

Avseende det bidragsfinansierade objektet
f.d. Färgaren (kemiska tvätten), Jönköpings kommun

Fördjupad åtgärdsutredning, Färgaren

Rapport beställd av SGU

november 2022

Konsultrapport 05

Diarie-nr: 34261-778/2021



Denna rapport har tagits fram av Sweco på uppdrag av SGU.
Författarna svarar för innehållet i rapporten.

Omslagsbild: Provtagning av jord. På skylten står provpunktens
namn och det jorddjup som provet är taget ifrån.
Foto: Sweco

Författare: Emy Ekholm, Anna Paulsson, Andreas Rehn
Granskad av: Janna Svensson

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
e-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

SAMMANFATTNING

Sweco Sverige AB (Sweco) har fått i uppdrag av SGU att utföra åtgärdsförberedande utredningar på kvarteret Obygden vid före detta Färgaren kemiska tvätt där det tidigare konstaterats förorening med klorerade alifater. Denna rapport redovisar den fördjupade riskbedömningen, åtgärdsutredningen och riskvärderingen som har arbetas fram under 2022. Rapporten tar avstamp i tidigare åtgärdsutredningar och riskvärderingar som Sweco upprättat under 2017 och 2020.

Kvarteret Obygden är ett detaljplanelagt villaområde i Mariebo i västra Jönköping. Inom kvarteret har ett tvätteri med kemtvätt, färgning, pressning och vittvätt varit verksamt mellan 1952 och 1975. Objektet kallas f.d. Färgaren (kemiska tvätten), Länsstyrelsens objekts-ID 184088. En MIFO fas 1-inventering genomfördes 2013, varvid området tilldelades riskklass 1, mycket stor risk för människors hälsa och oönskade effekter på miljön idag och i framtiden.

Omfattande undersökningar och utredningar har genomförts i flera steg sedan 2013 för att kartlägga föroreningssituationen som orsakats av kemtvätten. De föroreningar som i huvudsak påträffats är klorerade alifater, tetraklorteten (PCE) och dess nedbrytningsprodukter trikloreten (TCE), dikloreten (DCE) och i viss mån vinylklorid (VC) i jord, grundvatten i jord, grundvatten i berg, porluft, inomhusluft och dricksvatten. Källan till föroreningen är hantering av kemtvättvatskan tetrakloreten (PCE, även kallad perkloretylen). I den riskbedömning som genomfördes 2017 konstaterades att det föreligger ett åtgärdsbehov inom området.

I jord finns förorening i jordlagren och grundvattnet som orsakar förorening i porluften i jord och i luften inne i bostadshusen samt i ledningsnät. I berg finns fri fas av förorening och mycket höga halter i grundvattnet. Risk för oacceptabla hälsorisker med avseende på inträngning av ånga till byggnader kan därmed föreligga för de som bor inom källområdena, i områden där ytligt berg förekommer och där förorenat grundvatten från berget tränger ut i jordlagren. I anslutning till källområdena finns föroreningar i lägre halter, dock bedöms halterna ändå vara så pass höga att åtgärder krävs. Dessa områden tillsammans med källområdena definieras som åtgärdsområdet.

Spridning av föroreningar inom och från kvarteret Obygden bedöms främst kunna ske genom transport av fri fas-förorening i jordlager och berggrund och genom utlakning av förorening från jord och berg till grundvatten i jordlager och berggrund. Med grundvattnet sprids föroreningen vidare i jord och berg. Från föroreningar i jord, berg och grundvatten sker en förångning till porluft i mark och som sprids upp genom otätheter i byggnadens grundkonstruktion och i ledningar och ledningsgravar inom och från kvarteret Obygden. I nuläget används området som bostadsområde och framöver ska området fortsatt kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att oacceptabla risker för människors hälsa uppkommer på grund av föroreningen.

De skyddsobjekt som är relevanta för bedömningen av risker kopplade till den före detta kemtvätten är:

- Boende inom område som berörs av förorening från den före detta kemtvätten.
- Markmiljön inom område som berörs av förorening från den före detta kemtvätten.
- Vatten- och andra naturresurser som berörs av förorening från den före detta kemtvätten.

Inför val av efterbehandlingsåtgärd har övergripande åtgärds mål formulerats och fastställts. Övergripande åtgärds mål ska ange vad som ska uppnås med en efterbehandlingsåtgärd. För kvarteret Obygden finns följande övergripande åtgärds mål:

1. Området ska kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att risker för människors hälsa uppkommer på grund av förorening.
2. Förekomst av föroreningar ska inte inverka på de ekologiska funktioner som markanvändningen kräver.
3. Föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertas genom naturliga processer.
4. Föroreningsmängden ska minskas så att markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner.
5. Föroreningsmängden ska minskas så att uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex., borrhning och sprängning) ska vara möjliga att genomföra.

Rapporten innehåller även förslag på mätbara åtgärds mål för uppföljning av halter i jord, grundvatten, porluft, inomhusluft och dricksvatten.

Flera olika åtgärds tekniker har beaktats och kombinerats för att skapa åtgärds alternativ som uppnår åtgärds målen. Totalt har fem olika åtgärds alternativ tagits fram i den åtgärds förberedande fasen. För att identifiera de eller det åtgärds alternativ där totalnyttan av åtgärden bedöms som störst i förhållande till negativa konsekvenser har åtgärds alternativen utvärderats i en riskvärdering.

Riskvärderingen genomfördes med hjälp av verktyget SAMLA för förorenade områden som är ett beslutsstöds verktyg som strukturerar och dokumenterar de avvägningar som görs och de värderingar de bygger på. Verktyget är anpassat till Naturvårds verkets väglednings material och har sin utgångspunkt i konceptet hållbar utveckling, d.v.s. åtgärder som vidtas vid förorenade områden ska vara hållbara ur ett miljömässigt, socialt och ekonomiskt perspektiv. En projektspecifik förutsättning för riskvärderingen är det beslut som togs av projektgruppen under 2022 att alla byggnader och konstruktioner inom källområdet och övrigt åtgärds område ska rivas.

Resultatet av riskvärderingen visar sammantaget att det alternativ som anses vara det mest lämpliga att utföra inom kvarteret Obygden är termisk behandling i jord, både omättad och mättad zon, och berg inom källområdet samt biologisk behandling av jord i mättad zon och berg i övrigt åtgärds område. Åtgärds alternativet består av väl beprövad teknik genom termisk behandling som möjliggör god reduktion av föroreningar inom källområdet där det finns högst föroreningshalt, och biologisk behandling av mättad zon i jord och berg i övrigt åtgärds område med lägre föroreningshalter.

Under utförda utredningar har ett antal aspekter framkommit som bör hanteras under fortsatta förberedande arbeten och under själva åtgärden samt uppföljningen av åtgärds effekt. Några exempel på aspekter är att hänsyn ska tas till boende i närområdet, planera så att tidsvinster görs för att korta ner genomförande-tiden, beakta höga energipriser och eventuell energibrist för att säkerställa ett stabilt projektgenomförande, inventera och hantera invasiva arter så som parkslide så att dessa inte sprids inom eller utanför området.

INNEHÅLL

Sammanfattning.....	2
1 Inledning.....	9
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Uppdrag och syfte	9
1.3 Tidigare utförda undersökningar och utredningar.....	9
1.4 Organisation	10
2 Problembeskrivning och konceptuell modell.....	10
2.1 Mål för åtgärden.....	10
2.1.1 Övergripande åtgärds mål	11
2.1.2 Miljö- och hållbarhetsmål.....	12
2.2 Lokalisering och topografi.....	12
2.3 Geologiska förhållanden.....	13
2.3.1 Jord.....	13
2.3.2 Berg	14
2.4 Grundvattenförhållanden	15
2.4.1 Jord.....	15
2.4.2 Berg	15
2.5 Föroreningskällor och -nivåer.....	18
2.5.1 Föroreningskällor	18
2.5.2 Förorening i jord och grundvatten	18
2.5.3 Förorening i berg och i grundvatten i berg.....	25
2.5.4 Förorening i inomhusluft, dricksvatten, frukt och bär	28
2.5.5 Nedbrytning	28
2.6 Skyddsobjekt och exponeringsvägar.....	29
2.7 Spridningsvägar	31
2.8 Konceptuell modell	33
2.8.1 Jord.....	33
2.8.2 Berg	35
3 Riskbedömning.....	38
3.1 Platsspecifika riktvärden	39
3.1.1 Platsspecifika förutsättningar och antaganden.....	40
3.1.2 Platsspecifika riktvärden för jord	41
3.1.3 Acceptabla koncentrationer/riktvärden i inomhusluft	44

3.1.4	Riktvärde för porluft under bottenplatta/hus.....	44
3.1.5	Riktvärde för grundvatten i jord	45
3.1.6	Riktvärde för grundvatten i berg.....	47
3.2	Sammanfattande riskbedömning	48
3.2.1	Hälsoriskbedömning.....	48
3.2.2	Miljöriskbedömning.....	51
3.3	Behov av riskreduktion.....	52
4	Projektspecifika förutsättningar för åtgärdsutredningen	54
4.1	Åtgärdsområden.....	54
4.1.1	Jord.....	54
4.1.2	Berg	56
4.2	Arbetsområde.....	58
4.3	Tekniska och geotekniska förutsättningar.....	58
4.3.1	Logistiska förutsättningar.....	59
4.3.2	Avgränsning av åtgärdsområde	60
5	Fördjupad åtgärdsutredning.....	61
5.1	Åtgärdestekniker	61
5.2	Åtgärdsalternativ	63
5.3	Teknisk beskrivning.....	64
5.3.1	Termisk behandling.....	64
5.3.2	Schakt av jord med behandling off site.....	66
5.3.3	In-situ kemisk / biologisk behandling.....	67
5.3.4	Porgasextraktion.....	68
5.4	Omfattning	69
5.4.1	Åtgärdsalternativ 1A	69
5.4.2	Åtgärdsalternativ 1B.....	70
5.4.3	Åtgärdsalternativ 3A	72
5.4.4	Åtgärdsalternativ 3B.....	73
5.4.5	Åtgärdsalternativ 6	73
5.5	Bedömd riskreduktion och måluppfyllelse	74
5.6	Kostnad.....	76
5.7	Tid.....	76
6	Riskvärdering	78
6.1	Syfte	78
6.2	Projektets riskvärderingprocess	78

6.3	Beaktande intressentperspektiv	79
6.4	Arbetsätt och metod	80
6.5	Urvalskriterier och viktning, poäng, enkät	81
6.5.1	Urvalskriterier och viktning	81
6.5.2	Enkät	82
6.6	Resultat riskvärdering.....	82
6.7	Sammanvägning och diskussion	85
6.7.1	Åtgärdsalternativ 1A	85
6.7.2	Åtgärdsalternativ 1B.....	86
6.7.3	Åtgärdsalternativ 3A	86
6.7.4	Åtgärdsalternativ 3B.....	87
6.7.5	Åtgärdsalternativ 6	88
7	Val av åtgärdsalternativ.....	88
8	Mätbara åtgärds mål.....	90
8.1	Inledning om processen att besluta om mätbara åtgärds mål	90
8.1.1	Jord	91
8.1.2	Grundvatten	92
8.1.3	Porluft	92
8.1.4	Inomhusluft.....	93
8.1.5	Dricksvatten	93
9	Projekteringsdirektiv	94
	Referenser.....	96

Bilagor

1. Kartor som visualiserar föroreningssituationen i jord och berg
2. Diagram över analysresultat av grundvattenprov i jord och berg
3. Bilder över den konceptuella modellen
4. Beräkning av riktvärden
5. Situationsplan som visar områden som kan schaktas ur med bibehållna byggnader.
6. Matris riskvärdering
7. Enkät sanering Färgaren
8. Lista över tidigare utförda undersökningar och utredningar

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Kvarteret Obygden är ett detaljplanlagt villaområde i Mariebo i västra Jönköping. Inom kvarteret har ett tvätteri med kemtvätt, färgning, pressning och vittvätt varit verksamt mellan 1952 och 1975. Objektet kallas f.d. Färgaren (kemiska tvätten), Länsstyrelsens objekts-ID 184088. En MIFO fas 1-inventering genomfördes 2013, varvid området tilldelades riskklass 1, mycket stor risk för människors hälsa och oönskade effekter på miljön idag och i framtiden.

Omfattande undersökningar och utredningar har genomförts för att kartlägga förorenings-situationen som orsakats av kemtvätten. De föroreningar som påträffats är klorerade alifater, tetrakloreten (PCE) och dess nedbrytningsprodukter trikloreten (TCE), dikloreten (DCE) och i viss mån vinylklorid (VC) i jord, grundvatten i jord, grundvatten i berg, porluft, inomhusluft och dricksvatten.

Undersökningar och utredningar finansieras med statliga bidrag och huvudman för arbetet är sedan 2017 SGU (Sveriges geologiska undersökning). Mellan åren 2015 och 2017 genomfördes en förstudie och en huvudstudie och då var Jönköpings kommun huvudman.

1.2 Uppdrag och syfte

Sweco Sverige AB (Sweco) har fått i uppdrag av SGU att utföra åtgärdsförberedande utredningar.

Denna rapport redovisar den fördjupade åtgärdsutredningen och riskvärderingen som har arbetas fram under 2022. Rapporten tar avstamp i tidigare åtgärdsutredningar (Sweco 2017 och Sweco 2020), se nedan i kapitel 1.3.

1.3 Tidigare utförda undersökningar och utredningar

En MIFO fas 1 inventering utfördes av Länsstyrelsen i Jönköpings län under 2013. Länsstyrelsen bedömde att objektet skulle tilldelas riskklass 1 - ”mycket stor risk för människors hälsa och miljö”.

En förstudie (Vatten och Samhällsteknik 2016) med översiktlig markundersökning och riskklassning enligt MIFO fas 2 utfördes 2015. Undersökningen visade att det förekom halter av klorerade alifater i jord, grundvatten, porluft, inomhusluft och i dricksvatten.

Under 2016 och 2017 genomförde Sweco en huvudstudie (Sweco 2017). Huvudstudien omfattade kompletterande markundersökningar, riskbedömning och en översiktlig åtgärdsutredning. Undersökningarna visade åter på föroreningar av klorerade alifater i jord, grundvatten, porluft, inomhusluft och i dricksvatten. Klorerade alifater undersöktes och påvisades även i grundvattnet i berg och ytterligare undersökningar i berg rekommenderades. I huvudstudien rekommenderades även att tekniska skyddsåtgärder skulle utföras omgående för att reducera riskerna för de boende inom kvarteret Obygden. De tekniska skyddsåtgärderna som föreslogs innebar ventilationslösning, att vattenledningar byts ut till rostfria eller diffusionstäta ledningar och att spillvattenledningarna ses över för att förhindra spridning via ledningsgravar.

Under åren 2017–2020 har Sweco på uppdrag av SGU utfört kompletterande utredningar till den tidigare framtagna huvudstudien för kvarteret Obygden. Kompletteringen utfördes för att fördjupa förståelsen kring förorenings-situationen och har omfattat en uppdaterad konceptuell modell, en åtgärdsutredning och en riskvärdering (Sweco 2020a). Med utgångspunkt i dessa

utredningar sökte SGU och Länsstyrelsen om statliga bidrag för åtgärdsförberedande undersökningar.

Under 2020 utförde Sweco även undersökningar av två bergvärmebrunnar. Undersökningen omfattade filmning av borrhål och undersökning med FLUTe-teknik (Sweco 2020c och Sweco 2020d).

Sweco har under 2021 och 2022 genomfört omfattande åtgärdsförberedande undersökningar av bland annat jord, grundvatten och berg. Undersökningarna redovisas i en resultatrapport (Sweco 2022a). Det har även utförts, hydrogeologiska undersökningar av grundvatten i jord och berg (Sweco 2022b och Rosmarus Enviro 2022) och kartläggning av bergöverytan med refraktionsseismik (Sweco 2022c).

En lista över samtliga rapporter som har tagits fram i syfte att utreda föroreningsituationen från den före detta kemitvätten redovisas i bilaga 8.

1.4 Organisation

Beställare är SGU, Sveriges geologiska undersökning. Kontaktperson hos SGU är Karin Eliaeson (projektledare) och Ulf Winnberg (teknisk expert).

Uppdragsledare hos Sweco är Emy Ekholm. Från Sweco medverkar även Anna Paulsson, Andreas Rehn, Peter Lindén och Janna Svensson. Janna Svensson är kvalitetsansvarig.

Tillsynsmyndighet över det förorenade området är Miljö- och hälsoskyddskontoret i Jönköpings kommun. Kontaktperson är Malin Landin.

I projektgruppen för uppdraget ingår även Helene Jansson på Länsstyrelsen i Jönköpings län samt Fredrik Svärd, Tekniska kontoret i Jönköpings kommun.

2 PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL

I föreliggande kapitel redovisas de faktorer som påverkar riskbilden så som, övergripande åtgärds mål, relevanta föroreningar, identifierade skyddsobjekt samt exponerings- och spridningsvägar. Dessa faktorer sammanfattas i en konceptuell modell.

2.1 Mål för åtgärden

I arbetet med att välja en åtgärd är det nödvändigt att ta fram mål för vad som ska uppnås med efterbehandlingsåtgärden. Projektgruppen, bestående av representanter från SGU, Länsstyrelsen, Jönköpings kommun, tillsynsmyndigheten i Jönköpings kommun samt Sweco, har tillsammans arbetat med att formulera de övergripande målen som redovisas nedan.

För att tydliggöra arbetet med att formulera mål formulerades en gemensam vision. Visionen lyder:

Vision

Området som idag är påverkat av den f.d. kemtvättens föroreningar ska efter genomförd åtgärd inte medföra några risker för människors hälsa eller miljön. Området ska återfå dagens karaktär och den ekologiska markfunktionens kvalitet ska vara i nivå med ett bostadsområde.

Från området ska det inte spridas några oacceptabla halter av den f.d. kemtvättens föroreningar och kvarlämnade föroreningar ska vara på en så pass låg nivå att de omhändertas av naturliga processer.

Genomförandet av åtgärden ska inte medföra oacceptabel omgivningspåverkan för omkringliggande kvarter. Efter genomförd åtgärd ska området ha återfått sin status som ett attraktivt bostadsområde i centrala Jönköping och områdets nuvarande rykte ska framöver kunna vändas till något positivt eftersom den genomförda åtgärden ska genomsyras av ett starkt hållbarhetsperspektiv i alla dimensioner.

Saneringen ska vara av engångskaraktär och utföras med ett fokus på hållbarhet. Hållbarhet innebär en utveckling som tillgodoser dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillgodose sina behov och inkluderar ett ekonomiskt, socialt och miljömässigt perspektiv. "Hållbar efterbehandling handlar om hur vi kan åtgärda samhällets miljöskuld, genom väl avvägda åtgärder som återställer ekosystemens funktioner och skapar en hälsosam och god livsmiljö för människor, allt utan orimliga kostnader eller skadliga effekter på miljö och samhälle."

2.1.1 Övergripande åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål ska ange vad man vill uppnå med en efterbehandlingsåtgärd. De visar i första hand vilken användning eller funktion ett område önskas ha efter genomförd efterbehandlingsåtgärd samt vilken påverkan och vilka störningar som kan accepteras inom området eller i omgivningen. Målen tar också hänsyn till pågående markanvändning.

De övergripande åtgärds målen som formuleras nedan har tagits fram under 2022 av projektgruppen. De övergripande åtgärds målen har ändrats något jämfört med de som presenterats i tidigare rapporter.

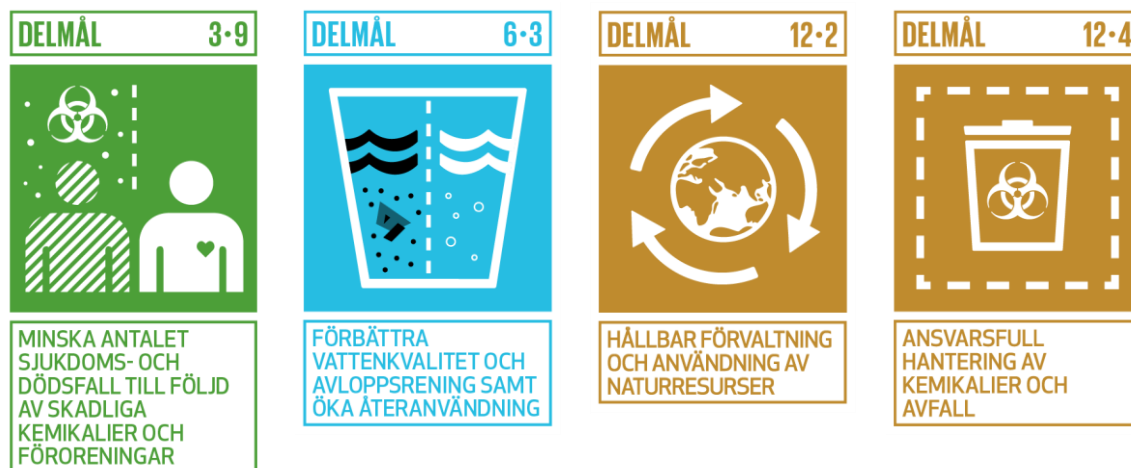
Framtagna övergripande åtgärds mål tar avstamp i en hållbar utveckling och formuleras enligt nedan;

1. Området ska kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att risker för människors hälsa uppkommer på grund av förorening.
2. Förekomst av föroreningar ska inte inverka på de ekologiska funktioner som markanvändningen kräver.
3. Föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertas genom naturliga processer.
4. Föroreningsmängden ska minskas så att markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner.
5. Föroreningsmängden ska minskas så att uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex., borrhning och sprängning) ska vara möjliga att genomföra.

2.1.2 Miljö- och hållbarhetsmål

Som grund för åtgärdsmålen har även de svenska miljömålen och FN:s globala mål beaktats. De svenska miljömålen som bedöms som mest relevanta för denna åtgärdsutredning är ”Giftfri miljö”, ”God bebyggd miljö”, ”Begränsad klimatpåverkan” samt ”Grundvatten av god kvalitet”.

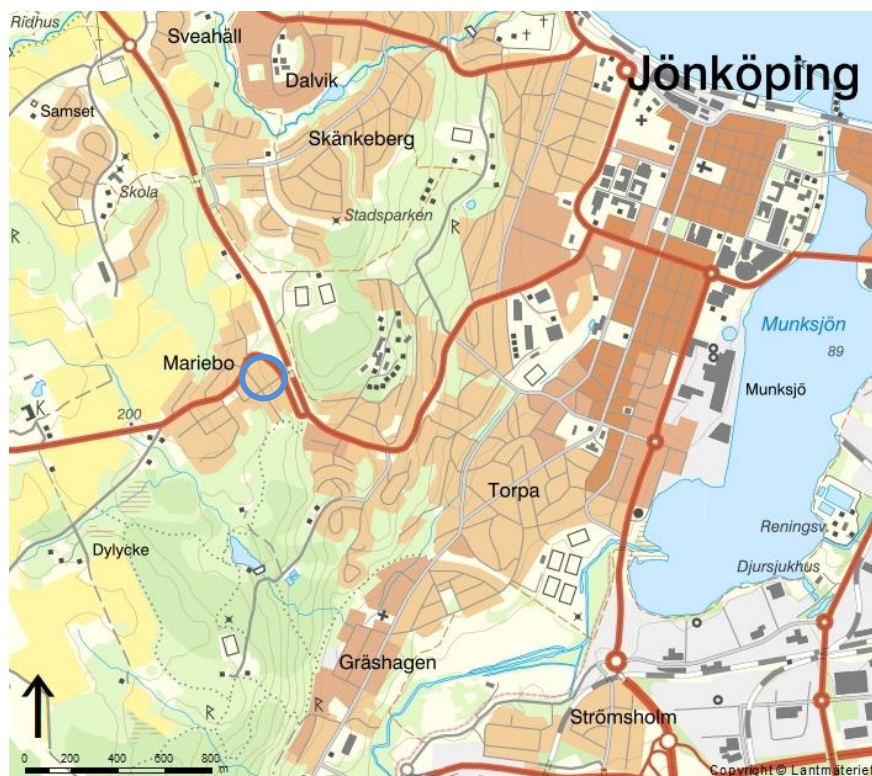
FN:s globala mål som bedöms som mest relevanta är ”3. Hälsa och välbefinnande”, ”6. Rent vatten och sanitet” och ”12. Hållbar konsumtion och produktion”, se Figur 1 nedan.



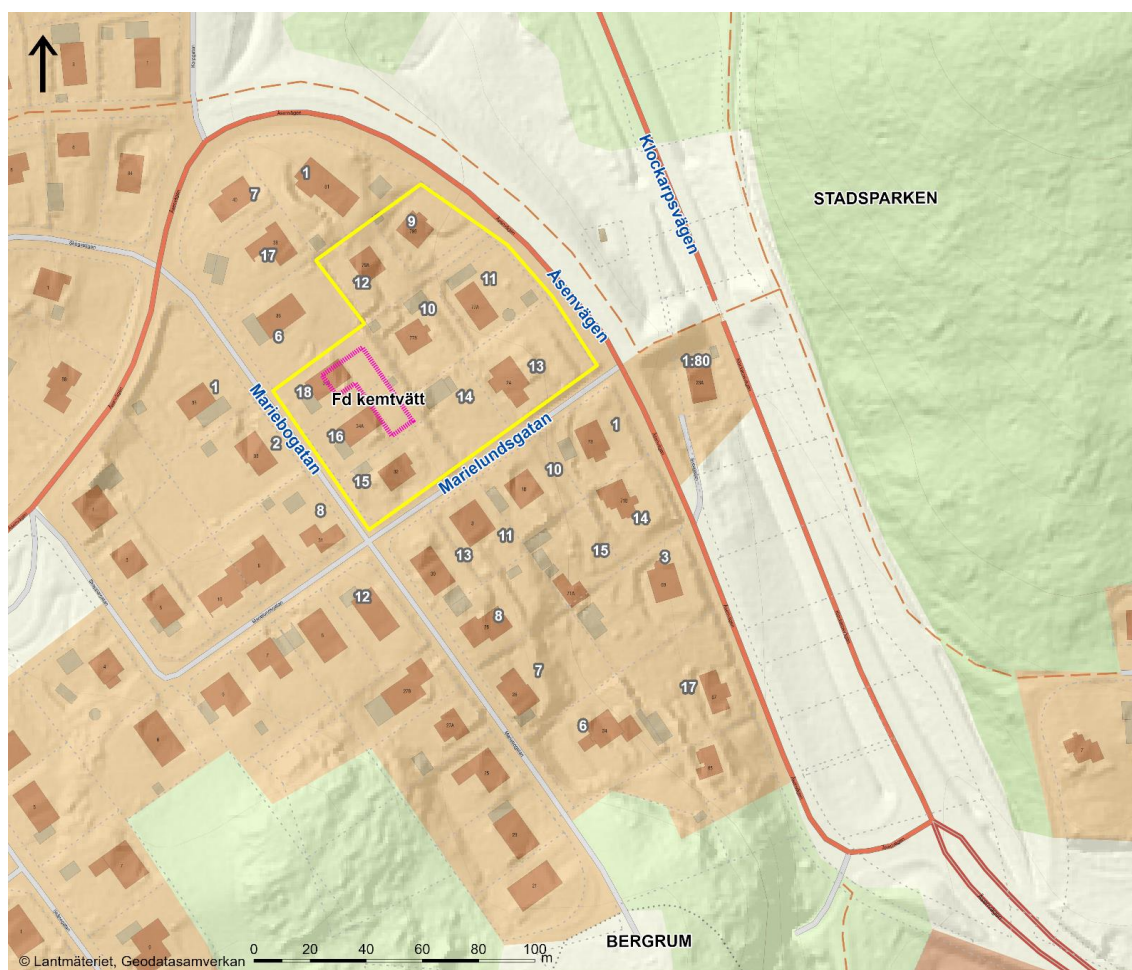
Figur 1 FN:s globala mål som beaktas i denna rapport.

2.2 Lokalisering och topografi

Kvarteret Obygden är ett detaljplanlagt villaområde i Mariebo i västra Jönköping, se Figur 2.



Figur 2. Undersökningsområdet, markerad med blå cirkel, ligger i Mariebo i västra delen av Jönköping.



Figur 3. Karta visar lokalisering av fastigheterna som omfattas i denna rapport (gul linje), bergum, lokalgator och vägar samt Stadsparken.

Fastigheterna som omfattas i denna rapport (undersökningsområdet) är: Obygden 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 och 18, se

Figur 3. Tvätteriet, från vilket föroreningarna bedöms härröra, var beläget inom fastigheterna Obygden 15, 16 och 18.

Fastigheterna Obygden 15, 16 och 18 ligger högt belägna, ca 182 meter över havet. Topografin lutar bitvis kraftigt mot ost-nordost ner till Klockarpsvägen som ligger på ca 166 meter över havet. Klockarpsvägen går i en dalgång mellan kvarteret Obygden och Stadsparksområdet på motsatt sida Klockarpsvägen.

Markytans nivåskillnad är ca 16 meter mellan högsta och lägsta punkt i undersökt område, vilket ger en lutning för markytan på ca 10 %.

2.3 Geologiska förhållanden

2.3.1 Jord

Den naturliga jorden i undersökningsområdet består av lerig morän (andelen lera är mellan 9–17 % viktprocent) som generellt är hårt packad. I majoriteten av de undersökta provpunkterna fick nedföringen av borrhåll och skruvborr avbrytas på ett djup av 1,5–3,5 meter på grund av stopp mot sten/block eller hårt packat material. Det bedöms vara en diffus övergång mellan

morän och berg, karakteriserad av uppsprucket berg, block och/eller hårt packad morän. I några provpunkter har det även återfunnits en mer genomsläpplig grovsand till grus i ett lager närmast bergytan.

Ovan den naturliga jorden finns en fyllning som består av sand med både inslag av mull och grövre och finare material. Fyllningen är som mest 2 meter mäktig.

Jorddjupet varierar mellan 1 och 14 meter i de undersökta provpunkterna med ett ökat jorddjup längs med slutningen mot ost-nordost. Berg i dagen har noterats på fastigheterna Obygden 10 och Obygden 18. Sannolikt är jorddjupet mycket tunt under byggnaderna på Obygden 10, 12, 15, 16 och 18 då det finns uppgifter om att sprängning skett vid anläggning av husen.

2.3.2 Berg

Berggrunden i området är förhållandevis enhetlig och består av en rödgrå medelkornig små- till grovporfyrisk måttligt gnejsig granit. Domäner och gångar med en röd- till gråröd, medelkornig, förhållandevis måttligt gnejsig glimmerfattig granit förekommer underordnat i den porfyriska graniten (SGU 2019).

Bergets allmänna sprickighet är relativt låg. Det finns dock enstaka kross- och sprickzoner där sprickfrekvensen är hög. Branta sprickor i ONO-VSV samt NO-SV dominerar. Vanliga är även sprickor i NNO. Det finns inte tydliga horisontella sprickor, så kallade bankningsplan, vilket annars är relativt vanligt i Sveriges granitberggrund (SGU 2019).

Undersökningarna i områdets östra delen har påvisat berg på ca nivå 163 meter över havet och berg i dagen finns på fastigheten Obygden 6 och 18 på en nivå på ca 182 meter över havet, detta ger en nivåskillnad på minst 18 meter inom området. Bergnivån på fastigheten Obygden 18 kan vara högsta punkten i området.

Vid kärnborrningen, som utfördes hösten 2021 (Sweco 2022a), genomfördes kartering och provtagning av borrhålsborr i berg i fyra punkter. Bergöverytan observerades vid 2,35–3,35 meter under markytan (m u my). Vid borrningen samt karteringen av borrhålsborrarna observerades generellt en zon med uppsprucket berg innan solid berggrund påträffades. Både horisontella och vertikala sprickor observerades parallellt med och tvärs över gnejsigheten. Det noterades både slutna och öppna sprickor. De slutna sprickorna höll vatten och vissa öppna sprickor innehöll lerpartiklar medan någon enstaka spricka innehöll större grus- och stenfraktioner.

Vid analys av borrhålsfilmningen (Sweco 2022a) bedömdes att berget, som främst består av en gnejsig granit med bitvis förekommande diabas, har allmänt låg sprickfrekvens och de sprickor som noterades ser antingen slutna ut eller fyllda med kvarts. Speciellt märks det att sprickorna blir färre på djupet.

2.4 Grundvattenförhållanden

2.4.1 Jord

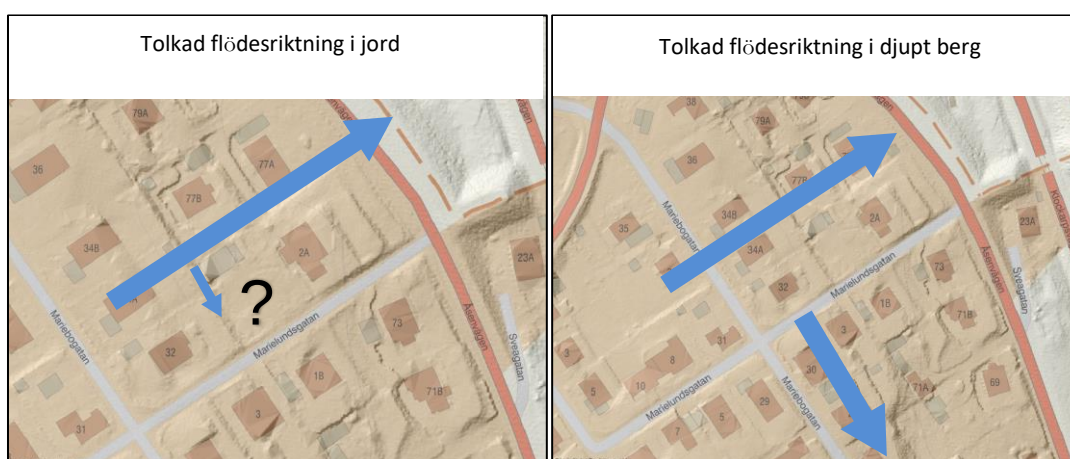
Grundvattenförhållandena i området är komplexa. I PM om hydrogeologi har tolkningar av horisontella och vertikala flödesriktningar samt hydrauliska samband utförts (Sweco, 2022b).

Den horisontella flödesriktningen i jord följer generellt topografin österut ner mot dalen som finns mellan kvarteret Obygden och Stadsparksområdet på motsatt sida Klockarpsvägen, se Figur 4. Det finns även indikationer på ett flöde i jordlagren åt söder, men då det saknas observationspunkter söder och sydost om aktuellt område är detta inte bekräftat. Bergöverytan lutar åt öster och åt söder och det är möjligt att grundvattennivåerna i jord påverkas av länshållning av befintligt bergrum åt söder vilket även kan sänka nivån i jordlagren. I insamlade data går det inte att tydligt urskilja att det skulle finnas ett grundvattenflöde åt norr i jordlagren. I PM om hydrogeologi finns interpolerade grundvattennivåer i jordlagren redovisade. Gradienten är generellt sett relativt brant men varierar en del inom undersökningsområdet. I områdets västra del uppskattas gradienten till knappt 10% och därefter ökar gradienten till cirka 15–17 % i mittersta delen av undersökningsområdet för att därefter flacka ut till 6–7 % i områdets östligaste delar. Sett över hela undersökningsområdet från Mariebogatan till Klockarpsvägen så bedöms gradienten till 12 %.

Det har bedömts att den hydrauliska konduktiviteten (markens genomsläpplighet) varierar över området och på djupet, bland annat till följd av olika fyllnadsmassor. Utifrån siktanalyser och beräkningar ses översiktligt en lägre genomsläpplighet (1×10^{-6} till 1×10^{-8} m/s) i de ytligare jordlagren delvis bestående av fyllnadsmassor, än i de djupare, troligen mer naturliga jordlagren (1×10^{-4} till 1×10^{-6} m/s) (Sweco, 2022b).

2.4.2 Berg

De uppmätta grundvattennivåerna i djupt berg indikerar ett flöde åt nordost mot dalgången likt för jordlagren. Nivåmätningarna i djupt berg visar även på lägre nivåer åt nordnordost och lägre nivåer åt söder, se Figur 4. De lägre nivåerna i söder är troligen ett resultat av den avsänkning som bergrummet i söder orsakar.



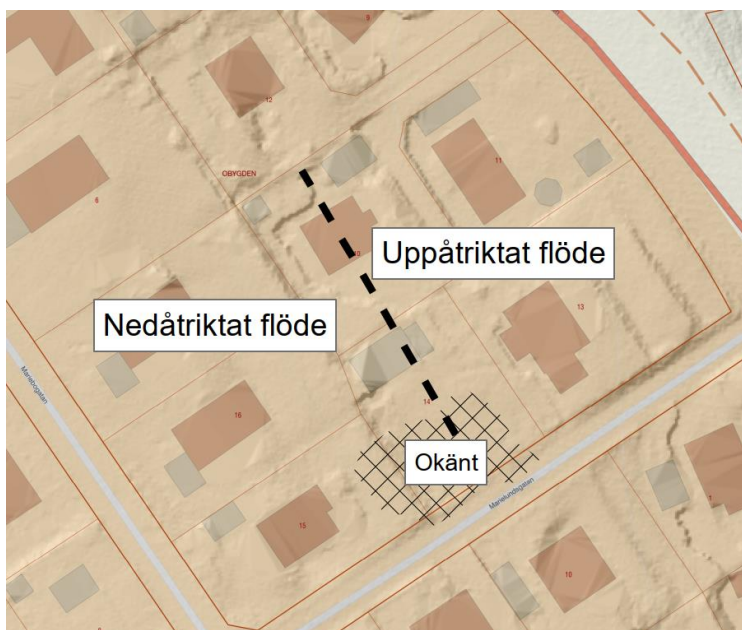
Figur 4. Tolkade flödesriktningar i jord och djupt berg baserat på uppmätta nivåer i rör och brunnar i november 2021 (Sweco, 2022b).

Den tolkning som utförts i PM hydrologi (Sweco, 2022b) av det vertikala flödet innebär att det finns möjligheter för ett utbyte av grundvatten mellan jord och berg. Interpolerade nivåer indikerar ett möjligt uppåtriktat flöde från berg till jord i områdets östra delar och ett möjligt nedåtriktat flöde från jord till berg i områdets västra delar. I Figur 5 redovisas en bild över nedåtriktat och uppåtriktat flöde mellan berg och jord. Troligt är att det varierar över området beroende på geologiska förhållanden. Ett fysiskt utbyte av grundvatten kräver att det finns sammanhängande sprickor från jordlager till djupt berg vilket det finns vissa indikationer på.

På fastigheterna Obygden 10 och 11 finns problem med ytligt grundvatten. I slänten på Obygden 10 mot Obygden 16 och 18 trycker det på med vatten. Under huset på Obygden 10 krävs avfuktare för att hålla undan fukt och runt huset på Obygden 11 finns en dränering med ständigt flöde. Även på Obygden 13 finns problem med ytligt vatten som trycker på från högre områden.

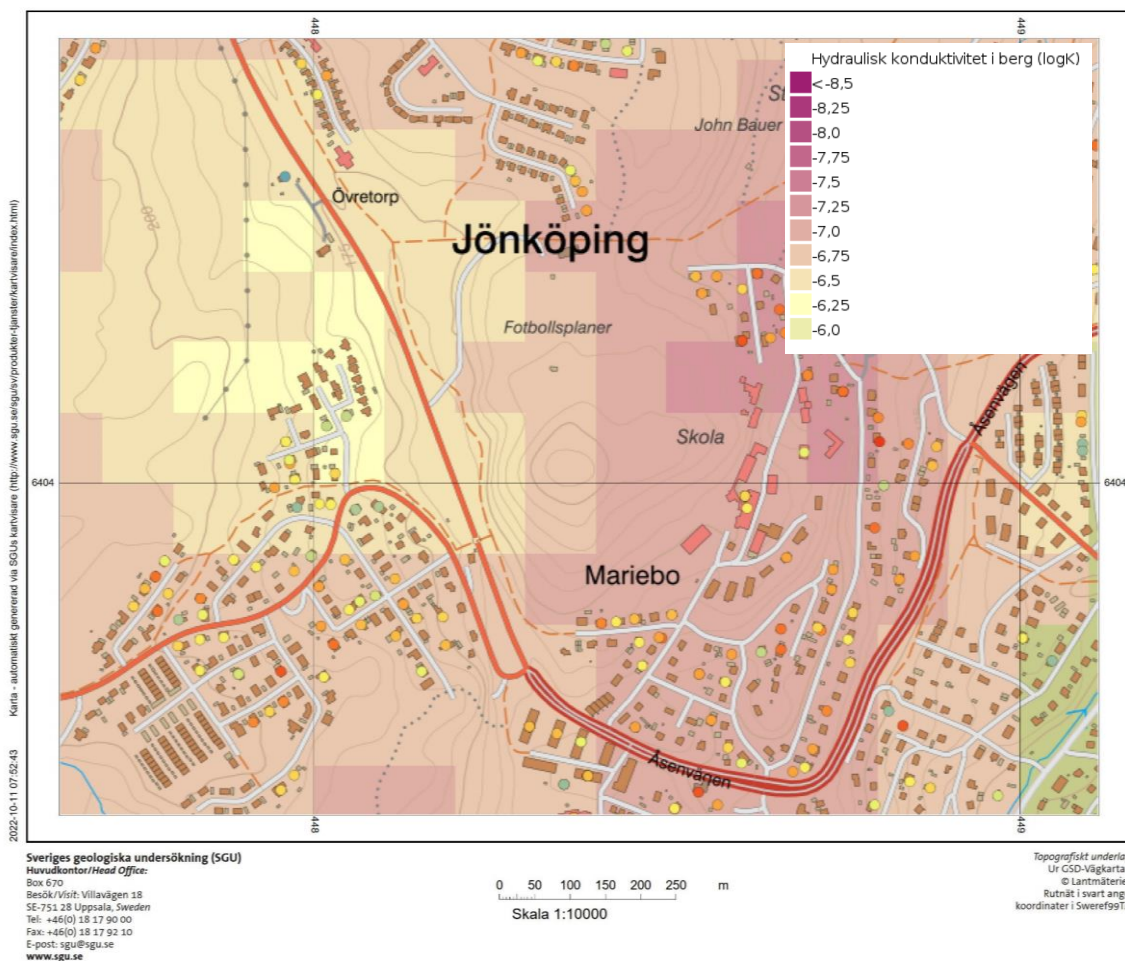
Sedan PM om hydrologi i området togs fram (Sweco 2022b) har ytterligare data erhållits från den transmissivitetsundersökning som genomförts med FLUTe-teknik¹ (Rosmarus Enviro 2022). I borrhål på Obygden 10 har trycknivån som mätts upp ytligt i hålet visat på ett uppåtriktat flöde. Detta borrhål ligger inom den del av området som även tidigare har bedömts som en zon med uppåtriktat flöde. I övriga borrhål som undersökts är trycknivån sådan att det indikerar ett nedåtriktat flöde. Dessa borrhål ligger inom delen som i Figur 5 antas ha nedåtriktat flöde.

Grundvattenförekomsten i berg är en sk. sprickakvifär, i vilka vattnet rinner uteslutande genom bergets sprickor. Data rörande bergets hydrauliska konduktivitet redovisas i Figur 6 (SGU 2022a). Den hydrauliska konduktiviteten i berg i området i och kring kvarteret Obygden ligger mellan $10^{-6,5}$ och 10^{-7} m/s.



Figur 5. Tolkade områden för nedåtriktat och uppåtriktat flöde mellan berg och jord (Sweco, 2022b).

¹ FLUTe är ett framtaget koncept för olika typer av hydrogeologiska utredningar. FLUTe är en förkortning och står för Flexible Liner Underground Technologies. Linern kan liknas vid en polyuretanbehandlad textilliner (vävd plaststrumpa) som sänks ner i borrhålet. Genom att fylla linern med vatten pressas den ner och ett tryck uppstår mot bergväggen vilket förhindrar vertikal transport av vatten och föroreningar i borrhålet.



Figur 6. Karta över hydraulisk konduktivitet i berg (SGU 2022). Den hydrauliska konduktiviteten i området ligger mellan $10^{-6,25}$ och 10^{-7} m/s.

Vid installationen av FLUTe-liner lodades grundvattennivån i berghålet och tiden det tog för linern att sjunka ner i berghålet klockades (Sweco 2022a). Detta ger indikation på om det finns sprickor i berget som kan transportera ut vattnet från hålet ut i berget. Vissa av hålen är borrade i tätt berg vilket medförde att linern inte kunde trycka undan vattnet i hålet utan vattnet behövde istället pumpas ut från under linern vid installationen. Hålen på Obygden 13 och Obygden 15 var mycket täta och vatten behövde pumpas ut ur borrhålet under hela installationen. I borrhålen på Obygden 18 och Obygden 10 sjönk linern snabbt av sig själv vilket betyder att det fanns möjlighet att trycka ut vatten i berget. I fem borrhål har en detaljerad transmissivitetsundersökning utförts med FLUTe-teknik (Rosmarus Enviro 2022). Transmissiviteten är ett värde på vattenledningsförmågan över en viss längd av borrhålet och dess omgivande sprickor. Transmissiviteten beräknas genom att multiplicera den hydrauliska konduktiviteten med längden på borrhålssektionen som mätningen utförs på.

Transmissiviteten är i samma storleksordning (ca 1×10^{-6} till 2×10^{-6} m²/s) i fyra av fem borrhål. Ett borrhål har däremot en tiopotens högre transmissivitet (ca 1×10^{-5} m²/s). Det är främst de övre delarna av borrhålen, ner till 6–10 meter, som har sprickor som transporterar vatten.

2.5 Föroreningskällor och -nivåer

I detta kapitel sammanfattas resultaten från tidigare utförda undersökningar. För mer detaljerad information hänvisas till resultatrapporterna från respektive undersökning, se bilaga 8.

2.5.1 Föroreningskällor

Källan till föroreningen är hantering av kemtvätvätskan tetrakloreten (PCE, även kallad perkloretylen). De föroreningar som påträffats är klorerade alifater, tetrakloreten (PCE) och dess nedbrytningsprodukter trikloreten (TCE), dikloreten (DCE) samt i viss mån vinylklorid (VC) i jord, grundvatten i jord, grundvatten i berg, porluft, inomhusluft och dricksvatten. I texten nedan används även begreppet CAH som betyder summan av klorerade etener (PCE+TCE+DCE+VC).

Undersökningarna har även omfattat analyser av andra föroreningar. Analyserna har omfattat metaller, PAH:er, alifater, aromater, bensen, toluen, etylbensen och xylener. PAH:er har påträffats i några jordprov över generella riktvärdet i jord för känslig markanvändning (KM). För övriga ämnen är halter under KM. I grundvattnet påträffas i några enstaka provpunkter och tillfällen förhöjda halter (över laboratoriets rapporteringsgräns) av alifater, PAH:er, bensen och toluen. Även i porluften finns det spår av toluen i enstaka prov. Förekomsten av dessa föroreningar har inte bedömts vara styrande för riskbedömningen och åtgärdsutredningen.

Det finns ingen information om hur mycket PCE som använts inom kemtvätten. Mängden som har hanterats inom kemtvätten har tidigare uppskattats till omkring 50 100 ton (baserat på en kapacitet på 1 000 kg tvätt i veckan) för hela verksamhetsperioden. PCE-förlust bedöms kunna vara i storleksordningen 15–25 ton, men där en stor andel av PCE-förlusterna skedde till luft. Den andel som slutligen hamnade i mark och grundvatten är därmed mindre (Sweco 2017).

Läckage av PCE har troligen skett vid hantering av ämnet i och intill kemtvättsbyggnaden. Läckage till marken kan också ha skett via kemtvättsens avloppsledning. Föroreningar kan även ha spridits till jord och berg i samband med rivning av kemtvättsbyggnaden och byggnation av bostadshusen på fastigheterna Obygden 15, 16 och 18. Muntliga uppgifter finns om att sprängning av berg har skett på dessa och närliggande fastigheter i samband med byggnation av bostadshusen. Enligt muntliga uppgifter har även jordmassor vid någon tidpunkt (okänt när) flyttats från Obygden 10 till Obygden 11.

2.5.2 Förorening i jord och grundvatten

Föroreningssituationen i jord är väl undersökt. Undersökningar har utförts på jord, grundvatten och porluft. I detta kapitel sammanfattas resultaten från undersökning av jord, grundvatten i jord och porluft.

Undersökning av jord har utförts genom detaljerad nivåspecifik MIP-undersökning och genom analyser av jord på laboratorium. MIP-sondering är en metod som kontinuerligt, för varje centimeter, undersöker omfattning av en förorening. Sonden värmer upp föroreningen i marken så att de förångas och ångorna sugas in i sonden. Till sonden finns detektorer som mäter flyktiga organiska ämnen, oljekolväten och klorerade alifater. Föroreningen som förångas kan finnas i jord, grundvatten och/eller porluft.

MIP-sonderingen utförs med ett geoprobe-system. Med detta system används sk. direct push, som bygger på att med tryck med hydraulisk hammare driva ner provtagaren i jordprofilen. Det finns även en kolvprovtagare, en s.k. dual tube för uttag av jordprover möjlighet att ta ut vatten från specifika nivåer i marken.

Grundvattnet har också undersökts med MIP och provtagits dels med geoprobe-utrustningen utan att installera grundvattenrör (nivåspecifikt), dels genom provtagning av vatten i installerade grundvattenrör.

Porluften har i huvudsak undersökts genom passiv porluftsmätning på ett jorddjup om ca 0,7 meter under markytan. Under hus har pumpad luftprovtagning utförts.

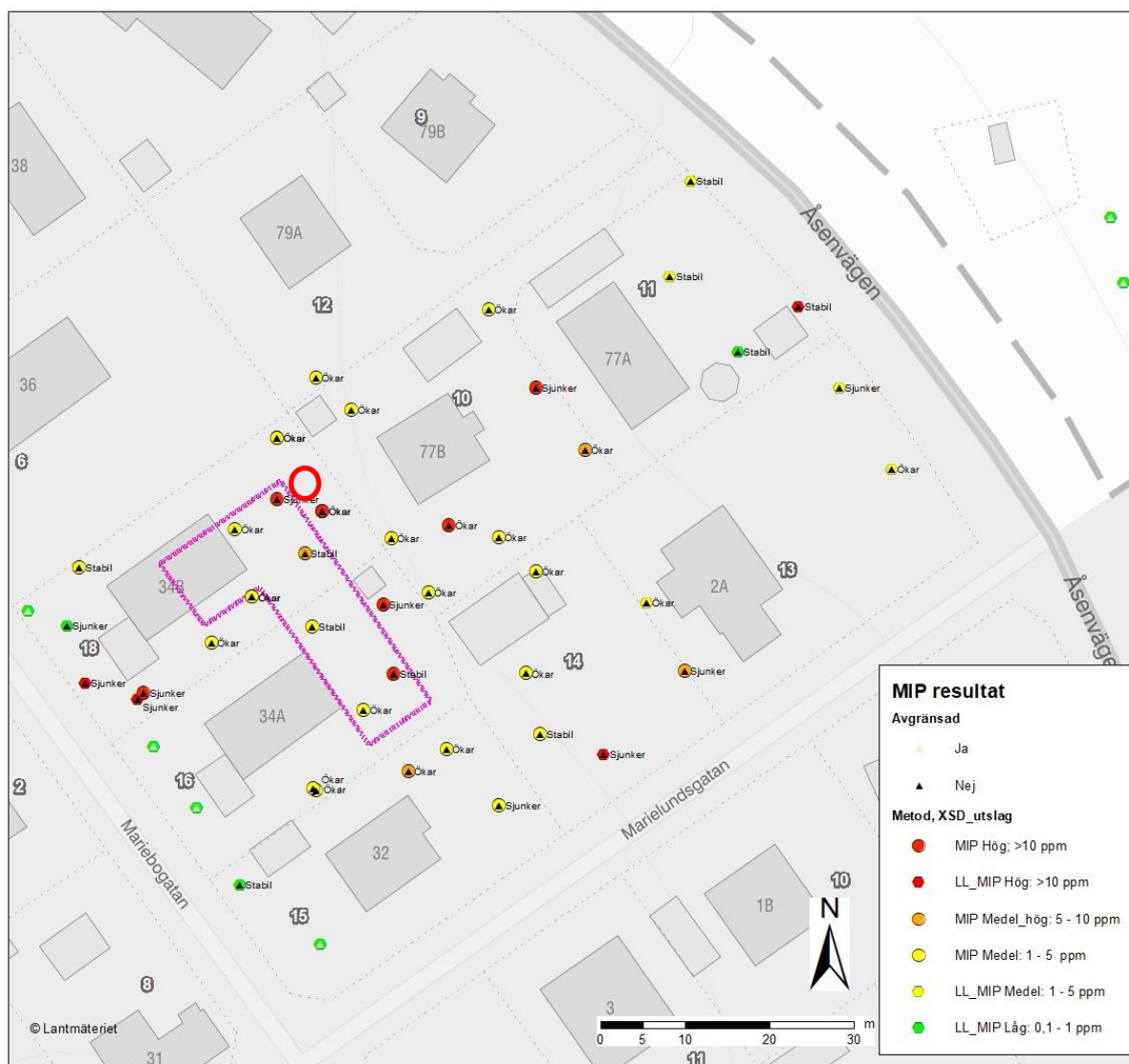
Både grundvatten och porluft har undersökts vid flera olika tillfällen för att studera om halterna varierar mellan provtagningstillfällena.

Undersökningarna i jord har utförts inom fastigheterna Obygden 10, 11, 13, 14, 15, 16 och 18. Grundvatten- och porluftundersökningen har även omfattat vissa angränsande fastigheter i syfte att kontrollera avgränsningen av föroreningspåverkat område. Högst föroreningshalter i jord, grundvatten och porluft har uppmätts inom fastigheterna Obygden 10, 16 och 18. Höga porlufterhalter har även uppmätts på Obygden 14 och 15.

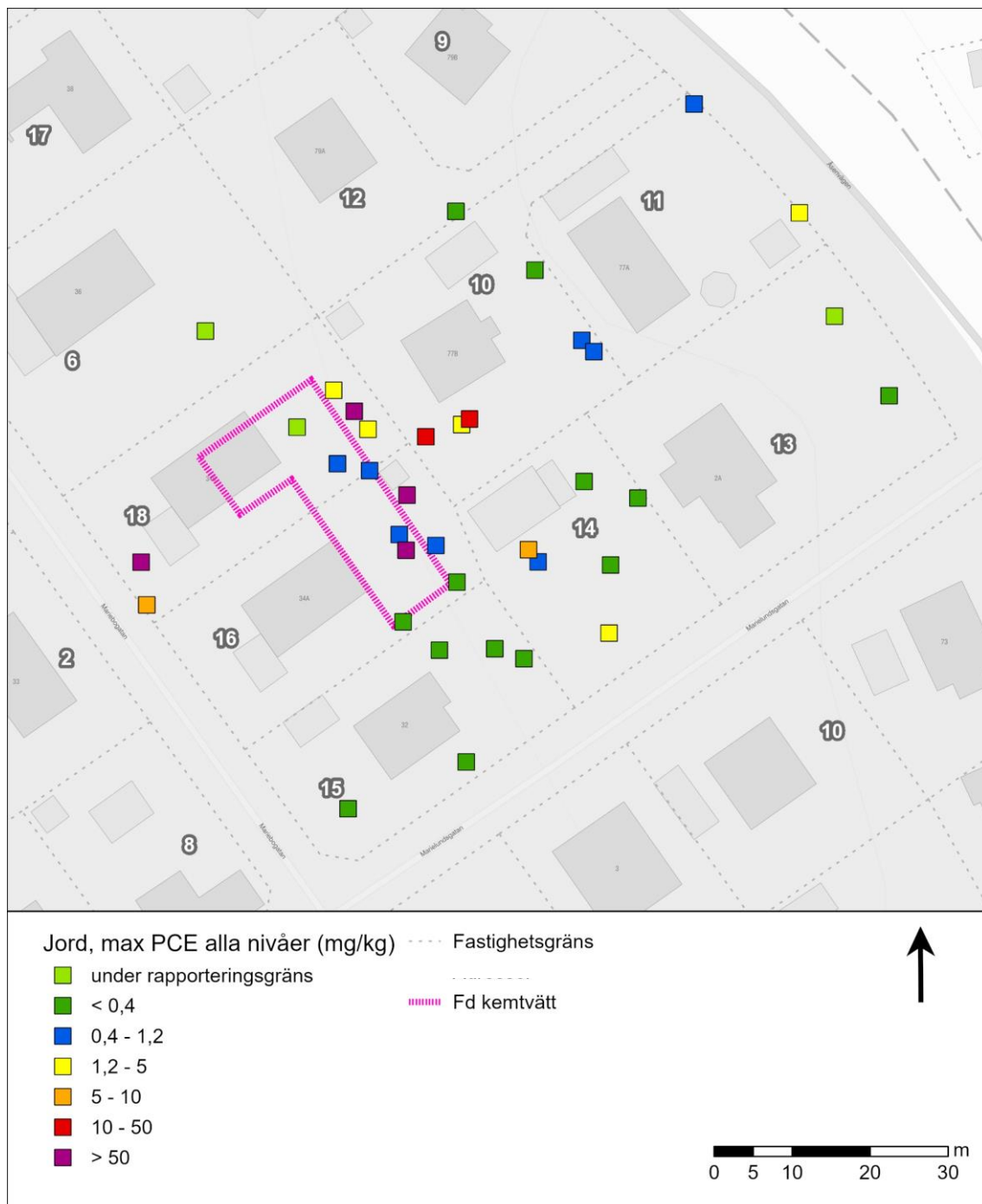
I en provpunkt på Obygden 18 är responsen från MIP-sonderingen som högst och här bedömde konsulten som utförde undersökningen att responsen var så hög att det finns fri fas av förorening. För att tolka resultatet av MIP-sonderingen har en karta tagits fram som visar den högsta responsen i respektive punkt, se Figur 7. I Figur 7 redovisas även för varje punkt om föroreningen bedöms vara avgränsad på djupet och om trenden i MIP-responsen är någorlunda den samma (stabil), om den ökar med ökat djup eller om den sjunker med ökat djup. Eftersom MIP-sonden har fått stopp mot berg, block eller morän i flertalet av punkterna har metoden inte kunnat avgränsa föroreningen med djupet i de punkter där förhöjda halter har påträffats. Ej avgränsad förorening med en trend med ökande halter på djupet finns främst inom fastigheterna Obygden 10, 15, 16 och 18, se Figur 7.

Vid samma tillfälle som MIP-sonderingen utfördes togs det ut jordkärnor. Erhållna resultat visar att det är främst PCE som finns i jordproven. I två provpunkter är halten PCE så hög att den indikerar förekomst av fri fas (halt PCE > 50 mg/kg TS). I Figur 8 redovisas en samlad bild av analyserade jordprov från samtliga undersökningstillfällen. I de provpunkter där flera jordprov analyserats redovisas det prov med högst halt. Förorening i jord finns både över och under grundvattenytan inom fastigheterna Obygden 16 och 18. Inom övriga fastigheter finns merparten av föroreningen i jord under grundvattenytan.

Haltvariationen är stor i analyserade prover och en korrelation mellan halt i jord och MIP-respons har ej utförts, men en översiktlig tolkning är att halter i jord över det generella riktvärdet i jord för känslig markanvändning (KM) finns i provpunkterna som i Figur 7 är orange eller röda. Gröna punkter i samma figur innebär att halter i jord troligen är under KM. För de gula punkterna ligger halterna sannolikt ungefär i nivå med KM. Innan varje ny MIP-sondering utförs en kalibrering av utrustningen. Gula punkter motsvarar responsen vid kalibrering mot en standard om 1 ppm vilket motsvarar 1 mg/kg TS i jord.

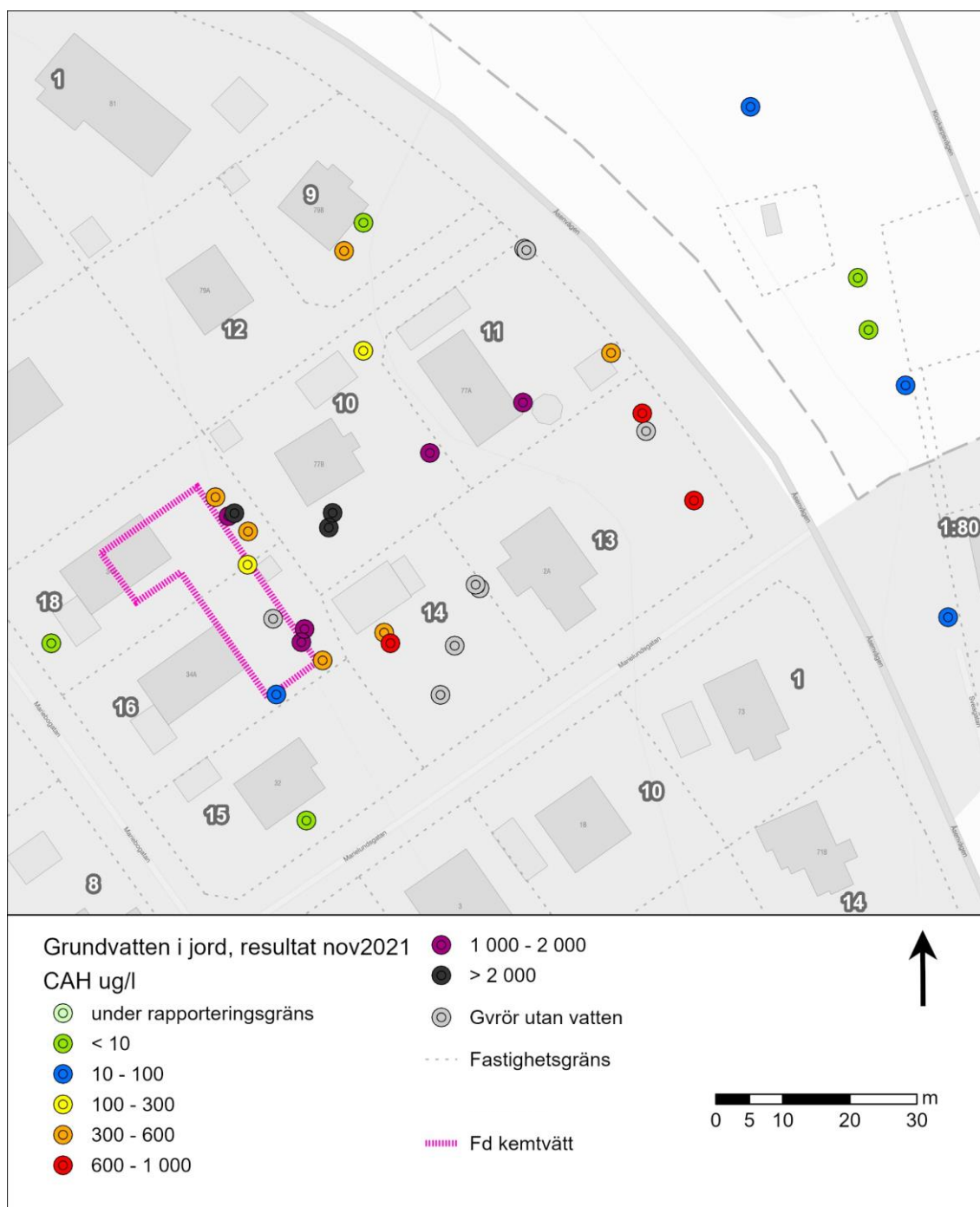


Figur 7. Karta över max responsen av XSD i respektive provpunkt. För varje punkt redovisas även om föroreningen bedöms vara avgränsad på djupet och om trenden i MIP-responsen är stabil, ökande eller sjunkande. Röd ring markerar provpunkt F21_MIP_17, där det misstänks fri fas. För mer detaljer se bilaga 1.



