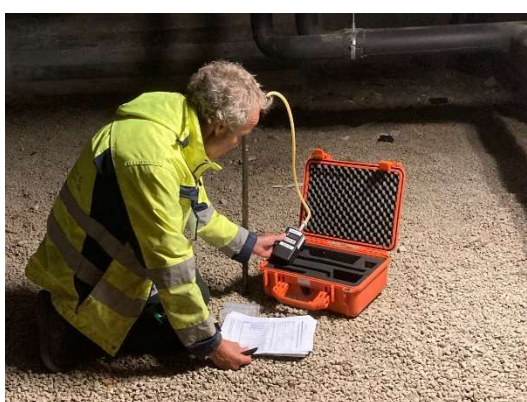


# RAPPORT

## Miljöteknisk undersökning

Kv. Läkaren 9, 11 m fl, Västerviks sjukhusområde

Kartläggning av föroreningar i markgas samt inomhusluft



 RAPPORT

Uppdragsansvarig:  
*Mats Hellman*  
[mats.hellman@bsv.se](mailto:mats.hellman@bsv.se)  
070-6208793

Handläggare  
*Mats Hellman*  
[mats.hellman@bsv.se](mailto:mats.hellman@bsv.se)

Handläggare/ granskare:  
*Annacarin Holm*  
[annacarin.holm@bsv.se](mailto:annacarin.holm@bsv.se)

Datum:  
2022-10-31, 2023-02-24, uppdat./kompl.2024-08-16

Projektnummer:  
(20)827703

bsv arkitekter & ingenjörer ab  
Järnväggsgatan 3, 331 37 Värnamo  
010-1300300  
[www.bsv.se](http://www.bsv.se)  
org.nr 556682-6573

## Innehållsförteckning

<b>0. SAMMANFATTNING</b> .....	<b>3</b>
<b>1. UPPDRAG</b> .....	<b>4</b>
<b>2. SYFTE OCH UPPLÄGG PÅ UNDERSÖKNINGAR</b> .....	<b>4</b>
DETALJPLANEFÖRSLAG.....	5
<b>3. BAKGRUND</b> .....	<b>6</b>
<b>4. OMGIVNINGSFÖRHÅLLANDEN</b> .....	<b>9</b>
LÄGE.....	9
TOPOGRAFI .....	9
GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN .....	10
GRUNDVATTENFÖREKOMST.....	10
DAGVATTEN TILL YTVATTENRECIPIENT.....	10
<b>5. MISSTÄNKT FÖRORENAD MARK OCH GRUNDVATTEN</b> .....	<b>11</b>
POTENTIellt FÖRORENADe OBJekt .....	11
MILJÖTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR.....	12
KLORERADe KOLVÄTEN I GRUNDVATTEN .....	13
<b>6. OM KLORERADe KOLVÄTEN</b> .....	<b>15</b>
KEMISKA OCH FYSIKALISKA EGENSKAPER.....	15
<i>Tetrakloreten TCE/ Perklloreten PCE</i> .....	16
<i>Hygieniska gränsvärden för lösningsmedel i luft</i> .....	16
<i>Riktvärden för organiska lösningsmedel i luft, hälsorisker (WHO o. US-EPA)</i> .....	17
SPRIDNINGSMEKANISMER FÖR KLORERADe KOLVÄTEN.....	17
KÄLLOMRÅDE OCH PLYM MED KLORERADe KOLVÄTEN .....	18
KÄNDA OMVANDLINGSPROCESSER OCH KEMISKA REAKTIONER .....	19
<b>7. UNDERSÖKNINGSMETODIK OCH STRATEGI</b> .....	<b>21</b>
PORgASMÄTNING/ KEMISK ANALYS AV MARKGAS .....	22
<b>8. PROV-/MÄTPUNKTER</b> .....	<b>23</b>
FOTODOKUMENTATION .....	24
<b>9. ANALYSPROGRAM</b> .....	<b>28</b>
<b>10. ANALYSRESULTAT PORgASMÄTNING, KEMISK ANALYS AV MARKGAS</b> .....	<b>29</b>
BEDÖMNING AV ANALYSDATA MARKGAS .....	32
<b>11. ANALYSRESULTAT LUFTMÄTNING I INOMHUSLUFT</b> .....	<b>34</b>
BEDÖMNING AV ANALYSDATA INOMHUSLUFT.....	37
<b>12. RISKBEDÖMNING, GASTÄTT BYGGNADSSÄTT</b> .....	<b>38</b>
<b>13. REKOMMENDATIONER</b> .....	<b>38</b>

### BILAGOR:

**Bilaga 1.** Resultatredovisning av kemiska analyser, Pegasuslab.-Eurofins, 2022-09-14, Rapport 19 sid.  
Analysresultat för porgasmätning/ kem.analys av markgas samt kem.analys av inomhusluft

# Miljöteknisk undersökning, Läkaren 9, 11 m fl, Västerviks sjukhusområde. Kartläggning av föroreningar i markgas samt inomhusluft

## 0. SAMMANFATTNING

Den miljötekniska undersökningen genomförs inom detaljplaneprocessen för kvarteret Läkaren 9 och 11 m fl, Västervik stad. Den nya detaljplanen syftar till att på ett hållbart sätt möjliggöra att Västerviks sjukhus utvecklas och förändras under närmaste tre decennier, i enlighet med de mål som formulerats i pågående arbete med lokalstrategiplanen LOST, Region Kalmar län.

Undersökningen utgör led i utredningar avseende risk för negativ hälso- och miljöpåverkan från tidigare kemtvätt (hantering av tetrakloreten) på Skeppet 4, söder om sjukhusområdet. Det förorenade objektet konstateras ligga i (delvis) uppströms riktning för grundvatten.

Utredningen består av 20 högkvalitativa kemiska analyser av luft; 12 prov-/mätpunkter för porgasmätning/ karakterisering av föroreningar i markgas samt 8 mätpunkter för luftmätning/ kemisk luftanalys i inomhusmiljöer; strategiskt utvalda mätpunkter i källare och kulvertar. Undersökningen fokuserar sig på klorerade kolväten och för inomhusluften kartläggs även klorerade nedbrytningsprodukter. I mätpunkter inomhus med närhet till oljehantering, har som tillägg kontrollerats oljeämnen i luft.

Markgasens kemiska status analyseras genom luftpump och provkolonn ansluten till nedslagen sond/ spjut i mark vid underkulvertar under befintliga byggnader samt strategiska lägen omkring byggnader. Intagshålen för den inpumpade markgasen motsvarar 0,4-0,5 m djup.

I markgasen konstateras generellt låga halter tetrakloreten och trikloreten -de ämnen som förekommer mest i grundvattenanalyser i den västsydvästra delen av sjukhusområdet. *Ett viktigt undantag förekommer: Vid prov-/mätpunkt L (underkulvert) vid den södra delen av Hus 12 noteras avvikande hög halt tetrakloreten i markgasen, men endast spårhalt trikloreten. Mät-punkten ligger nära rör B4 som uppvisar högst halt av klorerade kolväten i grundvatten*

Resultaten från porgasmätningen indikerar hur en föroreningsplym av f.d. kemtvätt-medel från den nedlagda verksamheten har transporterats söderifrån via grundvatten, under spårområdet. Grundvattenriktningen i området antas vara huvudsakligen mot nordnordost.

*Analysdata påvisar mycket låga till låga halter av klorerade kolväten i potentiellt exponerad inomhusluft.* Halt oljeämnen är relativt låg och medför inga behov av förebyggande skyddsåtgärder. Vid en jämförelse med kvalitetskrav för klorerade kolväten och oljeämnen i inomhusluft visar sig uppmätta halter, med stor betryggande marginal, klara samtliga mål- och riktvärden. Mät-punkt i källare i den södra delen av Hus 12 påvisar ingen mätbar halt tetrakloreten, trots närhet till prov-/mätpunkt L där undersökningen identifierat förorening i markgas.

I konceptuell hydrogeologisk beskrivning och riskbedömning för grundvattenförorening (Rapport Structor juni 2024) görs bedömningen att *"...föroreningar som finns i jordgrundvattnet inte kan orsaka problem för hälsorisker i inomhusluft."* Analysresultat från fältmätningar 2022 (denna rapport) vidimerar denna bedömning som följer av beräkningar av förhållanden vid ett eventuellt fullt grundvattenuttag i den östra delen av sjukhusområdet.

På längre sikt, då Hus 12 rivs (innan ny grundläggning), genomförs lämpligen en kompletterande miljöteknisk kartläggning i markområdet; porgasmätningar samt provtagning-laboratorieanalyser av jordlager djupt liggande jordgrundvatten.

# 1. Uppdrag

Miljöteknisk undersökning av sjukhusområdet, fastigheterna kv Läkaren 9 och 11 m fl, i centrala delarna av Västervik har utförts på uppdrag av Region Kalmar.

Kontaktperson: Susanna Köhlin, fastighetsstrateg vid Regionfastigheter.

[susanna.kohlin@regionkalmar.se](mailto:susanna.kohlin@regionkalmar.se)

Undersökningen utgör delutredning inom detaljplaneprocessen för Västerviks sjukhusområde. En ny detaljplan syftar till att på ett hållbart sätt möjliggöra att Västerviks sjukhus utvecklas och förändras under närmaste decennier, i enlighet med de mål som formulerats i pågående arbete med lokalstrategiplanen LOST. Detaljplanen omfattar sjukhusområdet i anslutning till de centrala delarna av staden, i söder avgränsat av järnvägen och i öster av Östra Kyrkogatan.

Syftet har varit att på olika sätt utröna eventuella risker för inläckage av klorerade kolväten och hur framtida byggnation bör utformas för att undvika försämrad luftkvalitet i inomhusmiljön. Provpunkter omkring byggnader samt under byggnader (underkulvertar med öppna markytor) ger indikation hur föroreningsplym med klorerade kolväten spridit sig inom olika zoner av sjukhusområdet - därmed viktig kunskap att ha med sig vid framtida rivning och uppförande av nya byggnader.

Inför planeringen av undersökningen har beställaren samt handläggare vid Samhällsbyggnadsenheten på Västerviks kommun informerats om principer för miljöutredningen. I tidigare skede miljöinspektör Susanne Martinsson och i senare skede Christer Ramström, planerare på Samhällsbyggnadsenheten.

Den miljötekniska undersökningen utgör underlag för genomförande av detaljplan för sjukhusområdet i Västervik. Strategi för kartläggning av markgas och inomhusluft har utgått ifrån fältinventering samt uppgifter från Jonas Lindgren 1:a linjens chef och Morgan Sjöberg driftingenjör vid Regionfastigheter. Information kring närliggande MIFO-objekt (potentiella föroreningskällor) har inhämtats från Länsstyrelsens EDH-databas med GIS-underlag.

## 2. Syfte och upplägg på undersökningar

Syftet med miljötekniska undersökningar har varit att utreda status inom nytt detaljplaneområde för Västerviks sjukhus, del av fastigheterna Läkaren 9 och 11 m fl. Den miljötekniska rapporten utgör underlag för en strategisk miljörådgivning i samband med kommande markarbeten/byggnationer efter genomförande av ny Lokalstrategi LOST samt ny detaljplan

Utredningen påvisar risk för negativ påverkan från historisk hantering med klorerade kolväten och om pågående föroreningsutbredning kan påverka utformningen på framtida byggnation. Högre halter av kontaminerad gasplym i marken innebär strängare krav; s.k. gassäkert byggnadssätt (jämför radonsäkert), i annat fall gäller s.k. gasskyddande (radonskyddande) byggnadssätt och utformning.

Den miljötekniska undersökningen omfattar;

1. 12 mätpunkter för porgasmätning, strategiskt placerade inom misstänkta markzoner. Provpunkter har fördelats över stora delar av sjukhusområdet, antingen i underkulvertar (öppna markytor under kulvertar) eller vid strategiska positioner omkring byggnader. Markgasens status analyseras genom luftpump och provkolonn ansluten till nedslagen sond/spjut i öppen mark. Intagshålen för den inpumpade markgasen motsvarar 0,4-0,5 m djup.

2. 8 mätpunkter för inomhusluftanalys, där det bedömts sannolikt att påverkad markgas kan ha trängt in genom grundplattan. Mätning har skett i kommunikationskulvertar samt källarlokalerna med syfte att klargöra högsta halter av klorerade kolväten i inomhusluft.

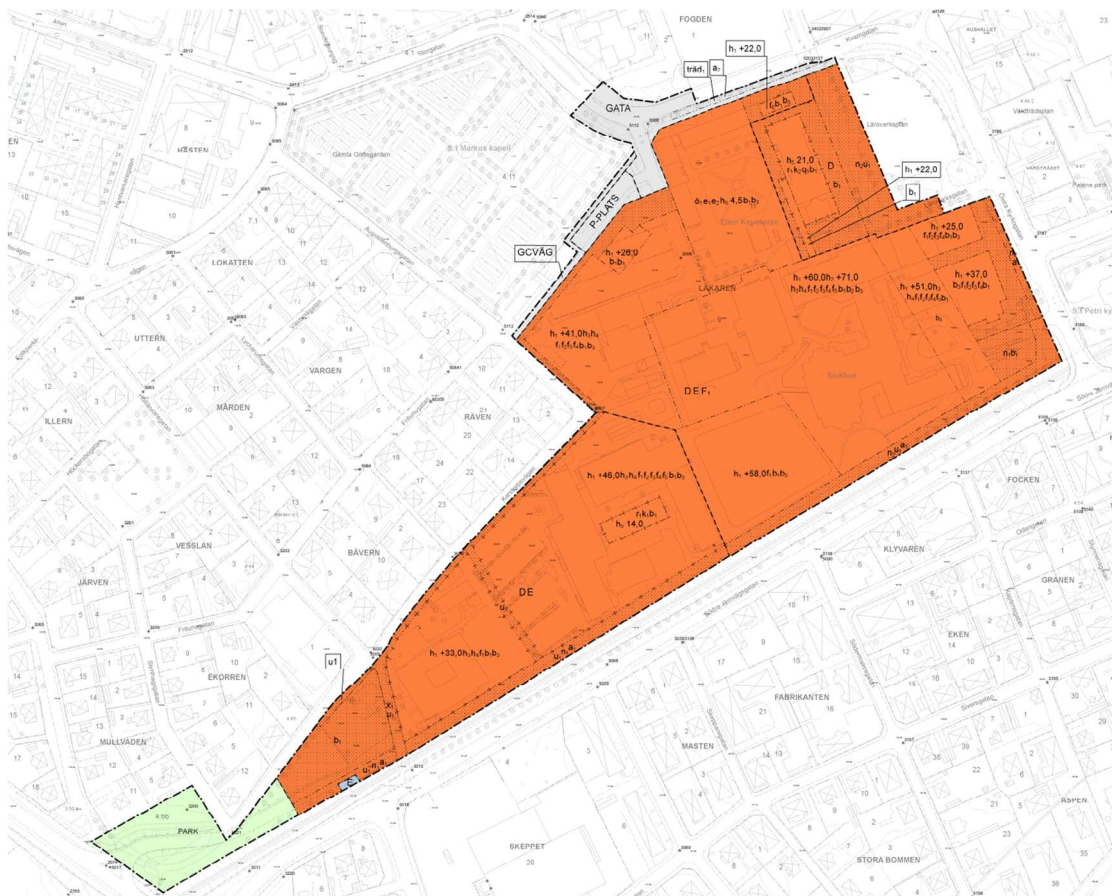
Urvalet av lägen för prov-/mätpunkter har genomförts i nära samarbete med driftstekniker för Regionsfastigheter vid Västerviks sjukhus.

Som förebyggande skyddsåtgärd för befintlig och framförallt planerad byggnation inom sjukhusområdet utförs högkvalitativ undersökning avseende inverkan av förorenade markgaser; mätning och analys av halt klorerade kolväten i markgas samt i inomhusluft i möjligt exponerade byggnadsdelar (kulvertar-källare). En konstaterad pågående föroreningsutbredning via grundvattenplym kan påverka utformning och (i viss mån) placering på framtida byggnation. Mätdata för klorerade kolväten i inomhusluft påvisar risker för icke lämpliga föroreningsnivåer och därmed behov av tätning vid ledningschakt, brunnar samt ökad ventilation/ spädning.

