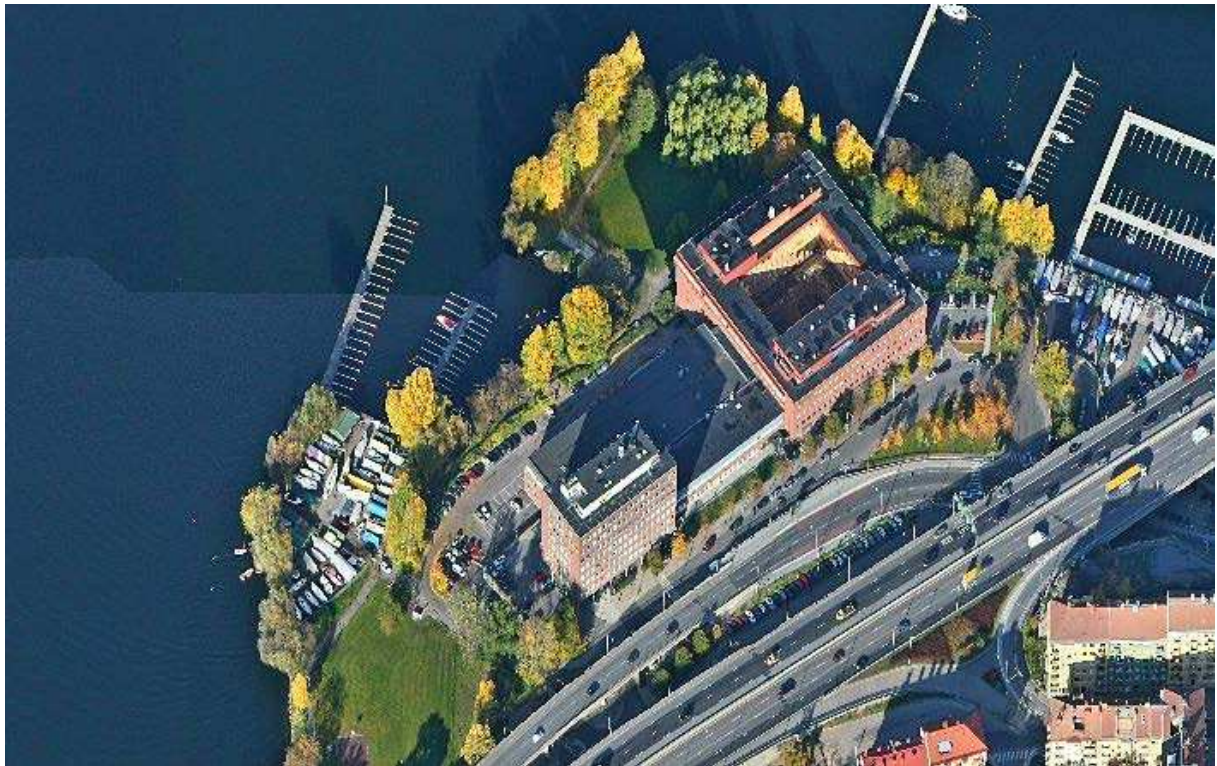


Grap 11152




Översiktlig miljöteknisk undersökning av fastigheterna Primus 1 och Lilla Essingen 1:1, Stockholm.



www.eniro.se

Geosigma AB

September 2011

Uppdragsledare: Nils Rahm	Uppdragsnr: 602167	Grap nr: 11152	Version: 1.3	Antal Sidor: 30	Antal Bilagor: 4	 SS-EN ISO 9001 
Beställare: Exploateringskontoret Vasakronan Fastigheter	Beställares referens: Teresia Skönström Mats Enander		Beställares referensnr: NC11163600 702-91414701			
Titel och eventuell undertitel: Översiktlig miljöteknisk markundersökning av fastigheterna Primus 1 och Lilla Essingen 1:1, Stockholm.						
Författad av: Anette Rosdahl, Anders Hamnö, Nils Rahm				Datum: 2011-09-12		
				Reviderad 2011-10-03		
				Reviderad 2013-07-03		
Författad av: Linda Boyle, Nils Rahm				Reviderad 2014-03-13		
Granskad av: Nils Rahm				Datum:		
				2011-09-12		
				2011-10-03		
				2013-07-03		
				2014-03-14		
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735		Huvudkontor Uppsala Postadr: Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadr: Vattholmav. 8, Uppsala Tel: 018 - 65 08 00		Verkstad Uppsala Seminarieg. 33 752 28 Uppsala Tel: 018 - 52 15 03		Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 031 - 339 48 00
				Stockholm Vegagatan 4 113 29 Stockholm Tel: 08 - 544 989 60		

Sammanfattning

På uppdrag av Exploateringskontoret i Stockholm och fastighetsägaren Vasakronan har Geosigma genomfört en översiktlig miljöteknisk undersökning av fastigheterna Primus 1 och Lilla Essingen 1:1 på Lilla Essingen i Stockholm. Undersökningen utgör underlag för framtida exploatering för bostäder.

Undersökningen genomfördes i juni 2011 och omfattade provtagning av trädved, porluft, jord, grundvatten och inomhusluft. Analyserna omfattade metaller, petroleumkolväten, PAH, tennorganiska föreningar och klorerade alifatiska kolväten. Syftet med undersökningen var att komplettera med jord- och grundvattenprov på delområden på fastigheten som inte tidigare undersökts samt att undersöka förekomst av klorerade alifatiska kolväten på fastigheterna.

Tidigare verksamhet har utgjorts av industri- och hamnverksamhet. Företaget Primus tillverkade bland annat gasolkök och de rivna industribyggnaderna var lokaliserade främst i östra delarna av området. Industriverksamheten omfattade metallbearbetning där förutom metaller även avfettningsmedel hanterades. Typiska föroreningar för de aktuella verksamheterna var metaller, oljor och avfettningsmedel, främst trikloreten.

Undersökningsområdet är till stora delar utsprängt och genomsläppliga massor av minst 10 m mäktighet har historiskt fyllts på vid stranden och väsentligt utökat arealen på fastigheten. Grundvattnet i fyllningen kommunicerar med Mälarvattnet.

Påträffade föroreningar visar liknade föroreningsgrad som i tidigare undersökningar där högmolekylära polycykliska aromater (PAH-H) och Bly förekommer allmänt och i halter i jorden som överstiger naturvårdsverkets riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM). Lokalt förekommer även Zink och Koppar i halter i jorden överstigande MKM. Allmänt förekommer Kadmium i halter i jorden mellan känslig markanvändning (KM) och MKM. Ställvis förekommer tyngre oljor (alifater och aromater) i jorden i halter mellan riktvärden för KM och MKM. Fyllningen består till stora delar av block (sannolikt utsprängt berg) och sand med inslag av grus och lera samt byggnadsrester (tegel) från rivna hus. Föroreningen finns från markytan och ned till ca 2 m, lokalt djupare. Någon nedre gräns för föroreningar i jorden har inte fastställts.

Klorerade lösningsmedel förekommer allmänt på fastigheten och har detekterats i grundvattnet, i jorden, i trädved och i inomhusluften. Halterna i grundvattnet är förhållandevis låga, dock överskrider dricksvattenkriterierna för trikloreten (TCE) och tetrakloreten (PCE). Halterna i jorden är väsentligt lägre än riktvärden för KM. I inomhusluften har TCE, PCE och trikloreten (1,1,1-TCA) detekterats i halter understigande lågriskvärden. Uppmätta halter av PCE i grundvattnet har dock potential att ge förhöjda halter i inomhusluften via förångning och hälsorisker kan inte uteslutas föreligga. Exponeringssituationen för människor som vistas i lokalerna är svårbedömd och osäker då föroreningsituationen under huvudbyggnaden inte är känd och mätningar inte har utförts i de lokalerna. Spridning av PCE i grundvattnet från uppströms liggande föroreningskälla kan inte uteslutas, företrädesvis från en kemitvätt då PCE främst förknippas med den verksamheten. Miljörisker från klorerade lösningsmedel är försumbara. Hälsorisker kopplade till ånginträngning av klorerade alifater i planerade byggnationer längs strandkanten är obetydliga. En liten hälsorisk finns dock för planerade byggnationer centralt, företrädesvis i östliga huskroppar. Radonsäker byggnation kan vara en skyddsåtgärd som eliminerar eventuella hälsorisker med avseende på ånginträngning i byggnader.

