

Västerviks kommun

Ankarsrum - Huvudstudie, Västervik

Nyköping,
2015-04-02

Ankarsrum - Huvudstudie, Västervik

Datum	2015-04-02
Uppdragsnummer	1320005344
Utgåva/Status	

Åsa Fritioff
Uppdragsledare

Åsa Fritioff
Handläggare

Claes Becker
Granskare

Ramboll Sverige AB
Hospitalsgatan 20
611 32 Nyköping

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 1320005344 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
1.	Avgränsningar	3
2.	Områdesbeskrivning.....	3
3.	Känd föroreningsituation.....	4
4.	Egenskapsområden	4
5.	Fältundersökningar	8
6.	Metodik för riskbedömning avseende miljö och hälsa	11
7.	Resultat	17
8.	Sammanvägd riskbedömning	18
9.	Åtgärdsbehov	19
10.	Åtgärdsstrategier	20
11.	Åtgärdsutredning	21
12.	Sammanfattning åtgärdsutredning.....	27
13.	Mätbara Åtgärds mål	28
14.	Sammanfattning.....	28
15.	Referenser	30

Bilagor

- Bilaga 1 – Uppdragsorganisation
- Bilaga 2 – Jordartsbeskrivning
- Bilaga 2b – Siktcurvor
- Bilaga 3 – Grundvatten
- Bilaga 3b – Fältprotokoll grundvatten
- Bilaga 4 – Lakförsök
- Bilaga 4b – Fältprotokoll lakförsök
- Bilaga 5 – Porgas
- Bilaga 5b – Fältprotokoll porgas
- Bilaga 6 – Jordprover riskbedömning
- Bilaga 6b – Fältprotokoll provpunkter
- Bilaga 6c – Fältprotokoll samlingsprover
- Bilaga 6d – Resultat provpunkter
- Bilaga 6e – Resultat samlingsprover
- Bilaga 6f – Statistik provpunkter
- Bilaga 6g – Statistik samlingsprover
- Bilaga 7 – Hälsorisker Åtgärdsbehov
- Bilaga 8 – Kostnadsbedömning åtgärdsförslag
- Bilaga 9 – Samlingsprover i övriga Ankarsrum
- Bilaga 9b – Fältprotokoll övriga samlingsprover
- Bilaga 9c – Resultat övriga samlingsprover

Kartor

- Karta 1 – Översikt av provgröpar, borrpunkter, grundvatten, brunnar samt porgas
- Karta 2 – Översikt av ytliga samlingsprov
- Karta 3 – Översikt av provgröpar, borrpunkter
- Karta 4 – Översikt av grundvatten
- Karta 5 – Översikt av porgas
- Karta 6 – Översikt av ytliga prover i övriga Ankarsrum
- Karta 7 – Översikt av Egenskapsområden A, B, C
- Karta 8 – Översikt av Egenskapsområde D

Sammanfattning

Ramböll Sverige AB har på uppdrag av Västerviks kommun utfört en Huvudstudie i villaområdet väster om Ankarsrums bruk, Ankarsrum, Västervik. Syftet med huvudstudien var att bedöma eventuella risker för boende och andra som vistas i villaområdet samt att föreslå efterbehandlingsåtgärder.

Området är beläget på den västra sidan om Ankarsrums bruk. Undersökningsområdet avgränsas i öster av bruket, i norr fortsätter villaområdet, norr om det en gren av Långsjön vilken avrinner ned mot bruket och Hällsjön öster om området. I söder finns stora bergiga skogar och i väster mer villor. Området har sannolikt använts för verksamheter med anknytning till bruket under en lång tid. För ca 100 år sedan bebyggdes det aktuella undersökningsområdet med villor.

Fältarbeten utfördes den 5-8 maj, den 19-21 maj, den 10-11 juli samt den 19 december 2014. Fältundersökningen av jord omfattade provgropsgrävning med grävmaskin (24 st provgropar), provtagning med handhållen skruvborr (38 st borrhullspunkter), samt provtagning av ytliga samlingsprover med geokäpp (64 st). Grundvattenrör installerades på fyra ställen och prov uttogs, i dessa samt 4 st befintliga brunnar. Porgas provtogs i marken (2 st) samt under byggnader (11 st).

Resultaten påvisade förhöjda halter av PAH speciellt i Egenskapsområde A, sedan Egenskapsområde B och lägst halter påträffades i Egenskapsområde C. Även förhöjda halter av metaller (kvicksilver, kadmium, bly, barium, koppar och zink) uppmättes. Det är ingen tydlig skillnad mellan föroreningsnivåerna i ytjorden och den något djupare belägna jorden. I underliggande naturlig mark påvisades inga föroreningar, inte heller i mark på obebyggd tomt. Att det inte påvisats föroreningar på den obebyggda tomten intill bruket, samt att vissa tomter är fria från föroreningar indikerar att föroreningen sannolikt inte spridits från bruket via luften. En ganska jämn fördelning i djupled av förorening indikerar samma sak. Sannolikt har föroreningar förts från bruket till tomtmarken med lastbil/skottkärra, troligen för att det då sågs som bra jord.

Riskbedömning i sammanfattning

- Egenskapsområde A (Hotspots), uppmätta halter kan innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på intagsvägarna intag jord, hudkontakt jord o damm samt intag växt.
- Egenskapsområde B, uppmätta halter kan innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på intagsvägarna intag jord, hudkontakt jord o damm samt intag växt.
- Egenskapsområde C, uppmätta halter kan innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på intagsvägarna intag jord. Föroreningen bedöms utgående från föreliggande undersökning vara avgränsad till de fastigheter där riktvärdet överskrider riktvärdet för något ämne.

Egenskapsområde C är inte avgränsat i ytled utan förorenade tomter kan förekomma inom ett större område.

- Egenskapsområde D, föreslaget område föreslås hanteras som Egenskapsområde C, trots att det inte undersökts.
- Egenskapsområde N (opåverkad underliggande mark) hälsorisker bedöms som acceptabla.
- Område Övriga Ankarsrum hälsorisker bedöms acceptabla.

I de områden där oacceptabla hälsorisker identifierats föreligger ett åtgärdsbehov. Förslagna Åtgärdsalternativ är

- Alternativ 0: Ingen åtgärd.
- Alternativ 1: Schaktsanering av alla egenskapsområden med massor som överskrider mätbara åtgärdsgränser (Egenskapsområde A, B, C).
- Alternativ 2: Schaktsanering av massor på fastigheterna med massor över mätbara åtgärdsgränser.

Egenskapsområde A – alla massor avlägsnas.

Egenskapsområde B – Provtagning i rutnät föreslås på fastigheterna, analys svar från varje ruta och djup jämförs mot åtgärdsgränserna. Där åtgärdsgränserna överskrider schaktas massorna ur och ersätts med rena massor.

Egenskapsområde C – Jord i trädgårdsland som är i bruk provtas, överskrider de mätbara åtgärdsgränserna för något ämne byts odlingsjorden ut.

Egenskapsområde D – Jord i trädgårdsland som är i bruk provtas, överskrider de mätbara åtgärdsgränserna för något ämne byts odlingsjorden ut.

Information angående förekomst av markföroreningar bör spridas till boende i Ankarsrum i synnerhet till de fastigheterna i området kring bruket.

Finns förorening på en fastighet reduceras riskerna enkelt genom att exponeringen för jorden minskas.

- Att inte äta jord, låter självklart. Man kan speciellt se till små barn som tenderar att stoppa det mesta i munnen att det inte kommer åt att äta förorenad jord. Vidare att tvätta grönsaker noggrant för att avlägsna jord innan de äts.
- Att minska damning från jorden kan göras genom att jord som ligger öppen kan besås med gräs eller annan önskvärd marktäckare.
- Att minska hudkontakt kan göras genom att använda heltäckande klädsel/handskar vid grävarbeten.
- Där högst halter bly eller PAH påträffats kan odling av icke ätliga växter väljas tills dess jorden bytts ut.

Ankarsrum - Huvudstudie, Västervik

1. Inledning

Ramböll Sverige AB har på uppdrag av Västerviks kommun utfört en Huvudstudie i villaområdet väster om Ankarsrums bruk, Ankarsrum, Västervik. Uppdragsorganisationen samt kontaktuppgifter återfinns i bilaga 1.

Syftet med huvudstudien var att bedöma eventuella risker för boende och andra som vistas i villaområdet samt att föreslå efterbehandlingsåtgärder. I rapporten sammanfattas resultat från genomförd undersökning och riskbedömning. Med utgångspunkt från detta beskrivs risker och åtgärdsbehov. Lämpliga åtgärder föreslås för en säker markanvändning utgående från behov.

1. Avgränsningar

Ramböll har utfört en undersökning med avseende på miljö, varvid andra frågor såsom exempelvis legala, finansiella och affärsmässiga frågor inte beaktats.

Ramböll har förlitat sig på att såväl muntlig som skriftlig information som tillhandahållits varit i allt väsentligt fullständig. Ramböll har inte haft möjlighet att verifiera att lämnade uppgifter är fullständiga och korrekta.

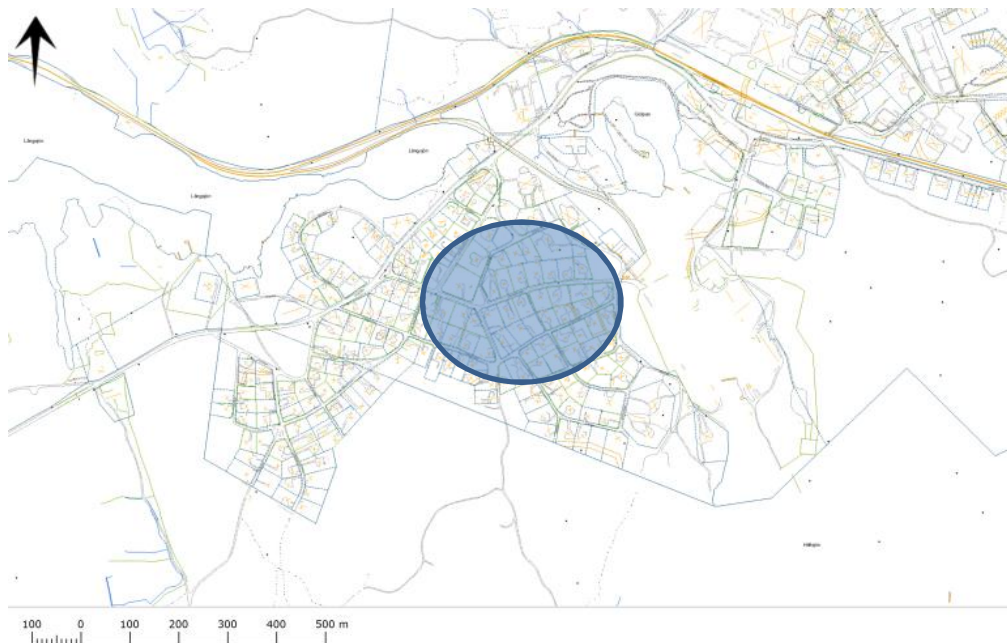
Denna rapport utgör ingen garanti om att området som granskats inte har några miljömässiga risker annat än vad som anges i denna rapport.

Resultatet av granskningen, såsom det presenterats i denna rapport, baserar sig på den fackkunskap och expertis som finns inom Ramböll med hänsyn till teknisk kunskap och de svenska tekniska föreskrifter och normer som gäller. Eventuella förändringar i dessa kan resultera i att de rekommendationer som presenterats i denna rapport kan bli otillräckliga och ofullständiga.

2. Områdesbeskrivning

Det aktuella området är beläget på den västra sidan om Ankarsrums bruk. Undersökningsområdet avgränsas i öster och i norr mitt i villaområdet (Figur 1). Norr om villaområdet passerar en gren av Långsjön vilken avrinner ned mot bruket och Hällsjön öster om området. I söder finns stora bergiga skogar.

Området har sannolikt använts för verksamheter med anknytning till bruket under en lång tid. För ca 100 år sedan bebyggdes området med villor. Nu är där ett uppväxt villaområde med stora tomter.



Figur 1. Undersökningsområdet. Karta Västerviks kommun©.

3. Känd föroreningsituation

Markföroreningar upptäcktes på fastigheten Anvedebo 1:19 vid en omläggning av VA-ledningar på fastigheten under 2010. Under 2012 genomfördes en översiktlig miljöteknisk markundersökning med stickprovsundersökning i ytjorden på ett flertal av villatomterna i området (Empirikon, 2012). Dessutom uttogs prov på brunnsvatten i två befintliga brunnar samt ett prov av inomhusluft i en byggnad. Uppmätta halter i jord översteg riktvärden för PAH, fenol/kresol samt zink. Föroreningen har tidigare bedömts härröra från tiden innan området bebyggdes, dvs att föroreningen har funnits på platsen i ca 100 år. Tillförsel kan dock ha skett även senare.

4. Egenskapsområden

- 4.1 Avgränsning i plan och profil - Indelning i egenskapsområden
Det råder delvis olika förhållanden i olika delar av undersökningsområdet. Vid en riskbedömning är det därför lämpligt att göra en indelning i egenskapsområden.

Syftet med detta är att identifiera egenskapsområden med så homogena egenskaper som möjligt. Riskerna kan då beskrivas tydligare för respektive egenskapsområde. Till grund för indelningen i egenskapsområden ligger:

- Historisk information om tidigare markanvändning (e.g., Empirikon, 2012)
- Topografiska geologiska och hydrologiska aspekter (höjder, diken etc.)
- Visuella intryck under fältarbetet.
- Koncentrationsdata från genomförd provtagning

För att en så bra avgränsning som möjligt ska kunna göras måste alla dessa aspekter vägas samman. Notera att resultaten (koncentrationsdata) från provtagningen inte får väga alltför tungt vid avgränsningen eftersom det finns en stor slumpoeffekt i dessa data på grund av att föroreningen har en heterogen spridning, att avståndet mellan provpunkterna är relativt stort samt att antalet provpunkter är begränsat.

Ramböll bedömer att det finns några mindre områden som utmärker sig som egna egenskapsområden samt ett större område där föreningssituationen är mer eller mindre homogen.

Avgränsningen för valda egenskapsområden (A, B, C, N) kommenteras nedan och redovisas i

Figur 2 (samt i Karta 7). Med anledning av att egenskapsområde C avgränsas av undersökningens utbredning har Ramböll även utgående från kartmaterial tagit fram och föreslår en yttre avgränsning för egenskapsområde C. Detta icke undersökta område benämns egenskapsområde D, se Karta 8.

Egenskapsområde A: Litet område där marken är mörk, och en stark tjärklukt noterades i fält. Området är till beläget på fastighet Anvedebo 1:19 i gränsen mot fastighet Anvedebo 1:17, in på vilken föroreningen sannolikt till vis del fortsätter. I egenskapsområdet inkluderas även påträffade tjärklumpar på fastighet Anvedebo 1:78 (Prov APG 1:78 a) och Anvedebo 1:15 (Prov 3, Empirikon, 2012).

Egenskapsområde B: Avgränsas av fastigheterna Anvedebo 1:19, 1:20 (1:22), 1:31, 1:78. Inom området har ställvis lukt och tjärklumpar med höga halter av PAH påträffats.

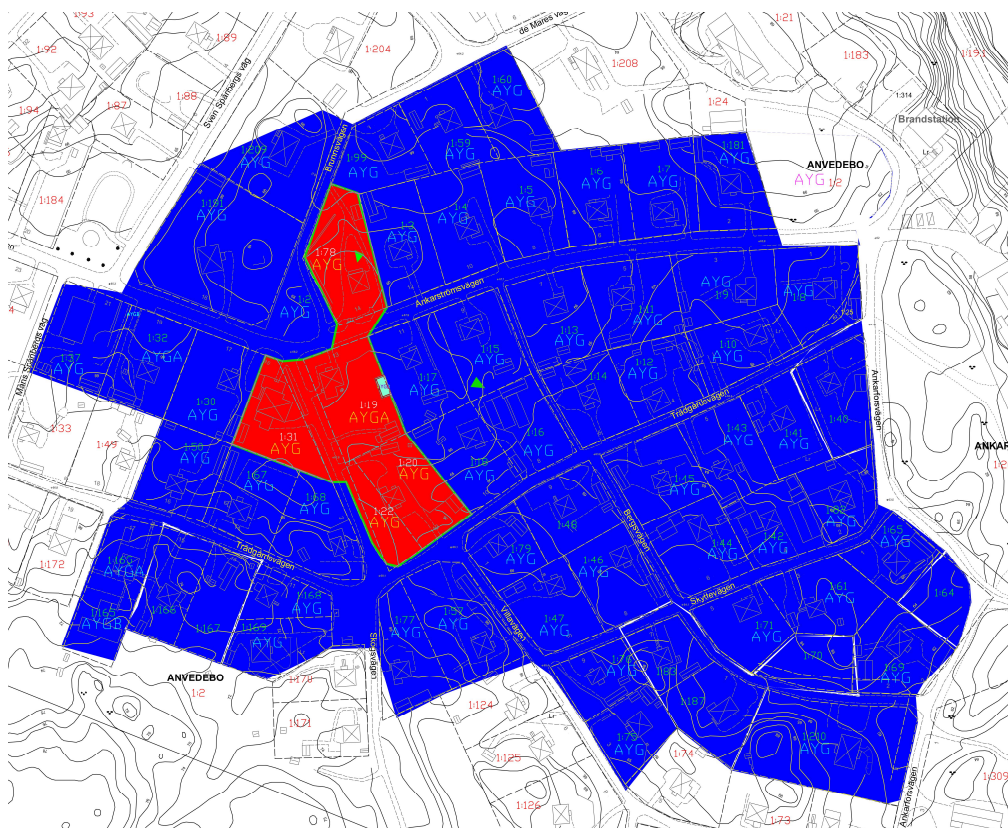
Egenskapsområde C: Resterande delar av undersökningsområdet. Ställvis syns tegel eller askrester, men inte i så stor utsträckning.

Egenskapsområde N – underliggande bedömt naturliga jordlager

Egenskapsområde D – Egenskapsområde C är undersökt men ingen yttre avgränsning har lokaliserats trots att undersökningen utökats i flera steg. Med utgångspunkt i byggnations år för fastigheterna i Ankarsrum samt en bedömning av avståndet till Ankarsrumsbruk bedöms fler fastigheter kunna tillhöra ett

egenskapsområde D motsvarande egenskapsområde C. I Karta 8 visas egenskapsområde C samt två föreslagna avgränsningar för Egenskapsområde D. Bedömningen är att fastigheter som bebyggt före 1940 (grönt o lila i kartan) på ett inte alltför långt avstånd från bruket bör ingå i Egenskapsområde D. I de båda förslagen inkluderas punkterna AYP 1:98 och AYP 1:27 A som provtogs i den sista provtagningsomgången.

De ytliga samlingsproven som uttagits på var fastighet har även använts för att bedöma riskerna inom varje enskild fastighet. Detta eftersom förhållandena under de 100 år de varit tomter sannolikt förändrats på olika sätt inom de olika fastigheterna. Dels för att de boende inom varje fastighet exponeras mest för marken inom sin egen fastighet.

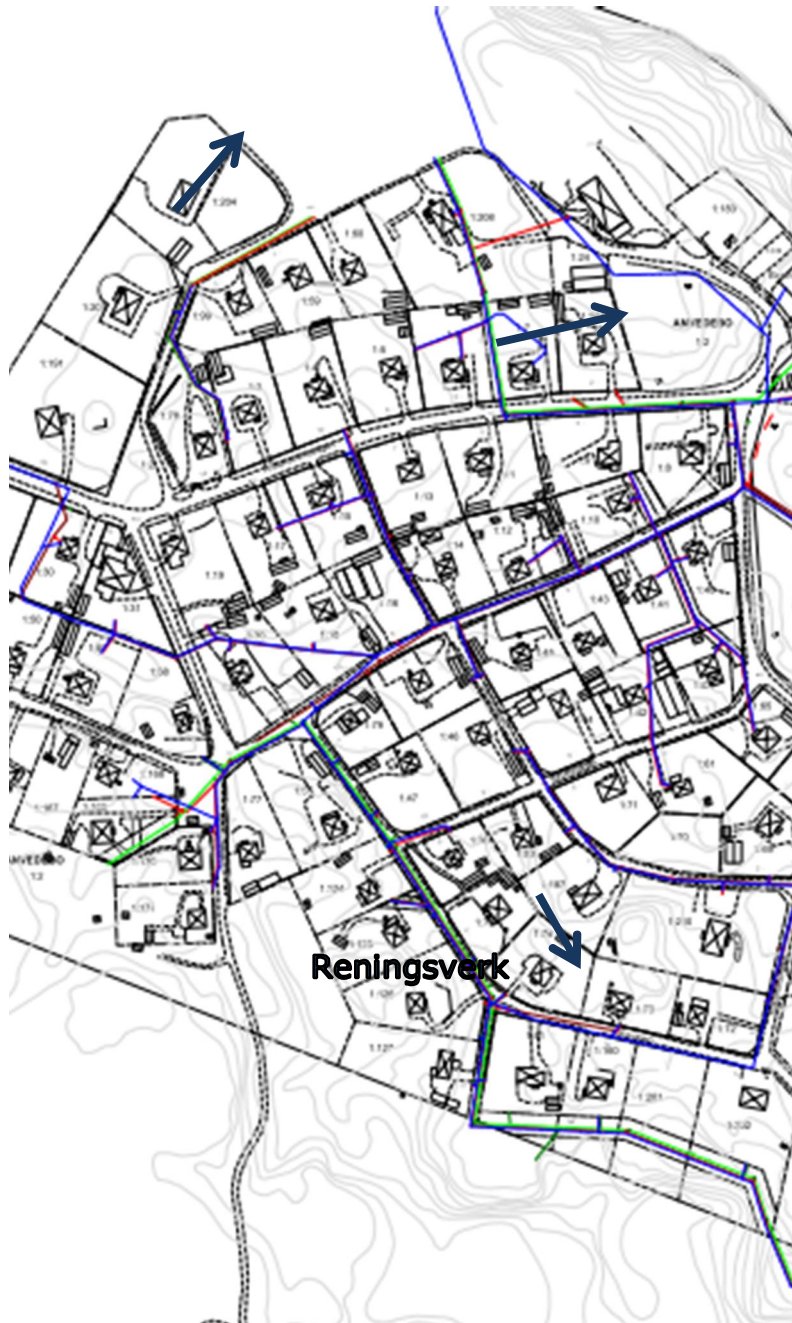


Figur 2. Översiktlig indelning över Egenskapsområdena A – grön/turkos, B - röd, C – blått. Egenskapsområde N är den underliggande opåverkade marken i hela undersökningsområdet. Bakgrundskarta är erhållen från Västerviks kommun.

4.2

Vatten och avlopp

Vatten- och avloppsledningar korsar området längs med ett flertal av gatorna. Och längs med några av gatorna finns öppna diken.



Figur 3. Översiktlig karta över ledningsnätet. Karta från Västerviks kommun ©.

- 4.3 Skydds- och bevarandeintressen
Inga särskilda skydds- eller bevarandeintressen har identifierats inom området.
- 4.4 Hydrogeologiska och geologiska förhållanden
Ett flertal energibrunnar samt en brunn med okänd användning finns inom undersökningsområdet enligt SGU (Sveriges Geologiska undersökning, 2014). Åtminstone tre fastigheter har dricksvattenbrunn på fastigheten, som dock enligt uppgift från fastighetsägarna endast används för bevattning.

Enligt SGU (2014) är bergarten inom området granit och jordarten inom området är morän. Området är relativt kuperat, det sluttar överlag från nordöst mot sydväst och recipienten Hällsjön.

Överlagrad moränen finns ett matjordslager som på vissa platser innehåller fyllnadsmaterial i form av aska, gjutsand eller rester av tjärmaterial. Mäktigheten på fyllningen varierar men understiger i allmänhet 0,5 m. Fältanteckningar (Bilaga 6) beskriver intryck från provtagningen.

Det naturliga materialet bedöms vara normaltät till tät där mestadels lera påträffats. Överlagrande massorna bedöms som genomsläppliga (Bilaga 2). Grundvattenytan påträffades vanligen i naturlig mark och återfanns på ett djup av 0,35 – 1,2 m under markytan vid provtagningen i maj medan inget grundvatten påvisades vid provtagningen i juli/augusti.

Uppmätt årsnederbörd är 500 mm och medelvärdet för årsavdunstningen¹ är 400 mm, (SMHI, 2010). Då marken inte är hårdgjord samt att det övre marklagret består av en genomsläpplig fyllning och underliggande naturliga lager till största delen utgörs av normaltäta material bedöms grundvattenbildningen i detta område vara ca 100 mm/år.

5. Fältundersökningar

Inledande fältarbeten utfördes den 5-8 maj 2014, arbetet kompletterades den 19-21 maj 2014 samt den 10-11 juli 2014. Fältarbetena utfördes av Åsa Fritioff samt Claes Becker från Ramböll i Nyköping. Fältundersökningen av jord omfattade provgroppsgrävning med grävmaskin (24 st provgroppar), provtagning med handhållen skruvborr (38 st borrhöjningar), samt provtagning av ytliga samlingsprover med geokäpp (56 st). Grundvattenrör installerades på fyra ställen och prov uttogs, i dessa samt 4 st befintliga brunnar. Porgas provtogs i marken (2 st) samt under byggnader (11 st).

¹ Årsavdunstning inkluderar transpiration, dvs. evapotranspiration.

Provpunkter skissades in på karta under fältarbetet. Inmätning av grundvattenrören samt brunnarna gjordes med GPS-enhet samt personal från Västerviks kommun. Samtliga provpunkters läge redovisas i Karta 1.

Till detta kompletterades med ytterligare provtagning av ytliga samlingsprover med geokäpp (8 st). Provpunkter redovisas i Karta 6.

5.1 Provtagning i jord

Provpunkter

Merparten av provpunkterna placerades ut enligt en systematisk slumpmässig provtagningsstruktur, som innebär att provtagningspunkterna fördelas slumpmässigt inom varje ruta i det rutnät som valts på området (fastighetsgränser). Denna provtagningsmetod är lämplig att använda när förorenat fyllnadsmaterial potentiellt finns inom det området och när eventuell föroreningsutbredning är okänd.

Eftersom en del information fanns tillgänglig angående tidigare och nuvarande verksamhet placerades vissa punkter också ut med så kallad riktad provtagning. Detta syftade till att på ett gott sätt kunna fånga upp de risker som bedömdes kunna finnas på specifika mindre delområden inom undersökningsområdet.

I Karta 3 visas samtliga provpunkter.

Jordprovtagning har utförts ner till naturligt lagrad mark. Proverna uttogs som samlingsprov från varje provtagningspunkt för djupen 0-0,2 m, 0,2-0,5 m osv med ett prov per 0,5 m i djupled. Anpassning gjordes även till geologisk gräns. Jordlagerföljder, färg samt övriga iakttagelser av intresse dokumenterades fortlöpande i fältprotokoll (Bilaga 6).

Samlingsprover

Vid ytprovtagningen togs jordprover för nivån 0 - 0,15 m. Samlingsprover sammanställdes av ca 30 stick per fastighet och uttogs med hjälp av en geokäpp. Totalt uttogs 56 st samlingsprover från undersökningsområdet (Karta 2).

Jordprover placerades i diffusionstäta påsar. De prover som tagits har dokumenterats i fältprotokoll där provbeteckning, fältbedömning av jordart, provtagningsdjup etc har registrerats, se Bilaga 6 Fältprotokoll.

Samtliga prover har förvarats kylt på ALS i Täby i väntan på analys.

Samlingsprover övriga Ankarsrum

Vid kompletterande ytprovtagningen togs jordprover för nivån 0 - 0,15 m. Samlingsprover sammanställdes av ca 30 stick per fastighet och uttogs med hjälp av en geokäpp. Totalt uttogs 8 st samlingsprover från övriga Ankarsrum (Karta 6).

Jordproverna placerades i diffusionstäta påsar. De prover som tagits har dokumenterats i fältprotokoll där provbeteckning, fältbedömning av jordart, provtagningsdjup etc har registrerats, se Bilaga 9 Fältprotokoll.

Samtliga prover har förvarats kylt på ALS i Täby i väntan på analys.

Samlingsprover för Siktkurvor och lakförsök

Utgående från fältprotokoll och iakttagelser under övrig jordprovtagning uttogs 5 st samlingsprover för framställande av siktkurvor samt lakförsök. Se Karta 6, samt Bilaga 4.

5.2 Grundvatten samt Brunnsvatten

Utgående från tidigare information samt de fältindikationer om grundvattenytan som erhöles under jordprovtagningen beslutades var grundvattenrören installerades och vilka brunnar som skulle provtas (se Karta 4).

Grundvattenrörsinstallation:

Installationen av grundvattenrören gjordes med handdriven jordborr (3 st) samt i en provgrop (1st).

De installerade grundvattenrören namngavs på ett tydligt sätt och efter installation rensumpades rören. Inmätning av grundvattenrören samt brunnarna gjordes med GPS-enhet in i x-, y- och z-led.

Två veckor efter installation och rensumpning mättes nivån på grundvattenytan, vattnet omsattes och prov uttogs (för mer info se Bilaga 3).

Proverna märktes och förvarades kylt i väntan på analys. Proverna analyseras av ALcontrol.

5.3 Porgas

Porgasmätningar genomfördes under sex byggnader i området. Under tre av dessa genomfördes porgasmätningar två ggr. Porgasmätning genomfördes även direkt i marken i två punkter (se Karta 5).

Mätningarna under byggnaderna placerades i samtliga fall i kryppgrunden där luft uttogs ca 2 m in under byggnaden. Vid mättillfället hölls övriga ventiler på byggnaden stängda om det var möjligt.

I marken placerades spetsen för intag av porgas 30-40 cm under markytan. (för mer info se Bilaga 5).

Proverna analyseras av ALS i Täby.

5.4

Miljötekniska analyser

Samantaget efter samtliga provtagningsomgångar och analysomgångar skickades ett flertal prover på analys (Tabell 1).

Tabell 1. Antal analyser i respektive media.

Media	Analys	Antal
Provpunkt jord	PAH	61
	Metall	16
	TOC, pH	16
Samlingsprov jord	PAH	56
	Metall	13
	TOC, pH	5
Grundvatten	PAH	4
	Metall	-
	DOC, pH, konduktivitet	5
Brunnvatten	PAH	3
	Metall	2
	DOC	3
	pH, konduktivitet	4
Porgas	PAH	11
Siktkurvor	sikt, samt slamning	5
Lakförsök	PAH	5
	Metall	5

6. Metodik för riskbedömning avseende miljö och hälsa

6.1 Övergripande åtgärds mål

Följande övergripande åtgärds mål föreslås för villaområdet i Ankarsrum

- Människor skall kunna vistas inom området utan förhöjd hälsorisk orsakade av föroreningar i mark utgående från dagens markanvändning.
- Markens ekologiska funktioner skall skyddas till nivån motsvarande dagens markanvändning.
- Marken i området ska inte bidra med en, utifrån områdets storlek, oacceptabel belastning på ytvattenrecipienten, Hällsjön.
- Grundvattnet i villaområdet bedöms vara skyddsvärt som naturresurs. Ingen användning av grundvattnet som dricksvatten sker.

6.2 Konceptuell modell

En konceptuell modell utgör en kvalitativ framställning av exponeringssituationen och den har legat till grund för det fortsatta kvantitativa riskbedömningsarbetet. Den konceptuella modellen avser att utgöra en enkel, visuell beskrivning som kan kommuniceras med alla parter i projektet. I den konceptuella modellen identifieras bl a:

- Föroreningskällor och aktuella media (t ex jord, grundvatten och sediment)
- Spridnings- och exponeringsvägar
- Skyddsobjekt för vilka riskerna skall bedömas

När den konceptuella modellen sammanställts görs en insamling och utvärdering av aktuella toxicitetsdata.