Luftmätningar i inomhusmiljön påvisar om det finns något behov av tätning vid ev. golvbrunnar eller ledningschakt samt möjlighet till förbättrad frånluftsventilation etc.

Utredningen omfattar inte kartläggning av grundvattenstatus och eventuella uttag från grundvattenrör/ borrar som utgör reservvattentäkt i den östra delen av sjukhusområdet. Omfattningen av framtida vattenuttag avgör behovet av kompletterande miljötekniska undersökningar. Det komplexa är att kunna bedöma/ beräkna i vilket utsträckning föroreningsplymer påverkas vid ett hypotetiskt framtida maxuttag i den östra delen av sjukhusområdet.

## Detaljplaneförslag



Figur 1: Plankarta över sjukhusområdet

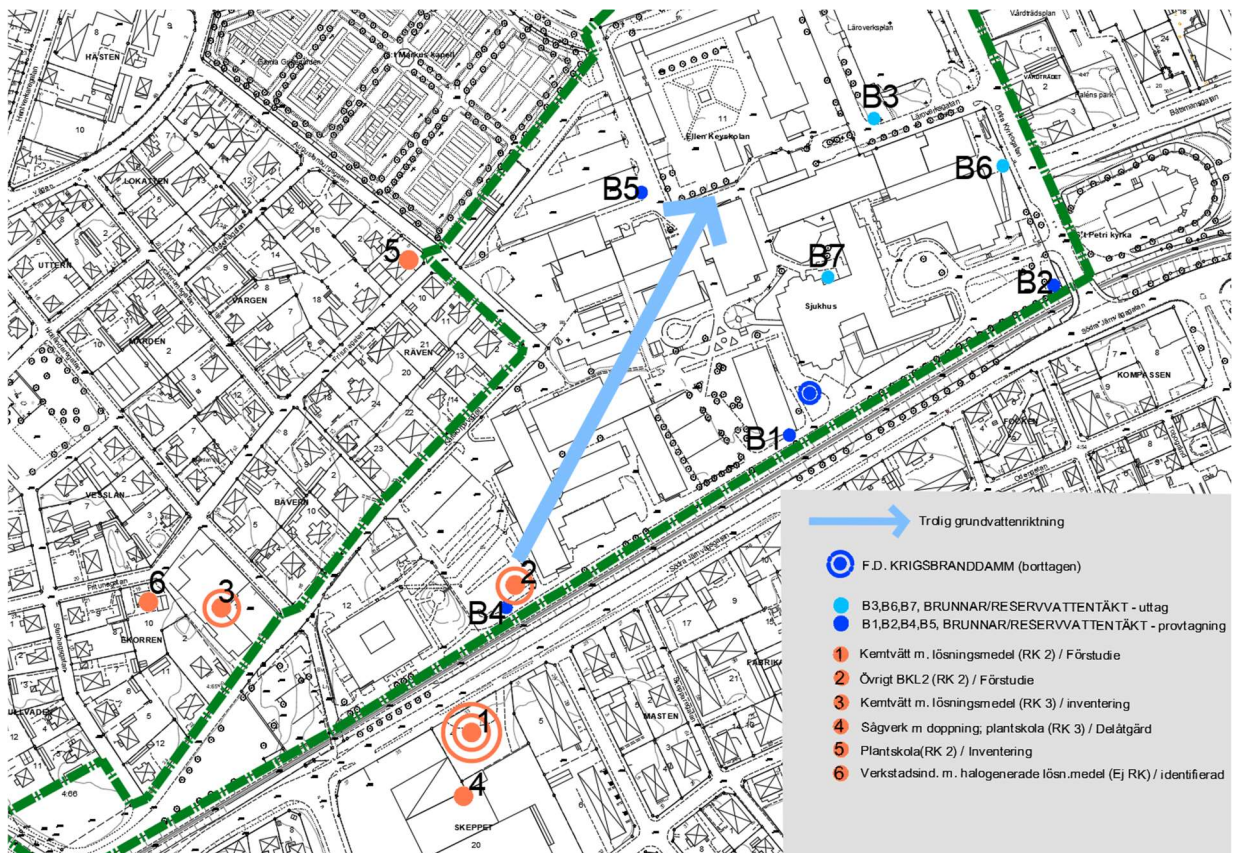
Detaljplanen för sjukhuset tar sin utgångspunkt i det långsiktiga lokalbehov som redovisas i Region Kalmar läns framtagna Lokalstrategiplan LOST. Detaljplaneprocessens syfte är att väga intresset av att tillgodose sjukhusets långsiktiga behov som allmännyttig verksamhet, gentemot andra allmänna intressen, som exempelvis riksintresset för kulturmiljövården, stadsbilden, god bebyggd miljö, trafiklösningar, behov av en miljöriktig dagvattenhantering, grönstruktur m.m.

### 3. Bakgrund

I samband med arbete med detaljplan för sjukhusområdet i Västervik har en genomgång gjorts av de riskobjekt som finns inom och i närheten av detaljplaneområdet. Riskobjekt är verksamheter som kan ha orsakat föroreningar i jord, markgas och grundvatten, med risk för negativ påverkan utifrån hälso- och/eller miljöskyddsaspekter.

Nedan redovisas karta över identifierade riskobjekt/ föroreningskällor (röd markering) samt skydds-objekt i form av grundvattenrör/ brunnar med möjlighet till provtagning och uttag av grundvatten (blå markering). Den branddamm som finns på kartan är borttagen i samband med pågående byggnation av nya Psykiatri Nyps.

Mätningar motiveras av en känd föroreningskälla i uppströms flödesriktning för grundvatten, den gamla kemptvätten på fastigheten Skeppet 4, på andra sidan järnvägen, sydsydväst om sjukhusområdet. Återkommande provtagning- laboratorieanalyser av grundvatten påvisar relativt höga halter av tetrakloreten PCE och trikloreten TCE, även spår av dikloreten DCE.

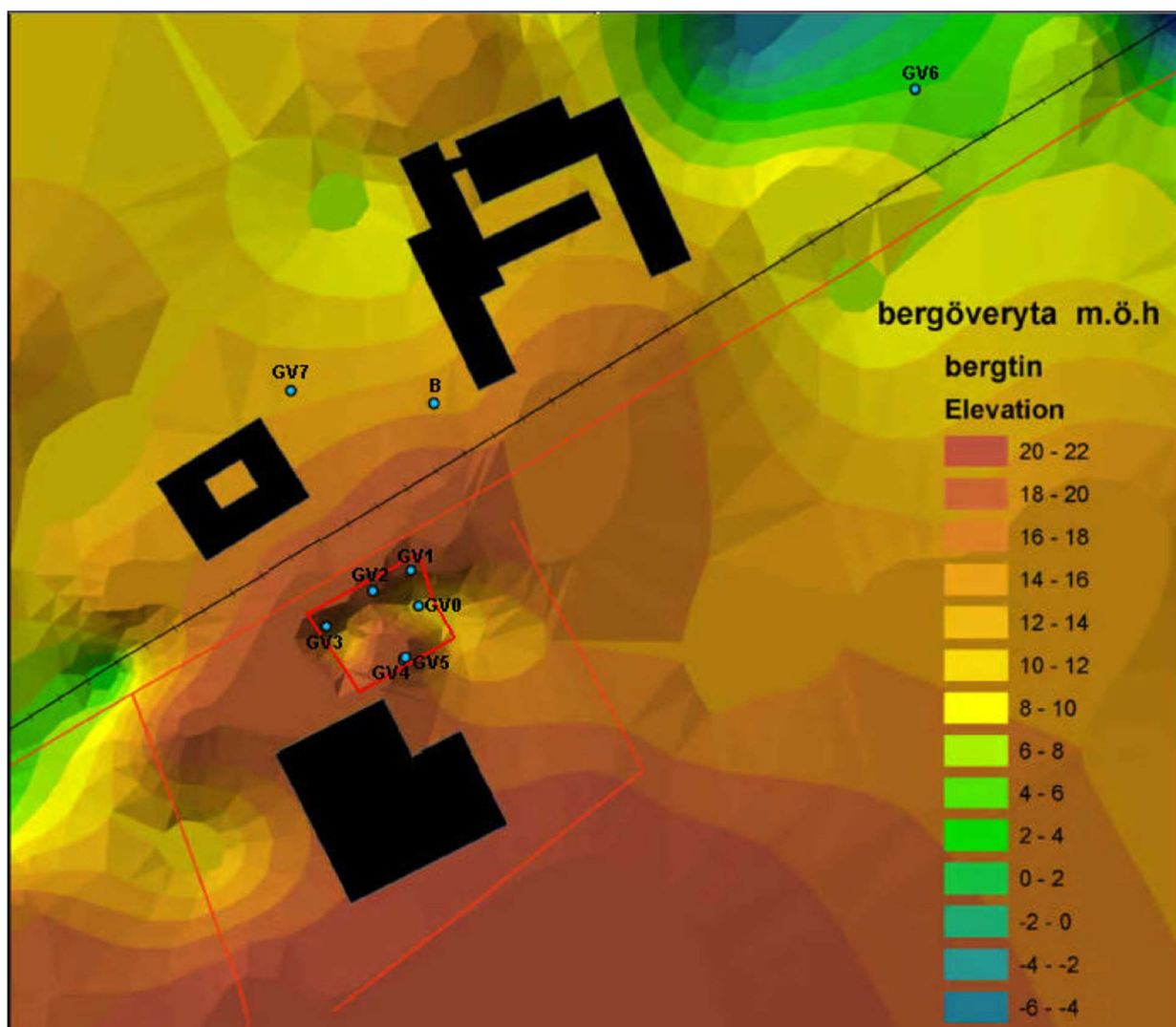


Figur 2: Identifierade riskobjekt/ potentiella föroreningskällor

## Förstudie av klorerade kolväten i grundvattnet under delar av Västerviks stad

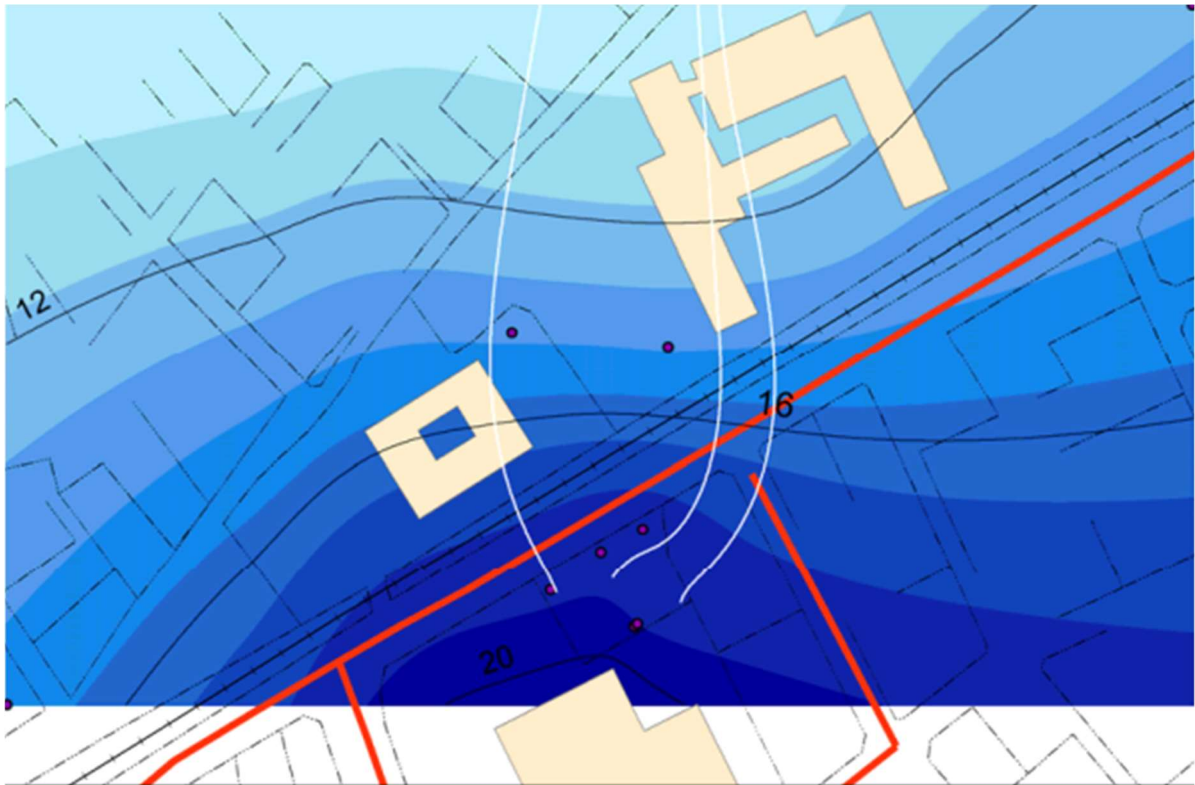
Under år 2009 genomförde Västerviks kommun en förstudie avseende klorerade kolväten i grundvatten. Detta eftersom det under flera år varit känt att grundvatten i de centrala delarna av staden blivit kontaminerat av klorerade kolväten. Föroreningar av tetrakloreten har hittats i grundvatten på fastigheten kv Skeppet, vid Ekenäs industristad, Västerviks sjukhus och i vattentäkten vid gamla mejeriet. En sannolik källa till föroreningen är den numera rivna kemtvätten, Westerviks Ångtvätt AB, som låg på fastigheten Skeppet 4. Verksamheten pågick under mer än tjugo år, i perioden 1964-1986. Hanteringen av klorerade kolväten i form av tetrakloreten motsvarade årligen flera ton.

Syftet med förstudien var att undersöka om den tidigare kemtvätten på Skeppet 4 utgjort den huvudsakliga föroreningskällan för klorerade kolväten i grundvatten. I rapporten från förstudien återfinns en schematisk bild över grundvattenströmningen vid avläsning av grundvattenytan i maj 2007, samt en figur som visar uppmätt djup till berg. Se följande kartor:



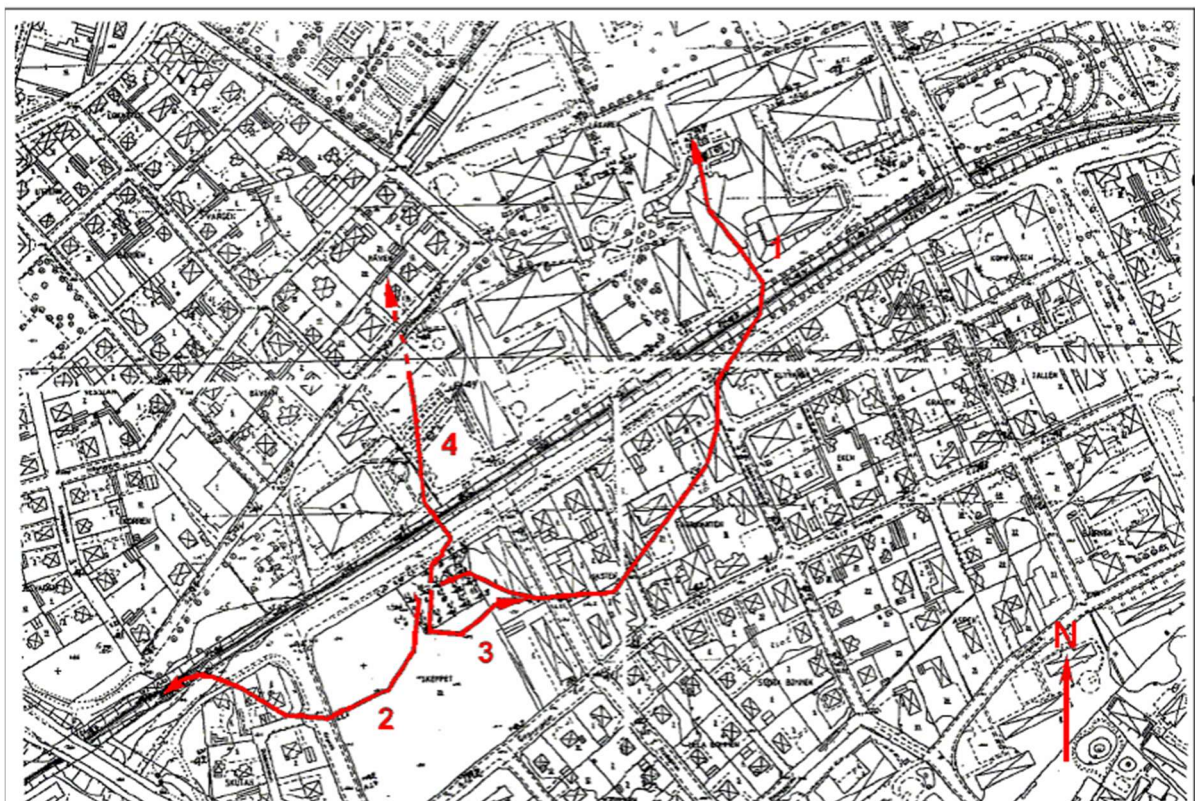
Figur 3: Uppmått djup till berg (modell efter Meland 2001, grafik A Svensson)  
Bild hämtad från Förstudie 2009, Västerviks kommun





