

PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI

LÖVSTA KVV / MARK OCH VA

SAMRÅDSHANDLING



PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI

2019-04-11

HANDLÄGGARE: ROBERTUS HOOGEVEEN

Ändringsförteckning

VER.	DATUM	ÄNDRINGEN AVSER	GRANSKAD	GODKÄND
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		

PM FÖRORENAD MARK OCH HYDROGEOLOGI

Uppdrag Lövsta KVV / Mark och VA	Uppdragsledare Katja Fedorova	Datum 2019-06-17
Uppdragsnummer 13005526	Upprättad av Robertus Hoogeveen, Matilda Johansson, Niklas Ekstrand, Nina Runvik	Handlingstyp PM

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Målbeskrivning	1
1.3	Avgränsningar	2
2	Genomförda undersökningar	2
2.1	Data från tidigare undersökningar	2
2.2	Fältundersökningar	3
3	Områdesbeskrivning	3
3.1	Introduktion	3
3.2	Västra, östra och norra deponin	3
3.3	Historisk markanvändning	4
3.4	Nuvarande markanvändning	8
3.5	Planerad markanvändning	9
4	Yt- och grundvattenförhållanden	13
4.1	Topografi	13
4.2	Hydrologi	13
4.2.1	Avrinning	13
4.2.2	Ytvatten	15
4.3	Geologi	16
4.3.1	Berg	16
4.3.2	Jord	17
4.4	Grundvatten	20
4.4.1	Grundvattenbildning	20
4.4.2	Hydrauliska egenskaper	23
4.4.3	Grundvattennivåer och grundvattenströmning	24
4.5	Sammanfattande hydrogeologisk tolkning	28
5	Föroreningssituation	29
5.1	Resultat av tidigare undersökningar	29
5.2	Föroreningar av potentiell betydelse	30
5.3	Riktvärden	32
5.4	Egenskapsområde A och G	33
5.5	Egenskapsområde B	34
5.6	Egenskapsområde C	35
5.7	Egenskapsområde D	36
5.8	Egenskapsområde E	37
5.9	Egenskapsområde F	38
5.10	Egenskapsområde G	40
5.11	Egenskapsområde H	40
5.12	Egenskapsområde I	41
5.13	Föroreningar i grundvatten	42
5.13.1	Grundvattenkvalitet i Anläggningsområdet	42

5.13.2	Dioxiner i grundvatten	43
5.13.3	PFAS i grundvatten	44
5.13.4	Kompletterande grundvattenprovtagning	45
5.13.5	Grundvattenkvalitet i Energihamnen	45
5.14	Deponigas	48
5.15	Porgas	48
5.16	Sediment	48
6	Risikförutsättningar	49
6.1	Markanvändning och övergripande åtgärds mål	49
6.2	Planerad anläggning	50
6.3	Konceptuell modell	50
6.4	Skyddsobjekt	51
6.5	Exponeringsanalys	52
6.6	Spridningsförutsättningar	54
6.7	Skydd av markmiljö	55
7	Beräkning av platsspecifika riktvärden	56
7.1	Jordlagrens egenskaper	56
7.2	Exponeringsantaganden och -scenarier	57
7.3	Platsspecifika riktvärden	58
8	Riskbedömning	61
8.1	Identifiering av viktigaste riskämnen och beräkning av representativa halter	61
8.2	Människors hälsa	63
8.2.1	A Etableringsytor	63
8.2.2	B Ballager	64
8.2.3	C Hetvatten, silo mm	67
8.2.4	D Kontor, verkstad mm	67
8.2.5	E Energihamnen	68
8.2.6	F Revisionsyta	69
8.2.7	G Ridstig och gångväg	70
8.2.8	H Parkering, silo	72
8.2.9	I HSP	73
8.2.10	Förorening i fri fas	74
8.3	Skydd av markmiljö	74
8.3.1	A Etableringsytor	74
8.3.2	B Ballager	76
8.3.3	C Hetvatten, silo mm	77
8.3.4	D Kontor, verkstad mm	78
8.3.5	E Energihamnen	78
8.3.6	F Revisionsyta	80
8.3.7	G Ridstig och gångväg	81
8.3.8	H Parkering, Silo	81
8.3.9	I HSP	82
8.4	Spridning till Mälaren	84
8.4.1	Strategi för spridningsberäkningar	84
8.4.2	Riskberäkningar	84
8.4.3	Vattendelare	84

8.4.4	Grundvattenflöde	84
8.4.5	Föroreningshalter i grundvatten	85
8.4.6	Utspädning i Mälaren	86
8.4.7	Lågriskhalter	86
8.4.8	Riskbedömning	87
8.5	Osäkerheter	89
8.5.1	Osäkerheter avseende föroreningsutbredning	89
8.5.2	Osäkerheter i exponeringsbedömning	89
8.6	Samlad riskbedömning	89
8.6.1	Människors hälsa	89
8.6.2	Spridning	91
8.6.3	Markekosystemet	91
8.6.4	Tidsperspektiv och förutsättningar	91
9	Utgångspunkter för åtgärdsutredningen	91
9.1	Övergripande åtgärds mål	92
9.2	Åtgärdsbehov	92
9.3	Områdesavgränsning	93
9.4	Höjder	93
9.5	Skyddsnivå för markmiljön	93
9.6	Ånginträngning	94
10	Åtgärdsalternativ och tekniker	94
10.1	Introduktion	94
10.2	Nollalternativ	95
10.3	Ingen åtgärd	95
10.4	Administrativa skyddsåtgärder	96
10.5	Tekniska skyddsåtgärder	96
10.6	Inneslutning	96
10.7	Schaktsanering	97
10.8	Solidifiering och stabilisering	98
10.9	Övertäckning för att reducera exponering	99
10.10	Kvalificerad övertäckning för att reducera föroreningstransport	99
10.11	In-situ behandling	101
10.12	Övervakad naturlig självrening	102
10.13	Sammanfattning av aktuella åtgärds metoder	102
11	Kontakter med tillsynsmyndigheten	104
12	Referenser	104

Bilagor

Bilaga 1 - 1N140002 Bilaga 1.pdf - Figurer

Bilaga 2 - 1N140003 Bilaga 2.pdf - Fältrapport

Bilaga 3 - 1N140004 Bilaga 3.pdf - Borrprotokoll

Bilaga 4 - 1N140005 Bilaga 4.pdf - Teckenförklaring

Bilaga 5 - 1N140006 Bilaga 5.pdf - Uttagsrapporter, beräkning av platsspecifika riktvärden

Bilaga 6 - 1N140007 Bilaga 6.pdf - Sammanställning av riktvärden för skydd av markmiljö

Bilaga 7 – 1N140008 Bilaga 7.pdf - Platsspecifika riktvärden

Bilaga 8 - 1N140009 Bilaga 8.pdf - Identifiering av viktigaste riskämnen

Bilaga 9 – 1N140010 Bilaga 9.pdf – Sediment- och markprover 2018-2019.

1 Inledning

På uppdrag av Stockholm Exergi AB har Sweco Energy AB utfört en miljöteknisk markundersökning, inklusive riskbedömning och åtgärdsutredning, inom ett nedan definierat område vid Lövstafjärden.

Denna PM är en del av Swecos uppdrag gentemot Stockholm Exergi AB och utgör ett underlag till detaljplan.

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. Vikens nuvarande strandlinje uppnåddes 1972.

Under 1980-talet byggdes Lövsta Återvinningscentral, medan avfallsförbränningen lades ner 1986. Under de senaste årtionena 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 platsspecifika 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 platsspecifika 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. Fältarbeten och provtagningar inom ramen för denna utredning pågår fortfarande.

Följande undersökningar kommer att ske:

- Fortsättning av porgasprovtagning i Småbåtshamnen
- Fortsättning av deponigasmätningar
- Fortsättning av Analys av sedimentprover

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 föroreningssituationen i föreliggande rapport, avsnitt 6.

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 beskrivs i bilaga 2.

En ritning med samtliga provtagningspunkter, inkluderande tidigare utförda undersökningar enligt avsnitt 11 Referenser, återfinns i bilaga 1 som figur 2.1 och för grundvattenprovtagning som figur 2.2.

Följande fältundersökningar är pågående eller planerade under mars 2019:

- Sedimentprovtagning
- Porgasmätningar
- Deponigasmätningar

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), pudretfabrik, billackering, deponering av spilloljor samt avvattning 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 detta PM är kallat Anläggningsområdet. En kort presentation om västra, östra och norra deponin framgår av avsnitt 3.2 nedan. Provtagning, riskbedömning och åtgärdsutredning i detta PM fokuserar på Anläggningsområdet.

I detta kapitel 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, och därmed avfallets utbredning och heterogenitet, saknas i dagsläget. 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.

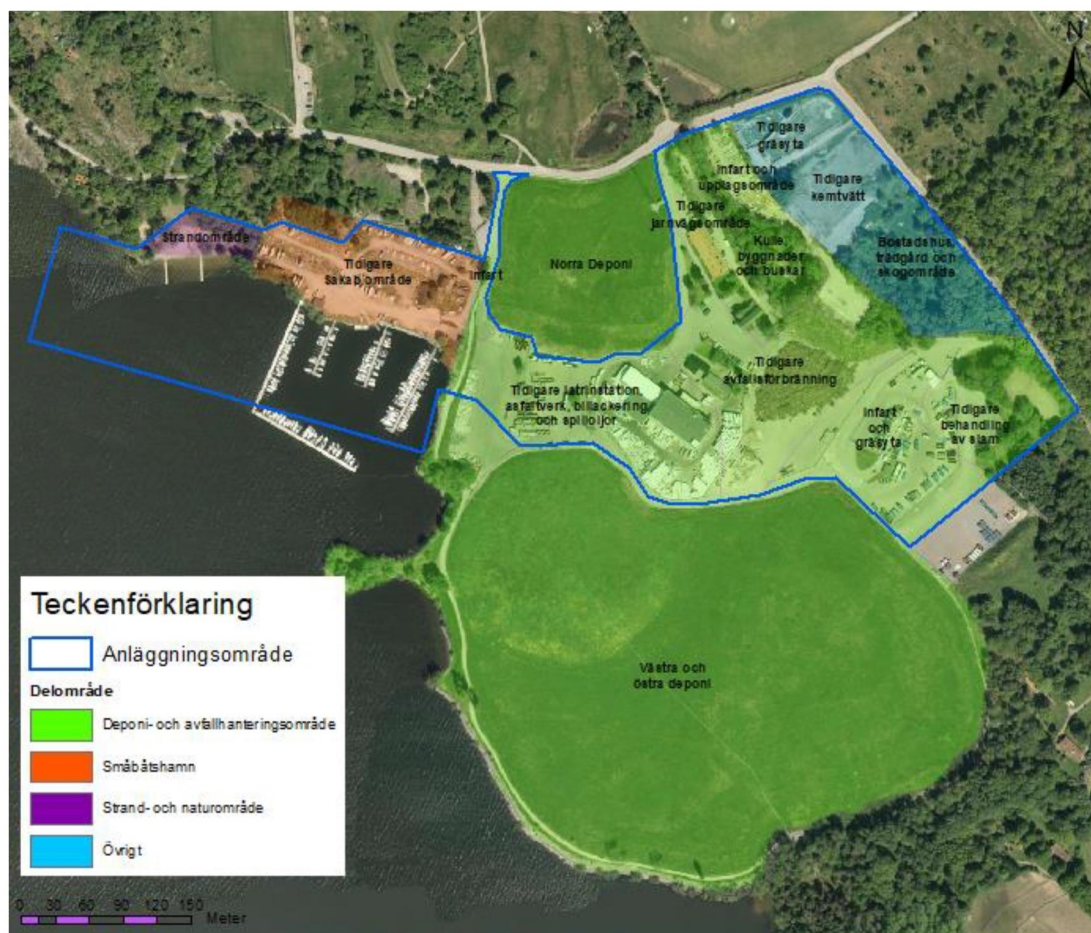
Stora delar av den i Mälaren utfyllda marken har sluttäckts enligt deponiförordningen 2001:512. Den västra tippen sluttäcktes under den senare hälften av 1990-talet. Den östra tippen sluttäcktes mellan åren 2007 och 2009 och den norra tippen mellan 2009 och 2010.

