



Fördjupad undersökning avseende förekomst av klorerade alifatiska kolväten

Gibraltarvallen, Göteborg

2017-05-31

Fördjupad undersökning avseende förekomst av klorerade alifatiska kolväten
Gibraltarvallen, Göteborg

2017-05-31

Beställare: Liljewall Arkitekter AB
Odinsplatsen 1
411 02 Göteborg

Beställarens representant: Leif Blomkvist

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsledare Rebecka Olsén
Handläggare Rebecka Olsén, Lisa Werthén
Fältprovtagare Sara Lager, Hans Diechle

Uppdragsnr: 105 04 47

Filnamn och sökväg: \\norconsultad.com\dfs\swe\göteborg\n-
data\105\04\1050447\6 leverans\04 färdig handling (inkl
pm)\fördjupad undersökning\fördjupad undersökning
avseende förekomst av klorerade alifatiska kolväten
gibraltarvallen göteborg.doc

Kvalitetsgranskad av: Mikael Theorin
Tryck: Norconsult AB

Sammanfattning

Norconsult AB (Norconsult) har på uppdrag av Liljewalls Arkitekter AB genomfört en fördjupad undersökning avseende påträffad förekomst av klorerade alifatiska kolväten i grundvatten vid Gibraltarvallen. Undersökningen har innefattat en utökad historisk inventering, kompletterande provtagningar av grundvatten, porluft och träd samt en fördjupad riskbedömning inför ändrad detaljplan till bostäder.

Resultatet av provtagningen och analyserna av klorerade alifater i grundvatten och porluft visade på förekomst över laboratoriets rapporteringsgränser. I trädproverna var halterna av klorerade alifater under laboratoriets rapporteringsgränser. Utvärdering av resultaten i grundvatten visade på en tydlig spridning av klorerade lösningsmedel i en plym i grundvattnet. Plymen visar på en drygt 200 m lång sträckning med högst koncentrationer i undersökningsområdets sydöstra hörn. Kloreternas nedbrytningsmönster från tetrakloreten följde plymens utbredning och indikation på läge till ursprunglig källa i det sydöstra hörnet. Porgas med innehåll av tetra- och trikloret detekterades där högst halter av ämnena även detekterats i grundvatten.

Bedömning av risken för spridning visade på störst spridningsrisk via grundvatten och förångning till luften in i byggnader. Inandning av ånga i inomhusluften identifierades som den största risken för exponering för människor som vistas i området. Intag av växter som odlas om området används till bostadsändamål fanns också som en identifierad risk men sannolikheten för en betydande påverkan bedömdes som mycket liten.

Den fördjupade undersökningen visar att klorerade alifater har detekterats i grundvatten och porgas inom undersökningsområdet, det föreligger en tydlig risk att luftkvaliteten inomhus kan påverkas. Riskreducerande åtgärder krävs för att minska risken för inträngning av klorerade alifater om byggnader för bostadsändamål ska uppföras. Naturvårdsverkets transportmodell för scenariot KM med 6000 gånger utspädning mellan porluft och inomhus luft är tillräckligt för att WHO:s riktvärde för luftkvalitet i inomhusluft ska klaras. Byggnation med radonsäker konstruktion och alternativt i kombination med ett gasdräneringssystem kan vara tillräcklig åtgärd för att minimera hälsoriskerna.

Då föroreningar har upptäckts på fastigheten har fastighetsägaren en upplysningsplikt mot aktuell tillsynsmyndighet. Vidare måste en anmälan om miljöfarlig verksamhet upprättas och godkännas av tillsynsmyndigheten innan eventuella markarbeten kan påbörjas.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Bakgrund och syfte.....	1
3	Områdesbeskrivning.....	2
3.1	Översiktlig områdesbeskrivning.....	2
3.2	Geologi och hydrogeologi.....	3
3.3	Historik.....	3
3.4	Tidigare utförda undersökningar.....	3
4	Jämförvärden	4
4.1	Grundvatten	4
4.2	Luft.....	4
4.3	Träd	4
5	Genomförandebeskrivning.....	5
5.1	Provtagningsplan	5
5.2	Sondering och installation av grundvattenrör.....	5
5.3	Provtagning av grundvatten.....	6
5.4	Provtagning av porluft	6
5.5	Provtagning av träd	7
6	Resultat undersökning	8
6.1	Sondering.....	8
6.2	Fältobservationer	9
6.3	Laboratorieanalyser grundvatten	9
6.4	Laboratorieanalyser porluft.....	10
6.5	Laboratorieanalyser träd	11
7	Föroreningssituation	11
7.1	Aktuella föroreningshalter	11
7.2	Utbredning i plan	11
7.3	Representativa halter i porluft.....	13
8	Problembeskrivning	15
8.1	Riskbedömningens syfte och avgränsning	15
8.2	Aktuella föroreningsparametrar	15
8.3	Skyddsobjekt och exponeringsvägar	16
8.4	Framtidsscenarier	18
8.5	Konceptuell modell.....	19
9	Riskbedömning.....	21
9.1	Risk för fortsatt spridning i grundvattnet	21
9.2	Risk för människors hälsa	22
9.3	Behov av riskreduktion	22
10	Slutsatser och rekommendationer.....	23
	Referenser	26

Bilagor

1. Situationsplan
2. Koordinatlista
3. Sonderingsprofiler
4. Fältprotokoll borrheter
- 5a. Fältprotokoll - grundvatten
- 5b. Fältprotokoll - porluft
- 5c. Fältprotokoll - träd
- 6a. Analyssammanställning - grundvatten
- 6b. Analyssammanställning - porluft
- 6c. Analyssammanställning - träd
- 7a. Analyserapporter original - grundvatten
- 7b. Analyserapporter original - porluft
- 7c. Analyserapporter original – träd
8. Förändring av halter klorerade alifater i grundvatten över tid

1 Inledning

Norconsult AB (Norconsult) har på uppdrag av Liljewalls Arkitekter AB utfört en fördjupad undersökning avseende förekomst av klorerade alifatiska kolväten vid Gibraltarvallen. Undersökningen har innefattat en utökad historisk inventering (Norconsult, 2017b), kompletterande provtagningar av grundvatten, porluft och träd samt en fördjupad riskbedömning.

2 Bakgrund och syfte

Liljewall arkitekter utvecklar tillsammans med Göteborgs stad detaljplanen för Gibraltarvallen med syfte att innefatta byggnation av bostäder. Inledande provtagningar inom detaljplaneområdet (Gibraltarvallen och närliggande delar av Chalmersområdet) utfördes av Norconsult 2014 och förhöjda halter av metaller och PAH påträffades i fyllnadsmassor. Kompletterande provtagningar för avgränsning av påträffade föroreningar i fyllnadsmassor rekommenderades och i samband med framtagande av provtagningsplanen utfördes även en historisk inventering av tre kemtvättar i närområdet (Norconsult, 2016a). Då risk för klorerade alifatiska kolväten bedömdes föreligga, utfördes provtagning av grundvatten i tre befintliga grundvattenrör i juni 2016. Resultaten påvisade förhöjda halter av cis-1,2-dikloreten och vinylklorid över holländska *Intervention values* i grundvatten från en provpunkt. Provpunkten där klorerade kolväten detekterades i grundvattnet överskridande riktvärden är lokaliserat inom detaljplaneområdets sydöstra del (Norconsult, 2016b).

På miljöförvaltningens anmodan utfördes kompletterande provtagningar för att avgränsa förekomsten av påträffade klorerade kolväten i grundvatten inom detaljplaneområdet (Norconsult, 2017a). Klorerade alifater detekterades i grundvatten i fem av sju provpunkter inom detaljplaneområdet och fördjupade utredningar efterfrågades.

Föreliggande fördjupad undersökning innefattade inledningsvis en utökad historisk inventering som presenterats i en separat rapport (Norconsult, 2017b). I den historiska inventeringen identifierades tre potentiella källor; en nedlagd kemtvätt sydost om källområdet (verksamhetsår 1971 till 1994), en motorklubb innefattande mekanisk verkstad för hobbyverksamhet som legat i nära anslutning till detekterad förorening och var aktiv under 60-talet samt Chalmers mekaniska laboratorieverkstäder som funnits på platsen från 60-talet. Inga uppgifter påträffades som har kunnat styrka att klorerade alifatiska kolväten har använts i någon av verksamheterna, dock föreligger en verksamhetstypisk risk.