**Figur 4: Schematisk bild över grundvattenströmningen i maj 2007.  
Bilder hämtade från Förstudie 2009, Västerviks kommun**

I förstudien redovisas även en figur från år 2001 som redogör för möjliga spridningsvägar av klorerade alifater i fri fas, med hänsyn tagen till uppmätt bergöveryta. Se följande karta:



**Figur 5: Orientering av möjliga spridningsvägar av klorerade alifater från kv Skeppet.**

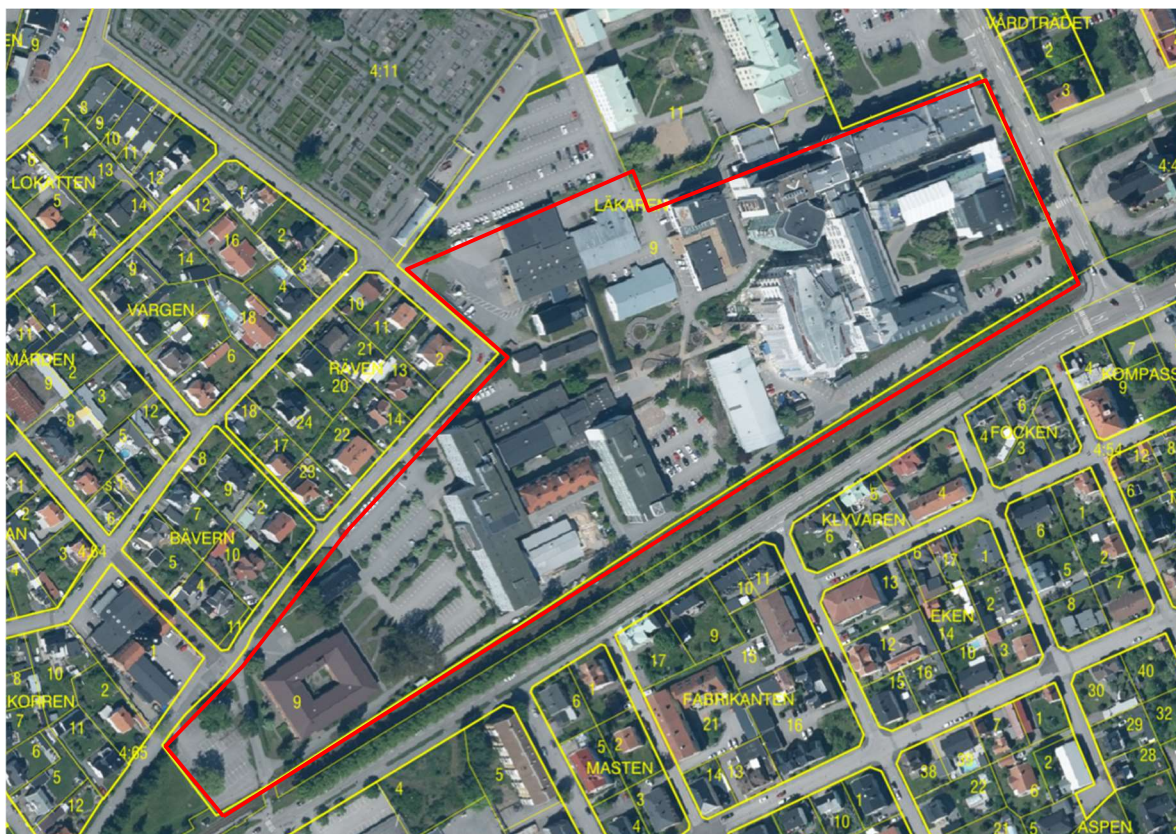
## 4. Omgivningsförhållanden

### Läge

Planområdet är beläget centralt i Västerviks stad. Huvuddelen av området upptas av fastigheten för Västerviks sjukhus, Läkaren 9 och innefattar idag ett 20-tal sjukhusbyggnader av varierad ålder och storlek. Fastigheten Läkaren 11 omfattar Ellen-Keyskolan. Utöver dessa berörs mindre delar av kommunens gatufastigheter Västervik 4:1 och 4:5. Sjukhusområdet avgränsas i söder av järnvägen och i öster av Östra Kyrkogatan. Mot norr/nordväst utgörs plangränsen av den gamla kyrkogården och Kvarngatan, i nordväst angränsar planområdet mot Karstorpssvägen. Omkringliggande bebyggelse utgörs av bostäder i form av friliggande villor samt mindre flerbostadshus, kontors-/butiksverksamheter och i öster ligger Sankt Petri kyrka.

### Topografi

Planområdet är relativt högt beläget, omkring marknivån +15 och +23 m.ö.h. Lägsta del återfinns inom den östra delen, i den västra delen är marken som högst. Vissa lågpunkter förekommer inom sjukhusområdet, med risk för översvämning vid skyfall. Denna aspekt behandlas vidare i utredning över dagvattenhantering. Se separat Rapport, bsv ark. & ing. ab.



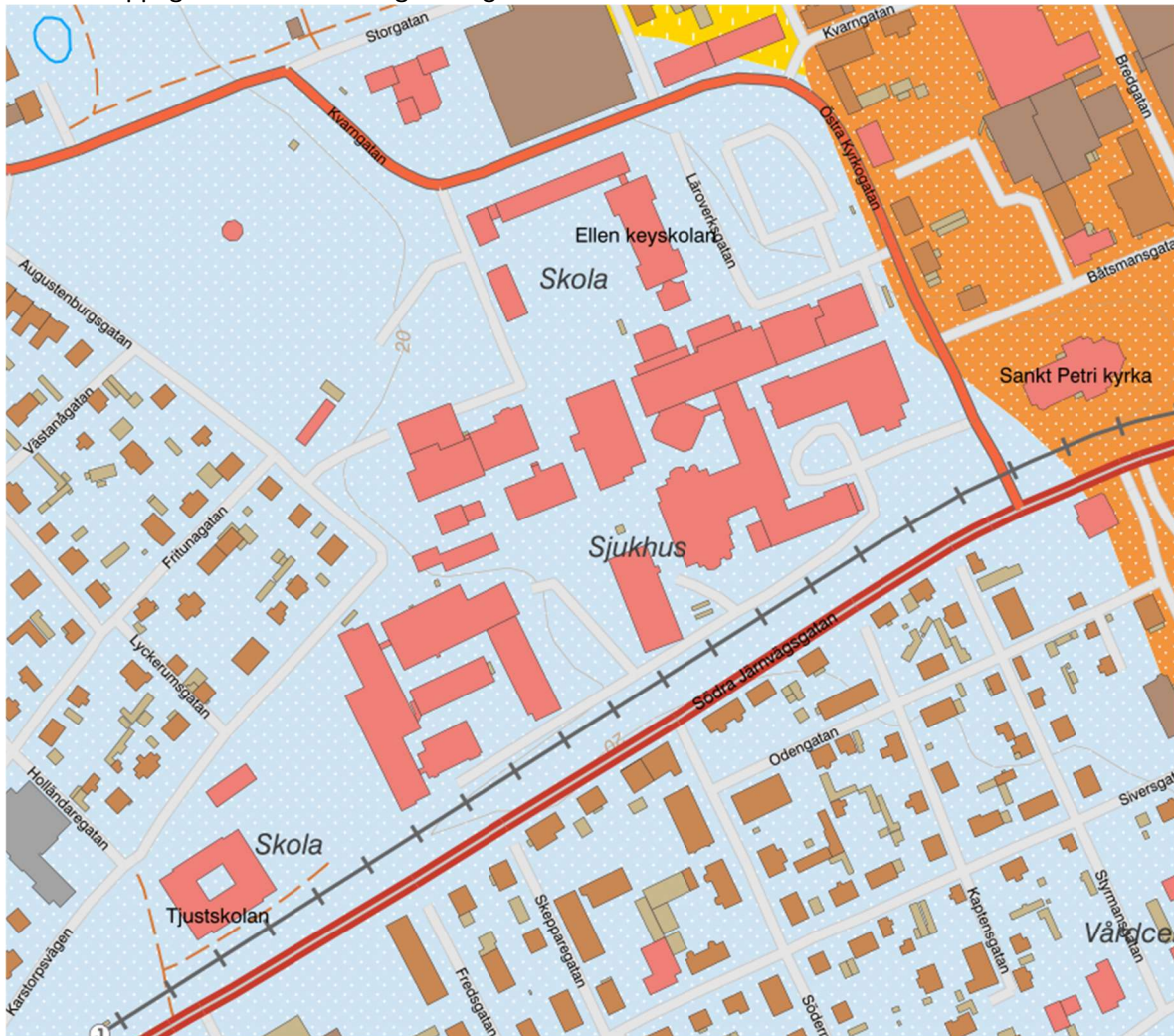
**Figur 6: Ortofotograf över området med omgivning,**

*Avgränsning för undersökningsområdet = sjukhusområdet, exkl. det gamla skolområdet norr om*

Källa: Lantmäteriet.

## Geotekniska förhållanden

SGU:s översiktliga jordartskartering visar att planområdet mestadels består av sandig morän. Genomsläppligheten är medelhög till hög.



Figur 7. Jordarter i området. blått område visar dominans av sandig morän.

Referens: SGU 2022

## Grundvattenförekomst

Planområdet ingår enligt VISS inte i någon namngiven grundvattenförekomst.

Enligt SGU är grundvattentillgången i jordlagren liten eller ingen ( $<1$  l/s,  $< ca 80$  m<sup>3</sup>/d) men tämligen goda grundvattenflöden i urberget under jordlagren (600-2 000 l/h, ca 15-50 m<sup>3</sup>/d).

## Dagvatten till ytvattenrecipient

Dagvatten från området avleds via två kulvertar till Skeppsbrofjärden.

Inom planområdet indikerar tidigare undersökningar en nordostlig flödesriktning för grundvatten. Det innebär att utströmmande grundvatten sannolikt avleds till havet till södra delen av den yttre Gamlebyviken, d.v.s. lite längre norrut än utflödet via dagvattenledningarna. Bedömd grundvattenriktning är mot nordöst. För mer beskrivning över dagvatten- och ytvattenförhållanden se Dagvattenrapport, bsv ark. & ing. ab. 2023-01-27.



**Figur 8. Avrinningsområdet för grundvatten** "Rinner mot yttre Gamlebyviken" som grå markering (i väster) och vattenförekomsten Skeppsbrofjärden som blå markering.  
**Utsläppspunkter för dagvatten** från sjukhusområdet är markerade som blå punkter.

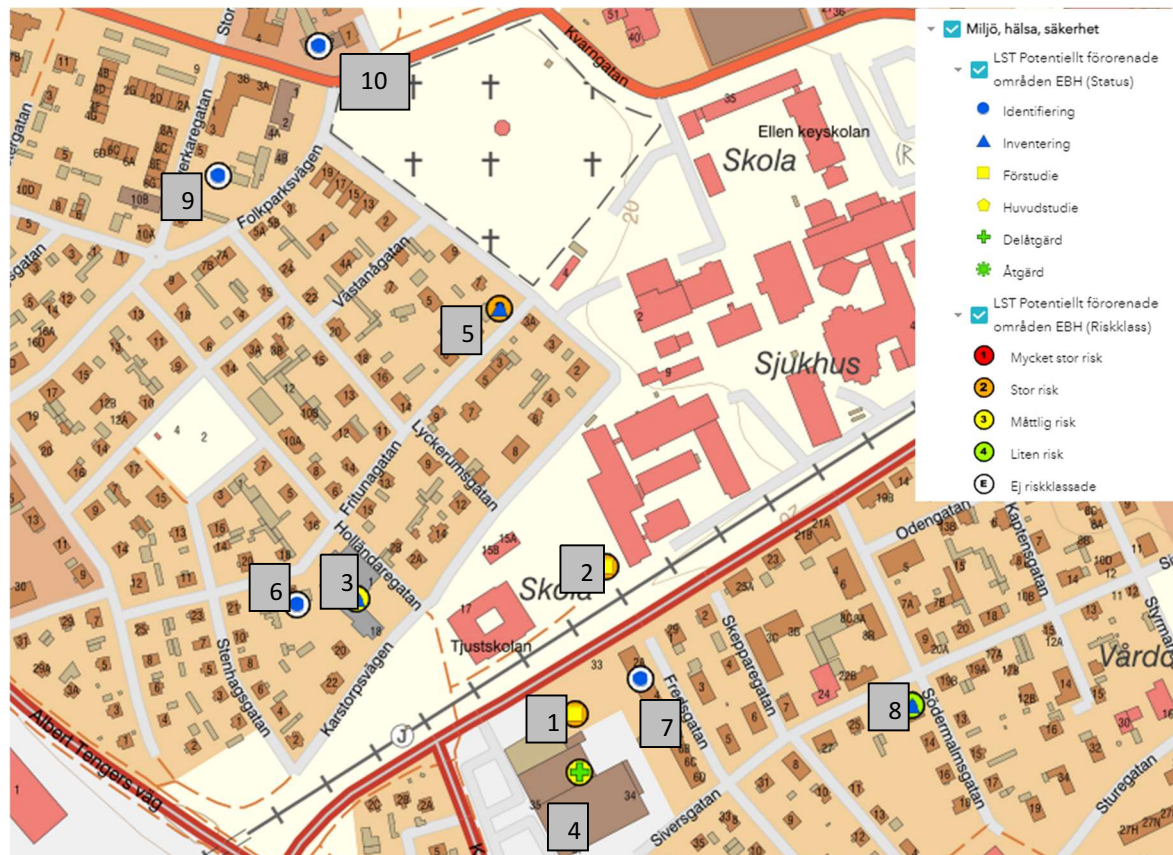
## 5. Mistänkt förorenad mark och grundvatten

### Potentiellt förorenade objekt

Verksamheter enligt EBH-register, Länsstyrelsen i Kalmar län; som närmast bedöms beröra det aktuella planområdet:

1. Kemtvätt med lösningsmedel. Riskklass 2 – stor risk. Markundersökningar har påvisat betydande förorening av tetrakloreten. Förstudie genomförd (Västerviks kommun 2009).
2. Övrigt objekt i spridningsriktningen för objekt 1; branschklass 2, Riskklass 2. Förstudie genomförd, se föregående punkt. Påverkan av grundvatten genom spridningsplym med klorerade kolväten från objekt 1, hundratalet meter söderut, på andra sidan järnvägen
3. Kemtvätt med lösningsmedel. Riskklass 3./ Inventering genomförd.
4. Sågverk med dopning, plantskola. Riskklass 3./ delåtgärd.
5. Plantskola. Riskklass 2./ Inventering genomförd.
6. Verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel. Ej riskklassad/ identifierad
7. Verkstadsindustri utan halogenerade lösningsmedel. Ej riskklassad/ identifierad (
8. Tillverkning av tvätt och rengöringsmedel. Riskklass 4./ Inventering genomförd.
9. Verkstadsindustri utan halogenerade lösningsmedel. Ej riskklassad/ identifierad.
10. Bilvårdsanläggning samt åkerier (Ej RK). Ej riskklassad/ identifierad.

Strax uppströms detaljplaneområdet, söder om väg 27, finns fyra potentiellt förorenade objekt, PFO:n beskrivna i Länsstyrelsens EBH-register/ karta över misstänkt eller konstaterat PFO:n. Även norr väster om sjukhusområdet finns en handfull verksamheter som har haterat kemikalier.



