

Västerviks sjukhus Konceptuell Hydrogeologisk beskrivning

Bedömning av risk för spridning av klorerade alifater. Konsekvenser med anledning av ny detaljplan för sjukhusområdet.

Beställare: Region Kalmar/ bsv ark.& ing. ab
Beställarens kontakt: Mats Hellman (bsv ark.& ing. ab)
Konsultbolag: Structor Miljö Öst AB
Uppdragsnamn: Västerviks sjukhus Klorerade
Uppdragsnummer: 24055
Datum: 2024-06-27
Revideringsdatum: 2024-06-27
Uppdragsledare: Daniel Glatz
Handläggare/utredare: Daniel Glatz, Sina Shahabi Ghahfarokhi
Granskare: Magdalena Thorsbrink, Mats Hellman
Status: Slutlig

Innehåll

1. Inledning	6
2. Områdesbeskrivning	7
2.1. Sjukhusområdet, bebyggelse,	7
2.2. Kemtvättarna, förorenade områden	7
2.3. Reservvattentäkten	9
3. Hydrogeologiska förhållanden	10
3.1. Underlag, genomförda undersökningar.....	10
3.2. Berg, bergtopografi.....	10
3.3. Jordgeologi	13
3.4. Grundvattenströmning i jord och berg	15
3.5. Grundvattenförorening, klorerade alifater	17
4. Konceptuella hydrogeologiska förhållanden	19
4.1. Grundvattnets strömningsförhållanden	19
4.2. Föroreningsspredning med grundvattnet	21
4.3. Beräknad maxhalt i grundvatten för inomhusluft.....	23
5. Riskanalys föroreningspredning med grundvatten	24
5.1. Nuvarande förhållanden	24
5.2. Grundvattenströmning vid drift av vattentäkten.....	24
5.3. Transport av klorerade alifater i grundvatten vid drift av vattentäkt	25
5.4. Risker vid grundvattentransport och klorerade alifater	26
6. Validering; osäkerheter och kunskapsluckor	27
7. Förslag till försiktighetsåtgärder vid detaljplane-läggning av Västerviks sjukhusområde	29
8. Slutord, bedömning	31
9. Referenser	32

Figurförteckning

Figur 2.1. Översikt, Västerviks sjukhus i centrala Västervik med verksamheter intill. ...	7
Figur 2.2. Potentiella källor till föroreningar så som det beskrivs av Västerviks kommun 2009 (Västerviks kommun, 2009-03-19).	8
Figur 3.1. Berggrundskarta över Västervik (SGU, 2024-05-22a). Sedimentärt material, huvudsakligen sandstenar som det trängt in granitisk magma i för ca 1,9 miljarder år sedan.	11
Figur 3.2. Jorddjupsmodell enligt SGU (SGU, 2024-05-22b). Under Sjukhusområdet och i den norra delen av Västervik är det stora jorddjup och berggrunden ligger långt ner, under havsnivå, medan södra och västra delarna har tunna jordlager, med hög bergnivå.	12
Figur 3.3. Interpolerad bergövertyta från geofysiska mätningar 2001 i den södra delen av sjukhusområdet och vid den f.d. Kemtvätten Skeppet 4 (Meland, 2001).	13
Figur 3.4. Jordartskartan (SGU, 2024-05-22c) i centrala Västervik vid sjukhuset samt undersökningspunkter i jord och berg. Jordlagren vid sjukhuset består huvudsakligen av sand och grus, isälvsmaterial (inte morän som kartan visar). Läget för tvärsnitt A och B visas med svart linje.	14
Figur 3.5. Jordlagerföljd i sex borrhöjningar tvärsnitt A, längs järnvägen. Resultaten visar på huvudsakligen sand och grus, isälvsmaterial och att bergtopografin är påtaglig. Morän har identifierats i den undre delen av GV6.	15
Figur 3.6. Jordlagerföljd i sju borrhöjningar i den södra delen av tvärsnitt B. Resultaten visar på huvudsakligen sand och grus, isälvsmaterial och att bergtopografin är påtaglig. Morän har identifierats i den undre delen av GV5 i profilens sydliga del.	15
Figur 3.7. Interpolerade grundvattennivåer i jord och berg samt mätpunkter.	16
Figur 3.8. Förekomst av klorerade alifater i grundvatten. Kartan visar färgade ringar i haltintervall för de högsta halter som uppmätts i varje punkt samt även isolinjer för grundvattennivå i jord och i berg.	18
Figur 3.9. Tidsserie för uppmätt halt tetrakloreten och trikloreten i brunnen B4, belägen nära den f.d. kemtvätten söder om sjukhusområdet (Region Kalmar, 2024-04-22).	18
Figur 4.1. Konceptuella hydrogeologiska förhållanden längs tvärsnitt B med tolkade geologiska förhållanden, grundvattenströmning och spridningsförhållanden för förorening från f.d. kemtvätt Skeppet 4.	20
Figur 4.2. Grundvattenmagasin och tolkad flödesriktning i jordlagren.	21
Figur 4.3. Konceptuella spridningsvägar för klorerade alifater via grundvattnet från f.d. kemtvätt Skeppet 4 till sjukhusområdet.	22
Figur 5.1. Vid full drift av sjukhusets vattentäkt. Konceptuella hydrogeologiska förhållanden med tolkade geologiska förhållanden, grundvattenströmning och spridningsförhållanden för förorening från f.d. kemtvätt Skeppet 4.	25
Figur 7.1 Beräknat ungefärligt byggbart djup under markyta utan att utföra byggnader gas och diffusionstätt.	30

Tabellförteckning

Tabell 4.1. Beräkning av maximal halt i grundvatten utan att referenskoncentration i inomhusluften överskrid vid 1 meters avstånd mellan grundvattennivån och byggnadens bottennivå.	23
Tabell 6-1. Validering och osäkerheter av parametrar kopplade till konceptuell hydrogeologisk modell för sjukhusområdet i Västervik.....	27

Bilagor

- Bilaga 1** Karta undersökningspunkter och interpolerad grundvattennivå
- Bilaga 2** a) Konceptuella grundvattenförhållanden Tvärprofil B
b) Konceptuella grundvattenförhållanden vid drift av vattentäkt. Tvärprofil B
- Bilaga 3** Karta. Jordgrundvattenmagasin med strömningsriktning
- Bilaga 4** Beräkning ämnestransport från grundvatten till inomhusluft
- Bilaga 5** Karta. Byggbart djup under markyta utan behov av gas- och diffusionstät byggnad

1. Inledning

Det pågår arbete med en ny detaljplan för sjukhusområdet i Västervik. I arbetet har det framkommit ett behov att beskriva situationen med mark- och grundvattenföroreningar i området. Länsstyrelsen har i yttrande bland annat framfört önskemål om utredning av hydrogeologiska miljörisker;

”...risk för spridning av föroreningar in till planområdet via grundvatten. Så väl vid dagens förhållanden som vid ett maximalt uttag av grundvatten vid reservvattentäkten enligt reservvattentäktens tillståndsgivna uttagsgränser. Här är det viktigt att områdets geologi och hydrogeologi beskrivas och beaktas.”

Structor Miljö Öst AB har fått i uppdrag av bsv arkitekter & ingenjörer ab och Region Kalmar att upprätta en konceptuell hydrogeologisk beskrivning samt riskbedömning för grundvattenföroreningar i området omkring Västerviks sjukhus.

Syfte:

Denna konceptuella hydrogeologiska beskrivning syftar till att beskriva geologi, grundvattenförhållanden och förorening i grundvattnet samt hur förorening sprids med grundvattnet vid Västerviks sjukhus. Hälsa- och miljörisker som kan uppstå inom sjukhusområdet till följd av spridning av klorerade kolväten beskrivs och bedöms med utgångspunkt från nuvarande förhållanden, att det tillkommer nya byggnader och att sjukhusets vattentäkt tas i full drift.

2. Områdesbeskrivning

2.1. Sjukhusområdet, bebyggelse,

Västerviks sjukhus är beläget centralt i Västervik på backarna upp väster om stadskärnan, se Figur 2.1 nedan. Väster och söder om området övergår bebyggelsen i bostäder, hyreshus och villabebyggelse, men det finns även områden med verksamheter i närheten. Längs sjukhusområdets södra kant går en järnväg bredvid en större trafikled. Norr om sjukhuset finns en skola och en kyrkogård med begravningsplatser.



Figur 2.1. Översikt, Västerviks sjukhus i centrala Västervik med verksamheter intill.

2.2. Kemtvättarna, förorenade områden

Inventering av förorenade områden som gjordes i början på 2000-talet visade på att det finns en mängd potentiella föroreningar i centrala Västervik. Västerviks kommun genomförde en förstudie för att beskriva förutsättningar med klorerade kolväten i centrala Västervik med fokus på den f.d. Kemtvätt som funnits på fastigheten Skeppet 4 strax söder om sjukhuset där det genomförts en hel del undersökningar av klorerade alifater. Därutöver finns det flera andra förorenade områden som kan bidra med grundvattenförorening. En majoritet av dessa är inte undersökta. I Figur 2.2 nedan visas en sammanställning av förorenade områden, så som det redovisades av Västerviks kommun (Västerviks kommun, 2009-03-19) i början på 2000-talet. Vattendelare och

strömningsriktning har bestämts utifrån SMHI:s översiktliga kartor och bedömda grundvattenförhållanden. Den föroreningskälla som ligger närmast sjukhusområdet är f.d.Kemtvätten Skeppet 4 och det är också den föroreningen som bedöms ha spridit sig in på sjukhusområdet.



Övriga potentiella källor till föroreningar med PCE och TCE (förutom Skeppet 4)

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| ☒ Kemtvätt | (PCE-ekvivalenter) |
| ☒ Potentiella större källor | ● <1 µg/l |
| ☒ Potentiella mindre källor | ● 1-10 µg/l |
| | ● 10-100 µg/l |
| | ● >100 µg/l |

- | | |
|-------|---|
| — | Vattendelare (SMHI) |
| → | Bedömd regional grundvattenriktning |
| - - - | Bedömd lokalt påverkad grundvattenriktning |

Figur 2.2. Potentiella källor till föroreningar så som det beskrivs av Västerviks kommun 2009 (Västerviks kommun, 2009-03-19).

2.3. Reservvattentäkten

Västerviks sjukhus har en reservvattentäkt i berggrunden i centrala Västervik. I den vattentäkten får Sjukhuset ta ut upp till 100 m³ vatten per dygn, 36.500 m³/år. Vattentäkten etablerades och erhöll tillstånd i början på 2000-talet. Hydrogeologiska förhållanden för vattentäkten beskrevs i ett PM i samband med tillståndsansökan (WSP, 2012-03-27).

3. Hydrogeologiska förhållanden

3.1. Underlag, genomförda undersökningar

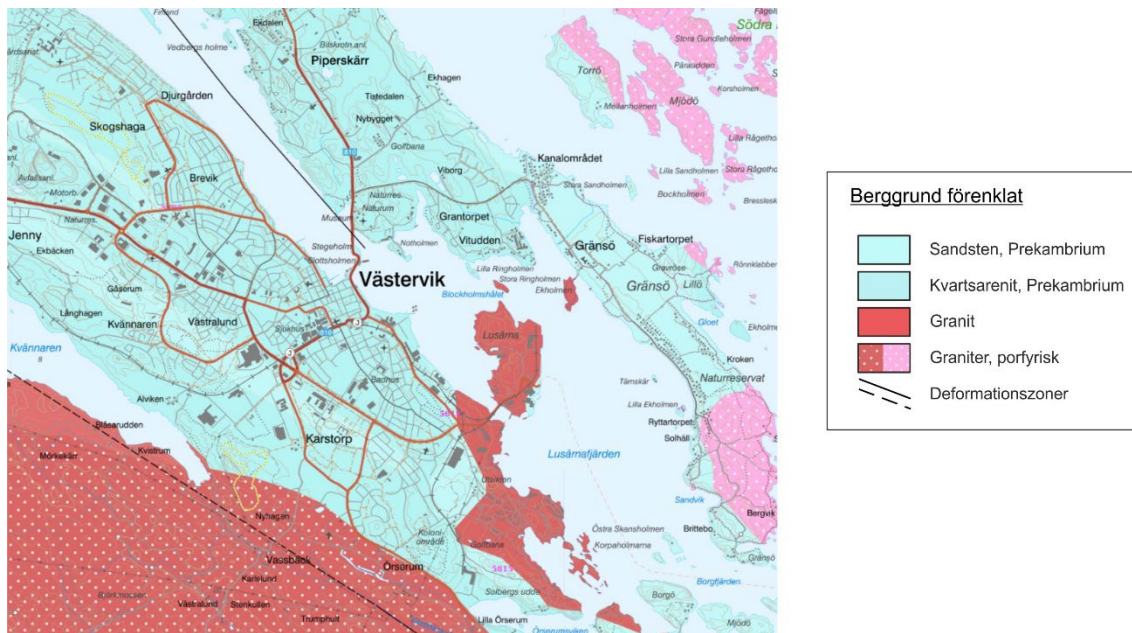
Tillgängligt material om geologiska förhållanden, grundvatten och föroreningar har använts som underlag för den konceptuella hydrogeologiska modellen. Det innebär tillgängliga kartor och data från offentliga källor, samt kända utredningar och undersökningar som gjorts på platsen.

- 1) Kartor:
 - a) Berggrundskarta, SGU
 - b) Jordartskarta, SGU
 - c) Jorddjupskarta, SGU
 - d) Topografisk karta och höjdmodell, Lantmäteriet
- 2) Rapporter. Undersökningsresultat, borrhningar, grundvattennivåer,
 - a) Förstudie av klorerade kolväten i grundvattnet under delar av Västerviks stad. 2009-03-13. Västerviks kommun
 - b) PM Hydrogeologi. Reservvattentäkt Västerviks sjukhus. 2012-03-29.
 - c) Miljöteknisk undersökning BSV Arkitekter och Ingenjörer AB 2022-10-31
- 3) Undersökningsresultat från kontrollprogram som bedrivs av Region Kalmar.
 - a) Grundvattennivåer i berg, 2013-2023, Region Kalmar
 - b) Vattenanalyser klorerade alifater i berg, 2013-2023, Region Kalmar

Det har inte utförts några kompletterande fältundersökningar inom ramen för arbetet med denna hydrogeologiska beskrivning, däremot beräkningar och analyser av befintliga data.

