

---

## PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI

---

LÖVSTA KVV / MARK OCH VA

**UNDERLAG TILL TILLSTÅNDSANSÖKAN OCH DETALJPLAN**



PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI

2019-10-04

**HANDLÄGGARE: ROBERTUS HOOGEVEEN**

---

## Ändringsförteckning

VER.	DATUM	ÄNDRINGEN AVSER	GRANSKAD	GODKÄND
7	2019-09-30	Uppdatering av underlag till TB/MKB för tillståndsansökan		
6	2019-06-17	Underlag till tillståndsansökan		
5	2019-04-11	PM till tillståndsansökan		
4	2019-03-19	Uppdatering avseende sedimentprovtagning och bilaga 9		
3	2019-03-11	Uppdatering avseende energihamnen och cykelvägen		
2	2019-02-28	Uppdatering avseende nya data och kommentarer från Stockholm Stad		
1	2018-12-03	Rapport, första utkast		

2019-10-04



## PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI

Uppdrag Lövsta KVV / Mark och VA	Uppdragsledare Katja Fedorova	Datum 2019-10-04
Uppdragsnummer 13005526	Upprättad av Robertus Hoogeveen, Matilda Johansson, Niklas Ekstrand	Handlingstyp PM

**Innehållsförteckning**

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund	1
1.2	Målbeskrivning	2
1.3	Avgränsningar	2
<b>2</b>	<b>Genomförda undersökningar</b>	<b>3</b>
2.1	Data från tidigare undersökningar	3
2.2	Fältundersökningar	3
<b>3</b>	<b>Områdesbeskrivning</b>	<b>3</b>
3.1	Introduktion	3
3.2	Västra, östra och norra deponin	4
3.3	Historisk markanvändning	5
3.4	Genomförda saneringsåtgärder	8
3.5	Nuvarande markanvändning	10
3.6	Planerad markanvändning	11
3.7	Planerad hamnanläggning	14
<b>4</b>	<b>Yt- och grundvattenförhållanden</b>	<b>14</b>
4.1	Topografi	14
4.2	Hydrologi	15
4.2.1	Avrinning	15
4.2.2	Ytvatten	17
4.3	Geologi	18
4.3.1	Berg	18
4.3.2	Jord	19
4.4	Grundvatten	22
4.4.1	Grundvattenbildning och grundvattenflöde	22
4.4.2	Hydrauliska egenskaper	24
4.4.3	Grundvattennivåer och grundvattenströmning	25
4.5	Sammanfattande hydrogeologisk tolkning	31
<b>5</b>	<b>Föroreningssituation</b>	<b>34</b>
5.1	Resultat av tidigare undersökningar	34
5.2	Föroreningar av potentiell betydelse	34
5.2.1	Föroreningar av potentiell betydelse i jord	34
5.2.2	Föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten	36
5.3	Föroreningssituation i jord	38
5.3.1	Egenskapsområde A	39
5.3.2	Egenskapsområde B	40
5.3.3	Egenskapsområde C	42
5.3.4	Egenskapsområde D	43
5.3.5	Egenskapsområde E	43
5.3.6	Egenskapsområde F	45
5.3.7	Egenskapsområde G	47

5.3.8	Egenskapsområde H	48
5.3.9	Egenskapsområde I	49
5.3.10	Egenskapsområde J	50
5.4	Föroreningsituation i grundvatten	50
5.4.1	Föroreningar i grundvatten i Energihamnen	51
5.4.2	Föroreningar i grundvatten i det huvudsakliga anläggningsområdet	53
5.5	Fri Fas	55
5.6	Deponigas	57
5.7	Porgas	58
5.8	Sediment	58
<b>6</b>	<b>RisKFörutsättningar</b>	<b>60</b>
6.1	Markanvändning och övergripande åtgärds mål	60
6.2	Planerad anläggning	61
6.3	Konceptuell modell	61
6.4	Föroreningskällor	62
6.5	Skyddsobjekt	63
6.6	Exponeringsanalys	64
6.7	Spridningsförutsättningar	65
6.8	Skydd av markmiljö	68
<b>7</b>	<b>Beräkning av platsspecifika riktvärden</b>	<b>70</b>
7.1	Jordlagrens egenskaper	70
7.2	Exponeringsantaganden och -scenarier	71
7.2.1	Scenario 1 och 2	71
7.2.2	Scenario 3	72
7.2.3	Korttidsexponering och akuttoxiska effekter	72
7.2.4	Djupare jord, samtliga scenarier	73
7.3	Platsspecifika riktvärden för jord	73
7.4	Platsspecifika riktvärden för grundvatten	74
7.5	Indikativa riktvärden för porgas	74
<b>8</b>	<b>Riskbedömning</b>	<b>76</b>
8.1	Riskparametrar och beräkning av representativa halter	76
8.1.1	Jord	76
8.1.2	Grundvatten	78
8.2	Människors hälsa	79
8.2.1	A Etableringsytor	80
8.2.2	B Ballager	81
8.2.3	C Hetvatten, silo mm	84
8.2.4	D Kontor, verkstad mm	84
8.2.5	E Energihamnen (f.d. SAKAB)	85
8.2.6	F Revisionsyta	88
8.2.7	G Ridstig och gångväg	89
8.2.8	H Parkering, silo	92
8.2.9	I HSP	94
8.2.10	J Energihamnen (badplatsen)	95
8.2.11	Förorening i fri fas	95

8.3	Skydd av markmiljö	95
8.3.1	A Etableringsytor	96
8.3.2	B Ballager	97
8.3.3	C Hetvatten, silo mm	98
8.3.4	D Kontor, verkstad m m	99
8.3.5	E Energihamnen (f.d. SAKAB)	99
8.3.6	F Revisionsyta	100
8.3.7	G Ridstig och gångväg	102
8.3.8	H Parkering, Silo	103
8.3.9	I HSP	104
8.3.10	J Badplatsen	105
8.4	Spridning	105
8.4.1	Strategi för spridningsberäkningar	105
8.4.2	Riskberäkningar	106
8.4.3	Grundvattenflöde	106
8.4.4	Föreningshalter i grundvatten	106
8.4.5	Utspädning i Mälaren	107
8.4.6	Lågriskhalter	107
8.5	Deponigas	111
8.6	Osäkerheter	112
8.6.1	Osäkerheter avseende föroreningsutbredning	112
8.6.2	Osäkerheter i exponeringsbedömning	112
8.7	Samlad riskbedömning	113
8.7.1	Människors hälsa	113
8.7.2	Spridning	114
8.7.3	Markekosystemet	114
8.7.4	Tidsperspektiv och förutsättningar	115
<b>9</b>	<b>Utgångspunkter för åtgärdsutredningen</b>	<b>116</b>
9.1	Övergripande åtgärds mål	116
9.2	Åtgärdsbehov	117
9.3	Områdesavgränsning	117
9.4	Höjder	117
9.5	Skyddsnivå för markmiljön	118
9.6	Ånginträngning	118
<b>10</b>	<b>Åtgärdsalternativ och tekniker</b>	<b>119</b>
10.1	Introduktion	119
10.2	Nollalternativ	119
10.3	Ingen åtgärd	120
10.4	Administrativa skyddsåtgärder	120
10.5	Tekniska skyddsåtgärder	121
10.6	Inneslutning	121
10.7	Schaktsanering och jordtvätt	122
10.8	Solidifiering och stabilisering	123
10.9	Övertäckning för att reducera exponering	124
10.10	Kvalificerad övertäckning för att reducera föroreningstransport	124
10.11	In-situ behandling	126

PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI		2019-10-04
10.12	Skimming/ sugpumpning	126
10.13	Övervakad naturlig självrening	127
10.14	Sammanfattning av aktuella åtgärdsmetoder	127
<b>11</b>	<b>Kontakter med tillsynsmyndigheten</b>	<b>130</b>
<b>12</b>	<b>Referenser</b>	<b>131</b>



**Bilagor**

Bilaga 1 - 1N140002 Bilaga 1.pdf – Figurer

Bilaga 2a - 1N140003 Bilaga 2a.pdf – Fältrapport Hydrogeologi

Bilaga 2b – 1N140004 Bilaga 2b.pdf – Fältrapport miljöteknisk markundersökning juni 2018 – februari 2019

Bilaga 2c - 1N140005 Bilaga 2c.pdf – Deponigas mätningar

Bilaga 2d - 1N140006 Bilaga 2d – Porgas provtagning

Bilaga 2e - 1N140008 Bilaga 2e – Fältrapport miljöteknisk markundersökning maj 2019

Bilaga 2f – Fältrapport miljöteknisk markundersökning juni-juli 2019

Bilaga 2g – Fältrapport undersökning av förekomst av fri fas, juni-juli 2019

Bilaga 3 - 1N140009 Bilaga 3.pdf – Borrprotokoll

Bilaga 4 - 1N140010 Bilaga 4.pdf – Föreningar av potentiell betydelse

Bilaga 5 - 1N140011 Bilaga 5.pdf – Uttagsrapporter, beräkning av platsspecifika riktvärden

Bilaga 6 – 1N140012 Bilaga 6.pdf – Ämnesdata för cis-1,2-dikloreten

Bilaga 7a – Bilaga 7a Riktvärden jord.pdf – Platsspecifika riktvärden för jord

Bilaga 7b – Bilaga 7b Riktvärden för grundvatten.pdf - Platsspecifika riktvärden för vatten

Bilaga 8 - 1N140014 Bilaga 8.pdf – Identifiering av viktigaste riskparametrar

Bilaga 9 – 1N140015 Bilaga 9.pdf – Laboratorieprotokoll Jord- och grundvattenprover 2018 - 2019.

## 1 Inledning

Stockholm Exergi och Stockholms stad arbetar sedan många år tillbaka intensivt med att minska fossilbränsleberoendet. Målet är ett helt fossilbränslefritt Stockholm och bolagets klimatvision bygger på att senast till år 2030 kunna leverera resurs- och klimatneutral fjärrvärme. Avveckling av koleldningen i Värtaverket är den helt avgörande åtgärden för att nå det målet.

För att ersätta värmeproduktionen från koleldningen, möta en ökad efterfrågan när Stockholm växer och ersätta kraftvärmeverket i Hässelby, som av åldersskäl inte kan drivas vidare utan omfattande ombyggnader, planeras en ny basproduktionsanläggning i Lövsta. Därmed tillförs ny produktionskapacitet till Stockholms fjärrvärmesystem samtidigt som hållbar fjärrvärme kan levereras i linje med Stockholm Exergis och Stockholms stads klimatvision. En ny anläggning i Lövsta möjliggör att ersätta koleldade KVV6 i Värtan med en hållbar värme- och elproduktion baserad på återvunna eller förnybara bränslen. Området i Hässelby kommer efter att anläggningen i Lövsta tagits i drift kunna omvandlas till bostadsbebyggelse.

Denna PM är en del av Swecos uppdrag gentemot Stockholm Exergi AB och utgör ett underlag till ansökan om tillstånd hos Mark- och miljödomstolen.

### 1.1 Bakgrund

För att kunna möta den växande stadens behov, köpte Stockholm Stad 1885 ett område vid Lövstafjärden i syfte att förflytta avfalls- och latrinhantering dit. Genom åren mottogs och behandlades olika typer av avfall, inklusive farligt avfall, vid Lövsta sopstation.

År 1907 byggdes den första förbränningsanläggningen på området, som kunde hantera ca 160 ton sopor om dagen. Anläggningens maximala kapacitet nåddes snabbt och man blev tvungen att förbränna överskottsavfallet öppet och tippa obehandlade sopor i Mälaren. Under 1930-talet fylldes viken med så mycket avfall, slagg och aska att strandlinjen förändrades och försköts ut i viken.

En andra förbränningsanläggning uppfördes 1938. Icke desto mindre försköts strandlinjen vidare ut då förbränningsrester samt obrända sopor tippades i viken. Nuvarande strandlinje uppnåddes 1972.

Under 1980-talet byggdes Lövsta Återvinningscentral, medan avfallsförbränningen lades ner 1986. Under de senaste årtiondena uppfördes ytterligare sopsorteringsanläggningar. Dessutom genomfördes flera miljötekniska markundersökningar för att utreda förorenings-situationen. År 2006 revs förbränningsanläggningen från 1938.

Ett kraftvärmeverk planeras nu att uppföras inom området. En preliminär plan över kraftvärmeverkets Anläggningsområde framgår av Figur 1-1 (Bilaga 1).

De tidigare miljötekniska undersökningarna visar på föroreningar i både mark, grundvatten och sediment i området. Tungmetaller utgör den styrande föroreningen, men också oljor, polyaromatiska kolväten (PAH), lösningsmedel, PCB samt bekämpningsmedel och flamskyddsmedel har påträffats. Inför uppförandet av kraftvärmeverket har enligt föreliggande rapport kompletterande jord- och grundvattenprovtagningar utförts under de senaste månaderna, vilka bekräftar att området är kraftigt förorenat.

I dagsläget är södra, västra och norra deponierna sluttäckta och yt- och grundvattnet i området övervakas med ett kontrollprogram (Figur 1.1).

## 1.2 Målbeskrivning

Det övergripande syftet med uppdraget har varit att genomföra en huvudstudie enligt Naturvårdsverkets kvalitetsmanual (Naturvårdsverket, 2013).

I föreliggande rapport ingår en fördjupad riskbedömning, vars syfte är att bedöma risker förknippade med de markföroreningar som finns inom Anläggningsområdet (Figur 1-1), samt att bedöma behovet av riskreduktion kopplat till den framtida markanvändningen. Vidare syftar riskbedömningen till att ta fram plats specifika riktvärden som kan ligga till grund för mätbara åtgärds mål vid eventuella efterbehandlingsåtgärder.

Som en del i arbetet definieras övergripande åtgärds mål för området. Dessa ligger till grund för såväl riskbedömning som plats specifika riktvärden.

Syftet med den fördjupade åtgärdsutredningen är att identifiera, beskriva och värdera tänkbara åtgärdsalternativ som underlag för beslut om åtgärd. Utredningen avslutas med förslag till åtgärder med mätbara åtgärds mål.

## 1.3 Avgränsningar

Riskbedömningen och åtgärdsutredningen avser främst föroreningar i de undersökta jordlagren och i grundvatten inom Anläggningsområdet, som utgör det område där Bolaget kommer att uppföra kraftvärmeverket (Figur 1-1). Undersökning av föroreningsförekomst utanför detta område har också ingått i utredningen, men då främst i syfte att avgränsa föroreningarna.

Om någon annan framtida markanvändning än den som beskrivs i föreliggande rapport blir aktuell för området, behöver riskbedömningen och åtgärdsutredningen revideras och sannolikt kompletteras.

Riskbedömning och åtgärdsutredning är baserad på data från tidigare undersökningar och från fältundersökningar utförda under detta uppdrag.

Undersökning av föroreningar i sedimenten inom utredningsområdet redovisas i en separat rapport. Sedimentutredningen är en bilaga till MKB:n

## 2 Genomförda undersökningar

### 2.1 Data från tidigare undersökningar

Undersökningar av området beskrivs i ett antal rapporter som förtecknats i avsnitt 11 Referenser. Resultat från tidigare utförda jord- och grundvattenprovtagningar återfinns i rapporterna.

Data från Sweco Viak (Sweco Viak, 2002) och från Geosigma lades in i en databas som skapats för den aktuella studien. Denna data är presenterad i beskrivningen av föroreningsituationen i föreliggande rapport, avsnitt 5.

Ytterligare data har begärts från Citres (Citres, 2013a och b, 2014) så att samtliga historiska data kan läggas in i den databas som skapats för detta uppdrag. Dessa data har ännu inte erhållits. För kvaliteten i föreliggande rapport samt för framtida studier och övervakning är det viktigt att inkludera alla historiska uppgifter som finns för området.

### 2.2 Fältundersökningar

Nu utförda fältundersökningar sammanfattas i Tabell 2-1 nedan, med hänvisningar till bilagor med fältrapporter för varje fältundersökning.

Tabell 2-1: Sammanfattning av fältundersökningar

Fältundersökning	Period	Bilaga
Hydrogeologisk fältundersökning	November 2018 – maj 2019	2A
Miljöteknisk fältundersökning	Juni 2018 – februari 2019	2B
Deponigasmätningar	December 2018 – april 2019	2C
Porgasmätningar	Januari 2019 – mars 2019	2D
Miljöteknisk fältundersökning	Maj 2019	2E
Miljöteknisk fältundersökning	Juni/Juli 2019	2F
Fri fas undersökning	Juni/Juli 2019	2G

## 3 Områdesbeskrivning

### 3.1 Introduktion

Lövsta har varit en mottagningsplats för avfall från Stockholmsområdet sedan slutet av 1800-talet. Verksamheter som bedrivits inom det planerade Anläggningsområdet utgörs, förutom av deponier, bland annat av avfallsförbränning, kemtvätt, industridestillation, mellanlagring av farligt avfall (till exempel bekämpningsmedel och avfall från kemisk

industri), pudrettfabrik (där latrin blandades med torv till försäljning) billackering, deponering av spilloljor samt avvattnings av avloppsslam från Bromma reningsverk (Geosigma, 2014).

Stockholm Exergi planerar att anlägga ett kraftvärmeverk inom projektområdet (Figur 1-1). Detta projektområde är uppdelat i västra, östra och norra deponin samt ett Anläggningsområde. Området som beskrivs i denna PM är kallat Anläggningsområdet. En kort presentation om västra, östra och norra deponin framgår av avsnitt 3.2 nedan. Provtagning, riskbedömning och åtgärdsutredning i denna PM fokuserar på Anläggningsområdet.

I detta avsnitt beskrivs historisk, nuvarande och planerad markanvändning i området, vilket också framgår av Figur 3-1, 3-2 och 3-3.

### 3.2 Västra, östra och norra deponin

Hantering och deponering av avfall har genomförts inom området under mer än ett sekel. Detaljerade uppgifter kring vad som deponerats var och när, samt därmed avfallens utbredning och heterogenitet saknas. Föroreningssituationen bedöms omfatta stora haltvariationer i både vertikal- och horisontalled. Deponiernas lägen inom projektområdet framgår av Figur 3-1.

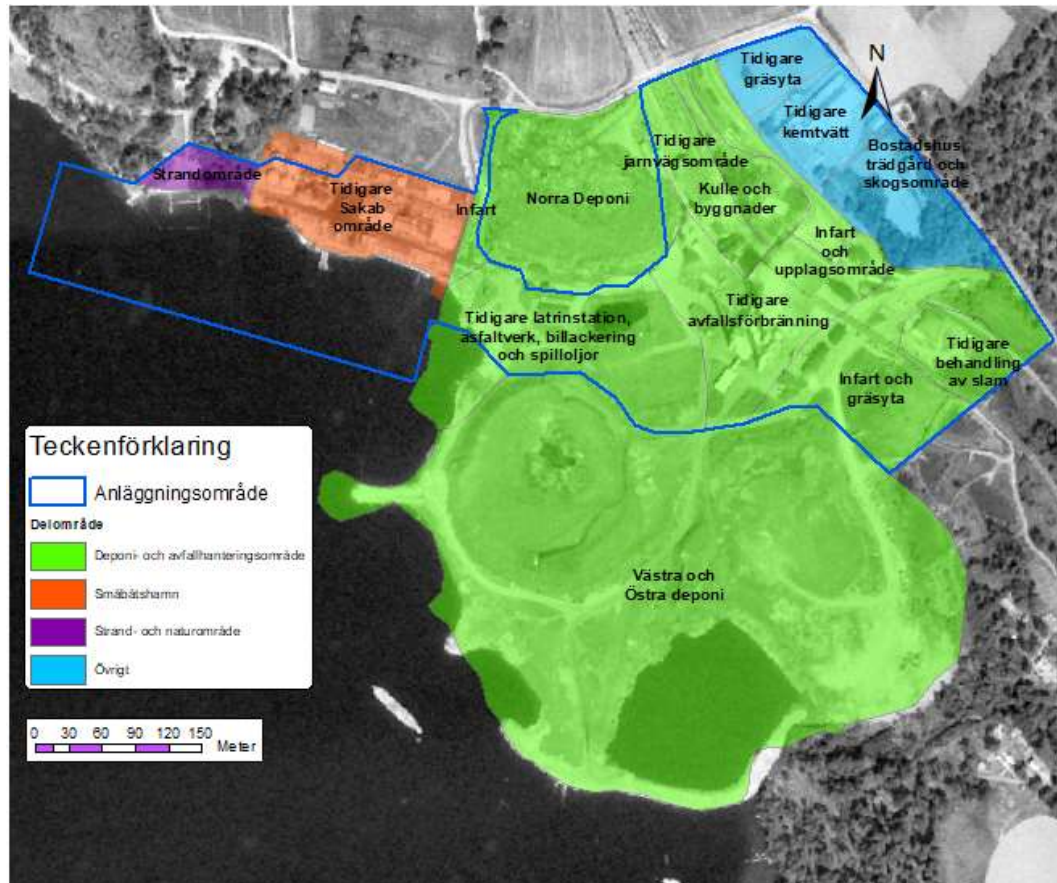
Deponierna är utfyllda med massor av varierande mäktighet och innehåll, alltifrån hushållsavfall och rivningsmaterial till slam och aska. Krossat berg som använts till stabilisering återfinns i den västra deponin.

Stora delar av den i Mälaren utfyllda marken har sluttäckts enligt deponiförordningen 2001:512. Den västra deponin sluttäcktes under den senare hälften av 1990-talet. Den östra deponin sluttäcktes mellan åren 2007 och 2009 och den norra deponin mellan 2009 och 2010.

Inget deponigassystem finns installerat i de sluttäckta deponierna. Västra, östra och norra deponin ingår inte i Anläggningsområdet.

### 3.3 Historisk markanvändning


Den historiska markanvändningen redovisas i Figur 3-1 och i Tabell 3-1 nedan.



Figur 3-1: Historisk markanvändning med historisk flygbild från 1975 (Lantmäteriet, kso.etjanster.lantmateriet.se)

Tabell 3-1: Historisk markanvändning inom Anläggningsområdet

Områdesbeteckning	Beskrivning
<b>Strandområde</b>	I Anläggningsområdets västra del fanns tidigare ändpunkten för järnvägsspåret från Stockholm. På en flygbild från 1960 finns också en mindre anläggningsplats för båtar (Figur 3-1).
<b>Tidigare latrinstation/reningshus,</b>	Mellan ungefär åren 1889 och 1940 tömdes latrintunnorna på sitt innehåll samt spolades och borstades innan de transporterade tillbaka till staden igen (Johnsson och Andersson, 2012). Latrinstationen låg vid vattnet i östra delen av det område som är markerad som Tidigare Sakab-område i figur 3-1.
<b>Tidigare Sakab-område</b>	Mellan åren 1957 och 1984 har Sakab haft mottagning, sortering, förbränning, lagring, upparbetning och lastning av farligt avfall inom området markerat som "Tidigare Sakab-område", (Figur 3-1 (Sweco Viak, 2002 och Golder, 2002). Längs sydgränsen av området låg ändpunkten för järnvägen (Johnsson och Andersson, 2012).
<b>Tidigare asfaltverk, billackering och deponi för spilloljor mm</b>	Mellan Sakab-området och tidigare avfallsförbränning ligger ett område som tidigare använts för ett asfaltverk och för billackering. En annan del av området användes för deponering av spilloljor och annat slam, bl.a. från galvanisk ytbehandling (Fortum Värme, 2015). Eftersom ingen historisk karta som visar aktiviteternas lokalisering har påträffats har placeringen av ovanstående aktiviteter inte markerats på kartan i figur 3-1. Söder om Norra deponin och längs norra gränsen av området gick en järnväg som ansluter till järnvägen på tidigare Sakab-området.
<b>Tidigare avfallsförbränning</b>	Mellan år 1907 och 1986 fanns olika avfallsförbränningsanläggningar i området. Den senaste fanns i området markerat med "Tidigare avfallsförbränning" i figur 3-1. Flygbilder visar att järnvägen gick in i anläggningen intill det tidigare järnvägsområdet, vilket ligger norr om avfallsförbränningen.
<b>Tidigare järnvägsområde</b>	Norr om den tidigare avfallsförbränningen ligger det tidigare järnvägsområdet. I området fanns järnväg och en byggnad som fortfarande står kvar. Denna användes som järnvägsverkstad.

Områdesbeteckning	Beskrivning
<b>Infart till avfallsförbränningsanläggningen</b>	Nordöst om tidigare järnvägsområdet låg en kulle med träd och buskar samt en infart till avfallsförbränningsanläggningen.
<b>Tidigare gräsyta</b>	Historiska flygbilder visar att detta område var täckt med gräs.
<b>Tidigare kemptvätt</b>	På området har det funnits ett tvätteri som fram till 1960-talet drevs av Försvaret och sedan av Landstinget fram till 1980-talet. Byggnaderna är rivna och en marksanering genom uppgrävning av förorenade massor gjordes under 2011 (Fortum Värme, 2015).
<b>Bostadshus, trädgård och skogsområde</b>	I detta område fanns ett bostadshus och trädgård.
<b>Infart och gräsyta</b>	Detta område användes tidigare som infart och flygbilder visar att området var bevuxet med gräs och buskar. Markundersökningar påvisar att området också varit använt som deponi, eftersom deponimaterial påträffats.
<b>Tidigare behandling av slam</b>	<p>Tidigare fanns i detta område bassänger och tankar för omhändertagande av slam från Åkeshovs reningsverk. Ledningar från tidigare behandling av slam finns i marken som fotot nedan visar.</p>  <p>Den tidigare järnvägslinjen mellan Stockholm och Lövsta deponi gick genom detta område.</p>



### 3.4 Genomförda saneringsåtgärder

I slutet av 1990-talet sluttäcktes den Västra deponin och ytterligare omfattande saneringsåtgärder har vidtagits efter det. Slutrapport för dessa arbeten lämnades våren 2013 (Stockholms Stad, 2013). De viktigaste åtgärderna som redovisas i denna rapport är:

- Sluttäckning av Norra och Östra deponin i enlighet med de avslutningsplaner som Trafikkontoret lämnat in och fått godkända av tillsynsmyndigheten (Miljöförvaltningen, Stockholms Stad).
- Rivning av byggnader inom området och borttransport av farligt avfall från dessa.
- Sanering av 10 000 ton oljeförorenad jord från den tidigare spilloljedepoin.
- Rengöring och komplettering av befintligt system för omhändertagande av dagvatten.
- Sanering/efterbehandling och övertäckning av de resterande ytorna på området, ca 5 ha. Åtgärderna innefattar anslutning av täta ytor mot deponiernas tätskikt, anläggande av täta diken, komplettering/nyanläggning av dagvattensystem och oljeavskiljare samt viss borttransport av förorenade massor.

Genomförda saneringsåtgärder åskådliggörs i Figur 3-2.

Målet att miljömässigt åtgärda Lövstas avfallsdeponier bedöms av Trafikkontoret, i och med ovanstående, vara uppfyllt.

Entreprenaden avseende sanering/efterbehandling och övertäckning av de ytorna i området, markerade med blå linjer i Figur 3-2 startade i augusti 2010 och slutfördes under 2012. Ytorna ligger utanför de sluttäckta deponierna samt under och runt de byggnader som rivits. Det åtgärdade området uppgår till ca 5 hektar.

Fältarbetet vid nu utförd undersökning visar att övertäckningen av förorenade massor har utförts via asfaltering. Provtagningsresultaten visar att förorenade massor finns inom den första metern under asfalten.



Figur 3-2: Genomförda saneringsåtgärder, från Stockholms Stad, 2013.