Figur 9. Misstänkta förorenade områden omkring sjukhusområdet.

Källa: Länsstyrelsens EBH-karta.

## Miljötekniska undersökningar

För detaljplaneområdet, Västerviks sjukhusområde saknas heltäckande miljöteknisk undersökning med kemiska analyser av jord och grundvatten.

I samband med byggnation av nya psykiatrilokaler genomfördes under våren 2021 en provtagning av jord och s.k. länsvatten (påverkat dagvatten blandat med ytligt grundvatten).

Se PM Markmiljö, Sweco dat.2021-05-12 (rev.).

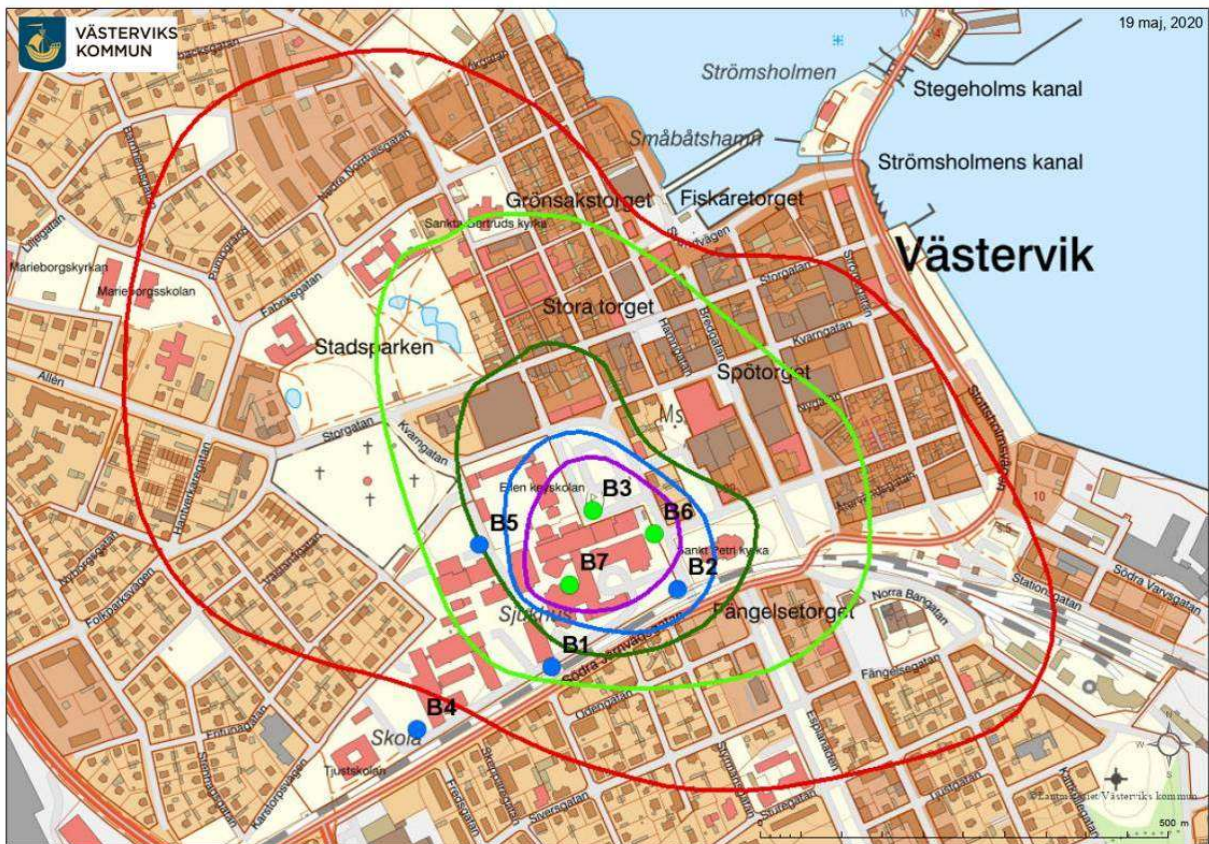
Resultaten påvisade mycket låga till låga föroreningshalter i sex jordprover avseende metaller, PAH:er, oljeämnen. Samtliga halter låg under riktvärden för Känslig Markanvändning och utifrån nyttjande av överskottsmassor påvisade analyserna så låga halter att de klarade Naturvårdsverkets haltnivåer för mindre än ringa risk, MRR.

Laboratorieanalyser av länsvatten från provgrop 1 gav låga halter, medan länsvatten i provgrop 2 visade sig vara förorenat av metaller, höga till mycket höga halter av arsenik (As), bly (Pb), krom (Cr), Nickel (Ni), kadmium (Cd), zink (Zn), koppar (Cu), barium (Ba) enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Sweco uppger som förklaring till de höga metallhalter att provet rörde grumligt vatten med analys av ofiltrerat vatten..

*" Påträffade halter föranleder ingen åtgärd utöver kontroll vid schaktning och behandling av läns-hållningsvatten. En lämplig behandling avseende metaller kan vara sedimentering. Men innan länsvattnet får släppas ut till ledningsnätet eller recipient ska provtagning utföras och analysresultaten ska uppfylla myndighetens krav."*

## Klorerade kolväten i grundvatten

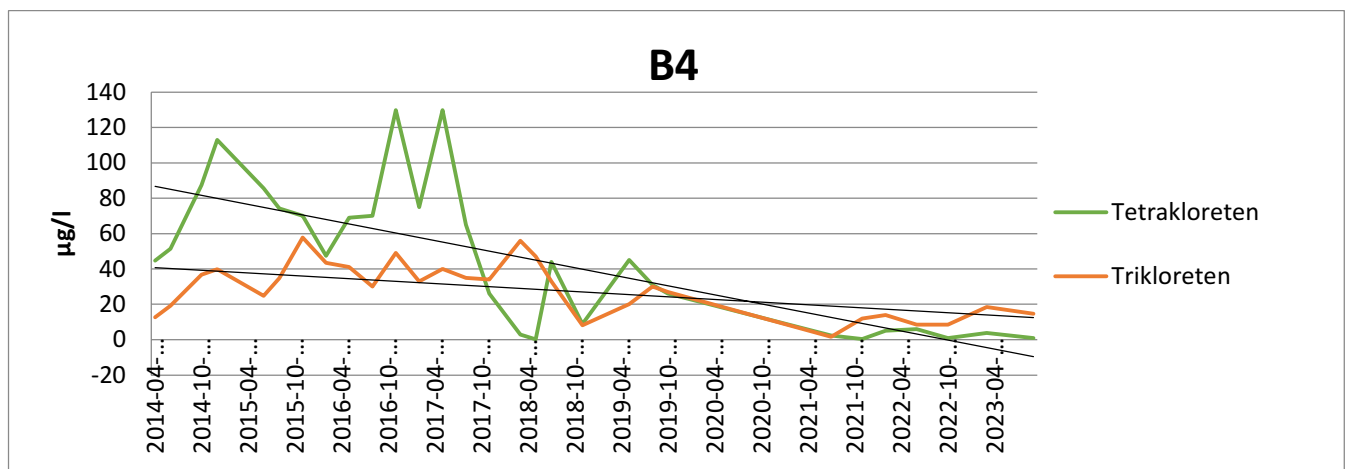
Sjukhusets reservvattentäkt utgörs av tre borrhål/ brunnar för vattenuttag; B3, B6, B7 samt ytterligare fyra borrhål/ brunnar för provtagning-kemiska analyser; B1, B2, B4, B5.



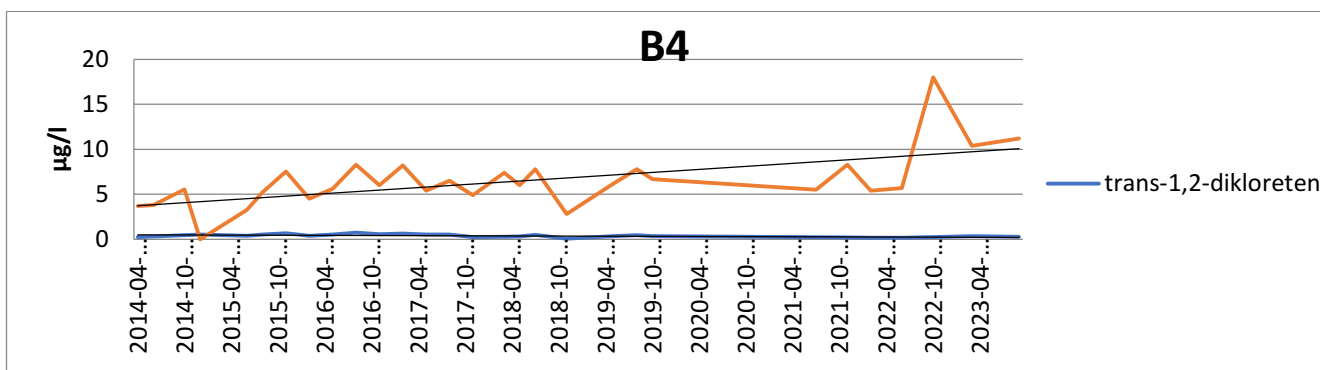
Figur 10 . Influensområde, påverkan av grundvattennivåer vid vattenuttag från grv.rör/ borrar B3, B6, B7 borrhål/ brunnar för grundvatten. B3, B6, B7 är platser för uttag av reservvatten (gröna punkter) grv-rör B1, B2, B4, B5 för provtagning-kem.analysis (blå punkter).

## Vattenkemisk status klorerade kolväten

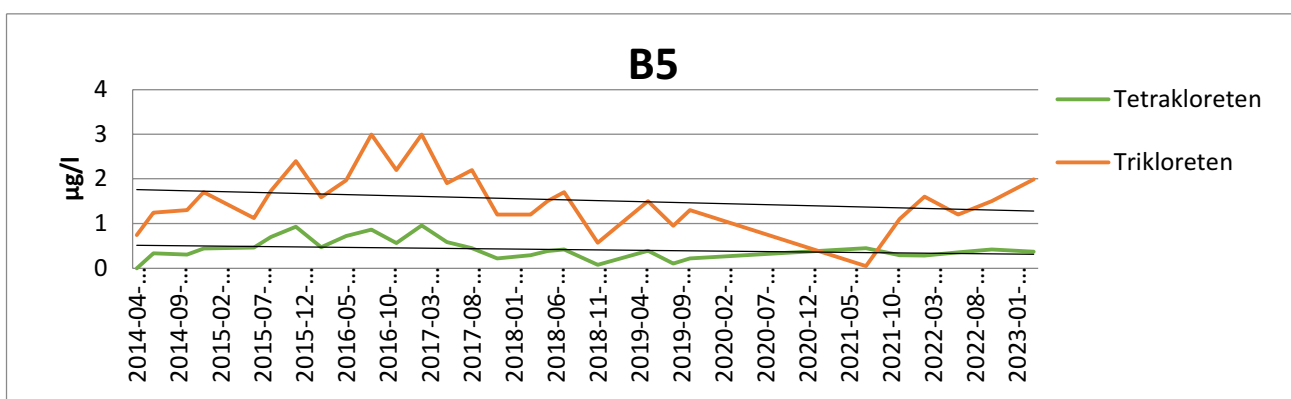
Diagram/ sammanställning från Region Kalmar län (WSP):



Figur 11a: Halt klorerade kolväten i grundvatten från rör B4 installerat mellan mätpunkter Q och L



Figur 11b:. Halt klorerade kolväten i grundvatten från rör B4, installerat mellan mätpunkter Q och L (nära sydvästra hörnet Hus 12)



Figur 12:. Halt klorerade kolväten i grundvatten från rör B5, installerat nedströms B4, mot Ellen Key-skolan

**B4:** tetrakloreten starkt sjunkande trend, perioden 2014-2018; 50-130 µg/l, fr. 2021; 1-5 µg/l, trikloreten svagt sjunkande trend perioden 2014-2018; 20-60 µg/l, fr. 2021; 2-20 µg/l, (jämför med Livsmedelsverkets riktvärden för otjänlig nivå = PCE + TCE 10 µg/l.)

**B5** (nordnordost om B4): tetrakloreten: 0,1- 3 µg/l, trikloreten: 0,5- 3 µg/l

**B1** (ostnordost om B4): tetrakloreten under detektionsnivån, trikloreten 0,02 µg/l

**B2** (sjukhusområdet östra del): tetrakloreten och trikloreten under detektionsnivån.

grundvattentäkt **B7** (centralt): tetrakloreten och trikloreten under detektionsnivån.

grundvattentäkt **B3** (nordost): tetrakloreten och trikloreten under detektionsnivån.

grundvattentäkt **B6** (öster): tetrakloreten under detektionsnivån, trikloreten 0,05 µg/l (fr. höst-19)

#### Kommentarer:

Analys av grundvatten har sedan 2014 påvisat höga halter klorerade kolväten i provpunkt **B4** i den västsydvästra delen av sjukhusområdet. B4 ligger i misstänkt spridningsriktning för grundvatten från den gamla kemptvätten vid Skeppet 4, söder om järnvägen (sydsydväst om B4). Under de senaste tre åren har nivån tetrakloreten minskat i grundvatten B4 till att stadigvarande ligga under 5 µg/l, samtidigt noteras en viss ökning av halten trikloreten; som högst 18 µg/l vårprov 2023. Nedbrytningssubstansen dikloreten uppvisar en svagt ökande trend; som högst 18 µg/l höstprov 2022.

**Grundvatten B5**, c:a 250 meter längre nedströms B4, uppvisar en högre halt trikloreten än tetrakloreten. Sannolikt pågår succesiv nedbrytning då grundvattenplymen transporteras i marken. De senaste åren noteras en ökande halt trikloreten i provpunkt B5 –anledningen är okänd.

*Halten klorerade kolväten vid uttagsrör i den östra delen av sjukhusområdet är genomgående mycket låg. Högst uppmätta halter (i B3 och B7) motsvarar c:a 0,07 µg/l, både för trikloreten och tetrakloreten. Resultaten innebär att föroreningsnivån med klorerade kolväten i uttaget grundvatten endast motsvarar c:a 1% av riktvärdet för tjänlig dricksvatten.*

## 6. Om klorerade kolväten

Till följd av en bristande hantering och ibland även dålig övervakning, har klorerade lösningsmedel orsakat en negativ förorenings-spridning till omgivningen på många industrifastigheter, t.ex. verkstäder med avfettningsmedel trikloreten eller kemtvättar med tetrakloreten. I större problemfall påträffas trikloreten-och/eller tetrakloreten i en grundvattenplym med halter motsvarande hundratals till mer än tusen mikrogram per liter.

*De klorerade kolväten som har identifierats på fastigheten Skeppet 4 i Västerviks stad i uppströms flödesriktning till sjukhusområdet/ det aktuella detaljplaneområdet är bl.a.;*

- Tetrakloreten
- Trikloreten
- Dikloreten
- Vinylklorid (monokloreten)

### Kemiska och fysikaliska egenskaper

Klorerade alifatiska kolväten (CAH) har använts för en rad olika industriella ändamål. Den breda användningen har varit som lösningsmedel av fett och som alternativ till petroleum-baserade lösningsmedel för att eliminera brandrisker. Betydande mängder av CAH har även använts som råvaror främst 1,2 dikloreten för framställning av tri- och tetrakloreten samt fortfarande för framställning av PVC.

Klorerade lösningsmedel består av öppna kolvätekedjor med en eller flera kloratomer, de har en högre densitet än vatten och en låg löslighet i vatten. Några av de viktigaste ämnenas fysikaliska egenskaper redovisas i nedanstående tabell. De klorerade etenerna är flyktiga vätskor vid rumstemperatur, undantaget är vinylklorid som är en gas vid rumstemperatur.

namn förkortning	<b>Tetrakloreten/ (Perkloreten)</b> <b>PCE</b>	1.1.1- Trikloretan TCA	1,2 cis- Dikloreten c-DCE	1,2 trans- Dikloreten t-DCE	1,1- Dikloreten	Vinylklorid VC
Densitet g/ml	<b>1,62</b>	1,34	1,28	1,26	1,22	gas
Vatten- löslighet mg/l	<b>150</b>	1500	3500	6300	2250	1100
Ångtryck mm/Hg	<b>17,8</b>	123	208	324	600	2660
Molekylvikt g/mol	<b>165,8</b>	133,4	96,9	96,9	96,9	62,5

**Tabell 1. Fysikaliska egenskaper hos klorerade kolväten.**

Referens: NV Rapport 5663, febr.2007.