Innehåll

Sammanfattning	3
Förkortningar och enheter	6
1 Inledning.....	7
2 Områdesbeskrivning.....	8
2.1 Allmänt	8
2.2 Historisk verksamhet	8
2.3 Nuvarande verksamhet	9
2.4 Framtida verksamhet	10
2.5 Mark- och grundvattenförhållanden	10
3 Miljöteknisk undersökning.....	12
3.1 Tidigare undersökningar.....	12
3.2 Platsbesiktning och provtagningsplan	13
3.3 Provtagning.....	14
3.3.1 Allmänt.....	14
3.3.2 Trädved.....	14
3.3.3 Porluft.....	14
3.3.4 Inomhusluft	15
3.3.5 Jord.....	15
3.3.6 Grundvatten.....	15
3.4 Bedömningskriterier	15
3.4.1 Trädved.....	15
3.4.2 Porluft och inomhusluft.....	15
3.4.3 Jord.....	16
3.4.4 Grundvatten.....	16
4 Föroreningssituationen	17
4.1 Föroreningar i trädved	17
4.2 Föroreningar i porluft	17
4.3 Föroreningar i inomhusluft.....	17
4.4 Föroreningar i jord.....	18
4.5 Föroreningar i grundvatten	20
4.6 Sammanfattning av föroreningssituationen	22
4.6.1 Metaller, petroleumkolväten, PAH och TBT	22
4.6.2 Klorerade alifatiska kolväten	22
5 Riskbedömning.....	24
5.1 Allmänt	24
5.2 Påträffade föroreningar och styrande exponeringsvägar för deras riktvärden i jord. 24	

5.3	Hälsorisker.....	25
5.3.1	Allmänt.....	25
5.3.2	Exponeringseffekter från klorerade alifater i olika medier	25
5.3.3	Exponering från ångor.....	25
5.4	Miljörisker	27
6	Skyddsåtgärder för byggnationer	28
7	Slutsatser	29
8	Referenser.....	30

Bilagor:

- 1 Provtagningsplan
- 2.1 Fältprotokoll: jord
- 2.2 Fältprotokoll: vatten
- 2.3 Fältprotokoll: porluft
- 2.4 Fältprotokoll: inomhusluft
- 3.1 Sammanställning analysresultat: jord
- 3.2 Sammanställning analysresultat: vatten
- 3.3 Sammanställning analysresultat: porluft
- 3.4 Sammanställning analysresultat: inomhusluft
- 4 Laboratorieanalysrapporter

Förkortningar och enheter

Förkortningar:	
As	Arsenik
Ba	Barium
CAH	Klorerade alifatiska kolväten eller klorerade lösningsmedel
Cd	Kadmium
Co	Kobolt
Cr	Krom
Cu	Koppar
DCE	Dikloreten
HDI	Halogen detection instrument
Hg	Kvicksilver
KM	Känslig markanvändning
MKM	Mindre känslig markanvändning
Ni	Nickel
PAH	Polycykliska aromatiska kolväten; låg-medel och hög molekylära (PAH-L, PAH-M, PAH-H)
Pb	Bly
PCE	Perkloretylen eller tetrakloreten
PID	Photo ionisation detector
TBT	Tributyltenn
TCA	1,1,1-Trikloreten
TCE	Trikloreten
V	Vanadin
VC	Vinylklorid
Zn	Zink
Enheter:	
mg/kg TS	Milligram per kilogram torrs substans
mg-h/kg	Milligram headspace per kilogram
mg/l	Milligram per liter
µg/l	Mikrogram per liter

1 Inledning

En provtagningsplan för Lilla Essingens nordvästra del som berör fastigheterna Primus 1 och Lilla Essingen (*Rapport - Lilla Essingen – Miljöteknisk undersökning, Förslag till Provtagningsplan, 2011-04-05*) togs fram för föreliggande översiktliga undersökning. Syftet var att inför en framtida bostadsexploatering komplettera tidigare kartläggningar av föroreningar i mark och grundvatten som kan ha orsakats av den tidigare verksamheten i området. I undersökningen ingick provtagning av inomhusluft, porgas, trädved, mark och grundvatten.

Undersökningen syftar till att kontrollera utbredning och halter av tidigare konstaterade föroreningar (metaller, petroleumkolväten, PAH), kontrollera förekomst av tributyltennföreningar (TBT) samt att utreda om det finns halter av klorerade alifatiska kolväten på fastigheten, som kan utgöra en miljö- och hälsorisk idag och för framtida exploatering för bostadsändamål.

För att öka säkerheten i riskbedömningen har de aktuella föroreningstyperna analyserats i ett flertal medier; trädved, jord, grundvatten, porluft och inomhusluft.

Undersökningsområdet har till stora delar sprängts ut och fyllts ut för att skapa förutsättningar för byggnation och hamnverksamhet. Tidigare verksamhet, som utgjorts av metallbearbetning och marin verksamhet har sannolikt gett upphov till föroreningar som utgörs av koppar, bly, zink, tjäror som innehåller PAH (polycykliska aromatiska kolväten) och bottenfärger som innehåller TBT (tributyltenn) samt avfettningsmedel som t. ex trikloreten.

2 Områdesbeskrivning

2.1 Allmänt

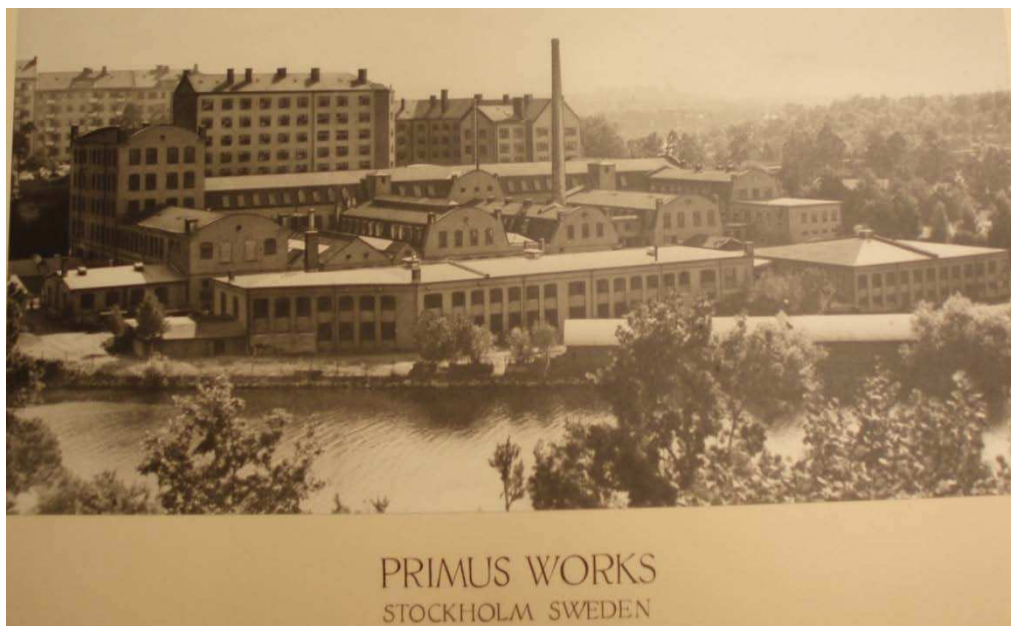
Det undersökta området ligger inom fastigheterna Primus 1 och Lilla Essingen 1:11 på västra delen av ön Lilla Essingen i Stockholm (Figur 2-1). Essingeleden och bostadsområden avgränsar undersökningsområdet i sydost. Mot väster, nordost och norr avgränsas området av Mälaren. Området är utsprängt och sedan utfyllt. Marken lutar svagt nedåt i nordvästlig riktning.



Figur 2-1. Orienteringskarta för undersökningsområdet. Blå streckad linje utgör fastighetsgränsen för Primus 1, resterande del av undersökningsområdet (svart streckad linje) utgörs av fastigheten Lilla Essingen 1:1. Kartago

2.2 Historisk verksamhet

Primus flyttade in i lokaler på Lilla Essingen 1907. Från 1920-talet och framåt byggdes fabriken ut i etapper. Primusköket var den huvudsakliga tillverkningsprodukten. Produktion av dessa uppgick till ca 500 000 kök per år. Andra produkter var blåslampor, karbidlampor, bakugnar och gasolkök. Ingen vattenledning fanns till ön varför man anlade ett eget vattenverk med rening av Mälervatten. Avflyttning av tillverkningen skedde 1962 till Flen, Hagfors och Enköping. Fabriksbyggnaderna finns inte längre kvar på platsen. Figur 2-2 och Figur 2-4 visar ungefärliga lägen för fabriksbyggnaderna mellan 1930 och 1950-talet.



Figur 2-2. Foto på fabriken, troligen taget någon gång under 1930, 40 eller 50-talet.

De verksamheter som kan ha gett upphov till föroreningar i mark är metallbearbetning (ytbehandling och avfettning), men också utfyllnadsmassor med innehåll av olika föroreningar. Föroreningar förknippade med dessa verksamheter är framförallt metaller, oljor och avfettningsmedel.

Ytbehandling för lackering, kromning, förtenning, förzinkning, blånering med mera kräver rena metallytor. Ytorna avfettades därför med avfettningsmedel. Ett vanligt avfettningsmedel från och med ca 30-talet fram till mitten av 90-talet var trikloreten.

Metaller kan förekomma som partiklar/spån, men också som salter från t ex hårdverksamhet. Metaller kan även förekomma adsorberade i jorden och i ledningsgravar från metalliska bad från ytbehandlingen. Syror kan ha bidragit till en ökad lakning och spridning till grundvattnet och kan ha anfränt ledningsnätet. Oljor kan förekomma ställvis i marken från läckande maskiner. Oljeföroreningar större än så kommer sannolikt endast från tappställen med tillhörande cisterner för drivmedel, t ex bensin och diesel till transportfordon. Enligt uppgift från en tidigare miljöutredning (Golder 2005) har också en drivmedelsstation (Shell) funnits i området. Oljeföroreningar består av både lättflyktiga ämnen och tyngre icke flyktiga komponenter.