Figur 8. I kartan redovisas en samlad bild av analyserade jordprov. I de provpunkter där flera jordprov analyserats redovisas det prov med högst halt. Färgerna på punkterna speglar analyserad halt av PCE i mg/kg. Halter av PCE > 0,4 mg/kg TS är över KM (alla prov utom gröna). För mer detaljer se bilaga 1.

En visuell beskrivning av föroreningens spridning i grundvattnet baserad på provtagningen som utfördes i november 2021 redovisas i Figur 9. Högst halt finns i grundvattenrör på Obygden 10 och 18 (>2 000 µg/l). Föroreningen tycks främst spridas i ett ganska smalt stråk ner till Obygden 11 men även i en bredare omfattning från Obygden 16 och 18 till Obygden 13 och 14. Denna bedömning gäller tolkning från både provtagning av grundvattenrör och MIP-sonderingar. Spridningen på Obygden 13 och 14 är svårtolkad då flera av de installerade grundvattenrören saknar vatten.



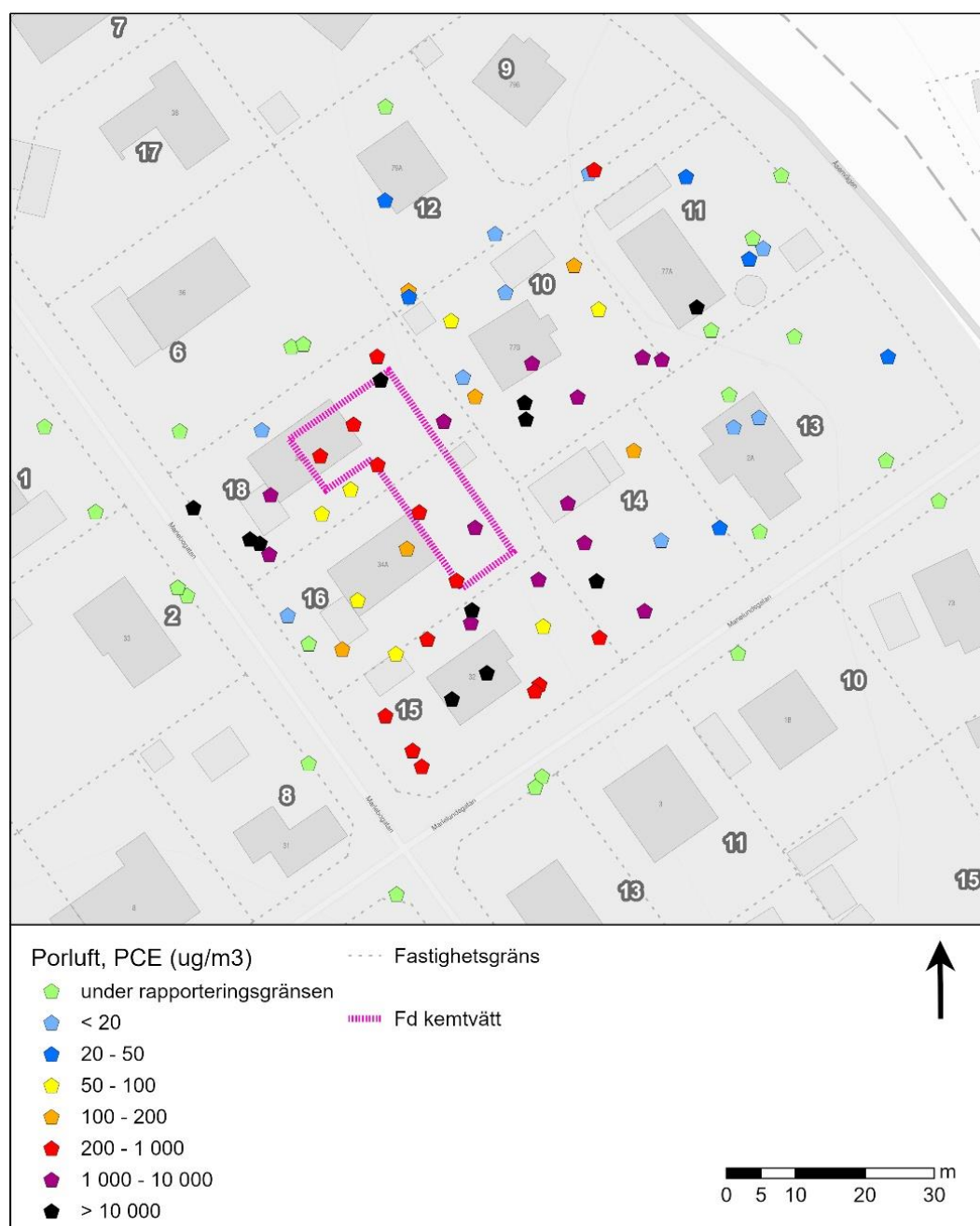
Figur 9. Kartan visar föroreningens spridning i grundvattnet i jord baserat på provtagningen som utfördes i november 2021. Färgerna på punkterna speglar analyserad halt av summa klorerade etener (CAH) i µg/l. Högst förorening påvisades vid de svarta punkterna. Färgskalan går från ljusgrön till blå, gul, orange, röd, vinröd och svart. För mer detaljer se bilaga 1.

Prov på grundvattnet har tagits i installerade grundvattenrör vid minst två olika tillfällen, i de flesta fall tre eller fler tillfällen. Grundvattennivåerna varierar mycket mellan olika årstider och under torra perioder saknas vatten i flera grundvattenrör.

Ett diagram över analysresultat från prov ur grundvattenrör redovisas i bilaga 2. Halterna varierar mellan provtagningstillfällena. I många fall har halterna ökat i förhållande till det första provtagningstillfället (2015 och 2016). Att halterna har ökat under perioden 2015 till 2022 går dock inte fastställa. Skillnaderna kan bero på provtagningsmetod och eller att det tagit tid för grundvattnet att stabiliseras efter att marken störts vid installation. Erhållna resultat visar att det är

främst PCE som finns i grundvattnet och andelen är ofta i storleksordningen >90 %, se bilaga 2. Vissa undantag finns dock. Exempelvis så visar prov på grundvatten inom fastigheten Obygden 18 högre grad av nedbrytningsprodukterna TCE och DCE, mellan 40–60 %. Denna andel finns även längre nedströms i prov från grundvattenrör nere vid Klockarpsvägen och på Obygden 9. På fastigheten Obygden 18 finns även låga halter av vinylklorid.

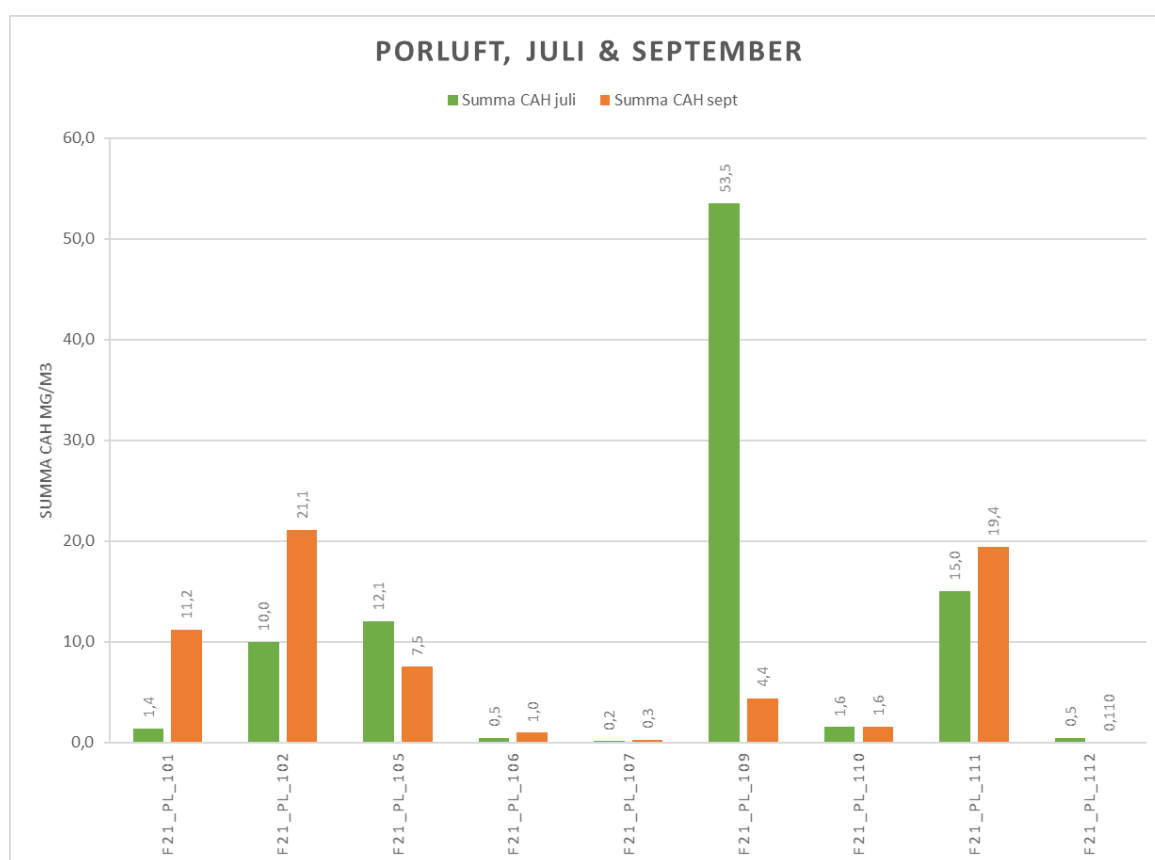
Resultatet av porlufts-mätningen redovisas i Figur 10. I figuren redovisas samtliga provpunkter där porluft har analyserats. Högst halter, >10 mg/m³ har mätts upp inom Obygden 10, 14, 15 och 18, se Figur 10.



Figur 10. Bilden visar en karta med samtliga provpunkter där porluft har analyserats. Färgerna på punkterna speglar analyserad halt av PCE i µg/m³. Ljusgröna punkter visar ett resultat där ingen förorening påvisades. Högst förorening påvisades vid de svarta punkterna. Färgskalan går från ljusgrön till blå, gul, orange, röd, vinröd och svart. Analyserna avser både pumpad provtagning och passiv provtagning. I de provpunkter där provtagning utförts fler än en gång redovisas det högsta värdet. För mer detaljer se bilaga 1.

Klorerade alifater i porluften kan härstamma från en förorening i jord eller förångning från grundvatten. Det kan även ske förångning av föroreningar från berg och berggrundvatten. Resultatet av porluftsmätningen sammanfaller väl med resultaten från MIP-sondering, jordprovtagning och grundvattenprovtagning förutom för fastigheten Obygden 15. En teori är att föroreningen i porluft på fastigheten Obygden 15 kommer från förorening i berg. Provtagning av vatten från energibrunnen på Obygden 15 har vid två tillfällen visat på halter av PCE på 1 500 µg/l. Kärnbörning och hammarbörning med installations av FLUTe i en punkt på fastigheten har dock inte bekräftat förorening i berg.

Haltvariationen i porluften mellan två tillfällen har plottats i ett diagram i Figur 11. Det finns inget mönster i haltvariationen, för några punkter är halterna högre i juli än i september och för några är det tvärt om. Variationen kan förklaras med att provtagarna inte placeras på exakt samma ställen och att halterna varierar bland annat beroende av temperatur och lufttryck.



Figur 11. Halten av summan klorerade alifater (CAH) i juli (gröna staplar) och september (orange staplar) för provpunkter med halt >0,1 mg/m³.

2.5.3 Förorening i berg och i grundvatten i berg

Undersökningar i berg har omfattat hammarborrning, kärnborrning med analys av bergkärnor, filmning av bergets struktur i bergborrhål, föroreningshalter har kartlagts med s.k. FLUTe teknik samt analyser har utförts på vatten från energibrunnar. Hammarborrningen av tolv bergbrunnar har utförts ner till 30 meter under markytan i vilka bergets struktur har filmats och föroreningshalterna har kartlagts med s.k. FLUTe teknik. Filmning och installation av FLUTes har även utförts i två energibrunnar. Vatten från elva energibrunnar har provtagits vid minst två olika tillfällen. I fyra hål har även kärnborrning utförts till mellan 1,5–2,5 meter ner i berget. Kärnor har karterats och analyserats med avseende på förorening. Placeringen av provpunkterna i berg har behövt anpassas till ytor som har varit tillgängliga för borrarbeten. Stora delar av ytorna inom undersökningsområdet är bebyggda med bostadshus, garage, bodar mm. och i marken finns flera olika typer av ledningar, både vatten och avlopp och el och tele. I detta kapitel sammanfattas resultaten från undersökning av berg och grundvatten i berg. I de kärnborrade hålen har även grundvattenrör med filter i berget installerats och provtagits.

Från de fyra borrhålen togs prov på olika djup för laboratorieanalys. Proven togs vid konstaterade sprickor. Från respektive provpunkt har fem prov uttagits för analys. Analyserade bergkärnor har som förväntat låg huvudsaklig matrisporositet, och har ett fuktighetsinnehåll varierande från 0,3 to 0,8%. Låga nivåer av främst PCE och TCE var detekterbara i de flesta proverna. Högst halt PCE, 0,02 mg/kg TS, erhöles i en borrhåle på Obygden 10. Provet var taget från ytan vid en stor öppen spricka på 4,70 meters djup under marken.

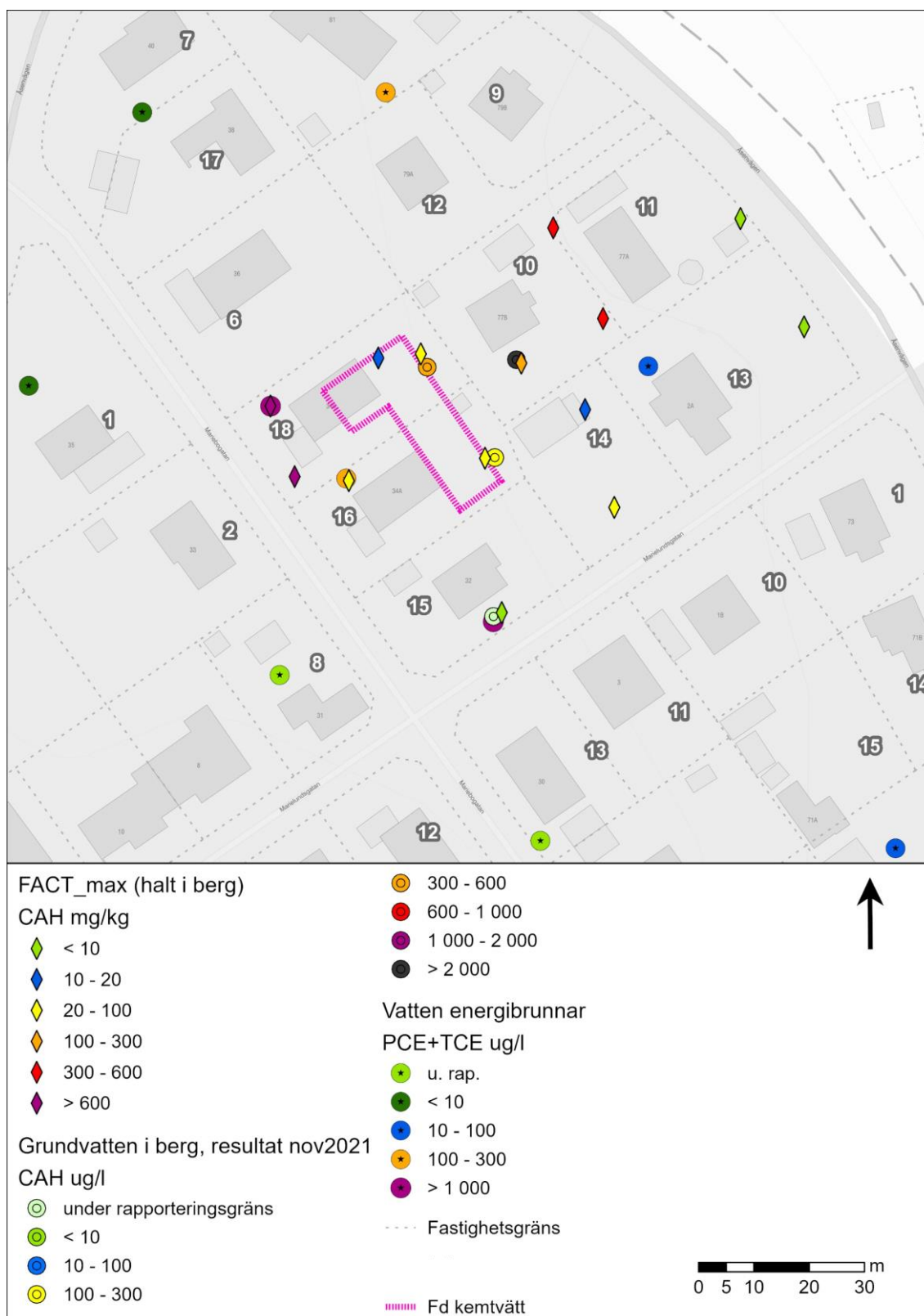
En visuell beskrivning av föroreningens spridning i grundvattnet i berg redovisas i Figur 12 och i bilaga 1. Högst halt finns i grundvattenrör på Obygden 10 ($>2\,000\ \mu\text{g/l}$). Prov på grundvattnet har tagits i installerade grundvattenrör vid minst två olika tillfällen.

Från elva energibrunnar har vatten provtagits och analyserats vid två till tre tillfällen. Ett diagram över analysresultat för samtliga grundvattenprov i berg redovisas i bilaga 2. Halterna varierar mellan provtagningstillfällena. I flera fall har halterna ökat i de installerade grundvattenrören i förhållande till det första provtagningstillfället. Skillnaderna kan bero på provtagningsmetod och/eller att det tagit tid för grundvattnet att stabiliseras efter att marken störts vid installation. Erhållna resultat visar att det är främst PCE som finns i grundvattnet, andelen är ofta i storleksordningen $>90\%$, se bilaga 2. Undantaget är ett borrhål som finns på Obygden 18 och flertalet energibrunnar där andelen nedbrytningsprodukter (TCE och DCE) är mellan 10–50 %.

Hammarborrhålen har undersökts med FLUTe teknik. Det finns olika varianter av liner och den som har använts består av ett yttre skikt som detekterar föroreningar av klorerade alifater i fri fas av föroreningen (DNAPL). Vid kontakt med DNAPL blir detta skikt färgat. I linern fanns även en s.k. FACT-liner vilket är en ficka med aktivt kol i det yttre skiktet. Det aktiva kolet tar upp föroreningar i det grundvatten som finns i sprickor i berget. Laboratorieanalys av kolet från olika nivåer ger en uppfattning av förekomsten av lösta föroreningar på olika djup i borrhålet.

Den visuella kontrollen av liner visade på förekomst av fri fas i ett av borrhålen på Obygden 18, på ca 21 meter och 30 meters djup under markytan (ca 17 och 26 meter under bergytan).

Det insydda aktiva kolet, den s.k. FACT-linern, har analyserats för varje meter från underkant foderrör ner till botten av borrhålet. Totalt analyserades 310 prov. Högsta halterna av PCE vid analys av det aktiva kolet erhöles i borrhålen på fastigheterna Obygden 10 och 18. I Figur 12 redovisas resultatet av den högsta halten från varje borrhål genom analys av det aktiva kolet i FACT-linern. Lågst halt från FACT-Linern erhöles i borrhål på Obygden 11, 13 och 15. Vinylklorid detekterades inte i något borrhål.

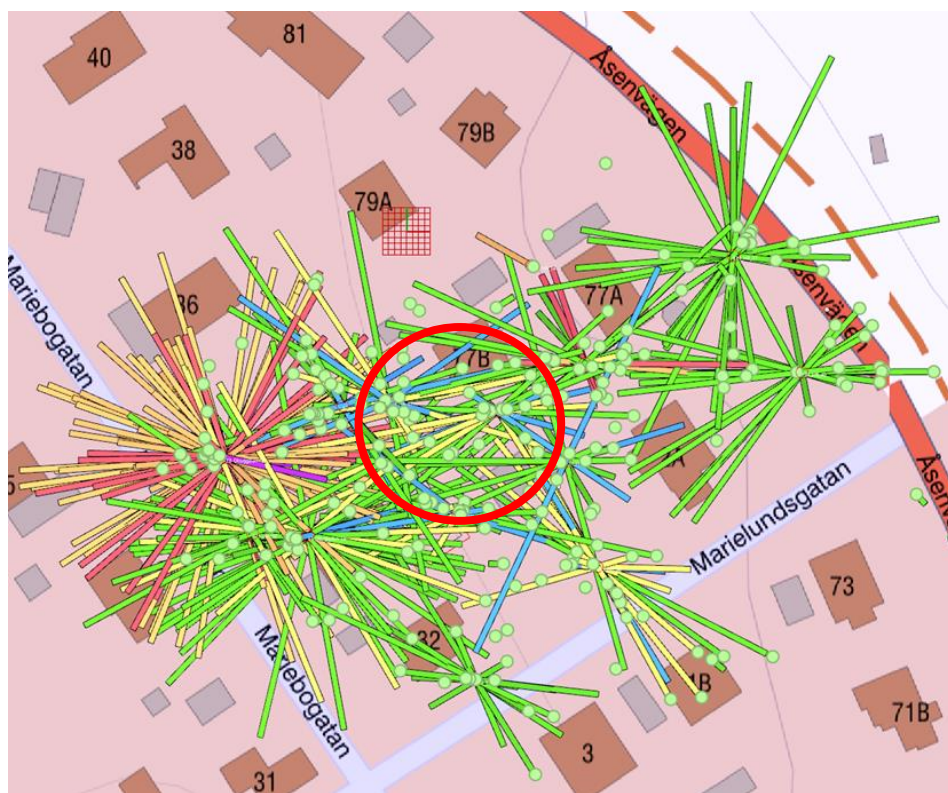


Figur 12. Kartan visar föroreningens spridning i grundvattnet i berg. På kartan visas resultat av olika undersökningsmetoder, FLUTE (FACT_max) prov från grundvattenrör och från energibrunnar. Resultaten är från olika undersökningstillfällen. Färgerna på punkterna speglar analyserad halt av summa klorerade etener (CAH) och för energibrunnarna summan av PCE+TCE i $\mu\text{g/l}$. Ljusgröna punkter visar ett resultat där ingen eller låga halter av förorening påvisades. Högst förorening påvisades vid de svarta punkterna. Färgskalan går från ljusgrön till blå, gul, orange, röd, vinröd och svart. För mer detaljer se bilaga 1.

Prov på grundvatten från fyra hammarborrade hål har också tagits ut (ej med i Figur 12). Hålen som valdes ut var de som uppvisat högst halter på FACT-analysen. Provet är taget ca ett halvår efter att hålet borrades och representerar vatten som tryckts in hålet från omgivande berg. Halterna av CAH i hammarborrhålen var mellan 4 000–10 000 µg/l.

Föroreningen sprids i flera olika riktningar i sprickor i berget. Energibrunnen på Obygden 1 norr om den f.d. kemtvätten har halter av CAH runt 200 µg/l och i motsatt riktning från kemtvätten finns ett bergrum som har CAH-halter på ca 100 µg/l. Inom det undersökta området finns stora variationer beroende på om borrhålet har träffat en spricka i vilken förorening transporteras. Den stora variationen syns tydligt på Obygden 18 och 15. På Obygden 15 har ett hammarborrhål borrats nära befintlig energibrunn som påvisat halter av CAH på mer än 1 000 µg/l. Detta nya borrhål visade på mycket låga halter förorening och så även i installerade grundvattenrör precis intill. Porluftsprovtagning på fastigheten Obygden 15 indikerar dock att det finns en förorening i berg.

För berget har en 3D-modell tagits fram. 3D-modellen är ett arbetsmaterial som använts för att tolka föroreningsförekomsten och föroreningsspridningen i berg. I modellen finns information om samtliga sprickor som filmningen har identifierat och föroreningsnivån enligt FACT-analyserna. I 3D-modellen finns även bergöverytan inlagd som skapats från resultat av den seismiska undersökningen (Sweco 2022c) tillsammans med alla sonderingar som utförts till berg. Samtliga sprickor i 3D-modellen har förlängts för att visualisera var respektive spricka kan antas nå bergöverytan. I antagandet ingår att varje spricka fortsätter kontinuerligt mot ytan med samma strykning och stupning som den bedöms ha där den identifierats i borrhålet. 3D-modellen visar att det teoretiskt kan finnas flera sprickor i de lägen där föroreningsspill kan ha ägt rum och att dessa sprickor bland annat leder föroreningen i en riktning väster ut vilket är motsatt flödesriktningen för grundvattnet, se Figur 13.



Figur 13. Planvy från 3D-modellen med samtliga sprickor (färgade långsmala rektanglar) samt dess skärning med bergytan (gröna cirklar). Den stora röda cirkeln visar läget för där föroreningsspill kan ha ägt rum. De olika färgerna på sprickorna representerar olika föroreningsgrad där sprickan skär genom borrhålet. Föroreningsgraden baseras på FACT-analyserna. Färgskalan går från grön, blå, gul, orange, röd till lila där grönt motsvarar ingen förorening och lila mycket höga halt.

2.5.4 Förorening i inomhusluft, dricksvatten, frukt och bär

Passiv mätning av luft i husen har utförts på fastigheterna Obygden 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 och 18. Resultaten visar generellt på inga eller låga halter av klorerade alifater i inomhusluften med undantag för fastigheten Obygden 11 som har förhöjda halter i inomhusluften. Provtagningarna har utförts under olika tider på året för att fånga in eventuella variationer över året, samt även före och efter att ventilation och tätning utförts i vissa byggnader (Obygden 10, 11, 13, 15, 16 och 18). Ventilationen har haft effekt för Obygden 15 och 18, men inte förväntad effekt på Obygden 11.

Även prov på dricksvatten har tagits ut vid flera olika tillfällen, både före och efter att några hus har fått nya vattenledningar ovan jord (Obygden 10, 11 och 18). Omledningen av vatten ovan jord har haft effekt på halterna i dricksvattnet, men halterna är trots det över laboratoriets rapporteringsgräns, vilket även gäller för flera andra fastigheter i området. Halterna ligger dock långt under livsmedelsverkets riktvärde för otjänligt dricksvatten (Livsmedelsverket 2001). Även tre brandposter i området har provtagits, i en av dessa var halten PCE över laboratoriets rapporteringsgräns.

Inom fastigheterna Obygden 15 och 16 har provtagning av frukt och bär utförts. På Obygden 16 provtogs körsbärsträd och körsbär, äppelträd och äpplen, röda vinbär, jordgubbar och rabarber. På Obygden 15 provtogs körsbärsträd och körsbär. Analysen av frukt och bär (körsbär, äpplen, röda vinbär, jordgubbar och rabarber) påvisade ingen förekomst av förorening över laboratoriets rapporteringsgräns.

Analysen av trädved påvisade förekomst av klorerade etener. Högst halter erhöles i prov från äppelträdet som växer nära där det finns höga halter i jord ca 1,5 meter under markytan på Obygden 16. Som angivet ovan så visade analysen av äpplen från detta träd dock inte på halter över laboratoriets rapporteringsgräns.

2.5.5 Nedbrytning

En effektiv nedbrytning av PCE förutsätter syrefria förhållanden. Vidare behövs vissa specifika mikroorganismer och näringsämnen för att processen ska fungera.

Undersökningarna som utförts under 2021 har inkluderat analyser av syre, redoxförhållanden, förekomst av klorider och eten samt flera andra kemiska och fysiska förhållanden (Sweco 2022 a). Resultatet har inte utvärderats i detalj utan är ett underlag till den entreprenör som ska utföra åtgärden.

Som beskrivs ovan är den dominerande föroreningen PCE och andelen nedbrytningsprodukter är generellt liten. Vissa undantag finns dock. Exempelvis så visar prov på grundvatten inom fastigheten Obygden 18 högre grad av nedbrytningsprodukterna TCE och DCE, mellan 40–60 %. På fastigheten Obygden 18 finns även låga halter av vinylklorid i grundvattnet och i porluften. Det är också enbart på Obygden 18 som det, innan skyddsåtgärd, fanns förhöjda halter av TCE i inomhusluften.

Eten har påvisats i några grundvattenprov tagna på berggrundvatten men inte i prov från grundvatten i jord.

Oljeföroreningar i form av alifater kan fungera som katalysator vid nedbrytningen av PCE. Oljeförorening har påträffats i några provpunkter bland annat på Obygden 18.

2.6 Skyddsobjekt och exponeringsvägar

De skyddsobjekt som är relevanta för bedömningen av risker kopplade till den före detta kemtvätten är:

- Boende inom område som berörs av förorening från den före detta kemtvätten
- Markmiljön inom område som berörs av förorening från den före detta kemtvätten
- Vatten- och andra naturresurser som berörs av förorening från den före detta kemtvätten

Människor kan exponeras för föroreningarna i marken inom området genom i huvudsak ”inandning av ånga” och ”intag av dricksvatten”. Exponering kan även ske via ”intag av jord”, ”hudupptag” och ”inandning av damm” där föroreningen förekommer i ytlig jord eller i samband med schaktarbete. Även exponering vid ”intag av växter” kan förekomma men föroreningen tenderar inte att lagras i växter.

Exponering av förorening via exponeringsvägen ”inandning av ångor” kan utöver vad som framgår av Figur 14 även ske från förorening i berg samt från förorenat grundvatten i jord och/eller berg.

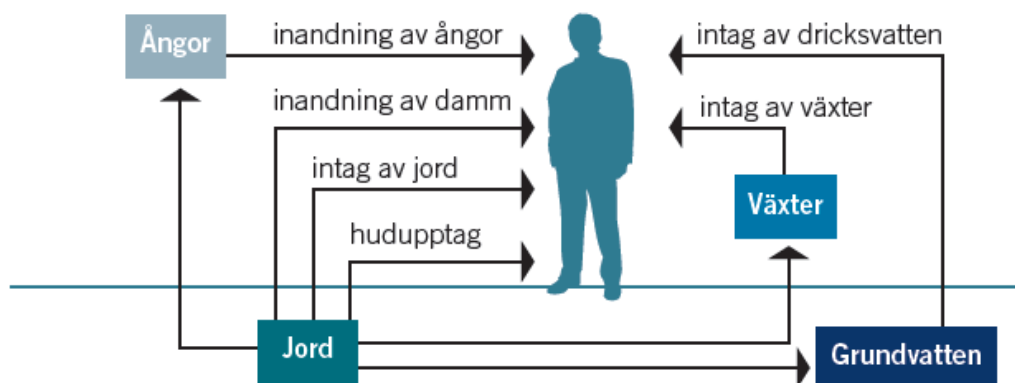
Exponeringsvägen ”inandning av ånga” gäller särskilt i samband med vistelse inomhus. Mark som inte är bebyggd berörs sannolikt inte av hälsorisker förknippade med ”inandning av ånga” eftersom det råder väl ventilerade förhållanden utomhus, vilket leder till en mycket stor utspädning.

Exponeringsvägen ”intag av dricksvatten” är viktig trots att det är kommunalt vatten från Vättern som används och inte grundvatten från enskilda brunnar inom området. Detta beror på att dricksvattnet förorenas i och med att ledningarna ligger i förorenad jord och föroreningarna diffunderar in i ledningarna.

Exponeringsvägen ”intag av dricksvatten” samt till viss del ”inandning av ånga” har begränsats med tekniska åtgärder som utfördes 2019. Dessa åtgärder bestod bland annat av att dricksvattenledningarna förlagts ovan mark istället för i mark och ventilering av krypgrunder.

Intag av jord, inandning av damm och hudupptag kan ske där föroreningar finns ytligt i jorden eller vid tillfälliga markarbeten inom fastigheterna.

Marklevande organismer kan exponeras för föroreningarna i marken. Dessa föroreningar kan innebära en risk för de marklevande organismerna inom det aktuella undersökningsområdet.



Figur 14. Exponeringsmodell för människa, ur Naturvårdsverkets handbok – Riktvärden för förorenad mark (Naturvårdsverket, 2009)

Grundvattnet är förorenat i både jordlager och berg. Halterna i grundvattnet i både jord och berg är tydligt förhöjda i anslutning till den före detta kemtvättens lokalisering och nedströms denna men halterna avtar med ökat avstånd till detta område.

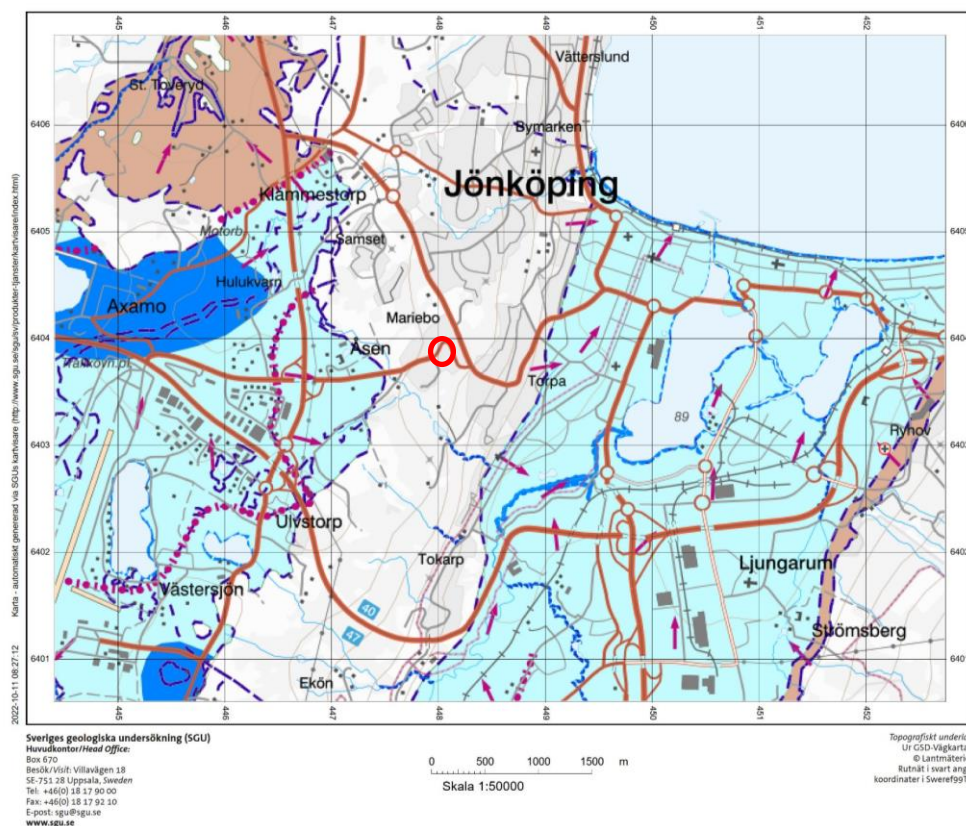
Enligt Naturvårdsverkets vägledningsrapport gällande riskbedömning av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2009a) är grund- och ytvatten naturresurser som i princip alltid är skyddsvärda och att spridning av föroreningar från ett förorenat område inte bör innebära en långsiktig försämring av kvaliteten av grund- och ytvattenresurser.

Inom kvarteret Obygden och inom delar med konstaterade föroreningar finns inga utpekade grundvattenmagasin varken i jord eller i berg. Grundvattenföroreningen i jord i är relativt väl avgränsad till delar av kvarteret Obygden. Under Jönköpings stad förekommer närmaste grundvattenmagasin i jord, se Figur 15. Det ligger ca 1 km öster om kvarteret Obygden.

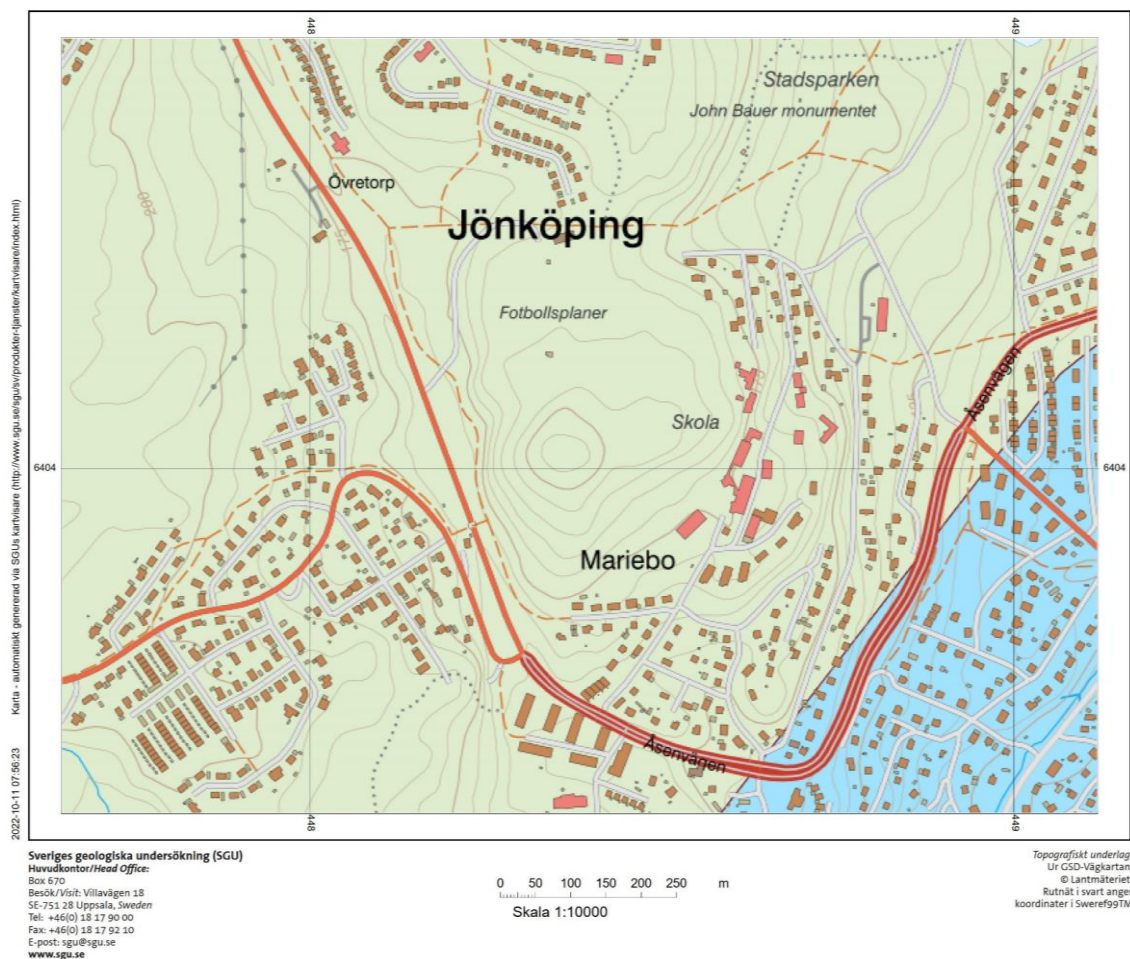
De undersökningar som utförts inom kvarteret Obygden tyder på att jorden generellt sett är relativt tät och att jordtäcket inom delar av området är av begränsad mäktighet vilket medför att grundvattentillgången generellt är liten. Även i berg är grundvattentillgången begränsad, se Figur 16.

Dricksvattnet i Jönköpings tätort hämtas från Vättern. Att grundvattnet i jord och berg skulle bli aktuellt att använda i framtiden bedöms inte sannolikt. Detta sammantaget med ovan beskrivning av uttagsmöjligheter m.m. innebär att Sweco gör bedömningen att grundvattnets skyddsvärde i jord och berg är begränsat inom och strax nedströms kvarteret Obygden.

Närmaste ytvattendrag är Junebäcken som finns knappt 1 km öster om kvarteret Obygden. Junebäcken är inte av Vattenmyndigheten, vars uppdrag är att genomföra EU:s vattendirektiv, utpekad som en vattenförekomst eller angivet som övrigt vatten. Junebäcken mynnar ut i Vättern efter ca 2 km.



Figur 15. Grundvattenmagasin i jordlager (SGU 2022b). Kvarteret Obygden har markerats med en röd ring i kartan. Jordlagren bedöms enligt SGU inte ha någon potential till grundvattenuttag.



Figur 16. Karta över uttagsmöjligheter av grundvatten i berg (SGU 2022c). Kvarteret Obygden har markerats med en röd ring i karten. Uttagsmöjligheten i området ligger mellan 600–2000 l/h (grönt område i karten). Det ljusblå området i den östra delen av karten avser uttagsmöjlighet i sedimentärt berg (Visingsöformationen) på 2000–6000 l/h

2.7 Spridningsvägar

Spridning av föroreningar inom och från kvarteret Obygden bedöms främst kunna ske genom följande spridningsvägar:

- Genom transport av fri fas förorening i jordlager och berggrund.
- Utlakning från jord till grundvatten i jordlager och berggrund med vidare spridning i jord och berg till ytvatten.
- Porluft i mark och upp genom otätheter i byggnadens grundkonstruktion
- I ledningar och ledningsgravar inom och från kvarteret Obygden.

Förorening i fri fas har i utförda undersökningar konstaterats i berg och höga halter har uppmätts i jord och grundvatten som med stor sannolikhet också innebär förekomst av fri fas i jord.

Förorening finns både över och under grundvattenytan. Spridning i den omättade zonen sker via infiltrationsflöde genom de förorenade jordlagren. Spridning i den mättade zonen sker via grundvattenflödet, se Figur 4 och Figur 5. Spridningen sker även via diffusion.

Grundvattenförhållandena i området är komplexa. Den horisontella flödesriktningen i jord följer generellt topografin nordost ner mot dalen som finns mellan kvarteret Obygden och Stadsparksområdet på motsatt sida Klockarpsvägen. Det finns även indikationer på ett flöde i jordlagren åt

söder, men då det saknas observationspunkter söder och sydost om aktuellt område är detta inte bekräftat. I insamlade data går det inte att tydligt urskilja att det skulle finnas ett grundvattenflöde åt norr i jordlagren. Däremot har föroreningen påvisats nordnordost om föroreningens källområde (se kapitel 2.5.3) vilket kan tyda på ett flöde av grundvatten i jordlagren även mot nordost. En annan förklaring kan vara att det även finns en flödesriktning i berg åt nordnordost och att sprickornas utformning har tillåtit en transport av föroreningen från källområdet, via sprickor, mot norr.

Spridningsförutsättningarna med grundvattnet i jorden bedöms variera över området och på djupet, bl.a. till följd av olika fyllnadsmassor. De yttligare jordlagren bedöms vara mindre genomsläppliga (1×10^{-6} till 1×10^{-8} m/s) än de djupare (1×10^{-4} till 1×10^{-6} m/s).

Grundvattenförekomsten i berg är en sk. sprickakvifär, i vilka vattnet rinner uteslutande genom bergets sprickor.

De uppmätta grundvattennivåerna i djupt berg indikerar ett flöde åt nordost mot dalgången likt för jordlagren. Nivåmätningarna i djupt berg visar även på lägre nivåer åt nordnordost och markant lägre nivåer åt söder. De lägre nivåerna i söder är troligen ett resultat av den avsänkning som bergrummet i söder orsakar.

Den tolkning av det vertikala flödet som utförts visar att det finns möjligheter för ett utbyte av grundvatten mellan jord och berg. Det finns data som visar på ett uppåtriktat flöde från berg till jord i områdets östra delar och ett möjligt nedåtriktat flöde från jord till berg i områdets västra delar (se kapitel 2.4).

Bergets allmänna sprickighet är relativt låg. Det finns dock enstaka kross- och sprickzoner där sprickfrekvensen är hög. Branta sprickor i ONO-VSV samt NO-SV dominerar. Eftersom de branta sprickorna dominerar innebär det att föroreningsspridningen i huvudsak sker ner i berget till stora djup.

Av den 3D-modell som tagits fram över sprickor i berget framgår att det finns flera sprickor som kan leda föroreningen i en riktning väster ut, vilket är motsatt flödesriktningen för grundvattnet.

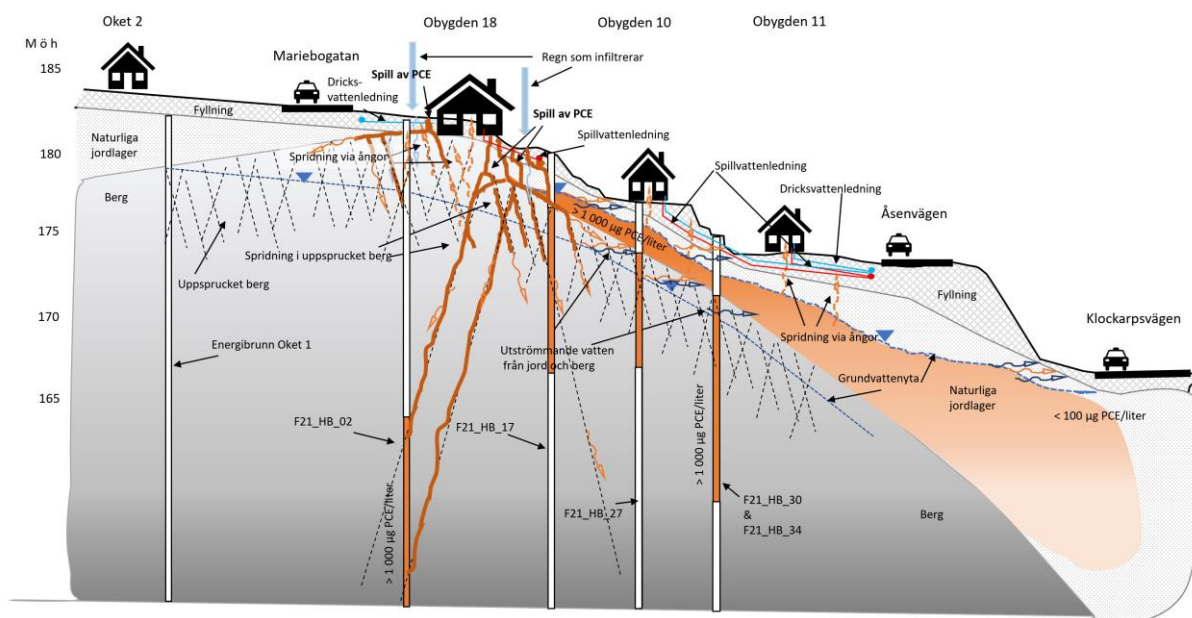
Utförda undersökningar visar också att det inom vissa delar av det undersökta området finns en zon på ca 1–2 meter med mycket uppsprucket berg innan den solida berggrunden. I denna zon finns ett högt flöde av vatten. Föroreningsspridningen i denna del är sannolikt hög, dock medför det höga flödet en stor utspädning som snabbt reducerar halterna i berggrundvattnet.

Spridning av föroreningar kan också ske via porluft direkt till inomhusluft eller vidare via ledningsstråk. Den sistnämnda spridningsvägen kan antingen ske i ledningsgravarna som består av mer genomsläppliga material än omgivande jord eller genom inträngning av ånga i ledningar som därefter sprider föroreningar vidare.

PCE med dess nedbrytningsprodukter i porluft kan härstamma från förorening i jord eller berg samt från grundvatten i jord eller berg. Föroreningens ånga avgår från ytan av grundvattnet och inte från djupare grundvatten. Ångor med ursprung i berg kan via transport genom luftfyllda sprickor och håligheter i berget tränga direkt in i de hus som delvis är grundlagda på berg alternativt sprida sig via jordlager in i hus. Denna spridningsväg förutsätter att det är en omättad zon mellan föroreningen i berg och husgrunden/ledningsgraven.

2.8 Konceptuell modell

I detta kapitel sammanfattas ovanstående delar av kapitel 2 i en sk. konceptuell modell. I Figur 17 ges en sammanfattande bild, se även bilaga 3. Sammanfattningen har delats in i ett kapitel om jord och ett för berg. I bilaga 3 finns flera bilder som sammanfattar föroreningsutbredningen i jord och berg. Bilderna visar både utbredning i plan och på djupet (profiler).



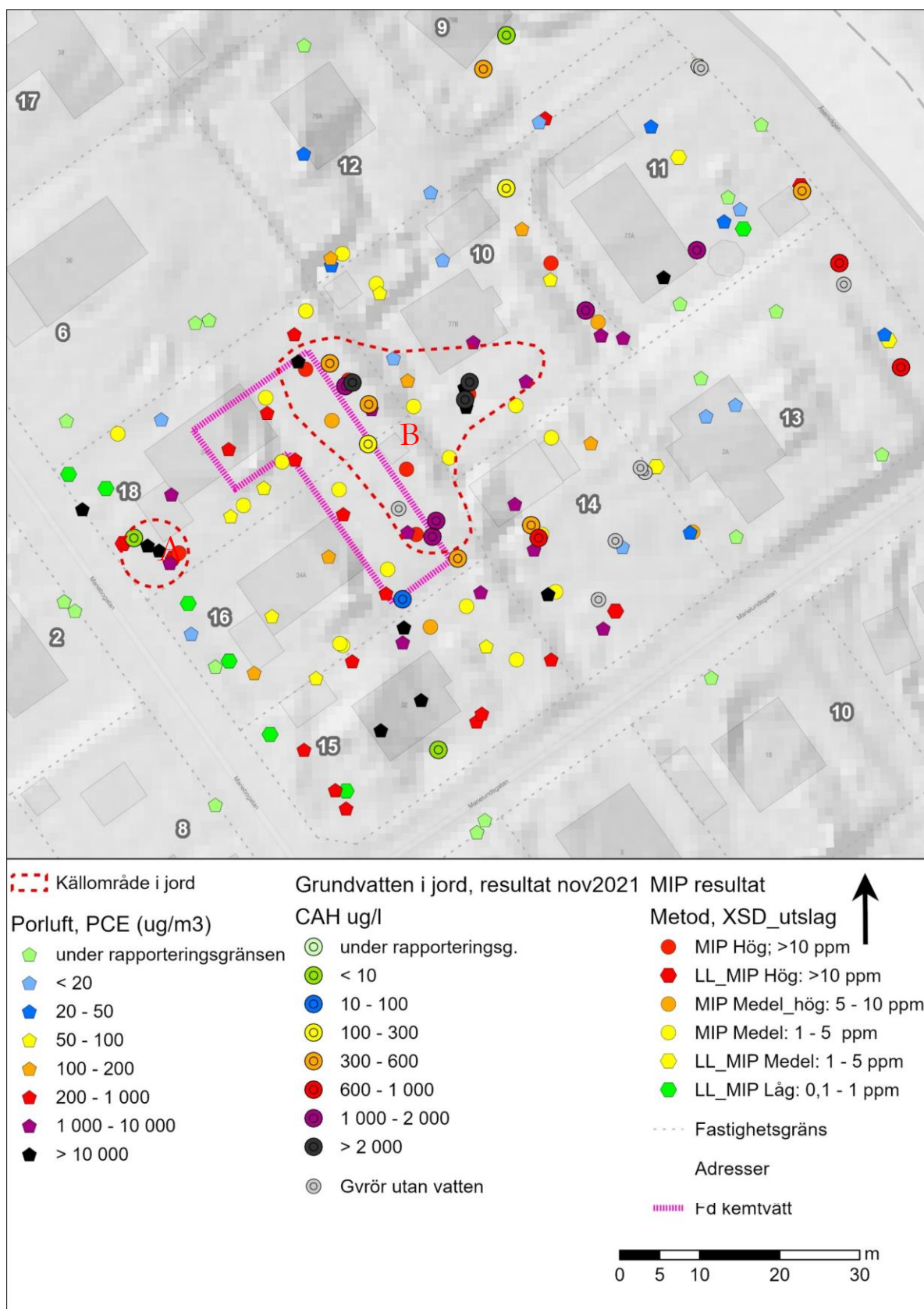
Figur 17. Sammanfattande konceptuell modell. Bilden redovisas även i bilaga 3.

2.8.1 Jord

Undersökningarna i jord har utförts inom fastigheterna Obygden 10, 11, 13, 14, 15, 16 och 18. Grundvatten- och porluftsundersökningen har även omfattat vissa angränsande fastigheter i syfte att kontrollera avgränsningen av föroreningspåverkat område. Högst föroreningshalter i jord, grundvatten och porluft har uppmätts inom fastigheterna Obygden 10, 16 och 18. Höga porluftshalter har även uppmätts på Obygden 14 och 15.

Ett större källområde, område B, i jord bedöms finnas i anslutning till området där kemtvätten låg inom fastigheterna Obygden 10, 16 och 18 och ett mindre område, A, i den västra delen av fastigheterna Obygden 18, se Figur 18 och bilaga 3. Ett källområde definieras i denna rapport som ett område där fri fas av föroreningen bedöms kunna förekomma och där mycket höga halter har påvisats, halter som enligt ”tumregeln” indikerar fri fas. ”Tumregeln” säger att en halt av PCE på $>1\,500\ \mu\text{g/l}$ i grundvatten och en halt PCE $>50\ \text{mg/kg TS}$ i jord indikerar förekomst av fri fas.

Det är inte känt vad som är orsaken till att förorening finns inom just det mindre området A. Det kan ha ett samband med en gammal brunnkonstruktion som påträffats i detta läge. Brunnen kan ha använts för att göra sig av med avloppsvatten eller avfall. Det kan också ha lagts schaktmassor där i samband med byggnationen av bostadshuset på Obygden 18. Ett tredje alternativ är föroreningen som påträffas vid A hänger ihop med det stora källområdet (B) men att det inte går att slå fast i och med att det inte har gått att undersöka om förorening finns under bostadshuset på Obygden 18.



Figur 18. Källområde i jord. Två källområden har identifierats, A och B. Det är inte klarlagt hur förorening har hamnat inom område A där det finns en gammal brunnskonstruktion. Det kan inte uteslutas att område A och B hänger ihop men det har inte kunnat undersökas då området är bebyggt vilket försvårar undersökningsarbetet avsevärt. Det kan därmed heller inte uteslutas att föroreningen även kan finnas under bostadshuset på fastigheten Obygden 18.

Avgränsningen av källområdena är baserade på resultat från MIP-sonderingar, analys för jord- och grundvattenprov samt till viss del även resultat från porluftsprovtagning (de fall där det med säkerhet går att avgöra att förorening kommer från jord och grundvatten). Avgränsningen baseras även på var kemtvätten var belägen och ledningstråk för kemtvättens avlopp. Avgränsningen är därför baserad på den kunskap som finns idag. Arean som de båda källområdena i jord upptar omfattar ca 540 m² (fördelat på område A 60 m² + område B 480 m²). Källområdets mäktighet beror av djupet till berg som inom de båda källområdena varierar mellan 0,5–5 meter under markytan. Förorening i kraftigt förhöjda föroreningshalter bedöms finnas från ca 0,5–1,5 meter från markytan ner till bergytan. I plan bedöms föroreningen vara väl avgränsad i jord dock har inte undersökningarna kunnat avgränsa föroreningen på djupet. Ej avgränsad förorening med en trend med ökande halter på djupet finns främst inom fastigheterna Obygden 10, 15, 16 och 18.

Föroreningarna i jorden (inkl. porluft och grundvattnet i jorden) berör skyddsobjekten människor, markmiljön och grundvattnet. De fastigheter som berörs av föroreningar i jord är Obygden 10, 11, 13, 14, 15, 16 och 18. Människor kan exponeras för föroreningarna i marken inom dessa fastigheter genom i huvudsak ”inandning av ånga” och ”intag av dricksvatten”. Exponering kan även ske via ”intag av jord”, ”hudupptag” och ”inandning av damm” där föroreningen förekommer i ytlig jord eller i samband med schaktarbete.

Exponeringsvägen ”inandning av ånga” gäller särskilt i samband med vistelse inomhus. Spridning av föroreningar till inomhusluften kan ske via porluft direkt från marken under husen eller via ledningsstråk. Den sistnämnda spridningsvägen kan antingen ske i ledningsgravarna som är mer genomsläppliga än omgivande jord eller genom inträngning av ånga i ledningar som därefter sprider föroreningar vidare.

Exponeringsvägen ”intag av dricksvatten” är viktig trots att det är kommunalt vatten från Vättern som används och inte grundvatten från enskilda brunnar inom området. Detta beror på att dricksvattnet förorenas i och med att ledningarna ligger i förorenad jord och föroreningarna diffunderar in i ledningarna.

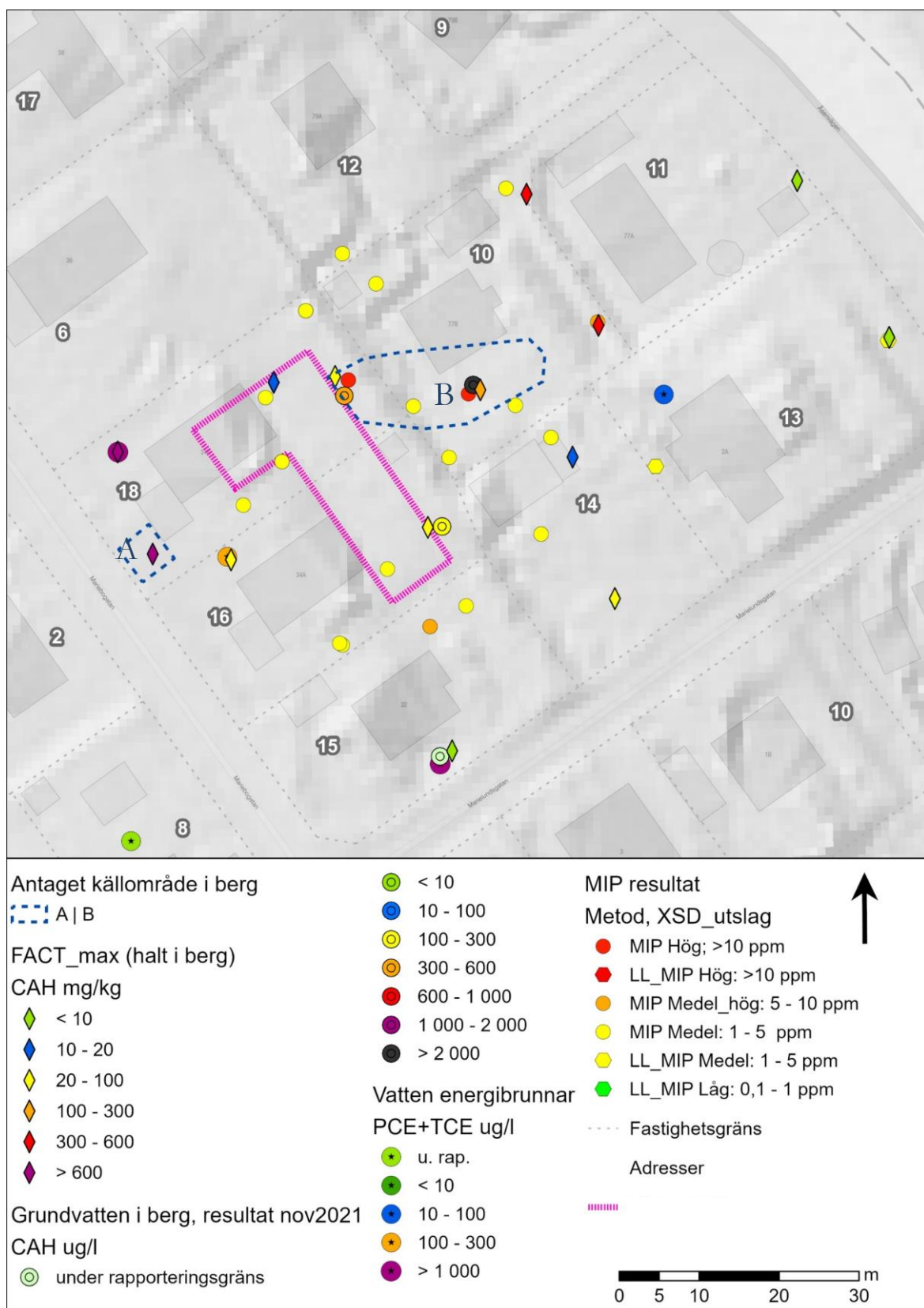
Marklevande organismer kan exponeras för föroreningarna i marken. Dessa föroreningar kan innebära en risk för de marklevande organismerna inom det aktuella undersökningsområdet.

Förorenad jord finns både över och under grundvattenytan. Spridning i den omättade zonen sker via infiltrationsflöde genom de förorenade jordlagren. Spridning i den mättade zonen sker via grundvattenflödet.

