupare sondstål (installerade med borrhandsvagn) utfördes på totalt sju platser från generellt 4 till 4,5 meter under markytan (undantag nordväst om hus 315 där sondens slits sattes på ca 2,5-3 m p.g.a. lera från 3 m). Tre var placerade kring byggnaderna, tre inom parkeringsytan i söder och en nordväst om byggnad 315 på andra sidan gatan. En åttonde provtagningspunkten handborrades i den nordöstra lägre delen av undersökningsområdet och är därmed grundare installerad (ca 0,8 m u my). I denna del är fyllnadsdjupet begränsat och inga spår av CAH påvisades i punkten.

I samtliga djupare porluftprovpunkter påvisades förekomst av CAH. Med undantag för en provtagningpunkt fanns både PCE och TCE i de djupare sönerna. I tre punkter kring hus 315 (inklusive den som placerats norr om Simbagatan, med syftet att fånga upp eventuell förorenings-spridning in till undersökningsområdet) fanns förutom PCE och TCE även låga halter av cis-DCE. Halterna TCE i de djupare porluftspunkterna varierade mellan ca 7 och 85 µg/m³. Den högsta halten av TCE förekom centralt i parkeringsytan i den södra delen av området (22W203). Den högsta halten av PCE inom parkeringsytan förekom i samma punkt (24 µg/m³). Vid byggnaderna uppgick den högsta halten av TCE till 61 µg/m³ och den högsta halten av PCE till 19 µg/m³.

I sonden som placerades nordväst om Simbagatan (22W209_PL) uppgick halten av TCE till 40 µg/m³ och halten av PCE till 5 µg/m³.

Resultatet av provtagningen redovisas i bilaga 12c, 13c och 14a (WSP 2023a). Platserna för provtagningarna redovisas i ritning N212 från samma rapport.

6.1.5 Luft i brunnar och installationer

Passiv mätning av CAH i luft i utrymmen nära och under markytan där människor inte vistas har genomförts i syfte att påvisa eventuella indikationer på föroreningsförekomst.

Inom och i närheten av byggnad 315 har luften i ett pumprum med öppen pumpgrop, ovan vatten i pumpgropen, under två golvluckor och i två avloppsbrunnar provtagits. Resultaten av provtagningar har påvisat låga halter av CAH vid samtliga platser. Halten av PCE i pumprummet var vid den första av två mätningar relativt TCE hög, vid jämförelse med relationen mellan ämnena generellt i verksamhetslokalerna.

Den högsta halten påvisades under en golvlucka i pannrummet (del av hus 315). Halterna i avloppsbrunnarna var betydligt lägre än övriga halter.

Inom hus 326 har luften i en krypgrund och intilliggande källardel provtagits. Vidare har luften i tre avloppsbrunnar utanför fasad provtagits. Halter av CAH påvisades endast i en av avloppsbrunnarna (i sydost). I krypgrunden som provtagits två gånger detekterades både PCE, TCE och cis-DCE och halten av TCE har som högst varit 64 µg/m³.

Det är svårt att dra några tydliga slutsatser kring inomhusluftmätningarna i dessa utrymmen, källan kan både vara underliggande mark och byggnadsmaterial. De låga halterna i avloppsbrunnarna har inte påvisat något som tydligt indikerar dessa som en spridningsväg.

Resultatet av provtagningen redovisas i WSP 2023a, bilaga 13d och 14b. Platserna för provtagningarna redovisas i ritning N217-219 från samma rapport.

6.1.6 Inomhusluft i källare och verksamhetslokaler

Inomhusluften i byggnad 315 har undersökts vid nio platser i källare och på markplan inklusive panncentral. Upprepad provtagning har genomförts vid två av dessa platser i syfte att undersöka årtidsvariation och för att säkerställa att halterna inte utgör någon risk med dagens markanvändning.

PCE, TCE och cis-DCE har påvisats vid sex av de nio platserna. I övriga tre platser påvisades endast PCE och TCE. Halterna av TCE har varit högst och som mest uppgått till 24 µg/m³ och påvisades i källarplanet. Den högsta halten av PCE respektive cis-DCE uppgick till 7 µg/m³ och 1,5 µg/m³ och påvisades vid samma plats.

Inomhusluften i byggnad 326 har undersökts vid totalt 3 platser i entréplan, där upprepade provtagningar genomförts vid en av dessa platser i syfte att undersöka variation. PCE, TCE och cis-DCE har påvisats vid två av dessa, medan endast PCE och TCE påvisades vid den tredje platsen. Halterna av TCE har varit högst och som mest uppgått till 30 µg/m³ i sprinklerrummet. Den högsta halten av PCE (30 µg/m³) påvisades vid samma plats medan den högsta halten av cis-DCE uppgick till 1,1 och påvisades i källarplanet.

Inom hus 329 provtogs luften i ett hisschakt och trapphus 2020. Endast en mycket låg halt av PCE fanns i hisschakten.

Resultatet av provtagningen redovisas i WSP 2023a, bilaga 13d och 14b. Platserna för provtagningarna redovisas i ritning N217-219 från samma rapport.

6.2 PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL

6.2.1 Potentiella föroreningskällor till klorerade alifater

Tidigare historisk inventering har visat ett antal platser i byggnader inom undersökningsområdet där tvättmaskiner markerats på ritning (WSP 2021a). Tetrakloreten (PCE) kan ha nyttjats som kemtvättvätska, medan trikloreten (TCE) kan ha nyttjats som metallavfettning inom metallbearbetning (som utgjort den huvudsakliga historiska verksamheten). Det kan också vara möjligt att PCE förekommer som en förorening i produkter använda för metallavfettning. Norr om undersökningsområdet (i del av dagens galleria) ska ytbehandling ha utförts, en verksamhet som också kan ha använt TCE.

En hantering av dessa ämnen inom området kan ha medfört en diffus föroreningspåverkan avseende klorerade alifater utan att ett högförorenat område/källområde förekommer, men också att flera osammanhängande förorenade delområden kan ha skapats.

Potentiella föroreningskällor kan vara spill vid påfyllning, till exempel läckage från cisterner, fat eller rörledningar. Det kan ha förekommit spill vid hanteringen eller läckage från processutrustningen. Läckage kan ha förekommit från tunnor med processavfall, eller processavfall som tippats på marken, från oljeavskiljare, avloppsledningar m.m. Ev processavfall kan vidare eventuellt ha grävts ned i deponin.

6.2.2 Föroreningarnas egenskaper

Klorerade alifater (CAH) tillhör en grupp av ämnen som brukar benämnas DNAPL (dense non-aqueous phase liquids). Det som kännetecknar denna typ av vätskor är att de har högre densitet än vatten.

CAH kan förekomma i egen fas, gasfas i porluft, utlöst i vatten eller adsorberade till jordpartiklar eller organiskt material. De är svårlösta i vatten, har låg viskositet och har effektiva fettupplösande egenskaper. Ämnena binder inte särskilt starkt till jordpartiklar (relativt låga K_d-värden), utan förekomst av organiskt material har större inverkan på dess fastbildning.

PCE, TCE, cis-dikloreten (cDCE) och vinylklorid (VC) är även flyktiga vilket innebär att de kan förångas från egen fas, jord eller grundvatten. Sammantaget innebär deras kemiska och fysikaliska egenskaper att de kan förekomma under lång tid i markmiljön. Hur föroreningen fördelar sig mellan olika faser beror av jämviktsförhållanden.

- Egen/fri fas: ämnet förekommer i vätskeform utan inblandning i vatten, t ex oljeskikt på grundvattenytan. För DNAPL innebär detta att vätskan antingen förekommer i form av s.k. residual, i större ansamlingar eller större föroreningspooler. Spridning av egen fas upphör vanligen relativt snart efter ett utsläpp.
- Fast fas: sorberad till fast material såsom jordpartiklar eller framför allt organiskt material. Föroreningshalten i jorden är då lägre än ämnets mättnadskoncentration i jord.
- Gasfas: som gas/ånga i porluften
- Upplöst/vattenfas: upplöst i por- eller grundvatten, vilket innebär att föroreningshalten i vattnet är lägre än ämnets mättnadskoncentration i vatten (ca 150 mg/l för PCE).

Nedbrytning

Naturlig nedbrytning kan ske biotiskt (med hjälp av mikroorganismer) genom oxidation eller reduktion, men också abiotiskt (utan närvaro av mikroorganismer).

PCE och TCE i mark bryts ner mycket långsamt, eller inte alls, vid syrerika (aeroba) förhållanden. I stället bryts de främst ner biologiskt under syrefattiga (anaeroba) förhållanden genom stegvis reduktiv deklorering. PCE och TCE dekloreras stegvis genom utbyte av en kloratom åt gången.

Inom aktuellt område är det möjligt att moderprodukten både kunnat utgöras av PCE och TCE, beroende på användningsområde.

Toxiska egenskaper

PCE, TCE, DCE och VC är alla toxiska för människor vid långvarig exponering via luft eller livsmedel (t.ex. dricksvatten) och kan ge skador på exempelvis lever och det centrala nervsystemet hos människor. VC och TCE har klassificerats som cancerframkallande. PCE har klassificerats som misstänkt cancerogen medan DCE inte har klassificerats som cancerogen. CAH kan även orsaka negativa effekter på ekosystem i ytvatten vid relativt låga halter. Ämnena är dock generellt inte speciellt bioackumulerbara.

6.2.3 Påvisade spridnings- och transportvägar

Spill och läckage av klorerade alifater kan ha skett vid olika delar där de hanterats. Eftersom ämnena är lättflyktiga krävs ett spill tillräckligt stort för att inte hela föroreningen direkt förångas innan den hinner infiltrera i marken.

Spridning i porluft och förekomst i luft inomhus, brunnar etc.

Halter som uppmäts i porluft och inomhusluft kan på grund av ämnens egenskaper ha flera förklaringar. Till exempel kan det komma från förorening i byggnadsmaterial, rester av förorening i egen fas där spridning av produkt med ämnet tidigare skett eller från förorening adsorberat till jord vid olika djup. Det kan också potentiellt vara ett resultat av förångning från djupare liggande högförorenade områden i jord eller grundvatten eller en kombination av ovanstående.

Resultaten av provtagningar som genomförts inom undersökningsområdet har påvisat en allmän förekomst av CAH i djupare porluft utomhus, ytligare i porluften utomhus samt i porluft under byggnader och i utrymmen och verksamhetslokaler inomhus.

Resultatet av porluftprovtagning under hus 315 och 326 uppvisar något högre halter än vad som påvisats i ytliga provtagningar utomhus och i den djupa porluften

En delförklaring till skillnader i halterna som påvisats kan förutom haltvariationer i marken bero på att utrymmet under byggnaderna är tätare och att byggnaderna via sin luftgenomströmning och uppvärmning fungerar som en skorsten för luft som förekommer i marken.

Halterna i mindre utrymmen såsom kryppgrund har visat högre halter jämfört de i verksamhetslokaler. Halterna i de mindre utrymmen närmast marken (kryppgrund mm) har över lag en mindre luftgenomströmning, vilket kan förklara att halterna är högre. Sådana skillnader kan också förekomma mellan inomhusluftförhållanden i olika lokaler.

Analyserna av luften i avloppsbrunnar har visat låga eller mycket låga halter av CAH. En något avvikande högre halt fanns i brunnen sydost om hus 326 (22W326_B3), vilken var grund och bedömdes utgöra en rörgrav för vattenledningar. Ingen tydlig spridning i avloppsbrunnar har påvisats.

6.2.4 Ej påvisade spridnings- och transportvägar

Löst i grundvatten

CAH:s egenskaper gör att de kan skapa omfattande föroreningsplymer om föroreningsförekomster står i kontakt med den mättade zonen (under grundvattenytan). Spridningen (plymen) styrs främst av grundvattnets flöde och sker som ett resultat av att förorening löser sig i vatten.

Inom undersökningsområdet har grundvattenrör provtagits vid flera tillfällen. Halterna har konsekvent varit mycket låga, både i fyllningen ovan leran och i friktionsjorden under leran. Detsamma gäller för vattnet (eventuellt grundvatten) i pumprummet i källaren i hus 315. Sammantaget påvisas inga tecken på att CAH av betydelse förekommer löst i grundvatten inom det område som undersökts. Det rör i nordligaste delen av undersökningsområdet (uppströms) har vid samtliga tre provtagningstillfällen inte visat klorerade alifater över rapporteringsgräns. Röret sitter i det undre grundvattenmagasinet (18S0733U). I närheten av byggnaderna har inget grundvatten i tippmaterialet ovan lera påträffats. Om eventuellt grundvatten under byggnaderna ändå skulle stå i kontakt med grundvatten nedströms borde tydligare spår av denna förorening ha synts i de grundvattenprover som tagits från det övre magasinet.

Det finns således inget som indikerar att områden som är kraftigt förorenade med CAH förekommer i mättad zon inom området eller att föroreningsspridning avseende CAH sker in i området uppströms ifrån. Provtaget grundvatten både ovan och under leran i sydöstra delen av undersökningsområdet (i grundvattnets spridningsriktning) tyder inte heller på att föroreningsspridning skulle ske från undersökningsområdet.

CAH i egen fas

På grund av att klorerade alifater är tyngre än vatten (DNAPL) kan ämnena om de förekommer i egen fas sprida sig djupt ned i marken efter ett eventuellt utsläpp. I områden där förorening i egen fas transporterats genom marken kan en rest av DNAPL, så kallad residual också kvarlämnas. Transporten i egen fas upphör först då den återstående mängden DNAPL påträffar ett lågpermeabelt skikt (t.ex. tät lera eller sprickfritt urberg), varvid mer eller mindre större ansamlingar av vätskan bildas, så kallad DNAPL-pool. Spridningen avtar normalt relativt snart efter ett utsläpp, dock kan yttre påverkan på markprofilen medföra en störning av förhållandena med en förnyad spridning som följd.

Jordprofilen inom det till stora delar utfyllda området bedöms vara genomsläppligt och medför att det finns potential för att om CAH i egen fas spridits till marken kan ha transporterats till underliggande tätare lera.

Varken provtagningarna i porluft eller grundvatten har dock visat sådana halter som ger skäl att misstänka förekomst av källområde eller högförorenat område med förorening i egen fas (DNAPL) i direkt anslutning till punkterna. En förekomst av CAH i egen fas, som inte påvisats i undersökningarna, kan inte helt uteslutas och utgör därför en osäkerhet i bedömningen.

Resultaten av de porluftprovtagningar som genomförts i den norra delen av området (en punkt norr om Simbagatan och flera punkter i norra delen av och strax utanför husen) har inte påvisat några indikationer på att föroreningsspridning skulle ske från något källområde uppströms undersökningsområdet.

6.2.5 Exponeringsvägar (hälsa)

Den styrande exponeringsvägen gällande människors hälsa avseende CAH bedöms vara exponering för CAH via inandning av inomhusluft i lokaler där de vistas (arbetsplats/bostad).

Risker avseende påverkan på inomhusmiljön inom framtida byggnader gäller endast eventuella föroreningar som kvarlämnas och inte de som eventuellt förekommer i byggnadsmaterial i byggnader som ska rivs eller inom jorddjup som kommer åtgärdas och avlägsnas inom planerade schakter.

Undersökningarna av CAH har genomförts direkt under byggnader, från djupare porluftsonder, i grundvattenrör, dagvattenbrunnar m.m. Människor kan tillfälligt komma att exponeras för eventuell förorening i jord/porluft/grundvatten vid t.ex. schakt- och anläggningsarbeten

Något uttag av grundvatten för dricksvattenändamål förekommer inte på fastigheten och någon risk för att människor kommer att exponeras genom att dricka förorenat grundvatten finns inte.

6.2.6 Skyddsobjekt

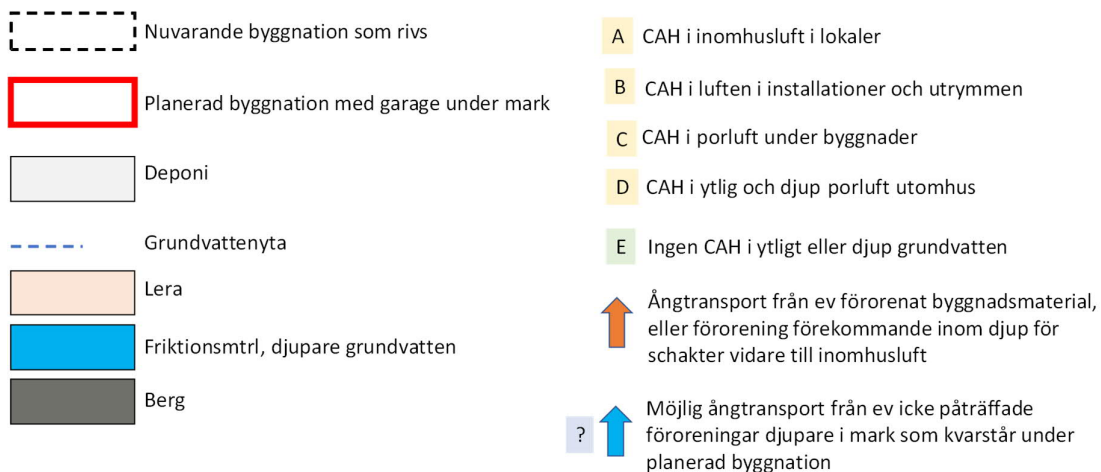
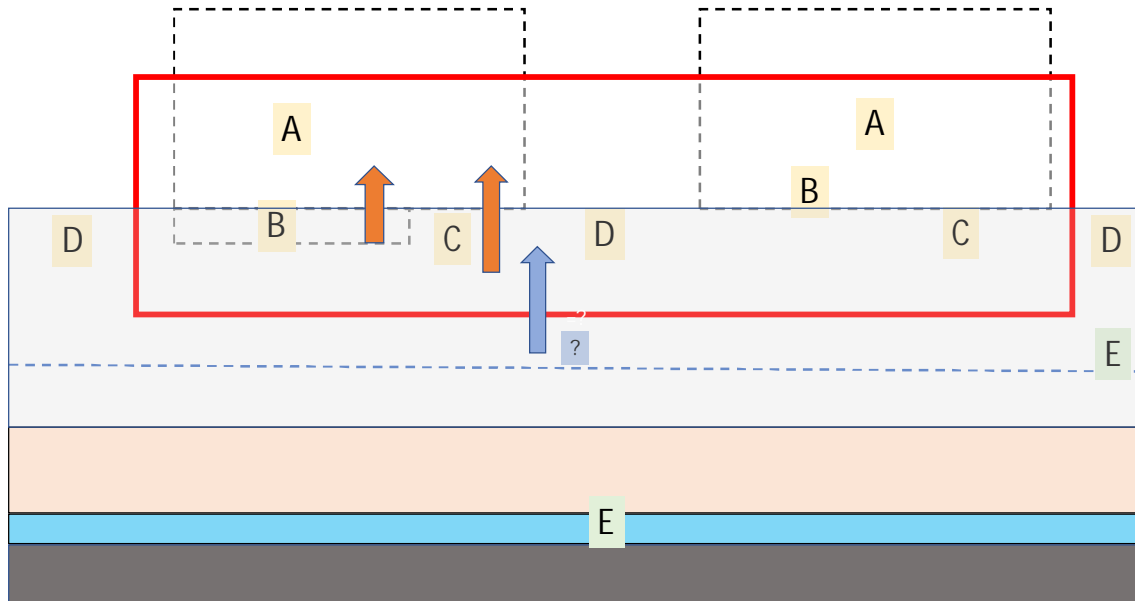
Skyddsobjekt för området i stort redovisas i avsnitt 5.2.4. Skyddsobjekt som i första hand bedömts relevanta för påträffade klorerade alifater är de barn och vuxna, som kommer att bo inom området samt förskolebarn, besökande och yrkesverksamma.

När det gäller spridning till skyddsobjektet ytvatten har halterna som uppmätts i grundvattnet varit mycket låga, vilket visar att en föroreningsspridning av CAH inte förekommer från området. Ingen ytterligare bedömning görs.

Skydd av markmiljön hanteras inom ramen för riskbedömningen för fyllnadsjorden och har inte särskilt bedömts med avseende CAH.

6.2.7 Konceptuell modell

I den konceptuella modellen nedan sammanfattas avsnitten inom problembeskrivningen som diskuteras ovan.



6.3 EXPONERINGSANALYS

Halterna av CAH kan variera över året i provtagna medier som en följd av naturliga variationer och förutsättningar som råder vid tillfällena för provtagning. För att bedöma långtidseffekter för människors hälsa bör där det finns data därför effekter i första hand därför utvärderas mot medelvärden över året.

För inomhushalter har både enskilda uppmätta maxhalter från respektive provtagningsomgång samt medelvärden baserade på provtagningar från olika årstider för respektive byggnad beräknats. Dagens inomhushalter representerar dock inte den situation som kommer vara aktuell vid den framtida markanvändningen. Nuvarande byggnader (förutom panncentralen, WSP 2023c) kommer att rivas och framtida byggnader uppföras med garagevåningar under mark. Situationen i inomhusluft är därför endast med för helhetsbilden och den sammanfattande riskbedömningen.

Provtagning av porluft har utförts vid ett tillfälle och för att inte underskatta risken har både max- och medelhalten under byggnad respektive övriga markområden konservativt använts som representativ halt.

För utvärdering av hur halter i grundvatten skulle påverka inomhusluften i framtida bebyggelse har medelvärden över mätperioden använts som representativ halt.

6.4 EFFEKTANALYS

För att bedöma påverkan på inomhusluft inom framtida bostäder som en följd av halter förekommande i porluft har beräkningsunderlag från Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (Naturvårdsverket, 2016) använts. Marken har antagits vara genomsläpplig och i ett konservativt antagande har halterna i porluften antagits förekomma i direkt anslutning till framtida byggnader (0,35 m under markyta). Byggnaderna har antagits ha en storlek och utförande enligt Naturvårdsverkets antagande (platta på mark). Beräkningarna ovan har genomförts både för halter uppmätta direkt under nuvarande byggnader samt för halter uppmätta 4,5 m under markytan, men avståndet har vid båda fallen ansatts till 0,35 m från klar byggnad.

Förutom denna beräkning har uppmätta halter i porluft också jämförts antaget en konservativ utspädning över bottenplatta mellan porluft och inomhusluft på 100 gånger (jämfört med antagandena i Naturvårdsverkets beräkningsmodell där utspädningsfaktorn för PCE och TCE är ca 11 000 gånger).

För att bedöma påverkan på inomhusluft inom framtida bostäder som en följd av halter förekommande i grundvatten har beräkningsunderlag från Naturvårdsverkets riskvärdesmodell (Naturvårdsverket 2016) använts på samma sätt som för porluften. Marken har antagits vara genomsläpplig och avståndet till grundvatten har antagits vara 1 m under planerade byggnader.

Påträffade och beräknade halter i inomhusluft jämförs mot generella toxikologiska referensvärden för inomhusluft för icke cancerogena ämnen, RfC [mg/m^3] och för cancerogena ämnen, $RISK_{inh}$ [mg/m^3]. Dessa finns sammanställda i Naturvårdsverkets vägledning för riktvärden och i riktvärdesmodellen för förorenad mark (Naturvårdsverket 2009a, uppdatering 2016). Värden anger vilka koncentrationer av föroreningar en person kan andas in i inomhusluft dygnet runt under en livstid, utan att det riskerar att påverka hälsan negativt. I delar av undersökningsområdet kommer endast deltidsvistelse vara aktuellt. Nu utförd bedömning har konservativt använt värdena för heltidsvistelse.

6.5 RISKKARAKTERISERING

I avsnitten nedan jämförs de representativa halterna med riskbaserade haltkriterier.

6.5.1 Inomhusluft

I tabellen nedan redovisas uppmätta medel- respektive maxhalter för CAH som uppmätts i inomhusluft (där människor vistas) i befintliga byggnader under provtagningstillfällena 2020-2022. Uppmätta halter understigande rapporteringsgräns har ersatts med rapporteringsgräns vid medelvärdesberäkning. Undersökningspunkterna har varit olika vid olika tillfällena och representerat olika typer av provtagningsplatser, men i några fall också upprepats på samma ställe.

Halterna har tidigare utvärderats ur risksynpunkt med nuvarande markanvändning (WSP 2021c) och riskbedöms inte i föreliggande rapport i och med att byggnaderna ska rivas. Uppmätta värden är med för helhetsbilden och den sammanfattande riskbedömningen. Noteras kan dock att trots ett tydligt påslag ligger medelhalten från flera mätningar vid olika årstider under de riskbaserade jämförvärdena för inomhusluft vid heltidsvistelse.

Tabell 16. Uppmätta medel- och maxhalter i inomhusluft i befintliga byggnader. Enhet µg/m³.

Ämne /Halt	Maxhalt	Maxhalt	Maxhalt	Medelvärde*	Jämförvärde inomhusluft (heltidvistelse)
Ämne/månad	juni 2020	sep 2021	mars 2022	juni 2020 till mars 2022	Rfc och Risk _{inh}
PCE	15	30	9	6	200
TCE	24	30	25	12	23
cis-DCE	1,5	0,2	1	0,4	60

* Endast från lokaler där människor vistas, källare eller bottenvåning, ej andra utrymmen.

6.5.2 Porluft

I tabellerna nedan redovisas uppmätta medel- respektive maxhalter för klorerade alifater som uppmätts i porluft under hus 315 och 326 (Tabell 17) samt i grunda och djupa sondstål utomhus (Tabell 18). Jämförelsen har endast genomförts för ämnen med något mätvärde som överstigit rapporteringsgränser. Mätningar som understigit rapporteringsgränser har ersatts med rapporteringsgränsen.

Uppmätta halter jämförs med hälsobaserade riktvärden för heltidvistelse (bostäder) anpassade för porluft, vilket inneburit att en konservativ utspädningsfaktor mellan porluft och inomhusluft på 100 har antagits. Halterna i porluft skulle efter en utspädning till inomhusluft inte innebära en oacceptabel risk oavsett planerad markanvändning.

Tabell 17. Medel- och maxhalter av klorerade alifater över rapporteringsgräns i porluft under befintliga byggnader (hus 315 och hus 326) jämfört med riskbaserade referenskoncentrationer för inomhusluft samt jämförvärde anpassat för porluft med hänsyn taget till variationer och osäkerheter genom att anta en konservativ utspädning över bottenplattan mellan porluft och inomhusluft (100 ggr) Enhet µg/m³.

Ämne /Halt	Porluft under byggnader		Jämförvärde inomhusluft (heltidvistelse)	Jämförvärde anpassat för porluft efter utspädning**
	Medel	Max	Rfc och Risk _{inh}	(Rfc och Risk _{inh})*100
Tetrakloreten (PCE)	19 (12)*	110	200	20 000
Triklöreten (TCE)	110 (56)*	810	23	2 300
Cis-1,2-Dikloreten (cis-DCE)	3 (3)*	14	60	6 000

*) Med respektive utan (inom parentes) den avvikande maxhalten på 810 (22W326PL4).

**) Motsvarande Rfc och Risk_{inh} multiplicerat med faktorn 100.

Tabell 18. Medel- och maxhalter av klorerade alifater över rapporteringsgräns i porluft i grunda sonder respektive djupa sonder utomhus jämfört med riskbaserade referenskoncentrationer för inomhusluft samt ett jämförvärde anpassat för porluft med hänsyn taget till variationer och osäkerheter genom att anta en konservativ utspädning över bottenplattan mellan porluft och inomhusluft (100 ggr) Enhet µg/m³.

Ämne /Halt	Porluft grunda sonder		Porluft djupa sonder		Jämförvärde inomhusluft (heltidvistelse)	Jämförvärde anpassat för porluft efter utspädning*
	Medel	Max	Medel	Max	Rfc och Risk _{inh}	(Rfc och Risk _{inh})*100
PCE	9	25	9	24	200	20 000
TCE	7	34	35	85	23	2 300
cis-DCE	1	9	2	5	60	6 000

*) Motsvarande Rfc och Risk_{inh} multiplicerat med faktorn 100.

Halter i grunda respektive djupa sonder utomhus är generellt i samma storleksordning. Inga halter i porluft överskrider anpassade jämförvärden efter utspädning.

I tabellen nedan redovisas teoretiskt beräknade halter i inomhusluft utifrån uppmätta porluftshalter under byggnader samt i djupare provtagningssonder. Beräkningarna har utförts med ekvationer i

Naturvårdsverkets beräkningsprogram. I båda fallen har ett konservativt antagande om att avståndet till ovanliggande byggnad är 0,35 m antagits.

Tabell 19. Teoretiskt beräknade halter i inomhusluft från uppmätta halter i porluft, med ekvationer i Naturvårdsverkets beräkningsprogram för förorenad mark. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ämne /Halt	Porluft Under byggnader	Porluft grunda sonder	Porluft djupa sonder	Jämförvärde inomhusluft (heltidvistelse)
	Halt i inomhusluft Beräknad utifrån maxhalt	Halt i inomhusluft Beräknad utifrån maxhalt	Halt i inomhusluft Beräknad utifrån maxhalt	Rfc och Riskinh
PCE	0,08	0,02	0,02	200
TCE	0,5	0,02	0,06	23
cis-DCE	0,01	0,006	0,004	60

Beräkningar av halter i inomhusluft som ett resultat av halter i porluft direkt under nuvarande byggnader, i ytligare porluft utomhus eller i djupare sonder ger enligt beräkningsformler i enlighet med Naturvårdsverkets modell inte i några halter i inomhusluft som överskrider riktvärden ansatta för inomhusluft. Beräkningarna är genomförda baserad på en genomsläpplig jord med i övrigt standardinställningar enligt Naturvårdsverkets modell.

6.5.3 Grundvatten

I tabellen nedan redovisas teoretiskt beräknade halter i inomhusluft från uppmätta halter i grundvatten som genomförts med ekvationerna i Naturvårdsverkets beräkningsprogram. Avstånd mellan grundvatten och framtida byggnad har ansatts till 1 m vilket får betraktas som konservativt.

Tabell 20. Teoretiskt beräknade halter i inomhusluft från uppmätta halter i grundvatten, med ekvationer i Naturvårdsverkets beräkningsprogram för förorenad mark.

Ämne /Halt	Grundvatten	Inomhusluft	Jämförvärde inomhusluft (heltidvistelse)
	Medelhalt ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Beräknad halt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Rfc och Riskinh
PCE	1	0,5	200
TCE	1,2	0,2	23
cis-DCE	1,6	0,2	60

Beräkningar av halter i inomhusluft som ett resultat av halter i grundvatten enligt beräkningsformler i enlighet med Naturvårdsverkets modell resulterar endast i mycket låga halter i inomhusluft.

7 OSÄKERHETER

I detta kapitel sammanställs de osäkerheter och kunskapsluckor som identifierats i riskbedömningarna i kapitel 5 och kapitel 6.

De viktigaste kunskapsluckorna, som kan påverka bedömningen av behov av riskreduktion och därmed åtgärdsbehovet, är:

- Tippmassornas utbredning under befintliga byggnader.
- Utbredningen av fri fas tjära inom tippområdet.
- Flyktigheten hos kvicksilver.
- Förekomst av klorerade alifater i egen fas, som inte påträffats i undersökningarna.
- De representativa halterna inom den västra delen av undersökningsområdet och därmed möjligheterna att lämna eller återanvända massor.