Inget deponigasningssystem 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 i Anläggningsområdet

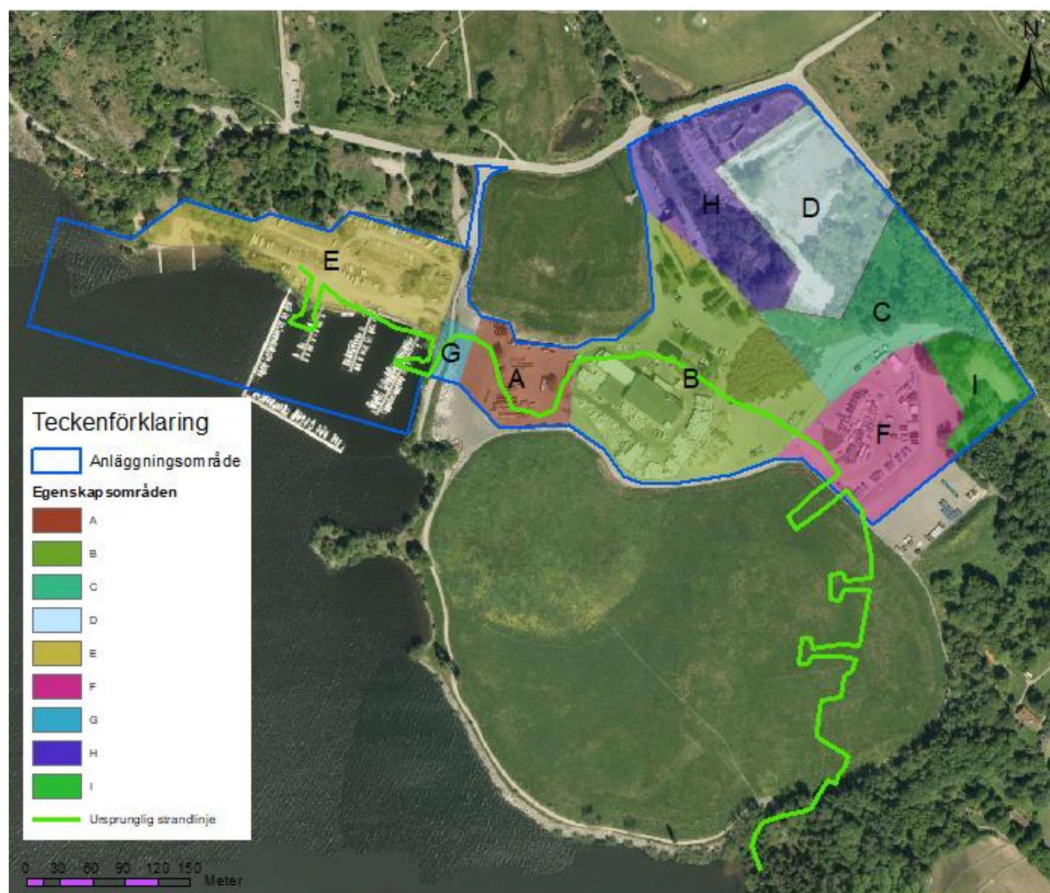
Tabell 3-1: Historisk markanvändning inom Anläggningsområdet

Områdesbeteckning	Beskrivning
Natur och strandområde	I Anläggningsområdets västraste del fanns tidigare slutet av järnvägsspåret från Stockholm. På en flygbild från 1960 finns också en mindre anläggningsplats för båtar (Figur 3.1).
Tidigare Sakab-område	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 löpte järnvägen från Stockholm.
Tidigare latrinstation, asfaltverk, billackering och deponi för spilloljor m m	Mellan Sakab-området och tidigare avfallsförbränning ligger ett område som tidigare använts för en latrinstation, asfaltverk och billackering. En annan del av området användes tidigare som deponering av spilloljor och annat slam, bl.a. galvaniseringsmedel (Fortum Värme, 2015). Eftersom ingen historisk karta som visar aktiviteternas lokalisering var tillgänglig har placering 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-område.
Tidigare avfallsförbränning	Mellan år 1907 till 1986 fanns olika avfallsförbränningsanläggningar i området. Den senaste fanns i området markerat med "Tidigare avfallsförbränning" i figur 3.1. Flygbilder påvisar att järnvägen gick in i anläggningen intill tidigare järnvägsområde, vilket ligger norr om avfallsförbränningen.
Tidigare järnvägsområde	Norr om tidigare avfallsförbränning ligger det tidigare järnvägsområdet. I området fanns järnväg och en byggnad som fortfarande står kvar. Denna användes som järnvägsverkstad (Figur 3.1).
Infart till avfallsförbränningsanläggningen	Nordöst om tidigare järnvägsområdet låg en kulle med träd och buskar samt en infart till avfallsförbränningsanläggningen.
Tidigare gräsyta	Historiska flygbilder visar att detta område var täckt med gräs.

Områdesbeteckning	Beskrivning
Tidigare kemtvätt	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 bortgrävning av förorenade massor gjordes under 2011 (Fortum Värme, 2015).
Bostadshus, trädgård och skogsområde	I detta område fanns ett bostadshus och trädgård.
Infart och gräsyta	Detta område användes tidigare infart och flygbilder visar att området var bevuxet med gräs och buskar. Markundersökningar påvisar att området också varit använt som deponi, eftersom deponimaterial påträffats.
Tidigare behandling av slam	Tidigare fanns i detta område bassänger och tankar för omhändertagande av slam från Åkeshovs reningsverk. Tidigare järnvägslinjen mellan Stockholm och Lövsta deponi gick genom detta område.

3.4 Nuvarande markanvändning

Nuvarande markanvändning redovisas i figur 3.2 och tabell 3.2 nedan.



Figur 3-2: Nuvarande markanvändning i Anläggningsområdet

Tabell 3-2: Nuvarande markanvändning inom Anläggningsområde

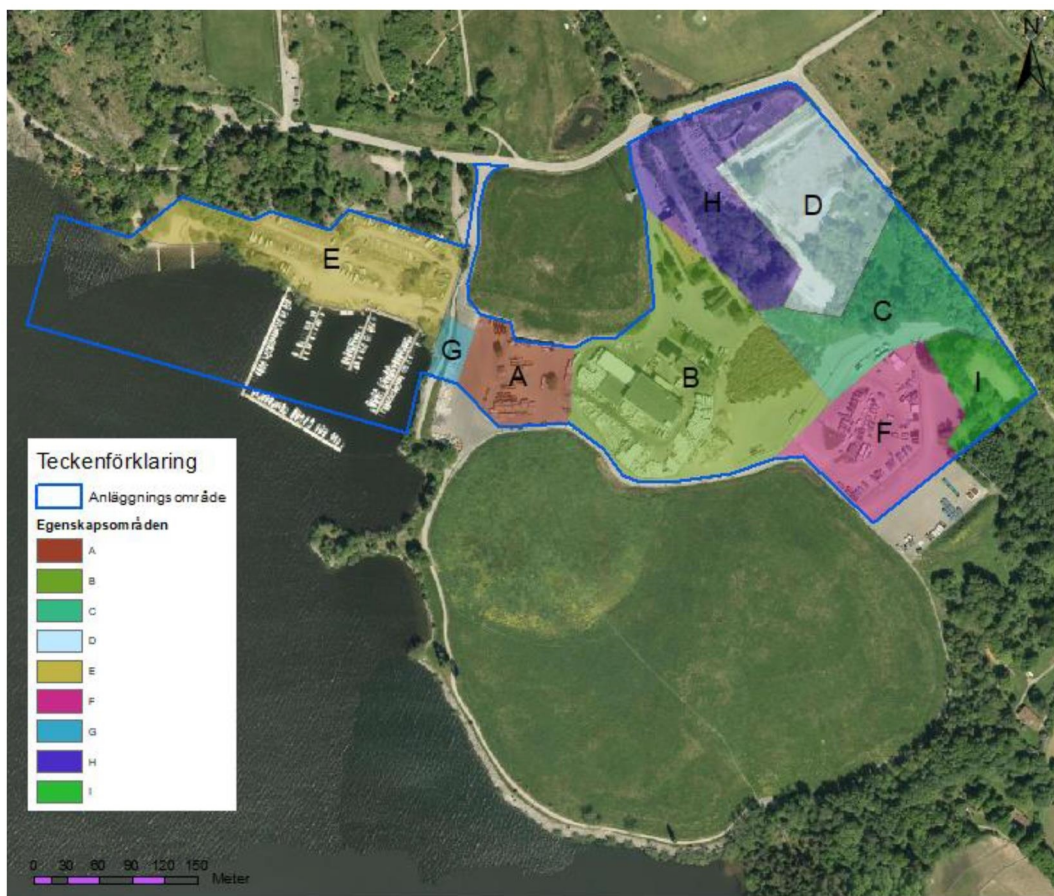
Områdesbeteckning	Beskrivning
Strandområde och Småbåtshamn	I västra delen av området ligger ett strandområde som används som badplats och småbåtshamn. Småbåtshamnen används av en båtklubb och under vintertid ställs båtar upp inom detta område.
Infart, ridstig och gångväg	Detta område används nu som infart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

Områdesbeteckning	Beskrivning
Upplagsområde	Detta område består av hårdgjord yta och används som upplagsområde.
Svensk Freonåtervinning området	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.
Återvinningsområdet	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.
Infart och tidigare järnväg	Området används som infart och är täckt med asfalt. Ett tidigare järnvägshus finns kvar. Det är oklart vad området och byggnader används till.
Upplagsområde med gräs och buskar	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.
Västerorts RC Sportklubb	Området som ligger i nordöstra delen av Anläggningsområdet används nu av Västerorts RC Sportklubb, för racing med radiostyrda bilar.
Tidigare kemtvätt	Söder om sportklubben finns en fastighet där det tidigare funnits en kemtvätt. Nu används fastigheten som upplagsområde och är delvis täckt med asfalt.
Bostadshus, trädgård och skogsområde	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.
Hästräning och skog	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 bestående av betong.

3.5 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 föroreningar 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 hela egenskapsområdet. Framtagna egenskapsområden redovisas i Tabell 3-3, och figur 3-3.



Figur 3-3: Planerade markanvändning i Anläggningsområdet

Tabell 3-3: Planerade 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. Byggnaden innehåller en källare som ligger 5 till 6 m under planerad markyta där ledningar kommer att anslutas. Markytan i egenskapsområde B kommer att höjas med ca. 3 m till +9.
F	Revisionsyta	Egenskapsområde F är planerat att bli ett 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.
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.
H	Parkering, silo	Egenskapsområde H är planerat till parkering och till silos. Marknivån kommer att sänkas till ca +13 som innebär en sänkning med ca. 0 till 1 m.
E	Energihamn	En Energihamn är planerad i egenskapsområde E där kaj, hamnkontor och parkeringsplatser är delar av den planerade Energihamnen. Det är oklart om marknivån behöver ändras.
G	Ridstig, gångväg mm	Egenskapsområde G är planerat för ridstig och gångväg för allmänheten. Det är oklart om marknivån behöver ändras.
D	Kontor, verkstad mm	Verkstad och kontorsområde är planerad i egenskapsområdet. Marknivån kommer att sänkas till ca +13 som innebär en sänkning med ca. 0 till 4 m.
I	HSP	I egenskapsområde I är en byggnad planerad till HSP och för el till anläggningen. Marknivån kommer att höjas till ca +10 som innebär en höjning med ca. 0 till 1 m.

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 bergrundsytan 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 berggrundstopografin 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 topografin. 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 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 att ge en grov uppfattning om grundvattendelarna i området kring Lövsta deponiområde.

Det lokala avrinningsområdet är ett förhållandevis litet avrinningsområde mellan Lövstafjärden och de närmsta höjdområdena till deponiområdet. Detta bedömda avrinningsområde har en area på ca 0,41 km².

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.

Ytterligare ytvatten rinner till och förbi det lokala avrinningsområdet från uppströms liggande avrinningsområden. Detta vatten rinner dock endast förbi området och bedöms därför inte att påverka den lokala vattenbalansen.



Figur 4.1. Lokalt avrinningsområde samt omgivande ytvatten.

Ytavrinningen sker både direkt som dagvatten från hårdgjorda ytor och indirekt från ovasidan 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. Mälaren är utströmningsområde och slutlig recipient för grundvattenavrinningen. Då stora delar av området är hårdgjorda, sluttäckta eller utgörs av naturligt täta jordarter utgör grundvattenavrinning endast del av totala avrinningen.

Grundvattenavrinningen i berg är 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 yttligare 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, förekommande 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). Dammarna ligger i anslutning till Hässelby Golfbana (Hässelby Golf) och tillhör Lövsta våtmark- och dammsystem. I dammsystemet ingår totalt sju dammar varav de två nedersta dammarna i systemet 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 rinner ett dike fram 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). Det anslutande diket avvattnar ett större område huvudsakligen norr om Lövsta. När vattendraget når sydöstra sidan av Östra deponin avlämnas det mot väster och följer södra sidan av deponiområdet innan den mynnar i Mälaren (se figur 4.1).

Hanteringen 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 hanteringen av vatten.

Deponierna saknar system för hantering av lakvatten då deponierna är utfyllnader i Mälaren. Deponin omges av och är genomkorsad av sprängstensvallar, vilka antas ha dränerande effekt inne i deponierna och medföra god hydraulisk kontakt med Mälaren.