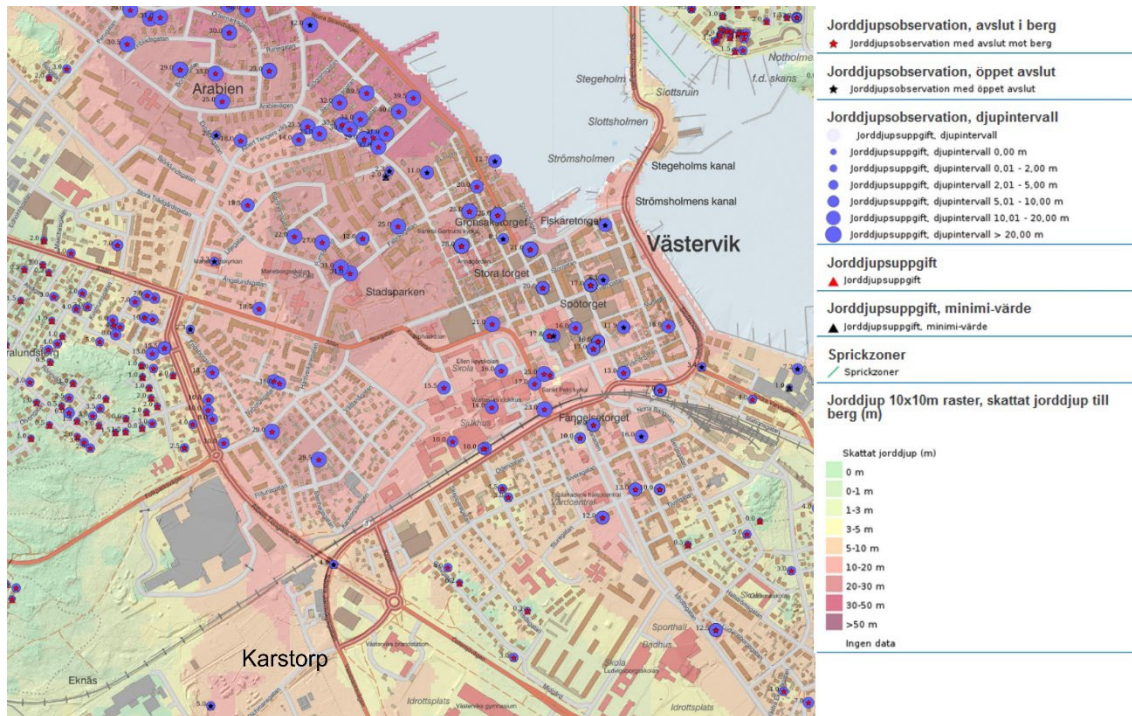
3.2. Berg, bergtopografi

Berggrunden i Västervik, Västerviksformationen, består ursprungligen av sedimentärt material, sand/sandsten som det trängt in granitisk magma i samtidigt som sedimenten veckats och metamorfiserats. Den sedimentära strukturen har då ställvis försvunnit. Lokalt vid Västervik sjukhus är det kvartsarenit som ursprungligen utgjort sand/silt. Ett utsnitt ur berggrundkartan visas i Figur 3.1 nedan (SGU, 2024-05-22a).



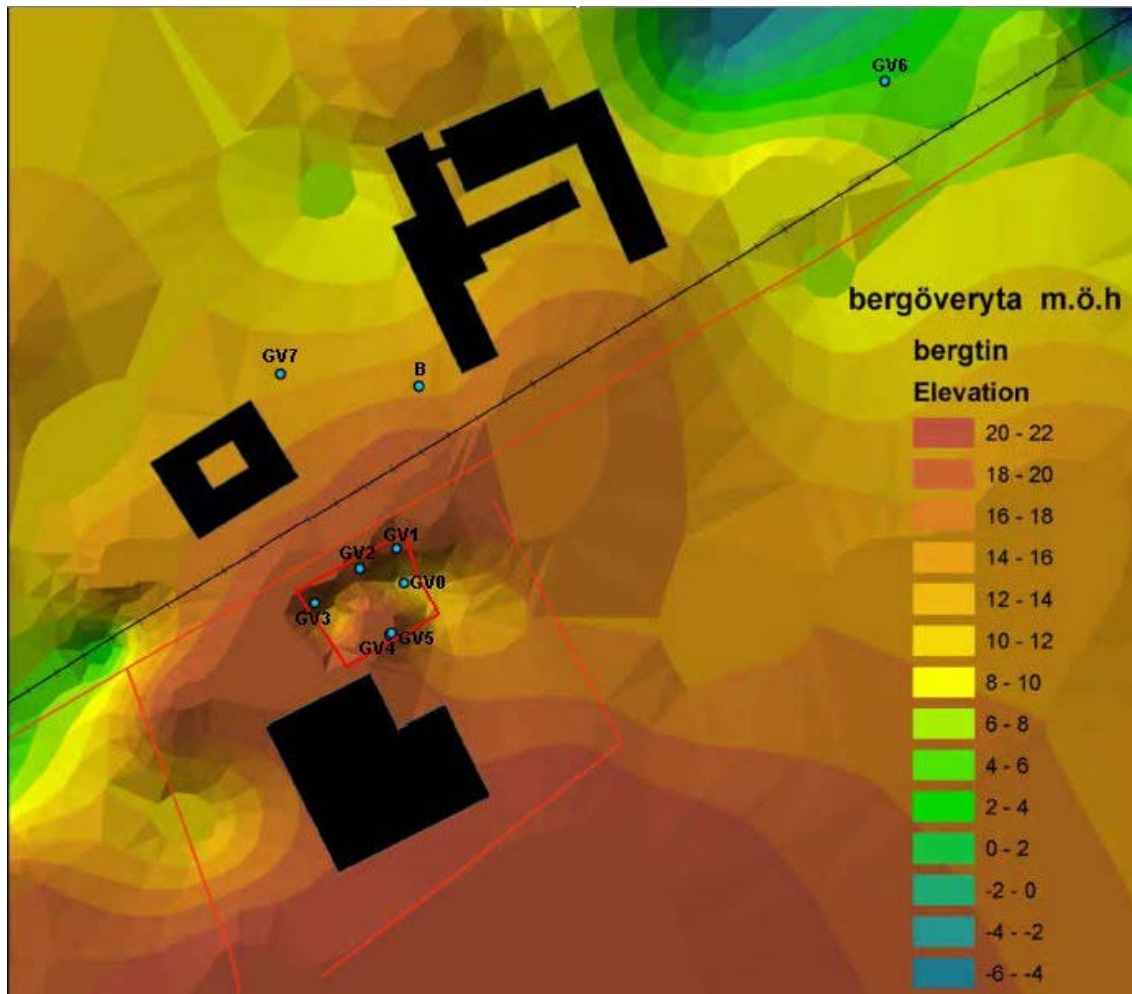
Figur 3.1. Berggrundskarta över Västervik (SGU, 2024-05-22a). Sedimentärt material, huvudsakligen sandstenar som det trängt in granitisk magma i för ca 1,9 miljarder år sedan.

Berggrundens överyta finns beskriven av SGU som baserar sin jorddjupsmodell på inrapporterade borrhningar och geologisk tolkning, se Figur 3.2 nedan (SGU, 2024-05-22b). Därutöver har det i samband med utredningar av förorenade områden gjorts utökade ansträngningar att kartera bergytans nivå med hjälp av geofysik och sammanställning av borrhdata. En interpolation från 2001 av berggrundens överyta lokalt vid den f.d. kemptvätten Skeppet 4 visas i Figur 3.3 nedan (Meland, 2001).



Figur 3.2. Jorddjupsmodell enligt SGU (SGU, 2024-05-22b). Under Sjukhusområdet och i den norra delen av Västervik är det stora jorddjup och berggrunden ligger långt ner, under havsnivå, medan södra och västra delarna har tunna jordlager, med hög bergnivå.

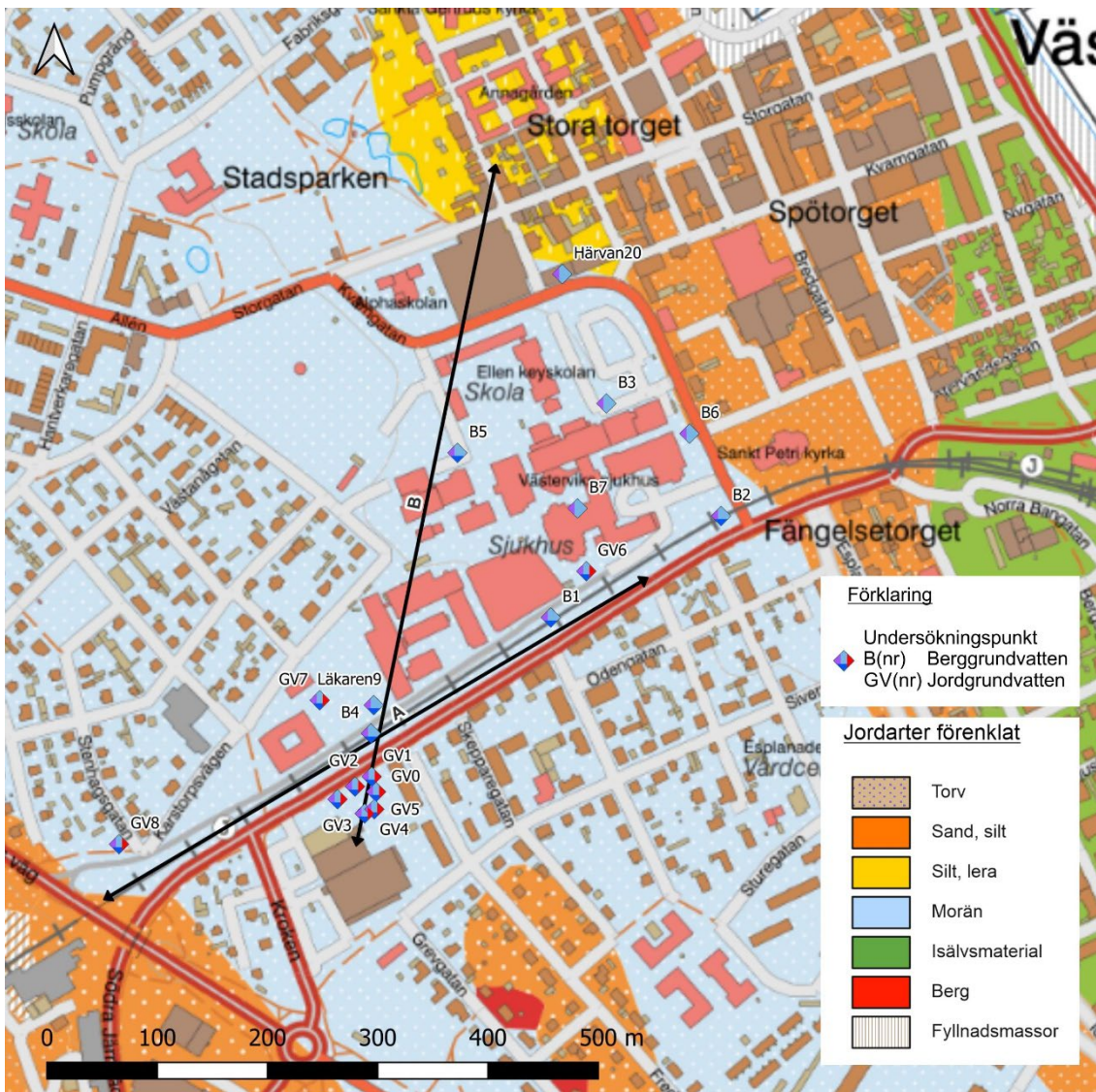
Bergövertygan ligger högt, nära markytan i de sydöstra och västra delarna av Västervik där bergnivån ligger på 20-30m höjd. I centrala och norra Västervik är jorddjupen stora, upp mot 40m och bergytan ligger här minst 20 m under havets nivå. Det förefaller även finnas ett stråk, en dalgång i bergytan, från de nordöstra delarna av Västervik mot sydväst och de industriområden som finns söder om järnvägen vid Karstorp. Nivåskillnaderna för bergytan inom Västervik är således upp mot 70m. Även interpolationen över ett mindre delområde strax söder om sjukhuset, Figur 3.3 nedan, visar att det är stora nivåskillnader på bergytan och den interpolationen ger också visst stöd för att det finns ett stråk nordost-sydväst där bergnivån är lägre.



Figur 3.3. Interpolerad bergövertyta från geofysiska mätningar 2001 i den södra delen av sjukhusområdet och vid den f.d. Kemtvätten Skeppet 4 (Meland, 2001).

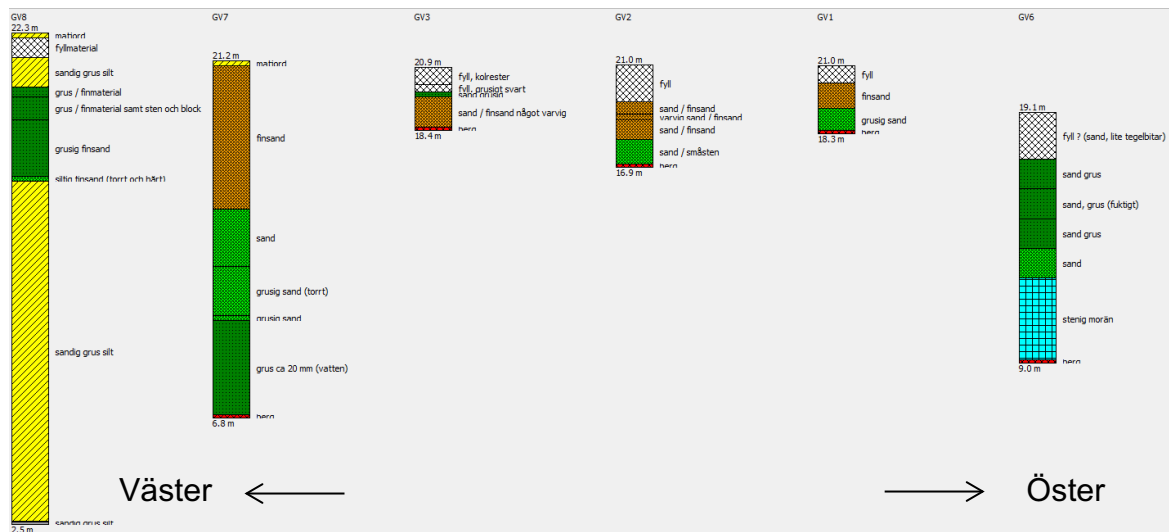
3.3. Jordgeologi

Ett utsnitt ur SGUs jordartskarta visas i Figur 3.4 nedan (SGU, 2024-05-22c). Enligt kartan finns det isälvsmaterial i de centrala delarna av Västervik (grönt i jordartskartan) som övergår i morän väster om centrum. De borrhningar som gjorts i området kring den f.d. kemtvätten söder om sjukhuset, fastigheten Skeppet 20, indikerar emellertid att isälvs materialet kan sträcka sig betydligt längre västerut, in under sjukhusområdet (Västerviks kommun, 2009-03-19).