Tippområdets utbredning under befintliga byggnader i norra delen av undersökningsområdet är inte känd (p.g.a. svårigheten att undersöka underliggande jord), vilket ger osäkerheter i mängden förorenade massor och därmed åtgärdsbehovet. Enligt slutsatsen i WSP 2021a, baserat på husens byggnadsår, är det sannolikt att husen är byggda på tippmaterial. Enstaka punkter norr om och emellan husen tyder dock på att det kan finnas delar som inte utgörs av tippmaterial. Sammantaget är omfattningen okänd, varför en maximal utbredning av tippmassorna omfattande hela undersökningsområdet exklusive delen väster om hus 315 antas i detta skede.

Identifierad hotspot med trolig tjära i södra delen av tippområdet är inte avgränsad i plan eller djup, vilket innebär en osäkerhet i omfattningen. Då ingen indikation finns på en spridning eller förångning av PAH i samma del av området avser den största osäkerheten om flera hot spots av förorening i fri fas förekommer inom området. Något som framför allt behöver hanteras i ett genomförandeskede, dels avseende omhändertagande vid påträffande, dels genom kontroll av spridning till grundvatten som planerade schaktarbeten i området potentiellt skulle kunna påverka.

De antaganden som görs för riktvärdena avseende kvicksilver i jord (Naturvårdsverkets generella) innehar stora osäkerheter då föroreningens förekomstform och därmed flyktighet inte är känd. Detta resulterar i betydande osäkerhet i behov av riskreduktion avseende kvicksilver i hela undersökningsområdet. I använd indata i detta skede antas allt kvicksilver förekomma i flyktig form, vilket bedöms vara alltför konservativt, och platspecifikt kunskap om flyktigheten behöver ökas för att med god säkerhet kunna bedöma risken.

Klorerade alifater (CAH) är tyngre än vatten och kan i fri fas sjunka till stora djup för att ansamlas på tät lera, i siltskikt i lera eller i lågpunkter på berg. Det finns ett generellt påslag av CAH inom undersökningsområdet, men varken utförda provtagningar i porluft (grundare och djupare) eller grundvatten inom undersökningsområdet har visat halter som tyder på förekomst av källområde eller högförorenat område med förorening i egen fas (DNAPL). Svårigheten att provta i delar av området p.g.a. befintliga byggnader, pågående verksamhet, ledningstråk och ställvis i marken mycket grovt material och stora block innebär sammantaget en osäkerhet i omfattningen av föroreningar. En lokal föroreningsförekomst av CAH som inte påträffats i undersökningarna kan därför inte helt uteslutas, men bedöms kunna hanteras i ett senare skede om det skulle påträffas.

Inom västra delen av området (väster om Hus 315) är halter av bly lägre än i övriga delar, men med det nedjusterade TDI-värdet som används i den nyligen (2022-10-28) uppdaterade versionen av beräkningsverktyget för riktvärden i jord (version 2.1) kan oacceptabla hälsorisker inte uteslutas om jorden blir tillgänglig för direktexponering. Endast ett fåtal provpunkter finns i västra området och bedömningen om åtgärdsbehovet ur föroreningssynpunkt är därför osäker. Om anläggningsarbetena i delar innebär att jord kan lämnas kvar i västra egenskapsområdet i undersökningsområdet (enligt

Figur 8), kan en mer detaljerad kontroll av jorden och fördjupning av riskbedömningen för denna del vara motiverad.

Åtgärdsbehovet i undersökningsområdet ur föroreningssynpunkt är knutet till fyllnadsmassor. Underlagande lera har inte bedömts ha ett åtgärdsbehov. Däremot har en hög svavelhalt påträffats i lera i en provpunkt på ca 6 m djup, vilket om det är sulfidlera kan vara förknippat med extra kostnader i samband med masshantering. Förekomsten har inte utretts inom ramen för denna undersökning, men lyfts här som en osäkerhet.

Nedan listas osäkerheter som identifierats i riskbedömningen av fyllnadsjorden, men som inte bedöms påverka bedömningarna i avgörande omfattning.

- *Föroreningssituation i fyllnadsjorden*
En del föroreningar har undersökts mer översiktligt än de som bedömts vara styrande för kommande åtgärdsbehov (cyanid, dioxin, PCB och bekämpningsmedel), vilket ger större osäkerheter i beräknade representativa halter än ämnen med mer analysdata. För att ta höjd för osäkerheter i halter har övre konfidensgränsen för medelvärdet använts i bedömningen. De förhöjda halterna sammanfaller med ett åtgärdsbehov på grund av metall- eller PAH-halter.
- *Tippmassornas eventuella bidrag till förorening av PFAS i grundvattnet*
PFAS har påvisats i halter i grundvatten som tyder på påverkan från ett källområde (okänt vilket) och på ett bidrag till belastningen av ytvattenrecipienterna. Beräknad belastning utifrån grundvattenhalter visar ett påslag ca 40 gånger lägre än gränsvärdet för inlandsytvatten för PFOS och bedöms inte innebära en oacceptabel belastning från undersökningsområdet. Belastningen på recipienterna behöver dock generellt minska och en exploatering inklusive sanering av hela eller delar av industritippmassorna kan bidra till det, om dessa är en av källorna.
- *Effekter på markmiljön*
Markmiljöns nuvarande status (arter, näring, respiration m.m.) och metallers tillgänglighet är inte känd, vilket ger osäkerheter i bedömningen av effekter på markekosystemet. Eftersom åtgärdsbehovet för markmiljön sammanfaller med åtgärdsbehovet för människors hälsa så har denna kunskapslucka en begränsad betydelse för bedömning av behov av riskreduktion.

8 SAMMANVÄGD RISKBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDSBEHOV

8.1 FYLLNADSJORDEN

Riskbedömningen av förorenade fyllnadsmassor inom undersökningsområdet visar att riskerna behöver minskas för att marken ska bli lämplig för sitt planerade ändamål (blandad stadsbebyggelse med kontor, flerbostadshus, centrumverksamhet, hotell, parkmark, gatumark, parkering och förskola). I ytliga fyllnadsmassor (0-2 m under markytan) finns det ett åtgärdsbehov oavsett om planerade anläggningsschakter omfattar de översta två meterna eller inte. I djupare jord kan med nuvarande underlag ett åtgärdsbehov avseende kvicksilver inte helt uteslutas. Verifierande mätningar av kvicksilver i porluft behövs för att utesluta en oacceptabel påverkan. I efterföljande avsnitt sammanfattas den sammanvägda bedömningen indelat per skyddsobjekt.

8.1.1 Hälsa

Riskbedömningen visar på ett behov av riskreduktion för att skydda människors hälsa mot kortsiktiga och långsiktiga hälsorisker vid planerad markanvändning. På 0–2 m djup inom de centrala och östra delarna av undersökningsområdet (f.d. tippområdet, Figur 8) finns oacceptabla hälsorisker oavsett planerad användning av marken. Detta framför allt på grund av bly med en representativ medelhalt på 1 000 mg/kg TS (och högre halter i enskilda prover). Det finns halter som överstiger korttidsriktvärdet (tidigare 600 mg/kg TS, nu 1000 mg/kg TS¹⁰), som innebär att ett enstaka intag av jord inte kan uteslutas ge negativa hälsoeffekter på lång sikt. För all markanvändning utom "Gata&Torg" kan även den representativa medelhalten av arsenik och PAH-H i yttlig jord inte uteslutas innebära en oacceptabel långsiktig hälsorisk.

På mer än 2 m djup i fyllningen inom de centrala och östra delarna av undersökningsområdet finns halter av bly och enstaka höga PAH-halter (ev. hot spot av tjära) som kan utgöra en hälsorisk om föroreningen blir tillgänglig för direktexponering (maxhalter överstiger korttidsriktvärdet). Sannolikheten för att människor ska exponeras för den förorenade jorden bedöms som liten på mer än 2 meter under markytan. I den platsspecifika bedömningen har antalet exponeringsdagar satts till 20 dagar/år, vilket bedöms vara ett mycket försiktigt antagande för jord på så stort djup. Generell förorening av PAH-M i tippmassor samt i hot spot med trolig tjära som påträffats på 3–4 m djup har inte bedömts innebära risk för exponering via förångning, utifrån utförda POM-tester och porgasmätningar på samma djup och i samma del av undersökningsområdet.

I den västra delen av området (väster om Hus 315) är föroreningshalterna betydligt lägre än i övriga undersökningsområdet, med halter i nivå med bakgrundshalter i Stockholm (Stockholms Stad, 2019). Den beräknade representativa medelhalten för bly på 0–2 m kan inte uteslutas innebära en oacceptabel långsiktig hälsorisk om jorden blir tillgänglig för direktexponering¹¹. Medelhalten bygger på analyser från ett fåtal provpunkter i delområdet och bedömningen är därmed osäker och kan ändras vid utökad provtagning i ett senare skede.

Avseende kvicksilver kan ett åtgärdsbehov avseende fyllning (yttligt och djupt inom hela undersökningsområdet) med nuvarande underslag inte uteslutas. Bedömningen av behovet av riskreduktion, baserad på halter i jord, är osäker då föroreningens förekomstform och därmed flyktighet inte är känd.

¹⁰ Korttidsriktvärdet för bly har nyligen uppdaterats till 1 000 mg/kg TS baserat på antagande om en kortare halveringstid (Naturvårdsverket, 2022).

¹¹ I och med det nedjusterade TDI-värdet som används i den nyligen (2022-10-28) uppdaterade versionen av beräkningsverktyget för riktvärden i jord (version 2.1).

Den ytliga fyllnadsjorden inom västra området kan återanvändas på ett större djup (>2 m u my), om behov av fyllnadsmassor finns och under förutsättning att kvicksilver inte utgör ett inomhusproblem (se förslag till komplettering i avsnitt 12.1). Preliminärt kan ytlig jord från västra delen även återanvändas ytligare inom områden med markanvändningen gata och torg. Uppgrävda fyllnadsmassor inom övriga delar/tippområdet bedöms utifrån relativt höga föroreningshalter och ett blandat tippmaterial preliminärt inte vara lämpliga att återanvända inom undersökningsområdet (även om det ur risksynpunkt skulle vara möjligt på ett större djup). Vid en mer detaljerad kontroll i ett genomförandeskede kan det dock även här finns partier som uppfyller krav för återanvändning.

8.1.2 Spridning till ytvatten

Föroreningssituationen i fyllnadsjord och grundvatten inom undersökningsområdet bedöms inte innebära en oacceptabel spridning till Järlasjön och Sicklasjön idag eller i framtiden.

Metall- och PAH-föroreningen inom området har generellt en låg rörlighet, vilket har visats genom sex lakteter respektive fyra POM-analyser, och halterna i grundvatten har vid upprepade tillfällen varit låga. PFAS har påvisats i grundvatten inom området och beräknad belastning på recipienterna visar ett påslag som är ca 40 gånger lägre än gränsvärdet för inlandsytvatten (HaV, 2013). Belastningen bedöms vara acceptabel. Källan till PFAS på recipienterna är inte klarlagd, men om tippmassorna i området utgör en källa, kommer belastningen minska i och med planerad exploatering inklusive sanering av hela eller delar av industritippmassorna.

Representativa medelhalter i fyllnadsjord ligger, med undantag för halter av koppar i tippmassor och lokalt avvikande halter av PAH och tyngre aromatiska kolväten (hot spot), under generella riktvärden för spridning avseende både mättad och omättad jord. Riktvärdena är satta med en låg generell utspädningsfaktor för att begränsa belastningen på recipienten samt med Naturvårdsverkets generella antaganden avseende föroreningens löslighet. Med mycket låga halter av PAH i grundvattnet, tillsammans med den begränsade rörligheten av PAH, finns sammantaget inget som tyder på att den troliga tjärförekomsten utgör en oacceptabel spridning. Halter av koppar i tippmassor överskrider riktvärdet för skydd av ytvatten i mättad jord, men underskrider riktvärdet för skydd av ytvatten i omättad jord. Eftersom föroreningen i huvudsak ligger i omättad jord och uppmätta halter i grundvatten inte verifierar en oacceptabel spridning bedöms ingen oacceptabel spridning av koppar ske från området.

För undersökningsområdet, som har en begränsad grundvattenbildning och ingår i ett system med reglerat ytvatten, bedöms inte heller ett förändrat klimat med större variationer i grundvattennivåerna (eller andra orsaker till förhöjda grundvattennivåer i området) få någon betydande påverkan på spridningen av föroreningar från området. Inget åtgärdsbehov på grund av spridningsrisker bedöms således finnas.

8.1.3 Markmiljö

Baserat på tillgängligt underlag bedöms halter av föroreningar i fyllnadsjord inom undersökningsområdet inte stödja ett fungerande markecosystem idag eller i framtiden. Åtgärdsbehov avseende markmiljön föreligger för ytlig fyllning (0–2 m u my) inom hela undersökningsområdet och sammanfaller med åtgärdsbehov avseende människors hälsa.

8.2 KLORERADE ALIFATER (CAH)

Resultatet av utförda undersökningar har påvisat en allmän förekomst av klorerade alifater inom undersökningsområdet i porluft och inomhusluft utan tydliga trender eller variationer. Högst halter finns av trikloreten, men det finns även tetrakloreten och nedbrytningsprodukten cis-1,2-dikloreten. Under byggnaderna finns högre halter i porluft än utomhus, vilket dock skulle kunna förklaras av en ansamling under husgrunderna. Storleksordningarna är likartade, med ett undantag av en punkt under hus 326 där halten är i en storleksordning ca 10 gånger högre. Ingen tydlig koppling syns till exempelvis kända lägen för tvättmaskiner (potentiell användning av tetrakloreten) i byggnaderna (figur 4 i WSP, 2021a). Trikloreten kan dock ha använts mer generellt som metallavfettning inom metallbearbetning, vilket har varit en utbredd verksamhet i området.

Den högsta påträffade halten i markens porluft fanns direkt under befintligt hus 326. Samtliga provtagningpunkter norr om (uppströms) den högsta halten visade betydligt lägre halter. I det grundvattenrör som provtagits uppströms har heller inga klorerade alifater över rapporteringsgräns påträffats (avser magasinet under leran, ovan leran i samma del av undersökningsområdet har det varit torrt). Ingen större djupare liggande föroreningsplym uppströms bedöms således orsaka den förhöjda halten under byggnaden (ytligare jord på 1-3 m djup direkt norr om hus 315 och hus 326, längs dagens galleria, avlägsnades 2004 enligt WSP, 2004). Halterna av klorerade ämnen i grundvatten inom undersökningsområdet har dessutom vid upprepande mätningar varit låga, både vid en mätning i det vatten som pumpas under hus 315 och vid upprepade mätningar i fyllningen ovan leran nedströms byggnaderna och i det undre grundvattenmagasinet i friktionsjorden under leran.

Konservativa bedömningar och beräkningar utifrån maxhalter i porluft direkt under byggnaderna, maxhalter av porluft i djupa och ytliga sonder samt medelhalt i grundvatten skulle innebära låga halter i inomhusluft, tydligt under de riskbaserade referenskoncentrationerna för inomhusluft vid heltidsvisstelse. Uppmätta halter i porluft och grundvatten inom området bedöms därmed inte medföra oacceptabla risker för den planerade bebyggelsen i undersökningsområdet.

Varken utförda provtagningar i porluft (grundare och djupare) eller grundvatten inom undersökningsområdet har alltså visat halter som tyder på att det finns en förekomst av källområde eller högförorenat område med förorening i egen fas (DNAPL) djupare ner i marken på leran i omättad eller mättad zon, eller i den mättade zonen under leran i friktionsjorden.

Påträffade halter i inomhusluft (både i utrymmen där människor vistas och i andra typer av utrymmen inom byggnaderna) är dock tydligt högre än de teoretiskt beräknade från uppmätta halter i porluft och grundvatten. Klorerade alifater i underliggande mark bedöms därför inte vara den enda källan till påträffade halter inomhus, utan halterna bedöms minst också bero på förorenat byggnadsmaterial i dessa byggnader (som ska rivas). Andra källor till halterna inomhus kan vara mindre kvarvarande förekomst av förorening i egen fas i byggnaden där spridning tidigare skett, förorening adsorberad till jordpartiklar under byggnaden eller en djupare liggande förorening i egen fas (som inte har upptäckts).

I och med att en eventuellt okänd, ej påträffad, lokal förekomst med högre halter klorerade lösningsmedel på en djupare nivå under byggnaderna inte helt kan uteslutas behöver det hanteras. En sådan okänd källa undersöks och hanteras bäst i genomförandefasen i samband med rivning av befintliga byggnader och saneringsåtgärderna (anläggningsschakten) av fyllnadsjorden.

9 ÅTGÄRDER OCH KOSTNADER

9.1 ÅTGÄRDSALTERNATIV

Det finns två principiella sätt att minska riskerna med föroreningarna för hälsa och miljön:

- Reduktion av föroreningskällan
- Skyddsåtgärder för att minska exponering eller spridning

Skyddsåtgärder kan vidtas om föroreningskällan inte kan tas bort eller inte är rimlig att ta bort i den omfattning som behövs för att uppnå de övergripande åtgärdsmålen. En kombination av att minska föroreningskällan och skyddsåtgärder kan också användas. Som ytterligare ett komplement kan administrativa åtgärder vidtas i form av t.ex. restriktioner avseende markanvändningen och framtida schaktarbeten.

Föroreningar kan generellt hanteras genom:

- Destruktion (enbart möjligt för organiska ämnen).
- Separation eller koncentration av föroreningar till mindre volymer
- Omvandling till mindre farliga former
- Fastläggning
- Inneslutning eller deponering.

Vidare kan föroreningar åtgärdas:

- In situ, det vill säga på plats i marken.
- Ex situ, det vill säga efter att de har grävts upp.
- On site, det vill säga på platsen.
- Off site, det vill säga på annan plats.

Utifrån ovan beskrivet åtgärdsbehov kan riskreduktion inom undersökningsområdet uppnås genom att exponering för människa förhindras med skyddsåtgärder eller att föroreningskällan minskas eller avlägsnas. Detta kan ske genom schakt och deponering, men även på andra sätt. I samband med fastighetsägarens (ALABs) omvandling av undersökningsområdet kommer mycket stora delar av fyllnadsmassorna att schaktas bort i samband med anläggningsarbetena, varför endast schakt hantearas som åtgärdsalternativ för framtagna kostnader i detta tidiga skede. Anläggningsschakt likställs alltså med saneringsschakt för kostnadsberäkningen. Fyllnadsmassornas karaktär och förorenings-situationen finns beskriven i avsnitt 3.2 och avsnitt 5.1.

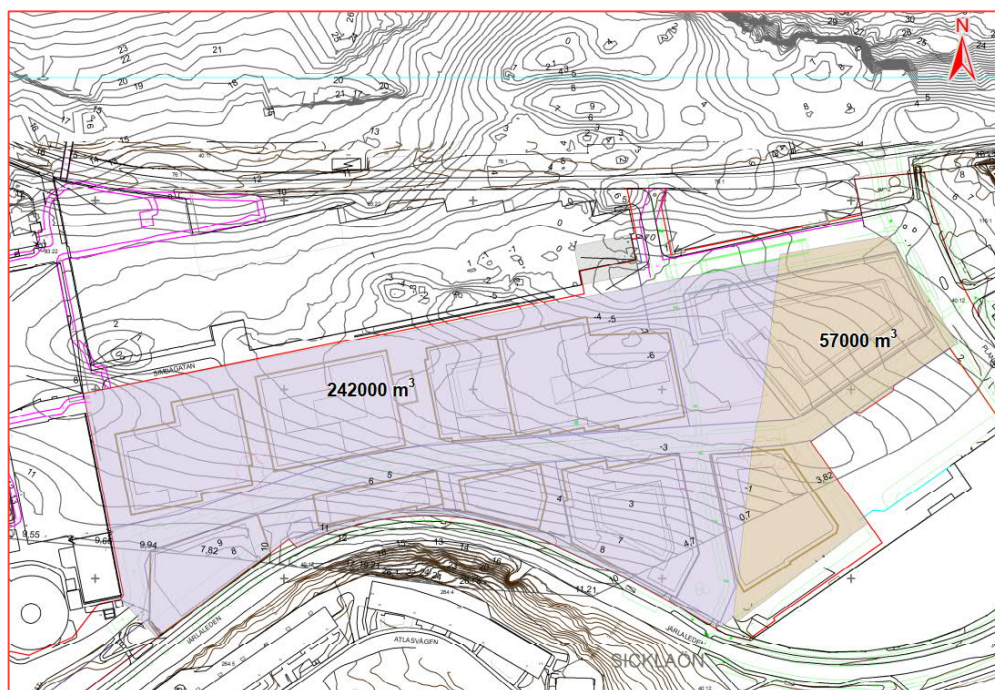
Exploateringen planeras ske etappvis från väster till öster. Kostnadsberäkningarna har utförts för hela undersökningsområdet samlat. Beroende på om Siroccogatan som ska gå genom området får underbyggas av garage eller inte finns olika alternativa omfattningar. För kostnadsberäkningarna av planerad anläggningsschakt (merkostnader på grund av markföroreningar) används de alternativ som nu bedömts vara mest sannolika av ALAB (se avsnitt 3.4), här benämnda som:

- ALTERNATIV 1 Schakt med garage 2 vån. till största del, underbyggd gata
- ALTERNATIV 2 Schakt med garage 1-2 vån., EJ underbyggd gata

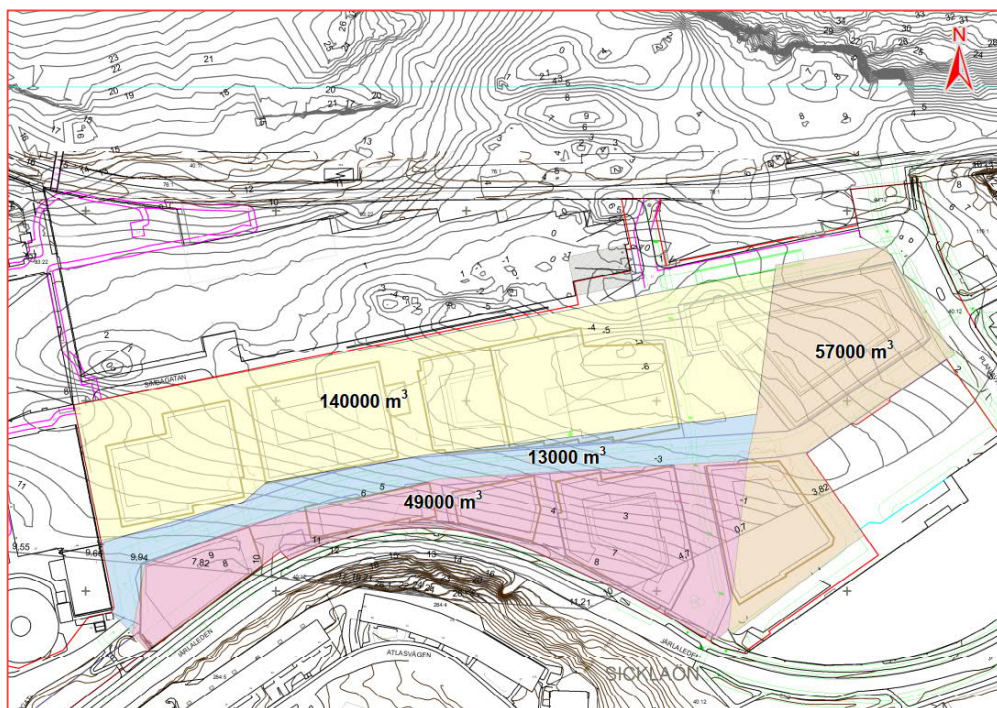
Alternativ 1 kan betraktas som ett maxalternativ där all förorenad fyllnadsjord kommer att försvinna.

Om nuvarande planer ändras till att omfatta betydligt mindre anläggningsschakter (t.ex. vid anläggning utan garage) finns det ändå minst ett åtgärdsbehov i den ytliga fyllningen (0-2 m under markytan), för att minska föroreningsriskerna. Detta alternativ skulle bli mindre kostsamt än alternativ 1 och 2, och har därför inte beräknats.

Jorddjupet varierar stort och i vissa delar ligger bergnivån ytligare, varför bergschakt kommer krävas. Den förorenade schaktvolymen är knuten till fyllnadsjorden och mängden fyllnadsjord har i en GIS-analys beräknats som skillnad mellan markyta och planerat schaktdjup eller max till lera (+5,5) eller berg. Hänsyn har inte tagits till berg i de delar bergmodellen (tillhandahållen 2020) inte täcker, vilket för alternativ 1 ger en mindre överskattning av volymer i väster. Uppskattade volymer fyllnadsjord för Alternativ 1 framgår av Figur 11 och för Alternativ 2 av Figur 12. Antagna schaktdjup framgår av figurtexterna och avsnitt 9.2.



Figur 11. Uppskattade volymer fyllnadsjord i Alternativ 1 Schakt med garage 2 vån. till största del, underbyggd gata. Volymerna har beräknats som skillnad mellan markyta och planerat schaktdjup eller max till lera (+5,5) eller berg. Hänsyn har inte tagits till berg i de delar bergmodellen (tillhandahållen 2020) inte täcker, vilket ger en mindre överskattning av volymer i väster. Planerat schaktdjup (RH2000): Lila = +3,5 Brun = +5,5. Utdrag från ritning N314.



Figur 12. Uppskattade volymer fyllnadsjord i Alternativ 2 Schakt med garage 1-2 vån., EJ underbyggd gata. Volymerna har beräknats som skillnad mellan markyta och planerat schaktdjup eller max till lera (+5,5) eller berg. Hänsyn har inte tagits till berg i de delar bergmodellen (tillhandahållen 2020) inte täcker, vilket i alternativ 2 påverkar volymerna minmalt. Planerat schaktdjup (RH2000): Gult = +3,5 Brunt = +5,5 Rosa = +7,5 Blått = +9,5. Utdrag från ritning N315.

9.2 HANTERING AV OSÄKERHETER

Kostnadsuppskattningen har utförts i ett mycket tidigt skede och är därför förknippad med stora osäkerheter. För kostnadsberäkningen har vald fördelningen i olika avfallsklasser utgått dels från en procentuell fördelning baserat på resultatet av analyserade jordprover från WSPs undersökningar, dels från en översiktligt beräknad sannolikhet för att påträffa olika avfallsklasser i fyllnadsvolymen¹².

Osäkerheterna som i utredningen identifierats kunna påverka merkostnaderna för föroreningar är sammanfattningsvis:

- Tippmassornas utbredning under befintliga byggnader.
- Jordmäktigheterna p.g.a. osäker och ej heltäckande bergmodell.
- Utbredningen av fri fas tjära inom tippområdet.
- Förekomst av CAH i egen fas, som inte påträffats i undersökningarna.
- Möjligheterna att lämna eller återanvända massor från västra delen av undersökningsområdet.

För framtagna åtgärds kostnader hanteras dessa osäkerheter med ett kostnadsspann på +/- 20% av framräknad kostnad. Den lägre nivån speglar t.ex. mindre omfattning av förorenade massor under byggnaderna och i västra området än antaget. Den högre nivån avser att omfatta eventuella kostnader för förekomst av fri fas tjära, utredning och åtgärd av en okänd lokal källa av klorerade alifater och andra okända föroreningskostnader.

¹² Med programvaran Crystal Ball.

9.3 ANTAGANDEN

Följande antaganden har gjorts för uppskattning av merkostnader p.g.a. markföroreningar i undersökningsområdet omfattande stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, Sickla:

- Merkostnaderna för föroreningar (deponiavgifter) utgår från volym fyllnadsmassor som utgör överskottsmassor i anläggningsschakt. En schablonkostnad för projektering av saneringsarbeten, miljökontroll och klassificering ingår (5% av deponikostnaderna).
- Ytterligare sanering ur risksynpunkt (efter anläggningsschakt) antas inte behövas;
 - Förutsätter accept för kvarlämnande av föroreningar på större djup än planerat schaktdjup (mer än 2 m djup, i praktiken ofta djupare).
 - Förutsätter att eventuella idag okända åtgärdsbehov sammanfaller med planerade schakter.
- Schakt, transport och återfyllning samt byggherrekostnader för anläggningsarbetena inkluderas inte, utan antas ingå i kalkyl för anläggning. Inte heller behov av spont under schakt eller mellan etapper har inkluderats.
- Utsortering av större sten/block för att minska volymerna har inte antagits, och inte heller någon möjlighet till återanvändning av renare massor på större djup inom området (men båda bör utföras för att minska kostnaderna och miljöpåverkan).
- Total volym fyllnadsjord inom undersökningsområdet har beräknats från markyta till ALABs planerade schaktdjup eller max till lera (+5,5 i stora delar av området) eller berg om yttligare. Beräkningarna har utförts för 2 alternativ (2 vån. garage till största del med underbyggd gata alternativt 1-2 vån. garage vid ej underbyggd gata):
 - Alternativ 1; Schakt till +3,5 m eller till berg fram till del av kvarter D och F. Schakt till +5,5 i östra delen. Se Figur 5 för kvartersbeteckningar. Lera antas från +5,5 (RH2000) i hela området (viss överskattning då djupet till lera är mindre i norra delen).
 - Alternativ 2; Schakt till +3,5 m eller till berg fram till del av kvarter D och F norr om Siroccogatan och +7,5 söder om. Schakt till +5,5 i östra delen. För gatan har saneringsschakt om 2 m (till +9,5 antagits). Se Figur 5 för kvartersbeteckningar. Lera antas från +5,5 (RH2000) i hela området (viss överskattning då djupet till lera är mindre i norra delen).
- Planerad parkmark (Figur 6) kommer enbart omfatta saneringsschakt (prel. 2 m), men har inte behandlats separat för kostnadsuppskattningen.
- Fördelning i 3 avfallsklasser utifrån föroreningsinnehåll i hela fyllningen inom hela undersökningsområdet (vald fördelning antagen utifrån dels andel prover av totala antalet i en viss klass, dels beräknad sannolikhet). Farligt avfall (FA) antas kunna deponeras på IFA-deponi¹³.
- Kvittblivningskostnader för <KM ingår inte (antas ingå i anläggningsschakt).
- Tjärasfalt antas inte förekomma baserat på utförd undersökning av WSP 2020.
- Inga kostnader för eventuellt omhändertagande av sulfidhaltig lera eller sulfidhaltigt berg ingår i beräkningarna (och antas inte heller finnas i de förorenade fyllnadsmassorna).

I kostnadsberäkningen har indata enligt Tabell 21 och Tabell 22 använts och i Tabell 23 redovisas antagen fördelning mellan föroreningsklasser.

¹³ Proven som skaktestats i klarar kraven för IFA-deponi enligt NFS 2004:10, se WSP 2023a.

Tabell 21. Indata i beräkningen av merkostnader p.g.a. markföroreningar inom stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, Sickla. A-pris utgår från listpriser på mottagningsanläggning i Stockholm.

Material	Densitet	Enhet
Grusig, sandig fyllning	1,8	ton/m ³
Tillägg mottagningsavgift extern anläggning		
Avfallsslag	A-pris	Enhet
Jord, IFA Halter >KM<MKM	230	kr/ton
Jord, IFA Halter>MKM<FA	347	kr/ton
Jord, FA på IFA-deponi	700	kr/ton
Övriga kostnader	Scahblon	
Projektering sanering, miljökontroll och klassificering	5%	av nettokalkylen

Tabell 22. Indata i beräkningen av merkostnader p.g.a. markföroreningar inom stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, Sickla. Beräknade totala volymer fyllnadsjord för schaktalternativ 1 och 2.