4.3 Geologi

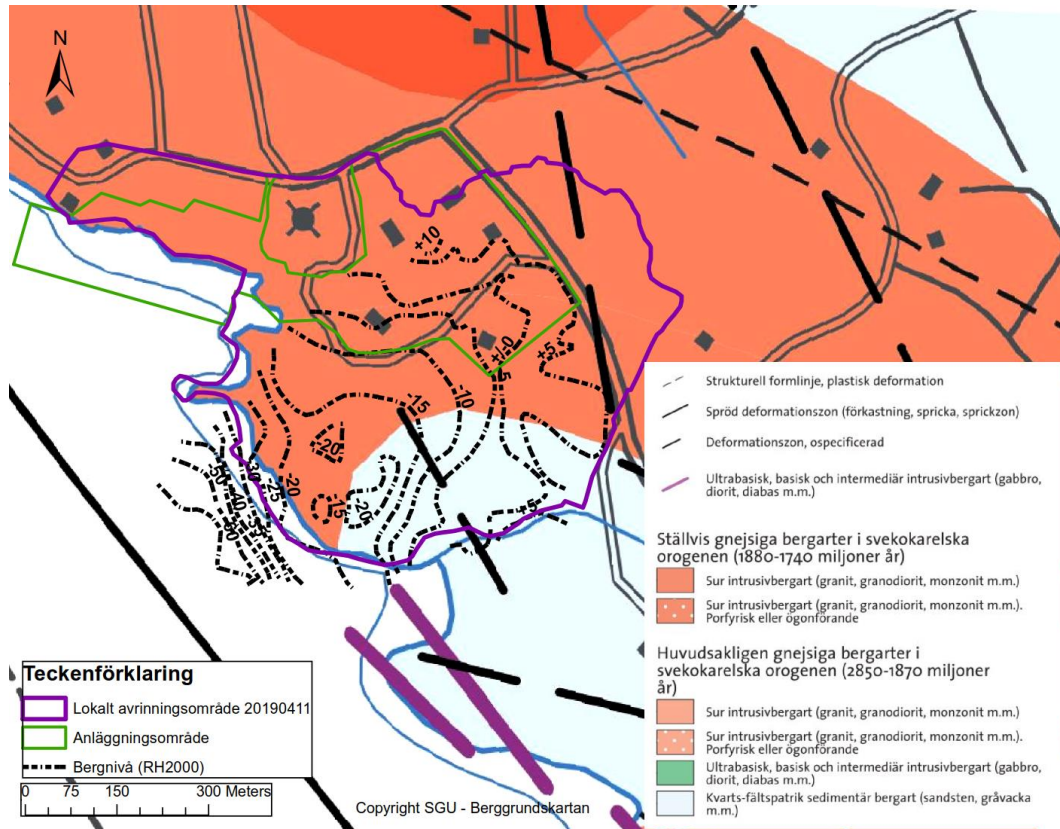
4.3.1 Berg

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. Inom landområdet där deponierna ligger har lineament indikerats vilket kan innebära spricka eller förkastning i berggrunden (SGU, 2019 och SGU, 2001) (se figur 4.2).



Figur 4.2. Berggrundsgeniet (SGU) med bergarter och sprickzoner samt kända bergnivåer baserat på undersökningar.

4.3.2 Jord

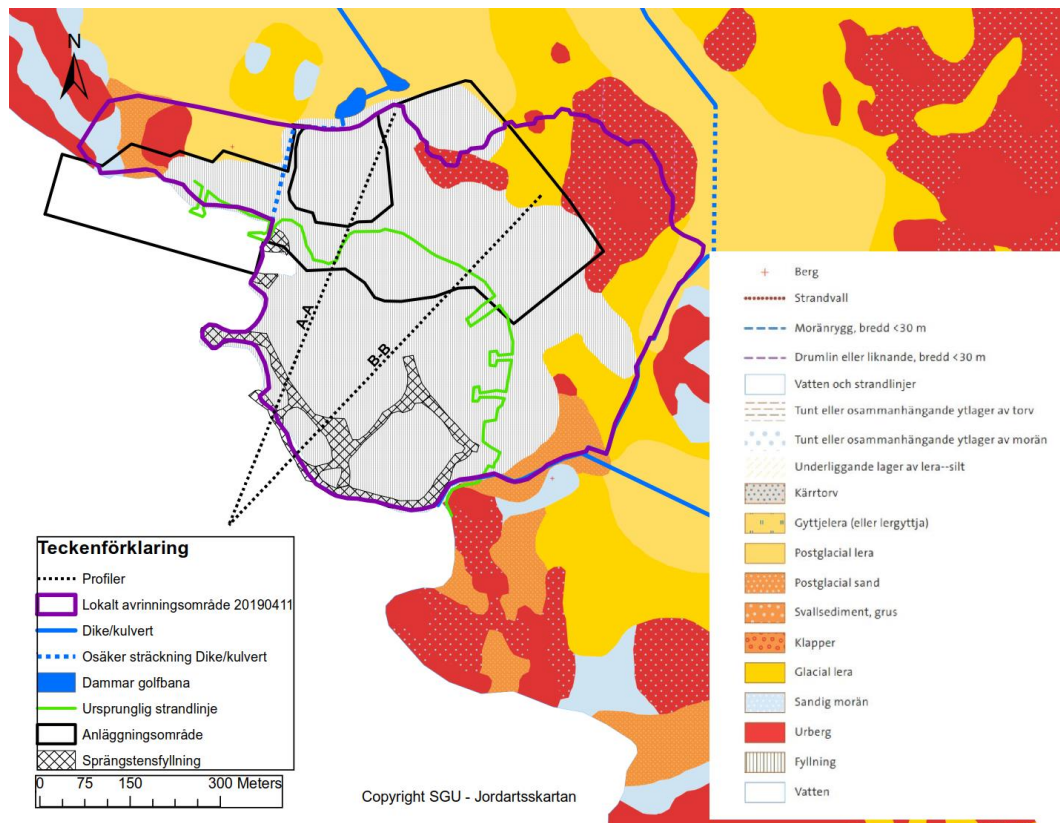
Lövsta deponiområde är till största delen en utfyllnad i Mälaren. Kring deponiområdet förekommer ett kulligt landskap där områden med berg i dagen eller tunna jordlager på berg omges av främst leror. I höjdområdena förekommer hållmarker och morän. I de lägre liggande områdena förekommer glaciala och 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. gyttjelera på morän ovan berg (figur 4.4 och 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 moräns mäktighet är, i området, någon eller några meter varför det huvudsakligen är lerans och gyttjelerans mäktighet som ökar mot sydväst. Av utförda undersökningar framgår att lagren av lera och gyttjelera 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.

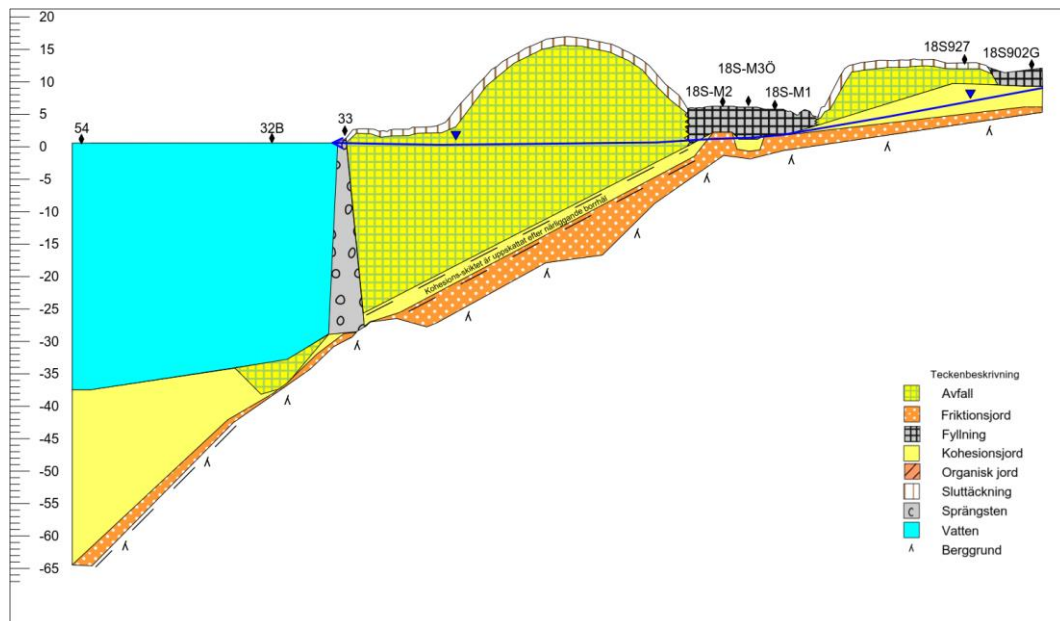
Deponiområdet utgörs i huvudsak av tre sluttäckta delar; Norra, Västra och Östra deponin, se figur 4.1. Den Östra deponin sluttäcktes mellan åren 2007 och 2009, och den Norra deponin mellan 2009 och 2010 (NCC, 2010). Dessa har sluttäckts enligt deponiförordningen 2001:512. Den Västra deponin sluttäcktes under den senare hälften av 1990-talet. Hur den 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 en mindre del av det deponerade avfallet ligger över den mättade zonen.



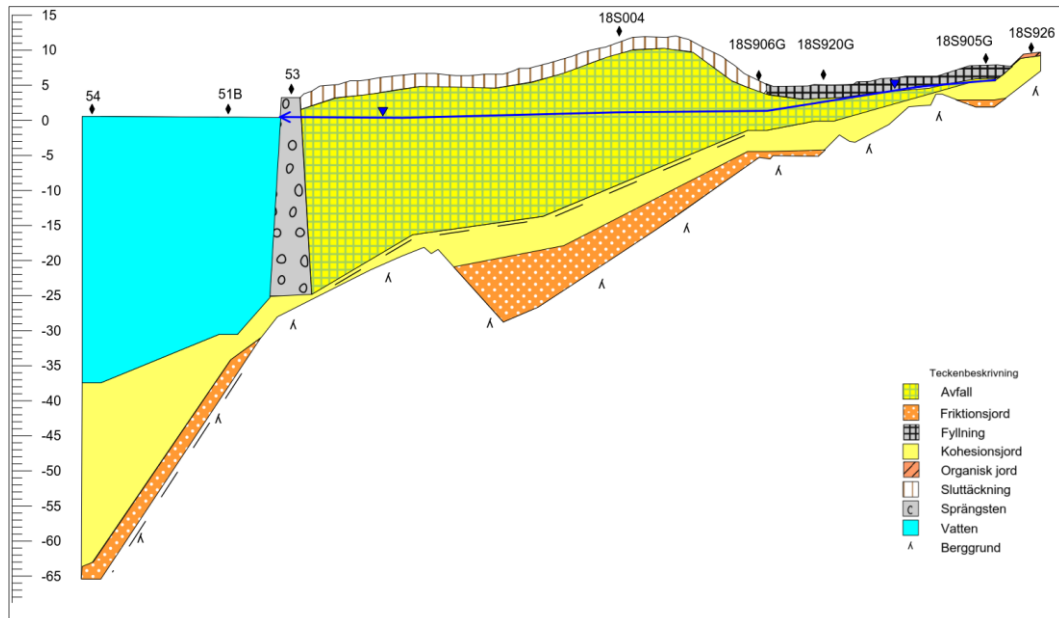
Figur 4.3. Jordartsgeologisk karta (SGU) samt lokalt avrinningsområde, ytvatten samt en tolkad utbredning av sprängstensvallar.

Deponins östra 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. Vallen 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. 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. Profilens läge framgår av Figur 4.3.

4.4 Grundvatten

4.4.1 Grundvattenbildning

Det lokala avrinningsområdet kring deponiområdet har bedömts till 0,41 km². Den totala avrinningen uppgår till 211 mm/år (SMHI - Vattenwebb, 2018), vilket ger en total avrinning på 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. 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 kommer grundvattenflödet att minska.

Grundvattenbildningen på de 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 vara 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
	(mm/år)	(m ²)	(m ²)	(l/s)	(l/s)
Berg eller tunna jordlager på berg samt morän	150	50737	39642	0,24	0,19
Lera	25	52610	35628	0,04	0,03
Sand	300	15339	13554	0,15	0,13
Fyllning	200	61710	14385	0,39	0,09
Hårdgjorda ytor	100	79059	48578	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
TOTALT		414892	414892	1,32	1,01

Till jordlagren inom deponiområdet sker även en viss grundvattenbildning 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).

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 utförda 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
Maximalt värde	$2 \cdot 10^{-4}$	Representerar främst fyllning-/avfallsmassor (sand och grus förekommer i lagerföljden).
Medianvärde	$6 \cdot 10^{-6}$	Representerar främst fyllning-/avfallsmassor.
Minimalt värde	$8 \cdot 10^{-8}$	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).

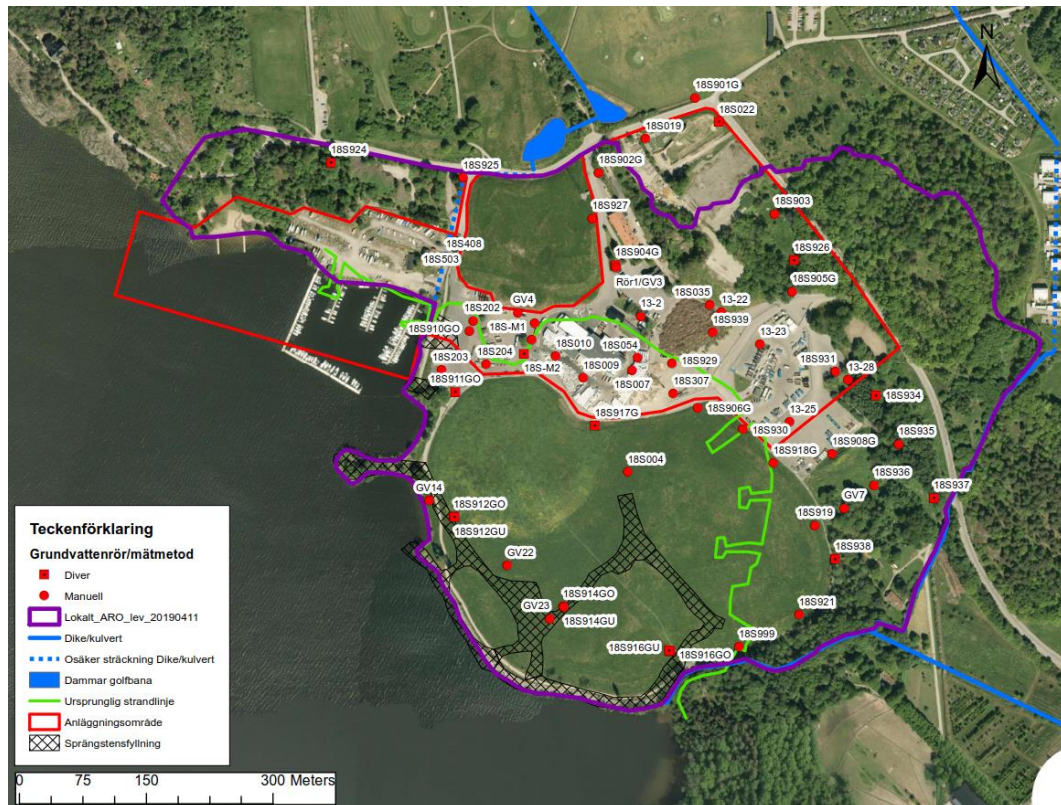
Tabell 4.3. Resultat av utförda siktanalyser, beräknade värden på hydraulisk konduktivitet, K (m/s).