6.2.1

Föroreningskällor

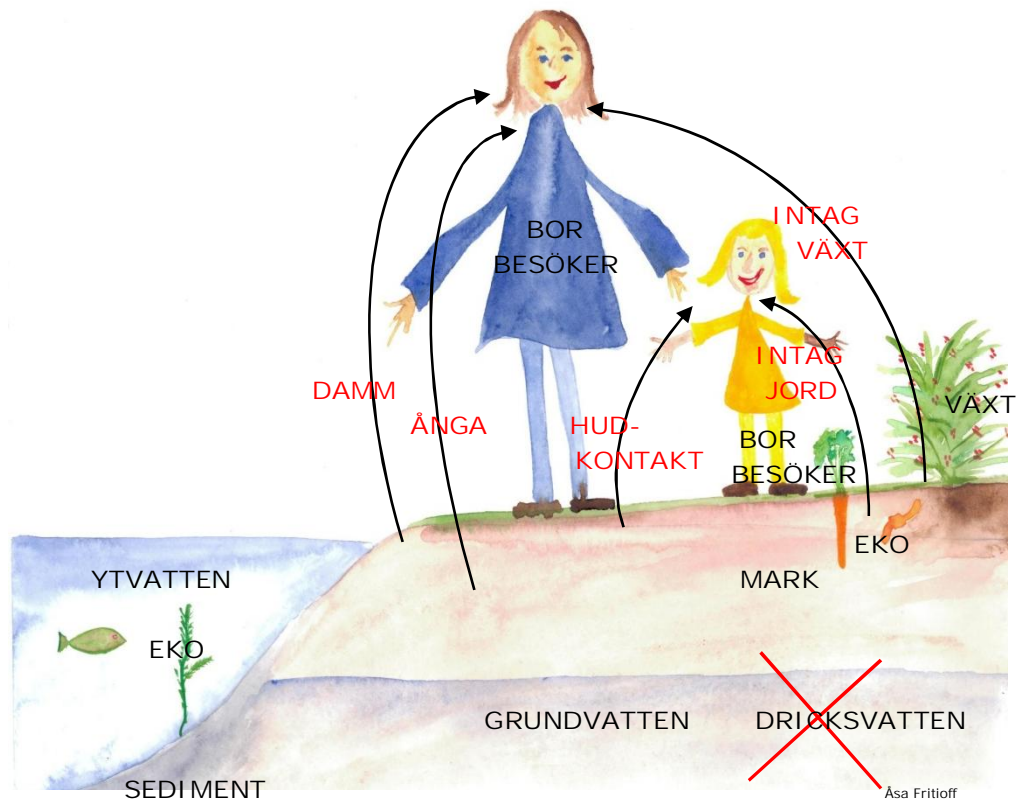
I anslutning till/nedan villaområdet ligger Nedre bruket, samt i dess närhet även fd. övre bruket. Bruksverksamheten har pågått sedan 1600-talet, även om järn framställdes här redan under vikingatiden. Fram till början av 1900-talet fanns masugn i Ankarsrum. I trakten har verkstäder, sågverk, vattenkraftverk, jord och skogsbruk bedrivits. De föroreningar som kan förekomma inom villa området kan ha förts till platsen under tidigare verksamheter under något av de 100 år som det varit bebyggt. Det är möjligt att tjärämnen, tex från tillverkning av el i elgasverket, deponerats i närheten av fastighet Anvedebo 1:19, alternativt kan det på platsen ha bedrivits någon verksamhet som inkluderade tjärämnen. Under byggnationen av hus och anläggning av trädgårdsland har sannolikt gjutsand och kolstybb tillförts ett flertal fastigheter. Det finns dock ingen dokumenterad information med exakta platser eller händelser som klart indikerar förekomst av förorening.

6.2.2

Spridnings- och exponeringsvägar

Spridningsförutsättningarna i marken bedöms som normala i den djupare jorden som utifrån fältobservationer och siktkurvor består av siltig lera. Djupare lager är överlagrade med genomsläppligare grövre sandig silt och mull. På området finns flera vatten- och avloppsledningarna (se Figur 3), dagvattenledningarna är dragna med självfall ned mot Hällsjön och ledningsgravar utgör potentiellt goda spridningsvägar för föroreningar. Sammanfattningsvis bedöms spridningsförutsättningarna som måttliga till goda inom området. Grundvatten som bildas på området infiltrerar sannolikt marken och rör sig ned mot recipienten, Hällsjön.

För barn och vuxna som bor och vistas i villaområdet har följande exponeringsvägar identifierats: intag av jord, inandning av damm, hudkontakt med jord och damm, intag av växter, samt inandning av ånga (figur 4).



Figur 4. Bilden visar aktuella exponeringsvägar för boende på området.

6.2.3

Skyddsobjekt, skyddsvärde och känslighet

Följande skyddsobjekt har identifierats för undersökningsområdet i Ankarsrum:

- Med avseende på *Hälsa* är skyddsobjekten de som vistas eller bor på området.
- Med avseende på *Miljö* är det markekosystemet skyddsobjektet.
- Med avseende på *Naturresurser* bedöms recipienten Hällsjön vara ett skyddsobjekt. Grundvattnet i området bedöms skyddsvärt. I dagsläget används det dock inte som dricksvatten.

6.3

Representativa halter

Jord:

Ett områdes representativa halt är enligt Naturvårdsverket (2009a) den halt som bäst representerar risksituationen i kontakt- och spridningsmedier utan att risken underskattas. Den övre ensidiga 95-procentiga konfidensgränsen för medelhalten ($UCLM_{95}$) har valts som representativ halt för egenskapsområdena i denna

utredning. Detta gäller både för uttagna prover i provpunkterna samt för de ytliga samlingsproverna. Utifrån uppmätta analyser har max-, medel- och UCLM₉₅-halter beräknats för vart engenskapsområde. UCLM₉₅-halter tar hänsyn till antalet prov, deras standardavvikelse samt medelhalter och är områdets representativa halt av en förorening som områdets verkliga medelhalt med 95 % sannolikhet understiger. Detta är alltså ett konservativt mått på om området skulle kunna utgöra en oacceptabel risk eller inte. För att kunna beräkna UCLM₉₅-halter och använda alla analyserade prover har alla halter under analysmetodens detektionsgräns dividerats med två.

UCLM₉₅-halter är alltid (när det finns en variation) högre än medelvärdet. Om UCLM₉₅-halter överskrider ett riktvärde kan riskerna på området vara oacceptabelt höga, med hänsyn taget till de osäkerheter som finns. I de fall då även medelvärdet överskrider riktvärdet är det ännu mer troligt att riskerna är oacceptabla. Om UCLM₉₅-halter är lägre än riktvärdet (medelvärdet är då också lägre) bedöms riskerna med hög grad av säkerhet som acceptabla.

För de ytliga samlingsproverna har även den uppmätta halten på varje fastighet jämförts mot riktvärdet.

För TOC användes medianhalten från samtliga analyserade prover,

Lakförsöken bedömdes utgående från medelhalten av samtliga prov.

För siktanalyser användes resultat från de enskilda proverna för de olika jordlagren de representerade.

Grundvatten:

För grundvatten gjordes bedömningar för enskilda analysresultat.

Porgas:

Halterna i porgas bedömdes utifrån enskilda analysresultat.

6.4 Bedömningsgrunder

6.4.1 Platsspecifika riktvärden Jord

Platsspecifika riktvärden (PRV), i likhet med generella riktvärden, tar hänsyn till både risker för människor och för miljön. De platsspecifika riktvärdena är dock anpassade till de förutsättningar som är specifika för området. Som utgångspunkt i bedömningen av risker inom området används Naturvårdsverkets riktlinjer för känslig markanvändning (KM; Naturvårdsverket, 2009b).

I denna undersökning har platsspecifika riktvärden tagits fram för villabebyggelse med stora odlingsbara tomter, anpassning har gjorts till organiskhalt mm som uppmätts på området i undersökningen.

Framtagna platsspecifika riktvärden redovisas i Tabell 2. För ytterligare information se Bilaga 6.

Tabell 2. Framtagna platsspecifika riktvärden för undersökningsområdet i Ankarsrum. EA = ej aktuell.

Ämne		Hälsoriktvärde	Markmiljö	Frifas	Grundvatten	Ytvatten	Sammanvägt riktvärde	KM
Antimon	mg/kg TS	260	20	EA	12	32	12	12
Arsenik	mg/kg TS	0,74	20	EA	88	1500	10	10
Barium	mg/kg TS	500	200	EA	7500	60000	200	200
Bly	mg/kg TS	64	200	EA	180	4900	60	50
Kadmium	mg/kg TS	0,67	4	EA	220	480	0,70	0,5
Kobolt	mg/kg TS	22	20	EA	22	240	20	15
Koppar	mg/kg TS	2400	80	EA	1800	10000	80	80
Krom tot	mg/kg TS	65000	80	EA	890	3000	80	80
Kvicksilver	mg/kg TS	0,26	5	EA	34	95	0,3	0,25
Molybden	mg/kg TS	120	70	EA	40	96	40	40
Nickel	mg/kg TS	230	70	EA	460	13000	70	40
Vanadin	mg/kg TS	470	100	EA	430	2000	100	100
Zink	mg/kg TS	2900	250	EA	4600	51000	250	250
PAH L	mg/kg TS	26	3	500	14	480	3	3
PAH M	mg/kg TS	4,1	10	250	45	310	4	3
PAH H	mg/kg TS	1,9	2,5	50	11	300	2	1

6.4.2 Grundvatten

Till jämförvärden för grundvattnet valdes den kritiska koncentrationen för skydd av grundvatten som antas i de generella riktvärdena för KM (Naturvårdsverket, 2009) och den beräknade koncentrationen i grundvattnet utgående från det generella antagandet för skydd av ytvatten (Naturvårdsverket, 2009). Dessutom användes de riktvärden som tagits fram för grundvattnet vid bensinsationer (SPI, 2010). Se Tabell 3, samt bilaga 3.

Tabell 3. Jämförvärden för grundvatten.¹ Naturvårdsverket, 2009, ² SPI, 2010.

Provets märkning	Enhet	$C_{crit-gw}$ ¹	Halt i GV-utgående från $C_{crit-sw}$ ¹	Dricks-vatten ²	Ångor i byggnader ²	Bevattning ²	Ytvatten ²	Våtmarker ²
PAH-L	mg/l	0.01	0,102	0,01	2	0,08	0,12	0,4
PAH-M	mg/l	0.002	0,004	0,002	0,01	0,01	0,005	0,015
PAH-H	mg/l	0.00005	0,0004	0,00005	0,3	0,006	0,0005	0,003
Arsenik	µg/l	0.005	25,5					
Barium	µg/l	0.35	851,1					
Bly	µg/l	0.005	42,6	5		30	50	500
Kadmium	µg/l	0.0025	1,70					
Kobolt	µg/l	0.005						
Koppar	µg/l	0.05	85,1					
Krom	µg/l	0.025						
Nickel	µg/l	0.01	85,1					
Vanadin	µg/l	0.03	42,6					
Zink	µg/l	0.1	340					
Kvicksilver	µg/l	0.0005						

6.4.3 Porgas

Ett jämförvärde för porgas beräknades fram utifrån Naturvårdsverkets (2009) framtagna spädningar från porgas till inomhusluft (Bilaga 5). Framtaget riktvärde (Tabell 4) för porgas innebär att referenskoncentrationer i luft (RFC; för PAH-L) eller riskbaserad acceptabel koncentration i luft ($RISK_{inh}$; för PAH-M och PAH-H) i beräkningsarket (Naturvårdsverket, 2009) ej överskrids.

Tabell 4. Beräknade jämförvärden för porgas, för vilka RFC (för PAH-L) eller $RISK_{inh}$ (för PAH-M och PAH-H) ej överskrids, Värdet är baserat på känslig markanvändning (KM).

Markanvändning	Enhet	PAH-L	PAH-M	PAH-H
KM	mg/m ³	2,4	0,0067	0,00067

6.4.4 Lakförsök

Fördelningskoefficienter mellan jord och vatten (Kd-värden) för metaller och PAH som används i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (Naturvårdsverket, 2009) användes som jämförvärden för lakningsresultaten (Tabell 5). Då uppmätta halter

underskrids indikerar det att spridningen är mindre än den som förutsågs i beräkningarna från jordanalyser.

Tabell 5. Fördelningskoefficienter mellan jord och vatten (Kd-värden) ur beräkningsarket (Naturvårdsverket, 2009).

Ämne	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH-L	PAH-M	PAH-H
Enhet	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l	kg/l
Kd	300	1200	200	1500	600	300	300	1800	600	36	580	10000

7. Resultat

7.1 Föroreningshalter i provpunkter i jord

I provpunkterna uppmättes halter över platsspecifika riktvärden i område A, B, C men inte i Område N (Bilaga 6). UCLM₉₅-halterna överskred riktvärdena för PAH i område A, B och C, medelhalterna överskred riktvärdena för PAH i område A och B. För bedömningen av metaller gjordes beräkningen utan indelning i egenskapsområden på grund av ett lägre antal analyserade prover (speciellt i område A och B). UCLM₉₅-halter överskred riktvärdena för kvicksilver, kadmium, bly, barium, koppar och zink, medelhalterna överskred riktvärdena för kvicksilver och bly.

7.2 Föroreningshalter i ytliga samlingsprov i jord

I de ytliga samlingsproven uppmättes halter över platsspecifika riktvärden i område A, B, C men inte i område N (Bilaga 6). UCLM₉₅-halter av PAH överskred riktvärdena i område A, B och C, medelhalterna av PAH överskred riktvärdena i område A och B. För bedömningen av metaller gjordes ingen indelning i egenskapsområden på grund av ett lägre antal analyserade prover (speciellt i område A och B). UCLM₉₅-halter överskred riktvärdena för kvicksilver, kadmium, bly, barium och zink, medelhalterna överskred riktvärdena för zink.

Den uppmätta halten i varje ytligt samlingsprov visar att halten överskrider de platsspecifika riktvärdena för PAH i hela område A, 3 av 4 fastigheter i område B och 21 av 49 fastigheter på område C (Bilaga 6).

7.3 Föroreningshalter i övriga ytliga samlingsprov i jord

I samlingsproven från övriga Ankarsrum underskred PAH-halterna medan zinkhalten överskred de platsspecifika riktvärdena (Bilaga 9). I de prov som bedöms kunna inkluderas i egenskapsområde D överskred uppmätt halt de platsspecifika riktvärdena för PAH-H i båda proverna och kvicksilver, bly och zink i det ena av proverna (Bilaga 9).

I provet från naturlig mark underskred PAH- och metallhalterna de platsspecifika riktvärdena (Bilaga 9).

- 7.4 Uppmätta föroreningshalter i grundvatten
I ett grundvattenrör som var placerad i tjärlimpan som påträffades vid fastighet Anvedebo 1: 19 överskred PAH-halterna i grundvattnet de föreslagna jämförvärdena (Tabell 3). I övriga grundvattenrör samt brunnar uppmättes inga halter över föreslagna jämförvärden (Bilaga 3).
- 7.5 Resultat lakförsök
Resultatet i lakförsöken presenteras i bilaga 4 och användes i beräkningar av platspecifika riktvärden för området, se bilaga 6.
- 7.6 Resultat siktanalys
Resultatet från siktanalyserna (bilaga 2) användes i beräkningar av platspecifika riktvärden för området, se bilaga 6.
- 7.7 Resultat porgasanalyser
Inte i något av proverna överskreds föreslagna riktvärden för PAH-L, PAH-M eller PAH-H (Bilaga 5).

8. Sammanvägd riskbedömning

Riskbedömningen beskrivs mer utförligt i Bilaga 6, men sammanfattas nedan. Egenskapsområden (A, B, C och N) visas översiktligt i Figur 2.

- 8.1 Sammanvägd riskbedömning för hälsa
- Område A (Hotspots), uppmätta halter kan innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på exponeringsvägarna intag jord, hudkontakt jord o damm samt intag växt.
 - Område B, uppmätta halter kan innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på exponeringsvägarna intag jord, hudkontakt jord o damm samt intag växt.
 - Område C, uppmätta halter kan innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på exponeringsvägarna intag jord. Föroreningen bedöms utgående från föreliggande undersökning vara avgränsad till de fastigheter där riktvärdet överskrider riktvärdet för något ämne.
 - Område N (opåverkad mark) hälsorisker bedöms som acceptabla.
 - Område Övriga Ankarsrum hälsorisker bedöms acceptabla.
 - Prov uttaget i på obebyggd tomt bedöms hälsorisker acceptabla.

8.2 Sammanvägd riskbedömning för markmiljö
För område A och B överskrider medelhalten av PAH-H riktvärdet för markmiljö, därmed kan ett 75-procentigt skydd av samtliga arter i markmiljö inte erhållas utan åtgärd inom området. För område C, N, Övriga Ankarsrum samt obebyggd tomt utgör halterna av föroreningar ej någon oacceptabel risk för markmiljö.

8.3 Sammanvägd riskbedömning för spridning

- Område A (Hotspots) viss lokal spridning kan föreligga.
- Område B, C, N, Övriga Ankarsrum samt obebyggd tomt ingen oacceptabel spridning bedöms föreligga.

8.4 Sammanvägd riskbedömning

- I Egenskapsområde A (Hotspots), kan uppmätta halter innebära oacceptabla risker med avseende på hälsa, markmiljö samt spridning.
- I Egenskapsområde B, kan uppmätta halter innebära oacceptabla risker med avseende på hälsa och markmiljö.
- I Egenskapsområde C, kan uppmätta halter innebära oacceptabla risker med avseende på hälsa.
- I Egenskapsområde D, kan troligen halter i nivå vad som påträffats inom Egenskapsområde C uppmätas, det innebär att halterna kan innebära oacceptabla risker med avseende på hälsa.
- I Egenskapsområde N (opåverkad mark) är inga oacceptabla risker identifierade.
- I Övriga Ankarsrum är inga oacceptabla risker identifierade..

9. Åtgärdsbehov

- I Egenskapsområde A (Hotspots) föreligger utgående från uppmätta halter ett åtgärdsbehov med anledning av risker för hälsa, markmiljö samt spridning.
- I Egenskapsområde B föreligger utgående från uppmätta halter ett åtgärdsbehov med anledning av risker för hälsa och markmiljö.
- I Egenskapsområde C föreligger utgående från uppmätta halter ett åtgärdsbehov med anledning av risker för hälsa.

- I Egenskapsområde D kan utgående från bedömningen att området motsvarar egenskapsområde C ett åtgärdsbehov föreligga med anledning av risker för hälsa.
- Egenskapsområde N (opåverkad mark) inget åtgärdsbehov föreligger.
- Övriga Ankarsrum inget åtgärdsbehov föreligger.

10. Åtgärdsstrategier

Vid efterbehandling av förorenad mark kan olika metoder väljas för att minska risken för exponering och spridning av föroreningar. De åtgärder som kan vara aktuella för behandling av jord är:

- Ingen åtgärd
- Administrativa skyddsåtgärder
- Tekniska skyddsåtgärder
- Långtidsuppföljning
- Övervakad naturlig reduktion
- Inneslutning (ex. övertäckning, inneslutning, stabilisering)
- Massreduktion (ex. konventionell jordtvätt, jordtvätt med tillsatser, biologiskbehandling, termiskavdrivning, geooxidation, deponering, förbränning)

Eftersom området är ett villaområde är det inte lämpligt att använda administrativa åtgärder som att stängsla in förorenade delområden. Inte heller tekniska skyddsåtgärder, långtidsuppföljning eller övervakad naturlig självrening. Inneslutning bedöms heller inte som ett lämpligt åtgärdsalternativ, det inbegriper reduktion av föroreningarnas exponeringsvägar genom någon sorts övertäckning, vilket påverkar markytans nivå avsevärt vilket inte bedöms fungera mer än delvis i ett redan bebyggt område.

Den metod som är tänkbar för att efterbehandla jorden på villatomterna i Ankarsrum är framförallt massreduktion.

Massreduktion Inbegriper reduktion av föroreningsmängden genom antingen *in situ*-behandling (vilket innebär behandling på plats utan föregående uppgrävning) eller fysisk massreduktion med efterföljande *ex situ*-behandling (vilket innebär behandling eller deponering efter uppgrävning), tills det att åtgärds målen uppnås.

Av dessa behandlingar bedöms *ex situ* behandling mest lämpligt utgående från läget, på befintliga villafastigheter.

Genom en åtgärd som massreduktion minskas föroreningsförekomsten i jorden vilket resulterar i att hälso- samt miljörisker reduceras.

11. Åtgärdsutredning

Ramböll har nedan beskrivit tre åtgärdsalternativ: ett nollalternativ (utan åtgärd) samt två olika åtgärdsförslag som innefattar schaktsanering och återfyllnad av jord. Mätbara åtgärds mål har valts till de plats specifika riktvärdena som beräknats för området i Ankarsrum för att kunna erhålla en reduktion av identifierade hälso och miljörisker med föreslagna åtgärder.

Alternativen som kommer att beaktas är

- Alternativ 0: Ingen åtgärd.
- Alternativ 1: Schaktsanering av Egenskapsområde A, B och C, där uppmätta halter överskrider mätbara åtgärds mål.
- Alternativ 2: Schaktsanering av massor i Egenskapsområde A och B samt massor i odlingsland inom Egenskapsområde C.

11.1 Alternativ 0 – ingen åtgärd

11.1.1 Syfte

Alternativet utgör ett referensalternativ som övriga alternativ kan jämföras mot.

11.1.2 Metod

Alternativet innebär att man inte utför några åtgärder i området. Administrativa åtgärder i form av information till boende föreslås.

11.1.3 Kostnader

Kostnaden för genomförandet är låg och omfattar endast mindre kostnader för administration.

11.1.4 Tid

Åtgärden bedöms återkommande ta en viss tid för informationsarbete i anspråk.

11.1.5 Bedömd riskreduktion

Nollalternativet innebär att miljö- och hälsoriskerna kvarstår i samma omfattning som idag.

11.1.6 Måluppfyllelse

Det övergripande åtgärds målet för villaområdet uppfylls inte. Då vissa delområden har kvarstående risker.

De mätbara åtgärds målen för risker i enlighet med de plats specifika riktvärdena uppfylls inte i område A, B eller C (Tabell 7 i Bilaga 6). Nollalternativet innebär således att oacceptabla hälso- och miljörisker kan föreligga inom alla tre egenskapsområden.

Nollalternativet innebär att miljö- och hälsoriskerna kvarstår i samma omfattning som idag.

11.2 Alternativ 1 – Omfattande schaktsanering

11.2.1 Syfte

Alternativet syftar till att avlägsna föroreningar som med dagens markanvändning kan innebära oacceptabla risker med utgångspunkt i de mätbara åtgärdsmålen med avseende på hälsa. Området återställs efter åtgärd genom återfyllning med kontrollerat rena massor.

11.2.2 Metod

Detta alternativ innebär urschaktning av förorenade jordvolymen. Området återställs efter åtgärd genom återfyllning med kontrollerat rena massor. Urschaktade massor transporteras med lastbil till extern anläggning för behandling/deponering.

Som mätbara åtgärds mål används de platsspecifika riktvärdena. Dessa jämförs mot valda representativa halter.

11.2.3 Genomförande

I väntan på finansiering och beslut angående åtgärder bör information angående risker och strategier att hantera dessa förmedlas till boende i hela samhället (Bilaga 7). Denna information bör ges återkommande då nya ägare flyttar till Ankarsrum.

Egenskapsområde A – Massor som identifierats i på fastigheten Anvedebo 1: 19, 1: 178 och 1: 15 (ABP 1: 19 d, APG 1: 78 a samt Prov 1 (Empirikon, 2012)) avlägsnas och prov i schaktväggar samt schaktbotten uttas. Då halter i marken understiger de mätbara åtgärds målen avslutas schakt. Kring punkt 1: 19 d kan schakt eventuellt fortsätta in på fastigheten Anvedebo 1: 17.

Egenskapsområde B – Provtagning i rutnät (10 x 10 m) förslås på fastigheterna Anvedebo 1: 78, 1: 19, 1: 171 samt 1: 20 (och 1: 22). Provtagning genomförs ned till naturlig mark och analys svar från varje ruta jämförs mot de mätbara åtgärds målen. Ett UCLM beräknas för varje fastighet för sig. Rutor som behöver schaktas för att fastighetens UCLM ska understiga det mätbara åtgärds målet markeras i schaktplan varpå massor schaktas ur och ersätts med kontrollerat rena massor.

Egenskapsområde C – Provtagning i rutnät (10 x 10 m) förslås på fastigheterna där något ämne i de ytliga samlingsproven överskrider de platsspecifika riktvärdena. Provtagning genomförs ned till naturlig mark och analys svar från varje ruta jämförs mot de mätbara åtgärds målen. Rutor där åtgärds målet överskrids markeras i schaktplan och massor schaktas ur och ersätts med kontrollerat rena massor.

Egenskapsområde D – Här undersöks fastigheterna först översiktligt och sedan i rutnät vid behov i enlighet med undersökningen på Egenskapsområde C.

Egenskapsområde N – Underliggande opåverkad mark, inget åtgärdsbehov.

Mängder

Egenskapsområde A – Området har antagits vara 10*10m och 1 m djupt, samtliga massor är förorenade. Det innebär att 100 m³, eller 180 ton, förorenade massor schaktas bort.

Egenskapsområde B – Området är ca 7500 m² stort, och förorenade massor bedöms finnas på ett djup av ca 0,3 m. Det innebär att 2250 m³, eller 4050 ton, förorenade massor schaktas.

Egenskapsområde C – Utgående från den information som finns tillgänglig idag bedöms ett åtgärdsbehov föreligga för ca hälften av marken på villatomterna inom undersökningsområdet. Dvs att ca 100 000 m² av villaområdet har förorenad yttjord² (djup 0,3 m). Det ger en volym på 100 000 *0,3, dvs 32 000 m³ massor, med en densitet på 1,8 ton per m³ blir det 54 000 ton massor.

Totalt uppskattas ca 60 000 ton jord från området behöva schaktas ur för att de representativa halterna för vardera fastighet ska understiga de mätbara åtgärdsmålen.

Egenskapsområde D – Utgående från den information som finns tillgänglig idag bedöms ett åtgärdsbehov föreligga för ca hälften av marken på villatomterna inom undersökningsområdet. Dvs att ca 80 000 till 140 000 m² av villaområdet har förorenad yttjord (djup 0,3 m). Mängder för Egenskapsområde D har inte tagits med i beräkningen av kostnader med anledning av osäkra avgränsningar och liten kännedom om föroreningssituationen.

Samma mängd rena massor (60 000 ton) föreslås att återföras till området.

11.2.4 Kostnader

Kostnaden för åtgärden bedöms uppskattningsvis till 35 miljoner, varav det mesta av kostnaderna är för schaktarbetet, transport, mottagande av massor samt ersättningsmassor. Kostnader för det förberedande arbetet med provtagning och klassning av massor framtagande av projekteringsdirektiv och anmälan av avhjälpande åtgärd bedöms till ca 4 miljoner (där den största kostnaden ligger i provtagningsarbetet).. Se bilaga 8 för specificering av kostnader samt kostnadsuppskattning.

11.2.5 Tid

Åtgärden bedöms grovt skattat ta ett par månader i anspråk för saneringsförberedande provtagning samt klassning av massor, ytterligare ett par månader för schaktarbete och ett par för transport av massor.

² Ytan är antagen i enlighet med avgränsningen på Kartan, vilket bedöms kunna vara ett för litet område.

11.2.6 Bedömd riskreduktion

Riskerna med avseende på hälsa sänks till acceptabla nivåer. Efter genomförd åtgärd understiger föroreningsnivån för varje villatomt inom undersökningsområdet de mätbara åtgärds målen.

Samtidigt har även risker med spridning samt skydd markmiljö nått acceptabla nivåer.

11.2.7 Måluppfyllelse

Alternativ 1 leder till att de övergripande och mätbara åtgärds målen uppfylls för undersökningsområdet.

11.3 Alternativ 2 – mindre omfattande schaktsanering

11.3.1 Syfte

Alternativet syftar till att avlägsna föroreningar som med dagens markanvändning kan innebära oacceptabla risker med avseende på hälsa med utgångspunkt i de mätbara åtgärds målen. Området återställs efter åtgärd genom återfyllning med kontrollerat rena massor.

11.3.2 Metod

Detta alternativ innebär en kombination av information och urschaktning av förorenade jordvolymen. Området återställs efter åtgärd genom återfyllning med rena massor. Urschaktade massor transporteras med lastbil till extern anläggning för behandling/deponering.

Som mätbara åtgärds mål används de platsspecifika riktvärdena. Dessa jämförs mot valda representativa halter för de delområden som ska åtgärdas.

11.3.3 Genomförande

I väntan på finansiering och beslut angående åtgärder bör information angående risker och strategier att hantera dessa förmedlas till boende i hela samhället (Bilaga 7). Och i undersökningsområde i synnerhet. Denna information bör ges återkommande då nya ägare flyttar till Ankarsrum.

Egenskapsområde A – Massor som identifierats i på fastigheten Anvedebo 1:19, 1:178 och 1:15 (ABP 1:19 d, APG 1:78 a samt Prov 1 (Empirikon, 2012)) avlägsnas och prov i schaktväggar samt schaktbotten uttas. Då halter i marken understiger de mätbara åtgärds målen avslutas schakt. Kring punkt 1:19 d kan schakt eventuellt fortsätta in på fastigheten Anvedebo 1:17.

Egenskapsområde B – Provtagning i rutnät (10 x 10 m) förslås på fastigheterna Anvedebo 1:78, 1:19, 1:171 samt 1:20 (och 1:22). Provtagning genomförs ned till naturlig mark och analys svar från varje ruta jämförs mot de mätbara

åtgärdsmålen. Ett UCLM beräknas för varje fastighet för sig och rutor som behöver schaktas för att UCLM ska understiga det mätbara åtgärds målet markeras i schaktplan. Därefter schaktas massor ur och ersätts med kontrollerat rena massor.

Egenskapsområde C – På fastigheterna i Egenskapsområde C provtas jord i trädgårdsland som är i bruk. Jord i trädgårdsland där åtgärds målet överskrids markeras i schaktplan och massor schaktas ur och ersätts med kontrollerat rena massor.

Egenskapsområde D – Utgående från den information som finns tillgänglig idag bedöms ett åtgärdsbehov föreligga för trädgårdsland även inom Egenskapsområde D. Det innebär att jord i trädgårdsland som är i bruk provtas. Jord i trädgårdsland där åtgärds målet överskrids markeras i schaktplan och massor schaktas ur och ersätts med kontrollerat rena massor.

Egenskapsområde N – Underliggande opåverkad mark, inget åtgärdsbehov.

Mängder

Egenskapsområde A – Området har antagits vara 10*10m och 1 m djupt, samtliga massor förorenade. Det innebär att 100 m³, eller 180 ton, förorenade massor schaktas.

Egenskapsområde B – Området är ca 7500 m² stort, och förorenade massor bedöms finnas på ett djup av ca 0,3 m. Det innebär att 2250 m³, eller 4050 ton, förorenade massor schaktas.

Egenskapsområde C – Utgående från den information som finns tillgänglig idag bedöms ett åtgärdsbehov föreligga för ett trädgårdsland a 10*10 m per fastighet (55 st) inom Egenskapsområde C. Dvs att ca 5 500 m² av villaområdet är förorenad (djup 0,4 m). Det ger en volym på 2 200 m³ massor, med en densitet på 1,8 ton per m³ blir det 4 000 ton massor.

Totalt uppskattas ca 8 000 ton jord från området behöva schaktas ur för att de representativa halterna för vardera fastighet/trädgårdsland ska understiga de mätbara åtgärds målen.

Samma mängd rena massor (8 000 ton) föreslås återföras till området.

Egenskapsområde D – Utgående från den information som finns tillgänglig idag bedöms ett åtgärdsbehov föreligga för ett trädgårdsland a 10*10 m per fastighet (60 till 125 st) inom Egenskapsområde D. Dvs att ca 6 000 till 12 500 m² av villaområdet är förorenad (djup 0,4 m). Mängder för Egenskapsområde D har inte tagits med i beräkningen av kostnader med anledning av osäkra avgränsningar och liten kännedom om förorenings situationen.

11.3.4 Kostnader

Kostnaden för åtgärden bedöms uppskattningsvis till 5 miljoner, varav det mesta av kostnaderna är för schaktarbetet, transport, mottagande av massor samt ersättningsmassor. Kostnader för det förberedande arbetet med provtagning och klassning av massor framtagande av projekteringsdirektiv och anmälan av avhjälpandeåtgärd bedöms till knappt 1 miljon (där den största kostnaden ligger i provtagningsarbetet). Se bilaga 8 för specificering av kostnader samt kostnadsuppskattning.

11.3.5 Tid

Åtgärden bedöms grovt skattat ta ett par månader i anspråk för saneringsförberedande provtagning samt klassning av massor, ytterligare 1-2 månader för schaktarbete och 1-2 månader för transport av massor.

11.3.6 Bedömd riskreduktion

Hälsa

Riskerna med avseende på både hälsa och miljö sänks till acceptabla nivåer. Genom att det främst är intagsvägen intag jord med avseende på PAH-H samt bly som styr de bedömda riskerna i området kan information angående vikten av att inte inta jord samt att tillse att små barn inte äter jord, effektivt minimera exponeringen (bilaga 7).

Föreningensnivån på de platser på fastigheterna där kontakt med jord sker (ex trädgårdsland) understiger efter åtgärd för varje villatomt inom undersökningsområdet de mätbara åtgärds målen.

Spridning

Den lilla risk med avseende på spridning från Anvedebo 1:19 sänkts till acceptabla nivåer.

Markmiljö

Skyddet av markmiljö syftar till att tillse att marken kan erbjuda en miljö där ett fungerande markekosystem i sig kan upprätthållas samt att markekosystemet fungerar väl att de ekosystemfunktioner som livet ovan jord kräver erhålls. I de generella antagandena, för känslig markanvändning, har bedömts att marken inte bör innehålla högre halter av föroreningar än att 75 % av de marklevande arter som normalt påträffas i naturlig mark kan upprätthålla markens funktion. För mindre känslig markanvändning bedöms att ett skydd av 50 % av arternas funktion är rimligt. Vid framtagande av platsspecifika riktvärden finns inget utrymme att påverka skyddet av markmiljö på samma sätt som skyddet för hälsa och spridning.