De fördjupade undersökningarna avseende förekomst av klorerade alifatiska kolväten som presenteras i föreliggande rapport innefattar kompletterande provtagningar samt en fördjupad riskbedömning. Syftet med de kompletterande provtagningarna var att avgränsa förekomsten av påträffade klorerade alifatiska kolväten i grundvattnet inom detaljplaneområdet samt att få ett större dataunderlag för fastställande av representativa halter. Resultaten ligger även till grund för en fördjupad riskbedömning med syfte att bedöma vilka risker uppmätta halter utgör för människors hälsa vid byggnation av bostäder inom området.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Översiktlig områdesbeskrivning

Området för detaljplanen är cirka fem hektar stort och utgörs av Gibraltarvallen, en mindre yta norr om Chalmers bibliotek, Chalmers tvärgata och området kring Elektrovägen. Området redovisas i **Figur 3.1** nedan.



Figur 3.1- Det aktuella planområdets läge (blåmarkerat) i centrala Göteborg.

Gibraltarvallen utgörs av en stor parkeringsplats med inslag av mindre grönytor bestående av gräs och träd. Planområdet innefattar även lokalgator. Området gränsar i väst till universitetsbyggnader och i nord, öst och syd till befintliga bostäder. Viss företagsverksamhet är även lokaliserad inom området.

3.2 Geologi och hydrogeologi

Berggrunden i området består främst av en sur intrusiv bergart och plastiska deformationer och den naturliga jordarten i området är glacial lera (SGU, 2016a; SGU, 2016b). Vid tidigare markundersökningar inom området har fyllnadsmassor av grus, sand och lera noterats till mellan en och tre meters djup (Norconsult, 2016b). Geotekniska undersökningar inom området påvisar en kuperad berggrund. Berggrunden går från berg i dagen i samtliga väderstreck kring undersökningsområdet ned till 17 meter under markytan i de centrala delarna.

Vid tidigare utförda grundvattenundersökningar har grundvattenytan noterats från 1,4 till 3,5 meter under markytan. Beaktat markytans nivå innebär det att grundvattnet påträffats mellan +49,61 till +52,55 meter över havet med en strömningsriktning åt nordväst.

3.3 Historik

Se utökad historisk inventering (Norconsult, 2017b).

3.4 Tidigare utförda undersökningar

Följande undersökningar och utredningar avseende markens miljöstatus har utförts på Gibraltarvallen, Göteborg:

- Norconsult, 2014. *PM Miljöteknisk markundersökning på Gibraltarvallen och delar av Chalmers, Göteborg*. Uppdragsnummer 103 30 41. 2014-12-12.
- Norconsult, 2016a. *Gibraltarvallen, Göteborg. Arkivstudie och preliminär provtagningsplan*. Uppdragsnummer 104 26 90. 2016-06-03.
- Norconsult, 2016b. *Gibraltarvallen, Göteborg. Kompletterande miljöteknisk markundersökning*. Uppdragsnummer 104 26 90. 2016-08-28.
- Norconsult, 2017a. *Kompletterande miljöteknisk markundersökning avseende förekomst av klorerade alifatiska kolväten. Gibraltarvallen, Göteborg*. Uppdragsnummer 104 36 67. 2017-02-02.
- Norconsult, 2017b. *Gibraltarvallen. Utökad historisk inventering*. Uppdragsnummer 1050447. 2017-04-10.

4 Jämförvärden

4.1 Grundvatten

Generella riktvärden för klorerade alifatiska kolväten i grundvatten i Sverige finns ej. En jämförelse görs därför med holländska riktvärden för grundvatten (RIVM, 2013).

Holländska riktvärden utgörs av två klasser; *Target values* och *Intervention values*, där *Target values* innebär en acceptabel halt avseende påverkan (ingen påverkan) på människors hälsa och miljö och *Intervention values* är den halt där en åtgärd bör övervägas (kraftig påverkan). De holländska riktvärdena är inte direkt applicerbara på svenska förhållanden men är rekommenderade och beskrivna av Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2016).

4.2 Luft

Riktvärden för luftkvalitet finns framtagna av WHO för inomhusluft i boendemiljö samt av Arbetsmiljöverket för yrkesmässig exponering.

Arbetsmiljöverkets nivågränsvärde (NGV) 8 timmar anger den koncentration av ämnet som får förekomma i luften under en arbetsdag. I Arbetsmiljöverkets föfattningssamling AFS 2015:7 Hygieniska gränsvärden listas de ämnen som har antagna NGV.

För att bedöma risknivån för ämnen med tröskeleffekter används tröskeldos för exponering genom inandning av en referenskoncentration i luften (RfC, mg/m³). Riskbaserade koncentration vid inhalation (RISK_{inh}) kan även användas. WHO har tagit fram riktvärden för RfC och RISK_{inh} och Europeiska förhållande (WHO 2010).

4.3 Träd

Inga riktvärden finns att tillgå för klorerade alifatiska kolväten i träd. Ingen kvantitativ bedömning av föroreningshalter görs. Trädprovtagning syftar enbart till att avgränsa eventuellt detekterade föroreningar.

5 Genomförandebeskrivning

5.1 Provtagningsplan

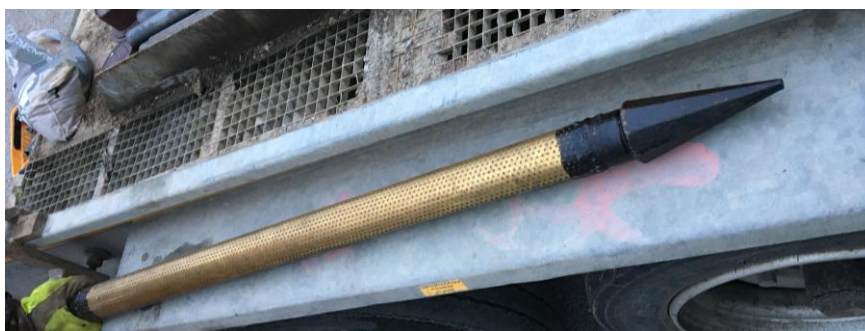
En provtagningsplan för grundvatten, porluft och träd togs fram av Norconsult i samråd med miljöförvaltningen (Norconsult, 2017c). Provtagningsplanen innefattade en översiktlig konceptuell modell. Provpunkternas lokalisering har justerats i fält med anledning av ledningar i mark och tillgänglighet. Provpunkternas slutgiltiga lokalisering redovisas på en situationsplan, **bilaga 1**, och en koordinatlista redovisas i **bilaga 2**.

5.2 Sondering och installation av grundvattenrör

Grundvattenrör har installerats i fem punkter (benämnda NC1701 – NC1705) den 24 april 2017. Inför installation av respektive grundvattenrör har trycksondering utförts för att få en bild av jordlagerföljden inom området och utreda förekomst av eventuella tätskikt, djup till berggrund och eventuellt vattenförande lager ovan berggrund.

Grundvattenrör av 2-tums stålrör med ett perforerat filter i nederkant, en så kallad Stahlramspets, har tryckts ned i marken och tätats mot inläckage av ytvatten med hjälp av bentonitlera, se **figur 5.1**. För att minimera risken att skapa spridningsvägar av eventuell fri fas av klorerade alifatiska kolväten har grundvattenrör installerats ned till berggrund i samma punkt som trycksonderingen utförts.

Efter genomförd installation har rören rensumpats genom tillförsel av vatten för att få bort eventuellt sediment som ansamlats i röret vid installationstillfället.