Ytor och beräknade volymer Fyllnadsjord	Alternativ 1 Enhet	Alternativ 2 Enhet
Area hela detaljplaneområdet	55 155 m ²	55 155 m ²
Volym västra + centrala delen		
Alt 1 till Iera +5,5 (eller berg)	242 000 m ³	
Alt 2 till Iera +5,5 Norr om gata, +7,5 Söder om gata, +9,5 Gata (eller berg)		202 000 m ³
Östra delen		
Alt 1 och Alt 2 till Schaktbotten & Iera +5,5 (när ej berg)	57 000 m ³	57 000 m ³
Total volym	299 000 m ³	259 000 m ³

Tabell 23. Antagen fördelning av schaktvolymerna inom stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, Sickla, bedömd utifrån analysresultat i samtliga analyserade jordprover i fyllnadsmassor och beräknad sannolikhet (Crystal Ball) för att påträffa halterna i fyllnadsmassorna (WSP 2020 och 2022).

Fyllning alla djup	Antal prover	Vald fördelning
Totalt (exkl. 2 där metaller ej analyserats)	52	100%
<KM	8	10%
Varav >KM<MKM	13	20%
Varav >MKM-FA	18	60%
Varav FA	15	10%

9.4 KOSTNADSBERÄKNING

Baserat på ovan redovisade antaganden uppskattas merkostnaderna p.g.a. markföroreningarna till planerade anläggningsarbeten, likställt med saneringskostnaderna, inom stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken i Sickla att uppgå till storleksordningen:

- För **Alternativ 1** (ca 270 000 m³ fyllnadsjord >KM) 140 till 220 miljoner kronor.
- För **Alternativ 2** (ca 230 000 m³ fyllnadsjord >KM) 130 till 190 miljoner kronor.

Se Tabell 24 för ingående kostnader i Alternativ 1 och Tabell 25 för ingående kostnader i Alternativ 2.

Tabell 24. Alternativ 1. Kostnadsuppskattning merkostnad markföroreningar inom stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken.

Hela området enligt ALTERNATIV 1 Schakt med garage 2 vån. till största del, underbyggd gata			
Tillägg mottagningsanläggning (deponikostnad)	Volym (m3)	Mängd (ton)	Kostnad enligt listpris (SEK)
Jord >KM<MKM	59 800	107 640	24 757 200
Jord >MKM<FA	179 400	322 920	111 945 600
Jord FA (på IFA-deponi)	29 900	53 820	37 674 000
	270 000	480 000	174 400 000
Projektering sanering, miljökontroll och klassificering (5%)			8 720 000
SUMMA (avrundat närmaste 10 miljon)			180 000 000
TOTALSUMMA - 20% (min)			140 000 000
TOTALSUMMA + 20% (max)			220 000 000

Tabell 25. Alternativ 2. Kostnadsuppskattning merkostnad markföroreningar inom stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken.

Hela området enligt ALTERNATIV 2 Schakt med garage 1-2 vån., EJ underbyggd gata			
Tillägg mottagningsanläggning (deponikostnad)	Volym (m3)	Mängd (ton)	Kostnad enligt listpris (SEK)
Jord >KM<MKM	51 800	93 240	21 445 200
Jord >MKM<FA	155 400	279 720	96 969 600
Jord FA (på IFA-deponi)	25 900	46 620	32 634 000
	230 000	420 000	151 000 000
Projektering sanering, miljökontroll och klassificering (5%)			7 550 000
SUMMA (avrundat närmaste 10 miljoner)			160 000 000
TOTALSUMMA - 20% (min)			130 000 000
TOTALSUMMA + 20% (max)			190 000 000

Trots att nämnda osäkerheter hanteras i kostnadsuppskattningen kan de verkliga kostnaderna komma att förändras i senare skede allt eftersom omfattningen projekteras mer i detalj. Detta exempelvis genom mer detaljerad klassificering i ett projekterings- eller genomförandeskede. Vidare bedöms fyllnadsmassorna i undersökningsområdet i delar vara stenig och blockig, vilket möjliggör att mängden förorenad jord kan minskas ner genom sortering. Även mottagningskostnaderna kan komma att förändras, exempelvis utifrån tillgänglig mottagningskapacitet eller i en upphandling.

Tillkommande behandlings/mottagningskostnader, som inte har inkluderats i merkostnader för markföroreningar, kan uppstå vid överskottsmassor av eventuell sulfidlera. En hög svavelhalt i lera har indikerat förekomst av sulfidlera, men leran har inte testats och omfattningen är osäker.

10 RISKER UNDER OCH EFTER ÅTGÄRD

10.1 UNDER PÅGÅENDE EXPLOATERING

Undersökningsområdet kommer att byggas ut etappvis under en tioårsperiod från väster till öster. Anläggningsarbetena kommer innebära stora schakter, inom spont för de största schaktdjupen. I den östra halvan av undersökningsområdet kommer pålning behövas. Anläggningsarbetena kan innebära att risker med föroreningarna uppstår genom damning eller spridning med dag- och grundvatten (vertikalt och horisontellt). Dessa risker behöver identifieras mer i detalj i ett projekteringssskede och hanteras genom skyddsåtgärder och uppföljande kontroll i genomförandeskedet.

I och med att fastighetsägaren planerar att bygga ut området etappvis behöver även frågan om risk för återkontaminering av föroreningar mellan olika etapper hanteras. Risken för spridning av föroreningar mellan olika delar inom undersökningsområdet bedöms vara låg baserat på föroreningarnas begränsade lakbarhet och låga halter i grundvatten. Vid mycket djupa schakter inklusive bergsschakter kan spridningsförutsättningarna förändras. Hur djupa schakter som kan påverka grundvattenströmningar och därmed spridningen behöver utredas närmare med hjälp av hydrogeologisk kompetens i projekteringssskedet¹⁴. Utbyggnaden planeras ske från väster till öster, vilket sammanfaller med den storskaliga grundvattenströmningen i området som ligger i en dalgång med lägst marknivå närmast Järlasjön i öster. Även bergöverytan ligger betydligt djupare i de östra delarna jämfört med de västra. Detta minskar risken för återkontaminering från områden som inte sanerats öster om sanerade områden i västra etapper, men detta behöver säkerställas genom kontroller i genomförandeskedet. Vid behov kan skyddsåtgärder behövas för att förhindra risk för återkontaminering under anläggningsarbetena och i väntan på kommande exploateringsetapper¹⁵. Om spridningsrisk inte föreligger behöver gränsen mellan åtgärdad och kvarvarande förorenad jord minst markeras i marken (t.ex. med geoduk och signalnät), för att uppmärksamma på skillnad mellan ny och äldre jord vid framtida markarbeten.

Vidare är säkerställande av uppfyllda saneringsmål per etapp viktigt, genom kontroll av eventuella kvarlämnade föroreningar efter färdigställd schakt. Detta så kompletterande åtgärder vid behov kan utföras innan etappen bebyggs.

10.2 EFTER ÅTGÄRDER I HELA UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

Bedömt åtgärdsbehov ur risksynpunkt omfattar framför allt de översta två metrerna av fyllnadsjorden, oavsett markanvändning och omfattning av anläggningsschakter. På ett större djup kommer merparten av den förorenade fyllnadsjorden att avlägsnas p.g.a. anläggningsschakterna. I princip helt med ovan beskrivet alternativ 1 (garage 2 våningar)¹⁶ och till mycket stor del med alternativ 2 (garage 1-2 våningar). I mindre delar, eller om anläggningsplanerna förändras kan förorenad jord bli aktuellt att lämna på mer än 2 m djup.

Kvarlämnad förorenad fyllnadsjord på större djup innebär inte en oacceptabel miljö- eller hälsorisk förutsatt att jorden inte blir tillgänglig för direktexponering och att åtgärdsbehovet avseende kvicksilver kan uteslutas (baserat på nuvarande underlag finns en kvarstående osäkerhet avseende flyktigheten). Halter av bly i fyllnadsjord samt tyngre PAH (PAH-H) lokalt i förmodat tjärhaltiga massor kan vid djupa schaktarbeten inte uteslutas utgöra en oacceptabel kortsiktig hälsorisk om dessa blir tillgängliga för

¹⁴ För nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet (se Förord) har fastighetsägaren för avsikt att söka vattendom om att sänka grundvattennivån under byggskedet. Frågan om spridning hanteras därför vidare i tillståndsprocessen.
¹⁵ För nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet (se Förord) hanteras frågan om skyddsåtgärder mot återkontaminering vidare i tillståndsprocessen för vattenverksamhet.

¹⁶ Inom nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet (se Förord) har fastighetsägaren för avsikt att bygga ett sammanhängande undermarksgarage i två våningar.

människor. Denna riskbedömning utgår från små barn som har ett naturligt beteende att stoppa fingrar eller föremål i munnen.

Sannolikheten för att människor ska exponeras via direktkontakt för en förorening minskar med föroreningens djup under markytan. Direktexponering av jord på mer än 2 m under markytan bedöms vara liten och i ett långsiktigt perspektiv kunna beröra djupa schakter vid underhållsarbete eller nya anläggningar. I sådana fall behöver arbetsmiljöriskerna hanteras och ett korrekt omhändertagande av eventuella överskottsmassor ske, varför bevarandet av informationen om föroreningarna är viktig. Gränsen mellan eventuella kvarlämnade föroreningar och ren jord bör markeras i marken (t.ex. med geoduk och signalnät).

11 SLUTSATSER

Syftet med utförd kompletterande undersökning och utvärdering, som redovisas i föreliggande rapport, har varit att införa antagande av detaljplaner inom stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken dels klargöra omfattningen av det åtgärdsbehov avseende föroreningar som i tidigare undersökning (WSP 2021a) konstaterats i fyllnadsjorden inom planområdet, dels utreda ursprunget till och riskerna för den planerade bebyggelsen med uppmätta halter klorerade alifater (CAH) i inomhusluft i hus 315 och hus 326. Vidare har kompletteringen syftat till att uppskatta de merkostnader föroreningarna kan innebära för genomförandet av stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken.

11.1 FÖRORENINGSSITUATIONEN

Jorden är, som tidigare konstaterats, i stora delar av området förorenad av metaller och PAH. Andra föroreningar förekommer också (kvicksilver, cyanid, alifater och aromater, PCB, DDT och dioxin), vilka sammanfaller med höga halter av metaller eller PAH. Halterna av förorening i fyllnadsjord inom tippområdet (centrala och östra delen av undersökningsområdet) är tydligt högre och med större variation i halter än utanför tippområdet (västra delen). Inom centrala delen av tippområdet (södra delen av dagens parkering) har en bedömd hot spot påträffats med trolig tjära (PAH) i fri fas. Föroreningarna är knutna till fyllnadsmassorna och avgränsas i djupled av naturligt lagrad jord, främst lera, som uppvisar låga föroreningshalter.

Grundvattnet inom undersökningsområdet är provtaget vid upprepade tillfällen och visar enstaka förhöjda halter av ämnen som också finns i fyllnadsjorden, med undantag av PCB som inte detekterats över rapporteringsgräns. I grundvattnet har även klorerade alifater (CAH) och PFAS (PFOS och PFOA) analyserats. CAH har detekterats över rapporteringsgräns i enstaka prover och PFAS har detekterats i samtliga grundvattenprover, både i fyllningen ovan lera och i friktionsjorden under leran.

I markens (fyllnadsjordens) porluft har i sonder på generellt 4,5 m under markytan organiska föroreningar (bensen, xylol, aromater, naftalen och kresol) påvisats i förhöjda men låga halter i några punkter. Utöver naftalen har inga andra enskilda PAH detekterats i markens porluft. CAH har undersökts mer allmänt i porluft (i de djupare sönerna, men även i grundare sonder under och kring byggnader), i luft i brunnar, kryppgrunder och dylikt samt i inomhusluft i befintliga byggnader. Resultaten visar en allmän förekomst av klorerade alifater inom undersökningsområdet i porluft och inomhusluft, utan tydliga trender eller variationer. Högst halter finns av trikloreten, men det finns även tetrakloreten och nedbrytningsprodukten cis-1,2-dikloreten. Under byggnaderna finns högre halter i porluften än i porluften i andra delar av området utan ovanliggande bebyggelse, vilket skulle kunna förklaras av en ansamling under husgrunderna. Storleksordningarna är likartade, med ett undantag av en punkt under hus 326 där halten är i en storleksordning ca 10 gånger högre. Ingen tydlig koppling syns till exempelvis kända lägen för tvättmaskiner (potentiell användning av tetrakloreten) i byggnaderna. Trikloreten kan dock ha använts mer generellt (som metallavfettning inom metallbearbetning).

11.2 RISKER OCH ÅTGÄRDSBEHOV

Hälsa

Riskbedömningen av föroreningarna i fyllnadsjorden har bekräftat att det finns ett behov av åtgärder för att marken ska bli lämplig för sitt ändamål. Detta utifrån platsspecifika riktvärden i jord, ett större analysunderlag än tidigare och från flera medier.

På 0–2 m djup inom de centrala och östra delarna av undersökningsområdet (f.d. tippområdet, se Figur 8) finns oacceptabla hälsorisker oavsett planerad användning av marken. Detta framför allt på grund av bly med en representativ medelhalt på 1000 mg/kg TS (och högre halter i enskilda prov). Det finns halter som överstiger korttidsriktvärdet (tidigare 600 mg/kg TS, nu 1000 mg/kg TS)¹⁷ och som innebär att ett enstaka intag av jord inte kan uteslutas ge negativa hälsoeffekter på lång sikt.

På mer än 2 m djup i fyllningen inom de centrala och östra delarna av undersökningsområdet finns halter av bly och enstaka höga PAH-halter (ev. hot spot av tjära) som inte kan uteslutas innebära en hälsorisk om fyllnadsjorden blir tillgänglig för direktexponering. Sannolikheten för att människor ska exponeras för den förorenade jorden bedöms som liten på mer än 2 meter under markytan (varför det ur ett hälsoriskperspektiv är rimligt att lämna kvar, om det inte omfattas av anläggningsschakt). PAH-M bedöms baserat på utförda porgasmätningar och lakteter inte innebära risk för exponering via förångning, varken generellt eller i nämnd hot spot med trolig tjära (en av de djupare porluftspunkterna ligger i samma område som den förmodade hot spot:en av tjära).

I den västra delen av området (väster om Hus 315) är föroreningshalterna betydligt lägre än i övriga undersökningsområdet. Halter av bly på 0–2 m under markytan kan dock med nuvarande underlag och ett nedjusterat TDI-värde inte uteslutas innebära en oacceptabel långsiktig hälsorisk. Medelhalten bygger på analyser från ett fåtal provpunkter i delområdet och bedömningen kan ändras vid utökad provtagning i ett senare skede, om jorden inte behöver schaktas bort av anläggningsskäl.

Avseende kvicksilver kan ett åtgärdsbehov avseende fyllning (ytligt och djupt inom hela undersökningsområdet) med nuvarande underlag inte uteslutas. Bedömningen av behovet av riskreduktion, baserad på halter i jord, är osäker då föroreningens förekomstform och därmed flyktighet inte är känd.

Det allmänna påslaget av CAH har bedömts med konservativa beräkningar utifrån maxhalter i porluft direkt under byggnaderna, maxhalter av porluft i djupa och ytliga sonder samt medelhalt i grundvatten. Samtliga halter skulle innebära låga halter i inomhusluft, tydligt under de riskbaserade referenskoncentrationerna som finns för inomhusluft vid heltidsvistelse. Uppmätta halter i porluft och grundvatten inom området bedöms därmed inte medföra oacceptabla hälsorisker för den planerade bebyggelsen i undersökningsområdet.

Miljö

Föroreningssituationen i fyllnadsjord och grundvatten inom undersökningsområdet bedöms inte innebära en oacceptabel spridning till Järlasjön och Sicklasjön idag eller i framtiden.

Metall- och PAH-föroreningen inom området har generellt en låg rörlighet, vilket har visats genom sex lakteter (för metaller) respektive fyra POM-analyser (för PAH), och halterna i grundvatten har vid upprepade tillfällen varit låga. PFAS har påvisats i grundvatten inom området och beräknad belastning på recipienterna visar ett påslag som är ca 40 gånger lägre än gränsvärdet för inlandsytvatten (HaV, 2013). Belastningen bedöms vara acceptabel. Källan till PFAS på recipienterna är inte klarlagd, men om tippmassorna i området utgör en källa, kommer belastningen minska i och med planerad exploatering inklusive sanering av hela eller delar av industritippmassorna.

¹⁷ Korttidsriktvärdet för bly har nyligen uppdaterats till 1 000 mg/kg TS baserat på antagande om en kortare halveringstid (Naturvårdsverket, 2022).

Representativa medelhalter i fyllnadsjord ligger, med undantag av halter av koppar i tippmassor och lokalt avvikande halter av PAH (hot spot), under generella riktvärden för spridning. Riktvärdena är satta med en låg generell utspädningsfaktor för att begränsa belastningen på recipienten samt med Naturvårdsverkets generella antaganden avseende föroreningens löslighet. Med mycket låga halter av PAH i grundvattnet, tillsammans med den begränsade rörligheten av PAH, finns sammantaget inget som tyder på att den troliga tjärförekomsten utgör en oacceptabel spridning. Halter av koppar i tippmassor överskrider riktvärdet för skydd av ytvatten i mättad jord, eftersom föroreningen i huvudsak ligger i omättad jord och halter i grundvatten generellt visar på en obetydlig påverkan bedöms ingen oacceptabel spridning av koppar ske från området.

För undersökningsområdet, som har en begränsad grundvattenbildning och ingår i ett system med reglerat ytvatten, bedöms inte ett förändrat klimat med större variationer i grundvattennivåerna (eller andra orsaker till förhöjda grundvattennivåer i området) få någon betydande påverkan på spridningen av föroreningar från området. Inget åtgärdsbehov på grund av spridningsrisker bedöms finnas.

Avseende markmiljön finns ett åtgärdsbehov i ytlig fyllning (0–2 m u my) inom hela undersökningsområdet. Det sammanfaller med åtgärdsbehovet avseende människors hälsa.

Källa till klorerade alifater (CAH)-halter

Varken utförda provtagningar i porluft (grundare och djupare) eller i grundvatten tyder på att det finns en förekomst av källområde eller högförorenat område med förorening av klorerade alifater i egen fas (DNAPL) djupare ner i marken eller höga halter uppströms som påverkar undersökningsområdet. Påträffade halter av CAH i inomhusluft och i underliggande kryppgrunder och dylikt är dock tydligt högre än de teoretiskt beräknade halterna från porluft och grundvatten. Klorerade alifater i underliggande mark bedöms därför inte vara den enda källan till påträffade halter inomhus, utan halterna bedöms minst också bero på förorenat byggnadsmaterial i dessa byggnader (som ska rivras).

Andra källor till halterna inomhus kan vara mindre kvarvarande förekomst av förorening i egen fas i byggnaden där spridning tidigare skett, förorening adsorberad till jordpartiklar under byggnaden eller en djupare liggande förorening i egen fas (som inte har upptäckts). Inga provtagningar indikerar att det skulle finnas en sådan lokal källa djupare ner i marken under byggnaderna. Om en idag okänd källa till CAH upptäcks undersöks och hanteras den bäst i genomförandefasen efter rivning av befintliga byggnader (genom kompletterande undersökning) och i samband med anläggningsschakten av fyllnadsjorden (genom kontroll och beredskap för åtgärd, som behöver beskrivas i kontrollprogrammet, som del av anmälan om avhjälpandeåtgärd). Det har inte heller funnits några indikationer på större läckage från ledningar i byggnaderna. Utanför fasaderna (i mark och enstaka brunnar) har halterna i luften varit låga.

Halterna i porluftsprover tagna i den norra delen av undersökningsområdet indikerar inte att det skulle finnas en större föroreningsplym uppströms, som orsakar förhöjd halt av CAH under byggnaderna. I det grundvattenrör som provtagits uppströms har heller inga klorerade alifater över rapporteringsgräns påträffats (avser magasinet under leran, ovan leran i samma del av undersökningsområdet har det varit torrt).

11.3 ÅTGÄRDSKOSTNADER

Exploateringen planeras ske etappvis från väster till öster. Kostnadsberäkningarna har utförts för hela undersökningsområdet samlat.

Merkostnaderna p.g.a. markföroreningarna till planerade anläggningsarbeten inom området för stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, och som här likställts med saneringskostnaderna, beräknas uppgå till storleksordningen:

- För Alternativ 1; 140 till 220 miljoner kronor (schakt med garage 2 våningar till största del, underbyggd gata, ca 270 000 m³ fyllnadsjord >KM).
- För Alternativ 2; 130 till 190 miljoner kronor (schakt med garage 1-2 vån., ej underbyggd gata, ca 230 000 m³ fyllnadsjord >KM).

Den högre kostnadsnivån avser att ta höjd för kostnader för eventuell förekomst av fri fas tjära, utredning och åtgärd av en okänd lokal källa av klorerade alifater och andra okända föroreningskostnader.

Merkostnaderna med anledning av föroreningarna omfattar deponiavgifter, projektering av saneringsarbeten, miljökontroll och klassificering samt har tagit höjd för identifierade osäkerheter. Flera antaganden har gjorts och kostnadsuppskattningen är grov i detta tidiga skede, men bedöms inte underskatta storleksordningen.

Om nuvarande planer ändras till att omfatta betydligt mindre anläggningsschakter (t.ex. vid anläggning utan garage) finns det ändå ett åtgärdsbehov i den ytliga fyllningen (0-2 m under markytan), för att minska föroreningsriskerna. Detta alternativ skulle bli mindre kostsamt än alternativ 1 och 2, och har därför inte beräknats.

Tillkommande behandlings/mottagningskostnader, som inte har inkluderats i merkostnader för markföroreningar, kan uppstå vid överskottsmassor av eventuell sulfidlera. En hög svavelhalt i lera har indikerat förekomst av sulfidlera, men leran har inte testats och omfattningen är osäker.

11.4 LÄMPLIGHET AVSEENDE MARKFÖRORENINGAR OCH ETAPPVIS UTBYGGNAD

Genom saneringsåtgärder (avhjälpandeåtgärder) bedöms marken kunna bli lämplig för planerad markanvändning. Baserat på nuvarande underslag kvarstår en osäkerhet avseende kvicksilvers flyktighet i jord, varför en kompletterande provtagning i porluft rekommenderas innan antagande av detaljplanen (västra delen) inom stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken (se avsnitt 12.1). Inga ytterligare kompletteringar bedöms behövas inför antagande. Kvarstående osäkerheter hanteras genom att avhjälpandeåtgärder krävs enligt planbestämmelse på plankarta och att det tagits hänsyn till osäkerheter i beräknade åtgärds-kostnader.

Undersökningsområdet kommer att byggas ut etappvis under en tioårsperiod från väster till öster, varför frågan om risk för återkontaminering av föroreningar mellan olika etapper uppkommer. Risken för spridning av föroreningar mellan olika delar inom undersökningsområdet bedöms vara låg baserat på föroreningarnas begränsade lakbarhet och låga halter i grundvatten. Tack vare att utbyggnaden planeras ske från väster till öster, vilket sammanfaller med grundvattnets strömningsriktning, minskas dessutom risken för återkontaminering från områden som inte sanerats öster om sanerade områden i västra etapper. Vid mycket djupa schakter under grundvattenytan kan spridningsförutsättningarna förändras. Att återkontaminering mellan etapper inte sker behöver säkerställas genom kontroller. Vid behov kan skyddsåtgärder behövas för att förhindra risk för återkontaminering under anläggningsar-

betena eller i väntan på kommande exploateringsstapper¹⁸. Med det bedöms etappvis utbyggnad vara möjlig ur förorenings synpunkt.

11.5 GRÖNYTAN I SYDVÄSTRA DELEN AV PLANOMRÅDET (SE FÖRORD)

I den smala grönyta som ligger i den sydvästra delen av planområdet (se Förord) och som inte planeras omfattas av någon anläggningsschakt utfördes en kompletterande ytlig provtagning genom handgrävning av fyllnadsjord under gräs- och mullagret i slutet av april 2023. Fältanteckningar, analysresultat (metaller, oljekolväten och PAH-ämnen) samt ritningar med provpunkter finns sammanställda i Bilaga 16 i den separata resultatrapporten MUR miljöteknik (WSP, 2023a). Resultat och utvärdering har inte arbetats in i föreliggande rapport, utan sammanfattas bara kort här (och i sammanfattningen). Resultaten visar att metallföroreningar, men också PAH, förekommer i delar av ytan med högst halter i sydvästra halvan där äldre fyllnadsjord nåddes (i renare provgröpar var mullagret mäktigare, men förorenad fyllnadsjord på större djup kan inte uteslutas). I den västligaste provgropan var halten av flera metaller avvikande höga. Inga uppmätta halter överstiger riktvärden som kan innebära en oacceptabel risk vid enstaka exponering. Vid jämförelse mellan representativ medelhalt (UCLM95) och föreslagna platsspecifika riktvärden för park respektive gata (för ytlig jord, 0-2 m u my) finns ett åtgärdsbehov inom ytan oavsett markanvändning. För gata styrs risken av markmiljö och för park av hälsa. En riskvärdering bör utföras för att slutligt avgöra åtgärdsbehovet, eftersom ingen anläggningsschakt planeras inom ytan. Om åtgärd efter utförd riskvärdering krävs för att grönytan ska bli lämplig för planerat ändamål kan det utföras genom schakt med uppföljande kontroll.

12 REKOMMENDATIONER

12.1 KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR

I bedömningen av saneringsbehovets omfattning finns en kvarstående osäkerhet avseende kvicksilvers förekomstform och flyktighet i jord, med en konservativ bedömning som följd för att inte underskatta risken. Uppmätta halter av kvicksilver i grundvatten och i lakvätska från laktestade jordprov visar att kvicksilver har en begränsad löslighet och därmed flyktighet. Verifierande mätningar i markens porluft saknas för att helt utesluta att föroreningen utgör en oacceptabel påverkan på inomhusluft.

- En kompletterande undersökning av kvicksilverförekomst i markens porluft rekommenderas inom hela undersökningsområdet, för att verifiera att föroreningen har en begränsad flyktighet. Kompletteringen föreslås utföras innan detaljplanen antas.

Utöver detta bedöms inga kompletteringar avseende markföroreningar behövas inför antagande av detaljplan inom stadsbyggnadsområdet Tryckluftsfabriken.

Rekommendationer till senare skeden lämnas nedan.

¹⁸ För nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet (se Förord) har fastighetsägaren för avsikt att söka vattendom om att sänka grundvattennivån under byggskedet. Frågan om spridning och skyddsåtgärder mot återkontaminering hanteras därför vidare i tillståndsprocessen.

12.2 PROJEKTERING, ANMÄLAN OCH TILLSTÅND

I ett skede efter antagen detaljplan behöver saneringsåtgärderna projekteras och kalkyleras mer i detalj, som en fristående eller integrerad del av övriga markarbetens projektering (tekniska schakter för anläggandet av husgrunder, källarvåningar och garage, gator och ledningsdragnings m.m.).

I projekteringskedet tittar man närmare på den exakta utformningen av området och tar fram mätbara åtgärds mål och åtgärds krav för avhjälpandeåtgärden. De platsspecifika riktvärdena är en utgångspunkt för detta. I nuvarande skede (inför detaljplan) har i dialog med tillsynsmyndigheten inga justeringar avseende löslighet och flyktighet utförts i framtagandet av de platsspecifika riktvärdena, utan Naturvårdsverkets generella antaganden har använts. Nuvarande underlag visar dock att vissa föroreningars löslighet och därmed spridning med vatten och ånga sannolikt överskattas, varför riktvärdena bör ses över i samband med framtagandet av mätbara åtgärds mål. I detta skede bör även storstadsspecifika bakgrundshalter vägas in i beslutet om åtgärds nivåer.

Vilka riktvärden som är tillämpliga på vilken plats kan också komma att förändras eller förfinas utifrån framtagna scenarier. Detta gäller exempelvis om en yta som nu antagits vara hårdgjord till största delen (t.ex. "torg") i praktiken sen ska bli mindre hårdgjord och därmed mer lik scenariot "flerbostäder och park". Andra frågor som behöver utredas vidare är schaktdjup i förhållande till grundvattenytan och förekomst av sulfidlera och sulfidberg (som kan påverka kostnader för omhändertagande eller spridningsförutsättning för föroreningar p.g.a. försurande effekt om det återanvänds inom området).

Schakt i förorenad jord och andra saneringsåtgärder är anmälningspliktiga. Innan schakt- eller saneringsarbetena får ske måste en anmälan om avhjälpandeåtgärd enligt § 28 Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd lämnas in till tillsynsmyndigheten, senast 6 veckor innan arbetena startar. Kontrollprogram biläggs anmälan.

Om schakt ska utföras till ett större djup, som innebär schakt under grundvattenytan, kan det innebära avsänkning eller bortledning av grundvatten. Det vill säga vattenverksamhet som kan vara tillståndspliktig enligt 11 kap. 9§ miljöbalken¹⁹. I vissa särskilt angivna fall räcker det med en anmälan till tillsynsmyndigheten (vanligtvis länsstyrelsen) innan verksamheten påbörjas. I tillståndsansökan eller anmälan för vattenverksamhet behöver konsekvenserna av grundvattensänknings utredas av relevant kompetens (hydrogeologisk, geoteknisk m.fl.). I det arbetet behöver risk för spridning av föroreningar vid sänkt grundvattennivå, exempelvis mellan utbyggnadsetapper, också inkluderas.

Projektering och anmälan av saneringsåtgärderna sker lämpligen i samma etapper som exploateringen. Mätbara åtgärds mål och åtgärds krav för avhjälpandeåtgärden bör dock som grund utgå från samma uppsättning platsspecifika riktvärden för hela undersökningsområdet.

12.3 MILJÖKONTROLLER

Omfattningen av tippområdets utbredning under befintliga byggnader är oklar och föroreningsinnehållet bör undersökas mer i detalj efter planerad rivning. Dels för att få bättre kontroll på kostnaderna, dels för att säkerställa att en lokal källa med högre halter eller fri fas av klorerade alifater (CAH) inte finns på ett större djup. Om ingen källa påträffas i undersökningar efter rivning behöver beredskap för kontroll och vid behov åtgärd under schakt beskrivas i kontrollprogram, som del av anmälan om avhjälpandeåtgärd.

Identifierad hotspot med trolig tjära i södra delen av tippområdet är inte avgränsad i plan eller djup och den största osäkerheten avser om flera hot spots av förorening i fri fas förekommer inom området. I

¹⁹ Inom nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet (se Förord) har fastighetsägaren för avsikt att bygga ett sammanhängande undermarks garage i två våningar och därmed gå under grundvattennivån i delar, bygga tät konstruktion under denna samt söka vattendom om att sänka grundvattennivån under byggskedet.

genomförandet av planerade anläggningsarbeten behövs en beredskap för omhändertagande av fri fas tjära, och eventuellt andra okända produkter.

Det är viktigt att uppfyllelse av åtgärds mål per etapp säkerställs genom kontroll av eventuella kvarlämnade föroreningar efter färdigställd schakt. Detta så kompletterande åtgärder vid behov kan utföras innan etappen bebyggs.