Marklevande organismer är givetvis även påverkade av annat än föroreningar, såsom markens struktur, kompaktion, fukthalt, andel lera, sand och organiskt

material mm. Till stor del skyddas dessa marklevande organismer för att kunna erbjuda en fullgod miljö för livet ovan mark att vila på. Inom villaområdet syns ingen negativ påverkan på växter, utom i punkt ABP 1:19. Växterna, precis som marklevande organismer, är till stor del beroende av en fungerande markmiljö eftersom de har sina rötter i marken och tar sin näring från marken. Eftersom föroreningarna inte påverkat etableringen av trädgårdar tidigare föreslår Ramböll att markmiljön i dag har ett acceptabelt skydd vilket innebär att de övergripande åtgärdsmålen uppfylls.

11.3.7 Måluppfyllelse

Alternativ 2 leder till att de övergripande åtgärdsmålen uppfylls.

12. Sammanfattning åtgärdsutredning

Åtgärdsalternativen vägs mot varandra.

Utgående från tabellen nedan kan man utläsa vilket alternativ som man bedömer är bäst tekniskt genomförbart, ekonomiskt försvarbart och miljömässigt motiverat.

Tabell 6. Värdering för framtagna åtgärdsalternativ

Alternativ	0	1	2
Måluppfyllelse	Nej	Ja	Ja
Kostnader	0	34 Mkr	5 Mkr
Projektrisker	Nej	Ja	Ja
Omgivningspåverkan under åtgärd, transporter, deponiutrymme	Nej	100%	50%
Omgivningspåverkan Spridning	Nej	Nej	Nej
Prövningsplikt	Nej	Ja	Ja
Bedömd riskreduktion kortsikt	0	100 %	80 %
Bedömd riskreduktion långsikt	0	100 %	<80 %
Behov av övervakning i framtiden	Ja	Nej	Ja
Påverkan på kulturvärden och landskap	Nej	Nej	Nej

Utifrån framtagna åtgärdsförslag och den översiktliga riskvärderingen bedömer Ramböll att Åtgärdsalternativ 2 är det mest fördelaktiga. Genom denna metod elimineras mycket av de oacceptabla riskerna för människors hälsa.

13. Mätbara Åtgärds mål

Men utgångspunkt från värderingen av föreslagna åtgärdsalternativ föreslås nedanstående mätbara åtgärds mål för Ankarsrums villafastigheter. I Egenskapsområde A och B provtas samtliga massor i ett rutnät och beräknat UCLM för varje fastighet ska understiga det mätbara åtgärds målet. I Egenskapsområde C (och D) provtas trädgårdsland och den uppmätta halten av samtliga ämnen bör understiga de mätbara åtgärds målen.

Tabell 7. Föreslagna mätbara åtgärds mål för egenskapsområde A och B samt för odlingsjord inom egenskapsområde C (och D) i Ankarsrum.

Ämne		Mätbart Åtgärds mål
Antimon	mg/kg TS	12
Arsenik	mg/kg TS	10
Barium	mg/kg TS	200
Bly	mg/kg TS	60
Kadmium	mg/kg TS	0.70
Kobolt	mg/kg TS	20
Koppar	mg/kg TS	80
Krom tot	mg/kg TS	80
Kvicksilver	mg/kg TS	0.3
Molybden	mg/kg TS	40
Nickel	mg/kg TS	70
Vanadin	mg/kg TS	100
Zink	mg/kg TS	250
PAH L	mg/kg TS	3
PAH M	mg/kg TS	4
PAH H	mg/kg TS	2

14. Sammanfattning

14.1 Föroreningsförekomst och risker

På nära hälften av de fastigheter som undersökts överskrider halterna av PAH-M, eller PAH-H, bly, kvicksilver eller kadmium i jorden de platsspecifika riktvärdena. Detta innebär att oacceptabla hälsorisker kan föreligga. Föroreningssituationen har varit varierande och inga tydliga avgränsningar finns inom Egenskapsområde C, dessutom är Egenskapsområde C egentligen endast diffust avgränsat. Detta innebär att det är sannolikt att föroreningssituationen ser ut som i Egenskapsområde C i ett ännu något större område kring bruket, Egenskapsområde D. På fastigheter i övriga Ankarsrum påvisades dock renare mark.

Med avseende på PAH-M är det främst i inomhusluft som man riskerar att få i sig föroreningen i form av ånga. Mätningar under byggnader i de områden som bedömdes mest förorenade med PAH har inga nivåer av PAH-M i luft uppmätts, varför riskerna med PAH-M ändå bedöms acceptabla.

På samma sätt är det med kvicksilver, intagsvägen ånga är den alvarligaste exponeringsvägen för detta ämne. Mätning har dock inte kunnat genomföras av kvicksilver i luften. Trots det bedömer Ramböll att det inte föreligger några oacceptabla risker med ånginträngning med avseende på kvicksilver. Till grund för denna bedömning ligger att husen till stor del är uppförda på ventilerade kryppgrunder samt resultatet från PAH mätningar som påvisade acceptabla risker.

För kadmium bedöms exponeringen främst ske via intag av växter. På de fastigheter med halter av kadmium i jorden över det platsspecifika riktvärdet riskeras ett högre intag av kadmium än vad som bedömts rimligt från jorden, speciellt vid odling av ätliga växter. Kadmiumintaget från jorden, via växter, bedöms ändå inte så betydelsefullt jämfört med annat intag av kadmium från andra källor.

För bly bedöms exponeringen främst ske via intag av jord, intag av växt samt hudkontakt med jord. Intaget av jord är den mest betydelsefulla exponeringsvägen för barn och växtintag den för vuxna. På fastigheter med halter av bly i jorden över det platsspecifika riktvärdet riskeras ett högre intag av bly än vad som bedömts rimligt från jorden.

Med avseende på PAH-H innebär halter över det platsspecifika riktvärdet att intaget riskerar att överskrida vad som bedöms rimligt från jorden. PAH-H intaget från jorden bedöms för barn på fastigheter med högst halt högre än det generella medelintaget via andra källor.

14.2 Information

Ramböll rekommenderar att information angående förekomst av markföroreningar sprids till boende i Ankarsrum i synnerhet i området kring bruket.

För att minska exponeringen av förekommande föroreningar kan man på fastigheter med halter över det platsspecifika riktvärdet i första hand eliminera intag av jord.

- Små barn som tenderar att stoppa det mesta i munnen kan hållas under uppsikt.
- Jord som ligger öppen kan besås med gräs eller annan önskvärd marktäckare.
- Grönsaker från trädgårdsland på fastigheterna med halter över platsspecifikt riktvärde kan sköljas noggrant för att avlägsna jord innan de äts.

- Halterna varierar mellan fastigheterna. På de fastigheterna med de högsta halterna av bly och PAH-H kan en bedömning göras av det verkliga intaget av växter som de facto är odlade på fastigheten. Syftet med detta är att bedöma de reella riskerna med intaget av lokalodlade växter, eftersom nivån på växtintaget har en stor påverkan på exponeringen.
- Jorden i trädgårdslanden kan provtas separat och vid behov bytas ut.
- Hudkontakt med jorden kan på fastigheterna med högst halt minimeras genom att använda heltäckande klädsel/handskar vid grävarbeten.

14.3 Åtgärd

På längre sikt bör även någon saneringsåtgärd utgående från något av åtgärdsförslagen 1 eller 2 genomföras för att minska hälsoriskerna på området. Vid en värdering av åtgärdsalternativen mot varandra framstår Åtgärdsalternativ 2 som det alternativ som till en rimlig kostnad minimerar riskerna i området på ett bra sätt.

15. Referenser

Arbets- och miljömedicin, 2012, Miljömedicinsk bedömning angående förorenad mark på koloniområde i kv. Tuppen, Helsingborg, 2012-09-17.

Empirikon 2012, Förstudierapport, Översiktlig kartering av tjärförorening i Ankarsrum

Kemakta, 2008, Underlag för kriterier för organiska ämnen vid återvinning av avfall i anläggningsarbete.

Naturvårdsverket, 1999, Metodik för inventering av förorenade områden, rapport 4915,

Naturvårdsverket, 2009, Riktvärden för förorenad mark, rapport 4976,

SGU, 2014, www.sgu.se, kartvisaren,

SGFs rapport 1:2004

SLV, 2014, <http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Kemiska-amnen/Skadliga-amnen-vid-tillagning/PAH-i-livsmedel-forekomst-och-toxikologiska-mekanismer/>

Naturvårdsverket, 2009. Riktvärden för förorenad mark, Beräkningsprogram som xls, version 1.00. www.naturvardsverket.se

SPI, 2010, SPI rekommendation Efterbehandling av förorenade bensinsationer och dieselanläggningar.

Bilaga 1 - Uppdragsorganisation

1. Beställare

Västerviks kommun
59380 Västervik

Beställarrepresentant:

Tage Gustafsson

Enheten för samhällsbyggnad
E-post: tage.gustafsson@vastervik.se
Tel: 0490-25 41 54

2. Utförande konsult

Åsa Fritioff

Fil. Dr Växtfysiologi
Uppdragsledare miljö
Samhällsbyggnad

E-post: asa.fritioff@ramboll.se
Tel: 010 615 14 76

Ramböll Sverige AB

Hospitalsgatan 20
61132 Nyköping

Bilaga 2 - Jordartsegenskaper

1. pH, torrsubstans, samt total halt organiskt kol (TOC).

De pH-värden som uppmättes i marken inom undersökningsområdet varierar mellan 6,7 och 7,4 i ytjorden samt mellan 5 och 8,1 i djupare jord.

Torrsubstansen (TS) i de analyserade proverna varierar mellan 68 - 85 % i ytjorden (0-0,2 m) och 55 - 95 % i djupare (0,2-0,5 m) jord. Den beräknade halten totalt organiskt kol varierar mellan 2,8 och 28 %.

Medianhalten för halten organiskt kol ligger på 5,6 %, varpå de 2 % som är utgångspunkten för Naturvårdsverkets generella riktvärden överskrids i området. Halten organiskt kol används för att beräkna bindningen av organiska föroreningar till de partiklarna i jorden. En organisk halt över 2 % kan leda till en överskattning av risken med ångtransport och transport med grundvattnet för föroreningar som binder till organiskt material.

Tabell 1. Statistik för pH, Totalt organiskt kol (TOC) och torrsubstans.

Parameter	pH	TOC	Torrsubstans	Torrsubstans
Statistik/enhet		%	0-0,2	0,2-0,5
Min	5	2.8	55.5	68.2
Max	8.1	27.7	94.9	84.5
Medel		8.3	80.8	76.4
Median		5.6	81.7	76.6
Std av		7.7	8.0	4.4
Antal	15	15	60	42
UCLM95		16.9	85.3	79.4

I ca 30 % av analyserade prov ligger pH över intervallet 5-7 för vilket de generellt riktvärdena från Naturvårdsverket anpassats. Ökat pH leder för många metaller till minskad rörlighet, vilket medför att jämförelse med Naturvårdsverkets generella riktvärden för sådana metaller snarare överskattar än underskattar spridningsriskerna inom de delar av undersökningsområdet där pH är högt. För vissa metaller, till exempel arsenik, kan dock rörligheten istället öka med ett högre pH.

2. Jordart, genomsläplighet

Olika jordar är olika genomsläppliga beroende på kornstorleks fördelning, kompaktion mm. På fem platser (se figur 1) har samlingsprov uttagits för att bestämma kornstorleksfördelning och permeabilitet. Proverna uttogs på djupet 0-0,2 m genom provtagning med augerprovtagare med ca 20 stick per fastighet på fastigheterna, Anvedebo 1:8, 1:9 och 1:10 (samlingsprov), 1:20, 1:31, 1:76 samt 1:99. För fältprotokoll se **Bilaga 4 b**.



Figur 1. Karta med provpunkter där jordprover för laktest uttagits samt siktanalys (Västerviks kommun ©).

Proverna har analyserats av Geolab på Ramböll i Göteborg. Analysen sker i två steg, först sikt där grövre material utskiljs och sedan sedimentation där finmateriel kan urskiljas. Jordarsbedömning samt kornstorleksfördelningskurvor över de fem proverna återfinns i **bilaga 2 b**. En hydraulisk konduktivitet beräknas för provet.

Utgående från beräknad hydrauliskkonduktivitet bedöms marken på fastigheten Anvedebo 1:99 (siltig LERA) som normaltät, i övriga provtagningsområden (dvs fastigheterna Anvedebo1:20,1:31, 1:76, 1:8-10) bedöms marken genomsläpplig.

I riktvärdesmodellen används data för en standardjord som underlag för de generella riktvärdena. Denna motsvarar förhållandena för normaltäta jordarter. En anpassning i de platsspecifika riktvärdena kan göras till genomsläppligamassor.

2.1 Slutsatser

Jorden från Anvedebo 1:99 bedöms motsvara underliggande naturligmark medan prover från övriga fastigheter bättre motsvarar den påverkade jorden.

Som stöd för anpassning till genomsläppliga massor kan data som tagits fram för de branschspecifika riktvärdena för bensinstationer användas (SPI, 2010). Där definierades ett antal jordarter som täcker in typiska förhållanden i Sverige enligt den benämning av jordarter som ges i Byggforskningsrådet, 2000. För yttlig jord innebär det en förändring av vattenhalt och andel porluft till 0,11 samt 0,25 dm³/dm³ respektive (SPI, 2010) (för normalgenomsläpplig används i arket 0,32 samt 0,08 dm³/dm³ respektive).

2.2 Referenser

Byggforskningsrådet, 2000, Karlsson R och Hansbo S, Jordarternas indelning och benämning – Geokemiska laboratorieanvisningar, del 2. Byggforskningsrådet, FORMAS.

SPI, 2010, SPI rekommendation Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar.

Naturvårdsverket, 2009, Riktvärden för förorenad mark – Modellbeskrivning och vägledning, Rapport 5976.

Naturvårdsverket, 2009b, Riktvärden för förorenad mark, beräkningsark, version 1,00

Sektion/borrhål	Djup/nivå	Benämning	D10 mm	D60 mm	U D ₆₀ /D ₁₀	K _{hazen} m/s	K _{gustafson} m/s	Anm
1.20		Sandig SILT	0,005	0,10	22,222	2,34E-07	1,18E-07	Sikt+Slam
1.31		Sandig SILT	0,006	0,06	10,000	3,50E-07	2,89E-07	Sikt+Slam
1.76		Grusig sandig SILT	0,016	0,60	37,500	2,96E-06	1,07E-06	Sikt+Slam
1.8.10		Sandig SILT	0,012	0,16	13,333	1,67E-06	1,15E-06	Sikt+Slam
1.99		Siltig LERA	0,002	0,02	8,000	4,63E-08	4,34E-08	Sikt+Slam



Ramboll Sverige AB, Division Syd
 Vådursgatan 6
 BOX 5343, 402 27 GÖTEBORIG
 Telefon 010 - 615 60 00
 geo@ramboll.se

PROVTAGNING
 Datum:

LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR
 Datum: 14/07/22 Henrik K

Provningsredskap

Godkänd den 2014-07-24
 Laboratorieförest. Lennart Nilsson

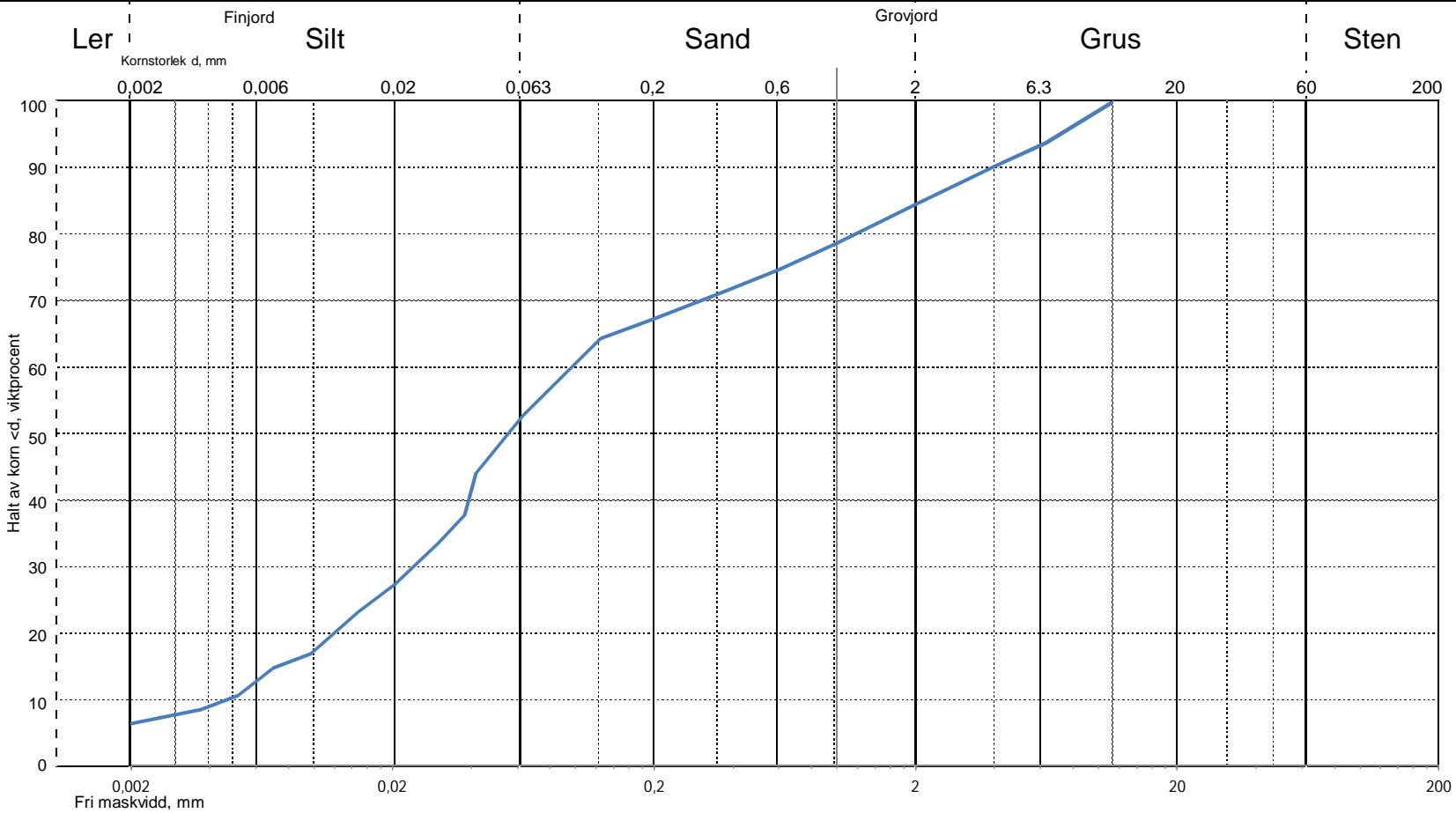
Uppdragsnr:
 131186/680

Tabellnr, plansch nr el likn

KORN-FÖRDELNING
 Fraktionsindelning 1981

Uppdrag

Nyköping



Siktning	Siktning		Sedimentering				C _u = d ₆₀ / d ₁₀	W%
	PROV	Inv Siktvik	Inv Slamvik					
—		563,9	50,1					
.....								

PROV	Borrhål	Djup el Nivå	Benämning av material	Tjälfarl. klass	Mtrltyp enl. tab. 5.1-1. TK Geo 11
—	1.20		sandig SILT	4	5A
.....					



Ramboll Sverige AB, Division Syd
 Vådursgatan 6
 BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
 Telefon 010 - 615 60 00
 geo@ramboll.se

PROVTAGNING
 Datum: LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR
 Datum: 140722 Henrik K

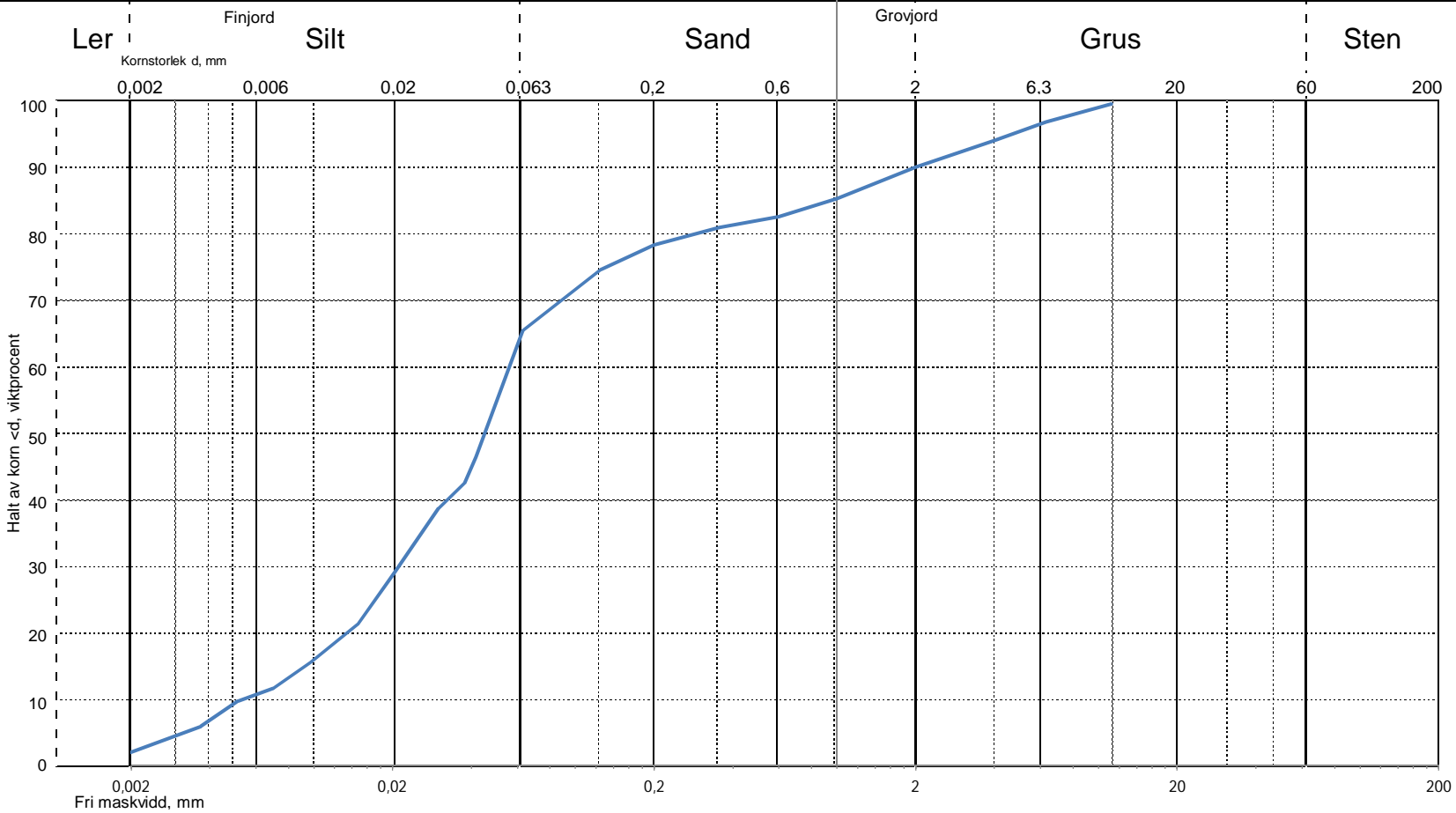
Provningsredskap Godkänd den 2014-07
 Laboratorieförest. Lennart Nilsson

Uppdrag

KORN-FÖRDELNING
 Fraktionsindelning 1981

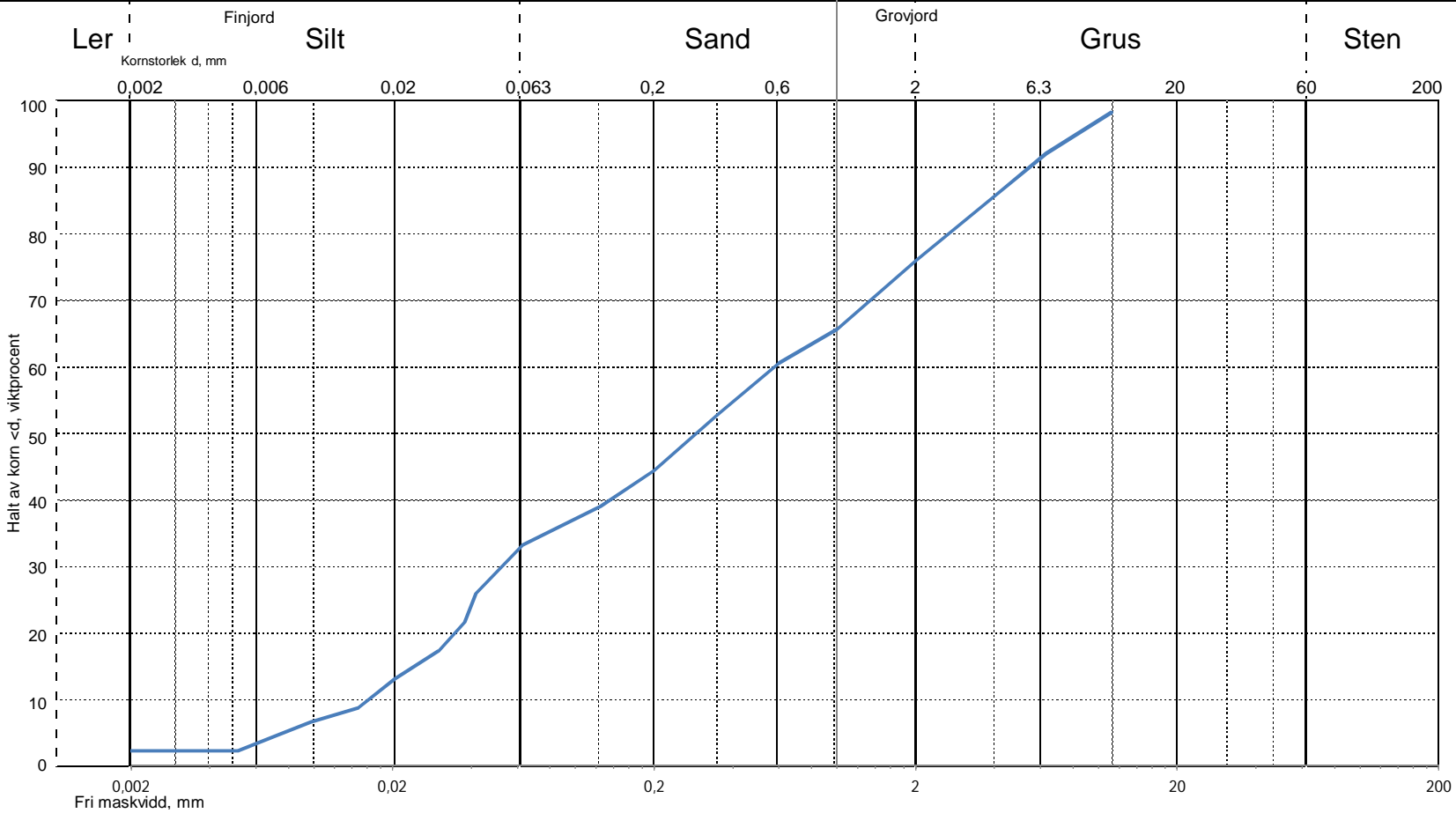
Nyköping

Uppdragsnr:
 Tabellnr, plansch nr el likn



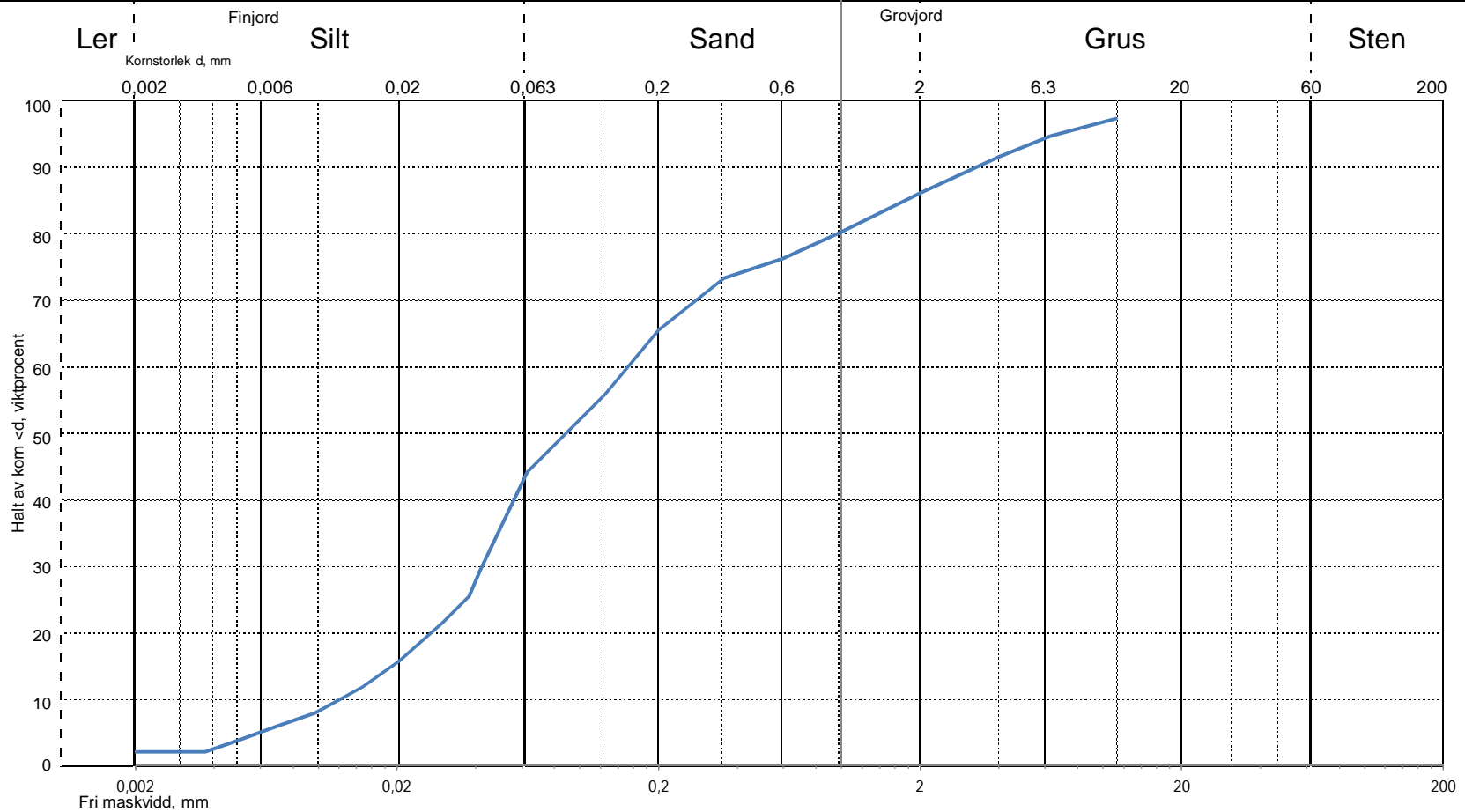
Siktning	Siktning		Sedimentering				$C_u = d_{60} / d_{10}$	W%
	PROV	Inv Sikt	Inv Slam					
—		393,9	51,9					
.....								

PROV	Borrhål	Djup el Nivå	Benämning av material	Tjälfarl. klass	Mtrltyp enl. tab. 5.1-1. TK Geo 11
—	1.31		Sandig SILT	4	5A
.....					



Siktning	Siktning		Sedimentering				$C_u = d_{60} / d_{10}$	W%
	PROV	Inv Siktvtikt	Inv Slamvikt					
—		440,9	46,6					
.....								

PROV	Borrhål	Djup el Nivå	Benämning av material	Tjälfarl. klass	Mtrltyp enl. tab. 5.1-1. TK Geo 11
—	1.76		Grusig siltig SAND	2	3B
.....					



Siktning	Siktning		Sedimentering			$C_u = d_{60} / d_{10}$	W%
	PROV	Inv Siktvikt	Inv Slamvikt				
—		387,1	51,2				
.....							

PROV	Borrhål	Djup el Nivå	Benämning av material	Tjälfarl. klass	Mtrltyp enl. tab. 5.1-1. TK Geo 11
—	1.8.10		Sandig SILT	4	5A
.....					