Figur 5.1 – Stahlramspets med 1 meter filter

5.3 Provtagning av grundvatten

Provtagning av grundvatten har utförts vid tre tillfällen; den 27 mars, den 27-28 april och 17-23 maj 2017 av Lisa Werthén, Sara Lager, Hans Diechle och Rebecka Olsén Norconsult. Grundvatten från provpunkt NCGV1601-NCGV1607, G14FB, G25A och G40A har provtagits i mars, april och maj i den mån som varit teknisk möjlig. Grundvattenprovtagning i de ny installerade rören NC1701-NC1705 utfördes i april, cirka en vecka efter utförd installation då jämvikt i rören infunnit sig och i maj. Låga grundvattennivåer har inneburit att en erforderlig mängd vatten inte har varit möjligt att erhållas ur alla grundvattenrör. Inget prov har erhållits från NC1705. I provpunkt NCGV1602 har vid ett tillfälle ingen vattenmängd varit möjlig att få ut och vid två tillfällen har vattenmängden varit så låg att den har påverkat rapporteringsgränsen vid laboratorieanalys.

Inför provtagningen utfördes nedmätning av grundvattenytan i samtliga rör. Rören omsättningspumpades sedan tills klart vatten erhöles, minst tre brunnsvolymer. Vid låg tillrinning av vatten tömdes rören en gång (pumpades torrt). Temperatur, pH och konduktivitet mättes med *Como by Hanna Hi 98129*.

Grundvattenprovtagningen utfördes med hjälp av peristaltisk pump i alla punkter utom tre i vilka man på grund av grundvattenytans nivå (> 8 meter under markytan), provtogs med hjälp av bailer. Vattenprover togs direkt i vialer med tillsatt NaHSO_4 tillhandahållna av laboratoriet. Proverna förpackades mörkt och svalt och transporterades till ackrediterat laboratorium (ALS Scandinavia AB) samma dag som provtagningen utfördes för analys avseende klorerade alifatiska kolväten inklusive vinylklorid.

Fältprotokoll från grundvattenprovtagning presenteras i **bilaga 5a**.

5.4 Provtagning av porluft

Porluftsprovtagning har utförts i åtta provpunkter (NC1706 - NC1712, NC1714-NC1715). På grund av fyllnadsmassornas beskaffenhet har provpunkt NC1713 utgått. Det var där inte möjligt att driva ner porluftsspetsen.

Porluftsspetsarna drevs ned till cirka 70 cm under markytan och vid behov utfördes tätning med bentonit kring porluftsspetsen för att förhindra insug av atmosfärsluft. Samtliga porluftsspetsar omsättningspumpades i cirka 5 minuter, varpå aktiv provtagning med pump och absorbentrör (kolrör) utfördes i 50 minuter. I figur 5.2 visas ett exempel på aktiv provtagning av porluft.

Samtliga prover har skickats till ALS Scandinavia AB för analys avseende klorerade alifatiska kolväten inklusive vinylklorid.



Figur 5.2 – Installerad porluftsspets och pump för aktiv provtagning av porluft genom kolrör.

Fältprotokoll från porluftsprövningsen presenteras i **bilaga 5b**.

5.5 Provtagning av träd

Trädprovtagning har utförts i elva stycken träd på den sida trädstammen som är riktad mot grundvattnets flödesriktning. Trädprovtagning har utförts med en tillväxtbör och en fem centimeters vedkärna har borrats ut ur trädet en halv meter ovan mark. Vedkärnan överfördes sedan omedelbart till en vial som förslöts. I figur 5.3 visas provtagning av träd med hjälp av tillväxtbör.

Provtagning av träd inkluderade provtagning av asp, lönn, björk, lönn och lind och kronradien varierade mellan 2 och 9 meter och trädens höjd mellan 5 och 30 meter.

Samtliga prover har skickats till ALS Scandinavia AB för analys avseende klorerade alifatiska kolväten inklusive vinylklorid.



Figur 5.3 – Provtagning av träd med hjälp av tillväxtborr.

Fältprotokoll från trädprovtagningen presenteras i **bilaga 5c**.

6 Resultat undersökning

6.1 Sondering

Utifrån resultaten från utförd trycksondering bedöms den generella jordlagerföljden i området bestå av ett en till två meter mäktigt lager av fyllnadsmassor och ett efterföljande lager av kohesionsjord (främst lera med även till viss del silt) innehållande tunnare skikt av friktionsmaterial (främst sand- och grusfraktioner). Närmast berggrunden, som noterats mellan cirka 1,5 och 17 meter under markytan, påträffas friktionsmaterial.

Friktionsmaterialets mäktighet varierar mellan en halv meter i de grundare punkterna i öst (NCGV1601, NCGV1603, NCGV1605, NC1701, NC1703) och två till tre meter i de djupare provpunkterna i väst (NCGV1604, NCGV1606, NCGV1607). I NC1702 och NC1705 har inget tydligt friktionsmaterial noterats vid sondering. I provpunkt NCGV1602 har inga naturliga jordlager noterats, utan marken i punkten bedöms vara utfylld ned till berggrunden (noterades på ett djup av ca två meter under markytan). Ingen sondering har utförts i provpunkt NC1704.

Resultaten från sondering (profiler) återfinns i **bilaga 3** och fältprotokoll i **bilaga 4**.

6.2 Fältobservationer

Vid fältarbetet utfördes nedmätningar till befintlig grundvattenyta vilken vid mättillfället från en till fem meter under markytan i de rör som installerats av Norconsult under 2016 och 2017. Beaktat markytans nivå påträffades grundvattenytan från +49 till +53 meter över havet med en lutning av grundvattenytan åt nordväst.

Tillrinning av grundvatten bedömdes i två av rören (NCGV1602 och NC1705) som mycket låg vilket försvårade/omöjliggjorde provtagning. I övriga rör bedömdes tillrinningen som låg till god.

I de tidigare etablerade grundvattenrören G14FB, G25A och GV40A mättes grundvattenytan till mellan 3,8 och 8,5 meter under markyta vilket med beaktande av markytans nivå innebär en grundvattennivå mellan cirka +44 meter över havsytan i norr och +48 meter över havsytan i den sydligaste punkten. Då information saknas om hur rören är installerade har dessa nivåer inte beaktats i bedömning av grundvattnets strömningsriktning.

Grundvattnets temperatur mättes vid fältprovtagningar i mars från 7,4 °C till 9,8 °C, pH varierade mellan 6,2 och 6,9 och konduktiviteten varierade från 332 mS/cm till 2256 mS/cm.

Vid provtagningstillfället för porluftsprovtagning var temperaturen cirka 9° C, vädret soligt och lufttrycket 1998 kPa.

6.3 Laboratorieanalyser grundvatten

Totalt har 36 stycken grundvattenprover från 14 provpunkter analyserats med avseende på klorerade alifatiska kolväten.

I grundvattenprover från sju provpunkter (NCGV1601, NCGV1604, NCGV1605, NCGV1601, G25A, G40A, NC1701) har klorerade alifatiska kolväten detekterats, och i två av dessa sex provpunkter överskrider uppmätta halter holländska *Intervention values*.

Halter av tetrakloreten och dikloreten har detekterats i halter överstigande holländska *Intervention values* i två provpunkter (NCGV1701 och G25A). Halter av tetrakloreten överskrider riktvärdet 10 gånger och halten av dikloreten överstiger riktvärdet strax över en gång i NC1702. I provpunkt G25A har den högsta halten av dikloreten påträffats vilken överskrider riktvärde närmare sex gånger.

Tetrakloreten har påträffats i halter överskridande holländska *Target values* i NCGV1601, NCGV1605, NCGV1606 och G40A, triklloreten i NC1701, dikloreten i NCGV1601, NCGV1606 och G40A och vinylklorid har detekterats i halter överstigande riktvärdet i NCGV1605, G25A och NC1701.

I ett av tre grundvattenprov från NCGV1604 har en halt av triklormetan understigande Holländska *Target values* detekterats.

I övriga provtagna punkter (NCGV1602, NCGV1603, NCGV1607, G14FB, NC1702, NC1703 och NC1704) har inga halter av klorerade alifatiska kolväten detekterats. I NCGV1602 har dock vattentillgången varit mycket låg vilket har påverkat rapporteringsgränserna avsevärt. Resultaten bedöms inte vara lämpliga för avgränsning då rapporteringsgränsen överstiger uppmätta halter i närliggande provpunkter.