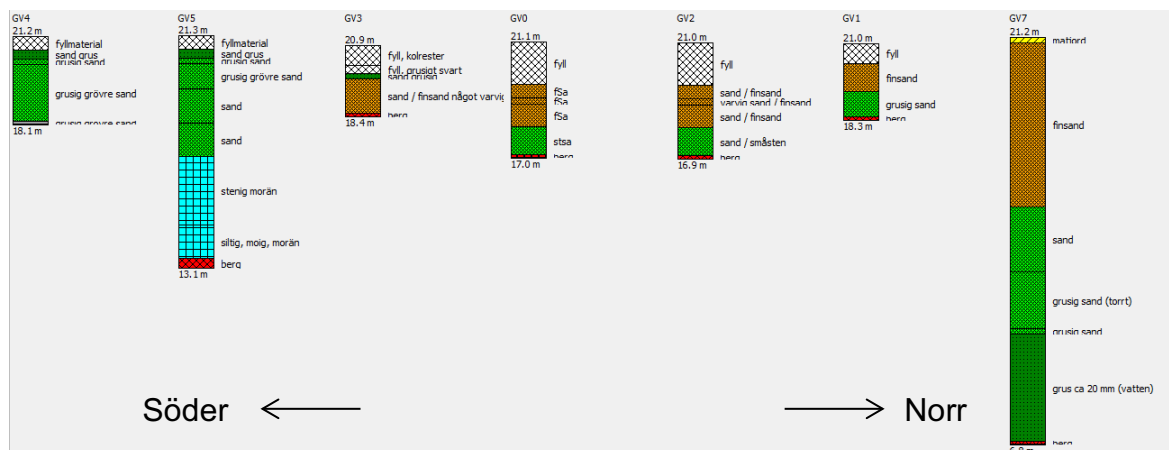
Figur 3.4. Jordartskartan (SGU, 2024-05-22c) i centrala Västerås vid sjukhuset samt undersökningspunkter i jord och berg. Jordlagren vid sjukhuset består huvudsakligen av sand och grus, isälvsmaterial (inte morän som kartan visar). Läget för tvärsnitt A och B visas med svart linje.

Jordlagerföljden i sex borrhningar vid tvärsnitt A som går längs med järnvägen visas i nedan. Resultaten från borrhningarna visar att det finns en påtaglig bergtopografi. Mitt på profil A (i kvarteret Skeppet) där det gjorts undersökningar av en f.d. kemptvätt (GV1, GV2 och GV3) är jordlagren tunna och består av sand och grus. Vid borrhningarna GV6 och GV7 är jorddjupen betydligt större och även här finns det huvudsakligen sand och grus genom stora delar av jordprofilen. Jordlagren vid sjukhuset bedöms därför inte utgöras av morän som jordartskartan visar, utan huvudsakligen av isälvsmaterial, sand och grus.



Figur 3.5. Jordlagerföljd i sex borrhöjningar tvärsnitt A, längs järnvägen. Resultaten visar på huvudsakligen sand och grus, isälvsmaterial och att bergtopografin är påtaglig. Morän har identifierats i den undre delen av GV6.

Jordlagerföljden längs tvärsnitt B visar på liknande förhållanden. Det är tunna jordlager i den södra delen av profilen (GV0 till GV5) och jorddjupet ökar kraftigt norr om järnvägen där det förmodas finnas en bergtröskel, jämför med interpolationen av bergytan, Figur 3.3 ovan. Jorden består huvudsakligen av sand och grus, men det finns även morän i en lokal bergsvacka vid GV5 i den sydligaste delen av tvärsnitt B.



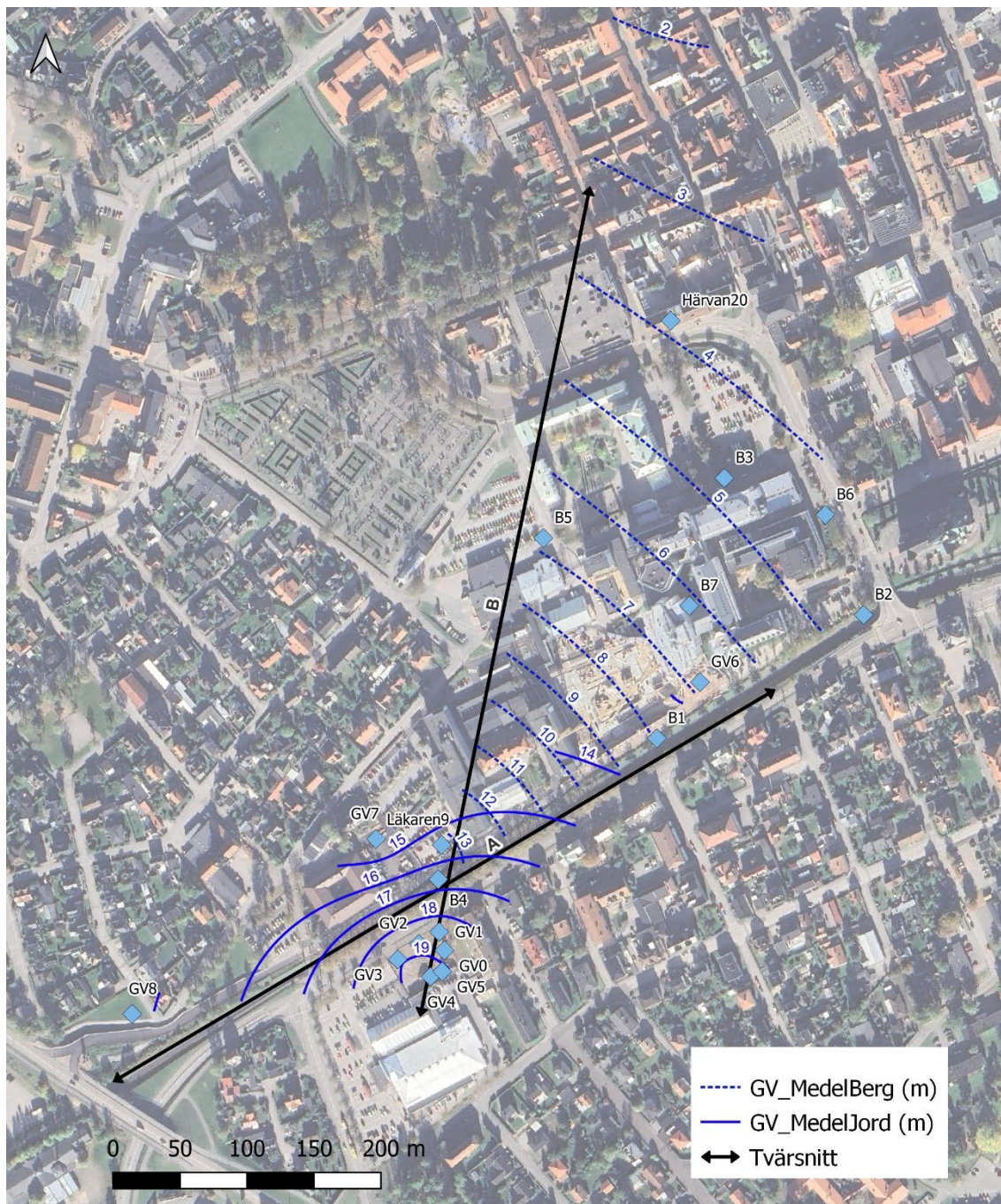
Figur 3.6. Jordlagerföljd i sju borrhöjningar i den södra delen av tvärsnitt B. Resultaten visar på huvudsakligen sand och grus, isälvsmaterial och att bergtopografin är påtaglig. Morän har identifierats i den undre delen av GV5 i profilens sydliga del.

3.4. Grundvattenströmning i jord och berg

Grundvattenströmning har tolkats baserat på mätningar av grundvattennivå i jord och berg. Mätningar i berg görs regelbundet i ett kontrollprogram som drivs av Region Kalmar medan mätning i jordlagren utförts i tidigare skeden i samband med

undersökningar av förorenade områden. Nivådata har sammanställts och en interpolation av grundvattennivå har gjorts separat för jordgrundvatten respektive berggrundvatten.

En karta som visar interpolerade grundvattennivåer i jord och berg visas i Figur 3.7 nedan.

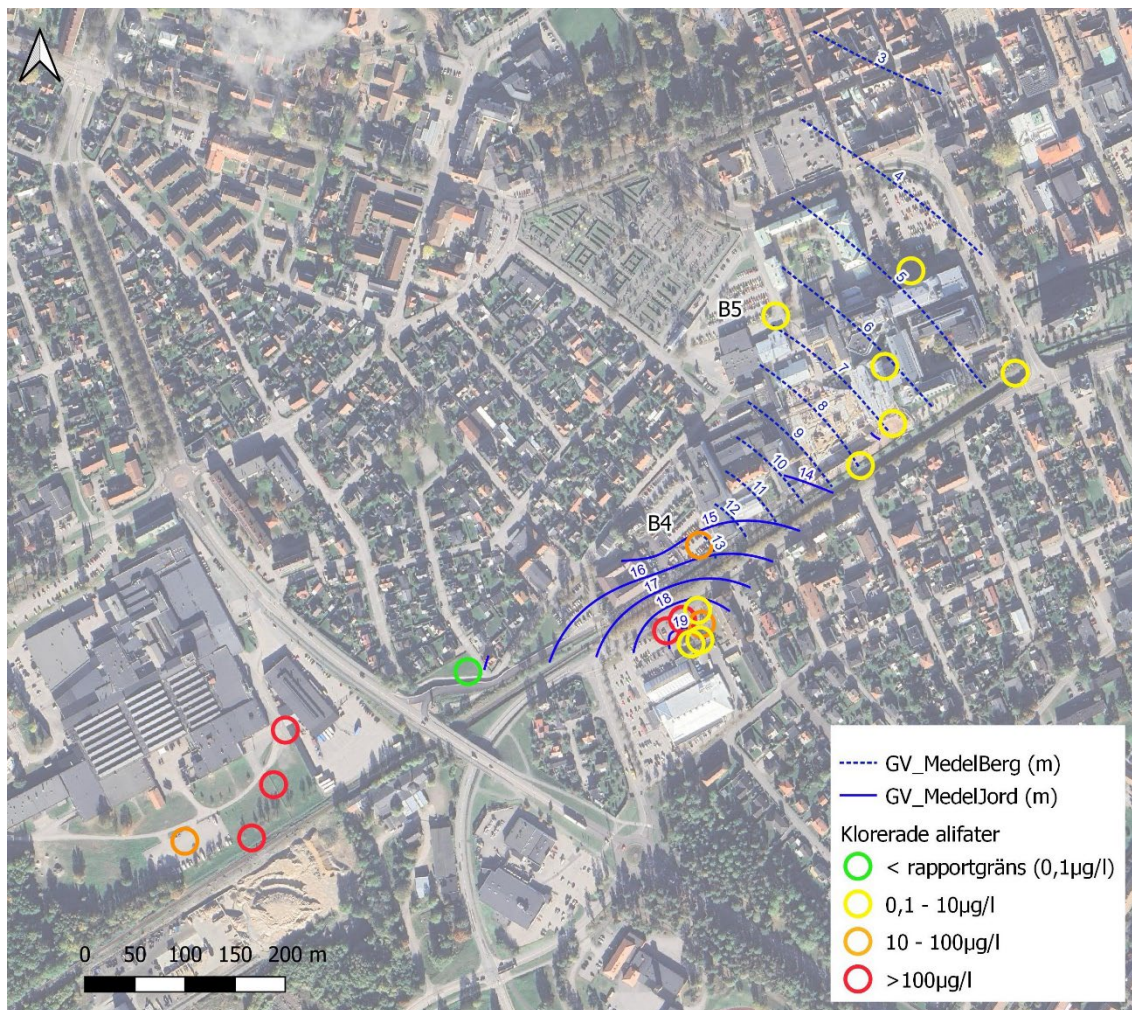


Figur 3.7. Interpolerade grundvattennivåer i jord och berg samt mätpunkter.

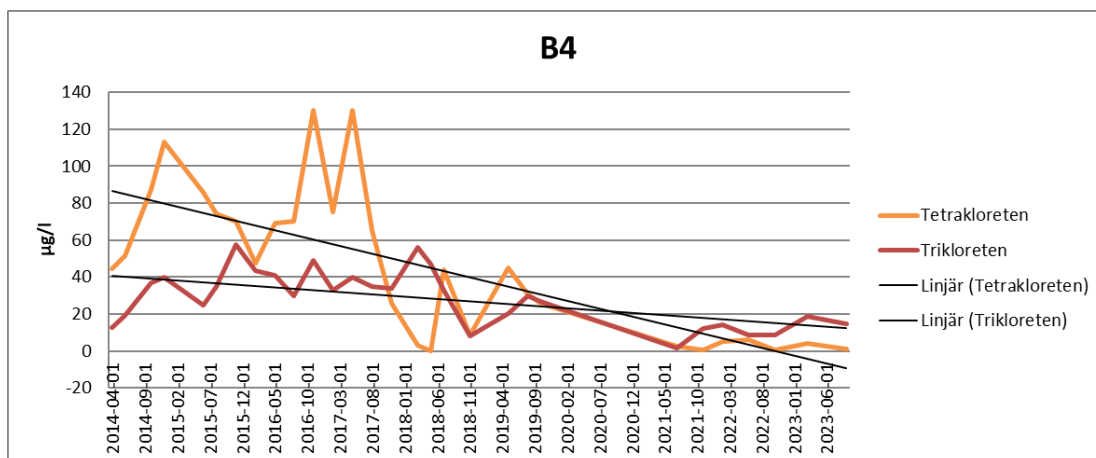
Grundvattnets trycknivå i berg ligger i den sydvästra delen av området på 13m och har fallande nivåer mot havet i nordost, dit grundvattnet strömmar. Nivåerna i jordgrundvattnet är högst vid den f.d. kemptvätten, GV1 till GV5 medan grundvattennivåerna är betydligt lägre i GV6 till GV8. Det finns en bergtröskel vid järnvägen mellan GV1 och GV7 så att det inte är ett sammanhängande grundvattenmagasin i jord i den delen av området.