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 sprängstenvallar. 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

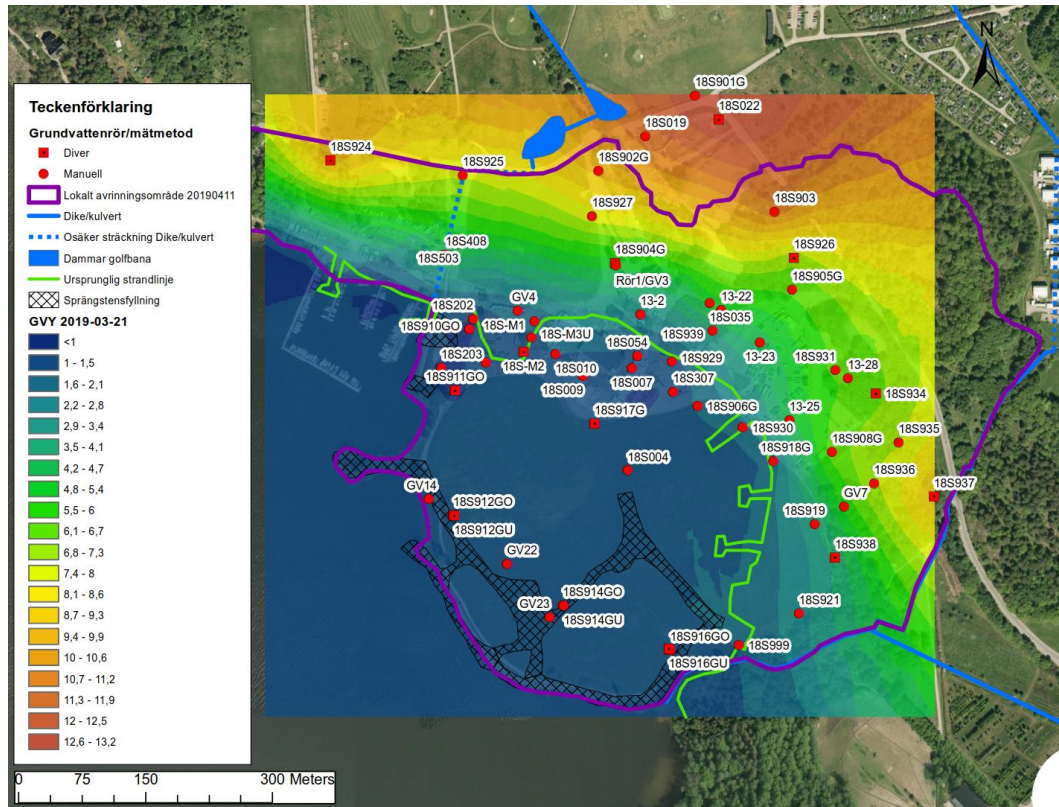
Grundvattennivåer har mätts vid olika tillfällen i totalt 61 olika grundvattenrör inom och i anslutning till deponiområdet. Mätningar med automatiska grundvattennivåmätare (dataloggers) finns i 13 olika grundvattenrör. I figur 4.6 redovisas grundvattenrörrens läge. Utförda hydrogeologiska fältarbeten redovisas närmare i bilaga 2a.



Figur 4.6. Grundvattenrör inom och i anslutning till Lövsta deponiområde.

I figur 4.7 redovisas en beräknad grundvattenyta baserat på manuella lodningar utförda i 61 grundvattenrör under en och samma dag, 2019-03-21.

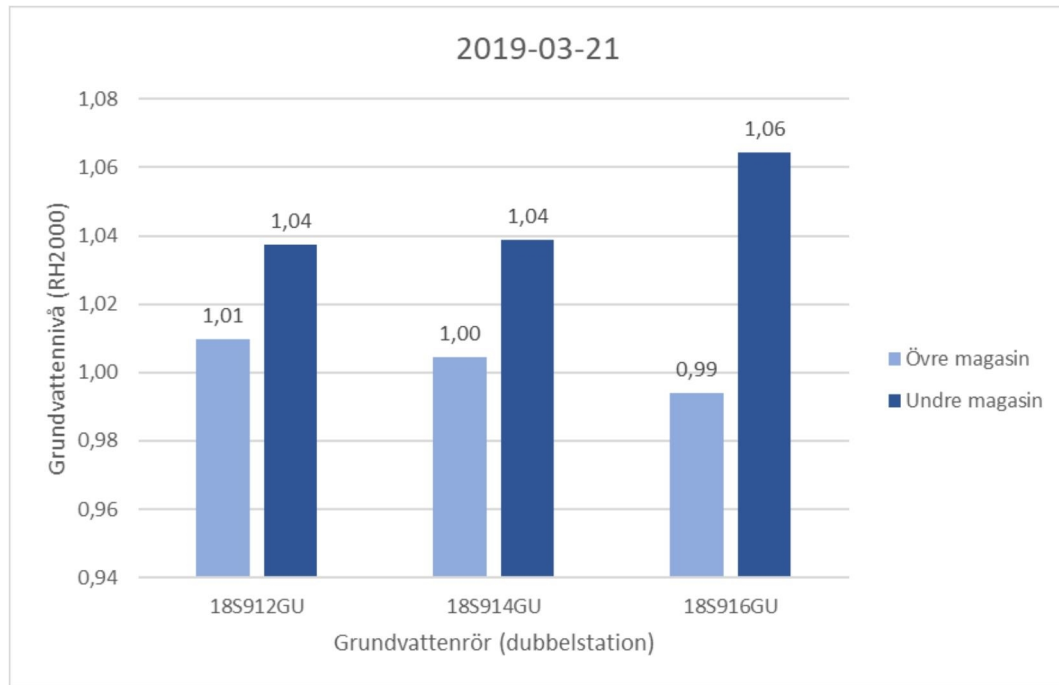
De uppmätta grundvattennivåerna är observationer gjorda i ett antal olika typer av geologiska enheter. Figur 4.7 ger därför en grov och sammantagen bild av grundvattenytan i området. Tryckskillnaderna mellan de olika geologiska enheterna är dock små och figur 4.7 ger därför ändå en god bild av de generella grundvattennivåerna i området.



Figur 4.7. Beräknad grundvattenyta baserat på manuella mätningar i 61 grundvattenrör 2019-03-21.

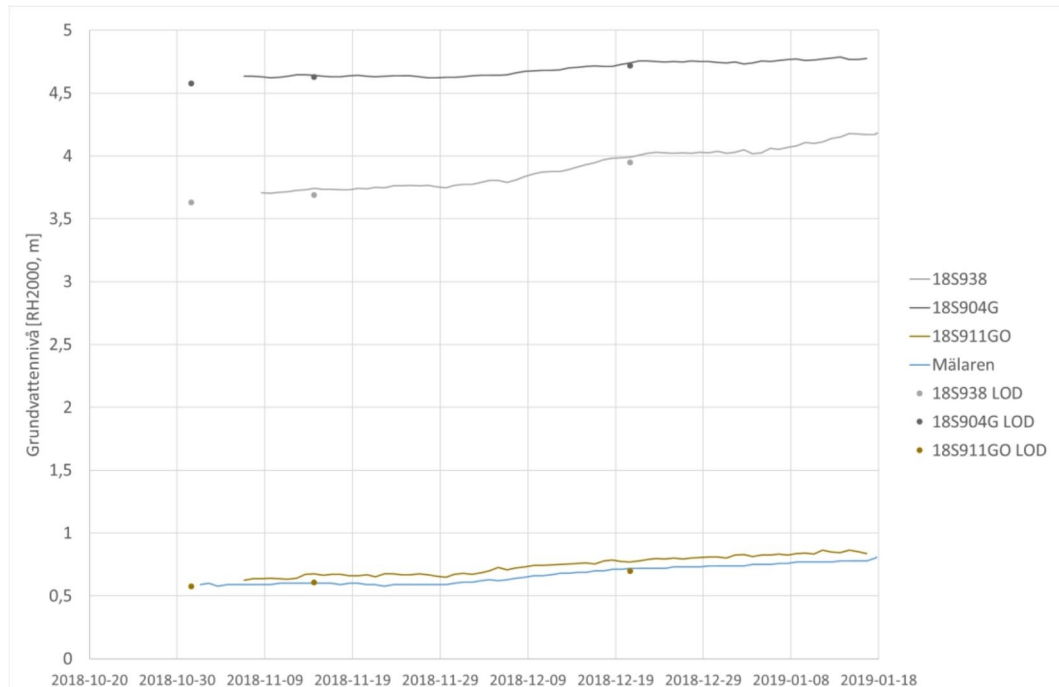
Den beräknade grundvattenytan visar tydligt att grundvattennivåerna i den utfyllda delen av deponiområdet korrelerar till Mälarens nivå. Denna effekt förstärks av låg grundvattenbildning i sluttäckta och hårdgjorda områden, genomsläppligt fyllnings- och avfallsmaterial samt att mycket högkonduktiva sprängstensvallar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

I områdena som ligger över den ursprungliga strandlinjen styrs grundvatten-nivåerna framförallt av markytans topografi, grundvattenbildningen och jordlagrens genomsläpplighet. Detta medför att den beräknade grundvattenytan i figur 4.7 relativt väl återspeglar formen på den numera utfyllda viken i sjön. Grundvattnets flödesriktning är därför huvudsakligen från landområdena mot Mälaren. Lokalt kring deponiområdet strömmar grundvattnet från höjdområdena och ut mot den ursprungliga strandlinjen. Grundvattenytans lutning i området ovanför denna strandlinje är större än i den utfyllda delen. Gradienten är omkring 2-3 %.



Figur 4.8. Uppmätta grundvattennivåer i djupa och grunda observationsrör.

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 2019-03-21 och resultatet har bekräftats av mätningar vid 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, uppmätta vattennivåer i ett urval av grundvattenrör samt Mälarens nivå.

Figur 4.9 bekräftar bilden av att Mälarens vattenstånd styr grundvattennivåerna i den utfyllda delen av deponiområdet. Uppmätta nivåer i röret 18S911GO följer tydligt Mälarens nivå och ligger på ungefär samma nivå. Uppmätta nivåer i 18S938 och 18S904G ligger betydligt högre, ca 3 m eller mer.

När Mälarens vattenstånd höjs eller sänks så påverkas grundvattennivåerna inne i den utfyllda delen av deponiområdet hydrauliskt genom att också höjas eller sänkas. Nivåförändringen inne i deponin motsvarar en viss volym 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 sprängstensvallarna längs strandlinjen, vilka sträcker sig långt in i deponin. Sprängstensvallarna antas här att snarast verka som en del av Mälaren och att 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. bl.a. 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 sprängstensvallarna och Mälaren.

4.5 Sammanfattande hydrogeologisk tolkning

Det lokala avrinningsområdet kring Lövsta deponiområde definieras av lokala bergs- och moränhöjder. Arean uppgår till 0,41 km². Den totala avrinningen är i genomsnitt 211 mm/år (SMHI, 2019) och utgörs av både yt- och grundvatten-avrinning. 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. Avfallsmassorna är mycket heterogena och uppvisar lokalt stor variation i genomsläpplighet. Generellt är dock genomsläppligheten hög. 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 1,3 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 topografen. 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 ytligare 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 förekommer 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 sprängstensvallarna samt Mälaren.

5 Föroreningssituation

5.1 Resultat av tidigare undersökningar

Ett antal miljötekniska undersökningar har utförts inom projektområdet.

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 detta 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 baserad på Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten.

I en undersökning från 2014 beskrivs att tungmetaller utgör den största 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).

Jord- och grundvattenprovtagning i föreliggande undersökning konfirmerade att området är starkt förorenat. Resultat av föroreningshalter i jord och grundvatten presenteras i Figur 5.1 till 5.32 (Bilaga 1).

5.2 Föroreningar av potentiell betydelse

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 grundvatten 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 211 jordprov från 91 punkter inom området analyserats på laboratorium.