Resultat av laboratorieanalyser med en jämförelse mot gräns- och riktvärden presenteras i **bilaga 6a**. I **bilaga 7a** återfinns originalrapporter från ALS Scandinavia AB. I **bilaga 8** presenteras en sammanställning av uppmätta halter över tid.

6.4 Laboratorieanalyser porluft

I tre av nio provpunkter har klorerade alifatiska kolväten detekterats i porluften. I en provpunkt (NC1707) har triklloreten detekterats och i tre punkter (NC1707, NC1708, NC1709) har tetrakloreten detekterats. De högsta halterna detekterades i provpunkt NC1707 och halterna avtar i nordlig riktning i NC1708 och NC1709.

Resultat av laboratorieanalyser presenteras i **bilaga 6b**. I **bilaga 7b** återfinns originalrapporter från ALS Scandinavia AB.

6.5 Laboratorieanalyser träd

Inga halter av klorerade alifatiska kolväten (inklusive vinylklorid) har detekterats i de analyserade trädproverna.

Resultat av laboratorieanalyser presenteras i **bilaga 6c**. I **bilaga 7c** återfinns originalrapporter från ALS Scandinavia AB.

7 Föroreningssituation

7.1 Aktuella föroreningshalter

För den fördjupade riskbedömningen avses detekterade maxhalter inom undersökningsområdet att användas som representativ halt. Halterna presenteras i tabell 7.1.

Tabell 7.1 – Representativa halter (maxhalter), vattenlöslighet och koncentrationsgräns i vatten för risk att fri fas kan förekomma ($[C]_{\text{fri fas}}$, Naturvårdsverket 2007) av tetrakloreten och dess nedbrytningsprodukter som påträffats i grundvatten.

KLORERADE KOLVÄTEN	Provpunkt	Maxhalt ($\mu\text{g/l}$)	Löslighet _{aq} ($\mu\text{g/l}$)	$[C]_{\text{fri fas}}$ ($\mu\text{g/l}$)
tetrakloreten	NC1701	803	150 000	1500
trikloreten	NC1701	80	1 100 000	11 000
trans-1,2-dikloreten	NC1701	4	6 300 000	63 000
Cis-1,2-dikloreten	G25A	118	3 500 000	35 000
summa 1,2-dikloreten	G25A	119	400 000	4000
vinylklorid	NCGV1605	5	2 700 000	27000

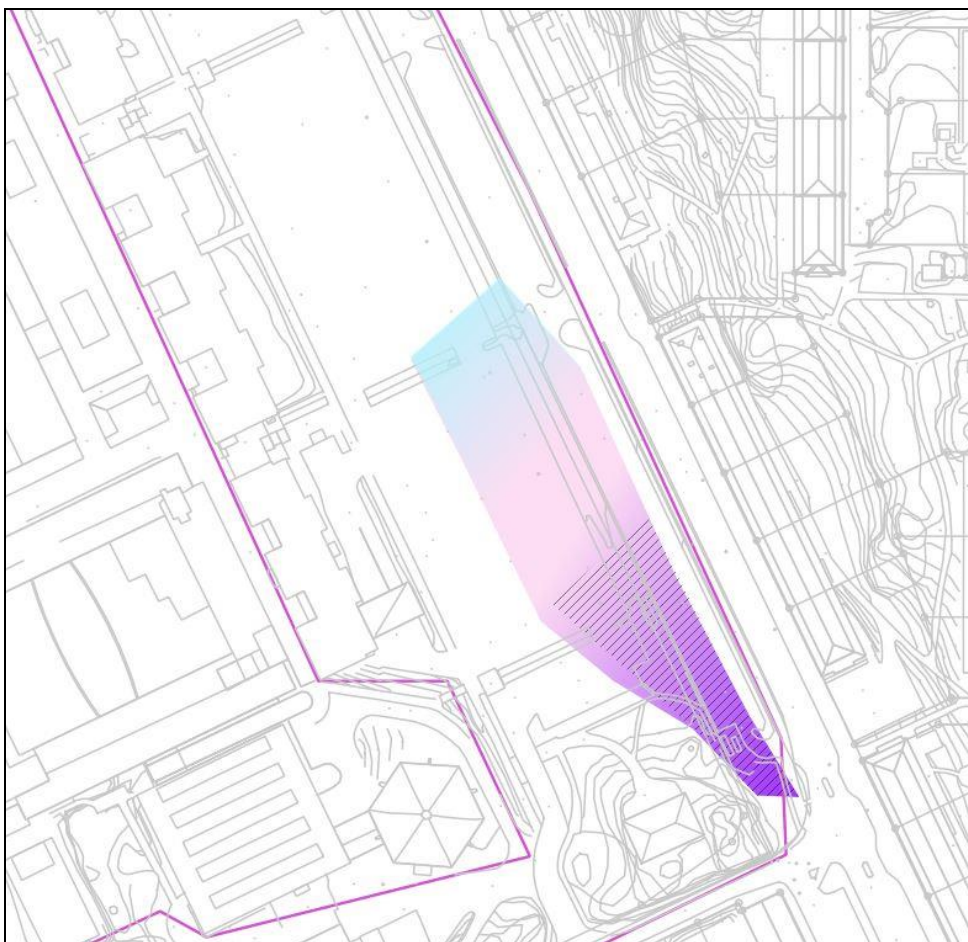
Enligt Naturvårdsverket (2007) kan en halt av lösningsmedel i grundvatten ($[C]_{\text{fri fas}}$) överstigande 1% av ett ämnes löslighet indikera på att fri fas av ämnet förekommer i dess närområde. Samtliga analyserade maxhalter som förekom av tetrakloreten och dess nedbrytningsprodukter understeg $[C]_{\text{fri fas}}$. För tetrakloreten var $\text{maxhalten}/[C]_{\text{fri fas}}$ 0,54 vilket indikerar att det sannolikt inte förekommer fri fas och att ett källa med frifas inte finns i närområdet.

7.2 Utbredning i plan

Den detekterade föroreningen i grundvatten inom detaljplaneområdets sydöstra del är avgränsad i väst, nordväst och öst. Avtagande halter av tetra- och trikloreten har även påvisats i nordlig riktning. Tetra- och trikloreten har även detekterats i porluftsprover i den sydöstra delen av planområdet med avtagande halter i nordlig riktning. I trädprover har inga halter av klorerade alifatiska kolväten detekterats.

Då detta innebär att inga halter har påträffats i de punkter där den högsta halten av tetra- och trikloreten detekterats kan inte övriga trädprover användas för att påvisa någon avgränsning av föroreningen.

En uppskattad utbredning av detekterade föroreningar visas i **figur 7.1**. I figuren illustreras dominerande klorerade alifatiska kolväten i grundvatten; tetra- och trikloreten (lila), dikloreten (rosa) och vinylklorid (blått). I den sydöstra delen av planområdet domineras föroreningen av tetra- och trikloreten. Halterna minskar med grundvattnets strömningsriktning varpå halter av dikloreten och slutligen vinylklorid ökar.



Figur 7.1 – Utbredning av klorerade alifater i grundvatten (färg) och porluft (raster). Dominerande halt av tetra- och trikloreten (lila), dikloreten (rosa) och vinylklorid (blått) illustreras. Område markerat med raster avser de område där tetra- och trikloreten har detekterats i porluft.

7.3 Representativa halter i porluft

Klorerade alifater inom Gibraltarvallen antas i första hand spridas från ett källområde i/till grundvattnet varpå en avgång till porgas sker. Dominerande halter i porgas är tetrakloreten (NC1707) och trikloreten (NC1707, NC1708, NC1709). Inga halter av dikloreten eller vinylklorid har detekterats i porgasen. I marken begränsas gasernas framkomlighet genom den barriär som lerlager och fyllnadsmassor skapar. Porgasens avgång till atmosfärsluft påverkas även av mer eller mindre täta skikt ovan mark så som gräs, asfalt och byggnad. För att avgöra vilka halter i porluft som är möjliga vid fri rörlighet mellan grundvatten och porluft har beräkningar utförts.