De undersökningar som utförts inom kvarteret Obygden tyder på att jorden generellt sett är relativt tät och att jordtäcket inom delar av området är av begränsad mäktighet vilket medför att grundvattentillgången och flödet generellt är relativt begränsad. Inom kvarteret Obygden och inom delar med konstaterade föroreningar finns inga utpekade grundvattenmagasin i jord. Sweco gör därmed bedömningen att grundvattnets skyddsvärde är begränsat inom och strax nedströms kvarteret Obygden.

2.8.2 Berg

I Figur 19 redovisas antagen utbredning av källområden i berg. Källområdena sammanfaller delvis med källområdena i jord.



Figur 19. Antagna källområden i berg. Två källområden har identifierats, A och B. Områdena är inte avgränsade. Område A sammanfaller med källområde A i jord men det har inte kunnat konstateras någon vertikal koppling mellan föroreningen i jord och föroreningen i berg på ca 20 meters djup. I figuren har MIP-sonderingar där halterna ökar på djupet och ingen avgränsning kunnat ses i jord tagits med. I dessa punkter skulle mer förorening kunna finnas i det ytliga berget.

Fri fas av förorening har påvisats i en provpunkt inom område A i figuren på mer än 20 meters djup under markytan nere i berget. Källområdet sammanfaller med källområde A i jord. Dock har källområdena ingen vertikal koppling i de provpunkter som undersökts. I jord förekommer källområdet på mellan 1–3 meters djup under markytan, därefter avtar halterna markant på djupet. I berg påträffas föroreningen i fri fas och höga halter först på mer än 20 meters djup under markytan. 3D-modellen som tagits fram över sprickor och föroreningar i berget visar att det teoretiskt kan finnas flera sprickor som börjar i källområde B och att dessa sprickor leder föroreningen i en riktning väster ut, under bostadshuset på Obygden 18 mot källområde A.

Källområdet i berg är inte avgränsat i detalj vare sig horisontellt eller i djupled. Sannolikt finns fri fas även inom andra delar i berget, även i ytligt berg och då mest troligt närmare platsen där kemptvätten låg, där spill har ägt rum. Det större källområdet i Figur 21 (område B) är en antagen utbredning som utgår från områden där fri fas har påvisats i jord samt i den riktning som spridning kan ha skett utifrån noteringar om bergets lutning och sprickförekomsten i berg. Inom detta område har mycket höga halter (mellan 4 000–10 000 µg/l PCE) uppmätts i grundvattnet i berg. Mer omfattande undersökningar av berget krävs för att mer högupplöst avgränsa föroreningen utanför område B, och i viss mån även A, i både plan och profil i berg. Arean som de båda källområdena upptar omfattar ca 240 m² (fördelat på område A 30 m² + område B 210 m²).

Grundvattenförekomsten i berg är en s.k. sprickakvifär, i vilka vattnet strömmar uteslutande genom bergets sprickor. De uppmätta grundvattennivåerna i djupt berg indikerar ett flöde åt nordost mot dalgången likt för jordlagren. Nivåmätningarna i djupt berg visar även på lägre nivåer åt nordnordost och markant lägre nivåer åt söder. De lägre nivåerna i söder är troligen ett resultat av den avsänkning som bergrummet i söder orsakar.

Föroreningen har spridits i flera olika riktningar i sprickor i berget. Energibrunnen på Obygden 1 norr om den f.d. kemptvätten har halter av CAH runt 200 µg/l och i motsatt riktning från kemptvätten finns ett bergrum som har CAH-halter på ca 100 µg/l. Inom det undersökta området finns stora variationer beroende på om borrhålet har träffat en spricka i vilken förorening transporteras.

Den mest sprickfrekventa delen av berget förekommer enligt bergkarteringen i de två översta metrarna av berget. Utförda undersökningar visar också att det inom vissa delar av det undersökta området finns en zon på ca 1–2 meter med mycket uppsprucket berg innan den solida berggrunden. I denna zon finns ett högt flöde av vatten. Föroreningsspridningen i denna del är sannolikt hög, dock medför det höga flödet en stor utspädning som snabbt reducerar halterna i berggrundvattnet.

Den tolkning av det vertikala flödet som utförts visar att det finns möjligheter för ett utbyte av grundvatten mellan jord och berg. Det finns data som visar på ett uppåtriktat flöde från berg till jord i områdets östra delar och ett möjligt nedåtriktat flöde från jord till berg i områdets västra delar.

Förekomst av vertikala sprickor i det ytliga berget talar för att förorening som trängt ner till en vertikal spricka kan förekomma på mycket stora djup ner i berget. Sprickorna är väldigt smala och har bedömts till största delen vara slutna vilket talar för att den potentiella mängden förorening i varje spricka är liten och att en transport vidare i sprickorna är begränsad.

Föroreningarna i berg (inkl. grundvattnet i berg) berör skyddsobjekten människor och grundvattnet. Människor kan exponeras för föroreningarna i berget genom i huvudsak ”inandning av ånga” och ”intag av dricksvatten”.

Exponeringsvägen ”inandning av ånga” gäller endast i samband med vistelse inomhus. Spridning av föroreningar till inomhusluften kan ske via porluft direkt från marken under husen eller via

ledningsstråk. Den sistnämnda spridningsvägen kan antingen ske i ledningsgravarna som är mer genomsläppliga än omgivande jord eller genom inträngning av ånga i ledningar som därefter sprider föroreningar vidare. Föroreningsångor med ursprung i berg kan via transport genom luftfyllda sprickor och håligheter i berget tränga direkt in i de hus som delvis är grundlagda på berg alternativt sprida sig via jordlager in i hus.

Exponeringsvägen ”intag av dricksvatten” är viktig trots att det är kommunalt vatten från Vättern som används och inte grundvatten från enskilda brunnar inom området. Det är inte klarlagt om dricksvattenledningar ligger nedsprängda i berget, men variationen i jordtäckets tjocklek kan ha medfört att vissa sträckor har anlagts i berget. Föroreningar i grundvatten i berget kan diffundera in i ledningarna.

Enligt Naturvårdsverkets vägledningsrapport gällande riskbedömning av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2009) är grund- och ytvatten naturresurser som i princip alltid är skyddsvärda och att spridning av föroreningar från ett förorenat område bör inte innebära en långsiktig försämring av kvaliteten av grund- och ytvattenresurser.

Inom kvarteret Obygden och inom delar med konstaterade föroreningar finns inga utpekade grundvattenmagasin i berg. Dricksvattnet i Jönköpings tätort hämtas från Vättern. Att grundvattnet i berg skulle bli aktuellt att använda i framtiden bedöms inte sannolikt. Sweco gör därför bedömningen att grundvattnets skyddsvärde i berg är begränsat.

3 RISKBEDÖMNING

En riskbedömning utfördes inom ramen för den huvudstudie som tidigare har tagits fram (Sweco, 2017). I riskbedömningen konstaterades att det föreligger ett stort åtgärdsbehov. Efter huvudstudiens riskbedömning har tekniska skyddsåtgärder vidtagits för att minska den exponering av föroreningar som hade konstaterats i inomhusluft och i dricksvatten på några fastigheter inom området. Omfattande undersökningar och utredningar har därefter vidtagits för att erhålla information i tillräcklig omfattning så att relevanta slutliga åtgärder kan identifieras och definieras.

Riskbedömningen i denna rapport utgår från den tidigare utförda riskbedömningen och är uppdaterad med ny kunskap och information som erhållits i undersökningar utförda därefter. Syftet är i huvudsak att ta fram platsspecifika riktvärden som ska ligga till grund för kommande detaljerade och mätbara åtgärds mål, dvs. för att bedöma vilka halter i jord, porluft och grundvatten som kan accepteras på platsen efter att åtgärden är genomförd. Förslag på mätbara åtgärds mål baserat på de framtagna platsspecifika riktvärdena och redovisas i kapitel 8.

I kapitel 3.2 görs också en enklare översyn över hur uppmätta halter förhåller sig till framtagna platsspecifika riktvärden.

I kapitel 3.3 sammanfattas riskbedömningen och behov av riskreduktion konkretiseras utifrån de övergripande åtgärds målen som redovisas i kapitel 2.1.1.

3.1 Platsspecifika riktvärden

I nuläget består kvarteret Obygden av ett bostadsområde med friliggande enbostadshus och enligt framtaget övergripande åtgärds mål ska detta också vara en möjlig markanvändning framöver. Omgivningarna består främst av liknande bebyggelse. Mot öst och nordost återfinns två vägar, Åsensvägen och Klockarpsvägen och längre åt nordost återfinns Stadsparken som nyttjas som ströv- och rekreationsområde.

Utifrån ovan nämnda och övriga övergripande åtgärds mål samt bedömt relevanta exponerings- och spridningsvägar så har platsspecifika riktvärden tagits fram för jord, porluft och grundvatten i jord och berg. Platsspecifika riktvärden för nämnda medier har tagits fram eftersom föroreningar i betydande omfattning har konstaterats i dessa och riktvärdena används för att bedöma vilka halter som är acceptabla i dessa medier. Framtagna riktvärden används därmed för att avgränsa åtgärdsbehovet samt som underlag för mätbara åtgärds mål. De mätbara åtgärds målen kommer att nyttjas för att följa upp kommande saneringsåtgärd.

Platsspecifika riktvärden har tagits fram med hjälp av Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (Excelbaserat beräkningsprogram för riktvärden, version 2.0.1). Beräkningsverktyget är framtaget av Naturvårdsverket för beräkning av riktvärden för jord. I detta projekt har verktyget anpassats så att också riktvärden för porluft och grundvatten kunnat beräknas i beräkningsverktyget. Beräkningarna följer således Naturvårdsverkets metodik och modell även för dessa medier.

De ämnen som det har tagits fram platsspecifika riktvärden för är:

- Tetrakloreten (PCE)
- Trikloreten (TCE)
- cis-1,2-dikloreten (cDCE)
- Vinylklorid (VC)
- Bensen
- Toulén

Några av de på platsen förekommande relevanta föroreningarna finns inte med i Naturvårdsverkets verktyg för beräkning av riktvärden. Detta gäller cis-1,2-dikloreten och vinylklorid. Beräkningar för dessa ämnen har gjorts genom att i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg lägga till dessa ämnen som nya ämnen, med de indata kring egenskaper som krävs för modelleringen.

Naturvårdsverkets riktvärdesmodell beaktar olika exponeringsvägar och skyddsobjekt och beräknar flera olika riktvärden för föroreningar i jord separat. I riktvärdesmodellen görs följande separata beräkningar:

- Hälsoriskbaserat riktvärde för föroreningar i jord för olika exponeringsvägar (se Figur 14) som avser att skydda människor som vistas på området. Riktvärdet anger en haltgräns i mark under vilken man inte förväntar sig några negativa hälsoeffekter för vuxna eller barn. De hälsobaserade riktvärdena utgörs av en sammanvägning av aktuella exponeringsvägar.
- Riktvärde för föroreningar i jord för skydd av markmiljön, markens funktion och djur som vistas inom området.
- Riktvärde för föroreningar i jord för skydd av grundvatten.
- Riktvärde för föroreningar i jord för skydd av nedströms liggande ytvattenrecipient.

Ett slutligt sammanvägt riktvärde räknas sedan fram som det lägsta av de framräknade separata riktvärdena. Det sammanvägda riktvärdet kontrolleras så att det inte överstiger den halt där fri fas av ett ämne riskerar förekomma i marken. Dessutom görs för vissa ämnen eller ämnesgrupper ett antal justeringar av riktvärdet, avseende skydd mot korttidsexponering eller akuttoxiska effekter.

Utöver riktvärden för jord har också riktvärden för porluft och grundvatten beräknats. Halter av föroreningar i porluft kan ha sitt ursprung från föroreningar i jord och/eller grundvatten i jordlager eller berg. Riktvärdet för porluft beaktar den i sammanhanget viktiga exponeringsvägen ”inandning av ångor” och nyttjas för att bedöma den acceptabla halt i porluft som kan förekomma utan risk för oacceptabel inträngning av ångor i befintliga eller kommande hus. Riktvärdet kan även nyttjas som ett underlag för mätbara åtgärds mål för att följa upp saneringsåtgärden.

För grundvatten i jord och berg har ett hälsoriskbaserat riktvärde som endast beaktar inandning av ångor beräknats. För grundvatten är inandning av ångor den enda relevanta exponeringsvägen för kvarteret Obygden. Platsspecifika riktvärden för grundvatten i jord med avseende på skydd av skyddsvärt grundvatten (nedströms kvarteret Obygden) och ytvatten har också beräknats.

3.1.1 Platsspecifika förutsättningar och antaganden

Beräkningarna av platsspecifika riktvärden har utgått ifrån Naturvårdsverkets generella scenario för känslig markanvändning, KM. Naturvårdsverket definierar känslig markanvändning som markanvändning där föroreningsnivåer normalt inte begränsar markanvändningen och där grundvatten och ytvatten intill området skyddas. Marken kan användas för bostäder, jordbruk, skolor och liknande. KM finns fördefinierad som ett givet scenario i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell för förorenad mark.

I den generella modellen görs ett stort antal antaganden avseende bland annat olika exponeringsvägar. Flera av dessa antaganden kan i den platsspecifika modellen anpassas till de faktiska förhållanden som råder inom undersökningsområdet.

Följande ändringar har gjorts jämfört med det generella scenariot:

- I Naturvårdsverkets modell beaktas intag av dricksvatten från grundvatten taget från enskild brunn i jordlager. Grundvatten från området används ej som dricksvatten och intag av dricksvatten har därför ej beaktats vid framtagandet av riktvärdena. Eftersom dricksvatten trots detta är en exponeringsväg genom diffusion av förorening till dricksvattenledningar så nyttjas istället Livsmedelsverkets gränsvärden för otjänligt dricksvatten (Livsmedelsverket 2001) för att bedöma uppmätta halter och som underlag vid framtagande av mätbara åtgärds mål.
- Grundvattenbildningen bedöms vara större än de 100 mm/år som antas i modellen. Grundvattenbildningen har justerats till 150 mm/år baserat på nederbörds- och avdunsningsdata från aktuellt delavrinningsområde hämtat från SMHI:s Vattenwebb (SMHI, 2021) och modellerad grundvattenbildning i svenska typjordar (Rodhe et al, 2006) samt på att andelen hårdgjorda ytor inom området uppgår till cirka 50 % och att viss ytavrinning kan ske på grund av stora marklutningar.
- Den hydrauliska gradienten har justerats till 12 % baserat på uppskattningar från genomförda undersökningar, se också kapitel 2.4.
- Den hydrauliska konduktiviteten har justerats till 5×10^{-7} m/s baserat på resultat från siktanalyser och tabellvärden, se också kapitel 2.4.
- Akvifärens mäktighet som i Naturvårdsverkets modell antas vara 10 meter har för platsen ansatts till 4 meter. Akvifärens mäktighet i jorden bedöms dock variera en del inom det aktuella området. I områdets västra delar är jorddjupet och därmed akvifärens mäktighet

begränsat och i områdets östra delar är jorddjupet betydligt mäktigare men grundvattennivån i dessa delar är betydligt djupare under markytan. Det har konstaterats att ytligt berg är uppsprucket och att det troligt föreligger kontakt med grundvatten i jord och ytligt berg. Ytligt uppsprucket berg har därför inräknats i den totala mäktigheten.

- I Naturvårdsverkets modell för scenariot KM skyddas grundvatten i direkt anslutning till det förorenade området. De undersökningar som utförts inom kvarteret Obygden tyder på att jorden generellt sett är relativt tät och att jordtäcket inom delar av området är av begränsad mäktighet vilket medför att grundvattentillgången generellt är liten. För kvarter Obygden återfinns närmaste grundvattenmagasin på cirka 1000 meters avstånd. Avståndet till skyddat grundvatten har därför justerats från 0 meter till 1000 meter.
- Ytterligare justeringar av indata och avvikelser jämfört med det generella scenariot för KM redovisas för respektive medium i kapitel 3.1.2 till 3.1.6 samt i utdragsrapporter från beräkningsverktyget, se bilaga 4.

3.1.2 Platsspecifika riktvärden för jord

Inom kvarteret Obygden har det konstaterats föroreningar i jord inom två källområden där höga halter påvisats och där fri fas bedöms kunna förekomma. I anslutning till källområdena och över ett större område finns förorening i jord i förhöjda halter. Höga och förhöjda halter finns både i den omättade och mättade zonen. Nedströms källområdet återfinns de förhöjda halterna främst i den mättade zonen.

Riktvärden har beräknats för ytlig jord ovan grundvattenytan och för djup jord som gäller för jord under grundvattenytan.

3.1.2.1 Platsspecifika riktvärden – Ytlig jord

Med de antagande och justeringar som redovisats i kapitel 3.1.1 ovan har platsspecifika riktvärden för ytlig jord ovan grundvattenytan beräknats. Utöver dessa har också följande justering gjorts för framräknandet av platsspecifika riktvärden för ytlig jord:

- I Naturvårdsverkets modell ansätts ett djup till förorening på 0,35 meter som är djupet från det dränerande lagret under byggnaden till föroreningarna. För att inte underskatta risken för transport av ånga till inomhusluft har detta djup justerats till 0,1 m.

Beräknade riktvärden presenteras i Tabell 1. Förutom sammanvägda riktvärden anges de hälsobaserade riktvärdena samt riktvärden för markmiljö, skydd av grundvatten och ytvatten. I bilaga 4 finns utdragsrapporter från beräkningsverktyget.

För PCE är det ”skydd av markmiljö” som är den styrande parametern (= lägst framräknat separat riktvärde), för TCE och toluen är det hälsoriskbaserade riktvärdet som styr och för TCE, cDCE, VC och bensen är det ”skydd av grundvatten”.

De framräknade hälsobaserade riktvärdena utgörs av en sammanvägning av aktuella exponeringsvägar och ”inandning av ånga” är den exponeringsväg som är dominerande och styrande, se bilaga 4 för respektive exponeringsvägs påverkan på de hälsoriskbaserade riktvärdena.

Justeringarna, som sammanställts i kapitel 3.1.1, påverkar beräkningarna på så sätt att de för vissa ämnen, PCE, TCE och bensen ger högre sammanvägda riktvärden jämfört med riktvärdena för KM. För toluen är det framräknade sammanvägda riktvärdet lägre än riktvärdet för KM. Vid beaktandet av skydd av ytvatten (Junebäcken) har Naturvårdsverkets modellspecifika antagande om flöde i vattendrag använts. Bedömningen är att flödet i Junebäcken relativt väl motsvarar det värde som anges i Naturvårdsverkets modell.

Tabell 1. Beräknade separata riktvärden för ytlig jord för hälsa, skydd av markmiljö, grundvatten och ytvatten samt sammanvägda riktvärden. Det generella riktvärdet för KM anges som referensvärde i tabellen. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Hälsorisk-baserat riktvärde	Skydd av markmiljö	Skydd av grundvatten	Skydd av ytvatten	Sammanvägt riktvärde	KM
PCE	2,5	1	2	74	1	0,4
TCE	0,58	1	0,92	34	0,6	0,2
cDCE	0,22	data saknas	0,2	4	0,2	saknas
VC	0,0094	data saknas	0,005	86	0,005	saknas
Bensen	0,07	10	0,062	23	0,06	0,012
Toluen	7,3	10	69	36	7	10

3.1.2.2 Platsspecifika riktvärden – Djup jord

Med utgångspunkt från de antagande och justeringar som redovisats i kapitel 3.1, har platsspecifika riktvärden också beräknats för djupt liggande jord under grundvattenytan. Grundvattenytan varierar mycket inom kvarteret Obygden och till viss del även inom några av fastigheterna. På delar av området återfinns grundvattennivån relativt ytligt <1 meter under markytan och på andra delar djupt >5 meter under markytan. Vid framtagandet av riktvärden för djup jord har vissa generella antaganden därför behövt göras. Dessa antaganden stämmer nödvändigtvis inte för alla delar av kvarteret Obygden. Vid användandet av riktvärdena för formulering av mätbara åtgärds mål behöver detta beaktas och riktvärdena för djup jord kan inte användas på samma sätt över hela området. Detta gäller till exempel där grundvattennivåer är ytliga, högre nivåer än cirka 1,5 meter under markytan. Då måste särskild hänsyn tas för att inte underskatta risken för exponering av föroreningar för människa och markmiljö.

Eftersom bland annat exponeringsförutsättningar skiljer sig åt mellan ytlig förorenad jord och förorenad jord på större djup så har ytterligare justeringar utförts. Utöver justeringarna i kapitel 3.1 har därför också följande ändringar gjorts jämfört med det generella scenariot:

- Växters rotsystem avtar markant med djupet under markytan. Exponeringsvägen intag av växter förutsätts därför inte beröra djupare liggande jord under grundvattenytan och denna exponeringsväg har därmed inte beaktats.
- Jordens förmåga att upprätthålla ett väl fungerande mark ekosystem avtar med djupet. Skydd av markmiljön har därför ej beaktats för djupt liggande jord under grundvattenytan.
- Grundvattenytan varierar inom området och för att ansätta ett hyfsat konservativt värde har det för beräkningens skull antagits ett djup till förorening på 1,5 meter under markytan. Djup till förorening i detta sammanhang avser djupet till grundvattenytan.
- Mäktigheten av förorenade massor under grundvattenytan varierar till viss del inom området men den genomsnittliga mäktigheten på förorenade massor mellan grundvattenytan och berg har uppskattats till cirka 2 meter.

Scenariospecifika modellparametrar motsvarande KM används med vissa undantag. I Tabell 2 redovisas de platsspecifika antaganden gällande exponeringstid som ansatts i beräkningarna. I tabellen anges också som jämförelse exponeringstiden för det generella scenariot KM.

Tabell 2. Antagna exponeringstider för relevanta exponeringsparametrar listas i tabellen. Motsvarande exponeringstid för KM anges också för jämförelse.

Exponeringsparametrar	Kv. Obygden	Generell modell (KM)
Exponeringstid barn och vuxna avseende intag av jord och inandning av damm (antal vistelsedagar)	20	365
Exponeringstid barn och vuxna avseende hudkontakt med jord (antal vistelsedagar)	20	120
Exponeringstid barn och vuxna avseende inandning av ångor (antal vistelsedagar)	365	365

Det fördefinierade scenariot KM i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell tar inte hänsyn till djupet till förorening från markytan. Med djupare belägen förorenad jord minskar risken för att komma i kontakt med denna och därmed också risken för att exponeras. Exponeringstid för barn och vuxna avseende intag av jord, hudkontakt med jord samt inandning av damm har därför justerats till ett betydligt färre antal dagar än vad som gäller för KM i den generella modellen. Detta eftersom människor bedöms vara exponerade i mycket begränsad utsträckning till jord vid djupare marknivåer. Exponering av djupare jord sker främst vid större gräv- och anläggningsarbeten. För att inte underskatta risken har dock konservativa antaganden ansatts.

Exponeringstiden avseende ”inandning av ångor” har inte justerats jämfört med det generella scenariot för KM eftersom vistelsen på fastigheterna motsvarar heltidsvistelse. Däremot har djupet till förorening justerats till 1,5 meter under markytan (se punktlista ovan) vilket påverkar beräkningen av exponeringsvägen ”inandning av ångor” och leder till högre hälsobaserade riktvärden.

I beräkningsverktyget har parametrarna enligt ovan angivna justeringar ändrats. Modellparametrar i övrigt följer den generella modellen för KM.

Beräknade riktvärden presenteras i Tabell 3. Förutom sammanvägda riktvärden anges de hälso-baserade riktvärdena samt riktvärden skydd av grundvatten och ytvatten. I bilaga 4 finns uttags-rapporter från beräkningsverktyget.

För samtliga ämnen är det skydd av grundvatten som är den styrande parametern (= lägst fram-räknat separat riktvärde) för riktvärdena. De framräknade hälsobaserade riktvärdena utgörs av en sammanvägning av aktuella exponeringsvägar och ”inandning av ånga” är den exponeringsväg som är dominerande och styrande, se bilaga 4 för respektive exponeringsvägs påverkan på de hälsoriskbaserade riktvärdena.

Justeringarna, som sammanställts i kapitel 3.1.1, påverkar beräkningarna på så sätt att de för vissa ämnen, PCE, TCE och bensen ger lägre sammanvägda riktvärden jämfört med riktvärdena för KM. För toluen är det framräknade sammanvägda riktvärdet samma som för riktvärdet för KM.

Tabell 3. Beräknade separata riktvärden för djup jord för hälsa, skydd av grundvatten och ytvatten samt sammanvägda riktvärden. Det generella riktvärdet för KM anges som referensvärde i tabellen. Enhet mg/kg TS.

Ämne	Hälsorisk-baserat riktvärde	Skydd av grundvatten	Skydd av ytvatten	Sammanvägt riktvärde	KM
PCE	27	0,3	150	0,3	0,4
TCE	9,1	0,14	67	0,15	0,2
cDCE	1,8	0,029	8	0,03	saknas
VC	0,033	0,00075	170	0,0007	saknas
Bensen	0,78	0,0093	45	0,01	0,012
Toluen	80	10	71	10	10

3.1.3 Acceptabla koncentrationer/riktvärden i inomhusluft

Som underlag till beräkning av riktvärden för porluft och grundvatten har acceptabla koncentrationer i inomhusluften tagits fram. Beräkningen baseras på att människor vistas i bostäderna i en omfattning som motsvarar det generella scenariot för känslig markanvändning KM, d.v.s. vistelsen sker dygnet runt och året runt.

Beroende på ämnets toxikologiska egenskaper används olika typer av haltkriterier för exponeringen via inandning. För många ämnen uppkommer hälsoeffekter endast över en viss dos, så kallade tröskleffekter. För sådana ämnen används en referenskoncentration i luft, RfC, som anger en tolerabel dos d.v.s. en nivå som under en livstid ska vara säker för människor att andas in utan att utgöra någon betydande hälsorisk. För ämnen som är cancer-framkallande kan även en mycket låg exponering ge en liten risk för uppkomst av cancer och för sådana ämnen används istället en riskbaserad koncentration, RISK_{inh}, som anger en koncentration som innebär max ett extra cancerfall per 100 000 livstidsexponerade personer (Naturvårdsverket, 2009a).

Enligt Naturvårdsverkets (Naturvårdsverket, 2009a) utgångspunkter får inte hela den tolerabla exponeringen för ett givet ämne komma från ett förorenat område eftersom exponering från andra källor också kan ske. De beräknade acceptabla halterna i inomhusluft utgår från att maximalt 50 % av exponeringen får komma från det förorenade området. Den acceptabla koncentrationen i inandningsluften är därför en andel som motsvarar halva referenskoncentrationen (RfC) i luft för ämnen med tröskleffekter. Motsvarande justering görs inte för cancerframkallande ämnen eftersom riktvärdet där beräknas för tillkommande cancerfall.

Beräkningen av acceptabla koncentrationer/riktvärden i inomhusluften utgår från antingen RfC eller RISK_{inh}. Samma ämne kan ha båda typerna av haltkriterier och i sådana fall används det som ger lägst riktvärden, se Tabell 4.

Tabell 4. Toxikologiska referenskoncentrationer samt acceptabla halter i inomhusluft för aktuella ämnen. Acceptabel halt i inomhusluft presenteras i tabellen med både enheten mg/m³ och µg/m³.

Parameter	PCE	TCE	cDCE	VC	Bensen	Toluen
Toxikologisk referenskoncentration [mg/m ³]	0,2	0,023	0,06	0,0026	0,0017	0,26
Toxikologisk referenskoncentration [typ]	RfC	RISK _{inh}	RfC	RISK _{inh}	RISK _{inh}	RfC
Acceptabel halt i inomhusluft [mg/m ³]*	0,1	0,023	0,03	0,0026	0,0017	0,13
Acceptabel halt i inomhusluft [µg/m ³]*	100	23	30	2,6	1,7	130

* Den toxikologiska referenskoncentrationen för ämnen med RfC-värden har justerats med en faktor på 0,5 eftersom maximalt 50 % av exponeringen för dessa ämnen får komma från det förorenade området.

3.1.4 Riktvärde för porluft under bottenplatta/hus

I Naturvårdsverkets beräkningsverktyg för riktvärden (Naturvårdsverket, 2016) finns en beräkningsmodell för ånginträngning i byggnader. Denna nyttjas i verktyget för att beakta exponeringsvägen ”inträngning av ångor” från föroreningar i jord. Beräkningsverktyget beräknar alltså riktvärden för jord och för att beräkna riktvärde för porluft under bottenplatta/hus har samma beräkningsmodell nyttjats för att omsätta dessa riktvärden i jord till riktvärden i porluft. Riktvärden för porluft kan användas för att bedöma uppmätta halter i porluft och för att följa upp kommande saneringsåtgärd oberoende av om föroreningen härstammar från jord och/eller grundvatten i jord och berg.

Med grundantaganden (samma antagande som i Naturvårdsverkets beräkningar för de generella riktvärdena) avseende byggnadens utformning är utspädningen mellan porluft i dränerande lager och inomhusluften 1 200 gånger beräknat från husets luftvolym (V_{house}) gånger luftomsättning (l_{house}) delat med inläckage av markluft till byggnad (L_a) enligt formel:

$$DF = \frac{L_a}{V_{house} \cdot l_{house}}$$

Utspänningsfaktorn är giltig för en normalstor villa/enbostadshus med ventilation och luftomsättning enligt gällande riktlinjer. Denna typ av hus är aktuellt för kvarteret Obygden och utspädningen bör därför relativt väl motsvara Naturvårdsverkets antaganden, se Tabell 5.

Tabell 5. Parametervärden för beräkning av utspädning mellan porluft och inomhusluft.

Parameter	Förklaring	Indata Villa	Kommentar
L_a (m ³ /dag)	Inläckage av markluft	2,4	Generell modellparameter
V_{house} (m ³)	Husets inre volym	240	För bostad: enligt generellt antagande.
l_{house} (dag ⁻¹)	Luftomsättning i huset	12	För bostad: enligt generellt antagande.
A_{house} (m ²)	Area husgrund	100	För bostad: enligt generellt antagande.

En acceptabel koncentration (platsspecifikt riktvärde) i porluft direkt under hus har beräknats genom att utgå från acceptabel halt i inomhusluft (se Tabell 4) och multiplicera den med utspänningsfaktorn på 1 200, se Tabell 6. Detta tillvägagångssätt följer Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (transportmodellen: ångor till inom- och utomhus).

Utspädningen är dock en osäker parameter som kan variera och en platsspecifik bedömning med avseende på byggnadernas konstruktion, ventilation mm. har ej utförts. Enligt US EPA (US EPA, 2017) är utspädningen vanligtvis mellan 100–10 000 gånger.

Därför har också en acceptabel halt i porluft under bottenplatta beräknats för ett scenario med en utspänningsfaktor på 100, se Tabell 6. Detta får anses som ett mycket konservativt antagande och bedöms inte som normalt förekommande och trolig utspädning.

Tabell 6. Beräknade riktvärden för porluft direkt under hus.

Ämne	Acceptabel halt i inomhusluft	Beräknat riktvärde i porluft under bottenplatta 1200 ggr utspädning	Beräknat riktvärde i porluft under bottenplatta 100 ggr utspädning
PCE	100 µg/m ³	120 mg/m ³	10 mg/m ³
TCE	23 µg/m ³	27,6 mg/m ³	2,3 mg/m ³
cDCE	30 µg/m ³	36 mg/m ³	3,0 mg/m ³
VC	2,6 µg/m ³	3,1 mg/m ³	0,26 mg/m ³
Bensen	1,7 µg/m ³	2,0 mg/m ³	0,17 mg/m ³
Toluen	130 µg/m ³	156 mg/m ³	12 mg/m ³

3.1.5 Riktvärde för grundvatten i jord

Platsspecifika riktvärden har även beräknats för grundvatten. Beräkningarna utgår från de modeller och antaganden som används i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (version 2.0.1), men verktyget har anpassats (beskrivs nedan) så att även riktvärden för grundvatten har kunnat beräknas.

Ett hälsoriskbaserat riktvärde som beaktar inandning av ångor har beräknats. Inandning av ångor är den enda relevanta exponeringsvägen för förorenat grundvatten inom kvarteret Obygden. Platsspecifika riktvärden för grundvatten i jord med avseende på skydd av skyddsvärt grundvatten (nedströms kvarteret Obygden) och ytvatten har också beräknats.

I de utförda beräkningarna har vissa justeringar gjorts jämfört med antagandena för de generella riktvärdena. Justeringarna som utförts är samma som vid beräkningarna av platsspecifika riktvärden för jord, se kapitel 3.1.2.

Vid beräkning av hälsobaserade riktvärden för exponeringsvägen inandning av ånga har utspädning under transporten genom jorden från grundvattenytan till byggnadens grundläggning beaktats. Utspädningen beräknas enligt formel:

$$DF_2 = \frac{L_a}{V_{house} \cdot l_{house}} \cdot \frac{A_{house} \cdot D_e}{L_a \cdot Z + A_{house} \cdot D_e}$$

där A_{house} är husets area, D_e är den effektiva diffusiviteten och Z är djupet till föroreningen (m). Den effektiva diffusiviteten beräknas på samma sätt som för jord och beskrivs i vägledningen för beräkningsverktyget (Naturvårdsverket, 2009a). Övriga parametervärden anges i Tabell 5.

Djupet till förorening avses i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg som djup från det dränerande lagret under byggnaden till föroreningarna. I dessa beräkningar avses detta vara samma som avståndet till grundvattenytan.

Grundvattennivåerna i jordlagren inom undersökningsområdet varierar mycket mellan olika delar av området och med korta avstånd. Grundvattennivåerna ligger generellt cirka 2 meter under markytan men nivåerna är både betydligt grundare och djupare inom delar av området. I de västra delarna av området är grundvattennivåerna generellt högre än i de östra delarna av området. På några fastigheter har det påträffats ytligt grundvatten och där hus är grundlagda med källare alternativt krypgrund återfinns grundvattennivån i nivå med grundläggningsdjupet. Med anledning av dessa förutsättningar och för att inte underskatta risker för ånginträngning har ett riktvärde beräknats där djupet till grundvatten (djupet till förorening) har satts till 0,1 m.

För att ta höjd för att förutsättningarna skiljer sig åt inom området har ett riktvärde också beräknats för de delar av området där djupet till grundvattnet är större. I beräkningen har djupet till grundvatten (avstånd till förorening) satts till 2 m. I delar av området återfinns grundvattnet på ännu större djup som mest ner till 5–7 meter under markytan. Men eftersom variationerna är stora och att dessa uppträder på relativt korta avstånd har det bedömts som rimligt konservativt att ansätta 2 m. De framräknade riktvärdena för exponeringsvägen inandning av ånga uttryckt som en acceptabel halt i grundvatten under byggnad presenteras i Tabell 7.

Tabell 7. Beräknade riktvärden i grundvatten för exponeringsvägen inandning av ånga.

Ämne	Beräknat riktvärde i gv 0,1 m under dränerande lager	Beräknat riktvärde i gv 2 m under dränerande lager
PCE	450 µg/l	6 500 µg/l
TCE	340 µg/l	4 800 µg/l
cDCE	710 µg/l	10 000 µg/l
VC	9,5 µg/l	140 µg/l
Bensen	42 µg/l	600 µg/l
Toluen	2 700 µg/l	39 000 µg/l

På motsvarande sätt som för riktvärdet för inandning av ånga har riktvärden beräknats för skydd av grundvatten och ytvatten, se Tabell 8. Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM beaktar skydd av grundvatten i direkt anslutning till det förorenade området och vid beräkningarna av platsspecifika riktvärden har avståndet till skyddat grundvatten har justerats från 0 meter till 1000 meter.

De haltkriterium för skydd av grundvatten som används i Naturvårdsverkets modell är satta för att skydda människor som konsumerar vattnet som dricksvatten från hälsoeffekter (Naturvårdsverket, 2009a). Haltkriterierna baseras på dricksvattnenormer från Livsmedelsverket eller WHO och motsvarar 50 procent av använd norm. Som poängterats tidigare så tas inte dricksvatten från enskild brunn eller liknande inom kvarter Obygden och inte heller nedströms området. Kommunala täkter i grundvattnets eventuella påverkansområde och förutsättningar för sådant uttag existerar inte heller.

Beräknat riktvärde för skydd av grundvatten och ytvatten blir samma oavsett vilket djup till grundvatten som används i beräkningarna.

Tabell 8. Beräknade acceptabla halter i grundvatten för skydd av ytvatten och grundvatten.

Ämne	Beräknat riktvärde för skydd av ytvatten	Beräknat riktvärde för skydd av grundvatten
PCE	13 000 µg/l	370 µg/l
TCE	13 000 µg/l	370 µg/l
cDCE	18 000 µg/l	880 µg/l
VC	310 000 µg/l	18 µg/l
Bensen	13 000 µg/l	37 µg/l
Toluen	13 000 µg/l	26 000 µg/l

3.1.6 Riktvärde för grundvatten i berg

Inom delar av området förekommer det ställvis berg i dagen. I sonderade punkter har bergöverytan konstaterats till mellan 0,8–9,7 meter under markytan.

Vissa hus med källare är eventuellt grundlagda helt eller delvis på berg men det har inte kunnat fastställas. Källarvåningarna i befintliga hus är inredda som bostadsyta. Bergöverytan har på flertalet ställen inom området konstaterats vara mycket uppsprucket. Gastransport från grundvatten i det uppspruckna berget in till husen bedöms kunna vara större jämfört med på de delar av området där hus är grundlagda i/på jordlager. För att inte underskatta risken har därför ett hälsoriskbaserat riktvärde för grundvatten i berg beräknats som beaktar exponeringsvägen inandning av ångor.

Naturvårdsverkets riktvärdesmodell är framtagen för beräkning av transport i homogena porösa medier (jord) och inte för sprickiga medier som t.ex. sprickigt berg. För att beakta förhållanden med grundläggning på uppsprucket berg har parametrarna för porositet, vattenhalt i jord och lufthalt i jord justerats för att motsvara de värden som anges för genomsläpplig jord i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (Tabell A1.1 i Naturvårdsverket, 2009a).

På samma sätt som för ytligt grundvatten i jord så har ett hälsoriskbaserat riktvärde beräknats som beaktar den i detta sammanhang enda relevanta exponeringsvägen inandning av ångor. Djupet till grundvatten (djupet till förorening) har satts till 0,1 m.

De framräknade riktvärdena för exponeringsvägen inandning av ånga uttryckt som en acceptabel halt i grundvatten under byggnad presenteras i Tabell 9.

Tabell 9. Beräknade riktvärden i grundvatten i ytligt berg för exponeringsvägen inandning av ånga.

Ämne	Beräknat riktvärde för grundvatten i berg, 0,1 m under dränerande lager
PCE	140 µg/l
TCE	100 µg/l
cDCE	230 µg/l
VC	2,9 µg/l
Bensen	13 µg/l
Toluen	860 µg/l

3.2 Sammanfattande riskbedömning

I detta kapitel jämförs uppmätta halter med de platsspecifika riktvärdena som tagits fram i kapitel 3.1. I kapitel 3.2.1 görs en jämförelse av uppmätta halter med platsspecifika riktvärden avseende hälsorisker och i kapitel 3.2.2 görs motsvarande jämförelse med avseende på miljörisker.

De uppmätta halter som riktvärdena jämförts med finns i huvudsak sammanställda i Swecos resultatrapport från de utförda åtgärdsförberedande undersökningarna under 2021 (Sweco, 2022a) samt i resultatrapport från utförda detaljerade undersökningar under 2018–2019 (Sweco, 2020b). I dessa båda rapporter finns sammanställningar av resultat från mätningar som utförts sedan cirka 2015.

Det har i tidigare utförd riskbedömning redan konstaterats att det föreligger oacceptabla risker inom kvarter Obygden. Riskbedömningen i denna rapport har därför fokuserat på framtagandet av platsspecifika riktvärden som ska användas som underlag vid fastställande av mätbara åtgärds-mål. I detta kapitel görs dock en enklare översyn över hur uppmätta halter förhåller sig till fram-tagna platsspecifika riktvärden. Uppmätta halter högre än framtagna platsspecifika riktvärden kan innebära oacceptabla hälso- och/eller miljörisker.

3.2.1 Hälsoriskbedömning

3.2.1.1 Inomhusluft

Den exponeringsväg som identifierats som vara av störst betydelse är inandning av ångor. Boende inom området kan exponeras för flyktiga föroreningar i framför allt inomhusmiljö.

Exponering av förorening via exponeringsvägen ”inandning av ångor” kan ske från förorening med ursprung i jord, berg samt från förorenat grundvatten i jord och/eller berg.

Provtagning av inomhusluft har utförts vid flera tillfällen mellan 2015 och 2021 på fastigheterna Obygden 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 och 18.

Provtagningarna har utförts som både aktiv och passiv provtagning samt med olika passiva provtagare. Provtagning har också utförts både innan och efter det att tekniska skyddsåtgärder vidtagits på vissa av fastigheterna.

Mätningarna som är utförda i husen som passiv provtagning representerar medelhalter under den tidsperiod och i det rum som mätningen genomförts. Tidsperioden som de passiva provtagarna har mätt inomhusluften har varierat mellan provtagningsomgångarna från cirka en vecka till som mest en månad och halterna under mätperioden kan periodvis vara både högre och lägre.

Inom Obygden 11, 15 och 18 har de uppmätta halterna av PCE och/eller TCE vid ett eller flera tillfällen överskridit de framtagna acceptabla inomhusluftskoncentrationerna i Tabell 4. På Obygden 13 och 14 har uppmätta halter av bensen och toluen vid ett eller flera tillfällen över-

skridit de framtagna acceptabla inomhusluftskoncentrationen i tvättstuga respektive garage. På Obygden 15 har också bensen och toluen uppmätts i garaget. Dessa ämnen har visserligen påträffats i de undersökningar av porluft, jord och grundvatten som utförts men i låga halter. Det bedöms som mer troligt att förekomsten av bensen och toluen beror på någon slags hantering/förekomst av produkter i bostaden/garaget med innehåll av dessa ämnen. Med anledning av att bensen och toluen påträffats i inomhusluft har platsspecifika riktvärden tagits fram även för dessa men i övriga medier har ämnena påträffats i begränsad omfattning och omnämns därför inte i kommande kapitel.

Förutom mätningar i inomhusluften har också porluftsmätningar utförts vid flera tillfällen inom området. Höga halter av flyktiga föroreningar i porluft kan på samma sätt som för inomhusluft ha sitt ursprung från förorening i jord, berg eller grundvatten och ger en indikation och potential för förekomst av höga halter i inomhusluft. Mätningar har utförts såväl genom pumpad provtagning under bottenplattor på befintliga hus som genom passiv provtagning utomhus (genom placering av passiv provtagare en bit under markytan).

Porluftsmätningarna som är utförda med passiva provtagare representerar medelhalter under den tidsperiod som mätningen genomförts. Halterna under mätperioden kan periodvis vara både högre och lägre. Tidsperioden som de passiva provtagarna har mätt har varierat mellan två och tre veckor mellan provtagningsomgångar.

Uppmätta halter av porluft under bottenplatta/hus och halter uppmätta i porluft utomhus har jämförts med framtagna riktvärden för porluft under bottenplatta/hus i Tabell 6.

Vid jämförelse med riktvärdet som beräknats med Naturvårdsverkets utspädningsfaktor på 1 200 gånger så har porluft med högre halt av PCE än dess riktvärde uppmätts på Obygden 18. På Obygden 10 och 15 har halter strax under riktvärdet för PCE uppmätts.

Vid jämförelse med riktvärdet som beräknats med en betydligt lägre utspädningsfaktor på endast 100 gånger så överskrider riktvärdet för PCE på ovan nämnda fastigheter, Obygden 10, 15 och 18, samt även på Obygden 11.

Jämförelsen av porlufterhalter indikerar således att det finns potential för att de framtagna acceptabla halter i inomhusluft kan överskridas vilket också har konstaterats genom genomförda provtagningar, se tidigare i detta kapitel.

3.2.1.2 Jord

I detta kapitel jämförs uppmätta halter med de platsspecifika riktvärdena avseende hälsorisker som tagits fram i kapitel 3.1.

För de framräknade hälsobaserade riktvärdena för jord är det ”inandning av ånga” som är den dominerande och styrande exponeringsvägen. Exponeringsvägen ”intag av dricksvatten” har inte beaktats vid framtagandet av platsspecifika riktvärden eftersom dricksvatten från egen brunn eller liknande inte förekommer. Exponeringsvägen ”intag av dricksvatten” via vatten från kommunalt ledningsnät beaktas däremot och bedöms nedan i kapitel 3.2.1.4.

På fastigheterna Obygden 10, 16 och 18 har halter av PCE i jord uppmätts som överskrider det sammanvägda hälsoriskbaserade riktvärdet. På Obygden 16 och 18 har halter uppmätts i både ytlig jord och djup jord som överskrider respektive riktvärde. På Obygden 10 har halter över riktvärdet uppmätts i djup jord. I några fall har också halter av TCE över riktvärdet uppmätts.

Med ledning av de MIP-sonderingar som utförts kan det också finnas jord med halter över riktvärden på fastigheterna Obygden 14 och 15 samt eventuellt även Obygden 11. Troligen finns även ytlig jord på Obygden 10 med halter över riktvärde. Antalet uttagna jordprov är relativt få

inom kvarter Obygden och dessa antaganden har därför inte kunnat bekräftas med analyser av jordprover. Omfattningen av jord med halter över riktvärden bedöms vara mer begränsad på Obygden 11, 14 och 15 i förhållande till bedömd omfattning på Obygden 10, 16 och 18.

För exponeringsvägarna, ”intag av jord”, ”hudkontakt” och ”inandning av damm” bedöms inte dessa var för sig innebära oacceptabla risker för människors hälsa. Samtliga beräknade envägs-koncentrationer för dessa exponeringsvägar är betydligt högre än de halter som har påvisats i jord.

3.2.1.3 Grundvatten

Hälsoriskbaserade riktvärden uttryckt som en halt i grundvatten under byggnad har beräknats som beaktar den i detta sammanhang enda relevanta exponeringsvägen inandning av ångor, se kapitel 3.1.4 och 3.1.5. Riktvärden har beräknats för både ytlig och djup grundvattennivå. Riktvärden för ytligt grundvatten används vid jämförelser inom de delar av området där grundvattentytan är ytlig och grundläggning av hus är eller kan vara i nivå med denna. Riktvärden för djupt grundvatten används istället för delar av området där avståndet från grundläggningsdjup till grundvattennivån är minst två meter.

De fastigheter där ytligt grundvatten återfinns bedöms vara Obygden 10, 11, 14, 15, 16 och 18. Grundvattennivåerna varierar mycket inom området och även inom enskilda fastigheter. Det betyder att det på samma fastighet kan finnas grundvattenrör med filternivå som representerar ytligt grundvatten och rör med filternivå som representerar djupare grundvatten. Vid en jämförelse mellan riktvärden och uppmätta grundvattenhalter så har halter uppmätts i nivåer högre än riktvärden i rör som bedömts representera ytligt grundvatten på fastigheterna Obygden 10, 11, 14, 16 och 18. Främst är det PCE som uppmätts över riktvärdet. På Obygden 11 har den uppmätta halten över riktvärdet för ytligt grundvatten uppmätts i dräneringsbrunn vid huset på fastigheten. De rör som är installerade på Obygden 11 ner mot Åsensvägen, se Figur 3, representerar djupt grundvatten och halterna som uppmätts i dessa rör är lägre än det hälsoriskbaserade riktvärdet för djupt grundvatten. Även på övriga fastigheter, Obygden 9, 13 och stora delar av 14, med grundvattennivåer djupare än 2 meter under marknivå/grundläggningsdjup är uppmätta halter lägre än de platsspecifika riktvärdena för djupt grundvatten. Detsamma gäller de halter som uppmätts på östra sidan av Åsensvägen.

På Obygden 15, 16 och 18 är jordtäcket tunnare än på övriga delar av området. Husen på dessa fastigheter kan vara grundlagda helt eller delvis på berg men det har inte kunnat klargöras. Källarna i dessa är inredda som bostadsyta. Ett fåtal grundvattenrör på dessa fastigheter är installerade med filtrenivån i antingen övergångszonen mellan jordlager och berg eller i ytligt berg med sprickor. Uppmätta halter i rör i övergångszon på Obygden 16 och 18 är högre än framtaget riktvärde (PCE) för ytligt berggrundvatten. Halterna som har påvisats i grundvattnet i ytligt berg på Obygden 15 är mycket låga och under framtaget riktvärde (PCE) för ytligt berggrundvatten.

I flera fall så har det uppmätts högre halter av framför allt PCE i grundvatten från djupa bergborrade hål jämfört med de halter som uppmätts i jordlager eller i grundvattenrör installerad ytligt i berget. Det har inte bedömts som relevant att jämföra dessa halter med hälsoriskbaserade riktvärden eftersom grundvatten från dessa djup inte bidrar till den förångning och exponering som detta medför via inandning av ångor.

3.2.1.4 Intag av dricksvatten och intag av växter

Inget uttag av dricksvatten från enskilda brunnar sker inom området. Exponeringsvägen ”intag av dricksvatten” (dricksvatten från brunn) har därför inte bedömts vara relevant vid framtagandet och jämförelsen av uppmätta halter med platsspecifika riktvärden för jord och grundvatten. På samtliga fastigheter inom området är det framdraget kommunalt vatten. Vatten i ledningar kan

påverkas av lättflyktiga föroreningar genom diffusion vilket medför att exponeringsvägen intag av dricksvatten via kommunalt vatten istället är relevant.

Provtagningar av dricksvatten från kranar har utförts vid upprepade tillfällen sedan 2015. Uppmätta halter har jämförts med livsmedelsverkets gränsvärden för otjänligt dricksvatten (Livsmedelsverket 2001). På Obygden 10 och 18 har PCE uppmätts över livsmedelsverkets gränsvärde. På Obygden 11 har relativt hög halt PCE uppmätts dock lägre än gränsvärdet. Ovanstående prover med halter över Livsmedelsverkets gränsvärde eller strax därunder har uttagits på stillastående ospolat vatten. När prover antingen tagits ut efter att vattnet låtit rinna en stund innan provtagning (spolats) och för vissa fastigheter också efter att ny vattenledning ovan mark dragits in på fastigheterna så har de uppmätta halterna varit lägre. Halter har då uppmätts över laboratoriets rapporteringsgräns i flera fall men med marginal under livsmedelsverkets gränsvärde.

De provtagningar av frukt och bär som utförts på Obygden 15 och 16 påvisade ingen förekomst av förorening över laboratoriets rapporteringsgräns. Provtagning har endast utförts vid ett tillfälle men erhållet resultat indikerar att exponering av föroreningar via intag av växter är väldigt liten till försumbar. Detta resultat är i linje med tidigare liknande studier som visat aktuella ämnen ej lagras i frukt och grönsaker (Daly, M. et al. 2006, DEQ 2011).

3.2.2 Miljöriskbedömning

Markmiljön inom området har bedömts vara ett relevant skyddsobjekt, se kapitel 2.5. I kapitel 3.1.1. har två separata riktvärden för ytlig respektive djup jord tagits fram. I kapitel 3.1.1.2 görs antagandet att jordens förmåga att upprätthålla ett väl fungerande markecosystem avtar med djupet och skydd av markmiljön beaktas därför inte för djupt liggande jord under grundvattenytan. Grundvattenytan varierar dock mycket inom kvarteret Obygden och till viss del även inom några av fastigheterna. På delar av området återfinns grundvattennivån relativt ytligt <1 meter under markytan. Detta innebär att särskild hänsyn behöver tas för att inte underskatta risken för oacceptabel påverkan av markecosystemet.

På Obygden 10, 14, 16 och 18 har det med analyserade jordprov konstaterats ytlig jord med halter överstigande riktvärdet för markmiljö. Med ytlig jord avses i detta hänseende, jord ner till cirka 1,5 meter under markytan.

Platsspecifika riktvärden för jord avseende skydd av grundvatten och ytvatten har tagits fram, se kapitel 3.1.2. Generellt inom området överskrider uppmätta halter i jord, riktvärdet för skydd av grundvatten och i något enstaka överskrider även riktvärdet för skydd av ytvatten.

Grundvattnet har konstaterats vara förorenat i både jord och berg. Riktvärden har tagits fram för skydd av grundvatten och ytvatten och är applicerbara på grundvatten i jordlagren, se Tabell 8. I några provtagningspunkter har halter av PCE uppmätts i nivåer högre än framtaget riktvärde för skydd av grundvatten. För cDCE uppmätts mer generellt halter över det framtagna riktvärdet. Inga halter har uppmätts i grundvatten i jordlagren som överskrider riktvärdet för skydd av ytvatten.

Inom kvarteret Obygden är förutsättningarna för grundvattenuttag i jordlagren begränsade på grund av relativt täta jordar samt att jordtäcket har begränsad mäktighet. Dessa förutsättningar skiljer sig dock något inom området och förutsättningarna för grundvattenuttag ökar generellt något i områdets östra delar mot Åsenvägen. Närmaste utpekade grundvattenmagasin i jord återfinns ca 1 km öster om kvarteret Obygden, se också kapitel 2.6. Utifrån utförda undersökningar som visar på lägre halter nedströms källområdet samt de begränsade spridningsförutsättningarna i jordlagren bedöms grundvattenmagasinet i jord sannolikt inte påverkas av föroreningar från objektet.

Detta sammantaget innebär att Sweco gör bedömningen att grundvattnets skyddsvärde är begränsat inom och strax nedströms kvarteret Obygden. Det innebär att jämförelse av uppmätta halter i jord och grundvatten med framtagna riktvärden för skydd av grundvatten bör göras med försiktighet och värdering av riktvärdenas relevans måste göras.

Närmaste ytvattendrag Junebäcken finns knappt 1 km öster om kvarteret Obygden. Junebäcken är inte utpekad som en vattenförekomst eller angivet som övrigt vatten av Vattenmyndigheten, vars uppdrag är att genomföra EU:s vattendirektiv. Junebäcken mynnar ut i Vättern efter ca 2 km. Förutsättningarna för att föroreningar ska spridas från kvarteret Obygden via grundvatten till Junebäcken bedöms som ytterst begränsade och Junebäcken bedöms sannolikt inte påverkas av föroreningar från objektet.

Fri fas klorerade alifater har i utförda undersökningar konstaterats i berg och höga halter har uppmätts i jord och grundvatten som med stor sannolikhet också indikerar förekomst av fri fas i jord. Genomförda undersökningar visar också att det inte verkar finnas förutsättningar för fullständig nedbrytning. Grundvattnets skyddsvärde bedöms som begränsat och förutsättningarna för spridning till närmaste ytvatten bedöms som små men eftersom det finns fri fas och höga halter bedöms spridning till omgivningen kunna pågå under väldigt lång tidsperiod.

3.3 Behov av riskreduktion

De övergripande åtgärds målen (se Tabell 10 och kapitel 2.1.1) bedöms inte utifrån dagens situation vara uppfyllda och det finns därmed ett behov av åtgärder.

En jämförelse av uppmätta halter i olika medier med framtagna platsspecifika riktvärden har utförts i kapitel 3.2. Det konstateras att det är främst PCE som överskrider framtagna riktvärden för flertalet medier. Nedan redovisas en kortfattad beskrivning och sammanfattning av risker för människors hälsa och miljön.

I jord finns förorening i jordlagren och grundvattnet som orsakar förorening i porluften i jord och i luften under bostadshusen samt i ledningar. Risk för oacceptabla hälsorisker med avseende på inträngning av ånga kan därmed föreligga för de som bor inom källområdena (fastigheterna Obygden 10, 16 och 18) men även för de som bor på angränsande fastigheter (fastigheterna Obygden 11, 14 och 15) dit förorening sprids idag och fortsatt kan komma att spridas i framtiden.

I berg finns fri fas av förorening och mycket höga halter i grundvattnet. Risk för oacceptabla hälsorisker med avseende på inträngning av ånga kan därmed föreligga för de som bor inom källområdena (fastigheterna Obygden 10, 16 och 18), i områden där ytligt berg förekommer (t.ex. Obygden 15 som är grundlagd på berg) och i den sluttning där förorenat grundvatten från berget tränger ut i jordlagren (fastigheterna Obygden 11 och 14). Denna bedömning gäller både idag och i framtiden.

Grundvattnet nedströms källområdena är förorenat (både i jord och berg) vilket orsakar förorening i porluften i jord och i luften under bostadshusen. Inom fastigheten Obygden 13 är halterna i grundvattnet och porluften lägre och utifrån dagens situation bedöms risken för människors hälsa låg. Dock finns en osäkerhet på längre sikt eftersom det fortsatt sker en spridning av förorening från källområdena.

Att reducera halterna i jord och i grundvattnet är avgörande för att uppnå det övergripande åtgärds målet rörande människors hälsa (se Tabell 10 och kapitel 3.2.1).

Marklevande organismer exponeras för föroreningar och det finns en risk att de kan ta skada eftersom halterna överskrider framtagna riktvärde avseende skydd av markmiljö. Detta gäller främst inom källområdena. Åtgärder som utförs för att reducera risker för människors hälsa bedöms även ha positiv effekt på marklevande organismer och den ekologiska funktionen, åtminstone på längre sikt.

Utanför fastigheterna som omnämns ovan bedöms risken för människors hälsa vara liten med dagens kunskapsnivå. Detta utifrån de mätningar som har utförts på framför allt dricksvatten och inomhusluft. Dock finns en osäkerhet på längre sikt eftersom en fortsatt spridning av förorening sker ut från källområdena. Det är därför viktigt att utföra åtgärder som minskar spridningen från källområdena och som sänker halterna i grundvattnet så att åtgärds mål tre och fem kan uppnås (se Tabell 10 och kapitel 3.2.2).

Halterna i grundvattnet i både jord och berg är tydligt förhöjda inom källområdena men avtar med ökat avstånd från källområdena. Grundvattenföroreningen i jord är relativt väl avgränsad. Under Jönköpings stad förekommer ett grundvattenmagasin i jord. Det ligger ca 1 km öster om kvarteret Obygden. Närmaste ytvattendrag är Junebäcken som finns knappt 1 km öster om kvarteret Obygden. Utifrån utförda undersökningar som visar på lägre halter nedströms källområdena samt de begränsade spridningsförutsättningarna i jordlagren bedöms grundvattenmagasinet i jord och Junebäcken sannolikt inte påverkas av föroreningar från objektet.

I berg har spridningen i spricksystemet inte kartlagts i tillräcklig grad för att avgränsa källområdena och spridning ut från källområdena. Det är tydligt att grundvattnet som provtagits i energibrunnar både inom och utanför källområdena är påverkade av föroreningen. Halterna i grundvattnet som undersökts utanför källområdena är dock relativt låga och bedöms inte orsaka risker för inträngning av ånga i bostadshusen.

Halterna i grundvattnet bedöms inte, på naturlig väg, minska inom ett 100–1 000 års perspektiv. Det grundar sig på att det finns fri fas av förorening och att förutsättningarna för fullständig nedbrytning inte bedöms finnas.

I Tabell 10 presenteras en sammanfattning av måluppfyllelsen av de övergripande åtgärds målen. Av tabellen framgår tydligt att det finns ett åtgärdsbehov eftersom samtliga övergripande åtgärds mål inte uppfylls.

Tabell 10. Sammanställning om föreslagna övergripande åtgärds mål uppfylls eller ej.

Nr	Övergripande åtgärds mål	Uppfylls	Kommentar
1	Området ska kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att risker för människors hälsa uppkommer på grund av förorening.	Nej	Riskbedömningen visar på risk för oacceptabel exponering för boende främst genom exponeringsvägen inandning av ångor vid inomhusvistelse men också i viss mån genom exponering av förorenat dricksvatten.
2	Förekomst av föroreningar ska inte inverka på de ekologiska funktioner som markanvändningen kräver.	Nej	Riskbedömningen visar på halter av föroreningar i yttlig jord överskridande riktvärdet för markmiljö inom delar av området. Det finns därmed en risk för oacceptabel exponering av marklevande organismer.
3	Föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertas genom naturliga processer.	Nej	Fri fas har i utförda undersökningar konstaterats i berg och höga halter har uppmätts i jord och grundvatten som med stor sannolikhet också indikerar förekomst av fri fas i jord. Genomförda undersökningar visar att det inte i nuläget finns förutsättningar för fullständig nedbrytning.
4	Föroreningsmängden ska minskas så att markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner.	Nej	Höga halter i jord och grundvatten har konstaterats. Fri fas finns sannolikt. Med dessa förutsättningar kan inte markarbeten i nuläget ske fritt och utan restriktioner.
5	Föroreningsmängden ska minskas så att uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex., borrhning och sprängning) ska vara möjliga att genomföra.	Nej	Det bedöms föreligga risker att sprida föroreningar vid borrh- och sprängarbeten i berg. Riskerna är förknippade med att borrhningar och sprängningar i berg kan förändra och öppna upp för nya spridningsvägar i berget. Även pumpning och bortledning av grundvatten vid olika typer av byggnationer kan försvåras på grund av risken att sprida föroreningar.

4 PROJEKTSPECIFIKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ÅTGÄRDSUTREDNINGEN

Åtgärdsutredningen som presenteras i denna rapport tar avstamp i tidigare åtgärdsutredningar (Sweco 2017 och Sweco 2020).

En åtgärdsutredning delas in i följande moment: identifiering av tänkbara åtgärdsalternativ, inledande alternativanalys, fördjupad alternativanalys, och sammanställning av acceptabla åtgärdsalternativ. Dessa steg har utförts tidigare men eftersom tidigare åtgärdsutredning (Sweco 2020) inte kunde leda fram till ett beslut om slutligt åtgärdsalternativ har fler utredningar utförts under 2021. Vid komplexa projekt som detta, är det inte ovanligt att processen behöver utföras i flera steg för att förfinas och utveckla åtgärdsalternativen.

I arbetet har projektet på nytt sett över vissa kriterier som ingår i processen ”Att välja efterbehandlingsåtgärd (Naturvårdsverket, 2009b), t.ex. de övergripande åtgärdsmålen, intressenternas förutsättningar, teknisk genomförbarhet och alternativens möjlighet att uppnå uppsatta mål. Nedanstående kapitel avser att redovisa de nya perspektiv som de åtgärdsförberedande undersökningarna som utförts under 2021 har givit.