3.5. Grundvattenförorening, klorerade alifater

Förorenat grundvatten i planområdet finns framförallt i anslutning till den f.d. kemptvätten i kvarteret Skeppet, söder om sjukhusområdet. Därutöver har klorerade alifater identifierats i grundvattnet vid något tillfälle i de flesta mätpunkter inom sjukhusområdet. I Figur 3.8 nedan visas en karta med mätpunkter där det vid något tillfälle har analyserats klorerade alifater i grundvattnet och det framgår att det hittats spår av klorerade alifater i grundvattnet i större delen av sjukhusområdet (Västerviks kommun, 2009-03-19) (Region Kalmar, 2024-04-22). Vattenprovtagningar som görs regelbundet av Region Kalmar i de bergborrade brunnarna B1-B7 visar att det finns klorerade alifater i grundvattnet i berg, brunn B4, nära kvarteret Skeppet men också att halterna är sjunkande sedan 2018, se Figur 3.9 nedan. Även i brunnen B5 har det regelmässigt förekommit klorerade alifater. I övriga brunnar förekommer det ibland spår av både kemptvättmedel, tetrakloreten och andra klorerade alifater, t.ex. triklormetan (kloroform) som under 1900-talet använts som narkosmedel. Triklormetan kommer troligen inte från f.d. kemptvätt utan från sjukhusets verksamhet. Mätningar av klorerade alifater i porluft och inomhusluft som Region Kalmar låtit göra visar på liknande spridningsmönster. Det förekommer spår av föroreningar över stora delar av sjukhusområdet. Högst föroreningsgrad är det i den södra delen, nära f.d. Kemptvätt Skeppet 4, men halter är inte så höga att de egentligen orsakar hälsorisker inomhus (bsv arkitekter & ingenjörer AB, 2023-02-24).



Figur 3.8. Förekomst av klorerade alifater i grundvatten. Kartan visar färgade ringar i haltintervall för de högsta halter som uppmätts i varje punkt samt även isolinjer för grundvattennivå i jord och i berg.



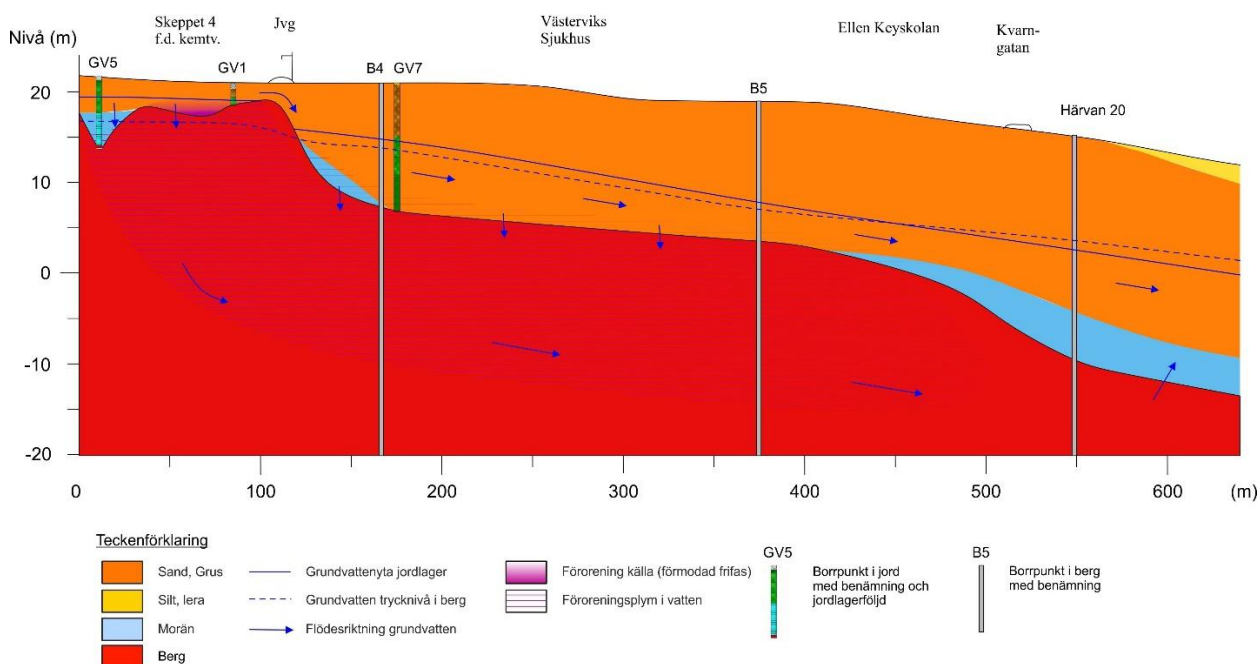
Figur 3.9. Tidsserie för uppmätt halt tetrakloreten och trikloret i brunnen B4, belägen nära den f.d. kemtvätten söder om sjukhusområdet (Region Kalmar, 2024-04-22).

4. Konceptuella hydrogeologiska förhållanden

En konceptuell hydrogeologisk modell är en förnuftsmässig beskrivning av hur markens jord och berglager hänger samman och hur vatten och ämnen transporteras i marken. Modellen baseras på observerade mark och vattenförhållanden och behöver rimligt kunna förklara hur samtliga observationer hänger samman.

4.1. Grundvattnets strömningsförhållanden

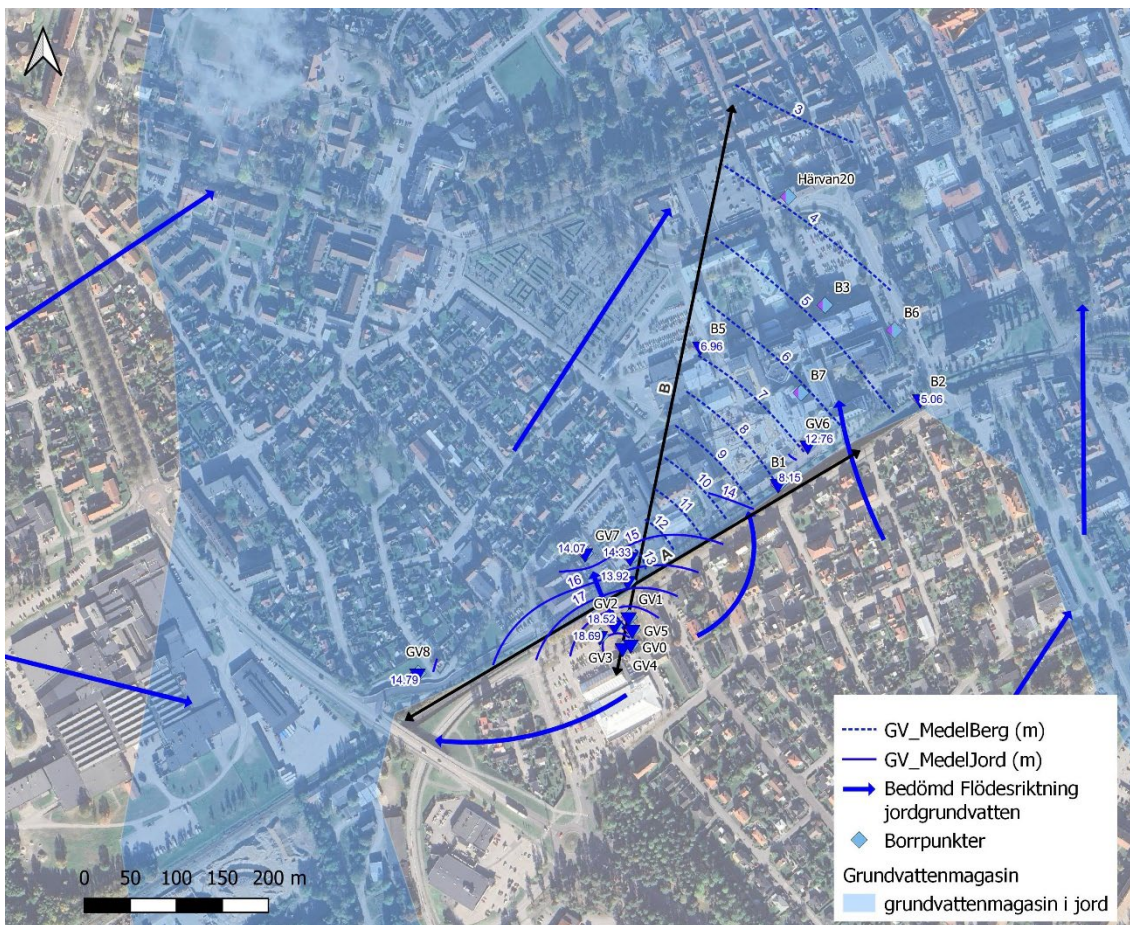
Berggrundens nivå i Västervik varierar inom samhället med höjder från ca 30 m ned till -40 m så att det finns djupa dalgångar i berget som fyllts med lösa sediment, främst isälvsmaterial, men ställvis även sandig morän. Under sjukhuset och mot norr finns det en djup sådan bergsvacka, medan det finns bergshöjder som kommer i dagen söder om sjukhusområdet och järnvägen där den f.d. kemtvätten ligger. De ytliga jordlagren i Västervik har svallats och delvis omlagrats när havets nivå legat högre. De högst belägna höjderna har då spolats rena från jord, så att det är berg i dagen. Det finns också stora områden med sand som avsatts i strandzonen när vattennivån varit högre. Det går inte att identifiera en tydlig gräns mellan svallmaterial och ursprungligt avsatt isälvsmaterial i jordlagerprofilen baserat på tillgängliga undersökningsresultat. Svallmaterial och isälvsmaterial har dock liknande tekniska egenskaper ur grundvattensynpunkt. Ett tvärsnitt som visar tolkade geologiska förhållanden samt grundvattenströmning och förorenings-spridning från f.d. kemtvätt, Skeppet 4, visas i Figur 4.1 nedan samt i bilaga 2a.



Figur 4.1. Konceptuella hydrogeologiska förhållanden längs tvärsnitt B med tolkade geologiska förhållanden, grundvattenströmning och spridningsförhållanden för förorening från f.d. kemtvätt Skeppet 4.

Grundvattennivån i jord ligger på en högre nivå än trycknivån i berg i de mätpunkter som finns i området. Det visar att sjukhusområdet och även området för den f.d. kemtvätten på fastigheten Skeppet 4, är ett inströmningsområde för grundvatten. Vattenbildningen som är från ytan orsakar en generell strömning nedåt i jorden och även nedåt från jordlagren till berg. Utströmnings sker till havet i nordost.

En karta som visar bedömda strömningsriktningar för grundvatten i jord, borrhypor, interpolerade grundvattennivåer samt bedömd utbredning för större sammanhängande grundvattenmagasin i Västervik visas i Figur 4.2 samt i bilaga 3. Grundvattenströmning i jordlagren är inte väl undersökt, utan tolkad strömningsriktning baseras i stor utsträckning på bergtopografi och grundvattennivåer i berg. Det är därför inte självklart att grundvattnet i jordlagren strömmar, så som interpolationen indikerar från området vid f.d. kemtvätten Skeppet 4 söder om järnvägen, över bergtröskel norrut mot GV7. Det är däremot den troligast tolkningen baserat på tillgängliga data.



Figur 4.2. Grundvattenmagasin och tolkad flödesriktning i jordlagren

Det sandiga materialet i bergsvackan under sjukhuset förmodas hålla ett sammanhängande grundvattenmagasin i jord med strömning mot havet i nordost. Denna bedömning görs med utgångspunkt från tillgängliga nivåuppgifter i kombination med uppgifterna om områdets jordartsförhållanden trots att det är få borrhningar och mätningar av grundvattennivå i jord som kan verifiera bedömningen.

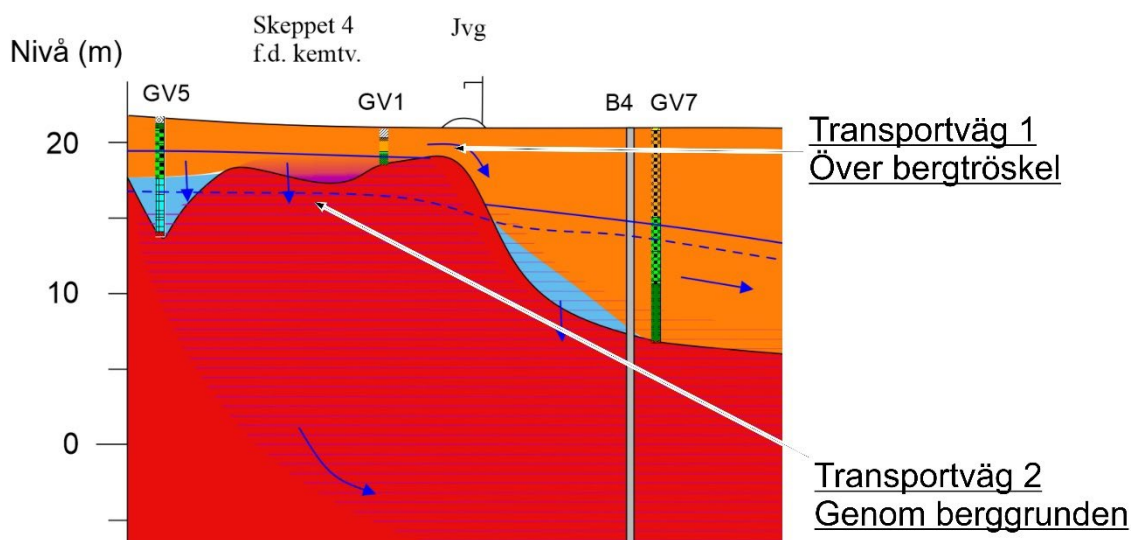
I området söder om sjukhuset där bergytan ligger högt, finns det troligen flera små jordgrundvattenmagasin som ligger som mindre ”pölar” i små bergsvackor. Dessa små grundvattenmagasin ligger på en högre höjd än det större sammanhängande magasinet och vid grundvattenbildning vintertid rinner vatten förmodligen på bergytan i smala, grunda, stråk från högre belägna lokala små magasin till det lägre belägna, större, jordgrundvattenmagasinet i bergsvackan. Det finns även, året runt, ett flöde från ytligt jordgrundvatten till berggrunden rakt under jordlagren.

4.2. Föroreningsspridning med grundvattnet

Klorerade alifater som kommer från kemtvättmedel, tetra-, tri- och dikloreten, har egenskapen att det är vätskor som har högre densitet än vatten. De tenderar därför att sjunka nedåt i grundvattnet och förekommer ofta i jord, strax över bergytan och

förväntas även finnas i berg, under källområde. Förekomst av kemtvättmedel, klorerade alifater, nära markytan finns troligen bara nära källområdet. Detsamma gäller förekomst av klorerade alifater i fri fas, d.v.s. inte löst i vattnet, utan som droppar av ursprungligt kemtvättmedel.