### 3.5 Nuvarande markanvändning

Nuvarande markanvändning redovisas i Figur 3-3 och Tabell 3-2 nedan.



Figur 3-3: Nuvarande markanvändning i Anläggningsområdet

Tabell 3-2: Nuvarande markanvändning inom Anläggningsområde

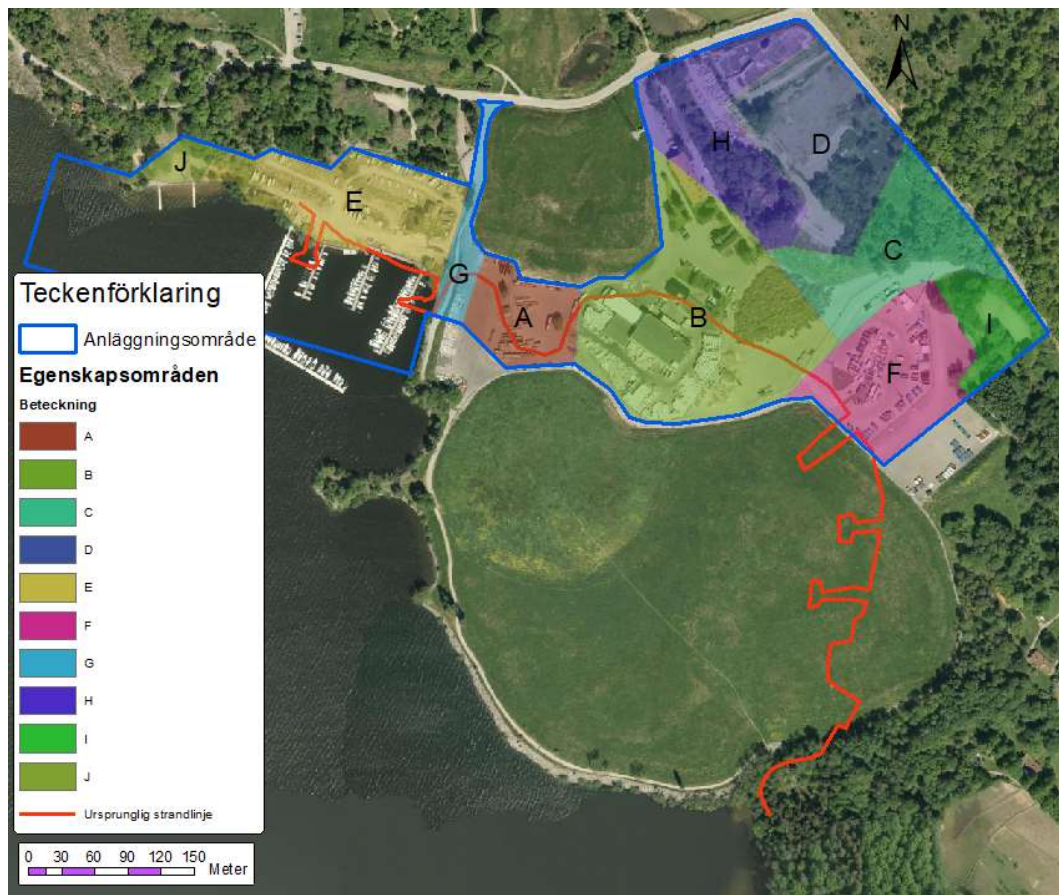
Områdesbeteckning	Beskrivning
<b>Strandområde och Småbåtshamn</b>	I västra delen av området ligger ett strandområde som används som badplats och småbåtshamn. Småbåtshamnen används av en båtklubb och under vintertid ställs båtar upp inom detta område.
<b>Infart, ridstig och gångväg</b>	Detta område används nu som infart till Återvinningsområdet och Småbåtshamnen. Området används också som ridstig och gångväg.

Områdesbeteckning	Beskrivning
<b>Upplagsområde</b>	Detta område består av en hårdgjord yta och används som upplagsområde.
<b>Svensk Freonåtervinnings området</b>	Området används nu av Svensk Freonåtervinning vilka återvinner kylskåp (Figur 3-2). Området är idag dels bebyggt och dels täckt med asfalt och har använts som lagring av material av Svensk Freonåtervinning.
<b>Återvinningsområdet</b>	Området som ligger mellan skogsområdet och östra deponin används nu till en kommunal återvinningscentral. Detta området är idag delvis täckt med asfalt och har använts som lagrings- och parkeringsplats.
<b>Infart och tidigare järnväg</b>	Området används som infart och är täckt med asfalt. Ett tidigare järnvägshus finns kvar. Det är oklart vad området och byggnader används till.
<b>Upplagsområde med gräs och buskar</b>	Detta område används idag som infart till upplagsområdet och är delvis täckt med asfalt. En del av markytan består av ytligt berg, den största delen av området är idag täckt med träd och buskar.
<b>Västerorts RC Sportklubb</b>	Området som ligger i nordöstra delen av Anläggningsområdet används nu av Västerorts RC Sportklubb, för racing med radiostyrda bilar.
<b>Tidigare kemtvätt</b>	Söder om sportklubben finns en fastighet där det tidigare funnits en kemtvätt. Nu används fastigheten som upplagsområde och är delvis täckt med asfalt.
<b>Bostadshus, trädgård och skogsområde</b>	På fastigheten söder om den gamla kemtvätten finns ett hus (röda huset) och en trädgård i vilken det står ett antal gamla personbilar och lastbilar.
<b>Hästräning och skog</b>	I detta området finns idag en yta som är täckt med skog och en paddock till hästräning. I detta område finns också en kvarlämnad järnvägsbro av betong.

### 3.6 Planerad markanvändning

Stockholm Exergi planerar att anlägga ett kraftvärmeverk inom projektområdet. Anläggningen består av byggnader, kaj och hårdgjorda ytor.

Inom Anläggningsområdets olika delar är exponeringsförutsättningarna för markföroreningar delvis olika. Området är också i olika grad påverkat av tidigare verksamheter. Slutligen kommer marknivån i delar av området att höjas och i andra delar att sänkas. På grund av detta har Anläggningsområdet delats in i ett antal egenskapsområden. Indelningen har utgått från att förutsättningarna ska vara lika inom respektive egenskapsområde. Framtagna egenskapsområden redovisas i Tabell 3-3 och Figur 3-4 nedan.



Figur 3-4: Planerad markanvändning inom Anläggningsområdet

Tabell 3-3: Planerad markanvändning inom Anläggningsområdet

Bet.	Benämning	Beskrivning
A	Etableringsytor	Inga byggnader är planerade. En bro kommer att sammankoppla Energihamnen med ballagret.  Ingen höjning av markytan är planerad i detta område (planerad marknivå ca +5,75).
B	Ballager	I området kommer ballager och silos att byggas. Ballager innehåller en källare med bottenplan som ligger på +5,65 m där ledningar kommer att anslutas.  Markytan i egenskapsområde B kommer att höjas med ca. 3 m till +9.
C	Hetvatten, silo mm	En byggnad för hetvatten, silos och ledningar är planerad i området.  Marknivån kommer att höjas till ca +13, som innebär en höjning med ca. 5 till 6 m.
D	Kontor, verkstad mm	Verkstad och kontorsområde är planerad i egenskapsområdet.  Marknivån kommer att sänkas till ca +13 som innebär en sänkning från ca. 0 till 4 m.
E	Energihamn	En Energihamn är planerad i egenskapsområde E (och J) där kaj, hamnkontor och parkeringsplatser ingår.  Planerad marknivå är +3,60.
F	Revisionsyta	Egenskapsområde F är planerat som hårdgjort område med dagvattendammar. Området är inte bebyggt. Vatten från dammarna kommer att avledas till ett utlopp i Mälaren som kommer att ligga nära Energihamnen.  Marknivån kommer att höjas till ca +9 som innebär en höjning med ca. 2 till 3 m.
G	Ridstig, gångväg mm	Egenskapsområde G är planerat för ridstig och gångväg för allmänheten.  Gångvägen löper under bron för infart till ballager. Markytan under bron är planerad +2,80. Infart är planerad från +10,0 till +4,3.
H	Parkering, silo	Egenskapsområde H är planerat till parkering och till silos.  Marknivån kommer att sänkas till ca +13 som innebär en sänkning från ca. 0 till 1 m.

Bet.	Benämning	Beskrivning
I	HSP	I egenskapsområde I är en byggnad planerad till HSP (Högspänning) och för el till anläggningen.  Marknivån kommer att höjas till ca +10 som innebär en höjning med ca. 0 till 1 m.
J	Energihamn	En Energihamn är planerad i egenskapsområde J (och E) där kaj, hamnkontor och parkeringsplatser ingår.  Planerad marknivå är +3,60.

### 3.7 Planerad hamnanläggning

Bränsle till kraftvärmeverket kommer till stora delar att transporteras in via båt. Härvid kommer en ny hamn, Energihamnen, att anläggas i egenskapsområde E och J enligt Figur 3-4 ovan. Anläggandet av hamnen erfordrar muddring inom Anläggningsområdet.

## 4 Yt- och grundvattenförhållanden

### 4.1 Topografi

Lövsta deponiområde är ett utfyllt område beläget i en tidigare vik på östra sidan av Lövstafjärden, som utgör en del av Mälaren. Lövstafjärden utgörs av en långsmal fördjupning i berggrundsytan med en strykning från nordväst till sydost. Fördjupningen är orsakad av en framträdande deformationszon i berggrunden (område där sprickzoner eller förkastningar förekommer). Lövstafjärdens största vattendjup uppgår till omkring 50 m.

Den naturliga markytans topografi i området kring Lövsta styrs i stort av en varierande berggrundstopografi orsakad av sprickzoner, förkastningar och erosion. I höglänta områden förekommer tunna jordlager på berg eller berg i dagen. I låglänta områden och i lokala sänkor i berggrunden har glaciala och postglaciala sediment avsatts. Detta gäller även ute i Lövstafjärden. Markytans topografi och Lövstafjärdens bottennivåer är därför mer utjämnade än vad berggrundstopografien är.

De naturligt högre liggande landområdena når upp till nivåer mellan +25 och +28 m (RH2000). Mälarens nivå ligger på +0,86 m (medelnivå, RH2000) och utgör nedre gräns för markytans nivå i området.

Då deponiområdet är anlagt i en vik stiger den omgivande naturliga markytan mot framförallt norr och nordost men även mot öster och sydost. Inom deponiområdet dominerar Norra, Östra och Västra deponin topografien. De tre deponikropparna framträder tydligt i terrängen som tre olika lokala höjdområden. Deponierna når nivåer på omkring +15 till +20 m (RH2000).

## 4.2 Hydrologi

### 4.2.1 Avrinning

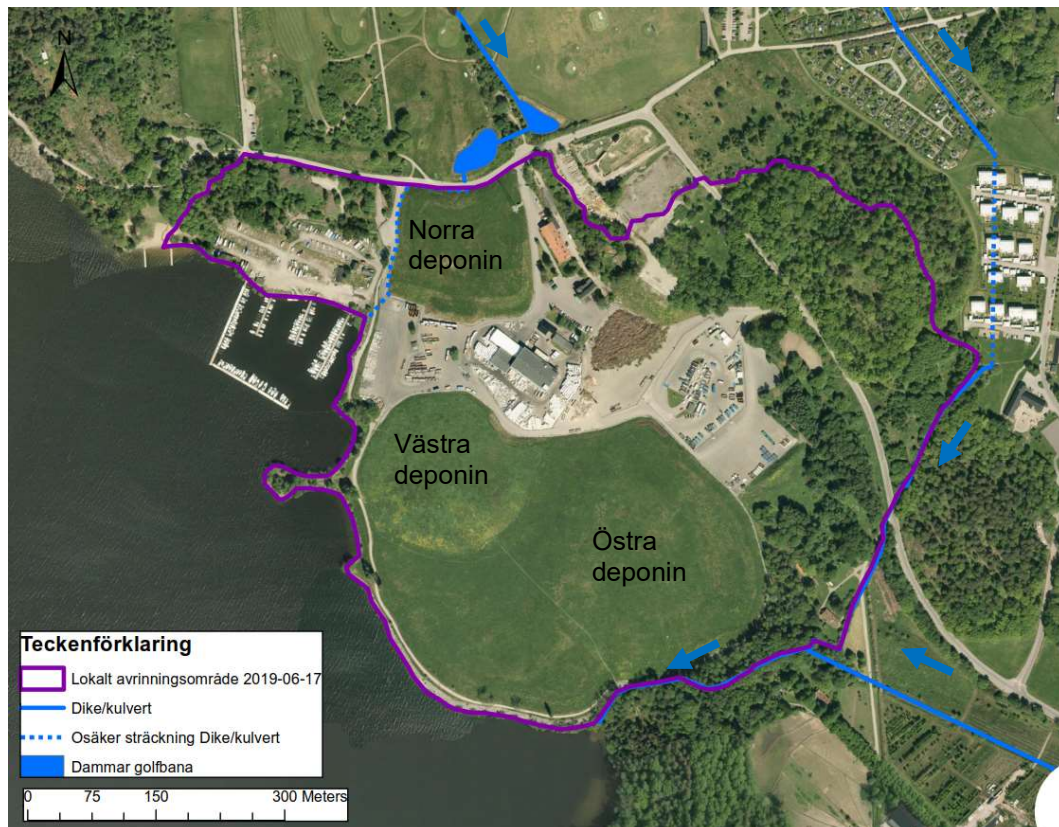
Lokala ytvattendelare kring Lövsta deponiområde och den planerade energihamnen har tolkats och beräknats utifrån topografisk information (Scalco Live, 2019). I Figur 4-1 nedan presenteras ett bedömt lokalt avrinningsområde. Dessa ytvattendelare bedöms, tillsammans med den rådande geologin och förekommande ytvatten i området, även ge en grov uppfattning om grundvattendelarna i området kring Lövsta deponiområde och energihamnen.

Det lokala avrinningsområdet är ett förhållandevis litet avrinningsområde mellan Lövstafjärden och de närmsta höjdområdena till deponiområdet och den planerade energihamnen. Detta bedömda avrinningsområde har en total area på ca 0,40 km<sup>2</sup>. Avrinningsområdet kring den planerade energihamnen utgör knappt 10 % av det totala avrinningsområdet, d.v.s. knappt 0,04 km<sup>2</sup>.

Det lokala avrinningsområdet som definierats ingår i större avrinningsområden uppströms. Vatten från områden uppströms rinner igenom eller längs gränsen till det lokala avrinningsområdet. Detta vatten har därför inte beaktats i vattenbalansen.

Baserat på vattenbalanser för åren 1981-2010 anger SMHI nederbörden till 586 mm/år och evapotranspirationen (summan av avdunstning och växternas transpiration) till 376 mm/år (SMHI - Vattenwebb, 2018), vilket ger en total avrinning (yt- och grundvattenavrinning) på 211 mm/år. Givet det lokala avrinningsområdets storlek uppgår den totala avrinningen till omkring 3 l/s i genomsnitt per år.





Figur 4-1. Lokalt avrinningsområde samt omgivande ytvatten.

Ytvavrinningen sker både direkt som dagvatten från hårdgjorda ytor och indirekt från ovsidan av sluttäckningar, dräneringar m.m., via bäckar och diken till Mälaren.

Grundvattenavrinningen i jord antas ske på bred front, främst från inströmningsområden utanför hårdgjorda och sluttäckta områden, genom deponiområdet och ut till Mälaren, som är utströmningsområde och slutlig recipient för grundvattenavrinningen. Då stora delar av området är hårdgjorda, sluttäckta eller utgörs av naturligt täta jordarter utgör grundvattenavrinning endast en del av totala avrinningen.

Grundvattenavrinningen i berg är högst sannolikt mindre än i jord. Vidare kan antas att grundvattenavrinningen i berg inte styrs av de lokala vattendelarna som presenteras i figur 4-1, utan följer längre och möjligen djupare strömbanor, från inströmningsområden öster om Lövsta deponiområde till utströmningsområdet i den slutliga recipienten Mälaren.

Uppmätta vattentryck i djupa och grunda observationsrör i deponiområdet visar att det finns potential för ett uppåtriktat grundvattenflöde från berggrunden och djupt liggande jordlager till ytligare jordlager (se även avsnitt 4.4.3). Storleken på detta flöde från berggrunden och

djupt liggande jordlager är inte känt, men kan antas styras av berggrundstopografin, förkommande sprickzoner och de hydrauliska egenskaperna hos jordlagren ovanför berggrunden.

#### 4.2.2 Ytvatten

För grundvattenmagasinen inom Lövsta deponiområde utgör Mälaren en hydraulisk gräns längs deponiområdets västra och sydvästra gräns. Sjöns vattenstånd har därför avgörande betydelse för grundvattennivåerna i området. Mälaren är reglerad enligt nuvarande regleringsstrategi sedan år 1968 och nivåerna varierar mellan +0,41 m (RH2000, lägsta vattenstånd; LLW) och +1,42 m (RH2000, högsta vattenstånd; HHW) med ett medelvattenstånd på +0,86 m (RH2000) (SMHI – Fakta om Mälaren, 2018).

Norr om deponiområdet och direkt norr om Norra deponin ligger två dammar (se figur 4-1) i anslutning till Hässelby Golfbana (Hässelby Golf). Dammarna tillhör Lövsta våtmark- och dammsystem. I dammsystemet ingår totalt sju dammar varav de två nedersta dammarna är de som ligger norr om Norra deponin. Systemet avvattnar ett större område, bl.a. genom tidigare åkerdränering. Från de två nedersta dammarna pumpas vatten dels upp till de översta dammarna i system och dels för bevattning av golfbanan sommartid. Vid stor tillrinning leds överskottsvatten från den nedersta dammen till Mälaren via diken.

Sydost om deponiområdet ansluter ett dike från sydost. Diket avvattnar ett större område sydost om Lövsta. Precis innan vattendraget når fram till deponiområdets sydöstra sida ansluter ytterligare ett dike från norr (se figur 4-1), som avvattnar ett större område huvudsakligen norr om Lövsta. När vattendraget når sydöstra sidan av Östra deponin avlänkas det mot väster och följer södra sidan av deponiområdet innan det mynnar i Mälaren (se Figur 4-1).

Hantering av dagvatten inom deponiområdet är inte helt känd. Uppsamlade diken och/eller ledningssystem för dagvatten antas finnas inom området, med avledning till Mälaren.

För Norra deponin samlas vatten, som avleds via dränerande skikt ovanför sluttäckningen, upp i stenfyllda diken längs deponins släntfot och avleds till Mälaren (NCC, 2010). För Östra deponin sker uppsamlingen av vatten sannolikt på liknande sätt då Norra och Östra deponin sluttäcktes ungefär samtidigt. För Västra deponin saknas uppgifter om sluttäckning och hantering av vatten.

Deponierna saknar system för hantering av lakvatten då deponierna är utfyllnader i Mälaren. Vidare omges deponierna av och är genomkorsade av sprängstensvallar, vilka kan ha antingen dränerande eller tillförande effekt inne i deponierna och medföra god hydraulisk kontakt med Mälaren.

## 4.3 Geologi

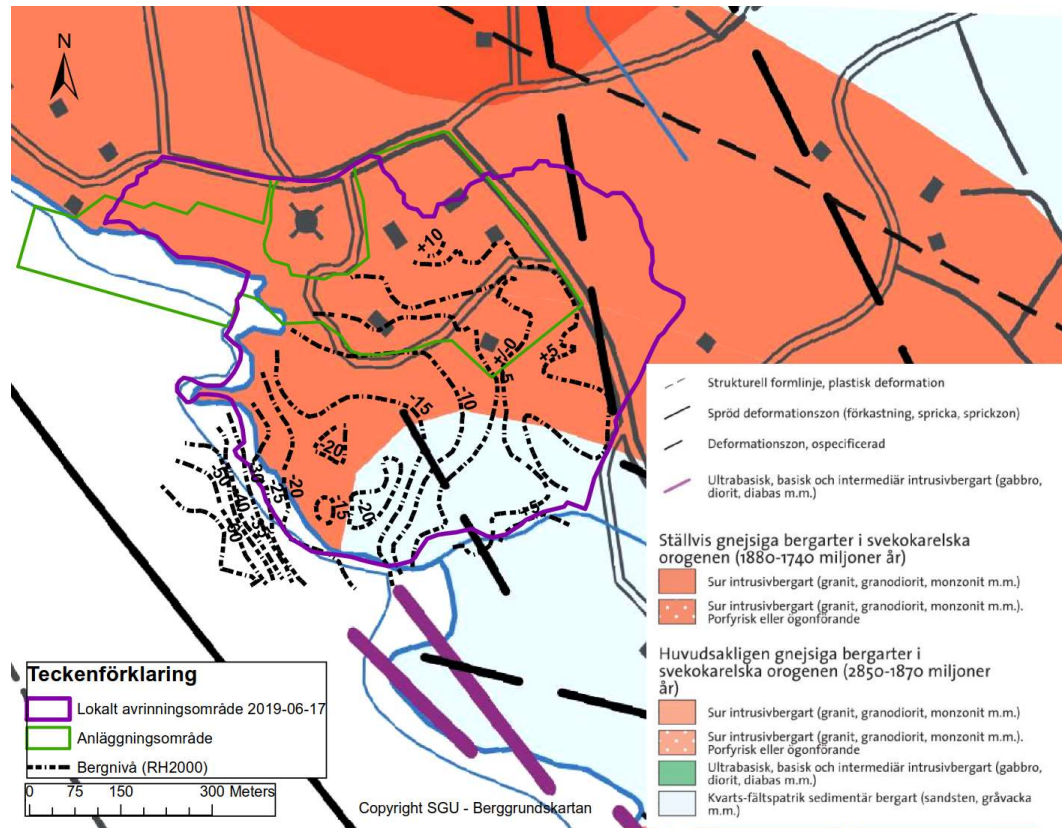
### 4.3.1 Berg

I området utgörs berggrunden enligt berggrundskartan (SGU, 2001) av både urberg (granodiorit och ev. granit) i områdets norra del och omvandlat sedimentärt berg (gråvacka och glimmerskiffer) i områdets södra del.

I Lövstaområdet kan berggrundsyntans nivå variera avsevärt inom relativt korta avstånd vilket framgår av den varierande topografin med dalstråk, uppstickande bergshöjder och moränkullar samt inte minst den djupa Lövstafjärden (Figur 4-3).

Generellt stupar berget brant mot sydväst (Figur 4-2). Inom deponiområdet varierar berggrundsyntans nivåer från omkring +0 m (RH2000) till omkring -20 till -30 m (RH2000). Berggrundstopografin ger en antydning av den ursprungliga vikens form. Berggrundytan ligger på nivån ca -40 m eller något djupare strax utanför strandkantens sprängstensfyllnad, för att därefter sluta brant ner mot -90 m eller mer.

De stora djupen har att göra med en förkastningszon i berggrunden. Längs hela den östra sidan av Lövstafjärden har det i berggrundskartan markerats en deformationzon (d.v.s. en zon med förkastningar och sprickzoner). Läget för denna är inte exakt. Även inom landområdet där deponierna ligger har deformationszoner indikerats (SGU, 2019 och SGU, 2001) (se Figur 4-2).



Figur 4-2. Berggrundsgenologisk karta (SGU) med bergarter och sprickzoner samt kända bergnivåer baserat på undersökningar.

#### 4.3.2 Jord

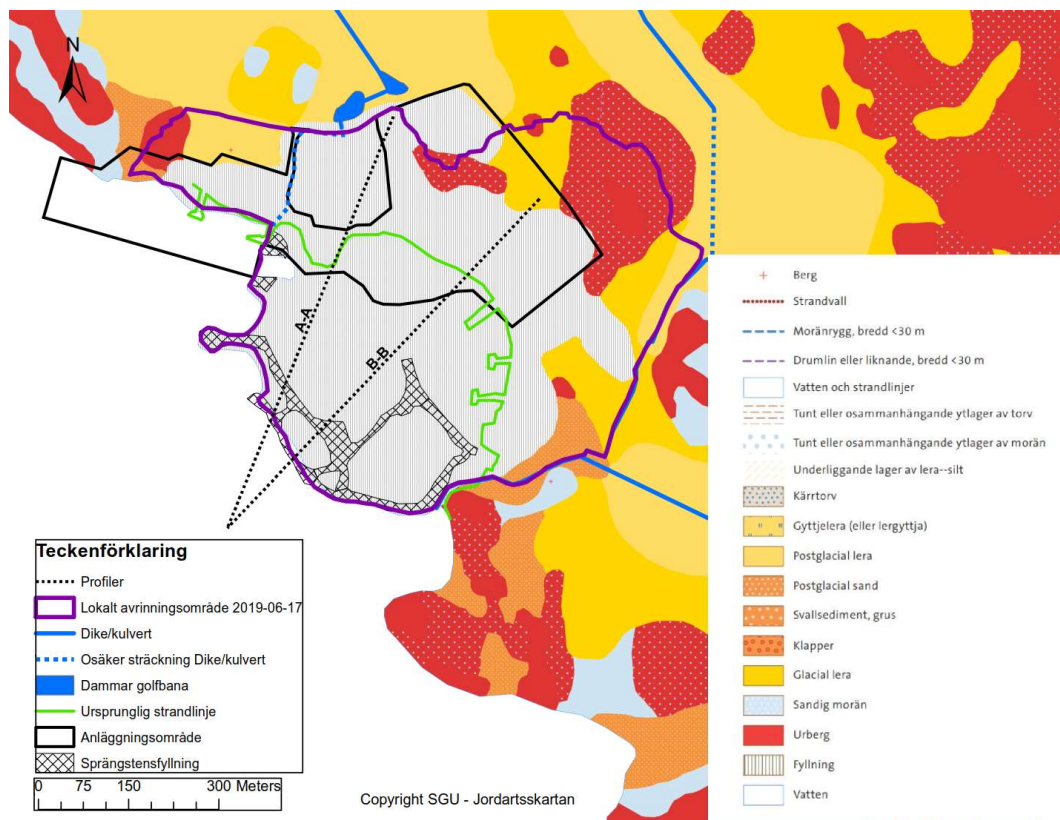
Lövsta deponiområde är till största delen en utfyllnad i Mälaren. Kring deponiområdet förekommer ett kulligt landskap där områden med berg i dagen eller tunna jordlager på berg omges av främst leror. I höjdområdena förekommer hållmarker och morän. I de lägre liggande områdena förekommer glaciala och postglaciala finkorniga sediment samt ställvis grövre material såsom utsvallad sand (Figur 4-3).

Deponiområdet består, förenklat sett, av heterogena fyllnadsmassor och avfall som vilar på naturliga jordlager av huvudsakligen lera och ev. gytjelera på morän ovan berg (Figur 4-4 och Figur 4-5). De naturliga jordlagren i markytan inom deponiområdet har en begränsad mäktighet (<2 m) i områdets nordöstra delar. Jordlagermäktigheterna ökar mot sydväst, ut mot Lövstafjärden och de fallande bergnivåerna. Den underliggande moränens mäktighet är, i området, någon eller några meter varför det huvudsakligen är lerans och gytjeleras mäktighet som ökar mot sydväst. Av utförda undersökningar framgår att lagren av lera och gytjelera inte nödvändigtvis är sammanhängande under fyllnadsmassorna.

Hydraulisk kontakt kan därför inte uteslutas mellan moränlagren på berg och ovanliggande fyllnadsmassor.

Hantering och deponering av avfall har pågått inom området i över ett sekel. Detaljerade uppgifter kring vad som deponerats var och när saknas.