Klorerade kolväten är kemiskt stabila. Ur ett miljöperspektiv innebär det att eventuella rester av klorerade lösningsmedel ofta blir kvar i naturen under lång tid.

De klorerade medlens förmåga att tränga in i olika medier innebär t.ex. att ett betonggolv inte är tätt nog att stå emot ett större (och långvarigt) spill. Till följd av de speciella egenskaperna är det snarare regel än undantag att klorerade kolväten påträffas som förorening i marken under eller i anslutning till industrilokaler där klorerade medel har använts i produktionen.

Klorerade kolväten är toxiska (giftiga) och kan skada lever, njurar och nervsystem och även framkalla cancer. De kan existera som fri fas, vattenfas, residualfas i marken eller i gasfas vilket påverkar spridningen. Vid nedbrytning förändras föroreningsens sammansättning och därmed även dess kemiska egenskaper vilka påverkar fördelningen mellan de olika faserna. Sammansättningen avgör nedbrytningshastigheter och spridningsmekanismer.



## Tetrakloreten TCE/ Perklloreten PCE

Tetrakloreten är en färglös vätska med skarp och sötaktig lukt. Den är svårslöslig i vatten, men löslig i alkohol och löser med lätthet oljor, fettämnen och dylikt. Den stora betydelsen har sedan 1940 varit för textiltvätt, s.k. kemtvätt. Tetrakloreten har även använts för industriell avfettning, men i mindre omfattning än trikloreten (med tre kloratomer istället för fyra).

Tetrakloreten är cancerframkallande för djur och människor (klass 2A enligt IARC, International Agency for Research on Cancer). Ämnet kan påverka njurar, lever och nervsystem. För arbetsmiljöer finns ett nivågränsvärde motsvarande 70.000 µg/m<sup>3</sup>. (avser högsta tillåtna medelhalt under en 8-timmars arbetsdag). Direkt akuta effekter på nervsystem eller njurar uppstår vid klart högre nivåer, njurpåverkan har konstaterats vid en längre tids genomsnittsexponering på 100.000 µg/m<sup>3</sup>. En negativ påverkan på nervsystemet har uppmätts vid halter över 680.000 µg/m<sup>3</sup>.

Institutet för Miljömedicin (IMM) har angivit en lågrisknivå för tetrakloreten på 680 µg/m<sup>3</sup> med hänsyn tagen till att ämnet är cancerframkallande. Lågrisknivån för påverkan på njurar anges till 250 µg/m<sup>3</sup> (WHO). Vid fastställande av lågriskvärden har man utgått från den nivå där man börjar se effekter och sedan dividerat denna med en säkerhetsfaktor på 1.000.

Miljöriskmässigt klassas Tetrakloreten PCE som "giftig för vattenlevande organismer" (den högre farlighetsgraden) medan nedbrytningsprodukten Trikloreten TCE klassificeras skadligt för vattenlevande organismer. Båda märks med koden R52-53/ "miljöfarlig" substans". Nedbrytningsprodukter dikloreten klassificeras inte som cancerogena (1,1,-dikloreten samt båda former av 1,2-dikloreten; cis och trans).

## Tetraklormetan/ Koltetraklorid (andra namn är Freon-10, Halon-104). Kemisk formel CCl<sub>4</sub>)

Koltetraklorid löser många organiska föreningar och har därför haft användning som organiskt lösningsmedel. Det är en färglös tung vätska med sötaktig doft, opolär, inert och icke brännbar. Koltetraklorid är giftig och skadar centrala nervsystemet, lever, njurar och är cancerframkallande. Substansen lämpar den sig väl för s.k. redikalreaktioner och vissa typer av oxidationer. Koltetraklorid framställs ur koldisulfid genom klorering eller som biprodukt vid framställning av diklormetan och kloroform. Koltetraklorids användning har successivt minskats på grund av dess giftighet och miljöpåverkan. På grund av den geometriska symmetrin så är opolärt.

## Hygieniska gränsvärden för lösningsmedel i luft

**Nivågränsvärden NVG;** exposition under en arbetsdag. Källa. Arbetsmiljöverkets AFS 2011:18.

Ämne,	
Triklormetan/ kloroform	10.000 µg/m <sup>3</sup>
1,1,1-Trikloreten (TCA)	300.000
<b>Triklloreten (TCE)</b>	<b>50.000</b>
Tetraklormetan/ koltetraklorid	13.000
<b>Tetrakloreten (PCE)</b>	<b>70.000</b>
Diklormetan/ metylenklorid	120.000
1,2-Dikloreten/ etylendiklorid	4.000
1,1-Dikloreten	20.000
Vinylklorid	2.500

*Tabell 2. Nivågränsvärden för klorerade kolväten i inomhusluft*

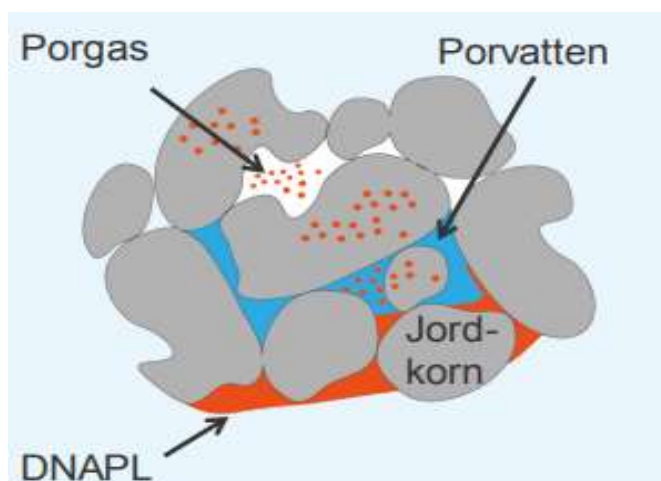
## Riktvärden för organiska lösningsmedel i luft, hälsorisker (WHO o. US-EPA)

Det finns inga officiella allmänna svenska riktvärden gällande inandning av tetrakloreten och trikloreten. Naturvårdsverket (2009) refererar till WHO:s riktvärden (2006) som anger ett riktvärde på  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vid inandning av tetrakloreten. För trikloretylen anges ett riktvärde på  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Utöver detta finns omfattande sammanställningar av US-EPA (motsv. Naturvårdsverket i USA);  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för tetrakloreten respektive  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för trikloreten.

## Spridningsmekanismer för klorerade kolväten

Klorerade kolväten förekommer i marken på minst fyra olika sätt:

a) i fri fas med hög koncentration, b) löst i porvatten, c) i gasfas i porgasen samt bundet till jordpartiklar (ökad bindning sker till organisk substans).



Figur 13.: Olika förekomst-former för klorerade kolväten i marken.

Referens: Fysisk planering och förorening av klorerade lösningsmedel, SGI och Länsstyrelsen Östergötland. .

Den viktigaste transportvägen av klorerade kolväten ut från ett källområde (en markvolym med en koncentrerad förorening) är spridning via grundvatten. När en förorening löser upp sig i grundvattnet kommer den vattenburna fasen som regel att sprida sig som en plym från utsläppskällan i den riktning som grundvattnet flödar. Denna transportform kallas advektion. I vissa fall kan spridning ske (delvis) emot grundvattenriktningen, t.ex. utmed en lutande bergsyta.

En förorening sprider sig från utsläppskällan vertikalt och horisontellt. Hur långt eller djupt den vandrar beror på utsläppets omfattning, geologin i området och grundvatten-flödets riktning och hastighet m.m. Hur stor mängd klorerade lösningsmedel som hålls kvar i marken påverkas av jordmaterialets kornstorlek och även dess vatteninnehåll. Kapillärkraften ökar med minskad kornstorlek, vilket betyder att ett lerlager har högre kapacitet att kvarhålla förorening än vad ett silt- respektive sandlager har. Vid ett ökat vatteninnehåll i marken, minskar det tillgängliga porutrymmet för klorerade kolväten och en mindre mängd gaser kvarhålls än i en torr jord.

NAPLs – Non Aqueous Phase Liquids är ett samlingsnamn för kolväten med så låg vattenlöslighet att de, om de är närvarande i en tillräckligt stor mängd, kvarstår i vattnet som en separat *fri fas*. Klorerade kolväten, undantaget vinylklorid, tillhör gruppen NAPLs.

Vid ogynnsamma förhållanden kan en liten mängd klorerade kolväten kontaminera stora volymer vatten. Jordlager med hög genomsläpplighet, alternativt sprickor i berggrunden, kan medföra en extensiv och snabb spridning av klorerade kolväten som är svår att förutse. Under grundvattenytan kommer föroreningen (delvis) att lösa sig i vattnet och transporteras som *vattenfas* med grundvattenflödet. Trots att vattenlösligheten är låg, kan nivåer på hundratals mikrogram per liter förekomma i grundvatten.

DNAPLs - Dense Non Aqueous Phase liquids innebär flytande ämnen som har en högre densitet än vatten, däribland klorerade kolväten. Gravitationen får det klorerade kolväten att vandra nedåt/sjunka genom marken. Den nedåtgående transporten motverkas av kapillär-krafter som får en viss mängd att hållas kvar i markens porer, betecknas residualfas.

Klorerade kolväten i fri fas kan vandra nedåt genom mark och grundvattenmagasin, ända tills föroreningen möter en ogenomtränglig yta. Spridningen sker därefter horisontellt utefter denna yta och beror på dess lutning som kan skilja sig från den synliga markytan.

Ibland kan *historiska läckage från en industriell verksamhet förekomma i en orörlig form, s.k. residualfas*. LNAPLs - Light Non Aqueous Phase Liquids, flytande ämnen som är lättare än vatten och därför lägger sig som ett flytande lager ovanpå grundvattenytan och sprider sig horisontellt längs denna, detta spridningsförfarande gäller ofta för oljeämnen.

I grundvatten är haltvariationerna vanligen stora nära källområdets närhet, men minskar ju längre ut från källan man kommer. För att karaktärisera källområdet och föroreningsplymens utbredning måste man tänka tredimensionellt. Klorerade lösningsmedel i egen fas sprids vertikalt ner genom grundvattenskikt. Det innebär att grundvattenprov, om möjligt, tas från olika djupnivåer vid skiftande mark- och oxidationsförhållanden, grundvattennivå etc. Halt förorening med klorerade kolväten kan skilja stort i djupled, framförallt invid ett källområde.

Provtagning för att identifiera klorerade medel vid skiftande djupnivåer görs genom att placera grundvattenrör intill varandra med filterintag på olika nivåer. Långa filtersektioner ökar chansen att förorening påvisas. Vid utvärdering bör beakta att halterna i de olika jordlager som filtret går igenom kan variera kraftigt. Vid förekomst av växellagrade marklager bör en miljö-teknisk undersökning särskilt bevaka övergången från ett genomsläppligt till ett tätare, mer svårgenomsläppligt marklager. För att finna rester av klorerade kolväten är det ofta mest relevant att provta djupast möjliga grundvattenakvisfär, från grundvattenrör installerat mot berg/ fast botten samt med två meter filter nedtill.

## Källområde och plym med klorerade kolväten

Utbredningen av en förorening delas upp i käll- och plymområden. Ett *källområde* är en jordvolym som initialt innehåller föroreningsvätskor i egen fas (residual eller fri fas). Som en förorenings-reservoar matar källområdet en föroreningsplym som uppstår i grundvatten eller i markens porgas. Källområden förekommer ofta nära utsläppspunkten, medan plymer kan sprida sig på väsentliga avstånd från densamma. Även diffusionsförorenade finkorniga jordlager med höga föroreningskoncentrationer kan utgöra källområden.

Källområdets position och utbredning är avgörande för bedömning av aktuella risker. Om möjligt bör identifieringen av källområden prioriteras i en miljöteknisk undersökning. Ibland förekommer källområden med en markförorening (s.k. hot spots) svårtillgängligt under en industribyggnad/processlokal där det tidigare hanterats t.ex. avfettningsmedel eller kemtvättmedel.

*(I den sydvästra delen av Västerviks sjukhusområde förekommer rester av kemtvättmedel i form av tetrakloreten samt trikloreten sannolikt i djupare grundvattenmagasin i marken.)*

En föroreningsplym är det område dit t.ex. klorerade lösningsmedel spridits, antingen löst i grundvattnet eller genom förångning i porgas ovan grundvattenytan. Generellt har plymen en större utbredning och en jämnare föroreningshalt än vad källområdet har. Även inom plym-området kan klorerade lösningsmedel spridas via diffusion in i finkorniga jordlager eller "sjunka ner" till underliggande berg eller ett eventuellt tätskikt.

Hälso- och miljörisker samt metoder för undersökning och åtgärd skiljer sig åt för ett källområde och en större föroreningsplym. Med hjälp av analysresultat från jord, grundvatten och porgas är det möjligt att karaktärisera och bedöma en föroreningssituation.

## Kända omvandlingsprocesser och kemiska reaktioner

Klorerade lösningsmedel är vanligt förekommande föroreningar i mark och vatten. Medlen kan brytas ned i marken genom naturliga mikrobiella och biokemiska processer, problemet är att det ofta sker mycket långsamt. Ibland återfinns betydande halter av klorerade lösningsmedel även efter tiotals upptill femtiotalet år. Nedbrytningshastigheten bestäms av syreförhållanden/redoxstatus, förekomst av lämpliga mikroorganismer samt näringsämnen m.m. Nedbrytningen kan avstanna istället för att leda till en fullständig mineralisering. Under vissa förhållanden bildas nedbrytningsprodukter som är mer miljö- och hälsofarliga än ursprungsmedlen. Ett sådant exempel är vinylklorid som är en nedbrytningsprodukt av tetrakloreten eller trikloreten

Under anaeroba förhållanden kan mikrober omvandla klorerade kolväten till eten vilket kan leda till en succesiv rening av ett förorenat markområde. För att kunna utnyttja naturlig nedbrytning som saneringsmetod krävs att nedbrytning fortskrider i tillräcklig utsträckning, vilket måste kontrolleras genom en kontinuerlig provtagning (exempelvis grundvatten-övervakning) tills dess att saneringsmålen har uppnåtts.

Nedbrytning av tetrakloreten/ perkloreten/ PCE sker stegvis genom att klor avspjälkas, under bildande av produkterna trikloreten, dikloreten, vinylklorid samt etengas. Nedbrytningen av klorerade kolväten i grundvattenmagasin är långsam. Vid optimala mark-förhållanden ligger halveringstider för de olika ämnena på i storleksordningen några månader till något år.

Nedbrytningen är vanligen biologisk, det vill säga mikroorganismer bryter ner föreningarna för att utvinna energi. Den dominerande nedbrytningsmekanismen kallas för reduktiv deklorering eller reduktiv dehalogenering. Det innebär att kloratomerna på kolskelettet ersätts successivt med väteatomer. De olika klorerade etenerna är nedbrytningsprodukter till varandra i en kedja från tetrakloreten till vinylklorid. Vid fullständig reduktiv deklorering bryts även vinylklorid ned, till eten (ett slutsteg i processen)

Reduktiv deklorering sker endast vid anaeroba (syrefria) förhållanden. Generellt bryts de föreningar med flest kloratomer ned snabbast. De mindre molekylerna dikloreten och vinylklorid (monokloreten) bryts ned långsammare vid anaeroba förhållanden och i dessa fall krävs kraftigt reducerande förhållanden för att processen ska ske överhuvudtaget.

Vid aeroba (syrerika) förhållanden kan dikloreten och vinylklorid brytas ned via andra kemiska reaktioner/ mekanismer. Tetra- och trikloreten bryts inte ned vid aeroba förhållanden.

Det krävs alltså syrefattiga förhållanden för att PCE (och även TCA?) ska kunna brytas ned. Senare steg i processen där dikloreten och vinylklorid bryts ned, kan ske både vid syrefria och syrerika förhållanden, men nedbrytningen fungerar vanligen lite bättre vid syrerika förhållanden, särskilt i fallet vinylklorid.