För att sortera ut de ämnen som skulle kunna innebära en risk för hälsa och miljö, har det högsta uppmätta värdet av respektive ämne i jord från området jämförts med Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) (Naturvårdsverket 2009b och 2016). De ämnen som inte förekommer i halter över KM har uteslutits från vidare bedömning. Inte heller har ämnen, för vilka det inte finns något generellt riktvärde, beaktats i riskbedömningen. 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 dioxiner som anges i ng/kg TS.

Ämne	Maximal halt	Antal analyser	Antal analyser över eller lika med KM	KM
Antimon	240	35	14	12
Arsenik	100	132	57	10

Barium	4 400	123	68	200
Bly	19 000	136	101	50
Kadmium	47	132	66	0,8
Kobolt	34	128	26	15
Koppar	14 000	133	88	80
Krom	1 700	132	17	80
Kvicksilver	62	132	66	0,25
Molybden	42	35	1	40
Nickel	2 40	132	42	40
Vanadin	110	123	1	100
Zink	13 000	136	84	250
Alifater >C8-C10	220	122	2	25
Alifater >C10-C12	2 900	122	7	100
Alifater >C12-C16	2 600	122	9	100
Alifater >C5-C16	5 600	122	9	100
Alifater >C16-C35	10 000	122	23	100
Aromater >C8-C10	1 600	122	6	10
Aromater >C10-C16	670	116	13	3
Aromater >C16-C35	120	116	3	10
Bensen	7,4	152	8	0,012
Etylbensen	140	152	5	10
Toluen	520	152	6	10
Xylener	750	123	3	10
Summa PAH-L	380	120	7	3
Summa PAH-M	490	120	24	3,5
Summa PAH-H	100	120	49	1
PCB 7 summa	50	46	31	0,008
Trikloret	250	56	3	0,2
Tetrakloret	130	57	3	0,4
Summa klorfenoler	120	24	2	0,5
Mono- och diklorbensener	24	51	9	1
Summa fenoler och kresoler	4,9	10	1	1,5
Dioxiner WHO-TEQ lowerbound	450*	11	7	20*

Dioxiner WHO-TEQ upperbound	450*	11	7	20*
DDT/DDD/DDE	33	24	2	0,1

*ng/kg TS

5.3 Riktvärden

I följande föroreningsbeskrivning används platsspecifika riktvärden som beräknas i kapitel 7 till riktvärden för jord.

Generella svenska riktvärden för föroreningar i grundvatten har tagits fram av SGU för några få kolväten och grundämnen (SGU, 2013a). I detta PM används i övrigt de rikt- och jämförelsevärden som närmast bedömts motsvara rådande förhållanden inom det undersökta området.

För petroleumrelaterade föroreningar i grundvatten har i första hand SGUs föreskrift om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering av grundvatten använts (SGU, 2013a).

I övrigt har jämförelser gjorts med Svenska Petroleum Institutets (SPI) branschrekommendationer. Riktvärden har tagits fram för ämnen i grundvatten vid bensinstationer baserat på fem olika exponeringsvägar; dricksvatten, ångor i byggnader, bevattning samt miljörisker vid utströmning i ytvatten eller våtmarker (SPI, 2011). De exponeringsvägar som bedöms vara aktuella i detta fall är ångor i byggnader, med hänsyn till människor som vistas i befintliga och kommande byggnader inom undersökningsområdet, samt miljörisker i ytvatten med hänsyn till närheten till Östersjön.

För metaller i grundvatten har riktvärdena i SGUs föreskrift enligt ovan använts i första hand. I andra hand har SGUs bedömningsgrunder för grundvatten använts (SGU, 2013b).

I SGUs bedömningsgrunder delas halterna in i fem olika tillståndsklasser, från *mycket låga* till *mycket höga*. Bedömningsgrunderna har anpassats till Livsmedelsverkets gränsvärden respektive Socialstyrelsens riktvärden för dricksvatten och dessa gräns- och riktvärden är satta utifrån vattnets användbarhet som dricksvatten. Klasserna har även anpassats till de nationella riktvärdena för grundvatten som tillämpas inom vattenförvaltning liksom till nivåer för att vända trender.

För ämnen där svenska riktvärden och bedömningsgrunder saknas har jämförelser gjorts med holländska åtgärdsvärden (*intervention values*). Dessa motsvarar en nivå där människor, växter eller djur kan anses som allvarligt påverkade eller hotade (VROM, 2009).

Preliminära riktvärden för PFOS i grundvatten, för skydd av ytvatten är 0,23 µg/l (Naturvårdsverket, 2019). Eftersom Mälaren är den enda riskobjekt för spridning av PFOS med grundvatten används denna riktvärden.

Svenska riktvärden saknas för dioxinhalter i grundvatten och därför har holländska riktvärden (RIVM) och SRC human (Serious Risk Concentrations for humans) använd

som riktvärden för dioxin. Enligt RIVM är SRC human för dioxin i grundvatten 0,013 ng/l (VROM, 2009).

5.4 Egenskapsområde A och G

Egenskapsområde A innefattar nuvarande och tidigare verksamhetsområde samt en del av det tidigare järnvägsområdet (Figur 3.1). De yttigast belägna massorna inom det nuvarande och tidigare verksamhetsområdet består av fyllning och avfall av olika mäktighet. Den ursprungliga strandlinjen låg även i området.

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

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 kartförfrågningar hos Stockholms stad gav inget resultat. I en tidigare rapport (Fortum Värme, 2015) anges att 10 000 ton oljeförorenad jord från den tidigare spilloljedeponen schaktsanerats.

Den tidigare järnvägslinjen mellan Stockholm och Lövsta deponier gick genom området.

I Tabell 5-2 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 såsom arsenik, barium, bly, koppar, nickel och zink samt PAH-H som är de föroreningar som är av potentiell betydelse i egenskapsområde A.

Tabell 5-2: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde A. Djup anges som meter under befintlig markyta. N är antal analyser. ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserade på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns.

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Arsenik	2	2	3,2	100	52	-
0-1	Barium	1	1	380	380	380	-
0-1	Bly	2	2	300	2 100	1 200	-
0-1	Koppar	2	2	300	10 000	5 300	-
0-1	Nickel	2	2	24	300	160	-
0-1	Zink	2	2	430	5 900	3 200	-
0-1	PAH-H	1	1	0,11	0,11	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

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
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	0,19	1,5	0,64	1,2
>2	Arsenik	7	7	3,3	56	22	37
>2	Barium	7	7	100	3 900	1 200	5 700
>2	Bly	7	7	120	5 500	1 600	8 100
>2	Koppar	7	7	65	7 400	2 200	4 200
>2	Nickel	7	7	13	150	71	110
>2	Zink	7	7	190	6 300	2 000	3 700
>2	PAH-H	7	4	0,086	22	4,1	10

5.5 Egenskapsområde B

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

Den översta delen av området består av fyllning och avfall av olika mäktighet till ca 6m under markytan. Den ursprungliga strandlinjen ligger i området (Figur 3.3).

I Tabell 5-3 redovisas statistik avseende föroreningskoncentrationer i tidigare och föreliggande undersökning av jordprover på olika djup. Tabellen redovisar statistik av ämnen med halter som är över platsspecifika riktvärden i minst ett prov på angivet djup. Resultaten visar att det är tungmetaller som arsenik, bly, koppar, kvicksilver och zink samt PCB som utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde B.

Uppmätta halter av aromater och alifater är inte bedömda som föroreningar av potentiell betydelse, däremot har en fri fas av olja påträffats i borrhål 18S009. Detta borrhål ligger i ett område som tidigare använts för deponering av spillolja. Borrhålet ligger nära Svensk Freonåtervinnings byggnad, men inga borrhål har utförts under byggnaden. Det är därför möjligt att fri fas av olja kan förekomma under byggnaden.

Tabell 5-3: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde B. Djup anges som meter under befintlig markyta. N är antal analyser. ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserat på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns.

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Arsenik	12	11	2,6	68	20	38

0-1	Bly	12	12	62	10 000	2 500	6 400
0-1	Koppar	11	11	26	9 000	2 000	7 100
0-1	Kvicksilver	12	7	0,24	8,7	1,3	5,4
0-1	Zink	13	13	65	6 000	1 900	2 800
0-1	PCB summa	4	3	0,0081	0,66	0,17	0,58
0-1	Toluen	12	0	-	-	-	-
0-1	Xylen	12	1	-	-	-	-
0-1	PAH-M	11	6	0,24	83	8,2	86
0-1	Triklören	4	1	-	-	-	-
0-1	Tetraklören	4	1	-	-	-	-
1-2	Arsenik	13	12	1,8	77	24	36
1-2	Bly	14	14	21	8 100	1 700	3 900
1-2	Koppar	14	14	17	6 700	1 400	3 600
1-2	Kvicksilver	13	9	0,02	5,8	1,3	2,2
1-2	Zink	14	14	60	7 500	1 900	2 900
1-2	PCB summa	5	3	0,032	21	4,6	14
1-2	Toluen	13	2	0,18	520	40	-
1-2	Xylen	12	2	0,045	750	63	-
1-2	PAH-M	12	8	0,39	490	43	460
1-2	Triklören	5	3	0,055	250	50	170
1-2	Tetraklören	5	3	0,0052	130	25	84
>2	Arsenik	20	19	1	100	35	46
>2	Bly	21	21	29	19 000	3 600	6 200
>2	Koppar	20	20	42	9 800	2 500	3 400
>2	Kvicksilver	20	13	0,075	10	2,2	4,4
>2	Zink	21	21	95	6 400	2 700	3 300
>2	PCB summa	12	6	0,012	50	8,3	110
>2	Toluen	20	3	0,15	68	3,5	10,5
>2	Xylen	19	5	0,023	110	5,9	68
>2	PAH-M	19	15	0,094	230	17	86
>2	Triklören	10	5	0,0086	5,3	0,57	6,3
>2	Tetraklören	10	3	0,0026	5	0,51	1,5

5.6 Egenskapsområde C

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

Borrningar har visat att jorden i trädgården består av naturligt material som morän och lera. Jorden under asfalt inom nuvarande återvinningscentral består av fyllnadsmaterial och avfall, naturligt friktions jord återfinns under fyllning.

Föroreningshalter i trädgården vid bostadshuset är lägre än de platsspecifika riktvärdena.

Provpunkt 18S905 och provpunkt 13-30 (Geosigma, 2014) som togs från en del av området som ligger nära sydgränsen av trädgården har högre halter av bly, koppar, kvicksilver, kadmium och zink jämfört med den norra delen med bostad och trädgård. Dessa två provpunkter ligger nära tidigare avfallhanteringsområde (Figur 2.1).

Tabell 5-4 redovisar statistik avseende föroreningskoncentrationer som påträffats i tidigare och föreliggande undersökning för jordprover på olika djup. Tabellen redovisar statistik av ämnen med halter som är över platsspecifika riktvärden i minst ett prov i detta djup. Resultatet påvisar att bly och zink utgör föroreningar av potentiella betydelse i egenskapsområde C.

Tabell 5-4: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde C. Djup är meter under befintlig markyta. N är antal analyser. ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserat på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns.

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Bly	5	5	100	1 000	310	1 100
0-1	Zink	5	5	140	1 300	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

5.7 Egenskapsområde D

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

Borrningar i området visar att jorden i det tidigare kemtvättområdet och infarten består av fyllning och naturlig moränlera, samt att jorden i trädgården består av naturlig moränlera.

Marksanering vid Lövstatvätten, den tidigare kemtvätten, genomfördes i samband med att 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. Inga halter av föroreningar över riktvärdena för MKM påträffades i de jordprover som analyserades (Geosigma, 2014).

Inga prover togs ut vid föreliggande undersökning inom det tidigare kemptvättområdet.

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

Ingen provtagning gjordes inom egenskapsområde D vid föreliggande undersökning.

Tabell 5-5 redovisas statistik avseende föroreningskoncentrationer ifrån tidigare och föreliggande undersökning av jordprover på olika djup. Tabellen redovisar statistik av ämnen med halter som är över platsspecifika riktvärden i minst ett prov för detta djup. Resultatet visar att kvicksilver är den enda föroreningen av potentiella betydelse i egenskapsområde D.

Tabell 5-5: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde D. Djup är meter under befintlig markyta. N är antal analyser. ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserat på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns.

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Kvicksilver	6	4	0,019	0,76	0,24	0,5
1-2	Kvicksilver	3	2	0,011	0,35	0,13	-
>2	Kvicksilver	1	0	0	0	-	-

5.8 Egenskapsområde E

Egenskapsområde E består av strand- och naturområde samt småbåtshamnen. Marken inom strand- och naturområdena består av sandigt och stenigt material. Inga tidigare provresultat i strand- och naturområde är tillgängliga. Fyra jordprover togs i strandområdet och resultaten visar inga föroreningshalter över Naturvårdsverkets riktvärden för KM.

Jorden i småbåtshamn består av fyllning och moränlera.

Data från analys av jord-, grundvatten- och porgasprover 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.

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 (Sweco Viak, 2002).

Tabell 5-6 redovisar statistik avseende föroreningskoncentrationer som påträffats i föreliggande undersökning för jordprover på olika djup. Tabellen redovisar statistik av

ämnen med halter som är över platsspecifika riktvärden i minst ett prov i detta djup. Resultatet påvisar att bly, bensen, xylen, Alifater >C8-C10 och summa PCB utgör föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde E.

Figur 5.33 till figur 5.37 (Bilaga 1) redovisa föroreningshalter på kartan i egenskapsområde E.