Spridningsberäkningar av tetra-, tri-, dikloreten samt vinylklorid från grundvatten till porluft har utförts i enlighet med Naturvårdsverkets metodik (2016). Halter av klorerade alifater i porluft har beräknats med hjälp av Henrys lag (ekv 1) där $[C]_{\text{porluft-b}}$ avser halt i luften, H är Henrys konstant och $[C]_w$ är koncentrationen i grundvattnet.

$$[C]_{\text{porluft-b}} = H * [C]_w \quad (\text{ekv 1})$$

Indata till och resultat av beräkningar presenteras tillsammans med uppmätta halter i **tabell 7.2**.

KLORERADE KOLVÄTEN	H	Maxhalt [C]_w	Beräknad [C]_{porluft-b}	Uppmätt [C]_{porluft}
<i>enhet</i>	-	<i>µg/l</i>	<i>mg/m³</i>	<i>mg/m³</i>
<i>tetrakloreten</i>	0,724	803	581	28,3
<i>trikloreten</i>	0,403	80	32,2	0,226
<i>summa 1,2-dikloreten</i>	0,383	119	45,6	Ej detekterad
<i>vinylklorid</i>	1,14	5	5,7	Ej detekterad

Tabell 7.2 – Henrys konstanter (enhetslös), uppmätta maxhalter (maxhalter) i porluft, beräknade halter porluft och i inomhusluft samt riktvärde för kloretenföreningarna i luft.

Beräknade halter i porluft överstiger uppmätta halter. I enlighet med försiktighetsprincipen bedöms därför beräknade halter i porluft att vara styrande för riskbedömningen.

Koncentrationen av klorerade alifater i porgas kan dock aldrig direkt jämföras med koncentrationen i inomhusluften. Det finns barriärer och utspädnings effekter som ger att koncentrationerna alltid blir betydligt lägre inomhus jämfört med porgaserna. I

Naturvårdsverkets transportmodell används en faktor på 1/6000 vid beräkning av senariot *Känslig markanvändning* (boende). Dock kan utspädningsfaktorn variera med flera storleksordningar beroende på byggnadens beskaffenhet. Ett konservativt scenario definierat av US-EPA påvisar en relation mellan halter av klorerade alifater uppmätta i porluft och i inomhusluft med en faktor 10 men visar även på exempel med upp till 1300 i utspädningsfaktor (US-EPA 2002).

En jämförelse av beräknade halter av tetrakloreten och dess nedbrytningsprodukter i porluft presenteras tillsammans beräknade utspädda koncentrationer i inomhusluft (där $[C]_{\text{inomhusluft-KM}}$ utgår från att porgashalten späds med 6000 gånger och $[C]_{\text{inomhusluft-crit}}$ att halten späds 10 gånger) presenteras tillsammans med riktvärden från WHO och Livsmedelsverket (AFS NGV) i **tabell 7.3**.

Tabell 7.3 – Uppmätta maxhalter (maxhalter) i porluft, beräknade halter porluft och i inomhusluft samt riktvärde för kloretenföreningarna i luft.

KLORERADE KOLVÄTEN	Beräknad $[C]_{\text{porluft-b}}$	Beräknad $[C]_{\text{inomhusluft-KM}}$	Beräknad $[C]_{\text{inomhusluft-crit}}$	WHO riktvärde	AFS NGV 8 tim
<i>enhet</i>	<i>mg/m³</i>	<i>mg/m³</i>	<i>mg/m³</i>	<i>mg/m³</i>	<i>mg/m³</i>
<i>faktor</i>	-	1/6000	1/10	-	-
<i>tetrakloreten</i>	581	0,0968	58,1	0,25	70
<i>trikloreten</i>	32,2	0,00537	3,22	0,023	50
<i>Σ 1,2-dikloreten</i>	45,6	0,0076	4,56	0,2	20
<i>vinylklorid</i>	5,7	0,0095	0,57	-	2,5

Den analyserade maxhalten av tetra- och trikloreten i porgasen överstiger WHO:s riktvärde för luftkvalitet inomhus. Beräknad halt i inomhusluften $[C]_{\text{inomhusluft-crit}}$ överstiger även denna WHO:s riktvärde för luftkvalitet inomhus. De beräknade halterna för Naturvårdsverkets scenario *Känslig markanvändning* inomhus understiger samtliga applicerade riktvärden.

8 Problembeskrivning

8.1 Riskbedömningens syfte och avgränsning

Risk kan uttryckas som *sannolikheten för* och *konsekvensen av* en händelse som kan medföra skada på specifika skyddsobjekt (exempelvis människors hälsa eller miljön) enligt Naturvårdsverkets rapport 5977 (2009). För att ett förorenat område skall utgöra en risk krävs en föroreningskälla där föroreningen är tillgänglig eller kan transporteras till platser där människor eller miljön kan exponeras. För att en faktisk risk skall föreligga måste exponeringen vara av sådan omfattning att den kan ge upphov till en negativ effekt på ett skyddsobjekt. Enbart förekomsten av en förorening är således inte automatiskt en risk för negativ påverkan.

Förändringen av detaljplanen på Gibraltarvallen avser byggnation av bostäder inom området. Markanvändningen kommer då att förändras från att i dagsläget användas av människor under en viss tid till att avse användning på heltid. För klorerade alifatiska kolväten är de viktigaste spridnings- och exponeringsvägarna intag av dricksvatten samt inandning av ångor (Naturvårdsverket, 2007). Inget dricksvattenuttag görs inom eller i närheten av området. Den främsta identifierade hälsoriskerna avseende klorerade alifater i området bedöms därför vara inandning av ånga. Denna exponeringsväg blir därmed begränsande och riskbedömningen fokuserar främst exponering via inandning av ånga. Intag via växter beaktas även.

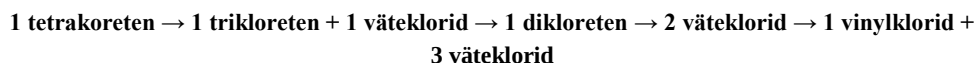
Syftet med riskbedömningen är att uppskatta vilka risker en föroreningssituation innebär om markanvändningen förändras till att innefatta bostäder och om det föreligger en risk, hur mycket den behöver reduceras för att det inte ska uppkomma oacceptabla effekter på människors hälsa. Riskbedömningen innefattar inte analys av halternas påverkan på miljö och naturresurser.

8.2 Aktuella föroreningsparametrar

Klorerade alifatiska kolväten, även kallat klorerade lösningsmedel, var förr vanligt förekommande i industriella verksamheter på grund av dess goda fettlösande egenskaper. Restriktioner och förbud har lett till en minskning av användandet sedan 1970-talet (Naturvårdsverket, 2007). Samlingsbegreppet klorerade alifatiska kolväten innefattar kloreter, kloreteraner och klormetaner. Både de högst klorinerade och dess nedbrytningsprodukter har använts som rå- och insatsvaror i olika industriella processer. Triklormetan (även kallat kloroform) är ett lösnings- och extraktionsmedel om använts som laboratoriekemikalie. Vid kemtvätsverksamhet har tetrakloreten varit vanligt förekommande medans trikloretan och trikloretan framförallt användes vid metallavfettning (Naturvårdsverket, 2007). På grund av nedbrytningsprocesser påträffas både den

initiala processkemikalien och dess nedbrytningsprodukter i anslutning till platser där verksamheter som använt klorerade alifatiska kolväten varit belägna.

Naturlig nedbrytning av klorerade alifater i jord och grundvatten sker främst genom mikrobiella processer och är vanligast i anaeroba miljöer (Naturvårdsverket, 2007). Vid nedbrytning (deklorinering) av ämnet, bildas väteklorid. Nedbrytning av tetrakloreten visas schematiskt nedan:



Klorerade alifatiska kolväten har varierande fysikaliska och kemiska egenskaper. Molekylernas symetri och antalet kol- och kloratomer avgör vilken polaritet som erhålls och därmed hur hydrofobiciteten varierar dvs fettlösligheten. Densiteten är större än för vatten utom för de små monoklorerade varianterna som har lägre densitet än vatten. Monoklorerade alifatiska kolväten uppträder vid normal omgivningstemperatur som gas (Naturvårdsverket, 2007) och kokpunkten ökar med antalet kloratomer. Omvänt ökar ångtrycket med minskat antal kloratomer dvs att monoklorerade kolväten lättare förångas än tetraklorerade kolväten. Detta innebär att till exempelvis tetrakloreten kan påträffas i fri fas vid berggrundens yta och efter nedbrytning till vinylklorid avgå till omgivningen som gas.