Utöver ovanstående behöver övrig kontroll planeras och beskrivas i kontrollprogram som biläggs anmälan om avhjälpandeåtgärd (etappvis). Här hanteras t.ex. kontroll av kvarlämnad jord, spridning genom damning, dagvatten eller grundvatten (till omgivningen eller mellan olika byggnadsetapper), hantering av länshållningsvatten och lämplighet för återanvändning samt hantering av eventuell sulfidlera och eventuellt sulfidberg. Även provtagning av jord som ska transporteras till mottagningsanläggning kan behöva utföras för att skilja på olika avfallsklasser och därmed minimera deponikostnaderna.

12.4 SKYDDSÅTGÄRDER OCH ADMINISTRATIVA ÅTGÄRDER

Anläggningsarbetena kan innebära att risker med föroreningarna uppstår genom damning eller spridning med dag- och grundvatten (vertikalt och horisontellt). Dessa risker behöver beskrivas mer i detalj i ett projekteringskedje och hanteras genom skyddsåtgärder och uppföljande kontroll i genomförandeskedet.

Undersökningsområdet kommer att byggas ut etappvis under en tioårsperiod från väster till öster, varför frågan om risk för återkontaminering av föroreningar mellan olika etapper uppkommer. Vid behov kan skyddsåtgärder behövas för att förhindra risk för återkontaminering under anläggningsarbetena eller i väntan på kommande exploaterings etapper. Planerade kontroller och skyddsåtgärder behöver fastställas i kontrollprogram i samband med anmälan om avhjälpandeåtgärd eller i villkor till vattendom, om tillståndsansökan för grundvattensänkning krävs²⁰.

Efter färdigställd exploatering i hela undersökningsområdet kan, beroende på omfattningen av schakt i djupled, förorenad jord med risk vid direktexponering finnas kvar på ett större djup. Risken bedöms vara liten och enbart beröra djupa schakter vid underhållsarbete eller nya anläggningar. Vid arbeten i kvarlämnad förorenad jord behöver arbetsmiljöriskerna hanteras och ett korrekt omhändertagande av eventuella överskottsmassor ske, varför bevarandet av informationen om föroreningarna är viktig (hos fastighetsägaren, kommunen och eventuellt i fastighetsregistret). Gränsen mellan eventuella kvarlämnade föroreningar och ren jord bör markeras i marken (t.ex. med geoduk och signalnät).

12.5 ÅTERANVÄNDNING

I genomförandet kommer mycket stora mängder förorenad jord att behöva hanteras, vilket både innebär stora kostnader och en miljöpåverkan. Volymen förorenade massor bör minskas ner genom utsortering av större sten/block och om möjligt återanvändas inom området.

Återanvändning på ett större djup (>2 m u my) är också möjligt av den ytliga fyllnadsjorden inom västra området, om behov av fyllnadsmassor finns och under förutsättning att kvicksilver inte utgör ett inomhusproblem (se föreslagen komplettering i avsnitt 12.1). Preliminärt kan yttlig jord från västra delen även återanvändas ytligare inom områden med markanvändningen gata och torg. Uppgrävda fyllnadsmassor inom övriga delar/tippområdet bedöms generellt preliminärt inte vara lämplig att återanvända inom undersökningsområdet utifrån relativt höga föroreningshalter och ett blandat tippmaterial (även om det ur risksynpunkt skulle vara möjligt på ett större djup). Vid en mer detaljerad

²⁰ Inom nu aktuellt planområde i västra halvan av undersökningsområdet (se Förord) har fastighetsägaren för avsikt att bygga ett sammanhängande undermarks garage i två våningar och därmed gå under grundvattennivån i delar, bygga tät konstruktion under denna samt söka vattendom om att sänka grundvattennivån under byggskedet.

kontroll i ett genomförandeskede kan det dock även här finns partier som uppfyller krav för återanvändning.

Om fortsatt utredning visar på mer omfattande schakt av sulfidberg eller sulfidlera bör möjligheten att återanvända dessa material, utan oacceptabel negativ miljöpåverkan, ses över.

12.6 DAGVATTENHANTERING

Lokalt omhändertagande av dagvatten planeras inom området och med anledning av föroreningsituationen rekommenderas täta lösningar (Sweco, 2022). Låga halter av föroreningar i grundvattnet jämfört med i jorden, liksom resultaten av laktester (metaller) och POM-analyser (PAH) visar en låg spridning från föroreningarna och bedöms inte utgöra en oacceptabel risk för recipienterna idag eller i framtiden.

Om ett lokalt omhändertagande av dagvatten inte skulle ske i täta lösningar skulle större vattenmängder komma att infiltreras på mer koncentrerade ytor och förutsättningarna för spridning eventuellt förändras. Om planerade anläggningsarbeten inte innebär att all förorenad jord avlägsnas, utan förorenade fyllnadsmassor lämnas kvar på ett större djup än 2 m, rekommenderas fortsatt täta dagvattenlösningar.

13 REFERENSER

- Fetter, CW 1999 Contaminant Hydrology, 2nd edition, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, s 500.
- Golder (2019) Fördjupad ångutredning vid Kolkajen-Ropsten. Uppdragsnr 1668458, daterad 2019-10-22.
- HaV, 2013. Havs- och vattenmyndighetens Föreskrifter (HVMFS) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19.
- IVL, 2016. Sammanställning av befintlig kunskap om föroreningskällor till PFAS-ämnen i svensk miljö. Rapportnummer: C 182.
- Kemakta, 2016. PM – Modellbegränsningar. Förslag till värden som begränsar extrema värden.
- KEMI, 2021. Kunskapssammanställning om PFAS. PM 1/21.
- Naturvårdsverket, 2009a. Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976.
- Naturvårdsverket, 2009b. Riskbedömning av förorenade områden. En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning. Rapport 5977.
- Naturvårdsverket, 2009c. Att välja efterbehandlingsåtgärd. En vägledning från övergripande till mätbara åtgärds mål. Rapport 5978.
- Naturvårdsverket, 2016. Beräkningsprogram, riktvärden mark, version 2.0.1.
- Naturvårdsverket, 2022. Beslutsunderlag för justering av generella riktvärden för bly. PM 2022-09-29.
- SLL, 2017. Miljöprovning för tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka och söderort. Bilaga C. PM hydrogeologi.
- Stockholms Stad, 2019. Storstadsspecifika riktvärden för jord i Stockholm.
- Sweco, 2017. Teknisk beskrivning. Dagvattenanläggning i Kyrkviken. Daterad 2017-12-29.
- Sweco, 2022. Dagvattenutredning. Detaljplan för Tryckluftsfabriken, del av fastigheten sicklaön 83:22 m.fl. i Sickla, Nacka kommun. Daterad 2021-10-22, reviderad 2022-06-07.
- VISS, 2022. VattenInformationsSystem Sverige elektronisk källa. <http://viss.lansstyrelsen.se> (2022-05-24).
- WSP, 2004. Sicklaön 83:22, Sickla galleria etapp 2, Nacka kommun. Slutrapport. Kontroll av hantering av förorenad jord vid schaktning för Sickla galleria. Uppdragsnr. 10034773. Daterad 2004-12-10.
- WSP, 2021a. Miljöteknisk markundersökning. Detaljplan för Tryckluftsfabriken, del av fastigheten Sicklaön 83:22 m.fl. i Sickla, Nacka kommun. WSP uppdragsnr 10302706. Daterad 2021-01-21, reviderad 2021-08-27.
- WSP, 2021b. PM Kompletterande grundvattenprovtagning april 2021. Bilaga till Miljöteknisk markundersökning för detaljplan för Tryckluftsfabriken, del av fastigheten Sicklaön 83:22 m.fl. i sickla, Nacka kommun. WSP uppdragsnr 10302706. Daterad 2021-06-21, reviderad 2021-08-27.
- WSP, 2021c. PM Kompletterande luftprovtagning september 2021. Hus 315 och Hus 326 inom detaljplan för Tryckluftsfabriken, del av fastigheten Sicklaön 83:22 m.fl. i sickla, Nacka kommun. WSP uppdragsnr 10302706. Daterad 2021-10-15.
- WSP, 2023a. Markteknisk undersökningsrapport (MUR) miljöteknik. Stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, del av fastigheten Sicklaön 83:22 m.fl. i Sickla, Nacka kommun. WSP uppdragsnr 10302706. Daterad 2023-05-15.
- WSP, 2023c. Miljöteknisk utredning av föroreningar i f.d. panncentralen i hus 315. Stadsbyggnadsprojektet Tryckluftsfabriken, del av fastigheten Sicklaön 83:22 m.fl. i Sickla, Nacka kommun. WSP uppdragsnr 10302706. Daterad 2023-05-15.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com





UPPDRAGSNAMN
Sickla Dp Miljöteknisk markutredning

UPPDRAGSNUMMER
10302706

BILAGA 1. Sammanställning av uppmätta halter i fyllnadsjord

Sammanställning av uppmätta halter av ämnen i fyllning inom planområdet Tryckluftsfabriken. Ett urval av ämnen har gjorts där de som undersökts mindre frekvent och påvisats i halt över KM samt de som undersökts frekvent och påvisats i halt >KM i mer än 2 prov alternativt halt över MKM redovisas. Beräknade medelhalter jämförs mot bakgrundshalter i morän i Stockholm samt Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig (KM) och mindre känslig (MKM) markanvändning.

Ämne	Parameter	Delområde		Jämförvärden		
		Västra	Centrala + Östra	Bakgrund Stockholm ¹	KM	MKM
Arsenik	n>rapp.gr. (tot n)	4 (7)	39 (45)	10	10	<u>25</u>
	Max (mg/kg TS)	8,5	83			
	Medel (mg/kg TS)	3,9	13			
	CV (-)	0,5	1,1			
Barium	n>rapp.gr. (tot n)	7 (7)	45 (45)	-	200	<u>300</u>
	Max (mg/kg TS)	700	2 200			
	Medel (mg/kg TS)	227	634			
	CV (-)	1,0	0,9			
Bly	n>rapp.gr. (tot n)	7 (7)	45 (45)	60	50	<u>400</u>
	Max (mg/kg TS)	110	3 900			
	Medel (mg/kg TS)	38	681			
	CV (-)	0,9	1,4			
Kadmium	n>rapp.gr. (tot n)	2 (7)	36 (45)	0,5	0,8	<u>12</u>
	Max (mg/kg TS)	0,35	3,7			
	Medel (mg/kg TS)		1,2			
	CV (-)		0,8			
Kobolt	n>rapp.gr. (tot n)	7 (7)	45 (45)	15	15	<u>35</u>
	Max (mg/kg TS)	12	43			
	Medel (mg/kg TS)	8,9	12			
	CV (-)	0,2	0,5			
Koppar	n>rapp.gr. (tot n)	7 (7)	45 (45)	40	80	<u>200</u>
	Max (mg/kg TS)	79	7 300			
	Medel (mg/kg TS)	46	720			
	CV (-)	0,5	2,1			
Krom totalt	n>rapp.gr. (tot n)	7 (7)	45 (45)	50	80	<u>150</u>
	Max (mg/kg TS)	94	280			
	Medel (mg/kg TS)	49	62			
	CV (-)	0,6	0,8			
Kvicksilver	n>rapp.gr. (tot n)	6 (7)	42 (45)	0,5	0,25	<u>2,5</u>
	Max (mg/kg TS)	0,3	2,9			
	Medel (mg/kg TS)	0,1	0,5			
	CV (-)	1,1	1,3			
Nickel	n>rapp.gr. (tot n)	7 (7)	45 (45)	25	40	<u>120</u>
	Max (mg/kg TS)	43	180			
	Medel (mg/kg TS)	24	43			
	CV (-)	0,4	0,8			
Vanadin	n>rapp.gr. (tot n)	7 (7)	45 (45)	-	100	<u>200</u>
	Max (mg/kg TS)	61	180			
	Medel (mg/kg TS)	38	57			
	CV (-)	0,3	0,6			
Zink	n>rapp.gr. (tot n)	7 (7)	45 (45)	100	250	<u>500</u>
	Max (mg/kg TS)	210	4 300			
	Medel (mg/kg TS)	111	1 084			
	CV (-)	0,5	1,1			

Ämne	Parameter	Delområde			Jämförvärden	
		Västra	Centrala + östra	Centrala + östra exkl. hotspots	KM	MKM
Cyanid total	n>rapp.gr. (tot n)	1 (7)	6 (10)		30	<u>120</u>
	Max (mg/kg TS)	1,2	84			
	Medel (mg/kg TS)		10			
	CV (-)		2,4			
PCB-7	n>rapp.gr. (tot n)	0 (3)	8 (13)		0,008	<u>0,2</u>
	Max (mg/kg TS)	<0,004	0,037			
	Medel (mg/kg TS)		0,010			
	CV (-)		1,0			
Dioxiner (TCDD-ekv WHO-TEQ UB)	n>rapp.gr. (tot n)	2 (2)	9 (9)		20	<u>200</u>
	Max (ng/kg TS)	6,7	80			
	Medel (ng/kg TS)		26			
	CV (-)		1,0			
PAH-L	n>rapp.gr. (tot n)	3 (7)	33 (45)	30 (42)	3	<u>15</u>
	Max (mg/kg TS)	0,2	15	1,8		
	Medel (mg/kg TS)	0,1	0,7	0,2		
	CV (-)	0,9	3,7	1,8		
PAH-M	n>rapp.gr. (tot n)	4 (7)	42 (45)	39 (42)	3,5	<u>20</u>
	Max (mg/kg TS)	1,6	390	38		
	Medel (mg/kg TS)	0,5	16	4,0		
	CV (-)	1,1	3,8	1,8		
PAH-H	n>rapp.gr. (tot n)	4 (7)	41 (45)	38 (42)	1	<u>10</u>
	Max (mg/kg TS)	2,2	780	37		
	Medel (mg/kg TS)	0,8	28	7,4		
	CV (-)	1,0	4,1	1,3		
Bensen	n>rapp.gr. (tot n)	1 (6)	7 (30)	6 (28)	0,012	<u>0,04</u>
	Max (mg/kg TS)	0,007	0,14	0,011		
	Medel (mg/kg TS)		0,008	0,003		
	CV (-)		3,1	0,4		
Alifater >C16-35	n>rapp.gr. (tot n)	5 (6)	29 (30)		100	<u>1 000</u>
	Max (mg/kg TS)	25	280			
	Medel (mg/kg TS)	19	80			
	CV (-)	0,3	0,9			
Aromater >C10-16	n>rapp.gr. (tot n)	0 (6)	6 (30)	5 (28)	3	<u>15</u>
	Max (mg/kg TS)	<1	43	10		
	Medel (mg/kg TS)		2,8	1,5		
	CV (-)		2,7	1,2		
Aromater >C16-35	n>rapp.gr. (tot n)	0 (6)	19 (30)	18 (28)	10	<u>1 000</u>
	Max (mg/kg TS)	<1	120	14		
	Medel (mg/kg TS)		6,9	3,1		
	CV (-)		3,1	1,1		
DDT, DDD, DDE	n>rapp.gr. (tot n)	0 (2)	4 (10)		0,1	<u>1</u>
	Max (mg/kg TS)	<0,006	0,34			
	Medel (mg/kg TS)		0,04			
	CV (-)		2,2			



UPPDRAGSNAMN
Sickla Dp Miljöteknisk markutredning

UPPDRAGSNUMMER
10302706

BILAGA 2. Beräkning av Kd för metaller från laktest

Provpunkt	22W101 SAM	LAK1 2020 (20W04_1,5-2 m, 20W12_0,5-1 m, 20W12_2,5-3 m)	LAK2 2020 (20W07_1,5-2 m, 2-2,5 m, 2,5-3 m)	22W102 SAM	22W105x	22W106 SAM	Sammanställning av Kd				Jämförvärde	
		0-1,4	0,5-3	1,5-3	0-2	0-1	1-3; 4-5	Min	Max	Harm.med	Lägsta harmoniska medelvärde	NV generella
Jorddjup (m)	0-1,4	0,5-3	1,5-3	0-2	0-1	1-3; 4-5						
Prel benämning	F/stsaGr, F/lestaGr	F/Sa, grSa, sagrSi	F/grSa, Sa, Sa	F/sastGr; F/saGr	F/sastGr	F/sastGr						
Anm.	Inslag av tegel 1-1,4 m u my, fiberduk 0,7 m u my	Inslag av slagg, tegel, porslin, metall och glas	Inslag av slagg, tegel, metall och ev. krossad betong	Inslag av glas, tegel, svarta fläckar, gulvitt pulver	Inslag av svart, kladdigt, oljeliknande, doffritt material	Inslag av tegel, glas, byggrester, kladdigt-, kol- resp. cementliknande material mm						
Delområde	Östra	Centrala	Centrala	Centrala	Centrala	Centrala	Fyllning centrala delområdet					
Enhet												
pH lakväska L/S2; L/S10	11,2	8,8; 9,3	8,3; 8,9	8,1; 8,5	12,2; 12,0	9,0; 9,3						
DOC lakväska L/S2; L/S10	mg/l	2,5	2,9; 2,5	5,9; 3,6	10; 3,9	8,1; 1,6						
pH i jord		10,7	9,1	9,1	9,5	11,6						
TOC i jord	%	0,58	2,3	2,9	3,5	2,2						
As L/S=2	mg/l	-	0,0019	0,00093	0,0078	0,00089						
As L/S=10	mg/l	0,0015	0,0069	0,0035	0,0098	0,001						
Arsenik totalhalt i jord	mg/kg TS	<2,5	8,6	11	15	19						
Kd As L/S=2	L/kg	-	4 526	11 828	1 923	21 348	1 923	21 348	4 322	2 000	300	
Kd As L/S=10	L/kg	-	1 246	3 143	1 531	19 000	1 246	19 000	2 121			
Ba L/S=2	mg/l	-	0,026	0,034	0,096	0,49						
Ba L/S=10	mg/l	0,039	0,11	0,10	0,23	0,27						
Barium totalhalt	mg/kg TS	110	570	960	1 200	230						
Kd Ba L/S=2	L/kg	-	21 923	28 235	12 500	469	469	28 235	2 084	2 000	1 200	
Kd Ba L/S=10	L/kg	2 821	5 182	9 600	5 217	852	852	9 600	2 783			
Pb L/S=2	mg/l	-	0,00075	<0,0002	0,0051	0,004						
Pb L/S=10	mg/l	<0,0002	0,0170	0,0038	0,036	0,0004						
Bly totalhalt i jord	mg/kg TS	28	190	470	750	33						
Kd Pb L/S=2	L/kg	-	253 333		147 059	8 250	8 250	253 333	29 274	20 000	1 800	
Kd Pb L/S=10	L/kg	-	11 176	123 684	20 833	86 842	10 217	123 684	19 612			
Cd L/S=2	mg/l	-	0,000054	0,000055	0,00005	<0,00003						
Cd L/S=10	mg/l	<0,00003	0,000075	0,00011	0,00013	<0,00003						
Kadmium totalhalt i jord	mg/kg TS	<0,2	0,7	2,1	1,9	0,36						
Kd Cd L/S=2	L/kg	-	13 333	38 182	38 000		13 333	38 182	23 528	11 000	200	
Kd Cd L/S=10	L/kg	-	9 600	19 091	14 615		7 500	19 091	11 164			
Cu L/S=2	mg/l	-	0,0063	0,020	0,045	0,033						
Cu L/S=10	mg/l	0,0098	0,016	0,029	0,047	0,011						
Koppar totalhalt i jord	mg/kg TS	37	230	1 600	490	53						
Kd Cu L/S=2	L/kg	-	36 508	80 000	10 889	1 606	1 606	80 000	6 294	6 000	600	
Kd Cu L/S=10	L/kg	3 776	14 375	55 172	10 426	4 818	4 818	55 172	10 726			
Cr L/S=2	mg/l	-	0,0015	0,00091	0,038	0,019						
Cr L/S=10	mg/l	0,0015	0,0072	0,0024	0,028	0,015						
Krom totalhalt i jord	mg/kg TS	55	44	33	160	26						
Kd Cr L/S=2	L/kg	-	29 333	36 264	4 211	1 368	1 368	67 033	4 785	4 000	1 500	
Kd Cr L/S=10	L/kg	36 667	6 111	13 750	5 714	1 733	1 733	13 750	4 453			

Provpunkt	22W101 SAM	LAK1 2020 (20W04_1,5-2 m, 20W12_0,5-1 m, 20W12_2,5-3 m)	LAK2 2020 (20W07_1,5-2 m, 2-2,5 m, 2,5-3 m)	22W102 SAM	22W105x	22W106 SAM	Sammanställning av Kd				Jämförvärde	
		0-1,4	0,5-3	1,5-3	0-2	0-1	1-3; 4-5					
Jorddjup (m)	0-1,4	0,5-3	1,5-3	0-2	0-1	1-3; 4-5						
Prel benämning	F/stsaGr, F/lestaGr	F/Sa, grSa, sagrSi	F/grSa, Sa, Sa	F/sastGr; F/saGr	F/sastGr	F/sastGr						
Anm.	Inslag av tegel 1-1,4 m u my, fiberduk 0,7 m u my	Inslag av slagg, tegel, porslin, metall och glas	Inslag av slagg, tegel, metall och ev. krossad betong	Inslag av glas, tegel, svarta fläckar, gulvitt pulver	Inslag av svart, kladdigt, oljeliknande, doffritt material	Inslag av tegel, glas, byggrester, kladdigt-, kol- resp. cementliknande material mm						
Delområde	Östra	Centrala	Centrala	Centrala	Centrala	Centrala	Fyllning centrala delområdet					
Enhet												
pH lakväska L/S2; L/S10	11,2	8,8; 9,3	8,3; 8,9	8,1; 8,5	12,2; 12,0	9,0; 9,3						
DOC lakväska L/S2; L/S10	mg/l	2,5	2,9; 2,5	5,9; 3,6	10; 3,9	8,1; 1,6	8,8; 4,5					
pH i jord	10,7	9,1	9,1	9,5	11,6	9,4						
TOC i jord	%	0,58	2,3	2,9	3,5	2,2	2,1					
Hg L/S=2	mg/l	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001					
Hg L/S=10	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,00027	<0,0001	0,00057					
Kvicksilver totalhalt i jord	mg/kg TS	0,075	-	-	1,7	0,026	0,77					
Kd Hg L/S=2	L/kg	-	-	-	-	-	-					
Kd Hg L/S=10	L/kg	-	-	-	6 296	-	1 351	1 351	6 296	-	1 351	300
Ni L/S=2	mg/l	-	0,0007	0,002	0,0025	0,0041	0,0022					
Ni L/S=10	mg/l	0,0026	0,0019	0,0017	0,0031	0,0015	0,0050					
Nickel totalhalt i jord	mg/kg TS	29	26	40	55	23	43					
Kd Ni L/S=2	L/kg	-	37 143	20 000	22 000	5 610	19 545	5 610	37 143	14 213	14 000	300
Kd Ni L/S=10	L/kg	11 154	13 684	23 529	17 742	15 333	8 600	8 600	23 529	14 147		
Zn L/S=2	mg/l	-	0,014	0,011	0,031	0,0041	0,042					
Zn L/S=10	mg/l	<0,003	0,095	0,053	0,12	0,0035	0,2800					
Zink totalhalt i jord	mg/kg TS	130	530	1 500	1200	230	1 900					
Kd Zn L/S=2	L/kg	-	37 857	136 364	38 710	56 098	45 238	37 857	136 364	50 245	10 000	600
Kd Zn L/S=10	L/kg	-	5 579	28 302	10 000	65 714	6 786	5 579	65 714	10 479		



UPPDRAGSNAMN
Sickla Dp Miljöteknisk markutredning

UPPDRAGSNUMMER
10302706

BILAGA 3. Utvärdering löslighet av PAH

BILAGA 3. Utvärdering löslighet PAH

Inom planområdet Tryckluftsfabriken i Sickla har förhöjda halter av PAH i fyllnadsjord inom tidigare tippområde konstaterats. PAH har analyserats som PAH-16, vilket är ett samlingsnamn för en grupp av 16 enskilda ämnen som av Naturvårdsverket, baserat på deras molekylvikt och egenskaper, har delats in i tre grupper; PAH-L (låg), PAH-M (medel), PAH-H (hög). Det är främst gruppen PAH-H som påvisats i fyllnadsjord inom tidigare tippområde.

Tillgängligheten av PAH för människa och miljö kan skilja beroende på jordens egenskaper samt även beroende på föroreningskälla, varför hälso- och miljörisker för PAH inte behöver vara direkt relaterade till totalhalten i jord. Tillgängligheten beror av lösligheten av de enskilda PAH där lösligheten har betydelse för bl.a. spridning via ånga och vatten.

För att platsspecifikt bedöma lösligheten av PAH har laktest utförts på fyra prov på fyllnadsjord (varav två samlingsprov), från tippområdet med förhöjda halter PAH. Huvudsyftet med utförda laktester är att platsspecifikt bedöma lösligheten av PAH som underlag till beräkning av platsspecifika riktvärden för hälsa och skydd av ytvatten.

Metod

För att skatta den fritt lösta halten av enskilda PAH i porvatten har s.k. POM-test utförts. POM-test är en typ av laktest, där passiva provtagare POM (polyoxymetylen) skakas med respektive jordprov och tillsatt vatten. Från uppmätt halt i POM beräknas av laboratoriet, med hjälp av ämnesspecifika fördelningskonstanter, den fritt lösta föroreningshalten i porvattnet med verktyget IBRACS¹. Denna metod har i flera studier visat ge god skattning av tillgängligheten av PAH².

Resultat från bestämning av porvattenhalt (C_{pw}) med POM, totalhalt i jorden (C_s) och organiskt halt (f_{oc}) har använts för att beräkna fördelningskoefficienter mellan vatten och organiskt kol (K_{oc}) för enskilda PAH enligt ekvationen:

$$K_{oc} \left(\frac{l}{kg} \right) = \frac{C_s \left(\frac{mg}{kg} \right)}{C_{pw} \left(\frac{mg}{l} \right) * f_{oc} (-)}$$

Fördelningskoefficienten talar om hur tillgänglig ämnet är för lösning, vilket har betydelse för vad som kan avgå i gasfas och spridas vidare till grund- och ytvatten. Ju högre fördelningskoefficient (K_{oc}) desto mindre tillgängligt för lösning är ämnet.

I linje med Naturvårdsverkets beräkning av K_{oc} för respektive PAH-grupp för generella riktvärden har från uppgifter om de enskilda PAH föreningarnas K_{oc} (K_{oci}) samt andelen av enskilda PAH inom respektive grupp (f_i) ett effektivt K_{oc} -värde ($K_{oc,eff}$) för respektive PAH-grupp (PAH-L, -M, -H) beräknats enligt ekvationen:

$$K_{oc,eff} \left(\frac{l}{kg} \right) = \frac{1}{\sum f_i / K_{oci}}$$

¹ IBRACS-TU-calculator-All-PAH-20150223_final.

² Arp HP, Hale SE, Elmquist Kruså M, Cornelissen G, Grabanski CB, Miller DJ, Hawthorne SB, 2015. Review of polyoxymethylene passive sampling methods for quantifying freely dissolved porewater concentrations of hydrophobic organic contaminants. Environmental Toxicology and Chemistry 34 (4): 710-720.

Utvärdering

För att vara konservativ i skattningen av K_{oc} från halter under rapporteringsgräns har rapporteringsgränsen för halter i jord satts till halva värdet, medan rapporteringsgränsen använts för halt i lösning.

Totalhalter av PAH och fördelning av PAH inom respektive grupp samt organisk halt i fyllnadsjord

Totalhalter av PAH i de prov som laktestats redovisas i Tabell 1. Halten av summa PAH-16 varierar mellan 7 och 47 mg/kg TS i respektive prov. I samtliga prov dominerar gruppen PAH-H, följt av PAH-M. Flertalet av ämnena i dessa grupper kunde detekteras över analysmetodens rapporteringsgräns, se Tabell 1. I gruppen PAH-L låg halterna i flertalet prov och för flertalet ingående ämnen under analysmetodens rapporteringsgräns.

För 22W106 och 22W107 saknades analys av totalhalter av PAH i samlingsproven som POM-testats, varför totalhalten i dessa samlingsprov skattats utifrån uppgifter om halter och mängder från de två delprov som samlingsproven baserades på. Detta ger en viss osäkerhet i den faktiska totalhalten.

Tabell 1. Totalhalter av PAH (mg/kg TS) samt TOC (%) i samlingsprov som laktestats med POM. Observera att för 22W106 och 22W107 är totalhalterna och TOC skattad från uppgifter om halter och mängder från de två delprov som samlingsproven baserats på. När halter är under rapporteringsgränsen för de enskilda PAH:erna baseras summerade totalhalter av grupperna på halva rapporteringsgränsen.

Grupp och ämne	Totalhalter		Skattade totalhalter	
	22W101 1–1,4 m	22W104 0–1 m	22W1060 1–3 m, sam	22W107 1–3 m, sam
TOC (%)	2,0	1,8	2,7	2,6
PAH-L				
Acenaften	0,31	<0,03	<0,03	<0,03
Acenaftylen	0,30	0,24	0,06	0,10
Naftalen	0,11	<0,03	<0,03	<0,03
PAH-M				
Antracen	1,4	0,16	0,12	0,24
Fenantren	1,1	0,32	0,20	0,88
Fluoranten	5,8	3,5	0,67	3,3
Fluoren	0,22	0,037	<0,03	0,046
Pyren	5,8	3,3	0,65	3,1
PAH-H				
Benso(a)antracen	4,3	1,8	0,6	2,3
Benso(a)pyren	6,3	2,5	1,0	3,2
Benso(b)fluoranten	7,3	3,5	1,1	3,4
Benso(k)fluoranten	2,3	1,2	0,4	1,1
Benso(ghi)perylen	4,5	1,6	0,8	2,3
Krysen + Trifenylen	4,2	2,6	0,6	3,4
Dibens(a,h)antracen	3,2	0,5	0,3	1,0
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,1	1,3	0,7	1,8
Σ PAH-L	0,72	0,27	0,09	0,13
Σ PAH-M	14	7,3	1,6	7,6
Σ PAH-H	32	15	5,3	18

Andelen av enskilda PAH i jorden har betydelse för bedömningen av lösligheten för respektive PAH-grupp, låg- (L), medel- (M) och hög- (H) molekyllära, varför fördelningen av PAH i jord har utvärderats. Andelen av enskilda PAH inom respektive PAH-grupp har beräknats från totalhalterna i proven som POM-testats (Tabell 1). Gruppen PAH-L domineras generellt av acenaftylen, gruppen PAH-M av fluoranten och pyren samt gruppen PAH-H av benso(b)fluoranten, benso(a)pyren, benso(a)antracen, krysen+trifenylen och benso(ghi)perylen. Andelen av enskilda PAH i de olika provena motsvarar i stort varandra. Som representativ fördelning av PAH i jorden har därför ett aritmetiskt medelvärde för de enskilda PAH baserat på andelen inom respektive grupp (PAH-L/M/H) från samtliga prov beräknats, se Tabell 2. Eftersom flertalet ämnen i gruppen PAH-L inte kunde detekteras i halter över analysmetodens rapporteringsgräns så är den faktiska fördelningen mycket osäker.

Tabell 2. Medelvärde av andelen av enskilda PAH inom respektive grupp (L, M och H) för POM-testade prov.