Spridning av klorerade alifater från f.d. kemtvätten Skeppet 4 via grundvattnet till sjukhusområdet kan förväntas ske på två olika sätt, genom att rinna på bergytan, ytligt från källområdet till grundvattnet, i jord under sjukhusområdet, se blå pil vid ”transportväg 1” i Figur 4.3 nedan. Det är troligt, men inte säkert, att klorerade alifater i första hand sprids till de djupa delarna av jordgrundvattnet inom sjukhusområdet, på det sättet som visas i Figur 4.3 nedan. Det kan också tänkas att flödet är så stort att föroreningen blandas ut mera i jordgrundvattnet så att det blir större vertikal och horisontell spridning i grundvattenmagasinet i jord under sjukhusområdet. I så fall blir halterna i jordgrundvattnet betydligt lägre, men ”överallt” i det större grundvattenmagasinet vid GV7.



Figur 4.3. Konceptuella spridningsvägar för klorerade alifater via grundvattnet från f.d. kemtvätt Skeppet 4 till sjukhusområdet.

Den andra troliga spridningsvägen är via berggrundens spricksystem, transportväg 2 i Figur 4.3 ovan. Det är troligt att det förekommer klorerade alifater i frifas i berggrunden närmast under f.d. kemtvätten, men att det längre bort, under sjukhusområdet, transporteras mera löst i grundvattnet.

Porgasmätningar som utförs inom sjukhusområdet visar att det framförallt är nära f.d. kemtvätten Skeppet 4 som det förekommer klorerade alifater i jordlagren ovanför grundvattenytan. Mätningar av halt i grundvatten i jord görs inte regelbundet och de senaste mätningar som finns tillgängliga är utförda 2007. Förhöjda halter av klorerade alifater i porluften förekommer främst i den södra delen av sjukhusområdet, nära f.d. kemtvätten Skeppet 4. Det är i samma område som det även finns förhöjd halt klorerade

alifater i berggrundvattnet, brunn B4. Halt i jordgrundvattnet är inte känd och det går därför inte att identifiera om den dominerande transportprocessen är över bergtröskel (transportväg 1) eller genom berggrunden (transportväg 2) till berggrundvattnet i B4.

Långsiktig spridning med grundvattnet

Spridning av klorerade alifater från en kemtvätt sker som ett samband mellan fri fas, löst i grundvattnet och i gasform som kan återkondensera som vätska. Det sker också en naturlig bakteriell nedbrytning av kemtvättmedlet tetrakloreten till tri- och dikloreten som är mera lösliga och därmed mer mobila i grundvattnet.

Över lång tid, decennier och centennier är det troligt att kemtvättmedlens högre densitet gör att föroreningarna transporteras nedåt i marken. Fri fas av tetrakloreten och grundvatten med höga halter av förorening som i början på tvåtusen-talet observerades i marken vid f.d. kemtvätten Skeppet 4 har därför troligen förflyttas nedåt sedan dess, ner i djupare jordlager och ner i bergsprickor under källområdet. I praktiken innebär det att föroreningstransport över bergtröskel (transportväg 1) efterhand blir mindre betydande, medan spridning genom underliggande berggrund troligen är en långsiktigt pågående process som inte har stannat av.

4.3. Beräkning maxhalt i grundvatten för inomhusluft

En beräkning har utförts för att utröna vilken halt i grundvattnet som maximalt kan accepteras för att klara riktvärden för inomhusluft i en byggnad som står ovanför grundvattnet, se bilaga 4. Beräkningen är i första hand utförd med avseende på eventuella framtida byggnader och olika avstånd mellan grundvattenyta och byggnad har därför provats. Avstånd mellan markyta och grundvattenyta varierar i området och är i storleksordningen 4-8m under markytan. Källarnivå för befintliga byggnader är inte känd.

Beräkningen visar att om avståndet mellan byggnads källarplan och grundvattnet är minst 1m så kan halten i grundvattnet vara upp till ca 3000 µg/l för tetrakloreten (PCE) och upp till ca 1000 µg/l trikloreten (TCE) utan att rekommenderade värden för inomhusluft överskrids.

Tabell 4.1. Beräkning av maximal halt i grundvatten utan att referenskoncentration i inomhusluften överskrid vid 1 meters avstånd mellan grundvattennivån och byggnadens bottennivå.

Ämne	Referens- koncentration i inomhusluft mg/m ³	Maximal halt i grundvattnet µg/l
Triklorereten TCE	0,023	1 250
Tetrakloreten PCE	0,2	3 250

5. Riskanalys föroreningsspridning med grundvatten

5.1. Nuvarande förhållanden

Nuvarande transport av föroreningar med grundvattnet bedöms vara tillräckligt liten för att det inte ska föreligga några hälsorisker för inomhusluft i byggnader inom sjukhusområdet.

Halterna av klorerade alifater i jordgrundvattnet inom sjukhusområdet är inte väl undersökta, men de halter som finns i berggrundvatten indikerar att det förekommer klorerade alifater i låga till måttliga halter inom sjukhusområdet. Det bedöms vara stor risk att gränsvärde för dricksvatten kan överskridas i berggrundvattnet i den sydvästra delen av sjukhusområdet. Grundvattensituationen i den östra delen av sjukhusområdet, där vattenuttag sker, är väsentligt bättre med en bedömd låg risk för överskridande av riktvärden för dricksvatten i den delen.

5.2. Grundvattenströmning vid drift av vattentäkten

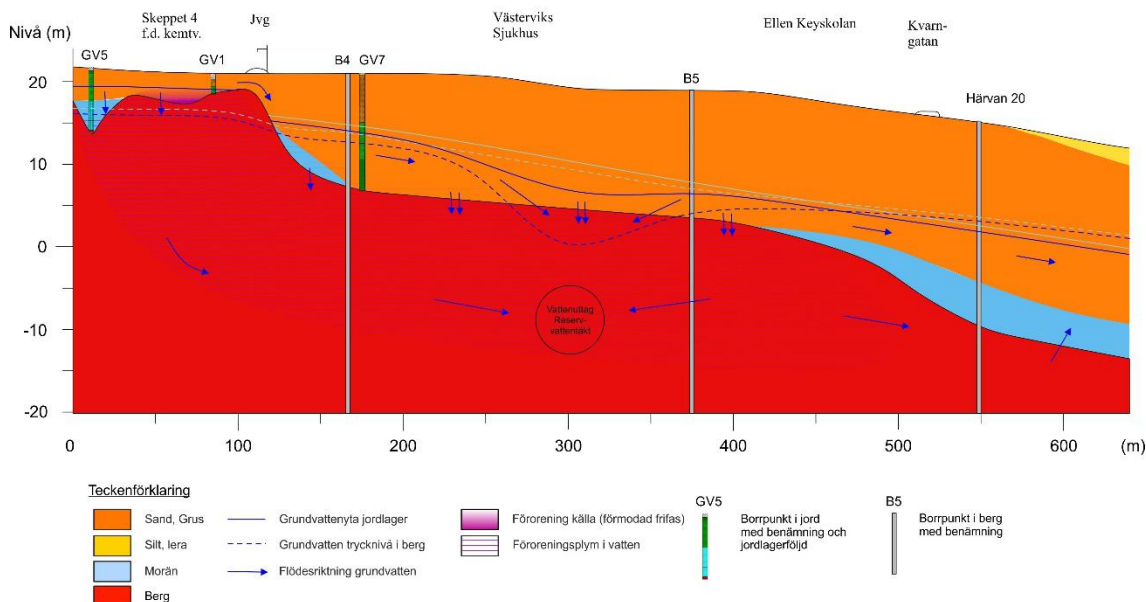
Vid maximal drift av grundvattentäkten kommer strömningsmönstret för vatten i både berggrundvattnet och i jordgrundvattnet att förändras. En prognos på hur grundvattenströmmen blir vid drift har visats av en provpumpning och en grundvattenmodell (WSP, 2012-03-27) som upprättades i samband med tillståndsprövning av sjukhusets vattentäkt. Analysen anger att det kommer att utbildas en sänktratt i berggrundvattnet mot vattentäktens uttagsbrunnar och att mindre grundvatten lämnar området. En illustration av hur strömningen kan förväntas bli förändrad visas i tvärsnitt i Figur 5.1 nedan.

Grundvattentrycket i berg beräknas att sjunka med upp till ca 10 m vid uttagsbrunnarna vid maximal drift. Det är troligt att det uppstår en tydlig sänktratt även i jordlagren och avsänkningen i jordgrundvattnet förväntas bli mindre än trycksänkning i berg, vilket illustreras i Figur 5.1. Effekten av vattenuttag blir således att tryckskillnaden mellan jordgrundvatten och berggrundvatten ökar, vilket medför att transporten av vatten (och föroreningar) nedåt från jordlagren till underliggande berg ökar.

Tvärsnitt B

Vattentäkten i drift

Konceptuell hydrogeologisk modell, vid ändrade flödesförhållanden p.g.a. drift av reservvattentäkten strömningförhållanden för grundvatten och spridningsförhållanden för klorerade alifater från f.d.kemtvätt vid Skeppet 4.



Figur 5.1. Vid full drift av sjukhusets vattentäkt. Konceptuella hydrogeologiska förhållanden med tolkade geologiska förhållanden, grundvattenströmning och spridningsförhållanden för förorening från f.d. kemtvätt Skeppet 4

5.3. Transport av klorerade alifater i grundvatten vid drift av vattentäkt

Vid drift av sjukhusets vattentäkt kommer strömningen av grundvatten från jordlagren till bergets spricksystem att öka. Det innebär att den befintliga vertikala transporten av tung förorening, klorerade alifater, tri- och tetrakloreten som finns vid f.d. kemtvätten Skeppet4 kan bli något förstärkt så att ämnestransporten ökar; från jordlagren nedåt, genom marken till berggrunden.

Även strömning i sidled mot vattentäkten ökar inom brunnarnas influensområde, men, vid sänkta grundvattennivåer i berg (och jord) kommer sannolikheten för transport över bergtrösklar vid f.d. kemtvätten Skeppet 4 (transportväg 1 enligt kapitel 4.2 ovan) att minska.

Beräkningen av föroreningstransport från grundvattnet via porluft till inomhusluft indikerar att de halter av klorerade alifater som finns i grundvattnet, se kapitel 3.5, Figur 3.8, är i storleksordningen 1-100 µg/l. Dessa uppmätta halter i grundvattnet är för låga för att de ska kunna avgå till luften ovan för i sådan utsträckning att de orsaka halt i inomhusluft som överskrider rekommenderade värden för inomhusluft. Analyser av grundvattnen är utförda på berggrundvatten, inte i jordgrundvatten. Utförda mätningar av porluft i marken över grundvattnet ger stöd för bedömningen att de föroreningar som finns i jordgrundvattnet inte kan orsaka problem för hälsorisker i inomhusluft.

5.4. Risker vid grundvattentransport och klorerade alifater

I denna utredning utreds risk att grundvattenföroreningar som finns i eller intill sjukhusområdet framförallt vid f.d. kemtvätt Skeppet 4, transporteras med grundvattnet in mot sjukhusområdet och därvid orsakar en hälsorisk i befintliga eller framtida byggnader i sjukhusområdet.

Följande risker av betydelse har identifierats och har bedömts:

- Risken att föroreningsspridningen med grundvatten från Skeppet 4 till sjukhusområdet leder till problem med inomhusluft i byggnader inom sjukhusområdet är liten.
- Risken att klorerade alifater fortsätter att spridas till berggrundvatten och sjukhusets reservvattentäkt i grundvatten i berg är stor.

Vid full drift av sjukhusets vattentäkt uppstår följande förändrade risker:

- *Risken för spridning av klorerade alifater från grundvattnet till inomhusluft i sjukhusområdet förblir oförändrad eller minskar, jämfört med nuvarande förhållanden.*
- Risk för spridning av klorerade alifater i grundvatten i berg till vattentäktens vatten bedöms vara påtaglig.








Därutöver kan det finnas andra risker för föroreningar som inte beaktas här. Det kan finnas andra föroreningar i marken ovanför grundvattnet som påverkar möjligheten att bebygga inom sjukhusområdet. Eventuell förekomst av förorenad jord kan kartläggas med miljötekniska undersökningar i samband med att byggnader rivs, innan nya uppförs.

6. Validering; osäkerheter och kunskapsluckor

Sammanställningen av konceptuell hydrogeologisk modell baseras på tillgängliga data om geologiska förhållanden. Uppgifterna är av varierande ålder och kvalitet och det finns kunskapsluckor. Nedan följer en sammanställning av parametrar som utgör underlag för beskrivningen tillsammans med en bedömning av parametrarnas betydelse och hur säker/osäker den bedöms vara bestämd.

Parametrar och bedömning är utförda med utgångspunkt från förorenings-spridning i grundvattnet inom sjukhusområdet och hälsorisker för de verksamheter som finns och kan finnas där.

Tabell 6-1. Validering och osäkerheter av parametrar kopplade till konceptuell hydrogeologisk modell för sjukhusområdet i Västervik.

Parameter	Beskrivning	Betydelse	Osäkerhet	Bedömning
Berggeologiska förhållanden	Berggrunden är sedimentär och metamorferad. Den är inte känd i detalj, men på en översiktig nivå.	Måttlig	Måttlig	Ok, men Förbättrad kunskap vore önskvärt 
Berggrundens topografi	Berggrundens topografi framgår av SGUs jorddjupsmodell som är relativt detaljerad i området, men förekomst av bergtrösklar nära föroreningskällor, t.ex Skeppet 4 kan ha stor betydelse	Stor	Måttlig	Ok, men Förbättrad kunskap vore önskvärt 
Berggrundens genomsläpplighet	Berggrundens genomsläpplighet har bestämts genom provpumpning i samband med tillståndsprövning av reservvattentäkten.	Stor	Liten	Ok, 
Grundvattennivå i berg	Grundvattennivån i berggrunden mäts regelbundet i flera mätpunkter omkring sjukhusområdet. Strömningsförhållanden i berg till vattentäkten är undersökta.	Stor	Liten	Ok, 
Påverkan på grundvattnet av sjukhuset vattentäkt	Påverkan på grundvattnet i berg vid drift av täkten är undersökt, men inte påverkan i jordlagren och inte heller hur vattendelarens läge skulle kunna förflyttas vid full drift	Måttlig	Måttlig	Ok, men Förbättrad kunskap vore önskvärt 
Jordgeologiska förhållanden	Det är stor skillnad mellan uppgifterna jordartskartan och observerade jordarter i samband med borring i området. Totalt sett finns det ganska få punkter där det gjorts en bra beskrivning av jordlagerföljden.	Stor	Stor	Avgörande parameter med stora okända områden. 
Jordgrundvattenmagasinets avgränsning	Det är stor skillnad mellan uppgifterna på geologiska kartor och observerade förhållanden vid borring och mätning. Magasinets utbredning norrut är okänd.	Stor	Stor	Avgörande parameter med stora okända områden. 