Tabell 5-6: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde E. Djup är meter under befintlig markyta. N är antal analyser. ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserat på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Bly	8	8	15	1100	220	1600
0-1	Bensen	8	3	0,011	0,033	0,0099	0,071
0-1	Xylen	8	3	0,04	1800	230	710
0-1	Alifater >C8-C10	8	2	10	300	40	-
0-1	Summa PCB	7	5	0,012	0,34	0,12	0,22
1-2	Bly	5	5	5	120	46	90
1-2	Bensen	5	2	0,012	0,018	0,009	-
1-2	Xylen	5	1	2,1	2,1	0,43	-
1-2	Alifater >C8-C10	5	1	47	47	11	-
1-2	Summa PCB	1	0	-	-	0,0035	-
2	Bly	4	4	12	120	42	120
2	Bensen	4	2	0,013	0,663	0,17	-
2	Xylen	4	3	0,028	0,69	0,35	0,83
2	Alifater >C8-C10	4	1	152	152	40	-
2	Summa PCB	0	0	-	-	-	-

5.9 Egenskapsområde F

Egenskapsområde F täcker delvis den sydöstra delen av kommunens återvinningscentral. Området är asfalterat. I hela området påträffades fyllningsmaterial i översta 1 till 2 m under markytan. Fyllningen består av grusig sand och har inslag av glas, järnskrot, tegel, porslin, sten och aska. Under fyllningen återfinns lera, siltig lera och berg. I en del av området är dagvattendammar planerade. Området gränsar till östra deponiområdet.

38 (106)

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

Tabell 5-7 redovisas statistik avseende föroreningskoncentrationer från tidigare och föreliggande undersökning av jordprover på olika djup. Tabellen redovisar statistik av 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.

I två borrhål som ligger precis söder om dagvattendammarna (18S930 och 18S918; Figur 2.1), strax utanför området, återfinns fyllning och avfall ner till 8 m under markytan.

Tabell 5-7: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde F. Djup är meter under befintlig markyta. N är antal analyser. ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserat på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns.

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Barium	2	2	23	130	76	-
0-1	Bly	3	3	17	270	100	-
0-1	Koppar	3	3	18	280	120	-
0-1	Kvicksilver	2	1	-	-	-	-
0-1	Zink	3	3	68	320	160	-
0-1	Alifater >C16-C35	3	1	0	0	0	-
0-1	Summa PCB	2	1	0,012	0,012	0,087	-
0-1	PAH-H	2	0	-	-	-	-
1-2	Barium	4	4	130	1 000	550	1 000
1-2	Bly	4	4	130	1 700	1 000	1 800
1-2	Koppar	4	4	220	2 000	1 000	1 900
1-2	Kvicksilver	4	2	15	29	11	-
1-2	Zink	4	4	270	1 900	1 300	2 200
1-2	Alifater >C16-C35	4	4	20	77	39	70
1-2	Summa PCB	1	1	0	0	0	-
1-2	PAH-H	4	3	2,2	7,1	3,2	6,8
>2	Barium	11	11	86	1 000	480	650
>2	Bly	11	11	38	2 600	910	1 300
>2	Koppar	11	11	38	2 600	2 400	6 600

>2	Kviksilver	11	8	1,9	62	9,5	44
>2	Zink	11	11	97	6 200	2 000	3 000
>2	Alifater >C16-C35	10	9	14	1 600	420	1 100
>2	Summa PCB	6	4	0,022	4,2	1	2,6
>2	PAH-H	11	10	0,44	18	7,3	11

5.10 Egenskapsområde G

Egenskaps område G kommer att användas till ridstig eller gångväg som är tillgängliga för allmänheten. Borrundersökningar och historisk information visar att jorden i området består av fyllning och sprängsten.

Egenskapsområde G är litet jämfört med område A och både område G och A har samma historiska markanvändning. Ett prov togs i egenskapsområde G och halterna av zink, koppar, bly och barium är lägre i det prov från 18S201, som ligger inom G, än vad som uppmätts i A. Då föroreningsituationen är heterogen, bedöms föroreningsituationen inom de båda egenskapsområdena vara lika.

5.11 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.

Jord- och grundvattenprov som togs ut vid föreliggande undersökning redovisas i bilaga 2a. I ett jordprov som togs mellan 0 och 1 m under markytan i provpunkterna S18019 påvisades halter av barium och zink över riktvärdena för MKM. I övriga analyserade prov uppmättes inga halter över riktvärdena för MKM.

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.

Tabell 5-8: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde H. Djup avser meter under befintlig markyta. N är antal analyser. ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserat på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Arsenik	9	8	3,1	61	14	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	1,3	3,6	1,4	2,2

40 (106)

0-1	Koppar	9	9	19	950	340	550
0-1	Zink	9	9	73	2 100	840	1 300
1-2	Arsenik	2	2	2,9	73	38	-
1-2	Barium	2	2	69	2 600	1 300	-
1-2	Bly	2	2	23	9 000	4 500	-
				0,15	47	24	-
1-2	Kadmium	2	2				-
1-2	Koppar	2	2	29	510	270	-
1-2	Zink	2	2	93	13 000	6 600	-
>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	150
>2	Kadmium	6	4	0,18	0,47	0,24	0,40
>2	Koppar	6	6	8,5	140	65	110
>2	Zink	6	6	21	330	160	270

5.12 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 av olika tjocklek. Moränlera återfinns under fyllningen.

Tabell 5-9: Halter av föroreningar av potentiell betydelse i egenskapsområde I. Djup är meter under befintlig markyta. N är antal analyser. ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserade på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns

Djup (m u my)	Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
0-1	Barium	3	3	120	670	400	860
0-1	Bly	3	3	120	2 900	1 500	3 900
0-1	Koppar	3	3	92	1 600	870	2 100
0-1	Kviksilver	3	3	0,57	9,5	3,7	12
0-1	Zink	3	3	260	1 600	900	2 000
1-2	Barium	4	4	78	1 100	440	1 000
1-2	Bly	4	4	25	1 300	500	1 200
1-2	Koppar	4	4	32	940	400	920
1-2	Kviksilver	4	2	5,8	17	6	55
1-2	Zink	4	4	98	1 600	750	1 700
>2	Barium	1	1	29	29	29	-

41 (106)

>2	Bly	1	1	10	10	10	-
>2	Koppar	1	1	14	14	14	-
>2	Kvicksilver	1	1	0,058	0,058	0,058	-
>2	Zink	1	1	38	38	38	-

5.13 Föroreningar i grundvatten

5.13.1 Grundvattenkvalitet i Anläggningsområdet

I en tidigare rapport (Geosigma, 2014) redovisas data från grundvattenprovtagning i Anläggningsområdet. Denna undersökning visar att både arsenik och nickel påträffas i halter över Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten i grundvattnet som återspeglas i höga halter i jord.

I samma tidigare rapport (Geosigma, 2014) redovisas generellt låga föroreningshalter av organiska ämnen i grundvattnet. Geosigma använde Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten för riskbedömning av grundvattenkvaliteten. De flesta halterna bedömdes som "mindre allvarligt" och en del ligger över "måttligt allvarligt" (enligt Livsmedelsverket). Inga halter ligger över "allvarligt".

Tabell 5-10 redovisas statistik avseende halter av utvalda föroreningar som påträffats i tidigare och föreliggande undersökning av grundvattenprover. Halter av utvalda föroreningsämnen i grundvatten redovisas också i Figur 5.17 till 5.32.

Tabell 5-10: Halter av utvalda föroreningar i grundvatten inom Anläggningsområdet (utan Energihamn). N är antal analyser ND är antal analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns. Minimum, maximum, medelvärde och median är beräknade baserade på analysresultat över laboratoriets rapporteringsgräns.

Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
alifater >C10-C12	33	4	13	120	14	24
alifater >C12-C16	33	6	15	320	27	48
alifater >C12-C35	18	3	120	930	90	210
alifater >C16-C35	33	13	11	1600	120	320
alifater >C5-C12	18	3	100	160	33	63
alifater >C5-C16	15	3	28	460	51	120
alifater >C5-C8	33	2	62	160	14	45
alifater >C8-C10	33	1	-	-	-	-
aromater >C10-C16	33	8	0,057	64	5,7	12
aromater >C16-C35	33	4	5,3	20	3,0	3,8
aromater >C8-C10	33	5	0,06	16	12	3,4
PAH_H	38	14	0,036	89	4,0	16

PAH_L	38	21	0,022	19	2,1	4
PAH_M	38	20	0,02	50	3,6	9
Summa PCB	42	22	-	77	4	26
Antimon	10	7	1,5	15	5,9	9,1
Arsenik	66	61	0,41	66	7,6	11
Barium	64	64	21	2400	280	480
Bly	66	34	0,056	3300	51	270
Kadmium	66	15	0,021	9,2	0,27	0,11
Kobolt	66	51	0,22	40	2,5	2,8
Koppar	66	49	0,21	2800	54	240
Krom	66	31	0,2	140	3,7	13
Kvicksilver	66	8	0,023	1,3	0,079	0,095
Molybden	20	20	2,1	93	13	26
Nickel	66	62	0,33	360	14	14
Tenn	16	4	1,1	590	38	450
Vanadin	66	41	0,13	50	4,2	8,7
Zink	66	50	0,79	3600	150	490

Följande framgår av redovisningen:

- Metallhalterna är högre än bedömningsklass 2 (SGU, 2013b) inom den större delen av området
- Föroreningshalterna är högre i området norr om Västra och Östra deponin jämfört med den norra delen av Anläggningsområde.
- Halterna i 18S901G är högre än bedömningsklass 5 (SGU, 2013b), specifikt för bly och nickel och denna punkt är belägen uppströms deponierna.
- En del av proverna som togs söder om Norra deponin uppvisar halter av tungmetaller som är lägre jämfört med halter inom resterande delar av Anläggningsområdet. Det är möjligt att detta är en effekt av den schaktsanering som beskrivs i avsnitt 5.4.
- Halter av bensen och benso(a)pyren ligger över bedömningsklass 5 (SGU, 2013b).

5.13.2 Dioxiner i grundvatten

Dioxinhalter i grundvatten redovisas i Tabell 5-11. Halterna i fem prov ligger över riktvärdet. Högsta halt av 18S007 ligger i mitten av Anläggningsområde öst om nuvarande Svensk Freonåtervinning område (Figur 2.2).

Tabell 5-11: Dioxinhalter i grundvattenprover. Halter över använt riktvärde har markerats med fet stil

Punktbeteckning	Provtagningsdatum	Resultat
		ng/l
18S007	2018-12-20	0,39
18S307	2018-12-20	0,030
18S939	2018-12-20	0,0048
18S940	2018-12-20	0,011
18S931	2018-12-20	0,0018
18S503	2019-02-04	N.D.
18S007	2018-12-20	0,40
18S307	2018-12-20	0,034
18S939	2018-12-20	0,0096
18S940	2018-12-20	0,015
18S931	2018-12-20	0,0065
18S503	2019-02-04	0,0045

N.D. = inte detekterad

5.13.3 PFAS i grundvatten

En total av 18 grundvattenprover från 18 grundvattenrör analyserats för PFAS (Summa-11). PFAS uppmättes i 15 av 18 grundvattenprover. Resultaten redovisas i Tabell 5-12.

Preliminära riktvärden för PFOS i grundvatten för skydd av ytvatten är 0,23 µg/l (Naturvårdsverket, 2019). Eftersom Mälaren är den enda riskobjektet för spridning av PFOS med grundvatten används detta riktvärde för bedömning. Riktvärdet överskrids i fem prov.

Tabell 5-12: Summa av PFAS 11 i grundvattenprover. Halter över riktvärdet anges med fet stil

Provpunkt beteckning	Provtagningsdatum	Halt µg/l
18S004	2018-10-30	0,34
18S007	2018-12-20	0,079
18S010	2018-12-20	N.D.
18S019	2018-10-30	1,0
18S307	2018-12-20	0,48
18S408	2019-02-04	0,10
18S503	2019-02-04	0,12
18S903	2018-10-30	0,34

18S919	2018-10-30	0,046
18S921	2018-10-30	0,52
18S926	2018-10-30	0,083
18S927	2018-10-30	0,12
18S930	2018-11-05	0,14
18S931	2018-12-20	N.D.
18S934	2018-10-30	0,026
18S938	2018-10-30	0,063
18S939	2018-12-20	0,25
18S940	2018-12-20	N.D.

N.D. = inte detekterad

5.13.4 Kompletterande grundvattenprovtagning

Grundvattenprover har tagits ut och analyserats för följande ämnen:

- Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)
- Diuron
- Irgarol
- Isoproturon
- Nonylfenol (4-nonylfenol)
- Tributyltennföreningar (TBT)
- Bromerade difenyletrar

Beskrivning av resultat av analyserna redovisas i detaljplanens granskningsskede.

5.13.5 Grundvattenkvalitet i Energihamnen

Grundvattenprovtagning i Energihamnen har utförts i januari-februari 2019. Tre prover togs från fyra grundvattenrör (Figur 5-1) grundvattenrör 18S408 var torr.



Figur 5-1: Grundvattenrör i Energihamnen

Analysresultaten redovisas i Tabell 5-13 och Tabell 5-14. Tabellen påvisas att alla halter är under riktvärde.