Grupp och enskilt ämne	Fördelning av PAH i jord inom respektive grupp (PAH-L, -M och -H)
	Medel samtliga prov
PAH-L	
Acenaften	20%
Acenaftylen	66%
Naftalen	14%
PAH-M	
Antracen	6%
Fenantren	9%
Fluoranten	43%
Fluoren	1%
Pyren	41%
PAH-H	
Benso(a)antracen	12%
Benso(a)pyren	18%
Benso(b)fluoranten	21%
Benso(k)fluoranten	7%
Benso(ghi)perylen	13%
Krysen + Trifenylen	15%
Dibens(a,h)antracen	6%
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8%

Fritt lösta halter (porvattenhalt)

I Tabell 3 redovisas den fritt lösta halten från lakttestade prov. I flertalet av proven kunde inte de enskilda PAH i gruppen PAH-L detekteras.

Tabell 3. Fritt lösta halten av PAH (µg/l) som bestämts för de samlingsprov av jord som skaktestats med POM.

Grupp och ämne	22W101	22W104	22W106	22W107
	1–1,4 m	0–1 m	1–3 m, sam	1–3 m, sam
PAH-L				
Acenaften	0,064	<0,032	<0,032	<0,032
Acenaftylen	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
Naftalen	0,90	<0,089	<0,089	0,26
PAH-M				
Antracen	0,025	<0,0049	<0,0049	0,036
Fenantren	0,692	0,010	0,014	0,338
Fluoranten	0,069	<0,0029	0,004	0,031
Fluoren	1,7	0,2	0,1	1,0
Pyren	0,24	0,03	0,02	0,15
PAH-H				
Benso(a)antracen	0,0150	0,0013	0,00077	0,0112
Benso(a)pyren	0,0069	0,0009	0,00042	0,0054
Benso(b)fluoranten	0,0093	0,0006	0,00040	0,0030
Benso(k)fluoranten	0,0026	0,0002	0,00018	0,0009
Benso(ghi)perylen	0,0036	0,0002	0,00015	0,0012
Krysen + Trifenylen	0,0049	0,0004	0,00045	0,0012
Dibens(a,h)antracen	0,0003	<0,00005	<0,00005	0,0002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0007	0,00006	0,00007	0,0002

Löslighet

Beräknade K_{OC} för respektive prov redovisas i Tabell 4. Lakbarheten av PAH i fyllnadsmassorna visar generellt på måttlig variation, vilket tyder på att resultaten kan användas tillsammans för att skatta representativ lakbarhet.

Tabell 4. Beräknade K_{OC} (l/kg) för enskilda PAH och prov från planområdet Tryckluftsfabriken i Sickla.

Ämne	22W101	22W104	22W106	22W107
	1–1,4 m	0–1 m	1–3 m, sam	1–3 m, sam
Acenaften	2,4E+05	2,6E+04	1,8E+04	2,8E+04
Acenaftylen	8,8E+05	7,8E+05	1,3E+05	2,2E+05
Naftalen	6,1E+03	9,4E+03	6,4E+03	4,0E+03
Antracen	2,8E+06	1,8E+06	9,1E+05	2,5E+05
Fenantren	7,9E+04	1,8E+06	5,1E+05	1,0E+05
Fluoranten	4,2E+06	6,7E+07	6,9E+06	4,1E+06
Fluoren	6,6E+03	9,7E+03	5,7E+03	1,7E+03
Pyren	1,2E+06	5,6E+06	1,6E+06	7,8E+05
Benso(a)antracen	1,4E+07	7,5E+07	2,8E+07	7,9E+06
Benso(a)pyren	4,6E+07	1,5E+08	8,7E+07	2,3E+07
Benso(b)fluoranten	3,9E+07	3,4E+08	1,0E+08	4,3E+07
Benso(k)fluoranten	4,4E+07	3,0E+08	7,9E+07	4,6E+07
Benso(ghi)perylen	6,2E+07	5,4E+08	2,0E+08	7,6E+07
Krysen + Trifenylen	4,3E+07	3,9E+08	5,2E+07	1,0E+08
Dibens(a,h)antracen	5,8E+08	5,8E+08	1,9E+08	2,3E+08
Indeno(1,2,3-cd)pyren	9,2E+06	1,2E+09	3,6E+08	4,2E+08

Rekommenderat av Naturvårdsverkets vägledning för riskbedömning³ vid sammanvägning av resultat från flera laktester avseende metaller är att använda harmoniska medelvärden, varför samma tillvägagångssätt har använts avseende K_{OC} . Harmoniska medelvärdet beräknas som antalet mätvärden dividerat med summan av inversen av alla mätvärden, vilket ger små värden större inflytande på medelvärdet än stora värden. Ett lägre K_{OC} innebär lägre sorptionsförmåga och därmed en högre löslighet, vilket alltså är mer konservativt avseende bedömningen av spridning.

Som andel av respektive enskild PAH förening i en grupp, f_i , har medelvärdet för samtliga prov använts, se Tabell 2, och som representativt värde för de enskilda PAH föreningarnas K_{OC} , har harmoniskt medelvärde använts, vilka redovisas i Tabell 5. Platsspecifika K_{OC} för PAH i fyllnadsjord redovisas sammanställt i Tabell 5 tillsammans med Naturvårdsverkets generella K_{OC} för jämförelse.

De platsspecifika K_{OC} för enskilda PAH ligger i samtliga tester generellt högre och för grupperna av PAH i alla tester högre i fyllnadsjord inom tippområdet än det som antas för Naturvårdsverkets generella riktvärden, vilket visar på en lägre rörlighet (högre K_{OC}). Detta motiverar att platsspecifika K_{OC} för PAH används i bedömningen av risker och behov av riskreduktion. Eftersom det finns osäkerheter i skattningen av K_{OC} i gruppen PAH-L på grund av låga eller ej detekterbara halter används dock i vidare utvärdering de generella värdena.

³ Naturvårdsverket, 2009. Riskbedömning av förorenade områden. Rapport 5977.

Tabell 5. Platsspecifika fördelningskoefficienter mellan vatten och organiskt kol, K_{oc} (l/kg), för PAH i fyllnadsjord vid planområdet Tryckluftsfabriken och som jämförelse Naturvårdsverkets generella värden (NV rapport 5976).

Grupp och enskilt ämne	Platsspecifikt K_{oc}	NV generella K_{oc}
Acenaften	2,97E+04	3,39E+03
Acenaftylen	2,74E+05	2,95E+03
Naftalen	5,90E+03	9,55E+02
Antracen	6,67E+05	2,00E+04
Fenantren	1,59E+05	1,70E+04
Fluoranten	6,25E+06	1,51E+05
Fluoren	3,95E+03	5,89E+03
Pyren	1,36E+06	6,76E+04
Benso(a)antracen	1,63E+07	6,17E+05
Benso(a)pyren	4,76E+07	6,61E+05
Benso(b)fluoranten	6,52E+07	2,19E+05
Benso(k)fluoranten	6,66E+07	1,74E+06
Benso(ghi)perylene	1,11E+08	2,69E+06
Krysen + Trifenylene	7,30E+07	5,25E+05
Dibens(a,h)antracen	3,09E+08	5,25E+05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,48E+07	1,05E+06
PAH-L	3,0E+04	1,8E+03
PAH-M	3,1E+05	2,9E+04
PAH-H	4,7E+07	5,0E+05



UPPDRAGSNAMN
Sickla Dp Miljöteknisk markutredning

UPPDRAGSNUMMER
10302706

BILAGA 4. Uttagsrapporter platsspecifika riktvärden

UttagsrapportGenerellt scenario: **KM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Flerbostäder och park utan garage i källarplan, ytlig omättad jord**

Beskrivning

Flerbostäder och park utan garage i källarplan, ytlig omättad jord, 0-2 meter under markytan.

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	10	mg/kg	Bakgrundshalt	
Barium	300	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly	80	mg/kg	Intag av jord	
Bly just TDI	20	mg/kg	Bakgrundshalt	
Kadmium	3,5	mg/kg	Intag av växter	
Kobolt	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot	150	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver	0,10	mg/kg	Bakgrundshalt	
Nickel	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Cyanid total	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PCB-7	0,020	mg/kg	Intag av jord	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,000020	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	8,0	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M	1,8	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	2,5	mg/kg	Intag av jord	
Bensen	0,025	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario

Generellt scenario

Kommentarer till scenarioparametrar (frv)

k utan garage i källarpl:*KM**

Intag av dricksvatten

beaktas ej

beaktas

Inte aktuellt för området. Området kommer förses med kommunalt dricksvatten. (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario:

KM**Naturvårdsverket, version 2.0.1**

Eget scenario:

Flerbostäder och park utan garage i källarplan, yttlig omättad jord

Beskrivning

Flerbostäder och park utan garage i källarplan, yttlig omättad jord, 0-2 meter under markytan.

Andel växter från odling på plats	0,02	0,1	-	Planerad exploatering innebär inte möjlighet till odling av grönsaker, men mindre andel av det dagliga intaget från t.ex. bärbuskar kan inte uteslutas (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Det finns begränsade förutsättningar i befintliga fyllnadsmassor och med planerad exploatering/hårdgöring av ytor (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar**Eget värde****Standardvärde**

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

UttagsrapportGenerellt scenario: **KM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Flerbostäder och park med garage i källarplan, ytlig omättad jord**

Beskrivning

Flerbostäder och park med garage i källarplan, ytlig omättad jord, 0-2 meter under markytan.

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	10	mg/kg	Bakgrundshalt	
Barium	300	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly	80	mg/kg	Intag av jord	
Bly just TDI	20	mg/kg	Bakgrundshalt	
Kadmium	3,5	mg/kg	Intag av växter	
Kobolt	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot	150	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver	0,15	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Cyanid total	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PCB-7	0,020	mg/kg	Intag av jord	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,000020	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH-M	5,0	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	2,5	mg/kg	Intag av jord	
Bensen	0,080	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario

Generellt scenario

Kommentarer till scenarioparametrar (frv)

rk med garage i källarplan

KM

Intag av dricksvatten

beaktas ej

beaktas

Inte aktuellt för området. Området kommer förses med kommunalt dricksvatten. (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario:

KM**Naturvårdsverket, version 2.0.1**

Eget scenario:

Flerbostäder och park med garage i källarplan, ytlig omättad jord

Beskrivning

Flerbostäder och park med garage i källarplan, ytlig omättad jord, 0-2 meter under markytan.

Andel växter från odling på plats	0,02	0,1	-	Planerad exploatering innebär inte möjlighet till odling av grönsaker, men mindre andel av det dagliga intaget från t.ex. bärbuskar kan inte uteslutas. (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	En ventilerad källare/garage innebär minst 3 gånger högre utspädning av inomhusluften (Stockholms stad, 2019) (obl)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Det finns begränsade förutsättningar i befintliga fyllnadsmassor och med planerad exploatering/hårdgöring av ytor (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar**Eget värde****Standardvärde**

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

UttagsrapportGenerellt scenario: **MKM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, ytlig omättad jord**

Beskrivning

Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, ytlig omättad jord, 0-2 meter under markytan

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	15	mg/kg	Intag av jord	
Barium	300	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly	250	mg/kg	Intag av jord	
Bly just TDI	35	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium	12	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kobolt	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot	150	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver	0,30	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Cyanid total	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PCB-7	0,10	mg/kg	Intag av jord	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,000060	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH-M	10	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	10	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bensen	0,15	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario

Generellt scenario

Kommentarer till scenarioparametrar (frv)

el utan garage i källarpl

MKM

Exp.tid barn - intag av jord

200

60

dag/år

Eftersom området ligger bostadsnära antas barn visas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)

UttagsrapportGenerellt scenario: **MKM****Naturvårdsverket, version 2.0.1**Eget scenario: **Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, yttlig omättad jord**

Beskrivning

Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, yttlig omättad jord, 0-2 meter under markytan

Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	90	60	dag/år	Eftersom området ligger bostadsnära antas barn visas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	200	60	dag/år	Eftersom området ligger bostadsnära antas barn visas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)
Exp.tid barn - inandning av ånga	200	60	dag/år	Eftersom området ligger bostadsnära antas barn visas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar**Eget värde****Standardvärde**

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

UttagsrapportGenerellt scenario: **MKM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, ytlig omättad jord**

Beskrivning

Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, ytlig omättad jord, 0-2 meter under markytan

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	15	mg/kg	Intag av jord	
Barium	300	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly	250	mg/kg	Intag av jord	
Bly just TDI	35	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium	12	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kobolt	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot	150	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver	0,80	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Cyanid total	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PCB-7	0,10	mg/kg	Intag av jord	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,000060	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH-M	25	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	10	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bensen	0,40	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario

Generellt scenario

Kommentarer till scenarioparametrar (frv)

el med garage i källarpl

MKM

Exp.tid barn - intag av jord

200

60

dag/år

Eftersom området ligger bostadsnära antas barn vistas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario:

MKM

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario:

Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, yttlig omättad jord

Beskrivning

Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, yttlig omättad jord, 0-2 meter under markytan

Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	90	60	dag/år	Eftersom området ligger bostadsnära antas barn vistas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	200	60	dag/år	Eftersom området ligger bostadsnära antas barn vistas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)
Exp.tid barn - inandning av ånga	200	60	dag/år	Eftersom området ligger bostadsnära antas barn vistas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	En ventilerad källare/garage innebär minst 3 gånger högre utspädning av inomhusluften (Stockholms stad, 2019) (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar

Inga avvikelser i modellparametrar.

Eget värde

-

Standardvärde

-

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
 Eget scenario: **Gata och torg, ytlig omättad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning

Gata och torg, ytlig omättad jord, 0-2 meter under markytan

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Barium	300	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly just TDI	200	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium	12	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kobolt	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot	150	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver	0,40	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Cyanid total	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PCB-7	0,35	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00035	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH-M	15	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	10	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bensen	0,20	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario	Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	 och torg, ytlig omättad	KM	
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	Inte aktuellt för området. Området kommer föreses med kommunalt dricksvatten. (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas	Inte aktuellt för markanvändningen. (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
 Eget scenario: **Gata och torg, ytlig omättad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
 Gata och torg, ytlig omättad jord, 0-2 meter under markytan

Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Direktexponering kan ske vid markarbeten 20 dagar per år (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Direktexponering kan ske vid markarbeten 20 dagar per år (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Direktexponering kan ske vid markarbeten 20 dagar per år (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Direktexponering kan ske vid markarbeten 20 dagar per år (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Direktexponering kan ske vid markarbeten 20 dagar per år (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Direktexponering kan ske vid markarbeten 20 dagar per år (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Exponering för damm kan ske utomhus vid markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0,1	1	-	Flyktiga ämnen under en hårdgjord yta kan till del även påverka inomhusluften i angränsande byggnader. (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Det finns begränsade förutsättningar i befintliga fyllnadsmassor och med planerad exploatering/hårdgöring av ytor (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

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

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **Gata och torg, ytlig omättad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Gata och torg, ytlig omättad jord, 0-2 meter under markytan

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

UttagsrapportGenerellt scenario: **KM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Flerbostäder och park utan garage i källarplan, djup omättad jord**

Beskrivning

Flerbostäder och park utan garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattenytan

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Bly just TDI	200	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium	15	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kobolt	250	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Koppar	2 500	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Krom tot	1 800	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kvicksilver	0,10	mg/kg	Bakgrundshalt	
Nickel	1 200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Vanadin	2 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Zink	10 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Cyanid total	200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PCB-7	0,18	mg/kg	Inandning av ånga	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00035	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	12	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M	3,0	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	35	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
Bensen	0,040	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	70	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario

Generellt scenario

Kommentarer till scenarioparametrar (frv)

k utan garage i källarplan*KM**

Intag av dricksvatten

beaktas ej

beaktas

Inte aktuellt för området. Området kommer föreses med kommunalt dricksvatten. (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario:

KM**Naturvårdsverket, version 2.0.1**

Eget scenario:

Flerbostäder och park utan garage i källarplan, djup omättad jord

Beskrivning

Flerbostäder och park utan garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattenytan

Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Exponering för damm kan ske utomhus när markarbeten utförs (obl)
Andel växter från odling på plats	0	0,1	-	Exponering av föroreningar via intag av växter bedöms vara försumbart från ett jorddjup >2 m u my (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Djup till förorening	2	0,35	m	Riktvärdena gäller för omättad jord från 2 meter under markytan (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Biologiska aktiviteten minskar med ökat jorddjup. (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar**Eget värde****Standardvärde**

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Uttagsrapport

Generellt scenario:

KM

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario:

Flerbostäder och park utan garage i källarplan, djup omättad jord

Beskrivning

Flerbostäder och park utan garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattenytan

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Flerbostäder och park med garage i källarplan, djup omättad jord**

Beskrivning

Flerbostäder och park med garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattenytan

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Bly just TDI	200	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium	15	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kobolt	250	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Koppar	2 500	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Krom tot	1 800	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kvicksilver	0,18	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel	1 200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Vanadin	2 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Zink	10 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Cyanid total	200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PCB-7	0,25	mg/kg	Inandning av ånga	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00035	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	25	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M	5,0	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
Bensen	0,080	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	70	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario	Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	*k med garage i källarplan	KM	
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	Inte aktuellt för området. Området kommer föreses med kommunalt dricksvatten. (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario:

KM**Naturvårdsverket, version 2.0.1**

Eget scenario:

Flerbostäder och park med garage i källarplan, djup omättad jord

Beskrivning

Flerbostäder och park med garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattenytan

Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Exponering för damm kan ske utomhus när markarbeten utförs (obl)
Andel växter från odling på plats	0	0,1	-	Exponering av föroreningar via intag av växter bedöms vara försumbart från ett jorddjup >2 m u my (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	En ventilerad källare/garage innebär minst 3 gånger högre utspädning av inomhusluften (Stockholms stad, 2019) (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Biologiska aktiviteten minskar med ökat jorddjup. (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar**Eget värde****Standardvärde**

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Uttagsrapport

Generellt scenario:

KM

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario:

Flerbostäder och park med garage i källarplan, djup omättad jord

Beskrivning

Flerbostäder och park med garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattenytan

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

UttagsrapportGenerellt scenario: **MKM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, djup omättad jord**

Beskrivning

Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattnet

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	100	mg/kg	Akuttoxicitet	
Barium	30 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Bly just TDI	350	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium	15	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kobolt	250	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Koppar	2 500	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Krom tot	1 800	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kvicksilver	0,50	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel	1 200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Vanadin	2 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Zink	10 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Cyanid total	200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PCB-7	0,60	mg/kg	Intag av jord	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00060	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	70	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M	15	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	50	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Bensen	0,25	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	70	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario

Generellt scenario

Kommentarer till scenarioparametrar (frv)

el utan garage i källarpl:

MKM

Exp.tid barn - intag av jord

20

60

dag/år

Direksexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario:

MKM

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario:

Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, djup omättad jord

Beskrivning

Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattytan

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	200	dag/år	Direkexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	60	dag/år	Direkexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	90	dag/år	Direkexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	60	dag/år	Direkexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	200	dag/år	Direkexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Exponering för damm kan ske utomhus vid markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av ånga	200	60	dag/år	Eftersom området ligger bostadsnära antas barn vistas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Djup till förorening	2	0,35	m	Föroreningens djup under byggnad (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Biologiska aktiviteten minskar med ökat jorddjup. (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar

Eget värde

Standardvärde

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

Uttagsrapport

Generellt scenario: **MKM**

Eget scenario: **Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, djup omättad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Kontor/Service/Handel utan garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattytan

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelse ämnesdata".

UttagsrapportGenerellt scenario: **MKM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, djup omättad jord**

Beskrivning

Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattnet

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	100	mg/kg	Akuttoxicitet	
Barium	30 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Bly just TDI	350	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium	15	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kobolt	250	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Koppar	2 500	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Krom tot	1 800	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kvicksilver	1,0	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel	1 200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Vanadin	2 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Zink	10 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Cyanid total	200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PCB-7	0,60	mg/kg	Intag av jord	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00060	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	120	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M	30	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	50	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Bensen	0,40	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	70	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	el med garage i källarpl:	MKM		
Exp.tid barn - intag av jord	20	60	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)

UttagsrapportGenerellt scenario: **MKM**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: **Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, djup omättad jord**

Beskrivning

Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattytan

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	200	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	60	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	90	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	60	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	200	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Exponering för damm kan ske utomhus när markarbeten utförs (obl)
Exp.tid barn - inandning av ånga	200	60	dag/år	Eftersom området ligger bostadsnära antas barn vistas i området i samma utsträckning som vuxna (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Luftomsättning i byggnad	36	12	dag ⁻¹	En ventilerad källare/garage innebär minst 3 gånger högre utspädning av inomhusluften (Stockholms stad, 2019) (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Biologiska aktiviteten minskar med ökat jorddjup. (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar**Eget värde****Standardvärde**

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

UttagsrapportGenerellt scenario: **MKM**Eget scenario: **Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, djup omättad jord****Naturvårdsverket, version 2.0.1**

Beskrivning

Kontor/Service/Handel med garage i källarplan, djup omättad jord, >2 meter under markytan till grundvattytan

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
 Eget scenario: **Gata och torg, djup omättad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning

Gata och torg, djup omättad jord, >2 meter under markytan

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	60	mg/kg	Intag av jord	
Barium	20 000	mg/kg	Intag av jord	
Bly	600	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Bly just TDI	200	mg/kg	Intag av jord	
Kadmium	15	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kobolt	250	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Koppar	2 500	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Krom tot	1 800	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kvicksilver	0,80	mg/kg	Inandning av ånga	
Nickel	1 200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Vanadin	2 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Zink	10 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Cyanid total	200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PCB-7	0,35	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00035	mg/kg	Intag av jord	
PAH-L	120	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-M	25	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH-H	40	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
Bensen	0,40	mg/kg	Inandning av ånga	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C10-C16	500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C16-C35	70	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario	Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	och torg, djup omättad	KM	
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas	Inte aktuellt för området. Området kommer förses med kommunalt dricksvatten. (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas	Inte aktuellt för markanvändningen. (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
 Eget scenario: **Gata och torg, djup omättad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
 Gata och torg, djup omättad jord, >2 meter under markytan

Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten. (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten. (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten. (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten. (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten. (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Direktexponering begränsas till maximalt 20 dagar per år vid djupa markarbeten. (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Exponering för damm kan ske utomhus vid markarbeten. (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0,1	1	-	Flyktiga ämnen under en hårgjord yta kan till del även påverka inomhusluften i angränsande byggnader. (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Djup till förorening	2	0,35	m	Riktvärdena gäller för omättad jord från 2 meter under markytan (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Biologiska aktiviteten minskar med ökat jorddjup (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

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

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **Gata och torg, djup omäktad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Gata och torg, djup omäktad jord, >2 meter under markytan

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
 Eget scenario: **Djup mättad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning

Djup mättad jord d.v.s. jord under grundvattennivån. Riktvärdena avser skydd av ytvatten.

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	100	mg/kg	Akuttoxicitet	
Barium	25 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Bly	600	mg/kg		
Bly just TDI	600	mg/kg		
Kadmium	8,0	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kobolt	120	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Koppar	1 200	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Krom tot	1 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kvicksilver	1,2	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Nickel	600	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Vanadin	1 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Zink	5 000	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Cyanid total	100	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PCB-7	0,80	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00040	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PAH-L	80	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PAH-M	60	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PAH-H	50	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Bensen	18	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Alifat >C16-C35	2 500	mg/kg	Skydd mot fri fas	
Aromat >C10-C16	300	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Aromat >C16-C35	35	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario
Djup mättad jord

Generellt scenario
KM

Kommentarer till scenarioparametrar (frv)

Intag av jord beaktas ej beaktas Riktvärdena avser jord under gv.ytan och är framtagna för att bedöms spridning till ytvatten (obl)

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
 Eget scenario: **Djup mättad jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning

Djup mättad jord d.v.s. jord under grundvattennivån. Riktvärdena avser skydd av ytvatten.

Hudkontakt med jord/damm	beaktas ej	beaktas		Riktvärdena avser jord under gv.ytan och är framtagna för att bedöms spridning till ytvatten (obl)
Inandning av damm	beaktas ej	beaktas		Riktvärdena avser jord under gv.ytan och är framtagna för att bedöms spridning till ytvatten (obl)
Inandning av ånga	beaktas ej	beaktas		Riktvärdena avser jord under gv.ytan och är framtagna för att bedöms spridning till ytvatten (obl)
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Riktvärdena avser jord under gv.ytan och är framtagna för att bedöms spridning till ytvatten (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Riktvärdena avser jord under gv.ytan och är framtagna för att bedöms spridning till ytvatten (obl)
Vattenhalt	0,11	0,32	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Andel porluft	0,24	0,08	dm ³ /dm ³	Generellt antagande för genomsläpplig jordart från NV5976 (obl)
Riktvärdet avser endast jord under gv-ytan	SANT	FALSKT		Riktvärdena avser jord under gv.ytan och är framtagna för att bedöms spridning till ytvatten (obl)
Föroreningens mäktighet under gv-ytan	1	0	m	Förorening under gv.ytan antas vara cirka 1 meter (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Riktvärdena avser jord under gv.ytan och är framtagna för att bedöms spridning till ytvatten (obl)
Skydd av grundvatten	utförs ej	utförs		Inte aktuellt för området. Utströmningsområde, saknas geologiska förutsättningar för större grundvattenuttag. (obl)

Avvikelser i modellparametrar**Eget värde****Standardvärde**

Kommentarer till modellparametrar (frv)

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bly just TDI

Justering TDI baserat på föreslaget värde av EFSA 2010 (obl)

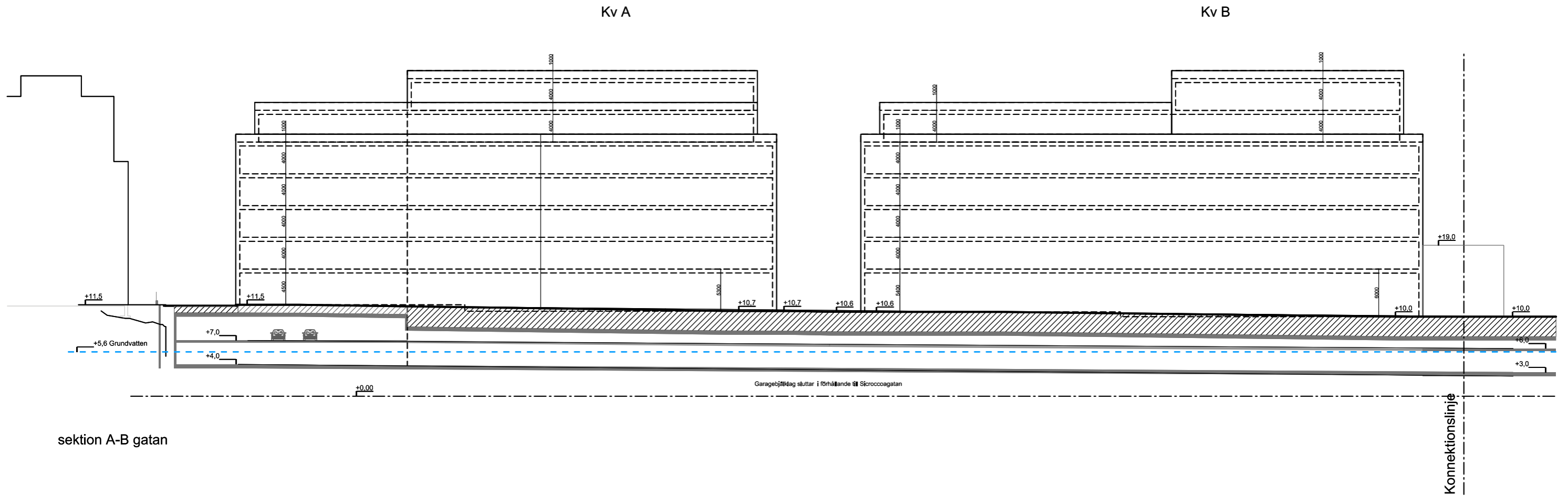


UPPDRAGSNAMN
Sickla Dp Miljöteknisk markutredning

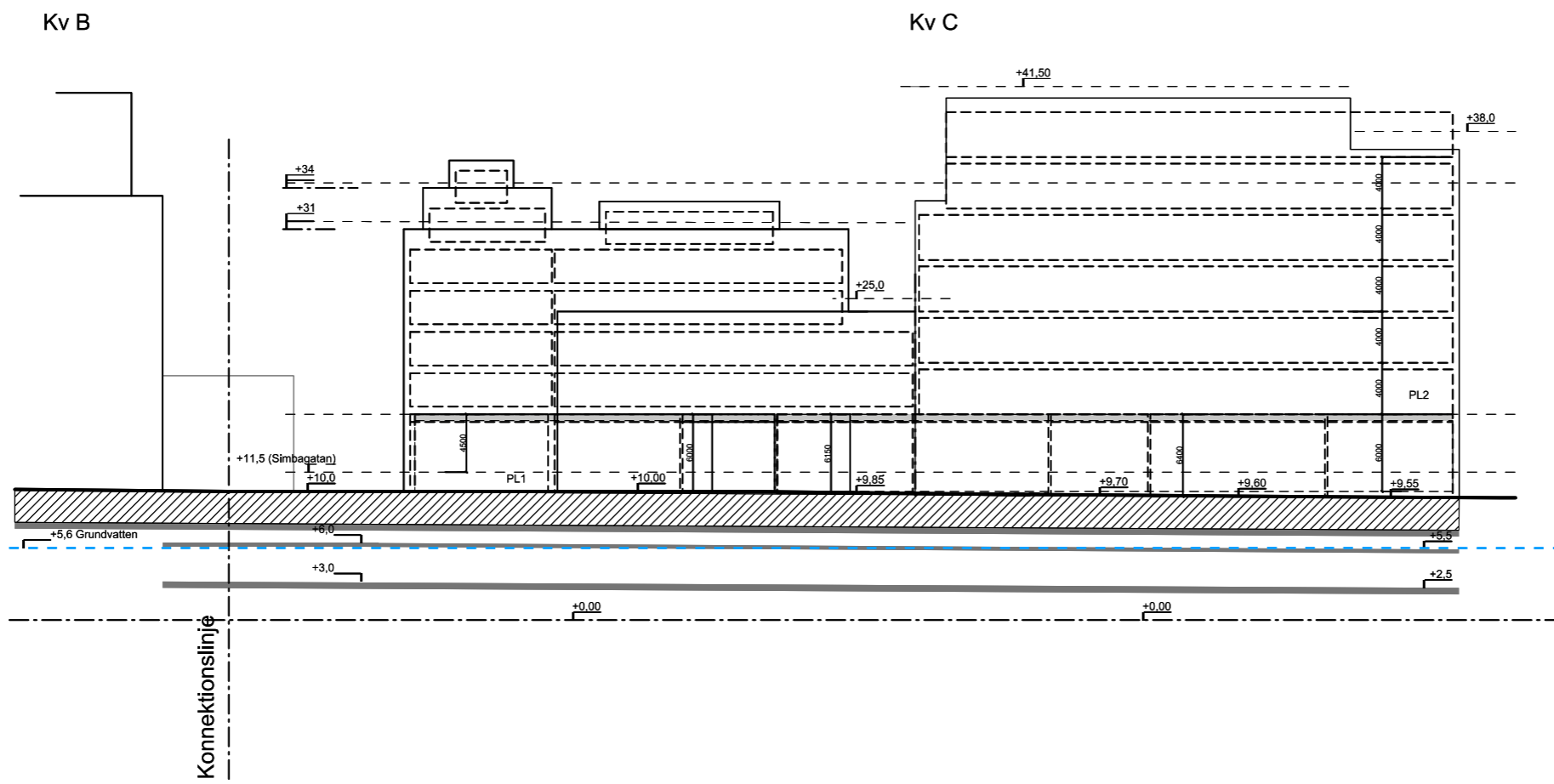
UPPDRAGSNUMMER
10302706

BILAGA 5.