Jordlagrens genomsläpplighet	Jordlagrens genomsläpplighet är endast indirekt undersökta genom mätning av grundvattennivå i berg. Genomsläpplighet i jordlagren har endast bestämts genom kalibrering av grundvattenmodell	Stor	Betydande	Betydelsefull parameter som fastställts indirekt på en översiktlig nivå ☹️
Grundvattennivå i jord	Mätning av grundvattennivå i jordlagren har gjorts i några punkter nära f.d. kemtvätten Skeppet 4 i samband med utredning av den kemtvätten. Det görs inga regelbundna mätningar av grundvattennivå i jord och det finns inte heller mätpunkter för grundvattennivå.	Stor	Betydande	Betydelsefull parameter som mest fastställts indirekt på en översiktlig nivå ☹️
Grundvattnets strömningsförhållanden i jord	Strömningsriktning i jord har bara delvis bedömts genom mätning av trycknivå i jord. Därutöver har strömningen bestämts utifrån ytavrinning (och tunt jordlager) samt utifrån tryckförhållanden i berg.	Stor	Betydande	Betydelsefull parameter som fastställts indirekt på en översiktlig nivå ☹️
Föroreningsförhållanden (klorerade alifater) i berggrundvattnet	Det har genomförts många provtagningar vid återkommande tillfällen under drygt 10 års tid som visar på föroreningssituationen i berggrunden under sjukhuset. Däremot inte vid källområdet Skeppet 4.	Stor	Måttlig	Ok, men Förbättrad kunskap vore önskvärt ☹️
Föroreningsförhållanden (klorerade alifater) i jordgrundvattnet	Det har genomförts en hel del undersökningar av klorerade alifater i jordlagren vid Skeppet 4 söder om sjukhuset, men inte i sjukhusområdet. Indirekt mätning (Porgas) indikerar acceptabla förhållanden.	Måttlig	Stor	Betydelsefull parameter som mest fastställts indirekt på en översiktlig nivå ☹️
Föroreningsförhållanden (klorerade alifater) i omättad zon och i inomhusluft i sjukhusområdet	Det har genomförts en hel del undersökningar av klorerade alifater i porluft och inomhusluft i området. Det finns en rimlig översiktlig bild av föroreningssituationen.	Måttlig	Liten	Ok, 😊
Förorenings (klorerade alifater) fysikaliska spridningsegenskaper och farlighet	De klorerade alifater som använts för kemtvätt, rengöring, narkosgas, har relativt väl dokumenterade fysiska och kemiska egenskaper, även hälsorisker kopplade till dem är kända.	Stor	Liten	Ok, 😊

7. Förslag till försiktighetsåtgärder vid detaljplane-läggning av Västerviks sjukhusområde

Vid detaljpaneläggning av Västerviks sjukhusområde kan försiktighetsåtgärder implementeras i detaljplanen för att förbygga miljö- och hälsorisker.

De undersökningar, beräkningar och bedömningar som gjorts indikerar att befintliga föroreningar av klorerade alifater har liten betydelse för möjligheten att utveckla och bebygga sjukhusområdet. Det förekommer låga halter av klorerade alifater i grundvattnet nästan överallt i sjukhusområdet och de högsta halterna är i närheten av den f.d. kemtvätten i den sydöstra delen. Det halter som observeras i grundvattnet i sjukhusområdet är för låga för att kunna orsaka allvarlig föroreningsspridning och hälsorisker i inomhusluft i byggnader ovanför.

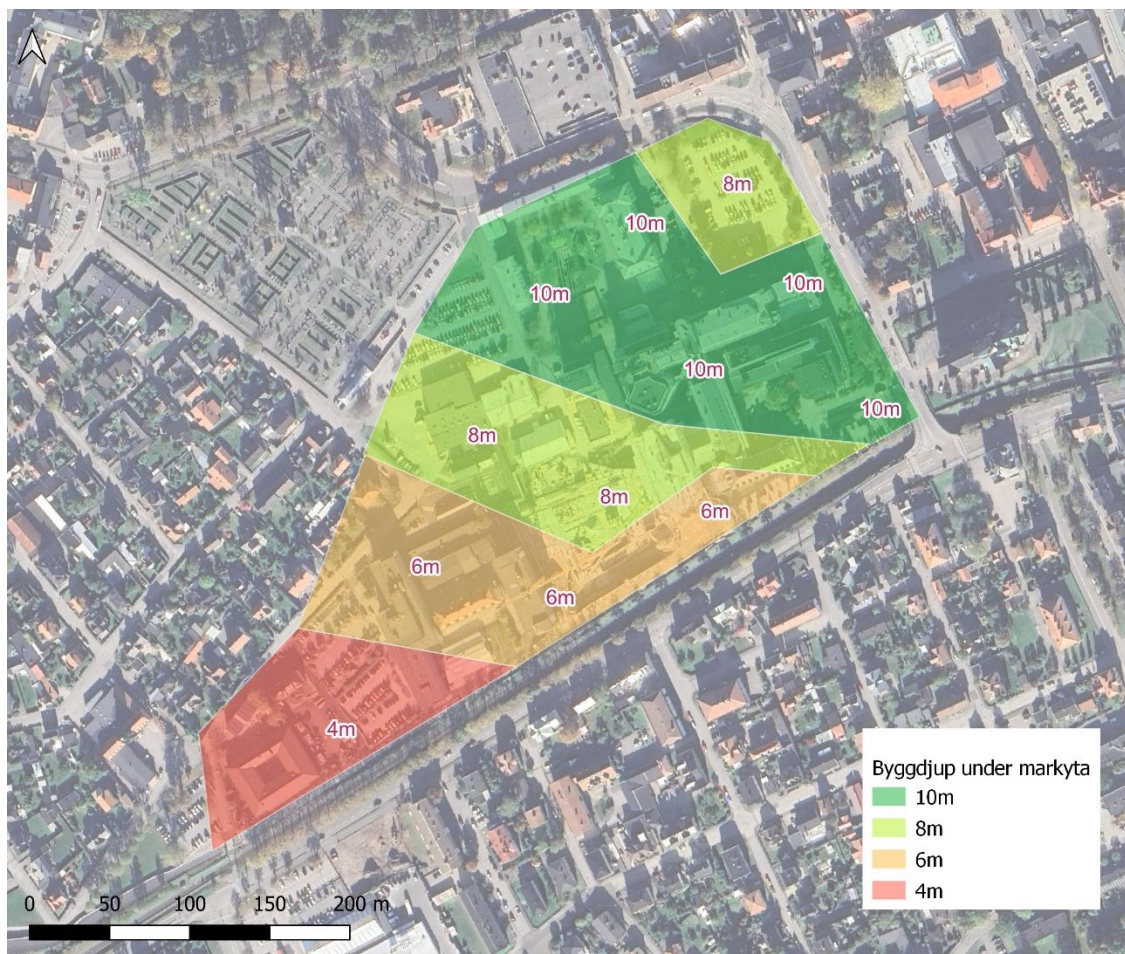
För slutförande av detaljplaneprocessen bedöms det inte finnas behov av ytterligare mark och vattenundersökningar som t.ex. porgasmätningar och/eller kontrollmätningar i inomhusmiljöer.

Undersökningar av halt i grundvatten i jord saknas, men mätningar av porluft, tillsammans med beräkningar av gasavgång från grundvattnet, tyder på att det inte förekommer så höga halter (över 1000 µg/l) i jordgrundvattnet att det kan leda till problem med inomhusluft i byggnader som är mer än 1m ovanför grundvattenytan.

En karta som visar beräknat byggbart djup från markytan, utan speciella gas- och diffusionstäta konstruktioner med hänsyn till föreslagna försiktighetsåtgärder, visas i Figur 7.1 nedan samt i bilaga 5. Verkligt djup till grundvattenytan behöver följas upp närmare.

För att säkerställa att det inte uppstår negativ påverkan med hälsorisker i inomhusluft i byggnader, rekommenderas följande begränsningar bli inarbetade i detaljplanen:

- Byggnader anläggas 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.
- Före byggnation verifieras att halten i ytligt jordgrundvatten på platsen för byggnaden understiger 3000 µg/l tetrakloreten och 1000 µg/l trikloreten. Gas- och diffusionstätt byggnadsutförande tillämpas vid högre halter än dessa riktvärden.



Figur 7.1 Beräknat ungefärligt byggbart djup under markyta utan att utföra byggnader gas och diffusionstätt.

Därutöver bör ytterligare försiktighetsåtgärder och mätningar genomföras på sjukhusområdet:

- Kompletterande analyser av jordgrundvatten samt markgas (porgasmätning) genomförs snarast efter det att byggnader har rivits. Det gäller i synnerhet de byggnader som finns i den södra delen av området, nära kvarteret Skeppet och den f.d. Kemtvätten.
- Grundvattennivån i jordlagren är inte välkänd inom sjukhusområdet. Nivån bör mätas regelbundet, förslagsvis med automatiskt registrerande logger, i flera punkter under minst ett års tid.
- Källardelar i nya byggnader bör ej förses med utrymmen för stadigvarande vistelse. Eventuella underkulvertar bör förses med ventilation.

8. Slutord, bedömning

Det undersökningar som gjorts på sjukhusområdet och som är kopplade till vattentäkten är inriktade på att beskriva grundvattenförhållanden i berg och de undersökningar som gjorts vid Skeppet 4 är inriktade på den föroreningskällan och de risker som den medför på den platsen. Kunskaperna om geologi och grundvattenförhållanden i det stora jordgrundvattenmagasin som finns i Västervik är inte tillfredsställande. Det finns ett behov för framförallt Sveriges geologisk undersökning SGU, men även Region Kalmar och Västerviks kommun att bidra till bättre kartläggning av hydrogeologiska förhållanden i Västervik. Aspekter som bör kartläggas är utbredningen av grundvattenmagasinet i centrala och norra Västervik, jordlagerföljd och grundvattenmagasinets egenskaper som t.ex. genomsläpplighet, samt grundvattendelarens läge väster om sjukhusområdet.

Denna utredning avser dock inte grundvattenförhållanden i Västervik i stort, utan utgör underlag för riskbedömning med anledning av ny detaljplan för Västerviks sjukhusområde. Mätningar av halt i grundvattnet som utförs regelbundet indikerar att det finns låga halter av klorerade alifater i grundvattnet i berg och det finns därför en befintlig risk för klorerade alifater i vattentäkten. Den risken bedöms inte förändras vid utökat vattenuttag. 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 det kan accepteras om de begränsningar som föreslås i kapitel 7 ovan implementeras i detaljplanen.

9. Referenser

bsv arkitekter & ingenjörer AB. (2023-02-24). *Miljöteknisk undersökning. Kv. Läkaren 9, 11 m fl, Västerviks sjukhusområde. Kartläggning av föroreningar i markgas samt inomhusluft*. Kalmar: Region Kalmar.

Meland, E. (2001). *Geofysisk undersökning av berggrundytans topografi i Västervik med syfte att klargöra möjliga spridningsvägar för klorerade lösningsmedel i grundvattnet*. Göteborgs Universitet.

Region Kalmar. (2024-04-22). *Kontrolldata grundvattenprovtagningar Västerviks sjukhus 2013 till 2023*. Kalmar: Region Kalmar.

SGU. (2024-05-22a). *Kartvisaren Berggrund 1:50000-1:2500000, utsnitt vid Västervik*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-berg-50-250-tusen.html?zoom=592526.2040308688,6403557.0623558145,599246.2174708957,6406900.269042227>

SGU. (2024-05-22b). *Kartvisaren, jorddjupmodellen med jorddjupsobservationer*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html?zoom=587486.1939508487,6401049.657341004,604286.2275509159,6409407.674057038>

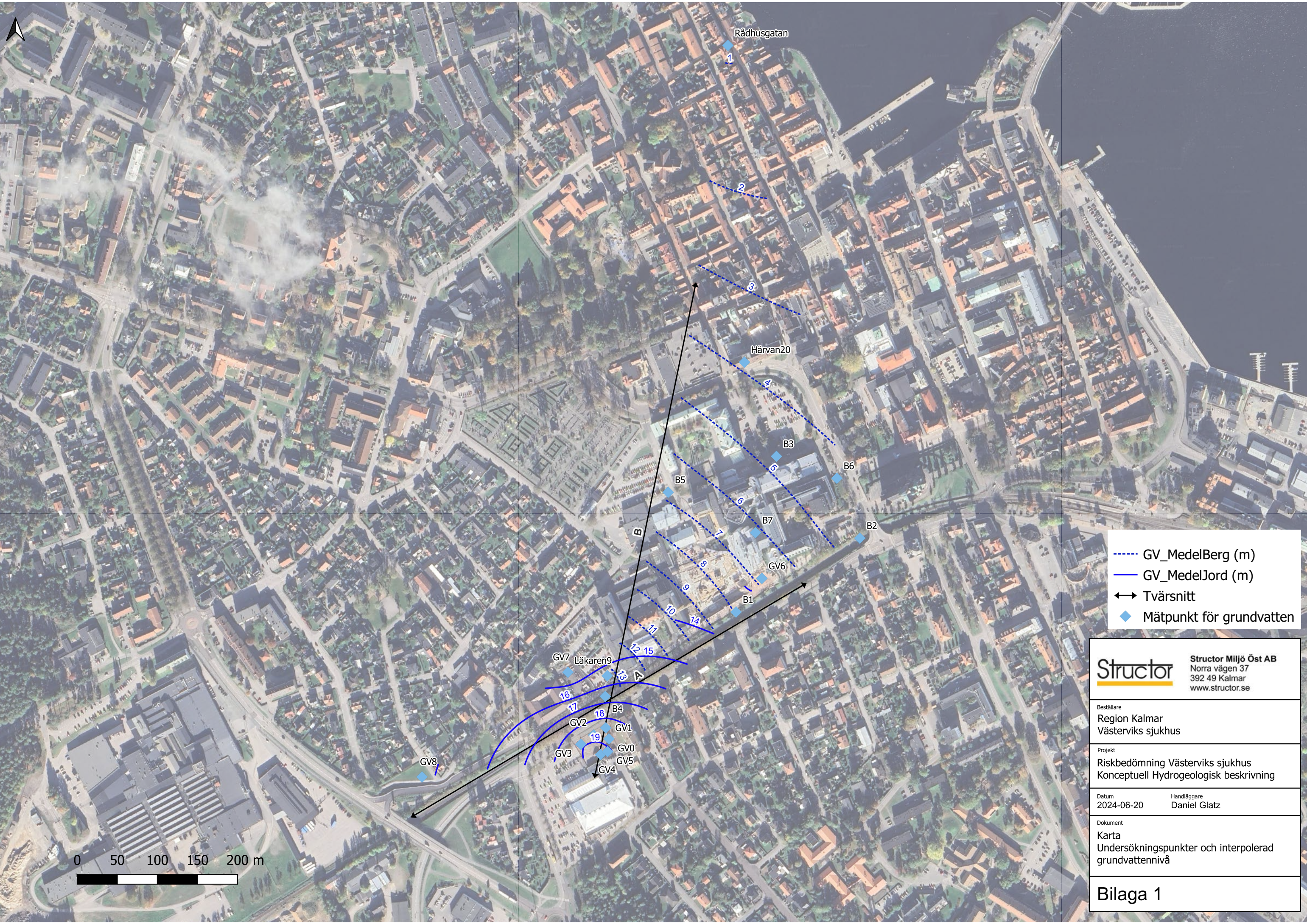
SGU. (2024-05-22c). *Kartvisaren Jordarter 1:25000 - 1:100000*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html?zoom=594434.6765346829,6401224.657691014,601154.6899747098,6404567.864377427>

WSP. (2012-03-27). *Reservvattentäkt Västerviks sjukhus PM hydrogeologi*. Kalmar: Landstinget i Kalmar Län.