Ramboll Sverige AB, Division Syd
 Vådursgatan 6
 BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
 Telefon 010 - 615 60 00
 geo@ramboll.se

PROVTAGNING
 Datum: LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR
 Datum: 140722 Henrik K

Provningsredskap Godkänd den 2014-07
 Laboratorieförest. Lennart Nilsson

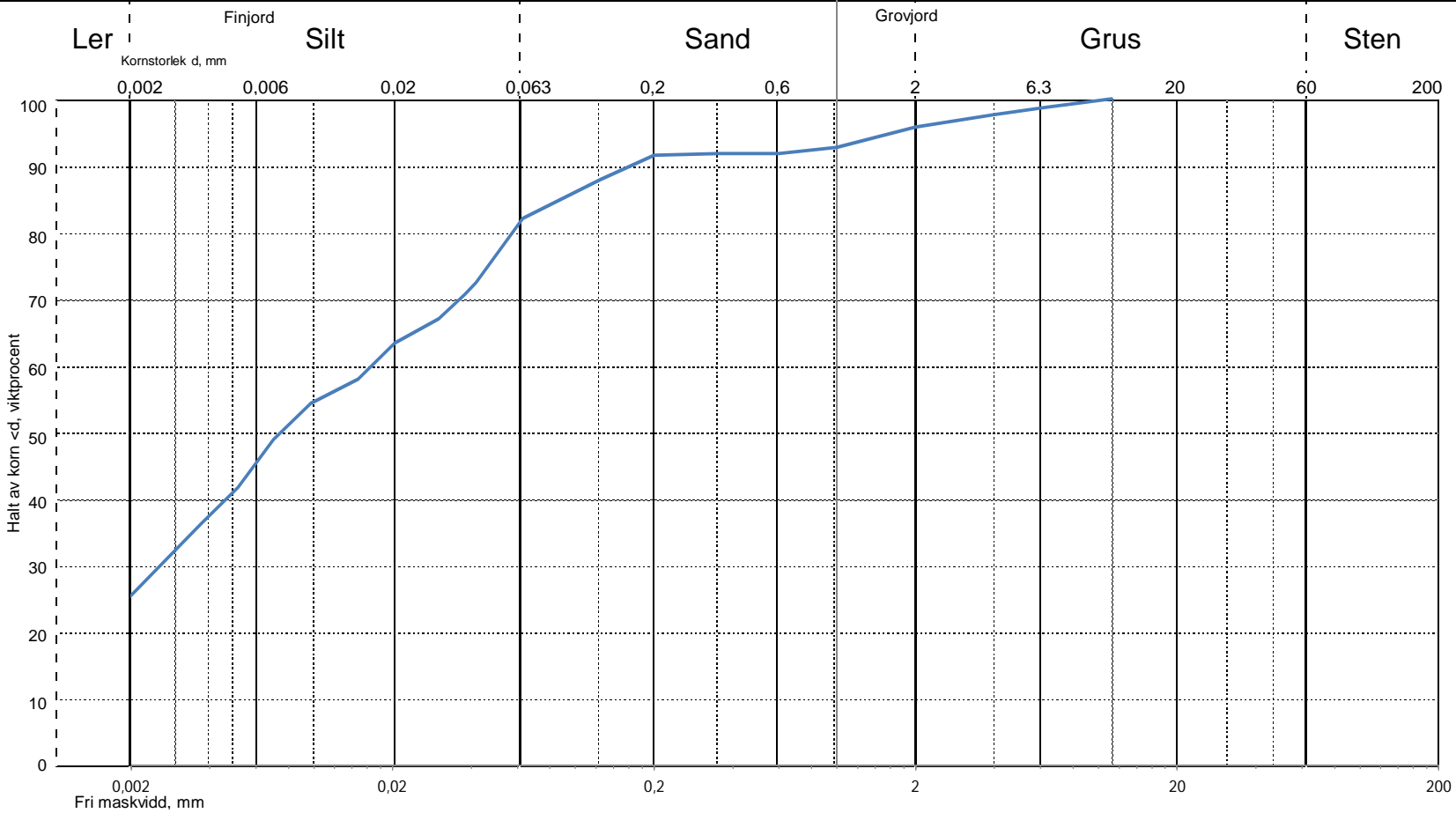
Uppdrag

KORN-FÖRDELNING
 Fraktionsindelning 1981

Nyköping

Uppdragsnr:

Tabellnr, plansch nr el likn



Siktning	Siktning		Sedimentering				$C_u = d_{60} / d_{10}$	W%
	PROV	Inv Siktvt	Inv Slamvt					
—		393,9	55,2					
.....								

PROV	Borrhål	Djup el Nivå	Benämning av material	Tjärfarl. klass	Mtrltyp enl. tab. 5.1-1. TK Geo 11
—	1.99		Siltig LERA	4	5A
.....					

Bilaga 3 - Grundvatten

1. Undersökningar av grundvatten och brunnsvatten

1.1 Syfte och bakgrund

Ett sätt att bedöma föroreningars fastläggning och spridning är att analysera halter i grundvattnet. Syftet med grundvattenanalyser var att fungera som ett komplement för bedömning av läckage av påträffade föroreningar. Det är viktigt att komma ihåg att analys av grundvatten ger en momentan bild av halten i grundvattnet vid ett enskilt tillfälle och att föroreningshalter skulle kunna variera med skiftningar i grundvattenflöden.

1.2 Metod

Utgående från tidigare information samt den information om grundvattenytan som erhöles vid jordprovtagningen installerades fyra grundvattenrör inom undersökningsområdet.

Undersökningsområdet är kuperat och flera områden syns berg i dagen. Ramböll bedömer att det sannolikt inte finns ett sammanhängande grundvattenmagasin på området utan flera mindre. Detta innebär att en riskbedömning utgående från resultatet av grundvattenanalyser kan bli tvetydig och riskbedömningen osäker.

Grundvattenrör:

Installationen av grundvattenrören gjordes med handdriven jordbör i tre punkter (AGV 1:19, AGV 1:99, AGV 1:8) och i grävd provgrop i en punkt (AGV 1:18), se figur 1.

Efter installation rensumpades rören. Grundvattenrörens läge mättes in i x-, y- och z-led. Koordinatsystem SWEREF 99 16 30, höjdsystem RH 70.

Två veckor efter installation mättes grundvattenytans nivå med klucklod. Vattnet i rören omsattes med ca 3 rörvolymmer varpå pH och konduktivitet mättes i utpumpat grundvatten. Därefter uttogs grundvattenprov ur rören med hjälp av en peristaltisk pump. I samband med grundvattenprovtagning uttogs prover på brunnsvattnet. Brunnsvattnet provtogs med Ruttnerhämtare och pga den stora vattenvolymen har brunnarna inte kunnat omsättas före provtagning (Karta 4 för placering). Vid provtagning mättes brunnsvattenytans nivå, pH och konduktivitet bestämdes i fält och prov uttogs.

Grundvatten- samt brunnsvattenprov uttogs och transporterades kylt till laboratoriet. Proverna analyserades med avseende på PAH och DOC samt i två av brunnvattnen metaller hos ALcontrol.

Markvattennivån på området står vanligen i fyllnadsmaterialet som underlagras av en lera eller siltskiktad lera.

Installerade grundvattenrör avistallerades i samband med redovisning av undersökningen.

Tabell 1. Koordinater för grundvattenrör samt brunnar.

Punkt	x	y	höjd (rök)	Höjd (gv yta)
AGV 1:8	6397432.82	139906.95	62.67	60.77
AGV 1:18	6397337.28	139742.63	65.05	63.15
AGV 1:19	6397375.28	139684.45	68.17	66.82
AGV 1:99	6397515.52	139684.15	65.34	64.64
ABV 1:10	6397401.04	139840.25	62.39	61.74
ABV 1:12	6397385.85	139797.47	63.16	62.19
ABV 1:44	6397317.08	139825.55	64.23	62.43
ABV 1:75	6397208.37	139804.93	65.38	64.5

1.3

Jämförvärden

På området tas inget dricksvatten ut i dagsläget, där finns dock flera brunnar, grävda samt borrade, där vatten uttas för bevattning.

Nivå för skydd av grundvatten har tagits ur Naturvårdsverkets beräknings ark (2009), $C_{crit-gw}$. Nivån för skydd av ytvatten har beräknats ur Naturvårdsverket beräkningsark (2009). För att ta fram ett riktvärde för halt i grundvattnet som kan innebära en kritiskkoncentration i ytvattnet ($C_{crit-sw}$) har vi beräknat baklänges utifrån kritiska koncentrationerna i ytvatten med hjälp av Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (2009). Den kritiska koncentrationen för ytvatten ($\mu\text{g/l}$) står i proportion med halten i porvatten om den multipliceras med 4000. För grundvatten står halten i porvatten i proportion med halt i grundvatten om den divideras med 47, enligt Naturvårdsverkets modell. Denna uträkning ger då den kritiska koncentrationen för vilken halt i grundvatten som resulterar i att den kritiska koncentrationen för ytvatten överskrids.

För de ämnen där SPI (2010) tagit fram riktvärden för grundvatten används även dessa.

1.4 Uppmätta halter i grundvatten och brunnsvatten

Vid grundvattenprovtagningen mättes grundvattenyta pH och konduktivitet, se fältprotokoll bilaga 3 b. Vid det första provtagningstillfället fanns grundvatten i samtliga fyra rör, vid det andra var samtliga rör torra.

I grundvattnet varierade konduktivitet mellan 300 - 800 $\mu\text{S}/\text{m}$ med de högsta värdena uppmätta i punkt AGV 1:8. pH uppmättes i intervallet 5,8 och 7,1 och temperaturer uppmättes i intervallet 12°C och 16°C.

I brunnsvattnet varierade konduktivitet mellan 200 - 500 $\mu\text{S}/\text{m}$ med de högsta värdena uppmätta i punkt AGV 1:8. pH uppmättes i intervallet 6,9 och 7,9 och temperaturer uppmättes i intervallet 10,1°C och 11,3°C.

Halten löst organiskt material (DOC) uppmättes till mellan 6 och 38 mg/l i grundvattnet och 4,4 och 8,3 mg/l i Brunnsvattnet. I vidare beräkningar av platspecifika riktvärden för jord användes medianvärdet (7,3 mg/l) av dessa uppmätta halter.

Grundvattenytan stod i samtliga grundvattenrör/brunnar, utom i AGV 1:19, under nivån för påträffade fyllnadsmassor.

Föroreningshalterna i grund- och brunnsvattnet var generellt sett låga. Med undantag för halterna av PAH-M och PAH-H i grundvattenprov AGV 1:19 överskrids inga förslagna jämförvärden av uppmätta halter (Tabell 2 och Tabell 3).

Prov punkt AGV1:19 är placerad i det område där högst halt påträffats under undersökningen. Punkten bedöms inte motsvara området som helhet utan är placerad i ett eget egenskapsområde (A). Detta är ett mycket begränsat område som inte ser ut att påverka föroreningshalten i grundvattnet i resten av villaområdet.

1.5 Slutsats

Utifrån det samlade resultatet från de fyra provtagna grundvattenrören och de tre brunnsvattnen bedömer Ramböll inte att det föreligger någon oacceptabel risk för spridning av föroreningar från området. Inte heller bedöms markföroreningar i området medföra risker för intag av grundvattnet som dricksvatten. Observeras bör dock att dricksvattenkvaliteten även påverkas av ett stort antal parametrar som inte värderats alls inom ramen för denna undersökning.

Tabell 2. Uppmätta halter av PAH i grundvatten och brunnsvatten, Riktvärden tagna ur Naturvårdsverkets beräkningsark, samt riktvärden från SPI (2010). Blåmarkerade celler indikerar att en halt ligger över ett eller fler riktvärden.

Provets märkning	Ämne Enhet	DOC mg/l	PAH-L mg/l	PAH-M mg/l	PAH-H mg/l
AGV 1: 19		38	0,022	0,011	0,0014
AGV 1: 99		5,9	<0,0001	<0,0002	<0,0003
AGV 1: 16		20	<0,0001	<0,0002	<0,0003
AGV 1: 8			<0,0001	<0,0002	<0,0003
ABV 1: 10		8,3	<0,0001	<0,0002	<0,0003
ABV 1: 12		4,4	<0,0001	<0,0002	<0,0003
ABV 1: 75		6,3	<0,0001	<0,0002	<0,0003
ABV 1: 44					
$C_{crit-gw}$			0,01	0,002	0,00005
Gränsvärde i gw för skydd av:					
Ytvatten			0,102	0,004	0,0004
Dricksvatten			0,01	0,002	0,00005
Ångor i byggnader			2	0,01	0,3
Bevattning			0,08	0,01	0,006
Ytvatten			0,12	0,005	0,0005
Våtmarker			0,4	0,015	0,003

Tabell 3. Uppmätta halter av metaller i två brunnsvatten, Riktvärden tagna ur Naturvårdsverkets beräkningsark, samt riktvärden från SPI (2010).
Blåmarkerade celler indikerar att en halt ligger över ett eller fler riktvärden.

Provets märkning	Ämne Enhet	Arsenik µg/l	Barium µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Kobolt µg/l	Koppar µg/l	Krom µg/l	Nickel µg/l	Vanadin µg/l	Zink µg/l	Kvicksilver µg/l
ABV 1:10		0,83	22	0,21	0,055	0,063	4,7	0,17	0,6	0,56	7,7	<0,1
ABV 1:12		0,13	21	0,23	0,072	0,059	5,6	0,17	0,5	0,25	7,2	<0,1
C _{crit-gw} Gränsvärde i gw för skydd av		5	350	5	2,5	5	50	25	10	30	100	0,5
Ytvatten		25	850	43	1,7		85		85	43	340	
Dricksvatten				5								
Bevattning				30								
Ytvatten				50								
Våtmarker				500								

1.6

Referenser

Naturvårdsverket, 2009. Riktvärden för förorenad mark, Beräkningsprogram som xls, version 1.00. www.naturvardsverket.se

SPI, 2010, SPI rekommendation Efterbehandling av förorenade bensinsationer och dieselanläggningar.

Bilaga 3 b - Fältprotokoll Grundvatten samt Brunnsvatten

 Grundvatten
 Installation

Installation utfördes den 5-7/5 2014

Prov	Anvedebo beteckning	Rör (m)	Filter (m)	Spets rök	Mark yta rök	Metod
AGV	1:18a	1	1	2,05	1,05	Grävare
AGV	1:19d	1	1	2,05	0,95	Borr
AGV	1:8c	1	1	2,05	0,7	Borr
AGV	1:99c	1	1	2,05	0,38	Borr

Provtagning

Omsättning och Provtagning 19/5 2014

Prov	Anvedebo beteckning	Gv yta rök		Vattenmängd (l)	pH	kond µS	temp °C	Provuttag omgång 1	Provuttag borttappat på lab
AGV	1:18a	1,9	omsatt 3 ggr	2	7,1	360	14,4	PAH, DOC	Metall, Hg
AGV	1:19d	1,35	rör tömt	1	5,8	-	12,0	PAH, DOC	Metall, Hg
AGV	1:8c	1,9	rör tömt	0,1	6,8	820	16,3	PAH, DOC	
AGV	1:99c	0,7	omsatt 3 ggr	3	6,5	300	12,0	PAH, DOC	Metall, Hg

Omsättning och Provtagning 31/7 2014

Prov	Anvedebo beteckning	Gv yta rök	Vattenmängd (l)	pH	kond µS	temp °C	Provuttag omgång 2
AGV	1:18a	2	0				
AGV	1:19d	1,95	0				
AGV	1:8c	2	0				
AGV	1:99c	2	0				

Provtagare Åsa Fritioff

Provtagning av grundvatten för analys av PAH, metall inkl. kvicksilver, DOC uttogs den 19, 20/5 2014

AGV Ankarsrum grundvatten

ABV Ankarsrum brunnsvatten

Brunnsvatten

Prov	Anvedebo beteckning	Brunn (m)
ABV	1: 10	2,1
ABV	1: 12	2,5
ABV	1: 44	>10
ABV	1: 75	6,7

Provtagning

Prov	Anvedebo beteckning	Gv yta bök	Uttag (m u my)		pH	kond μS	temp °C	Provuttag omgång 1
ABV	1: 10	0,65	1,5		7,3	320	11,3	PAH, DOC, Metall
ABV	1: 12	0,97	2		6,9	190	11,2	PAH, DOC, Metall
ABV	1: 44	1,8	4		7,9	530	10,2	
ABV	1: 75	0,88	3		7,8	310	10,1	PAH, DOC

Provtagare Åsa Fritioff

Provtagning av grundvatten för analys av PAH, metall inkl. kvicksilver, DOC uttogs den 19, 20/5 2014

AGV Ankarsrum grundvatten

ABV Ankarsrum brunnsvatten

Bilaga 4 - Lakning

1. Lakning

1.1 Syfte och bakgrund

För att kunna göra en rättvis riskbedömning för området krävs ofta mer omfattande analyser än enbart totalhaltsanalyser i jord. Påverkan på miljön är mer beroende av risken för ett ämnes mobilisering, upptag i biomassa samt toxicitet än av totalhalten per se.

Ett sätt att bedöma föroreningars fastläggning och spridning är att använda sig av lakteter. I ett laktest påskyndas det naturliga lakningsförloppet inne på laboratoriet med syfte att förutse utlakningen i framtiden. Det är dock viktigt att komma ihåg att laktestets resultat är en beräknad prognos för utlakningen på lång sikt.

Laktest används vanligtvis som underlag för bedömningar huruvida ett avfall med oorganiska föroreningar behöver behandlas innan det deponeras eller hur det ska deponeras. Sådana lakteter är relativt väl utvecklade för oorganiska ämnen som metaller. För organiska ämnen är kunskapen lägre och osäkerheterna större. Svårigheter som man måste ta hänsyn till vid lakning av organiska ämnen är: risk för avdunstning, risk för adsorption på lakningsutrustning samt risk för nedbrytning och omvandling under försökets gång. Dessutom kan höga halter av DOC i grundvattnet medföra en hög risk för mobilisering av ämnen som PAH, trots att lakbarheten är låg (IVL, 1999). I Ankarsrum har 2-10 ggr högre DOC-halt uppmätts än den DOC-halt som använts vid beräkning av naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenade områden.

För att få en uppfattning om hur förhållandena i det aktuella området skiljer sig från de som antas i de generella riktvärdena har fem lakteter i form av skaktest (SS-EN 12457-2) utförts på prov från området. Syftet är att få en uppfattning om lakningsegenskaperna hos de massor som idag ligger ovanför grundvattenytan.

1.2 Metod

Vid provtagning inför laktestet togs prover från fem fastigheter i området (Figur 1). Provpunkterna spreds över området för att ge en helhetsbild av områdets egenskaper. Proverna uttogs på djupet 0-0,2 m genom provtagning med augerprovtagare med ca 20 stick per fastighet på fastigheterna, Anvedebo 1:8, 1:9 och 1:10 (samlingsprov), 1:20, 1:31, 1:76 samt 1:99. Proverna förvarades i diffusionstäta påsar. Dubbla prover uttogs, ett av proven uttogs för siktanalys

och det andra för analyser med avseende på metaller och PAH samt efterföljande skakförsök och laktest. Fältanteckningar fördes om jordartskaraktär och eventuella anmärkningar noterades. I Bilaga 4b finns fältanteckningar från provtagningen.



Figur 1. Karta med provpunkter där jordprover för laktest uttagitssamt siktanalys (Västerviks kommun ©).

1.3 Förutsättningar för Beräkningar

För metaller och PAH beräknades K_d -värden utgående från uppmätta halter i jord och från halter i eluaten från laktesten. K_d -värde är en faktor som beskriver ett ämnes löslighet. Ett högt K_d -värde innebär att ämnet binder hårdare till jordmatrisen och därmed blir lakningen av ämnet mindre. Ett lägre K_d -värde indikerar en större lakbarhet. Resultaten från samtliga fem laktester har använts separat för att beräkna K_d -värden.

1.4 Jämförvärden

För metaller jämfördes de beräknade K_d -värdena med de som används i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg för riktvärden (Naturvårdsverket, 2009) som ligger till grund för de generella riktvärdena. Det är främst två variabler som är viktiga för att kunna uppskatta jordens förmåga att binda en viss organisk förorening; fördelningskoefficienten mellan organiskt kol och vatten, K_{oc} , samt andelen organiskt kol, f_{oc} . För PAH jämfördes med beräknade K_d -

värden. Dessa K_d -värden beräknades utgående från Koc samt foc (Naturvårdsverket, 2009). I de fall platsspecifika K_d -värdena underskrider de K_d -värden som Naturvårdsverkets antagit i beräkningsmodellen kan en ökad spridningsrisk föreligga.

1.5 Resultat

De beräknade K_d -värdena presenteras i tabell 1. Beräknade värden (både medel- och medianvärden) är högre för alla metaller och PAH, utom PAH-H än de K_d -värden som används i Naturvårdsverkets beräkningsmodell för generella riktvärden (Tabell 1). Resultaten tyder därför på att metaller, PAH-L och PAH-M lakar i mindre utsträckning från jorden i området än vad som antas i de generella riktvärdena (Tabell 1). För PAH-H var de beräknade K_d -värdena (såväl medel- som medianvärden) däremot lägre än de som används i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (Naturvårdsverket, 2009). Detta skulle kunna tyda på att PAH-H i området lakar i högre utsträckning än vad som antas i de generella riktvärdena.

Tabell 1. Beräknade K_d -värden i jämförelse med K_d -värden ur beräkningsarket (Naturvårdsverket, 2009). Blå färg markerar att jämförelsevärdet underskrids.

Ämne	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH-L	PAH-M	PAH-H
Enhet	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg	l/kg
Jämförelsevärde ur beräkningsarket	300	1200	200	1500	600	300	300	1800	600	36	580	10000
Min	463	617	2000	667	779	2000	976	872	1049	3000	4167	2189
Median	2430	2979	12040	4959	4988	9500	6435	4917	6326	13200	7483	3191
Medel	3061	4534	18384	28142	6155	14314	20130	42159	42750	31354	17826	9774
StdAv	2583	4468	17936	34087	5613	10917	22306	56569	52756	39545	17994	10354
antal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

1.6 Sammanfattning

De beräknade K_d -värdena indikerar att metaller, PAH-L och PAH-M är mindre rörliga än vad som kommer fram vid beräkning av de platsspecifika riktvärdena.

De beräknade K_d -värdena för området indikerar att PAH-H är mer rörliga än vad som kommer beräknas i de platsspecifika riktvärdena. Lakteter för organiska ämnen är dock inte standardiserad.

För metaller har det lägsta uppmätta K_d -värdet använts vid beräkningar av platsspecifika riktvärden med avseende på hälsorisker (Bilaga 6). För beräkning av platsspecifika riktvärden för metaller med avseende på spridningsrisker har medianvärdet använts, som ett mått på K_d -värden för hela området. För PAH har inte de framtagna K_d -värdena använts som annat en indikation på att PAH-H kan vara mer rörligt än vad de platsspecifika riktvärdena kommer indikera. Anledningen till detta är att metoden för att genomföra lakteter ännu inte är standard för organiska ämnen och att resultatet ännu bedöms osäkert av labbet.

1.7 Referenser

IVL, 1999. Laktest för organiska ämnen i jord – utveckling av testmetod, Bjuggren, Fortkamp, Remberger, IVL rapport 1339.

Hållbar sanering, 2006. Laktester för riskbedömning av förorenade områden, Rapport 5535, juni 2006.

Naturvårdsverket, 2009. Riktvärden för förorenad mark, Beräkningsprogram som xls, version 1.00. www.naturvardsverket.se

Bilaga 4 b - Fältprotokoll Lakförsök Siktanalys

Lakförsök

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Skaktest L/S 10		Jordanalys
			Sikt	Sedimentering	
Alak	1: 76	0-0,2	Ja	Ja	PAH, Metall + Hg
Alak	1: 8-1: 10	0-0,2	Ja	Ja	PAH, Metall + Hg
Alak	1: 20	0-0,2	Ja	Ja	PAH, Metall + Hg
Alak	1: 31	0-0,2	Ja	Ja	PAH, Metall + Hg
Alak	1: 99	0-0,2	Ja	Ja	PAH, Metall + Hg

Analyser

Provtagare Åsa Fritioff, Claes Becker

Provtagning utfördes den 19, 20, 21/5 2014

Alak Ankarsrum Lakförsök

Huvudord	Tilläggsord	Skikt/lager
F Fyllning		
Mu Mulljord/matjord	mu Mullhaltig	<u>mu</u> Mullskikt
Gr Grus	gr Grusig	<u>gr</u> Grusskikt
Gy Gyttja	gy Gyttjig	<u>gy</u> gyttjeskikt
Sa Sand	sa Sandig	<u>sa</u> Sandskikt
St Sten	st Stenig	<u>st</u> Stenskikt
Si Silt	si Siltig	<u>si</u> Siltskikt
LeMn Lermorän	le Lerig	<u>le</u> Lerskikt
Le Lera		
Mn Morän	() Något	

Bilaga 5 - Porgas

1 Porgas

1.1 Syfte och bakgrund

Syftet med mätningen av porgas i kryppgrund/under platta eller i mark är att bestämma förekomsten av flyktiga PAH-föreningar under byggnader samt i mark.

Flyktiga föreningar (PAH-M) har påträffats i uttagna jordprover i halter som innebär att oacceptabla risker vid inandning kan förekomma. PAH-M föreningarna anses cancerogena vid inandning och höga koncentrationer i inandningsluften bör därför undvikas. I utomhusmiljö är denna hälsorisk vanligen inget problem med anledning av den höga luftomsättningen. I inomhusmiljö kan dock dessa flyktiga ämnen som avgår från jorden istället ansamlas.

I Naturvårdsverkets beräkningsmodell beräknas sannolika halter av en förening (här PAH-M) i byggnader utgående från uppmätta totalhalter i jord. I uträkningen används flera säkerhetsmarginaler eftersom det finns flera osäkerheter i beräkningarna av hur föreningar fördelar sig från jord till inomhusluft. Platsspecifika riktvärden som beräknas i riktvärdesmodellen (Naturvårdsverket, 2009b) ger för genomsläppliga jordarter lägre riktvärden för flyktiga ämnen då risken att de rör sig genom marken är större än i en normaltät jord. I riktvärdesmodellen tas ingen hänsyn till att mängden förening i marken förändras med tiden. Om flyktiga ämnen påträffas, speciellt gäller det i genomsläppliga massor, föreslås kompletterande mätningar av halter i porluft eller inomhusluft (Naturvårdsverket, 2009).

En direkt analys av flyktiga ämnen (i föreliggande fall PAH-M samt kvicksilver) i inomhusluften är ett direkt mått på exponering. Generellt påverkas människor vid inandning redan av mycket låga halter av flyktiga föreningarna (PAH-M samt kvicksilver). Dessa låga nivåer är dock svåra att detektera på ett säkert sätt. För kvicksilver skulle mycket långa mättider krävas för att erhålla tillräckligt låg rapporteringsgräns både i inomhusluft och i porgas. För PAH-M erhålls analys svar med tillräcklig rapporteringsgräns vid mätning av halter i porgas i mark samt av halter under byggnader.

1.2 Metod

Prover togs i kryppgrunder under sex byggnader, i närheten av markområden där förhöjda halter påträffats i jorden. Dessutom uttogs prov på porgas direkt i marken på två ställen med förhöjda halter.

Samtliga provpunkter återfinns på Karta 5 samt i Fältprotokoll i Bilaga 5 b.

Vid den första provtagningsomgången under byggnader (AP 1:19 hus, AP 1:20 hus, AP 1:10 hus) sträcktes en spets i med hjälp av en 2 m lång stång in i

krypgrunden under byggnaden. Prov AP 1:78 hus uttogs under ett källargolv. Där sträcktes spetsen in 20 cm in i marken under en kant på källargolvet och sedan genomfördes mätningen med källaren stängd.

För de prov (AP 1:19 mark, AP 1:10 mark) som skulle uttas direkt i mark slogs en porgasspets ner i marken till djupet 30 cm med en hjälp av ett rör och en slägga.

Vid den andra provtagningsomgången uttogs prov under byggnader med stång; AP 1:19 b hus, AP 1:20 b hus, AP 1:10 b hus, AP1:9 b hus och AP1:181 b hus.

Porgasspetsar var anslutna med slang till en pump med ett XAD-2 rör. XAD-2 röret är en absorbent som innehåller en polymer och lämpar sig för provtagning av PAH. Bentonit användes som tätmaterial kring spetsarna som sattes i marken för att undvika att atmosfärluft skulle pumpas in under provtagningen.

Vid provpunkterna pumpades luft med flödet 2 l/min genom provtagaren med långsam hastighet (sammanlagt under 4 timmar). Pumpningen av porluft beräknades således ha påverkat en jordvolym på i storleksordningen 1,5 m³.

För att kontrollera porgasens sammansättning analyserades halten syre, koldioxid samt kväve i gasen före provtagning.

1.3

Jämförvärde

För porgas finns inga generella riktvärden att tillgå. För PAH-L en finns dock *referenskoncentration i luft* (RfC) och en *riskbaserad acceptabel koncentration i luft* (RISK_{inh}) för PAH-M och PAH-H. Dessa nivåer beskriver de halter som bedöms acceptabla i inomhusluft. För att beräkna vilka halter som en förorening i markluft/under byggnad kan generera i inomhusluft utan att ovan nämnda acceptabla koncentrationer överskrids, har i beräkningarna tagits hänsyn till de spädningar som beskrivs i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (2009b). För beräkningar har formel och beräkningar av utspädning till luft (DF) utförts enligt sid 56 (Naturvårdsverket, 2009a):

Värdet har beräknats genom att RfC har halverats. Beräknade värden presenteras i tabell 1. Anledning till att RfC har multiplicerats med 0,5 är att Naturvårdsverket i sin metodik för riskbedömning (Naturvårdsverket, 2009a) anger att endast 50 % av den acceptabla koncentrationen av PAH-L bör upptas från eventuell förorenad mark. Därefter har både RfC och RISK_{inh} har multiplicerats med utspädningsfaktorn.

Tabell 1. Beräknade jämförvärden för porgas för vilka RfC (för PAH-L) eller $RISK_{inh}$ (för PAH-M och PAH-H) ej överskrids. Värdet är baserat på känslig markanvändning (KM).

Markanvändning	Enhet	PAH-L	PAH-M	PAH-H
KM	mg/m ³	2,4	0,0066667	0,0006667

1.1 Resultat porgasanalys omgång 1

I marken var halten av koldioxid något högre än i atmosfären (se tabell 2). Under byggnader uppmättes halter av koldioxid i samma nivå som i atmosfärluft.

Tabell 2. Fältanteckningar av koncentrationer luft vid provtagningsomgång 1.

	AP 1:78 hus	AP 1:19 hus	AP 1:20 hus	AP 1:10 hus	AP 1:19 mark	AP 1:10 mark	Atmosfärs- luft
Kväve	78,7	79,5	78,7	78,7	79	78	78,7
Syre	20,8	20,8	20,8	20,9	20,4	20,6	20,8
Koldioxid	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	1	0,1

Uppmätta halter av PAH från mätningen i maj presenteras i tabell 3. För de olika PAH-grupperna: PAH-L, PAH-M och PAH-H har ett "upper bound"-värde¹ baserat på uppmätta halter och rapporteringsgränser beräknats vilket presenteras i tabell 3.

Av naftalen uppmättes halter över rapporteringsgränsen i samtliga prover. För övriga PAH i markens porgas uppmättes endast i ett prov (1:19 mark) halter över rapporteringsgränsen. Detta var i det avgränsade området på fastigheten AP 1:19 mark, där högst halter i jorden uppmättes. Halten under byggnader överskred endast i AP 1:10 hus rapporteringsgränsen.

Inte i något av proverna överskreds jämförvärdena för PAH-L, PAH-M eller PAH-H.

¹ "Upper bound"-värde är ett värde där halten antas vara densamma som rapporteringsgränsen. Detta är ett konservativt sätt att tänka eftersom den verkliga halten skulle kunna vara noll i samtliga punkter.

Tabell 3. Uppmätta halter av PAH samt beräknat "upper bound" halt för PAH-L, PAH-M och PAH-H i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ baserat på uppmätta halter/rapporteringsgränser i porgas maj 2014.

Ämne	Enhet	AP 1:19	AP 1:10	AP 1:19	AP 1:10	AP 1:78	AP 1:20	Jämförvärde
		Mark	Mark	Hus	Hus	Hus	Hus	
volymer	liter	240	240	240	240	240	240	KM
PAH-L	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	249,8	0,374	0,568	18,198	0,344	0,444	2400
naftalen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	240	0,29	0,48	18	0,26	0,36	
acenaftülen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,7	<0,042	<0,042	0,14	<0,042	<0,042	
acenaften	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,1	<0,042	<0,042	0,058	<0,042	<0,042	
PAH-M	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,766	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	6,67
fluoren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,5	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
fenantren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,14	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
antracen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
fluoranten	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
pyren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
PAH-H	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,336	0,336	0,336	0,336	0,336	0,336	0,67
benso(a)antracen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
krysen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
benso(b)fluoranten	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
benso(k)fluoranten	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
benso(a)pyren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
dibenso(ah)antracen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
benso(ghi)perylene	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	
indeno(123cd)pyren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	<0,042	

Uppmätta halter av enskilda PAH från mätningen i juli presenteras i tabell 4. För de olika PAH-grupperna PAH-L, PAH-M och PAH-H, har ett "upper bound"-värde² på samma sätt som ovan presenterats (Tabell 4).