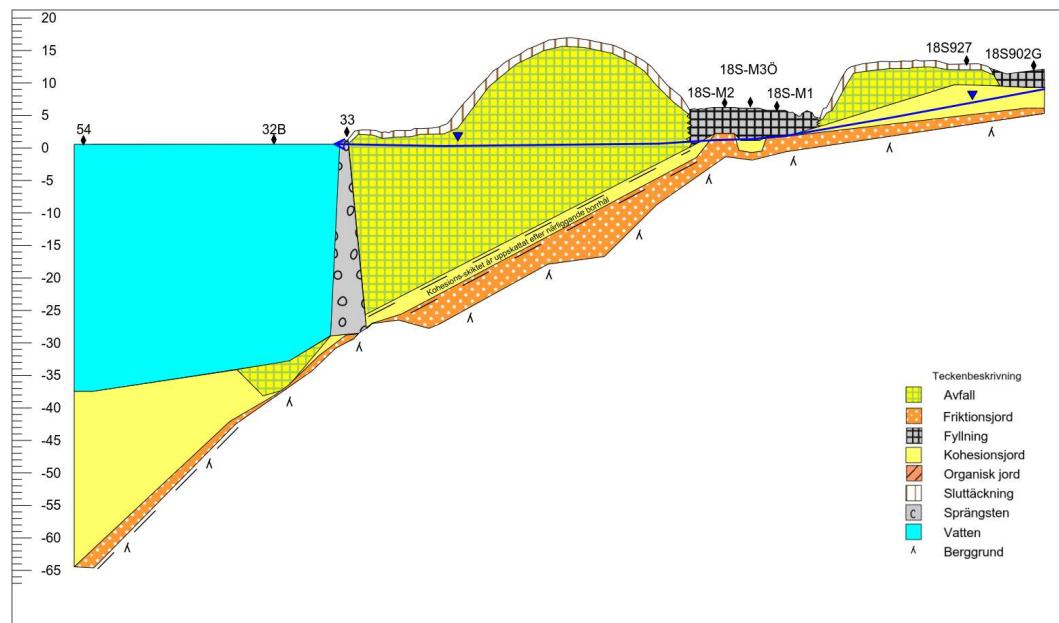
Deponiområdet utgörs i huvudsak av tre sluttäckta delar; Norra, Västra och Östra deponin, se Figur 4-1. Den Östra deponin sluttäcktes mellan åren 2007 och 2009, och den Norra deponin mellan 2009 och 2010 (NCC, 2010). Dessa har sluttäckts enligt deponiförordningen 2001:512. Den Västra deponin sluttäcktes under den senare hälften av 1990-talet. Hur denna sluttäckning utförts är inte känt. Mellan dessa huvuddelar finns delvis hårdgjorda, asfalterade ytor som underlagras av fyllnadsmassor och deponerat avfall. Deponierna saknar geologiska barriärer i enlighet med deponiförordningen 2001:512 (KFS, 2017). Deponimåktigheten uppgår som mest till ca 20 m under vatten och endast en mindre del av det deponerade avfallet ligger över den mättade zonen.



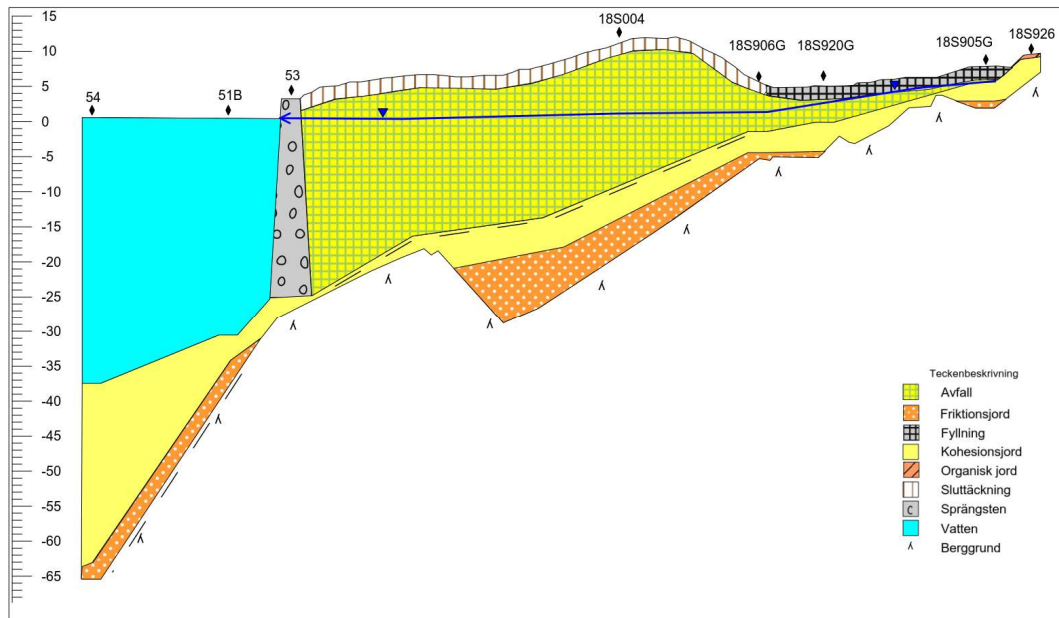
Figur 4-3. Jordartsgeologisk karta (SGU), lokalt avrinningsområde, ytvatten samt en tolkad utbredning av sprängstensvallar.

Deponins södra och västra kanter mot Mälaren utgörs av en högpermeabel sprängstensbank som anlades under 1960-talet och början av 70-talet i syfte att stabilisera

deponiområdet. Sprängstensvallens fot, på mellan 25 och 30 meters djup, överlagrar postglacial lera som i sin tur överlagrar en västerut successivt allt mäktigare glaciallera. Vallens har sannolikt även trängt ned helt eller delvis genom underliggande kohesionsjord. Även inne i deponikropparna förekommer ett nätverk av sprängstensvallar. Dessa vallar har anlagts i stabiliseringssyfte och i etapper allt eftersom utfyllnaden växt ut i Mälaren.



Figur 4-4. Profil A-A (700 m). Profilen är en principskiss över de huvudsakliga geologiska förhållandena och baseras på utförda undersökningar. Observera att fyllningen kan vara både "öppen" eller ha hårdgjord yta. Undersökningspunkters lägen illustreras i figuren. Profilens läge framgår av Figur 4-3.



Figur 4-5. Profil B-B (730 m). Profilen är en principskiss över de huvudsakliga geologiska förhållandena och baseras på utförda undersökningar. Observera att fyllningen kan vara både "öppen" eller ha hårdgjord yta. Undersökningspunkters lägen illustreras i figuren. Profilens läge framgår av Figur 4-3.

## 4.4 Grundvatten

### 4.4.1 Grundvattenbildning och grundvattenflöde

Det lokala avrinningsområdet kring deponiområdet och energihamnen har bedömts till ca 0,40 km<sup>2</sup>. Den totala avrinningen uppgår till 211 mm/år (SMHI - Vattenwebb, 2018), vilket motsvarar omkring 3 l/s (se även avsnitt 4.2.1). En del av denna avrinning utgör grundvattenavrinning. Hur stor del av den totala avrinningen som utgörs av grundvattenavrinning beror av grundvattenbildningens storlek inom olika marktyper.

Grundvattenbildning från nederbörd sker främst i högre liggande områden med friktionsjord och berg i dagen samt fyllning. Grundvattenbildningen kan antas vara låg på sluttäckta ytor och sannolikt även på hårdgjorda ytor inom deponiområdet. Även utanför deponiområdet begränsas grundvattenbildningen av hårdgjorda ytor, dräneringar och täta jordlager.

I Tabell 4-1 redovisas en beräknad total grundvattenbildning inom det lokala avrinningsområdet. Beräkningen baseras på ansatta värden på grundvattenbildning inom olika huvudtyper av markområden. Ansatta värden på grundvattenbildning är osäkra men ger ändå en god uppfattning av storleksordningen på den totala grundvattenavrinningen i området. Grundvattenbildningen på de nuvarande ytorna av fyllning och hårdgjorda ytor är osäkra.

Det beräknade totala grundvattenflödet genom deponiområdet är idag av storleksordningen drygt 1 l/s. Vid en framtida utökning av sluttäckningen och andelen hårdgjorda ytor inom området kan grundvattenflödet förväntas att minska till knappt 1 l/s.

Grundvattenbildningen på de idag sluttäckta ytorna har ansatts till 50 mm/år vilket motsvarar kravet på sluttäckning för en icke-farligt avfalldeponi (Förordning om deponering av avfall, SFS nr: 2001:512). Kravet på sluttäckning av en farligt-avfalldeponi är 5 mm/år, enligt samma förordning. Beroende på hur sluttäckningarna konstruerats och hur väl de i praktiken fungerar så kan grundvattenbildningen bli lägre än vad som ansatts. Värdena för sluttäckning i Tabell 4-1. har ansatts i syfte att inte underskatta grundvattenbildningen.

Tabell 4-1. Beräknat totalt grundvattenflöde, baserat på ansatta värden på grundvattenbildning från nederbörd inom Lövsta deponiområdes lokala avrinningsområde (figur 4-1).

Markyta	Ansatt grundvattenbildning	Nuvarande ytor	Framtida ytor	Nuvarande flöde	Framtida flöde
Enhet	(mm/år)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(l/s)	(l/s)
Berg eller tunna jordlager på berg samt morän	150	43090	32979	0,20	0,16
Lera	25	52610	35628	0,04	0,03
Sand	300	9887	9056	0,09	0,09
Fyllning	200	61710	14385	0,39	0,09
Hårdgjorda ytor	100	79059	46640	0,25	0,15
Sluttäckning Norra och Östra deponin	50	122719	122719	0,19	0,19
Sluttäckning Västra deponin	50	32718	32718	0,05	0,05
Tillkommande sluttäckning	50	0	107668	0,00	0,17
<b>TOTALT</b>		<b>401793</b>	<b>401793</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>



Avrinningsområdet kring den planerade energihamnen uppgår till ca 0,04 km<sup>2</sup>. Idag utgörs jordlagren huvudsakligen av fyllning, lera och berg i dagen eller tunna jordlager på berg. Vid en utbyggd energihamn kommer jordlagren istället att utgöras av huvudsakligen hårdgjorda ytor, lera och berg i dagen eller tunna jordlager på berg. Ett litet avrinningsområde och stor andel täta jordlager eller hårdgjorda ytor innebär låg grundvattenbildning och ett lågt grundvattenflöde. Idag kan grundvattenflödet igenom energihamnsområdet uppskattas till ca 0,1-0,2 l/s, baserat på arealer och antagen grundvattenbildning. Vid en utbyggd energihamn kan grundvattenflödet förväntas minska och bedöms uppgå till mindre än 0,1 l/s.

Till jordlagren inom deponiområdet sker även en viss grundvattentillströmning från djupa jordlager och berggrunden. Deponiområdet och Mälaren är ett utströmningsområde för berggrundvatten. Storleken på denna grundvattenbildning är inte känd. Att en sådan grundvattenbildning förekommer bekräftas av att en uppåtriktad grundvattengradient konstaterats genom mätningar (se avsnitt 4.4.3).

Väster om energihamnsområdet ligger idag en badstrand som kommer att beröras av den framtida energihamnen. Området domineras av berg i dagen eller tunna jordlager på berg. Centralt i området förekommer en ravin med sandiga jordlager. Det finns inga kända föroreningar i detta område och grundvattenflödet kan förväntas vara lågt p.g.a. ett litet lokalt avrinningsområde. I ravinen rinner ett vattendrag av dikeskaraktär som är vattenfyllt åtminstone under delar av året. Vattendraget leder ytvatten från områden norr om och utanför det lokala avrinningsområdet, genom badstrandsområdet och vidare till Mälaren.

#### 4.4.2 Hydrauliska egenskaper

Jordlagrens hydrauliska konduktivitet har undersökts genom hydrauliska tester och utvärdering av mätdata (slug-tests) i tolv olika grundvattenrör inom och i anslutning till deponiområdet (bilaga 2a – fältrapport). De utvärderade värdena, från slug-tests, av hydraulisk konduktivitet representerar till största delen fyllningsmaterial och avfall i deponin (Tabell 4-2).

Tabell 4-2. Resultat av utförda slugtest, beräknad hydraulisk konduktivitet,  $K$  (m/s).

	$K$ (m/s)	Kommentar
<b>Maximalt värde</b>	$2 \cdot 10^{-4}$	Representerar främst fyllning-/avfallsmassor (sand och grus förekommer i lagerföljden).
<b>Medianvärde</b>	$6 \cdot 10^{-6}$	Representerar främst fyllning-/avfallsmassor.
<b>Minimalt värde</b>	$8 \cdot 10^{-8}$	Representerar främst fyllning-/avfallsmassor (lera och silt förekommer i lagerföljden).

De utförda slug-testerna är stickprover från flera olika geologiska enheter som representerar små volymer av ett mycket stort och heterogent utfyllt område. Även testmetoden och utvärderingen av slug-test är behäftade med vissa osäkerheter. Resultatet visar dock på den stora spridning i hydraulisk konduktivitet som kan förväntas i deponin.

Två prov på jord har uttagits för siktanalys och beräkning av hydraulisk konduktivitet (Tabell 4-3).

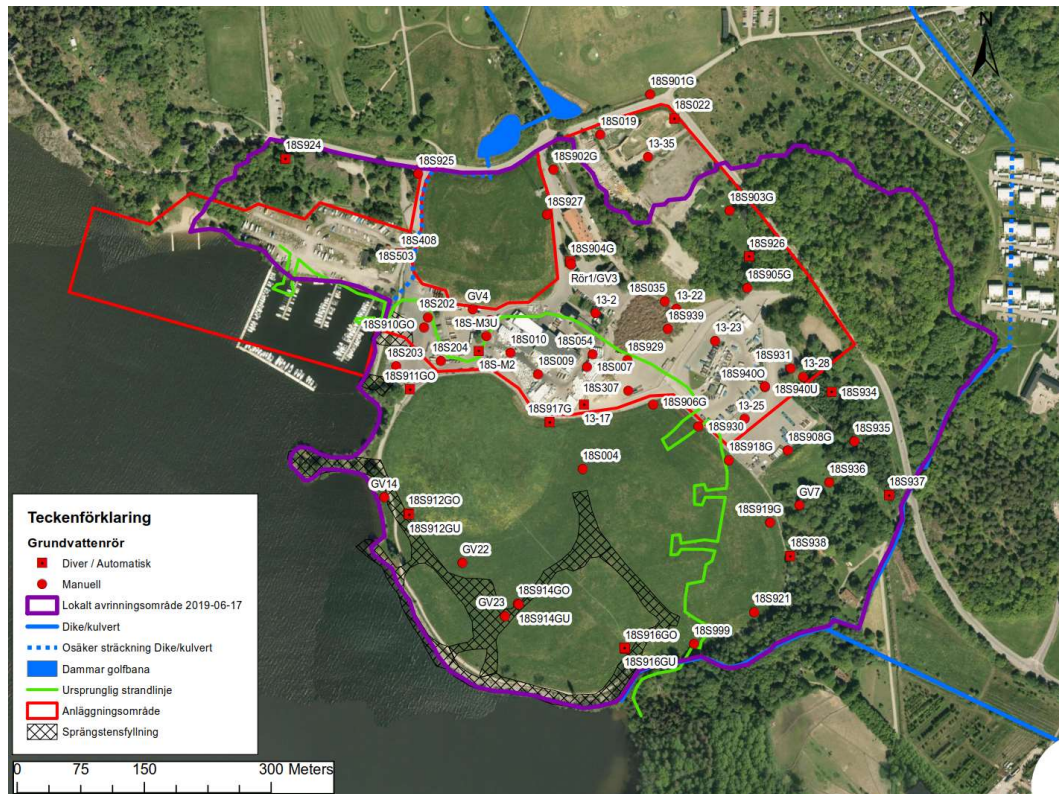
Tabell 4-3. Beräknade värden på hydraulisk konduktivitet, baserat på utförda siktanalyser  $K$  (m/s).

K (m/s)	Kommentar
$2 \cdot 10^{-6}$	Morän (naturlig)
$1 \cdot 10^{-4}$	Grusig sand (naturlig eller fyllning)

Längs Mälarens strand och som ett nätverk inne i deponierna förekommer sprängstensvallar. Dessa kan antas ha mycket hög hydraulisk konduktivitet relativt omgivande jordmaterial och verka som dräneringsstråk, men också som "infiltrationsstråk", inne i deponin. De medverkar till att jämna ut tryckskillnader mellan deponin och Mälaren på ett effektivt sätt.

#### 4.4.3 Grundvattennivåer och grundvattenströmning

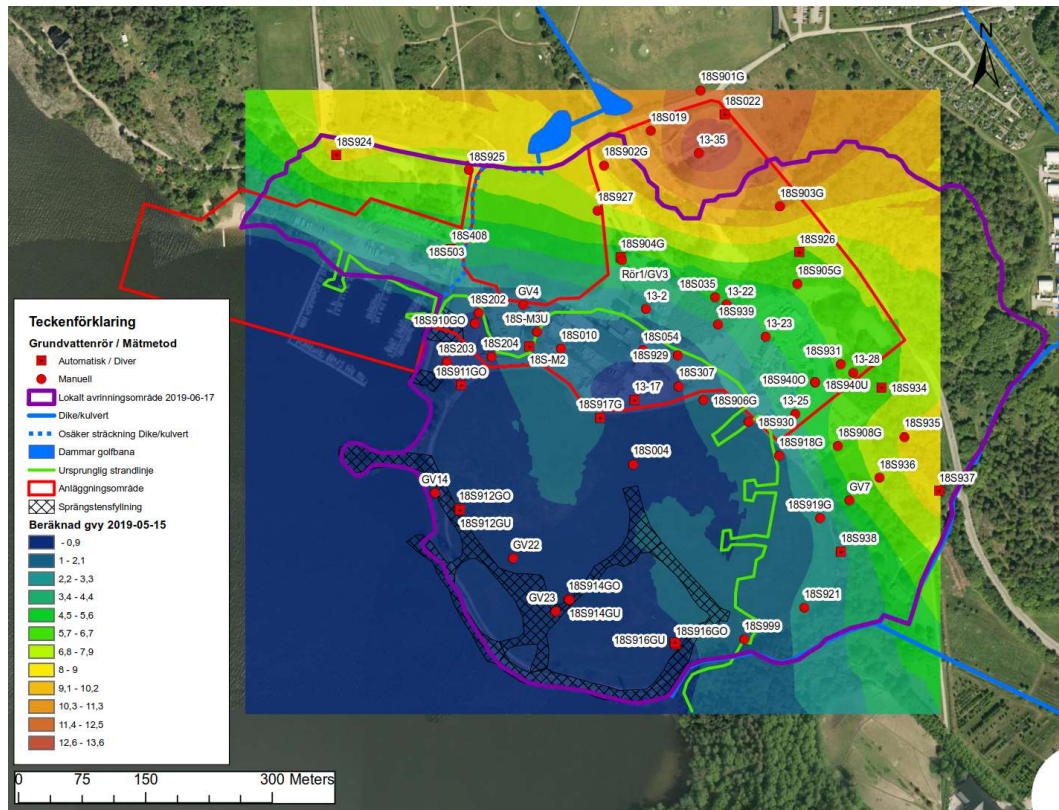
Grundvattennivåer har mätts vid olika tillfällen i totalt 64 olika grundvattenrör inom och i anslutning till deponiområdet. Mätningar med automatiskt registrerande tryckgivare har utförts i 16 olika grundvattenrör. I Figur 4-6 redovisas grundvattenrörens läge. Utförda hydrogeologiska fältarbeten redovisas närmare i bilaga 2a.



Figur 4-6. Grundvattenrör inom och i anslutning till Lövsta deponiområde.

I Figur 4-7 redovisas en beräknad (interpolerad) grundvattenyta baserat på manuella lodningar utförda i 61 grundvattenrör under en och samma dag, 2019-05-15. I beräkningen har även Mälarens aktuella vattenstånd beaktats. Interpoleringen är utförd med metoden kriging, men någon statistisk bearbetning, t.ex. variogramanalys, har inte utförts.

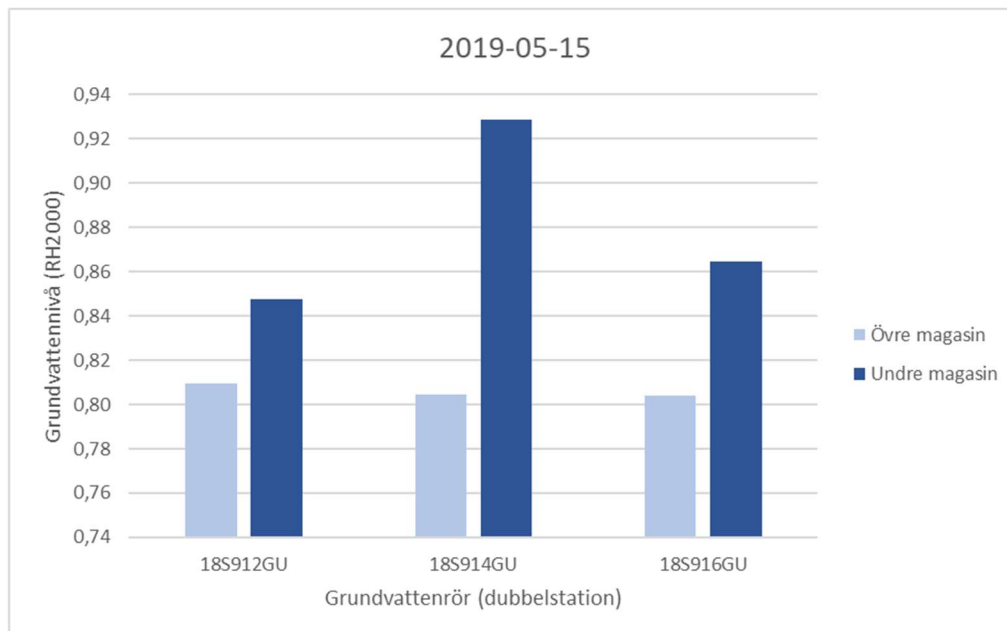
De uppmätta grundvattennivåerna är observationer gjorda i ett antal olika typer av geologiska enheter. Figur 4-7 ger därför en grov och sammantagen bild av grundvattenytan i området. Tryckskillnaderna mellan de olika geologiska enheterna är dock små och Figur 4-7 ger därför ändå en god bild av de generella grundvattennivåerna i området.



Figur 4-7. Beräknad grundvattenyta baserat på manuella mätningar i 61 grundvattenrör 2019-05-15.

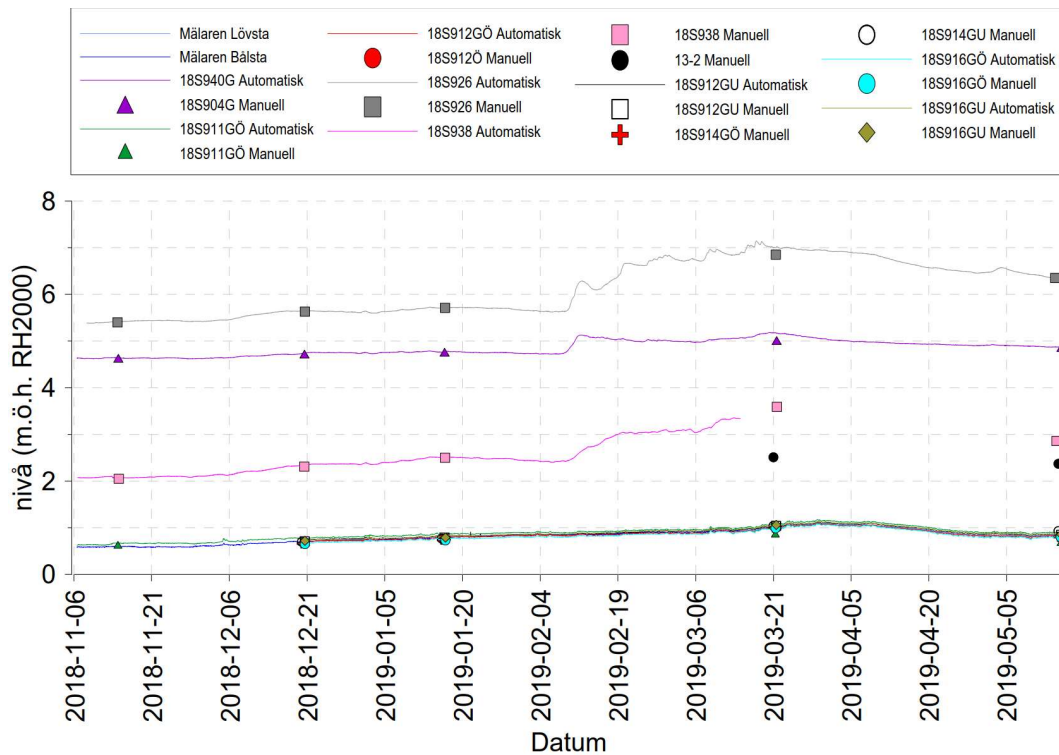
Den beräknade grundvattenytan visar tydligt att grundvattennivåerna i den utfyllda delen i Mälaren korrelerar till Mälarens nivå. Denna effekt förstärks av låg grundvattenbildning i sluttäckta och hårdgjorda områden, genomsläppligt fyllnings- och avfallsmaterial, samt att mycket högkonduktiva sprängstensvallar utgör gräns mot Mälaren och förekommer som ett nätverk inne i deponin. Grundvattenytans lutning är flack i detta område och gradienten är mindre 1 %.

I områdena som ligger över den ursprungliga strandlinjen styrs grundvattennivåerna framförallt av markytans topografi, grundvattenbildningen och jordlagrens genomsläpplighet. Lokalt kring deponiområdet strömmar grundvattnet från höjdområdena och ut mot den ursprungliga strandlinjen. Grundvattenytans lutning i området ovanför den tidigare strandlinjen är ca 2-3 %.



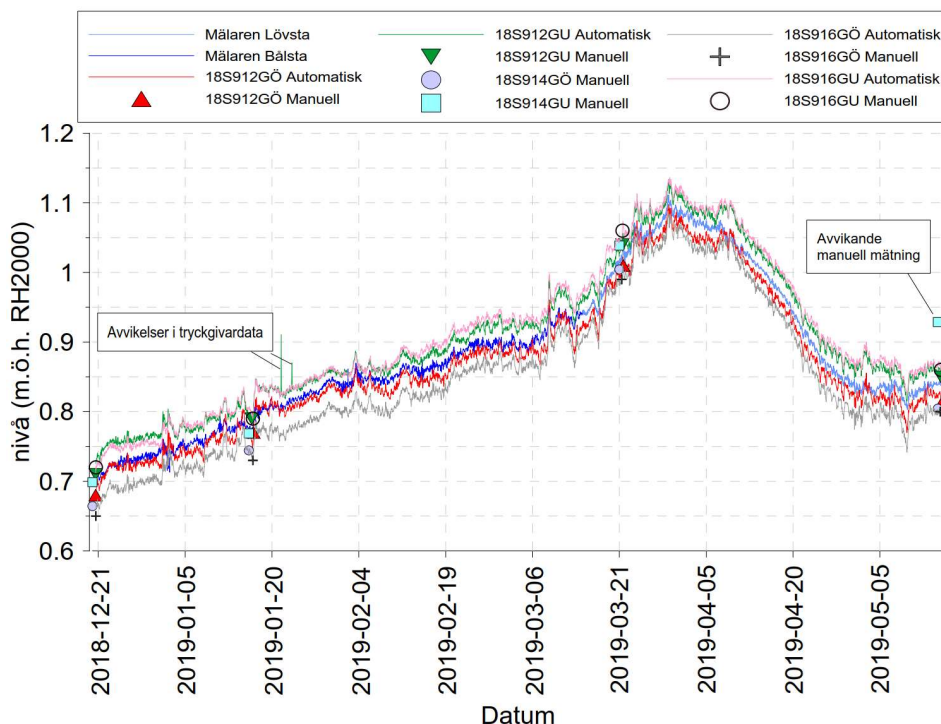
Figur 4-8. Uppmätta trycknivåer i djupa och grunda observationsrör. Obs att y-axeln inte börjar vid värdet 0 m.