Sektioner för planerad bebyggelse i planområdet i förhållande till medelgrundvattenytan



sektion A-B gatan

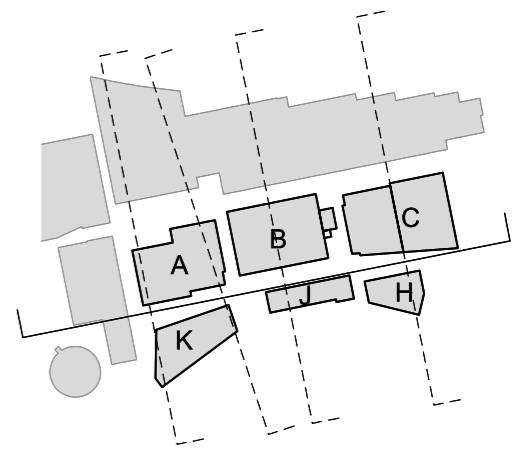
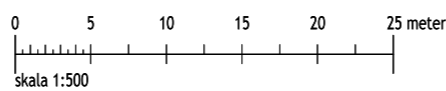


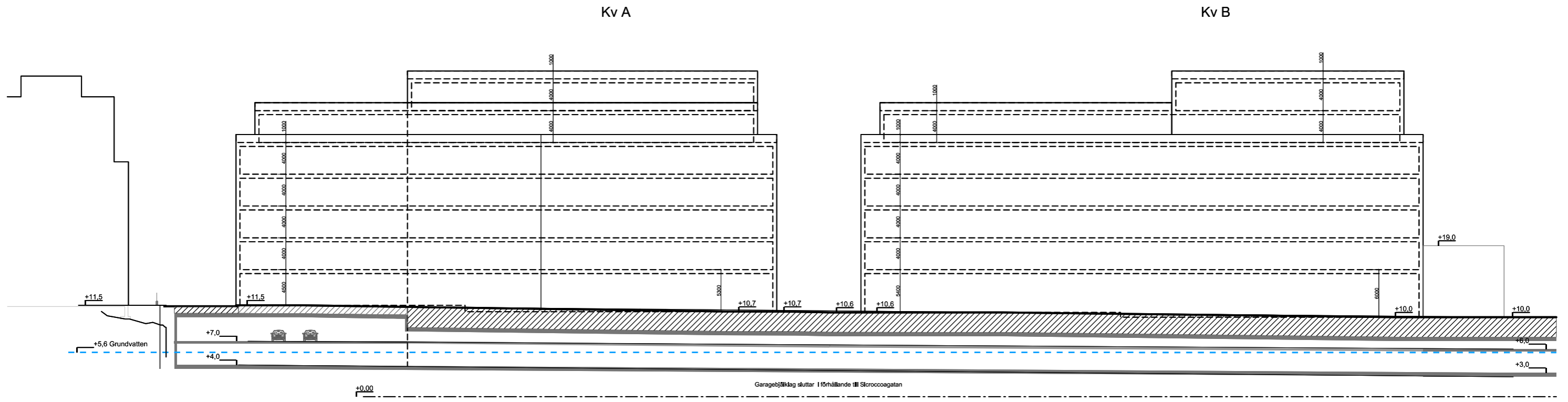
sektion B-C gatan

GATUN

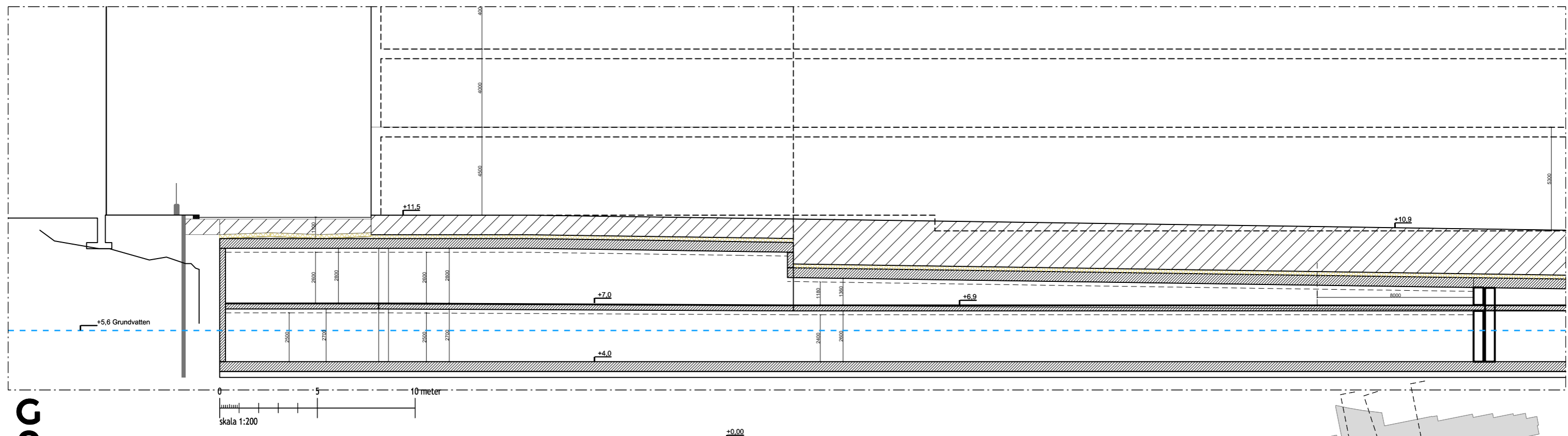
Gatun Arkitekter
+46 8 506 016 50
info@gatun.se

Industri kvarteren - Atrium Ljungberg
M: atrimasi/sk136 sektioner grundvatten
2023 05 12





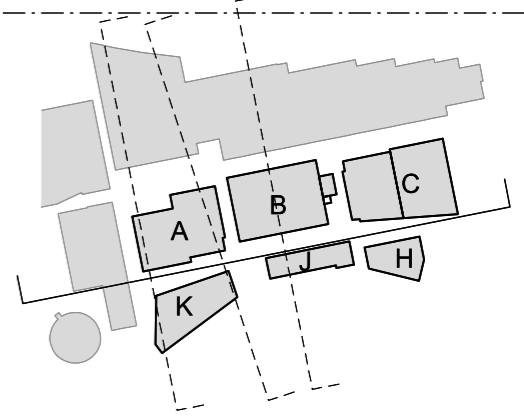
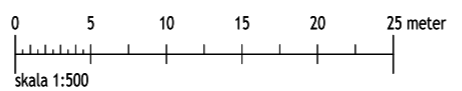
sektion A-B gatan



GATUN

Gatun Arkitekter
+46 8 506 016 50
info@gatun.se

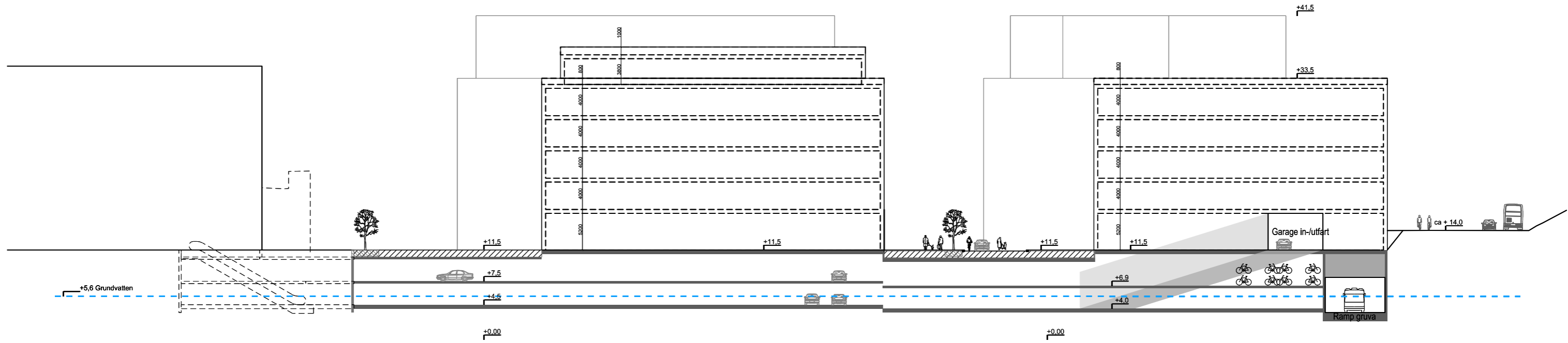
Industri kvarteren - Atrium Ljungberg
M: atrimasi/sk136 sektioner grundvatten
2023 05 12



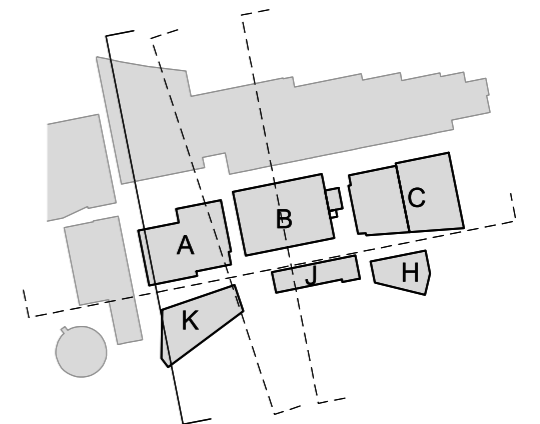
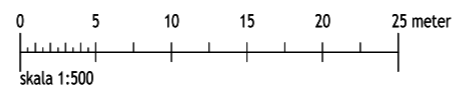
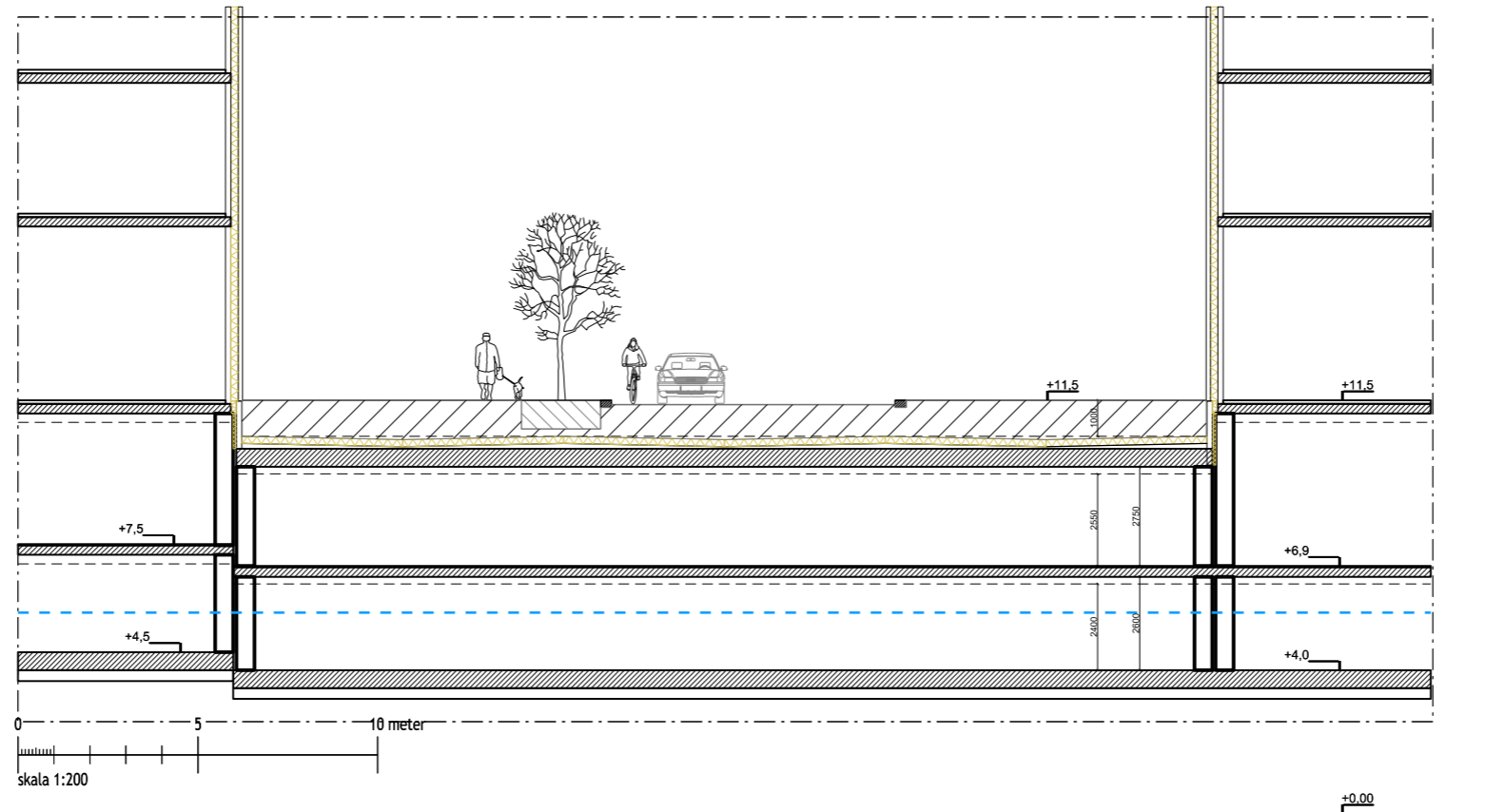
Galleria

Kv A

Kv K



sektion A-K fordon



ICHI

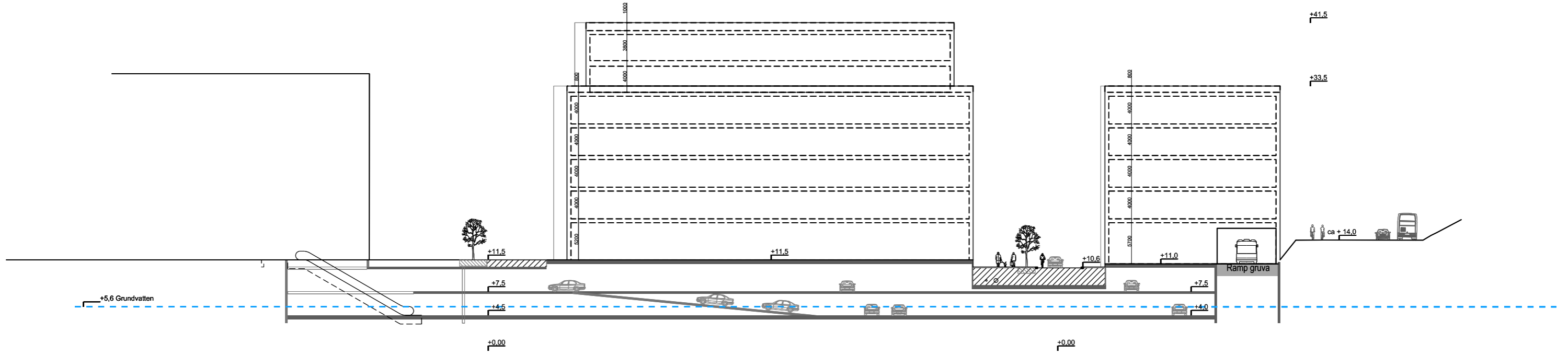
Gatun Arkitekter
+46 8 506 016 50
info@gatun.se

Industri kvarteren - Atrium Ljungberg
M: atri-masi/sk136 sektioner grundvatten
2023 05 12

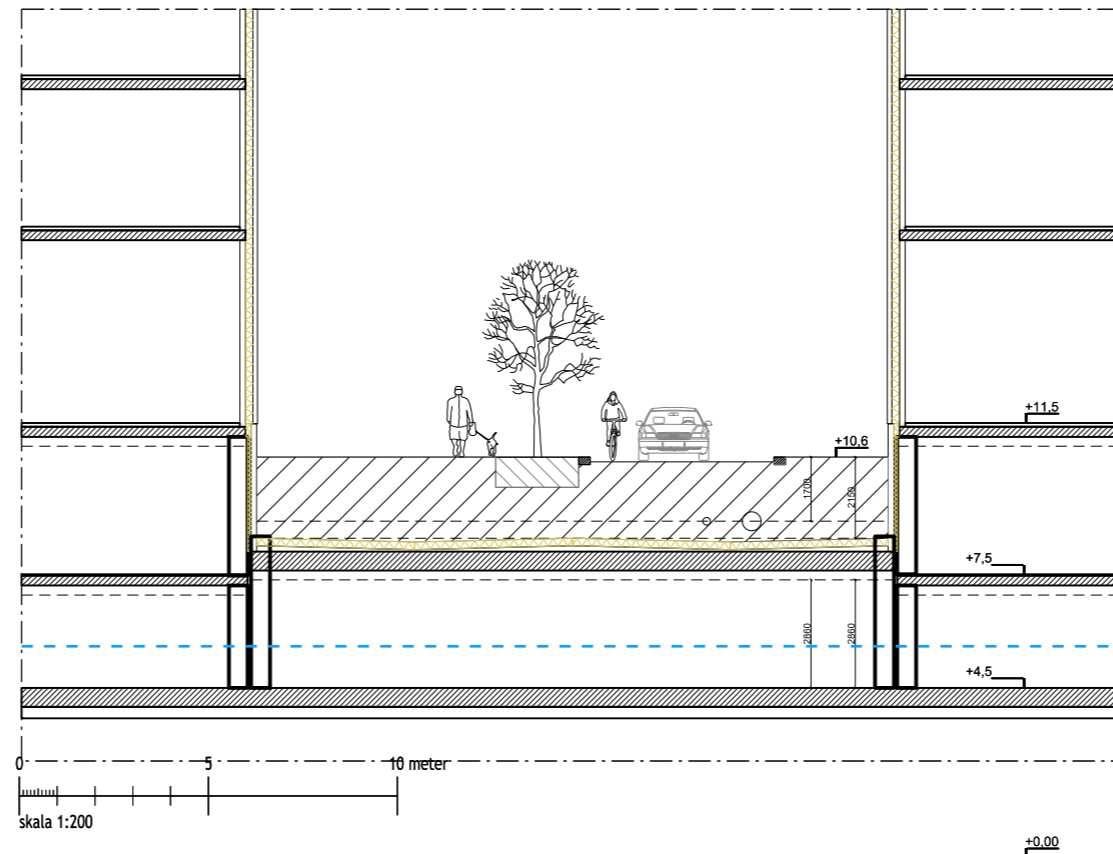
Galleria

Kv A

Kv K



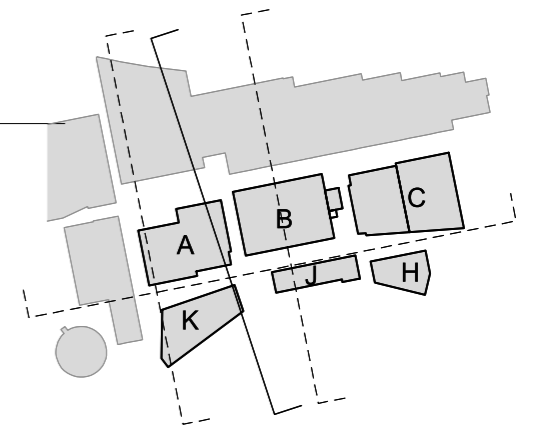
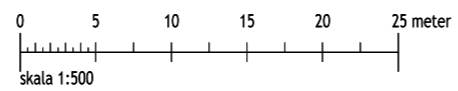
sektion A-K rör



GDG

Gatun Arkitekter
+46 8 506 016 50
info@gatun.se

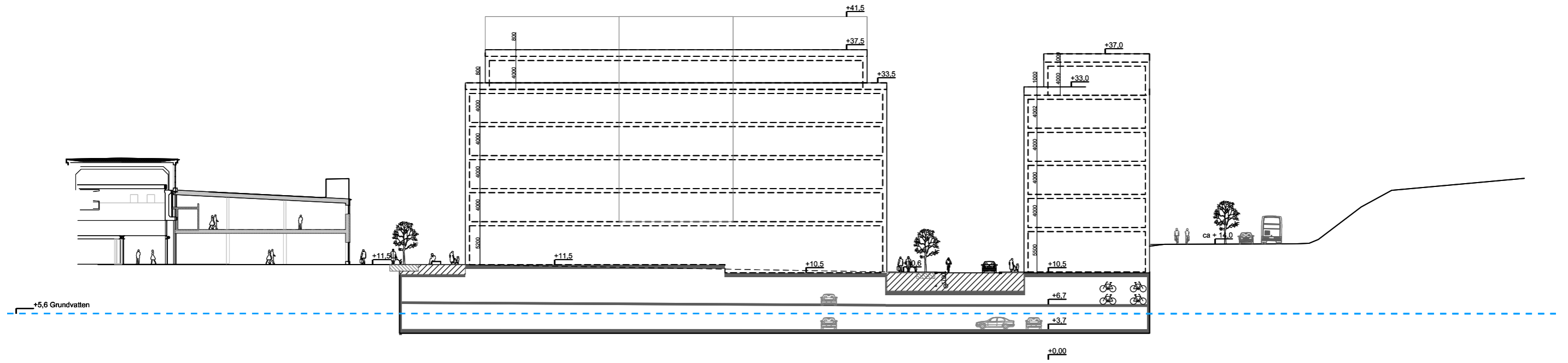
Industri kvarteren - Atrium Ljungberg
M: atri-masi/sk136 sektioner grundvatten
2023 05 12



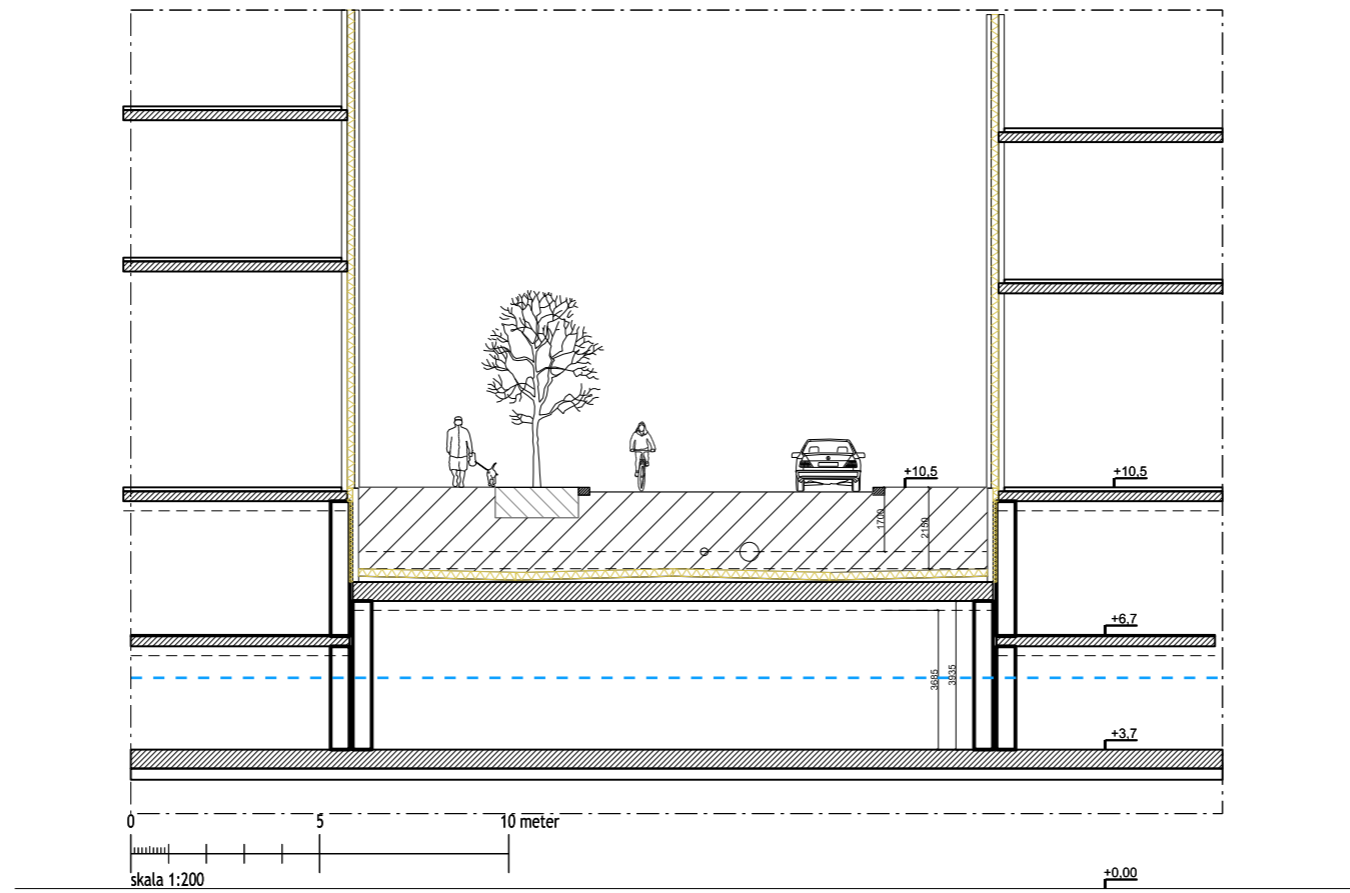
Galleria

Kv B

Kv J



sektion B-J

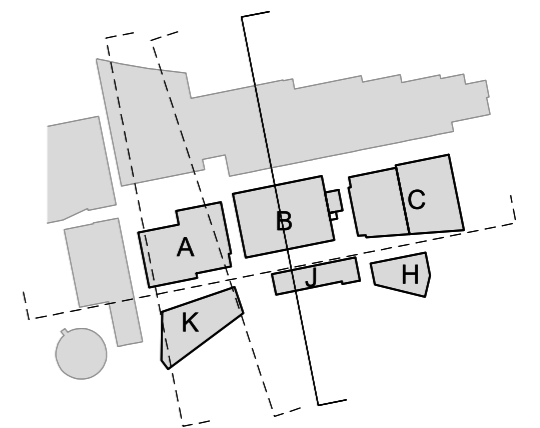


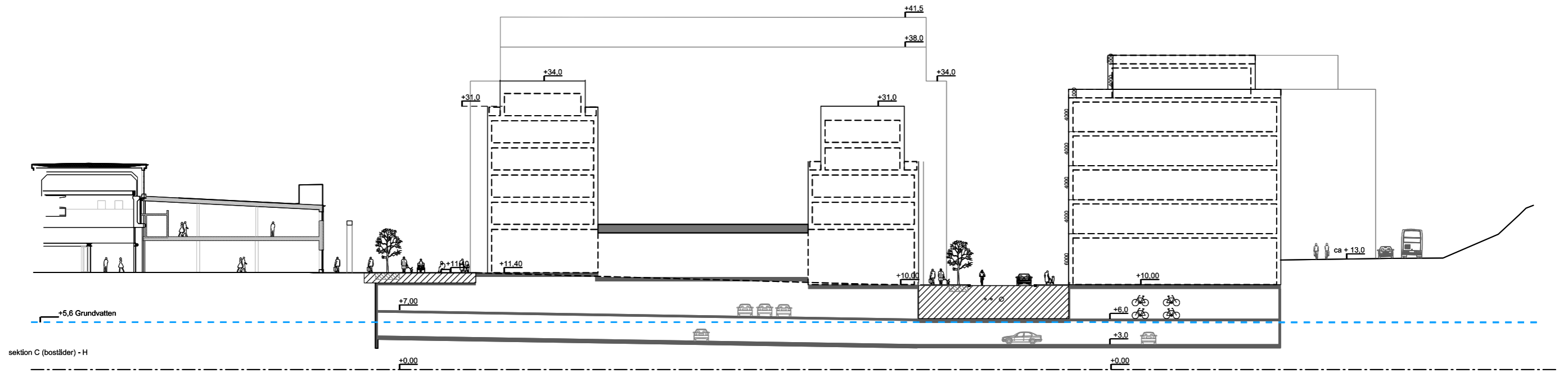
ICHI

Gatun Arkitekter
+46 8 506 016 50
info@gatun.se

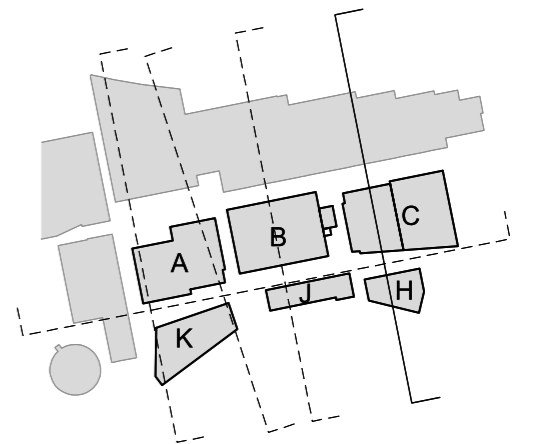
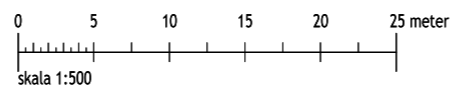
Industri kvarteren - Atrium Ljungberg
M: atri-masi/sk136 sektioner grundvatten
2023 05 12

0 5 10 15 20 25 meter
skala 1:500





sektion C (bostäder) - H



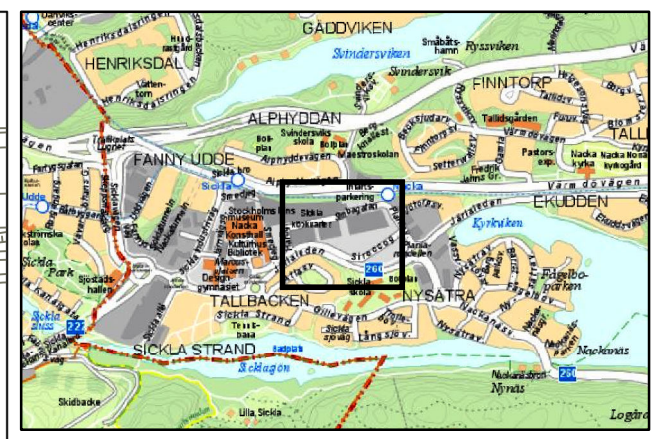
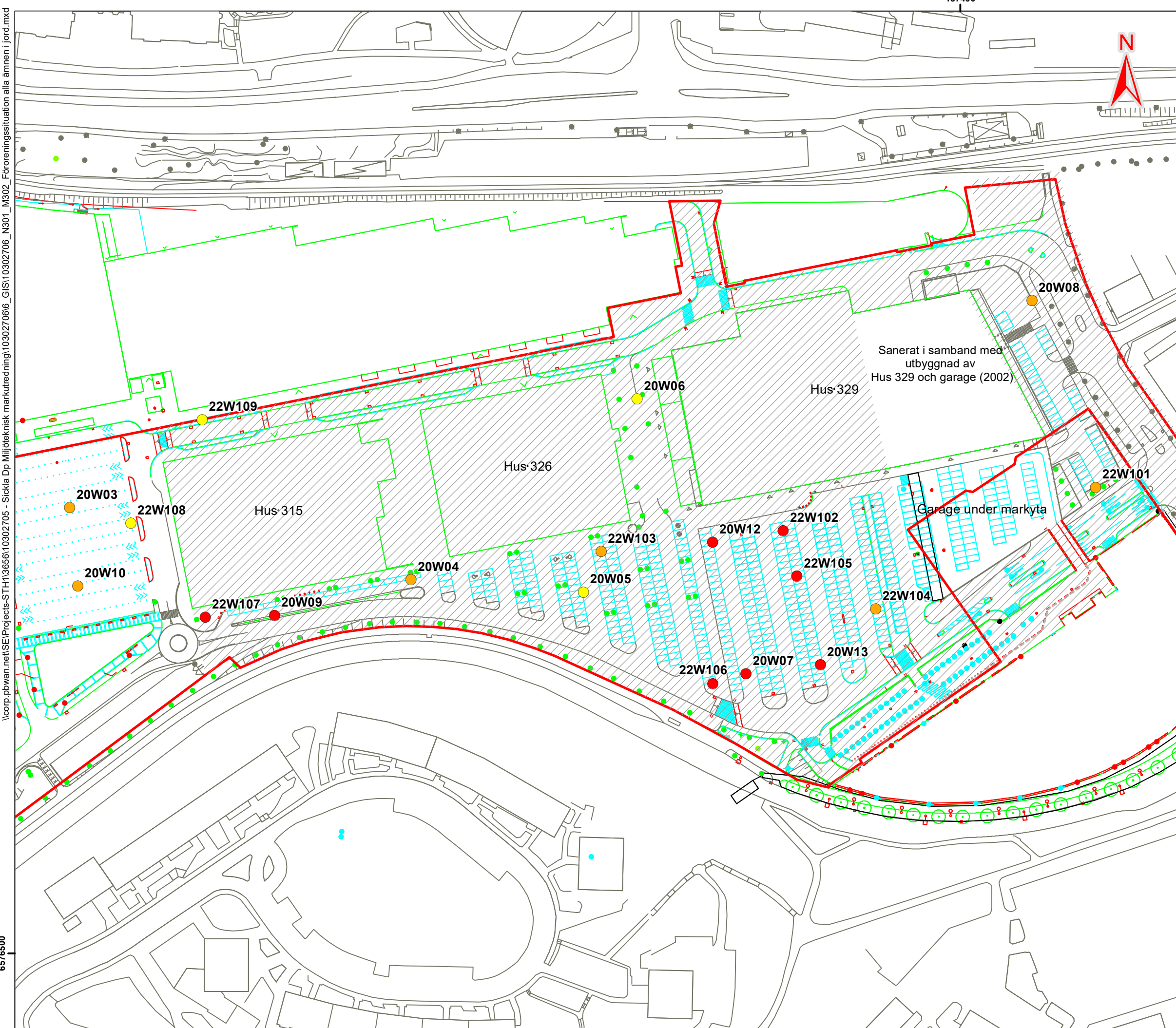


UPPDRAGSNAMN
Sickla Dp Miljöteknisk markutredning

UPPDRAGSNUMMER
10302706

SAMTLIGA RITNINGAR

N310a-d, N311a-b, N312a-b, N313, N314, N315



Teckenförklaring

- Högsta halt i provpunkten
- < KM
 - KM - MKM
 - MKM - FA
 - FA
- Möjlig utbredning av tippmaterial inom planområdet (avgränsning ej gjord utanför)
- Detaljplanegräns

KM, MKM = Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV 5976) känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM), uppdaterade juni 2016 (www.naturvardsverket.se).