Av naftalen uppmättes halter över rapporteringsgränsen i samtliga prover. För övriga enskilda PAH under byggnader uppmättes inga halter över rapporteringsgränsen.

Inte i något av proverna överskreds jämförvärdena för PAH-L, PAH-M eller PAH-H.

² "Upper bound"-värde är ett värde där halten antas vara densamma som rapporteringsgränsen. Detta är ett konservativt sätt att tänka eftersom halten skulle kunna vara noll i samtliga punkter.

Tabell 4. Uppmätta halter av PAH samt beräknat "upper bound" halter för PAH-L, PAH-M och PAH-H i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. baserat på uppmätta halter/rapporteringsgränser i porgas juli 2014.

Ämne	Enhet	AP 1:10 b hus	AP 1:181 b hus	AP 1:19 b hus	AP 1:20 b hus	AP 1:9 b hus	Riktvärde
volym	liter	480	480	480	480	480	KM
PAH-L	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,214	0,352	0,542	0,262	0,222	2400
naftalen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,14	0,28	0,47	0,19	0,15	
acenaftalen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
acenaften	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
PAH-M	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,185	0,18	0,18	0,18	0,18	6,67
fluoren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
fenantren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
antracen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
fluoranten	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
pyren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
PAH-H	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,296	0,288	0,288	0,288	0,288	0,67
benso(a)antracen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
krysen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
benso(b)fluoranten	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
benso(k)fluoranten	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
benso(a)pyren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
dibenso(ah)antracen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
benso(ghi)perylene	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	
indeno(123cd)pyren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	

1.4 Utvärdering

Halter av olika ämnen i porgasen påverkas av omkringliggande faktorer som till exempel lufttryck, varför porgasmätningar ger en nulägesbild.

De uppmätta halterna ligger inte vid någon av de två porgasmätningarna över de beräknade jämförvärdena med avseende på PAH-L, PAH-M eller PAH-H.

Ramböll gör bedömningen att det baserat på uppmätta halter av flyktiga PAH i porgas samt under byggnader inte föreligger några oacceptabla hälsorisker med avseende på PAH i byggnader.

1.5 Referenser

Naturvårdsverket. 2009a. Riktvärden för förorenade mark – modell beskrivning och vägledning. rapporten 5976. september 2009.

Naturvårdsverket. 2009b. Riktvärden för förorenad mark. beräkningsark. version 1.00

Bilaga 5 b - Fältprotokoll Porgas

Installation

Installation utfördes den 19/5 2014

Prov	Anvedebo beteckning	Placering (m)	Övrigt
AP	1:19 mark	ca 0,35 m u my	stark lukt, placerad i fyll
AP	1:10 mark	ca 0,4 m u my	lukt, placerad i fyll

Provtagning

Provtagning utfördes den 19, 20, 21/5 2014

6

Prov	Anvedebo beteckning	Placering (m)	Övrigt	Analys PAH Meny C	tid (min)
AP	1:19 mark	ca 0,35 m u my	stark lukt, placerad i fyll	PAH	240
AP	1:10 mark	ca 0,4 m u my	lukt, placerad i fyll	PAH	240
AP	1:19 hus	ca 2 m in under hus		PAH	240
AP	1:10 hus	ca 2 m in under hus	lukt	PAH	240
AP	1:20 hus	ca 2 m in under hus		PAH	240
AP	1:78 hus	ca 1 m in från yttervägg, 20 cm in under källargolv.		PAH	240

Provtagning utfördes den 31/7 2014 samt 1/8 2014

5

Prov	Anvedebo beteckning	Placering (m)	Övrigt	Analys PAH Meny C	tid (min)
AP	1:20 b hus	ca 2 m in under hus	stark lukt, placerad i fyll	PAH	280
AP	1:19 b hus	ca 2 m in under hus	lukt, placerad i fyll	PAH	280
AP	1:181 b hus	ca 2 m in under hus		PAH	280
AP	1:9 b hus	ca 2 m in under hus	lukt	PAH	280
AP	1:10 b hus	ca 2 m in under hus		PAH	267

Provtagare Åsa Fritioff, Claes Becker

AP Ankarsrum Porgasprov

Huvudord	Tilläggsord	Skikt/lager
F Fyllning		
Mu Mulljord/matjord	mu Mullhaltig	<u>mu</u> Mullskikt
Gr Grus	gr Grusig	<u>gr</u> Grusskikt
Gy Gyttja	gy Gyttjig	<u>gy</u> gyttjeskikt
Sa Sand	sa Sandig	<u>sa</u> Sandskikt
St Sten	st Stenig	<u>st</u> Stenskikt
Si Silt	si Siltig	<u>si</u> Siltskikt
LeMn Lermorän	le Lerig	<u>le</u> Lerskikt
Le Lera		
Mn Morän	() Något	

Bilaga 6 – Jordprover riskbedömning

1 Jordprover

1.1 Syfte och bakgrund

Syftet med att utta jordprover var att få en bild av föroreningsituationen på platsen. Utifrån detta underlag kunna beräkna statistik med syfte att kunna bedöma osäkerheter över området. En bra bild över föroreningsituationen är av vikt vid bedömning av eventuella risker för boende och andra som vistas i området. Dessutom är det en bra grund för att föreslå efterbehandlingsåtgärder. I föreliggande bilaga beskrivs metoder, resultat och riskbedömning från genomförd undersökning.

1.1 Provtagning i jord

Provpunkter

Merparten av provpunkterna placerades ut enligt en systematisk slumpmässig provtagningsstruktur, som innebär att provtagningspunkterna fördelas slumpmässigt inom varje ruta i det rutnät som valts på området. Inom undersökningsområdet valdes fastighetsgränser som rutnät. Denna provtagningsmetod är lämplig att använda när förorenat fyllnadsmaterial potentiellt finns inom området men när föroreningsutbredningen är okänd.

Eftersom en del bakgrundsinformation fanns tillgänglig angående var föroreningar påträffats placerades vissa punkter också ut med så kallad riktad provtagning, för att på ett gott sätt kunna fånga upp de risker som bedömdes kunna finnas på specifika mindre delområden inom undersökningsområdet. I Karta 3 visas samtliga provpunkter.

Jordprovtagning har utförts ner till naturligt lagrad mark. Proverna uttogs som samlingsprov från varje provtagningspunkt för djupen 0-0,2 m, 0,2-0,5m osv med ett prov per 0,5 m i djupled. Anpassning gjordes även till geologisk gräns. Jordlagerföljder, färg samt övriga iakttagelser av intresse dokumenterades fortlöpande i fältprotokoll (Bilaga 6 b).

Samlingsprover

Vid ytprovtagningen togs jordprover för nivån 0-0,15 m. Ca 30 stick per fastighet togs och slogs ihop till ett samlingsprov i fält. Totalt uttogs 56 st samlingsprover från undersökningsområdet (Karta 2).

Jordprover togs i diffusionstäta plastpåsar. De prover som tagits har dokumenterats i fältprotokoll där provbeteckning, fältbedömning av jordart, provtagningsdjup etc har registrerats, se Bilaga 6 c Fältprotokoll.

Samtliga prover har förvarats kylt i väntan på analys hos ALS i Täby.

1.2 Representativa halter

Ett områdes representativa halt är enligt Naturvårdsverket (2009a) den halt som bäst representerar risksituationen i kontakt- och spridningsmedier utan att risken underskattas. Den representativa halten kan exempelvis uttryckas som en skattad medelhalt (med eller utan gardering för osäkerheter), 90-percentilen, uppmätt maxhalt eller som UCLM (övre konfidensgräns för medelhalten) (Naturvårdsverket, 2009a).

UCLM₉₅-halter tar hänsyn till antalet prov, deras standardavvikelse samt medelhalter och är områdets representativa halt av en förorening som områdets verkliga medelhalt med 95 % sannolikhet understiger. Detta är alltså ett konservativt mått på om området skulle kunna utgöra en oacceptabel risk eller inte. Beroende på valet av metod för uträkning av representativ halt ovan kommer ett områdes framräknade medelhalt att variera. Exempelvis är UCLM₉₅-halter alltid (när det finns en variation) högre än medelvärdet.

I denna rapport har UCLM₉₅-halter bedömts bäst representera områdena som helhet. För ytjorden i varje enskild fastighet har även en jämförelse gjorts för varje samlingsprov.

Beroende på val av beräknad representativ halt bör även begreppet "felklassning" förklaras. När ett förorenat område ska klassas som (a) i behov av åtgärder eller (b) ej i behov av åtgärder, så kan två typer av fel begås vid klassningen:

- Ett område som i verkligheten är i behov av åtgärder klassas som att åtgärder inte krävs. Detta kan leda till kvarstående hälso- och miljörisker.
- Ett område som i verkligheten inte kräver åtgärder klassas som att åtgärder krävs. Detta kan leda till extra åtgärds kostnader. Dessa felbeslut kan inträffa på grund av att alla undersökningar är behäftade med osäkerheter, bl.a. orsakade av det begränsade antalet undersökningspunkter i en utredning.

I miljösammanhang betraktas oftast fel av typ 1 som mer allvarliga än fel av typ 2 eftersom fel av typ 1 kan leda till kvarstående hälso- och miljörisker som man inte är medveten om. Fel av typ 2 leder däremot till ökade kostnader.

Om medelvärdet av stickproverna används som representativ halt så blir sannolikheten för fel av typ 1 och 2 ungefär lika stora. För bedömning av risker för markmiljö bedöms medelhalten vara en rimlig representativ halt. Vid bedömning av hälso- och spridningsrisker vill man hellre undvika typ 1-fel. I dessa fall kan man istället välja att använda UCLM som representativ halt eftersom UCLM minskar sannolikheten för typ 1-fel (men på bekostnad av ökad sannolikhet för typ 2-fel). UCLM har valts som representativ halt vilket innebär

en gardering mot osäkerheterna så att hälso- och spridningsriskerna inte underskattas.

UCLM och medelvärdet kan jämföras på följande sätt: Sannolikheten är 95 % att den verkliga medelhalten för ett område är lägre än $UCLM_{95}$. Sannolikheten för ett typ 1-fel är då 5 %. För medelvärdet är motsvarande sannolikhet 50 % (man skulle kunna beteckna medelvärdet som $UCLM_{50}$). Skillnaden illustrerar hur mycket säkrare $UCLM_{95}$ är än medelvärdet då man vill undvika typ 1-fel. Det innebär således att för $UCLM_{90}$ och $UCLM_{80}$ är sannolikheten för ett typ 1-fel är då 10 % respektive 20 %.

I föreliggande rapport förs en diskussion om skillnader mellan områdenas representativa halt utifrån medel-, och $UCLM_{95}$ -halter. Utifrån dessa olika metoder att beskriva delområdenas representativa halt är olika scenarier möjliga.

- 1) Om $UCLM_{95}$ -, och medelhalter understiger ett riktvärde bedöms föroreningsnivån inte utgöra någon oacceptabel risk.
- 2) Om $UCLM_{95}$ -halten överstiger riktvärdet men medelhalten understiger riktvärdet kan föroreningsnivån utgöra en oacceptabel risk men resultatet indikerar att det finns vissa osäkerheter i dataunderlaget. Exempelvis skulle ett större dataunderlag sannolikt göra att medel- och $UCLM_{95}$ -halter närmade sig varandra.
- 3) I de fall då $UCLM_{95}$ -halter och medelhalter överskrider riktvärdet är det troligt att föroreningsnivåer leder till oacceptabla risker.

Samlingsproven från respektive fastighet är uttagna på så sätt att de på ett bra sätt motsvarar föroreningssituationen över hela tomten. Ett nytt uttag av samlingsprov skulle dock kunna ge ett något högre eller lägre resultat eftersom inte all jord på fastigheten är med i provet och sannolikheten att där finns en variation inom fastigheten bedöms stor. I denna rapport bedöms ändå jämförelsen mot halten i det uppmätta samlingsprovet på ett bra sätt motsvara fastighetens föroreningsnivå.

1.3

Bedömningsgrunder – Platsspecifika riktvärden

För riskbedömning av förorenade områden finns vägledningar och en beräkningsmodell framtagen av Naturvårdsverket. Beräkningsmodellen som de generella riktvärdena för förorenade områden är framtagen med beskrivs i NV Rapport 5976. De generella riktvärdena är utarbetade för att gälla för ett stort antal objekt över hela landet.

Analysresultaten har jämförts med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark, som jämförelsevärden för att bedöma status avseende eventuellt föroreningsinnehåll i jord. Naturvårdsverkets generella riktvärden för

bedömning av förorenad mark har utarbetats för två olika typer av markanvändning där exponeringsvägar och exponerade grupper samt skyddsvärdet för miljön varierar. De två typerna av markanvändning är:

- Känslig markanvändning (KM)
- Mindre känslig markanvändning (MKM)

För KM gäller att markkvaliteten inte begränsar val av markanvändning och de flesta markekosystem samt grundvatten och ytvatten skyddas. Alla grupper av människor (barn, vuxna, äldre) kan vistas permanent inom området under en livstid.

För MKM gäller att markkvaliteten begränsar val av markanvändningen. Marken kan exempelvis utnyttjas för kontor, industrier eller vägar. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas i området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas på området tillfälligt.

Utgående från de övergripande åtgärds målen för villaområdet i Ankarsrum bedöms markanvändningen bäst motsvaras av riktvärdena för KM.

Med utgångspunkt i riktvärdena för KM har i denna rapport platsspecifika riktvärden tagits fram för att de på ett ännu bättre sätt anpassats för att motsvara området.

1.2

Platsspecifika riktvärden

Platsspecifika riktvärden (PRV), i likhet med generella riktvärden, tar hänsyn till både risker för människor och för miljön. De platsspecifika riktvärdena är anpassade till de förutsättningar som är specifika för området. Som utgångspunkt i bedömningen av risker inom området används Naturvårdsverkets riktlinjer för mindre känslig markanvändning (Naturvårdsverket, 2009b).

Vissa parametrar avviker från det generella KM-scenariot i aktuellt område. Förändringen av dessa parametrar leder till ett platsspecifikt riktvärde, PRV, som utgår från kommande markanvändning. Vid beräkning av PRV har Naturvårdsverkets beräkningsark i Excel, version 1.00, använts. PRV har beräknats för PAH samt metaller.

De parametrar som avviker från det generella KM-scenariot för det platsspecifika riktvärdet redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Beskrivning av avvikelser från de generella riktvärdena.

Scenarioparametrar	Ankarsrum	KM	Enhet	Kommentar
Intag av dricksvatten	beaktas ej	beaktas		Det finns kommunalt vatten på området.
Halt löst/mobilt organiskt kol i grundvatten	0.0000073	0.000003	kg/dm ³	Ändrat utgående från halt DOC uppmätt i Grundvatten och Brunnsvatten.
Halt organiskt kol	0.056	0.02	kg/kg	Ändrat utgående från halt TOC uppmätt i Jord.
Vattenhalt	0.11	0.32	dm ³ /dm ³	Genomsläppliga massor.
Andel porluft	0.25	0.08	dm ³ /dm ³	Genomsläppliga massor.
Kd-värde arsenik min/median	460/1200	300	kg/l	Ändrat utgående från uppmätta Kd värden i jorden. Min använt för hälsoberäkningar/ median för spridnings beräkningar
Kd-värde barium min/median	620/1500	1200	kg/l	-"
Kd-värde bly min/median	870/2500	1800	kg/l	-"
Kd-värde kadmium min/median	2000/6000	200	kg/l	-"
Kd-värde koppar min/median	780/2500	600	kg/l	-"
Kd-värde krom (VI) min/median	670/2500	1500	kg/l	-"
Kd-värde kvicksilver min/median	2000/4700	300	kg/l	-"
Kd-värde nickel min/median	980/3200	300	kg/l	-"
Kd-värde zink min/median	1000/3200	600	kg/l	-"

Framtagna platsspecifika riktvärden redovisas i Tabell 2.

Det platsspecifika riktvärdet styrs av olika skyddsobjekt och exponeringsvägar för olika ämnen.

- För arsenik, bly, kadmium, kvicksilver, PAH-M samt PAH-H är det främst människors hälsa som styr riktvärdet.
- För barium, kobolt, koppar, krom, nickel, vanadin och zink är det markmiljö som styr riktvärdet.
- För antimon och molybden är det spridning som styr.

Tabell 2. Platsspecifika riktvärden, redovisas för de enskilda exponeringsvägarna samt det sammanvägda riktvärdet. Alla halter är mg/kg TS.

Ämne	Hälsriktvärde	Markmiljö	Frifas	Grundvatten	Ytvatten	Sammanvägt riktvärde
Antimon	260	20	ej aktuell	12	32	12
Arsenik	0.74	20	ej aktuell	88	1500	10
Barium	500	200	ej aktuell	7500	60000	200
Bly	64	200	ej aktuell	180	4900	60
Kadmium	0.67	4	ej aktuell	220	480	0.70
Kobolt	22	20	ej aktuell	22	240	20
Koppar	2400	80	ej aktuell	1800	10000	80
Krom tot	65000	80	ej aktuell	890	3000	80
Kvicksilver	0.26	5	ej aktuell	34	95	0.3
Molybden	120	70	ej aktuell	40	96	40
Nickel	230	70	ej aktuell	460	13000	70
Vanadin	470	100	ej aktuell	430	2000	100
Zink	2900	250	ej aktuell	4600	51000	250
PAH L	26	3	500	14	480	3.0
PAH M	4.1	10	250	45	310	4.0
PAH H	1.9	2.5	50	11	300	2.0

1.4

Resultat

Uppmätta halter av PAH i de enskilda provpunkterna presenteras i Bilaga 6 d och för de enskilda samlingsproverna i Bilaga 6 e.

Representativa halter beräknades för föroreningarna i provpunkterna i område B och C samt område N var för sig.

I provpunkterna Område A (Hotspot) överskrider det platsspecifika riktvärdet för samtliga PAH (Tabell 3). Beräknad UCLM₉₅-halt för provpunkterna i område B överskrider riktvärdet för samtliga PAH (L, M, H) och medelvärdet överskrider riktvärdet med avseende på PAH-M och PAH-L. I område C understiger beräknad UCLM₉₅-halt för PAH-L och PAH-M, samt medelvärdet för PAH-L, PAH-M och

PAH-H de plats specifika riktvärdena. Beräknad UCLM₉₅-halt för PAH-H överskrider dock riktvärdet.

För metaller gjordes endast en beräkning för hela området, där visas att UCLM₉₅ för kvicksilver, kadmium, bly, barium, koppar och zink överskrider riktvärdet samt att medelvärdet för kvicksilver och bly överskrider riktvärdet (Tabell 4 och Tabell 6).

Uppmätta halter av PAH i de enskilda provpunkterna presenteras i Bilaga 6 e. Totalt sett överskrider det beräknade plats specifika riktvärdet i 16 av 61 analyserade prover. De beräknade plats specifika riktvärdena för någon metall överskrider i 5 av 16 analyserade prover.

Tabell 3. Sammanställning av beräknade medel och UCLM₉₅-halter av PAH för de provpunkterna för område A, B, C, N blå markering indikerar om medel eller UCLM₉₅-halten överskrider det plats specifika riktvärdet.

Ämne	TS	PAH-L	PAH-M	PAH-H
Enhet	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Område A				
Min	68	1800	1600	310
Max	70	6800	3600	520
Medel	69	4300	2600	415
Median	69	4300	2600	415
Std av	1	3536	1414	148
Antal	2	2	2	2
UCLM ₉₅		15197	6959	873
Område B				
Min	71	0.08	0.25	0.25
Max	94	8.2	21	50
Medel	84	2.3	6.2	12.4
Median	84	1.3	3.2	7.0
Std av	7	2.9	7.5	18
Antal	7	7	7	7
UCLM ₉₅		7.1	19	41
Område C				
Min	56	0.08	0.11	0.07
Max	95	1.9	7.0	8.4
Medel	80	0.35	1.6	1.5
Median	82	0.16	0.80	1.1
Std av	8	0.45	1.8	1.7
Antal	37	37	37	37
UCLM ₉₅		0.7	2.9	2.7
Område N				
Min	76	0.08	0.13	0.06
Max	95	0.56	0.40	0.99
Medel	83	0.12	0.27	0.34
Median	82	0.08	0.25	0.25
Std av	6	0.13	0.06	0.26
Antal	15	15	15	15
UCLM ₉₅		0.26	0.33	0.63

Tabell 4. Sammanställning av beräknade medel och UCLM halter av Metall för provpunkterna i området, blå markering indikerar om medel eller UCLM95-halten överskrider det platsspecifika riktvärdet.

Analys		Min	Max	Medel	Median	Std av	Antal	UCLM ₉₅
pH		5.0	8.1					
TOC	%	2.8	27.7	8.3	5.6	7.7	16	
TS_105°C	%	54	86	76	79	9	16	
Hg	mg/kg TS	0.20	0.88	0.32	0.20	0.23	16	0.57
Cd	mg/kg TS	0.10	1.23	0.43	0.39	0.32	16	0.78
Pb	mg/kg TS	20	639	120	47	202	16	340
As	mg/kg TS	1.6	9.3	4.5	3.9	2.0	16	6.7
Ba	mg/kg TS	53	395	177	180	92	16	277
Co	mg/kg TS	1.3	24	9.8	9.2	5.3	16	15
Cr	mg/kg TS	3.0	45	21	19	11	16	33
Cu	mg/kg TS	12	245	42	28	56	16	103
Ni	mg/kg TS	2.5	34	13	12	8.3	16	23
V	mg/kg TS	5.2	62	31	29	15	16	47
Zn	mg/kg TS	46	554	198	165	137	16	348

I det ytliga samlingsprovet från Område A (Hotspot) överskrider det platsspecifika riktvärdet med avseende PAH (Tabell 5). Beräknat UCLM₉₅ samt medelvärdet för de ytliga samlingsproverna i Område B överskrider för samtliga PAH. I område C överskrider UCLM₉₅ för PAH-H det platsspecifika riktvärdet (Tabell 5) medan beräknat UCLM₉₅ för PAH-L, PAH-M och medelvärdet för PAH-L, PAH-M och PAH-H underskrider de platsspecifika riktvärdena.

För metaller gjordes endast en beräkning för hela området, UCLM₉₅ för kvicksilver, kadmium, bly, barium och zink överskrider riktvärdet och medelvärdet för zink överskrider riktvärdet (Tabell 6).

Uppmätta halter av föroreningar i de enskilda samlingsproverna presenteras i Bilaga 6 e. Totalt sett överskrider det beräknade platsspecifika riktvärdet för PAH i 20 av 56 samlingsprover. Halterna av metaller överskrider det platsspecifika riktvärdena i 13 av 21 samlingsprov.

Tabell 5. Sammanställning av beräknade medel och UCLM halter av PAH för de ytliga samlingsproverna för Område A, B, C, blå markering indikerar om medel eller UCLM95-halten överskrider det platsspecifika riktvärdet.

	TS_105°C %	glödförlust av TS %	pH	PAH-L mg/kg TS	PAH-M mg/kg TS	PAH-H mg/kg TS
Område A						
Halt	72.8			510	620	220
Antal	1			1	1	1
Område B						
Min	74			0.1	0.8	1.3
Max	84			11	59	59
Medel	79			3.7	19	20
Median	79			1.9	7.7	11
Std av	4			5.0	27	26
Antal	4			4	4	4
UCLM ₉₅				15	78	77
Område C						
Min	68	6	6.7	0.08	0.1	0.1
Max	85	16	7.4	0.83	16.0	6.9
Medel	77	12		0.18	1.7	1.9
Median	77	14		0.08	1.1	1.5
Std av	5	4		0.17	2.4	1.6
Antal	51	5	5.0	51	51	51
UCLM ₉₅				0.29	3.2	2.9

Tabell 6. Sammanställning av beräknade medel och UCLM halter av Metall för de ytliga samlingsproverna över hel området, blå markering indikerar om medel eller UCLM95-halten överskrider det platsspecifika riktvärdet.

Analys	Enhet	Min	Max	Medel	Median	Std av	Antal	UCLM ₉₅
TS_105°C	%	70.20	84.10	77.52	78.00	4.41	21.00	81.71
Hg	mg/kg TS	0.02	0.68	0.17	0.12	0.15	21	0.32
Cd	mg/kg TS	0.26	1.03	0.50	0.42	0.21	21	0.69
Pb	mg/kg TS	22	103	59	55	25	21	82
As	mg/kg TS	2.5	6.8	4.4	4.4	1.3	21	5.6
Ba	mg/kg TS	73	273	158	144	54	21	210
Co	mg/kg TS	4.6	9.6	6.4	6.1	1.4	21	7.8
Cr	mg/kg TS	8.7	19	13	14	3.1	21	16
Cu	mg/kg TS	18	90	34	31	16	21	49
Ni	mg/kg TS	6.5	18	9.9	9.2	2.8	21	13
V	mg/kg TS	15	30	21	21	4.1	21	25
Zn	mg/kg TS	128	565	302	260	132	21	427

2. Riskbedömning

2.1 Inledning

För att bedöma riskerna för hälsa, markmiljö och spridning för sig, har de beräknade platsspecifika riktvärdena samt deras riktvärden för de enskilda exponeringsvägarna använts. Riskkvoter har beräknats för att på ett enkelt sätt identifiera områden med oacceptabla risker. Riskkvoterna är beräknade genom att dividera den representativa halten med riktvärdet. I de fall en riskkvot överstiger 1 betyder det att risken överstiger den acceptabla risknivån. Riskkvoter har tagits fram för samtliga exponeringsvägar för hälsa, markmiljö samt spridning.

En sammanställning av riskkvoterna visas i Tabell 7 nedan där riskkvoter (UCLM₉₅ – riktvärde) över 1 har markerats med blått och riskkvoter under 1 lämnats tomma. Riskkvoter (medel – riktvärde) över 1 har markerats med x och riskkvoter under 1 lämnats tomma.

Tabell 7. Sammanställning av långsiktiga hälso-, miljö- och spridningsrisker för respektive egenskapsområde där UCLM₉₅ valts som representativ halt, Blå markering innebär att risk kan föreligga (UCLM överskrider riktvärdet), Kryss markerar att även medelvärdet överskrider)

Markanvändning	Intag jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning Ånga	Intag växt	Sammanvägd hälsorisk	Markmiljö	Skydd av ytvatten	Skydd av grundvatten	Sammanvägd risk
Område A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Område B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Område C	x			x		x				x
Område N										

Blåmarkerade rutor i Tabell 7 kan inrymma två fall:

- Både medelvärdet och UCLM₉₅-halten överstiger riktvärdet. Det betyder att man inte kan utesluta att risken kan vara oacceptabel.
- UCLM₉₅-halten överstiger riktvärdet men medelhalten är lägre än riktvärdet. Även i detta fall betyder det att risken kan vara oacceptabel. Det finns dock en möjlighet att denna slutsats förändras om man samlar in mer data. Detta fall har betydelse för åtgärdsbehovet.

I följande avsnitt har riskkvoterna mellan medelvärde och uppmätt halt för hälsoriskbedömningen mest använts för diskussionen kring åtgärdsbehovet. Detta utgående från bedömningen att det är bättre att lyfta samtliga fall där risker kan finnas med avseende på hälsa samt spridning. För markmiljö har istället riskkvoten mellan UCLM₉₅-halten och riktvärdet enbart använts för diskussion. För markmiljö bedöms det ungefär lika allvarligt att begå både typ 1 och typ 2 fel.

I de följande avsnitten beskrivs riskerna för hälsa, markmiljö samt spridning var och för sig. Där tas även hänsyn till information från provtagning och analyser i porgas, grundvatten och lakförsök.

2.2 Hälsoriskbedömning

2.2.1 Akuta hälsorisker (risker vid kortvarig exponering)

För bedömning av akuta hälsorisker har maxhalterna från samtliga delområden använts.

Inga akuta risker bedöms finnas inom något av delområdena. Inga halter av ämnen har uppmätts som kan innebära akuta risker varken i någon av provpunkterna eller i samlingsproven. De riktvärden som tagits fram baseras på ett antagande om livstidsexponering och en kortare tids exponering för något förhöjda halter kan därför vara acceptabel.

2.2.2 Risker på 5 års sikt

För bedömning av risker på 5 års sikt har maxhalterna från område B och C använts.

En riskbedömning enligt Naturvårdsverkets vägledning brukar omfatta två tidsperspektiv: (1) akuta risker (mycket kort tidshorisont) samt (2) långtidsrisker. De flesta hälsoriskbaserade riktvärden styrs av långtidsriskerna. Dessa omfattar livstidsexponering, eller åtminstone exponering under ett arbetsliv. För cancerogena ämnen har Naturvårdsverket valt en acceptabel lågrisknivå på ett extra cancerfall per 100 000 exponerade individer under en livstid.

Oavsett åtgärdsförslag kommer det ta tid innan en åtgärd kommer till stånd. För att bedöma risker på kortare tid t.ex. 5 års sikt saknas idag vägledning från Naturvårdsverket. För vissa ämnen kan det dock finnas kriterier/verktyg i andra länder som eventuellt skulle kunna användas. Inom andra teknikområden, som t.ex. transporter av farligt gods på väg eller järnväg är det betydligt lättare att beräkna risker för en vald tidsperiod. De risker vi har att bedöma inom förorenade områden är betydligt mer diffusa och det är därför man anlägger ett långtidsperspektiv för att kunna uttala sig på ett meningsfullt sätt. Ett generellt antagande är att en kortare tids exponering utgör en mindre risk.

Utgående från beräkningarna i Bilaga 7 syns att om speciellt barn hindras från intag av jord och intag växter minskar exponeringen rejält av bly, kadmium och PAH.

- 2.2.3 Hälsorisker på långsikt (livstidsperspektiv)
För hälsoriskbedömningen har dels UCLM₉₅ använts som representativ halt och riskkvoten har beräknats mellan den och riktvärdena. Dels har maxhalterna för samlingsproverna använts.

Den representativa halten överskrider de platsspecifika riktvärdena för område A, B, C. I Tabell 8 har en sammanställning gjorts som visar vilka exponeringsvägar som i första hand påverkar att den representativa halten överskrider riktvärdena.

Tabell 8. Sammanställning av vilka ämnen som överskrider vilka exponeringsvägar. Fet stil Markerar att medelhalter och UCLM₉₅ överskrider riktvärdet, ej fet stil att endast UCLM₉₅ överskrider riktvärdet.

Markanvändning	Intag jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning Ånga	Intag växt	Sammanvägd hälso-risk
Område A	PAH-L, M, H	PAH-L, M, H	PAH-M, H	PAH-L, M	PAH-L, M, H	PAH-L, M, H
Område B	PAH-H	PAH-H		PAH-M	PAH-H	PAH-H
Område C	Pb			Hg	Cd	PAH-H, Hg, Pb, Cd
Område N						

Den uppmättahalten i varje samlingsprov visar att halten överskrider de platsspecifika riktvärdena för 1 av 1 fastigheter i Område A, 3 av 4 fastigheter i Område B och 21 av 49 fastigheter på Område C (Bilaga 6 e).

Kommentarer till intagsvägen ånga:

Det är främst i byggnader som flyktiga föroreningar kan innebära en risk. Under byggnader har ingen jordprovtagning genomförts, varför det är svårt att veta hur föroreningssituationen där ser ut.

Där det är byggt med källare har antagits att ett så stort grävarbete utförts under byggnaden att husen står på massor som motsvarar område N samt att genomsläpplig dränering omger källarväggar (opåverkade massor). Det innebär således att inga oacceptabla risker via intagsvägen ånga bedöms förekomma i hus med källare.

Husen utan källare har företrädesvis byggts med kryppgrund. På de fastigheter där högst halter har uppmätts på tomtmark har porgasmätningar gjorts i kryppgrunden samt på ett par ställen i tomtmarken (Bilaga 5). Dessa undersökningar ger ett mer direkt mått på halten flyktiga PAH föroreningar under byggnader. Uppmätta halter i porgas understeg föreslagna riktvärden för PAH i samtliga provpunkter vid båda undersökningstillfällena.

För kvicksilver är denna mätning svårare att genomföra då rapporteringsgränsen från laboratoriet är mycket högre än de jämförsvärden man behöver använda att Ramböll bedömde att mätningar inte skulle tillföra ett säkert resultat. Ramböll bedömer dock utgående från resultatet av PAH mätningarna att föroreningsnivåerna är låga under byggnaderna, alternativt är det så ventilerat att föroreningarna späds ut till ofarliga nivåer genom luftomsättning i kryppgrunden.

Utgående från detta bedöms hälsoriskerna med avseende på intagsvägen ånga acceptabla.

Sammanvägd riskbedömning för hälsa

- Område A (Hotspots) kan uppmätta halter innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på intagsvägarna intag jord, hudkontakt jord och damm samt intag växt.
- Område B kan uppmätta halter innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på intagsvägarna intag jord, hudkontakt jord och damm samt intag växt.
- Område C kan uppmätta halter innebära oacceptabla hälsorisker med avseende på intagsvägarna intag jord. Föroreningen bedöms utgående från föreliggande undersökning vara avgränsad till de fastigheter där halten överskrider riktvärdet för något ämne.
- Område N hälsorisker bedöms som acceptabla.