I Figur 4-8 redovisas uppmätta trycknivåer i djupt installerade grundvattenrör och i ytligt installerade grundvattenrör på samma plats. Trycket är lägre i de ytliga rören. Mätningarna är utförda 2019-05-15 och resultatet har bekräftats av mätningar vid flera andra tillfällen. Tryckskillnaden är liten, men visar på förekomsten av ett undre och ett övre grundvattenmagasin vilka separeras av ett, relativt sett, tätare jordlager, lera och gyttjelera. Vidare visar tryckskillnaden att grundvattengradienten är uppåtriktad, vilket innebär att deponiområdet definitionsmässigt är beläget i ett utströmningsområde samt att det finns en potential för ett uppåtriktat grundvattenflöde. Storleken på detta flöde går inte att uppskatta utifrån nuvarande kunskapsläge. Sannolik är dock flödet lågt.



Figur 4-9. Tidsserier (november 2018 till maj 2019), uppmätta vattennivåer i ett urval av grundvattenrör samt Mälarens nivå. Trycknivån i flera av rören i den utfyllda delen följer Mälarens nivå omkring ca + 1 m (RH2000).

Figur 4-9 bekräftar bilden av att Mälarens vattenstånd styr grundvattennivåerna i den utfyllda delen av deponiområdet, d.v.s. under den ursprungliga strandlinjen. I figur 4-10 redovisas, tydligare, de rör där uppmätta trycknivåer följer Mälaren. Ovanför den ursprungliga strandlinjen ligger grundvattennivåerna högre (trycknivåer högre än ca + 2 m, RH2000) och styrs inte av Mälarens variation utan av topografi, jordlagrens egenskaper och grundvattenbildning.



Figur 4-10. Tidsserier (december 2018 till maj 2019), uppmätta vattennivåer i ett urval av grundvattenrör samt Mälarens nivå. Flera av rören i den utfyllda delen följer Mälarens nivå omkring ca + 1 m (RH2000).

När Mälarens vattenstånd höjs eller sänks påverkas grundvattennivåerna inne i den utfyllda delen av deponiområdet hydrauliskt genom att också höjas eller sänkas. Nivåförändringen inne i deponin motsvarar en viss volymförändring vatten i deponimaterialets porvolym. En lika stor volym vatten måste röra sig in eller ut mellan avfallsmassorna inne i deponin och Mälaren. Denna transport av vatten sker i kontaktzonen mellan Mälaren och deponin.

Kontaktzonen mellan Mälaren och deponin är stor. Detta beror på en relativt lång strandlinje, sett till deponiområdet, den djupa deponikanten mot Mälaren och de genomsläppliga sprängstenvallarna längs strandlinjen, vilka sträcker sig långt in i deponin. Sprängstenvallarna antas här snarast verka som en del av Mälaren och kan därför bidra till att skapa en extra stor kontaktzon mellan avfallsmassorna inne i deponierna och Mälaren. Den stora kontaktzonen tillsammans med de genomsläppliga avfallsmassorna inne i deponierna gör att Mälarens tryckförändringar snabbt fortplantas i deponin.

Förenklat sett innebär nivåförändringen i Mälaren en förskjutning av de rådande grundvattennivåerna inne i deponierna, varför grundvattnets flöde och riktning inte påverkas i större utsträckning. I praktiken slår dock tryckförändringen igenom i olika geologiska enheter med olika fördröjning, vilket leder till en komplex strömningsbild tills

dess att jämvikt uppnås. I grundvattensystem råder dock sällan eller aldrig jämvikt p.g.a. exempelvis varierande grundvattenbildning och varierande ytvattennivåer.

Den stora kontaktzonen mot Mälaren innebär att den verkliga transporten av vatten mellan sjön och avfallsmassorna inne i deponin sker i en begränsad del av deponins randzon mot sprängstenvallarna och Mälaren.

Inom stora delar av anläggningsområdet (se figur 4.7) kommer markytans nivå att höjas genom att fyllnadsmassor tillförs, huvudsakligen bergkross. Måktigheten hos de tillförda massorna kommer att vara som mest ca 3 m, men kan förväntas att variera inom området. Uppfyllnaden kommer att vara dränerad i syfte att motverka en påverkan på grundvattennivåerna. Området kommer också att sluttäckas vilket medför att grundvattenbildningen minimeras.

Uppfyllnaden innebär ett ökat tryck på de befintliga marklagren, s.k. ”överlast”. Tryckökningen fortplantas nedåt i marklagren. Jordlagren kan då riskera att komprimeras och sättningar kan uppstå. En komprimering innebär ett tillfälligt ökat tryck i jordens mättade porvolym och kan teoretiskt innebära en tillfälligt förändrad grundvattenströmning.

Uppfyllnaden kommer inte att utföras momentant. Arbetet kommer att ta en viss tid och eventuella sättningar förväntas utbildas under en längre tidsperiod. Eventuell tryckpåverkan på grundvattnet kommer därför att ske över en längre period. Jordlagrens relativt höga genomsläpplighet och den goda hydrauliska kontakten med Mälaren gör att eventuella tryckförändringar i grundvattenmagasinen snabbt släcks ut.

I ett längre tidsperspektiv kan kompaktion av jordlagren teoretiskt sett leda till minskad hydraulisk konduktivitet genom att jordens effektiva porositet minskat. Eventuella sättningar kommer dock att ske företrädesvis i finkorniga kohesionsjordar och i eventuella organiska jordar/utfyllnader. Sättningsprocesser i dessa jordarter påverkar inte grundvattenströmningen, vilken företrädesvis sker i högpermeabla jordlager.

Mot bakgrund av ovanstående bedöms att grundvattennivåerna och grundvattnets strömning i området inte kommer att påverkas i någon beaktansvärd omfattning av uppfyllnad och sluttäckning, vare sig i byggskede eller i ett längre tidsperspektiv.

#### 4.5 Sammanfattande hydrogeologisk tolkning

Det lokala avrinningsområdet kring Lövsta deponiområde definieras av lokala berg- och moränhöjder. Arean uppgår till ca 0,4 km<sup>2</sup>. Den totala avrinningen är i genomsnitt 211 mm/år (SMHI, 2019) och utgörs av både yt- och grundvattenavrinning. Uttryckt som flöde uppgår den totala avrinningen till omkring 3 l/s i genomsnitt. Mälaren är slutlig recipient för avrinningen.

Inom det lokala avrinningsområdet dominerar de utfyllda deponiområdena, de utgör ca 70 % av hela ytan. Det utfyllda området omfattar främst en tidigare vik i Mälaren, men utfyllnad utfördes även på fastmark i öster och nordöst om denna vik. Stora delar av deponiområdet



är idag sluttäckt, men det finns också hårdgjorda ytor och utfyllda områden i anslutning till de sluttäckta delarna.

Berggrunden, som utgörs av urberg och omvandlat sedimentärt berg, stupar mot Lövstafjärden i sydväst. Ovanför den ursprungliga strandlinjen överlagras berggrunden av morän. I lägre liggande områden förekommer även lera och/eller sand ovanför moränen.

Under den tidigare strandlinjen överlagras berggrunden av morän med någon eller några meters mäktighet. Moränen överlagras i sin tur av lera och/eller gyttjelera vars mäktighet ökar i riktning mot Mälaren. Avfallsmassor har deponerats ovanpå de finkorniga jordlagren.

Idag förekommer både sluttäckta ytor, hårdgjorda ytor och ospecificerade fyllningsmassor ovanpå de deponerade avfallsmassorna. Längs den nuvarande strandlinjen och inne i deponin förekommer sprängstensvallar vars syfte har varit att stabilisera avfallsmassorna, som är mycket heterogena och uppvisar lokalt stor variation i genomsläpplighet. Sprängstensvallarna antas ha mycket hög genomsläpplighet.

Grundvattenbildning från nederbörd är olika inom olika marktyper. Generellt sett är grundvattenbildningen stor inom berg- och morändområden samt inom sandiga och utfyllda områden ovanför den ursprungliga strandlinjen. Lägst grundvattenbildning sker i områden med lera och inom sluttäckta områden. Störst bidrag till grundvattenbildningen (ca 50%) i nuläget bedöms dock ske inom "fyllning och hårdgjorda ytor", se tabell 4.1, vilka inte är sluttäckta.

Den totala grundvattenbildningen från nederbörd har beräknats till ca 1,2 l/s. Grundvattenbildningen kan dock vara lägre, beroende på hur väl de sluttäckta ytorna fungerar. Vid en utökad sluttäckning inom området i framtiden kommer grundvattenbildningen att minska. Mälaren och deponidelarna under den ursprungliga strandlinjen utgör ett utströmningsområde. Det finns en svag tryckpotential för ett uppåtriktat grundvattenflöde från berggrunden och de djupa jordlagren till ovanförliggande jordlager och utfyllnadsmassor.

Ovanför den ursprungliga strandlinjen följer grundvattennivåerna i stort topografien. Under denna strandlinje följer grundvattennivåerna Mälarens nivå. Grundvattenavrinningen sker från områden ovanför den ursprungliga strandlinjen ut mot den tidigare strandlinjen. Strömningsriktningarna är från öst och nordöst mot väster. Grundvattenytans lutning ovanför strandlinjen är omkring 2-3 %. I detta område bedöms grundvattenavrinningen i huvudsak att ske i morän och fyllningsmaterial.

Grundvattenavrinningen i det utfyllda området förekommer både i deponimassorna över de, relativt sett, täta lagren av lera och gyttjelera, samt i friktionsjorden under de täta jordlagren. Från de djupa jordlagren som överlagrar berget kan ett läckage av grundvatten eventuellt ske till de yttligare jordlagren. Storleken på detta läckage är mycket svårbedömt, men är sannolikt litet.

I deponimassorna under den ursprungliga strandlinjen är grundvattenytan flack, mindre än 1 %. Detta beror på låg grundvattenbildning, genomsläppliga avfallsmassor och god

hydraulisk kontakt med Mälaren. Förenklat sett är det fortfarande Mälarens vattenstånd som förekommer inom deponin.

När Mälarens vattenstånd förändras så förändras grundvattennivåerna inne i deponins avfallsmassor (i stort sett) i motsvarande grad. De genomsläppliga sprängstensvallarna som förkommer längs Mälarens strandlinje och inne i deponin innebär en utökad kontaktzon mellan Mälaren och avfallsmassorna inne i deponin. Det egentliga vattenutbytet mellan Mälaren och avfallsmassorna inne i deponin sker i randzonen mellan avfallsmassorna och spängstensvallarna.

Planerad uppfyllnad och sluttäckning inom anläggningsområdet bedöms inte komma att påverka grundvattennivåerna och grundvattnets strömning i någon beaktansvärd omfattning, vare sig i byggskede eller i ett längre tidsperspektiv.

## 5 Föroreningssituation

### 5.1 Resultat av tidigare undersökningar

Ett antal miljötekniska undersökningar har utförts inom projektområdet (avsnitt 2.2).

I Citres (2013) presenteras en sammanställning där en detaljerad analys av data (2006-2012) från kontrollprogram, miljöundersökningar och åtgärdsutredningar finns redovisade. Det har påvisats höga halter av föroreningar i mark, grundvatten och sediment i området. Enligt denna PM finns halter över den utvärderingsgrund som använts för följande ämnen i grundvatten; summa PCB, nitratkväve, aluminium, mangan, bly, arsenik, nickel, ammoniumkväve samt punktvis också höga halter av oljeföroreningar. Utvärderingen är dock baserad på Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten.

I en undersökning från 2014 beskrivs att tungmetaller utgör den huvudsakliga föroreningen, samt att organiska föroreningar (PAH, alifater, aromater, PCB, dioxiner) förekommer i liten utsträckning och bedöms inte ge upphov till ytterligare mängder förorenade massor. Även oljor, lösningsmedel, bekämpningsmedel och flamskyddsmedel har påträffats (Geosigma, 2014).

I samma rapport (Geosigma, 2014) redovisas data från grundvattenprovtagning i delar av Anläggningsområdet. Denna undersökning visar att både arsenik och nickel påträffas i förhöjda halter. I rapporten redovisas generellt låga föroreningshalter av organiska ämnen i grundvattnet. Samtliga föroreningar som uppmätts i grundvattnet betraktas av Geosigma som mindre allvarliga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för förorenat grundvatten.

### 5.2 Föroreningar av potentiell betydelse

Jord- och grundvattenprovtagning i föreliggande undersökning konfirmerar att området är starkt förorenat. Resultat av föroreningshalter i jord och grundvatten presenteras i Figur 5-1 till 5.36 (Bilaga 1).

#### 5.2.1 Föroreningar av potentiell betydelse i jord

Naturvårdsverket har tagit fram generella riktvärden för ett antal ämnen i förorenad mark (Naturvårdsverket, 2009b och 2016). Dessa riktvärden är avsedda att användas i samband med förenklad riskbedömning av förorenade markområden. Värdena anger en nivå vid vilken risker för negativ påverkan på människor eller miljö vid angiven markanvändning inte bedöms föreligga.

Generella riktvärden finns för två typer av markanvändning:

- Känslig markanvändning, KM, innebär att markkvaliteten inte begränsar val av markanvändning och att grundvattnet skyddas. Markanvändningen kan utgöras av exempelvis bostäder, förskolor eller odling av livsmedel.
- Mindre känslig markanvändning, MKM, innebär att markkvaliteten begränsar val av markanvändning och att grundvattnet 200 m från det förorenade området skyddas. Marken kan användas för till exempel kontor, industrier och vägar. Grundvattenuttag kan ske vid ett visst avstånd från föroreningen.

För att identifiera föroreningar av potentiell betydelse inom området, har samtliga analysresultat från utförda undersökningar i området sammanställts. Sammanlagt har 278 jordprov från 119 punkter inom området analyserats på ett ackrediterat laboratorium.

För att sortera ut de ämnen som skulle kunna innebära en risk för hälsa och miljö, har den högsta uppmätta halten av respektive ämne i jord från området jämförts med Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) (Naturvårdsverket 2009b och 2016). I Tabell 5-1 nedan redovisas de föroreningar som bedöms vara av potentiell betydelse inom området och som inkluderas i det fortsatta arbetet.

*Tabell 5-1: Föroreningar av potentiell betydelse, uppmätt maximal halt i jord inom området, antal jordprov från området som analyserats avseende ämnet samt det generella riktvärdet för KM (Naturvårdsverket, 2009b). Alla halter anges i mg/kg TS, utom tributyltenn, dioxiner och monobutyltenn, se nedan.*

Parameter	Maximal halt	Antal analyser	KM
Antimon	240	157	12
Arsenik	120	256	10
Barium	4 400	247	200
Bly	19 000	260	50
Kadmium	47	256	0,8
Kobolt	34	253	15
Koppar	14 000	257	80
Krom	1700	256	80
Kvicksilver	62	256	0,25
Molybden	110	157	40
Nickel	2 400	256	40
Vanadin	110	247	100
Zink	13 000	260	250
Alifater >C10-C12	2900	213	100
Alifater >C12-C16	2600	213	100

Parameter	Maximal halt	Antal analyser	KM
Alifater >C16-C35	10 000	213	100
Alifater >C5-C16	5 600	212	100
Alifater >C5-C8	110	212	25
Alifater >C8-C10	660	213	25
Aromater >C10-C16	670	208	3
Aromater >C16-C35	120	208	10
Aromater >C8-C10	1600	213	10
Bensen	7,4	243	0,012
Etylbensen	240	243	10
Summa PAH-H	170	208	1
Summa PAH-L	380	208	3
Summa PAH-M	490	208	3,5
Toluen	520	243	10
Xylener	1800	240	10
PCB summa	77	154	0,008
Tetrakloreten	130	129	0,4
Trikloreten	250	129	0,2
Cyanid fri	1,1	57	0,4
Dioxiner WHO-TEQ lowerbound	1100**	81	20
Dioxiner WHO-TEQ upperbound	1100**	81	20
Klorfenol, summa	120	20	0,5
Monobutyltenn	300*	11	250
Tributyltenn	630*	35	150
DDT/DDE/DDD	34	6	0,1
Summa fenol och kresoler	4,9	2	1,5
Summa mono- och diklorbensener	24	4	1

\*\*ng/kg TS

\*µg/kg TS

### 5.2.2 Föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten

För att identifiera föroreningar av potentiell betydelse i grundvattnet inom området har samtliga analysresultat från tidigare och nu utförda undersökningar i grundvatten i Anläggningsområdet sammanställts. I urvalet har även ett antal grundvattenprov uttagna

från brunnar i nära anslutning till Anläggningsområdet inkluderats. Provpunkter redovisas i Figur 5-37. Undantaget är analysresultat från undersökningar utförda av Tyréns Infrakonsult AB (1994), eftersom dessa halter avviker mycket från övriga uppmätta halter i grundvattnet. Sammanlagt har 114 grundvattenprov från 71 punkter inom det aktuella området analyserats på ett ackrediterat laboratorium.

Därefter har jämförelse dels gjorts med jämförvärden för skydd av ytvatten, dels med jämförvärden för skydd av människors hälsa genom inandning av ånga. En detaljerad beskrivning av processen för att ta fram föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten redovisas i bilaga 4.

För att sortera ut de ämnen i grundvatten som skulle kunna innebära en risk för hälsa eller ytvatten, har den högsta uppmätta halten av respektive ämne i grundvatten från området jämförts med jämförvärden för skydd av ytvatten och för människors hälsa avseende ånginträngning. De ämnen som inte förekommer i halter över dessa jämförvärden har uteslutits från vidare bedömning. Inte heller har ämnen för vilka det inte finns jämförvärden beaktats i riskbedömningen.

I Tabell 5-2 nedan redovisas de föroreningar som bedöms vara av potentiell betydelse inom området och som inkluderas i det fortsatta arbetet. Halter av utvalda föroreningsämnen i grundvatten redovisas också i Figur 5-19 till 5-36 (Bilaga 1).

Tabell 5-2: Högsta uppmätta halter av föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten, jämförvärden för skydd av ytvatten och mot ånginträning, samt antal grundvattenprov där ämnet analyserats.

Ämne	Max	Anta I prov	Jämförvärde ytvatten	Jämförvärde ånginträning
Antimon	28	25	10	ej flyktigt
Arsenik	130	165	50	ej flyktigt
Barium	5 200	161	1000	ej flyktigt
Bly	14 000	165	120	ej flyktigt
Kadmium	34	165	8	ej flyktigt
Kobolt	110	165	20	ej flyktigt
Koppar	11 000	165	50	ej flyktigt
Molybden	550	99	30	ej flyktigt
Nickel	990	165	400	ej flyktigt
Zink	25 000	165	550	ej flyktigt
Alifater >C10-C12	4 500	76	300	25
Alifater >C12-C16	6 300	76	3000	ej SPI (se bilaga 4)
Alifater >C16-C35	29 000	76	3000	ej SPI (se bilaga 4)
Alifater >C5-C16	11 000	54	3000	3 000
Alifater >C8-C10	160	75	150	100
Aromater >C10-C16	2 300	76	120	10 000
Aromater >C16-C35	361	76	5	25 000
Aromater >C8-C10	3 300	76	500	800
Summa PAH-H	420	87	0,5	300
Summa PAH-L	3 300	87	100	2 000
Summa PAH-M	2100	87	5	10
Toluen	750	80	500	7 000
PCB summa	77	73	0,01	0,00026
Dioxiner WHO-TEQ upperbound	0,4	9	0,001	0,0012
PFOS	0,10	21	0,065	ej flyktigt
Bensen	800	80	1000	50

### 5.3 Föroreningssituation i jord

Beskrivningen av föroreningar i jord nedan är baserad på tidigare och nu utförda undersökningar. Vidare har beskrivningen delats upp i egenskapsområden som beskrivs i avsnitt 3.6 och 3.7 och vars lägen återfinns i Figur 3-4. För beskrivningen av geologiska förhållanden används borrprotokoll från nu utförda undersökningar (Bilaga 3).

Beskrivningen av föroreningssituationen fokuserar på de ämnen som bedömts utgöra föroreningar av potentiell betydelse. För respektive egenskapsområde har representativa halter beräknats för samtliga parametrar som påvisats i halter över platsspecifika riktvärden (se avsnitt 8.1.1) på aktuell nivå. I de områden där antalet parametrar som påvisats i halter över platsspecifika riktvärden är stort har representativa halter bara beräknats för de föroreningar som identifierats som viktigaste riskämnen (se avsnitt 8.1.1). Detta redovisas i förekommande fall i beskrivningen av föroreningssituationen i respektive avsnitt nedan.

Som representativa halter används uppskattningar av den verkliga medelhalten av ämnen genom:

- Medelvärdet av uppmätta halter som bedöms vara den bästa skattningen av den verkliga medelhalten men ger ingen information om osäkerheten i skattningen
- UCLM95, den övre konfidensgränsen för medelhalten är ett värde som den verkliga medelhalten med 95 % säkerhet ligger under

### 5.3.1 Egenskapsområde A

Egenskapsområde A innefattar nuvarande och tidigare verksamhetsområde, samt en del av den tidigare järnvägslinjen mellan Stockholm och Lövsta deponier som gick genom området (Tabell 5-3).

Egenskapsområde A innefattar en del av ett område som tidigare använts för asfaltverk, billackering och spilloljedeponi.

Borrningar i området visar att de ytligast belägna massorna inom det nuvarande och tidigare verksamhetsområdet består av fyllning och avfall med en mäktighet av 4-4,7 m. Fyllningen består av stenig grusig sand med innehåll av glas, tegel, metalltråd, kolbitar asfalt mm. I två borrhål (18S201 och 18S202 begränsades borrhjupet till 4,8 m, sannolika p g a stopp mot sprängstenvallar som beskrivs i kapitel 4. Under fyllningen finns lera och siltig sand till en djup av 7 m. Den ursprungliga strandlinjen gick genom området (Figur 3-4).

Enligt tidigare muntliga uppgifter från personal på platsen samt enligt Fortum Värme (2015) har en del av egenskapsområde A sanerats genom schaktning och återfyllning. Läget är inte klarlagt och förfrågningar hos Stockholms stad gav inget resultat. I en tidigare rapport (Fortum Värme, 2015) anges att 10 000 ton oljeförorenad jord från den tidigare spilloljedeponin schaktsanerades. Ingen data från denna sanering fanns i föreliggande PM.

I Tabell 5-3 redovisas statistik för analysresultat från jordprover på olika djup. Tabellen innehåller ämnen vars halter överskrider plats specifika riktvärden i minst ett prov på redovisat djup. Resultaten visar att tungmetaller som arsenik, barium, bly, koppar, nickel och zink samt PAH-H överskrider plats specifika riktvärden i minst ett prov på redovisat djup i egenskapsområde A (se också avsnitt 8).



Tabell 5-3: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde A. Djup anges som meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Arsenik	3	3	3,2	100	36	130
0-1	Barium	2	2	99	380	240	-
0-1	Bly	3	3	140	2 100	860	2 700
0-1	Koppar	3	3	71	10 000	3 600	14 000
0-1	Nickel	3	3	17	300	110	380
0-1	Zink	3	3	180	5 900	2 200	7 700
0-1	PAH-H	1	1	0,11	-	-	-
1-2	Arsenik	5	5	1,5	45	23	41
1-2	Barium	5	5	64	4 200	1 600	3 300
1-2	Bly	5	5	65	5 800	2 300	4 600
1-2	Koppar	5	5	120	8 500	2 900	6 200
1-2	Nickel	5	5	18	370	120	260
1-2	Zink	5	5	140	8 900	3 700	7 200
1-2	PAH-H	5	4	<0,3	1,5	0,64	1,2
>2	Arsenik	8	8	3,3	56	21	34
>2	Barium	8	8	100	3 900	1 100	3 900
>2	Bly	8	8	120	5 500	1 400	5 500
>2	Koppar	8	8	65	7 400	2 000	8 000
>2	Nickel	8	8	13	150	70	110
>2	Zink	8	8	190	6 300	1 900	5 900
>2	PAH-H	7	4	<0,3	22	4,1	10

### 5.3.2 Egenskapsområde B

Egenskapsområde B används idag av Svensk Freonåtervinning AB och för kommunens återvinningscentral. Tidigare fanns en del av avfallsförbränningsanläggningen i området och den tidigare järnvägslinjen mellan Stockholm och Lövsta deponier löpte genom området.

Borrningar i området visar att de ytligast belägna massorna inom det nuvarande och tidigare verksamhetsområdet består av fyllning och avfall med en mäktighet av mellan 1 m i norra delen av egenskapsområde till 16 m i det sydligaste borrhålet (18S917G). Fyllningen består av stenig grusig sand som innehåller sten, makadam, aska, porslin, glas, tegel, metalltråd, kolbitar, asfalt mm. I tre borrhål (18S013, 18S014 och 18S011) stoppade

borrningarna på 1,4 - 4 m under markytan, sannolikt mot de sprängstenvallar som beskrivs i avsnitt 4.

Under fyllningen utgörs de naturliga jordlagren av lera och siltig sand. Under sanden finns berg, bergytan ligger mellan 3 m under markytan i norra delen av egenskapsområdet till 20,5 m under markytan i den södra delen. Den ursprungliga strandlinjen låg även inom området (Figur 3-4).

I Tabell 5-4 redovisas statistik avseende föroreningskoncentrationer i tidigare och föreliggande undersökning för jordprover på olika djup. I egenskapsområde B har sammanlagt 30 parametrar påvisats i halter över platsspecifika riktvärden på någon nivå. Därför har en prioritering gjorts (se avsnitt 8.1.1) och bly, kvicksilver, zink, PCB, trikloreten, alifater >C10-C12 samt PAH-M har identifierats som viktigaste riskämnen. Dessa ämnen redovisas i Tabell 5-4, för övriga ämnen som påvisats i halter över platsspecifika riktvärden finns data i bilaga 8.

Fri fas av olja har påträffats i området. Förekomst av fri fas beskrivs mer i detalj i avsnitt 5.5.

*Tabell 5-4: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde B. Djup anges som meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.*

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Zink	14	14	65	6 000	2 100	3 000
0-1	Kvicksilver	13	8	8	8,7	1,2	4,2
0-1	Bly	14	14	14	10 000	2 600	6 200
0-1	PAH-M	11	6	6	83	8,2	86
0-1	Alifater >C10-C12	12	1	1	60	11	-
0-1	Triklloreten	4	1	1	0,037	0,013	-
0-1	PCB summa	5	4	4	0,66	0,14	N/A
1-2	Zink	16	16	16	7 500	2200	3 100
1-2	Kvicksilver	15	11	11	5,8	1,4	2,1
1-2	Bly	16	16	16	8 100	1 900	3 800
1-2	PAH-M	11	7	7	490	46	500
1-2	Alifater >C10-C12	12	1	1	2 900	250	-
1-2	Triklloreten	5	3	3	250	50	170
1-2	PCB summa	6	3	3	56	13	34
>2	Zink	38	38	38	6 400	2 900	3 400
>2	Kvicksilver	37	27	27	10	2,3	3,5
>2	Bly	38	38	38	19 000	3 000	4 100

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
>2	PAH-M	32	28	28	350	61	100
>2	Alifater >C10-C12	33	19	19	1 200	240	380
>2	Trikloreteten	10	5	5	5,3	0,57	48
>2	PCB summa	28	21	21	77	18	30

### 5.3.3 Egenskapsområde C

Egenskapsområde innefattar bostadshus och trädgård, en del av den gamla avfallsförbränningsanläggningen och en del av den nuvarande återvinningscentralen.