FA = Farligt avfall enligt Avfall Sverige 2019:01.

Ritningsunderlag

Situationsplan från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

WSP Earth & Environment
 Förorenade områden
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

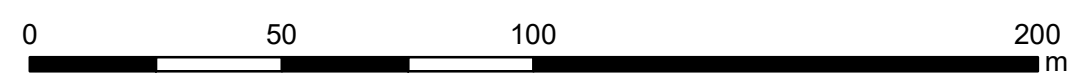
UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2022-06-10	ANSVARIG H. Furst	

Föroreningssituation alla ämnen i jord
 (högsta halt mot jämförvärde) på situationsplan

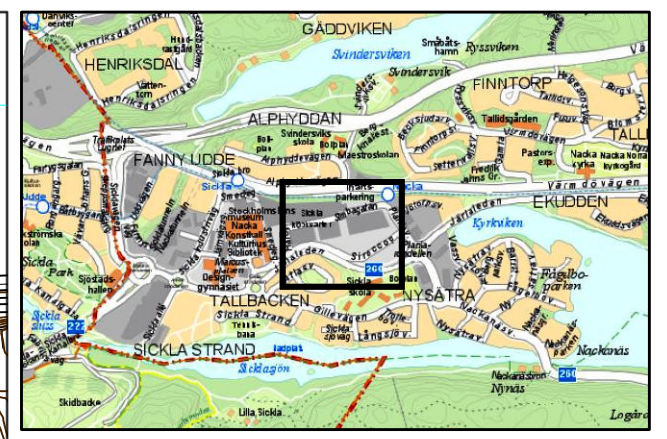
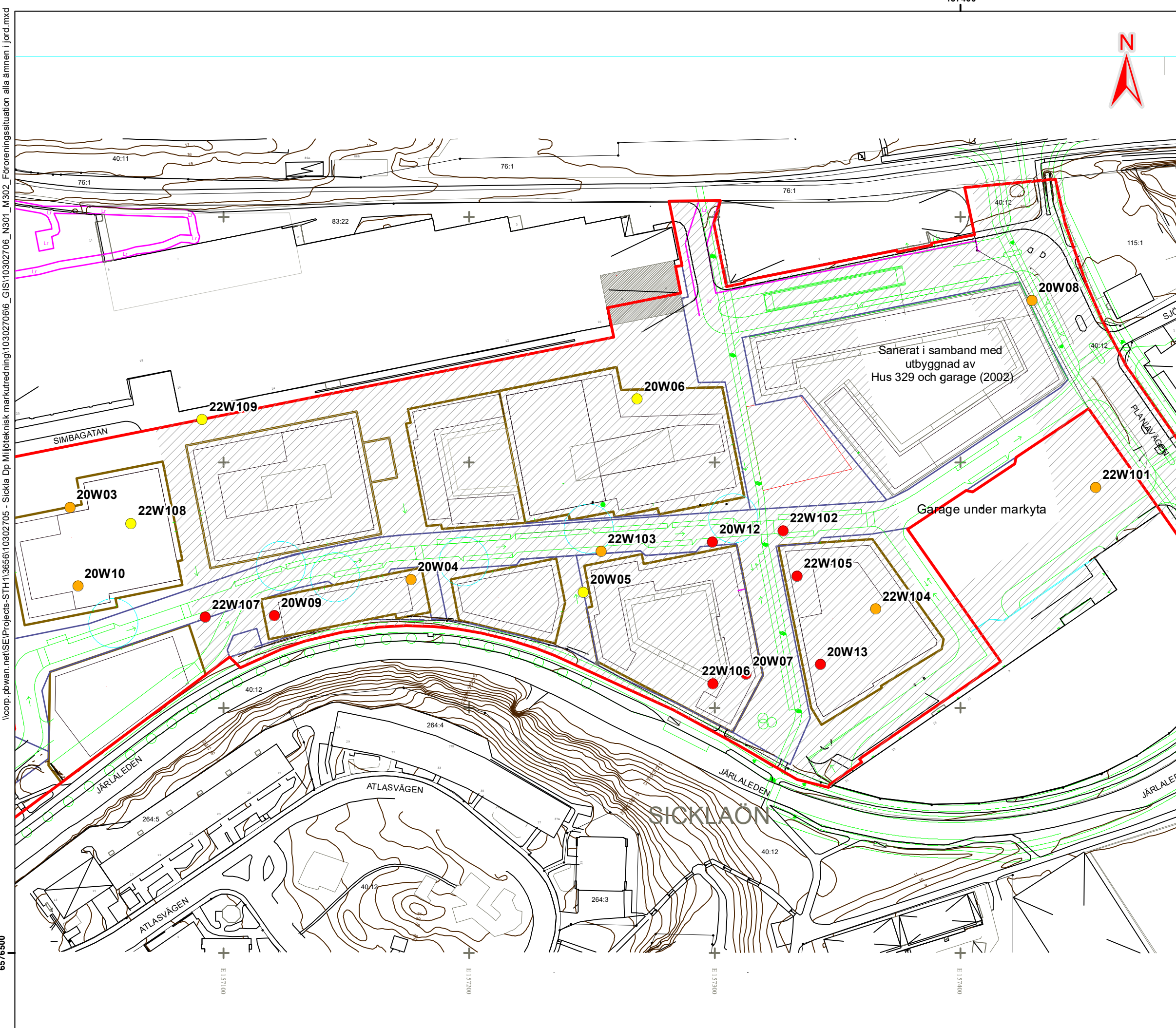
SKALA 1:1 500 (A3)	NUMMER N310a	BET
-----------------------	-----------------	-----

I:\corp.pbwan.net\SE\Projects-STH113656\10302705 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706_N301_M302_Föroreningssituation alla ämnen i jord.mxd

6576500



157400



Teckenförklaring

- Högsta halt i provpunkten
- < KM
 - KM - MKM
 - MKM - FA
 - FA
- ▨ Möjlig utbredning av tippmaterial inom planområdet (avgränsning ej gjord utanför)
- ▭ Detaljplanegräns

KM, MKM = Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV 5976) känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM), uppdaterade juni 2016 (www.naturvardsverket.se).
 FA = Färdigt avfall enligt Avfall Sverige 2019:01.

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

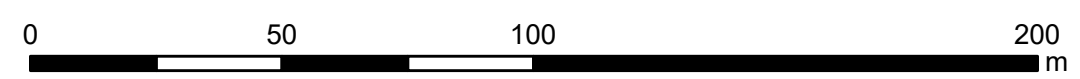
WSP Earth & Environment
 Föreerade områden
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2023-05-02	ANSVARIG H. Furst	

Föroreningsituation alla ämnen i jord
 (högsta halt mot jämförvärde) på masterplan

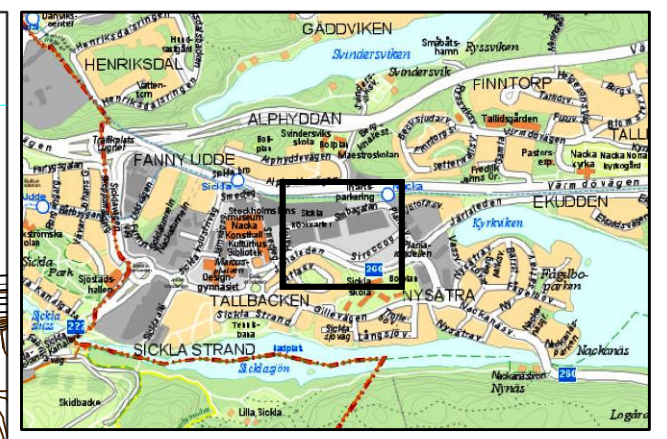
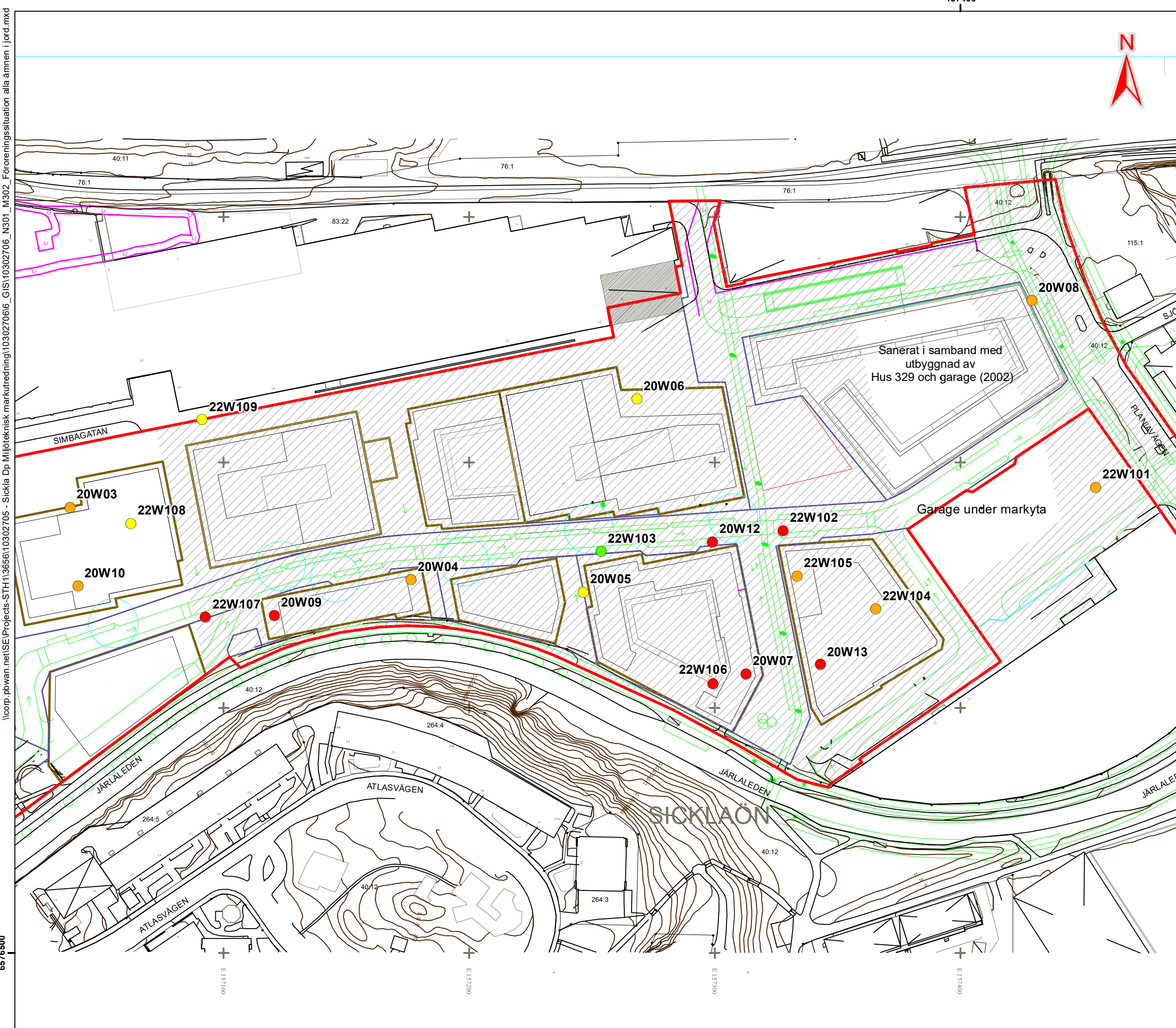
SKALA 1:1 500 (A3)	NUMMER N310b	BET
-----------------------	-----------------	-----

6576500



157400

I:\corp_pbwan.net\SE\Projects-STH113656\10302705 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706_N301_M302_Föroreningsituation alla ämnen i jord.mxd



Teckenförklaring

Jord Klassning 0-2 m

Högsta halt i provpunkten

- < KM
- KM - MKM
- MKM - FA
- FA

Möjlig utbredning av tippmaterial inom planområdet (avgränsning ej gjord utanför)

Detaljplanegräns

KM, MKM = Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV 5976) känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM), uppdaterade juni 2016 (www.naturvardsverket.se).
FA = Farligt avfall enligt Avfall Sverige 2019:01.

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Miljöteknisk markundersökning
Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
Atrium Ljungberg AB

WSP Earth & Environment
Förorenade områden
121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
Tel: 010-722 50 00
www.wsp.com

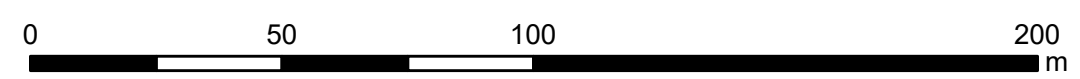
UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2023-05-02	ANSVARIG H. Furst	

Föroreningssituation alla ämnen i jord 0-2m (högsta halt mot jämförvärde) på masterplan

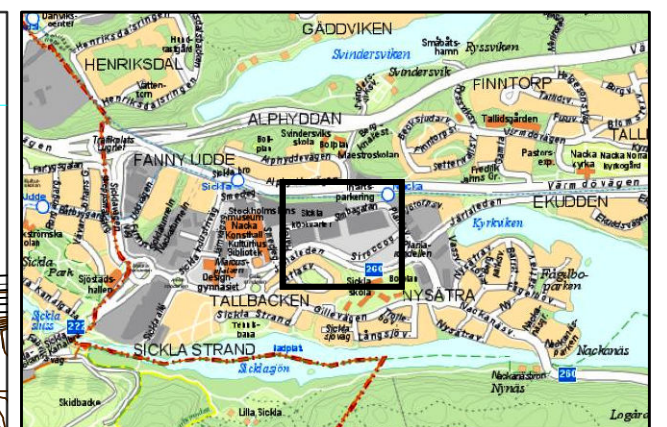
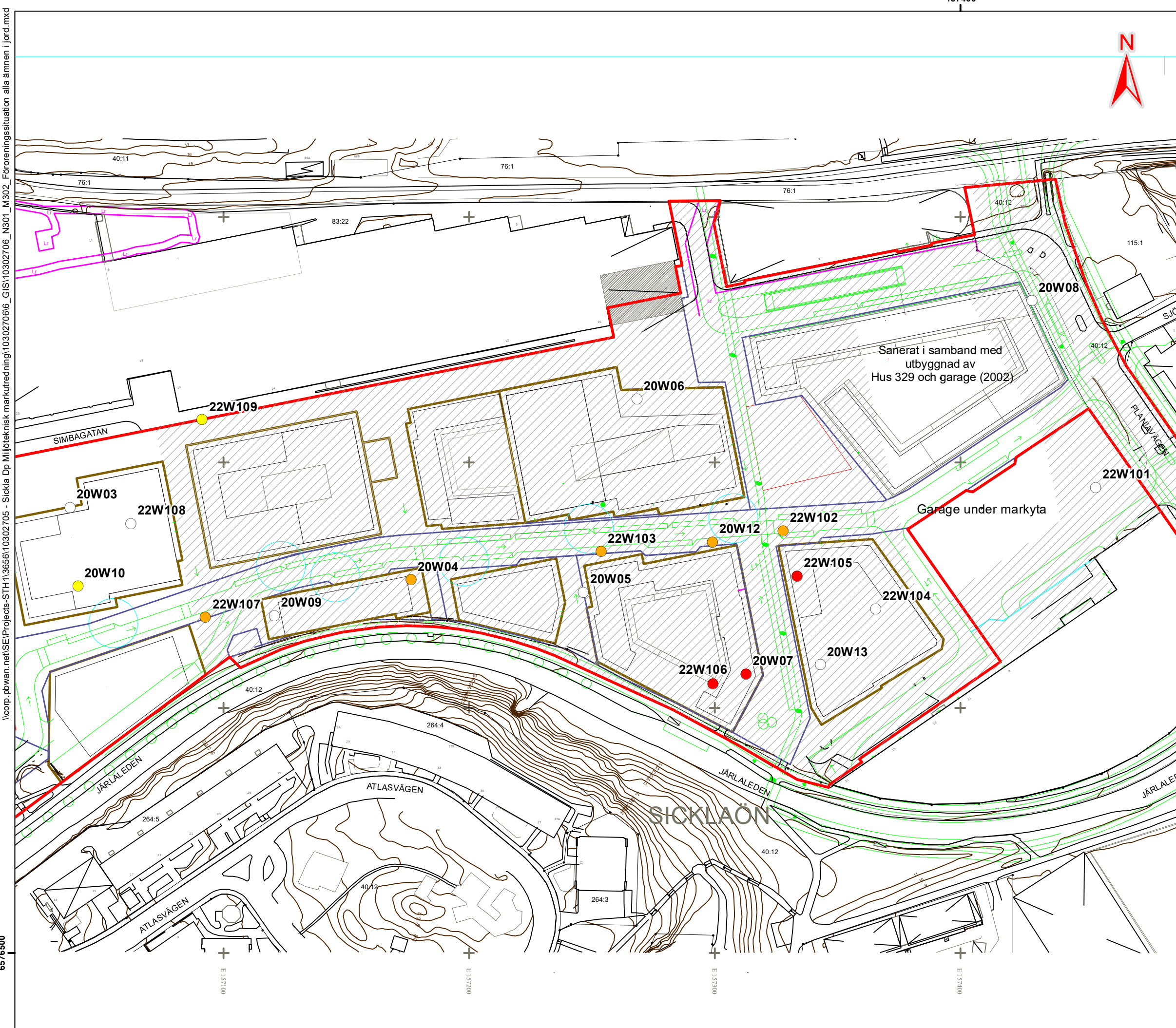
SKALA 1:1 500 (A3)	NUMMER N310c	BET
-----------------------	-----------------	-----

I:\corp_pbwan.net\SEI\Projects-STH113656\10302705 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706_N301_M302_Föroreningssituation alla ämnen i jord.mxd

6576500



157400



Teckenförklaring

Jord Klassning >2m

Högsta halt i provpunkten

- Analysdata saknas
- < KM
- KM - MKM
- MKM - FA
- FA
- ▨ Möjlig utbredning av tippmaterial inom planområdet (avgränsning ej gjord utanför)

Detailplanegräns

KM, MKM = Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV 5976) känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM), uppdaterade juni 2016 (www.naturvardsverket.se).
 FA = Farligt avfall enligt Avfall Sverige 2019:01.

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

WSP Earth & Environment
 Förorenade områden
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

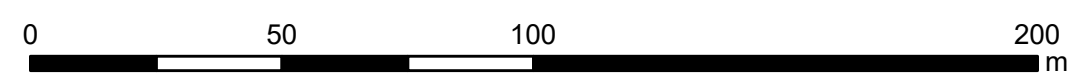
UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2023-05-02	ANSVARIG H. Furst	

Föroreningssituation alla ämnen i jord >2m (högsta halt mot jämförvärde) på masterplan

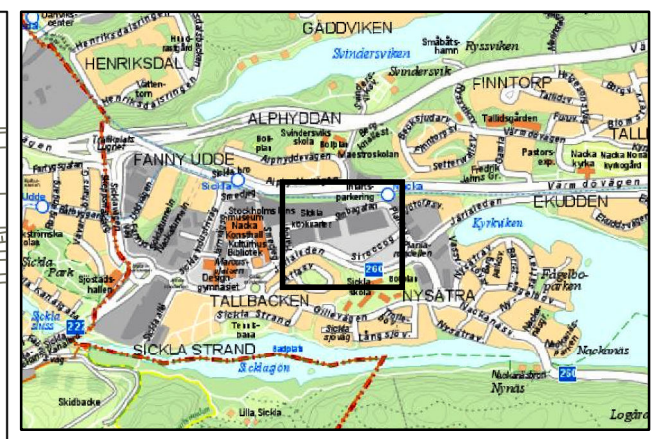
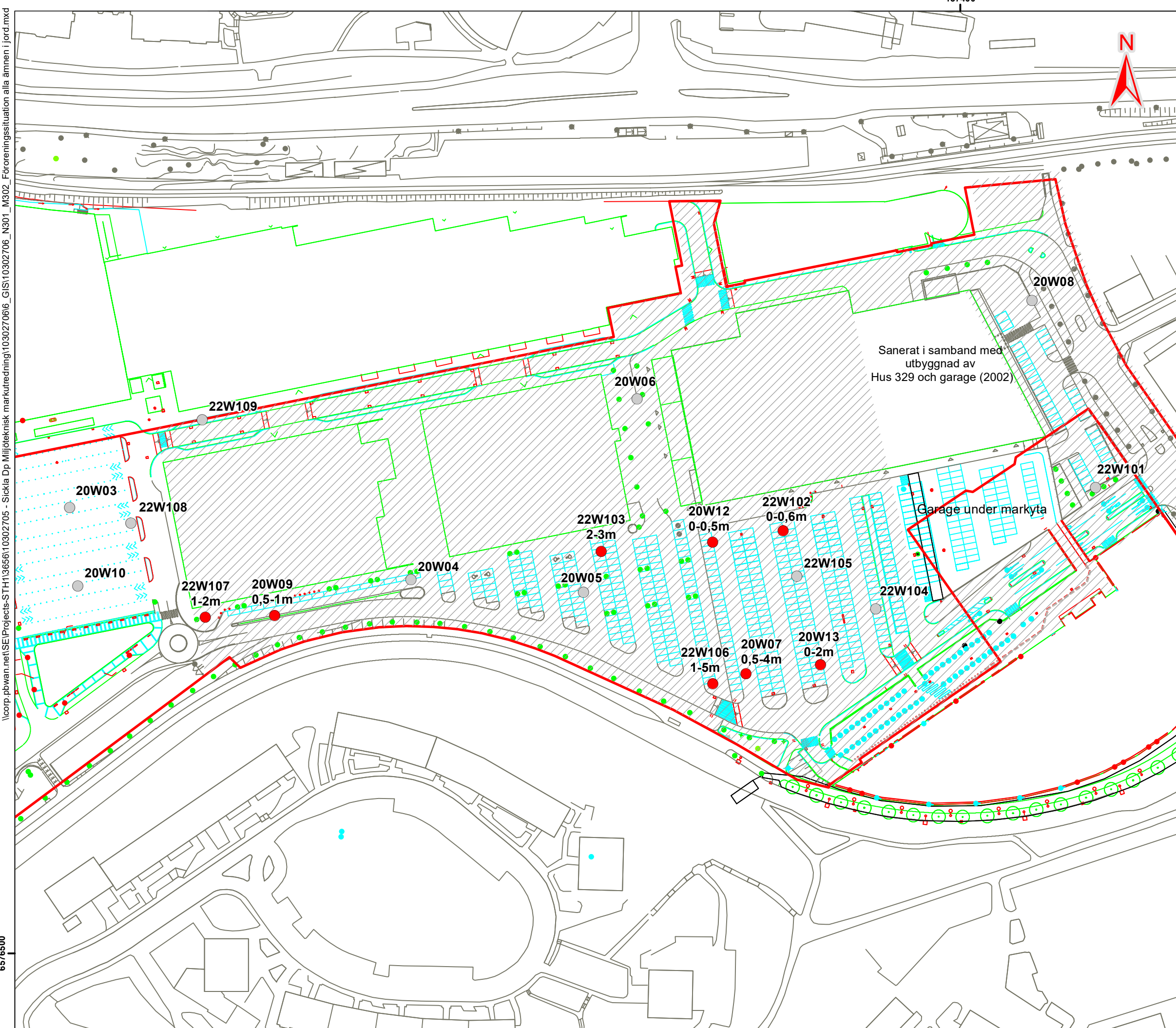
SKALA 1:1 500 (A3)	NUMMER N310d	BET
-----------------------	-----------------	-----

I:\corp.pbwan.net\SE\Projects-STH113656\10302705 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706_6_N301_M302_Föroreningssituation alla ämnen i jord.mxd

6576500



157400



Teckenförklaring

- Jord Klassning Bly/PAH-H
- > korttidsriktvärdet
 - < korttidsriktvärdet;
 - ▨ Möjlig utbredning av tippmaterial inom planområdet (avgränsning ej gjord utanför)
 - ▭ Detaljplanegräns

Ritningsunderlag

Situationsplan från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

WSP Earth & Environment
 Företräda områden
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

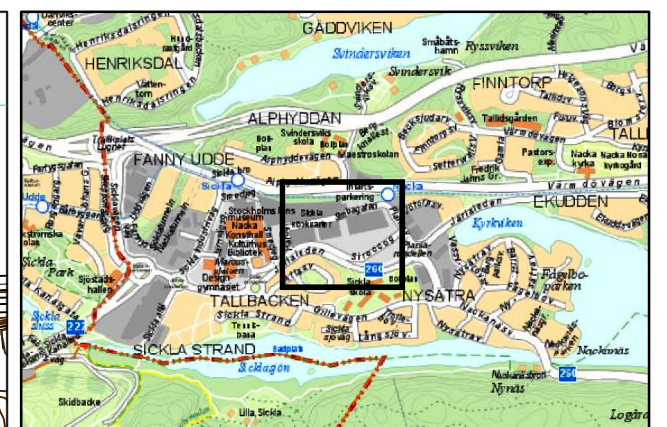
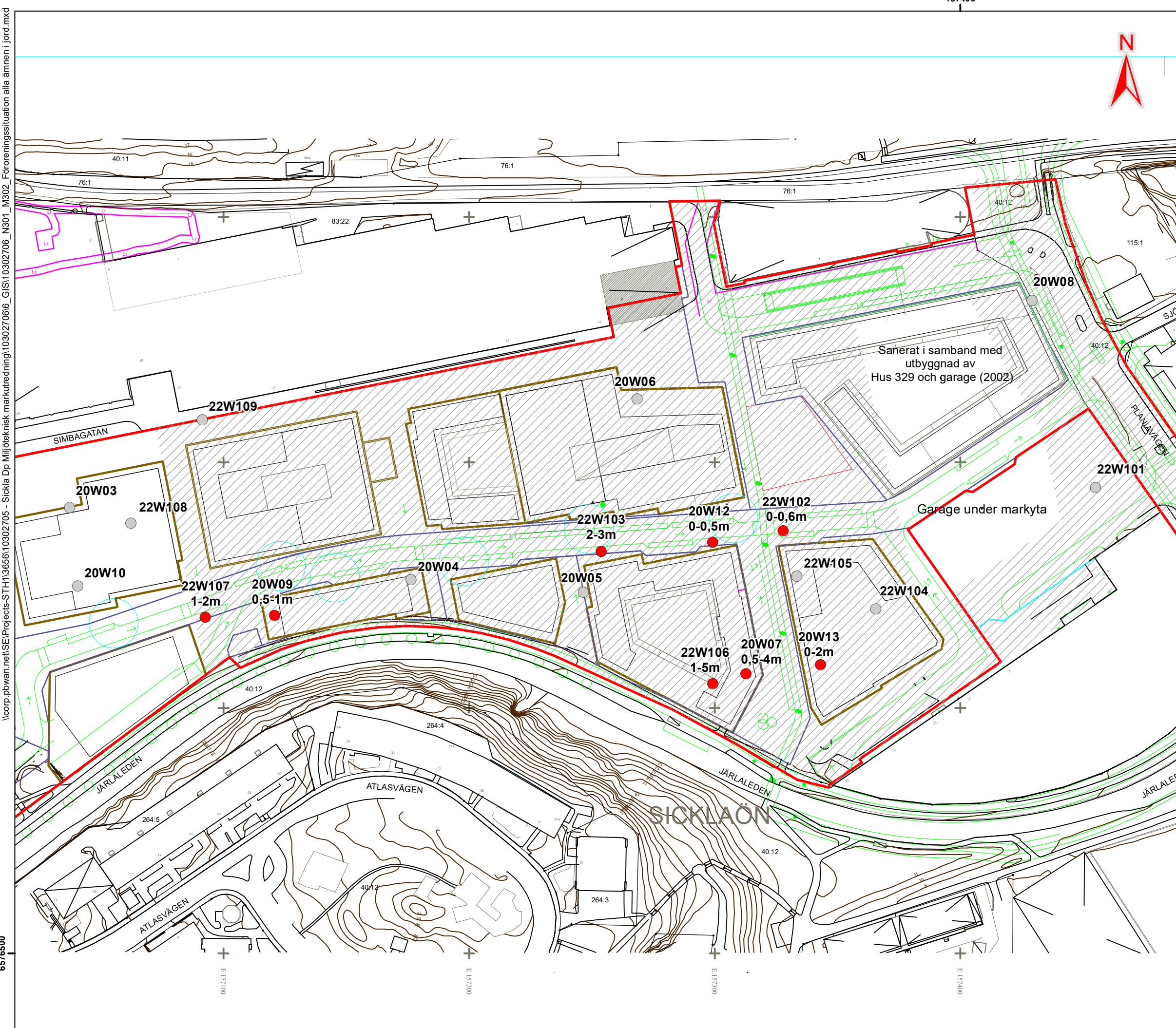
UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2022-06-09	ANSVARIG H. Furst	

Halter i jord över korttidsriktvärdet för bly och/eller PAH-H på situationsplan.