2.3 Riskbedömning med avseende på miljö

För markmiljö har medelhalten använts som representativ halt. Detta utgående från bedömningen att det är ungefär lika allvarligt att begå både typ 1 och typ 2 fel med avseende på markmiljö.

För Område A och B överskrider medelhalten av PAH-H riktvärdet för markmiljö (Tabell 9), därmed kan ett 75-procentigt skydd av samtliga arter i markmiljö inte erhållas utan åtgärd inom området.

Tabell 9. Sammanställning av vilka ämnen som överskrider riktvärdet för markmiljö. Fet stil markerar att medelhalten överskrider riktvärdet.

Markanvändning	Markmiljö
Område A	PAH-L, PAH-M, PAH-H
Område B	PAH-H
Område C	
Område N	

2.4 Riskbedömning med avseende på spridning

För spridning har UCLM₉₅ använts som representativhalt för jordproven och medelhalten har använts för diskussion.

För Område A och B överskrider UCLM₉₅ och medelhalten riktvärdet för skydd av grundvatten och för Område A överskrider de riktvärdet för skydd av ytvatten (Tabell 10).

Tabell 10. Sammanställning av vilka ämnen som överskrider vilka exponeringsvägar. Fet stil markerar att medelhalter och UCLM överskrider riktvärdet, ej fet stil att endast UCLM överskrider riktvärdet.

Markanvändning	Risk för Frifas	Skydd av ytvatten	Skydd av grundvatten
Område A		PAH-L, M, H	PAH-L, M, H
Område B			PAH-H, M
Område C			
Område N			

2.4.1 Uppmätta halter i grundvattnet

Analys av grundvatten ger ett direkt mått på halten föroreningar i grundvattnet (även om det ger en halten vid ett tillfälle). Utifrån det samlade resultatet från de fyra provtagna grundvattenrören och de tre brunnsvattnen bedömer Ramböll inte att det föreligger någon generell oacceptabel risk för spridning av PAH föroreningar från området (Bilaga 3). Från område A (Hotspots) kan dock viss lokal spridning föreligga.

2.4.2 Sammanvägd riskbedömning för spridning

En sammanvägning av resultatet från jordprovpunkterna samt grundvattenanalyserna har gjorts. Analyserna av grundvattnet bedöms tydligt visa att ingen spridning av PAH sker från området som helhet.

- Område A (Hotspots) viss lokal spridning kan föreligga.
- Område B, C och N ingen oacceptabel spridning bedöms föreligga.

2.5 Sammanvägd riskbedömning på långsikt

Den sammansvägda riskbedömningen har utgående från rikskvoterna ovan identifierat följande:

- Område A (Hotspots) kan uppmätta halter innebära oacceptabla hälso- och miljörisker.
- Område B kan uppmätta halter innebära oacceptabla hälsorisker.
- Område C kan uppmätta halter innebära oacceptabla hälsorisker.
- Område N (underliggande opåverkad mark) inte innebär oacceptabla hälso- eller miljörisker.

3. Åtgärdsbehov

Ett åtgärdsbehov av någon form bedöms föreligga inom område A, område B och område C.

4. Referenser

Naturvårdsverket, 2009a, Riktvärden för förorenade mark – modell beskrivning och vägledning, rapporten 5976, september 2009,

Naturvårdsverket, 2009b, Riktvärden för förorenad mark, beräkningsark, version 1,00

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer				Analys			Lak	
				Färg	innehåll	lukt	Övrigt	pH,GR	Me	PAH	Sikt	
APG	1:2	0 - 0,3	st Mu	brun								
APG	1:2	0,3 - 0,7	Le	beige								
APG	1:2	0,7	berg									PAH
ABP	1:4	0,0 – 0,2	Mu F	brunt								
ABP	1:4	0,2 – 0,35	sa le Mu F	brun, svarta prickar	tegel, svarta prickar				pH, GR	ME		PAH
ABP	1:4	0,35 - 0,5	sa Le N	beige								
ABP	1:4	0,5 - 1	le Sa	beige	en fläck med ngt mörkare, lukt? Stopp?							
ABP	1:5	0,0 – 0,2	Mu	brun				ej prov				
ABP	1:5	0,2 – 0,5	Sa Le	beige				stopp				PAH
ABP	1:6	0 - 0,2	Mu	brun				ej prov				
ABP	1:6	0,2 - 0,35	sa Mu	svart								PAH
ABP	1:6	0,35 - 0,5	sa Le	ngt svart	svarta prickar							PAH
ABP	1:6	0,5 - 0,75	sa Le	ngt svart	svarta prickar							
ABP	1:7	0 - 0,2	Mu	brun								
ABP	1:7	0,2 - 0,4	sa Le F	brun, svart	tegel				pH, GR	ME		PAH
ABP	1:7	0,4 - 0,5	sa Le	beige				stopp				
ABP	1:12	0,0 – 0,3	le Mu	brun				har lagt gjuterisand på tomten				
ABP	1:12	0,3 – 0,5	sa Le	brun	tegel, vita klumpar				pH, GR	ME		PAH
ABP	1:12	0,5 - 1	sa Le	grå beige								
ABP	1:13	0 - 0,2	Mu	brun				ej prov				
ABP	1:13	0,2 - 0,4	gr sa Mu F	beige, svart	tegel			lukt	pH, GR	ME		PAH
ABP	1:13	0,4 - 0,5	sa gr Le	beige								
ABP	1:15	0 - 0,2	Mu F	brunt								
ABP	1:15	0,2 - 0,35	sa Mu F	terrakotta								
ABP	1:15	0,35 - 0,5	sa le Mu	beige								
ABP	1:17	0,0 – 0,2	Mu F	svart				lukt?				PAH
ABP	1:17	0,2 - 0,5	mu Le	Beige								
ABP	1:41	0,0 – 0,2	le Mu	mörk				sett slagg på tomt				
ABP	1:41	0,2 - 0,5	sa le Mu F	mörk					pH, GR	ME		PAH

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer				Analys			Lak
				Färg	innehåll	lukt	Övrigt	pH,GR	Me	PAH	Sikt
ABP	1:41	0,5 - 0,7	le Mu	mörk							
ABP	1:41	0,7 - 1	sa Le	beige							
ABP	1:41	1 - 1,5		beige			skruvade tillbaka ngt- för hård lera				
APG	1:42	0 - 0,4	st Mu							PAH	
APG	1:42	0,4 - 0,5	Le								
ABP	1:43	0 - 0,2	le Mu	brun							
ABP	1:43	0,2 - 0,35	le sa Mu	brun						PAH	
ABP	1:43	0,35 - 0,5	sa Le	beige							
ABP	1:44	0 - 0,2	sa le Mu F	ljusbrun							
ABP	1:44	0,2 - 0,5	sa Le	beige, ngt svart	svarta prickar					PAH	
APG	1:45	0 - 0,3	le Mu	brun	lite glas och tegel			pH, GR	ME	PAH	
APG	1:45	0,3 - 0,5	Le	beige						PAH	
ABP	1:47	0,0 - 0,2	Mu	brun							
ABP	1:47	0,2 - 0,4	le Gr	svart	tegel					PAH	
ABP	1:47	0,5 - 0,7	gr Le	beige/brun			fuktigt				
ABP	1:47	0,7 - 0,9	Le	beige							
APG	1:57	0,4	berg	berg							
APG	1:57	0 - 0,4	Mu	brun						PAH	
ABP	1:61	0 - 0,25	le Sa	brun			stopp				
ABP	1:71	0 - 0,15	Mu	brun							
ABP	1:71	0,15 - 0,3	mu sa Le F	brun							
ABP	1:71	0,3 - 0,5	sa Le F	beige, svart	tegel			pH, GR	ME	PAH	
ABP	1:71	0,5 - 0,8	sa Le	beige			stopp				
ABP	1:76	0,0 - 0,2	Mu	ngt svart	lite kolbitar					PAH	
ABP	1:76	0,2 - 0,35	Mu	brun			sten stopp			PAH	
ABP	1:79	0,0 - 0,2	Mu	tegel							
ABP	1:79	0,2 - 0,4	le Mu	brun			stopp mot berg			PAH	
ABP	1:82	0 - 0,2	le Mu	brun			ej prov				
ABP	1:82	0,2 - 0,5	le Mu	brun/beige	tegel, svarta prickar			pH, GR	ME	PAH	
ABP	1:181	0 - 0,2	Mu	brun							
ABP	1:181	0,2 - 0,5	Mu	brun				pH, GR	ME	PAH	

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer				Analys			Lak
				Färg	innehåll	lukt	Övrigt	pH,GR	Me	PAH	Sikt
ABP	1:181	0,5 - 0,65	Le	orange			mycket smuts från ovanlager			PAH	
ABP	1:209	0 - 0,25	le Sa	röd, brun			stopp mot berg			PAH	
APG	1:309	0.5	berg								
APG	1:309	0 - 0,5	sa Mu F	brun	tegel					PAH	
APG	1:10a	0 - 0,2	Mu	svart							
APG	1:10a	0,2 -0,4	Mu F	svart	tegel, slagg					PAH	
APG	1:10a	0,4 - 0,7	Le	beige							
APG	1:10b	0 - 0,4	Mu F	Svart						PAH	
APG	1:10b	0,4 - 0,6	F	Svart, rost	slagg, tegel, rost			pH, GR	ME	PAH	
APG	1:10b	0,6 - 0,75	Le	beige						PAH	
APG	1:11a	0.7	St				ingen lukt				
APG	1:11a	0 - 0,2	Mu	brun							
APG	1:11a	0,2 - 0,7	gr st Sa								
APG	1:16a	0 - 0,15	gr st Mu	grå			Båtar, tidigare växthus				
APG	1:16a	0,15 - 0,3	St F	orange					ME	PAH	
APG	1:16a	0,3 - 0,7	Le F	svart/grå	tegel			pH, GR		PAH	
APG	1:16a	0,7 - 0,9	Le	beige							
APG	1:18a	0 - 0,4	Mu F	brun							
APG	1:18a	0,4 - 0,6	Sa gr	grå						PAH	
APG	1:18a	0,6 - 1	Le F	brun							
APG	1:18a	1 - 1,3	Gr F								
APG	1:18a	1,3					Gv-rör 1 m rör, 1 m filter, spets på 1,3 m u my, vatten på 1,2 m u my				
APG	1:18b	0 - 0,15	Mu	brun						PAH	
APG	1:18b	0,15 -0,4	Sa (fin)	beige							
APG	1:18b	0,4	berg	berg							
ABP	1:19a	0 - 0,15	sa Mu F	brun							
ABP	1:19a	0,15 - 0,35	gr sa Le	beige							
ABP	1:19b	0 - 0,2	sa Mu F	brun			stopp stopp berg				

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer				Analys			Lak
				Färg	innehåll	lukt	Övrigt	pH,GR	Me	PAH	Sikt
ABP	1:19c	0 – 0,2	sa Mu F	brun			ej prov				
ABP	1:19c	0,2 - 0,5	gr sa Le	beige, ngt svart,	ngt svart		stopp			PAH	
ABP	1:19d	0,0 – 0,15	Mu F	svart		luktade!	ej prov,				
ABP	1:19d	0,15 - 0,3	le Mu F	svart						PAH	
ABP	1:19d	0,3 - 0,5	sa Le	beige							
ABP	1:19d	0,5 - 1	(sa) Le	beige/grå						PAH	
ABP	1:19d	1 - 1,1	Sa	beige	ca 2 dm vatten		Gv-rör 1 m rör, 1 m filter, spets på 1,05 m u my, vatten på 0,8 m u my				
ABP	1:20a	0 - 0,2	sa Gr	brun							
ABP	1:20a	0,2 - 0,5	st le Sa F	brun, svarta stråk	ngt svart						PAH
ABP	1:20a	0,5 - 0,8	sa Le	beige							PAH
ABP	1:20b	0 - 0,2	le Mu	brun							
ABP	1:20b	0,2 - 0,5	sa mu Le	brun							PAH
ABP	1:20b	0,5 - 0,7	le Sa	beige			lite prov				
ABP	1:20c	0,2 - 0,5	le Sa F	röd brun ngt svart	ngt svart		stopp	pH, GR	ME	PAH	
ABP	1:20d	0,1 - 0,3	sa Mu F	brun							
ABP	1:20d	0,3 - 0,6	le sa Mu F	svart						PAH	
ABP	1:20d	0,6 - 0,9	sa Le	beige							
APG	1:210a	0 - 0,4	mu Gr F								PAH
APG	1:210a	0,4 - 0,8	Le								
APG	1:210a	0,8	Berg				stopp berg				
APG	1:210b	0 - 0,3	Mu	brun							
APG	1:210b	0,3 - 0,7	sa gr Le	beige							
APG	1:31a	0 - 0,2	Mu	brun			gräsmatta under vägnivå				
APG	1:31a	0,2 - 0,4	mu Le F							PAH	
APG	1:31a	0,4 - 0,5	Le	beige			stopp sten/berg				
APG	1:3a	0 - 0,35	Mu	brun							
APG	1:3a	0,35 - 0,4	Sa gr	beige							
APG	1:3b	0 - 0,15	Mu	brun	asfalt						

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer				Analys			Lak
				Färg	innehåll	lukt	Övrigt	pH,GR	Me	PAH	Sikt
APG	1:3b	0,15 - 0,5	gr Le	grå	tegel, grå tegelbitar			pH, GR	ME	PAH	
APG	1:3b	0,5 -0,7	Le	beige							
APG	1:46a	0 - 0,4	Mu	brun						PAH	
APG	1:46a	0,4 - 0,5	Le								
APG	1:69a	0,7	St								
APG	1:69a	0 - 0,3	Mu								
APG	1:69a	0,3 - 0,7	Sa	beige						PAH	
APG	1:69b	0 - 0,2	Mu	brun							
APG	1:69b	0,2 - 0,5	mu Le	svart							
APG	1:69b	0,5 - 0,8	Le	beige							
ABP	1:75a	0 - 0,25	le Mu	brun							
ABP	1:75b	0 - 0,25	le Mu	brun			ej prov				
ABP	1:75b	0,3 - 0,4	le Sa F	svart, röd brun						PAH	
ABP	1:75b	0,4 - 0,5	gr Sa	beige							
APG	1:78a	0 - 0,15	Mu	brun			gräsmatta				
APG	1:78a	0,15 - 0,35	F		tjära		stopp Berg	pH, GR	ME	PAH	
APG	1:78b	0 - 0,2	mu Le F	mörkgrå							
APG	1:78b	0,2 -0,6	mu Le F	brun							
APG	1:78b	0,6 - 0,7	Le								
APG	1:78c	0 - 0,2	Mu								
APG	1:78c	0,2 -0,4	Sa				block				
APG	1:78c	0,4 - 0,6	Mu	svart							
APG	1:78d	0 - 0,2	Mu	brun							
APG	1:78d	0,2 - 0,4	mu Bl F	ngt svart	Slagg					PAH	
APG	1:78e	0 - 0,2	Mu	brun							
APG	1:78e	0,2 - 0,3	Gr								
APG	1:78f	0 - 0,3	Mu								
APG	1:78f	0,3 - 0,6									
APG	1:78f	0,6 - 0,7	sa Le				stopp Berg				

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer				Analys			Lak
				Färg	innehåll	lukt	Övrigt	pH,GR	Me	PAH	Sikt
ABP	1:8a	0 - 0,2	le Mu F	svart			stort område med slagg, tegel och svart i ytan				
ABP	1:8a	0,2 - 0,5	Tegel	svart	kol		stopp			PAH	
ABP	1:8b	0,0 - 0,25	le Mu F	mörkbrun						PAH	
ABP	1:8b	0,25 - 0,35	sa Le	brun			stopp			PAH	
ABP	1:8c	0 - 0,2	le Mu	svart/brun							
ABP	1:8c	0,2 - 0,3	Le	svart	tegel	lukt?	lukt?	pH, GR	ME	PAH	
ABP	1:8c	0,3 - 0,5	le Sa F	beige							
ABP	1:8c	0,5 - 1	sa Le F	beige							
ABP	1:8c	1 - 1,35	le Sa	beige			vått, stopp. Gv- rör 1 m rör, 1 m filter, spets på 1,3 m u my, vatten på 1,2 m u my				
ABP	1:99a	0 - 0,2	sa le Mu F	svart, brun	tegel		svarta är blankt			PAH	
ABP	1:99a	0,2 - 0,3	sa Le	beige							
ABP	1:99b	0 - 0,2	sa le Mu F	svart, brun	tegel						
ABP	1:99b	0,2 - 0,5	sa Le	beige			stopp				
ABP	1:99c	0,0 - 0,2	sa le Mu F	brun			ej prov				
ABP	1:99c	0,2 - 0,4	mu le Sa F	brun svart	ngt svart					PAH	
ABP	1:99c	0,4 - 0,5	sa Le	beige							
ABP	1:99c	0,5 - 1	Le	beige							
ABP	1:99c	1 - 1,5	Le	beige						PAH	
ABP	1:99c	1,5 - 1,7	Le	beige			Gv-rör 1 m rör, 1 m filter, spets på 2,0 m u my, vatten på 1,7 m u my				

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer				Analys			Lak
				Färg	innehåll	lukt	Övrigt	pH,GR	Me	PAH	Sikt
ABP	1:9a	0 - 0,45	le sa Mu F	svart	tegel, slagg		mycket Växt	pH, GR	ME	PAH	
ABP	1:9a	0,45 - 0,6	le Sa	mörk, brunröd			ej prov för mycket inblandat från ovan				
ABP	1:9b	0 - 0,3	le sa Mu	mörk brun			stopp			PAH	
ABP	1:9c	0 - 0,3	le Mu	brun/svart						PAH	
ABP	1:9c	0,3 - 0,5	le Sa	beige			inblandat från ovan i prov				
ABP	1:9d	0 - 0,3	le Mu	mörk							
ABP	1:9d	0,3 - 0,45	le Sa	svart	tegel, ngt svart		rör			PAH	
ABP	1:9d	0,45 - 0,5	sa Le	beige						PAH	
ABP	1:9d	0,5 - 0,9	sa Le	beige			inblandat från ovan i prov				

Provtagare Åsa Fritioff, Claes Becker

Provtagning utfördes den 5-7/5 och 19, 20, 21/5 2014

AYG Ankarsrum ytligtsamlingsprov

Huvudord	Tilläggsord	Skikt/lager
F Fyllning		
Mu Mulljord/matjord	mu Mullhaltig	<u>mu</u> Mullskikt
Gr Grus	gr Grusig	<u>gr</u> Grusskikt
Gy Gyttja	gy Gyttjig	<u>gy</u> gyttjeskikt
Sa Sand	sa Sandig	<u>sa</u> Sandskikt
St Sten	st Stenig	<u>st</u> Stenskikt
Si Silt	si Siltig	<u>si</u> Siltskikt
LeMn Lermorän	le Lerig	<u>le</u> Lerskikt
Le Lera		
Mn Morän	() Något	

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer	Fältindikationer innehåll	antal stick	lukt	Analys PAH	Me, med Hg
AYG	1:2	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:3	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:4	0,0 – 0,3				30 prov		PAH	
AYG	1:5	0,0 – 0,4				30 prov		PAH	
AYG	1:6	0,0 – 0,5				30 prov		PAH	
AYG	1:7	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:8	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:9	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:10	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:11	0,0 – 0,2	mu Le	Gräs		30 prov	ingen lukt	PAH	
AYG	1:12	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:13	0,0 – 0,2	Mu			30 prov		PAH	
AYG	1:15	0,0 – 0,2	Mu	gräsmatta		30 prov		PAH	
AYG	1:16	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:17	0,0 – 0,2		Mossa, gräs, nära 1:19	svart	30 prov	oklar lukt	PAH	
AYG	1:18	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:19 A	0,0 – 0,2		Gräsmatta		30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:20	0,0 – 0,6				30 prov		PAH	
AYG	1:30	0,0 – 0,2	si Mu	mest gräs	brungrå	30 prov		PAH	
AYG	1:31	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:32 A	0,0 – 0,2	si Mu	mest gräs	brungrå/svart	30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:37	0,0 – 0,2	si Mu	sly, gräs, berg, grus	brungrå	30 prov		PAH	
AYG	1:41	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:42	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:43	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:44	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:45	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:46	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:47	0,0 – 0,2		Gräs, rabatter, något berg i dagen		30 prov		PAH	
AYG	1:50	0,0 – 0,2	si Mu	gräs, berg, grus	brungrå (svart i ett hörn)	30 prov		PAH	
AYG	1:57	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer	Fältindikationer innehåll	antal stick	lukt	Analys PAH	Me, med Hg
AYG	1:59	0,0 – 0,2	Mu	mest gräs, berg, grus	brungrå	30 prov	fuktigt	PAH	
AYG	1:60	0,0 – 0,2	si Mu	mest gräs, berg, grus	brungrå	5 prov	fuktigt	PAH	
AYG	1:61	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:65	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:67	0,0 – 0,2	si Mu	gräs, berg, grus	brun/grå	30 prov		PAH	
AYG	1:68	0,0 – 0,2	si Mu	gräs, berg, grus	brungrå, aska i landet i söder (Ny?)	30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:69	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:71	0,0 – 0,2	Mu	mest gräs	framsida brun/baksida mer svart	30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:75	0,0 – 0,2	Mu / sa Gr	mest gräs/grus	brun/grå	30 prov		PAH	
AYG	1:76	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:77	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:78	0,0 – 0,2	Mu / Sa	gräs/grus	brun/grå	30 prov		PAH	
AYG	1:79	0,0 – 0,2	gr sa le Mu F	gräs, troligen påförd jord mellan detta berg i dagen.	tegel svarta prickar	30 prov		PAH	
AYG	1:82	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:99	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:168	0,0 – 0,2	si Mu	gräs, berg, grus	brungrå	30 prov		PAH	
AYG	1:169	0,0 – 0,2	si Mu	gräs, berg, grus	brungrå	30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:181	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:191	0,0 – 0,2	si Mu	mest gräs	brungrå	30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:209	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:210	0,0 – 0,2				30 prov		PAH	
AYG	1:165 A	0,0 – 0,2	si Mu	gräs, berg, grus	brungrå/svart	30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:165 B	0,0 – 0,2	si Mu	gräs, berg, grus	brungrå/svart	30 prov		PAH	Me + Hg
AYG	1:19 B	0,0 – 0,2		uttogs vid rött träd	svart	5 prov	Tjärlukt	PAH	
AYG	1:32 B	0,0 – 0,2	si Mu	i potatislandet	svartgrå	5 prov		PAH	Me + Hg

Provtagare Åsa Fritioff, Claes Becker

Provtagning utfördes den 5-7/5 och 19, 20, 21/5 samt den 31/7 2014

AYG Ankarsrum ytligtsamlingsprov

Huvudord		Tilläggsord		Skikt/lager	
F	Fyllning				
Mu	Mulljord/matjord	mu	Mullhaltig	<u>mu</u>	Mullskikt
Gr	Grus	gr	Grusig	<u>gr</u>	Grusskikt
Gy	Gyttja	gy	Gyttjig	<u>gy</u>	gyttjeskikt
Sa	Sand	sa	Sandig	<u>sa</u>	Sandskikt
St	Sten	st	Stenig	<u>st</u>	Stenskikt
Si	Silt	si	Siltig	<u>si</u>	Siltskikt
LeMn	Lermorän	le	Lerig	<u>le</u>	Lerskikt
Le	Lera				
Mn	Morän	()	Något		

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Område	TS %	GF %	pH	PAH-L mg/kg TS	PAH-M mg/kg TS	PAH-H mg/kg TS	TS %	Hg mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Pb mg/kg TS	As mg/kg TS	Ba mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS	
AYG	1:19 B	0,0 – 0,2	a	72.8			510	620	220													
AYG	1:19 A	0,0 – 0,2	b	79.9			11	59	59	84.1	0.21	0.416	40.4	2.8	115	6.72	13.8	19	7.92	21.1	165	
AYG	1:20	0,0 – 0,6	b	74.1			0.075	0.78	1.3													
AYG	1:31	0,0 – 0,2	b	77.9			1.2	8.3	10													
AYG	1:78	0,0 – 0,2	b	84			2.5	7.1	11													
AYG	1:2	0,0 – 0,2	c	77			0.075	0.125	0.12													
AYG	1:3	0,0 – 0,2	c	77.2	10.5	6.7	0.33	1.5	1.8	76	0.267	0.394	68.9	4.16	137	5.25	11.4	22.4	7.35	20	364	
AYG	1:4	0,0 – 0,3	c	73.4			0.075	1.2	1.5													
AYG	1:5	0,0 – 0,4	c	71.6			0.075	2	2.4	73.4	0.106	0.262	28.3	2.77	95.8	6.03	11.3	17.7	6.52	19.3	158	
AYG	1:6	0,0 – 0,5	c	75.4			0.075	1.1	1.5													
AYG	1:7	0,0 – 0,2	c	76			0.12	1.8	2.8													
AYG	1:8	0,0 – 0,2	c	73	16	7.2	0.48	2.7	3	73.5	0.231	0.538	81.9	4.35	190	6.79	10.2	39	7.45	18.3	327	
AYG	1:9	0,0 – 0,2	c	68.2			0.61	5.2	5.5	70.4	0.329	0.737	103	5.73	225	5.59	14.3	45.5	9.14	19.1	455	
AYG	1:10	0,0 – 0,2	c	68.4			0.35	2.5	2.5	70.2	0.333	0.64	84.3	5.86	273	7.31	16.3	51.9	9.38	24.5	481	
AYG	1:11	0,0 – 0,2	c	84.5			0.075	2	2.4													
AYG	1:12	0,0 – 0,2	c	78.9			0.24	1.7	2.5													
AYG	1:13	0,0 – 0,2	c	81.7			0.075	1.1	1.5													
AYG	1:15	0,0 – 0,2	c	79.4			0.45	5.3	5.8	78	0.117	0.393	57.9	3.46	140	9.64	18.8	25.7	11	28.3	168	
AYG	1:16	0,0 – 0,2	c	75	14.2	7.4	0.075	1.1	2.4													
AYG	1:17	0,0 – 0,2	c	80.4			0.83	5.2	6.9													
AYG	1:18	0,0 – 0,2	c	71.7			0.33	2.7	4.3	74.1	0.119	0.845	91.9	4.68	236	6.18	17.3	42.2	9.2	21.1	434	
AYG	1:30	0,0 – 0,2	c	82.2			0.075	1.9	2.7													
AYG	1:32 A	0,0 – 0,2	c	79.6			0.66	16	6.7	80	0.048	0.474	47.3	3.53	144	7.4	15.8	26.3	11.5	23.8	321	
AYG	1:32 B	0,0 – 0,2	c	82.9			0.12	0.44	0.36	82	0.02	0.266	28.2	2.66	96	4.67	10.6	23.9	8.07	16.5	174	
AYG	1:37	0,0 – 0,2	c	83.4			0.075	0.97	0.91													
AYG	1:41	0,0 – 0,2	c	69.7			0.075	1.1	1.4													
AYG	1:42	0,0 – 0,2	c	82			0.075	0.46	0.81													
AYG	1:43	0,0 – 0,2	c	76.6			0.075	0.8	1.1													
AYG	1:44	0,0 – 0,2	c	77.3			0.2	0.91	1.5													
AYG	1:45	0,0 – 0,2	c	71.3			0.13	0.71	1.2	75.6	0.264	0.367	54.4	3.09	151	8.73	14.8	31	9.41	25.2	260	
AYG	1:46	0,0 – 0,2	c	75.9			0.18	1.2	1.7													
AYG	1:47	0,0 – 0,2	c	83.8			0.3	2	2.8	84	0.0729	0.279	51.2	3.58	140	5.48	13.6	33	9	21.6	222	
AYG	1:50	0,0 – 0,2	c	81.8			0.11	0.45	0.34													
AYG	1:57	0,0 – 0,2	c	76.1			0.15	1	1.7													
AYG	1:59	0,0 – 0,2	c	79.3			0.075	0.4	0.47													
AYG	1:60	0,0 – 0,2	c	69.1			0.075	0.7	0.79													
AYG	1:61	0,0 – 0,2	c	71.1			0.14	0.61	0.69													
AYG	1:65	0,0 – 0,2	c	78.9			0.075	0.79	1.2													
AYG	1:67	0,0 – 0,2	c	81.4			0.075	0.46	0.42													
AYG	1:68	0,0 – 0,2	c	78			0.075	3.1	3.2													
AYG	1:69	0,0 – 0,2	c	82.5			0.075	0.13	0.27													
AYG	1:71	0,0 – 0,2	c	77	14.7	7.3	0.45	1.7	1.9	78.6	0.11	0.487	54.6	6.26	145	6.97	15.2	89.5	10.8	21.6	401	
AYG	1:75	0,0 – 0,2	c	78.1			0.3	1.2	1.6													
AYG	1:76	0,0 – 0,2	c	84.1	6.1	7.3	0.1	0.86	1.3													
AYG	1:77	0,0 – 0,2	c	78			0.075	0.26	0.44													
AYG	1:79	0,0 – 0,2	c	79.9			0.075	1.9	1.9													
AYG	1:82	0,0 – 0,2	c	73.2			0.075	0.29	0.45	72.9	0.176	0.48	63.7	5.55	181	6.94	18.5	29.1	11.5	29.9	305	
AYG	1:99	0,0 – 0,2	c	73.4			0.075	0.69	1.1													
AYG	1:165 A	0,0 – 0,2	c	83.1			0.15	0.56	0.86	84	0.0405	0.305	22.2	5.14	72.9	4.56	9.81	33.2	18.1	15.4	128	
AYG	1:165 B	0,0 – 0,2	c	79.3			0.15	0.87	1.6	81	0.0914	0.347	30.6	5.04	94.1	5	9.77	47.2	15	14.6	171	
AYG	1:168	0,0 – 0,2	c	84.5			0.075	0.95	0.54	80	0.0919	0.625	99	3.91	166	5.4	8.65	22.3	7.48	19.7	240	
AYG	1:169	0,0 – 0,2	c	83.6			0.075	0.34	0.51	83	0.0484	0.346	35.3	4.95	128	6.07	9.18	29	7.02	19.8	243	
AYG	1:181	0,0 – 0,2	c	76.6			0.27	3.7	5.3	75.5	0.68	1.03	87.7	6.82	214	6.01	12.8	40.9	7.78	21.2	525	
AYG	1:191	0,0 – 0,2	c	75.9			0.075	1.2	1.6	78	0.0901	0.414	37.4	2.52	134	5.03	14	20	10.5	19.3	229	
AYG	1:209	0,0 – 0,2	c	69.2			0.075	0.49	0.46													
AYG	1:210	0,0 – 0,2	c	74.3			0.075	0.58	1.2	74.3	0.214	0.764	61.5	5.02	240	9.02	16.7	31.2	12.8	27.9	565	

ELEMENT SAMPLE	TS %	PAH-L mg/kg TS	PAH-M mg/kg TS	PAH-H mg/kg TS
Område A				
Min	68	1800	1600	310
Max	70	6800	3600	520
Medel	69	4300	2600	415
Median	69	4300	2600	415
Std av	1	3536	1414	148
Antal	2	2	2	2
UCLM95		15197	6959	873
Område B				
Min	71	0.08	0.25	0.25
Max	94	8.2	21	50
Medel	84	2.3	6.2	12.4
Median	84	1.3	3.2	7.0
Std av	7	2.9	7.5	18
Antal	7	7	7	7
UCLM95		7.1	19	41
Område C				
Min	56	0.08	0.11	0.07
Max	95	1.9	7.0	8.4
Medel	80	0.35	1.6	1.5
Median	82	0.16	0.80	1.1
Std av	8	0.45	1.8	1.7
Antal	37	37	37	37
UCLM95		0.7	2.9	2.7
Område N				
Min	76	0.08	0.13	0.06
Max	95	0.56	0.40	0.99
Medel	83	0.12	0.27	0.34
Median	82	0.08	0.25	0.25
Std av	6	0.13	0.06	0.26
Antal	15	15	15	15
UCLM95		0.26	0.33	0.63

	pH	TOC	TS_105°C %	Hg mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Pb mg/kg TS	As mg/kg TS	Ba mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
Område C														
Min	5.0	2.8	54	0.20	0.10	20	1.6	53	1.3	3.0	12	2.5	5.2	46
Max	8.1	27.7	86	0.88	1.23	639	9.3	395	24	45	245	34	62	554
Medel		8.3	76	0.32	0.43	120	4.5	177	9.8	21	42	13	31	198
Median		5.6	79	0.20	0.39	47	3.9	180	9.2	19	28	12	29	165
Std av		7.7	9	0.23	0.32	202	2.0	92	5.3	11	56	8.3	15	137
Antal		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
UCLM95				0.57	0.78	340	6.7	277	15	33	103	23	47	348

	TS_105°C %	glödförlust % av TS	pH	PAH-L mg/kg TS	PAH-M mg/kg TS	PAH-H mg/kg TS
Område A						
Halt	72.8			510	620	220
Antal	1			1	1	1
Område B						
Min	74			0.1	0.8	1.3
Max	84			11	59	59
Medel	79			3.7	19	20
Median	79			1.9	7.7	11
Std av	4			5.0	27	26
Antal	4			4	4	4
UCLM95				15	78	77
Område C						
Min	68	6	6.7	0.08	0.1	0.1
Max	85	16	7.4	0.83	16.0	6.9
Medel	77	12		0.18	1.7	1.9
Median	77	14		0.08	1.1	1.5
Std av	5	4		0.17	2.4	1.6
Antal	51	5	5.0	51	51	51
UCLM95				0.29	3.2	2.9

	TS_105°C %	Hg mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Pb mg/kg TS	As mg/kg TS	Ba mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
Min	70.20	0.02	0.26	22	2.5	73	4.6	8.7	18	6.5	15	128
Max	84.10	0.68	1.03	103	6.8	273	9.6	19	90	18	30	565
Medel	77.52	0.17	0.50	59	4.4	158	6.4	13	34	9.9	21	302
Median	78.00	0.12	0.42	55	4.4	144	6.1	14	31	9.2	21	260
Std av	4.41	0.15	0.21	25	1.3	54	1.4	3.1	16	2.8	4.1	132
Antal	21.00	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
UCLM95	81.71	0.32	0.69	82	5.6	210	7.8	16	49	13	25	427

Bilaga 7 – Hälsorisker Åtgärdsbehov

1. Syfte och bakgrund

I Bilaga 6 är resultatet från genomförd provtagning och analys av jord sammanställt. Inom flera delområden har föroreningar påträffats med halter vilka kan innebära oacceptabla risker för människors hälsa eller miljö. Riskbedömningen (Bilaga 6) belyser vilka föroreningar och vilka delområden där halter skulle kunna förorsaka oacceptabla risker. I föreliggande bilaga diskuteras riskerna mer ingående för de ämnen där risker noterats med avseende på människors hälsa. Fokus ligger på PAH-H samt metallerna kvicksilver, kadmium, och bly. För dessa ämnen görs en fördjupad exponeringsbedömning. Syftet med denna bedömning har främst varit att identifiera det relativa bidraget av olika exponeringsvägar till föroreningsexponeringen inom undersökningsområdet i Ankarsrum. Utifrån resultatet kan utläsas hur och vilka exponeringsvägar som kan minskas eller brytas för att minska hälsoriskerna.