Borringar har visat att jorden i trädgården består av matjord och naturlig lera till 2,7 m under markytan. Jorden under asfalt inom nuvarande återvinningscentral består av fyllnadsmaterial och avfall, naturlig lera, silt och siltig sand återfinns under fyllningen.

Föroreningshalterna i trädgården vid bostadshuset är lägre än de platsspecifika riktvärdena för planerade markanvändning.

Provpunkt 18S905 och provpunkt 13-30 (Geosigma, 2014), nära sydgränsen för trädgården, har högre halter av bly, koppar, kvicksilver, kadmium och zink jämfört med den norra delen av bostaden och trädgården. Dessa två provpunkter ligger nära det tidigare avfallhanteringsområdet (Figur 2-1 i bilaga 1).

I Tabell 5-5 redovisas statistik avseende föroreningskoncentrationer som påträffats i tidigare och föreliggande undersökning för jordprover på olika djup. Tabellen redovisar halter som är över platsspecifika riktvärden i minst ett prov på detta djup. Resultaten påvisar att bly och zink utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde C.

*Tabell 5-5: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde C. Djup avser meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.*

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Bly	5	5	100	1000	310	1100
0-1	Zink	5	5	140	1300	500	950
1-2	Bly	4	4	14	120	54	110
1-2	Zink	4	4	52	210	100	190
>2	Bly	5	5	5,4	73	28	53
>2	Zink	5	5	27	270	110	200

### 5.3.4 Egenskapsområde D

Egenskapsområde D består av den tidigare kemtvätten, en del av infarten till den tidigare avfallsförbränningsanläggningen och en del av bostadsområdet.

Borringar i området visar att jorden i det tidigare kemtvättområdet och infarten består av fyllning och naturlig lera, samt att jorden i trädgården består av naturlig varvig lera.

Marksanering vid Lövstatvätten, den tidigare kemtvätten, genomfördes i samband med byggnaden revs år 2011 (Geosigma, 2014). I refererad rapport redovisas analysresultaten för jord- och grundvattenprover som har tagits i kemtvättområdet och en riskbedömning för området efter utförd sanering. Geosigma skriver att inga halter av föroreningar över riktvärdena för MKM påträffades i de jordprover som analyserades.

I undersökningsrapporten redovisas analysresultat för tre prover som togs vid infarten till den tidigare avfallsförbränningsanläggningen. Inga halter av föroreningar över riktvärdena för MKM påträffades (Geosigma, 2014).

Tabell 5-6 redovisar statistik avseende föroreningskoncentrationer som påträffats i tidigare och föreliggande undersökning för jordprover på olika djup. Tabellen redovisar halter för parametrar som påvisats i halt över platsspecifika riktvärden i minst ett prov för aktuellt djup. Resultatet visar att kvicksilver är den enda föroreningen som påvisats i halter över platsspecifika riktvärden i egenskapsområde D.

*Tabell 5-6: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde D. Djup avser meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.*

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Kvicksilver	6	4	<0,2	0,76	0,24	0,52
1-2	Kvicksilver	3	2	<0,05	0,35	0,13	N/A
>2	Kvicksilver	1	0	<0,2	0,1	0,1	-

### 5.3.5 Egenskapsområde E

Egenskapsområde E utgörs av den nuvarande småbåtshamnen. Jorden består här av fyllning och lera. Enligt undersökningarna varierar fyllningens mäktighet mellan cirka 0,75-6,5 m, men främst är den omkring 3-5 m. Fyllningen utgörs huvudsakligen av grusig sand med inslag av avfall i form av t.ex. tegel, asfalt och plast. Tidigt borrhstop under den miljötekniska undersökningen indikerar att det sannolikt finns stora stenblock i fyllningen. Vid undersökningarna noterades också kolrester, tegel och gips i några punkter. Fyllningen under lagras av siltig eller sandig morän, alternativt ligger direkt på berget.

Data från analyser av jord-, grundvatten- och porgasprover var tillgängliga i Sweco-arkivet från en undersökning som utfördes år 2002 (Sweco Viak, 2002) i Småbåtshamnen. Denna data lades in i databasen till den befintliga undersökningen.

I rapporten från 2002 beskrivs att trots tidigare saneringsåtgärder i form av urgrävningar visar stora delar av det tidigare SAKAB-området på höga halter av flyktiga ämnen, aromatiska och delvis klorerade kolväten, både i mark och grundvatten. Detta bedömdes kunna tyda på fri fas i marken. Halter över Naturvårdsverkets riktvärden för MKM avseende PCB har också påträffats i jord.

Sammantaget visar undersökningarna på förekomst av både oljekolväten och tungmetaller inom småbåtshamnen. Resultaten visar på heterogena förhållanden inom området. Inga tydliga tendenser med högre halter inom någon särskild del av området finns. Det finns heller inga tydliga tendenser avseende halter på olika djup. Antalet analyser inom området är dock begränsat.

Information från en tidigare anställd på AB Industridestillation som var placerad inom nuvarande småbåtshamn visar på hantering och utsläpp av cyanid.

Tabell 5-7 redovisar statistik avseende föroreningskoncentrationer som påträffats i föreliggande undersökning för jordprover på olika djup. Tabellen redovisar halter som är över plats specifika riktvärden i minst ett prov på detta djup. Resultaten påvisar att bly, kvicksilver, alifater >C8-C10, toluen, xylen och summa PCB utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde E.

*Tabell 5-7: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde E. Djup avser meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.*

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Bly	49	49	5,3	1100	120	170
0-1	Kvicksilver	49	14	<0,2	15	0,6	2
0-1	Alifater >C8-C10	58	8	<4	300	14	71
0-1	Summa PAH-M	29	20	<0,25	110	6,7	27
0-1	Xylener	39	16	<0,14	1800	67	300
0-1	PCB summa	52	40	<0,007	3,3	0,35	1,5
1-2	Bly	18	18	3,8	360	69	170
1-2	Kvicksilver	18	4	<0,2	7,5	0,65	2
1-2	Alifater >C8-C10	28	10	<20	450	43	71
1-2	Summa PAH-M	14	9	<0,25	33	4,3	27
1-2	Xylener	26	14	<0,1	230	20	300

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
1-2	PCB summa	17	10	<0,007	3,3	0,7	1,5
>2	Bly	18	18	3,1	230	32	170
>2	Kvicksilver	18	5	<0,2	1,9	0,27	2
>2	Alifater >C8-C10	28	8	<4	660	63	71
>2	Summa PAH-M	14	5	<0,25	7,9	1,1	27
>2	Xylener	19	11	<0,05	210	18	300
>2	PCB summa	13	9	<0,023	1,4	0,35	1,5

### 5.3.6 Egenskapsområde F

Egenskapsområde F täcker delvis den sydöstra delen av kommunens återvinningscentral. Området är asfalterat.

I hela området påträffades fyllningsmaterial 1-7 m under markytan. Fyllningen består av grusig sand och har inslag av glas, järnskrot, tegel, porslin, sten, papper och aska. Under fyllningen återfinns lera, siltig lera till mellan 7-10,5 m och under lernan finns berg. Området gränsar till Östra deponiområdet.

I en tidigare rapport (Geosigma, 2014) redovisas höga tungmetallhalter från detta område. Inga klorerade alifater detekterades. Övriga kolväten har påträffats på olika platser men inte i halter över Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM eller KM.

Tabell 5-8 redovisar statistik avseende föroreningskoncentrationer från tidigare och föreliggande undersökning av jordprover på olika djup. Tabellen redovisar ämnen med halter över platsspecifika riktvärden i minst ett prov från detta djup. Resultaten visar att det är tungmetaller som barium, bly, koppar, kvicksilver och zink, samt alifater >C16-C35, PCB och PAH-H som utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde F.

Tabell 5-8: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde F. Djup avser meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.

Djup	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCL M95
0-1	Barium	4	4	23	130	60	120
0-1	Bly	5	5	7,6	270	66	290
0-1	Koppar	5	5	12	280	75	910
0-1	Kvicksilver	4	1	<0,2	0,1	0,078	-
0-1	Zink	5	5	57	320	120	490
0-1	Alifater >C16-C35	3	1	<20	16	10	-
0-1	Summa PAH-H	2	0	<0,32	0,16	0,16	-
0-1	PCB summa	4	2	<0,011	0,012	0,0076	N/A
1-2	Kvicksilver	4	2	<0,2	29	11	31
1-2	Barium	4	4	130	1000	550	1000
1-2	Koppar	4	4	220	2000	1000	1900
1-2	Zink	4	4	270	1900	1300	2200
1-2	Bly	4	4	130	1700	1000	1800
1-2	Alifater >C16-C35	4	4	20	77	39	70
1-2	Summa PAH-H	4	3	<0,32	7,1	3,2	6,8
1-2	PCB summa	1	0	<0,011	0,0055	0,0055	-
>2	Kvicksilver	12	9	<0,2	62	8,7	42
>2	Koppar	12	12	56	14000	2200	6000
>2	Bly	12	12	38	2600	840	1200
>2	Barium	12	12	86	1000	450	610
>2	Zink	12	12	97	6200	1800	2700
>2	Alifater >C16-C35	10	9	<20	1600	420	1100
>2	Summa PAH-H	10	9	<0,32	18	8	12
>2	PCB summa	6	4	<0,011	2	0,34	N/A

### 5.3.7 Egenskapsområde G

Egenskapsområde G kommer att användas till tillfartsväg, ridstig eller gångväg som är tillgängliga för allmänheten.

Borrundersökningar och historisk information visar att jorden i området består av fyllning och sprängsten. Fyllningen består av stenig grusig sand som innehåller tegelbitar, glas, metall, asfaltbitar.

I Tabell 5-9 redovisas statistik avseende föroreningskoncentrationer från tidigare och föreliggande undersökning av jordprover på olika djup. Tabellen redovisar ämnen med halter över platsspecifika riktvärden i minst ett prov från detta djup. Resultaten visar att det är tungmetaller som arsenik, bly, kadmium, koppar och zink, samt aromater >C16-C35 och PAH-H som utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde G.

*Tabell 5-9: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde G. Djup avser meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.*

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Arsenik	13	10	<0,5	38	6,3	20
0-1	Bly	13	13	7,1	1 700	240	1 500
0-1	Kadmium	13	11	<0,1	21	2,3	17
0-1	Koppar	13	13	14	1 200	190	420
0-1	Zink	13	13	48	2 300	320	1 100
0-1	Aromater > C16-C35	12	0	<1	-	-	-
0-1	PAH-H	12	4	<0,32	1,5	0,43	0,69
1-2	Arsenik	1	1	2,5	2,5	-	-
1-2	Bly	1	1	15	15	-	-
1-2	Kadmium	1	1	0,11	0,11	-	-
1-2	Koppar	1	1	34	34	-	-
1-2	Zink	1	1	61	61	-	-
1-2	Aromater > C16-C35	1	0	<1	-	-	-
1-2	PAH-H	1	0	<0,32	-	-	-



Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
>2	Arsenik	5	4	<0,5	2,2	1,1	1,9
>2	Bly	5	5	4,3	120	32	380
>2	Kadmium	5	2	<0,1	1,5	0,37	1,9
>2	Koppar	5	5	7,4	93	32	66
>2	Zink	5	5	18	1 700	380	8 300
>2	Aromater> C16-C35	5	1	<1	44	9,2	-
>2	PAH-H	5	1	<0,32	170	34	-

### 5.3.8 Egenskapsområde H

Egenskapsområde H består av det tidigare järnvägsområdet, ett delområde som är täckt med träd och buskar, en infart till tidigare avfallsförbränningsanläggning som nu används som ett upplagsområde och en tidigare gräsyta som idag används av Västerorts RC sportklubb.

Borringar i området visar att jorden består av fyllning av olika mäktighet som varierar mellan cirka 0,75 till 2,75 m och som bland annat innehåller tegelbitar, glas och växtdeklar. Lerig torv, lera och lerig sand finns under fyllningen till en djup av mellan 5 till 8 m under markytan. Under sanden finns berg.

I en tidigare undersökning (Geosigma, 2014) analyserades sex jordprover från detta egenskapsområde. Vissa metaller påträffades i halter över riktvärdena för MKM i ett borrhål. Inga halter av andra parametrar över riktvärdena för MKM påträffades.

I Tabell 5-10 redovisas statistik på analysresultat från jordprover på olika djup. Tabellen innehåller ämnen vars halter överskrider platsspecifika riktvärden i minst ett prov på redovisat djup. Resultaten visar att det är tungmetaller som arsenik, barium, bly, kadmium, koppar och zink som utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde I.

*Tabell 5-10: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde H. Djup avser meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.*

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medel-värde	UCLM95
0-1	Arsenik	9	8	<1,9	61	14,0	26
0-1	Barium	9	9	70	1 300	560	860
0-1	Bly	9	9	22	1 700	600	1 000
0-1	Kadmium	9	6	<0,2	3,6	1	2,2
0-1	Koppar	9	9	19	950	340	550
0-1	Zink	9	9	73	2 100	840	1300

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
1-2	Arsenik	2	2	2,9	73	-	-
1-2	Barium	2	2	69	2 600	-	-
1-2	Bly	2	2	23	9 000	-	-
1-2	Kadmium	2	2	0,15	47	-	-
1-2	Koppar	2	2	29	510	-	-
1-2	Zink	2	2	93	13 000	-	-
>2	Arsenik	6	6	1,5	6,7	3,9	5,6
>2	Barium	6	6	14	220	120	190
>2	Bly	6	6	5,3	180	82,0	150
>2	Kadmium	6	4	<0,1	0,47	0	0,4
>2	Koppar	6	6	8,5	140	65,00	110
>2	Zink	6	6	21	330	160	270

### 5.3.9 Egenskapsområde I

Egenskapsområde I består av ett område som nu används som hästpaddock samt av träd och skog. Borrningar i området visar att jorden består av fyllning som varierar mellan cirka 1 till 1,5 m under markytan. Varvig lera finns under fyllningen och därunder berg.

I Tabell 5-11 redovisas statistik på analysresultat från jordprover på olika djup. Tabellen innehåller ämnen vars halter överskrider platsspecifika riktvärden i minst ett prov på redovisat djup. Resultaten visar att det är tungmetaller som barium, bly, koppar, kvicksilver och zink som utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde I.

*Tabell 5-11: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde I. Djup avser meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS.*

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Barium	3	3	120	670	400	860
0-1	Bly	3	3	120	2900	1500	3900
0-1	Koppar	3	3	92	1600	870	2100
0-1	Kvicksilver	3	3	0,57	9,5	3,7	12
0-1	Zink	3	3	260	1600	900	2000
1-2	Barium	4	4	78	1100	440	1000
1-2	Bly	4	4	25	1300	500	1200
1-2	Koppar	4	4	32	940	400	920

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
1-2	Kvicksilver	4	2	<0,2	17	5,8	27
1-2	Zink	4	4	98	1600	750	1700
>2	Barium	1	1	29	29	-	-
>2	Bly	1	1	10	10	-	-
>2	Koppar	1	1	14	14	-	-
>2	Kvicksilver	1	1	0,058	0,058	-	-
>2	Zink	1	1	38	38	-	-

### 5.3.10 Egenskapsområde J

Egenskapsområde J är ett strand- och naturområde som består av sandigt och stenigt material. Vid badplatsen utgörs de ytliga jordlagren enligt SGU:s jordartskarta av postglacial sand. Möjligen har även här tillförts sandmaterial.

Inga tidigare provresultat i strand- och naturområde är tillgängliga. I nu utförda undersökningar har jordprovtagning utförts i tre punkter. Inga parametrar har påvisats i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena för aktuell nivå.

I Tabell 5-11 Tabell 5-13 redovisas statistik på analysresultat från jordprover på olika djup. Tabellen innehåller ämnen vars halter överskrider platsspecifika riktvärden i minst ett prov på redovisat djup. Resultaten visar att det är arsenik som utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde I.

*Tabell 5-12: Halter av identifierade viktigaste riskparametrar i egenskapsområde I. Djup avser meter under befintlig markyta. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum, medelvärde och UCLM95 anges i mg/kg TS*

Djup (m u my)	Parameter	Antal prov	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Arsenik	3	3	1,8	10	5,4	N/A
1-2	Arsenik	1	1	1,2	1,2	1,2	N/A
>2	Arsenik	1	1	2,7	2,7	2,7	N/A

### 5.4 Föroreningsituation i grundvatten

Grundvattennivåerna inom Anläggningsområdet styrs framförallt av markytans topografi, grundvattenbildningen och jordlagrens genomsläpplighet (se avsnitt 4.4.3). Grundvattenflödet är riktat från landområdena mot Mälaren. Grundvatten inom Anläggningsområdet är uppdelat i två delar med en gräns mellan delområden öster om Energihamnen (Figur 5-1). De två delarna utgörs av:

- Del 1: Energihamnen som består av egenskapsområdena E, J och en del av G.

- Del 2: Det huvudsakliga Anläggningsområdet, som består av egenskapsområde A, B, C, D, F, H, I och en del av G.

Beskrivningen av föroreningar i grundvatten är baserad på nu utförda undersökningar.



Figur 5-37: Grundvattendelar i Anläggningsområdet och provpunkter där grundvattenprover har tagits ut

#### 5.4.1 Föroreningar i grundvatten i Energihamnen

Grundvattendelområde Energihamnen består av egenskapsområde E och J och en del av egenskapsområde G (Figur 5-37). Data från tidigare grundvattenanalyser var tillgängliga i Sweco-arkivet från en undersökning som är gjord 2002 (Sweco Viak, 2002) i Småbåtshamnen. Data härifrån lades in i databasen till den befintliga undersökningen. Resultaten visar på halter av flyktiga klorerade kolväten i grundvattnet inom Småbåtshamnen som är så höga att det inte bedöms vara möjligt, varvid ett enhetsfel misstänks. Dessa resultat används därvid inte i den befintliga undersökningen.

I rapporten från 2002 beskrivs att trots tidigare saneringsåtgärder i form av urgrävningar visar stora delar av det tidigare SAKAB-området på höga halter av flyktiga ämnen, aromatiska och delvis klorerade kolväten, både i mark och grundvatten.

Grundvattenprovtagning i Energihamnområdet för befintlig undersökning har utförts i januari-februari 2019. Sju prover togs från åtta grundvattenrör, rör 18S408 var torrt.

Tabell 5-13 redovisar statistik avseende föroreningskoncentrationer i grundvatten som påträffats i föreliggande undersökning. Tabellen redovisar halter som är över riktvärden i minst ett prov i hela Anläggningsområdet. De som är över riktvärdena i minst ett prov i Energihamnen är markerad med fetstil. Resultatet visar att tungmetaller, dioxiner och oljekolväten som alifater, aromater, PCB och PAH samt klorerade kolväten utgör föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten i området.

Sammantaget visar undersökningarna på förekomst av både oljekolväten och tungmetaller inom Energihamnen. Resultaten visar på heterogena förhållanden inom området. Inga tydliga tendenser med högre halter inom någon särskild del av området finns. Antalet analyser inom området är dock begränsat.

*Tabell 5-13: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten i energihamnområden. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum och medelvärde anges i µg/l.*

Parameter	Antal prover	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde
Antimon	5	3	<1	2,4	1,2
Arsenik	7	5	<1	16	4,3
Barium	7	7	1,7	140	35
Bly	7	2	<1	29	4,6
Kadmium	7	3	<0,5	0,51	0,24
Kobolt	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0,28</b>	<b>40</b>	<b>7,4</b>
Koppar	7	6	<1	22	9,7
Krom	7	1	<5	12	3,2
Kvicksilver	7	1	<0,02	0,12	0,022
Molybden	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>&lt;1</b>	<b>59</b>	<b>24</b>
Nickel	7	7	1,9	64	18
Vanadin	7	3	<5	16	4,3
Zink	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>&lt;2</b>	<b>6100</b>	<b>900</b>
Alifater >C12-C16	7	1	<10	16	6,6
Alifater >C5-C16	7	1	<20	16	11
Alifater >C16-C35	7	3	<10	48	14
Aromater >C8-C10	7	3	<0,3	1,4	0,31
Summa PAH-L	7	4	<0,015	0,13	0,03
Summa PAH-M	7	2	<0,025	1,5	0,23

Parameter	Antal prover	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde
Summa PAH-H	7	1	<0,04	1,6	0,25
PCB summa	6	2	<0,0073	0,011	0,0041
Dioxiner WHO-TEQ upperbound	4	4	0,0045	0,007	0,0052
PFOS	4	1	<0,01	0,052	0,017

#### 5.4.2 Föroreningar i grundvatten i det huvudsakliga anläggningsområdet

I 15 grundvattenrör uttogs 95 grundvattenprov mellan åren 2014 och 2019 i det huvudsakliga anläggningsområdet, som består av egenskapsområde A, B, C, D, F, H och I samt en del av egenskapsområde G.

Data från analys av jord-, grundvatten- och porgasprover var tillgängliga i Sweco-arkivet från en undersökning som är gjord 2002 (Sweco Viak, 2002). Dessa resultat används inte i den befintliga undersökningen, enligt vad som anges i avsnitt 5.4.1 ovan. Prover som togs av Geosigma (2014) lades däremot in i databasen och används i den befintliga undersökningen.

Resultat av föroreningshalter i jord och grundvatten presenteras i Figur 5-19 till 5-36 (Bilaga 1). Tabell 5-14 redovisar statistik avseende föroreningskoncentrationer som påträffats i föreliggande undersökning för grundvattenprover. Tabellen redovisar halter som är över riktvärden (avsnitt 5.2) i minst ett prov.

Resultaten visar att alifater, aromater, tungmetaller, dioxiner, PAH, PCB och klorerade kolväten utgör föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten i området.

SGU (2013b) anger i en tidigare rapport att metallhalterna är högre än bedömningsklass 2 inom den större delen av området. Figur 5-29 till 5-33 visar att metallhalter är högre i centrala delen av det huvudsakliga anläggningsområdet än i de norra och östra delarna. Det förklaras av att mindre avfall eller fyllningsmaterial finns i norra och östra delarna samt att grundvattenströmningen är från norr och öst mot centrum av Anläggningsområdet och föroreningshalterna ökar i strömningsriktningen.

En del av proverna som togs söder om Norra deponin uppvisar halter av tungmetaller som är lägre jämfört med halter inom resterande delar av det huvudsakliga anläggningsområdet. Det är möjligt att detta är en effekt av den schaktsanering som beskrivs i avsnitt 5.3.1.

Höga halter av oljekolvatten påvisas i ett område norr om Västra deponin, i samma område som fri fas av olja påträffas (avsnitt 5.5). Detta område användes tidigare för deponering av spilloljor (avsnitt 3.3).

Tabell 5-14: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten i huvudsakliga anläggningsområde. Vid beräkning av medelvärde har halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen. Minimum, maximum och medelvärde anges i µg/l.

Parameter	Antal prover	Antal påvisade över rapporteringsgräns	Minimum	Maximum	Medelvärde
Antimon	20	17	<5	28	6,6
Arsenik	95	88	<3	120	9,5
Barium	92	92	21	5 200	340
Bly	95	52	<3	5 800	110
Kadmium	95	28	<0,5	34	0,63
Kobolt	95	72	<2	110	3,9
Koppar	95	72	<3	3 400	83
Krom	95	43	<5	480	11
Kvicksilver	95	12	<0,1	15	0,28
Molybden	39	39	2,1	550	32
Nickel	95	89	<3	990	47
Vanadin	95	60	<5	440	8,8
Zink	95	77	<10	16 000	340
Alifater >C8-C10	49	4	<20	160	11
Alifater >C10-C12	50	14	<20	4 500	180
Alifater >C12-C16	50	18	<20	6 300	280
Alifater >C5-C16	30	14	<20	11 000	470
Alifater >C16-C35	50	28	<50	29 000	1400
Aromater >C8-C10	50	17	<70	3 300	110
Aromater >C10-C16	50	21	<10	2 300	95
Aromater >C16-C35	50	14	<5	360	14
Bensen	54	19	<100	800	35
Toluen	54	11	<100	750	36
Summa PAH-L	50	33	<0,2	3 300	97
Summa PAH-M	50	32	<0,3	2 100	58
Summa PAH-H	50	28	<0,3	420	16
PCB summa	45	20	<0,22	77	4,3
Dioxiner WHO-TEQ upperbound	5	5	0,0065	0,4	0,093
PFOS	11	4	<0,01	0,1	0,017

## 5.5 Fri Fas

Särskilda mätningar avseende fri fas av olja utfördes inom före detta oljedeponin som ligger under och kring nuvarande Freonåtervinnings område. Dessa mätningar utfördes efter att fri fas av olja påträffades nära Freon-byggnaden i ett grundvattenrör, d v s en oljefas flyter ovanpå vattnet. I två jordprover i samma område var halterna av alifater och aromater så höga att det förväntades att en fri fas föreligger. Målet med undersökning var att avgränsa den fria fasen.

Resultat av undersökningen beskrivs i detalj i bilaga 2G. I 10 av de totalt 19 installerade grundvattenrören i området har olja i fri fas uppmätts och i 5 av dem har den maximala mäktigheten av olja i fri fas uppmätts till mer än 0,1 m. Resultat från mätningen presenteras i Tabell 5-15 och illustreras Figur 5.38 och 5.39 nedan.