På området har en båtuppläggningsplats funnits sedan 1920-talet. Föroreningar förknippade med båtar är främst båtfärger som innehåller miljöstörande ämnen som koppar men också tennorganiska föreningar som TBT, som är ett helsyntetiskt mycket giftigt ämne i vattenmiljö och som bryts ned till flera andra giftiga ämnen. Vissa tjäror främst innehållandes PAH är också giftiga och kan ha använts för att behandla träbåtar.

Metaller, tyngre oljor, PAH, tjäror och TBT bedöms kunna vara föroreningar som spridits till sedimenten utanför fastigheten.

2.3 Nuvarande verksamhet

På fastigheterna Primus 1 och Lilla Essingen 1:1 finns idag tre (sammanbyggda) byggnader från 1960-talet, se Figur 2-3. Den nuvarande verksamheten utgörs av kontorsverksamhet och

lager. På fastigheten Lilla Essingen 1:11 ligger två stycken båtklubbar, öster och väster om fastigheten Primus 1.

2.4 Framtida verksamhet

Exploateringskontoret och Vasakronan undersöker möjligheterna för en bostadsexploatering. Markanvändningen på området kommer efter exploateringen att bestå av flerbostadshus, väg och parkmark. Det finns planer på att anlägga flera byggnader i strandkanten och i hamnbassängen (fylls ut med massor). Preliminär utformning visas i Figur 2-3.



Figur 2-3. Framtida bebyggelse och befintlig bebyggelse som behålls inom undersökningsområdet.

2.5 Mark- och grundvattenförhållanden

Marken i området består av ytliga berglägen mot Essingebron och mäktiga utfyllnader mot stränderna. Naturlig mark av lera finns ställvis, men har till stora delar schaktats bort i och med anläggandet av byggnader. Morän förekommer på berget. Området väster om Primus 1 består av 2-3 m fyllning av grus och sand som i vissa områden underlagras av 1-4 m friktionsjord, troligen morän ovanpå berg. Närmare stranden finns 6-10 m fyllning av grus och sand med inslag av block på nivån 1-2 m underlagrat av friktionsjord på berg. Stora mäktigheter av naturlig jord (morän) påträffades endast i det sydöstra hörnet av undersökningsområdet.

Grundvatten påträffades endast i en begränsad del av undersökningsområdet. Framför allt i de låglänta mer strandnära delarna där geologin karaktäriseras av fyllningsmassor med hög permeabilitet (genomsläpplighet för vatten) och grundvattennivåer motsvarande ytvattennivån

i Mälaren. I dessa strandområden sker ett stort utbyte mellan grundvattnet och ytvattnet, vilket gör att det troligen sker en kontinuerlig transport av eventuella föroreningar i grundvatten och jord till Mälaren. I de delar som karaktäriseras av ytliga bergnivåer, främst det centralt belägna området i sydöst som i figur 2-4 nedan är markerade som berg, men även i delar av parkområdet i sydväst fanns inget grundvatten i jorden.

Grundvattenbildning sker inom hela området och strömningsriktningen påverkas av bergets topografi, men generellt bedöms den vara radiellt riktad från högpunkten vid brofästet för Gamla Essingebron mot stränderna som omger området.



Figur 2-4. Schematisk bild av markförhållanden på fastigheterna Primus 1 och Lilla Essingen 1:1. Bilden visar även lägen för tidigare byggnader (sent 50-tal) och nuvarande byggnadskomplex (heldragen svart linje).

3 Miljöteknisk undersökning

3.1 Tidigare undersökningar

Tidigare undersökningar (Sweco 2002, 2003, Golder 2005) omfattade provtagning av fyllnadsmaterial och grundvatten. Punkterna har varit lokaliserade till undersökningsområdets nordvästra delar. Figur 3-1 visar provpunkternas lägen, analyserade ämnen och föroreningsklass. Totalt analyserades jord i 12 punkter och för ett flertal nivåer i vissa punkter, från ytlig jord ner till ca 4 meter under markytan.

De utförda analyserna av jord visade:

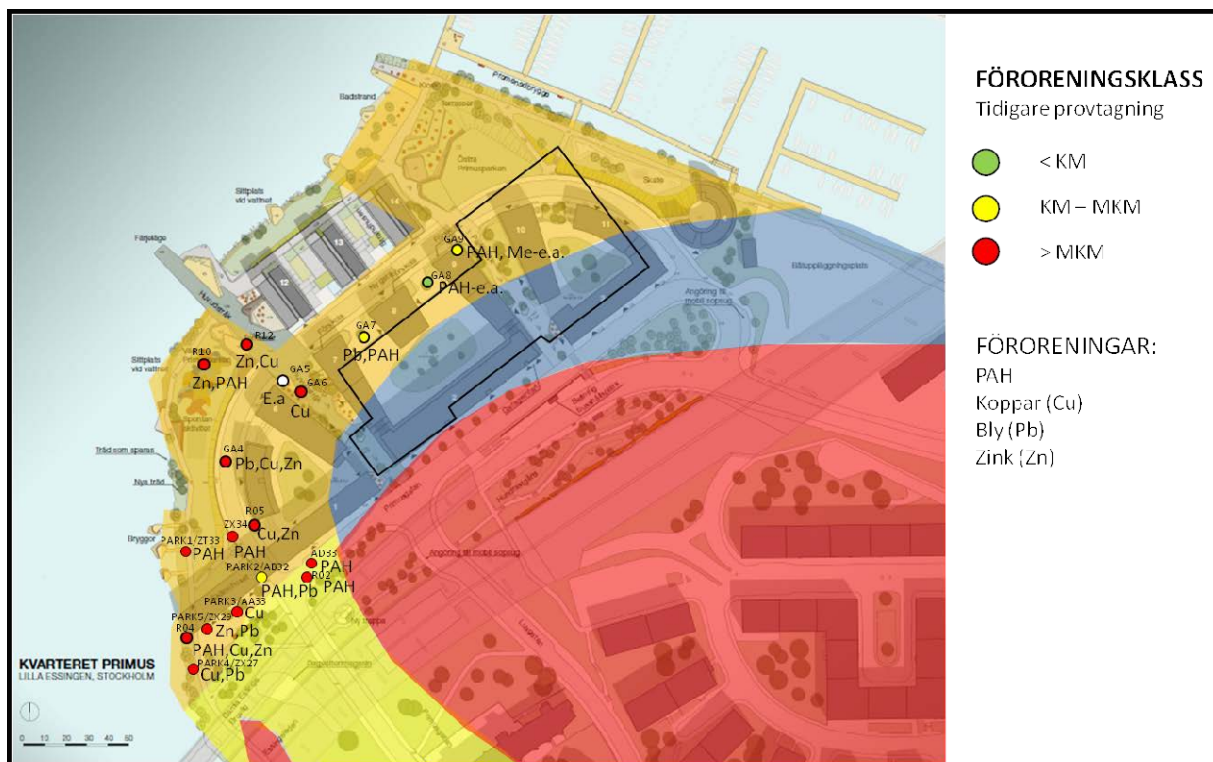
- Tunga och medeltunga alifatiska kolväten (C16-C35, C8-C16) under KM
- Metaller (Cd, Cu, Pb, Zn) i flertalet punkter mellan KM och MKM, i några punkter över MKM
- PAH (främst cancerogena) mellan KM och MKM, i någon punkt över MKM respektive 2MKM

Föroreningarna är huvudsakligen koncentrerade till de översta 2 m, lokalt har metaller påträffats ned till 2,6 m och PAH ned till 3,1 m.

Grundvatten analyserades i 3 punkter (GA7, GA8 och GA9) placerade strandnära mellan den nuvarande byggnaden och hamnbassängen i genomsläppliga fyllnadsmassor (Golder 2005). Punkternas lägen framgår av Figur 3-1. Grundvattnet analyserades på metaller, lätta petroleumkolväten inklusive BTEX och CAH. Analyser utfördes inte på medeltunga eller tunga petroleumkolväten och PAH. Grundvattennivåerna i rören motsvarade Mälarens aktuella nivå och det konstaterades att grundvattnet sannolikt till största delen utgjordes av Mälervatten.

De utförda analyserna av grundvatten visade:

- Halter av metaller som motsvarade Mälervattnets (ytvatten)
- Ingen förekomst av lätta petroleumkolväten (C8-C10, C5-C8, BTEX)
- Ingen förekomst av CAH



Figur 3-1. Lokalisering av provtagningspunkter för jord och uppmätta halter under tidigare utförda miljötekniska markundersökningar, Sweco 2002, 2003 och Golder 2005.

Sediment har tidigare undersökt relativt väl utanför strandlinjen och i hamnbassängen. Inom hamnbassängen i ackumulerade sediment är föroreningshalterna i nivå med övriga sediment i de närliggande djuphålorna kring Essingeöarna och i vattenområdet direkt nedströms. Föroreningshalterna ökar dock tydligt i de djupare sedimenten i hamnbassängen. TBT-halten var relativt låg jämfört med omgivning i enstaka prov.