2. Risker och karaktär hos potentiellt förekommande föroreningar

2.1 Tungmetaller

I gjutsand och askrester från bruket kan höga halter av metallföroreningar påträffas. I ett flerårsperspektiv kan en omfattande urlakning av metaller ske via nederbörd. För dessa metaller riskerar människor generellt att exponeras via följande exponeringsvägar: hudkontakt, intag av jord, intag av dricksvatten, inandning av damm, intag av växter samt för kvicksilver inandning av ånga.

Bly (Pb)

Blyexponering kan ske från ett flertal andra källor än förorenad mark till t.ex. keramik, färger, industriella utsläpp mm (Arbets- och miljömedicin, 2012). Bly kan tas upp både via inandning och oralt intag. Oacceptabel blyexponering kan leda till skador på nervsystemet, njurskador, fosterskador, förhöjt blodtryck, det är troligen cancerframkallande, m.m.

Riktvärdet för tolerabelt intag av bly för barn och gravida är 0,5 µg/kg kroppsvikt/dag enligt den europeiska livsmedelsmyndigheten, för att undvika påverkan på barns intellektuella utveckling.

Halten bly i blod har sjunkit sedan bly i bensin förbjöds, från ca 50 µg/l 1980 till cirka 13 µg/l 2007 (Strömberg et al, 2008, Stroh et al, 2007). Halten bly i blod

har kontrollerats hos barn i Falun, där bakgrundshalten av bly är kraftigt förhöjd jämfört mot övriga Sverige. Trots mycket höga halter bly i marken påvisades endast obetydligt högre halter av bly i barnens blod i Falun (Sahlgrenska Universitetssjukhuset, 2010).

Kadmium (Cd)

Exponering för kadmium sker främst från kost och rökning. Rökare har generellt en betydligt större mängd kadmium i kroppen än icke rökare. Rökning och exponering för kadmium via föda har synergistisk effekt, d.v.s. vid samtidig exponering är effekten större än den man skulle förvänta sig från att addera effekterna till varandra. En viktig källa för kadmium är de gödningsmedel som sprids på våra åkrar. Hälsoriskerna med kadmium innefattar en påverkan på skelettet och kan medföra benskörhet, njurpåverkan, vidare är det är cancerframkallande. Riktvärdet för tolerabelt dagligt intag av kadmium är 0,025 mg för en vuxen på 70 kg och 0,007 mg för ett barn på 20 kg. Medianintaget för vuxna är 0,010 mg/dag för en vuxen.

Kvicksilver (Hg)

Kvicksilver är en metall vilken befolkningen främst exponeras för genom amalgamlagningar i tänderna. Kvicksilver kan dock även förekomma i mat och vatten. Det finns två typer av kvicksilver, organiskt och oorganiskt, som tas upp i olika grad av kroppen. Organiskt kvicksilver är mer biotillgängligt och tas lättare upp av kroppen än oorganiskt kvicksilver.

Exponering för oorganiskt kvicksilver ökar risken för t.ex., njurskador, kontakteksem och skador på centrala nervsystemet. Exponering för organiskt kvicksilver ökar risken för skador på nervsystemet men även för fosterskador och hjärtinfarkt.

National Research Council (NRC) rekommenderar ett högsta intag på 0,01 µg/kg/dag för organiskt kvicksilver.

Som beskrivits i Bilaga 6 skulle kvicksilver kunna utgöra en oacceptabel risk främst via exponeringsvägen inandning av ånga. Detta skulle utgöra ett problem om kvicksilver i marken som ånga tränger in i byggnader. Dock bedömer Ramböll att riskerna för ånginträning är små dels utgående från mätningarna av de flyktiga PAH-M som visade på låga nivåer, dels beroende på husens byggt teknik (källare eller krypgrund). Dessa olika grundbyggnader gör sannolikt att eventuella föroreningar ej ligger kvar under huset (källare) eller att eventuella föroreningar ventileras bort (krypgrund) (Bilaga 6).

2.2

Polyaromatiska kolväten (PAH-ämnen)

PAH-föreningar bildas vid förbränning, om syretillförseln är otillräcklig. Sammantaget utgörs de av mer än 200 olika substanser som bildas vid upphettning av organiska ämnen (matlagning, bilavgaser, öppenspis) (SLV, 2014).

PAH molekylerna är uppbyggda av två eller fler sammanbundna aromatiska ringar vilka i sin tur är uppbyggda av kol och väte. Den minsta PAH molekylen är naftalen, som består av två bensenringar.

Livsmedel, inklusive dricksvatten, samt luftföroreningar utgör de kvantitativt väsentligaste källorna för PAH-intag hos icke-rökande människa (tobaksrök innehåller höga koncentrationer av PAH). Normalt finns endast försumbara kvantiteter PAH i dricksvatten. Generellt är PAH-exponeringen störst via livsmedel (ca 10 ggr större än exponeringen via luft). I Sverige beräknas medelkonsumtionen av bens(a)pyren (en specifik PAH molekyl vilken ingår i gruppen tyngre PAH (PAH-H)) vara omkring 0,3 µg/person och dag. (Arbets- och miljömedicin, 2012).

De olika PAH substanserna har olika egenskaper. Den akuta giftigheten av PAH är vanligen låg till måttlig. Över en längre tid verkar dock flera PAH troligen carcinogent, immunotoxiskt, hormonstörande och kan utöva giftverkan på lever och njure.

PAH molekyler är inte speciellt vattenlösliga. Ju tyngre PAH-molekyler ju mindre benägna är de att lösas i vatten, dessa molekyler är istället vanligen bundna till partiklar. PAH-molekyler har därför inte generellt någon stor mobilitet i grundvatten från ett förorenat markområde. För tunga PAH-föreningar anses intag av växter vara den mest väsentliga exponeringsvägen till människa. För medeltunga molekyler är inandning av ånga den mest betydelsefulla exponeringsvägen till människa. För lätta PAH-molekyler styrs det generella riktvärdet med avseende på skydd av markmiljö.

3. Exponeringsvägar

Enligt Naturvårdsverket finns det sex olika exponeringsvägar som man bör ta hänsyn till vid hälsoriskbedömningar av förorenad mark: 1) Intag via jord, 2) hudupptag, 3) inandning av ångor, 4) inandning av damm, 5) intag via dricksvatten och 6) intag via växter (Naturvårdsverket, 2009).

För kvicksilver och kadmium är intag via växter den styrande exponeringsvägen. För bly är det främst intag av jord, samt intag av växter. PAH-H styrs främst av intag växt samt intag jord men till viss del hudkontakt och inandning damm.

För kvicksilver är intagsvägen ånga den mest styrande, det är dock i byggnader som den exponeringsvägen främst innebär risker. Bedömningen har gjorts att byggnadernas grunder i aktuellt område är så ventilerade att risken är liten. Därför riktar denna bilaga in sig på utomhusmiljön.

Exponeringsvägen via dricksvatten har exkluderats i denna bedömning då befintliga brunnar ej används för dricksvattenuttag samt att området har kommunalt vatten.

4. Exponeringsbedömning

Ett antal olika exponeringsscenarioer beräknades för styrande exponeringsvägar för olika ämnen. För varje ämne beräknades exponeringen dels för kvinnor (70 kg) samt barn (20 kg), då dessa är extra känsliga grupper. I beräkningarna har bakgrundsdata hämtats från Naturvårdsverket (2009) samt uträkningar från Arbets- och miljömedicin (2012). Beräkningar gjordes utgående från maxhalter för de olika delområdena eftersom man då tar hänsyn till exponering på den mest förorenade fastigheten (Tabell 1). Ingående parametrar i uträkningar ges i Tabell 2. För att jämföra den dagliga exponeringen av föroreningar har litteraturvärden för normal daglig exponering (medalexponering) använts. Denna exponering avser således vad man i Sverige i medeltal exponeras av från samtliga föroreningskällor.

Tabell 1. Maxhalter av kadmium, bly, kvicksilver, samt PAH-H från Område B, C, och hela undersökningsområdet.

Ämne	Delområde	Maxhalt (mg/kg TS)
Kadmium	Hela	1,23
Bly	Hela	639
PAH-H	B	8,4
PAH-H	C	59

Tabell 2. Ingående parametrar för uträkningar av olika exponeringsvägar för föroreningar i olika delområden i Ankarsrum.

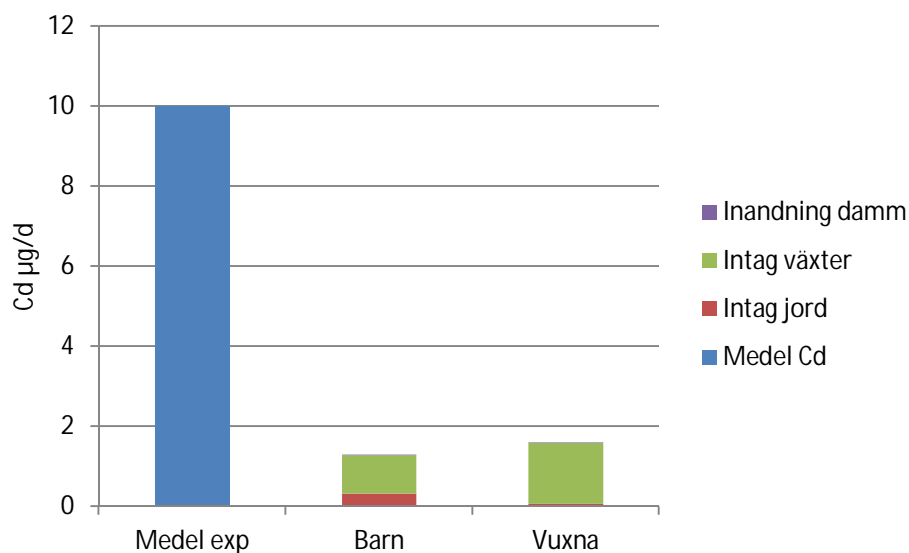
Exponeringsväg	Storlek
Hudexponering	
Hudyta	0,5 m ²
Ytexponering	2000 mg/m ²
Exponeringstid	120 d
Hudupptag	13%
Intag jord	
Exponeringstid	365 d
Mängd jord exp (barn) (120 mg/d + 10 x 5 g)	257 mg/d
Mängd jord exp (vuxna)	50 mg/d
Exponering växt	
Intag växt barn	250 g/d
Intag växt (vuxna)	400 g/d
Andel hemodling	10%

Biokonc.faktor PAH-H	0,0031
Biokonc.faktor Pb	0,0016
Biokonc.faktor Cd	0,031
Inandning damm	
Partiklar utomhus	0,01 mg/m ³
Andel från förorenat område	0,5
Anrikning	5 ggr
Andning barn	7,6 m ³ /d
Andning vuxna	20 m ³ /d

4.1

Kadmiumexponering (Cd)

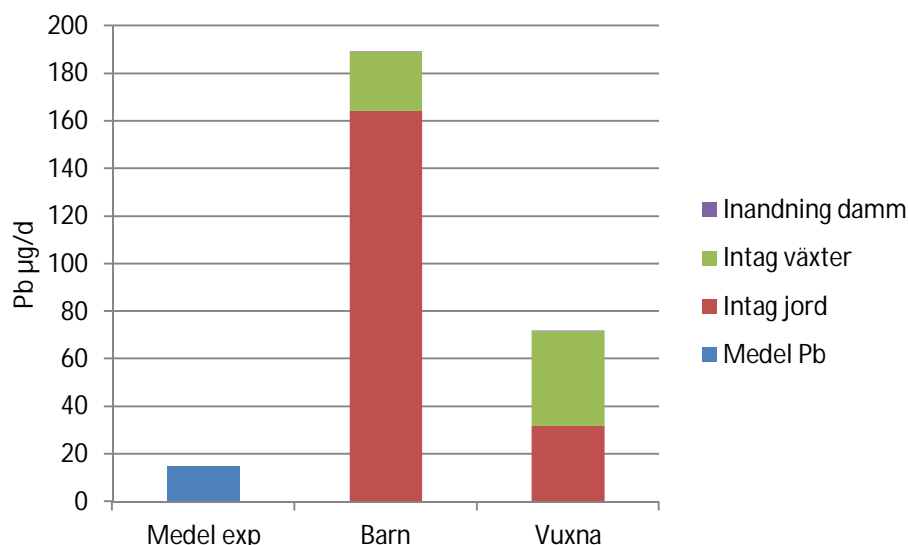
I Sverige bedöms vuxna ha ett medelintag på ca 10 µg kadmium per dag (Livsmedelsverket, 2014). Utifrån den högsta uppmätta halten vid undersökningen i Ankarsrum är det tydligt att den beräknade exponeringen från marken i undersökningsområdet väl underskrider det dagliga medelintaget i Sverige (Figur 1). Av exponeringsvägarna från markföroreningar är den väsentligaste intag av växter (Figur 1).



Figur 1. Exponering av kadmium (utifrån maxhalter i jord) från undersökningsområdet i Ankarsrum.

4.2 Blyexponering (Pb)

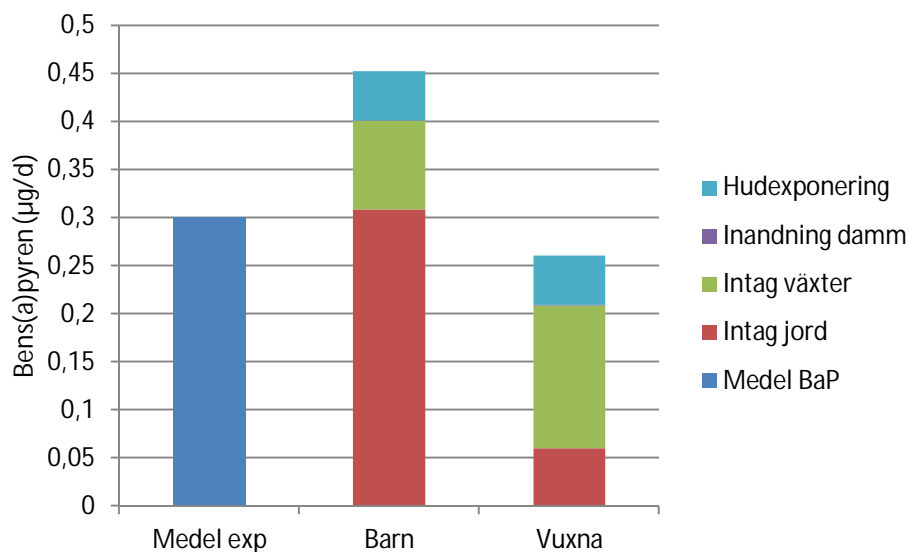
I Sverige är det dagliga intaget av bly i medeltal ca 15-20 µg/d hos vuxna, för barn är det något lägre (Sahlgrenska Universitetssjukhuset, 2011). Den beräknade exponeringen (uträknad utifrån maxhalter) i Ankarsrum överskrider det dagliga beräknade intaget medelintaget av bly (ca 13 ggr med avseende på barn) (Figur 2). De största exponeringsvägarna är intag jord och intag växt.



Figur 2. Exponering av bly (utifrån maxhalter i jord) från hela undersökningsområdet i Ankarsrum.

4.3 PAH-H exponering – område C

I Sverige bedöms att medelxponeringen av bens(a)pyren (en specifik PAH-molekyl som utgör ca 1/7 av halten PAH-H) uppgår till 0,3 µg/d och person (Arbets- och miljömedicin, 2012). För område C innebär maxhalterna på området att barn riskerar att exponeras för ca 1,5 gång det dagliga medelintaget från markföroreningar på platsen (figur 3). Vuxna riskerar att exponeras för nivåer strax under medelxponeringen från markföroreningar på platsen (Figur 3). Exponeringsvägarna intag jord och intag växt utgör de största problemen med PAH-H. Barn exponeras i större utsträckning av intag av jord medan den främsta exponeringsvägen för vuxna är intag av växter. Detta beror på att man räknar med att barn stoppar större mängder förorenad jord i munnen än vad vuxna gör. Omvänt har vuxna har ett större intag av grönsaker, varav en viss andel bedöms vara hemodlade grönsaker. Även hudexponering för PAH förorenad jord bedöms innebära ett relativt stort upptag.

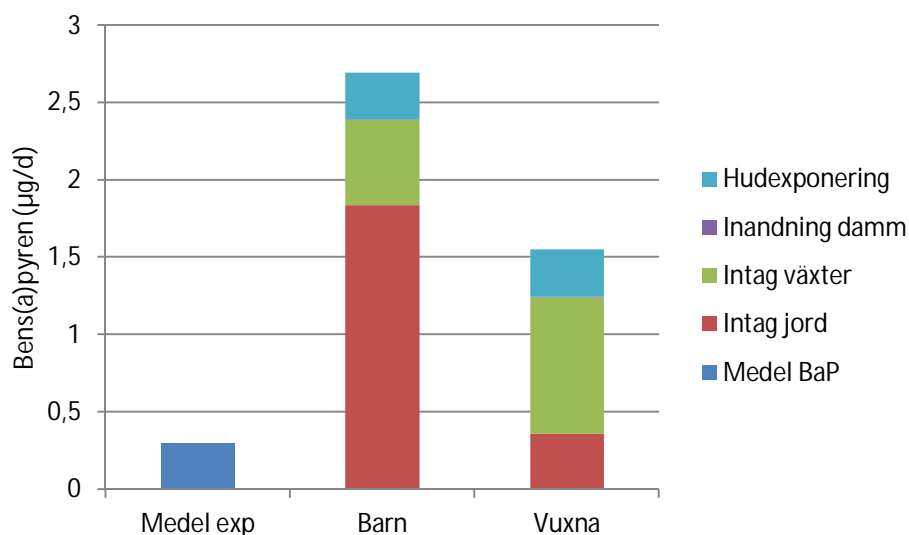


Figur 3. Exponering av bens(a)pyren (utifrån maxhalter i jord) från delområde C i Ankarsrum.

4.4

PAH-H exponering – område B

Medelxponeringen, som ovan, av bens(a)pyren bedöms uppgå till 0,3 µg/d (Arbets- och miljömedicin, 2012). För område B innebär maxhalterna på området att barn och vuxna riskerar att exponeras för bens(a)pyren ca 5 respektive 9 gånger mer än den dagliga medelxponeringen (Figur 4). Exponeringen är fördelad på samma sätt som i diskussionen ovan med avseende på område C (Figur 3). För barn bedöms exponeringen via intag jord vara störst medan vuxna mestadels exponeras via intag växter (Figur 4).



Figur 4. Exponering av bens(a)pyren (utifrån maxhalter i jord) från delområde B i Ankarsrum.

5. Diskussion av exponeringsvägar

För att en förorening ska utgöra en hälsorisk måste det dels finnas en förorening, dels måste människorna komma i kontakt med föroreningen. Om det inte sker någon kontakt mellan människa och förorening, dvs ingen exponering, så kan även höga halter i närområdet betraktas som ofarliga. För de föroreningar som kan utgöra en oacceptabel risk med avseende på hälsa i undersökningsområdet i Ankarsrum är det att några av exponeringsvägarna som innebär störst risk för exponering. Genom att i första hand minimera barns intag av jord, på de fastigheter med högst föroreningshalter, reduceras exponeringen kraftigt. Även minimering av mängden intagna växter som odlats på tomterna en minimering av intag av jord för vuxna samt av hudexponering för förorenad jord skulle ha en betydande effekt på risken att exponeras av föroreningar på fastigheter med förhöjda halter.

Praktiskt kan exponeringen för föroreningar minskas genom att:

- se till att inte öppen jord är tillgänglig för små barn som stoppar saker i munnen. Ej odlade ytor kan besås med gräs eller annan perenn marktäckande växt.
- noggrant skölja odlade rotsaker, grönsaker och frukter.
- på de fastigheter där högst halter påträffats föreslås att jord i trädgårdsland för odling av ätliga växter bytas ut.
- Under större grävarbeten kan exponeringen minskas genom att man använder heltäckande kläder, handskar mm.

6. Referenser

Arbets- och miljömedicin, 2012, Miljömedicinsk bedömning angående förorenad mark på koloniområde i kv. Tuppen, Helsingborg, 2012-09-17.

Livsmedelsverket, 2014, <http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Metaller/Kadmium/Kadmium---fordjupning/>

Naturvårdsverket, 2009. Riktvärden för förorenad mark - Modellbeskrivning och vägledning, Rapport 5976.

Naturvårdsverket, 2009b. Riktvärden för förorenad mark, Beräkningsprogram som xls, version 1.00. www.naturvardsverket.se

Sahlgrenska Universitetssjukhuset, 2011, Miljömedicinsk bedömning av kontaminerad mark i Bengtsfors.

Sahlgrenska Universitetssjukhuset, 2010, Miljömedicinsk bedömning av blykontaminerad mark i Nol.

SPI, 2010, SPI rekommendation Efterbehandling av förorenade bensinsationer och dieselanläggningar.

Strömberg U, Lundh T, Skevfving S. 2008, Yearly measurements of blood lead in Swedish children since 1978: the declining trend continues in the petrol-lead-free period 1995-2007. Environ Res 2008; 107:332-335.

Stroh E, Lundh T, Oudin A, Strömberg U, Skevfving S. 2008, Geographical patterns in blood lead in relation to industrial emissions and traffic in Swedish children, 1978-2007.

Exempelberäkning	Alternativ 1 - A	Alternativ 1 - B	Alternativ 1 - C	
Aktivitet	Schakt av massor innehållande föroreningar	Schakt av massor innehållande föroreningar	Schakt av massor innehållande föroreningar	Enhet
	Egenskapsområde A	Egenskapsområde B	Egenskapsområde C	
Areal på fastigheten	100	7500	200000	m2
A-kostnad etablering kr/m2	40	40	40	SEK/m3
Totalkostnad etablering	40000	120000	120000	
Förorenad andel av området	1	1	0,5	m2
Kontaminerat medeldjup	1	0,3	0,3	m
kontaminerad volym	100	2250	30000	
Kontaminerad massa	180	4050	54000	ton
A-pris schaktkostnad grävmaskin	75	75	75	SEK/m3
Total schaktkostnad	7500	168750	2250000	SEK
A-kostnad tranport av förorenade massor	75	75	75	SEK/ton
Total transportkostnad av förorenade massor	13500	303750	4050000	SEK
A-kostnad transport av rena massor	100	100	100	SEK/ton
Total transportkostnad av rena massor	18000	405000	5400000	SEK
A-kostnad rena massor, inköp	85	85	85	SEK/ton
Totalkostnad rena massor	15300	344250	4590000	SEK
A-kostnad maskin för återställning	40	40	40	SEK/m3
Total maskinkostnad för återställning	4000	90000	1200000	SEK
A-kostnad mottagning per m3	300	150	150	SEK/ton
Totalkostnad mottagning	54000	607500	8100000	
Finns ytskikt som ska återställas? Ja=1; Nej	0	0	0	
A-pris återställning strövområde SEK/m2	0	0	0	SEK/m2
Totalkostnad återställning strövområde	0	0	0	
Projektering	50000	50000	50000	SEK
Saneringsanmälan inkl förslag på åtgärds mål	30000	30000	30000	SEK
Miljökontroll och analys (inkl etablering)	10800	243000	3240000	SEK
Slutrapport	50000	50000	50000	SEK
Länshållning av nederbörd mm 3 lit/sek 12 h/dygn	0	0	0	SEK
Totalkostnad exkl. arbetsledning	293100	2412250	29080000	SEK
Kostnad arbetsledning, % av övr. totalkostnad	0	0	0	%
Kostnad arbetsledning SEK	26379	217103	2617200	SEK
Slutlig totalkostnad inkl. arbetsledning	319479	2629353	31697200	SEK
Summa egenskapsområde A, B, C			34 646 032	SEK

Exempelberäkning	Alternativ 1 - A	Alternativ 1 - B	Alternativ 1 - C	
Aktivitet	Schakt av massor i område A och B samt i trädgårdsland med halter	Schakt av massor i område A och B samt i trädgårdsland med halter	Schakt av massor i område A och B samt i trädgårdsland med halter	Enhet
	Egenskapsområde A	Egenskapsområde B	Egenskapsområde C	
Areal på fastigheten	100	7500	5500	m2
A-kostnad etablering kr/m2	40	40	40	SEK/m3
Totalkostnad etablering	40000	120000	120000	
Förorenad andel av området	1	1	1	m2
Kontaminerat medeldjup	1	0,3	0,4	m
kontaminerad volym	100	2250	2200	
Kontaminerad massa	180	4050	3960	ton
A-pris schaktkostnad grävmaskin	75	75	75	SEK/m3
Total schaktkostnad	7500	168750	165000	SEK
A-kostnad tranport av förorenade massor	75	75	75	SEK/ton
Total transportkostnad av förorenade massor	13500	303750	297000	SEK
A-kostnad transport av rena massor	100	100	100	SEK/ton
Total transportkostnad av rena massor	18000	405000	396000	SEK
A-kostnad rena massor, inköp	85	85	85	SEK/ton
Totalkostnad rena massor	15300	344250	336600	SEK
A-kostnad maskin för återställning	40	40	40	SEK/m3
Total maskinkostnad för återställning	4000	90000	88000	SEK
A-kostnad mottagning per m3	300	150	150	SEK/ton
Totalkostnad mottagning	54000	607500	594000	
Finns ytskikt som ska återställas? Ja=1; Nej	0	0	0	
A-pris återställning strövområde SEK/m2	0	0	0	SEK/m2
Totalkostnad återställning strövområde	0	0	0	
Projektering	50000	50000	50000	SEK
Saneringsanmälan inkl förslag på åtgärds mål	30000	30000	30000	SEK
Miljökontroll och analys (inkl etablering)	10800	243000	237600	SEK
Slutrapport	50000	50000	50000	SEK
Länshållning av nederbörd mm 3 lit/sek 12 h/dygn	0	0	0	SEK
Totalkostnad exkl. arbetsledning	293100	2412250	2364200	SEK
Kostnad arbetsledning, % av övr. totalkostnad	0	0	0	%
Kostnad arbetsledning SEK	26379	217103	212778	SEK
Slutlig totalkostnad inkl. arbetsledning	319479	2629353	2576978	SEK
Summa egenskapsområde A, B, C			5 525 810	SEK

Bilaga 9 – Jordprover bakgrundhalter

1 Jordprover

1.1 Syfte och bakgrund

Syftet med att utta jordprover på en obebyggd fastighet samt på 7 fastigheter i övriga Ankarsrum var att få en bild av föroreningsituation i Ankarsrum generellt. Sju prover bedöms ge ett bra underlag för bedömning av osäkerheter, beräkning av statistik. I föreliggande bilaga beskrivs metoden, resultat från genomförd undersökning och riskbedömning.

1.1 Provtagning i jord

Samlingsprover

De ytliga samlingsproverna uttogs inom sju delar av Ankarsrum. Inom var del slumpades en fastighet ut för provtagning. Vid ytprovtagningen togs jordprover för nivån 0-0,15 m. 30 stick per fastighet togs och slogs ihop till ett samlingsprov i fält. Totalt uttogs 7 st samlingsprover från bebyggda fastigheter i Ankarsrum, samt en obebyggd fastighet. (Karta 6).

Jordproverna togs i diffusionstäta plastpåsar. De prover som tagits har dokumenterats i fältprotokoll där provbeteckning, fältbedömning av jordart, provtagningsdjup etc har registrerats, se Bilaga 9 b Fältprotokoll.

Samtliga prover har förvarats kylt i väntan på analys hos ALS Scandinavia.

1.2 Representativa halter

Ett områdes representativa halt är enligt Naturvårdsverket (2009a) den halt som bäst representerar risksituationen i kontakt- och spridningsmedier utan att risken underskattas. Den representativa halten kan exempelvis uttryckas som en skattad medelhalt (med eller utan gardering för osäkerheter), 90-percentilen, uppmätt maxhalt eller som UCLM (övre konfidensgräns för medelhalten) (Naturvårdsverket, 2009a).

UCLM₉₅-halter tar hänsyn till antalet prov, deras standardavvikelse samt medelhalter och är områdets representativa halt av en förorening som områdets verkliga medelhalt med 95 % sannolikhet understiger. Detta är alltså ett konservativt mått på om området skulle kunna utgöra en oacceptabel risk eller inte. Beroende på valet av metod för uträkning av representativ halt ovan kommer ett områdes framräknade medelhalt att variera. Exempelvis är UCLM₉₅-halter alltid (när det finns en variation) högre än medelvärdet.

Tanken med i denna bilaga genomförd provtagning av 7 fastigheter var att UCLM₉₅ skulle beräknas från de sju proverna från Ankarsrum för att representera Ankarsrum som helhet. Det finns dock en möjlighet att de två fastigheterna som är belägna närmast bruket faktiskt tillhör ett eget

egenskapsområde, eller att de kan inkluderas i Egenskapsområde C. De halter som uppmättes i jordprover från dessa två fastigheter var högre än i övriga fem. Det är viktigt att inte låta uppmätthalter påverka indelning i egenskapsområden för mycket. De sju tomterna valdes över Ankarsrum för att ge en representativhalt för situationen i hela samhället. De två högsta halterna uppmättes på de fastigheterna som är belägna närmast bruket och att de genom sin närhet till bruket troligen har påverkats mest av brukets verksamheter. Efter övervägande har därför som representativhalt för övriga Ankarsrum valts att beräkna $UCLM_{95}$ för de övriga fem fastigheterna.

Samlingsproven från respektive fastighet är uttagna på så sätt att de på ett bra sätt motsvarar föroreningsituationen över hela tomten. Ett nytt uttag av samlingsprov skulle dock kunna ge ett något högre eller lägre resultat eftersom inte all jord på fastigheten är med i provet och sannolikheten att där finns en variation inom fastigheten bedöms stor. I denna rapport bedöms ändå jämförelsen mot halten i det uppmätta samlingsprovet på ett bra sätt motsvara fastighetens föroreningsnivå.

1.3 Bedömningsgrunder – Platsspecifika riktvärden

I denna bilaga har samma bedömningsgrunder använts som för resterande rapport (se bilaga 6).

1.4 Resultat

Uppmätta halter av PAH och metaller för de enskilda samlingsproverna i Bilaga 9 c. Uppmätta halter i samlingsproven från respektive fastighet överskred de platsspecifika riktvärdena för av PAH-H i AYP 1:27 A och för PAH-H, kvicksilver, bly och zink i AYP 1:98, de enskilda provpunkterna presenteras i Bilaga 9 c. Totalt sett överskreds det beräknade platsspecifika riktvärdet för PAH i 2 av 7 analyserade prover. De beräknade platsspecifika riktvärdena för någon metall överskreds i 1 av 7 analyserade prover.