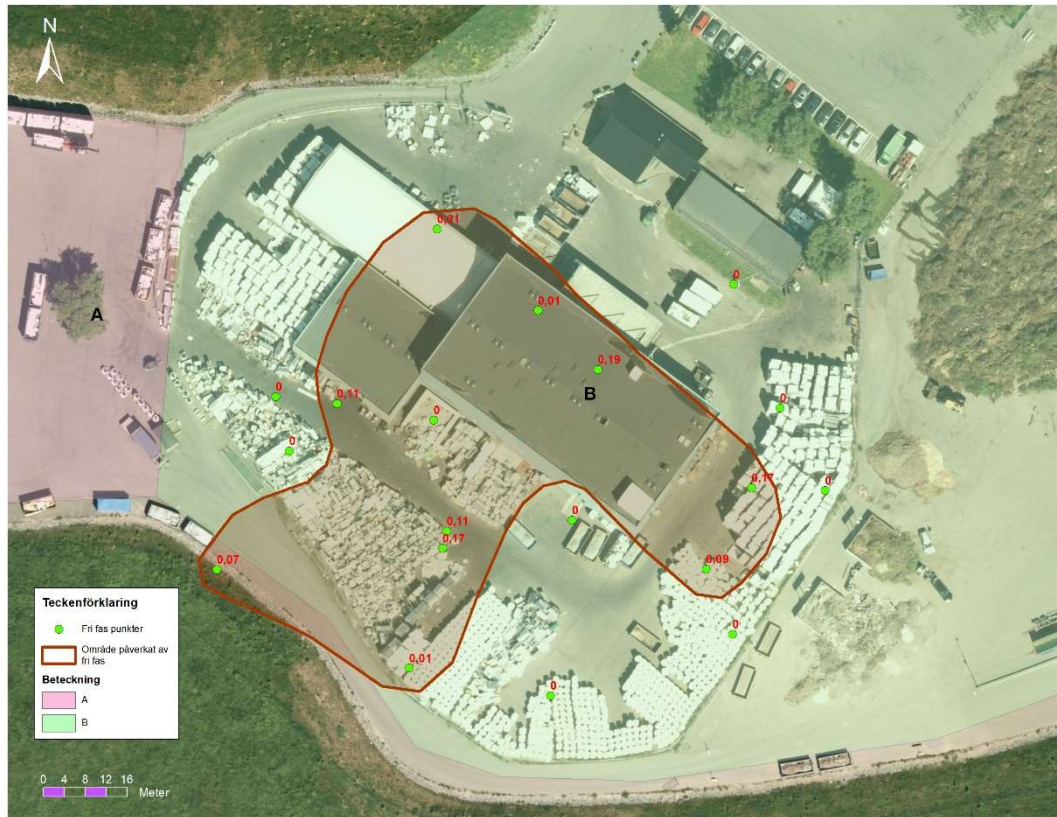
*Tabell 5-15: Resultat från mätning av mäktigheten av olja i fri fas i meter. Provpunkter där olja i fri fas påträffats har fetmarkerats.*

Etapp 1	Antal mätilfällen	Min (m)	Max (m)	Senaste (m)
<b>19SF15</b>	1	0,09	0,09	0,09
19SF05	3	0	0	0
19SF08	2	0	0	0
<b>19SF06</b>	3	0,12	0,19	0,15
<b>19SF12</b>	3	0,01	0,01	0,01
<b>19SF07</b>	3	0,09	0,17	0,12
19SF11	3	0	0	0
<b>19SF04</b>	1	0,11	0,11	0,11
<b>18S007</b>	1	0,17	0,17	0,17
<b>18S009</b>	1	0,11	0,11	0,11
18S010	1	0	0	0
18S054	1	0	0	0
<b>Etapp 2</b>				
19SF20	2	0	0	0
19SF18	1	0	0	0
19SF17	3	0	0	0
<b>19SF13</b>	1	0,07	0,07	0,07
19SF19	1	0	0	0
<b>19SF02</b>	1	0,01	0,01	0,01
<b>19SF01</b>	1	0,01	0,01	0,01





Figur 5-38: Foto från tvåfaslodning där förekomst av olja tydligt observerades på måttbandet



Figur 5-39: Område var fri fas av olja har påträffats

## 5.6 Deponigas

Deponigasmätningar inom och i anslutning till Anläggningsområdet har genomförts vid totalt 12 tillfällen under perioden från den 13 december 2018 till den 5 april 2019. I bilaga 2C redovisas mätningarna. Totalt har 21 mätpunkter ingått i undersökningen, men mätning har inte utförts i alla punkter vid alla mätilfällen.

Deponigas bildas när avfall och organiskt material bryts ned i en deponi. Gasen består i huvudsak av metan och koldioxid. Metan är en explosiv gas om den är blandad med luft och metanhalten i blandningen är mellan 5 volym-% (Lower Flammable Limit, LFL) och 15 volym-% (Upper Flammable Limit, UFL). Explosion kan endast ske om gasen är i ett slutet utrymme, men brand kan uppstå i öppna utrymmen om gasen antänds. Koldioxid är giftigt i relativt låga koncentrationer och kan också orsaka kvävning.

Mätningarna visar att deponigas förekommer i hela det undersökta området; både i deponikropparna och området däremellan där byggnader planeras uppföras. Metan- och koldioxidhalterna som har uppmätts inom undersökningsområdet indikerar att gasavgången i området är avklingande. Halterna överstiger 1 vol-% (20 % av LEL/LFL) (Lower Explosion Limit/Lower Flammable Limit) i det område som avses bebyggas.

I småbåtshamnen har en porgasundersökning genomförts (Paragraf 5.7). Vid porgasundersökningen i småbåtshamnen konstaterades 4 % metan i en punkt (18S407), vilket är i närheten av det intervall som kan utgöra en explosiv blandning (5-15 %). Resultat från porgasundersökningen redovisas i separat dokument (Bilaga 2C).

Betydande halter av metan (ca 4 %) uppmättes vid porgasmätningar i en provpunkt i centrala delen av småbåtshamnen, se vidare avsnitt 5.7 nedan.

## 5.7 Porgas

Porgasundersökning har utförts tidigare inom den östra delen av egenskapsområde E (det område som tidigare nyttjades av SAKAB, nuvarande småbåtshamnen). Undersökningen utfördes troligen av Tyréns 1994, men Sweco har idag endast tillgång till en sammanfattande information. Detta beskrivs kortfattat i undersökningsrapporten i Bilaga 2d. Tidigare utförd porgasundersökning har visat på höga halter av bl.a. flyktiga klorerade kolväten.

Porgasmätningar inom föreliggande undersökningar har genomförts i området för den planerade Energihamnen (Egenskapsområde E och J), vid två tillfällen. Den första provtagningen genomfördes den 17:e och 18:e januari 2019 och den andra delen den 6 mars 2019. Sammanlagt togs prov i 22 punkter, undersökningsrapporten återfinns som Bilaga 2d.

Porgasmätning i ytliga jordlager (<1 m) inom nuvarande område för Småbåtshamnen visar att här förekommer höga halter av flyktiga föroreningar. Mest påtagligt är de höga halterna av BTEX men även klorerade lösningsmedel förekommer.

Dessa flyktiga föroreningar uppvisar stor heterogenitet i förekomst. Halter i närliggande punkter (20 m) kan variera med >1 000 ggr. Heterogenitet i uppmätta halter i porgas är förväntat som ett resultat av omblandade fyllningslager med lång föroreningshistorik samt skiftande porositet.

BTEX och klorerade lösningsmedel förekommer även utanför (norr om) egenskapsområde E men i betydligt lägre halter. Inom egenskapsområde E har även betydande halter av metan (ca 4%) konstaterats i ytligt jordlager.

Området är att betrakta som väl undersökt med avseende på flyktiga kolväten och de många (14st) ackrediterade screeninganalyserna innebär att sannolikheten är låg att potentiella riskämnen av relevans, utöver de som har diskuterats här, har förbisetts.

## 5.8 Sediment

Sedimenten inom och i närheten av den planerade Energihamnen är förorenade. Undersökning och riskbedömning av föroreningar i sedimenten redovisas i en separat rapport. Sedimentutredningen är en bilaga till MKB:n.



## 6 Riskförutsättningar

### 6.1 Markanvändning och övergripande åtgärds mål

De övergripande åtgärds målen beskriver vad som vill uppnås med en efterbehandlings-åtgärd. De visar i första hand vilken användning eller funktion ett område planeras ha efter en genomförd åtgärd, samt vilken påverkan och vilka störningar som kan accepteras inom området eller i omgivningen. De övergripande åtgärds målen ska ligga till grund för det fortsatta arbetet med att bedöma risker och eventuellt behov av åtgärder för att reducera risker.

Åtgärds målen ska baseras på ett långtidsperspektiv och ska helst styra mot en permanent acceptabel miljösituation. Vid målformuleringen bör utgångspunkten också vara:

- Allmänna ställda miljömål
- Naturvårdsverkets utgångspunkter för efterbehandling
- Olika intressenters och aktörers ståndpunkter
- Planerad markanvändning
- Förekomst av skyddad natur och kulturminnen
- Närhet till vattentäkter och tekniska förutsättningar
- Ekonomiska förutsättningar
- Klimatförutsättningar

Vid målformuleringen beaktas även de ekonomiska förutsättningarna för att undvika att orealistiska mål sätts. Målen bör främja val av långsiktigt hållbara åtgärder där också social och ekologisk hållbarhet vägs in för att undvika oacceptabla effekter i samhället och uppmuntra till lösningar som snarare har positiva effekter. Vidare bör målen uppmuntra till hushållning med material genom återanvändning och återvinning.

Den övergripande målsättningen för en eventuell efterbehandling är att föroreningar<sup>1</sup> i området inte ska innebära oacceptabla risker<sup>2</sup> för människa eller miljö nu eller i framtiden.

Med utgångspunkt från den planerade markanvändningen för kraftvärmeverket och att Mälaren används som dricksvattenresurs för Stockholm, kan de övergripande åtgärds målen mer i detalj formuleras som:

- Föroreningar inom Anläggningsområdet ska inte innebära oacceptabla risker för människors hälsa vid den planerade markanvändningen. Eventuella risker för de som bor, arbetar eller vistas på och i närheten av området ska vara på lågrisknivå.

<sup>1</sup> Föroreningar i mark och grundvatten orsakade av de tidigare aktiviteterna i Lövsta deponiområde.

<sup>2</sup> Risk definieras som att tillämpliga toxikologiska referensvärden inte överskrids.

- Uppförande och drift av kraftvärmeverket ska inte medföra att mängden föroreningar som läcker från Anläggningsområdet till Mälaren ökar.
- Mängden föroreningar som läcker till Mälaren ska på lång sikt minska.
- Markmiljön i området ska vara av sådan kvalitet att den stödjer nödvändiga markfunktioner i den omfattning som behövs för den planerade markanvändningen.
- Vid efterbehandlingsåtgärder inom Anläggningsområdet ska ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbara lösningar eftersträvas.

Ett av de övergripande åtgärds målen rör föroreningens påverkan på markecosystemen. Målet innebär att viss påverkan på marklevande arter kan accepteras i linje med den utgångspunkt som ligger till grund för Naturvårdsverkets riskbedömningsverktyg (Naturvårdsverket, 2016). Här accepteras en påverkan till en nivå där viktiga ekologiska processer i marken inte bedöms begränsas.

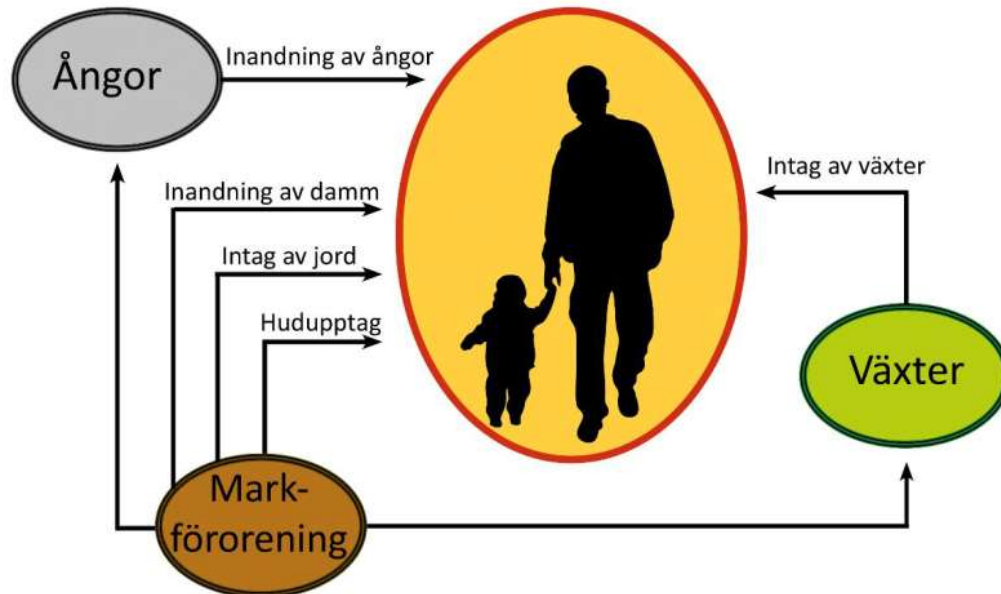
## 6.2 Planerad anläggning

Marken där det planerade värmeverket ska anläggas är mycket kuperad. Det innebär att den befintliga markytan kommer att höjas inom vissa områden samt sänkas i andra områden. Den största höjningen av befintlig markyta kommer att ske inom egenskapsområde B, C och F. Området kommer att höjas med ca 3 meter och fyllas ut med bergskross.

Området där den befintliga markytan planeras att sänkas ligger inom egenskapsområdena D och H. Här ligger berggrunden ytligt, vilket innebär att det kommer att sprängas i området för att jämna ut och förbereda för den planerade anläggningen.

## 6.3 Konceptuell modell

Den konceptuella modellen beskriver på ett översiktligt sätt vilka skyddsobjekt som har identifierats, hur dessa exponeras för förekommande föroreningar och vilka spridningsvägar som finns på området. Den konceptuella exponeringsmodellen redovisar mer i detalj hur människor kan exponeras för förekommande föroreningar. De konceptuella modellerna har stegvist arbetats fram i projektet baserat på en ökande kunskap om platsförhållandena. Den konceptuella exponeringsmodellen redovisas i Figur 6-1 nedan. De olika delarna av den konceptuella modellen beskrivs mer utförligt i de följande avsnitten.



Figur 6-1. Konceptuell exponeringsmodell som illustrerar hur föroreningsexponering för skyddsobjekten beaktas i riskbedömningen.

## 6.4 Föroreningskällor

Anläggningsområdet är beläget mellan deponier och utgörs delvis av utfyllt område. Fyllnadsmassorna innehåller även avfall inklusive aska vilket är en källa till föroreningar i området. I Anläggningsområdets östra del fanns tidigare bassänger och tankar för omhändertagande av slam från Åkeshovs reningsverk. Vidare har de historiska verksamheterna inom Anläggningsområdet medfört föroreningar. Bl.a. har SAKAB haft verksamhet inom det område där Energihamnen planeras. Verksamheten har gett upphov till förorening av bl.a. tungmetaller och BTEX. I anslutning till det område där Ballagret planeras uppföras har tidigare verksamheter inkluderat latrinstation, deponering av spillolja, billackering och asfaltverk. I området förekommer förorening av både metaller och oljor. Vid undersökningarna har olja i fri fas påträffats. Andra verksamheter som sannolikt utgjort källor till föroreningar i området är den tidigare avfallsförbränningen samt verksamheten vid småbåtshamnen.

## 6.5 Skyddsobjekt

Identifieringen av skyddsobjekt har utgått från planerad markanvändning samt de hydrogeologiska förutsättningarna i området. Följande skyddsobjekt har identifierats:

- Personal och besökande
- Markmiljön inom området
- Ytvatten, närmaste recipient är Mälaren
- Dricksvattentäkt
- Människor som nyttjar den planerade gång-, cykel- och ridvägen inom Anläggningsområdet

Skyddsobjekt är personal som arbetar inom området och tillfälliga besökare på Anläggningsområdet. Även människor som nyttjar den planerade gång-, cykel- och ridvägen genom området är skyddsobjekt.

Markmiljö avser markekosystemet inom det aktuella området. Skyddsnivån i marken bör motsvara en nivå där marken kan uppfylla de funktioner som förväntas vid den planerade markanvändningen (Naturvårdsverket, 2009a). Skyddet för markmiljö bygger på att det förorenade områdets funktioner ska kunna upprätthållas. Markmiljön är ett komplext system som påverkas av många faktorer. Tillgången på syre, vatten, kväve, kol samt jordens packningsgrad är exempel på parametrar som påverkar det markeologiska systemet. Generellt avtar den ekologiska aktiviteten med djupet.

För ytvattnet är skyddsobjektet det akvatiska ekosystemet med dess vattenlevande organismer, djur och växter.

Anläggningsområdet ligger inom ett vattenskyddsområde, Östra Mälaren. Inom vattenskyddsområdet finns fyra vattenverk med separata råvattenintag. De närmsta råvattenintagen finns i Görvälnfjärden, ca 4 km norr om Anläggningsområdet, och Mörbyfjärden, ca 7 km söder om Anläggningsområdet. De andra två råvattenintagen är belägna längre söderut.

I utkanten av områdets västra del finns det idag en kommunal badplats, Lövstabadet. I samband med att kraftvärmeverket byggs kommer badplatsen att tas bort eller flyttas. Normalt är riktvärden för skydd av det akvatiska ekosystemet låga, vilket innebär att de indirekt ger ett skydd också för människor som badar i området.

Grundvatten bedöms i denna riskbedömning inte vara ett skyddsobjekt eftersom det inte finns något skyddsvärt grundvatten inom eller nedströms det aktuella området.



## 6.6 Exponeringsanalys

Alla människor som vistas inom området exponeras på liknande sätt, men i olika omfattning för förekommande föroreningar. Följande exponeringsvägar har bedömts vara aktuella för människor:

- Intag av jord och damm
- Hudkontakt med jord och damm
- Inandning av damm
- Inandning av ånga från jorden
- Intag av växter från området

Exponering för jord och damm sker oavsiktligt i samband med vistelse inom undersökningsområdet genom att jord fastnar på till exempel händer och dessa stoppas i munnen eller nedsväljning av inandade jordpartiklar. Exponering via intag av jord och damm bedöms i huvudsakligen ske från ytlig jord. I samband med schaktarbeten med öppna gropar kan exponering ske även för djupare jord.

Exponering via hudkontakt med jord och damm sker oavsiktligt i samband med vistelse inom undersökningsområdet genom att jord fastnar på huden och föroreningar därefter tas upp genom huden. Hur mycket jord som fastnar på huden kan variera mycket beroende på hur människor betar sig, exempelvis ger aktiviteter med intensiv kontakt med jorden större exponering medan exponeringen minskas om huden tvättas efter utomhusvistelsen. Olika ämnen tas upp genom huden i olika omfattning, vilket också påverkar exponeringen. Exponeringen bedöms huvudsakligen ske från ytlig jord, precis som för intag av jord och damm.

Exponering via inandning av damm sker genom att jord som dammat upp genom till exempel vinderosion eller mekanisk påverkan (exempelvis bilkörning) följer med inandningsluften ner i lungorna där upptag sker. Olika typer av jord dammar i olika omfattning, finkorniga material och torra jordar dammar mer. Inom undersökningsområdet förekommer både finkornigt och mer grovkornigt material.

Vidare begränsas damningen om ytan är belagd med asfalt, bebyggd, täckt av växter eller täckt på annat sätt. Det planerade Anläggningsområdet kommer att till större delen vara hårdjord eller bebyggd vilket begränsar exponering via damning. Det är huvudsakligen ytlig jord som kan damma upp i luften, men i samband med grävarbeten kan även djupare jord damma.

Exponering via inandning av ånga sker genom att flyktiga föroreningar förångas från jord eller grundvatten och transporteras upp genom jordprofilen och in i byggnader. Exponering sker genom att ångor inandas tillsammans med inandningsluften. I princip kan exponering ske även utomhus, men utspädningen mellan uppsträngande markluft och utomhusluft är

vanligen mycket stor och inandningen av ångor är därmed sällan av betydelse utomhus. I vilken utsträckning förångning sker skiljer sig mellan olika föroreningar.

Exponering via inandning av ånga kan ske från föroreningar i yttlig och djupare jord. Ju större avstånd till föroreningskällan desto större blir utspädningen under transport genom jordlagren och desto mindre blir exponeringen. Det aktuella området ligger mellan tre deponier som idag är sluttäckta. Inom delar av det planerade Anläggningsområdet förekommer fyllnadsmassor inklusive avfall. Därför kan det förekomma deponigas i marken inom Anläggningsområdet.

Exponering via intag av växter avser intag av exempelvis bär och svamp som vuxit inom det aktuella området. Exponeringsvägen bedöms vara aktuell endast inom den del av Anläggningsområdet som kommer att vara tillgängligt för allmänheten. Större delen av Anläggningsområdet kommer vara inhägnat samt asfalterat. Detta kommer att innebära begränsade möjligheter för ätbara växter att etableras samt begränsade möjligheter att plocka de växter som eventuellt kan förekomma. Undantaget är området kring gång-, cykel- och ridvägen som går genom Anläggningsområdet (egenskapsområde G).

Intag av dricksvatten eller annan kontakt med grundvatten har inte bedömts vara aktuellt inom området.

Möjligheterna att människor exponeras för föroreningar i jordlagren bedöms avta med ökat djup. Detta beror framförallt på att möjligheten till direktkontakt med föroreningarna minskar avsevärt med djupet. Intag av och hudkontakt med jord samt inandning av damm från djupare jordlager kan endast ske när jorden är blottad t.ex. i samband med grävarbeten. Inom delar av Anläggningsområdet kommer den befintliga markytan att höjas, vilket ytterligare minskar åtkomsten till föroreningar.

Marklevande organismer exponeras för föroreningarna genom direkt kontakt med den förorenade jorden. Detta kan ske via direkt upptag eller intag. Vattenlevande organismer som fiskar och alger exponeras på samma sätt för föroreningar genom direkt exponering, men även genom att de äter andra fiskar eller alger som har tagit upp föroreningar. Generellt brukar det vara så att ju högre upp i näringskedjan ett djur förekommer desto större sannolikhet att det har ansamlat en hög koncentration föroreningar. Detta på grund av att de äter andra djur som har kommit i kontakt med föroreningar, d.v.s. föroreningarna bioackumuleras.

## 6.7 Spridningsförutsättningar

Föroreningar i jordlagren inom området kan komma att spridas till omgivande grundvatten och vidare till närliggande ytvattenrecipient. Denna spridning påverkas av såväl ämnesspecifika egenskaper, som exempelvis vattenlöslighet och hur hårt föroreningarna binds i jorden, som områdets hydrogeologi.

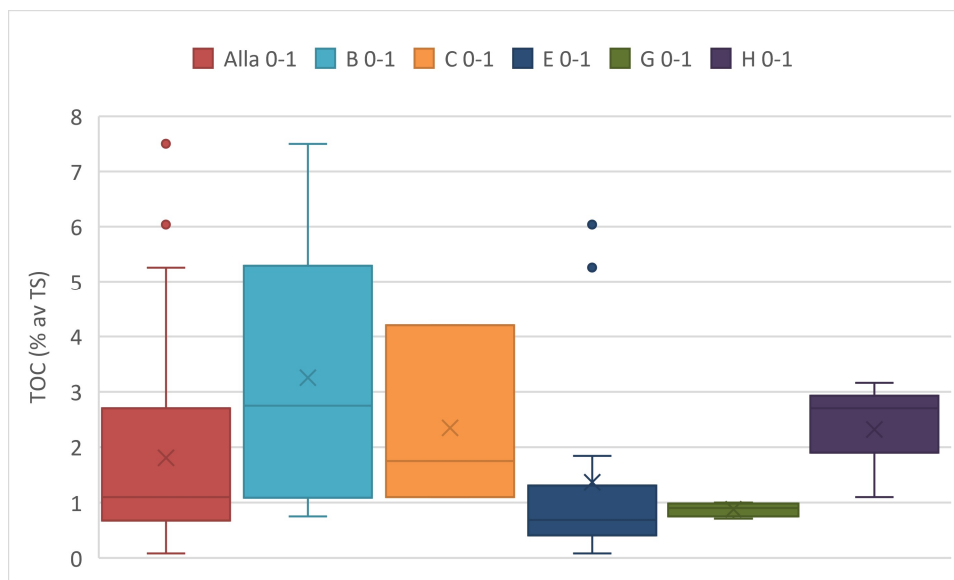
Föroreningar kan också spridas uppåt genom jordlagren till ovanliggande luft och in i byggnader genom förångning. Denna spridning styrs framför allt av ämnesegenskaper, men påverkas också av geologiska egenskaper. Spridningsförutsättningarna presenteras mera i detalj i avsnitt 4. Vid beräkningen av platsspecifika riktvärden, har varken spridning till grundvatten eller till ytvattenrecipienter beaktats. Spridning till grundvatten ingår inte då grundvattnet inte utgör något skyddsobjekt (se avsnitt 6.4). Spridning till ytvatten har hanterats separat och utgår från halter i grundvatten istället för halter i jord. Risker avseende spridning beskrivs i avsnitt 8.5.

Nedan beskrivs översiktligt de områdesspecifika förutsättningar som är relevanta för beräkningen av platsspecifika riktvärden. En mer detaljerad beskrivning av de områdesspecifika parametrar som använts vid beräkning av platsspecifika riktvärden redovisas i avsnitt 7.1.

Markytan inom området består idag till övervägande del av asfaltsbelagda ytor. De ytliga jordlagren består av naturliga jordar och fyllning av genomsläpplig karaktär. Fyllningsjordarna underlagras huvudsakligen av lera, silt och sand. För ytterligare information se avsnitt 4 ovan. De genomsläppliga jordlagren möjliggör en större spridning av ångor genom jord till omgivande luft jämfört med tätare jordlager (Naturvårdsverket, 2009b).

Halten organiskt material i jorden påverkar också spridningsförutsättningarna, då föroreningarna binder till detta. Höga halter av organiskt material medför att mycket av främst de organiska föroreningarna binds till jorden och utlakningen av föroreningarna begränsas. Spridningsförutsättningarna för metaller påverkas dock inte lika mycket av den organiska halten i jorden. Normalt är andelen organiskt material större i ytlig än i djupare jord.

Halten totalt organiskt kol (TOC) har undersökts i 110 jordprov från Anläggningsområdet och varierar från <0,01 till 32,3 % av TS med ett medelvärde på 2,9 % av TS och medianvärde på 1,5 % av TS. TOC-halterna varierar både inom och mellan olika egenskapsområden. Generellt har högre TOC-halter uppmätts från prov i djupare jord inom Anläggningsområdet. I Figur 6-2 redovisas TOC-halter i hela området samt i de områden där tre eller fler resultat finns tillgängliga. Av sammanställningen framgår att det är skillnader både inom och mellan egenskapsområden.



Figur 6-2. "Box-whisker"-diagram för TOC i nivån 0-1 m under markytan i hela Anläggningsområdet, samt i de egenskapsområden där tre eller fler prov undersökts med avseende på TOC.

För beräkning av platsspecifika riktvärden har medelvärdet av uppmätta halter TOC i nivån 0-1 m använts. Medelvärdet är 1,8 % av TS. Denna halt är i nivå med, men något lägre än den TOC-halt (2 % av TS) som anges som standardvärde i Naturvårdsverkets beräkningsmodell (Naturvårdsverket, 2016).

Om halten löst organiskt material i grundvattnet är hög kan detta leda till en ökad förorenings-spridning från området, genom att föroreningarna binder till det mobila materialet och transporteras med detta (Naturvårdsverket, 2009b). Detta gäller främst för organiska ämnen. Metaller spridning påverkas inte lika mycket av den lösta halten organiskt material i grundvattnet.

Vid beräkningarna av de platsspecifika riktvärdena har halten 5,2 mg/l av löst/mobilt organiskt kol använts. Det är medelvärdet av halterna DOC i de tre grundvattenrör inom området som provtagits och analyserats avseende DOC. Vid beaktande av alla DOC-halter som uppmätts i uppdraget (6 st), det vill säga även DOC i grundvattenrör kring verksamhetsområdet, blir medelvärdet 6,3 mg/l. Vid beräkning av det medelvärdet har två avvikande värden uteslutits, ett som uppmätts till 210 mg/l och ett som uppmätts till 0 mg/l. Utvärderingen visar att medelvärdet 5,2 mg/l är rimligt, då det ligger i samma härad som medelvärdet för samtliga uppmätta DOC-halter.

Spridning av föroreningar belägna i jordlagren under grundvattenytan skiljer sig åt, jämfört med föroreningar i jordlagren ovan grundvattenytan. I det fall föroreningskällan återfinns i grundvattenzonen kan spridningen öka. Detta beror på att inte enbart infiltrerande vatten från markytan bidrar till spridningen av föroreningarna, utan även uppströms bildat grundvatten flödar genom de förorenade jordlagren och bidrar till spridningen.

Under grundvattenytan finns inte heller någon porgas som föroreningarna kan avgå till. Föroreningar under grundvattenytan behöver diffundera genom vattnet till grundvattenytan för att kunna förångas. Transporten genom vattenfasen är långsammare än genom gasfasen vilket medför att exponering via inandning av ångor är lägre för föroreningar som är belägna under grundvattenytan.