4.1 Åtgärdsområden

De nya resultat som har erhållits från de åtgärdsförberedande undersökningarna har inneburit att nya åtgärdsområden har tagits fram för jord och berg.

Nedan beskrivs dels källområde, dels åtgärdsområde. Ett källområde definieras i denna rapport som ett område där fri fas av föroreningen bedöms kunna förekomma och där mycket höga halter har påvisats, halter som enligt ”tumregeln” indikerar fri fas. ”Tumregeln” säger att en halt av PCE på $>1\,500\ \mu\text{g/l}$ i grundvatten och en halt PCE $>50\ \text{mg/kg TS}$ i jord indikerar förekomst av fri fas.

I anslutning till källområdena finns föroreningar i lägre halter, dock bedöms halterna inom några områden ändå vara så höga att åtgärder krävs för att uppnå det övergripande åtgärdsmålen. Dessa områden tillsammans med källområdena definieras som åtgärdsområdet.

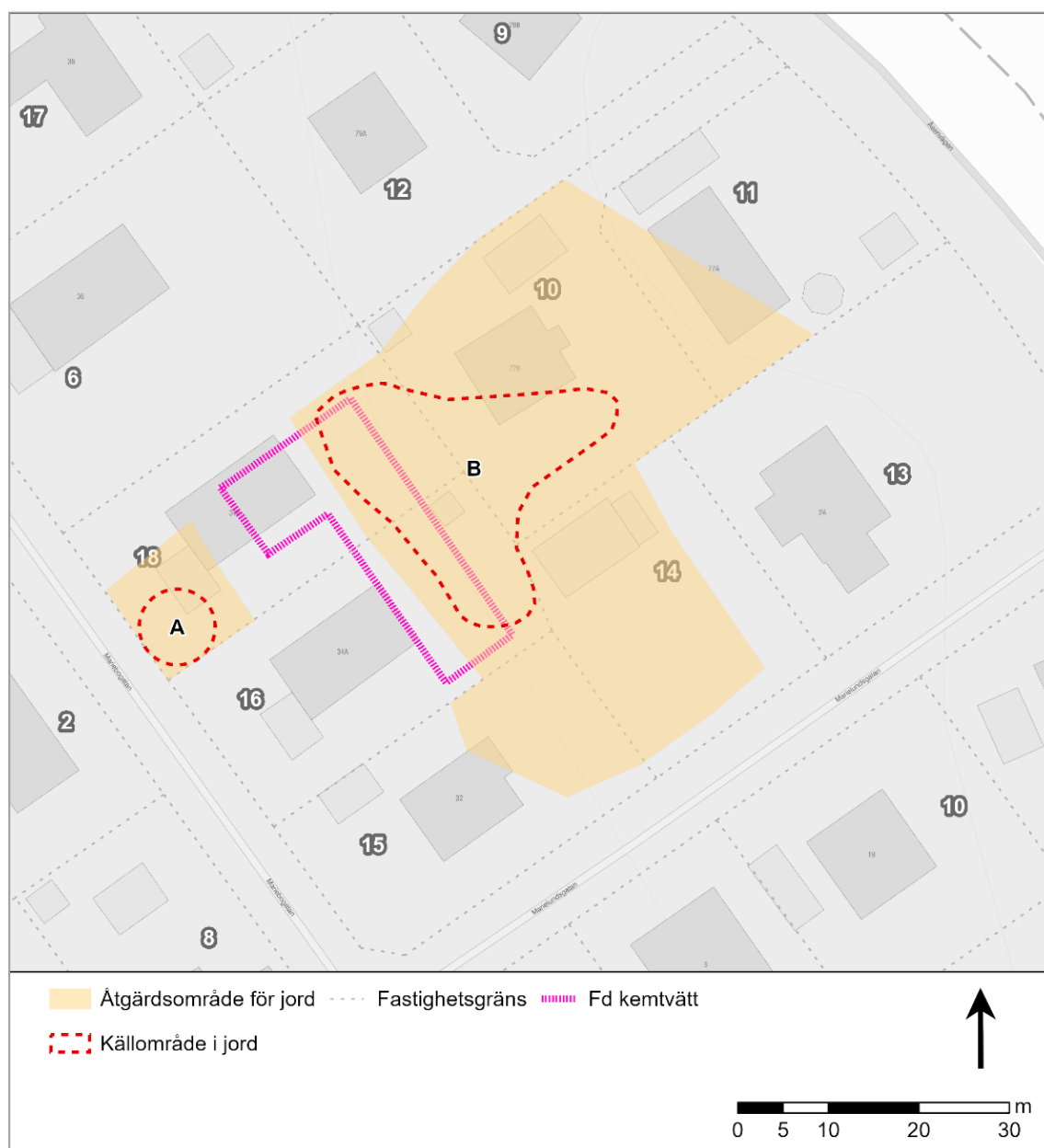
4.1.1 Jord

I Figur 20 redovisas en bedömd utbredning av åtgärdsområdet för jord. I figuren redovisas också utbredning för bedömt källområde i jord. I anslutning till källområdena finns förorening i jord och grundvatten där halterna i jord och grundvatten bedöms vara så höga att åtgärder krävs för att uppnå det övergripande åtgärdsmålen (orangea områden på kartan). Dessa områden är åtgärdsområdet för jord.

Avgränsningen beaktar också fastighetsgränser och vägar. Fastigheter som ligger angränsande till åtgärdsområdet har undersökts. Förekomst av föroreningar är inom dessa mycket begränsad och någon risk för människors hälsa bedöms inte föreligga utanför åtgärdsområdet för jord. Detta innebär att åtgärdsområdet för jord berör fastigheterna Obygden 10, 11, 14, 15, 16 och 18. Inget åtgärdsbehov bedöms föreligga i grundvattnet i jord utanför ovan nämnda fastigheter. Bedömningen är att halterna i grundvattnet kommer att minska efter att åtgärder genomförs i åtgärdsområdena.

Detaljerad avgränsning av åtgärdsområdet utförs i samband med åtgärden enligt fastställda mätbara åtgärds mål och avgränsningen mot fastigheter som ej omfattas av åtgärdsområdet säkerställs därmed. Förslag på mätbara åtgärds mål presenteras i kapitel 8.

Ytor och volymer för åtgärdsområdet redovisas i Tabell 11. Dessa har uppdaterats utifrån den nya kunskap som erhållits vid de åtgärdsförberedande undersökningarna som utförts under 2021.



Figur 20. Åtgärdsområde för jord (orangea områden på kartan). Åtgärdsområdet i jord berör fastigheterna Obygden 10, 11, 14, 15, 16 och 18.

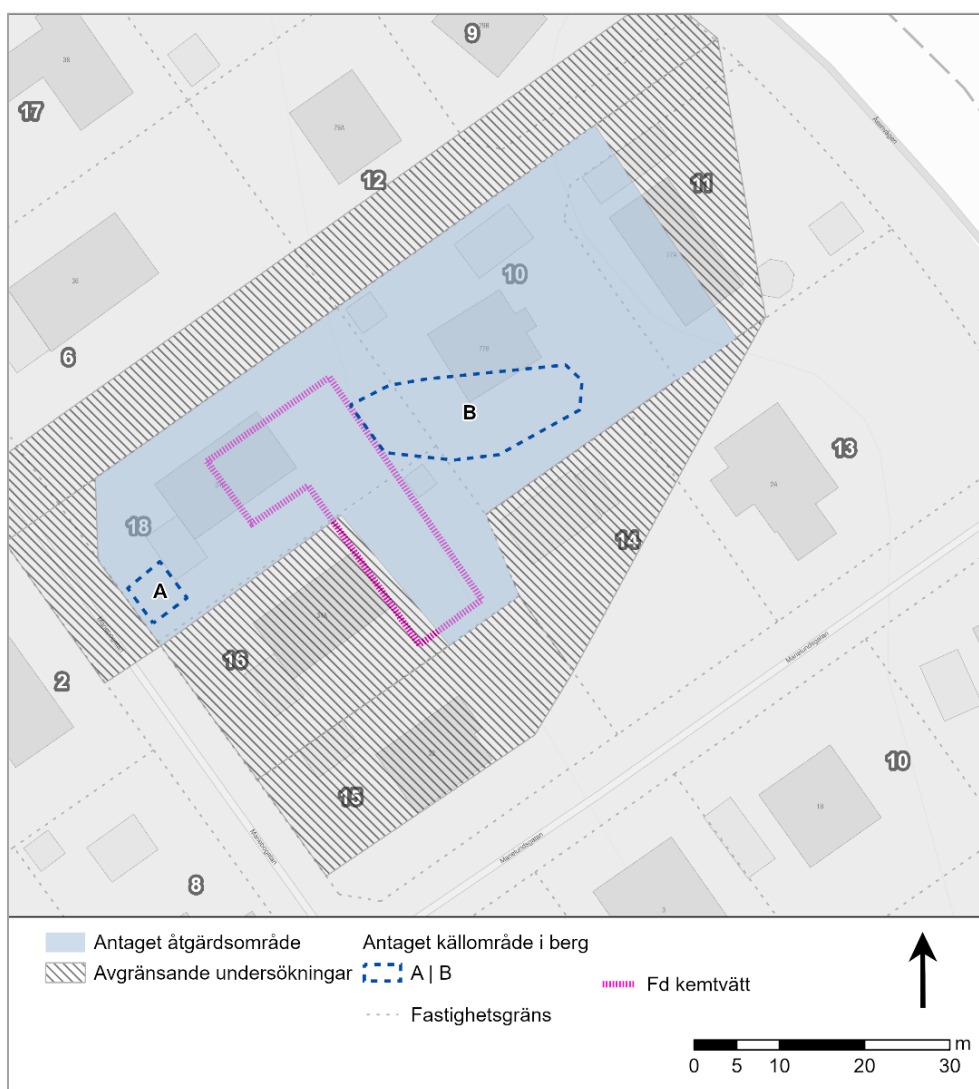
Tabell 11. Area, djup, total volym jord och volym förorenad jord inom antaget åtgärdsområde. Total volym omfattar även ren jord som ligger ovanpå förorenad jord. Observera att data i tabellen bygger på nu tillgänglig information.

Jord	Måktighet (m)	Area (m ²)	Total volym (m ³)	Varav förorenad volym (m ³)
Omfattning källområde	0–5	560	2 300	1 700
Omfattning övrigt åtgärdsområde	0–5	1 720	6 000	4 600

4.1.2 Berg

I Figur 21 redovisas ett antaget åtgärdsområde för berg. I figuren redovisas även en antagen utbredning av källområden i berg. Det antagna åtgärdsområdet i blått i figuren omfattar fastigheterna Obygden 10, 11, 16 och 18. Inom dessa fastigheter har utförda undersökningar visat på betydande förekomst av förorening i berg. Den mest sprickfrekventa delen av berget förekommer enligt bergkarteringen i de två översta metrarna av berget. I övrigt är berget sprickfattigt i merparten av de borrhälsningar som utförts.

Ytterligare undersökningar behöver utföras för att med större säkerhet avgränsa åtgärdsområdet. Stora delar av denna avgränsning görs med fördel i samband med åtgärden. Vissa undersökningar, t.ex. i spridningsriktningen mot Obygden 9 och 12, rekommenderas att utföras tidigare för att kunna bedöma om det möjligen skulle finnas ett åtgärdsbehov även inom dessa fastigheter. Fastigheterna som berörs av avgränsande undersökningar är utöver ovan nämnda även Obygden 13, 14 och 15. Åtgärdsområdet som anges i figuren motsvarar alltså området som bedöms vara i behov av åtgärd såsom det kan beskrivas i nuläget.

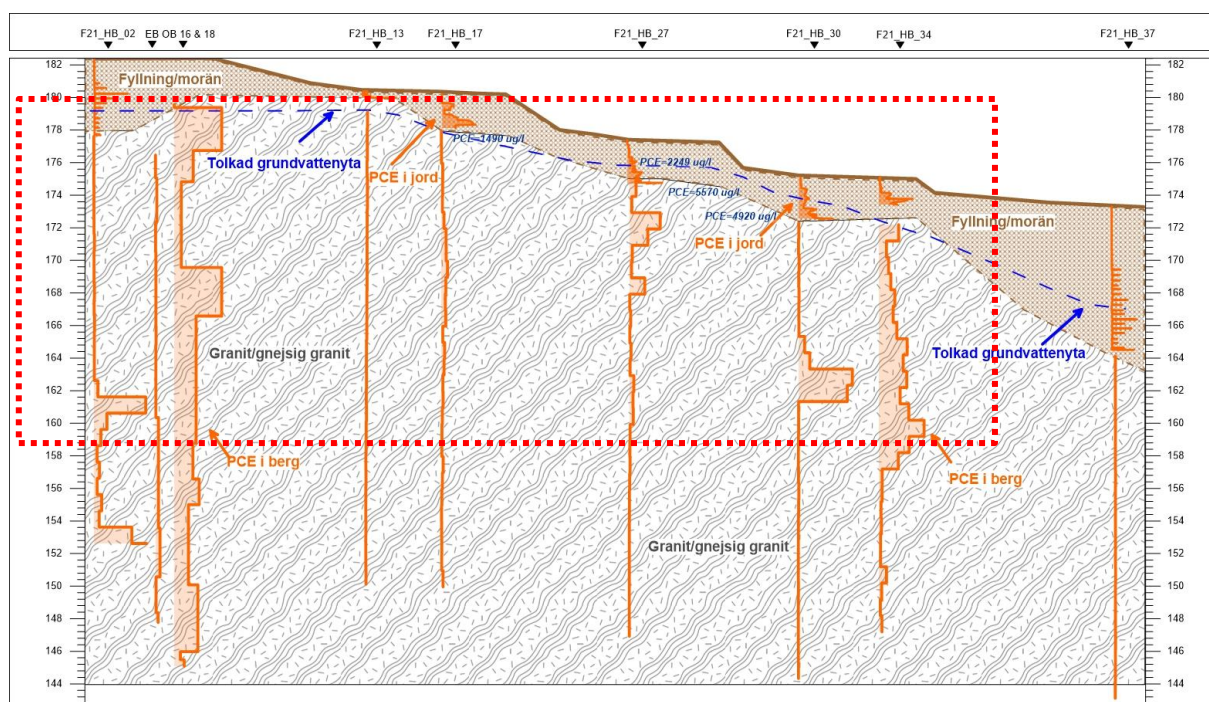


Figur 21. Åtgärdsområde för berg (ljusblått område). Åtgärdsområdet motsvarar ett område som bedöms vara i behov av åtgärd såsom det kan beskrivas i nuläget och berör fastigheterna Obygden 10, 11, 16 och 18. Det streckade området är ett område där avgränsande undersökningar behöver utföras.

Åtgärdsområdet i berg har antagits omfatta en mäktighet om mellan 14–20 meter (ner till +160 meter över havet), beroende av markyta och bergnivå på de olika fastigheterna, se Figur 22 och bilaga 3 för större figur. Eftersom marken sluttar kraftigt i området är bedömningen att fastigheterna Obygden 16 och 18 behöver åtgärdas lite djupare än Obygden 10 och 11. Detta för att inte riskera att en djupare förorening på Obygden 16 och 18 ska spridas med sprickor och återförorena ytligt berg på Obygden 10 och 11 (se tex Figur 21 för fastighetsbeteckningar).

Utifrån nuvarande kunskapsläge bedöms däremot inget åtgärdsbehov föreligga i grundvattnet i jord och berg nedströms åtgärdsområdena. Bedömningen är att halterna i grundvattnet kommer att minska efter att åtgärder genomförts i åtgärdsområdena.

Ytor och volymer för åtgärdsområdet redovisas i Tabell 12. Dessa har uppdaterats utifrån den nya kunskap som erhållits vid de åtgärdsförberedande undersökningarna som utförts under 2021.



Figur 22. Åtgärdsområde i berg i profil. Profilen går genom bedömt källområde från Obygden 18 till vänster ner till Obygden 11 till höger. Röd kvadrat redovisar antaget åtgärdsområde.

Tabell 12. Area, djup och volym av förorenat berg inom antagna åtgärdsområde. Observera att data i tabellen bygger på nu tillgänglig information.

Berg	Mäktighet (m)	Area (m ²)	Volym (m ³)
Omfattning källområde*	16–20	240	4 000
Omfattning övrigt åtgärdsområde*	12–20	1 900	33 000

* Avgränsning är inte genomförd; area, djup och volym är antagna.

4.2 Arbetsområde

De åtgärdsförberedande undersökningarna har, utöver själva föroreningsituationen, även beaktat geotekniska och logistiska aspekter för åtgärdens genomförande. Dessa aspekter sammanfattas i detta kapitel.

4.3 Tekniska och geotekniska förutsättningar

Grundläggningen för bostadshusen varierar där en del hus är grundlagda direkt på berg och andra på jord. För flertalet bostadshus, främst husen på Obygden 15, 16 och 18 har sprängningar utförts efter att kemtvätten revs. Detta innebär att det troligen finns en zon mellan bostadshuset och berget på mellan ca 0,5 och 1,0 meter där ett mer genomsläppligt material förekommer direkt på det förorenade berget. Det kan även finnas en risk att massor som förorenats använts som återfyllnadsmaterial under bostadshusen. Sprängningarna som sådana kan också ha gett upphov till nya, ytliga sprickbildningar, där förorening kan spridas.

Enligt den geotekniska rapport som tagits fram (Sweco 2021) behöver en schaktsanering hålla ett avstånd om minst 1,5 meter från byggnader. Detta för att inte påverka stabiliteten under byggnaden, om slänten skulle erodera in i grundläggningsbädden under byggnaden. Där jorddjupet överstiger 4,0 meter rekommenderas spont, i övrigt kan schakt utföras med slänt i 1:1 ner till 2,0 meter eller till grundvattenytan och mellan 2,0–4,0 meter i lutningen 1:1,5 eller flackare. Schakten ska tillämpas arbetsmiljösäkert. För att kunna utvidga schakten och undvika slänthlutning behövs en spont även vid grundare schakt. En spont behöver slås betydligt djupare än schaktbotten för att säkra dess stabilitet. Eftersom schakten ska utföras ner till berg behöver en spont förankras på annat sätt, till exempel genom en bakåtförankring som kommer behöva borrar in i berget under byggnader. Att installera en spont som ökar schaktbarheten i området bedöms vara mycket tekniskt komplicerat och omfattar stora risker. Exempelvis innebär det risk för skador på byggnader och installationer när sponten vibreras ner. Sammanfattningsvis rekommenderas inte spontning pga. komplexiteten och riskerna. En schakt utan spontning innebär att endast en mycket liten andel av föroreningarna kan avlägsnas. Därmed kan schakt avfärdas som ett åtgärdsalternativ om bostadshusen bevaras. I bilaga 5 finns en visualisering av vilka områden som bedöms möjliga att schakta ur utifrån de säkerhetsavstånd och slänthlutningar som beskrivs ovan (utan spont och andra tekniskt komplexa lösningar) om bostadshusen bevaras. I bilaga 5 redovisas bedömt åtgärdsdjup för en schaktsanering. I flera områden kommer schakten behöva avbrytas av tekniska skäl innan föroreningarna nås.

Den slänt som idag sluttar ner från Obygden 16 och 18 mot 10 är inte stabil. Inom denna slänt finns en betydande andel av källområdet, både i jord och berg och en åtgärd i detta område är nödvändig. Tunga fordon (grävmaskiner, borrhjalar osv) kan inte gå nära släntkrönet då det finns risk för ras ner mot bostadshuset på Obygden 10. Huset på Obygden 10 står ca 2–3 meter från slänthöden.

Uppvärmnings- och uppsamlingsbrunnar, injekteringsbrunnar osv som behövs vid en in-situ åtgärd behöver installeras med ett jämnt mellanrum, med ett avstånd på maximalt 4–5 meter. Kemiska och biologiska in-situ teknikers effektivitet är beroende av att behandlingsmedlen kan fördelas till områden där föroreningshalten är som högst samt att en jämn fördelning erhålls. Byggnader och andra konstruktioner försvårar detta då lokalisering av punkter måste styras utifrån markens tillgänglighet och inte utifrån optimal placering i förhållande till föroreningen. Borrhjalar behöver genomföras med vinkel in under byggnaderna vilket är mer komplicerat jämfört med om inga hinder förekommer. Borrhål in under byggnader riskerar att skada byggnader vilket är en osäkerhet som entreprenören behöver ta höjd för vid genomförandet. Vidare är det svårt att få en optimal placering med jämna mellanrum vid vinklad borrhjalar.

Det är inte givet att det tekniskt går att borra vinklat in under byggnaderna om utrymmet för borrhjulen är för litet. Många borrhjulen kommer sannolikt behöva utgå vilket innebär en risk att förorening lämnas kvar, särskilt under byggnader. Att borra inne i bostadshusen kräver att arbetsmaskiner kan ta sig in, vilket inte bedöms genomförbart. Borrhjulen inne i bostadshus skulle innebära att det mesta av husets invändiga delar behöver rivas och att ett stort hål behöver tas upp i yttervägg för att komma in med borrhjulen.

4.3.1 Logistiska förutsättningar

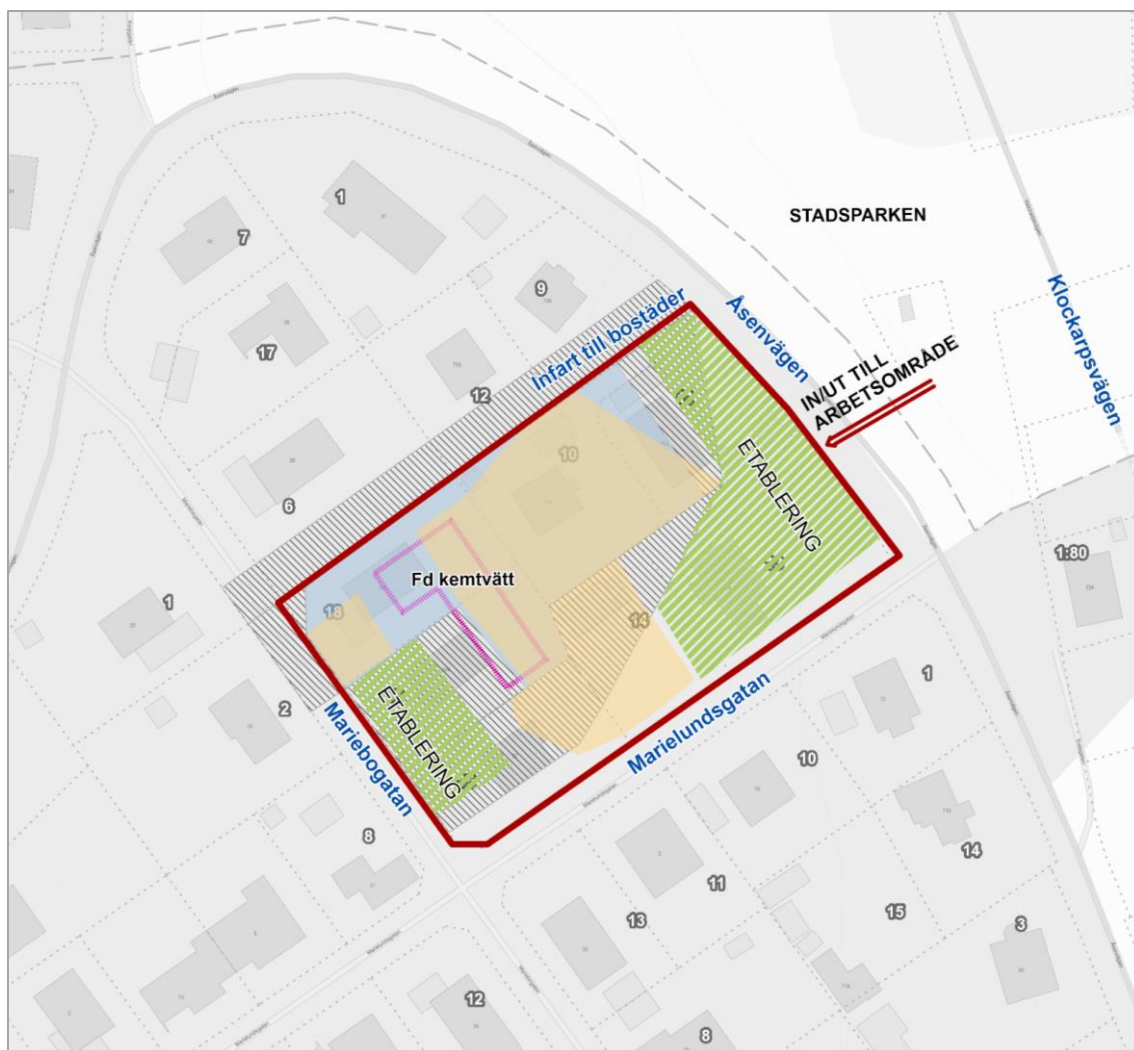
För att kunna utföra de efterbehandlingsåtgärder som krävs för att nå de mätbara åtgärdsmålen som kommer att ställas behöver ytan förberedas och tillgängliggöras ur teknisk synvinkel. Oavsett åtgärds teknik är det en förutsättning att träd och buskar, staket, murar, uteplatser, förråd och vissa garage rivs för att ge ett visst utrymme för borrhjulen, lyftkranar, schaktmaskiner osv. Trots nedtagning av växtlighet och rivning av dessa konstruktioner är utrymmet extremt begränsat.

Befintliga ledningar som el, fiber, vatten och avlopp kommer behöva grävas upp och ersättas med nytt när arbetet är klart. Även en sådan schakt kan bli svår att utföra säkert om området inte tillgängliggörs/stabiliseras.

Oavsett vilken åtgärds metod som väljs så behöver vägar, etablerings- och uppslagsytor anläggas. Slänter mellan de olika fastigheterna behöver planas ut eller stabiliseras för att möjliggöra en sammanlänkning av åtgärds området. Det behöver även göras plats för personalbodar och arbetsbodar, reningsanläggningar, uppslagsytor, vändplatser osv. Hela arbetsområdet måste vara sammanhängande och vara inhägnat och låst.

En utformning av en efterbehandlingsåtgärd måste också ta hänsyn till påverkan på närboende under genomförandet och det är därför önskvärt att hålla entreprenadytorna så samlat som möjligt.

Den mest lämpade ytan för en etablering är fastigheten Obygden 13, se Figur 23. Dels för att den är relativt plan inom delen ner mot Åsensvägen men framför allt för att den är lättillgänglig från Åsensvägen. Inga tunga transporter eller annan logistik behöver köra in i själva bostadsområdet på Mariebo om in och utfart till arbetsområdet kan ske från fastigheten Obygden 13. Därmed kan störningar för kringboende minimeras.



Figur 23. Förslag på arbetsområde som kan hägnas in och som även på bästa sätt minimerar störning på bostadsområdena runt Mariebogatan och Marielundsgatan. In och utfart sker direkt till Åsensvägen. Orangea områden på kartan är åtgärdsområde för jord. Ljusblått område är åtgärdsområde för berg. Det streckade området i svart är ett område där avgränsande undersökningar behöver utföras. Grönstreckade ytor är ytor för etablering av reningsverk och andra entreprenadrelaterade verksamheter.

4.3.2 Avgränsning av åtgärdsområde

Sweco har under 2021 utfört kompletterande och fördjupade undersökningar för att utreda föroreningsituationen i bland annat jord, grundvatten och berg (Sweco 2022a). Till stora delar bekräftas den tidigare kända föroreningsituationen av undersökningarna utförda under 2021. Källområdet för föroreningen är främst inom Obygden 10, 16 och 18. Källområdet är relativt väl avgränsat i jord men inte i berg. Föroreningen breder ut sig i jord och berg på fastigheterna Obygden 11, 13, 14 och 15.

Provtagningspunkterna som är utförda under 2021, men även tidigare, har inte helt fritt kunnat placeras inom undersökningsområdet med anledning av tekniska hinder såsom slänter, betongmurar, uteplatser, träd och inte minst befintliga bostadshus och garage. Föroreningsituationen under bland annat befintliga byggnader har således inte kunnat undersökas vilket innebär en stor osäkerhet kring faktiskt förekommande föroreningar under byggnader.

Provtagningar av porluften under bottenplattan, inomhusluften i bostadshusen samt närliggande jord- och grundvattenprov visar att det finns förorening under bostadshusen. Detta gäller speciellt för bostadshusen på fastigheterna Obygden 10, 11, 15 samt 18 där svackor eller lutningar i terräng och berg indikerar spridningsriktning in under bostadshusen. Omfattande undersökningar inne i bostadshusen med hundsök (Orbicon 2019), provtagning av porluft under bottenplattor och husgrunder, avloppsledningar, dricksvattenledningar och inomhusluft har konstaterat påverkan på inomhusmiljön men har inte kunnat fastslå med säkerhet var källan till de föroreningar som tränger in i bostadshusen finns.

Ytterligare kompletterande provtagning i såväl inomhusmiljö som utomhus i jord och berg med befintlig situation avseende på byggnader, slänter, fasta installationer etc. skulle sannolikt inte ge mycket mer information än den som nu är känd. Kompletterande provpunkter skulle behöva placeras i nära anslutning till redan tidigare utförda provpunkter pga. utrymmesbrist vilket inte ger den data som krävs för att avgränsa föroreningen inför åtgärd.

För att kunna utreda föroreningssituationen mer i detalj behöver mer mark friläggas och större åverkan på fastigheterna blir nödvändig. Slänter, betongmurar, uteplatser, träd och även befintliga byggnader behöver rivas. Sett till områdets totala yta så utgör den yta som varit fri att undersöka ca 20 %.

Föroreningssituationen är heller inte avgränsad mot Obygden 9 och 12 varför kompletterande provtagning även behöver utföras på eller i nära anslutning till dessa fastigheter. Intrång på dessa två fastigheter rör vad som kan antas i nuläget främst körytor och parkeringsytor på fastigheternas södra delar.

Utan byggnader och andra markförlagda konstruktioner på platsen kommer föroreningen bättre kunna avgränsas och kvantifieras, sett till hela föroreningssituationen. Om byggnader och markförlagda konstruktioner är kvar innebär det stora osäkerheter som lämnas kvar till framtiden och en trolig restförorening under byggnader, infarter, terrasseringar, murar och ledningar och i närliggande jord. Risken att en eventuell åtgärd inte når in under byggnader och konstruktioner är överhängande, vilket även innebär att riskreduktionen riskerar att inte bli tillräcklig.

Projektet erhåller mindre projektrisker vid genomförandet om det inte finns några byggnader på platsen jämfört med om byggnader står kvar. Färre projektrisker leder till kostnadsvinster i åtgärdens genomförande. Dels förväntas färre tekniska komplikationer och att åtgärden kan genomföras snabbare med högre kontroll över slutresultatet.

5 FÖRDJUPAD ÅTGÄRDSUTREDNING

I detta kapitel presenteras de åtgärdstekniker och åtgärdsalternativ som projektgruppen (se kapitel 1.4) bedömer vara aktuella baserat på de projektspecifika förutsättningar som beskrivits ovan. Endast åtgärdsalternativ som bedöms kunna uppnå de övergripande åtgärds målen har valts ut. Slutligen bedöms graden av riskreduktion och måluppfyllelse som kan uppnås vid de olika åtgärdsalternativen.

5.1 Åtgärdstekniker

De valda åtgärdsteknikerna som presenterats i tidigare åtgärdsutredning (Sweco 2020a) bedöms i huvudsak fortsatt vara tillämpbara och sammanfattas kort i Tabell 13 för jord och Tabell 14 för berg. Teknikerna kan komma att behöva kombineras för att kunna uppfylla åtgärds målen. I Tabell 15 redovisas de tekniker som har valts bort tillsammans med en motivering till varför de har valts bort.

Med in-situ avses att metoderna tillämpas på föroreningen på plats där den finns i jord, berg och grundvatten. Med off-site menas att behandlingen av föroreningen sker på annan plats.

Tabell 13. Kortfattad sammanfattning över valda åtgärdstekniker i berg. Teknikerna kan komma att behöva kombineras för att kunna uppfylla åtgärds målen.

	Källområde	Övrigt åtgärdsområde	
	Jord omättad zon	Jord mättad zon	Jord mättad zon
Termisk behandling	Ja	Ja	Ja
Schakt av jord med behandling off site	Ja	Ja	Ja
Injektering av produkter som:			
orsakar en fastläggning av föroreningar och som ger en kraftig kemisk reduktion	Nej	Ja	Nej
direkt orsakar kemisk reduktion eller som stimulerar nedbrytning	Nej	Nej	Ja
stimulerad biologisk nedbrytning.	Nej	Nej	Ja
Porgasextraktion (SVE, soil vapour extraktion)	Ja	Nej	Nej

Tabell 14. Kortfattad sammanfattning över valda åtgärdstekniker i berg. Teknikerna kan komma att behöva kombineras för att kunna uppfylla åtgärds målen.

	Källområde i berg	Övrigt åtgärdsområde i berg
Termisk behandling	Ja	Ja
Recirkulering av produkter som:		
direkt orsakar kemisk reduktion eller som stimulerar nedbrytning	Ja	Ja
stimulerar biologisk nedbrytning	Nej	Ja

Tabell 15. Åtgärdstekniker/-lösningar som har valts bort i denna utredning med motivering.

Struken teknik/lösning	Motivering
In-situ jordtvätt med efterföljande stimulerad biologisk nedbrytning eller kemisk oxidation. Recirkulering av grundvatten. Kemisk oxidation.	Att tillföra vatten i den omättade zonen bedöms inte genomförbart baserat på geotekniska aspekter. Området ligger i en brant sluttning med instabila slänter. Oxidanter är dyra, mindre hållbara och innebär noggrann hantering av aktiva produkter för att undvika risker därför väljs det bort nu. Eventuellt kan det föreslås av anlitad entreprenör som en hantering av förorenat grundvatten.
Permeabel reaktiv barriär av t.ex. järn för att rena grundvattnet i jord.	Skulle kunna användas i kombination med/ i tillägg till kemisk/biologisk behandling av grundvattnet men inte som enskild teknik.
Pumpa och behandla grundvatten (Pump and Treat). Grundvattnet behandlas genom kemisk oxidation i mobilt reningsverk. Återinfiltration av renat vatten i källområde för att tvätta ur förorening.	Åtgärder inte källområdet. Dock en möjlig teknik för att rena vatten i samband med annan åtgärdsteknik. Återinfiltration av renat vatten bedöms inte genomförbart baserat på geotekniska aspekter.
Solidifiering. Genom att solidifiera marken under byggnader kan spridning in i byggnaden via ånginträngning förhindras.	Obeprövad metod. Begränsad tillgänglighet då byggnaderna ligger tätt.

5.2 Åtgärdsalternativ

Åtgärdsalternativen som redovisas nedan visar hur de valda åtgärds teknikerna som framgår av Tabell 13 och Tabell 14 ovan kan appliceras i åtgärdsområdena för att åstadkomma en riskreduktion som förväntas uppfylla de övergripande åtgärds målen. Åtgärdsalternativen är till viss del olika ambitiösa avseende till exempel mängdreduktion och vilka resthalter som kvarstår efter slutförd åtgärd. Åtgärder behövs i både jord och berg och alternativen omfattar båda. Samtliga alternativ förutsätter att hela arbetsområdet (se Figur 23) tillgängliggjorts och att byggnader och andra konstruktioner har avlägsnats före entreprenaden.

- Åtgärdsalternativ 1A – **Termisk** behandling av hela åtgärdsområdet, både i jord och berg (maxalternativ). Ytlig jord som inte är förorenad skyddas från uppvärmning.
- Åtgärdsalternativ 1B – **Termisk** behandling av källområden i jord och berg samt **biologisk** behandling av mättad zon i jord och berg i övrigt åtgärdsområde.
- Åtgärdsalternativ 3A – **Schakt** ner till berg i åtgärdsområdet för jord och **kemisk/ biologisk** behandling i åtgärdsområdet i berg.
- Åtgärdsalternativ 3B – **Schakt** av jord i källområdet och **kemisk/ biologisk** behandling av mättad zon i jord och berg i åtgärdsområdet
- Åtgärdsalternativ 6 – **SVE** (porgasextraktion) i hela åtgärdsområdet i den omättade zonen och **kemisk** behandling av mättad zon i jord och berg i hela åtgärdsområdet

De åtgärdsförberedande undersökningarna som utförts under 2021 har givit ett bättre underlag för att bedöma alternativens genomförbarhet och projektrisker. Den samlade bedömningen är att ett arbetsområde enligt Figur 23 rekommenderas för åtgärds genomförande. Detta innebär att två åtgärdsalternativ, alternativ 2, 4 och 5 som presenterats i tidigare åtgärdsutredning har valts bort i föreliggande åtgärdsutredning. Åtgärdsalternativ 2 omfattade termisk behandling i källområde med bibehållna bostadshus. Åtgärdsalternativ 4 omfattade schakt och biologisk behandling av källområde med bibehållna bostadshus. Åtgärdsalternativ 5 omfattade behandling av föroreningar djupt nere i berget. Alternativ 5 var ej utrett i detalj.

De nya resultateten innebär även att åtgärdsalternativ 1 och 3 har reviderats. Åtgärdsalternativen som beskrivs i denna rapport sammanfattas i Tabell 16 och Tabell 17 nedan.

Tabell 16. Sammanfattning av åtgärdsalternativen för jord.

Jord			Jord omättad zon	Jord mättad zon
			Källområde	Övrigt åtgärdsområde
Åtgärdsalternativ	1	A	Termisk behandling, ytlig jord skyddas från uppvärmning.	
		B	Termisk behandling, ytlig jord skyddas från uppvärmning	Injektering av produkter som stimulerar biologisk nedbrytning
	3	A	Schakt av jord ner till berg med behandling off-site, ytlig jord som inte behöver åtgärdas återanvänds	
		B	Schakt av jord ner till berg med behandling off-site, ytlig jord som inte behöver åtgärdas återanvänds	Injektering av produkter som direkt orsakar kemisk reduktion eller som stimulerar nedbrytning
	6	Porgasextraktion		Injektering av produkter som direkt orsakar kemisk reduktion eller som stimulerar nedbrytning
		Injektering av produkter som orsakar en fastläggning av föroreningar och som ger en kraftig kemisk reduktion		

Tabell 17. Sammanfattning av åtgärdsalternativen för berg

	Berg	Källområde	Övrigt åtgärdsområde
Åtgärdsalternativ	1	A	Termisk behandling
		B	Termisk behandling
	3	Tillsättning av produkt via recirkulationsbrunnar som stimulerad biologisk nedbrytning	
		Tillsättning av produkt via recirkulationsbrunnar som direkt orsakar kemisk reduktion eller som stimulerar nedbrytning. Eventuell fri fas som ansamlas i brunnarna sugas upp.	
	6	Injektering av produkter i borrhållsbrunnar som ger en kraftig kemisk reduktion	Tillsättning av produkt via recirkulationsbrunnar som direkt orsakar kemisk reduktion eller som stimulerar nedbrytning

5.3 Teknisk beskrivning

I detta kapitel beskrivs de olika åtgärdsteknikerna. Beskrivningarna är generellt hållna och inte anpassade exakt till förutsättningarna inom arbetsområdet. Beskrivningen av åtgärdsteknikerna är i huvudsak hämtade från Åtgärdsportalen² och mer information om teknikerna finns att läsa där. I kapitel 5.4 "Omfattning" nedan beskrivs en mer platsanpassad omfattning och utförande av teknikerna.

5.3.1 Termisk behandling

Termisk behandling (benämnt In-Situ Termisk Desorption, ISTD) innebär att föroreningar tvingas över till gasfas genom kraftig uppvärmning. Temperaturer upp mot vattnets kokpunkt behövs vilket medför att även vatten förångas. Gasfasen samlas sedan upp (porgasextraktion, se kapitel 5.3.4), kyls av och de klorerade föroreningarna avskiljs från luften genom t.ex. kolfilter, se Figur 24. Termisk behandling är främst tillämplig på källområdet då metodens effektivitet och kostnadsnivå gör att den passar på områden med höga föroreningsnivåer och stort åtgärdsbehov.

Åtgärden innebär installation utav uppvärmnings- och uppsamlingsbrunnar ner i jord och berg. Ovan markytan läggs ett tätande skikt med utsugspunkter som gör att uppvärmd uppstigande luft som inte fångas i uppsamlingsbrunnarna stoppas och samlas upp vid markytan.

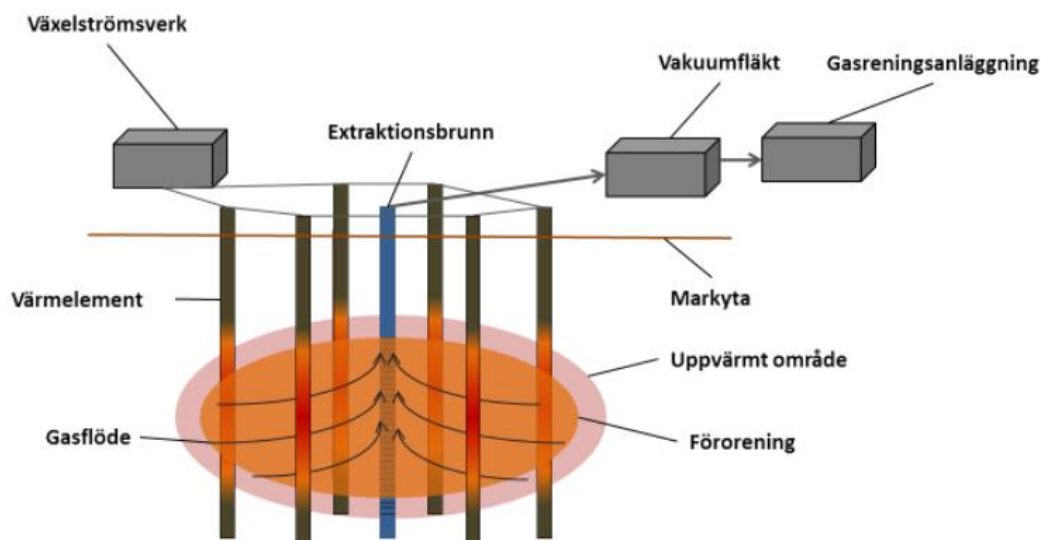
Tekniken är mycket energikrävande vilket kräver att åtgärdsområdet är kopplat till en effektiv strömkälla. Som minst krävs 1 100 kW. Anläggningen behöver vara i drift dygnet runt vilket gör den känslig för störningar på elnätet. Under framtagandet av denna rapport så har energipriser och risk för energi-brist i Sverige och Europa blivit en projektrisk att beakta. Det har t.ex. kommit larm från myndigheter om att elen kan stängas av i korta perioder under vinterhalvåret, vilket i sin tur kan påverka projektets framdrift. De höga energipriserna kan också i hög grad påverka kostnaden för projektet.

Samtliga ledningar och installationer i mark inom åtgärdsområdet samt direkt utanför behöver skyddas alternativt läggas ovan mark under tiden som åtgärden genomförs.

Tekniken förutsätter att alla volymer med fri fas och höga föroreningshalter är väl definierade. Om det råder osäkerhet kring avgränsningen av de mest förorenade volymerna föreligger risk för återkontaminering från områden som inte har sanerats. Detaljeringsnivå på avgränsningen av

² <https://www.atgardsportalen.se/>

åtgärdsområdet påverkar dock åtgärdskostnaden. Om avgränsningen är osäker kan behandlingsvolymen bli för liten och då finns det risk att åtgärds målen inte uppnås. Projektet drar då ut på tiden eftersom området måste utvidgas. Om behandlingsvolymen blir för stor på grund av kunskapsluckor, ökar åtgärds kostnaderna proportionellt med volymökningen. En slutlig avgränsning av området kan utföras i samband med installation inför åtgärden. Teknikens effektivitet åtgärdar med hög säkerhet alla föroreningar som finns inom åtgärdsområdet.



Figur 24. Bilden visar en principskiss för termisk behandling. Marken värms med hjälp av värmelement kopplade till växelströmsverk, varvid föroreningar från kemtvätten avgår i gasfas. Avdrivna gaser omhändertas i extraktionsbrunnar. Metoden måste således alltid kombineras med konventionell porgasextraktion där gaserna även renas innan de släpps ut till atmosfären. Illustration av Peter Harms-Ringdahl Källa: Åtgärdsportalen (<https://www.atgardsportalen.se/>)



Figur 25. Bilden visar område inom vilket termisk åtgärd pågår. Ytan är här tätad med betong.

5.3.2 Schakt av jord med behandling off site

Schaktsanering kan utföras i alla jordartstyper. Ofta är metoden begränsad till det maximala grävdjupet för den schaktutrustning som används. Men genom terrasserad eller pallvis schaktning kan även föroreningar på större djup avlägsnas. Urgrävda massor läggs om möjligt direkt på transportfordon/trailer för borttransport.

Komplicerande faktorer kan vara förekomst av höga halter och fri fas av föroreningar i schaktgropar. Scenariot skapar arbetsmiljörisker som måste regleras i upphandlingen av entreprenören. Schaktningen kan också orsaka spridning av föroreningar, vilket kräver särskilda skyddsanordningar.

Övergångszonen mellan jord och berg kan bestå av en blandning av morän och bergmaterial vilket medför att schakten av den sista delen mot bergöverytan kan bli komplicerad, se exempel i Figur 25. Det finns andra metoder än grävmaskiner för att avlägsna jord, till exempel kan nämnas grävsug som suger ut jorden ur i sprickor.

Vatten som tränger in i schakten behöver tas om hand. Detta vatten kan vara kraftigt förorenat och behöver renas i en reningsanläggning.

Öppna schakter i områden med höga föroreningshalter kan ge upphov till luktproblem i omgivningen.

Djup schaktsanering nära vägar kan ge upphov till sättningar även om försiktighetsåtgärder (spont eller slänter) vidtas. Även ledningsdragningar kan behöva säkras under schakt.

Det kommer att förekomma tung lastbilstrafik som transporterar jord till och från området vilket ger ökad risk för trafikolyckor och visst slitage på vägnätet. Entreprenadmaskinerna kommer att orsaka buller så länge som schaktsaneringen pågår.

Åtgärdstekniken medför en större förbrukning av återfyllnadsmaterial (begränsad naturresurs om jungfruligt material nyttjas) jämfört med in-situ metoder.



Figur 26. Exempelbild (OBS! Ej från det aktuella området!) på hur bergöverytan och således även schaktbotten antas se ut. Foto: Wiktor Skoglund.

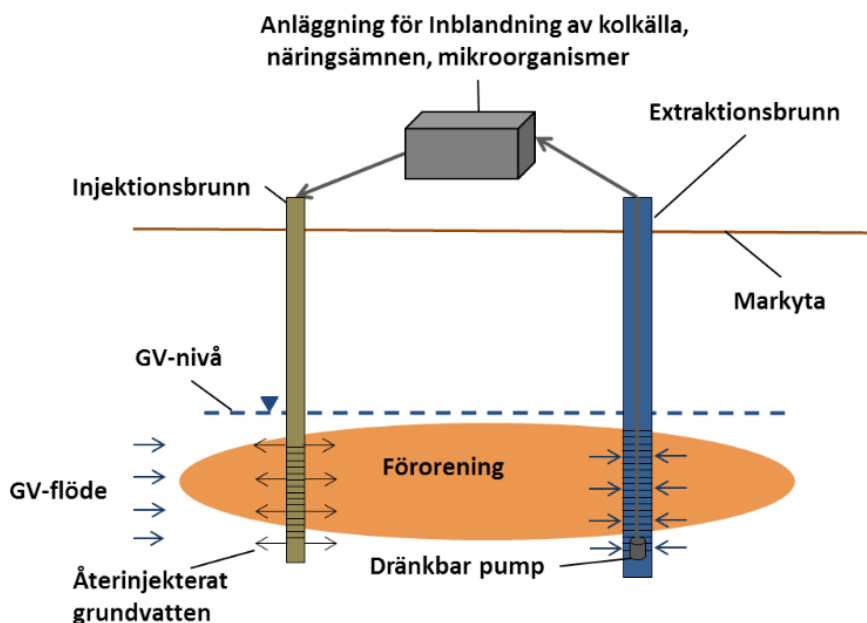
5.3.3 In-situ kemisk / biologisk behandling

Kemiska behandlingsmedel ger en direkt nedbrytning där Cl-C bindningar bryts kemiskt, oxidativt eller reduktivt. Det finns många produkter på marknaden med varierande nedbrytningsegenskaper (till exempel oxidationspotential). En viktig skillnad mellan produkterna är deras beteende i miljön där egenskaper såsom viskositet och vattenlöslighet gör de olika lämpliga för olika typer av jordarter.

Biologiska behandlingsmedel stimulerar den mikrobiella aktiviteten så att föroreningar bryts ned stegvis av mikroorganismer. Behandlingsmedlen kan påverka redoxförhållandena i marken så att de blir mer optimala för de mikrobiella nedbrytningsprocesserna. När det gäller klorerade alifater begränsas den mikrobiella nedbrytningen oftast i specifika steg. Exempelvis kräver nedbrytningen av vinylklorid speciella enzymsystem som endast förekommer i ett fåtal mikrobiella arter. Därför kan det behövas tillsätta särskilda bakterier som tillsammans med övriga komponenter ger en komplett nedbrytning. Även för biologiska behandlingsmedel är en viktig särskiljande egenskap mellan produkter deras beteende i miljön gällande till exempel viskositet och vattenlöslighet.

Huvudkomponenterna i en anläggning för in-situ behandling är en blandningstank eller cistern för tillblandning eller förvaring av behandlingsmedlet och en kompressor/anläggning/pump för injektion med övertryck. Injektion kan antingen utföras i injektionsrör i form av grundvattenrör av PVC eller polyetenplast vilka installeras i förborrade hål eller med utrustning för så kallad Direct Push-teknik, vilket innebär att medlet injekteras via sondrör av stål vilka drivs ned med borrarbandvagn och därefter tas upp och flyttas till nästa injektionspunkt. För att säkerställa att behandlingsmedlet når ut till föroreningarna behöver medlet injekteras i många punkter med 2–5 meters mellanrum.

Behandlingen av grundvatten i berg utförs antingen via injektering i borrarade brunnar eller genom uppumpning av grundvatten, behandling ovan mark och sedan tillbakapumpning till berget i ett recirkulationssystem, se Figur 27. Fördelen med att recirkulera grundvattnet är möjligheten till en jämn fördelning av den tillsatta produkten i akvifären samt att behandlingseffektiviteten kan övervakas. Vidare kan extraktion av fri fas ske i samma system av brunnar som används för cirkulation av grundvatten.



Figur 27. Bilden visar en principskiss för ett system för aktiv stimulerad biologisk nedbrytning in-situ med hjälp av grundvattenpumpning och återinjektering. Illustration av Peter Harms-Ringdahl. Källa: Åtgärdsportalen (<https://www.atgardsportalen.se/>).

Båda typerna av metoder innebär att ett behandlingsmedel tillsätts den förorenade marken vilket skapar en stegvis nedbrytning av föroreningen. Oavsett valet av kemisk eller biologisk metod är det svåraste med dessa tekniker att säkerställa att behandlingsmedlet når ut till föroreningarna.

Vilken typ av behandlingsmedel och metod som bör användas vid Färgaren överlämnas till anlitaad entreprenör att avgöra. I denna rapport har vi antagit att det blir någon form av kemisk reduktion in-situ (ISCR) och/eller en biologiskt betingad reduktiv dehalogenering (ERD enhanced reductive dechlorination).

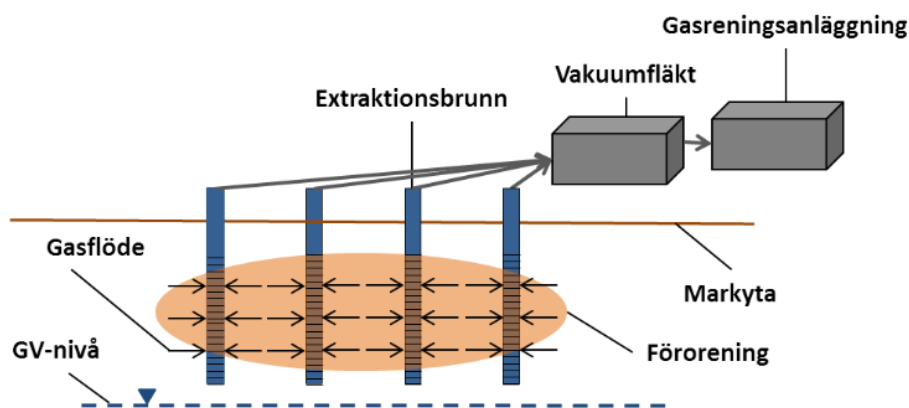
En utmaning med åtgärdsalternativen är att säkerställa att behandlingsmedlet når ut till föroreningarna på ett effektivt sätt. Om föroreningsnivåerna är höga och förhållandena komplexa kan flera behandlingsomgångar behövas. Den osäkra bedömningen av hur många injekterings-tillfällen som krävs eller hur länge recirkuleringen behöver pågå gör att projektiden kan bli utdragen.

Liksom för termisk behandling så påverkas kostnader av behandlingsvolymen. Etablering och åtgärdsförberedande undersökningar utgör en större andel av totalkostnaden för kemiska/biologiska metoder jämfört med termisk behandling.

5.3.4 Porgasextraktion

Porgasextraktion (SVE, soil vapour extraction) innebär att extraktionsrör installeras i den omättade zonen i jord för att pumpa/extrahera porgas från den omättade zonen, se Figur 28. Tekniken avlägsnar flyktiga föroreningar ovanför grundvattenytan. Föroreningen behöver övergå till porgas för att kunna tas upp. Gasextraktionen utförs med hjälp av en eller flera vakuum-pumpar/fläktar placerade ovanför markytan. Den förorenade porgasen behandlas på plats, ofta genom filtrering via aktiverat kol, kondensation eller genom katalytisk förbränning.

När porgas extraheras skapas ett undertryck i den omättade zonen, vilket i sin tur leder till ett passivt inflöde av atmosfärisk luft. Inflödet av atmosfärisk luft medför ökad luftomsättning och syresättning av porsystemet, vilket dels leder till ökad föroreningstransport via extraktions-brunnarna, dels stimulerar pågående aerob biologisk nedbrytning.



Figur 28. Principskiss för ett konventionellt system för porgasextraktion med gasreningsutrustning.

Porgas extraheras via vertikala extraktionsbrunnar i den omättade zonen. Illustration av Peter Harms-Ringdahl.

Källa: Åtgärdsportalen (<https://www.atgardsportalen.se/>).

5.4 Omfattning

5.4.1 Åtgärdsalternativ 1A

Åtgärdsalternativ 1A utgör ett förmodat maxalternativ där termisk behandling in-situ, en högeffektiv och välbeprövad åtgärds teknik, riktas mot hela åtgärdsområdet i jord och berg.

Omfattningen beskrivs i volymer i Tabell 18. I Figur 29 visualiseras den antagna omfattningen. De avgränsande undersökningarna kan både öka och minska den uppskattade omfattningen både horisontellt och vertikalt (främst för berg men även i jord).

Hur brunnar kan placeras redovisas i Figur 29. I exemplet i figuren antas ett avstånd mellan varje värmebrunn på 5 meter, vilket ger totalt 129 värmebrunnar inom åtgärdsområdet för jord och berg. Inom delar som enbart berör förorening i jord kommer brunnarna vara relativt grunda. I figuren har även 17 kontrollbrunnar markerats ut. Observera att figuren endast visualiserar ett exempel och att vid ett genomförande kommer entreprenören ta fram hur många brunnar som behövs och placeringen av dem.

Borrning av brunnarna utförs med en borrhög med hammarbörning. Vid borrningen används vatten för spolning och borrhögskaxet som kommer upp ur hålet tas om hand och vattnet renas i en reningsanläggning på plats.

Den termiska metoden är mycket energikrävande. En termisk åtgärd som utförts inom kvarteret Renen i Varberg omfattar ungefär en lika stor volym som antas här för kvarteret Obygden (muntlig källa: Peter Lindén, Sweco). Mängden förbrukad energi uppgick för Renen till nästan 10 miljoner kWh. För att åtgärdsalternativ 1A ska svara upp till visionen och de övergripande åtgärds målen är en förutsättning att förnybar energi används under genomförandet.

Den bedömt låga vattengenomströmningen i åtgärdsområdet gör att uppvärmningseffekten blir hög eftersom låg vattengenomströmning orsakar små värmeförluster. Detta talar för att energiförbrukningen kan bli mindre än för exemplet kvarteret Renen. Om vattengenomströmningen är hög måste ny värme hela tiden tillföras.

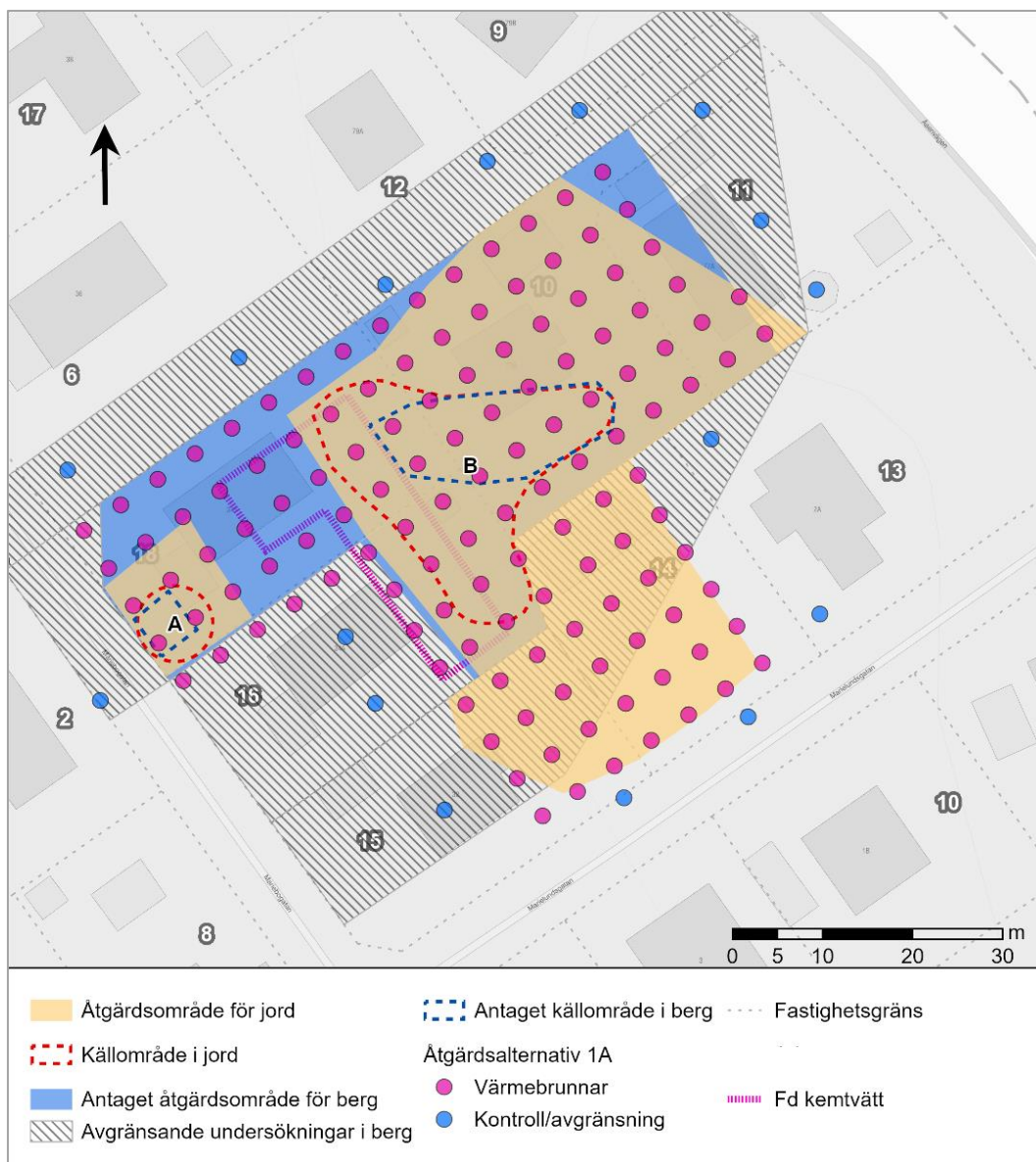
Eftersom åtgärdsområdena innehåller föroreningar i både jord och övergångszonen jord/berg, är tekniken fördelaktig då den inte påverkas av komplexa geologiska förhållanden i övergångszonen.

Åtgärdsalternativ 1A behöver innehålla krav på återställande av ytliga jordlager så att ny växtlighet kan etableras. I förslaget har antagits att ca 0,5–1 meter av den ytliga jorden (matjord) schaktas bort inom hela åtgärdsområdet innan arbetet påbörjas. Denna jord sparas för att sedan användas för finplanering av marken efter åtgärd. Den totala volymen antas bli ca 1 300 m³ (1 800 m² × 0,75 m).

Tabell 18. Area, djup, total volym jord och volym av förorenad jord samt total volym berg inom antaget åtgärdsområde. Observera att data i tabellen bygger på nu tillgänglig information.

Jord	Mäktighet (m)	Area (m ²)	Total volym (m ³)	Varav förorenad volym (m ³)
Omfattning källområde	0–5	560	2 300	1 680
Omfattning övrigt åtgärdsområde	0–5	1 720	6 000	4 580
Berg	Mäktighet (m)	Area (m ²)	Volym (m ³)	
Omfattning källområde*	16–20	240	4 000	
Omfattning övrigt åtgärdsområde*	12–20	1 900	33 000	

* Avgränsning är inte genomförd; area, djup och volym är antagna.



Figur 29. Kartan visualiserar åtgärdsalternativ 1A med en antagen placering av värmebrunnar i ett rutnät på 5 × 5 meter. I ytterkanterna finns kontrollbrunnar och som även borrar för att kontrollera och avgränsa föroreningen.