I provet som uttogs i skogsmark överskreds inte de plats specifika riktvärdena för varken PAH eller metaller (Bilaga 9 c).

I Ankarsrum som helhet, utom området närmast bruket: överskred den representativa halten för zink de platspecifika riktvärdena (tabell 1 och tabell 2). Medelhalten överskred inte riktvärdet.

Tabell 1. Sammanställning av beräknade medel och UCLM halter av PAH för Ankarsrum som helhet, utom området närmast bruket, blå markering indikerar om medel eller UCLM₉₅-halten överskrider det platsspecifika riktvärdet.

Statistisk Parameter	TS %	PAH-L mg/kg TS	PAH-M mg/kg TS	PAH-H mg/kg TS
Min	70.3	0.08	0.1	0.06
Max	79.2	0.14	0.6	0.8
Medel	74.3	0.09	0.2	0.2
Median	73.9	0.08	0.1	0.08
Std av		0.03	0.2	0.3
Antal	5	5	5	5
UCLM95		0.14	0.6	0.8

Tabell 2. Sammanställning av beräknade medel och UCLM halter av metall för Ankarsrum som helhet, utom området närmast bruket, blå markering indikerar om medel eller UCLM₉₅-halten överskrider det platsspecifika riktvärdet.

Analys	Parameter	Min	Max	Medel	Median	Std av	Antal	UCLM95
TS	%	71.8	76.2	73.4	72.7		5	
Hg	mg/kg TS	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	5	0.10
Cd	mg/kg TS	0.20	0.34	0.26	0.27	0.05	5	0.36
Pb	mg/kg TS	17	35	25	22	9	5	42
As	mg/kg TS	1.6	4.4	2.6	2.3	1.1	5	4.7
Ba	mg/kg TS	48	143	86	79	35	5	155
Co	mg/kg TS	4	8	5	5	2	5	8
Cr	mg/kg TS	9	16	12	10	4	5	19
Cu	mg/kg TS	11	33	17	14	9	5	34
Ni	mg/kg TS	5	11	7	6	2	5	12
V	mg/kg TS	18	24	21	20	3	5	27
Zn	mg/kg TS	55	244	126	127	74	5	270

2. Riskbedömning

2.1

Inledning

För att bedöma riskerna för hälsa, markmiljö och spridning för sig, har de beräknade platsspecifika riktvärdena samt dessas riktvärden för de enskilda exponeringsvägarna använts. Riskkvoter har beräknats för att på ett enkelt sätt identifiera områden med oacceptabla risker. Riskkvoterna är beräknade genom att dividera den representativa halten med riktvärdet. I de fall en riskkvot överstiger 1 betyder det att risken överstiger den acceptabla risknivån. Riskkvoter har tagits fram för samtliga exponeringsvägar för hälsa, markmiljö samt spridning.

En sammanställning av riskkvoterna visas i tabell 3 nedan där riskkvoter (UCLM₉₅ – riktvärde) över 1 har markerats med blått och riskkvoter under 1 lämnats tomma. Riskkvoter (medel – riktvärde) över 1 har markerats med x och riskkvoter under 1 lämnats tomma.

Tabell 3. Sammanställning av långsiktiga hälso-, miljö- och spridningsrisker för respektive egenskapsområde där UCLM₉₅ valts som representativ halt, Blå markering innebär att risk kan föreligga (UCLM överskrider riktvärdet), Kryss markerar att även medelvärdet överskrider)

Markanvändning	Intag jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning Ånga	Intag växt	Sammanvägd hälsorisk	Markmiljö	Skydd av ytvatten	Skydd av grundvatten	Sammanvägd risk
Ankarsrum som helhet, utan området närmast bruket										
Två fastigheter närmast bruket							x			
Orörd mark										

Blåmarkerade rutor i tabell 3 kan inrymma två fall:

- Både medelvärdet och UCLM₉₅-halten överstiger riktvärdet. Det betyder att man inte kan utesluta att risken kan vara oacceptabel,
- UCLM₉₅-halten överstiger riktvärdet men medelhalten är lägre än riktvärdet. Även i detta fall betyder det att risken kan vara oacceptabel. Det finns dock en möjlighet att denna slutsats förändras om man samlar in mer data. Detta fall har betydelse för åtgärdsbehovet.

I följande avsnitt har riskkvoterna mellan medelvärde och uppmätt halt för hälsoriskbedömningen mest använts för diskussionen kring åtgärdsbehovet. Detta utgående från bedömningen att det är bättre att lyfta samtliga fall där risker kan finnas med avseende på hälsa samt spridning. För markmiljö har istället riskkvoten mellan UCLM₉₅-halten och riktvärdet använts för diskussion. För markmiljö bedöms det ungefär lika allvarligt att begå både typ 1 och typ 2 fel.

I de följande avsnitten beskrivs riskerna för hälsa, markmiljö samt spridning var o för sig. Där tas även hänsyn till information från provtagning och analyser i porgas, grundvatten och lakförsök.

2.2 Hälsoriskbedömning

För hälsoriskbedömningen har dels UCLM₉₅ använts som representativ halt och riskkvoten har beräknats mellan den och riktvärdena. Dels har halterna för varje enskilt samlingsprov använts.

Den representativa halten underskrider de platsspecifika riktvärdena för område Ankarsrums samhälle.

Den uppmättahalten i varje samlingsprov underskrider för de fem proven från samhället i stort de platsspecifika riktvärdena.

De två prover som är uttagna på de fastigheter som är närliggande till bruket överskrider det platsspecifika riktvärdet med avseende på PAH-H i båda samt kvicksilver, bly och zink i det ena provet.

I det prov som uttogs i den skogsdunge som ligger just ovanför bruket underskreds riktvärdena för både metaller och PAH.

Utgående från resultaten ovan och tidigare diskussion i bilaga 6 bedöms de sammanvägda hälsoriskerna:

- Övriga Ankarsrum hälsorisker bedöms som acceptabla.
- De två punkterna i denna provtagningsomgång närmast bruket, hälsoriskerna kan vara oacceptabla.
- I orörd mark (område 1:2) syns ingen påverkan från Bruket

2.3 Riskbedömning med avseende på miljö

För markmiljö har medelhalten använts som representativ halt, UCLM₉₅-halter har använts för diskussion. Detta utgår från bedömningen att det är ungefär lika allvarligt att begå både typ 1 och typ 2 fel med avseende på markmiljö.

För område Övriga Ankarsrum samt orörd mark underskrider medelhalten av PAH-H riktvärdet för markmiljö (Tabell 2), därmed uppnås ett 75-procentigt skydd för samtliga arter i markmiljö. Uppmätta halter PAH från de två fastigheterna närmast bruket överskrider riktvärdet för markmiljö, och ett 75-procentigt skydd för markmiljön uppnås ej.

2.4 Riskbedömning med avseende på spridning

För spridning har UCLM₉₅ använts som representativ halt för jordproven och medelhalten har använts för diskussion.

För område Övriga Ankarsrum, proven intill bruket samt orörd mark underskrider medelhalten av samtliga ämnen riktvärdena för spridning.

2.5 Sammanvägd riskbedömning på långsikt

Den sammansvägda riskbedömningen Bedömningen är utgående från rikskvoterna i

- Område Övriga Ankarsrum innebär acceptabla hälso- eller miljörisker.
- Proven intill bruket innebär att uppmätta halter innebära oacceptabla hälso- eller miljörisker.
- Opåverkad mark innebär acceptabla hälso- eller miljörisker.

3. Åtgärdsbehov

Ett behov av någon form av åtgärd bedöms finnas vid fastigheterna närmast bruket. Bedömningen är att dessa troligen bör inkluderas i Område C, som därmed utvidgas. Utvidgningens avgränsning i plan är därmed väldigt oklar, dock visar proverna från Övriga Ankarsrum på att hela samhället inte bör inkluderas.

4. Referenser

Naturvårdsverket, 2009a, Riktvärden för förorenade mark – modell beskrivning och vägledning, rapporten 5976, september 2009,

Naturvårdsverket, 2009b, Riktvärden för förorenad mark, beräkningsark, version 1,00

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Jordart	Fältindikationer		antal stick	Byggår	Analys	
				Fältindikationer innehåll				PAH	Me, med Hg
AYP	1:27 A	0,0 – 0,2	mu le Sa	mörkbrun	mycket land	30 prov	40-tal	PAH	Me + Hg
AYP	1:288 A	0,0 – 0,2	mu le Sa	brun beige		30 prov	?	PAH	Me + Hg
AYP	1:242 A	0,0 – 0,2	mu Sa	brun beige	planteringar, ditförd jord 70-tal	30 prov	70-tal	PAH	Me + Hg
AYP	1:100 A	0,0 – 0,2	mu Sa	brun beige		30 prov	70-tal	PAH	Me + Hg
AYP	1:98	0,0 – 0,2	mu Sa	brun	mycket land	30 prov	?	PAH	Me + Hg
AYP	1:121	0,0 – 0,2	mu le Sa	mörkbrun		30 prov	30-tal	PAH	Me + Hg
AYP	1:60 A	0,0 – 0,2	mu le Sa	brun		30 prov	30-tal	PAH	Me + Hg
AYP	1:2	0,0 – 0,2	mu le Sa	brun beige	skog	30 prov	obebyggd	PAH	Me + Hg

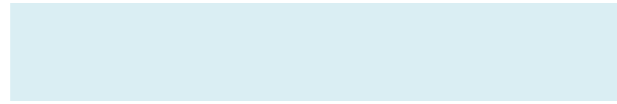
Provtagare Åsa Fritioff

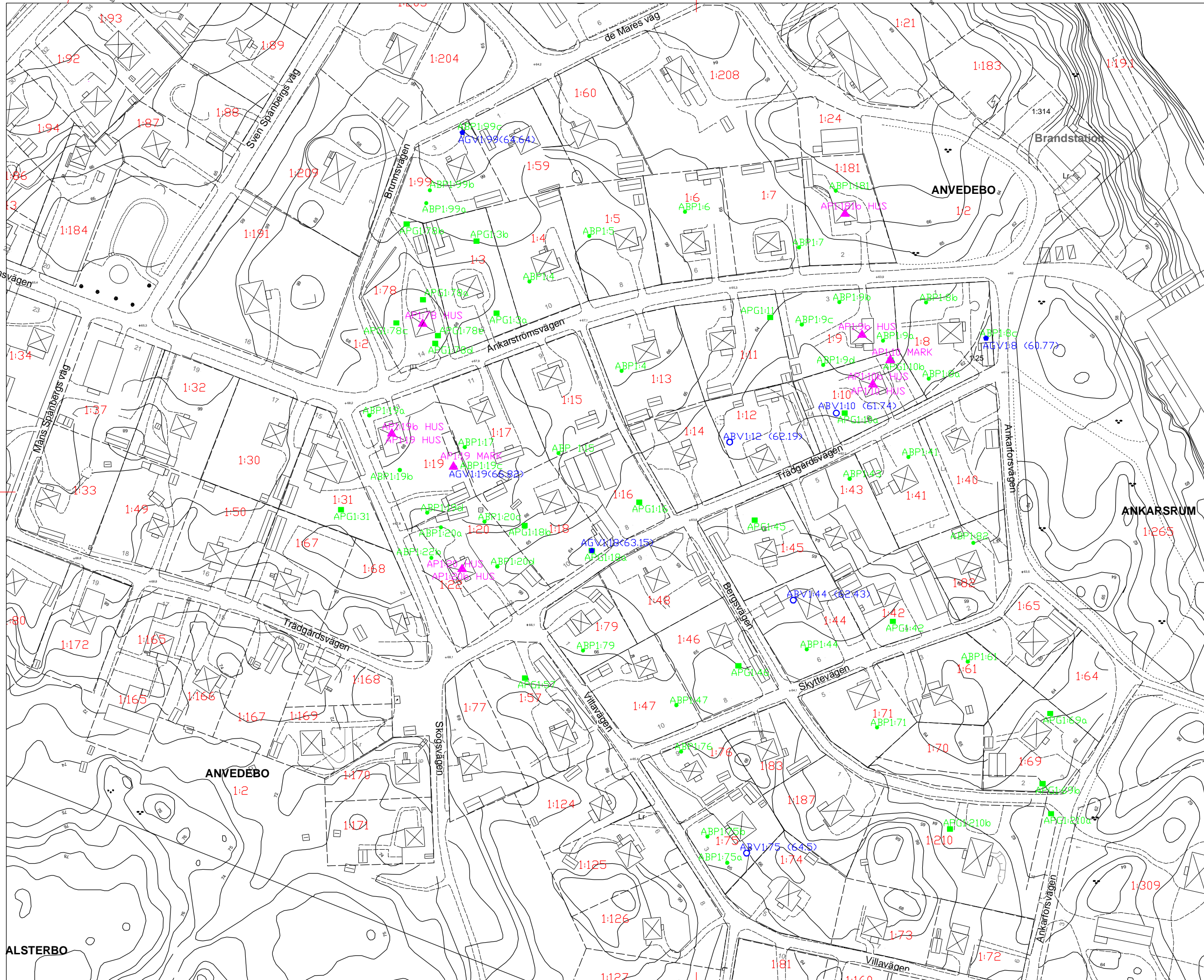
Provtagning utfördes den 17/12-2014

AYP Ankarsrum ytligtsamlingsprov

Huvudord		Tilläggsord		Skikt/lager	
F	Fyllning				
Mu	Mulljord/matjord	mu	Mullhaltig	<u>mu</u>	Mullskikt
Gr	Grus	gr	Grusig	<u>gr</u>	Grusskikt
Gy	Gyttja	gy	Gyttjig	<u>gy</u>	gyttjeskikt
Sa	Sand	sa	Sandig	<u>sa</u>	Sandskikt
St	Sten	st	Stenig	<u>st</u>	Stenskikt
Si	Silt	si	Siltig	<u>si</u>	Siltskikt
LeMn	Lermorän	le	Lerig	<u>le</u>	Lerskikt
Le	Lera				
Mn	Morän	()	Något		

Prov	Anvedebo beteckning	Djup (m u my)	Område	TS %	PAH-L mg/kg TS	PAH-M mg/kg TS	PAH-H mg/kg TS	TS %	Hg mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Pb mg/kg TS	As mg/kg TS	Ba mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
AYP	1:288 A	0,0 – 0,2	d	71,10	<0.15	0,55	0,79	71,80	<0.2	0,21	16,90	2,36	79,00	5,81	15,70	11,40	8,26	23,50	71,80
AYP	1:242 A	0,0 – 0,2	d	70,30	<0.15	0,10	0,16	72,70	<0.2	0,20	17,30	1,58	47,50	4,14	9,46	14,80	5,53	18,40	54,70
AYP	1:100 A	0,0 – 0,2	d	77,00	<0.15	<0.25	0,06	76,20	<0.2	0,27	21,50	2,08	72,80	4,66	10,40	13,60	6,41	17,50	127,00
AYP	1:121	0,0 – 0,2	d	73,90	0,14	0,12	0,08	74,00	<0.2	0,27	35,40	4,43	143,00	7,85	16,40	32,70	10,60	24,10	244,00
AYP	1:60 A	0,0 – 0,2	d	79,20	<0.15	<0.25	0,08	72,50	<0.2	0,34	32,90	2,32	87,60	4,15	8,58	13,70	5,14	20,20	131,00
AYP	1:27 A	0,0 – 0,2	d	74,00	<0.15	1,80	2,60	72,90	<0.2	0,36	43,70	3,59	160,00	5,31	12,90	24,40	9,13	22,50	195,00
AYP	1:98	0,0 – 0,2	d	71,20	<0.15	3,60	4,10	67,50	0,31	0,46	97,10	5,84	176,00	4,90	9,98	27,20	5,61	19,00	312,00
AYP	1:2	0,0 – 0,2	e	75,70	<0.15	<0.25	0,07	71,80	<0.2	0,29	39,10	2,97	69,20	5,52	6,50	7,12	5,23	17,40	99,40





FÖRKLARINGAR

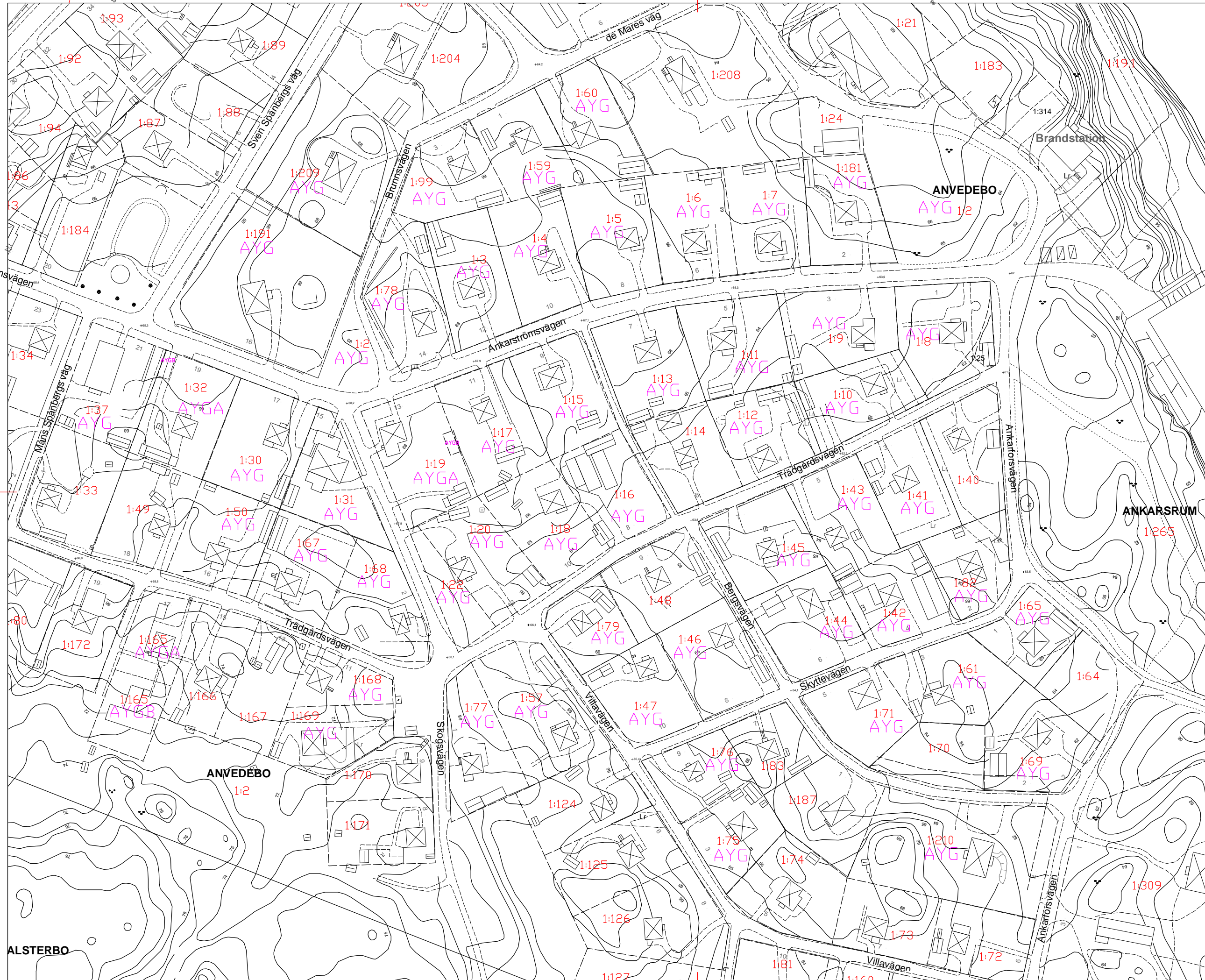
- ABP 1:XX BORRPUNKT
- APG 1:XX PROVGRÖP
- ◆ AGV 1:XX GRUNDVATTENRÖR
- ABV 1:XX BRUNN
- ▲ AP 1:XX PORGASMÄTNING

▲ YGLIGT (0-0,15M)
SAMLINGSPROV UTTAGET PÅ
FASTIGHETEN

HÄNVISNING

- KARTA 1: BORRPUNKT, PROVGRÖP,
GRUNDVATTENRÖR, BRUNN, PORGASMÄTNING
- KARTA 2: YGL
- KARTA 3: BORRPUNKT, OCH PROVGRÖP
- KARTA 4: GRUNDVATTENRÖR OCH BRUNN
- KARTA 5: PORGASMÄTNING

BET	ART	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SÖK
KARTA 1				
ANKARSRUM, HUVUDSTUDIE				
UPPRÄLLENR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE		
1320005344	LPN			
DATUM	ANSVARE			
2014-08-07	ÅSA FRITIOFF			
BORRPUNKT, PROVGRÖP				
GRUNDVATTENRÖR, BRUNN				
PORGASMÄTNING				
SKALA	NUMMER			BET
1:750(A1)	KARTA 1			



FÖRKLARINGAR

- ABP 1:XX BORRPUNKT
- APG 1:XX PROVGROP
- ◆ AGV 1:XX GRUNDVATTENRÖR
- ABV 1:XX BRUNN
- ▲ AP 1:XX PORGASMÄTNING

AYG 1:XX YTLIGT (0-0,15M)
SAMLINGSPROV UTTAGET PÅ
FASTIGHETEN

HÄNVISNING

KARTA 1: BORRPUNKT, PROVGROP,
GRUNDVATTENRÖR, BRUNN, PORGASMÄTNING

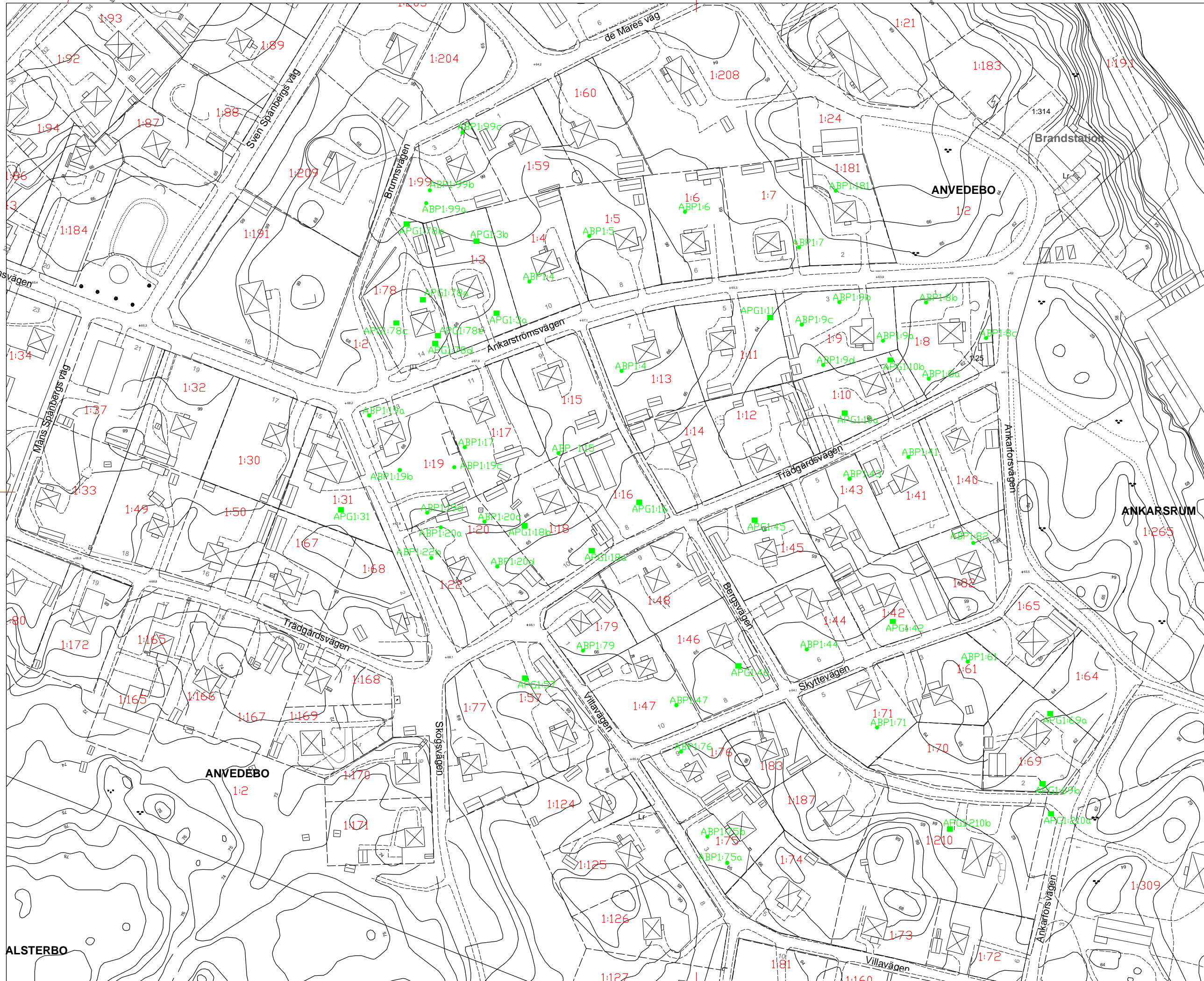
KARTA 2: AYG

KARTA 3: BORRPUNKT, OCH PROVGROP

KARTA 4: GRUNDVATTENRÖR OCH BRUNN

KARTA 5: PORGASMÄTNING

BET	ART	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN
KARTA 2				
ANKARSRUM, HUVUDSTUDIE				
UPPRÄKNING	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE		
1320005344	LPN	ASA FRITIOFF		
DATUM	ANSVARIG			
2014-08-07	ASA FRITIOFF			
AYG				
SKALA	NUMMER	BET		
1:750(A1)	KARTA 2			



FÖRKLARINGAR

- ABP 1:XX BORRPUNKT
- APG 1:XX PROVGROP
- ◆ AGV 1:XX GRUNDVATTENRÖR
- ABV 1:XX BRUNN
- ▲ AP 1:XX PORGASMÄTNING

AYG 1:XX YTLIGT (0-0,15M)
 SAMLINGSPROV UTTAGET PÅ
 FASTIGHETEN

HÄNVISNING

- KARTA 1: BORRPUNKT, PROVGROP,
GRUNDVATTENRÖR, BRUNN, PORGASMÄTNING
- KARTA 2: AYG
- KARTA 3: BORRPUNKT, OCH PROVGROP
- KARTA 4: GRUNDVATTENRÖR OCH BRUNN
- KARTA 5: PORGASMÄTNING

BET	ART	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SKALA
KARTA 3				
ANKARSRUM, HUVUDSTUDIE				
UPPRÄLLENR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE		
1320005344	LPN			
DATUM	ANSVARIG			
2014-08-07	ÅSA FRITIOFF			
BORRPUNKT PROVGROP				
SKALA	NUMMER			BET
1:750(A1)	KARTA 3			



FÖRKLARINGAR

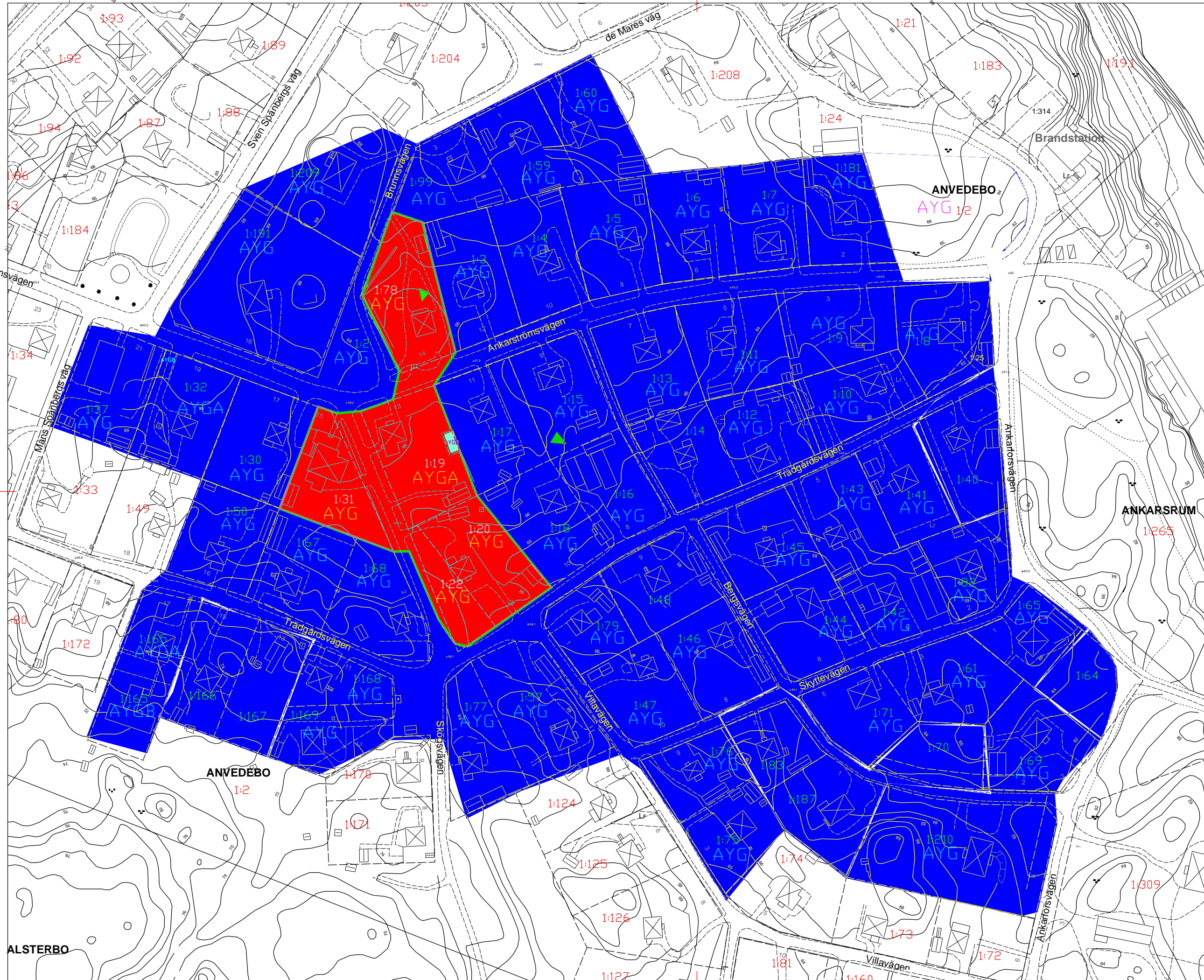
- ABP 1:XX BORRPUNKT
- APG 1:XX PROVGRÖP
- ◆ AGV 1:XX GRUNDVATTENRÖR
- ABV 1:XX BRUNN
- ▲ AP 1:XX PORGASMÄTNING
- ▲ APG 1:XX PORGASMÄTNING
- ▲ APG 1:XX YTLIGT (0-0,15M)
- ▲ SAMLINGSPROV UTTAGET PÅ FASTIGHETEN

HÄNVISNING

- KARTA 1: BORRPUNKT, PROVGRÖP, GRUNDVATTENRÖR, BRUNN, PORGASMÄTNING
- KARTA 2: APG
- KARTA 3: BORRPUNKT, OCH PROVGRÖP
- KARTA 4: GRUNDVATTENRÖR OCH BRUNN
- KARTA 5: PORGASMÄTNING

BET	ART	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SÖK
		KARTA 4		
ANKARSRUM, HUVUDSTUDIÉ				
UPPRÄKNING	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE		
1320005344	LPN			
DATUM	ANSVARIG			
2014-08-07	ÅSA FRITIOFF			
GRUNDVATTENRÖR BRUNN				
SKALA	NUMMER			BET
1:750(A1)	KARTA 4			





FÖRKLARINGAR

- ABP 1:XX BORRPNKNT
- APG 1:XX PROVGROP
- ◆ AGV 1:XX GRUNDVATTENRÖR
- ABV 1:XX BRUNN
- ▲ AP 1:XX PORGASMÄTNING

AYG 1:XX YTLIGT (0-0,15M)
SAMLINGSPROV UTTAGET PÅ
FASTIGHETEN

HÄNVISNING

- KARTA 1: BORRPNKNT, PROVGROP,
GRUNDVATTENRÖR, BRUNN, PORGASMÄTNING
- KARTA 2: AYG
- KARTA 3: BORRPNKNT, OCH PROVGROP
- KARTA 4: GRUNDVATTENRÖR OCH BRUNN
- KARTA 5: PORGASMÄTNING

- Egenskapsområde A
- Egenskapsområde B
- Egenskapsområde C

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SKA
KARTA 2				
ANKARSRUM, HUVUDSTUDIE				
UPPRÄKNING	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE		
1320005344	LPN			
DATUM	ANSVARIG			
2014-08-07	ÅSA FRITIOFF			
AYG				
SKALA				
1:750(A1)				

Nybyggnadsår

- 1929
- 1930-1939
- 1940-1949
- 1950-1959
- 1960-1969
- 1970-1979
- 1980-1989
- 1990-

KARTA 8

Alternativ 1 och 2 för
Egenskapsområde D

Egenskaps-
område C