Klorerade alifatiska kolväten (lösningsmedel) bedöms av Naturvårdsverket (1999) ha en *mycket hög farlighet*. Enligt bedömningskriterierna i förordningen om klassificering, märkning och förpackning dvs CLP-förordningen (EC) 1272/2008 bedöms de klorerade alifaterna som både hälso- och miljöstörande med risk för cancerogena och mutagena effekter varför de även uppfyller kriterierna för CMR (cancerogena, mutagena och reproduktionsstörande) ämnen.

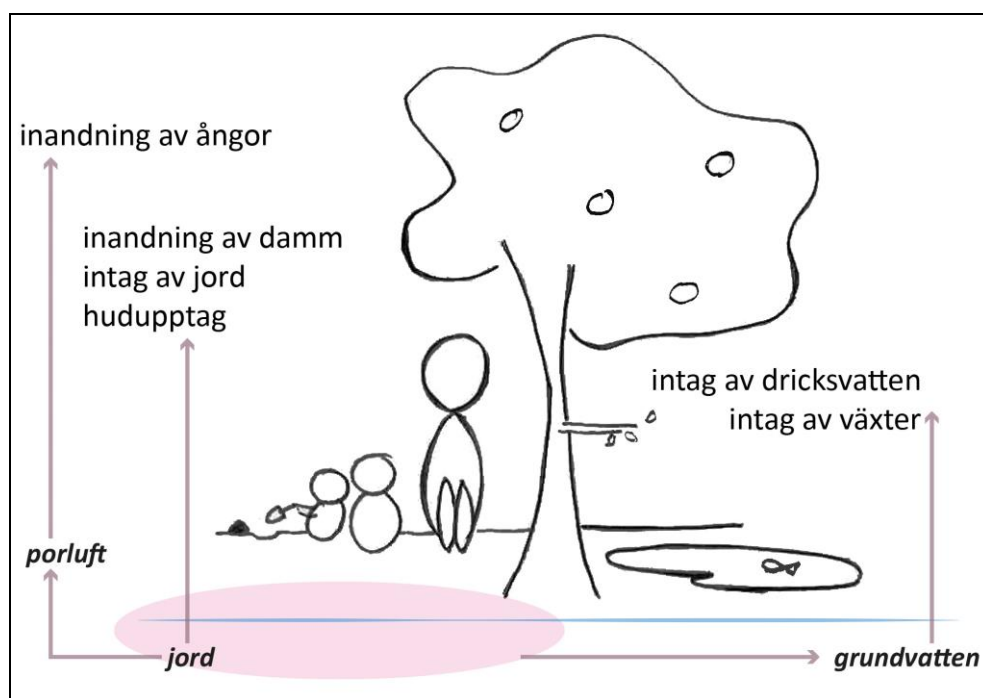
8.3 Skyddsobjekt och exponeringsvägar

Följande skyddsobjekt har identifierats för området:

- Människor (barn och vuxna) som vistas inom området under visstid (yrkesverksamma och besökare)
- Människor (barn och vuxna) som vistas inom området under heltid (boende)
- Djur som vistas inom området
- Markmiljön i området
- Grundvatten som naturresurs, ej dricksvatten

Skyddsobjekt som människor och djur kan exponeras för föroreningar bland annat genom intag av förorenat vatten (grund- och ytvatten), inandning av ånga eller damm, intag av jord, intag genom huden eller intag av växter. Avseende grundvatten som en naturresurs sker exponering genom spridning.

Skyddsobjekten och exponeringsvägar illustreras i **figur 7.1**.



Figur 8.1 – Skyddsobjekt som kan finnas inom Gibraltarvallen och exponeringsvägar.

Föreliggande fördjupade riskbedömning avser endast att utreda en eventuell risk för människors hälsa vid byggnation av bostäder inom planområdet och det förstnämnda skyddsobjektet, *boende inom området* beaktas därför enbart. Skyddsobjektets mest kritiska exponeringsvägar bedöms vara *inandning av ånga* följt av *intag av växter*. Ingen specifik riskbedömning avseende visstidsvistelse (yrkesverksamma och besökare) inom område utförs då en heltidsvistelse i detta fall bedöms vara styrande. Intag av växter som odlas på platsen bedöms som minimal varför inandning av ånga helt dominerar exponeringsvägen i riskbedömningen.

8.4 Framtidsscenarier

Riskbedömningen avser ett scenario där det primära skyddsobjektet inom området är människor boende inom området (heltidsvistelse) och den främsta kritiska exponeringsvägen är genom inandning av ånga. För att framtidsscenario skall innebära en än större risk än vid den planerade markanvändningen innebär det att en förändring av exponeringsvägar eller föroreningshalter måste ske.

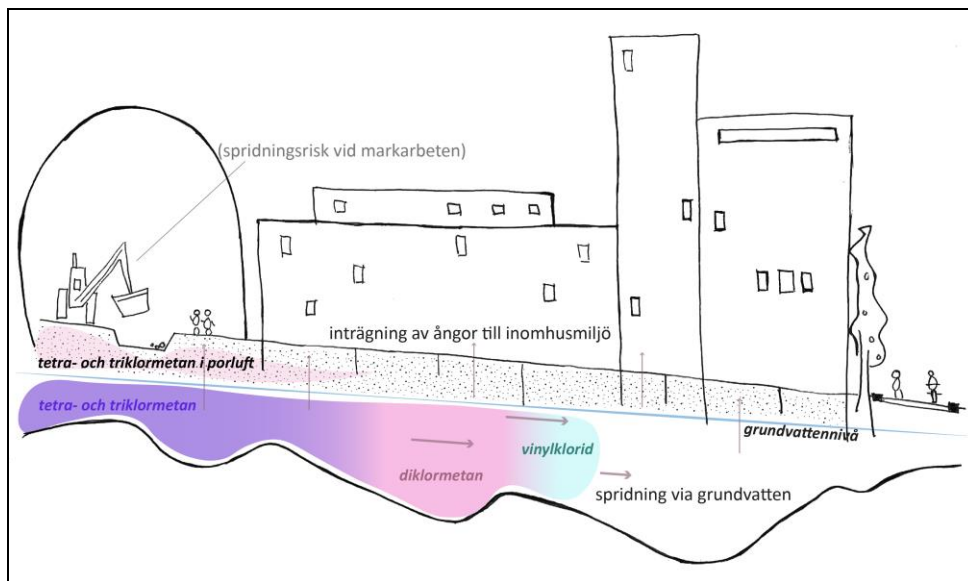
En negativ förändring av exponeringsvägar skulle utvecklas genom att ett grundvattenuttag för dricksvatten etableras inom området, detta bedöms dock inte som troligt. På liknade sätt kan odling av växter för oralt intag bli aktuellt. Teoretisk skulle ett upptag kunna ske i växter för konsumtion men bevattning sker då troligtvis genom regnvatten samt tappvatten från det kommunala ledningsnätet varför risken antas bli försumbar.

Ett scenario att beakta är de förutspådda klimatförändringarna. SMHI:s prognos för nederbörden som ett resultat av klimatförändringen tyder på att Sverige får en ökad nederbörd med cirka 10-15 procent i ett medelsscenario för åren 2071-2100 (SMHI, 2017). En ökad nederbörd kan innebära förhöjda grundvattennivåer. Förhöjda grundvattennivåer innebär i sin tur en större utspädning av klorerade alifater i vatten samt att förorenat grundvatten påträffas närmare husgrunder än tidigare. Att detta skulle ha en betydande inverkat på halter i inomhus luft bedöms dock inte som troligt eftersom den mest kritiska faktorn för spridning av klorerade alifater är via inträngning och diffusion av gaser genom byggnadens grundläggningskonstruktion.