Västerviks kommun. (2009-03-19). *Förstudie av klorerade kolväten i grundvattnet under delar av Västerviks stad*. Christer Ramström, Christer Hermansson. Västerviks kommun.

Bilaga 1

Karta undersökningspunkter och interpolerad grundvattennivå



- GV_MedelBerg (m)
- GV_MedelJord (m)
- ↔ Tvärsnitt
- ◆ Mätpunkt för grundvatten

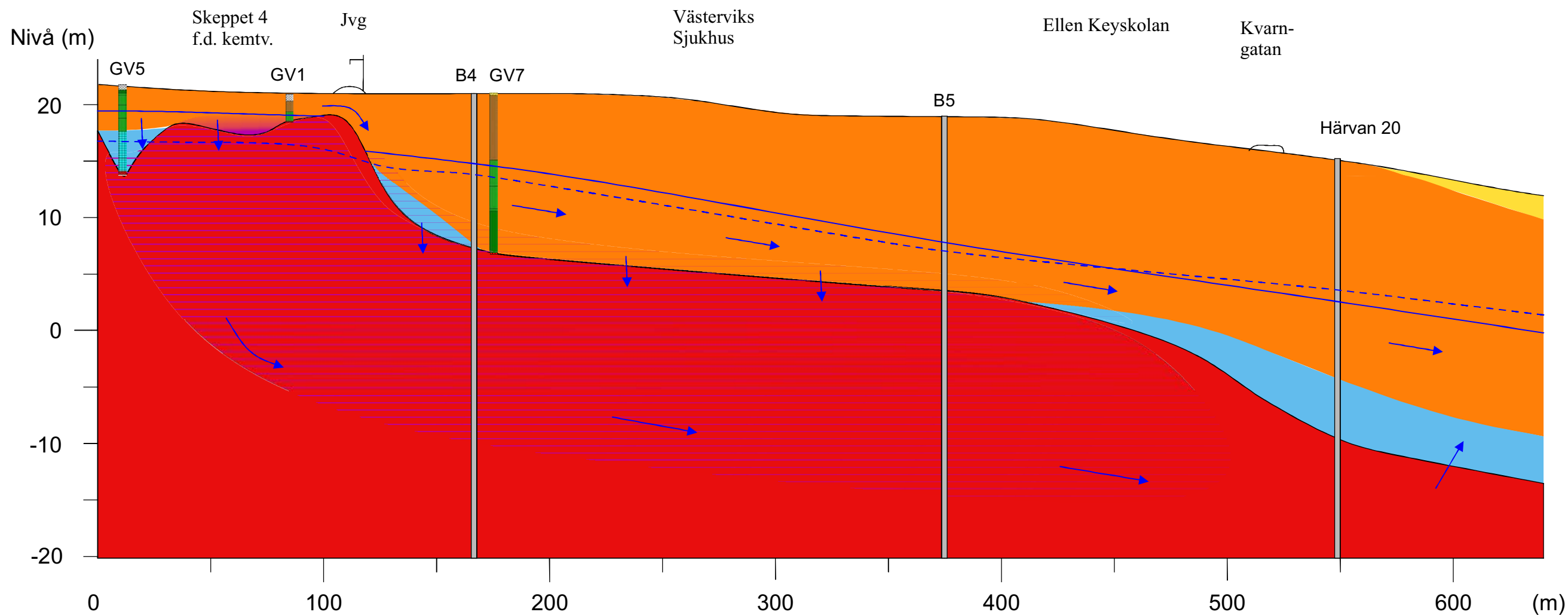
 Structor Miljö Öst AB Norra vägen 37 392 49 Kalmar www.structor.se	
Beställare	Region Kalmar Västerviks sjukhus
Projekt	Riskbedömning Västerviks sjukhus Konceptuell Hydrogeologisk beskrivning
Datum	2024-06-20
Handläggare	Daniel Glatz
Dokument	Karta Undersökningspunkter och interpolerad grundvattennivå
Bilaga 1	

Bilaga 2

- a) Konceptuella grundvattenförhållanden Tvärprofil B
- b) Konceptuella grundvattenförhållanden vid drift av vattentäkt. Tvärprofil B

Tvärsnitt B

Konceptuell hydrogeologisk modell, med bedömda geologiska förhållanden, strömningsförhållanden för grundvatten och spridningsförhållanden för klorerade alifater från f.d.kemtvätt vid Skeppet 4.



Teckenförklaring

- Sand, Grus
- Silt, lera
- Morän
- Berg

- Grundvattenyta jordlager
- Grundvatten trycknivå i berg
- Flödesriktning grundvatten

- Förorening källa (förmodad frifas)
- Föroreningsplym i vatten

GV5
 Borrpunkt i jord med benämning och jordlagerföljd

B5
 Borrpunkt i berg med benämning

Structor

Structor Miljö Öst AB
 Norra vägen 37
 392 34 Kalmar
 www.structor.se

Region Kalmar, Västerviks sjukhus
 Riskbedömning Västerviks sjukhus
 Konceptuell Hydrogeologisk beskrivning

Skala: 1:200 (A3)

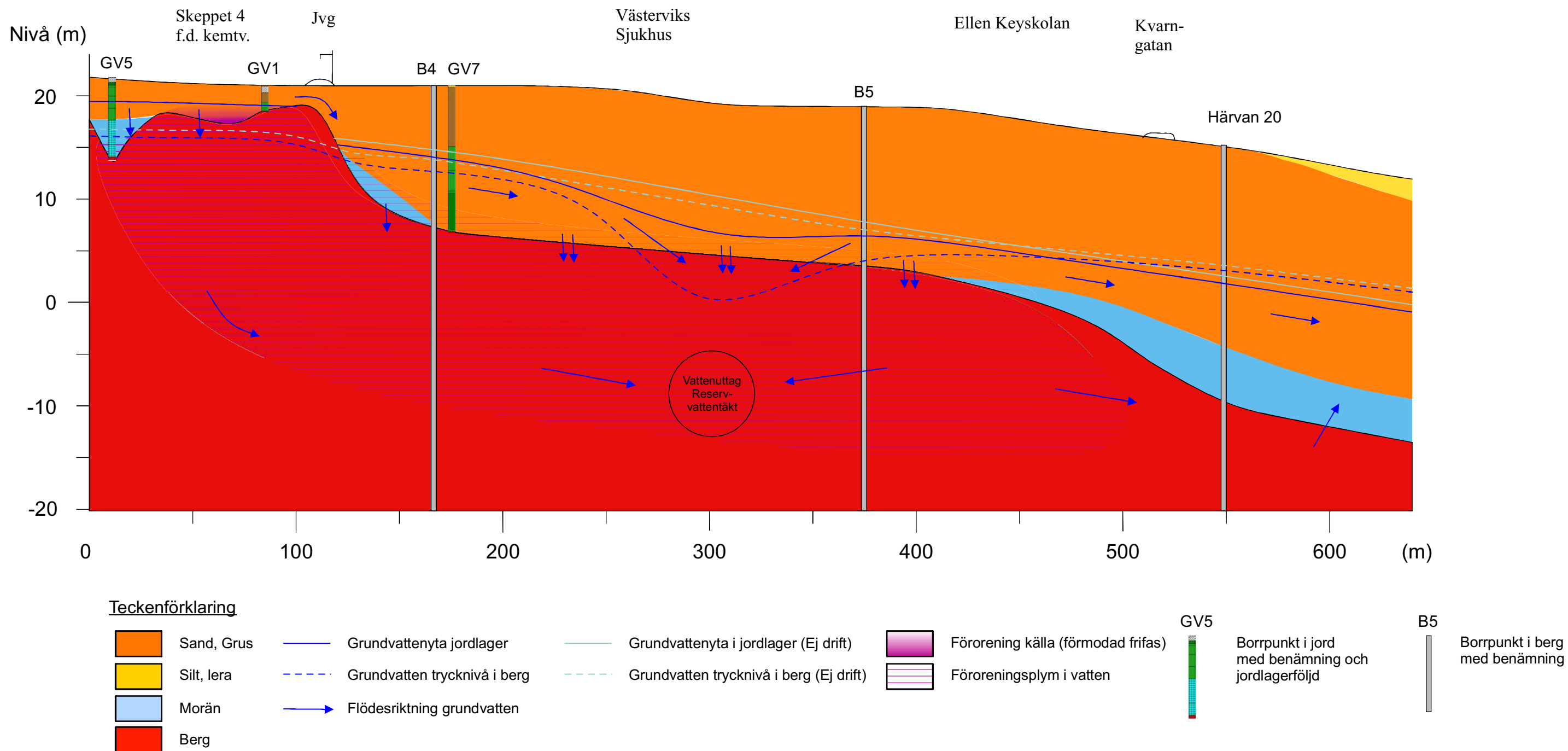
Kalmar
 2024-06-20

Bilaga 2a

Tvårsnitt B

Vattentäkten i drift

Konceptuell hydrogeologisk modell, vid ändrade flödesförhållanden p.g.a. drift av reservvattentäkten
strömningsförhållanden för grundvatten och spridningsförhållanden för klorerade alifater från f.d.kemtvätt vid Skeppet 4.



Structor

Structor Miljö Öst AB
Norra vägen 37
392 34 Kalmar
www.structor.se

Region Kalmar, Västerviks sjukhus
Riskbedömning Västerviks sjukhus
Konceptuell Hydrogeologisk beskrivning

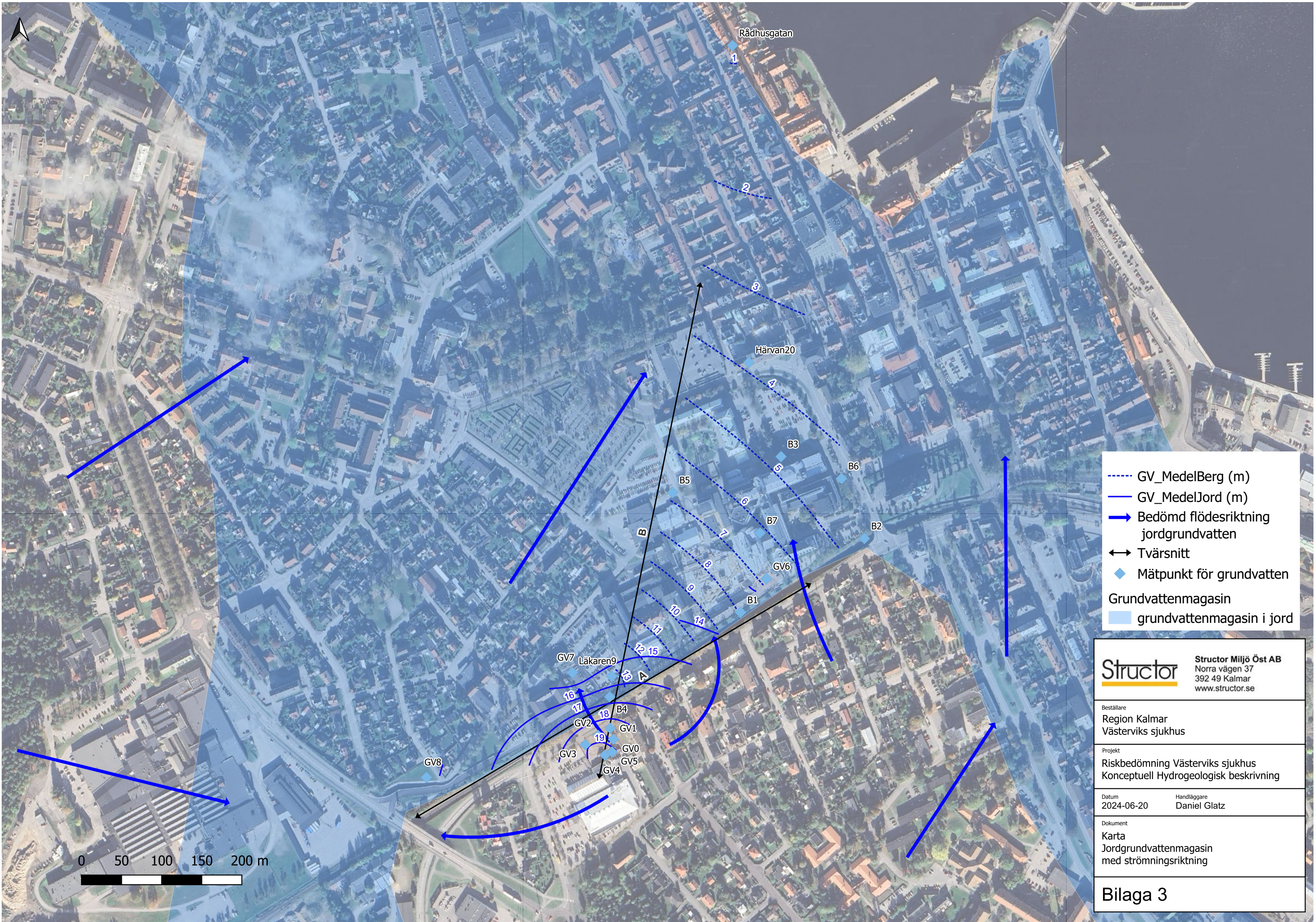
Skala: 1:200 (A3)

Kalmar
2024-06-20

Bilaga 2b

Bilaga 3

Karta. Jordgrundvattenmagasin med
strömningsriktning



- GV_MedelBerg (m)
- GV_MedelJord (m)
- ➔ Bedömd flödesriktning jordgrundvatten
- ↔ Tvärsnitt
- ◆ Mätpunkt för grundvatten
- Grundvattenmagasin
- grundvattenmagasin i jord

Structor **Structor Miljö Öst AB**
 Norra vägen 37
 392 49 Kalmar
 www.structor.se

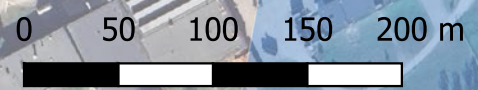
Beställare
 Region Kalmar
 Västerviks sjukhus

Projekt
 Riskbedömning Västerviks sjukhus
 Konceptuell Hydrogeologisk beskrivning

Datum Handläggare
 2024-06-20 Daniel Glatz

Dokument
 Karta
 Jordgrundvattenmagasin
 med strömningsriktning

Bilaga 3



Bilaga 4

Beräkning ämnestransport från grundvatten till inomhusluft

Västerviks sjukhus, beräkning av halt i luft inomhus - halt i grundvatten

Nedan följer en "baklänges" beräkning av maximalt halt tetrakloreten (PCE) och trikloreten (TCE) i ytligt jordgrundvatten med utgångspunkt från att gränsvärde för inomhusluft i en byggnad ovanför ska klaras. Observera att beräkningen endast beskriver ämnestransport **från grundvattnet till inomhusluft**. Övriga transportvägar beaktas inte.