3.2 Platsbesiktning och provtagningsplan

Platsbesiktning utfördes i september 2010. Besiktningen tillsammans med information om tidigare verksamhet och utförda undersökningar låg till grund för den provtagningsplan som togs fram för området. Under pågående fältundersökning fick provtagningsplanen revideras i några avseenden. Den reviderade provtagningsplanen med markerade provpunkter redovisas i Bilaga 1.

Provtagningsplanen inriktades på att:

- kontrollera utbredning och halter av tidigare konstaterade föroreningar (metaller, PAH)
- komplettera med analyser av metaller, petroleumkolväten och PAH i jord närmare Essingeleden
- komplettera med analyser av metaller, petroleumkolväten och PAH i Östra Primusparken
- komplettera med analyser av TBT i jord vid båtklubben
- utföra provtagning av klorerade lösningsmedel och deras nedbrytningsprodukter (klorerade alifater även förkortat CAH) i porluft, inomhusluft, grundvatten och

jord för att kontrollera förekomst och i förekommande fall bedöma risker för miljö och hälsa.

Fältprotokoll för jordprovtagning och installation av grundvattenrör redovisas Bilaga 2. Sammanställning av laboratorieanalyser redovisas i Bilaga 3. Laboratorieprotokoll i redovisas i Bilaga 4.

Fältundersökningen utfördes under perioden 2011-05-16 – 2011-06-02. Provtagningsprogram redovisas i tabell 3.1.

Samtliga laboratorieanalyser har utförts av ALS Scandinavia AB.

Borrning och installation av grundvattenrör utfördes av Ingarö Markmiljö AB.

Tabell 3-1. Genomförd provtagning; media och analyser.

Undersökt media och Antal laboratorieanalyser					
	Jord	Grundvatten	Trädved	Porluft	Inomhusluft
Metaller	14	3			
Petroleumkolväten	14	3			
BTEX	14	3		3	
PAH	14	3			
TBT	2				
CAH	6	3	6	7	4

Metaller: As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Zn, ; Petroleumkolväten: alifater C5-C35, aromater C8-C16;
BTEX: bensen toluen, etylbensen, xylene; PAH: Låg-medel och högmolekylära polycykliska kolväten;
TBT: Tributyltenn; CAH: klorerade alifatiska kolväten (13st)

3.3 Provtagning

3.3.1 Allmänt

Lägena för provtagning av medierna inomhusluft, porluft, jord, grundvatten och jord redovisas på ritning i Bilaga 1.

3.3.2 Trädved

Trädprovtagning utfördes mellan Essingeleden och Vasakronans huvudbyggnad. Prover togs med tillväxtborr genom uttag av 4 mm smala och 5 cm långa borkärnor från 6 träd i området, punkterna T1-T6. Trädproven, analyserades med s.k. headspace analys på CAH (klorerade alifatiska kolväten).

3.3.3 Porluft

Porluftermätningar och provtagningar utfördes mellan Vasakronans huvudbyggnad och Essingeleden, mellan Vasakronans huvudbyggnad och Hamnbassängen samt i Västra Primusparken. Ett sondstål drevs ned ca 0,9 m under markytan och en vakuumpump sög porluft från marken. Porluften mättes på totalinnehåll av klorerade alifater (HVOC) med direktvisande HDI-instrument. Utifrån uppmätta porlufthalter i 14 punkter i fält valdes 6 punkter för provtagning på kolrör. Dessa analyserades på laboratorium på CAH. I 3 punkter analyserades även VOC.

Totalt pumpades ca 4,5 liter porluft genom respektive kolrör.

3.3.4 Inomhusluft

Inomhusluften provtogs med passiva provtagare (Radiello) i 4 utrymmen i Vasakronans lokaler närmast Essingeleden. Provtagarna exponerades under ca 48 timmar och analyserades därefter på CAH.

3.3.5 Jord

Borrning och provtagning av jord gjordes i 14 punkter i områden som tidigare inte provtagits. 2 stycken jordprover för TBT-analys togs i ytliga jordlager (<0,5 m). Övriga prover togs på ett djup mellan 0 – 2 m, lokalt 3 m under markytan och där fältmätningarna indikerade högst halter.

Prover togs ut som samlingsprover varje halvmeter och/ eller vid synliga variationer i jordprofilen direkt från skruvborren och lades i diffusionstäta påsar. Därefter mättes innehållet av flyktiga CAH och VOC ämnen med PID- och HDI instrument. Borrprotokollet med provnivåer, jordartsbedömning samt resultat från fältmätningar redovisas i Bilaga 2. Totalt analyserades 43 prover i fält. Av dessa analyserades 14 prover på laboratorium.

3.3.6 Grundvatten

Tre grundvattenrör av PEH- plast med dimensionen 50/41 mm (dy/di). installerades genom skruvborrning i punkterna V1, V4 och V6. Punkten V1 placerades i moränen i undersökningsområdets sydöstra del, V4 i fyllnadsmassorna i Västra Primusparkens östra del och V6 i fyllnadsmassorna öster om Vasakronans byggnad.

Grundvattenrören installerades med 1 meter filter närmast spetsen. Grundvattenytan påträffades mellan 2 och 6 meter under markytan. Provtagning utfördes med peristaltisk pump. Prover togs ut när stabila värden för pH, konduktivitet, temperatur och löst syre erhållits för att få ett grundvattenprov som är representativt i den aktuella punkten. I grundvattenrör V1 och V6 var tillrinningen av grundvatten relativt liten under pumpningen medan den i V4 var riklig.

3.4 Bedömningskriterier

3.4.1 Trädved

Riktvärden för föroreningar i trädved finns inte utan proverna används som en indikation på förekomst av klorerade alifater i grundvattnet. I områden där fri fas av klorerade lösningsmedel läckt ut har man i ett annat uppdrag uppmätt halter upp till 20 mg-h/kg ved, vilket kan utgöra referens på mycket höga halter.

3.4.2 Porluft och inomhusluft

Uppmätta halter av klorerade alifatiska kolväten i inomhusluften har jämförts med lågrisknivåvärden (LRv) eller så kallade referenskoncentrationer. Referenskoncentrationerna kan antingen vara framtagna utifrån medicinska studier av kroniska effekter (RfC) eller utifrån medicinska studier av cancerogena effekter (RISK_{inh}).

Jämförelsen med lågrisknivåvärden i denna undersökning har gjorts utifrån antagandet om känslig markanvändning (KM) då bostadsbebyggelse planeras, vilket innebär exponering 365 dagar, 24 timmar om dygnet under en livstid (75 år).

För porluft finns inte svenska riktvärden utan här har istället jämförelser gjorts mot lågrisknivåvärden för inomhusluft som tar hänsyn till spädningen mellan markluft och inomhusluft. En spädning motsvarande 1:100 för inomhusluft och markluft räknas som ett konservativt förhållande, utifrån studier som genomförts i Danmark (ref). Ett riktvärde för

porluft innebär således att lågrisknivåvärdet multiplicerat med 100 utgör en nivå där hälsorisker kan föreligga. Danska motsvarigheten till Naturvårdsverket rekommenderar att ytterligare provtagning utförs om halterna i porgasen är mer än 100 gånger högre än LRv. Om halten förorening i markluften däremot understiger $LRv \times 100$ föreligger ingen hälsorisk och ytterligare undersökning är normalt inte nödvändig.

3.4.3 Jord

Bedömningskriterier för föroreningar ovan grundvattenytan anges i Naturvårdsverkets rapport 5976 och utgörs av de generella riktvärdena för känslig och mindre känslig markanvändning (KM respektive MKM). I Sverige finns inte riktvärden för TBT (Tributyltenn), utan dessa har bedömts utifrån andra länders riktvärden.

3.4.4 Grundvatten

I Sverige saknas specifikt riktvärden för föroreningar i grundvatten i anslutning till förorenade områden. Naturvårdsverket har istället utgått från Livsmedelsverkets bedömningskriterier för dricksvatten (Livsmedelsverket 2001) för att ta fram haltkriterier ($C_{crit-gw}$) för grundvatten. Haltkriterierna utgör 50 % av Livsmedelsverkets bedömningskriterier och 50 % av det tolerabla dagliga intaget (TDI). Haltkriterier och TDI återfinns i Naturvårdsverkets rapport 5976 (Naturvårdsverket 2009). Storstäder försörjs oftast av kommunalt vatten och grundvattnets bakgrundshalter kan i vissa fall överstiga dricksvattenkriterierna, vilket gör att det kan vara mer relevant att jämföra grundvattnet iorstäder med ytvattenkriterierna. De uppmätta halterna har förutom yt- och grundvattenkriterierna även jämförts mot Naturvårdsverkets tillståndsklasser för förorenat grundvatten (Naturvårdsverket rapport 4918, 1999).

4 Föroreningssituationen

Fullständiga laboratorierapporter för de utförda analyserna återfinns i Bilaga 4.

4.1 Föroreningar i trädved

I tabell 4-1 redovisas halter av detekterade klorerade alifater.

Tabell 4-1. PCE, TCE och DCE i trädved (mg-h/kg)

	Parameter			
Provpunkt	PCE	TCE	DCE	VC
T1	<0,0030	<0,0030	<0,030	<0.15
T2	<0,0035	<0,0035	<0,035	<0.18
T3	0,016	<0,0040	<0,040	<0.2
T4	0,049	<0,0035	<0,035	<0.18
T5	<0,0050	<0,0050	<0,050	<0.25
T6	<0,0035	<0,0035	<0,035	<0.18

Sammanfattningsvis:

- Låga halter PCE detekterades i trädprov T3 och T4.
- I övriga prover detekterades inga CAH.