Den främsta förändringen av riskerna för framtiden bedöms vara genom föroreningsspridning. Då källan av föroreningen inte har identifierats finns det en möjlighet att än högre halter av klorerade alifater kommer att spridas till området. Provtagning av halter i grundvattnet har utförts under fyra månader, inga direkta förändringar som påvisar ökade halter över tid har kunnat konstateras, inte heller någon förändring i koncentrationer i vatten i relation till månadernas medeltemperatur. Dock är dessa mätningar endast utförda under en kort tid, begränsat till vissa årstidsfaktorer och en förändring av halterna över tid går ej att utesluta.

8.5 Konceptuell modell

Vid utförda undersökningar av klorerade alifater i grundvatten inom planområdet har det primära förorenade mediet identifierats till grundvatten. Höga halter av tetra- och trikloreten har påträffats i grundvatten i sydost, följt av dikloreten längre norr ut och slutligen påträffas nästan enbart halter av vinylklorid längst norr ut. I **figur 8.2** illustreras hur den påträffade föroreningen av klorerade alifater i grundvatten och porluft sprids inom Gibraltarvallen.



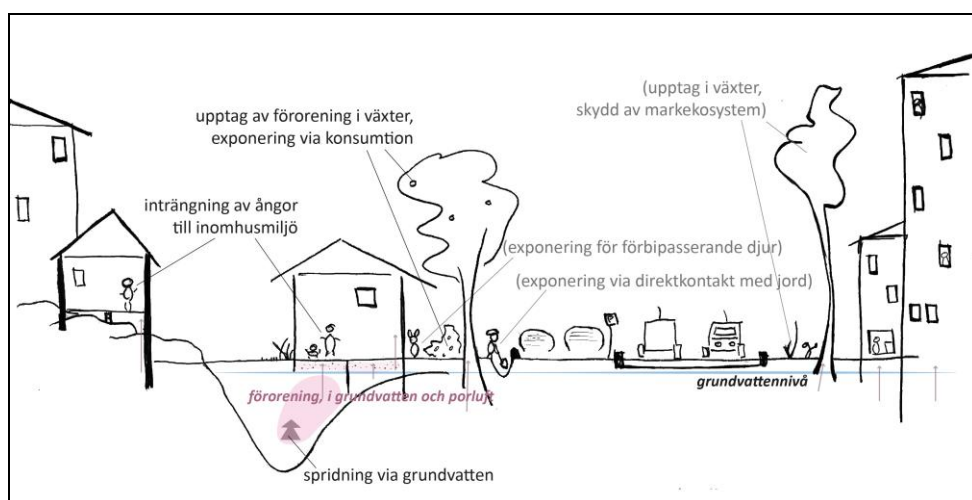
Figur 8.2 – Detekterad förorening och spridningsvägar, tvärsnitt nord till syd inom Gibraltarvallen..

Från grundvattnet sprids klorerade alifater till porluft i marken. Vid mätningar i porluft har tetra- och trikloreten detekterats i de sydöstra delarna av planområdet. Halterna i porluft korrelerar med uppmätta halter av tetra- och trikloreten i grundvatten. Någon markant skillnad mellan borrhöjningar och djup till berggrund har inte identifierats i de punkter där halter av klorerade alifater detekterats i porluft och i grundvatten. Att halterna av tetra- och trikloreten i porluft minskar i nordlig riktning bedöms därför bero på de minskade halterna i grundvattnet och inte vara på grund av skillnader i spridningsmöjligheter (så som till exempel ett varierande tjockt, tätt lerlager). Någon annan nedbrytningsprodukt till tetrakloreten har inte detekterats i porluft. Det föreligger dock sannolikt en risk att till exempel även vinylklorid kan spridas till porluft.

Risker för spridning, som ej utreds djupare i föreliggande riskbedömning, kan även föreligga vid framtida markarbeten då spridningsvägar skapas från grundvattnet till luften. Dessa risker bör tas i beaktande vid riskbedömningar inför entreprenad.

Från porluft kan klorerade alifater i gasfas transporteras från mark och in i byggnader genom otätheter och genomföringar i bottenplattan, genom själva bottenplattans material samt via friskluftsintag. Utspädningen av föroreningen från mark, genom utomhusluft och in i ventilationssystem bedöms vara så stor att en skadlig halt inte bedöms som trolig. För att inträngning av ånga till byggnader inte skall ske kan byggnadstekniska lösningar användas för att reducera riskerna.

I **figur 8.3** illustreras hur skyddsobjektet människor exponeras för föroreningar. Samtliga skyddsobjekt och exponeringsvägar illustreras i bilden, de som bedömts som beaktansvärda visas med markerade pilar och fetmarkerad text, ej beaktansvärda exponeringsvägar är markerade med parentes.



Figur 8.3 – Konceptuell modell. Spridning, exponeringsvägar och skyddsobjekt. Exponeringsvägar inom parentes bedöms ej som beaktansvärda.

De undersökningar som hittills har utförts på Gibraltarvallen sammanvägt med teoretiska bedömningar av föroreningsspridning indikerar på att en föroreningskälla påträffas sydost om detaljplaneområdet. Detta utesluter tidigare potentiella källorna, Chalmers mekaniska laboratorieverkstäder och Chalmers motorklubb. Den kemtvätt som friskrivits från misstanke om tidigare förorenande verksamhet avseende tetrakloreten bedöms i nuläget som en trolig källa till den identifierade föroreningen inom undersökningsområdet. Alternativt en ännu ej identifierad källa.

9 Riskbedömning

9.1 Risk för fortsatt spridning i grundvattnet

Inom undersökningsområdet har en förorening av klorerade alifater påträffats och då främst tetrakloreten och dess nedbrytningsprodukter tri- di- och monokloreten (vinylklorid). Vid bedömning av resultaten av grundvattenanalyserna återfinns de högsta halterna av tetrakloreten i sydöstra hörnet mot den tidigare kemptvätten (se figur 7.1). Maxhalten i grundvattnet för tetrakloreten var 54% av gränsen för att fri fas kan finnas i närområdet. Det är högst sannolikt att risken för fri fas ökar med minskat avstånd till den ursprungliga källan.

De utsläpp som ger upphov till den identifierade föroreningen gjordes sannolikt senast för flera 10-tals år sedan. Föroreningsplymen i grundvattnet sträcker sig drygt 200 meter inom det undersökta området. Detta är enligt Naturvårdsverket (2007) typisk storlek på en föroreningsplym med klorerade alifater som observerats från andra undersökningar.

Nedbrytningen från tetrakloreten till de andra kloreten specierna sker via biologiska processer i anaerob miljö och tar flera 10-tals år. Anaeroba mikroorganismer har normalt en långsam metabolism och detta i kombination med svårigheter att bestämma halveringstid för ämnena i grundvatten och jord resulterar i osäkerheter i tidsuppskattningar för processerna. Det kan dock antas som sannolikt att föroreningen spridit sig 200-250 meter från ursprungskällan under 30-40 års tid och att nedbrytning skett anaerobt i markmiljön under tiden. Nedbrytningsprodukterna tri-, di och monokloreter är mer mobila i vatten och mark jämfört med tetrakloreten på grund av större vattenlöslighet och en högre lättflyktighet.

En fortsatt spridning och nedbrytning av tetrakloreten och dess nedbrytningsprodukter kan antas som sannolikt eftersom källan till föroreningen inte helt klarlagts.

9.2 Risk för människors hälsa

Den huvudsakliga risken för exponering av klorerade alifater har identifierats som inandning av ånga inomhus. Enligt Naturvårdsverkets transportmodell sker normalt en utspädning med 600000 gånger från porluft till utomhusluft och med 6000 gånger från porluft till inomhusluft. I studier på reell utspädning mellan luft under bottenplattan och inomhusluft (US-EPA, 2002) kunde en utspädning på mellan 9 och 1300 gånger observeras. Om en konservativ utspädning på 10 gånger används så överstiger de beräknade halterna i inomhusluften riktvärdena som finns framtagna av WHO för tetrakloreten med 11 gånger och för triklloreten i nivå med riktvärdet. Med utgångspunkt i de uppmätta porgashalterna krävs att porluften späds ut minst 11 gånger för att halten av den mest begränsande parametern inte skall utgöra en risk.