Beräkningsförutsättningar

Eftersom föroreningen av TCE och PCE främst förekommer i grundvattnet så har ett platsspecifikt hälsoriktvärde tagits fram där exponeringsväg *ånga från grundvatten till bostad*. Exponeringsväg *ånga från grundvatten till bostad* anses vara styrande för objektet och därför har övriga exponeringsvägar tagits bort, se Figur 1.

Naturvårdsverkets riktvärdesmodell utgår från jord både ovan och under grundvattnet, men eftersom vi enbart utgår från grundvattnet har vi angett att riktvärdet avser endast jord under grundvattnet och antagit att

The image shows a software interface for exposure assessment. It is divided into two main sections: 'Beaktade exponeringsvägar' (Considered exposure pathways) on the left and 'Förorenat område' (Contaminated area) on the right.

Beaktade exponeringsvägar:

- Intag av jord
- Hudkontakt med jord/damm
- Inandning av damm
- Inandning av ånga
- Intag av dricksvatten
- Intag av växter
- Uppskattning av halt i fisk

Förorenat område:

- Områdets längd: 50 m (white field) / 50 m (orange field)
- Områdets bredd: 50 m (white field) / 50 m (orange field)
- Riktvärdet avser endast jord under grundvattenytan:
- Måktighet under gv-ytan: 1 m

A vertical column of checkboxes is labeled 'KM' at the bottom.

Figur 1. Rutan till vänster anger vilka exponeringsvägar som beaktas och till vid framtagande av platsspecifikt hälsoriktvärde. Till höger visas att framtaget hälsoriktvärde inte beaktat de föroreningar som finns ovan grundvattenytan. De vita fälten är det platsspecifika förhållandet och de orangea fälten är det givna scenariot vid KM (=känslig markanvändning).

I Naturvårdsverkets vägledning anges att exponering från det förorenat område inte ensamt ska stå för hela den exponering som är acceptabelt för en människa (Naturvårdsverket, 2009). I detta fall anses därför att det förorenade område får stå för 50 % av exponeringen. Utifrån dessa principer anses det platsspecifika hälsoriktvärdet vara hälften av den acceptabla halt i grundvattnet som innebär att Naturvårdsverkets referenskoncentrationer för inandning av ånga i inomhusluft överskrids.

Beräkningar

Två olika scenarier har tagits fram.

Scenario 2 är om avståndet är som minst 1 meter mellan grundvattennivån och byggnadens bottennivå medan *scenario 1* är om avståndet är som minst 2 meter mellan grundvattennivån och byggnadens bottennivå.

Scenario 1 innebär att utspädningsfaktorn med övriga antaganden enligt MKM-scenariot blir då ca 30 000 för både TCE och PCE för porluften vid grundvattenytan till inomhusluften, se Figur 2.

Transportmodell - Ånga till inom- och utomhusluft		MKM	
Luftvolym inne i byggnad	240	240	m ³
Luftomsättning i byggnad	12	12	dag ⁻¹
Yta under byggnad	100	100	m ²
Djup till förorening	1	0,35	m
Utspädning till inomhusluft	29950		Trikloreten
Utspädning till utomhusluft	6853875		

Transportmodell - Ånga till inom- och utomhusluft		MKM	
Luftvolym inne i byggnad	240	240	m ³
Luftomsättning i byggnad	12	12	dag ⁻¹
Yta under byggnad	100	100	m ²
Djup till förorening	1	0,35	m
Utspädning till inomhusluft	30939		Tetrakloreten
Utspädning till utomhusluft	7066645		

Figur 2 Utspädningsfaktorn från porluften ovan grundvattenytan till inomhusluft blir ca 30 000 för TCE och PCE om avståndet (=djup till föroreningen) anges 1,0 m. De vita fälten är det platsspecifika förhållandet och de orange fälten är det givna scenariot vid MKM (=mindre känslig markanvändning) i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg.

Med hjälp av Henrys konstant kan en teoretisk halt beräknas i porvattnet för TCE utifrån en halt i porluften. Den teoretisk framräknade acceptabla halten i porvattnet/grundvattnet vid vilken Naturvårdsverkets referenskoncentrationer för inandning av ånga i inomhusluft överskrids blir då för TCE 2 500 µg/l och för PCE 6 500 µg/l. Utifrån principen att det förorenade område får stå för 50 % av exponeringen så blir det **platsspecifika riktvärdet för TCE 1 250 µg/l och för PCE 3 250 µg/l i grundvatten**, se tabell 1.

Tabell 1 Beräkning av acceptabel halt och platsspecifikt hälsoriktvärde i grundvatten utan att referenskoncentration i inomhusluften överskrid vid 1 meters avstånd mellan grundvattennivån och byggnadens bottennivå

Ämne	Referens- koncentration i inomhusluft ¹ mg/m ³	Halt i porluft vid grundvattenytan (utspädd 30 000 ggr ³) mg/m ³	Henrys konstant enhetslös	Acceptabel halt i porvatten mg/l	Platsspecifikt hälsoriktvärde för grundvatten µg/l
TCE	0,023¹⁾	690	0,28	2,5	1 250
PCE	0,2²⁾	6100	0,93	6,5	3 250

- 1) RISKinh för trikloreten. Hämtad från Naturvårdsverkets rapport (Naturvårdsverket, 2009)
- 2) RfC för tetrakloreten. Hämtad från Naturvårdsverkets rapport (Naturvårdsverket, 2009)
- 3) Utspädning utifrån de förutsättningar som anges i figur 2

Scenario 2 innebär att utspädningsfaktorn med övriga antaganden enligt MKM-scenariot blir då ca 60 000 för både TCE och PCE för porluften vid grundvattenytan till inomhusluften, se figur 3.

Transportmodell - Ånga till inom- och utomhusluft		MKM	
Luftvolym inne i byggnad	240	240	m ³
Luftomsättning i byggnad	12	12	dag ⁻¹
Yta under byggnad	100	100	m ²
Djup till förorening	2	0,35	m
Utspädning till inomhusluft	58506		Trikloreten
Utspädning till utomhusluft	13707474		

Transportmodell - Ånga till inom- och utomhusluft		MKM	
Luftvolym inne i byggnad	240	240	m ³
Luftomsättning i byggnad	12	12	dag ⁻¹
Yta under byggnad	100	100	m ²
Djup till förorening	2	0,35	m
Utspädning till inomhusluft	60382		Tetrakloreten
Utspädning till utomhusluft	14133014		

Figur 3 Utspädningsfaktorn från porluften ovan grundvattenytan till inomhusluft blir ca 60 000 för TCE och PCE om avståndet (=djup till föroreningen) anges 2,0 m. De vita fälten är det platsspecifika förhållandet och de orange fälten är det givna scenariot vid MKM (=mindre känslig markanvändning) i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg.

Med hjälp av Henrys konstant kan en teoretisk halt beräknas i porvattnet för TCE utifrån en halt i porluften. Den teoretisk framräknade acceptabla halten i porvattnet/grundvattnet vid vilken Naturvårdsverkets referenskoncentrationer för inandning av ånga i inomhusluft överskrids blir då för TCE 4 700 µg/l och för PCE 13 000 µg/l. Utifrån principen att det förorenade område får stå för 50 % av exponeringen så blir det **platsspecifika riktvärdet för TCE 2 350 µg/l och för PCE 6 500 µg/l i grundvatten**, se tabell 2.

Tabell 2 Beräkning av acceptabel halt och platsspecifikt hälsoriktvärde i grundvatten utan att referenskoncentration i inomhusluften överskrids vid 1 meters avstånd mellan grundvattennivån och byggnadens bottennivå

Ämne	Referens- koncentration i inomhusluft ¹ mg/m ³	Halt i porluft vid grundvattenytan (utspädd 60 000 ggr ³) mg/m ³	Henrys konstant enhetslös	Acceptabel halt i porvatten mg/l	Platsspecifikt hälsoriktvärde för grundvatten µg/l
TCE	0,023¹⁾	1 300	0,28	4,7	2 350
PCE	0,2²⁾	12 000	0,93	13	6 500

1) RISKinh för trikloreten. Hämtad från Naturvårdsverkets rapport (Naturvårdsverket, 2009)

2) RfC för tetrakloreten. Hämtad från Naturvårdsverkets rapport (Naturvårdsverket, 2009)

3) Utspädning utifrån de förutsättningar som anges i figur 2

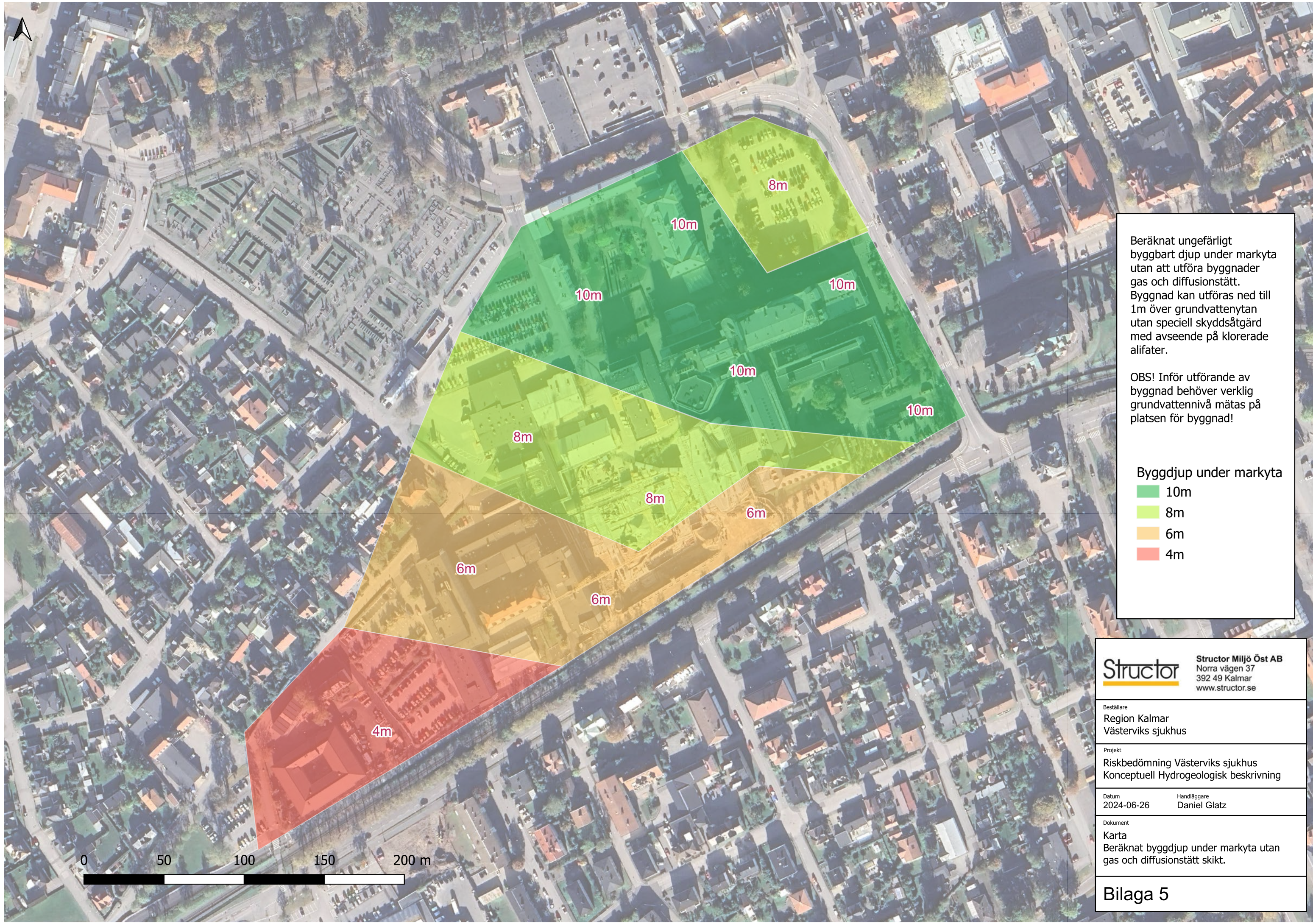
Linköping 2024-06-20

Structor Miljö Öst AB

Susanne Karlsson

Bilaga 5

Karta. Byggbart djup under markyta utan behov av gas- och diffusionstät byggnad



Beräknat ungefärligt byggbart djup under markyta utan att utföra byggnader gas och diffusionstätt. Byggnad kan utföras ned till 1m över grundvattenytan utan speciell skyddsåtgärd med avseende på klorerade alifater.

OBS! Inför utförande av byggnad behöver verklig grundvattennivå mätas på platsen för byggnad!

- Byggdjup under markyta
- 10m
 - 8m
 - 6m
 - 4m

Structor **Structor Miljö Öst AB**
Norra vägen 37
392 49 Kalmar
www.structor.se

Beställare
Region Kalmar
Västerviks sjukhus

Projekt
Riskbedömning Västerviks sjukhus
Konceptuell Hydrogeologisk beskrivning

Datum Handläggare
2024-06-26 Daniel Glatz

Dokument
Karta
Beräknat byggdjup under markyta utan gas och diffusionstätt skikt.

Bilaga 5