SKALA 1:1 500 (A3)	NUMMER N311a	BET
-----------------------	-----------------	-----

\\corp.pbwan.net\SE\Projects-STH113656\10302705 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706_N301_M302_Föreningssituation alla ämnen i jord.mxd

6576500



Teckenförklaring

- Jord Klassning Bly/PAH-H**
- > korttidsriktvärdet
 - < korttidsriktvärdet;
 - ▨ Möjlig utbredning av tippmaterial inom planområdet (avgränsning ej gjord utanför)
 - ▭ Detaljplanegräns

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

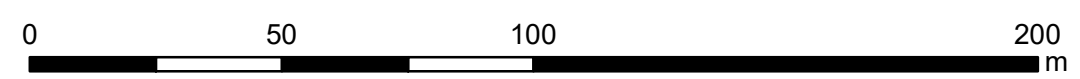
Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

WSP Earth & Environment
 Föreerade områden
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2022-06-10	ANSVARIG H. Furst	

Halter i jord över korttidsriktvärdet för bly och/eller PAH-H på masterplan (220520) för planerade byggnader

SKALA 1:1 500 (A3)	NUMMER N311b	BET
-----------------------	-----------------	-----

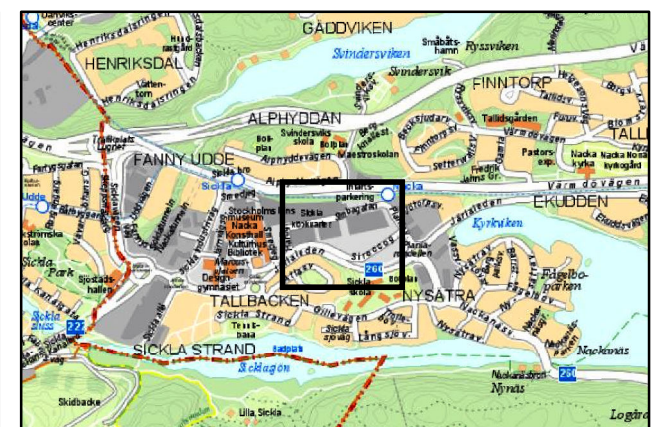


I:\corp.pbwan.net\SE\Projects-STH113656\10302705 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706_GIS\10302706_N301_M302_Föreningssituation alla ämnen i jord.mxd

6576500

157400

157400



Teckenförklaring

Trikloret i porluft

Halter av trikloret (TRI)

- < rapp.gräns
- rapp.gräns - 23 ug/m3 (RISKinh)
- 23 - 230 ug/m3 (10 x RISKinh)
- 230 - 2300 ug/m3 (100 x RISKinh)
- > 2300 ug/m3

Detaljplanegräns

- 22W315 = Under eller invid fasad hus 315
- 22W326 = Under eller invid fasad hus 326
- 22W201 = Grund porluftssond utomhus
- 22W202 - 22W207, Garage under markyta
- 22W209 = Djupa porluftssonder utomhus

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------------	-------	------

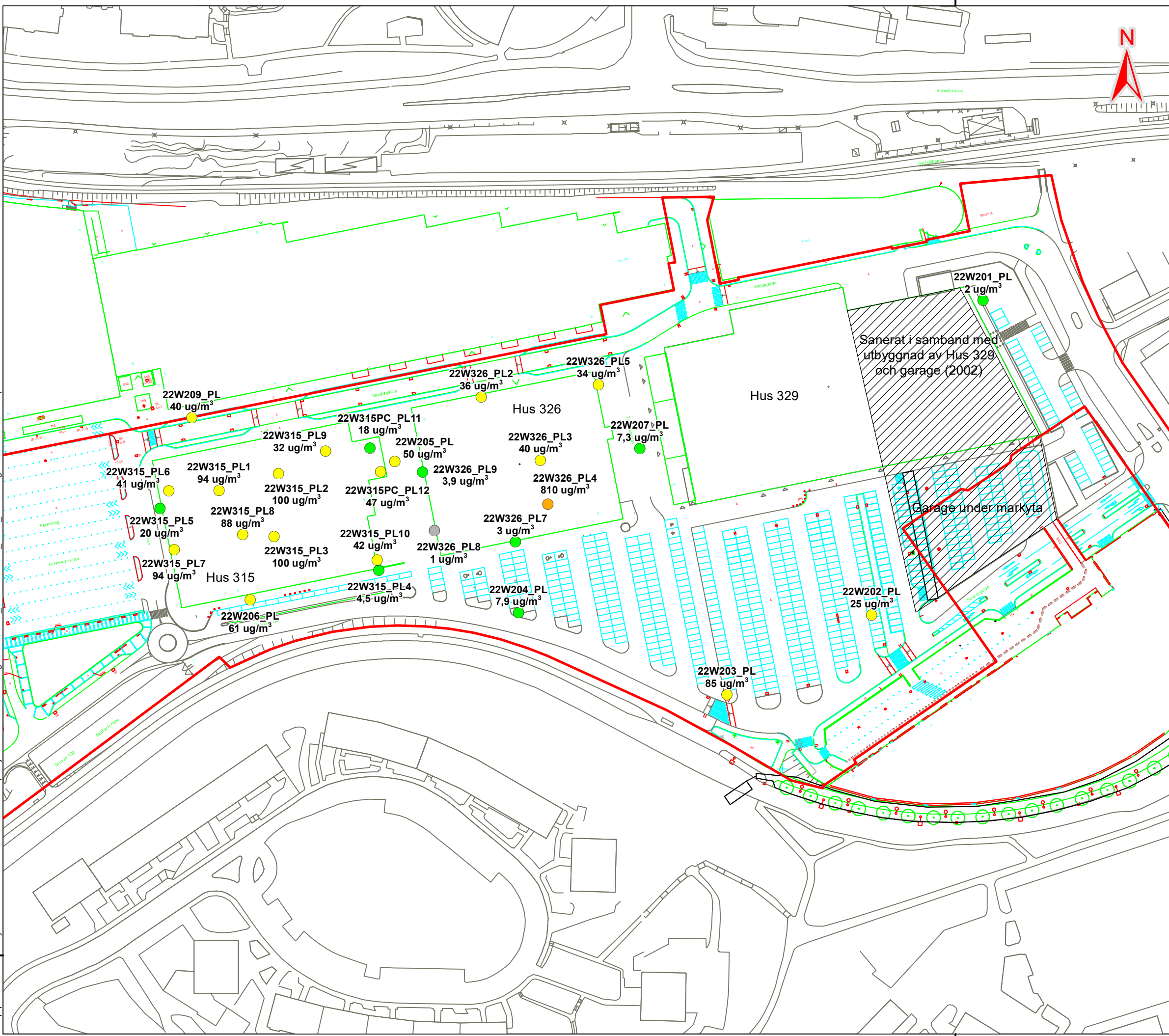
Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

WSP Earth & Environment
 Föreningens områden
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

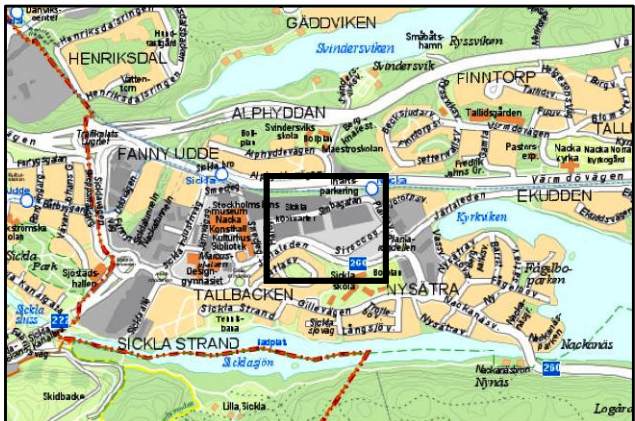
UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2022-06-07	ANSVARIG H. Furst	

Föreningssituation trikloret i porluft (halt mot jämförvärde) på situationsplan

SKALA 1:1 500 (A3)	NUMMER N312a	BET
-----------------------	-----------------	-----



6576500 | \corp.pbwan.net\SF\Projects-STH\13656\10302706 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706_N303_Föreningssituation trikloret porluft.mxd



Teckenförklaring

Trikloret i porluft

Halter av trikloret (TRI)

- < rapp.gräns
- rapp.gräns - 23 ug/m³ (RISKinh)
- 23 - 230 ug/m³ (10 x RISKinh)
- 230 - 2300 ug/m³ (100 x RISKinh)
- > 2300 ug/m³

Detaljplanegräns

- 22W315 = Under eller invid fasad hus 315
- 22W326 = Under eller invid fasad hus 326
- 22W201 = Grund porluftssond utomhus
- 22W202 - 22W207, 22W209 = Djupa porluftssonder utomhus

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

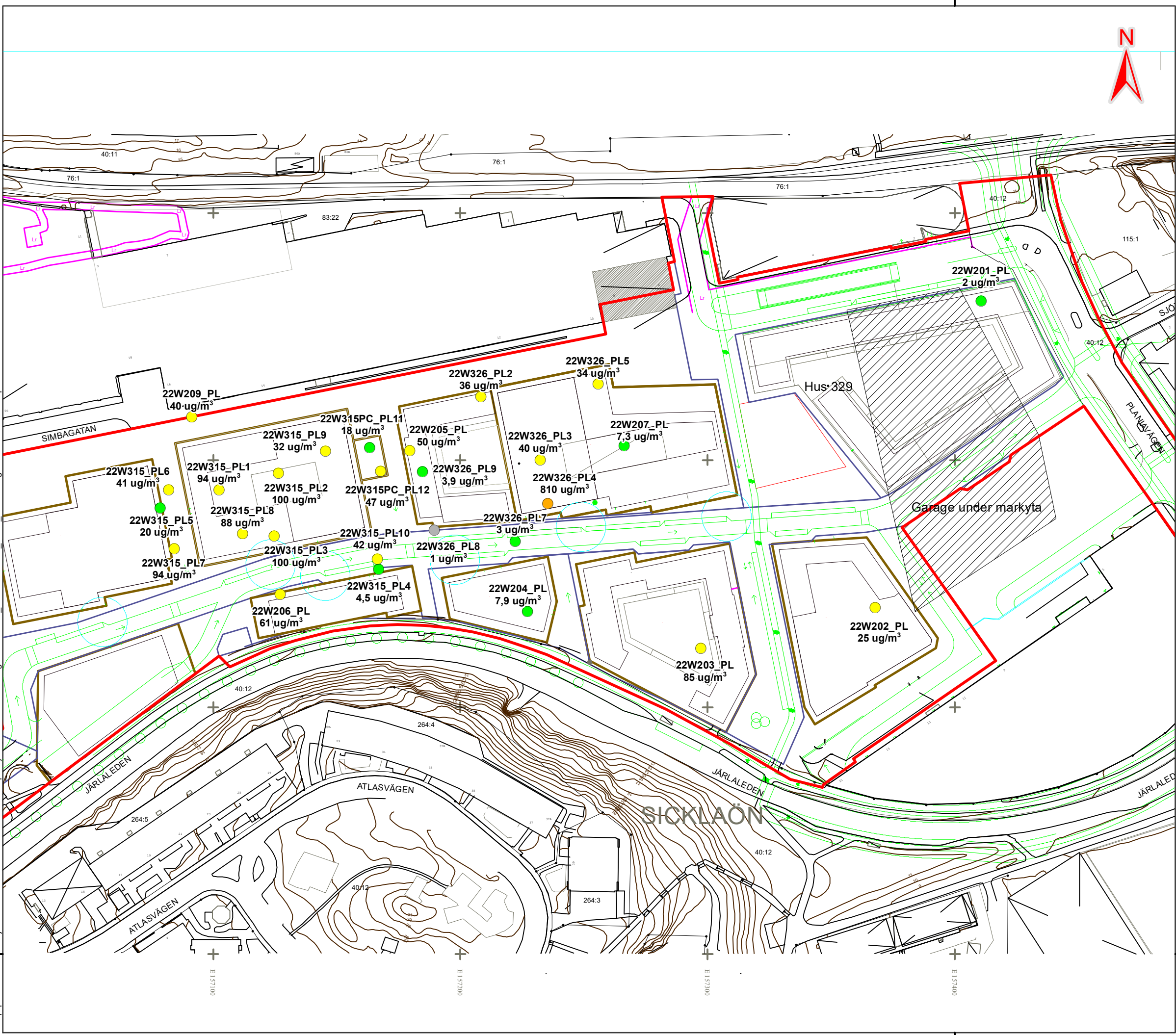
Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köpkvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

WSP Earth & Environment
 Föreade områden
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

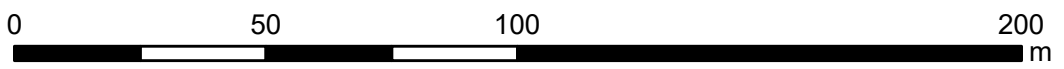
UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2023-05-04	ANSVARIG H. Furst	

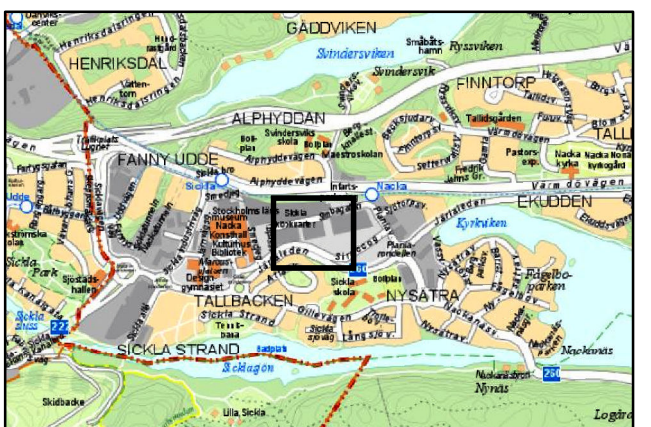
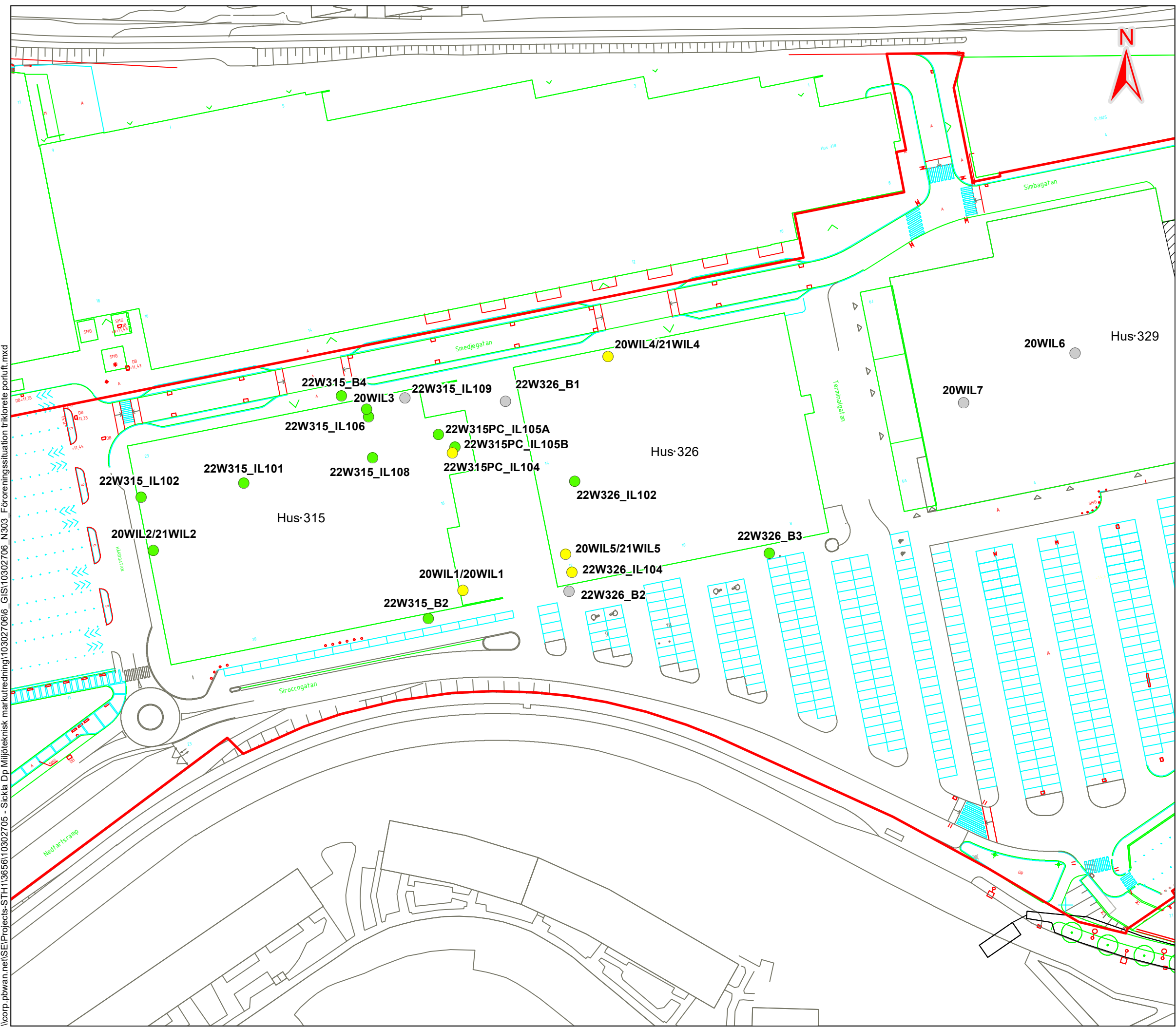
Föreningssituation trikloret i porluft (halt mot jämförvärde) på masterplan för planerade byggnader

SKALA 1:1 500 (A3)	NUMMER N312b	BET
-----------------------	-----------------	-----



6576500 | \corp.pbwan.net\SI\Projects-S\TH13656\10302705 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706 - GIS\10302706_N303_Föreningssituation trikloret porluft.mxd





Teckenförklaring

Luft inomhus, i kryppgrund och i brunnar utomhus

- Halter av trikloreten (TRI)**
- < rapp.gräns
 - rapp.gräns - 23 ug/m3 (RISKinh heltid)
 - 23 - 126 ug/m3 (RISKinh deltid, beräknad)
 - > 126 ug/m3

▭ Detaljplanegräns

20/21WIL1 - 20/21WIL7 = punkt inomhusluft 2020/2021

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------------	-------	------

Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

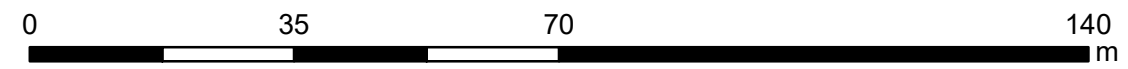
WSP Earth & Environment
 Förenade områden
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

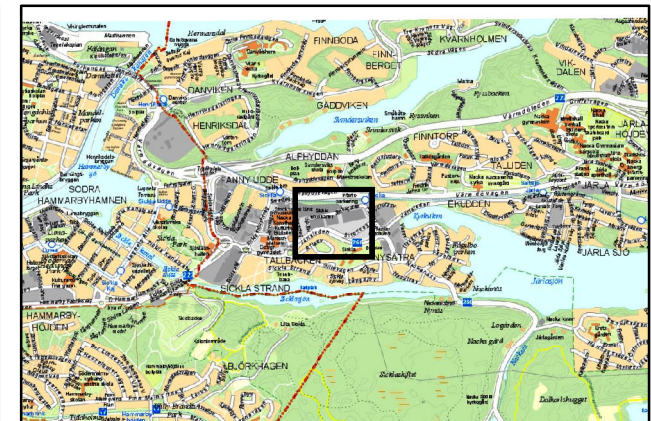
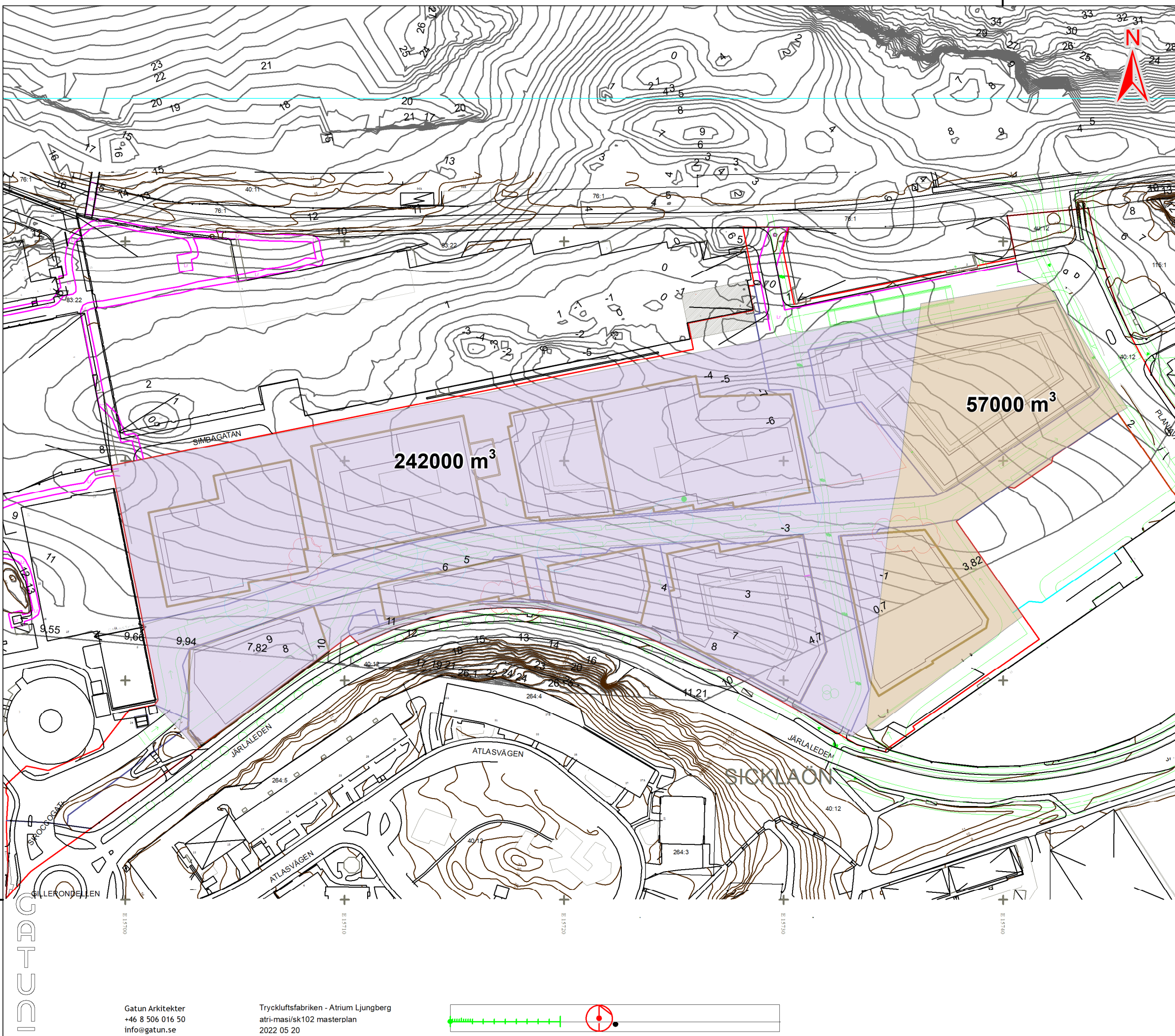
UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2022-06-10	ANSVARIG H. Furst	

**Föreningssituation trikloreten i inomhusluft
 (halt mot jämförvärde) på situationsplan**

SKALA 1:1 000 (A3)	NUMMER N313	BET
-----------------------	----------------	-----

\\corp.pbwan.net\SEI\Projects-STH\13656\10302705 - Sickla Dp Miljöteknisk markutredning\10302706_N303_Föreningssituation trikloreten porluft.mxd





Teckenförklaring

Planerat schaktdjup (RH2000)

- + 3,5
- + 5,5

Nivå lera ca +5,5 (RH2000)

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

WSP Environmental
 Avdelningen Mark och Vatten
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

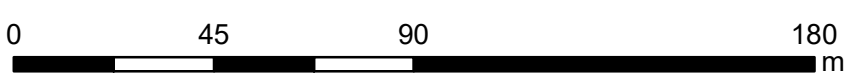
UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R. Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2022-06-10	ANSVARIG H. Furst	

Volym fyllnadsjord schaktalternativ 1

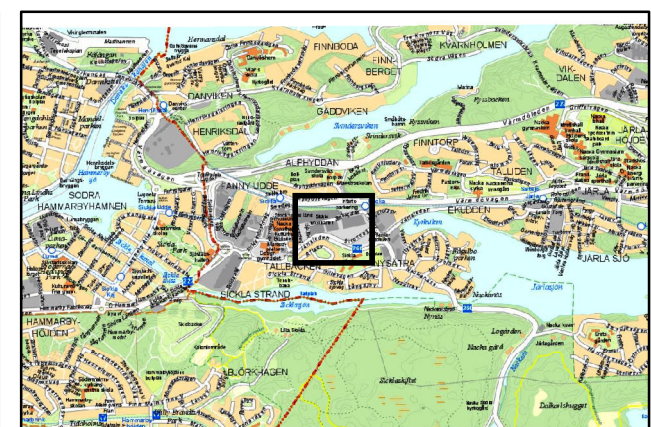
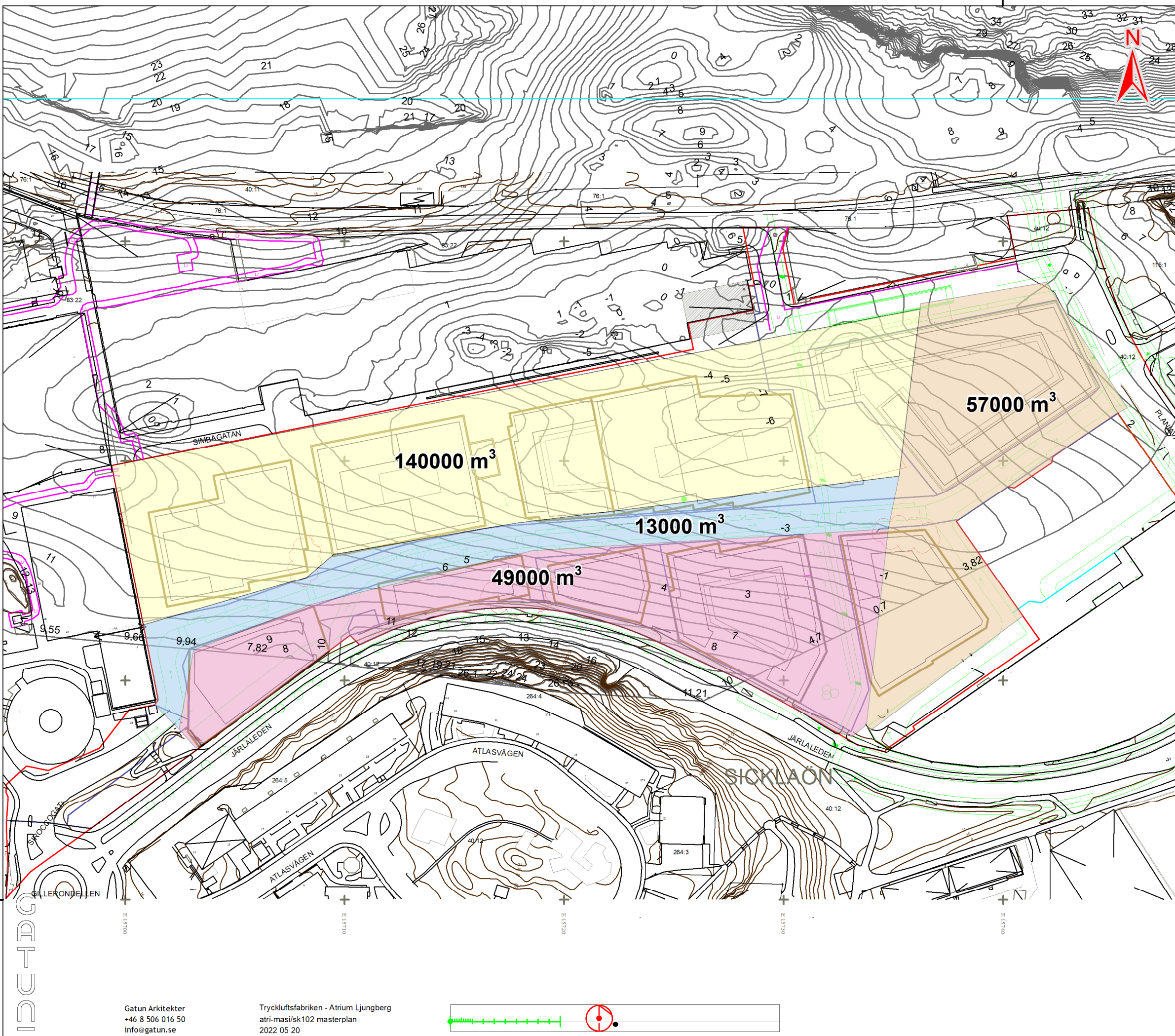
SKALA 1:1 700 (A3)	NUMMER N314	BET
-----------------------	----------------	-----

Gatun Arkitekter
 +46 8 506 016 50
 info@gatun.se

Tryckluftsfabriken - Atrium Ljungberg
 atri-masi/sk102 masterplan
 2022 05 20



157400



Teckenförklaring

Planerat schaktdjup (RH2000)

- + 3,5
- + 5,5
- + 7,5
- + 9,5

Nivå lera ca +5,5 (RH2000)

Ritningsunderlag

Masterplan (220520) från Atrium Ljungberg AB

Koordinatsystem

Koordinater i plan: Sweref99 18 00

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Miljöteknisk markundersökning
 Del av Sicklaön 83:22, Nacka kommun,
 Sickla köp kvarter, Dp Tryckluftsfabriken
 Atrium Ljungberg AB

WSP Environmental
 Avdelningen Mark och Vatten
 121 88 STOCKHOLM-GLOBEN
 Tel: 010-722 50 00
 www.wsp.com

UPPDRAG NR 10302706	RITAD/KONSTRUERAD AV R. Fernandes	HANDLÄGGARE D Nordborg
DATUM 2022-06-10	ANSVARIG H. Furst	

Volym fyllnadsjord schaktalternativ 2

SKALA 1:1 700 (A3)	NUMMER N315	BET
-----------------------	----------------	-----

Gatun Arkitekter
 +46 8 506 016 50
 info@gatun.se

Tryckluftsfabriken - Atrium Ljungberg
 atri-masi/sk102 masterplan
 2022 05 20