Inom Anläggningsområdet förekommer föroreningar både ovan och under grundvattenytan. Platsspecifika riktvärden har dock endast beräknats för föroreningar ovan grundvattenytan.

## 6.8 Skydd av markmiljö

Skyddet av markmiljön bör vara sådant att markekosystemets funktioner kan upprätthållas i den omfattning som är nödvändigt för den planerade markanvändningen (Naturvårdsverket, 2009a). Generellt sett kan sådana funktioner till exempel vara odling av ätbara växter och prydnadsväxter i trädgårdar eller parkmiljö.

De ekologiska processerna i marken är främst knutna till de ytliga jordlagren, medan betingelserna i djupare belägen jord är av mindre betydelse för ekosystemets funktion (Wallander et al. 2004, Probert & Keating 1996, Wang et al. 2007, Murphy et al. 1998 & Powers et al. 1994).

Markekosystemen i urbana miljöer är ofta påverkade av mänsklig aktivitet, inte minst inom industriområden och under vägar (Naturvårdsverket, 2009b). Här begränsas ofta markmiljön av andra parametrar än markföroreningar, t.ex. genom att ytan är hårdgjord eller att jordmaterialet struktur försvårar livsbetingelserna för markmiljön (om jorden t.ex. består av fyllningsmassor). Andra förutsättningar som är viktiga för markekosystemet är tillgång på vatten, syre och näring, vilka också begränsas när ytorna är hårdgjorda.

Området består idag till större delen av markytor där markmiljön redan är påverkad genom till exempel asfalterade ytor eller jordar som består av avfall eller fyllnadsmassor. Den planerade markanvändningen innebär också att området huvudsakligen kommer utgöras av ytor som är bebyggda eller asfalterade. Kraven på markfunktion inom Anläggningsområdet bedöms vara låga.

Mot bakgrund av ovanstående har ett lägre skydd av markmiljön än i det generella scenariot för mindre känslig markanvändning bedömts vara tillräckligt. De skyddsnivåer som har använts har hämtats från den utredning som gjorts av fyllnadsjordar inom urbana områden för framtagande av storstadsspecifika riktvärden (Sweco, 2009), som bedöms vara tillämpbara i detta fall. I utredningen togs riktvärden fram för *lågt skyddsbehov*.

Skyddsnivån för markmiljön i dessa fall har satts till 25 % för arter och processer. Detta kan jämföras med 50 % som används för Naturvårdsverkets generella scenario för mindre känslig markanvändning. Den angivna skyddsnivån innebär inte per automatik att 75 eller 50 % av arterna påverkas eftersom metodiken för framtagandet av riktvärden bygger på koncentrationer av föroreningar där inga effekter kan ses. Skyddet kan därmed vara större.

Riktvärden för lågt skyddsbehov har tagits fram för jord under hårdgjorda ytor eller som är antropogent påverkad, t.ex. fyllnings- och anläggningsmassor (Sweco, 2009). I praktiken är skyddsbehovet för djupt liggande jord lägre än för ytlig jord, då markekosystemets aktivitet minskar med djupet (Wallander et al. 2004, Probert & Keating 1996, Wang et al. 2007, Murphy et al. 1998 & Powers et al. 1994). Emellertid bedöms en lägre skyddsnivå än 25 % inte vara relevant för markekosystemet, varför denna skyddsnivå används för hela jordprofilen.

Vid framtagande av platsspecifika riktvärden för Lövsta, används riktvärden med en skyddsnivå för markmiljö på 50 %, för de ämnen där miljöriskbaserade riktvärden för lågt skydd inte har tagits fram av Sweco (2009).

## 7 Beräkning av platsspecifika riktvärden

Som underlag för riskbedömningen för människors hälsa och för markmiljön har platsspecifika riktvärden för föroreningar i jord och grundvatten beräknats. Beräkningen av riktvärden för jord beskrivs i avsnitten 7.1 till 7.3. Beräkningen av riktvärden för grundvatten utgår från de förutsättningar som redovisas i avsnitten 7.1 och 7.2, själva beräkningarna beskrivs i avsnitt 7.4.

Med utgångspunkt från den planerade markanvändning som beskrivits i avsnitt 3.6 ovan har platsspecifika riktvärden tagits fram för tre scenarier, vilka beskrivs i avsnitt 7.2 nedan. Vidare har riktvärden beräknats för tre olika djupnivåer för varje scenario:

- yttlig jord, 0-1 m under markytan
- medeldjup jord, 1-2 m under markytan
- djup jord, >2 m under markytan.

Riktvärdena har beräknats med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (Naturvårdsverket, 2016). Riktvärden har bara beräknats för skyddsobjekten människors hälsa och skydd av markmiljön. Spridning till omgivande ytvattenrecipienter och grundvatten redovisas i avsnitt 8.5.

För bedömning av uppmätta halter i porgas har indikativa riktvärden för porgas tagits fram. De indikativa riktvärdena utgår från samma förutsättningar som riktvärdena för jord. Beräkningen beskrivs i avsnitt 7.4.

### 7.1 Jordlagrens egenskaper

Vid beräkningarna har hänsyn tagits till platsspecifika förutsättningar som påverkar spridningen av föroreningar till omgivande luft och vatten, vilka redovisas i avsnitt 6.7 ovan. Dessa platsspecifika egenskaper avser såväl jordlagrens egenskaper som de hydrogeologiska förutsättningarna.

Jordlagren inom området är till övervägande del av genomsläpplig karaktär. Porositeten, d.v.s. andelen hålrum mellan jordpartiklarna, är lägre i genomsläppliga jordlager än i täta. Likaså är jordens vattenhållande förmåga lägre i genomsläppliga jordar, vilket innebär att porena i lägre grad är fyllda med vatten och i högre grad med luft. Vid beräkningarna har generella värden gällande porositet, vattenhalt och lufthalt för genomsläppliga jordarter använts (Naturvårdsverket, 2009b).

Halten organiskt kol i jorden och mobilt organiskt kol i markvatten och grundvatten påverkar framför allt organiska föroreningars spridning vilket diskuteras i avsnitt 6.7. I beräkningarna av platsspecifika riktvärden används resultaten från undersökningar i området. För jord används medelvärdet av prov uttagna i nivån 0-1 m under markytan (1,8 % av TS) och för grundvatten används medelvärdet 5,2 mg/l. Resultaten från undersökningarna redovisas närmare i avsnitt 6.7.

Parametervärden som avviker från de som används i de generella scenarierna för KM och MKM framgår av uttagsrapporterna från beräkningsverktyget. Utagsrapporterna finns i bilaga 5.

## 7.2 Exponeringsantaganden och -scenarier

Inom Anläggningsområdet planeras olika verksamheter, såsom produktionsanläggning, ballager, silos, kontor, parkering och hamnverksamhet. Exponeringsförutsättningarna varierar för människor som vistas inom de olika delområdena och använder dessa på olika sätt. Området har därför delats in i egenskapsområden som baseras på markanvändning, föroreningsituation och planerad nivå på ny markyta. Egenskapsområdena presenteras mera i detalj i avsnitt 5.3.1 till 5.3.6.

För att beskriva hur exponering kan ske inom olika områden har tre exponeringsscenarier tagits fram. Syftet med exponeringsscenarierna är att beskriva och kvantifiera exponeringen via olika exponeringsvägar, så att det blir möjligt att beräkna platspecifika riktvärden för föroreningar av potentiell betydelse i de olika egenskapsområdena.

De scenarier som beaktas är följande:

1. Vuxna som arbetar inomhus inom området samt vuxna och barn som besöker delar av området där byggnader finns.
2. Vuxna som arbetar utomhus inom området samt vuxna och barn som besöker delar av området som inte är bebyggda.
3. Vuxna och barn som nyttjar gång-, cykel- och ridvägen.

Platsspecifika riktvärden har beräknats för de tre scenarierna. För samtliga scenarier har olika antaganden avseende exponeringstider gjorts för olika djup i jordprofilen. Platsspecifika riktvärden har beräknats för tre djup.

För scenario 1, områden inom vilka byggnader planeras uppföras, har andelen inomhusvistelse satts till 1, d.v.s. beräkningen utgår från att personer som vistas i området befinner sig inomhus hela tiden. För scenario 2 och 3, där inga byggnader planeras, har andelen inomhusvistelse satts till 0. I övrigt har samma exponeringsantaganden använts för scenario 1 och 2, medan exponeringsantaganden för scenario 3 är annorlunda eftersom scenariot gäller områden som är tillgängliga för allmänheten.

### 7.2.1 Scenario 1 och 2

I enlighet med exponeringsanalysen i avsnitt 6.6 har exponering för föroreningar från ytliga jordlager bedömts kunna ske via inandning av damm och ånga, intag av jord och damm, samt hudkontakt med jord och damm. För scenario 1 och 2 har vistelsetiden i området antagits motsvara det generella scenariot för mindre känslig markanvändning, d.v.s. för vuxna motsvarande arbetstid (200 dagar per år, 8 h per dag) och för barn



motsvarande besök (60 dagar per år, 8 h per dag). De scenariospecifika parametrarna för mindre känslig markanvändning (Naturvårdsverket, 2009b) har använts.

Intaget av växter från området antas vara försumbart för scenario 1 och 2, då stora delar av Anläggningsområdet kommer att vara täckt av asfalt alternativt med bergskross.

Samtliga antaganden som avviker från det generella scenariot för mindre känslig markanvändning framgår av uttagsrapporterna från beräkningsverktyget i bilaga 5.

### 7.2.2 Scenario 3

Enligt exponeringsanalysen (avsnitt 6.6) har exponering för föroreningar från ytliga jordlager utanför det inhägnade området bedömts kunna ske via inandning av damm och ånga, intag av jord och damm, hudkontakt med jord och damm samt intag av växter från området. Vistelsetiden på gång-, cykel- och ridvägen för både vuxna och barn har satts till 200 dagar per år, 2 h per dag. Detta motsvarar att vägen nyttjas vid knappt 4 tillfällen per vecka med en sammantagen vistelsetid på knappt 8 h/vecka. De scenariospecifika parametrarna för känslig markanvändning (Naturvårdsverket, 2009b och 2016) har använts. Eftersom inga byggnader ska uppföras i den del av Anläggningsområdet som kommer vara tillgänglig för allmänheten har andelen inomhusvistelse satts till 0.

Av det årliga intaget av frukt, växter, bär och svamp antas 0,5 % komma från området. Det motsvarar cirka 730 g/år för vuxna och cirka 460 g/år för barn.

Sammantaget bedöms dessa antaganden vara konservativa jämfört med den verkliga exponeringen inom området eftersom:

- Den antagna exponeringen via intag av jord från området motsvarar per exponeringstillfälle den genomsnittliga totala dagliga exponeringen via intag av jord
- Den antagna exponeringen via hudkontakt motsvarar exponering som uppmätts vid trädgårdsarbete

Samtliga antaganden som avviker från det generella scenariot för känslig markanvändning framgår av uttagsrapporterna från beräkningsverktyget i bilaga 5.

### 7.2.3 Korttidsexponering och akuttoxiska effekter

I Naturvårdsverkets beräkningsverktyg ingår justeringar avseende akuttoxicitet och korttidsexponering. I båda fallen utgår beräkningen från en större exponering vid ett enstaka tillfälle. Riktvärdet för korttidsexponering beräknas utifrån att en sådan exponering inte ska ge upphov till en exponeringsdos som överskrider det årliga tolerabla intaget. Vid beräkningen beaktas även ämnenas uppehållstid i kroppen. Riktvärdet för akuttoxiska effekter utgår från att en sådan exponering inte ska medföra akuta negativa effekter.

Beräkningen av riktvärden utgår från ett exponeringsscenario för s.k. *pica*-beteende, d.v.s. att äta annat än mat, i det här fallet jord. Det exponeringsscenario som definierats av

Naturvårdsverket (2009b) utgår från *pica*-beteende hos små barn. Riktvärdet beräknas utifrån den exponering som uppstår hos ett litet barn (kroppsvikt 10 kg) som äter en större mängd jord (5 g) vid ett enskilt tillfälle. Eftersom det framförallt är mindre barn som uppvisar så kallat *pica*-beteende är det inte meningsfullt att räkna på denna typ av exponering för vuxna.

Bara yttlig jord är tillgänglig för denna typ av exponering, U.S. EPA (2011) anger att yttlig jord i detta sammanhang handlar om knappt 10 cm djup (2-3 tum). Inom det inhägnade Anläggningsområdet är det dessutom osannolikt att små barn vistas i någon betydande omfattning vilket medför att det är osannolikt att denna typ av exponering förekommer. Inom områden som är tillgängliga för allmänheten (d.v.s. egenskapsområde G) kan det inte uteslutas att små barn vistas och att exponering av denna karaktär kan uppstå.

#### 7.2.4 Djupare jord, samtliga scenarier

Exponering för föroreningar i djupare jord antas främst kunna ske via inandning av ånga och då framförallt vid inomhusvistelse. På grund av den utspädning som sker i utomhusluften, är exponeringen via inandning av ånga från föroreningar i jord betydligt lägre vid utomhusvistelse.

Exponering via hudkontakt, intag av jord och damm samt inandning av damm från djupare jord, kan endast ske om grävarbeten utförs i de djupare jordlagren. För medeldjup och djup jord har konservativa antaganden gjorts; exponeringstiden har satts till 25 % respektive 10 % av exponeringstiden för yttlig jord, för samtliga scenarier. Exponeringstiden för inandning av ånga påverkas inte av djupet under markytan.

Exponering via intag av växter har uteslutits från medeldjup och djupare jord, eftersom växternas rötter inte bedöms nå till detta djup.

Troligen är exponeringstiderna mycket konservativa, då det med all sannolikhet endast kommer att ske mindre och begränsade markarbeten på det färdigställda Anläggningsområdet. De exponeringsförutsättningar som använts vid beräkning av de platsspecifika riktvärdena omfattar inte exponering för personal som arbetar med schakt- och anläggningsarbeten.

Samtliga antaganden som avviker från det generella scenariot för mindre känslig markanvändning (scenario 1 och 2) respektive känslig markanvändning framgår av uttagsrapporterna från beräkningsverktyget i bilaga 5.

### 7.3 Platsspecifika riktvärden för jord

Platsspecifika riktvärden har beräknats för samtliga parametrar som identifierats som föroreningar av potentiell betydelse i jord, se avsnitt 5.2.1. Beräknade platsspecifika riktvärden (PRV) för de tre olika djupnivåerna för scenario 1-3 redovisas i Bilaga 7A för respektive exponeringsscenario. Av bilagan framgår även de enskilda riktvärdena med avseende på människors hälsa och skydd av markmiljön. Vidare framgår av bilaga 7A att

skydd av markmiljö är styrande för de flesta riktvärden. Människors hälsa är styrande skyddsobjekt framför allt i yttlig jord och för flyktiga ämnen.

I en del fall är korttidsexponering eller akuttoxiska effekter styrande för det hälsobaserade riktvärdet. Att sådan exponering ska kunna förekomma inom Anläggningsområdet får betraktas som mycket osannolikt (se avsnitt 7.2.3). För de riktvärden där korttidsexponering är styrande anges också riktvärdet beräknat på långtidsexponering i tabellerna i bilaga 7A.

I bilaga 5 redovisas uttagsrapporter (fiken Utagsrapport) från beräkningsverktyget i Excel. Utagsrapporten redovisar beräknade riktvärden och styrande skyddsobjekt samt avvikande antaganden jämfört med Naturvårdsverkets generella scenarier. Scenario 1 och 2 jämförs med MKM och scenario 3 med KM.

#### 7.4 Platsspecifika riktvärden för grundvatten

Platsspecifika riktvärden har beräknats för samtliga parametrar som identifierats som föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten, se avsnitt 5.2.2. Beräkningarna har gjorts med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (Naturvårdsverket, 2016) som anpassats så att även riktvärden för grundvatten kan beräknas. Beräkningen beskrivs i mer detalj i bilaga 7B.

Eftersom grundvatten från området inte används har riktvärden beräknats för exponering bara genom inandning av ångor. Platsspecifika riktvärden för grundvatten har beräknats bara för de områden där byggnader planeras eftersom utspädningen mellan uppsträngande markluft och utomhusluften normalt är mycket stor. För beräkningen används vistelse inom området enligt scenario 1 (avsnitt 7.2.1). Avseende platsspecifika parametrar används data för jordlagrens egenskaper i enlighet med vad som beskrivs i avsnitt 7.1 ovan.

De beräknade riktvärdena och alla i beräkningen ingående data redovisas i bilaga 7B.

#### 7.5 Indikativa riktvärden för porgas

Inga platsspecifika riktvärden har tagits fram för föroreningar i porgas, istället har indikativa riktvärden tagits fram via en förenklad beräkning. Dessa baseras på data i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg. Exponering för föroreningar i porgas är främst ett problem vid inomhusvistelse, eftersom utspädningen mellan uppsträngande markluft och utomhusluften normalt är mycket stor. Indikativa riktvärden har därför beräknats endast för scenario 2 enligt ovan. Riktvärden har beräknats för de ämnen som påvisats vid porgasundersökningen, d.v.s. BTEX och klorerade lösningsmedel (se avsnitt 5.7).

Utspädningen mellan porgas och inomhusluft varierar beroende på byggnadens konstruktion, ventilation och skick men även beroende på ämnesegenskaper och jordens genomsläpplighet. Utspädningen kan variera från i princip ingen utspädning till en utspädning på >100 000 gånger. Indikativa riktvärden för området har beräknats utifrån följande utgångspunkter:

- Utspädning mellan porgas och inomhusluft antas vara 1/1000 vilket ungefär motsvarar utspädningen mellan inträngande porgas och ventilationsflöden i en byggnad enligt de generella antagandena i Naturvårdsverkets beräkningsverktyg.
- Vistelse inomhus sker maximalt under samma tid som vistelsetiden enligt scenario 2 ovan, d.v.s. 200 dagar per år och 8 timmar per dag.

De indikativa riktvärdena redovisas i Tabell 7-1.

Tabell 7-1. Indikativa riktvärden för porgas. Halter i mg/m<sup>3</sup>.

Ämne	Indikativt riktvärde (mg/m <sup>3</sup> )
Bensen	9,3
Toluen	710
Etylbensen	2100
Xylener	270
<i>cis</i> -1,2-dikloreten <sup>1</sup>	160
Triklloreten	130
Tetrakloreten	550

<sup>1</sup>Det indikativa riktvärdet har beräknats utifrån samma referenskoncentration i luft som används för beräkning av riktvärden för jord. Se bilaga 6.

## 8 Riskbedömning

### 8.1 Riskparametrar och beräkning av representativa halter

I avsnitt 5.2 presenteras hur föroreningar av potentiell betydelse identifierats inom hela området. Platsspecifika riktvärden har tagits fram för identifierade föroreningar av potentiell betydelse i jord, samt för föroreningar av potentiell betydelse i grundvatten med avseende på ånginträngning. Beräkningen av platsspecifika riktvärden beskrivs i avsnitt 7.

För jord har ett mycket stort antal parametrar identifierats som föroreningar av potentiell betydelse, därför inleds riskbedömningen med en prioritering för att fokusera riskbedömningen på de föroreningar som är av störst betydelse inom respektive egenskapsområde, se avsnitt 8.1.1. I avsnittet beskrivs också beräkning av representativa halter.

För grundvatten är antalet ämnen av potentiell betydelse mindre. Därför har ingen inledande prioritering av viktigaste riskämnen gjorts. Riskbedömningen med avseende på spridning till ytvatten utgår från uppmätta halter i grundvatten och redovisas vidare i avsnitt 8.4. Riktvärden för grundvatten har dock beräknats med avseende på människors hälsa och ånginträngning i byggnader. Alla parametrar som förekommer i halter över beräknade platsspecifika riktvärden inom de egenskapsområden där byggnader ska uppföras har inkluderats i riskbedömningen. Vilka parametrar som inkluderas i riskbedömningen för respektive egenskapsområde redovisas i 8.1.2.

#### 8.1.1 Jord

För varje egenskapsområde har de uppmätta halterna inom djupintervallen 0-1, 1-2, samt >2 m under befintlig markyta jämförts med de platsspecifika riktvärdena. För de parametrar som på någon nivå under markytan förekommer i halter över det platsspecifika riktvärdet, har andelen överskridanden utvärderats. De parametrar som till störst andel förekommer i halter över de platsspecifika riktvärdena, har identifierats som viktigaste riskämnen för respektive egenskapsområde.

Vid utvärderingen har också hänsyn tagits till ämnets flyktighet samt om mycket kraftiga överskridanden förekommer i enskilda eller flera punkter. I de fall flyktiga parametrar i halter över de beräknade platsspecifika riktvärdena förekommer i fler än ett prov på någon nivå och riktvärdena styrs av skydd av människors hälsa, har även dessa inkluderats i vidare bedömning. Den vidare riskkaraktäriseringen har utförts på de parametrar som identifierats som viktigast ur risksynpunkt.

Vid jämförelsen med halter har urvalet gjorts så att alla jordprov som ingår i intervallet tagits med. Detta innebär att ett jordprov uttaget t.ex. 0,9-1,3 m under markytan ingår i urvalet både för 0-1 m under markytan och i urvalet för 1-2 m under markytan.

Identifierade viktigaste riskparametrar för varje egenskapsområde redovisas i tabeller i avsnitt 5.3.1-5.3.4 samt 5.3.6. Tabeller över samtliga parametrar som påvisats i halter över det platsspecifika riktvärdet på något djup inom respektive egenskapsområde redovisas i bilaga 8. I Tabell 8-1 nedan sammanfattas de viktigaste riskparametrarna inom varje egenskapsområde.

Tabell 8-1: Sammanfattning av viktigaste riskparametrar inom varje egenskapsområde. Bokstaven i tabellhuvudet betecknar egenskapsområde. X innebär att parametern betraktas som viktig ur risksynpunkt inom egenskapsområdet.

Ämne	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Arsenik	X					X	X	X		
Barium	X					X		X		
Bly	X	X	X		X	X	X	X		
Kadmium							X	X		
Koppar	X					X	X	X		
Kvicksilver		X		X	X	X				
Nickel	X									
Zink	X	X	X			X	X	X		
Alifater >C8-C10					X					
Alifater >C10-C12		X								
Alifater >C16-C35						X				
Aromater >C16-C35							X			
Xylen					X					
Summa PAH-M		X			X					
Summa PAH-H	X					X	X			
PCB summa		X			X	X				
Trikloreten		X								

För de identifierade viktigaste riskparametrarna inom varje egenskapsområde har representativa halter beräknats. Både för människors hälsa och markmiljön bedöms medelhalten bäst representera risken. Som skattning av medelhalten används den övre konfidensgränsen för medelhalten med 95 % konfidensnivå (UCLM95, *Upper Confidence Level of the Mean*). För att ta fram UCLM95 har programmet ProUCL, version 5.1.002 använts.

Vidare har medelvärdet för halten av respektive ämne beräknats, varvid halter under laboratoriets rapporteringsgränser satts till halva rapporteringsgränsen. För de ämnen där endast ett fåtal halter har påvisats över laboratoriets rapporteringsgränser, har maxvärdet använts i stället för UCLM95. De representativa halterna framgår av Tabell 5-3 till Tabell 5-11 i avsnitt 5.3.

### 8.1.2 Grundvatten

För de egenskapsområden som ska bebyggas, det vill säga där inomhusvistelse kan förekomma, görs en bedömning avseende ångavgång från grundvatten. Bedömningen görs för egenskapsområdena B, D och E. För egenskapsområde D har dock inga halter över riktvärden för ånginträngning uppmäts. Ämnen som förekommer över i halter över de plats-specifika riktvärdena för grundvatten inom respektive egenskapsområde har ingått i bedömningen. Parametrar som inkluderas i bedömningen för respektive delområde redovisas i Tabell 8-2 nedan.

*Tabell 8-2: Sammanfattning av viktigaste riskparametrar i grundvatten, för skydd av ånginträngning, inom varje egenskapsområde. Bokstaven i tabellhuvudet betecknar egenskapsområde. X innebär att parametern betraktas som viktig riskparameter inom egenskapsområdet.*

Parameter	B	D	E
Alifater >C8-C10	X		
Alifater >C10-C12	X		
Aromater >C8-C10	X		
Bensen	X		
Dioxiner	X		
PAH-L	X		
PAH-M	X		
PCB-7	X		X

För de parametrar som redovisas i tabellen ovan har representativa halter tagits fram. Medelhalten under och närmast kring en byggnad bedöms bäst beskriva risksituationen avseende ånginträngning. För bedömning av risker avseende ånginträngning har medelvärde och högsta uppmätta halt använts. I ett antal grundvattenrör har provtagning skett vid flera tillfällen under perioden 2014-2018. För framtagande av representativa halter och bedömning av risker används i dessa fall medelvärdet av de tre senaste mätningarna. Representativa halter för respektive egenskapsområde redovisas i Tabell 8-3.

Tabell 8-3: Representativa halter för grundvatten i egenskapsområdena B och E. För de grundvattenrör som provtagits flera gånger används medelvärde av de tre senaste mätningarna. Halter under laboratoriets rapporteringsgräns har beräknats som halva rapporteringsgränsen.

Parameter	B			E		
	Max	Medelvärde	Antal provpunkter	Max	Medelvärde	Antal provpunkter
Alifater >C8-C10 (µg/l)	160	21	14	-	-	-
Alifater >C10-C12 (µg/l)	4500	380	14	-	-	-
Aromater >C8-C10 (µg/l)	3300	340	14	-	-	-
Bensen (µg/l)	800	63	14	-	-	-
Dioxiner* (ng/l)	0,4	0,15	3	-	-	-
PAH-L (µg/l)	3300	340	14	-	-	-
PAH-M (µg/l)	2100	170	14	-	-	-
PCB-7 (µg/l)	77**	1,t	7	0,0047	0,0028	3

\*Avser upperbound (d.v.s. halter under rapporteringsgränsen har antagits motsvara rapporteringsgränsen)

\*\*Högsta uppmätta halt kommer från prov uttaget 2015 och ingår inte i det beräknade medelvärdet då det bara inkluderar de tre senaste mätningarna per punkt.

## 8.2 Människors hälsa

För att beskriva och bedöma risker för människors hälsa förknippade med föroreningar i jord har en jämförelse med representativa halter och beräknade riktvärden för skydd av människors hälsa gjorts med hjälp av riskkvoter. Riskbedömningen avser den färdigställda anläggningen och beskriver eller bedömer inte risker under anläggningsarbetena. Jämförelsen med riktvärden har därför utgått från den planerade marknivån för respektive område. Riskkvoter har beräknats för samtliga parametrar som identifierats som viktigaste riskparametrar inom respektive egenskapsområde enligt avsnitt 8.1 ovan.

Riskkvoter har beräknats enligt:

$$\text{Riskkvot} = \frac{\text{Representativ halt}}{\text{Platsspecifikt riktvärde}}$$

Beräkningar har gjorts med både medelvärdet och UCLM95 som representativ halt. I de fall underlaget varit för litet för att ta fram UCLM95 har istället den högsta uppmätta halten använts i enlighet med beskrivningen i avsnitt 8.1. Riskkvoter över 1 innebär att de förekommande halterna i området kan medföra en oacceptabel risk avseende människors hälsa. Riskkvoter under 1 indikerar istället att den beräknade exponeringen inte medför oacceptabla risker.

Risker avseende korttidsexponering har också utvärderats för yttlig jord. Medelhalter är inte lämpliga för att beskriva dessa risker eftersom exponeringen sker vid en plats och inte



utspritt över ett område. Eventuella risker avseende korttidsexponering utvärderas utifrån de högsta halterna inom respektive egenskapsområde. Riskerna diskuteras endast i de områden där halter över riktvärden för korttidseffekter eller akuttoxicitet förekommer i yttlig jord.