Omvandlings-/ nedbrytningsprocesser (reduktiv deklorering) av tetrakloreten sker enligt följande:

t-1,2-DCE

**PCE** till **TCE** till c-1,2-DCE till **VC** till **eten** o. klorid, koldioxid.

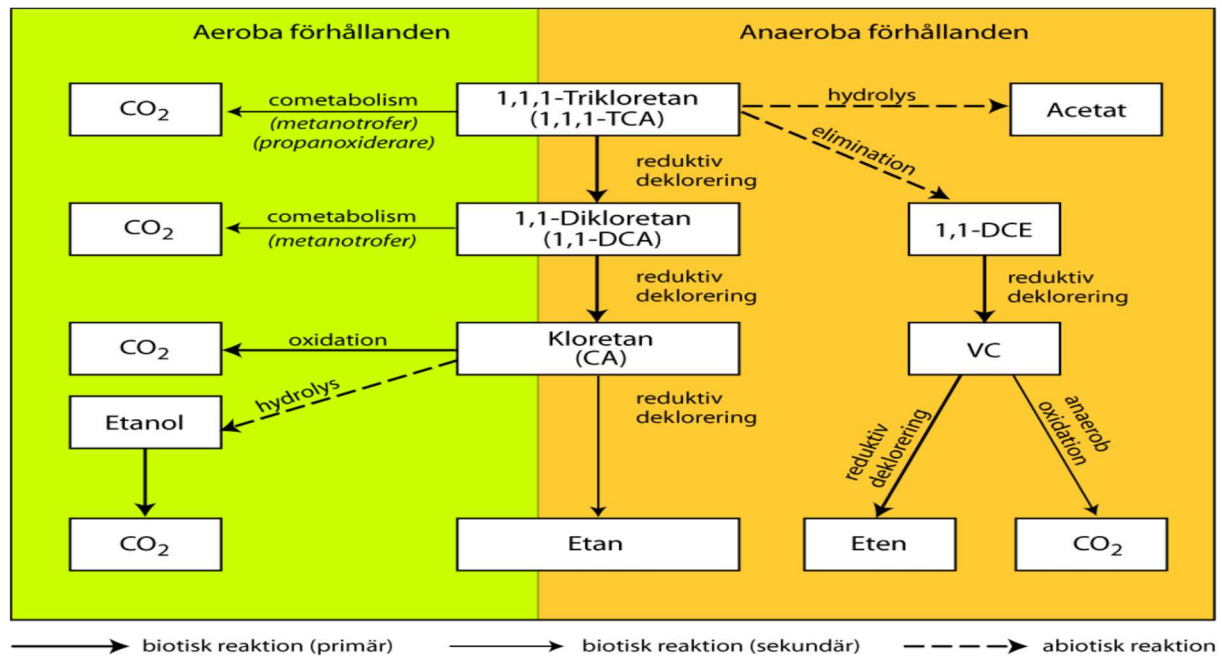
1,1-DCE

**TCA** till 1,1-DCA (kan omvandlas t. 1,2-DCA)

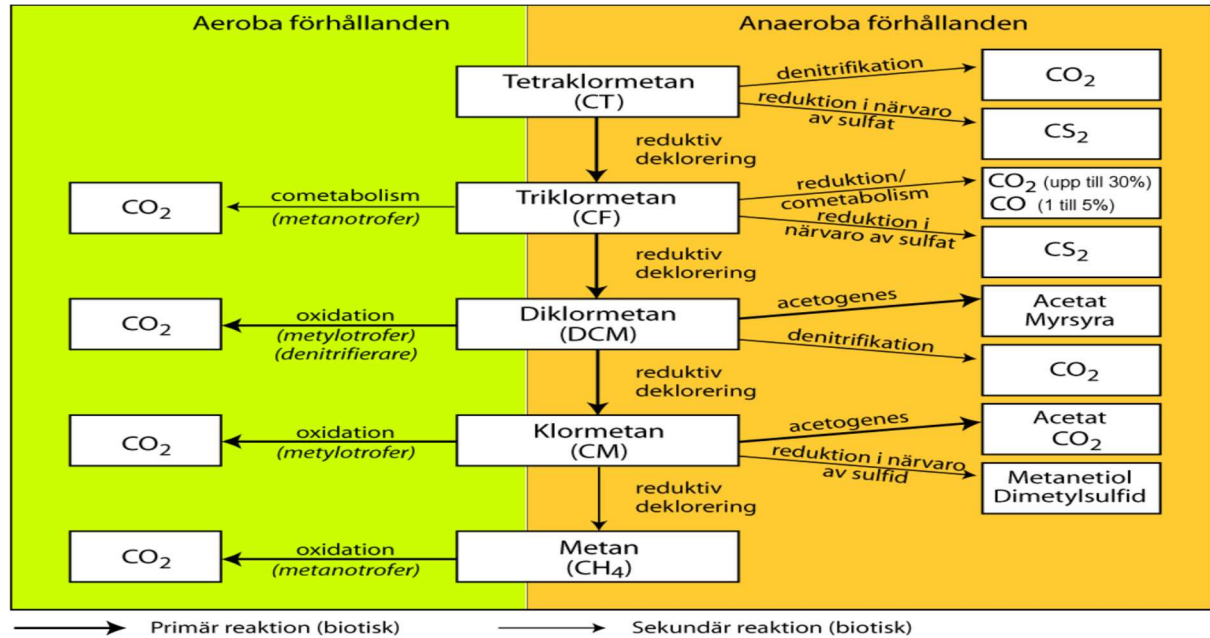
alternativt ättiksyra, 1,1-DCE o.s.v.

Vid mikrobiologisk nedbrytning av en klorerad substans med ett kolskelett med fyra eller tre kloratomer (t.ex. PCE eller TCA), frigörs klor och substansen omvandlas stegvis till dikloreten DCE, som sista klorerade förening bildas vinylklorid VC. Via en naturlig nedbrytningsprocess kan vinylklorid därefter brytas ned till etengas som inte innehåller klor. Därmed har en fullständig destruktion uppnåtts.

I litteraturen rapporterad nedbrytningskedja för klormetaner; tetraklormetan CT, **triklormetan/ kloroform CF**, diklormetan DCM och klormetan CM  
 Processen utgör en separat nedbrytningsväg avskild ifrån ev. reaktionsschema som utgår ifrån tetrakloreten/ PCE respektive trikloreten/ TCA



Figur 14. Nedbrytningsvägar för 1,1,1-TCA (Figur 3.7 ur NV 5663, Hållbar Sanering, 2007); "Klorerade lösningsmedel..."



Figur 15. Nedbrytningsvägar för klormetaner (Figur 3.8 ur NV 5663, Hållbar Sanering, 2007); "Klorerade lösningsmedel..."

## 7. Undersökningsmetodik och strategi

Följande information har inhämtats i tillämpliga delar och utgör grund för planering av miljötekniska luftmätningar avseende kemiska ämneshalter i markgas samt inomhusluft:

- Information från driftsingenjörer vid Regionsfastigheter, Västerviks sjukhus
- Uppgifter från ledningskartor, vatten och avlopp, dagvatten, el, bredband m.m.
- Befintliga byggnader och kulvertar
- planerade byggnader inom den närmaste 30 årsperioden
- Förekomst av underkulvertar, med möjlighet till porgasmätning under utvald byggnadsdel.
- Geohydrologiska förhållanden, geotekniska förutsättningar/ markens genomsläpplighet.
- Analysdata för förekomst av klorerade kolväten i 7 grundvattenrör/ borrar på sjukhusområdet.
- Indikativ, bedömd utbredning av föroreningsplym från f.d. kemtvätt-fastigheten Skeppet 4 på andra sidan järnvägen, söder och sydväst om sjukhusverksamheten.
- *"Förstudie av klorerade kolväten i grundvattnet under delar av Västerviks stad, 2009-03-19."*
- *"Fysisk planering och förorening av klorerade lösningsmedel"*, Vägledning från SGI och Länsstyrelsen i Östergötland.

Upplägget på undersökningen har gjorts i nära samarbete med ansvariga driftsingenjörer vid Regionfastigheter, Region Kalmar län.

**1. Porgasmätningar vid 12 prov-/mätpunkter J-V**, strategiskt placerade inom olika zoner av sjukhusområdet. Porgasmätningen genomförs med hjälp av stålsond/ spjut och slang med provtagningskolonn kopplad till en kalibrerad luftpump. Mättiden omfattade 6-10 timmar, vilket gav låga detektionsnivåer för klorerade kolväten. I två prov-/mätpunkter kontrollerade även oljeämnen.

**2. Inomhusluftanalys genomförs i 8 prov-/mätpunkter A-H**, där det bedöms sannolikt att påverkad markgas kan ha trängt in igenom grundplattan. Luftmätningen avser rum i källare eller kulvert under byggnad/mark, med syfte att klargöra potentiellt förekommande högsta halter av klorerade kolväten (s.k. worst case, i enlighet med miljöbalkens försiktighetsprincip). Mätningen av luftkvalitet i inomhusluft gjordes i normal drift och ventilation. Mättiden omfattade 12-18 timmar, vilket gav låga detektionsnivåer för klorerade kolväten inklusive nedbrytningsprodukter samt i 5 prov-/mätpunkter även oljeämnen.

### Analysparametrar markgas

I samtliga prov-/mätpunkter K-V. analyseras klorerade kolväten, basprogram; Kloroform, 1.1.1-Trikloretan, trikloretylen, triklorometan, tetrakloretan  
I två prov-/mätpunkter (N och P) analyseras dessutom oljeämnen – se ovan.

### Analysparametrar inomhusmiljö

I samtliga 8 prov-/mätpunkter (A-H) analyseras en bredare program klorerade kolväten: Kloretan, Vinylklorid, 1.1 dikloretan, 1.1-dikloreten, 1.2-dikloretan, cis-1.2-dikloreten, trans-1.2-dikloreten, Kloroform, 1.1.1-trikloretan, trikloretylen, tetraklorometan, tetrakloretan

I 5 prov-/mätpunkter (A-C-D-E-G) analyseras dessutom oljeämnen, enligt följande ; Alifatiska kolväten med kedjelängder C6-C10, C10-C25, BETEX (bensen, toluen, etylbensen, xylene) samt halvtunga aromatiska kolväten med sammansättning C9- och C10.

## Porgasmätning/ kemisk analys av markgas

Porgasmätning är en indikativ, mycket känslig spårningsmetod, som möjliggör jämförande miljö-mätningar av flyktiga kolväten/ rester av organiska lösningsmedel i marken. Fördelen med porgasmätning är att undersökningen är mer känslig för detektion av ev. förorening och kan utföras utan att inverka alltför negativt på verksamheten. Vid behov av att närmare bestämma omfattningen av föroreningen fordras som regel kompletterande undersökningar, varav provtagning- kemisk analys av grundvatten och misstänkt exponerade jordlager utgör den säkraste metoden.

Halten av organiska lösningsmedel/ kolväten i markluften beror på flera faktorer; bl.a. typ av förorening, avstånd till grundvatten och berg/ täta markskikt, volym markgas och lufttryck i marken, portryck, temperatur, benägenhet till förångning, pH-värde, redoxstatus/ salt- och vattenhalt, grad av hydrofobicitet/ organiskt material samt mikrobiell aktivitet etc.

Laboratorieanalyser av porgas identifierar ångor av organiska lösningsmedel i markluften, i detta fall förekomst av klorerade kolväten. Markens luftutrymmen/ porsystem kan innehålla en koncentrerad halt av ämnen som potentiellt kan inverka negativt på luftkvaliteten inomhus. Halten förorening i den luft som människor inandas inomhus blir betydligt lägre eftersom markluften späds ut i lokalen, baserat på rumsvolymen samt typ av ventilation m.m. Vid jämförelse emellan halt förorening i porgas jämfört med i inomhusluft tillämpas vanligen spädningsfaktorn 1:1.000. eller mer.

Provtagning med porgasmätning inomhus utförs med hjälp av håltagning i betonggolvet/ grundplattan. Borrhålet rensas på makadamfyllning varefter en metallsond/ stålspjut slås ned med slägga, igenom de översta marklagren till c:a 0,5 meters djup, beroende på aktuella förhållanden för gasdiffusion, jordart, packnings-grad samt avstånd till grundvattennivån m.m. Utrustningen liknar den vid markradonmätning (perforerad spets).

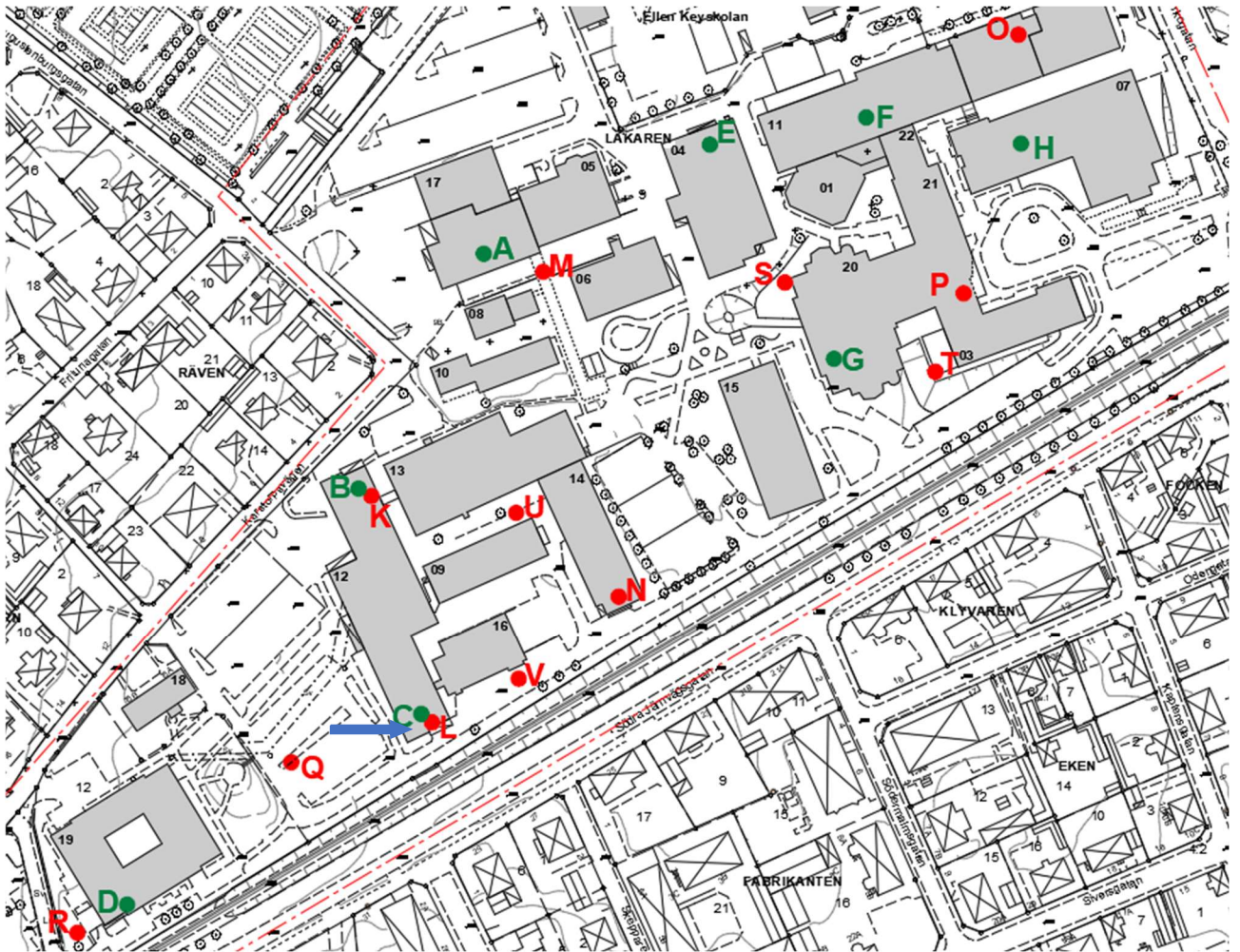
Vid porgasmätningar utomhus beaktas att det ofta förekommer en mer koncentrerad gas-plym i kanten av grundplattan, jämfört med längre ifrån byggnaden. Där så medger, utförs mätningen genom att mätsonden slås ned i typ gräsyta eller rabatt med hänsyn tagen till att undvika områden med rotzoner. I förekommande fall sker håltagning igenom asfaltskikt.