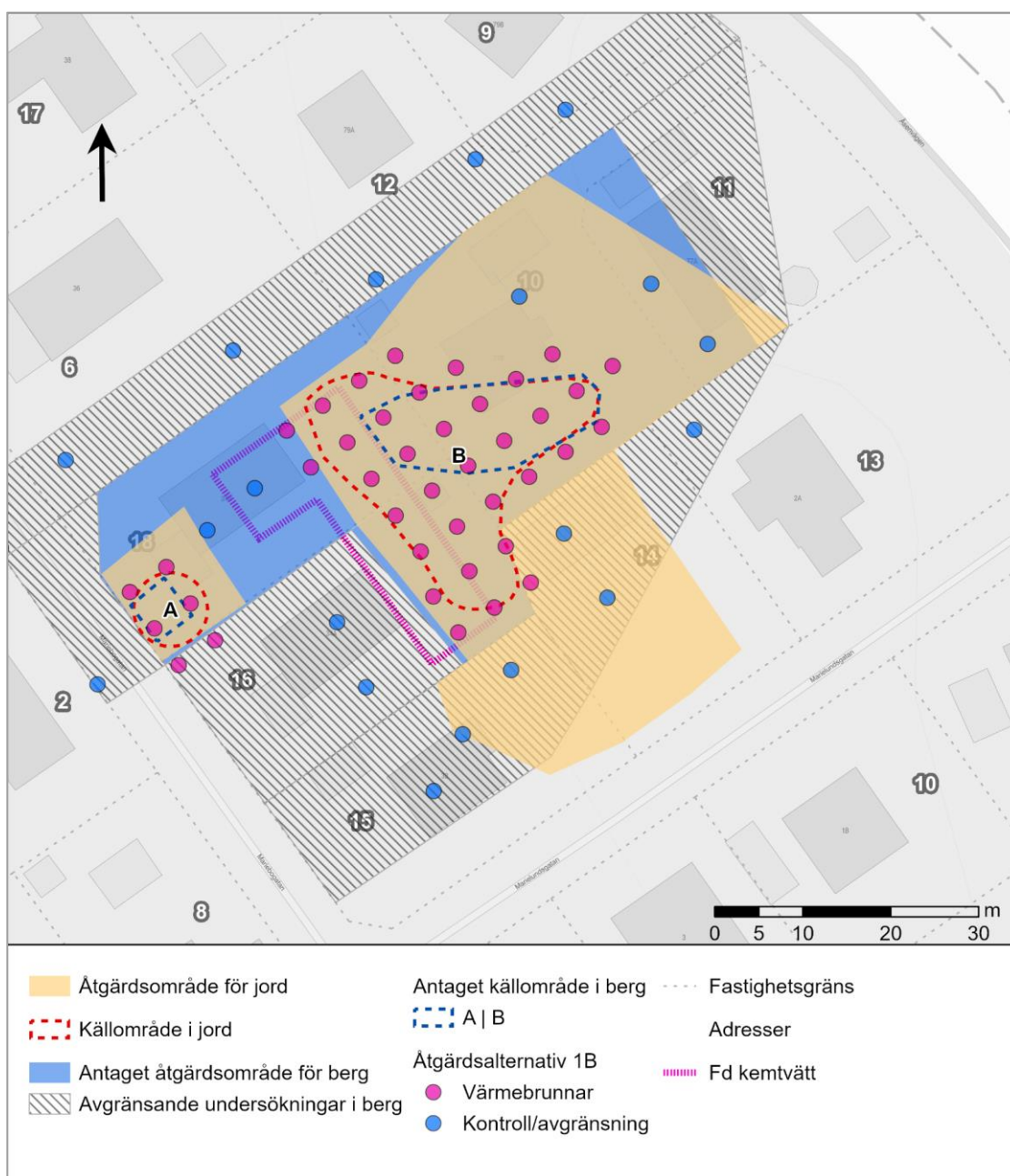
5.4.2 Åtgärdsalternativ 1B

Åtgärdsalternativ 1B utgör en mindre omfattande termisk behandling in-situ än åtgärdsalternativ 1A. Termisk behandling utförs enbart i källområdena i jord och berg. För övriga delar av åtgärdsområdet utförs en stimulerad biologisk nedbrytning av föroreningarna i den mättade zonen i jord och i berg. Uppvärmningen av berget kvarstår lång tid efter den termiska behandlingen och ger positiva effekter på den biologiska aktiviteten och därmed effekten av den biologiska behandlingen.

Omfattningen beskrivs i volymer för källområde och övrigt åtgärdsområde i Tabell 18 ovan.

Hur brunnar kan placeras redovisas i Figur 30. I exemplet i figuren antas ett avstånd mellan varje värmebrunn på 5 meter, vilket ger totalt 34 värmebrunnar inom källområdet för jord och berg. I figuren har även 19 kontrollbrunnar markerats ut. Kontrollbrunnarnas syfte är att avgränsa föroreningen och kontrollera effekten av åtgärden. Observera att figuren endast visualiserar ett exempel och att vid ett genomförande kommer entreprenören ta fram hur många brunnar som behövs och placeringen av dem.

Inom övrigt åtgärdsområde i jord och berg utförs en biologisk behandling av den mättade zonen enligt någon av teknikerna som beskrivs i kapitel 5.3.3. Området som berörs av biologisk behandling har enbart redovisats som en yta (orangea och ljusblå områden) i Figur 30. För jord antas att behandlingsmedlet tillsätts med hjälp av Direct Push-teknik. I berg tillsätts behandlingsmedlet i borrarade brunnar. Hur många brunnar och placering av dem är inte klarlagt utan behöver projekteras av anlitad entreprenör. Borrning av brunnarna utförs med en borrhög med hammarborrning. Vid borrningen används vatten för spolning och borrhögskaxet som kommer upp ur hålet tas om hand och vattnet renas i en reningsanläggning på plats. Behandlingsmedlet för den biologiska nedbrytningen kan tillsättas direkt ner i borrarade brunnar eller i en anläggning ovan mark via ett recirkulerande system.

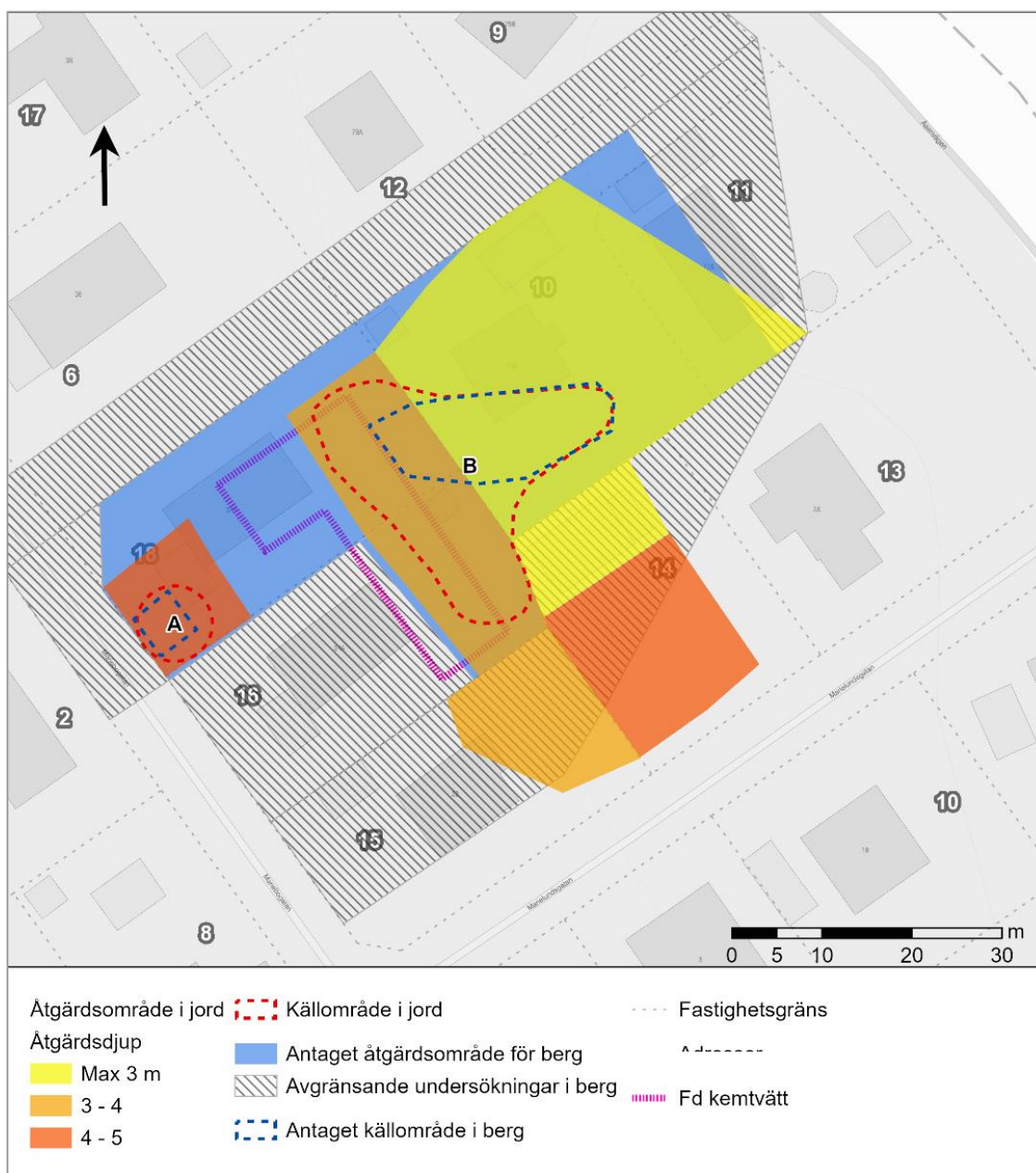


Figur 30. Kartan visualiserar åtgärdsalternativ 1B med en antagen placering av värmebrunnar i ett rutnät på 5x5 meter inom källområdena i jord och berg. I ytterkanterna finns kontrollbrunnar för att avgränsa föroreningen och kontrollera effekten av åtgärden. Biologisk behandling av den mättade zonen utförs inom orangea och ljusblå områden som ej berörs av den termiska uppvärmningen.

5.4.3 Åtgärdsalternativ 3A

Åtgärdsalternativ 3A innebär schakt av jord ner till berg i hela åtgärdsområdet (orange och gula ytor i Figur 31) och kemisk/biologisk behandling av berg i åtgärdsområdet (ljusblå yta i Figur 31). Omfattningen beskrivs i volymer i Tabell 18. De avgränsande undersökningarna kan både öka och minska den uppskattade omfattningen i framför allt berg.

Jorden transporteras till en mottagningsanläggning. För att alternativet ska svara upp till visionen och de övergripande åtgärds målen är en förutsättning att jorden behandlas och att deponering av jorden ska undvikas. Ytlig jord som inte är förorenad och som behöver schaktas för att komma åt förorenad jord återanvänds inom området. Eventuellt kan även behandlad jord tas tillbaka och återanvändas. Detta ingår inte i alternativet utan kan utredas vidare om schakt blir aktuellt.



Figur 31. Kartan visualiserar åtgärdsalternativ 3. I alternativ 3A utförs schakt inom alla orangea och gula ytor och i alternativ 3B endast inom källområdet för jord (orange streckad linje). Kemisk/biologisk behandling av berg utförs i det ljusblå området. För alternativ 3B utförs även kemisk/biologisk behandling inom de orangea och gula ytorna, exkl. källområdet i jord som schaktas.

Schaktområdet omgärdas av både vägar och övrig bebyggelse, och schakt kommer att behöva drivas till relativt stort djup, i vissa delar upp till 5 meter under markytan (djup schakt är markerat med mörkorange i Figur 31). Skyddsåtgärder som spontning eller schaktkassetter kan komma att vara nödvändiga. Om bergöverytan är kraftigt kuperad samtidigt som övergångszonen mellan jord och berg består av en blandning av morän och bergmaterial blir sista delen av schakten mot bergöverytan komplicerad. I detta område kan det även förekomma mycket grundvatten som är kraftigt förorenat. I alternativet ingår att pumpa upp och rena detta vatten.

Det är viktigt att ta bort hela den förorenade jordmatrisen ända ner till bergöverytan eftersom det misstänks att fri fas förekommer i denna övergångszon.

Under schaktarbetet blottläggs de olika jordlagren och en tydligare bild av övergången till berget erhålls. Detta kan ge ny information som påverkar hur det är mest lämpligt att driva åtgärden vidare både rörande omfattning och metod/teknik i berg.

Inom åtgärdsområdet i berg utförs en kemisk/biologisk behandling genom att tillföra behandlingsmedel i borrhållsbrunnar. Behandlingsmedlet kan tillsättas direkt i brunnarna eller i en anläggning ovan mark via ett recirkulerande system. Eventuell fri fas som ansamlas i brunnarna sugas upp och tas om hand. Området som berörs av biologisk behandling har enbart redovisats som en yta (ljusblå områden) i Figur 31. Hur många brunnar och placering av dem är inte klarlagt utan behöver projekteras av anlitad entreprenör. Borrhållsbrunnarna utförs med en borrhållsborrning på samma sätt som beskrivs ovan i kapitel 5.4.2.

5.4.4 Åtgärdsalternativ 3B

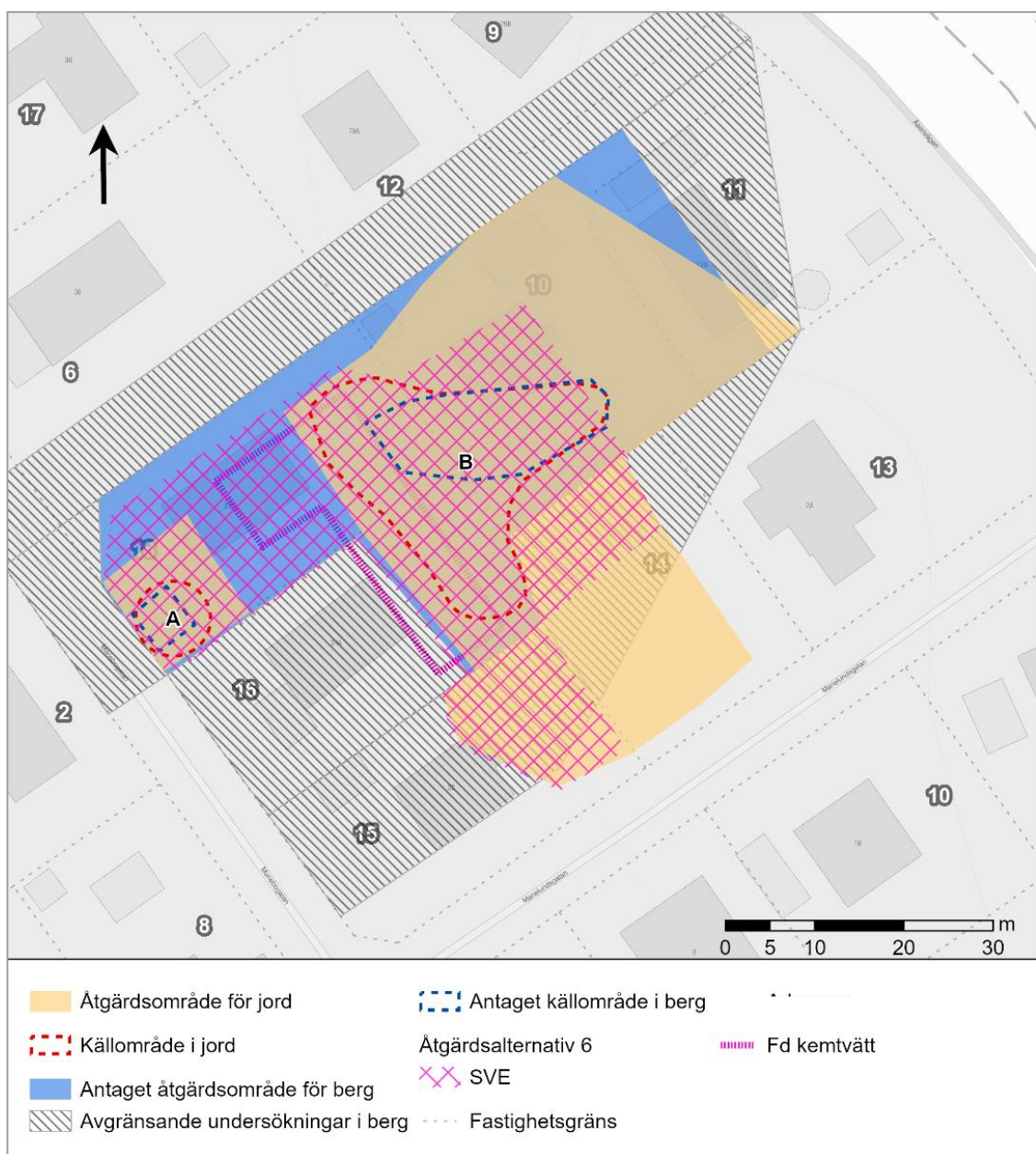
Åtgärdsalternativ 3B utgör en mindre omfattande schakt än alternativ 3A. Schakt utförs av jord i källområden, se Figur 31. För övriga delar av åtgärdsområdet utförs kemisk reduktion eller stimulerad biologisk nedbrytning i jord enligt någon av teknikerna som beskrivs i kapitel 5.3.3. För berg är alternativet det samma som alternativ 3A. Omfattningen beskrivs i volymer i Tabell 18.

5.4.5 Åtgärdsalternativ 6

Åtgärdsalternativ 6 kombinerar porgasextraktion i delar av den omättade zonen (blårutig yta i Figur 32) tillsammans med en kemisk eller biologisk behandling i den mättade zonen i både jord och berg i hela åtgärdsområdena. För att med säkerhet åtgärda fri fas har det antagits att inom källområdena behövs en kraftfullare kemikalie som i jord orsakar en fastläggning av föroreningar och som också ger en kraftig kemisk reduktion.

Omfattningen beskrivs i volymer i Tabell 18. Observera att för berg är omfattningen och avgränsningen osäker på samma sätt som beskrivs ovan för övriga alternativ och samma avgränsande undersökningar behövs även för detta åtgärdsalternativ.

För jord antas att behandlingsmedlet tillsätts med hjälp av Direct Push-teknik (inom orangea område i Figur 32). I berg (ljusblått område i Figur 32) tillsätts behandlingsmedlet i borrhållsbrunnar. Hur många brunnar och placering av dem är inte klarlagt utan behöver projekteras av anlitad entreprenör. Borrhållsbrunnarna utförs med en borrhållsborrning med hammarborrning. Vid borrhållsborrningen används vatten för spolning och borrhållskaxet som kommer upp ur hålet tas om hand och vattnet renas i en reningsanläggning på plats. Tillsättning behandlingsmedlet kan utföras direkt i brunnarna eller ovan mark via ett recirkulerande system.



Figur 32. Kartan visualiserar åtgärdsalternativ 6. Purgasextraction (SVE) utförs i delar av den omättade zonen (rosarutig yta). Inom den orangea (jord) och ljusblå (berg) ytorna utförs kemisk/biologisk behandling.

5.5 Bedömd riskreduktion och måluppfyllelse

Alla åtgärdsalternativ ska ha förmågan att uppnå de övergripande åtgärds målen (se kapitel 2.1.1). En översikt och kortfattad beskrivning av åtgärds målen och åtgärdsalternativens förmåga att uppfylla dessa ges i Tabell 19.

Oavsett val av åtgärdsalternativ ingår att kontrollera och följa upp åtgärden för att verifiera att åtgärds målen uppfylls.

Graden av föroreningsreduktion varierar mellan alternativen samt tiden det tar att uppnå målen (se kapitel 5.7). Åtgärdsalternativ som innebär biologisk och eller kemisk behandling av föroreningen i berg kan behöva pågå i flera år då det antagligen finns fri fas av förorening i minimala sprickor svårtillgängligt i berget. Entreprenaden behöver övervakas noga, styras och justeras efter hand som den pågår.

Alla åtgärdsalternativ kommer medföra att boendemiljön säkerställs med hög säkerhet. Om viss restförorening behöver lämnas kvar kan nya bostadshus uppföras på ett sätt som säkerställer att ånginträngning förhindras.

Den termiska metoden har en så hög uppvärmningseffekt att den höga temperaturen kommer döda allt liv i marken. Efter avslutad åtgärd kan markens funktionalitet vara kraftigt nedsatt. Därför är det viktigt att enbart värma upp den del som är förorenad och att övrig jord skyddas (t.ex. genom att den avlägsnas innan behandlingen utförs). Detsamma gäller när jord schaktas ur. Genom att skydda den ytliga jord som inte behöver åtgärdas bibehålls markfunktionerna i jorden och jorden kan användas för återställning efter utförd åtgärd.

Tabell 19. Tabell över de övergripande åtgärds målen och de olika alternativens förmåga att uppnå målen.

Åtgärdsalternativet som uppfylls med stor säkerhet har markerats med mörkgrön färg i tabellen, de som uppfylls med ljusgrön markering och för de som uppfylls genom att det eventuellt behövs lite extra hänsyn eller tid har markerats med gult i tabellen.

Övergripande åtgärds mål/ Åtgärdsalternativ	1		3		6
	A	B	A	B	
1. Området ska kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att risker för människors hälsa uppkommer på grund av förorening.	Ja med stor säkerhet	Ja, möjlighet finns även att bygga med skyddsåtgärder som förhindrar ånginträngning	Ja, möjlighet finns även att bygga med skyddsåtgärder som förhindrar ånginträngning		Ja, möjlighet finns även att bygga med skyddsåtgärder som förhindrar ånginträngning
2. Förekomst av föroreningar ska inte inverka på de ekologiska funktioner som markanvändningen kräver.	Ja, ytlig jord som inte behöver åtgärdas skyddas så att markfunktionerna bibehålls och användas vid återställning		Ja, ytlig jord som inte behöver åtgärdas skyddas så att markfunktionerna bibehålls och användas vid återställning		Ja
3. Föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertas genom naturliga processer.	Ja med stor säkerhet	Ja	Ja, viss osäkerhet kring när det kan uppnås		Ja, viss osäkerhet kring när det kan uppnås
4. Föroreningsmängden ska minskas så att markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner	Ja med stor säkerhet	Ja, viss osäkerhet kring när det kan uppnås	Ja med stor säkerhet	Ja, viss osäkerhet kring när det kan uppnås	Ja, viss osäkerhet kring när det kan uppnås
5. Föroreningsmängden ska minskas så att uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex., borrhning och sprängning) ska vara möjliga att genomföra.	Ja med stor säkerhet	Ja	Ja, viss osäkerhet kring när det kan uppnås		Ja, viss osäkerhet kring när det kan uppnås

5.6 Kostnad

Kostnaderna för åtgärderna har beräknats mycket översiktligt i denna rapport. En mer detaljerad beräkning behöver utföras för valt åtgärdsalternativ. Beräkningen baseras på volymen som behöver åtgärdas och utifrån en schablon av vad åtgärdsmetoderna i genomsnitt har kostar per enhet de senaste 2–3 åren, se Tabell 20. För samtliga alternativ har ytterligare 10 % lagts till för projektering och 20 % har lagts till för oförutsett. Kostnaderna redovisas för respektive alternativ i Tabell 21. Kostnader som genereras av att byggnader och konstruktioner behöver rivas och efter åtgärd ersättas, ingår inte. Denna kostnad är samma för alla alternativen.

Tabell 20. Schablonkostnad för olika åtgärdsmetoder.

Metod	Kostnad kr/m ³
Termisk behandling (alternativ 1)	2 500
Biologisk stimulering (alternativ 1)	500
Schakt och deponering (alternativ 3)	1 500
Kemisk reduktiv deklorering (alternativ 3)	700
Kemisk reduktiv deklorering med fastläggning (alternativ 6)	1 000

Tabell 21. Tabellen redovisar kostnaden (Mkr) för respektive alternativ.

Kostnad/ Åtgärdsalternativ	1		3		6
	A	B	A	B	
Jord	21 Mkr	9 Mr	13 Mkr	8 Mkr	6 Mkr
Berg	122 Mkr	35 Mkr	34 Mkr	34 Mkr	36 Mkr
Summa	143 Mkr	44 Mkr	47 Mkr	42 Mkr	42 Mkr

5.7 Tid

Samtliga åtgärdsalternativ omfattar samma övergripande aktiviteter men dessa aktiviteter kan ta olika tid beroende på metod. I finns en översikt över aktiviteterna och den uppskattade tidsåtgången för respektive åtgärdsalternativ.

Aktiviteter som tidsmässigt beaktas är:

- En första fas som omfattar upphandling av entreprenör för rivning av hus, anmälan av avhjälpandeåtgärd och upphandling av entreprenör för den specifika åtgärden.
- Efter att en entreprenör upphandlats genomför entreprenören en projektering av planerad åtgärd och ev. pilotstudier. Vid genomförandet ingår etablering inom arbetsområdet, sanering och avetablering.
- Efter genomförd åtgärd tillkommer återställning utav området samt uppföljning för att säkra åtgärdens effektivitet.

Tabell 22. Tabell över olika aktiviteter och uppskattat tidsåtgång för de olika åtgärdsalternativen.

Åtgärdsalternativ	1		3		6
Aktivitet	A	B	A	B	
Upphandling, anmälan/tillstånd mm, rivningslov, rivning av hus			1–3 år		
Projektering av entreprenör	<0,5 år	<1 år	<1 år	<1 år	<1 år
Etablering	0,5–1 år	<0,5 år	<0,5 år	<0,5 år	<0,5 år
Genomförande och avetablering.	1 år	2–3 år	2,5–3,5	2–3 år	3–4 år
Återställning och effektoppföljning			2–3 år		
Summa	5–8 år	6–10 år	7–11 år	6–10 år	7–11 år

Oavsett vilket alternativ som väljs kommer avhjälpandeåtgärden behöva anmälas enligt 28 § i Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Åtgärdsalternativen bedöms inte omfattas av tillståndsplikt enligt 9 kapitlet i miljöbalken och miljöprövningsförordningen (2013:251). I några liknande projekt har en ansökan om tillstånd ändå hanterats i enligt med kapitel 9 6 b §.

Termisk behandling av grundvatten i berg innebär att en viss avsänkning av grundvattnet sker under genomförandet. Storleksordningen på avsänkningen beror av bergets konduktivitet mm. Detta då grundvattnet förångas vid uppvärmningen och sedan kondenseras och renas. Efter rening ska vattnet ledas bort. Bortledning av grundvatten är en så kallad vattenverksamhet och omfattas av 11 kapitlet i miljöbalken (1998:808). Tillstånd eller anmälan krävs dock inte om det är uppenbart att vare sig allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållandena.

Processen att riva husen bedöms kunna ta minst 1–2 år. Detta då det krävs miljö- och materialinventering, rivningslov, upphandling utav entreprenör och genomförandet rivning.

Åtgärder i berg behöver föregås av åtgärdsförberedande utredningar för att avgränsa fri fas och höga föroreningshalter. Rivning av husen medför tillgång till ytor som tidigare inte kunnat undersökas. Ytterligare undersökningar innebär att åtgärdsområdet kan avgränsas med större precision. Vår bedömning är att denna avgränsning bäst genomförs i samband med åtgärden. Tiden för detta ingår i entreprenörens projektering.

Erfarenhetsmässigt baserat på andra liknande projekt så bör den termiska behandlingen från etablering till slutförd sanering (dvs. avetablering) kunna genomföras på upp till 2 år. Dock kan det ta lång tid, flera år, för berget att svalna helt.

Omfattningen på schaktsaneringen ger en uppskattad tidsåtgång på ca 6–12 månader även om det är en relativt komplex urschaktning.

Efter att jorden har schaktats ur enligt alternativ 3A eller 3B utförs detaljerade undersökningar i berg för att med större säkerhet avgränsa åtgärdsområdet i berg. Vår bedömning är att denna avgränsning bäst genomförs av en entreprenör i samband med åtgärden. Tidsåtgång för behandling och kontroll av grundvatten i berg har uppskattats till minst 1–2 år beroende val av behandlingsmedel och metod.

Injektering av det kemiska eller biologiska behandlingsmedlet i jord och berg enligt alternativ 6 bedöms ta ca 8–12 månader (snabbare för alternativ 3B) från start till slut. Efter de första injekteringarna följer ett kontrollprogram för att säkerställa behandlingseffektivitet. Behandlingen

och kontrollen pågår minst 12–24 månader beroende val av behandlingsmedel och injekteringsmetod. Efter denna tid beslutas var och om ytterligare injektering behöver utföras. Beroende på val av injekteringsmetod kan eventuellt schaktade områden återfyllas under tiden som den kemiska eller biologiska behandlingen pågår.

Ett kontrollprogram för att följa upp åtgärden (effektuppföljning) behövs för alla alternativ. Kontrollprogrammet kan behöva fortgå under minst 2–3 år efter avslutad åtgärd.

6 RISKVÄRDERING

Riskvärdering är ett strukturerat sätt att ta fram underlag så att det lämpligaste åtgärdsalternativet kan väljas.

6.1 Syfte

Syftet med riskvärderingen är att på ett strukturerat sätt ta fram underlag så att det lämpligaste åtgärdsalternativet kan väljas. Riskvärderingen ska bidra till att identifiera kritiska intressekonflikter, ge objektivt stöd i urvalet av åtgärdsalternativ och bidra till projektets miljömässiga, sociala och ekonomiska hållbarhetsperspektiv.

Målsättningen är att riskvärderingen identifierar de eller det åtgärdsalternativ där totalnyttan av åtgärderna bedöms som störst i förhållande till negativa konsekvenser vid genomförande av åtgärd. Den avser också lyfta fram kritiska frågeställningar och intressentkonflikter som kan påverka genomförandet av åtgärden.

6.2 Projektets riskvärderingsprocess

Riskvärdering har genomförts i två omgångar. Första riskvärderingen genomfördes under 2020 och redovisades i rapporten Färgaren kemiska tvätt, reviderad åtgärdsutredning och riskvärdering (referens), den förnyade riskvärderingen har genomförts under 2022 och har tagit avstamp i tidigare genomförd riskvärdering. Resultatet av det samlade riskvärderingsarbetet sammanställs i denna rapport.

Riskvärderingsarbetet under 2022 har inkluderat

- Uppdatering av intressentanalys
- Fastställande av övergripande vision
- Fastställande av övergripande åtgärds mål
- Omarbetning av åtgärdsalternativ (se kapitel 6.1 Åtgärdstekniker)
- Beslut om metod för att genomföra riskvärdering
- Framtagande av projektspecifika urvalskriterier
- Viktning av urvalskriterier
- Workshop med projektgrupp för poängsättning
- Insamling av allmänhetens synpunkter genom enkät som besvarats av närboende till åtgärdsområdet

En viktig förutsättning som skiljer sig jämfört med den första riskvärderingen är att det inför den förnyade riskvärderingen blivit beslutat att byggnader och konstruktioner inom källområdet och övrigt åtgärdsområde ska rivas.

De åtgärdsalternativ som har värderats är:

- Nollalternativ är med som referens och har förkastats i tidigare åtgärdsutredning, (Sweco 2020a) och är: Ingen åtgärd genomförs, området kvarstår som det är idag.
- **Alternativ 1A:** Termisk behandling i källområde och övrigt åtgärdsområde.
- **Alternativ 1B:** Termisk behandling i jord omättad och mättad zon och berg inom källområdet. Biologisk behandling av jord i mättad zon och berg i övrigt åtgärdsområde.
- **Alternativ 3A:** Schakt av jord omättad och mättad zon ner till berg i källområde och övrigt åtgärdsområde. Kemisk/biologisk behandling av berg i källområde samt övrigt åtgärdsområde.
- **Alternativ 3B:** Schakt av omättad och mättad jord nertill berg i källområde. Kemisk/biologisk behandling av jord mättad zon och berg i inom källområde och övrigt åtgärdsområde.
- **Alternativ 6:** SVE (porgasextraktion) inom källområdet jord omättad zon. Kemisk behandling av jord mättad zon i källområde. Kemisk behandling av jord mättad zon och berg i övrigt åtgärdsområde.

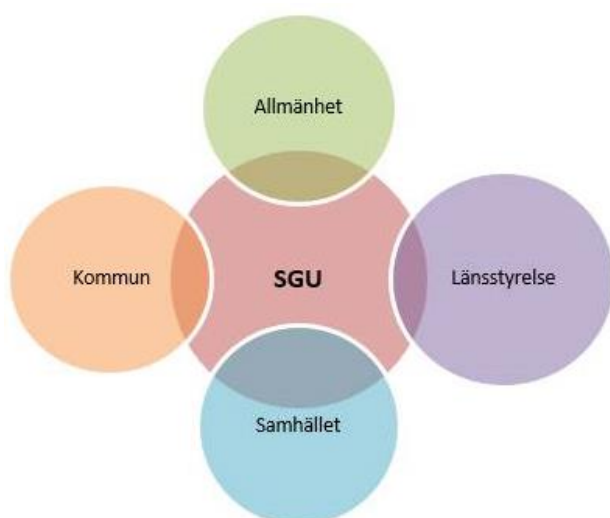
Åtgärdsalternativen i sin helhet med identifiering av risker och konsekvenser samt potentiella kostnader anges i Bilaga 6, Matris 1.

Jämfört med tidigare utförd riskvärderingen har två åtgärdsalternativ valts bort och viss revidering av åtgärdsalternativ 1 och 3 har gjorts. Se utvecklat resonemang kring åtgärdsalternativen i kap 6.2 Åtgärdsalternativ Tabell 16 och Tabell 17.

6.3 Beaktande intressentperspektiv

Riskvärderingen har genomfört en intressentanalys för projektet i sin helhet, se Figur 33. Uppdatering av intressentanalysen genomfördes genom workshop med projektgruppen under våren 2022.

SGU har huvudmannaskap för projektet och ansvarar för drift och utveckling av utredningskedjan som nu närmar sig ett genomförande av åtgärd. SGU kommer även vara huvudman för framtida genomförande förutsatt att byggnaderna rivs och SGU får tillträde till fastigheterna samt att statliga medel beviljas för att finansiera åtgärderna. De ansvarar även för dialog och kommunikation med boende i området. Länsstyrelsen utgör bidragssökande och har det länsövergripande ansvaret över förorenade områden.



Figur 33. Intressenter för kvarteret Obygden.

Jönköpings kommun har flera olika ansvarsområden som kan beröra projektet, dels är kommunen tillsynsmyndighet för det förorenade området, dels har kommunen ansvar generellt för boendefrågor samt miljö- och hållbarhetsarbete. Jönköpings kommun är också intressenter genom ansvar för VA-ledningsnät, räddningstjänst, verksamhetsutövare för berggrummet i söder och Stadsbyggnadskontoret avseende dåtid, nutid och planering för områdets framtid.

Allmänheten representeras av boende inom kvarteret Obygden och dess närområde inom Mariebo som blir direkt eller indirekt påverkade av en saneringsåtgärd. Direkt påverkade är boende vars hus kommer att rivas och närboende vars fastigheter ligger i anslutning till åtgärdsområdet. Indirekt påverkade är boende i området Mariebo och Jönköping som inte ligger i direkt anslutning till åtgärdsområdet.

Samhället representerar övergripande samhällsintressen som kan vara myndighetsprinciper, bygg- och miljöpolitik, klimat- och miljömål, media och skattefinanser. Detta kommer till uttryck genom projektets kontakt med myndigheter, politiker, kommunala-, regionala- och statliga verksamheter.

6.4 Arbetssätt och metod

Riskvärderingen genomfördes med hjälp av verktyget SAMLA för förorenade områden som tagits fram av Statens geotekniska institut (SGI). SAMLA är ett beslutsstödsverktyg som strukturerar och dokumenterar de avvägningar som görs och de värderingar de bygger på. Verktyget är anpassat till Naturvårds-verkets vägledningmaterial och består av ett Excel-dokument med ett antal kalkylblad som arbetas igenom stegvis.

SAMLA har sin utgångspunkt i konceptet hållbar utveckling, d.v.s. åtgärder som vidtas vid förorenade områden ska vara hållbara ur ett miljömässigt, socialt och ekonomiskt perspektiv. En mängd olika urvalskriterier kan värderas, metodiken bygger på multikriterieanalys.

Exceldokument SAMLA för förorenade områden version 2.3 har omarbetats och anpassats specifikt för projektet. Sweco tog tillsammans med SGU fram förslag på formulering av urvalskriterier, viktning och poängsättning baserat på tidigare riskvärdering. Dessa omarbetades och förankrades sedan genom riktade workshops med projektgruppen.

I bilaga 6 finns samtliga kalkylblad från SAMLA-verktyget sammanställda. Riskvärderingen har utförts med nollalternativet som referensalternativ. Detta innebär att nollalternativet har fått 0 poäng för samtliga kriterier för tidsperspektivet ”kort sikt” och de kriterier där det varit lämpligt har blivit poängsatta avseende på ”långsikt”. Med ”kort sikt” avses tiden från idag och under genomförandet av åtgärden vilket är totalt cirka 5 år. Med ”lång sikt” avses framtiden efter utförd åtgärd och 100 år och framåt.

Viktning och poängsättning har genomförts av projektgruppen. Enkäter har besvarats av boende inom och intill åtgärdsområdet för att ta hänsyn till allmänhetens perspektiv.

Genomgående arbetssätt i riskvärdering har varit diskussionsbaserade workshops med projektgruppen ledda av Sweco. Vision och övergripande åtgärds mål har fungerat som ramar för riskvärderingen.

6.5 Urvalskriterier och viktning, poäng, enkät

6.5.1 Urvalskriterier och viktning

Urvalskriterierna som valts är de som SGI tagit fram som baseras på SuRF-UK (2011) med omarbetning enligt tidigare genomförd riskvärdering. Urvalskriterier med mer specifika subkriterier fastställdes genom workshop med projektgruppen bestående av representanter från SGU, Länsstyrelsen, Jönköpings kommun och Sweco våren 2022. I bilaga 6 (flik SAMLA-Kriterier) redovisas urvals- och subkriterier.

Urvalskriterier viktades från skala 1–3 där 1 är lägst och 3 är högst. Ju högre viktning desto större påverkan i % får kriteriet på åtgärdsalternativets totala poäng. Viktningen fastställdes genom workshop med projektgruppen under våren 2022. I Figur 34 redovisas resultatet av viktningen.

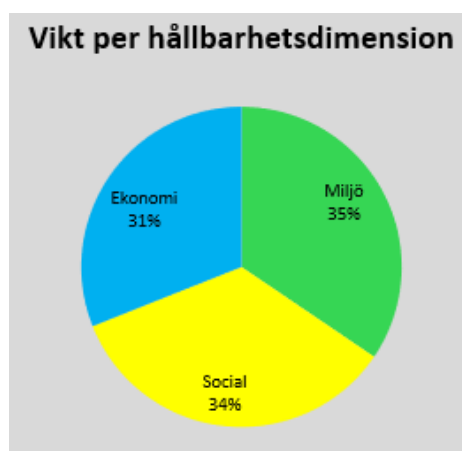
Miljömässigt så har Naturresurser viktats högst då alla åtgärdsalternativ innebär någon form av förbrukning av naturresurser, råvaror, kemikalier, jordmassor eller energi. Förutsättning i projektet är hållbarhet vilket innebär att i största möjliga mån hushålla med råvaror, minimera användningen av jungfruliga massor, möjliggöra återanvändning av massor och använda förnybar energi.

För sociala aspekter har Hälsa och säkerhet samt Lokalsamhället viktats högt. Genomförande av sanering innebär stora risker för människors hälsa och säkerhet både för de som utför arbetet och allmänhet som rör sig omkring arbetsområdet. Stora tunga fordon och ökad trafik är att vänta i området, hett vatten vid termisk sanering och friläggande av föroreningar vid schaktning är exempel på risker som kan leda till skada eller i värsta fall dödsfall. Därav är det av yttersta vikt att hälsa och säkerhet beaktas under genomförandet för att säkra arbetsmiljön och skydda allmänheten. Med avseende på lokalsamhället är det av högsta vikt att åtgärden är tillräckligt effektiv för att områdets attraktionskraft ska kunna säkerställas i framtiden.

Direkta kostnader och nyttor samt Projektgenomförande viktas högt inom dimensionen ekonomi då saneringen ska vara effektiv och nå åtgärds målen, men det ska också vara ekonomiskt försvarbart då projektet finansieras genom bidrag från skattemedel.

Urvalskriterium tid är inget kriterium som enligt standard används i verktyget SAMLA. Urvalskriteriet tid togs fram som ett tydliggörande och för att underlätta förståelsen hos projektgruppen under riskvärderingsprocessen. Enligt metodiken i SAMLA bör inte ett urvalskriterium bedömas flera gånger. Då tidsaspekten indirekt berörs i andra urvalskriterium viktades det tillagda urvalskriteriet ”Tid” till 0.

Vikt per urvalskriterium	Vikt
1. Jord och markförhållanden	2
2. Grundvatten	2
3. Luft	2
4. Naturresurser	3
5. Avfall	1
6. Hälsa och säkerhet	3
7. Etik och jämlikhet	1
8. Fysisk och social närmiljö	2
9. Lokalsamhället	3
10. Osäkerhet och evidens	1
11. Direkta kostnader och nyttor	3
12. Indirekta kostnader och nyttor	1
13. Innovation och kompetens	1
14. Projektgenomförande	3
15. Flexibilitet	1
16. Tid	0



Figur 34. Viktning för urvalskriterier vid riskvärdering, till höger visas total vikt per hållbarhetsdimension, miljö, social, ekonomi, hämtat från SAMLA-verktyget. Dimensionen miljö omfattar urvalskriterium 1–5, social urvalskriterium 6–10 och ekonomi urvalskriterium 11–16.

Riskvärdering med poängsättning av urvalskriterierna genomfördes under en heldags workshop med projektgruppen. Poängsättningen är ett tidskrävande arbete eftersom 16 urvalskriterium ska bedömas både på kort och lång sikt för alla åtgärdsalternativ och för nollalternativet, detta innebär att 192 poäng-sättningar ska genomföras. För att underlätta inför workshopen gjorde Sweco ett förarbete där ett utkast med förslag på poäng för varje urvalskriterium togs fram. Utkastet skickades till projektgruppen som förberedelse inför workshopen. Vid workshopen som Sweco ledde gick projektgruppen tillsammans igenom varje urvalskriterium och föreslagen poäng, diskuterade eventuella förändringar och beslutade sedan tillsammans om vilken poäng som var rimligt för varje urvalskriterium. Varje urvalskriterium poängsattes enligt poängskalan -5 till +5 där minus är sämre än nollalternativet, och plus är bättre än nollalternativet samt på kort sikt, inom 5 år och lång sikt 100 år och längre. Se resultat av poängsättning under kap 7.6 Resultat riskvärdering och bilaga 6 Matris riskvärdering.

6.5.2 Enkät

För att få in närboendes perspektiv och synpunkter i riskvärderingen har SGU med hjälp av Sweco genomfört en enkät med hushåll som är närboende i området eller i direkt anslutning till åtgärdsområdet. De har fått svara på frågor kring störningar, särskilt oroande moment, tidsaspekt, syn på ev. kvarlämnade föroreningar, betydelse av projektets miljöpåverkan, psykisk och fysisk ohälsa, områdets attraktionskraft med mera. Enkäten i digital form skickades ut via e-post i augusti 2022 till 25 hushåll, 22 hushåll besvarade enkäten. Se bilaga 7 som visar enkäten som skickades ut i augusti 2022.

Som förberedelse fick hushållen ett informationsmaterial som beskrev åtgärdsalternativen med information om tekniskt genomförande.

6.6 Resultat riskvärdering

Resultatet av riskvärderingen med poängsättning finns i sin helhet i bilaga 6 och sammanfattas i Figur 35 nedan. Där redovisas oviktade och viktade sammanvägningar av riskvärderingen. Den viktade värderingen i bilaga 6, matris 4 ger den samlade bedömningen och ligger till grund för resultatet. Ju högre poäng i totalsumma desto lämpligare bedöms åtgärdsalternativet att vara.

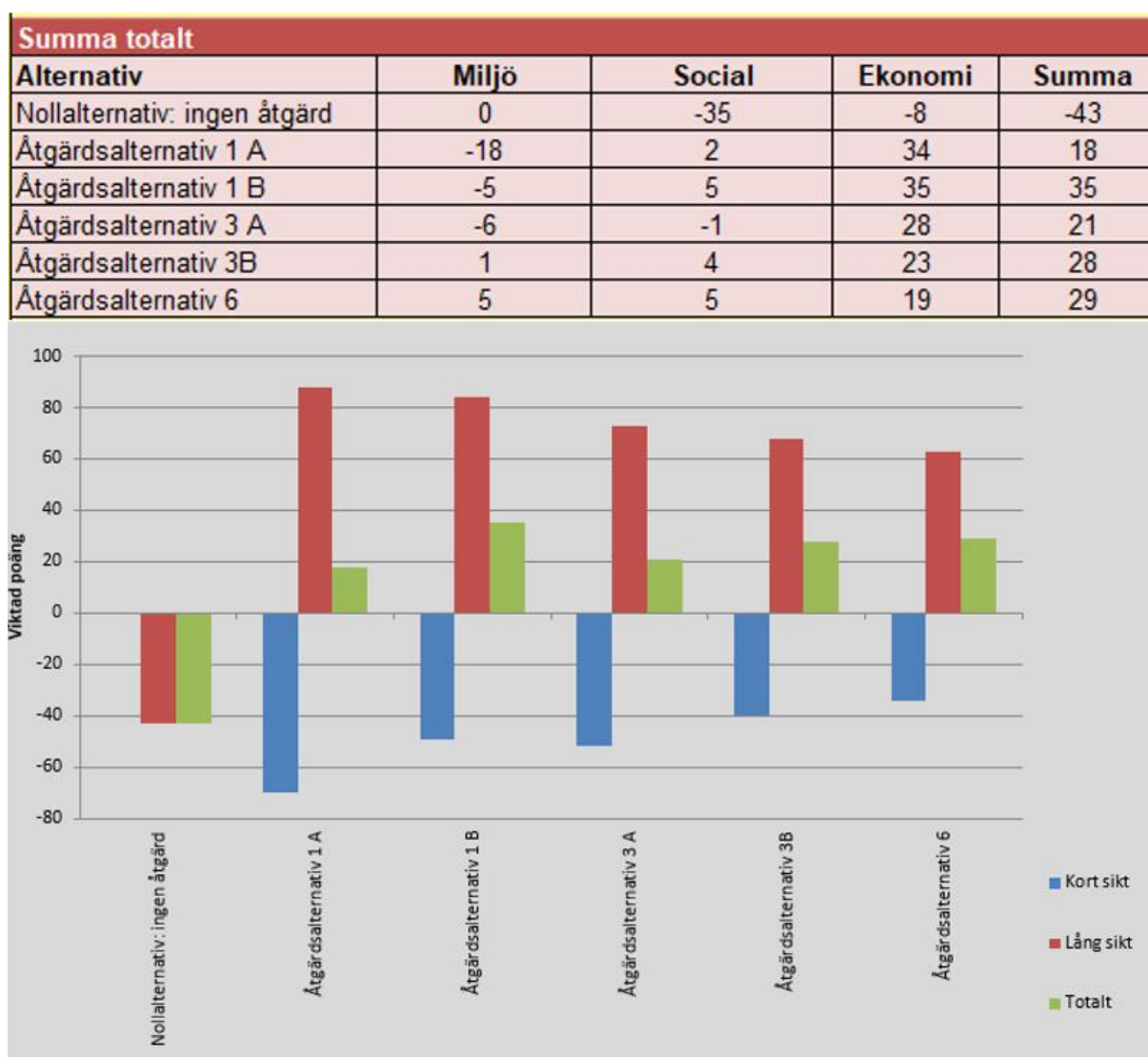
Åtgärdsalternativets totalpoäng på lång sikt är också av intresse då resultatet av genomförd åtgärd ska säkerställa områdets attraktionskraft i framtiden, vilket kräver att åtgärden är hållbar på lång sikt.

Samlat resultat när åtgärdsalternativen rankas utifrån högst poäng totalt:

1. Åtgärdsalternativ 1B
2. Åtgärdsalternativ 6
3. Åtgärdsalternativ 3B
4. Åtgärdsalternativ 3A
5. Åtgärdsalternativ 1A

Samlat resultat när åtgärdsalternativ rankas utifrån högst poäng på lång sikt:

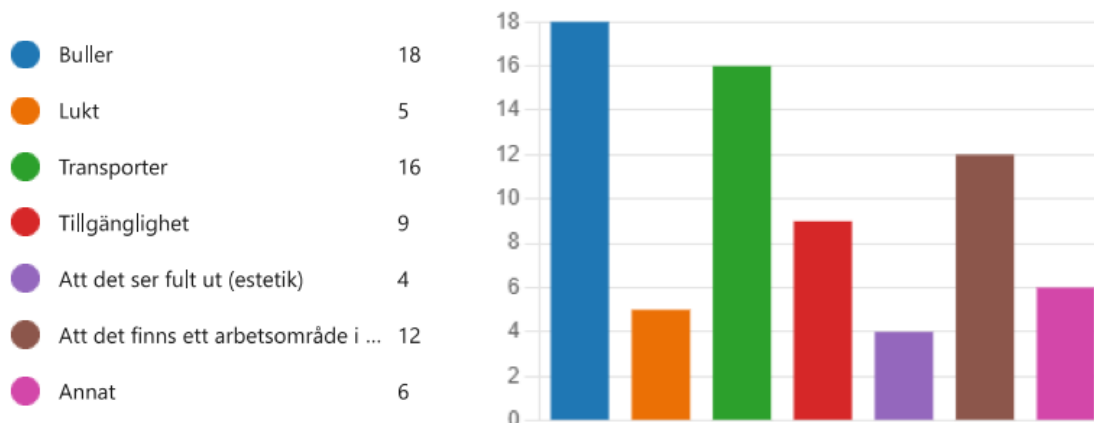
1. Åtgärdsalternativ 1A
2. Åtgärdsalternativ 1B
3. Åtgärdsalternativ 3A
4. Åtgärdsalternativ 3B
5. Åtgärdsalternativ 6



Figur 35. Diagram visar hur åtgärdsalternativen förhåller sig till varandra, totalt (gröna staplar) samt på kort (blåa staplar) och lång (röda staplar) sikt. Tabellen visar totalpoängen för de dimensioner som utvärderats, miljö, social och ekonomi. Resultatet i tabellen är adderade poäng för kort och lång sikt per dimension för varje åtgärdsalternativ. Summan är totalpoäng enligt grön stapel.

Resultatet av enkätundersökningen som skickades ut till boende inom åtgärdsområdet och närboende visar att majoriteten av hushållen är oroliga för störningar i samband med genomförandet. Det är främst störningar kopplat till buller, ökade transporter och olägenheterna det kan innebära att närboende till ett arbetsområde som anses påverka hushållen mest, se Figur 36.

4. Vilka störningar anser du påverkar hushållet mest? Du kan välja fler än ett svar.



Figur 36. Bilden anger olika typer av störningar och där allmänheten fått ange vilka störningar som påverkar hushållet mest.

Vid fråga om störningar kopplat till tid fanns tre alternativ där hushållen fick ange vilket alternativ de föredrog.

Alternativ 1: Mycket störande verksamhet under totalt 2 år omfattande störningar dagtid i 0,5–1 år och sedan nattetid i 6–9 månader.

Alternativ 2: Mycket störande verksamhet under ca 1 år omfattande störningar dagtid ca 3 månader och sedan nattetid ca 6–9 månader. Därefter mindre störande aktiviteter ytterligare 2–3 år.

Alternativ 3: Mycket störande verksamhet under dagtid 0,5–1 år. Därefter mindre störande aktiviteter under ytterligare 3–5 år.

Hushållen angav att de föredrar alternativ 1 och alternativ 3.

Det finns även ytterligare orosmoment i majoriteten av hushållen kopplat till genomförandet. Främsta orosmomenten som angetts är

- Risker för spridning av föroreningar
- Ovisshet kring vad åtgärden innebär och dess effektivitet,
- Områdets attraktionskraft
- Vibrationer med risk för sprickbildningar i närliggande hus

Vid fråga om vad som är viktigast för hushållen i närtid (det närmaste året) anges främst att saneringen startar och går snabbt att genomföra. Det finns önskemål om att åtgärden ska planeras utifrån minskat buller alt. bullerminskande åtgärder. Det finns även önskemål om tekniskt utförande i form av termisk behandling inom hela åtgärdsområdet.

Vid fråga om vad som är viktigast för hushållen i framtiden (10–30 år) anges främst att området har sanerats, att området blir attraktivt igen och att det ska vara möjligt att sälja sitt hus. Trygg och säker miljö för boende i området och att inga föroreningar spridits vidare anges också vara av betydelse.

Övriga synpunkter som inkommit är:

- Att kommunikationen till alla berörda ska fortsätta som tidigare
- Att det finns oro för hur åtgärdsområdet kommer att se ut under en sanering
- Oro för lukt
- Frågor kring hur hushållen kommer att påverkas av ökad trafik i området
- Önskemål om bulleråtgärder samt vibrationsmätning,
- Önskemål om möte med politiker på riksnivå samt myndigheter Naturvårdsverket och SGU för att medvetandegöra den psykiska påverkan för närboende som föroreningsituationen har inneburit.

6.7 Sammanvägning och diskussion

6.7.1 Åtgärdsalternativ 1A

Åtgärdsalternativ 1A (maxalternativ) har fått lägst totalpoäng, se tabell i Figur 35. Termisk behandling är en väl beprövad metod och genomförs denna i hela åtgärdsområdet åtgärdas med stor säkerhet föroreningar i både jord och berg, risken för återkontaminering är mycket låg. Detta avspeglas i att åtgärds-alternativet har högst poäng på lång sikt. Med en uppskattad kostnad på 150 miljoner kronor bedöms åtgärden vara tre gånger dyrare än övriga åtgärdsalternativ.

Då åtgärdsalternativet innebär upphettning av hela åtgärdsområdet krävs det stor mängd elenergi. Eftersom åtgärden är ett maxalternativ innebär det en mer långtgående åtgärd än vad projektgruppen bedömt som rimligt för att uppfylla åtgärds målen. Det är även en generell uppfattning inom branschen att det inte anses motiverat med en så långt gående åtgärd som termisk sanering utanför ett källområde där det inte förekommer fri fas eller höga halter utav föroreningar. Under riskvärderingens gång har också energipriserna och förväntad tillgång till elenergi i Sverige och Europa förändrats kraftigt. Den höga energiförbrukningen anses därför inte vara miljömässigt försvarbar och heller inte försvarbar ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Detta då det finns risk för att stigande energipriser och eventuell elransonering kan påverka genomförandet negativt och att elenergin de närmsta åren kan komma att behöva prioriteras till hushåll och tillverkningsindustrin.

Även om den ytliga jorden skyddas under genomförandet och återförs efter åtgärd kommer det behandlade området i jord och berg att vara sterilt under en tid framöver vilket påverkar mark-ekosystemet. Termisk sanering innebär också arbetsmiljörisker bland annat med avseende på hett vatten och ånga. Övriga arbetsmiljörisker och risker för allmänheten är bland annat borrhandsvagnar och tung trafik i området.

Störningsmässigt bedöms åtgärdsalternativet bland de mest störande med avseende på buller då det kommer att kräva flest borrhningar vid installation, se beskrivning genomförande i kap 6.4.1 och Figur 29. Under åtgärden kommer även fläktar och pumpar att vara aktiva dygnet runt för att driva installationen under cirka 6–9 månader. Åtgärden bedöms kräva enbart en behandling och tidsmässigt bedöms åtgärden ta cirka 2 år från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd³ vilket innebär att det är det åtgärdsalternativ som tar kortast tid.

Med avseende på teknik har en del närboende förespråkat åtgärdsalternativet i sina enkätsvar och tidsmässigt uppfyller det även önskemål om snabbt genomförande. Samtidigt har flest närboende också uttryckt att det största orosmomentet för störningar under genomförandet är buller under

³ Med avslutad åtgärd avses ej tiden för eventuella effekttuppföljning för åtgärden.

dagtid men också under natten. Då åtgärdsalternativet bedöms vara det mest störande med avseende på buller under natten kan åtgärdsalternativet upplevas som mycket störande. Närboende har även uttryckt oro kring lukt och hur åtgärdsområdet kommer att se ut under genomförandet, termisk behandling innebär låg risk för lukt och mindre ingrepp på området än schaktning som åtgärdsalternativ 3A och 3B innebär.

6.7.2 Åtgärdsalternativ 1B

Åtgärdsalternativ 1B har fått högst totalpoäng. Termisk behandling som är väl beprövad och effektiv metod fokuseras inom källområdet där förorenings-halterna är som högst. Inom resterande åtgärdsområde genomförs biologisk behandling. Åtgärdsalternativet bedöms vara tillräckligt effektivt för att uppfylla åtgärds målen. Med en uppskattad kostnad på 50 miljoner kronor är kostnaden tre gånger lägre än åtgärdsalternativ 1A och kan likställas med kostnaden för åtgärdsalternativen 3A, 3B och 6.

Jämförelsevis mot åtgärdsalternativ 1A är det ett mindre område som hettas upp, energi-användningen är då lägre än åtgärdsalternativ 1A (cirka 1/8 lägre) och den energi som används är inom det område med högst föroreningshalt och fri fas vilket gör åtgärden mer miljömässig försvarbar och accepterad inom branschen. Med avseende på energianvändning ur ett samhällsperspektiv bedömer projektgruppen det som att den mindre mängd elenergi som används inom källområdet kan vara skälig. Dock finns det risk för att stigande energipriser och eventuell elransonering kan påverka genomförandet negativt.

Biologisk behandling är beprövad i jord och bedöms som en lämplig åtgärds metod utanför källområdet där lägre föroreningshalter finns. Biologisk behandling i berg är mindre beprövad men bedöms vara tillräckligt effektiv utanför källområdet. Då föroreningen i källområdet åtgärdas

effektivt minskar även risken för återkontaminering. Vid biologisk behandling kan det finnas risk att behandlingsmedel inte når fram till föroreningen, vilket kräver förberedande pilotstudier för det specifika området och flera behandlingsomgångar kan behövas. Efter termisk behandling håller jorden en högre temperatur vilket också kan gynna en biologisk behandling då värme gynnar tillväxt av bakterier som ska bryta ner föroreningarna. Arbetsmiljöriskerna bedöms likvärdiga enligt 1A, om än något mindre hantering av hett vatten.

Alternativet bedöms som något mindre störande än åtgärdsalternativ 1A då färre borringar planeras att genomföras, se kap 6.4.2 och Figur 26. Under åtgärden kommer fläktar och pumpar vara aktiva dygnet runt för att driva installationen under cirka 6–9 månader vilket likställs med åtgärdsalternativ 1A. Tidsmässigt bedöms åtgärden ta cirka 4,5 år från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd vilket är en av de längsta åtgärds tiderna.

Då åtgärdsalternativet innefattar termisk behandling bemöter det till viss del de närboendes önskan om full termisk sanering. Störningsmässigt kommer det att förekomma buller, men bedöms som mindre bullrande än åtgärdsalternativ 1A.

Genomförandet tar längre tid vilket inte bemöter boendes önskan om ett snabbt genomförande. Med avseende på närboendes oro kring lukt och hur åtgärdsområdet kommer att se ut under genomförandet likställs åtgärdsalternativet med 1A.

6.7.3 Åtgärdsalternativ 3A

Åtgärdsalternativ 3A har näst lägst totalpoäng. Åtgärdsalternativet innebär att all jord i hela åtgärdsområdet kommer att schaktas med kompletterande kemisk/biologisk behandling i berg. Åtgärdsalternativet bedöms vara tillräckligt effektivt för att nå åtgärds målen. Med en uppskattad kostnad på 50 miljoner kronor är kostnaden tre gånger lägre än åtgärdsalternativ 1A och kan likställas med åtgärdsalternativen 1B, 3B och 6.

Schaktning inom hela åtgärdsområdet påverkar området stort under genomförandet då cirka 6 000 m³ massor kommer att behöva avlägsnas och hanteras. Estetisk så bedöms detta alternativ som det mest påverkande. Vid schaktning åtgärdas föroreningen snabbt eftersom de förorenade massorna avlägsnas och nya tillförs, när nya massor tillförs finns det också möjlighet för att geotekniskt förbättra området. De mest förorenade massorna kan komma att behöva deponeras, övriga massor kan få nya användningsområden efter att de genomgått behandling. Vid deponering utav förorenade massor flyttas de till en annan plats vilket innebär att en ny plats blir påverkad utav föroreningarna. När de förorenade massorna deponeras finns det också risk för att föroreningen läcker ut till omgivande miljö vid deponin. Projektet anser att miljöpåverkan kopplat till spridning utav föroreningar bör minimeras så långt det är möjligt varav det anses vara mer fördelaktigt att behandla föroreningarna på plats, in-situ, enligt åtgärdsalternativ 1 A, B och 6.

Med avseende på energipriser och förväntad brist på elenergi kan åtgärdsalternativet ses som mer lämpat än åtgärdsalternativ 1A och 1B.

Schaktning utgör en risk för att föreningar frisätts vid genomförandet och risk för spridning finns, vilket både utgör arbetsmiljörisk och kan upplevas som störning för allmänheten då kemisk lukt kan spridas i området. Övriga arbetsmiljörisker och risker för allmänheten är tung trafik när massor ska transporteras från och till området. Schaktarbeten förväntas pågå i cirka 6 månader främst under dagtid mellan klockan 07–17. Åtgärdsalternativet kräver även borrhningar i berg med störningar vilka kan likställas med Åtgärdsalternativ 1B. Tidsmässigt bedöms åtgärder ta cirka 3,5 år från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd5.

Då åtgärdsalternativet inte innefattar termisk behandling bemöter det inte de närboendes önskan i val av teknik. Arbete kommer att pågå främst under dagtid och kemisk/biologisk sanering bedöms som mindre bullrande verksamhet än termisk behandling, åtgärdsalternativet kan därmed upplevas som mindre störande under natten än 1A och 1B. Närboende har uttryckt oro kring lukt och hur åtgärdsområdet kommer att se ut under genomförandet, då åtgärdsalternativet innebär störst risk för frisättning utav föroreningar under schaktningen och har störst estetisk påverkan på området kan det uppfattas som störande.