För att beskriva och bedöma risker avseende ånginträngning från föroreningar i grundvatten har riskkvoter enligt ovan beräknats och där medelvärde av uppmätta halter samt högsta uppmätta halt har använts som representativa halter. Bedömningen har bara gjorts för de områden där byggnader planeras, d.v.s. egenskapsområdena B, D och E.

### 8.2.1 A Etableringsytor

Inom egenskapsområde A, Etableringsytor, planeras inga stora förändringar av marknivå och riskbedömningen utgår därför från befintlig marknivå. Inga byggnader planeras inom området och därmed används platsspecifika riktvärden enligt scenario 2 (se avsnitt 7.2.1). Inom området har arsenik, barium, bly, koppar, nickel, zink och PAH-H identifierats som de viktigaste riskparametrarna. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa parametrar redovisas i Tabell 8-4.

Av tabellen framgår att det inte är några stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på medelvärde respektive UCLM95. Vidare framgår att det bara är för arsenik och bly som riskkvoter över 1 beräknats. För övriga ämnen ligger beräknade riskkvoter väl under 1. För zink har ingen riskkvot beräknats för förorening på >2 m djup under markytan eftersom det hälsoriskbaserade riktvärdet inte är begränsande.

De beräknade riskkvoterna för bly är >1 på alla nivåer, men för nivån djupare än 2 m, är det bara riktvärdet för korttidsexponering som ger en riskkvot >1. I yttlig jord, 0-1 m under markytan, är även riskkvoten för arsenik >1. Både för bly och arsenik är intag av jord den exponeringsväg som är styrande för riktvärdet för långtidsexponering.

*Tabell 8-4: Riskkvoter för hälsobaserade platsspecifika riktvärden, egenskapsområde A. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. \* anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. Riskkvoter inom parentes baseras på riktvärden för akuttoxicitet eller korttidsexponering.*

Djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
		Medelvärde	UCLM95
0-1	Arsenik	1,4	5,2
0-1	Barium	0,024	0,038*
0-1	Bly	1,2 (1,4)	3,6 (4,5)*
0-1	Koppar	0,046	0,18
0-1	Nickel	0,058	0,20
0-1	Zink	0,014	0,048
0-1	PAH-H	Ej påvisad	Ej påvisad

Djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
		Medelvärde	UCLM95
1-2	Arsenik	0,23	0,41
1-2	Barium	0,040	0,083
1-2	Bly	<b>0,79 (3,8)</b>	<b>1,6 (7,7)</b>
1-2	Koppar	0,0094	0,020
1-2	Nickel	0,015	0,033
1-2	Zink	0,0057	0,011
1-2	PAH-H	0,010	0,018
>2	Arsenik	0,084 (0,21)	0,14 (0,34)
>2	Barium	0,011	0,039
>2	Bly	<b>0,19 (2,3)</b>	<b>0,74 (9,2)</b>
>2	Koppar	0,0025	0,010
>2	Nickel	0,0037	0,0058
>2	Zink	Ej beg.	Ej beg.
>2	PAH-H	0,012 (0,024)	0,029 (0,059)

I yttlig jord, 0-1 m under markytan, förekommer inom egenskapsområde A halter över riktvärdet för korttidsexponering för bly och halter i nivå med riktvärdet avseende akuttotoxicitet för arsenik. Den högsta uppmätta blyhalten är drygt tre gånger högre än riktvärdet. Egenskapsområde A kommer inte att vara tillgängligt för allmänheten och det kan därför antas att små barn kommer att vistas i området i mycket begränsad omfattning. Vidare kommer stora delar av området att vara hårdgjort, vilket begränsar möjligheterna för oral exponering. Trots att halter över riktvärden förekommer bedöms risker avseende korttidsexponering vara små eftersom sannolikheten att sådan exponering sker bedöms vara liten.

Sammantaget kan det inte kan uteslutas att oacceptabla hälsorisker förknippade med exponering för arsenik och bly föreligger inom egenskapsområde A.

### 8.2.2 B Ballager

Den befintliga markytans nivå inom egenskapsområde B, Ballager, varierar mellan ca +5,3 och +8,0. Den planerade marknivån i området är ca +9 vilket innebär att markytan kommer att höjas med i genomsnitt cirka 2,6 m. Detta innebär att all befintlig jord kommer vara belägen mer än 2 m under markytan när anläggningen är uppförd. Därmed har plats-specifika riktvärden för djup jord använts för beräkning av alla riskkvoter. Inom egenskapsområde B planeras byggnader där arbete inomhus kommer ske, därmed används platsspecifika riktvärden enligt scenario 1 (se avsnitt 7.2.1).

Inom område B har bly, kvicksilver, zink, alifater >C10-C12, PAH-M, trikloreten och PCB-7 identifierats som viktigaste riskämnen. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i Tabell 8-5 nedan. För zink har dock inga riskkvoter beräknats eftersom hälsoriktvärdet inte är begränsande för djup jord.

Av tabellen framgår att riskkvoter över 1 beräknats för bly, kvicksilver, alifater C10-C12, PAH-M, trikloreten och PCB-7. Vidare framgår att det för flera ämnen är stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på medelvärdet och UCLM95. Dessa skillnader visar på de osäkerheter som finns avseende risksituationen inom området.

Styrande exponeringsvägar är för bly och PCB-7 intag av jord, samt för kvicksilver, alifater >C10-C12, PAH-M och trikloreten inandning av ångor. Flest ämnen med beräknade riskkvoter över 1 förekommer på 1-2 m djup under befintlig marknivå. De högsta riskkvoterna har också beräknats för detta djup, även om höga riskkvoter förekommer även på större än 2 m djup under befintlig markyta, vilket motsvarar mer än 4 m under framtida markyta. Vid framtagande av riktvärden har ingen ytterligare nivåindelning gjorts för jord djupare än 2 m under markytan eftersom osäkerheterna avseende exponering på dessa djup blir stor. Det är dock rimligt att anta att sannolikheten att direkt exponering kan ske avtar med djupet under markytan. Även när det gäller exponering via inandning av ångor avtar exponeringen med djupet. Mot denna bakgrund får de beräknade riskkvoterna för framförallt den djupaste nivån betraktas som konservativa.

*Tabell 8-5: Riskkvoter för hälsobaserade platsspecifika riktvärden, egenskapsområde B. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. \* anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. Riskkvoter inom parentes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Befintligt djup (m u my)	Framtida djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,6-3,6	Bly	0,35 (4,3)	0,84 (10)
0-1	2,6-3,6	Kvicksilver	2,3	7,9
0-1	2,6-3,6	Alifater >C10-C12	0,044	0,24*
0-1	2,6-3,6	PAH-M	0,55	5,7
0-1	2,6-3,6	Triklöreten	0,0050	0,014*
0-1	2,6-3,6	PCB-7	0,030 (0,050)	0,14 (0,22)*
1-2	3,6-4,6	Bly	0,26 (3,2)	0,52 (6,4)
1-2	3,6-4,6	Kvicksilver	2,6	4,0
1-2	3,6-4,6	Alifater >C10-C12	1,0	12*
1-2	3,6-4,6	PAH-M	3,1	33
1-2	3,6-4,6	Triklöreten	19	64
1-2	3,6-4,6	PCB-7	2,8 (4,3)	7,3 (11)

Befintligt djup (m u my)	Framtida djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
>2	>4,6	Bly	0,40 (5,0)	0,55 (6,8)
>2	>4,6	Kvicksilver	5,1	8,9
>2	>4,6	Alifater >C10-C12	0,96	1,5
>2	>4,6	PAH-M	4,1	6,8
>2	>4,6	Trikloret	0,22	19
>2	>4,6	PCB-7	4,0 (6,0)	6,6 (10)

Eftersom markytan inom egenskapsområdet planeras att höjas med drygt 2 m är det inte relevant att utvärdera eventuella risker med avseende på korttidsexponering inom egenskapsområde B.

Riskkvoter avseende inandning av ångor har beräknats och redovisas i Tabell 8-6. Av tabellen framgår att riskkvoter över 1 föreligger för de högsta uppmätta halterna av alifater >C8-C10, alifater >C10-C12, aromater >C8-C10, PAH-L, PAH-M, PCB-7 och dioxiner. För alifater >C10-C12, PAH-M, PCB-7 och dioxiner överstiger även riskkvoterna för medelvärden 1. De beräknade riskkvoterna för PCB-7 är extremt höga.

Tabell 8-6: Riskkvoter för föroreningar i grundvatten för egenskapsområde B.

Parameter	Riskkvot	
	Medelvärde	Max
Alifater >C8-C10	0,71	5,4
Alifater >C10-C12	9,2	110
Aromater >C8-C10	0,13	1,2
Bensen	0,52	6,7
PAH-L	0,19	1,9
PAH-M	6,8	84
PCB-7	2 600	120 000
Dioxiner*	9,9	27

\*Avser upperbound (d.v.s. halter under rapporteringsgränsen har antagits motsvara rapporteringsgränsen)

Sammantaget visar utvärderingen på oacceptabla hälsorisker inom egenskapsområde B, huvudsakligen avseende exponering via inandning av ångor från jord och grundvatten samt intag av jord. Vid undersökningarna i området påträffades även olja i fri fas. Detta kan innebära underskattning av risker eftersom förorening i fri fas inte ingår i riktvärdena och därmed inte i riskkvoterna ovan, se vidare avsnitt 8.2.11.

### 8.2.3 C Hetvatten, silo mm

Inom egenskapsområde C Hetvatten, silo m m, planeras markytan höjas till ca +13. Befintlig marknivå i området ligger mellan ca +6,6 och +11,2. Detta innebär att markytan kommer att höjas med i genomsnitt cirka 4,7 m och som minst knappt 2 m. Därmed har de platsspecifika riktvärdena för djup >2 m under markytan använts för beräkning av alla riskkvoter. Inga byggnader planeras inom området och därmed används platsspecifika riktvärden enligt scenario 2.

Bly och zink har identifierats som viktigaste riskämnen inom egenskapsområde C. Eftersom hälsorisker inte är begränsande för riktvärdet för zink i djup jord har inga riskkvoter beräknats för zink. Beräknade riskkvoter för bly redovisas i Tabell 8-7. Av tabellen framgår att beräknade riskkvoter avseende långtidsexponering underskrider 1. Beräknade riskkvoter för korttidsexponering överskrider 1 baserat på UCLM95 i den yttligaste nivån. Detta bedöms dock ha mycket liten relevans för risksituationen i området eftersom exponeringen baseras på enstaka större intag av jord hos mycket små barn och denna jord kommer att ligga flera meter under marken när anläggningen är färdigställd.

*Tabell 8-7: Riskkvoter för hälsobaserade platsspecifika riktvärden, egenskapsområde C. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. \* anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. Riskkvoter inom parentes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Befintligt djup (m u my)	Framtida djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	4,7-5,7	Bly	0,042 (0,52)	0,15 <b>(1,8)</b>
1-2	5,7-6,7	Bly	0,0073 (0,090)	0,015 (0,18)
>2	>6,7	Bly	0,0038 (0,047)	0,0072 (0,088)

Eftersom markytan inom egenskapsområdet planeras att höjas med minst 2 m är det inte relevant att utvärdera eventuella risker med avseende på korttidsexponering inom egenskapsområde C.

Sammantaget bedöms inga oacceptabla risker avseende människors hälsa föreligga inom egenskapsområde C.

### 8.2.4 D Kontor, verkstad mm

Inom område D, Kontor, verkstad mm, planeras markytan sänkas till ca +13. Befintlig marknivå i området är mellan ca +13,7 och +17,1 och den genomsnittliga sänkningen är cirka 2,2 m. Därmed är det bara aktuellt att beräkna riskkvoter för jord djupare än 2 m under befintlig markyta eftersom övrig jord kommer att avlägsnas.

Inom området har enbart kvicksilver identifierats som ett viktigt riskämne. På större djup än 2 m under befintlig markyta har bara ett prov analyserats med avseende på kvicksilver och halten i provet var under laboratoriets rapporteringsgräns.

Risker avseende inandning av ångor från grundvatten har utvärderats, men inga halter över platsspecifika riktvärden har uppmätts inom eller i nära anslutning till egenskapsområde D.

Sammantaget är dataunderlaget mycket begränsat. I de yttligare jordlager som kommer att avlägsnas tyder resultaten på högre kvicksilverhalter i de ytligaste än i det underliggande jordlagret, men skillnaderna är små. Baserat på tillgängligt underlag bedöms kvicksilver sannolikt inte utgöra någon oacceptabel risk för människors hälsa inom egenskapsområde D. På grund av det begränsade underlaget kan risker dock inte helt uteslutas.

### 8.2.5 E Energihamnen (f.d. SAKAB)

Inom egenskapsområde E, Energihamnen, planeras hamnkontor, transportväg, kaj och parkeringsplatser. Det är inte känt om marknivån kommer att behöva ändras, riskbedömningen utgår därför från befintlig marknivå. Inom egenskapsområde E planeras byggnader där arbete inomhus kommer ske, därmed används platsspecifika riktvärden enligt scenario 1.

Bly, kvicksilver, alifater >C8-C10, xylener PAH-M och PCB har identifierats som viktigaste riskparametrar inom egenskapsområde E. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i Tabell 8-8.

Av tabellen framgår att det ofta inte är stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på medelvärde respektive UCLM95, men att det för några parametrar är stora skillnader mellan riskkvoterna. För de parametrar där riskkvoter baseras på maxvärden (alifater >C8-C10) är skillnaden mellan riskkvoterna större. Dessa skillnader visar på de osäkerheter som finns avseende risksituationen i området.

Vidare framgår av Tabell 8-8 att riskkvoter >1 har beräknats för samtliga parametrar utom bly. Riskkvoten för xylener avseende UCLM95 i ytlig jord är mycket hög. För kvicksilver, alifater >C8-C10 och xylener är inandning av ånga den exponeringsväg som är styrande för riktvärdet, för PCB är intag av jord den styrande exponeringsvägen.

*Tabell 8-8: Riskkvoter för hälsobaserade platsspecifika riktvärden, egenskapsområde E. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. \* anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. Riskkvoter inom parentes baseras på riktvärden för korttidsexponering.*

Djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
		Medelvärde	UCLM95
0-1	Bly	0,17 (0,20)	0,23 (0,28)
0-1	Kvicksilver	<b>1,9</b>	<b>6,3</b>
0-1	Alifater >C8-C10	0,7	<b>3,5</b>

Djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
		Medelvärde	UCLM95
0-1	Xylener	5,6	25
0-1	PAH-M	0,77	3,7
0-1	Summa PCB	1,5	6,6
1-2	Bly	0,023 (0,12)	0,045 (0,23)
1-2	Kvicksilver	1,7	3,8
1-2	Alifater >C8-C10	1,8	14
1-2	Xylener	1,3	4,1
1-2	PAH-M	0,39	1,3
1-2	Summa PCB	0,97	1,6
>2	Bly	0,0043 (0,053)	0,012 (0,15)
>2	Kvicksilver	0,51	0,86
>2	Alifater >C8-C10	2,1	5,2
>2	Xylener	0,95	4,4
>2	PAH-M	0,073	0,14
>2	Summa PCB	0,076 (0,12)	0,15 (0,23)

I yttlig jord, 0-1 m under markytan, förekommer inom egenskapsområde E halter över riktvärdet för korttidsexponering för bly och halter i nivå med riktvärdet för korttidsexponering för PCB-7. Den högsta uppmätta halten av bly uppgår till ca två gånger riktvärdet. Egenskapsområde E kommer inte att vara tillgängligt för allmänheten och det kan därför antas att små barn kommer att vistas i området i mycket begränsad omfattning. Vidare kommer stora delar av området att vara hårdgjort, vilket begränsar möjligheterna för oral exponering. Trots att halter över riktvärden förekommer bedöms risker avseende korttidsexponering vara små eftersom sannolikheten att sådan exponering sker bedöms vara liten.

Risker avseende inandning av ångor från grundvatten har utvärderats för egenskapsområde E. Det bör dock poängteras att undersökningar av grundvatten bara har utförts i områdets östra och centrala del och inte i den västligaste delen av området.

I området förekommer PCB-7, men inga andra ämnen, i halter över de platsspecifika riktvärdena för grundvatten. Beräknade riskkvoter för högsta uppmätta halt samt medelvärde av uppmätta halter redovisas i Tabell 8-9.

Av Tabell 8-9 framgår att båda riskkvoterna överskrider 1 vilket indikerar att oacceptabla risker avseende ångavgång från PCB-7 i grundvatten kan föreligga. Underlaget avseende

föroreningar i grundvatten i egenskapsområde E är litet. Under 1990-talet utförda undersökningar som inte beaktats i den kvantitativa riskbedömningen visade på höga halter av flyktiga föroreningar (aromatiska och klorerade kolväten) inom SAKAB:s tidigare område, vilket beskrivs kortfattat i avsnitt 5.4.1.

Tabell 8-9: Riskkvoter för PCB-7 i grundvatten för egenskapsområde E.

Parameter	Riskkvot	
	Medelvärde	Max
PCB-7	4,3	7,3

Inom Energihamnen har också porgasundersökningar utförts. Resultaten visar på heterogena förhållanden inom området samt att både BTEX och klorerade lösningsmedel förekommer i området. Riskbedömning baserad på halter i jord indikerar risker avseende inandning av ångor. Föroreningar i jord måste först förångas och transporteras genom porgasen innan de når inomhusluften där exponering sker. Porgasmätningar innebär att föroreningshalterna mäts närmare den punkt där exponeringen sker. Därför utgör porgasmätningar ett bättre underlag för riskbedömning med avseende på inandning av ångor. Det bör dock beaktas att riktvärden för jord också inkluderar andra exponeringsvägar, även i de fall inandning av ångor är styrande för riktvärdet. Vidare bör det beaktas att halter i porgas varierar över tid och påverkas av bland annat väderförhållanden.

För en bedömning av risker avseende uppmätta halter i porgas har en jämförelse gjorts mellan de beräknade indikativa riktvärdena (se avsnitt 7.4) och de högsta uppmätta halterna. Jämförelsen har gjorts genom beräkning av riskkvoter och redovisas i Tabell 8-10. Av tabellen framgår att den högsta riskkvoten beräknats för xylener samt att den överskrider 1. Vidare är riskkvoten för toluen 1 och riskkvoten för bensen är nära 1. Med hänsyn till de heterogena förhållandena inom området är det relevant att beräkna riskkvoten för de högsta uppmätta halterna. De beräknade riskkvoterna kan ändå innebära en underskattning eftersom högre halter i porgas kan förväntas vid varmare väder och sjunkande lufttryck. Baserat på genomförd undersökning kan oacceptabla risker avseende inandning av ångor från porgas inte uteslutas.

Tabell 8-10: Riskkvoter för indikativa riktvärden för porgas. Beräkningen baseras på högsta uppmätta halter. Riskkvoter över eller som tangerar 1 är färgmarkerade

Parameter	Riskkvot
Bensen	0,72
Toluen	1,0
Etylbensen	0,21
Xylener	8,1
cis-1,2-dikloreten	0,18



Parameter	Risikkvot
Triklloreten	<0,01
Tetrakloreten	<0,01

Sammantaget visar riskbedömningen för egenskapsområde E på oacceptabla risker avseende människors hälsa. För xylener visar utvärderingen både för jord och porgas på oacceptabla risker avseende inandning av ångor. Även riskbedömningen för grundvatten indikerar oacceptabla risker avseende inandning av ångor, men för PCB.

Riskbedömningen för jord indikerar att även kvicksilver kan bidra till oacceptabla risker avseende inandning av ångor. Varken PCB eller kvicksilver har undersökts i porgas. Slutligen visar riskbedömningen också att för PCB i jord kan oacceptabla risker inte uteslutas. Risker är framförallt förknippade med exponering via intag av jord.

#### 8.2.6 F Revisionsyta

Inom område F, Revisionsyta, ska markytan höjas till +9. Den befintliga marknivån i området är mellan ca +5,5 och +7,7 och marknivån kommer att höjas med i genomsnitt cirka 2,1 m. Därmed har de platsspecifika riktvärdena för djup >2 m under markytan använts för beräkning av risikkvoter. Inga byggnader planeras inom området och därmed används platsspecifika riktvärden enligt scenario 2.

Inom egenskapsområde F har barium, bly, koppar, kvicksilver, zink, PAH-H, alifater >C16-C35 och PCB-7 identifierats som viktiga riskparametrar. Beräknade risikkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa parametrar redovisas i Tabell 8-11. För zink och alifater >C16-C35 är hälsoriktvärdet inte begränsande för djup jord och därför har inga risikkvoter beräknats för dessa parametrar. Varken PAH-H i nivån 0-1 m under befintlig markyta eller PCB-7 i nivån 1-2 m under befintlig markyta har påvisats i halter över laboratoriets rapporteringsgräns, varför inga risikkvoter beräknats.

Av Tabell 8-11 framgår att beräknade risikkvoter för långtidsexponering underskrider 1 samt att det huvudsakligen är små skillnader mellan risikkvoter beräknade på medelvärden respektive UCLM95

För bly på djup 1-2 m och >2 m under befintlig markyta är de beräknade risikkvoterna avseende korttidsexponering större än 1. Som tidigare beskrivits avser korttidsexponering små barn som vid ett tillfälle intar en större mängd jord. De aktuella massorna kommer efter anläggningens uppförande vara belägna minst fyra meter under markytan och de kommer därmed inte att vara tillgängliga för denna typ av exponering.

Sammantaget bedöms inga oacceptabla risker avseende människors hälsa föreligga inom egenskapsområde F.

Tabell 8-11: Riskkvoter för hälsobaserade platsspecifika riktvärden, egenskapsområde F. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. \* anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. Riskkvoter inom parentes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.

Befintligt djup (m u my)	Framtida djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,1-3,1	Barium	0,00061	0,0012
0-1	2,1-3,1	Bly	0,0089 (0,11)	0,039 (0,48)
0-1	2,1-3,1	Koppar	0,000095	0,00012
0-1	2,1-3,1	Kvicksilver	0,0014	0,00022*
0-1	2,1-3,1	PAH-H	ej påvisat	ej påvisat
0-1	2,1-3,1	PCB-7	0,0028	0,0048
1-2	3,1-4,1	Barium	0,0056	0,010
1-2	3,1-4,1	Bly	0,14 (1,7)	0,24 (3,0)
1-2	3,1-4,1	Koppar	0,0013	0,0024
1-2	3,1-4,1	Kvicksilver	0,20	0,56
1-2	3,1-4,1	PAH-H	0,0094 (0,019)	0,020 (0,040)
1-2	3,1-4,1	PCB-7	ej påvisat	ej påvisat
>2	>4,1	Barium	0,0045	0,0062
>2	>4,1	Bly	0,11 (1,4)	0,16 (2,0)
>2	>4,1	Koppar	0,0028	0,0076
>2	>4,1	Kvicksilver	0,16	0,76
>2	>4,1	PAH-H	0,043	0,065
>2	>4,1	Summa PCB	0,33	0,78

### 8.2.7 G Ridstig och gångväg

Inom egenskapsområde G, Ridstig och gångväg, kommer i den södra delen att vara en rid-, cykel- och gångväg och i den norra delen en tillfartsväg till Energihamnen. Gångvägen kommer att gå under en bro som binder samman Energihamnen med resten av Anläggningsområdet.

Marknivån under bron kommer att ligga på ca +2,8. Tillfartsvägen kommer ligga på ca +4,3 längst i söder mot Energihamnen och ca +10 i norr mot Kyrkhamnsvägen. Marknivån i området idag följer ungefär de planerade nivåerna, men viss urgrävning kan komma att krävas under bron. Riskbedömningen utgår från befintlig marknivå. Inga byggnader planeras inom området och området kommer vara tillgängligt för allmänheten. Därför används platsspecifika riktvärden enligt scenario 3.

Inom område G har arsenik, bly, kadmium, koppar, zink, aromater >C16-C35 och PAH-H identifierats som de viktigaste riskparametrarna. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa parametrar redovisas i Tabell 8-12.

Av tabellen framgår att riskkvoterna överskrider 1 för nivån 0-1 m under markytan avseende arsenik, bly och kadmium. För bly är det stor skillnad mellan riskkvoter baserade på UCLM95 och på medelvärdet vilket visar på osäkerhet avseende risksituationen. Överskridandet baserat på UCLM95 är kraftigt. Vidare framgår att riskkvoten för nivån >2 m under markytan överskrider 1 avseende PAH-H beräknad på högsta uppmätta halt, dataunderlaget var inte tillräckligt för att beräkna UCLM95 för PAH-H i den nivån. Intag av jord är den styrande exponeringsvägen för riktvärdena för samtliga ämnen där riskkvoter >1 beräknats.

*Tabell 8-12: Riskkvoter för delriktvärde för hälsa som ingår i det generella riktvärdet för känslig markanvändning, egenskapsområde G. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. \* anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. Riskkvoter inom parentes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter. \*\*anger att riskkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. \*\*\*anger att beräknat medelvärde är lägre än bakgrundshalt enligt Naturvårdsverkets beräkningsverktyg.*

Djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
		Medelvärde	UCLM95
0-1	Arsenik	1,0***	3,2
0-1	Bly	1,6	10
0-1	Kadmium	0,23	1,7
0-1	Koppar	0,0073	0,016
0-1	Zink	0,015	0,050
0-1	Aromater >C16-C35	Inget påvisat	Inget påvisat
0-1	PAH-H	0,084	0,14
1-2	Arsenik	0,085*	-
1-2	Bly	0,026**	-
1-2	Kadmium	0,0017**	-
1-2	Koppar	0,00017**	-
1-2	Zink	0,00047**	-
1-2	Aromater >C16-C35	Inget påvisat	Inget påvisat
1-2	PAH-H	Inget påvisat	Inget påvisat
>2	Arsenik	0,016	0,027
>2	Bly	0,053	0,63
>2	Kadmium	0,0023	0,012
>2	Koppar	0,000067	0,00014

Djup (m u my)	Parameter	Riskkvot	
		Medelvärde	UCLM95
>2	Zink	0,0012	0,025
>2	Aromater >C16-C35	0,00048	0,0023*
>2	PAH-H	0,56	<b>2,8*</b>

I yttlig jord, 0-1 m under markytan, förekommer inom egenskapsområde G halter över riktvärdet för korttidsexponering för bly. Den högsta uppmätta halten är ca tre gånger högre än riktvärdet. Eftersom egenskapsområde G kommer vara tillgängligt för allmänheten är det relevant att ytterligare analysera risker för korttidsexponering.

Riktvärdena beräknas som tidigare nämnts för små barn som vid ett enstaka tillfälle får i sig en större mängd jord. Bara den yttligaste jorden är normalt tillgänglig för denna typ av exponering. Blyhalterna på nivån 0-1 m under markytan i området varierar stort, vilket framgår av Tabell 5-9. I Figur 8-1 redovisas blyhalter och provtagningsdjup för samtliga prov i intervallet 0-1 m under markytan. Av figuren framgår att riktvärdet för korttidsexponering på 600 mg/kg TS överskrids i ett prov, men att halter i nivå med riktvärdet halt påvisats i ytterligare något prov.

Vidare framgår av figuren att i de allra yttligaste proven är halterna genomgående mycket lägre än riktvärdet för korttidsexponering. I den provpunkt där den högsta halten uppmätts har också ett yttligt prov analyserats och halten i det provet är 14 mg/kg TS. Sammantaget bedöms jord med höga blyhalter inte vara tillgänglig för exponering för små barn med *pica*-beteende.