4.2 Föroreningar i porluft

Provtagning av porluft med kolrör utfördes i 6 av 14 punkter. Punkterna valdes ut för att täcka in hela området.

Sammanfattningsvis:

- De direktvisande fältinstrumenten (PID, HDI) gav inga tydliga utslag i någon av punkterna.
- Laboratorieanalyserna detekterade inte CAH och BTEX i någon punkt.

4.3 Föroreningar i inomhusluft

I punkt 3 och 4 (tegelgång och pannrum) detekterades PCA, TCE och TCA. Halterna har jämförts mot lågrisknivåvärden för respektive ämne.

Tabell 4-2. Halter av PCE, TCE och TCA över rapporteringsgränsen i inomhusluft, mg/m³

Provpunkt	PCE	TCE	1,1,1-TCA
3 (tegelgång)	0,010	0,0018	
4 (pannrum)			0,0011
LRv-RfC	0,20		0,8
LRv-RISK _{inh}		0,023	

LRv-Lågrisknivåvärde; RfC-kroniskt lågrisknivåvärde; RISK_{inh} – cancerogent lågrisknivåvärde

Sammanfattningsvis:

- De detekterade halterna av PCE, TCE och TCA i inomhusluften understiger lågrisknivåvärdena med 10-20 gånger för PCE och TCE och med ca 700 gånger för TCA.
- TCA (1,1,1-Triklorethan) är en klorerad alifat som inte hör samman med TCE eller PCE i den meningen att det är en nedbrytningsprodukt till dessa, men likväl är TCA ett lösningsmedel.
- Uppmätta halter inomhus visar att det troligen finns klorerade alifatiska kolväten i porluften under byggnaden.

4.4 Föroreningar i jord

Utförda analyser av jord uppvisade generellt metaller och PAH över KM och MKM i flertalet punkter. I två punkter av totalt 14(J2, J8) påvisades halter under KM av samtliga metaller och PAH ämnen. Analyserade halter i jord har sammanställts och redovisas i Bilaga X.

Provtagningspunkter och föroreningsklass visas i Figur 4-1.

Borrning i Östra Primusparken (punkterna J10-J12) utfördes med jordskruv ned till 2,2 m, där påträffades block. Nivån var ungefär i höjd med Mälaren. Jorden innehöll byggrester (tegel, spik) och var förorenad av bly och zink i halter över riktvärden för MKM från markytan ned till 2 m. Föroreningar av kadmium och PAH-M/H fanns i halter mellan riktvärden för KM och MKM.

Öster om huvudbyggnaden (punkt J9) påträffades i huvudsak stenblock, men mellan blocken på nivån 2 – 3 m fanns sand. Den innehöll bly- och zinkföroreningar i halter över riktvärden för MKM och koppar och kadmium i halter mellan riktvärden för KM och MKM.

Framför huvudbyggnaden (punkterna J1, J2, J3 och J8) var jordlagren ca 2 m mäktiga (lokalt 3 m punkt J2) bestående av sandfyllning med inslag av sten och grus. Berg bedömdes ha nåtts i borrhningen i 3 punkter. Inga rivningsrester noterades. Jorden var förhållandevis ren. PAH-H i halter över riktvärden för MKM fanns mellan 0,5 – 1 m vid södra spetsen av gräsytan. Där fanns även koppar och bly samt PAH-M i riktvärden mellan KM och MKM. PAH-H fanns även i norra delen av gräsmattan på samma nivå.

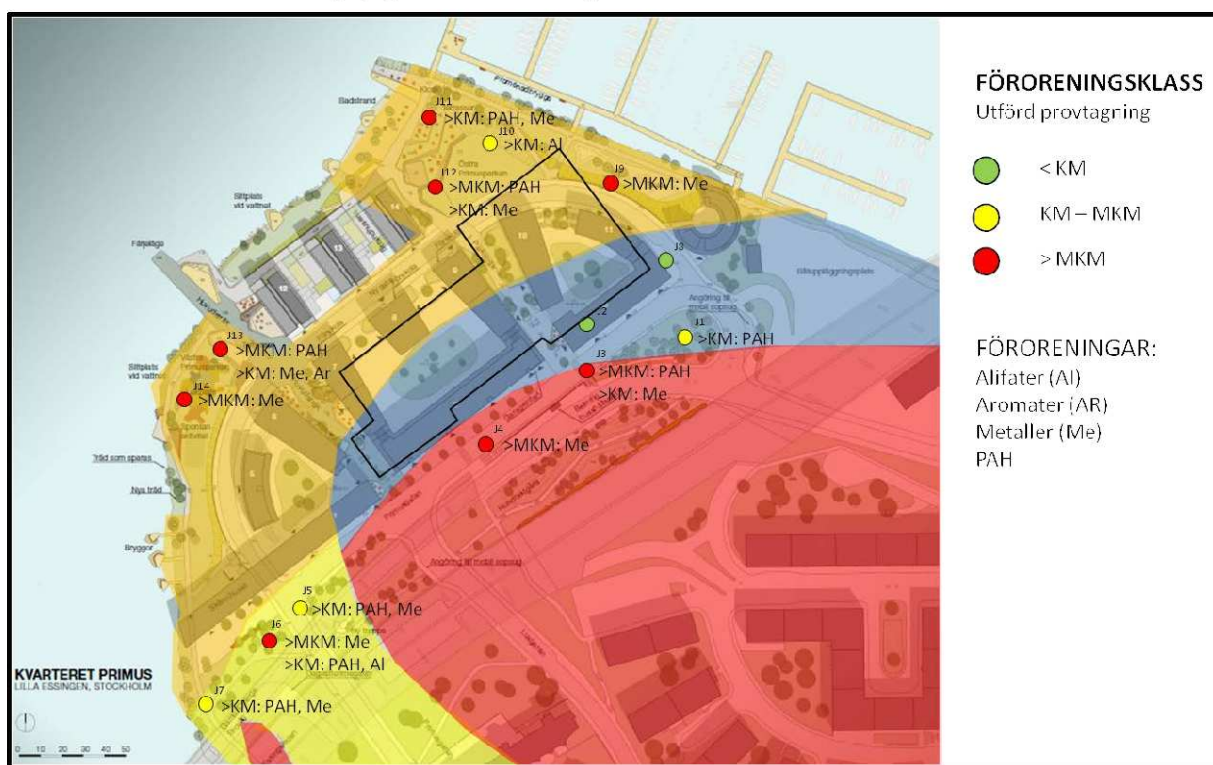
Framför byggnadens södra del på stadens mark (punkt J4) var marken uppfylld med 1 m krossmaterial av sten på en lerig och sandig fyllning ned till 1,9 m på berg. Fyllningen innehöll bly i halter mellan riktvärden för KM och MKM.

Sydväst om Södra Primusparken bestod jordlagren av lerig sandig fyllning ned till mellan 2 – 2,7 m ned till berg. I punkten som var närmast vattnet påträffades block 2,3 m under markytan. Här är troligen fyllningen mäktigare än så. Tidigare provtagningar i Västra Primusparken har visat att massorna är relativt förorenade av PAH och metallerna bly, koppar och zink. Nu utförda provtagningar (punkterna J5-J7) bekräftar denna föroreningsbild även om det endast är zink på nivån 1,5 – 2 m som överstiger riktvärden för MKM, medans PAH-M/H, tyngre alifater, koppar, kadmium och bly har halter mellan riktvärden för KM och MKM.

Jorden vid båtklubben söder om hamnbassängen bestod av grus och sandfyllning ned till 2 m (Mälarevattennivå). Block påträffades på 0,8 m i en punkt. Massorna innehåller delvis byggrester (tegel). Fyllningsmassorna är relativt förorenade av PAH-M/H, koppar och zink i halter över riktvärden för MKM. Bly, kadmium och tyngre aromater överstiger riktvärden för KM och MKM. Halten av TBT (tributyltenn) var under det finska riktvärdet i jord, men visar dock att jorden är förorenad av båtuppläggningsverksamheten.

Sammanfattningsvis:

- Området är förorenat av främst PAH-M och PAH-H samt metaller i fyllningen ned till ca 2 m, lokalt djupare. Föroreningarna är jämnt utspridda. Någon säker nedre gräns där massorna är rena finns inte.
- De vanligast förekommande metallerna är bly och zink i halter över riktvärden för MKM.
- Koppar i halter över riktvärden för MKM finns vid båtklubben.
- Övriga metaller som förekommer över stora delar är kadmium i halter mellan riktvärden för KM och MKM
- Förekomsten av TBT och koppar vid båtklubben härrör förmodligen från båtverksamheten.
- Fyllnadsmassorna i Östra Primusparken hade inslag av byggavfall och tegel. Inslaget av byggrester kan förklara de speciellt höga halterna av Cu (1 350 mg/kg TS), Pb (14 000 mg/kg TS) och Zn (1 950 mg/kg TS) som påträffades i punkt J11.
- Klorerade alifater, PCE (tetrakloreten) detekterades i samtliga jordprover (6 prover) där dessa analyserades. TCE (trikloreten) detekterades i en punkt (punkt J11 – Östra Primusparken). Halterna var mycket låga och är troligen ett resultat av den föroreningsplym som finns i grundvattnet



Figur 4-1. Provtagningspunkter för jord och föroreningsklass från aktuell miljöteknisk markundersökning

4.5 Föroreningar i grundvatten

Före provtagningen mättes följande fältkemiska parametrar; pH, temperatur, konduktivitet, syre och redoxpotential. Resultatet redovisas i Tabell 4-3.