6.7.4 Åtgärdsalternativ 3B

Åtgärdsalternativ 3B med schaktning inom källområdet och kemisk/biologisk behandling i jord och berg inom övrigt åtgärdsområde ligger poängmässigt jämnt med Åtgärdsalternativ 6 samt inte långt efter Åtgärdsalternativ 1B. Med en uppskattad kostnad på 50 miljoner kronor är kostnaden tre gånger lägre än åtgärdsalternativ 1A och kan likställas med åtgärdsalternativen 1B, 3A och 6.

Alternativet bedöms innebära samma störningar och arbetsmiljörisker som åtgärdsalternativ 3A. Totalt innebär detta alternativ en mindre mängd schaktmassor än 3A, cirka 1 500 m³ jämfört med 6 000 m³. Detta innebär därmed ett mindre antal tunga transporter. Tiden för schaktning bedöms som något kortare, cirka 3 månader och förväntas främst pågå dagtid mellan klockan 07–17. Med avseende på energipriser och förväntad energibrist kan åtgärdsalternativet ses som mer lämpat än åtgärdsalternativ 1A och 1B. Störningar vid installation av biologisk/kemisk behandling är främst borrhningar i jord och berg vilket kan likställas med åtgärdsalternativ 1B. Tidsmässigt bedöms åtgärden ta cirka 3 år från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd5.

Åtgärdsalternativet kan likställas med 3A avseende på närboendes synpunkter inför genomförande av åtgärd. Största skillnaden är att området som schaktas är mindre vilket innebär mindre estetisk påverkan och mindre antal transporter och kan därmed upplevas som mindre störande.

6.7.5 Åtgärdsalternativ 6

Åtgärdsalternativ 6 ligger poängmässigt jämnt med Åtgärdsalternativ 3B i totalpoängen. Åtgärdsalternativet innebär porgasextraktion i den omättade zonen och kemisk behandling av mättad zon i jord och berg i hela åtgärdsområdet. Med en uppskattad kostnad på 50 miljoner kronor är kostnaden tre gånger lägre än åtgärdsalternativ 1A och kan likställas med åtgärdsalternativen 1B, 3A och 6. Tidsmässigt bedöms åtgärden kunna genomföras inom cirka 4 år från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd, dock kan det krävas flertalet injekteringsomgångar i källområdet vilket kan förlänga tiden.

Detta alternativ innebär minst ingrepp på markecosystemet, marken blir inte steril och inga massor tas bort eller tillförs. Arbetsmiljömässigt är riskerna mindre än vid en termisk behandling bland annat då inget hett vatten eller ånga förekommer. Störningsmässigt kan åtgärden likställas med alternativ 1B avseende borrhinar inom hela åtgärdsområdet. Under drift bedöms åtgärdsalternativet vara minst störande med avseende på buller. Estetiskt kan åtgärdsalternativet likställas med 1B vilket kan uppfattas som mindre störande för de närboende. Åtgärdsalternativet som är en in-situ åtgärd motsvarar ur ett miljöperspektiv generellt 10 % av belastningen från en schakt-sanering.

Åtgärdsalternativet är den minst beprövade metoden av alla åtgärdsalternativ. Tekniken bedöms klara åtgärds målen dock finns det osäkerheter som gör att flera behandlingar kan krävas. Med avseende på energipriser och förväntad energibrist påverkas åtgärdsalternativet mindre än andra åtgärdsalternativ, framför allt 1A och 1B.

Med avseende på närboendes oro för buller och estetik bedöms åtgärdsalternativet bemöta närboendes önskemål. Då det är den minst beprövade metoden kan det skapa oro för närboende med avseende på åtgärdsalternativets effektivitet. Åtgärdsalternativet bemöter inte heller de närboendes önskan om snabb åtgärd då det är oklart hur många injekteringar som kan krävas.

7 VAL AV ÅTGÄRDSALTERNATIV

Val av åtgärdsalternativ ska vara i linje med projektets vision och uppfylla de övergripande åtgärds målen, de åtgärdsalternativ som tagits fram bedöms alla kunna uppfylla de övergripande åtgärds mål med avseende på människors hälsa och boendemiljö. Nedan förs en diskussion där fördelar och nackdelar med det åtgärdsalternativ 1B som enligt genomförd riskvärdering bedömts som mest lämpligt.

I tidigare genomförd riskvärdering, baserad på dåvarande kunskap om föroreningssituationen källområdet, rekommenderades dåvarande Åtgärdsalternativ 1 Termisk behandling av källområdet inklusive rivning av byggnader som den mest lämpliga åtgärden. Sedan dess har mer kunskap om föroreningarnas utbredning tillkommit vilket har inneburit att ett åtgärdsområde med källområde tydligare har definierats. Nu finns det även ett beslut om att husen inom åtgärdsområdet ska rivas vilket har förändrat förutsättningarna för projektet. Den nu genomförda riskvärderingen anger fördel för åtgärdsalternativ 1B som fått högst i totalpoäng och näst högst poäng på lång sikt. På lång sikt är det bara maxalternativet åtgärdsalternativ 1 A med tre gånger så hög kostnad som anses vara mer fördelaktigt. Med avseende på ekonomisk hållbarhet ligger fokus på att kostnaden inte ska bli orimligt hög i relation till den miljövinst som kan uppnås med åtgärden. Maxalternativets tre gånger så höga kostnad är högre än vad som anses vara skäligt, vilket kostnadsmässigt talar för att åtgärdsalternativ 1B är mer lämpligt.

Utöver kostnader bedöms åtgärdsalternativ 1B vara ett lämpligt alternativ då det består av väl beprövad teknik genom termisk behandling inom källområdet där det finns högst föroreningshalt, och biologisk behandling av mättad zon i jord och berg i övrigt åtgärdsområde med lägre

föroreningshalter. Åtgärds-alternativet innebär en säkerhet i resultat av god reduktion av föroreningar där det krävs inom källområdet samtidigt som den specifika tekniska kombinationen bidrar till ny teknisk kompetens. Pilotstudier för den biologiska behandlingen kommer att genomföras vid projektering av åtgärden för att anpassa behandlingen för det specifika åtgärds-området och säkerställa åtgärdens effektivitet.

Med avseende på ekologisk hållbarhet ligger fokus på återställning av fungerande ekosystem. Tekniken i Åtgärdsalternativ 1B med upphettning av källområdet påverkar markekosystemet kraftigt, åtgärden bedöms som skäligt inom det begränsade område där föroreningshalten är som högst. Vid lägre föroreningshalter utanför källområdet används den mindre påverkande åtgärden biologisk behandling vilket påverkar markekosystemet marginellt.

Människors hälsa är central i den sociala hållbarhetsdimensionen tillsammans med andra sociala aspekter så som tid på kort och lång sikt. Kort sikt avseende genomförandetid med störningar, och lång sikt att åtgärden ska vara långsiktigt hållbar. Den långsiktiga hållbarheten berörs i och med att åtgärdsalternativet bedöms ha god reduktion av föroreningar. På kort sikt avses genomförandetiden, och här är åtgärdsalternativ 1B den åtgärd som tar längst tid att genomföra, cirka 4,5 år. Tiden för åtgärden är uppskattad utifrån att termisk sanering genomförs först och sedan påbörjas biologisk sanering. Dock är det möjligt att samköra teknikerna vilket då kan korta ner åtgärdstiden, detta kommer att utredas under projekteringsskedet. I och med att fastigheterna inom åtgärdsområdet kommer att ägas av Jönköpings kommun, väntar inte nuvarande fastighetsägare på att flytta tillbaka, och bedöms därför inte vara berörda. Det är främst närboende i området som påverkas av störningar i området som ett utförande innebär. Då närboende angett i enkät att de vill ha ett snabbt genomförande kommer tidsaspekten att beaktas under projektering. Störningsmässigt är det fördel för den biologiska behandlingen då behandling pågår i mark utan att det syns eller hörs särskilt mycket. Det kommer antagligen att finnas möjlighet att återställa ytor medan behandlingen pågår.

Närboende har vid intervjuer fått lämna sina synpunkter kring genomförandet och det är tydligt att buller är den störning som främst oroar de närboende. Åtgärdsalternativet bedöms inte som det mest bullrande men kan komma att upplevas som störande under den mest intensiva perioden som är vid installation. Med tydlig kommunikation till närboende och vid projektering kan det planeras för att minska risken för upplevda störningar i området.

Under framtagandet av denna rapport har energipriser och risk för energibrist i Sverige och Europa blivit en faktor att beakta, vilket i sin tur kan påverka projektet och val av åtgärdsalternativ. Åtgärdsalternativ 1B innebär användning av elenergi för upphettning av källområdet vilket kan påverka projektet genom högre kostnader beroende på energiprisernas utveckling. Det har även kommit information från myndigheter att elen kan stängas av i korta perioder under vinterhalvåret, vilket i sin tur också kan påverka projektets framdrift. Projektgruppen bedömer att de korta stunder som elen eventuellt kan stängas av inte kommer att påverka åtgärdsalternativets effektivitet på lång sikt. Åtgärdsalternativ 1B bedöms fortsatt som mest lämpligt att genomföra men projektet kan behöva förbereda för ett flexibelt, eller eventuell revidering av, genomförande, beroende på vad som händer i omvärlden.

8 MÄTBARA ÅTGÄRDSMÅL

8.1 Inledning om processen att besluta om mätbara åtgärds mål

I detta kapitel redogörs för inledande förslag till mätbara mål för åtgärden. Målen är mätbara på så sätt att de definieras som halter, men det är inte säkert att de går att mäta under själva genomförandet. Exempelvis blir marken varm vid termisk behandling vilket kan försvåra provtagning och kontroll en lång tid efter att åtgärden har genomförts. Målen i detta kapitel bör ses som en inledande förväntan om effekter av åtgärden och kan fungera som ett underlag vid upphandling av entreprenör. Mätbara åtgärds mål för respektive metod behöver konkretiseras och detaljeras längre fram och i samarbete med entreprenör. Målen ska vara realistiska, robusta och inte för komplicerade att mäta. Målen ska vara tydliga så man vet när åtgärden ska avslutas. För entreprenaden behöver t.ex. även stoppkriterier tas fram som anger när åtgärden kan avbrytas. Dessa stoppkriterier kan vara olika för olika åtgärds metoder.

Innan åtgärden påbörjas, fastställs de mål som ska uppnås. Målen behöver kommuniceras inom projektgruppen. Följande principer rekommenderas därför vid fastställande av de mätbara åtgärds målen:

- SGU, Länsstyrelsen och Jönköpings kommun (exploateringskontoret) behöver vara delaktiga i beslutet.
- Anlitad entreprenör behöver tillfrågas så att de mätbara åtgärds målen kan uppnås med valt åtgärds alternativ samt så att mätning på vald parameter kan utföras rent praktiskt under åtgärden.
- Tillsynsmyndigheten behöver gentemot allmänheten kunna översätta åtgärds målens tillämpbarhet så att området kan godkännas för fortsatt bostads ändamål.
- Åtgärds målen ska kunna åberopas som bevis på att sanerad mark är lämplig för bostads ändamål.
- Medför åtgärds målen restriktioner i markanvändningen behöver beslut dokumenteras.

De övergripande åtgärds målen som har formulerats i kapitel 2.1.1, beskriver vad som ska uppnås. De mätbara åtgärds målen ska formuleras så att det tydligt framgår hur effekten av åtgärden ska visas, de ska med andra ord även inkludera hur man ska mäta att målen nås. Generellt ska mätning utföras på samma medium och med samma metod före, under och efter åtgärden för att kunna visa på effekten. Det kan vara svårare att mäta mängder och mer praktiskt att mäta och hantera halter som kan visas direkt. Halter har även oftast en direkt koppling till risk.

Nedan redovisas halter i jord, grundvatten, porluft, inomhusluft och dricksvatten som genomförd åtgärd på sikt bör uppnå för att nå de övergripande målen. Halterna i samtliga media kan inte förväntas uppnås direkt efter genomförd åtgärd. Halterna kan användas för den effektuppföljning/ efterkontroll som ska utföras. För dessa fem media finns mycket underlag från de utförda undersökningarna.

I kapitel 3.1 redovisas platsspecifika riktvärden för jord, grundvatten i jord, grundvatten i berg, porluft under bottenplatta/ hus och för inomhusluft. Platsspecifika riktvärden har beräknats för PCE och dess nedbrytningsprodukter TCE, cDCE och VC samt för bensen och toluen. Beräkningarna baseras på flera olika antaganden som alla har valts med utgångspunkt att inte underskatta risken. Några ytterliga säkerhetsfaktorer bedöms inte behöva appliceras på de mätbara målen.

Med anledning av att bensen och toluen påträffats i inomhusluft har platsspecifika riktvärden tagits fram även för dessa. Bensen och toluen har påvisats i inomhusluft i garage och ämnena

bedöms ej vara relaterade till tvätten. I jord, grundvatten och prolufat har ämnena påträffats i begränsad omfattning och därför föreslås inte bensen och toluen ingå som ämnen som följs upp.

De övergripande åtgärds målen fokuserar på:

- skydd av människors hälsa (mål 1),
- skydd av markmiljön (mål 2)
- att föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertas genom naturliga processer (mål 3)
- markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner (mål 4)
- uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex., borrhål och sprängning) ska vara möjliga att genomföra (mål 5).

Med utgångspunkt i de övergripande åtgärds målen beaktas inte de beräknade platsspecifika riktvärden som avser skydd av grundvatten och skydd av ytvatten. Varken skydd av grundvatten eller ytvatten har pekats ut som styrande skyddsobjekt i riskbedömningen. De övergripande åtgärds målen 3 till 5 bedöms uppnås genom den haltminskning och föroreningsreducering som följer av att uppnå målen för skydd av människors hälsa och skydd av markmiljön.

De platsspecifika riktvärdena styrs generellt av risker kopplade till långtidseffekter på människors hälsa eller risker för markmiljön. Dessa risker kopplas till genomsnittlig exponering över tid. Mätbara åtgärds mål föreslås således utvärderas mot medelvärden. Med medelvärde avses det aritmetiska medelvärdet. Medelvärdet av föroreningshalten ska undersökas inom en förutbestäm d beslutsenhet som t.ex. kan vara en volym jord, en fastighet osv. Förslag på beslutsenheter ges nedan i följande kapitel.

8.1.1 Jord

Förslag på mätbara åtgärds mål i ytlig respektive djup jord inom åtgärds området redovisas i Tabell 23 och Tabell 24. Platsspecifika riktvärden har tagits fram för ytlig jord ned till och med 1,5 meter under befintlig markyta och därunder följer riktvärden för djup jord. Samma djupindelning används här, men observera att om markytan vid en framtida exploatering förändras behöver detta tas i beaktan.

De mätbara åtgärds målen för jord kan utvärderas som en medelhalt per beslutsenhet. En beslutsenhet bör inte omfatta en yta större än 100 m² (normal yta för enfamiljshus) och bör begränsas till enskilda fastigheter. Medelhalten bör beräknas på flera enskilda prov slumpvis fördelade på volymen. Enskilda prov på jord bör tas ut till en metanolvial som skickas till laboratoriet. Beslutsenhet och antalet enskilda prov kan behöva studeras mer noggrant så att kontrollen hamnar på en rimlig nivå. Samlingsprov rekommenderas inte då de flyktiga ämnena lätt avgår vid en sådan hantering av jordproverna. Det finns dock andra lämpliga metoder för att undersöka föroreningshalter i jord efter åtgärden, exempelvis MIP-sondering.

Tabell 23. Förslag på mätbart åtgärds mål i ytlig jord, 0–1,5 meter under markytan

Mätbart åtgärds mål i ytlig jord, 0–1,5 m u my			
Ämne	Halt (mg/kg TS)	Motivering	Utvärdering
PCE	1	Skyddar människors hälsa och marklevande organismer	Medelhalt per beslutsenhet
TCE	0,6	Skyddar människors hälsa och marklevande organismer	Medelhalt per beslutsenhet
cDCE	0,2	Skyddar människors hälsa	Medelhalt per beslutsenhet
VC	0,1	Rapporteringsgräns på laboratoriet	Medelhalt per beslutsenhet

Förutom kontroll inom åtgärdsområdet efter utförd åtgärd kan de mätbara åtgärdsmålen även användas för att säkerställa avgränsning av åtgärdsområdet inför åtgärd.

Tabell 24. Förslag på mätbart åtgärds mål i djup jord, >1,5 meter under markytan.

Mätbart åtgärds mål i yttlig jord, 0–1,5 m u my			
Ämne	Halt (mg/kg TS)	Motivering	Utvärdering
PCE	27	Skyddar människors hälsa	Medelhalt per beslutsenhet
TCE	9	Skyddar människors hälsa	Medelhalt per beslutsenhet
cDCE	2	Skyddar människors hälsa	Medelhalt per beslutsenhet
VC	0,1	Rapporteringsgräns på laboratoriet	Medelhalt per beslutsenhet

8.1.2 Grundvatten

Förslag på mätbara åtgärds mål för grundvatten som bör uppnås på sikt, dvs. innan effektuppföljningen avslutas, redovisas i Tabell 25. Halterna i grundvattnet ska visa på en fallande trend, och att alla halter under ett år ska vara i nivå med eller under åtgärds målet. Kontrollbrunn/ grundvattenrör bör placeras ut så att de representerar alla spridningsriktningar utanför åtgärds- området och ska representera dels grundvatten i jord, dels grundvatten i yttlig berg. Yttlig berg föreslås omfatta de översta 5 metrarna av berget (0–5 meter under bergöverytan, m u by). Årsmedelvärdet kan beräknas utifrån två provtagningar per år. Tätare kontroller kan utföras initialt som en del i entreprenörens kontroll av utförd åtgärd.

Grundvattenproverna ska tas ut med så kallad lågflödes provtagning strax över botten av grundvattenröret direkt till glasvial som skickas kylda till laboratoriet.

Tabell 25. Förslag på mätbart åtgärds mål i grundvattnet i jord och yttlig berg 0–5 meter under bergyta.

Mätbart åtgärds mål i grundvattnet utanför åtgärdsområdet i jord och yttlig berg (0–5 m u by)			
Ämne	Halt (µg/l)	Motivering	Utvärdering
PCE	140	Skyddar människors hälsa	Fallande trend
TCE	100	Skyddar människors hälsa	Fallande trend
cDCE	230	Skyddar människors hälsa	Fallande trend
VC	3	Skyddar människors hälsa	Fallande trend

8.1.3 Porluft

Förslag på mätbara åtgärds mål för porluft som bör uppnås på sikt, dvs. innan effektuppföljningen avslutas, redovisas i Tabell 26. Platsspecifika riktvärden har tagits fram för porluft under bottenplatta/hus, men eftersom husen kommer rivas antas i stället att halten ska uppfyllas i porluft generellt inom fastigheterna.

De mätbara åtgärds målen för porluft utvärderas förslagsvis som ett årsmedelvärde per fastighet. Porluften bör undersökas i minst fem punkter per fastighet. Undersökningen bör utföras på samma sätt som under de åtgärdsförberedande undersökningarna med passiv mätmetod av typen WMS ca 0,7 meter under markytan.

Tabell 26. Förslag på mätbart åtgärds mål i porluft

Mätbart åtgärds mål i porluft under bottenplatta/hus			
Ämne	Halt (mg/m³)	Motivering	Utvärdering
PCE	10	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet
TCE	2	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet
cDCE	3	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet
VC	0,3	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet

8.1.4 Inomhusluft

I Tabell 27 redovisas förslag på mätbara åtgärds mål för inomhusluft som kan användas för att kontrollera inomhusluften i omkringliggande bostäder efter genomförd åtgärd. Platsspecifika riktvärden har tagits fram för inomhusluft, men eftersom husen inom åtgärdsområdet kommer rivas kan halten i stället användas vid effekttuppföljning i omkringliggande bostäder. Bostadshusen i närheten av åtgärdsområdet har dock inte uppvisat halter i närheten av de föreslagna målen så det är inte sannolikt att åtgärds målen skulle riskera att överskridas. Att inomhusluften i omkringliggande fastigheter kan behöva kontrolleras både under och efter en åtgärd är framför allt för att säkerställa en god boendemiljö och att minska eventuell oro hos närboende.

De mätbara åtgärds målen för inomhusluft utvärderas förslagsvis som ett årsmedelvärde per fastighet. Inomhusluft bör undersökas i minst två punkter per fastighet. Undersökningen bör utföras med passiv mätmetod av typen WMS, eftersom det är denna metod som använts i de åtgärdsförberedande undersökningarna.

Tabell 27. Förslag på mätbart åtgärds mål i inomhusluft.

Mätbart åtgärds mål i inomhusluft			
Ämne	Halt (mg/m ³)	Motivering	Utvärdering
PCE	0,1	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet
TCE	0,02	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet
cDCE	0,03	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet
VC	0,003	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet

8.1.5 Dricksvatten

Förslag på mätbara åtgärds mål för dricksvatten som bör uppnås på sikt, dvs. innan effekttuppföljningen avslutas, redovisas i Tabell 28. För dricksvatten har inget platsspecifikt riktvärde beräknats. I dricksvattnet finns det mätbara halter av PCE, TCE och VC. Som mätbart åtgärds mål för dricksvatten föreslås att utgångspunkten är Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten men där en skyddsfaktor på 10 ansätts som tar höjd för mätosäkerheter vid provtagning och analys. De mätbara åtgärds målen sammanfaller då väl med den rapporteringsgräns som analyserna har som används för kontroll av dricksvattnet av leverantör (kommunala vattenverket).

De mätbara åtgärds målen för dricksvatten utvärderas förslagsvis som ett årsmedelvärde per fastighet. Dricksvattnet bör undersökas vid minst två tillfällen per år per fastighet. Provet på dricksvattnet tas direkt från kran till glasvial som skickas till laboratoriet för analys. Innan provet tas ut ska vattnet spolat en kort stund tills det är kallt och så att vattnet i ledningen inne i husets har omsatts.

Eftersom husen kommer att tas bort innan åtgärden utförs kan dricksvattnet inte kontrolleras här. Fastigheter som angränsar till åtgärdsområdet har vid tidigare undersökningar vid enstaka tillfälle uppvisat halter motsvarande de föreslagna mätbara åtgärds målen. Därför föreslås att fastigheterna Obygden 9 och 12 ska omfattas av dessa mätbara åtgärds mål.

Tabell 28. Förslag på mätbart åtgärds mål i dricksvatten

Mätbart åtgärds mål i dricksvatten			
Ämne	Halt (µg/l)	Motivering	Utvärdering
PCE + TCE	1	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet
VC	0,1	Skyddar människors hälsa	Årsmedelvärde per fastighet

9 PROJEKTERINGSDIREKTIV

Projekteringsdirektiv är krav och regler för hur projekteringen ska genomföras och anges lämpligen uttryckta som preliminära åtgärdskrav. Det kan gälla vissa åtgärdskrav som redan är bestämda och som projektören inte får avvika från eller särskild hänsyn som utgör en förutsättning för projekteringen.

Under utförda arbeten och utredningar har aspekter framkommit som ska hanteras under fortsatta förberedande arbeten och själva åtgärden inklusive uppföljning. Dessa åtgärdskrav listas nedan.

- Alla arbeten ska utföras med hänsyn till att de genomförs inom ett bostadsområde. Det innebär bland annat att:
 - åtgärder för bullerdämpning ska utredas.
 - åtgärder för att minska andra typer av påverkan för boende ska utredas, exempelvis synintryck, lukt etc.
 - ett kontrollprogram behöver tas fram som innehåller kontroll under genomförandet avseende buller, lukt, föroreningshalter i utomhus- och inomhusluft.
- Under planering och projektering ska ett kontrollprogram upprättas för den effektoppföljning som ska utföras för att visa att de mätbara åtgärdsmålen uppfylls (se kapitel 8). Inför effektoppföljning kan det bli aktuellt att installera nya grundvattenrör och det är viktigt att dessa hinner provtas innan åtgärderna påbörjas.
- Vid planering av arbeten på plats ska årstid och förväntade väderleksförhållanden beaktas. Störande arbeten kan exempelvis förläggas under höst och vinter när boende i området vistas mer inomhus. Kyla kan dock försvåra arbetet exempelvis genom att vatten fryser i slangar osv. Biologisk in-situ behandling av jord kan vara bra att utföra vid tidpunkter när grundvattennivåerna är höga, när volymen mättad zon är som störst. Även andra åtgärds specifika hänsyn ska vägas in vid tidsplanering.

Under projektering av kombinerade åtgärstekniker ska hänsyn tas så att tidsvinster görs för att korta den totala genomförandetiden.

- Under planering och projektering ska risker för höga energipriser och energibrist beaktas så att ett stabilt projektgenomförande oavsett detta ändå kan förväntas.

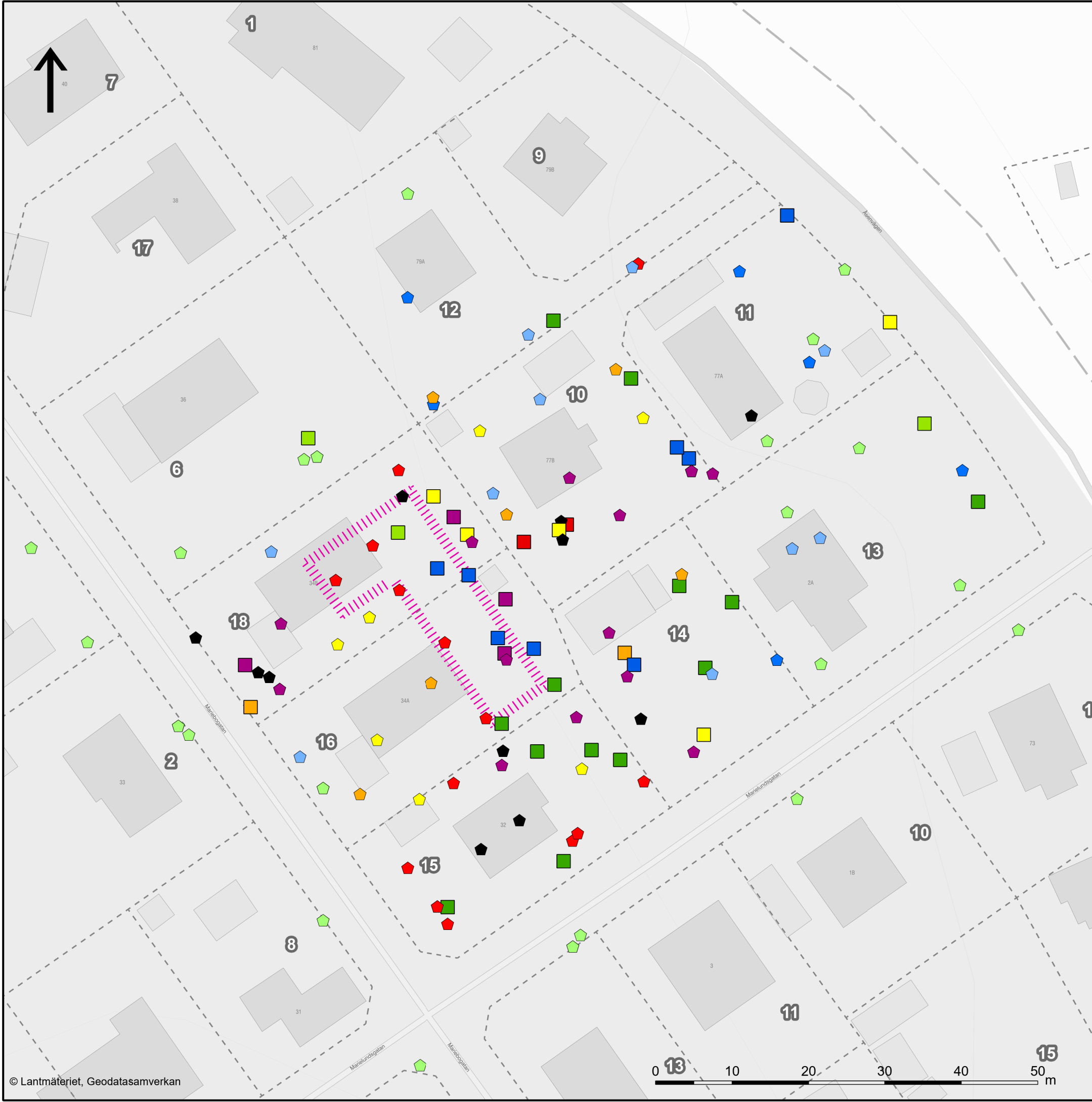
Inför fortsatta arbeten med planering och projektering behöver en detaljerad kalkyl baserad på aktuella marknadspriser med hänsyn till stigande kostnader för el och drivmedel och den ökande inflationen utföras. En riskanalys rörande projektets kostnader bör också tas fram. De kostnader som redovisas i kapitel 5.6 är baserade på schabloner som i sin tur baseras på utförda åtgärder de senaste åren och tar inte hänsyn till stigande priser.

- Innan entreprenör för åtgärd handlas upp rekommenderas att det efter att husen har rivits utförs fler åtgärdsinriktade undersökningar i berg. Detta i syfte att verifiera att termisk behandling är ett motiverat alternativ för åtgärder i berg. Fri fas förorening har enbart påvisats i ett av utförda borrhål.
- Under åtgärden krävs viss omledning av trafik och hastighetsbegränsande åtgärder. Även busshållplatser kan behöva flyttas under en tid. En dialog med berörda aktörer ska påbörjas och de kringboende bör informeras i god tid.

- Vid sanering av källområde A kan del av Mariebogatan behöva tas i anspråk. En dialog med berörda aktörer ska påbörjas och de kringboende bör informeras i god tid.
- Innan fortsatta arbeten utförs samt efter slutförda arbeten bör byggnader och andra konstruktioner på angränsande fastigheter besiktigas. Detta för att kunna visa om eventuella skador har uppkommit på grund av arbetena kopplade till åtgärden.
- Inventering av invasiva arter bör utföras inom samtliga arbetsområden innan något arbete påbörjas. Inom fastigheten Obygden 13 har den invasiva arten parkslide redan konstaterats. Hantering av parkslide och eventuella övriga invasiva arter ska beaktas i projekteringen så dessa inte sprids inom eller utanför området.

REFERENSER

- Daly, M. et al. 2006. Assessing TCE Uptake in Vegetable Produce Crops for Risk Characterization. Paper J-03
- DEQ 2011. Fact Sheet, Safety of Homegrown Produce Irrigated with Groundwater near the Eugene Railyard. State of Oregon Department of Environmental Quality
- Livsmedelsverket 2001. Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten.
- Naturvårdsverket 2009a. Riktvärden för förorenad mark – Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976. Naturvårdsverket 2009.
- Naturvårdsverket 2009b. Att välja efterbehandlingsåtgärd. En vägledning från övergripande till mätbara åtgärds mål. Rapport 5978
- Orbicon 2019. Forureningshund – Jönköping, Sverige. 2019-05-29
- Rodhe et al, 2006. Grundvattenbildning i svenska typjordar - översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Uppsala University, Report Series A, No.66
- Rosmarus Enviro 2022. Transmissivitet i berggrunden under kvarteret Obygden, Jönköping. Rapport 20221026
- SGU 2019. Fältrapport. Berggrundsundersökning i området kring kvarteret Obygden, Jönköpings kommun. 2019-05-17
- SGU 2022a. Kartvisaren ”Hydraulisk konduktivitet i berg”.
- SGU 2022b. Kartvisaren ”Grundvattenmagasin”.
- SGU 2022c. Kartvisaren ”Grundvatten 1:1 miljon”.
- SMHI 2022. <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>. Webbida hämtat data 2022-06-22
- Sweco 2017. Huvudstudie Obygden. Huvudstudierapport. Uppdragsnummer 1301145300, 2017-04-04
- Sweco 2020a. Färgaren kemiska tvätt, Reviderad åtgärdsutredning och riskvärdering. Uppdragsnummer 13006881, 2020-08-20
- Sweco 2020b. Resultatrapport. Färgaren Kemiska tvätt, Sweco Environment AB 2020-04-14
- Sweco 2020c. Teknisk rapport, Borrhålsfilmning, Färgaren kemiska tvätt. Uppdragsnummer: 13011056. Daterad 2020-07-15
- Sweco 2020d. PM Nivåspecifik provtagning i bergborrade brunnar, Färgaren, Jönköping. Uppdragsnummer: 13011056. Daterad 2020-12-03
- Sweco 2021. Teknisk PM geoteknik, Färgaren fältkampanj 1, Mariebo, Jönköping
- Sweco 2022a. Färgaren, projektering. Resultatrapport, åtgärdsförberedande undersökningar utförda 2021, fältomgång 1 och 2. Uppdragsnummer 30017971. Daterad 2022-04-11.
- Sweco 2022b: PM Hydrogeologi, Grundvattenförhållanden inom Färgaren. Uppdragsnummer 30017971. Daterad 2022-03-29, rev 2022-06-22.



FÄRGAREN

BILAGA 1

Datum: 2022-10-13

Skala (A3):1:500

TECKENFÖRKLARING

Porluft, passiv & pumpad

Porluft, PCE ug/m3

- under rapporteringsgränsen
- < 20
- 20 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- > 10 000

Jord, max PCE alla nivåer, mg/kg

- under rapporteringsgräns
- < 0,4
- 0,4 - 1,2
- 1,2 - 5
- 5 - 10
- 10 - 50
- > 50

Kemtvätt

Fastighetsgräns

Version: 1

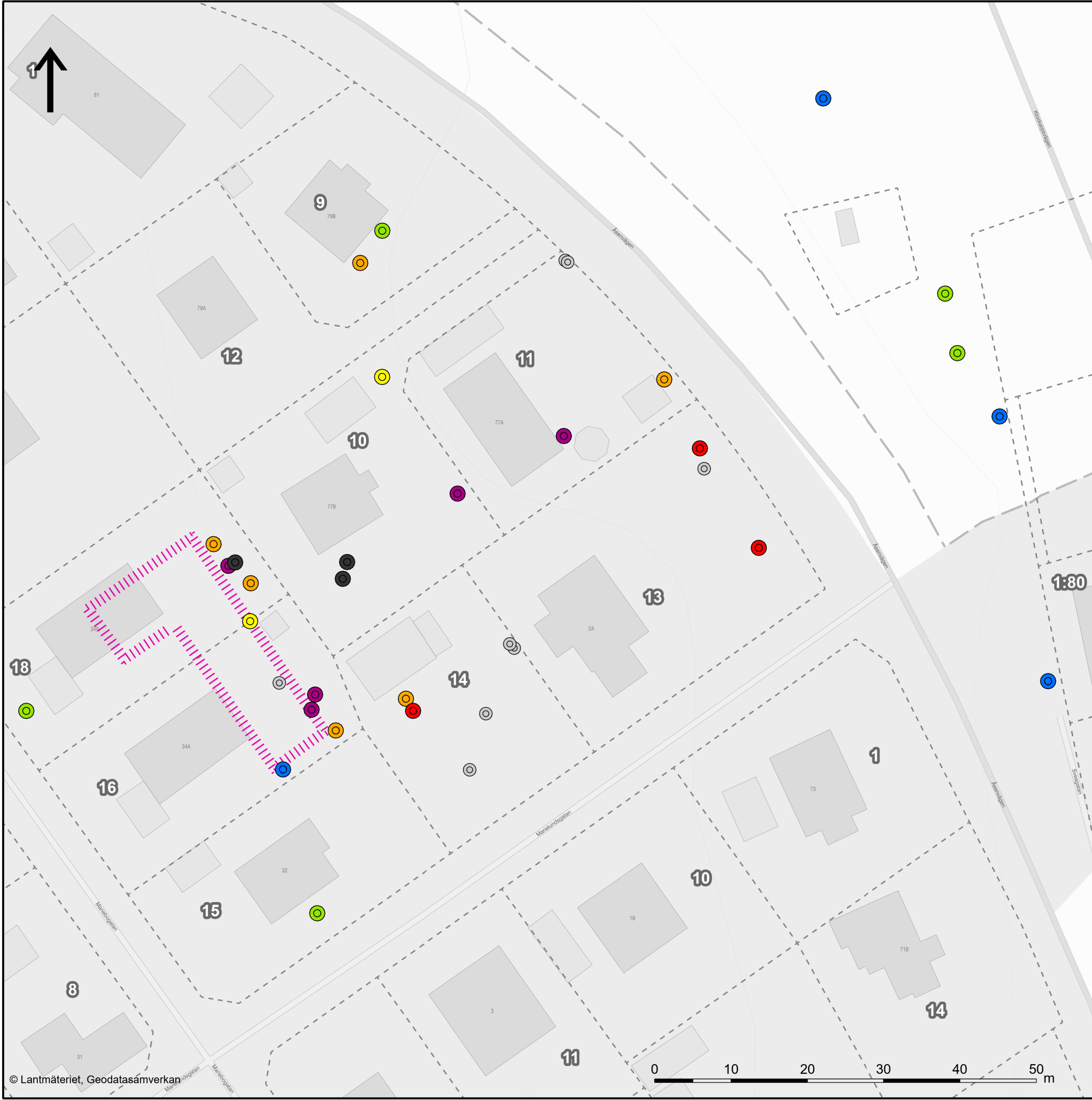
Datum: 2022-10-13

Copyright © Lantmäteriet

Uppdragsnummer: 30017971

Uppdragsledare: Emy Ekholm

Editor: Anna Paulsson



FÄRGAREN

BILAGA 1

Datum: 2022-10-13

Skala (A3):1:500

TECKENFÖRKLARING

Grundvatten i jord, resultat nov2021

CAH ug/l

under rapporteringsg.

< 10

10 - 100

100 - 300

300 - 600

600 - 1 000

1 000 - 2 000

> 2 000

Gvrör utan vatten

Kemtält

Fastighetsgräns

Version: 1

Datum: 2022-10-13

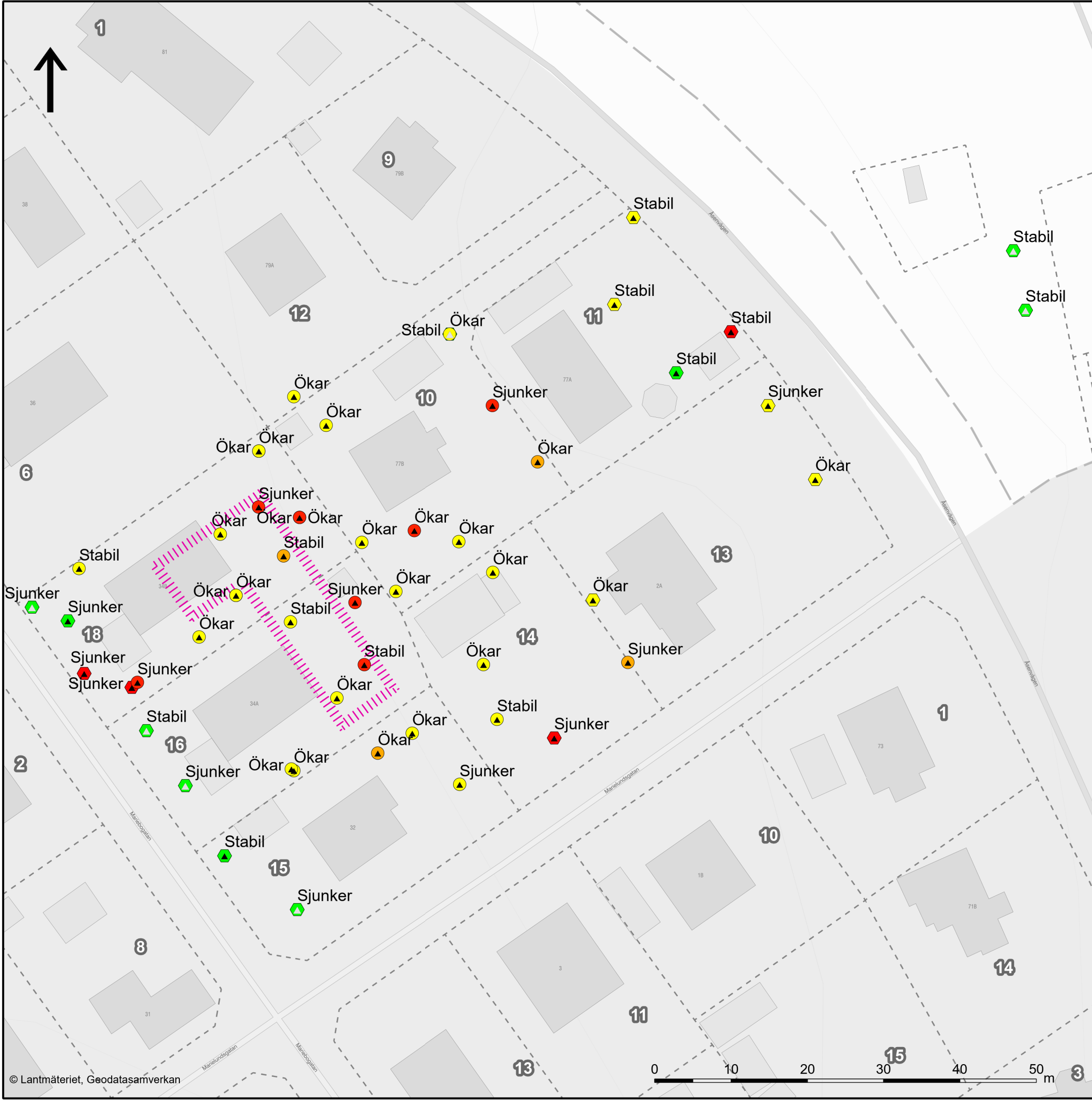
Copyright © Lantmäteriet

Uppdragsnummer: 30017971

Uppdragsledare: Emy Ekholm

Editor: Anna Paulsson





FÄRGAREN

BILAGA 1

Datum: 2022-10-13

Skala (A3):1:500

TECKENFÖRKLARING

MIP resultat

Metod, XSD_utslag

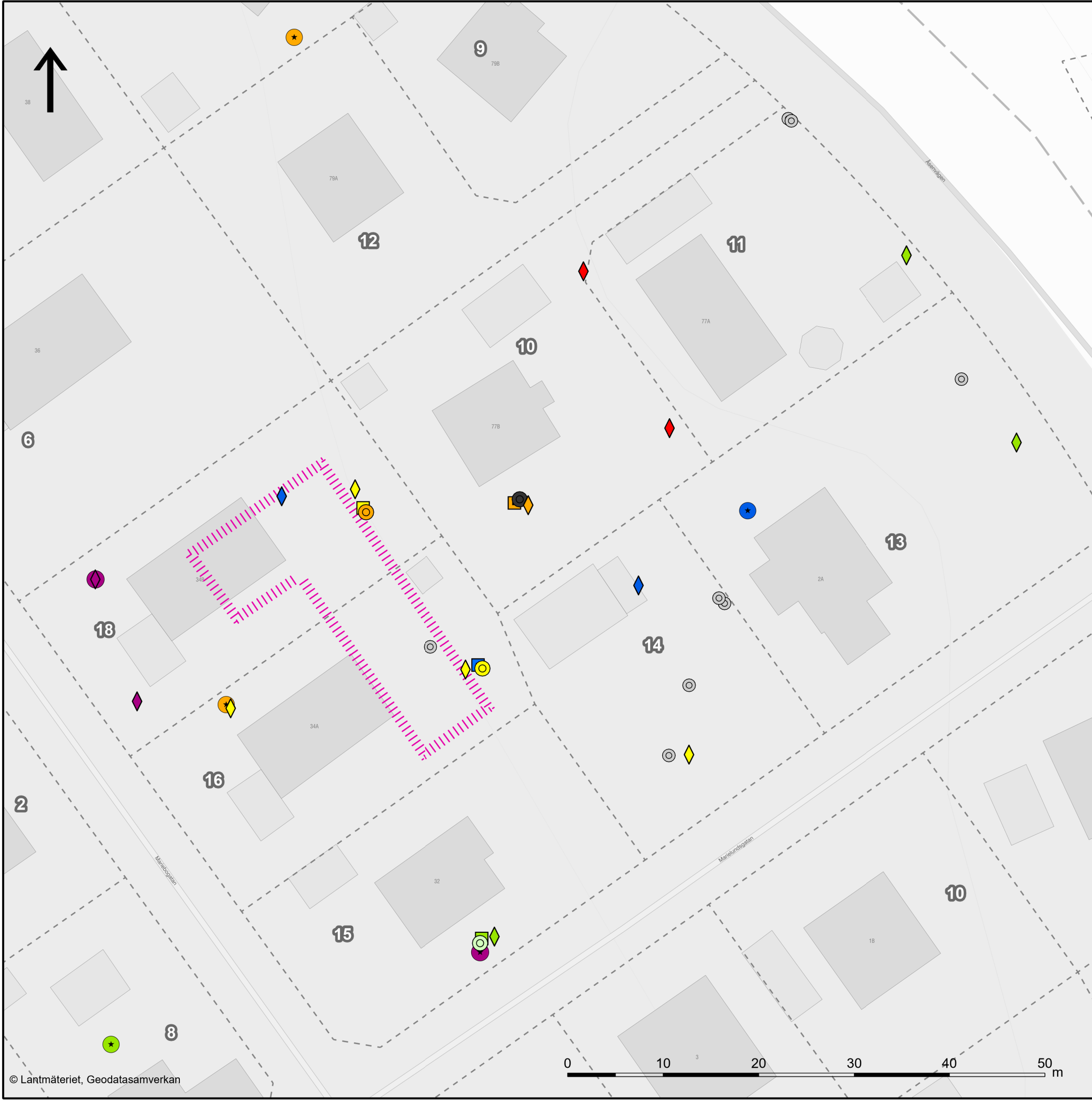
- MIP Hög; >10 ppm
- LL_MIP Hög: >10 ppm
- MIP Medel_hög: 5 - 10 ppm
- MIP Medel: 1 - 5 ppm
- LL_MIP Medel: 1 - 5 ppm
- LL_MIP Låg: 0,1 - 1 ppm

Avgränsad

- Ja
- Nej
- Kemtvätt
- Fastighetsgräns

Version: 1
Datum: 2022-10-13
Copyright © Lantmäteriet
Uppdragsnummer: 30017971
Uppdragsledare: Emy Ekholm
Editor: Anna Paulsson





FÄRGAREN

BILAGA 1

Datum: 2022-10-13

Skala (A3):1:400

TECKENFÖRKLARING

Grundvatten i berg, resultat nov2021

CAH ug/l

- under rapporteringsgräns
- < 10
- 10 - 100
- 100 - 300
- 300 - 600
- 600 - 1 000
- 1 000 - 2 000
- > 2 000
- Gvrör utan vatten

Halt i berg

CAH mg/kg TS

- < 0,001
- 0,001 - 0,004
- 0,004 - 0,009
- > 0,009

CAH mg/kg

- < 10
- 10 - 20
- 20 - 100
- 100 - 300
- 300 - 600
- > 600

Berggrum

PCE+TCE ug/l

- 10 - 100

Vatten energibrunnar

PCE+TCE ug/l

- u. rap.
- < 10
- 10 - 100
- 100 - 300
- > 1 000

Kemtvätt

Fastighetsgräns

I kartan redovisas den högsta halten som uppmäts från olika provtagningsomgångar i respektive punkt.

Version: 1

Datum: 2022-10-13

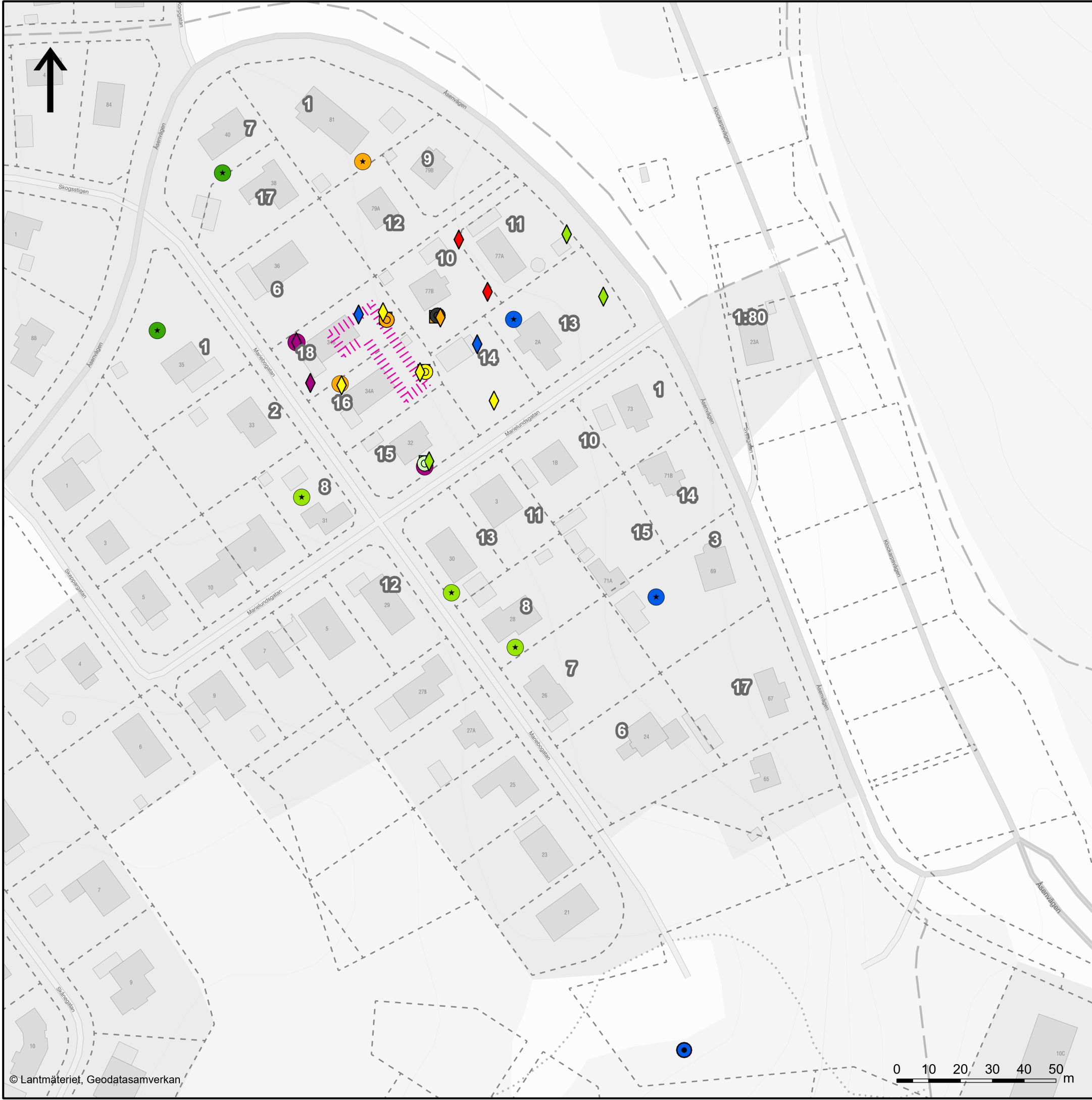
Copyright © Lantmäteriet

Uppdragsnummer: 30017971

Uppdragsledare: Emy Ekholm

Editor: Anna Paulsson





FÄRGAREN

BILAGA 1

Datum: 2022-10-13

Skala (A3):1:1 200

TECKENFÖRKLARING

Grundvatten i berg, resultat nov2021

CAH ug/l

- under rapporteringsgräns
- < 10
- 10 - 100
- 100 - 300
- 300 - 600
- 600 - 1 000
- 1 000 - 2 000
- > 2 000

Halt i berg

CAH mg/kg TS

- < 0,001
- 0,001 - 0,004
- 0,004 - 0,009
- > 0,009

FACT_max (halt i berg)

CAH mg/kg

- < 10
- 10 - 20
- 20 - 100
- 100 - 300
- 300 - 600
- > 600

Berggrum

PCE+TCE ug/l

- 10 - 100

Vatten energibrunnar

PCE+TCE ug/l

- u. rap.
- < 10
- 10 - 100
- 100 - 300
- > 1 000

Kemtvätt

Fastighetsgräns

I kartan redovisas den högsta halten som uppmäts från olika provtagningsomgångar i respektive punkt.

Version: 1

Datum: 2022-10-13

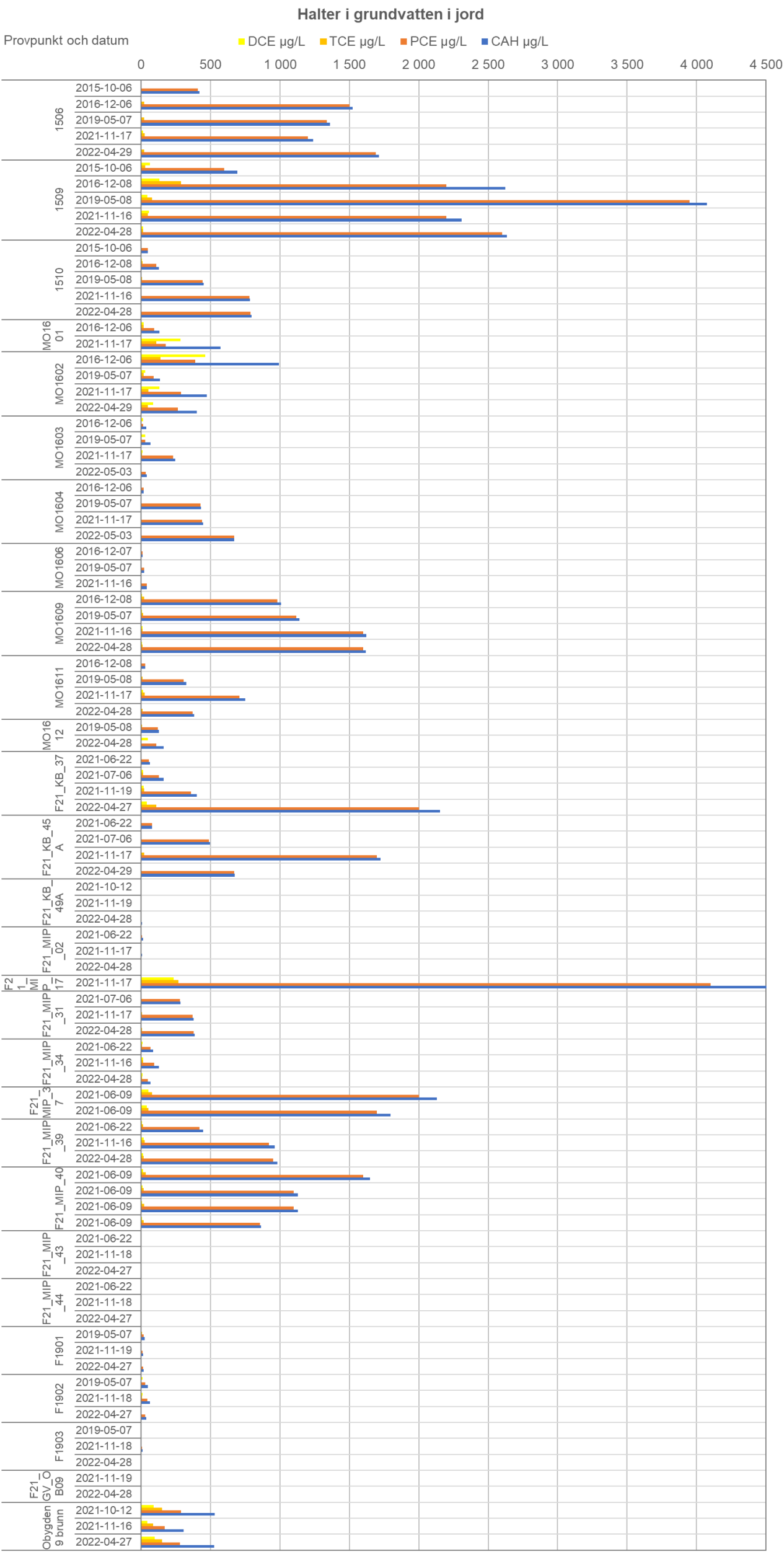
Copyright © Lantmäteriet

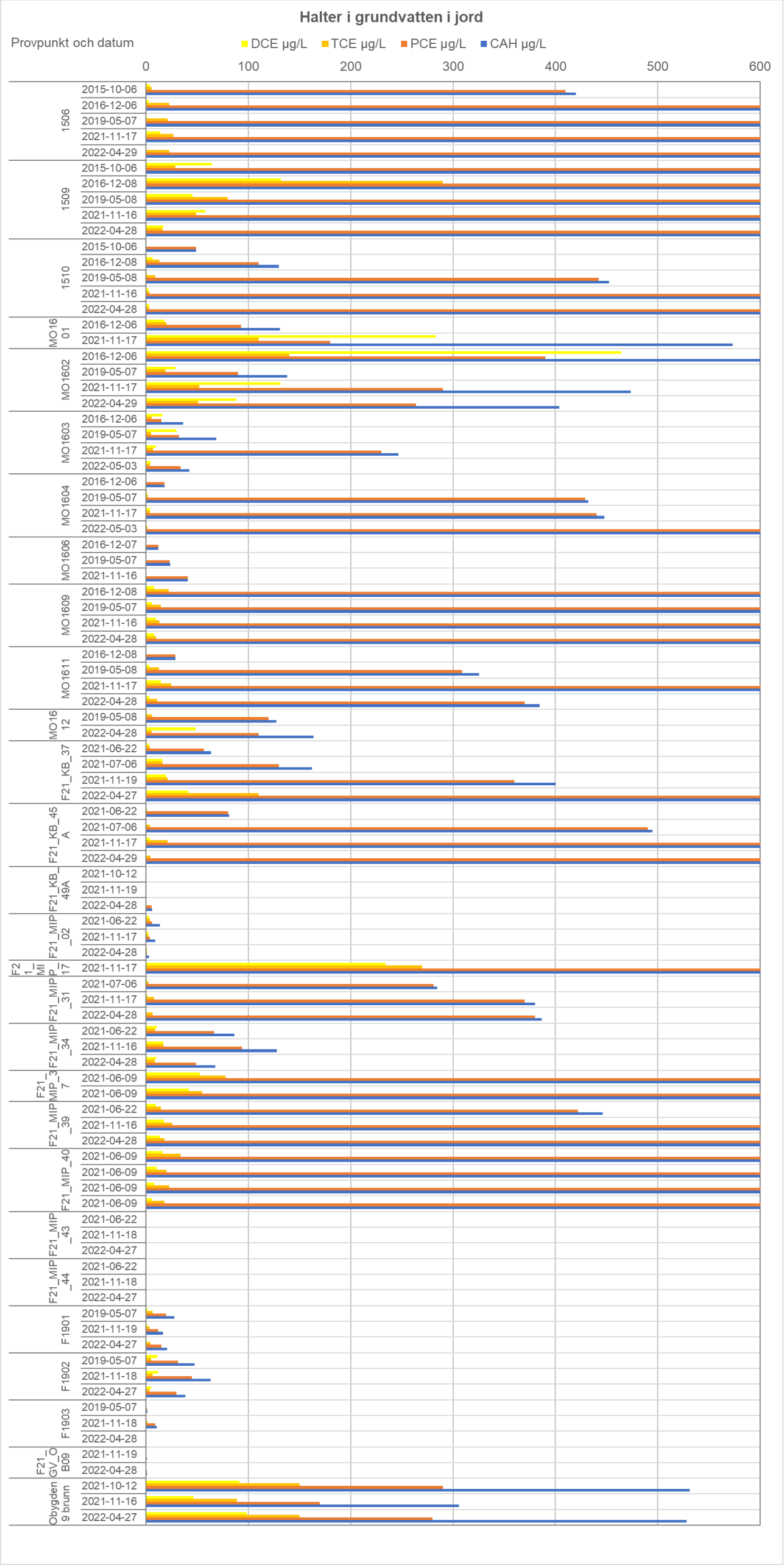
Uppdragsnummer: 30017971

Uppdragsledare: Emy Ekholm

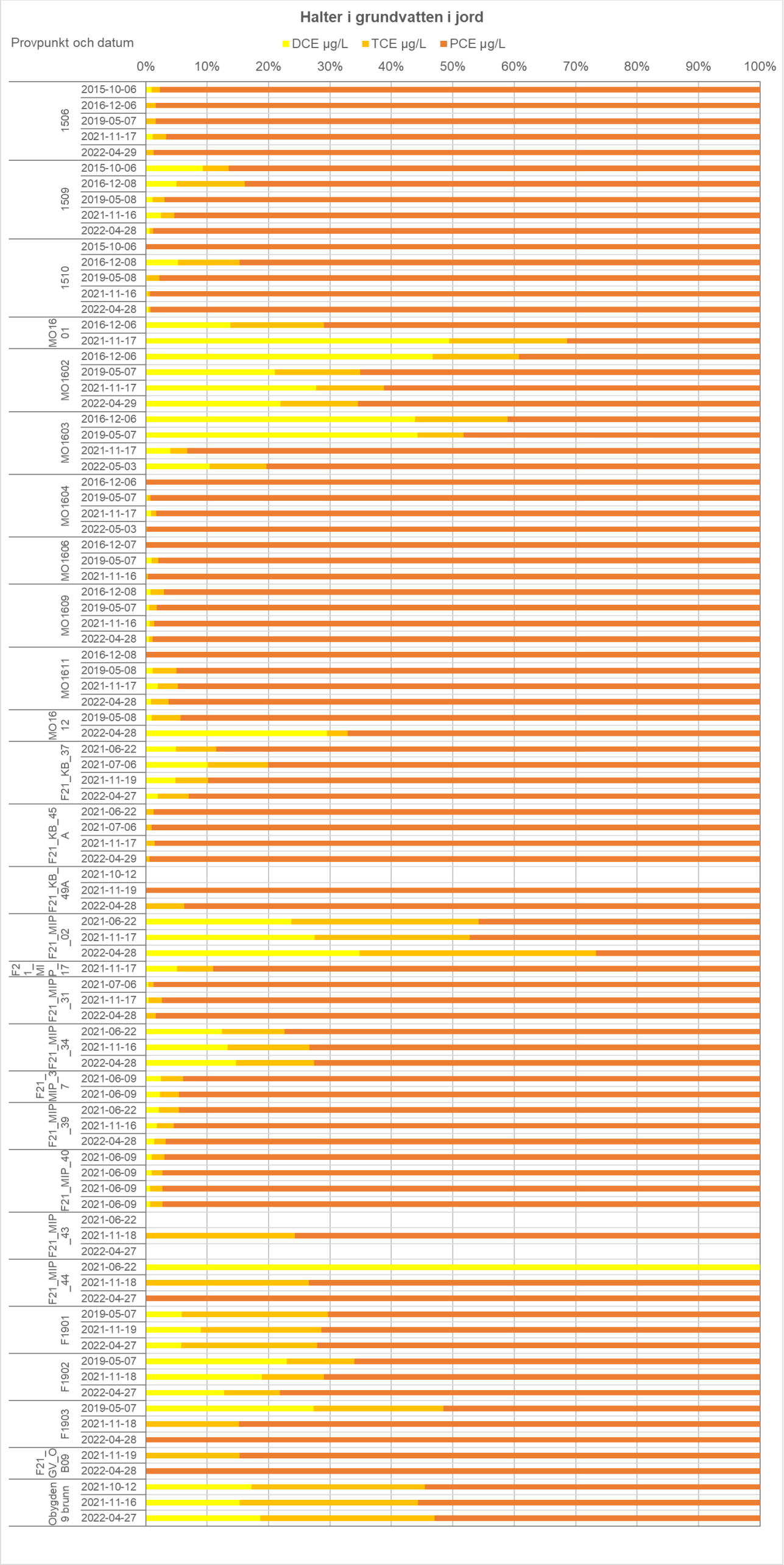
Editor: Anna Paulsson





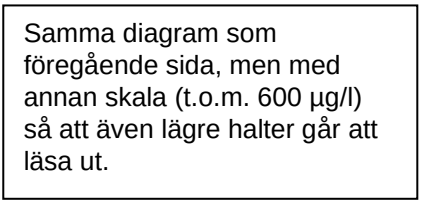


Samma diagram som föregående sida, men med annan skala (t.o.m. 600 µg/l) så att även lägre halter går att läsa ut.