Tabell 5-13: Halter av tungmetaller i grundvatten i Energihamnen

Provpunkt	Riktvärde	18S925	18S408	18S503
Arsenik	10 ¹⁾	3	3	<1
Barium	625 ³⁾	2	15	28
Bly	10 ¹⁾	<1	<1	<1
Kadmium	5 ¹⁾	<0,5	<0,5	<0,5
Kobolt	100 ³⁾	2,47	0,56	3,17
Koppar	<20 ⁴⁾	<1	2,4	13,3
Krom	<0,5 ⁴⁾	<5	<5	<5
Kviksilver	1 ¹⁾	<0,01	<0,01	<0,01
Molybden	300 ³⁾	<1	11,5	8,6

Nickel	0,5-2 ⁵⁾ /2-10 ⁶⁾	5,1	1,9	5,2
Vanadin	70 ²⁾	<5	<5	<5
Zink	5-10 ⁵⁾ /10-100 ⁶⁾	6	4,2	50,2

1) Avser SGUs generella riktvärde (SGU FS 2013:2)

2) Indikerar kraftig förorening enligt holländskt riktvärde

3) Avser holländskt åtgärdsvärde

4) Avser SGUs gräns för tillståndsklass 1 – mycket låg halt

5) Avser SGUs gräns för tillståndsklass 2 – låg halt

6) Avser SGUs gräns för tillståndsklass 3 – måttlig halt

Tabell 5-14: Halter av kolväten i grundvatten i Energihamnen

Provpunkt	Ångor i byggnader	Miljörisker i ytvatten	18S925	18S408	18S503
Alifater >C5-C8	3 000	300	<10	<10	<10
Alifater >C8-C10	100	150	<10	<10	<10
Alifater >C10-C12	25	300	<10	<10	<10
Alifater >C12-C16	-	3000	<10	<10	<10
Alifater >C16-C35	-	3000	14	<10	<10
Aromater >C8-C10	800	500	<0,3	1,4	<0,3
Aromater >C10-C16	10 000	120	<0,775	<0,775	<0,775
Aromater >C16-C35	25 000	5	<1	<1	<1
Bensen	1 ¹⁾		0,28	<0,2	<0,2
Toluen	7 000	500	<0,5	1,9	<0,5
Etyl-bensen	6 000	500	0,76	1,9	<0,1
Xylen	3 000	500	1,1	10	<0,15
PAH-L	2 000	120	<0,015	0,01	0,01
PAH-M	10	5	<0,025	<0,025	<0,025
PAH-H	300	0,5	<0,04	<0,04	<0,04

1) Avser SGUs generella riktvärde (SGU FS 2013:2)

Analysresultat har varit tillgängliga från Swecos tidigare miljöundersökning (Sweco Viak, 2002). 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. Historiska resultat används inte i den befintliga undersökningen.

5.14 Deponigas

Deponigasmätningar genomfördes inom Anläggningsområdet i december 2018 och januari 2019. I bilaga 2C redovisas mätningarna.

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.

Syftet med mätningarna är att undersöka eventuell förekomst av deponigas samt utföra en riskbedömning baserat på mätresultaten. Dessutom ska åtgärder föreslås om det anses nödvändigt enligt riskbedömningen.

Mätningarna visar att metan finns i marken i det område som avses bebyggas till exempel ballager i egenskåpsområde B. Halterna överstiger 1 vol-% (20 % av LEL/LFL) och åtgärder bör därför vidtas för alla byggnader inom Anläggningsområdet och i förekommande fall övriga delar av deponiområdena.

Kompletterande mätning av porgas och en fördjupad riskbedömning med avseende på gas, explosionsrisk och inomhusluft för befintliga och planerade byggnader i området kommer att utföras.

Inom det aktuella området där gas har påvisats planeras även ledningar och diken att anläggas. En bedömning av potentiella gasmigrationsvägar i anslutning till diken och ledningsgravar kommer att inkluderas i riskbedömningen.

5.15 Porgas

Porgasmätningar genomfördes i Småbåtshamnen i januari 2019. I bilaga 2D redovisas mätningar av potentiellt miljöfarliga ämnen i porgas.

Slutsats av mätningarna är att klorerade kolväten detekterades i sju av 12 provpunkter. Betydande halter av aromatiska kolväten detekterades i två av 12 provpunkter och mycket höga halter av aromatiska kolväten uppmättes i en av provpunkterna. Uppmätta halter av aromatiska kolväten i porgas är så pass höga att det kan föreligga en risk för ånginträngning i planerade byggnader inom Anläggningsområdet.

Kompletterande mätning av porgas pågår.

5.16 Sediment

Analys av sedimentprover är pågående eller planerade under mars 2019. Analyspaket och placering av provtagningspunkter redovisas i Bilaga 9.

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 mål 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 föroreningar¹ i området inte ska innebära oacceptabla risker² för människa eller miljö nu eller i framtiden.

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

¹ Föroreningar i mark och grundvatten orsakade av de tidigare aktiviteterna i Lövsta deponiområde.

² Risk definieras som att tillämpliga toxikologiska referensvärden inte överskrids.

- 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.
- 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 utgångspunkten som ligger till grund för Naturvårdsverkets riskbedömningsverktyg (Naturvårdsverket, 2016). Häri accepteras en påverkan till en nivå där viktiga ekologiska processer i marken inte bedöms begränsas.

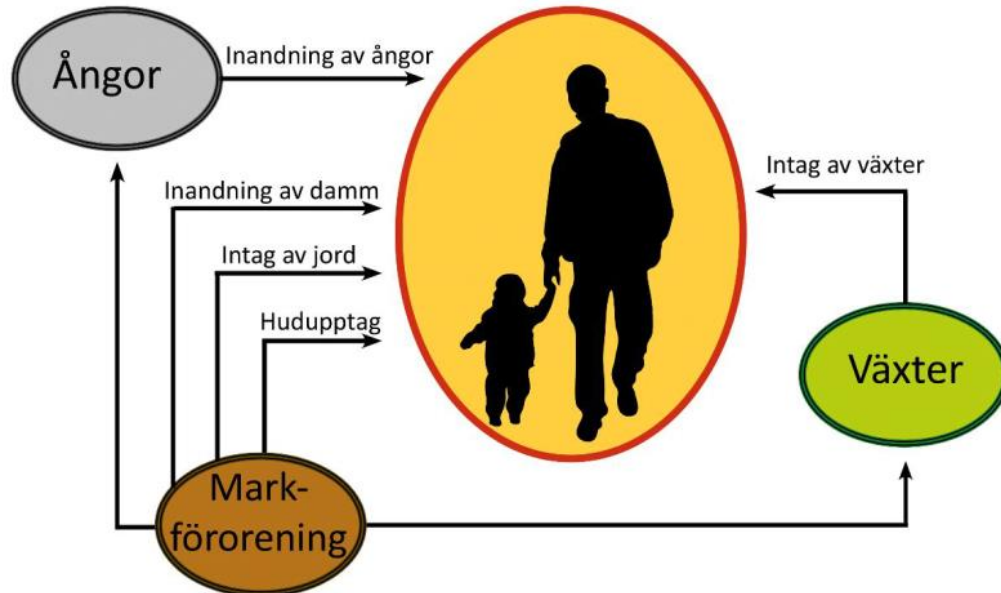
6.2 Planerad anläggning

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. Det finns planer på att även täcka det höjda området med ett tätt lerlager och att regnvatten kommer att omhändertas. Området som höjs kommer därmed att bli som en förlängning av de sluttäckta områdena. Detta kommer att minska den grundvattenbildningen i det aktuella området.

Området där den befintliga markytan planeras att sänkas ligger inom egenskapsområde D och H. I området ligger berggrunden ytligt, vilket innebär att man kommer att spränga i området för att jämna ut det 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 platsförhållanden. 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 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 jobbar på området och tillfälliga besökare på Anläggningsområdet. Även människor som nyttjar den planerade gång-, cykel- och ridvägen längs vattnet inom området är skyddsobjekt.

Markmiljö avser markecosystemet 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. Markmiljösystemet 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 markökologiska systemet. Generellt avtar den ekologiska aktiviteten med djupet.

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

Det aktuella området ligger inom ett vattenskyddsområde, Östra Mälaren. Råvattenintag finns både norr och söder om Lövstafjärden, både uppströms och nedströms området.

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.

6.5 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 vatten och suspenderat material i samband med bad

Exponering av 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 beter 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, finkornigt 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 hårdgjord eller bebyggd vilket begränsar exponering via damning. Det är huvudsakligen yttlig jord som kan damma upp i luften, men i samband med grävarbeten kan även djupare jord damma upp.

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 uppträngande 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 vissa delar av det planerade Anläggningsområdet förekommer det fyllnadsmassor inklusive avfall. Inom de delar där avfall förekommer kan det förekomma deponigas i marken.

Intag av dricksvatten eller annan kontakt med grundvatten har inte bedömts vara aktuellt inom området. Intag av dricksvatten från vattentäkten i Mälaren bedöms ej vara kopplat till vistelse i området. Eventuella risker för vattentäkten bedöms istället genom spridning till ytvatten och kvalitetskriterier för dricksvatten.

Exponering via intag av växter bedöms ej vara aktuell inom Anläggningsområdet. Området kommer att till största delen att vara täckt av asfalt alternativt med bergskross, vilket innebär att få växter kommer att förekomma.

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 så 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 som bioackumuleras. Detta på grund av att de äter andra djur som har kommit i kontakt med föroreningar.

6.6 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 kapitel 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 istället 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.

De ytliga jordlagren inom området består idag till övervägande del av asfaltsbelagda ytor, samt naturliga och fyllningsjordar av genomsläpplig karaktär. Fyllningsjordarna underlagras på vissa områden av lera och sand, men till största delen förekommer endast friktionsjord under fyllningen. För ytterligare information se kapitel 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 inte lika mycket av den organiska halten i jorden. I det aktuella området är den organiska halten i jorden uppmätt till 0,04 kg/kg TS, vilket är något högre än den TOC-halt som anges som standardvärde i Naturvårdsverkets beräkningsmodell (Naturvårdsverket, 2016).

Om halten löst organiskt material i grundvattnet är hög kan detta leda till en ökad föroreningsspridning 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 standardvärdet (Naturvårdsverket, 2016) för halt löst/mobilt organiskt kol använts.

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.

6.7 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). Sådana funktioner kan 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 marktytor 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 *långt 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 yttlig jord, då markecosystemets 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 markecosystemet, varför denna skyddsnivå används för hela jordprofilen.

Riktvärden framtagna av Sweco (2009) för skyddsnivå motsvarande 25 % (långt skyddsbehov) har sammanställts i bilaga 6. Vid framtagande av platsspecifika riktvärden för Lövsta, används platsspecifika riktvärden med en skyddsnivå av markmiljö på 50 %, för de ämnen där miljöriskbaserade riktvärden för lågt skydd inte har tagits fram av Sweco (2009).

7 Beräkning av platsspecifika riktvärden

Med utgångspunkt från den planerade markanvändning som beskrivits i avsnitt 3.5 ovan har platsspecifika riktvärden tagits fram för tre scenarier samt för tre olika djupindelningar för varje scenario. De djupindelningar som beaktats är yttlig jord: 0-1 m under markytan, medeldjup jord: 1-2 m under markytan och djup jord: >2 m under markytan.

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

7.1 Jordlagrens egenskaper

Vid beräkningarna har hänsyn tagits till platsspecifika förutsättningar som påverkar spridningen av föroreningar till omgivande luft och vatten, vilka nämnts i avsnitt 6.6 ovan. Dessa platsspecifika egenskaper avser såväl jordlagrens egenskaper och de hydrogeologiska förutsättningarna. Vattnets omsättning i ytvattenrecipienten och andra parametrar, beskrivs mer i detalj i avsnitt 8.5.

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 porerna 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 6.6. Halten organiskt kol i jorden har undersökts i området och används i beräkningen av de platsspecifika riktvärdena. För organiskt kol i grundvatten används modellens standardvärde.

De indata som används i beräkningen av de platsspecifika riktvärdena presenteras i bilaga 5, uttagsrapporter.

7.2 Exponeringsantaganden och -scenarier

Inom Anläggningsområdet planeras olika verksamheter, såsom 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 som beaktas i föreliggande riskbedömning presenteras mera i detalj i avsnitt 5.4 till 5.9.

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 platsspecifika 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 scenario 1 och 2. För scenario 3 har de generella riktvärdena för känslig markanvändning använts för människors hälsa (Naturvårdsverket, 2009b). För scenario 1, områden inom vilka byggnader planeras uppföras, har andelen inomhusvistelse satts till 1, d v s aktuella personer uppehåller sig enbart inomhus då de vistas inom området. För scenario 2, där inga byggnader planeras, har andelen inomhusvistelse satts till 0. I övrigt har samma exponeringsantaganden använts för båda scenarierna.

Utöver indelningen baserat på utomhus- eller inomhusvistelse, har olika antaganden avseende exponeringstider gjorts för olika djup i jordprofilen. Platsspecifika riktvärden har beräknats för tre djup.

Exponering för föroreningar från ytliga jordlager kan ske genom inandning av damm och ånga, intag av jord och damm, hudkontakt med jord och damm. För både inomhus- och utomhusvistelse, har exponeringstiden antagits motsvara det generella scenariot för mindre känslig markanvändning, d.v.s. för vuxna motsvarande arbetstid (200 dagar per år, 8 h per dag).