Porgasmätningar under byggander vid Västerviks sjukhusområde har genomförts vid s.k. underkultvertar med möjlighet att installera/ slå ner mätsonden direkt vid öppen markyta

All specialutrustning hyrs av Pegasuslab.-Eurofins, ledande företag för analyser av porgasmätningar. Till metallsonden kopplas en inert plast-/ teflonslang och luften leds genom ett adsorbent/ kolfilterrör med anslutning till en flödespump. Kalibrerat luftflöde 0,5 ml/min för analys av klorerade lösningsmedel samt 0,1 ml/min för analys av klorerade nedbrytnings-produkte. Mättiden varierar emellan 4-8 timmar. Vid kraftig markförorening kan provkolonner överladdas vilket medför en ökad felmarginal. I de flesta fall medför en längre provtagningstid bättre mätresultat, eftersom detektionsnivån blir lägre.

Uppmätt halt av kolväten i porgasen bedöms utifrån eventuella hälsorisker i inomhusmiljön, i form av boende- eller arbetsmiljö, offentlig miljö etc. Som jämförelsevärden för bedömning av hälsokriterier i inomhusluft används s.k. kroniskt lågriskvärde (RFC) samt cancerogent lågriskvärde (RISKkinh). Lågriskvärden tillämpas för inandningsluft i enlighet med SNV Rapport 5976, IMM Rapport 1:98 (Institutet för Miljömedicin) samt AFS 2018:1 (Arbetsmiljöverket); Nivågränsvärde med en säkerhetsfaktor på 1: 500-1.000.

## 8. Prov-/mätpunkter



Figur 16: Karta över prov-/ mätpunkter; 8 punkter för luftmätning i inomhusmiljöer ( A-H ) och 12 punkter porgasmätning kartläggning av klorerade kolväten i markgas ( K-V ). *Avvikande mätpunkt L, markerad med blå pil*

- Provpunkter inomhusluft, A-H
- Provpunkter markgas, K-V

**OBSERVERA:** Denna rapport/ presentation över föroreningsläget i markgas samt i kulvertar och källare i olika byggnader på sjukhusområdet utgår från en äldre karta, från tiden innan Hus 15 revs och den nya Psykiatrin (Nyps) byggdes. Den nya byggnaden upptar plats där tidigare Hus 15 stod, samt den närmaste markzonen väster om denna markyta.



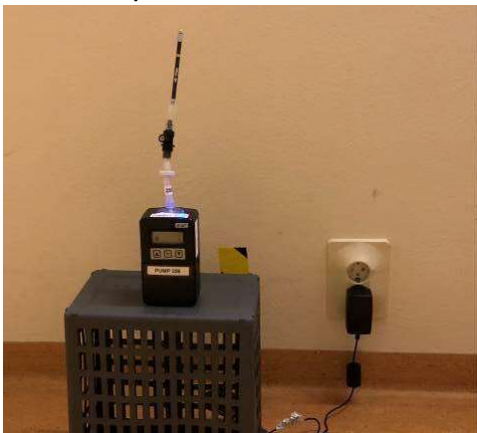
# Fotodokumentation



***Inomhus mät punkt A.***



***Inomhus mät punkt B.***



***Inomhus mät punkt C.***



***Inomhus mät punkt D.***



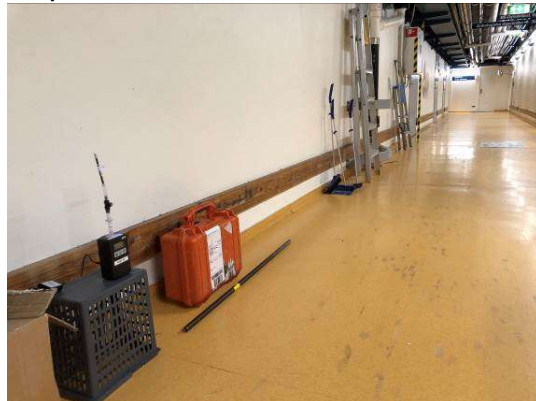
***Inomhus mät punkt E.***



***Inomhus mät punkt F.***



***Inomhus mät punkt G.***



***Inomhus mät punkt H.***



**Porgasmätning vid K (underkulvert)**



**Porgasmätning vid L (underkulvert)**



**Porgasmätning vid M (underkulvert)**



**Porgasmätning vid N (underkulvert)**



**Porgasmätning vid O (underkulvert)**



**Porgasmätning vid P (underkulvert)**



**Porgasmätning utomhus vid punkt Q**



**Porgasmätning utomhus vid punkt R**



**Porgasmätning utomhus vid punkt S**



**Porgasmätning utomhus vid punkt T**



*Porgasmätning utomhus vid punkt U*



*Porgasmätning utomhus vid punkt V*

## 9. Analysprogram

Klorerade lösningsmedel (A)				
Ingående parametrar	Rapporteringsgräns provtagningsvolym 10 liter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mätosäkerhet (%)	Rapporteringsgräns passiv provtagning 14 dagars provtagning ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mätosäkerhet (%)
Kloroform	1,0	20	0,08	20
1,1,1-trikloreten	1,0	20	0,08	20
Tetraklormetan	1,0	20	0,08	30
Trikloreten	1,0	20	0,08	20
Tetrakloreten	1,0	20	0,08	20

Klorerade nedbrytningsprodukter (A)				
Ingående parametrar	Rapporteringsgräns provtagningsvolym 10 liter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mätosäkerhet (%)	Rapporteringsgräns passiv provtagning 14 dagars provtagning ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mätosäkerhet (%)
Vinylklorid	0,4	30	0,03	30
1,1-dikloreten	0,4	24	0,03	30
trans-1,2-dikloreten	0,4	20	0,03	20
cis-1,2-dikloreten	0,4	28	0,03	20
1,1-dikloreten	0,4	20	0,03	20
1,2-dikloreten	0,4	20	0,03	30
Kloreten	3	30	0,2	30

Tabell 3a,b: Klorerade kolväten som ingår i analysprogrammet

## Oljeämnen

BTEX + TVOC + C9 - C10 aromater (A)				
Ingående parametrar	Rapporteringsgräns provtagningsvolym 100 liter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mätosäkerhet (%)	Rapporteringsgräns passiv provtagning 14 dagars provtagning ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mätosäkerhet (%)
Bensen	0,1	20	0,1	20
Toluen	0,1	20	0,1	20
Etylbensen	0,1	20	0,1	20
o-Xylen	0,1	20	0,1	20
p+m-Xylen	0,1	20	0,1	20
TVOC >C6-C10	50	20	5	30
TVOC >C10-C25	50	20	5	20
TVOC >C6-C25 Summa	50	20	50	20
C9-aromater	0,3	20	0,25	20
C10-aromater	0,3	20	0,25	20

Tabell 4: Oljeämnen; betex, alifatiska och aromatiska kolväten som ingår i analysprogrammet

## 10. Analysresultat porgasmätning, kemisk analys av markgas

### Klorerade kolväten

Provpunkt	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	målvärde <1 promille av NVG
Ämne, ug/m <sup>3</sup>													
Kloroform	<0,09	<0,08	<0,4	<0,08	0,42	<0,07	0,14	0,075	>0,73	0,15	0,092	>1,3	10
1.1.1-Trikloreten	<0,09	<0,08	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07	<0,06	<0,03	<0,04	<0,04	<0,03	<0,03	300
Trikloreten	<0,09	0,23	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07	<0,06	<0,03	0,36	<0,04	<0,03	<0,03	54
Tetraklormetan	0,33	0,33	0,30	0,34	0,29	0,43	0,32	0,26	0,20	0,24	0,30	0,26	6,4
<b>Tetrakloreten</b>	<0,09	<b>98</b>	0,15	<0,08	0,11	<0,07	0,39	<0,03	<0,04	<0,04	<0,03	<0,03	70

Tabell 5: Analysresultat avseende porgasmätning markgas; klorerade kolväten

**Gulmarkerat** avser värde som kraftigt avviker från övriga analysvärden.

**Gröna data** avser låga till måttliga värden, över detektions-/ rapporteringsnivån för analysmetoden.

**Blått** avser förhöjt värde där verklig halt är något högre p.g.a. s.k. genomslag från analyskikt till kontrollskikt.

Utvärderingsmässigt är halten att betrakta som låg.

**Målvärde** för markluften = < 1 promille av Nivågränsvärde för inomhusluft NGV, enligt AFS 2018:1 (Arbetsmiljöverket).

### Oljeämnen; BETEX, alifater, aromater C9, C10

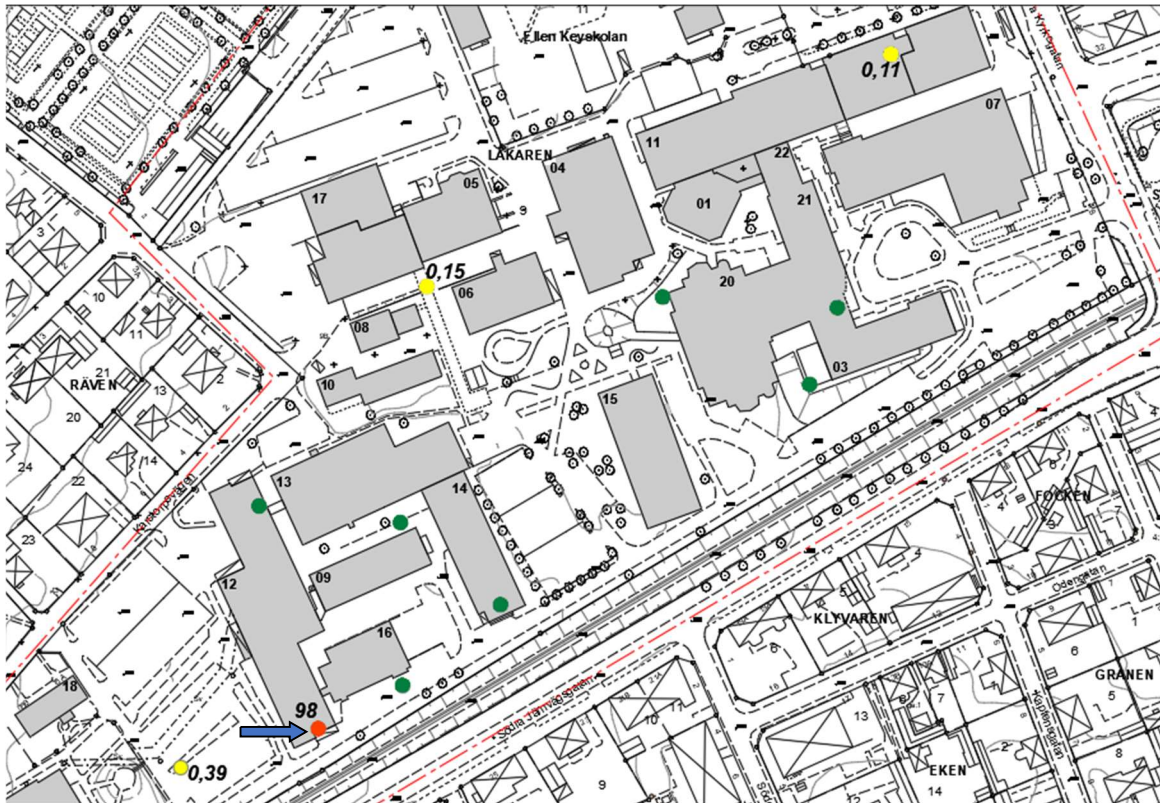
Provpunkt	N	P	målvärde <1 promille av NVG
Ämne, ug/m <sup>3</sup>			
C6-C10	<40	<30	
C10-C25	82	56	
C6-C25 Summa	82	56	
Bensen	0,34	0,34	1,5
Toluen	0,75	0,89	192
Etylbensen	0,16	0,12	220
Xylen (ortho-)	0,22	0,15	
Xylen (meta-, para-)	0,44	0,32	
Xylen Summa	0,82	0,59	221
C9 – Aromatiska kolväten	<0,2	<0,5	800
C10 – Aromatiska kolväten	<0,2	<0,2	350

Tabell 6: Analysresultat avseende porgasmätning markgas; oljeämnen

**Gröna data** avser låga värden, över detektions-/ rapporteringsnivån för analysmetoden.

**Blåa data** avser måttliga värden.

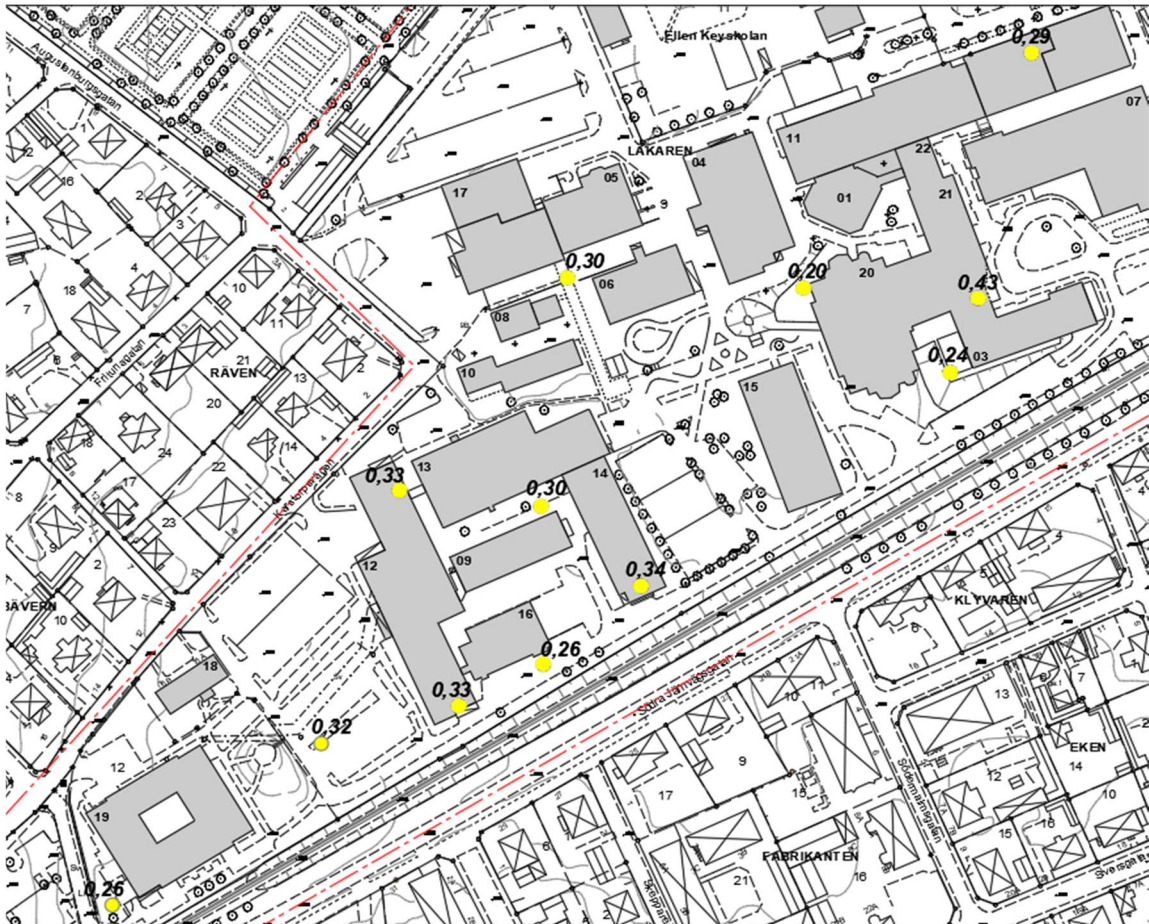
**Målvärde** för markluften = < 1 promille av Nivågränsvärde för inomhusluft NGV, enligt AFS 2018:1 (Arbetsmiljöverket).



**Figur 17: Tetrakloreten i markgas. Grön markering är värde under detektionsgränsen och gul markering är låga värden över detektionsgränsen. Den blå pilen visar avvikande högt värde vid prov-/mät punkt L.**



**Figur 18: Triklloreten i markgas. Grön markering är värde under detektionsgränsen och gul markering är låga värden över detektionsgränsen.**



Figur 19: Tetraklormetan i markgas. Grön markering är värde under detektionsgränsen och gul markering är låga värden över detektionsgränsen.