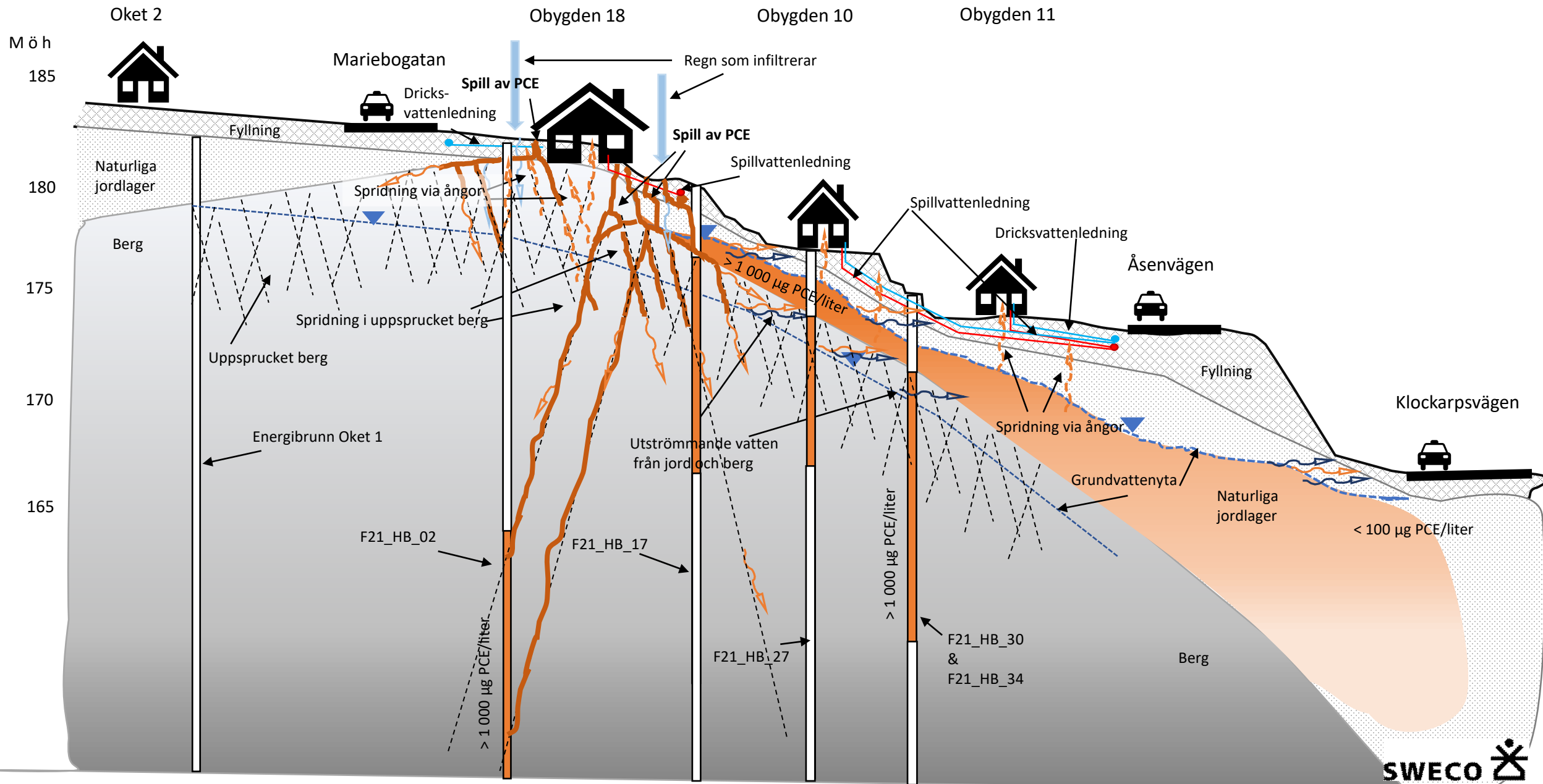
2022-07-14







2022-07-14



Obygden 18

Obygden 10

Obygden 11

F21_MIP_17

F21_MIP_23

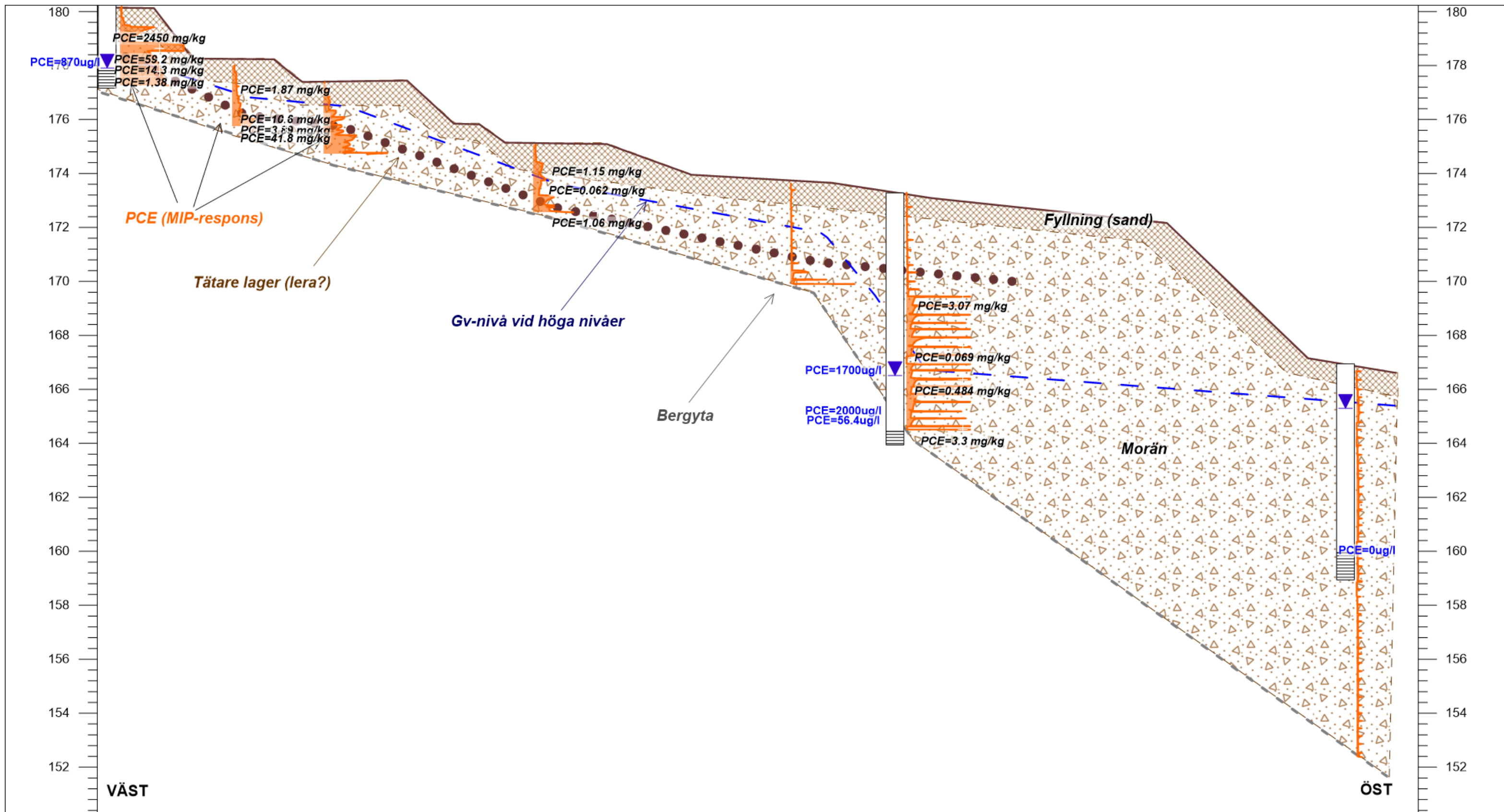
F21_MIP_27

F21_MIP_30

F21_MIP_38

F21_MIP_37

F21_MIP_43



Obygden 16

Obygden 10

Obygden 14

Obygden 13

F21_MIP_19

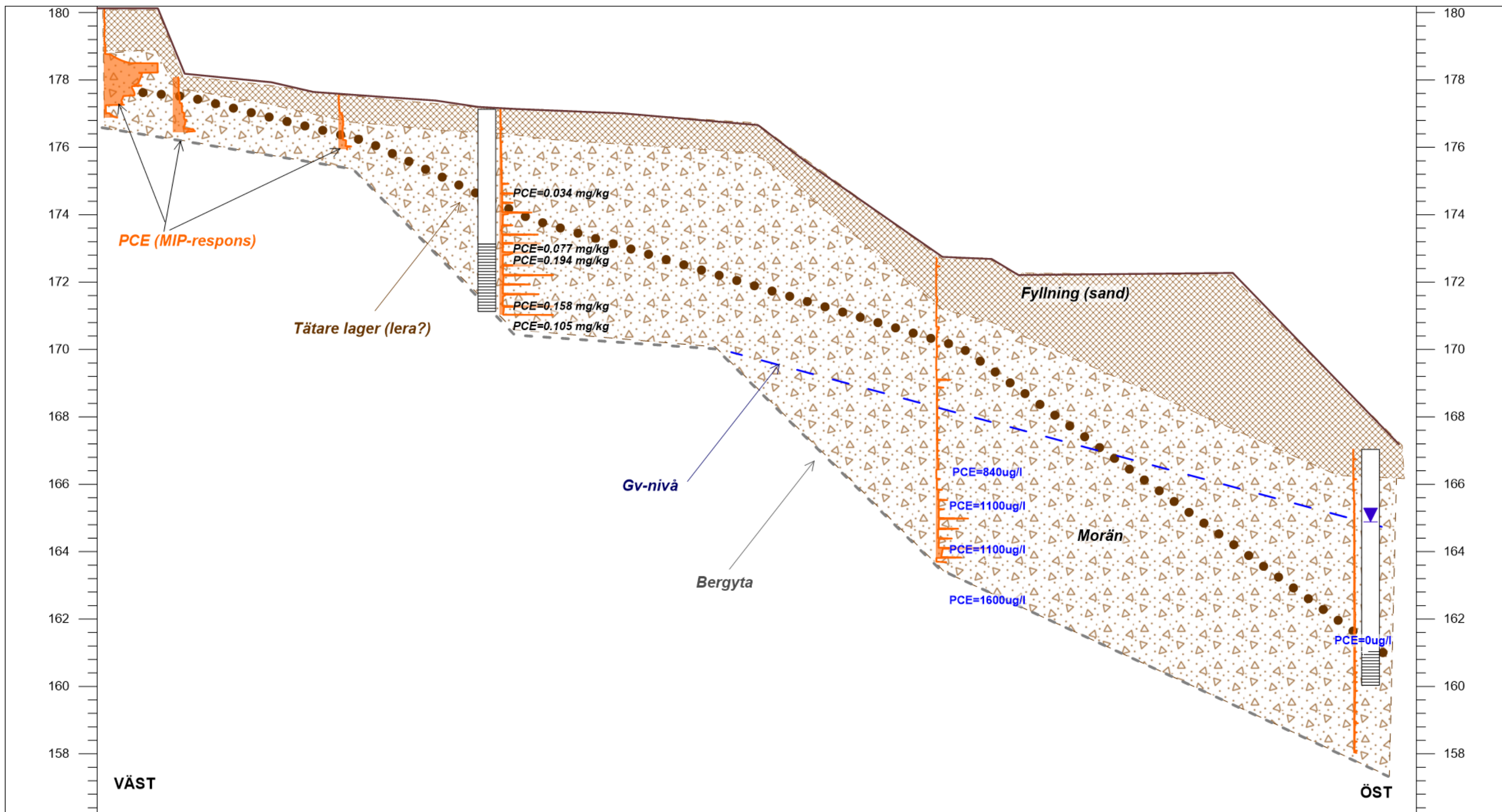
F21_MIP_22

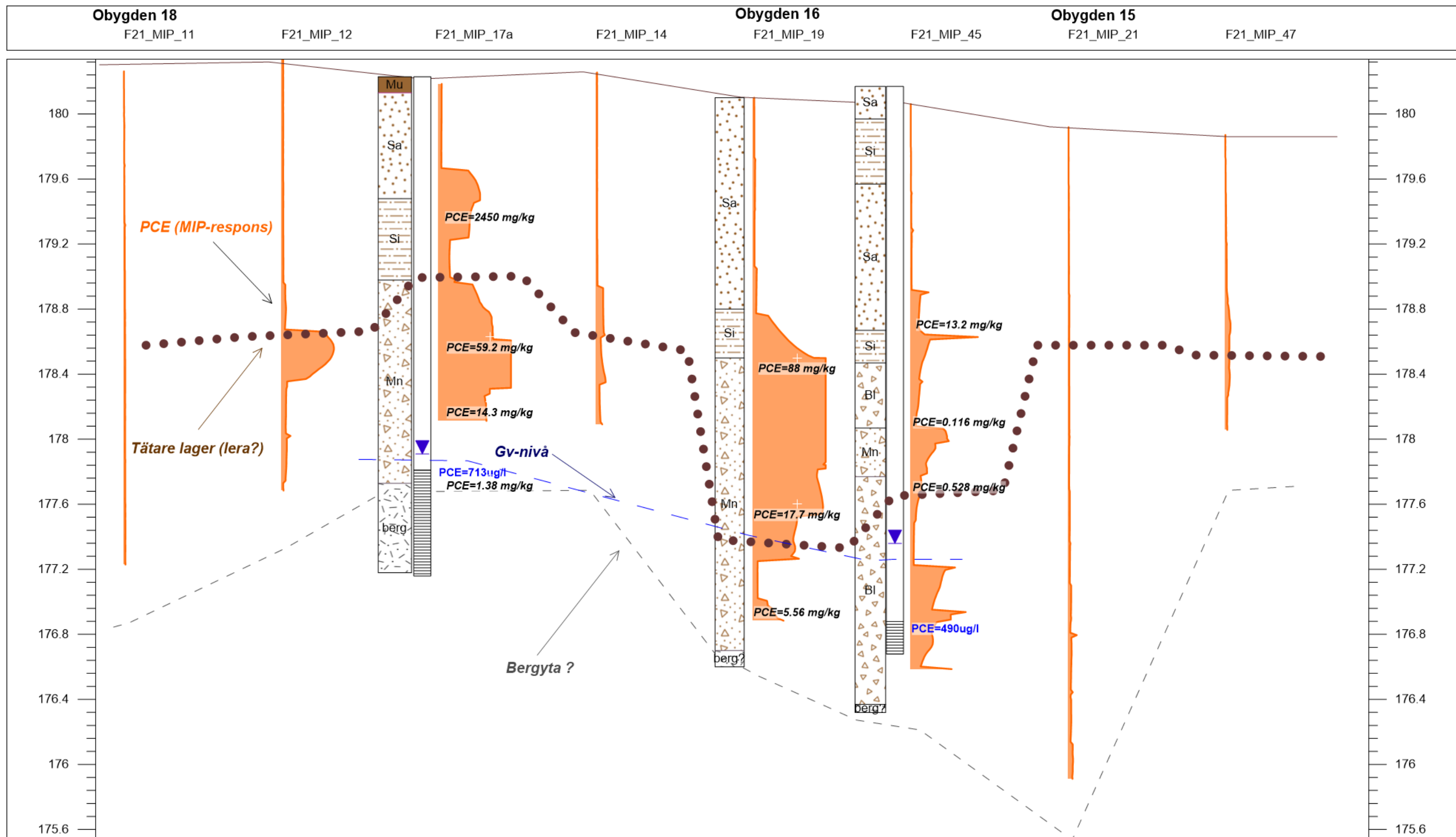
F21_MIP_28

F21_MIP_41

F21_MIP_40

F21_MIP_44





Obygden 11

F21_MIP_36

F21_MIP_35

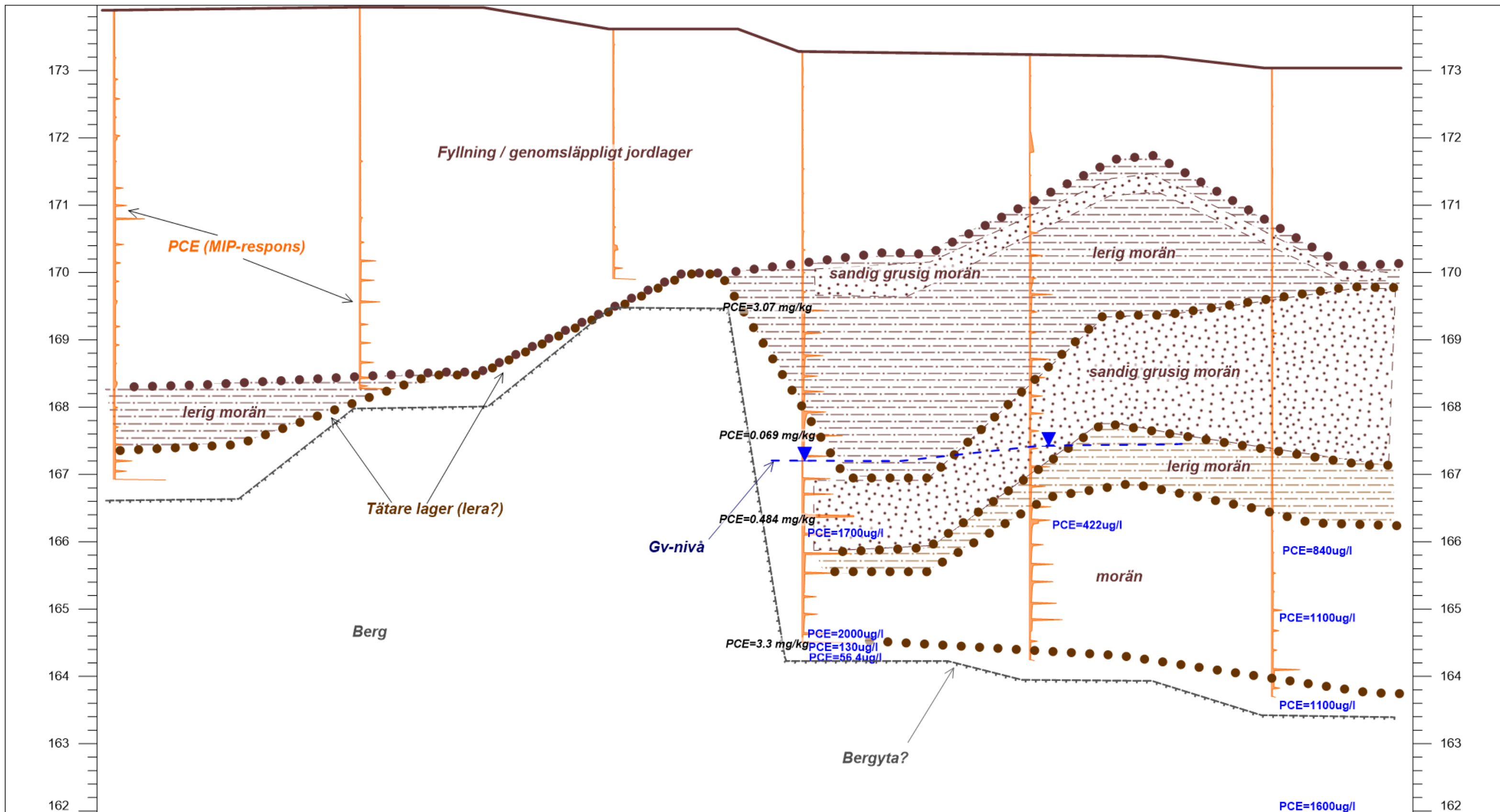
F21_MIP_38

F21_MIP_37

Obygden 13

F21_MIP_39

F21_MIP_40



F21_HB_02

F21_HB_13

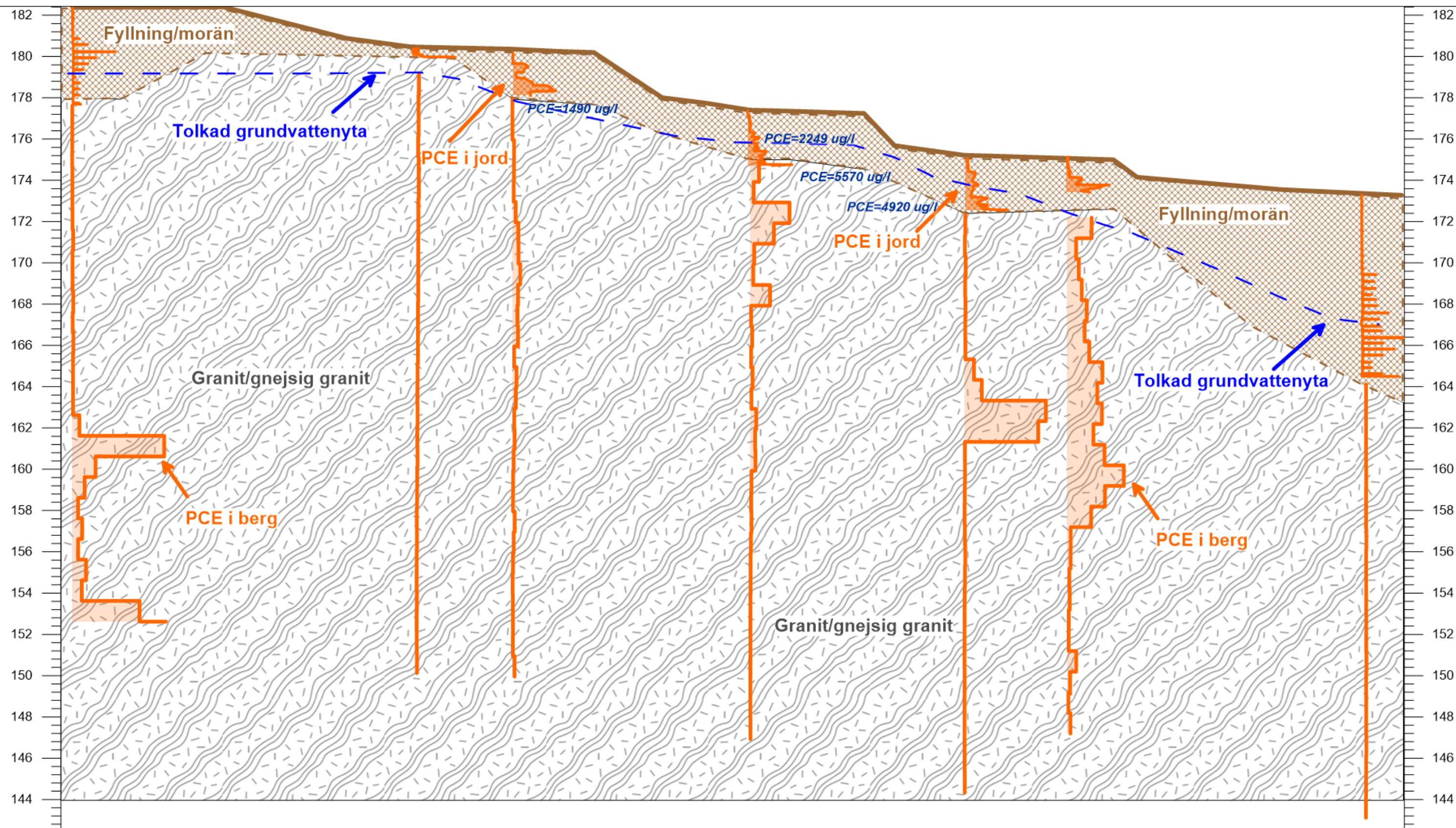
F21_HB_17

F21_HB_27

F21_HB_30

F21_HB_34

F21_HB_37



FÄRGAREN

BILAGA 1

Datum: 2022-10-13

Skala (A3): 1:500



TECKENFÖRKLARING

Grundvatten i jord, resultat nov2021

CAH ug/l

under rapporteringsg.

< 10

10 - 100

100 - 300

300 - 600

600 - 1 000

1 000 - 2 000

> 2 000

Gvrör utan vatten

MIP resultat

Metod, XSD_utslag

MIP Hög; >10 ppm

LL_MIP Hög; >10 ppm

MIP Medel_hög; 5 - 10 ppm

MIP Medel; 1 - 5 ppm

LL_MIP Medel; 1 - 5 ppm

LL_MIP Låg; 0,1 - 1 ppm

Källområde i jord

Kemtält

Porluft, PCE ug/m3

under rapporteringsgränsen

< 20

20 - 50

50 - 100

100 - 200

200 - 1 000

1 000 - 10 000

> 10 000

Fastighetsgräns

Jord, max PCE alla nivåer, mg/kg

under rapporteringsgräns

< 0,4

0,4 - 1,2

1,2 - 5

5 - 10

10 - 50

> 50

Version: 1

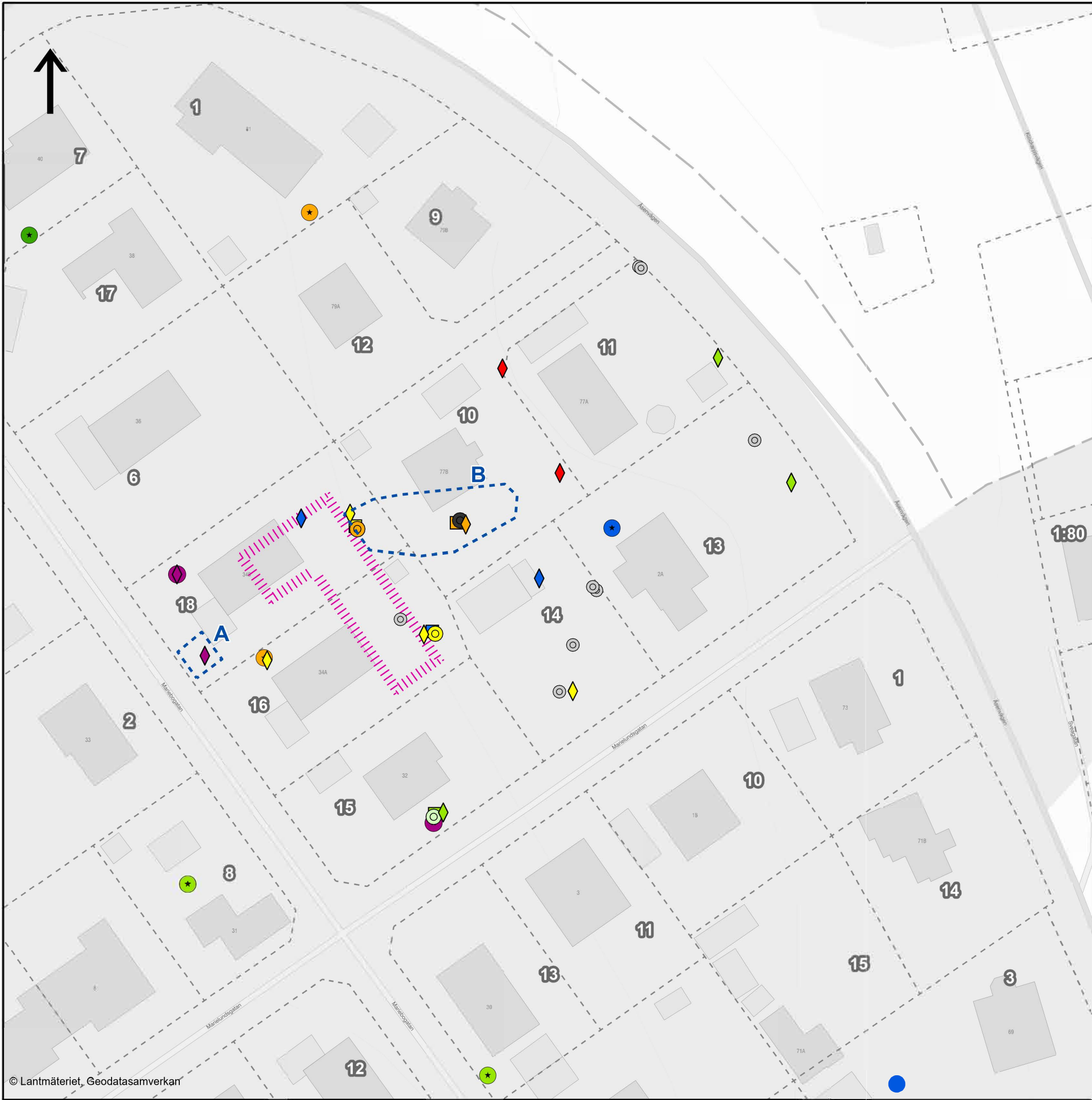
Datum: 2022-10-13

Copyright © Lantmäteriet

Uppdragsnummer: 30017971

Uppdragsledare: Emy Ekholm

Editor: Anna Paulsson



FÄRGAREN

BILAGA 1

Datum: 2022-10-13

Skala (A3): 1:500

0

10

20

30

40

50

m

TECKENFÖRKLARING

Antaget källområde i berg

Grundvatten i berg, resultat nov2021

CAH ug/l

under rapporteringsgräns

< 10

10 - 100

100 - 300

300 - 600

600 - 1 000

1 000 - 2 000

> 2 000

Gvrör utan vatten

FACT_max (halt i berg)

CAH mg/kg

< 10

10 - 20

20 - 100

100 - 300

300 - 600

> 600

Berggrum

PCE+TCE ug/l

10 - 100

Vatten energibrunnar

PCE+TCE ug/l

u. rap.

< 10

10 - 100

100 - 300

> 1 000

Halt i berg

CAH mg/kg TS

< 0,001

0,001 - 0,004

0,004 - 0,009

> 0,009

Kemtvätt

Fastighetsgräns

Version: 1

Datum: 2022-10-13

Copyright © Lantmäteriet

Uppdragsnummer: 30017971

Uppdragsledare: Emy Ekholm

Editor: Anna Paulsson

SWECO

Uttagsrapport

Generellt scenario: **KM**
Eget scenario: **Färgaren_ytlig_jord**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
Riktvärde beräknat för ytlig jord ovan grundvattenytan. Intag av dricksvatten beaktas inte. 1000 meter till skyddsvärt grundvatten.

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Tetrakloreten	1,0	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Trikloreten	0,60	mg/kg	Inandning av ånga	
1,2-dikloreten	0,20	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Vinylklorid	0,0050	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Bensen	0,060	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Toluen	7,0	mg/kg	Inandning av ånga	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Färgaren_ytlig_jord	KM		
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Inget intag av vatten från brunn. Kommunalt vatten indraget. (obl)
Djup till förorening	0,1	0,35	m	Justerat för att inte underskatta risken för transport av ånga till inomhusluft i hus med källare. (obl)
Grundvattenbildning	150	100	mm/år	Justerat baserat på data från SMHI:s Vattenwebb (2021) och Grundvattenbildning i svenska typjordar (Rodhe et al, 2006) samt på att andelen hårdgjorda ytor inom området uppgår till cirka 50 % och att viss ytavrinning kan ske på grund av stora marklutningar. (obl)
Hydraulisk konduktivitet	0,0000005	0,00001	m/s	Justerat utifrån resultat från siktanalyser och tabellvärden. (obl)
Hydraulisk gradient	0,12	0,03	m/m	Justerat utifrån resultat redovisat i Swecos PM Hydrologi (2022). Gradienten är brant inom området. (obl)
Akviferens mäktighet	4	10	m	Jorrdjupet är begränsat inom delar av området. Där jorrdjupet är större återfinns föroreningarna på större djup. (obl)
Avstånd till skyddat grundvatten	1000	0	m	Närmaste skyddsvärda grundvattenmagasin återfinns 1000 meter från kv. Obygden (obl)

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

Egendefinerade ämnen

Följande ämnen är egendefinerade:

- 1,2-dikloreten	RISKin är hämtat från Victorin (1998), Henrys konstant är hämtat från DEQ (2012), Ccrit är hämtat från UNEP (2001) (obl)
- Vinylklorid	RISKin är hämtat från Victorin (1998), Henrys konstant är hämtat från DEQ (2012), Ccrit är hämtat från UNEP (2001) (obl)

Riktvärden																	Naturvårdsverket, version 2.0.1
Ämne	Envägskoncentrationer (mg/kg)						Riktvärde för hälsa, långtidseff.	Justeringar (mg/kg)		Hälsorisk-baserat riktvärde	Skydd av markmiljö (mg/kg)	Spridning (mg/kg)			Riktvärde hälsa, miljö, spridning	Bakgrunds-halt (mg/kg)	Avrundat riktvärde (mg/kg)
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av dricksvatten	Intag av växter		Korttids-exponering	Akut-toxicitet			Skydd mot fri fas	Skydd av grundvatten	Skydd av ytvatten			
Tetrakloreten	3100	11000	ej begr.	2,6	beaktas ej	57	2,5	data saknas	data saknas	2,5	1	500	2	74	1	data saknas	1,0
Triklloreten	94	340	ej begr.	0,89	beaktas ej	1,7	0,58	data saknas	data saknas	0,58	1	1000	0,92	34	0,58	data saknas	0,60
1,2-dikloreten	130	460	ej begr.	0,22	beaktas ej	data saknas	0,22	data saknas	data saknas	0,22	data saknas	data saknas	0,2	4	0,2	data saknas	0,20
Vinylklorid	data saknas	data saknas	140000	0,0094	beaktas ej	data saknas	0,0094	data saknas	data saknas	0,0094	data saknas	data saknas	0,005	86	0,005	data saknas	0,0050
Bensen	140	300	91000	0,075	beaktas ej	0,92	0,07	data saknas	data saknas	0,07	10	1000	0,062	23	0,062	data saknas	0,060
Toluen	14000	51000	ej begr.	7,6	beaktas ej	250	7,3	data saknas	data saknas	7,3	10	1000	69	36	7,3	data saknas	7,0

Gråmarkerade celler indikerar att detta värde är styrande för riktvärdet.
Eventuell gul/orange cell indikerar att riktvärdet justerats till bakgrundshalten.

Eget scenario: Färgaren_ytlig_jord
Generellt scenario: KM

Avvikelser mellan eget scenario och generellt scenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

Exponeringsvägarnas påverkan på hälsoriskbaserat riktvärde						
Ämne	Påverkan på ojusterat hälsoriskbaserat riktvärde					
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av dricksvatten	Intag av växter
Tetrakloreten	0,1%	0,0%	0,0%	95,5%	0,0%	4,4%
Triklореten	0,6%	0,2%	0,0%	65,5%	0,0%	33,7%
1,2-dikloreten	0,2%	0,0%	0,0%	99,8%	0,0%	0,0%
Vinylklorid	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
Bensen	0,0%	0,0%	0,0%	92,4%	0,0%	7,6%
Toluen	0,1%	0,0%	0,0%	97,0%	0,0%	2,9%

Eget scenario: **Färgaren_ytlig_jord**
Generellt scenario: **KM**

Avvikelser mellan eget scenario och jämförscenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

Utagsrapport

Generellt scenario: **KM**
 Eget scenario: **Djup jord under gv**

Naturvårdsverket, version 2.0.1

Beskrivning
 Riktvärden avser djupt liggande jord under grundvattenytan. Intag av dricksvatten ej beaktat i beräkningsmodellen. 1000 meter till skyddsvärt grundvatten.

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Tetrakloreten	0,30	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Triklloreten	0,15	mg/kg	Skydd av grundvatten	
1,2-dikloreten	0,030	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Vinylklorid	0,00070	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Bensen	0,010	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Toluen	10	mg/kg	Skydd av grundvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		Kommentarer till scenarioparametrar (frv)
	Djup jord under gv	KM		
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Dricksvattenuttag ur brunnar sker ej. Kommunalt vatten är indraget. (obl)
Intag av växter	beaktas ej	beaktas		Växters rotsystem avtar markant med djupet under markytan. Exponeringsvägen intag av växter förutsätts därför inte beröra djupare liggande jord under grundvattenytan. (obl)
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Begränsad exponering pga djup under markytan. (obl)
Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Begränsad exponering pga djup under markytan. (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Begränsad exponering pga djup under markytan. (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Begränsad exponering pga djup under markytan. (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Begränsad exponering pga djup under markytan. (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Begränsad exponering pga djup under markytan. (obl)
Riktvärdet avser endast jord under gv-ytan	SANT	FALSKT		Riktvärdet avser djupt liggande jord under grundvattenytan. (obl)
Föroreningsens mäktighet under gv-ytan	2	0	m	Den genomsnittliga mäktigheten på förorenade massor under grundvattenytan har uppskattats till cirka 2 meter. (obl)
Djup till förorening	1,5	0,35	m	Grundvattenytan varierar inom området och för att ansätta ett hyfsat konservativt värde har det antagits ett djup till förorening på 1,5 meter under markytan. (obl)
Grundvattenbildning	150	100	mm/år	Justerat baserat på data från SMHI:s Vattenwebb (2021) och Grundvattenbildning i svenska typjordar (Rodhe et al, 2006) samt på att andelen hårdgjorda ytor inom området uppgår till cirka 50 % och att viss ytavrinning kan ske på grund av stora marklutningar. (obl)
Hydraulisk konduktivitet	0,0000005	0,00001	m/s	Justerat utifrån resultat från siktanalyser och tabellvärden. (obl)
Hydraulisk gradient	0,12	0,03	m/m	Justerat baserat på resultat redovisat i Swecos PM Hydrologi (2012). Gradienten är brant inom området. (obl)
Akviferens mäktighet	4	10	m	Jorddjupet är begränsat inom delar av området. Där jorddjupet är större återfinns föroringarna på större djup. (obl)
Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö	utförs ej	utförs		Jordens förmåga att upprätthålla ett väl fungerande markecosystem avtar med djupet (obl)
Avstånd till skyddat grundvatten	1000	0	m	Närmaste skyddsvärda grundvattenmagasin återfinns 1000 meter från kv. Obygden (obl)

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

Egdefinierade ämnen

Följande ämnen är egdefinierade:		
- 1,2-dikloreten		RISKin är hämtat från Victorin (1998), Henrys konstant är hämtat från DEQ (2012), Ccrit är hämtat från UNEP (2001) (obl)
- Vinylklorid		RISKin är hämtat från Victorin (1998), Henrys konstant är hämtat från DEQ (2012), Ccrit är hämtat från UNEP (2001) (obl)

Riktvärden																	Naturvårdsverket, version 2.0.1
Ämne	Envägskoncentrationer (mg/kg)						Riktvärde för hälsa, långtidseff.	Justeringar (mg/kg)		Hälsorisk-baserat riktvärde	Skydd av markmiljö (mg/kg)	Spridning (mg/kg)			Riktvärde hälsa, miljö, spridning	Bakgrunds-halt (mg/kg)	Avrundat riktvärde (mg/kg)
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av dricksvatten	Intag av växter		Korttids-exponering	Akut-toxicitet			Skydd mot fri fas	Skydd av grundvatten	Skydd av ytvatten			
Tetrakloreten	57000	68000	ej begr.	27	beaktas ej	beaktas ej	27	data saknas	data saknas	27	beaktas ej	500	0,3	150	0,3	data saknas	0,30
Triklloreten	1700	2100	ej begr.	9,2	beaktas ej	beaktas ej	9,1	data saknas	data saknas	9,1	beaktas ej	1000	0,14	67	0,14	data saknas	0,15
1,2-dikloreten	2300	2700	ej begr.	1,8	beaktas ej	beaktas ej	1,8	data saknas	data saknas	1,8	beaktas ej	data saknas	0,029	8	0,029	data saknas	0,030
Vinylklorid	data saknas	data saknas	ej begr.	0,033	beaktas ej	beaktas ej	0,033	data saknas	data saknas	0,033	beaktas ej	data saknas	0,00075	170	0,00075	data saknas	0,00070
Bensen	2600	1800	ej begr.	0,78	beaktas ej	beaktas ej	0,78	data saknas	data saknas	0,78	beaktas ej	1000	0,0093	45	0,0093	data saknas	0,010
Toluen	250000	310000	ej begr.	80	beaktas ej	beaktas ej	80	data saknas	data saknas	80	beaktas ej	1000	10	71	10	data saknas	10

Gråmarkerade celler indikerar att detta värde är styrande för riktvärdet.
Eventuell gul/orange cell indikerar att riktvärdet justerats till bakgrundshalten.

Eget scenario: **Djup jord under gv**
Generellt scenario: **KM**

Avvikelser mellan eget scenario och generellt scenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

Exponeringsvägarnas påverkan på hälsoriskbaserat riktvärde						
Ämne	Påverkan på ojusterat hälsoriskbaserat riktvärde					
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag av dricksvatten	Intag av växter
Tetrakloreten	0,0%	0,0%	0,0%	99,9%	0,0%	0,0%
Triklloreten	0,5%	0,4%	0,0%	99,0%	0,0%	0,0%
1,2-dikloreten	0,1%	0,1%	0,0%	99,9%	0,0%	0,0%
Vinylklorid	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
Bensen	0,0%	0,0%	0,0%	99,9%	0,0%	0,0%
Toluen	0,0%	0,0%	0,0%	99,9%	0,0%	0,0%

Eget scenario: **Djup jord under gv**
Generellt scenario: **KM**

Avvikelser mellan eget scenario och jämförscenario redovisas på kalkylblad "Uttagsrapport".

Ämne	Beräkning av riktvärden för grundvatten med utspädning vid transport genom marken						Beräkning av riktvärden för skydd av ytvatten		Beräkning av riktvärde för skydd av grundvatten	
	RV gy för inandning av ånga				Envägskoncentration	Avrundat	Avrundat		Avrundat	
	om RfC µg/l	om RISKinH µg/l	om TDI µg/l	om RISKor µg/l	µg/l	µg/l	Beräknat RV yv µg/l	µg/l	Beräknat RVgy µg/l	µg/l
Tetrakloreten	446	0	0,22	0	446	450	13 333	13 000	366	370
Triklореten	0	336	0,022	0	336	340	13 333	13 000	366	370
1,2-dikloreten	714	0	0,047	0	714	710	18 133	18 000	878	880
Vinylklorid	182	9	0	0	9	9,5	314 669	310 000	18,3	18
Bensen	0	42	0	0,015	42	42	13 333	13 000	36,6	37
Toluen	2737	0	4,6	0	2737	2700	13 333	13 000	25608	26000

Utagsrapport

Generellt scenario: KM Naturvårdsverket, version 2.0.1

Eget scenario: Riktvrde_ytligt_grundvatten

Beräkningen avser hälsoriskbaserat riktvrde som beaktar inandning av ångor och riktvärden för skydd av grundvatten och ytvatten. 1000 meter till skyddsvärt grundvatten.

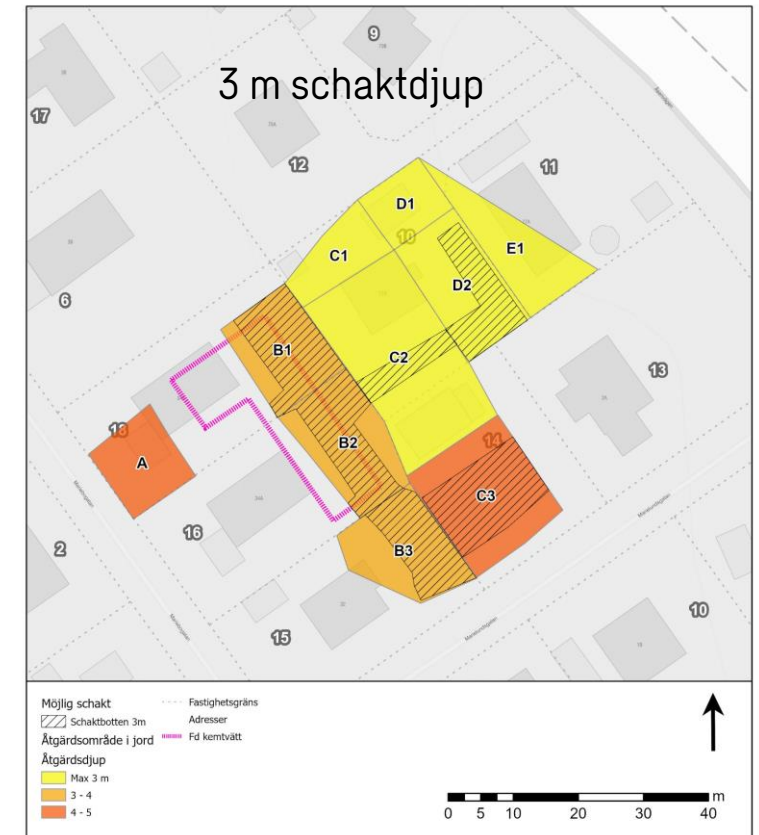
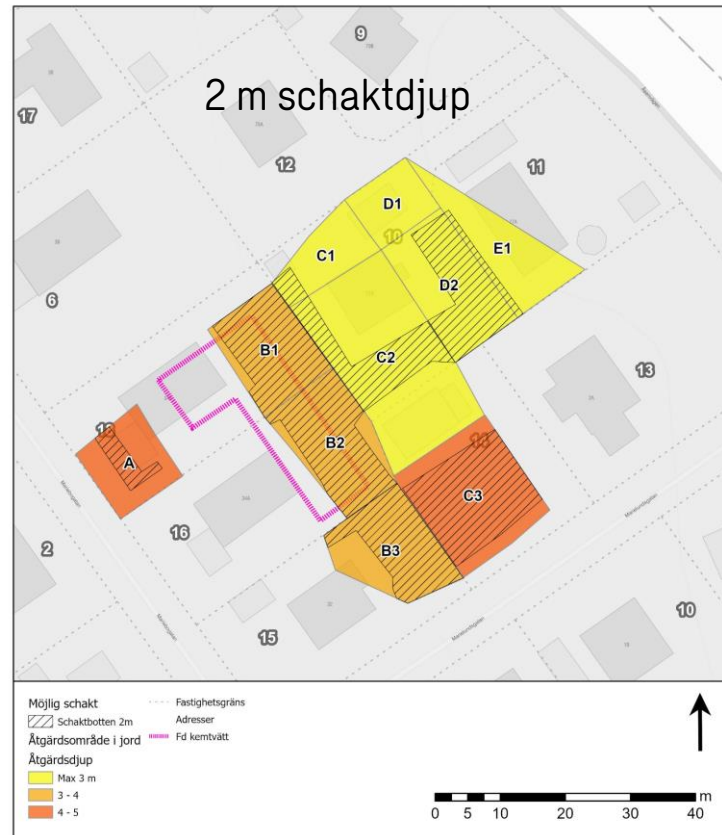
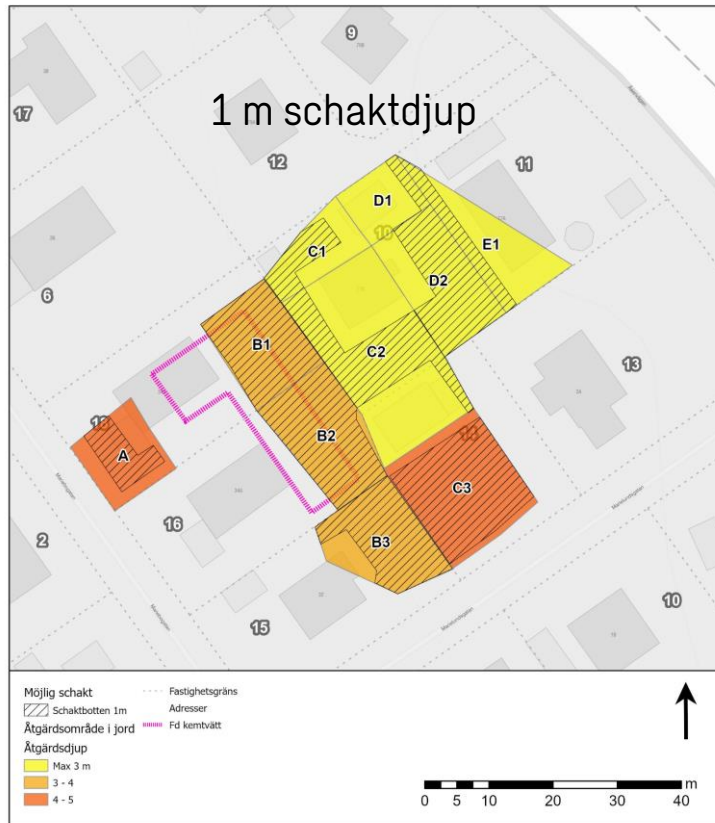
Ämne	Beräkning av riktvärden för grundvatten med utspädning vid transport genom marken							Beräkning av riktvärden för skydd av ytvatten		Beräkning av riktvärde för skydd av grundvatten	
	RV gv för inandning av ånga				Envägskoncentration		Avrundat	Beräknat		Avrundat	
	om RfC	om RISKinH	om TDI	om RISKor			RV yv		Beräknat		Avrundat
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
Tetrakloreten	6468	0	3,2	0	6468	6500	13 333	13 000	366	370	
Triklloreten	0	4824	0,31	0	4 824	4800	13 333	13 000	366	370	
1,2-dikloreten	10191	0	0,67	0	10191	10000	18 133	18 000	878	880	
Vinylklorid	2642	137	0	0	137	140	314 669	310 000	18,3	18	
Bensen	0	604	0	0,21	604	600	13 333	13 000	36,6	37	
Toluen	39136	0	66,3	0	39136	39000	13 333	13 000	25608	26000	

Utagsrapport	Generellt scenario: KM	Naturvårdsverket, version 2.0.1
	Eget scenario: Riktvärde_djupt_grundvatten	
	Beräkningen avser hälsoriskbaserat riktvärde som beaktar inandning av ångor och riktvärden för skydd av grundvatten och ytvatten. 1000 meter till skyddsvärt grundvatten.	

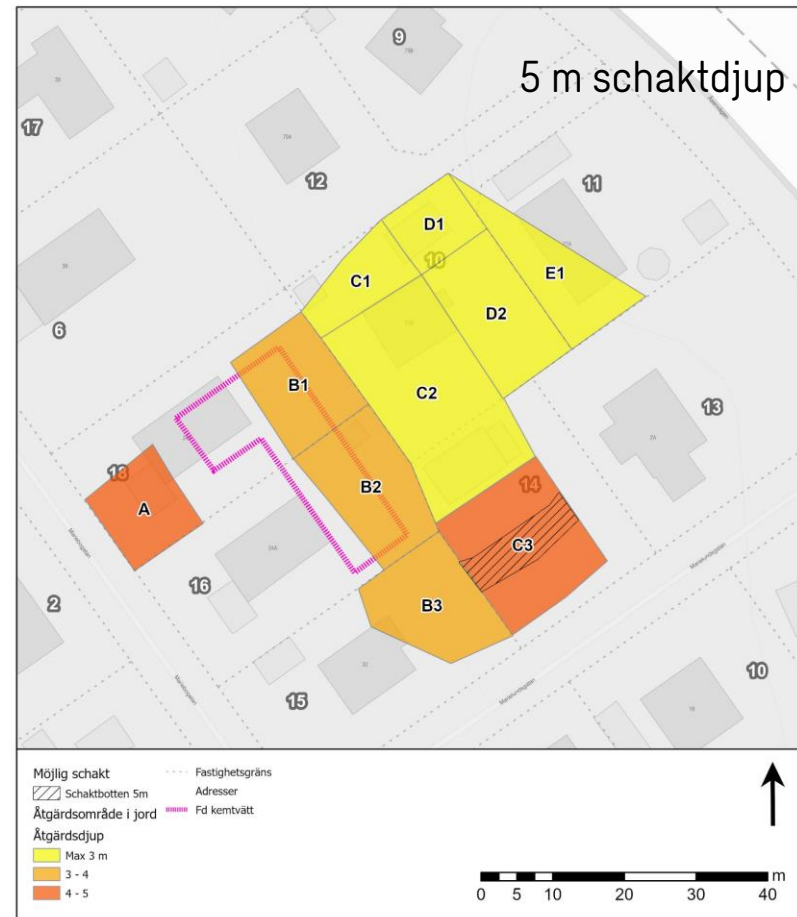
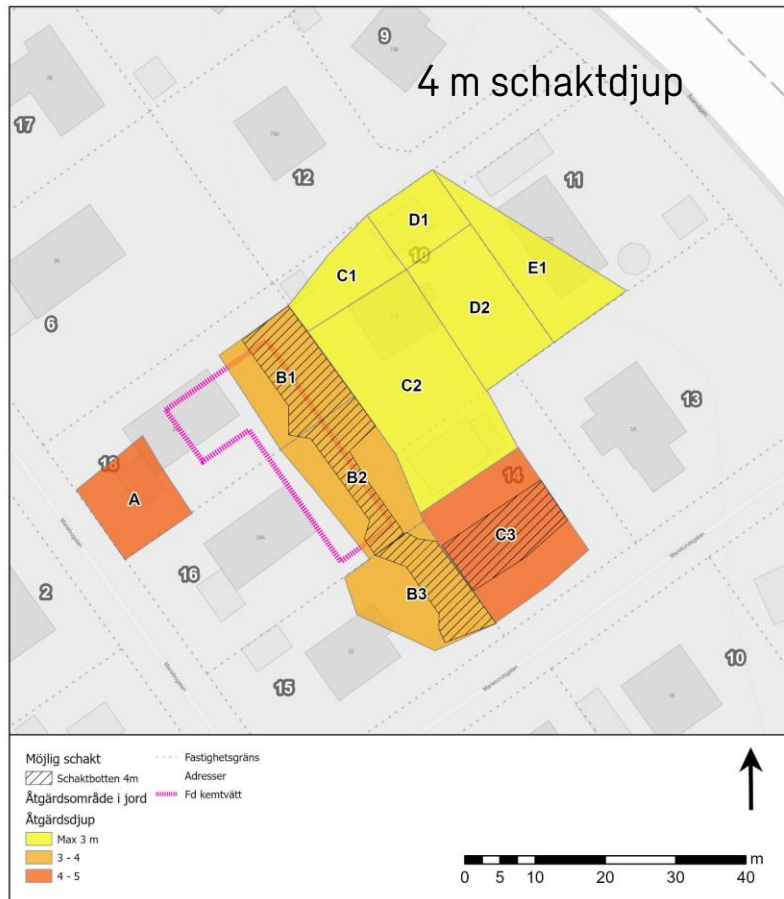
Ämne	Beräkning av riktvärden för grundvatten med utspädning vid transport genom marken					
	RV gv för inandning av ånga				Envägskoncentration	Avrundat
	om RfC µg/l	om RISKinH µg/l	om TDI µg/l	om RISKor µg/l	µg/l	µg/l
Tetrakloreten	135	0	0,067	0	135	140
Triklloreten	0	104	0,0067	0	104	100
1,2-dikloreten	226	0	0,015	0	226	230
Vinylklorid	55	2,9	0	0	2,9	2,9
Bensen	0	13,5	0	0,0047	13,5	13
Toluen	861	0	1,46	0	861	860

Utagsrapport	Generellt scenario: KM	Naturvårdsverket, version 2.0.1
	Eget scenario: Riktvärde_berg_grundvatten	
	Beräkningen avser hälsoriskbaserat riktvärde som beaktar inandning av ångor.	

Tekniska aspekter – exempel schakt



Tekniska aspekter – exempel schakt



- Inom område A går det ej att gräva djupare än 2 meter. Förorening finns ner till berg på ca 5 m.
- Inom delar av område C och D kommer schakten behöva avbrytas innan föroreningarna nås.

Grundinställningar i SAMLA

SAMLA version 2.3

Objekt:

Namn på de två tidsperspektiven: A.
B.

Referensalternativ:

Beskrivning: .

Poängskala:

Viktningskala:

Fördefinierade urvalskriterier:

Hållbarhetsdimensioner: 1.
2.
3.

Definition av urvalskriterier:

Kriterium	Hållbarhetsdimension	Typ
1. Jord och markförhållanden	Miljö	Poäng
2. Grundvatten	Miljö	Poäng
3. Luft	Miljö	Poäng
4. Naturresurser	Miljö	Poäng
5. Avfall	Miljö	Poäng
6. Hälsa och säkerhet	Social	Poäng
7. Etik och jämlikhet	Social	Poäng
8. Fysisk och social närmiljö	Social	Poäng
9. Lokalsamhället	Social	Poäng
10. Osäkerhet och evidens	Social	Poäng
11. Direkta kostnader och nyttor	Ekonomi	Poäng
12. Indirekta kostnader och nyttor	Ekonomi	Poäng
13. Innovation och kompetens	Ekonomi	Poäng
14. Projektgenomförande	Ekonomi	Poäng
15. Flexibilitet	Ekonomi	Poäng
16. Tid	Ekonomi	Poäng

Förslag på urvalskriterier i SAMLA				SAMLA version 2.3
Urvalskriterierna baseras på SuRF-UK (2011) men har omarbetats utifrån kriterier som tidigare använts inom projektet Färgaren.				
Dimension	Nr.	Kriterium	Indikatorer (subkriterier)	Kommentarer
Miljö	1	• Jord och markförhållanden	• Förändringar i markens fysiska, kemiska och biologiska förhållanden som påverkar ekosystemens funktion, samt varor eller tjänster som jorden tillhandahåller:	Innehållet bidrar till övergripande värdering utav åtgärds mål 2 - Möjlighet att odla, (jordstruktur och/eller innehåll av organiskt material.) - Mark ekosystem - Geotekniska egenskaper, mark stabilitet
Miljö	2	• Grundvatten	• Förändrad spridning föroreningar som påverkar kvaliteten på grundvattnet (baserat på långsiktigt skydd av vattenresurser)	Innehållet bidrar till övergripande värdering utav åtgärds mål 3
Miljö	3	• Luft	Utsläpp som kan påverka klimatförändringar.	Ytterligare utredningar kring åtgärdsalternativets utsläpp utav växthusgaser kan behöva utföras. - Växthusgaser (t.ex. CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, O ₃ , VOC, ozonnedbrytande ämnen, etc.)
Miljö	4	Naturresurser	- Förbrukning av ändliga naturresurser, användning av: - Kemikalier - Råvaror - Energi	
Miljö	5	Avfall	- Generering av avfall (kontaminerade massor, behandlingsvätskor med mera). - lanspråktagande av deponiutrymme.	- Återanvändning av massor (cirkulär ekonomi).
Social	6	• Hälsa och säkerhet	• Projektets riskreduktion av oacceptabla risker för människors hälsa • Risker under åtgärdens genomförande	Innehållet bidrar till övergripande värdering utav åtgärds mål 1 - Partiklar (särskilt PM _{2,5} och PM ₁₀) - Arbetare, grannar och allmänheten - Efterbehandlingsanläggning och teknisk utrustning (inkl. processutsläpp, effekter från användning av maskiner, förändrad trafik, grävarbeten etc.) Psykisk ohälsa
Social	7	• Etik och jämlikhet	- Fördelas negativa effekter och nyttor av åtgärden på ett orimligt sätt mellan vissa grupper? Förändringar på platsen som gynnar vissa medborgare men missgynnar andra. - Hur länge pågår åtgärden och finns det frågor om rättvisa mellan generationerna (exempelvis: förs föroreningens påverkan över till kommande generationer)? - Rättvisa att som fastighetsägare kunna använda sin fastighet hur man vill.	Innehållet bidrar till övergripande värdering utav åtgärds mål 4 och 5 • Allmänhetens syn och tilltro på myndigheten
Social	8	• Fysisk och social närmiljö	- Störningar från damm, ljus, ljud, lukt och vibrationer från saneringsarbete och trafik, både från verksamheter under dagtid, nattetid och under helger	- Oro under genomförandet för fastighetsägare (de kvarboende?) - Acceptans av åtgärdsalternativet hos boende inom och i anslutning till området - Hinder och avspärrningar under pågående åtgärd.
Social	9	• Lokalsamhället	- Stigma hur området uppfattas, fastighetsvärde m.m. - Områdets attraktionskraft - Projektorganisationens arbetsmiljö	- Boendes påverkan på rekreation
Social	10	• Osäkerhet och evidens	• Kvaliteten på de utredningar, bedömningar (inkl. hållbarhet) och planer, samt deras förmåga att hantera	• Robustheten i hållbarhetsbedömningen för varje • Krav på validering och verifiering utav arbetsmetodik

Förslag på urvalskriterier i SAMLA				SAMLA version 2.3
Urvalskriterierna baseras på SuRF-UK (2011) men har omarbetats utifrån kriterier som tidigare använts inom projektet Färgaren.				
Dimension	Nr.	Kriterium	Indikatorer (subkriterier)	Kommentarer
Ekonomi	11	• Direkta kostnader och nyttor	• Efterbehandlingsåtgärdens direkta ekonomiska kostnader och intäkter - Behov av kompletterande skyddsåtgärder - Kostnad för myndigheten att hantera ett genomförande, resurser och tid, SGU, Ist och kommun, NV. - Behov av administrativa åtgärder	Innehållet bidrar till övergripande värdering utav åtgärds mål 4 och 5. Utnyttjande utav energi i berg. • Tillstånd/anmälan, drift, kontrollprogram, planering samt avgifter till myndigheter tillstånd och tillsyn m.m.)
Ekonomi	12	• Indirekta kostnader och nyttor	- Förändringar i fastighetsvärden på platsen och i närområdet - Ekonomiska konsekvenser av påverkan på kommunens varumärke - Ekonomiska störningar i omgivningen på grund av saneringsåtgärderna	- Framtida vilja att bosätta sig i området.
Ekonomi	13	• Innovation och kompetens	• Kompetensnivå före och efter åtgärd • Innovation och ny kompetens, bidrag till teknikutveckling och ny kunskap	
Ekonomi	14	• Projektgenomförande	• Riskreduktionens varaktighet till följd av saneringen, risk för återkontaminering på lång sikt • Behov av att upprätta återkommande tillsyn för området och möjligheten att upprätthålla en sådan över tid. • Är åtgärdsalternativets teknik beprövad sedan tidigare?	• Sannolikhet för att måluppfyllnad kräver flera behandlingsomgångar. • Krav på kontrollåtgärder
Ekonomi	15	• Flexibilitet	• Åtgärdsalternativets känslighet för driftstörning, oväntade hinder/störningar • Möjligheterna för projektet att hantera förändrade förhållanden, inklusive upptäckt av ytterligare förorening eller andra jordmaterial, tidsfördröjningar m.m. • Åtgärdsalternativets tekniska komplexitet och genomförbarhet	
Tilläggs-kriterier specifikt för projekt Färgaren				
Dimension	Nr	Kriterium	Indikatorer (subkriterier)	Kommentarer
Tid	16	• Tid	• Tid fram till slutförd sanering • Tid - Huvudmannens krav	

Objekt:	FÄRGAREN	SAMLA version 2.3
---------	----------	-------------------

Övergripande åtgärds mål:

1. Området ska kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att risker för människors hälsa uppkommer på grund av förorening.