Tabell 4-3. Fältkemiska parametrar i grundvattenbrunnar V1, V4 och V6.

Provpunkt	Temp. °C	pH	Löst Syre* (mg/l)	Konduktivitet (ms/m)	Klorid (mg/l)	Redoxpotential* (mV)
V1	9,6	6,98	5,2	144	258	178
V4	12,0	7,39	7,1	251	67	124
V6	16,4	7,31	3,2	207	20	158

- Osäkra värden på grund av dålig tillrinning

Sammanfattningsvis:

- Temperaturen visar att grundvattnet längre in från stranden är kallare, V6 återspeglar mer Mälarens vattentemperatur.
- Grundvattnets pH-värde är mellan 7 – 7,3, vilket är normalt för naturligt grundvatten.
- Syrehalten är förhållandevis hög och oxiderande förhållanden råder vilket är ett tecken på dåliga till intermediära förhållanden för nedbrytning av klorerade alifater.
- Konduktiviteten är normal för grundvatten.
- Kloridhalten är normal med undantag för V1 som är klart hög och tyder på förorening

I tabell 4-4 redovisas analyserade halter och jämförelse med Naturvårdsverkets kriterier för yt- och grundvatten samt tillståndsklassificering för förorenat grundvatten.

Tabell 4-4. Detekterade föroreningar i grundvattenrör V1, V4 och V6. Halter i µg/l. (Gulmarkeringar överskrider ett riktvärde).

Vatten	Ämne	¹ <i>Ccrit-gw</i>	² <i>Ccrit-sw</i>	V1	V4	V6	Bedömning av tillstånd
Alifater	>C5-C8	100	2,5	<10	<10	<10	
	>C8-C10	100	1,5	<10	<10	<10	
	>C10-C12	100	3	<10	<10	<10	
	>C12-C16	100	30	<10	<10	<10	
	>C16-C35	100	30	<10	<10	<10	
Klorerade alifater	diklormetan	10	10	<1,0	<1,0	<1,0	³ Mindre allvarligt
	1,1-dikloreten			<1,0	<1,0	<1,0	
	1,2-dikloreten	1,5	5	<1,0	<1,0	<1,0	
	trans-1,2-dikloreten			<1,0	<1,0	<1,0	
	cis-1,2-dikloreten			4,5	<1,0	<1,0	
	1,2-diklorpropan			<0,50	<0,50	<0,50	
	triklormetan	25	1,25	<0,20	<0,20	<0,20	
	tetraklormetan			<0,20	<0,20	<0,20	
	1,1,1-trikloreten	1000	5	<0,20	<0,20	<0,20	
	1,1,2-trikloreten			1,5	<0,50	<0,50	
	trikloreten	5	5	32	0,2	0,3	
	tetrakloreten	5	5	620	<0,10	0,1	
	vinylklorid			<1,0	<1,0	<1,0	
Aromater	>C8-C10	100	5	<0,30	<0,30	<0,30	
	>C10-C16	10	1,2	<0,775	<0,775	<0,775	
	Bensen	0,5	5	<0,20	<0,20	<0,20	³ Mindre allvarligt
	Toluen	350	5	<0,20	<0,20	<0,20	³ Mindre allvarligt
	Etylbensen	150	5	<0,20	<0,20	<0,20	³ Mindre allvarligt
	Xylen	250	5	<0,20	<0,20	<0,20	³ Mindre allvarligt
PAH	PAH L	10	1,2	0,014	0,012	<0,015	³ Mindre allvarligt
	PAH M	2	0,05	<0,025	0,051	<0,025	³ Mindre allvarligt
	PAH H	0,05	0,005	<0,040	0,065	<0,040	³ Mindre Allvarligt
Metaller	As	5	0,3	0,395	0,998	0,551	³ Mindre allvarligt
	Pb	5	0,5	1,53	0,138	0,272	³ Mindre allvarligt
	Cd	1,5	0,02	19,1	0,316	0,0671	³ Allvarligt
	Co	5	0,2	7,92	8,77	0,0478	
	Cu	50	1	8,42	37,9	17,6	
	Cr	25	0,3	<0,02	0,488	0,165	³ Mindre allvarligt
	Ni	10	1	16,9	40	2,64	³ Mindre allvarligt
	V	30	0,5	0,332	0,633	0,925	
	Mo	35	0,3	41,3	7,43	1,16	
	Zn	100	4	7660	13,1	19,8	

1) *Ccrit-gw*=Kriterie för skydd av dricksvatten (SNV 2009). 2) *Ccrit-sw*=Kriterie för skydd av ytvatten (SNV 2009). 3) Bedömning av tillstånd för förorenat grundvatten (SNV 1999).

Sammanfattningsvis:

- PCE och TCE detekterades i halter över yt- och grundvattenkriterierna i brunn V1. Halterna låg 6 respektive 125 gånger över riktvärdena.
- TCE förekommer i samtliga 3 grundvattenrör och PCE i två rör.
- I rör V1 som har högst halter av PCE och TCE förekommer även nedbrytningsprodukten 1,2 DCE och 1,1,1TCA.
- Halterna alifatiska- och aromatiska kolväten understeg rapporteringsgränserna i samtliga grundvattenbrunnar.
- I brunn V4 detekterades PAH-M i samma storleksordning som ytvattenkriteriet och PAH-H i halter över ytvattenkriteriet (ca 150 gånger). Påträffade halter PAH-L i V1 och V4 understeg yt- och grundvattenkriteriet.
- I samtliga tre rör översteg halterna av flertalet metaller ytvattenkriterierna (As 2-3 ggr, Cd 15-1000 ggr, Co 45 ggr, Cu 8-40 ggr, Cr 1,5 ggr, Ni 2-17 ggr, V 2 ggr, Mo 4-140 ggr, Zn 3-2000 ggr)
- I V1 och V4 översteg Cd, Co, Ni, Mo och Zn även dricksvattenkriterierna.
- Tillståndet för grundvatten i V1, V4 och V6 klassificeras som Mindre allvarligt med undantag av Cd, som klassificeras som Allvarligt i rör V1.

4.6 Sammanfattning av föroreningssituationen

4.6.1 Metaller, petroleumkolväten, PAH och TBT

Generellt är halterna av metaller och PAH (främst PAH-H) i fyllnadsmassorna höga (upp till 35 ggr MKM för metaller (Pb) och 2 ggr för PAH-H). Föroreningarna har konstaterats på hela undersökningsområdet och på olika nivåer i fyllningen. Fyllnadsmassorna innehåller byggavfall och tegelrester vilket ställvis kan ge höga halter. Tunga alifater och aromater över KM har detekterats endast i enstaka punkter. Inga lättflyktiga organiska kolväten av petroleumkaraktär har påträffats. Analyser av TBT i ytliga fyllnadsmassor vid Essinge båtklubb har uppvisat halter som uppgår till 1,1 mg/kg TS, vilket är en klar påverkan från båtbottnfärger.

Analyserade grundvattenprover innehåller metaller och PAH över ytvattenkriterierna och vissa metaller överskrider även grundvattenkriterierna. Metaller och PAH förekommer till största delen komplexbundna och adsorberade på jordpartiklar. Vattenproverna var grumliga vid provtagningen, V1 och V4 i högre grad än V6, men har filtrerats innan analys.

4.6.2 Klorerade alifatiska kolväten

Förekomst av PCE och TCE och i viss mån DCE och TCA har kunnat påvisas i alla provtagna medier (jord, grundvatten, trädved, inomhusluft) med undantag av porluft. Låga halter detekterades i trädved och i fyllnadsmassorna. I fyllningen understeg halterna KM. I grundvattenrör, V1, som placerats i moränen på området sydöstra del påträffades de högsta halterna PCE (620 µg/l), TCE (32 µg/l) och DCE (4,5 µg/l) i grundvattnet. I brunnarna V4 och V6, som placerats nedströms i fyllnadsmassorna, var halterna betydligt lägre (PCE 0,1 µg/l, TCE 0,3 µg/l). Den genomsläppliga fyllningen och Mälarens vattennivå gör att dessa brunnar i hög grad kommunicerar med Mälurvatten och det sker en utspädning av lösta ämnen.

Den stora andelen PCE i grundvattnet i rör V1 tyder på att föroreningskällan kan ligga uppströms och ha sitt ursprung i en kemtvätt eftersom PCE är ett typiskt kemtvättmedel. Huruvida Primusverksamheten hade kemtvätt eller inte kan inte beläggas. Spår av PCE brukar finnas i TCE som avfettningsprodukt, men inte i någon större andel (<1%). TCE kan också helt och hållet vara en nedbrytningsprodukt från PCE, nedbrytning sker med hjälp av mikroorganismer och gynnas av låga halter syre i grundvattnet. Spridning av lösta faser i grundvattnet (föroreningsplym) sker till Mälaren, men späds effektivt redan en bit in under land till halter som är låga eller inte detekterbara.