Figur 20: Kloroform i markgas. Grön markering är värde under detektionsgränsen och gul markering är låga värden över detektionsgränsen.





Figur 21: Bensen och TEX i markgas. Gul markering avser TEX och är låga värden över detektionsgränsen. Orange markering avser bensen där halten bedöms måttlig utifrån ett riskperspektiv.

## Bedömning av analysdata markgas

Analyserade föroreningshalter i markgas är genomgående låga, med ett undantag. I den södra delen av Hus 12, prov-/mätpunkt L nära järnvägsområdet, uppvisar porgasmätningen avvikande höga halter tetrakloreten.

I totalt 12 st. prov-/mätpunkter för porgas identifieras substansen tetrakloreten endast i 4 st. (1/3 av punkterna). I de övriga tre prov-/mätpunkterna (förutom L) ligger halten mycket lågt, strax över den låga detektions-/ rapporteringsnivån för mätningen.

Halten tetrakloreten i prov-/mätpunkt L motsvarar i storleksordningen 250 gånger högre halt än prov-/mätpunkt Q (relativt kort avstånd från L västerut), 650 gånger högre än prov-/mätpunkt M (ligger längre bort i riktning nno) respektive 950 gånger högre halt än prov-/mätpunkt O (belägen på längre avstånd från L, i riktning no).

Det är att observera att flera mätpunkter relativt nära prov-/mätpunkt L. inte uppvisar tecken på tetrakloreten; halter under den låga detektions-/ rapporteringsnivån för analysmetoden. Detta berör prov-/mätpunkt V strax öster om "hot spot" L, prov-/mätpunkt K i marken under den norra delen av Hus 12, prov-/mätpunkt U i riktning nno om L och prov-/mätpunkt N i riktning ono om L. Se karta över mätpunkter, sidan 23.

Prov-/mätpunkt L ligger i nära det grundvattenrör B4 som uppvisar den högsta nivån klorerade kolväten i grundvatten. Se sidan 13.

*Resultatet; en förhållandevis hög halt tetrakloreten i markgas vid prov-/mät punkt L sammanfaller med närhet till misstänkt förorenat objekt PFO, tidigare kemtvätt på fastigheten Skeppet 4, vid relativt nära avstånd söderut, på andra sidan järnvägen.*

*Analysdata av klorerade kolväten i grundvatten från olika zoner/ installerade grundvattenrör på sjukhusområdet uppvisar högst halt terakloreten (samt trikloreten) i den västsydvästra delen av detaljplaneområdet överensstämmer för med analysdata för terakloreten i porgasmätningen.*

Porgasmätningar vid olika zoner av sjukhusområdet uppvisar i de flesta fall s.k. nollvärden för trikloreten; halter under den låga detektions-/ rapporteringsnivån för analysmetoden. Vid prov-/mät punkt L (med avvikande hög halt terakloreten) spåras även nedbrytningssubstansen trikloroeten, men i överraskande låg nivå. Vid prov-/mät punkt S, i riktning no om L, förekommer också spår av trikloreten.

Halten tetraklormetan i markgas indikerar en stabil mycket låg "bakgrunds nivå", med ungefär samma halter i samtliga mätpunkter; mellan 0,2 till drygt 0,4 µg/m<sup>3</sup>.

Halten kloroform är relativt sett högre i två prov-/mätpunkter; V nära järnvägen, öster om L samt i punkt S mer mot nordost, i den centrala delen av undersökningsområdet. Utvärderingsmässigt är dessa nivåer att betrakta som låga. Under vissa markförhållanden kan kloroform bildas i naturliga kemiska processer i samband med mikrobiell nedbrytning av organisk substans.

Analysdata för markgas indikerar att gasföroreningen med klorerade kolväten vid mätpunkt L är förhållandevis begränsad. Sannolikt omfattar den kontaminerade zonen markområdet närmast järnvägen. Effektiva miljötekniska undersökningar möjliggörs först då byggnad Hus 12 är riven. Kompletterande porgasmätningar berör markområden omkring provpunkt L samt i misstänkt spridningsriktning mot nordost. (Grundvattenanalyser vid B5 indikerar viss spridning från zon B4 – L mot nordnordost.).

Aktuell undersökning med porgasmätning påvisar endast ett "punktvis föroreningsproblem" inom sjukhusområdet. Närmare undersökningar rekommenderas först då Hus 12 har rivits, innan uppförande av nya byggnader. Inför val av kompletterande provpunkter för porgasmätning bör markledning studeras. Erfarenheter visar att grundvattenförorening med organiska lösningsmedel i många fall följer mer genomsläppliga jordlager intill och utmed ledningsgravar etc.

***Utredningens slutsats:***

***Mätresulteten avseende klorerade kolväten i markgas inom detaljplaneområdet är positivt utifrån fortsatt planering med nybyggnation och utveckling av Västerviks sjukhus.***

# 11. Analysresultat luftmätning i inomhusluft

## Klorerade kolväten inkl. nedbrytningsprodukter

Provpunkt Ämne, Enhet: µg/m <sup>3</sup>	A	B	C	D	E	F	G	H	RFC NV5976 (WHO)	RISKinh NV5976 (WHO)	NGV AFS 2018:1	KGV AFS 2018:1
Kloretan	<0,8	<0,8	<1	<0,9	<0,3	<0,3	<0,4	<1				
Vinylklorid	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,05	<0,2			2.500	13.000
1.1-Dikloretan	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,05	<0,2			412.000	
1.2-Dikloretan	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,05	<0,2			4.000	20.000
1.2-Dikloretan	<0,03	<0,03	<0,04	<0,03	<0,04	<0,04	0,06	<0,05		3,6	4.000	20.000
cis1.2Dikloretan	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,05	<0,2				
trans1.2Dikloretan	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,05	<0,2				
Triklormetan/ Kloroform	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	<0,09	<0,09	<0,1	<0,5	140		10.000	25.000
1.1.1-Trikloretan	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	<0,09	<0,09	<0,1	<0,5	800		300.000	1,11 milj
Trikloretan	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	<0,09	<0,09	<0,1	<0,5		23	54.000	140.000
Tetraklormetan/ Koltetraklorid	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	0,52	0,48	0,45	<0,5	6,1		6.400	19.000
Tetrakloretan	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	<0,09	<0,09	<0,1	<0,5	200	680	70.000	170.000

**Tabell 7: Analysresultat avseende luftmätning i inomhusmiljöer; klorerade kolväten**

Gröna data avser låga värden, strax över detektions-/ rapporteringsnivån för analysmetoden.

### Riktvärden

RFC = Naturvårdsverkets riktvärde för referenskoncentration i inomhusluft

RISKinh = Naturvårdsverkets riktvärde för cancer-riskbaserad referenskoncentration i inomhusluft.

NGV = Arbetsmiljöverket. hygieniskt Nivågränsvärde avser max tolerabel exponering under en arbetsdag

KGV = Arbetsmiljöverket. Korttidsgränsvärde avser maxhalt för exponering under 15 min.

### Oljeämnen; BETEX, alifater, aromater C9, C10

Provpunkt Ämne, Enhet: µg/m <sup>3</sup>	A	C	D	E	G	RFC NV 5976 (WHO)	RISKinh NV 5976 (WHO)	NGV AFS 2018:1	KGV AFS 2018:1
C6-C10	<100	<200	<200	<40	<0,4	1000 *			
C10-C25	<100	<200	<200	76	<0,05				
C6-C25 Summa	-	-	-	76	<0,05				
<b>Bensen</b>	<0,1	<0,2	<0,2	0,12	<0,05		1,7	1.500	9.000
<b>Toluen</b>	<1	<2	<2	0,69	0,06	260		192.000	384.000
<b>Etylbensen</b>	<0,3	<0,4	<0,3	0,25	<0,05	770		220.000	884.000
Xylen (ortho-)	<0,3	<0,4	<0,3	0,27	<0,05				
Xylen (meta-, para-)	<0,3	0,36	<0,3	0,79	<0,1				
<b>Xylen Summa</b>	-	0,36	-	1,3	<0,1	100		221.000	442.000
C9 – Aromatiska kolväten	<0,8	<1	<0,9	<0,8	<0,1	200 *		800.000	
C10 – Aromatiska kolväten	<0,8	<1	<0,9	<0,3	0,45	200 *		350.000	

**Tabell 8: Analysresultat avseende luftmätning i inomhusmiljöer; oljeämnen**

Gröna data avser låga värden, strax över detektions-/ rapporteringsnivån för analysmetoden.

- "ingen parameter påvisad"

\* avser RFC-värde för alifater C8-C10 resp. aromater C8-C10

Mätning-analys i provpunkt **B** uppvisade inga oljeämnen/ ingen parameter påvisad.



Figur 22. Tetrakloreten i inomhusluft. Grön markering anger samtliga värden under detektionsnivån



Figur 23. Trikloreten, dikloreten, vinylklorid i inomhusluft. Grön markering anger samtliga värden under detektionsnivån



Figur 24: Tetraklormetan vinylklorid i inomhusluft. Grön markering anger värden under detektionsnivån och gul markering låga värden, strax över detektionsgränsen för analysmetoden.



Figur 25: Oljämnen/ alifater C6-C25 och aromater C9, C10 i inomhusluft. Grön markering anger låga värden.

## Bedömning av analysdata inomhusluft

Undersökningen uppvisar genomgående positiva resultat. Analysdata för klorerade kolväten tetrakloreten samt dess nedbrytningssubstanser trikloreten, dikloreten och vinylklorid (monokloreten) visar att dessa inte förekommer i inomhusluften. Samtliga halter motsvarar s.k. nollvärden, lägre än den låga detektions-/rapporteringsnivån för analysmetoden.

Mät punkt i källare i den södra delen av Hus 12 påvisar ingen mätbar halt tetrakloreten, trots närhet till prov-/mät punkt L i porgasmätningen där undersökningen identifierat förorening av terakloreten i markgas.

I en mät punkt (G) registrerades en låg halt 1,2-dikloreten, motsvarande 1,7% av/ 60 gånger lägre än RISKinh, Naturvårdsverkets och WHO:s riktvärde för cancer-riskbaserad referenskoncentration i inomhusluft. Nivån motsvarar 0,0015% av Nivågränsvärde för arbetsmiljöer (AFS).

Halten tetraklormetan (koltetraklorid) uppmäts precis över den låga detektions-/ rapporteringsnivån för analysmetoden vid mätpunkter E, F, G. Den uppmätta koncentrationen i inomhusluft, knappt eller omkring 0,5 µg/m<sup>3</sup> motsvarar c:a 8% av RFC, Naturvårdsverkets och WHO:s riktvärde för referens-koncentrationen i inomhusluft. Beaktat IMM:s bedömning avseende risk för cancer motsvarar mätdata lägre än en promille av lågrisknivån, baserad på en stor säkerhetsmarginal.

Om en jämförelse görs med Arbetsmiljöverkets gränsvärde för en hel arbetsdag, Nivågränsvärde NVG, så visar det att inomhusluften i de lokaler som undersökts t.o.m. klarar halter av tetraklormetan som ligger lägre än 1/10.000 (en tio tusendel) av Nivågränsvärdet för arbetsmiljöer (AFS).

Kartläggning av oljeämnen påvisar också låga värden. I mät punkt E. förekommer de högsta nivåerna av betex. Halten bensen motsvarar i detta fall 7% av RISKinh, Naturvårdsverkets och WHO:s riktvärde för cancer-riskbaserad referenskoncentrationen i inomhusluft.

Beträffande toluen, etyllbensen och xylener förekommer dessa i mät punkt E. (halter över den låga detektions-/ rapporteringsnivån för analysmetoden), men nivåerna är mycket låga i jämförelse med RFC, Naturvårdsverkets och WHO:s riktvärde för referenskoncentrationen i inomhusluft. Förekomsten av oljeämnen vid mät punkt E. förklaras av närhet till pannrum/ oljehantering

*Analysdata påvisar att ventilationen inte behöver förbättras i undersökta lokaler.*

Placering av underkulvertar och viss mån även kommunikationskulvertar (med anpassad frånluftsventilation) utgör en påtaglig fördel. Effekten blir minskad sannolikhet för att olika föroreningar i markgas medför alltför höga koncentrationer i inomhusluft. Vid grundkonstruktioner där vårdlokaler inte uppförs direkt på mark minskar risken för inträngande markgas som negativt kan påverka luftstatus i inomhusmiljön.

***Slutsatsen av undersökningen av inomhusmiljöer med högkvalitativa luftanalyser blir att det inte föreligger någon risk för negativ hälsopåverkan i de inomhusmiljöer som har kartlagts.***

I konceptuell hydrogeologisk beskrivning och riskbedömning för grundvattenförorening (Rapport Structor juni 2024) görs bedömningen att "...föroreningar som finns i jordgrundvattnet inte kan orsaka problem för hälsorisker i inomhusluft." Analysresultat från fältmätningar 2022 (denna rapport) vidimerar slutsatser som följer av beräkningar som avser förhållanden vid eventuell full drift av grundvattenuttag vid Västerviks sjukhus.

## 12. Riskbedömning, Gastätt byggnadssätt

Hydrogeologisk expertis vid Structor AB bedömer det inte nödvändigt att generellt tillämpa gas- och diffusionstätt byggnadssätt för samtliga nya byggnader som uppförs inom det aktuella sjukhusområdet, tillika detaljplaneområdet.

*” Risken för föroreningstransport med grundvattnet till sjukhusområdet, i en sådan omfattning att det skulle leda till hälsorisker inomhus i sjukhusets byggnader, är så liten att den kan accepteras om de begränsningar som föreslås implementeras i detaljplanen ”.*

*” Byggnader anläggs så att det finns ett minst 1 m mäktigt orört jordlager mellan byggnads grundkonstruktion och högsta förutsebara grundvattennivå. Byggnadsdelar som anläggs djupare än 1 meter över högsta förutsebara grundvattennivå ska utföras gas- och diffusionstätt i dessa delar. ”*

## 13. Rekommendationer

bsv ark. & ing. ab rekommenderar att som säkerhetsåtgärd utföra nya byggnader i den sydvästra delen av sjukhusområdet med s.k. gas- och diffusionstätt utförande. Alternativt med ventilerade underkulvertar. (Projektering sker med stöd av miljöbalkens försiktighetsprincip.)

I tidigare version av MTU-Rapporten beskrivs förslag på vidimerande inomhusmätningar i fler potentiellt exponerade lokaler vid och omkring Hus 12 samt kompletterande porgasmätningar i ett tätare nät av mätpunkter omkring avvikande prov-/mätpunkt L. (nära Hus 12).

*Med stöd av fördjupad Riskanalys (Structor Miljö Öst AB, juni 2024) har hydrogeologisk expertis bedömt det inte relevant med ytterligare miljötekniska undersökningar för slutförande av ny detaljplan. Aktuella porgasanalyser samt luftmätningar i befintliga byggnader på sjukhusområdet bekräftar beräkningar som påvisar att risken för framtida hälsoproblem är obefintlig. Structor beskriver därtill att riskerna inte ökar vid ökat grundvattenuttag, upp till högsta tillåtna nivå.*

### **Miljöteknisk undersökning av jord och grundvatten, efter rivning av Hus 12**

En heltäckande utredning avseende omfattning av förorenade marklager och spridning av tetra-kloreten via grundvatten inom sjukhusområdet försvåras bl.a. av Hus 12 i sydväst. Delar av den utspädd förorenade grundvattenplymen antas förekomma under byggnaden.

Utredningens förslag är att avvakta med undersökningar till efter etapp 7 och rivning av Hus 12 (enligt LOST, Region Kalmar län):

- Innan ny byggnad uppförs på platsen, omkring mätpunkt L och området närmast mot nordost, undersöks marken beträffande klorerade kolväten, särskilt i djupt liggande jordlager samt i djupa grundvattenmagasin (akvifär); analyser av porgas och jordgrundvatten.

Rapport upprättad i oktober 2022 samt februari 2023, kompletterad augusti 2024

**bsv arkitekter & ingenjörer ab**, på uppdrag av Regionfastigheter, Region Kalmar län.

Mats Hellman, miljöing.MSc., [mats.hellman@bsv.se](mailto:mats.hellman@bsv.se), 070-6208793