För de beräknade porluftshalterna från grundvattenanalyserna överstiger de kritiska halterna i inomhusluften riktvärdena från WHO med 230 gånger för tetrakloreten, triklloreten 140 gånger samt diklloreten 23 gånger. Med utgångspunkt i de uppmätta porgashalterna krävs att porluften späds ut minst 230 gånger ytterligare för att halten av den mest begränsande parametern inte skall utgöra en risk.

Beräknat en konservativ standardspädning på 10 gånger krävs ytterligare en spädning på 230 gånger för att klara WHO:s riktvärden för luftkvalitet inomhus. Totalt krävs en utspädning från porluft till inomhusluft på 2300 gånger. Enligt Naturvårdsverkets transportmodell och scenariot för känslig markanvändning används 6000 gånger spädning mellan koncentrationen i porgas och inomhusluft i en byggnad. Det uppmätta och beräknade halterna för inomhusluft ligger under WHO:s riktvärde om Naturvårdsverkets utspädningsfaktor på 6000 gånger används.

Det finns osäkerheter i data och underlag som innebär att en något större riskreduktion än 2300 gånger utspädning kan krävas i realiteten. Skillnaden mellan 2300 i beräknad utspädning och 6000 gånger utspädning enligt Naturvårdsverket antas tillräcklig för att en tillräcklig säkerhetsmarginal kan fås.

9.3 Behov av riskreduktion

Den konservativa beräkningen av de halter som kan uppkomma i inomhusluften visar att det krävs en minskning i koncentration på ytterligare 230 gånger med avseende på halterna i grundvatten och 11 gånger med avseende på de uppmätta halterna i porgas. Schaktarbete kommer att utföras vid byggnation inom området

varför byggnadernas bottenplattor kommer närmare dagens grundvattenyta. Byggnadens konstruktion måste utformas för att klara en utspädning på minst 2300 gånger för att luftkvaliteten ska hamna i nivå med WHO:s riktvärde på luftkvalitet.

Eftersom det finns uppmätta halter av klorerade alifater i porgasen som kräver 11 gånger utspädning för att kraven på luftkvalitet WHO kriterer ska klaras krävs det att byggnadens konstruktion kan garantera en utspädning för att kraven ska klaras samt med en säkerhetsmarginal påslaget. Det är tydligt att den beräknade koncentrationen från grundvattnet blir den begränsande risken för spridning till byggnadens inomhusmiljö.

Det finns en risk att människor kan exponeras av klorerade alifater i inomhusluften genom intag av ångor. Byggtekniska åtgärder kan vidtas för att minska risken till acceptabla nivåer. Förslag på åtgärder kan vara att täta grundläggningen och grundmurar mot diffusion och inträngning av gas. En radonsäker konstruktion är ofta tillräcklig för att minska risken för inträngning och exponering av hälsoriskerna. Andra åtgärder kan även vara att installera gasdränering i byggnadens grundläggning. Gaser som radon och klorerade alifater leds då via gasdräneringen till avluftningsdon utanför huskropparna. Här finns även alternativ med installation av aktiv ventilation att tillgå.

10 Slutsatser och rekommendationer

Den fördjupade undersökningen av förekomsten av klorerade alifater inom planområdet på Gibraltarvallen har resulterat i följande slutsatser och rekommendationer:

- Klorerade alifater har detekterats i grundvatten och porgas inom undersökningsområdet och det föreligger en tydlig risk att luftkvaliteten inomhus kan påverkas.
- Riskreducerande åtgärder för att minska risken för inträngning av klorerade alifater kommer krävas om byggnader för bostadsändamål ska uppföras.
- Byggnadernas konstruktion måste klara en utspädning av koncentrationen av klorerade alifater mellan markens porgas och byggnadens inomhusluft med 2300 gånger för att riktvärdena för luftkvalitet i inomhusluft från ska klaras.

- Byggnation med radonsäker konstruktion och alternativt i kombination med ett gasdräneringssystem kan vara tillräcklig åtgärd för att minimera hälsoriskerna.
- Samtliga markarbeten inom aktuellt område skall betraktas som anmälningspliktig verksamhet enligt förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899), eftersom föroreningar tidigare påträffats på fastigheten (i grundvatten liksom jordmassor). En anmälan skall göras till aktuell tillsynsmyndighet (Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad) i god tid, minst 6 veckor, innan eventuella markarbeten påbörjas. Tillsynsmyndigheten skall även informeras om resultatet från den nu genomförda undersökningen.

Norconsult AB
Miljö och Säkerhet



Rebecka Olsén
rebecka.olsen@norconsult.com



Mikael Theorin
Mikael.theorin@norconsult.com

\\norconsultad.com\dfs\sweg\göteborg\in-data\105\04110504476 leverans\04 färdig handling (inkl pm)\fördjupad undersökningfördjupad undersökning avseende förekomst av klorerade alifatiska kolväten gibraltarvallen göteborg.doc

Referenser

Arbetsmiljöverket, 2015. *Hygieniska gränsvärden Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS 2015:7.*

Naturvårdsverket, 2007. *Kunskapsprogrammet Hållbar sanering. Klorerade lösningsmedel - identifiering och val av efterbehandlingsmetod.* Rapport 5663. Publicerad 2007.

Naturvårdsverket, 2009. *Riskbedömning av förorenade områden. En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning* Rapport 5977.

Naturvårdsverket, 2016. *Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning.* Rapport 5976. Publicerad 2009, Bilagor uppdaterade 2016.

Norconsult, 2014. *PM Miljöteknisk markundersökning på Gibraltarvallen och delar av Chalmers, Göteborg.* Uppdragsnr. 1033041. 2014-12-12.

Norconsult, 2016a. *Gibraltarvallen, Göteborg. Arkivstudie och preliminär provtagningsplan.* Uppdragsnr. 1042690. 2016-06-03.

Norconsult, 2016b. *Gibraltarvallen, Göteborgs kommun. Kompletterande miljöteknisk markundersökning.* Uppdragsnr. 1042690. 2016-08-28.

Norconsult, 2016c. *Provtagningsplan. Kompletterande undersökning avseende förekomst av klorerade kolväten Gibraltarvallen, Göteborg.* Uppdragsnr. 1043667. 2016-11-11.

Norconsult, 2017a. *Kompletterande miljöteknisk markundersökning avseende förekomst av klorerade alifatiska kolväten. Gibraltarvallen, Göteborg.* Uppdragsnummer 104 36 67. 2017-02-02.

Norconsult, 2017b. *Gibraltarvallen. Utökad historisk inventering.* Uppdragsnummer 1050447. 2017-04-10.

Norconsult, 2017c. *Gibraltarvallen. Provtagningsplan fördjupad undersökning.* Uppdragsnummer 1050447. 2014-04-19.

USEPA 2015. Risk Assessment Information System. Chemical Toxicity Values Chronical inhalation reference concentration (RfC).

WHO 2010. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. ISBN 978 92 890 0213 4.

RIVM, 2013. *Soil Remediation Circular 2013, version of 1 July 2013*.

SGU, 2016a. *Sveriges Geologiska Undersöknings digitala karttjänst*
Berggrundskarta www.sgu.se, 2016-11-03.

SGU, 2016b. *Sveriges Geologiska Undersöknings digitala karttjänst* Jordartskarta
www.sgu.se, 2016-11-03.

SMHI, 2017. SMHI Klimatscenarier. Online:

<http://www.smhi.se/klimat/framtidsklimat/klimatscenarier?area=swe&var=n&sc=r45&seas=ar&dnr=0&sp=sv&sx=0&sy=309>

#area=swe&dnr=99&sc=r45&seas=ar&var=n. 2016-03-30.



Norconsult AB

Theres Svensson gata 11

Box 8774, 402 76 Göteborg

031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10

www.norconsult.se