PCE, TCE och TCA detekterades i inomhusluften, vilket innebär att dessa sannolikt finns i porluften under byggnaderna. Då byggnaderna har källardel, troligen grundlagd på berg, och inget ytligt grundvatten påträffades i närheten är ursprunget till ångorna sannolikt grundvatten i bergsprickor eller små mängder fri fas vätska i lokala täta spränggropar i berget.

Något eventuellt källområde för PCE och TCE har inte påträffats. Källområden kännetecknas av halter i grundvatten som överskrider 1 % av ämnenas maximala löslighet (1 500 µg/l för PCE och 11 000 µg/l för TCE) eller halter i jord som uppgår till gränsen för fri fas, ca 1 000 mg/kg TS. Det mest sannolika är att källområdet finns i närheten av grundvattenbrunn V1 eller uppströms denna. Spridningen av PCE och TCE påverkas av bergets topografi, men även av grundvattnets strömningsriktning. Det kan inte uteslutas att PCE och TCE spridits i bergsprickor söderut på andra sidan Essinge leden.

5 Riskbedömning

5.1 Allmänt

Uppmätta halter av föroreningar i marken har jämförts mot Naturvårdsverkets riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM) och känslig markanvändning (KM). Platsspecifika riktvärden har tidigare beräknats för området (Sweco rapporter). Dessa redovisas inte i denna rapport då förhållandena avseende det planerade nyttjandet av fastigheten kan vara annorlunda med helt andra exponeringsförutsättningar än vad som antagits tidigare samt att statusen av dessa riktvärden inte är helt klarlagd.

Vidare så har nya riktvärden i jord (2009-11) och nya sammansättningar av ämnen bidragit till att de förslag som tagits fram tidigare inte längre är aktuella. Här kommenteras vilka ämnen som överstiger de generella riktvärdena och vad som är styrande för riktvärdena. Platsspecifika riktvärden för planerad exploatering eller fördjupad riskbedömning av metaller, eller organiska ämnen har inte tagits fram.

Fokus på riskbedömningen har varit på klorerade lösningsmedel. Ett separat avsnitt för klorerade alifater redovisas då dessa till skillnad från metaller, PAH och olja har stor exponeringspotential avseende hälsorisker.

5.2 Påträffade föroreningar och styrande exponeringsvägar för deras riktvärden i jord

Högmolekylära PAH och bly förekommer allmänt i fyllningen. Styrande för riktvärdet i jord för känslig markanvändning (KM) för PAH-H är intag av växter och därefter markmiljön. För bly är det skyddet av markmiljön och intag av jord som är styrande för KM-riktvärdet, men exponeringen från andra källor medför att riktvärdet sänkts eftersom endast 20% av risken får intecknas till skillnad från 50 % för de flesta av övriga ämnen (Cd och Hg får inteckna 20% och PCB och dioxiner endast 10%).

Ämnen som, förekommer mer ställvis i förhöjda halter är koppar där skyddet av markmiljön är helt styrande för KM-riktvärdet. Samma sak gäller för zink. För PAH-M är det intag av ånga och markmiljön som styr riktvärdet och för tunga alifater C₁₆ – C₃₅ är det helt och hållet markmiljön. För de tunga aromaterna C₁₆-C₃₅ som påträffats i förhöjda halter är det främst skyddet av grundvatten och markmiljön som bestämmer KM-riktvärdet.

Genom att exkludera vissa exponeringsvägar som t ex intag av grundvatten, vilket är mest uppenbart kan således riktvärdena behöva justeras. Om markmiljön inte anses lika skyddsvärd som t ex en moränbacke i skogen där biologiskt liv kan utvecklas normalt bör en justering med hänsyn till miljöriskbaserat riktvärde göras. Detta är vanligt eftersom mark som ska bebyggas eller som består av onaturligt material som t ex sprängsten, och byggnadsrester normalt inte ger samma förutsättningar för utveckling av biologiskt liv.

Exploatören kan också föra fram något av de 8 typriktvärden som utarbetats för storstäder, men som inte antagits av Naturvårdsverket. Statusen eller praxis kring dessa riktvärden är inte närmare känd hos myndigheterna.

Trikloret eller andra klorerade alifater har inte påträffats i halter över de generella riktvärdena för KM, men det är relativt ointressant och vilseledande eftersom det sannolikt är exponeringseffekter från förorenat grundvatten som kan orsaka hälsorisker.

5.3 Hälsorisker

5.3.1 Allmänt

Hälsoriskerna har inte närmare beaktats för metaller, oljor och PAH då det för området tidigare utförts en exponeringsanalys som redovisar vilka risker som kan råda. För klorerade alifater har en fördjupad riskbedömning utförts då dessa ämnen tidigare inte undersökts i någon betydande omfattning. Den huvudbyggnad som diskuteras nedan kommer att rivas efter beslut om ändrade byggplaner. Om marken på området inte saneras kvarstår risken att även kommande bostäders inomhusluft kontamineras av de förhöjda halterna klorerade alifater som finns i fyllningen och som kan påverka människors hälsa negativt.

5.3.2 Exponeringseffekter från klorerade alifater i olika medier

I Naturvårdsverkets modell över vilka exponeringsvägar som är viktigast när det gäller klorerade alifater framgår det tydligt att det är inandning av ångor från föroreningar under byggnader och intag av grundvatten från en dricksvattenbrunn i det förorenade området som dominerar riskbilden. Dessa exponeringsvägar intecknar merparten av riktvärdet i jorden. Detta illustreras i tabell 5.1.

Tabell 5.1. Exponeringsvägarnas påverkan på riktvärdet i jord för trikloreten och tetrakloreten (Naturvårdsverkets exponeringsmodell, 2009)

Ämne	Intag jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Inandning ånga	Intag dricksvatten	Intag växter
Trikloret	0,3%	0,1%	0,0%	22,0%	62,8%	14,9%
Tetrakloreten	0,2%	0,0%	0,0%	74,0%	17,0%	8,8%

Då uttag av grundvatten inte är aktuellt på fastigheterna är det ånginträngning i byggnader som utgör den betydande exponeringsvägen för klorerade alifatiska kolväten, även om en viss inte obetydlig andel kan tänkas intecknas av konsumering av egenodlade växter på platsen.

Vi har valt att fokusera på den exponeringsväg som dominerar – inandning av ångor. Eftersom föroreningarna detekterats i inomhusluften exponeras människor i dagsläget inne i huvudbyggnaden. Uppmätta halter av klorerade alifater i grundvattnet, i porluften och inomhus beskriver riskbilden bättre än föroreningshalter i jord. Detta beror på att det krävs en omfattande provtagning i jord för att hitta och avgränsa föroreningen på grund av dess heterogena spridning i jorden. Det är främst förångningseffekterna av föroreningens förekomst i jorden och grundvattnet som utgör grund för bedömning av hälsoriskerna. Uppmätta halter i vatten, porgas och inomhusluft har således en större relevans än eventuella halter i jorden.

5.3.3 Exponering från ångor

Med hjälp av ångtransportmodeller (Naturvårdsverket 2009, rapport 5976, Johnson & Ettinger) är det möjligt att göra beräkningar av halten flyktiga ångor i inomhusluften om halten i jorden eller grundvattnet är känd. Detsamma gäller det omvända dvs. om halten i inomhusluften är känd kan halter i jorden och grundvattnet beräknas. I dessa beräkningssteg kan också halterna i porluften beräknas med antagna utspädningsfaktorer.

Förhållandet mellan halten förorening i jordens porluft och inomhusluften påverkas av markens beskaffenhet samt av byggnadens konstruktion och ventilationsförhållanden. Utspädningen mellan markens porluft och inomhusluft kan variera från ca 100 gånger upp till 100 000 gånger. I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell för flyktiga ämnen och riktvärden i

jord används en utspädning på 1 till 6 000 för en schablonbyggnad motsvarande 1-planshus utan källare (10×10 meter bottenplatta och 2,4 meters takhöjd), med ventilation enligt Boverkets normer och antaget normaltät jord under bottenplattan. Ju tätare marklager och byggnad och ju bättre ventilationsförhållanden desto större blir utspädningen mellan porluften och inomhusluften.

Geosigma har erfarenhet av flera uppdrag där halter av klorerade alifater uppmätts i grundvatten, porluft och i inomhusluft. En utspädning av ca 1:1 000 är ofta ett förhållande som verkar råda och det stämmer väl med ångtransportmodeller. För att bedöma hur uppmätta halter i grundvattnet harmoniserar med uppmätta halter inomhus har en beräkning utförts av potentiella inomhushalter som jämförts mot aktuella lågriskvärden. Under antagande om att all förorening finns i grundvattnet och att halten förorening i porluften står i jämvikt med halten i grundvattnet kan en potentiell halt i grundvattnet beräknas med hjälp av Henrys konstant (H)¹:

$$\text{Halt i grundvatten} = \text{Halt i porluft} / H$$

I tabell 5-2 redovisas uppmätta och beräknade halter av trikloreten, tetrakloreten. En utspädning på 1:1 000 har använts mellan porluft och inomhusluft.