2. Förekomst av föroreningar ska inte inverka på de ekologiska funktioner som markanvändningen kräver.

3. Föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertas genom naturliga processer.

4. Föroreningsmängden ska minskas så att markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner

5. Föroreningsmängden ska minskas så att uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex. borrhning och sprängning) ska vara möjliga att genomföra.

Matris 1 - Identifiering av konsekvenser utan och med åtgärd

Skriv ut i A3 format. Liggande.

Åtgärd	Beskrivning av åtgärd Identifiering av risker och konsekvenser	Potentiella kostnadsposter för åtgärder och konsekvenser
Nollalternativ: ingen åtgärd		0
Åtgärdsalternativ v 1 A	Termisk behandling i åtgärdsområdet med rivning av hus. Ett förmodat maxalternativ där termisk behandling in situ, en högeffektiv och välbeprövad saneringsteknik, riktas mot åtgärdsområdet i jord och berg. Rivning av byggnader säkerställer maximal tillgänglighet för behandling av föroreningar.	142,8 miljoner Se pkt. 6.6 i Åtgärdsutredning. Kostnader har beräknats mycket översiktligt för alla alternativ. En mer detaljerad beräkning behöver utföras. Kostnader för inlösen och rivning av hus ingår inte.
Åtgärdsalternativ v 1 B	Termisk behandling i källområden och kemisk/biologisk behandling av mättad zon i jord och berg i åtgärdsområdet med rivning av hus. Utgör en mindre omfattande termisk behandling in situ än åtgärdsalternativ 1A. Termisk behandling utförs enbart i källområden i jord och berg. För övriga delar av åtgärdsområdet utförs en stimulerad biologisk nedbrytning av föroreningarna i den mättade zonen i jord och i berg. Uppvärmningen av vattnet som kvarstår lång tid efter den termiska behandlingen ger positiva effekter på den biologiska aktiviteten och därmed effekten av den biologiska behandlingen.	43,6 miljoner Se pkt. 6.6 i Åtgärdsutredning. Kostnader har beräknats mycket översiktligt för alla alternativ. En mer detaljerad beräkning behöver utföras. Kostnader för inlösen och rivning av hus ingår inte.
Åtgärdsalternativ v 3 A	Schakt av all jord ner till berg i åtgärdsområdet och kemisk/biologisk behandling av berg i åtgärdsområdet med rivning av hus. Innebär schakt av jord ner till berg i hela åtgärdsområdet och kemisk/biologisk behandling av berg i åtgärdsområdet. Jorden transporteras till en mottagningsanläggning som antingen behandlar jorden alternativt deponerar den. Ren jord som behöver schaktas för att komma åt förorenad jord återanvänds inom området. Eventuellt kan även behandlad jord tas tillbaka och återanvändas. Detta ingår inte i alternativet utan kan utredas vidare om schakt blir aktuellt.	46,6 miljoner Se pkt. 6.6 i Åtgärdsutredning. Kostnader har beräknats mycket översiktligt för alla alternativ. En mer detaljerad beräkning behöver utföras. Kostnader för inlösen och rivning av hus ingår inte.
Åtgärdsalternativ v 3B	Schakt av all jord i källområden och kemisk/biologisk behandling av mättad zon i jord och berg i åtgärdsområdet med rivning av hus. Utgör en mindre omfattande schakt än alternativ 3A. Schakt utförs av jord i källområden. För övriga delar av åtgärdsområdet utförs kemisk reduktion eller stimulerad biologisk nedbrytning i jord. För berg är alternativet det samma som alternativ 3A.	41,8 miljoner Se pkt. 6.6 i Åtgärdsutredning. Kostnader har beräknats mycket översiktligt för alla alternativ. En mer detaljerad beräkning behöver utföras. Kostnader för inlösen och rivning av hus ingår inte.
Åtgärdsalternativ 6	SVE (porgasextraktion) i den omtätade zonen och kemisk/biologisk behandling av mättad zon i jord och berg i hela åtgärdsområdet med rivning av hus. Kombinerar porgasextraktion i delar av den omättade zonen tillsammans med en kemisk eller biologisk behandling i den mättad zonen i både jord och berg i hela åtgärdsområdena. För att med säkerhet åtgärda fri fas har det antagits att inom källområdena behövs en mera kraftfull kemikalie som i jord orsakar en fastläggning av föroreningar och som också ger en kraftig kemisk reduktion.	42,2 miljoner Se pkt. 6.6 i Åtgärdsutredning. Kostnader har beräknats mycket översiktligt för alla alternativ. En mer detaljerad beräkning behöver utföras. Kostnader för inlösen och rivning av hus ingår inte.

Vita celler fylls i av användarna.

Namnge de olika åtgärdsalternativen genom att byta ut texten "Åtgärdsförslag X" i vänstra kolumnen.

Beskriv risker och konsekvenser för nollalternativet och för övriga alternativ, med text.

Gör en uppskattning av kostnader för åtgärderna och för konsekvenser. Dela, om möjligt, upp kostnaderna per moment.

Information kan hämtas från t.ex. åtgärdsutredningen.

Kommentarer:

Underlag:

Delrapport ÅtgärdsutredningPU_ver20220419_projektgruppen

Objekt:		FÄRGAREN												SAMLÄ version 2.3			
Övergripande åtgärds mål:																	
1. Området ska kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att risker för människors hälsa uppkommer på grund av förorening.																	
2. Förekomst av föroreningar ska inte inverka på de ekologiska funktioner som markanvändningen kräver.																	
3. Föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertas genom naturliga processer.																	
4. Föroreningsmängden ska minskas så att markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner																	
5. Föroreningsmängden ska minskas så att uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex. borrhning och sprängning) ska vara möjliga att genomföra.																	
Matris 2 - Kategorisering och poängsättning																	
Åtgärd	Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Social	Social	Social	Social	Social	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	
	1. Jord och markförhållanden	2. Grundvatten	3. Luft	4. Naturresurser	5. Avfall	6. Hälsa och säkerhet	7. Etik och jämlikhet	8. Fysisk och social närmiljö	9. Lokalsamhället	10. Osäkerhet och evidens	11. Direkta kostnader och nyttor	12. Indirekta kostnader och nyttor	13. Innovation och kompetens	14. Projektgenomförande	15. Flexibilitet	16. Tid	
Vikt	2	2	2	3	1	3	1	2	3	1	3	1	1	3	1	0	
Påverkan	6,9%	6,9%	6,9%	10,3%	3,4%	10,3%	3,4%	6,9%	10,3%	3,4%	10,3%	3,4%	3,4%	10,3%	3,4%	0,0%	
Nollalternativ: ingen åtgärd	Kort sikt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lång sikt						Gör vi ingenting kvarstår hälsofarliga föroreningar i området.	Gör vi ingenting kvarstår problem för fastighetsägare och närboende.		Gör vi ingenting kvarstår och befästs områdets rykte.		Kostnader för framtida kontroller av området.	Konsekvenser för kommunens och myndigheters rykte befästs på lång sikt om inget görs				
		0	0	0	0	0	-5	-5	0	-5	0	-1	-5	0	0	0	0
Åtgärdsalternativ 1 A	Kort sikt	Ytlig jord skyddas. Under genomförandetid kommer ytlig jord skyddas. Stor påverkan på hela åtgärdsområdet, marken är upphettad och steril.	Termisk är en ganska snabb process och förväntas ge förbättringar för grundvattnet under genomförande. Låga nivåer i området, tar tid innan något påverkas utanför.	Har mest transporter och blir mycket sämre än nollalternativet. Får därför sämst poäng.	Hög energianvändning.	Kolfilter som ska deponeras, borrhax, vatten som renas.	Risker varmt vatten, installationsfas, transporter, arbetsområde.	Under genomförandetiden får närboende fortsatt problem. De som jobbar natt störs vid arbete på dagtid. Fastighetsägare inlösta och berörs ej. Att åtgärd genomförs kan ses som positivt.	Störningar för grannar till arbetsområdet, transport och borrhningar. Flest borrhningar av alla alternativ, borrhningar kan upplevas värre än schakt. Flätkar och pumpar går dygnet runt på termisk i cirka 6-9	Ta med fråga till boende. Oavsett alternativ är det en störning och området kan fortsatt ha låg attraktionskraft. Dock kan ett genomförande också bidra positivt att förorening tas om hand.	God kompetens och förståelse inom termisk. Behandlar stort område behöver inte vara 100 % säkra på var i berget föroreningarna förekommer.	150 miljoner för åtgärd, kontrollfas ingår i kort sikt.	Tidsaspekt, desto snabbare området åtgärdas desto bättre för omkringliggande fastigheter.	Termisk standardmetod som är beprövad i jord och berg. Projektgruppens kompetens höjs.	Kräver en behandlingsomgång, beprövad sedan tidigare.	Föroreningen avgränsas samtidigt som installation av åtgärden genomförs. Driften kräver övervakning.	1,5-2 från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd. Efterkontroll ej med.
		-4	3	-5	-5	-2	-5	-3	-5	-5	5	-5	-1	1	5	-3	5
	Lång sikt	Ekosystemen främst i yttjorden. Föroreningen borta kan finnas bättre möjligheter för markecosystem. Geoteknisk förbättring i	Termisk tar bort stor andel förorening vilket möjliggör god kvalitet i grundvattnet.	Inga utsläpp på lång sikt.	Inga naturresurser på lång sikt.	Tar deponiutrymme i anspråk, farligt avfall.	Metoden tar bort föroreningar som medför risk för människors hälsa. Maxalternativ.	De närboende ej störda längre, de inlösta ej berörda.	Ingen störning på lång sikt.	På lång sikt ska attraktionskraften och fastighetsvärdet för området vara likvärdigt för alla alternativ.	Stort säkerhet att åtgärds målen nås.	Inget behov av skyddsåtgärder/uppföljning.	Hela åtgärdsområdet saneras, låg risk för negativa konsekvenser på lång sikt.	Kompetenshöjning beroende på resultatet på lång sikt. Verifiering utav termisk sanering. Ökad kompetens bostadsområde med svår terräng.	Maxalternativ, högsta effektiviteten inom behandlat område. Lågst risk för återkontaminering.	Ingen bedömning på lång sikt, enbart genomförande.	
1		5	0	0	-1	5	5	0	5	5	5	5	2	5	0	0	

Matris 2 - Kategorisering och poängsättning																	
Åtgärd	Miljö		Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Social	Social	Social	Social	Social	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi
	1. Jord och markförhållanden		2. Grundvatten	3. Luft	4. Naturresurser	5. Avfall	6. Hälsa och säkerhet	7. Etik och jämlikhet	8. Fysisk och social närmiljö	9. Lokalsamhället	10. Osäkerhet och evidens	11. Direkta kostnader och nyttor	12. Indirekta kostnader och nyttor	13. Innovation och kompetens	14. Projektgenomförande	15. Flexibilitet	16. Tid
Vikt	2		2	2	3	1	3	1	2	3	1	3	1	1	3	1	0
Påverkan	6,9%		6,9%	6,9%	10,3%	3,4%	10,3%	3,4%	6,9%	10,3%	3,4%	10,3%	3,4%	3,4%	10,3%	3,4%	0,0%
Åtgärdsalternativ 1 B	Kort sikt	Mindre område som blir upphettat. Biologisk behandling kan ge förbättrade jordegenskaper?	Något sämre än alternativ 1 A då mindre område genomgår termisk. Biologisk inte lika snabb förändring.	Bättre än alternativ 1 A.	Något mindre energiförbrukning än 1 A, enbart källområde så cirka 1/8 av 1 A.	Något mindre mängd kolfilter än 1 A? borrhax, vatten som renas.	Samma som 1 A, något mindre borrhax. Kortare arbetsperiod.	Likställer alternativne med varandra. Ur perspektivet de som bor kvar vs. De som flyttar.	Störningar för grannar till arbetsområdet, transport och borrhax. Färre borrhax än 1 A, mindre borrhax. Flätkar och pumpar går dygnet runt på termisk i cirka 6-9 månader.	Ta med fråga till boende. Oavsett alternativ är det en störning och området kan fortsatt ha låg attraktionskraft. Dock kan ett genomförande också bidra positivt att förening tas om	Större osäkerhet än 1 A avseende på kemisk/biologisk i berg.	ca 45 miljoner för resterande alternativ.	Tar lite längre tid än 1 A innan det är klar. Se kriterium 16 tid.	Biologisk/kemisk behandling i berg höjer kompetensen hos projektmedlemmar. Även att pröva tekniken med termisk och biologisk/kemisk.	Biologisk behandling kan innebära en risk att den inte kommer igång eller når fram till föreningen. Kan krävas fler behandlingar.	Bedömning enligt alternativ 1 A.	termisk först, sedan biologisk. 4,5 år från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd. Efterkontroll ej med.
		-3	2	-3	-3	-1	-4	-3	-4	-5	4	-2	-3	3	4	-3	2
	Lång sikt	Efter termisk behandling håller jorden en högre temperatur, vilket gynnar tillförda biologiska preparat (bakterier), kan gynna markkosystemet på sikt. Mer	Samma på lång sikt som 1 A	Inga utsläpp på lång sikt.	Inga naturresurser på lång sikt.	Tar deponiutrymme i anspråk, farligt avfall.	Stor säkerhet tar bort borrhaxerna förening innebär. Kan vara ngt sämre än 1 A	Se ovan	Ingen störning på lång sikt.	På lång sikt ska attraktionskraften och fastighetsvärdet för området vara likvärdigt för alla alternativ.	Osäkerhet risker kvarlämnade föreningar, kan riktvärden förändras i framtiden?	Lite osäkrare utfall än 1 A. mer långtida skyddsåtgärder, viss myndighetsarbete behövs.	Stor åtgärd i källområdet. låg risk för negativa konsekvenser på lång sikt.	Kompetenshöjning beroende på resultatet på lång sikt. Verifiering utav termisk sanering. Verifiering av tekniken.	Om restföreningar finns kvar finns risk för återkontaminering.	Ingen bedömning på lång sikt, enbart genomförande.	
		2	5	0	0	-1	5	5	0	5	4	4	5	3	4	0	0
Åtgärdsalternativ 3 A	Kort sikt	Stor påverkan vid schaktning, nya massor tillförs som återställer området efter schakt. Ytgjorden går att återanvända. Stabilitet, möjlighet att förbättra lutning i området.	Schaktning stör och frisätter föroreningar. Men blir snabbt förbättringar gentemot nollalternativet. Kemisk biologisk i berg tar längre tid.	Transporter enligt tabell. Stor schakt men mindre påverkan än 1 A.	6200 kubik massor i hela åtgärdsområdet. Energi, förbrukning kemikalier, diesel. Använd ej jungfruliga massor, svårt förutse hur mycket som kan återanvändas.	Masshantering. Behandling off site för att minska risken för stora mängder avfallsmassor. Behandla vatten – kolfilter	Transporter, schakt, borrhaxvagn, mer partiklar, backande fordon, utsätter tredje man i trafik.	Se ovan	Störningar för schakt, kemisk lukt och trafik. Störning i 6 månader men främst dagtid mellan 07-17.	Ta med fråga till boende. Oavsett alternativ är det en störning och området kan fortsatt ha låg attraktionskraft. Dock kan ett genomförande också bidra positivt att förening tas om	Föreningar i jord tas bort från området, säker hantering. Kan likställas med 1 B i berg i åtgärdsområdet men inte i källområdet. Osäkerhet behandling källområde berg.	se ovan	Något längre tid än 1 A, men kortare än 1 B. Se kriterium 16.	Schakt mest beprövad kunskap i jord. Ny metod biologisk/kemisk i berg.	Schaktning är en säker metod, dock risk enligt 1 B för biologisk nedbrytning i berg. Högsta föroreningshalten i berg, osäkerhet om behandlingen når fram.	Vid schaktning är det lätt att kontrollera schaktväggar och lukt. Ev. driftstörning mycket vatten eller block. .	Schakt 0,5 år, behandling berg 2-3 år. 3,5 år, från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd. Efterkontroll ej med.
		0	1	-4	-2	-5	-5	-3	-3	-5	2	-2	-2	3	3	-2	3
	Lång sikt	Nya massor tillförda, alternativet skapar ungefär samma möjligheter som nollalternativet dock en förbättring då förening är borta. Geoteknisk	Hela åtgärdsområdet i berg genomgår kemisk/biologisk vilket skapar osäkerhet i resultat. Bedöms som sämre än 1 A och 1B vilket motiverar	Inga utsläpp på lång sikt.	Inga naturresurser på lång sikt.	Tagit i anspråk deponiutrymme ev. massor från källområdet och kolfilter. Stor skillnad mot termisk.	Stor säkerhet tar bort borrhaxerna förening innebär. Kan vara något mer osäkert än maxalternativet 1 A.	Se ovan	Ingen störning på lång sikt.	På lång sikt ska attraktionskraften och fastighetsvärdet för området vara likvärdigt för alla alternativ.	Största risken för människors hälsa finns i jord, jorden grävs bort och byts ut.	Osäkerhet berget, ingen termisk. Kommer med hög sannolikhet kräva anmälningar, borra i berg, pumpa etc.	Låg risk för negativa konsekvenser på lång sikt.	Kompetenshöjning och bidrag till teknikens utveckling beroende på resultatet på lång sikt.	Om restföreningar finns kvar finns risk för återkontaminering som i 1 B. Risk för fri fas som inte behandlas.	Ingen bedömning på lång sikt, enbart genomförande.	
		4	3	0	0	-3	4	5	0	5	4	3	5	3	3	0	0

Matris 2 - Kategorisering och poängsättning																	
Åtgärd		Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Social	Social	Social	Social	Social	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi
		1. Jord och markförhållanden	2. Grundvatten	3. Luft	4. Naturresurser	5. Avfall	6. Hälsa och säkerhet	7. Etik och jämlikhet	8. Fysisk och social närmiljö	9. Lokalsamhället	10. Osäkerhet och evidens	11. Direkta kostnader och nyttor	12. Indirekta kostnader och nyttor	13. Innovation och kompetens	14. Projektgenomförande	15. Flexibilitet	16. Tid
Vikt		2	2	2	3	1	3	1	2	3	1	3	1	1	3	1	0
Påverkan		6,9%	6,9%	6,9%	10,3%	3,4%	10,3%	3,4%	6,9%	10,3%	3,4%	10,3%	3,4%	3,4%	10,3%	3,4%	0,0%
Åtgärdsalternativ 3B	Kort sikt	Mindre område som schaktas. Inte så stor förbättring geotekniskt men bättre markekologi.	Alternativ förväntat likt 3 A, skillnad ej motiverat till högre/lägre poäng då båda hanterar källområdet.	Bättre än alternativ 1 A.	1600 kubik massor i källområde. Berg förbrukning kemikalier, diesel.	Mindre mängd massor än 3A.	Något mindre transporter än 3 A?	Se ovan	Störningar för schakt, lukt och trafik. Mindre schakt än 3 A, borrhning som 1 B.	Ta med fråga till boende. Oavsett alternativ är det en störning och området kan fortsatt ha låg attraktionskraft. Dock kan ett genomförande också bidra positivt att förorening tas om	Bedöms som 3 A.	Ca 45 miljoner	Kan likställas med 3 A. Ser något mer stökig ut under genomförandet, påverkar närområdet mer?	Schaktar mindre men kan likställas med 3 A.	Större osäkerheter än 3 A då större område behandlas biologiskt/kemiskt.	Mindre schakt, berget samma som ovan. Sondering har tidigare gått bra i området, dvs direkt pusck bör fungera.	Schakt 0,25 år, behandling berg 2-3 år. 3 år från upphandlad entreprenör till avslutad åtgärd. Efterkontroll ej med.
		0	1	-2	-1	-3	-4	-3	-2	-5	2	-2	-2	4	2	-2	4
	Lång sikt	Nya massor tillförda. Inte lika fördelaktigt geotekniskt som 3 A.	Samma som 3A	Inga utsläpp på lång sikt.	Inga naturresurser på lång sikt.	Mindre mängd deponi än 3A. Högre risk för massorna källområde behöver deponeras. Därför samma som 3A	Inte större skillnad mot 3A	se ovan	Ingen störning på lång sikt.	På lång sikt ska attraktionskraften och fastighetsvärdet för området vara likvärdigt för alla alternativ.	Bedöms som 3 A.	Likställas med 3 A	Låg risk för negativa konsekvenser på lång sikt.	Kompetenshöjning och bidrag till teknikens utveckling beroende på resultatet på lång sikt.	Om restföroreningar finns kvar finns risk för återkontaminering. Risk för fri fas som inte behandlas	Ingen bedömning på lång sikt, enbart genomförande.	
		3	3	0	0	-3	4	5	0	5	4	3	5	3	2	0	0
Åtgärdsalternativ 6	Kort sikt	Skiljer sig inte så mycket från nollalternativet förutom borrhningar.	Likställs med alternativ 3 A och 3B.	Det bästa alternativet.	In situ åtgärd 10 % av belastningen mot en schaktsanering. Kemikalier som används, energi.	Likställs med 1 B.	Maskiner som arbetar på plats. Men inget varmt vatten som i termisk och inte lika mycket fordon som i schakt.	Tar längre tid än de andra vilket gör att orättvisa kan vara något längre.	Kan likställas med 1 B avseende på borrhningar men utan fläktar.	Ta med fråga till boende. Oavsett alternativ är det en störning och området kan fortsatt ha låg attraktionskraft. Dock kan ett genomförande också bidra positivt att förorening tas om	Behandling i jord är utrett, osäkerhet i berg enligt alt. ovan.	ca 45 miljoner, tar lite mer tid behöver mer myndighetsarbete.	Tar längre tid, se kriterium 16.	Minst beprövad metod, om den klarar fria fasen med enbart biologisk/kemisk teknik. Inte många projekt som genomförts i Sverige på samma sätt som 1 A.	Metoden är beprövad i jord men osäker i berg. Osäkert om åtgärden når föroreningar i lera och i berg. Kan krävas flera behandlingsomgångar.	Recirkulationssystem behöver säkerställas i drift. Kan likställas med 3 A och B.	Kraftig kemisk reduktion, fri fas, 3 - 4 år.Kan behövas ytterligare injektering i källområde.
		0	1	-1	-1	-1	-2	-4	-2	-5	2	-2	-3	5	1	-2	3
	Lång sikt	Förorening är borttagen och jorden återhämtat sig lättare då det inte varit större störningar som i termisk och schakt. Geotekniskt ingen	Bedömd osäkerhet på metod enligt 3 A och 3 B.	Inga utsläpp på lång sikt.	Inga naturresurser på lång sikt.	Likställs med 1 B.	Osäkerhet kvarvarande föroreningar.	Se ovan	Ingen störning på lång sikt.	På lång sikt ska attraktionskraften och fastighetsvärdet för området vara likvärdigt för alla alternativ.	Bedöms som 3 A.	Kan likställas med 3 A	Låg risk för negativa konsekvenser på lång sikt.	Kompetenshöjning och bidrag till teknikens utveckling, blir referensprojekt i Sverige.	Om restföroreningar finns kvar finns risk för återkontaminering. Risk för fri fas som inte behandlas.	Ingen bedömning på lång sikt, enbart genomförande.	
		2	3	0	0	-1	3	5	0	5	3	3	5	5	1	0	0

Vita celler fylls i av användarna.

Beskriv åtgärdernas risker och konsekvenser med text i de större cellerna.

I de mindre cellerna bedöms påverkan på de olika kriterierna för varje åtgärdsalternativ, enligt den skala som tidigare valts.

I de mörkgrå cellerna överst anges vikter för de olika kriterierna. I utgångsläget är alla kriterier lika betydelsefulla, vikten är satt till 1.

Objekt:	FÄRGAREN	SAMLA version 2.3
---------	----------	-------------------

Övergripande åtgärds mål:
1. Området ska kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att risker för människors hälsa uppkommer på grund av förorening.
2. Förekomst av föroreningar ska inte inverka på de ekologiska funktioner som markanvändningen kräver.
3. Föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertas genom naturliga processer.
4. Föroreningsmängden ska minskas så att markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner
5. Föroreningsmängden ska minskas så att uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex. borming och sprängning) ska vara möjliga att genomföra.

Matris 3 - Öviktad bedömning																	Skriv ut i A3 format. Liggande.		
Åtgärd		Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Social	Social	Social	Social	Social	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Delsumma	Summa
		1. Jord och markförhållanden	2. Grundvatten	3. Luft	4. Naturresurser	5. Avfall	6. Hälsa och säkerhet	7. Etik och jämlikhet	8. Fysisk och social närmiljö	9. Lokalsamhället	10. Osäkerhet och evidens	11. Direkta kostnader och nytta	12. Indirekta kostnader och nytta	13. Innovation och kompetens	14. Projektgenomförande	15. Flexibilitet	16. Tid		
Vikt		2	2	2	3	1	3	1	2	3	1	3	1	1	3	1	0		
Nollalternativ: ingen åtgärd	Kort sikt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21
	Lång sikt	0	0	0	0	0	-5	-5	0	-5	0	-1	-5	0	0	0	0	-21	
Åtgärdsalternativ 1 A	Kort sikt	-4	3	-5	-5	-2	-5	-3	-5	-5	5	-5	-1	1	5	-3	5	-24	18
	Lång sikt	1	5	0	0	-1	5	5	0	5	5	5	5	2	5	0	0	42	
Åtgärdsalternativ 1 B	Kort sikt	-3	2	-3	-3	-1	-4	-3	-4	-5	4	-2	-3	3	4	-3	2	-19	22
	Lång sikt	2	5	0	0	-1	5	5	0	5	4	4	5	3	4	0	0	41	
Åtgärdsalternativ 3 A	Kort sikt	0	1	-4	-2	-5	-5	-3	-3	-5	2	-2	-2	3	3	-2	3	-21	15
	Lång sikt	4	3	0	0	-3	4	5	0	5	4	3	5	3	3	0	0	36	
Åtgärdsalternativ 3 B	Kort sikt	0	1	-2	-1	-3	-4	-3	-2	-5	2	-2	-2	4	2	-2	4	-13	21
	Lång sikt	3	3	0	0	-3	4	5	0	5	4	3	5	3	2	0	0	34	
Åtgärdsalternativ 6	Kort sikt	0	1	-1	-1	-1	-2	-4	-2	-5	2	-2	-3	5	1	-2	3	-11	23
	Lång sikt	2	3	0	0	-1	3	5	0	5	3	3	5	5	1	0	0	34	

Legend	> 4
	2 till 4
	1 till 2
	-1 till 1
	-2 till -1
	-4 till -2
	< -4

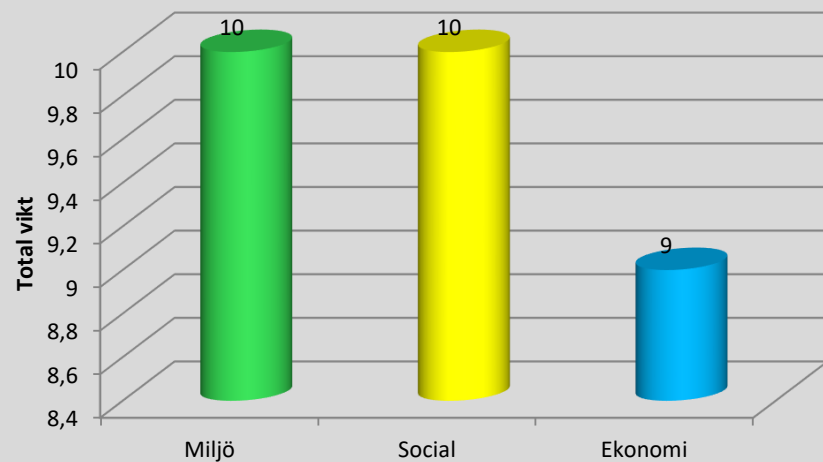
Objekt:		FÄRGAREN															SAMLÄ version 2.3		
Övergripande åtgärds mål:																			
1. Området ska kunna användas för bostadsändamål i enlighet med nuvarande markanvändning utan att risker för människors hälsa uppkommer på grund av förorening.																			
2. Förekomst av föroreningar ska inte inverka på de ekologiska funktioner som markanvändningen kräver.																			
3. Föroreningsmängden ska minskas så att eventuell spridning av föroreningar i grundvatten kan omhändertaras genom naturliga processer.																			
4. Föroreningsmängden ska minskas så att markarbeten i jord inom området kan utföras fritt utan restriktioner																			
5. Föroreningsmängden ska minskas så att uttag av energi i berg och andra arbeten i berg (t.ex. borrhning och sprängning) ska vara möjliga att genomföra.																			
Matris 4 - Viktad bedömning																			
Åtgärd		Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Miljö	Social	Social	Social	Social	Social	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Ekonomi	Delsumma	Summa
		1. Jord och markförhållanden	2. Grundvatten	3. Luft	4. Naturresurser	5. Avfall	6. Hälsa och säkerhet	7. Etik och jämlikhet	8. Fysisk och social närmiljö	9. Lokalsamhället	10. Osäkerhet och evidens	11. Direkta kostnader och nytta	12. Indirekta kostnader och nytta	13. Innovation och kompetens	14. Projektgenomförande	15. Flexibilitet	16. Tid		
Vikt		2	2	2	3	1	3	1	2	3	1	3	1	1	3	1	0		
Nollalternativ: ingen åtgärd	Kort sikt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-43
	Lång sikt	0	0	0	0	0	-15	-5	0	-15	0	-3	-5	0	0	0	0	-43	
Åtgärdsalternativ 1 A	Kort sikt	-8	6	-10	-15	-2	-15	-3	-10	-15	5	-15	-1	1	15	-3	0	-70	18
	Lång sikt	2	10	0	0	-1	15	5	0	15	5	15	5	2	15	0	0	88	
Åtgärdsalternativ 1 B	Kort sikt	-6	4	-6	-9	-1	-12	-3	-8	-15	4	-6	-3	3	12	-3	0	-49	35
	Lång sikt	4	10	0	0	-1	15	5	0	15	4	12	5	3	12	0	0	84	
Åtgärdsalternativ 3 A	Kort sikt	0	2	-8	-6	-5	-15	-3	-6	-15	2	-6	-2	3	9	-2	0	-52	21
	Lång sikt	8	6	0	0	-3	12	5	0	15	4	9	5	3	9	0	0	73	
Åtgärdsalternativ 3B	Kort sikt	0	2	-4	-3	-3	-12	-3	-4	-15	2	-6	-2	4	6	-2	0	-40	28
	Lång sikt	6	6	0	0	-3	12	5	0	15	4	9	5	3	6	0	0	68	
Åtgärdsalternativ 6	Kort sikt	0	2	-2	-3	-1	-6	-4	-4	-15	2	-6	-3	5	3	-2	0	-34	29
	Lång sikt	4	6	0	0	-1	9	5	0	15	3	9	5	5	3	0	0	63	

Legend

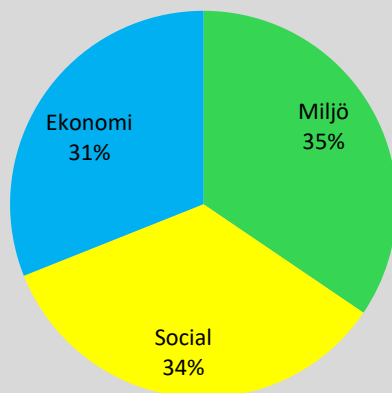
> 12
9 till 12
3 till 9
-3 till 3
-9 till -3
-12 till -9
< -12

FÄRGAREN

Hållbarhetsdimension

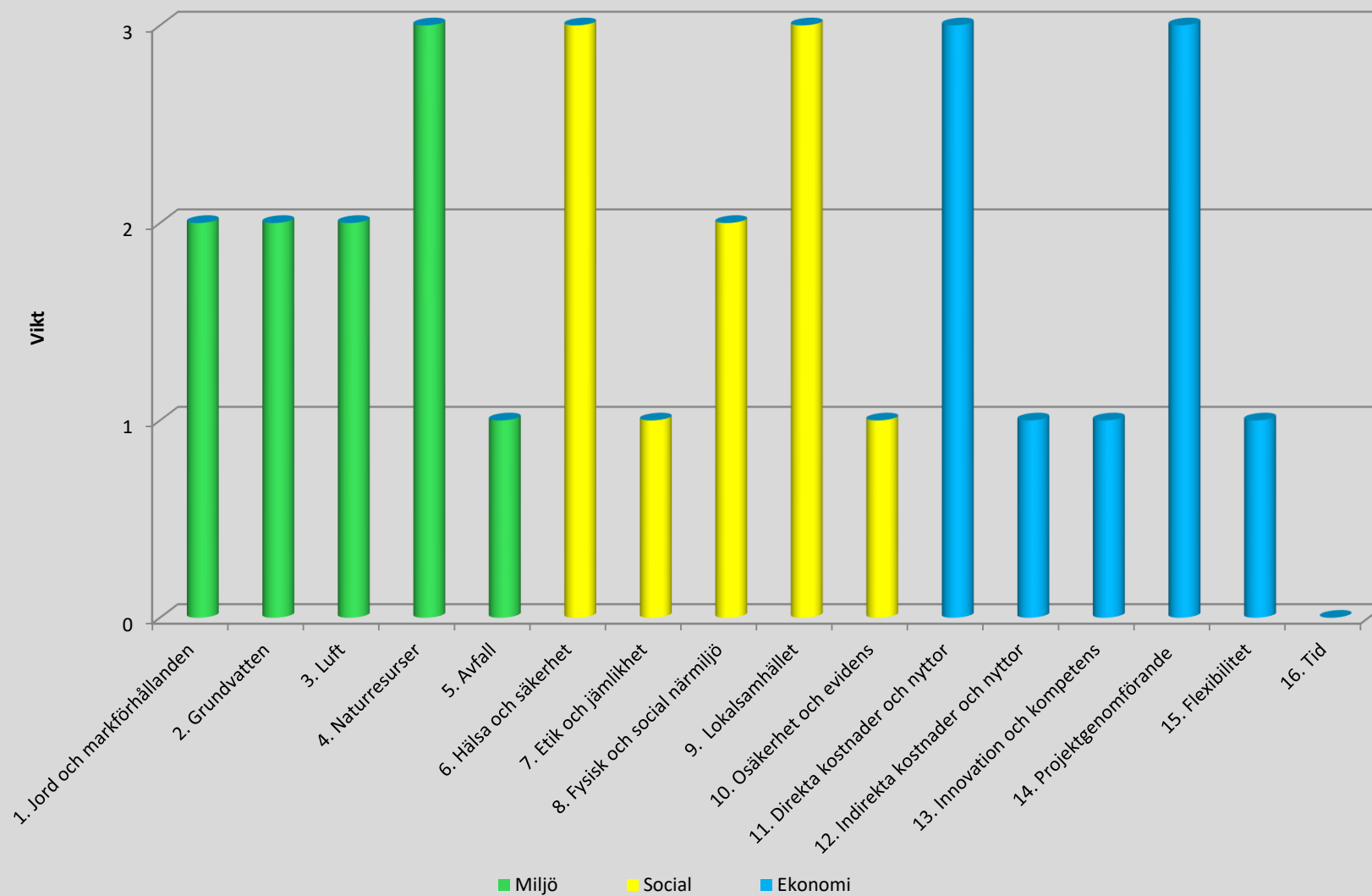


Vikt per hållbarhetsdimension



SAML version 2.3

Urvalskriteriernas vikter

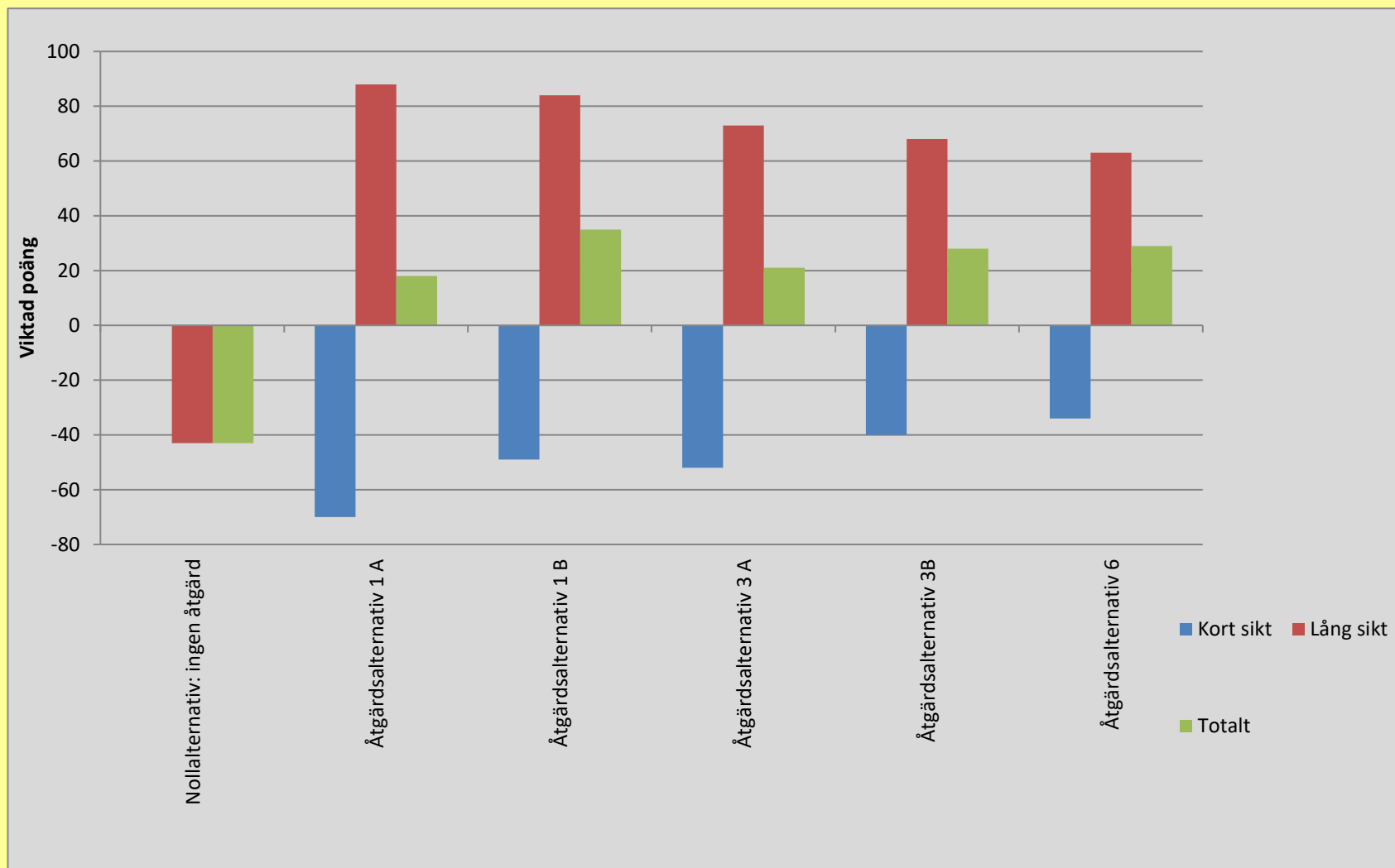


Vikt per hållbarhetsdimension	Summa vikt
Miljö	10
Social	10
Ekonomi	9

Vikt per urvalskriterium	Vikt
1. Jord och markförhållanden	2
2. Grundvatten	2
3. Luft	2
4. Naturresurser	3
5. Avfall	1
6. Hälsa och säkerhet	3
7. Etik och jämlikhet	1
8. Fysisk och social närmiljö	2
9. Lokalsamhället	3
10. Osäkerhet och evidens	1
11. Direkta kostnader och nyttor	3
12. Indirekta kostnader och nyttor	1
13. Innovation och kompetens	1
14. Projektgenomförande	3
15. Flexibilitet	1
16. Tid	0

FÄRGAREN

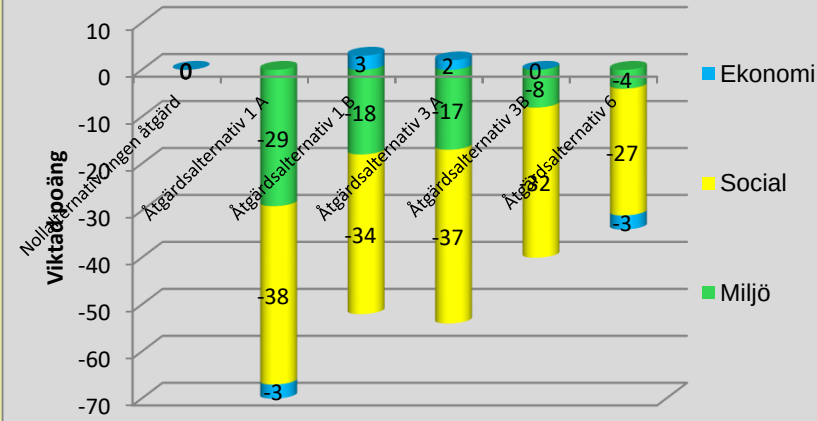
SAMLÄ version 2.3



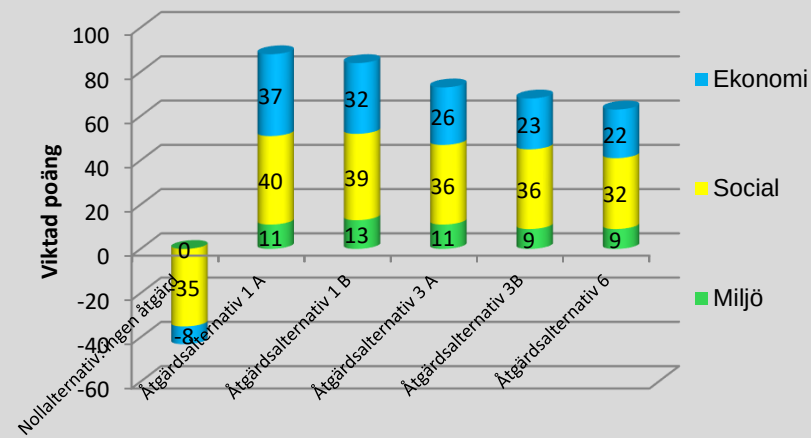
FÄRGAREN

SAMLA version 2.3

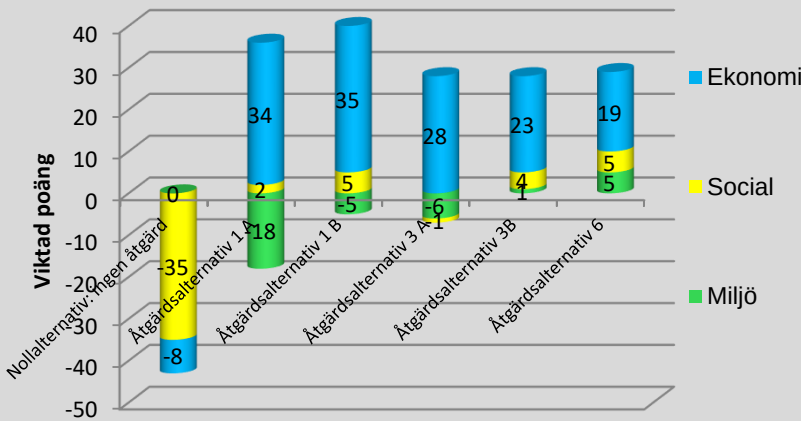
Kort sikt



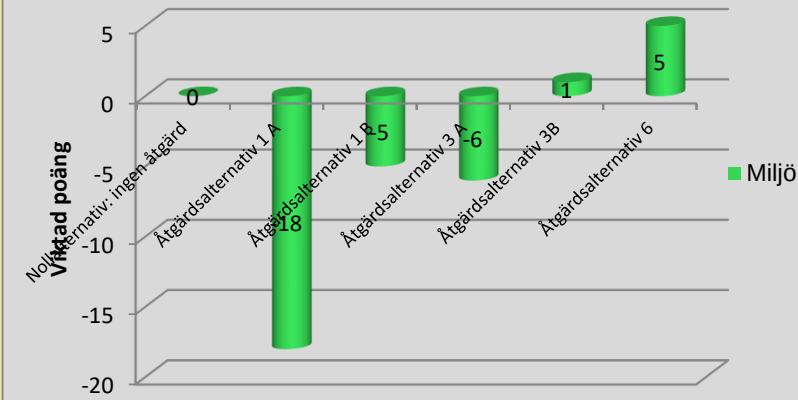
Lång sikt



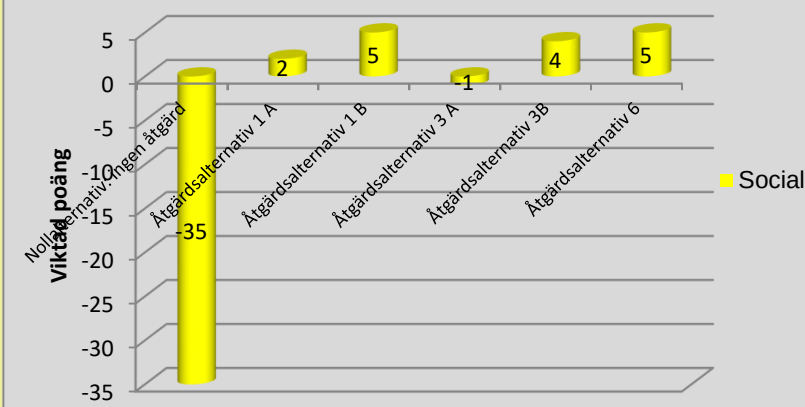
Totalt



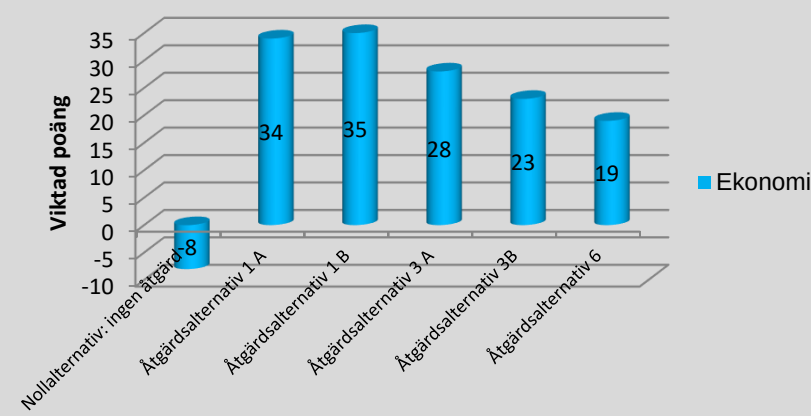
Miljö



Social



Ekonomi



Summa kort sikt

Alternativ	Miljö	Social	Ekonomi	Summa
Nollalternativ: ingen åtgärd	0	0	0	0
Åtgärdsalternativ 1 A	-29	-38	-3	-70
Åtgärdsalternativ 1 B	-18	-34	3	-49
Åtgärdsalternativ 3 A	-17	-37	2	-52
Åtgärdsalternativ 3B	-8	-32	0	-40
Åtgärdsalternativ 6	-4	-27	-3	-34

Summa lång sikt

Alternativ	Miljö	Social	Ekonomi	Summa
Nollalternativ: ingen åtgärd	0	-35	-8	-43
Åtgärdsalternativ 1 A	11	40	37	88
Åtgärdsalternativ 1 B	13	39	32	84
Åtgärdsalternativ 3 A	11	36	26	73
Åtgärdsalternativ 3B	9	36	23	68
Åtgärdsalternativ 6	9	32	22	63

Summa totalt

Alternativ	Miljö	Social	Ekonomi	Summa
Nollalternativ: ingen åtgärd	0	-35	-8	-43
Åtgärdsalternativ 1 A	-18	2	34	18
Åtgärdsalternativ 1 B	-5	5	35	35
Åtgärdsalternativ 3 A	-6	-1	28	21
Åtgärdsalternativ 3B	1	4	23	28
Åtgärdsalternativ 6	5	5	19	29

Enkät sanering Färgaren - nedlagd kemtvätt i Jönköping kvarteret Obygden

Inför sanering av det förorenade området Färgaren - nedlagd kemtvätt i Jönköping kvarteret Obygden genomförs en riskvärdering. Riskvärdering är ett strukturerat sätt att ta fram underlag så att det lämpligaste åtgärdsalternativet för det specifika området kan väljas.

Att ta in synpunkter från allmänheten/berörda av åtgärderna är en del av riskvärderingsprocessen och genomförs via detta formulär. Frågorna tar cirka 10 minuter att besvara och syftar till att fånga in olika synpunkter på, och eventuell oro för, åtgärden hos närboende.

Formuläret kan besvaras till och med onsdagen den 7 september. Ett svar per hushåll.
Frågor kan lämnas via telefon: 072 208 41 31 måndag-onsdag 5-7 september klockan 09-16.
eller via mail till: emy.ekholm@sweco.se

Det är viktigt för projektet att få ta del av era synpunkter, frågor och eventuell oro. Ditt svar på enkäten är viktigt då det gör att arbetsinsatser och framtida information till området kan anpassas. Vi hoppas att du tar dig tid att besvara den!

För information om åtgärdsalternativ och karta över åtgärdsområdet: Se bifogad bilaga
Information om projektet i sin helhet finns på SGU:s hemsida: Färgaren – nedlagd kemtvätt i Jönköping ([sgu.se](https://www.sgu.se)) Sökord: Färgaren – nedlagd kemtvätt i Jönköping

Definitioner:

- Med åtgärden menas ett ingripande i syfte att avlägsna föroreningar i åtgärdsområdet.

- Direkt anslutning till området: De fastigheter vars tomt direkt angränsar till åtgärdsområdet samt de fastigheter vars tomt angränsar till lokalgata intill åtgärdsområdet.
- Ej i direkt anslutning: De fastigheter som inte direkt angränsar till åtgärdsområde eller lokalgata intill åtgärdsområdet.

* Obligatoriskt

1. Vilken av följande intressentgrupp tillhör ditt hushåll? *

- ☐ Bor i direkt anslutning till åtgärdsområdet
- ☐ Bor i området men ej i direkt anslutning till åtgärdsområdet
- ☐ Annat

2. På en skala från 1-5, hur upplever du att ditt hushåll påverkas av ett genomförande av åtgärden?

Där 1 är mycket negativt och 5 är mycket positivt. *

- 1 2 3 4 5
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Störningar

Störningarna som uppstår under etableringsfasen och genomförandefasen går inte att undvika. Åtgärdsmetoderna är störande på olika sätt och under olika lång tid. Se bilagan för åtgärdsmetod med beskrivning av störningar och tidsperspektiv.

3. Inom det hushåll du/ni representerar – finns det oro för störningar? *

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Delvis

4. Vilka störningar anser du påverkar hushållet mest? Du kan välja fler än ett svar. *

- ☐ Buller
- ☐ Lukt
- ☐ Transporter
- ☐ Tillgänglighet
- ☐ Att det ser fult ut (estetik)
- ☐ Att det finns ett arbetsområde i närheten
- ☐ Annat

5. Av dessa störningar, vilken störning känns särskilt oroande? Välj ett svar *

- ☐ Buller
- ☐ Lukt
- ☐ Transporter
- ☐ Tillgänglighet
- ☐ Att det ser fult ut (estetik)
- ☐ Att det finns ett arbetsområde i närheten
- ☐ Annat

6. Nedan finns tre alternativ som anger förväntad nivå på störning kopplat till tid. Välj det alternativ ert hushåll skulle föredra. *

- ☐ 1. Mycket störande verksamhet under 2 år, störningar under dagtid ca 0,5-1 år, och under nattetid i 6-9 månader.
- ☐ 2. Mycket störande verksamhet under ca 1 år, störningar under dagtid ca 3 månader, sedan även under nattetid 6-9 månader. Därefter pågår mindre störande aktiviteter under ytterligare 2-3 år.
- ☐ 3. Mycket störande verksamhet under dagtid 0,5-1 år. Därefter pågår mindre störande aktiviteter under ytterligare 3-5 år.

Orosmoment

Utöver störningar kan även andra orosmoment spela in.

7. Inom det hushåll du/ni representerar, finns det oro för annat än störningar inför åtgärden? *

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Delvis

8. Vad känns oroande? Du kan välja fler än ett svar. I fråga 9 kan du även ange i fritext om du vill lägga till eller förtydliga ytterligare orosmoment. *

- ☐ Områdets attraktionskraft
- ☐ Spridning av föroreningar
- ☐ Ovisshet kring vad åtgärden innebär
- ☐ Annat

9. Ange i fritext om du vill lägga till eller förtydliga ytterligare orosmoment enligt fråga 8. *

Områdets attraktionskraft

10. Inom ert hushåll, tror du/ni att områdets attraktionskraft kommer att påverkas under åtgärdstiden? *

- ☐ Till det bättre
- ☐ Likvärdigt som idag
- ☐ Till det sämre

11. Inom ert hushåll, tror du/ni att områdets attraktionskraft kommer att påverkas efter åtgärdstiden? *

- ☐ Till det bättre
- ☐ Likvärdigt som idag
- ☐ Till det sämre

Tid

12. Med avseende på åtgärden, vad är viktigast för er i närtid (närmsta året)? *

13. Med avseende på åtgärden, vad är viktigast för er i framtiden (10-30 år)? *

14. Finns det övriga synpunkter inför åtgärden ni vill förmedla? *

BILAGA 8

TIDIGARE UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR OCH UTREDNINGAR

Nedan listas de undersökningar och utredningar som har genomförts för kvarteret Obygden.

Årtal/Datum	Titel & författare	Innehåll
2015-12-12 Rev. 2016-01-14	Kvarteret Obygden, Förstudie – etapp 1. Översiktlig miljöteknisk undersökning, MIFO fas 2 Vatten & Samhällsteknik AB	Översiktlig miljötekniska undersökning enligt MIFO fas 2. Utfördes på uppdrag av Jönköpings kommun.
2017-04-04	Huvudstudie Obygden Sweco Environment AB, Jönköping Vatten och Miljö, uppdragsnummer 1301145300	Huvudstudie för objektet genomfördes av Sweco på uppdrag av Jönköpings kommun.
2019-05-17	Berggrundsundersökning i området kring kvarteret Obygden, Jönköpings kommun. SGU (Claes Mellqvist och Thomas Eliasson)	Berggrundsundersökning i området kring kvarteret Obygden.
2019-05-29	Sökning med hund – Notat, Forureningshund – Jönköping, Sverige Orbicon Danmark, SGU diariennr 34261-907/2019	Resultat utav undersökningar med hund för att hitta platser i hus där klorerade alifater tränger in.
2020-03-11	PM, Färgaren kemiska tvätt. Kapacitetstest av borrade energibrunnar. Sweco Environment AB, Jönköping vatten och Miljö uppdragsnummer 13006881	Kapacitetstest i fyra energibrunnar inom kvarteret Obygden.
2020-03-19	PM, Färgaren kemiska tvätt. Underlag till en Request for information (RFI) Sweco Environment AB, Jönköping vatten och Miljö Svar från sju entreprenörer på SGUs "Request for information (RFI) rörande åtgärdstekniker för klorerade kolväten i kristallint berg, SGU diariennr 34261-335/2020.	Förfrågan och svar från sju entreprenörer gällande förslag på olika alternativa lösningar för att åtgärda kvarteret Obygden.

Årtal/Datum	Titel & författare	Innehåll
2020-04-14	Färgaren kemiska tvätt, Resultatrapport Sweco Environment AB, Jönköping vatten och Miljö, uppdragsnummer 13006881	Länsstyrelsen sökte ytterligare bidragsmedel för utredningar i samband med att SGU tog på sig rollen som huvudman. Bidragsmedlen har använts till att komplettera huvudstudien. Rapporten innehåller resultat från utförda undersökningar.
2020-06-18	Riskbedömning för föroreningar i kvarteret Färgaren, Mariebo, Jönköping. Arbets- och Miljömedicin i Linköping.	Riskbedömning utförd av Arbets- och Miljömedicin i Linköping.
2020-07-15	Teknisk rapport, Borrhålsfilmning, Färgaren kemiska tvätt. Sweco Civil AB, Stockholm Geoteknik, uppdragsnummer 13011056.	Filmning är två energibrunnar på fastigheterna Obygden 16 och Obygden 18. Syftet var att kartera bergets spricksystem och undersöka om dessa bidrar till föroreningarnas spridning. Filmningen utfördes med optical televiewer borrhålskamera.
2020-08-20	Färgarens kemiska tvätt, Reviderad åtgärdsutredning och riskvärdering. Sweco Environment AB, Jönköping vatten och Miljö, uppdragsnummer 13006881	Länsstyrelsen sökte ytterligare bidragsmedel för utredningar i samband med att SGU tog på sig rollen som huvudman. Bidragsmedlen har använts till att komplettera huvudstudien. Rapporten innehåller uppdaterad konceptuell modell, åtgärdsutredning och riskvärdering.
2020-12-03	PM, Färgaren, åtgärdsförberedande undersökningar. Nivåspecifik provtagning i bergborrade brunnar. Sweco Environment AB, Jönköping vatten och Miljö, uppdragsnummer 13011056	Nivåspecifik provtagning av klorerade alifater i två bergborrade brunnar på fastigheterna Obygden 16 och 18. Metoden som använts i denna undersökning för att provta olika nivåer i borrhålen är provtagning genom installation av sk FLUTe liners. FLUTe står för Flexible Liner Underground Technologies.
2021-05-07 Rev. 2022-02-07	Färgarens kemiska tvätt. Genomgång av utförd refraktionsseismisk undersökning och dess uppnådda resultat. Sweco Sverige AB, uppdragsnummer 30017971-002.	Undersökningen syftar till att undersöka jorddjupet från markytan till bergytan samt lokalisering utav eventuella sprickzoner i området. Underlag för framtida provtagningar och sonderingar samt för att få bättre förståelse för hur föroreningen kan ha spridits.

Årtal/Datum	Titel & författare	Innehåll
2021-06-16	Färgarens kemiska tvätt. Provtagningsplan för åtgärdsförberedande undersökningar vid f.d. färgaren kemiska tvätt. Sweco Sverige AB, uppdragsnummer 30017971	Beskriver de åtgärdsförberedande undersökningarna för 2021 och 2022.
2021-10-05	Notat, Geoprobe 2021, Jönköping NIRAS A/S	Redovisning av utförd MIP-sondering
2022-03-20	Installation av Flute liners under kvarteret Obygden, Jönköping Rosmarus Enviro	Resultat från installation av Flute liners i 12 borrhål
2022-03-23	Teknisk PM geoteknik, Färgaren fältkampanj 1, Mariebo, Jönköping Sweco Sverige AB, uppdragsnummer 30017971.	Undersökningen syftar till att reda ut rådande markförhållanden och därmed ge de geotekniska förutsättningar inför eventuella efterbehandlingsåtgärder.
2022-03-29	Teknisk rapport, borrhålsfilmning, Färgaren kemiska tvätt. Sweco Sverige AB, uppdragsnummer 30017971	Rapport efter filmning utav 12 borrhål från Fältkampanj 2.
2022-04-11	Färgaren, projektering. Resultatrapport, åtgärdsförberedande undersökningar utförda 2021, fältomgång 1 och 2. Sweco Sverige AB, uppdragsnummer 30017971	Åtgärdsförberedande undersökningar som har omfattat undersökning av jord och berg. Rapporten redovisar resultat från porluftsundersökning, MIP-sondering, grundvattenprovtagning, provtagning av frukt och bär, kärnborrning i berg, hammarborrning, FLUTE-installationer mm
2022-03-29, rev 2022-06-22	PM Hydrogeologi, Grundvattenförhållanden inom Färgaren. Sweco Sverige AB, uppdragsnummer 30017971	Pmet redovisar grundvattenförhållandena i området utifrån insamlade data från fältkampanjer under år 2021 och 2022 även från grundvattennivåmätningar som utförts vid tidigare undersökningstillfällen.
2022-10-26	Transmissivitet och reverse head- profilering av berggrunden under kvarteret Obygden, Jönköping, baserat på några utvalda hammarborrhål. Rosmarus Enviro	Resultatet av transmissivitetsundersökningar i fem borrhålen och genomförda Reverse Head- undersökningar i samma borrhål.