Tabell 5-2. Exponeringsvägarnas påverkan på riktvärdet i jord för trikloreten och tetrakloreten.

GRUNDVATTEN	Uppmätt maxhalt i Grundvatten	Henrys konstant	Beräknad halt i porluft	Beräknad halt i inomhusluft	Uppmätt halt i inomhusluft	Lågriskvärden KM
	(ug/l)		(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)
	INDATA	INDATA	UTDATA	UTDATA		
Tetrakloreten	620	0,93	576,6	0,5766	0,01	0,2
Triklören	32	0,28	8,96	0,00896	0,0018	0,023

Beräkningarna visar att tetrakloreten föroreningen i grundvattnet på fastigheten har en potential att ge en halt av 0,5766 mg/m³ i inomhushalten. Uppmätta halter är betydligt lägre än beräknade halter vilket sannolikast beror på följande faktorer:

- Mätpunkterna för inomhusluften satt i välventilerade och mot grundläggningen täta utrymmen.
- Halterna i grundvattnet under huskroppen är betydligt lägre än de i rör V1.
- Jorden under huskroppen har en fukthalt som är högre än normalt. Fukt utgör den mest utslagsgivande parametern för ångbildning eftersom fukt effektivt reducerar ångtransport.
- Jordlagren under huskroppen består av finkorniga jordar.

Uppmätta halter i inomhusluften motsvarar en ungefärlig halt av 11 ug/l i grundvattnet med antagna utspädningar.

Eftersom mätningar av klorerade alifater under huskroppen i porluften, grundvattnet och jorden saknas, finns stora osäkerheter kring exponeringssituationen. Med nuvarande kunskap om haltfördelningen av klorerade alifater på fastigheten kan hälsorisker från inandning av ångor i byggnaden inte uteslutas.

¹ Henrys konstant (dimensionslös) för PCE (0,93) och TCE (0,28) har hämtats från Naturvårdsverket 2009, rapport 5976.

Sammanfattningsvis:

- Uppmätta halter av klorerade alifater i inomhusluften var klart under aktuella riktvärden.
- Utifrån halter i inomhusluften och delvis mot bakgrund av låga halter i grundvattnet finns inga hälsorisker på fastigheten.
- Maximalt uppmätta halter i grundvattnet indikerar en potential för förhöjda halter i inomhusluften som kan medföra en hälsorisk.
- Risken för att människor exponeras av klorerade alifater i inomhusluften, kvarstår på fastigheten om inte marken saneras före upprättande av nya byggnader.
- För att minska risken för att människor exponeras bör byggtekniska åtgärder vidtas som exvis radonskydd.

5.4 Miljörisker

Utifrån uppmätta halter i grundvatten och jord av klorerade alifater samt den stora utspädning som finns mellan grundvattnet i strandfyllningen och Mälarvattnet bedöms miljöriskerna som försumbara för ekosystemet i sedimenten längs stranden och i den strandnära zonen. I tabell X framgår att Naturvårdsverkets miljöriskbaserade riktvärde för tri- och tetrakloreten är ca 100 gånger högre än vad som maximalt uppmäts på fastigheten. Geosigma bedömer att föroreningshalterna av klorerade alifater främst de som påträffats trikloreten och tetrakloreten i jorden är så låga att miljöriskerna på fastigheten är försumbara.

Tabell 5-3. Hälsoriskbaserade, miljöriskbaserade och spridningsbaserade riktvärden enligt Naturvårdsverkets modell 2009.

Tabell 5-3. Exponeringsvägarnas påverkan på riktvärdet i jord för trikloreten och tetrakloreten.

Ämne	Hälsoriskbaserat riktvärde	Skydd av markmiljö	Skydd av grundvatten	KM	MKM	Uppmätt max-halt
Tri-kloreten	0,26	5	0,18	0,2	0,6	0,075
Tetrakloreten	5,1	5	0,4	0,4	1,2	0,039

6 Skyddsåtgärder för byggnationer

Följande avsnitt avser att tydliggöra eventuella hälsorisker som kan uppstå i byggnader med avseende på förekomsten av avfettningsmedlen trikloreten och tetrakloreten, översiktligt bedöma vilka områden där ånginträngning kan vara ett problem samt ge exempel på skyddsåtgärder för byggnationer.

Undersökningen har konstaterat förekomsten av trikloreten, tetrakloreten och 1,1,1-trikloretan i marken på fastigheten. Uppmätta halter i grundvattnet utanför fastigheten indikerar en potentiell hälsorisk inomhus med avseende på förångning. Exponeringssituationen inomhus är inte helt klarlagd även om de inomhusmätningar som utförts indikerar låg exponering. Osäkerheten beror på att mätningar under huskroppen och i lokaler där människor normalt vistas under en hel arbetsdag inte har utförts. Tillsvidare bedöms att det finns en liten hälsorisk för att ångor kan komma in i byggnader på fastigheten i halter som inte är obetydliga.

För planerad byggnation längs strandkanterna bedöms det inte finnas någon risk för förångning på grund av att Mälarvattnet kommunicerar med fyllningen och halterna av lösningsmedel i grundvattnet inte är mätbara där.

En liten risk för planerade byggnader finns centralt på fastigheten och då företrädesvis i de östra huskropparna.

Problematiken med inträngande gaser i byggnader är inte ny utan finns också t.ex. för radongas. Det finns vedertagna byggsystem för att minska radongasinträngning i byggnader som också är tillämpliga för gaser från avfettningsmedel och petroleumprodukter. Radonsäker byggnation är ofta tillräcklig för att eliminera hälsoriskerna.

7 Slutsatser

- Provtagning av jord i områden som tidigare inte provtagits uppvisar liknande föroreningsgrad som de områden som tidigare har provtagits.
- Föroreningarna i massorna på fastigheten består främst av PAH och Bly som är allmänt förekommande.
- De föroreningar som överskrider riktvärden i jord för MKM utgörs av PAH-H/M, Bly, Zink och Koppar.
- Kopparföroreningen är främst lokaliserad till västra delen av området och särskilt vid båtklubben.
- TBT (tributyltenn) förekommer i höga halter vid båtklubben, men under finska riktvärden som är de enda som hittats för jord.
- Kadmium förekommer i halter mellan riktvärden för KM och MKM och är allmänt förekommande.
- Ställvis förekommer olja (tyngre alifater och aromater) i jorden.
- Jorden är allmänt förorenad ned till naturlig jord eller till grundvattennivån, någon nedre gräns för föroreningen i fyllningen har inte fastställts.
- Vid en planerad exploatering är det omfattande volymer jord som behöver åtgärdas om utgångspunkten utgörs av riktvärden för KM.
- Det bedöms finnas goda förutsättningar för att justera riktvärdena i jord då flera exponeringsvägar inte är aktuella eller exponeringsförutsättningarna är annorlunda än de är för Naturvårdsverkets KM scenario.

Klorerade lösningsmedel

- Klorerade lösningsmedel och deras nedbrytningsprodukter (klorerade alifater) är allmänt förekommande i grundvattnet, men i förhållandevis låga halter.
- Den dominerande klorerade alifaten utgörs av tetrakloreten (PCE) som främst är ett kemtvättmedel, men som kan ha använts i den tidigare verksamheten som ett avfettningsmedel.
- Dimensionerande exponeringsväg med avseende på hälsorisker utgörs av inandning av ångor inomhus.
- Påträffade klorerade alifater i inomhusluften utgörs av PCE, TCE och 1,1,1-TCA i halter som är klart under lågriskvärden.
- Alla ämnen kan ha sitt ursprung i den tidigare verksamheten.
- Uppmätta maximala halter i grundvattnet kan potentiellt ge så höga halter i inomhusluften att hälsorisker inte kan uteslutas.
- Då föroreningsstatusen under huvudbyggnaden inte är känd medför det att stora osäkerheter råder kring exponeringsförhållandena inomhus.
- Uppmätta halter i porgas, grundvatten och jord indikerar att fri fas lösningsmedel inte finns i betydande mängder på fastigheten
- Uppströms liggande föroreningskälla av tetrakloreten, företrädesvis en kemtvätt kan inte uteslutas.
- Miljöriskerna bedöms som försumbara.
- Hälsorisker kopplade till ånginträngning av klorerade alifater i planerade byggnationer längs strandkanten är obetydliga.
- En liten hälsorisk finns för planerade byggnationer centralt, företrädesvis i östliga huskroppar.
- Radonsäker byggnation bedöms eliminera eventuella hälsorisker med avseende på ånginträngning i byggnader

8 Referenser

Naturvårdsverket 2009, Riktvärden för förorenad mark, rapport 5976.

Sweco VBB VIAK 2002. PM 30 Luxparken 2002-02-06. Rev. 2002-11-27 avseende ändrade riktvärden.

Sweco VIAK 2003. PM 34 Prover i parken 2993-05-06.

Golder Associates 2005. Kv. Primus 1 Miljöteknisk markundersökning 2005-06-22.

Naturvårdsverket, 2009, Riskbedömning av förorenade områden, rapport 5977.

Naturvårdsverket 1999, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, rapport 4918.