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 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 ner i de djupare jordlagren. För medeldjup och djup jord har konservativa antaganden gjorts: exponeringstiden har satts till 25 % respektive 10 % av exponeringstiden för ytlig jord, för både inomhus- och utomhusvistelse. Det motsvarar att markarbeten i dessa nivåer utförs under 25 respektive 10 % av tiden.

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

7.3 Platsspecifika riktvärden

Beräknade platsspecifika riktvärden för de tre olika djupnivåerna för scenario 1 och 2 redovisas i Tabell 7-1 och Tabell 7-2 för respektive exponeringsscenario. De enskilda riktvärdena med avseende på människors hälsa och skydd av markmiljön presenteras i bilaga 7. För scenario 3 har de generella riktvärdena för KM (Naturvårdsverket, 2009b) använts för en översiktlig bedömning. Av tabellen framgår att skydd av markmiljö är styrande för de flesta riktvärden. Människors hälsa är styrande skyddsobjekt framförallt i ytlig jord och för flyktiga ämnen.

I en del fall är korttidsexponering styrande för det hälsobaserade riktvärdet. Riktvärdet för korttidsexponering utgår från att ett litet barn (10 kg) inte ska få i sig en dos som motsvarar det tolerabla intaget för mer än ett år vid ett enstaka större intag av jord (5 g). Att sådan exponering ska kunna förekomma inom Anläggningsområdet får betraktas som mycket osannolikt. För de riktvärden där korttidsexponering är styrande anges också riktvärdet beräknat på långtidsexponering i tabellen.

I bilaga 5 redovisas utdrag från beräkningsverktyget i Excel med beräknade riktvärden och en sammanställning av avvikande antaganden gentemot Naturvårdsverkets generella scenarier (fiken Uttagsrapport).

Tabell 7-1. Beräknade platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och markmiljö för scenario 1, inomhusvistelse. Halter i mg/kg TS. Riktvärden som är styrda av människors hälsa är färgmarkerade. Övriga riktvärden är styrda av skydd av markmiljö. Värden inom parentes anger riktvärde för långtidsexponering i de fall där korttidsexponering är styrande för riktvärdet.

Ämne	PRV 0-1 m u my	PRV 1-2 m u my	PRV >2 m u my
Antimon	40	40	40
Arsenik	25	50	50
Barium	800	800	800
Bly	600 (800)	600 (3 000)	600 (8 000)
Kadmium	35	35	35
Kobolt	60	60	60

Ämne	PRV 0-1 m u my	PRV 1-2 m u my	PRV >2 m u my
Koppar	400	400	400
Krom tot	400	400	400
Kvicksilver	0,3	0,4	0,5
Molybden	150	150	150
Nickel	250	250	250
Vanadin	200	200	200
Zink	700	700	700
Alifater >C8-C10	35	40	60
Alifater >C10-C12	300	400	500
Alifater >C12-C16	1 000	1 000	1 000
Alifater >C5-C16	1 000	1 000	1 000
Alifater >C16-C35	1 000	1 000	1 000
Aromater >C8-C10	120	150	200
Aromater >C10-C16	60	60	60
Aromater >C16-C35	40	40	40
Bensen	0,25	50	0,4
Toluen	30	35	50
Etylbensen	50	50	50
Xylen	25	30	40
PAH-L	60	60	60
PAH-M	20	25	30
PAH-H	15	15	15
PCB-7	0,25	0,6	0,6
Trikloreten	3	4	5
Tetrakloreten	10	10	10
Summa klorfenoler	5	5	5
Summa mono- och diklorbensener	15	15	15
Summa fenoler och kresoler	25	25	25
Dioxin (TCDD-ekv)	0,0002	0,0008	0,0015 (0,002)
DDT, DDD, DDE	1	1	1

Tabell 7-2. Beräknade platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och markmiljö för scenario 2, utomhusvistelse. Halter i mg/kg TS. Riktvärden som är styrda av människors hälsa är färgmarkerade. Övriga riktvärden är styrda av skydd av markmiljö.

Ämne	PRV 0-1 m u my	PRV 1-2 m u my	PRV >2 m u my
Antimon	40	40	40
Arsenik	25	50	50
Barium	800	800	800
Bly	600 (800)	600 (3 200)	600 (8 000)
Kadmium	35	35	35
Kobolt	60	60	60
Koppar	400	400	400
Krom tot	400	400	400
Kvicksilver	8	25	35
Molybden	150	150	150
Nickel	250	250	250
Vanadin	200	200	200
Zink	700	700	700
Alifater >C8-C10	1 000	1 000	1 000
Alifater >C10-C12	1 000	1 000	1 000
Alifater >C12-C16	1 000	1 000	1 000
Alifater >C5-C16	1 000	1 000	1 000
Alifater >C16-C35	1 000	1 000	1 000
Aromater >C8-C10	300	300	300
Aromater >C10-C16	60	60	60
Aromater >C16-C35	40	40	40
Bensen	8	25	50
Toluen	50	50	50
Etylbensen	50	50	50
Xylen	50	50	50
PAH-L	60	60	60
PAH-M	100	100	100
PAH-H	15	15	15
PCB-7	0,25	0,6	0,6
Trikloreteten	10	10	10
Tetrakloreteten	10	10	10

Ämne	PRV 0-1 m u my	PRV 1-2 m u my	PRV >2 m u my
Summa klorfenoler	5	5	5
Summa mono- och diklorbensener	15	15	15
Summa fenoler och kresoler	25	25	25
Dioxin (TCDD-ekv)	0,0002	0,0008	0,002 (0,0015)
DDT, DDD, DDE	1	1	1

8 Riskbedömning

8.1 Identifiering av viktigaste riskämnena och beräkning av representativa halter

I avsnitt 5.2 presenteras hur ämnen av potentiell betydelse identifierats inom hela området. Platsspecifika riktvärden har tagits fram för alla dessa ämnen. Dessa presenteras i avsnitt 7.3. I detta avsnitt görs en ytterligare prioritering för att fokusera riskbedömningen på de ämnen som är av störst betydelse för risksituationen i respektive egenskapsområde.

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 ämnen som på någon nivå under markytan förekommer i halter över det platsspecifika riktvärdet, har andelen överskridanden utvärderats. De ämnen som till störst andel förekommer i halter över de platsspecifika riktvärdena, har identifierats som viktigaste riskämnena för respektive egenskapsområde.

Vid utvärderingen har också hänsyn tagits till ämnets flyktighet. I de fall då det förekommer flyktiga ämnen i halter över de beräknade platsspecifika riktvärdena i fler än ett prov på någon nivå och riktvärdena styrs av skydd av människors hälsa, har även dessa ämnen inkluderats i vidare bedömning. Den vidare riskkaraktäriseringen har utförts på de ämnen som identifierats som viktigaste riskämnena.

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 riskämnena för varje egenskapsområde redovisas i tabeller i avsnitt 5.4-5.7 samt 5.9. Tabeller över samtliga ämnen som påvisats över det platsspecifika riktvärdet på något djup inom respektive egenskapsområde redovisas i bilaga 8. **I Fel! H ittar inte referensälla.** nedan sammanfattas de viktigaste riskämnena inom varje egenskapsområde.

Tabell 8-1: Sammanfattning av viktigaste riskämnena inom varje egenskapsområde. Bokstaven i tabellhuvudet betecknar egenskapsområde. X innebär att ämnet betraktas som viktigt riskämne inom egenskapsområdet.

Ämne	A	B	C	D	F	H	I
Arsenik	X	X				X	
Barium	X				X	X	X
Bly	X	X	X		X	X	X
Kadmium						X	
Koppar	X	X			X	X	X
Kvicksilver		X		X	X		X
Nickel	X						
Zink	X	X	X		X	X	X
Alifater >C8-C10							
Alifater >C16-C35					X		
Bensen							
Toluen		X					
Xylen		X					
PAH-M		X					
PAH-H	X						
Trikloret		X					
Tetrakloret		X					
PCB-7		X			X		

För de identifierade viktigaste riskämnena 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 medelvärden för halter av respektive ämne beräknats. Vid beräkning av medelvärden har halter under laboratoriets rapporteringsgränser satts till halva rapporteringsgränser. För de ämnen där endast ett fåtal halter har påvisats över laboratoriets rapporteringsgränser, har maxvärdet använts i stället för UCLM95.

8.2 Människors hälsa

För att beskriva och bedöma risker för människors hälsa har en jämförelse med representativa halter och beräknade riktvärden för skydd av människors hälsa gjorts med hjälp av riskkvoter. Jämförelsen med riktvärden har utgått från den planerade marknivån för respektive område. Riskkvoter har beräknats för samtliga ämnen som identifierats som viktigaste riskämnena inom respektive egenskapsområde enligt avsnitt **Fel! Hittar inte referensälla.** ovan.

Riskkvoter har beräknats enligt:

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

Beräkningar har gjorts med både medelvärde 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 **Fel! Hittar inte referensälla.** 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.

8.2.1 A Etableringszoner

Inom egenskapsområde A, Etableringszoner, planeras inga stora förändringar av marknivå och riskbedömningen utgår därför från befintlig marknivå. Inom området har arsenik, barium, bly, koppar, nickel, zink och PAH-H identifierats som de viktigaste riskämnena. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referensälla.**

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. I yttlig jord, 0-1 m under markytan, är också riskkvoten för arsenik >1. Både för bly och arsenik är intag av jord den exponeringsväg som är styrande för riktvärdet för långtidsexponering. Resultaten innebär att det inte kan uteslutas att det föreligger oacceptabla hälsorisker förknippade med exponering för arsenik och bly vid vistelse inom egenskapsområde A.

Tabell 8-2. 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 parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	0-1	Arsenik	2,1	4,0*
0-1	0-1	Barium	0,038	0,038*
0-1	0-1	Bly	1,5 (2,0)	2,7 (3,6)*
0-1	0-1	Koppar	0,068	0,13*
0-1	0-1	Nickel	0,089	0,16*
0-1	0-1	PAH-H	0,023	0,0061*
0-1	0-1	Zink	0,021	0,040*
1-2	1-2	Arsenik	0,19 (0,23)	0,34 (0,41)
1-2	1-2	Barium	0,041	0,083
1-2	1-2	Bly	0,73 (3,9)	1,4 (7,7)
1-2	1-2	Koppar	0,010	0,021
1-2	1-2	Nickel	0,015	0,033
1-2	1-2	PAH-H	0,0091	0,017
1-2	1-2	Zink	0,0062	0,012
2	2	Arsenik	0,062 (0,22)	0,11 (0,37)
2	2	Barium	0,012	0,057
2	2	Bly	0,20 (2,6)	1,0 (14)
2	2	Koppar	0,0027	0,0052
2	2	Nickel	0,0039	0,0064
2	2	PAH-H	0,012 (0,040)	0,030 (0,058)
2	2	Zink	-	-

8.2.2 B Ballager

Den befintliga markytans nivå inom område 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 platsspecifika riktvärden för djup jord använts för beräkning av alla riskkvoter.

Inom område B har arsenik, bly, koppar, kvicksilver, zink, toluen, xylen, PAH-M, trikloreten, tetrakloreten och PCB-7 identifierats som viktigaste riskämnen. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referensskälla..** För zink har dock inga riskkvoter beräknats eftersom hälsoriktvärdet inte är

begränsande för djup jord. För toluen på 0-1 m djup har inga halter påvisats över laboratoriets rapporteringsgräns.

Av tabellen framgår att riskkvoter över 1 beräknats för bly, kvicksilver, toluen, xylen, PAH-M, trikloreten, tetrakloreten och PCB-7. För övriga ämnen ligger de beräknade riskkvoterna väl under 1. Vidare framgår att det för flera ämnen är stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på medelvärde och UCLM95. Dessa skillnader visar på de osäkerheter som finns avseende risksituationen inom området.

Styrande exponeringsvägar för de ämnen där riskkvoterna är över 1 är för bly och PCB-7 intag av jord och för övriga ämnen 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. 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.

De beräknade riskkvoterna för xylen och PAH-M på >2 m djup under befintlig markyta överskrider 1 med liten marginal baserat på UCLM95 medan riskkvoter beräknade på medelvärdena underskrider 1. Mot bakgrund av ovanstående kan det diskuteras i vilken mån uppmätta halter på dessa djup verkligen medför risker för människors hälsa.

För toluen på 1-2 m djup under befintlig marknivå har riskkvoten beräknats baserat på högsta uppmätta halt då det inte gått att ta fram ett UCLM95 på grund av att ämnet inte påvisats i tillräckligt många prov. Toluen har påvisats i halter över laboratoriets rapporteringsgräns i 2 av 13 uttagna prov på aktuell nivå. Riskkvoten beräknad på högsta uppmätta halt uppgår till 10 medan den beräknade riskkvoten baserad på medelvärde uppgår till 0,8. Att utgå från högsta uppmätta halten när ämnet påvisats i så liten utsträckning får betraktas som konservativt och innebär sannolikt en kraftig överskattning av risken. Samma förhållande gäller även för xylen i detta djupintervall, med den skillnaden att riskkvoten beräknad på medelvärde överstiger 1.

Sammantaget visar utvärderingen att det inte kan uteslutas att det föreligger oacceptabla hälsorisker avseende exponering via inandning av ångor och intag av jord inom egenskapsområde B.

Tabell 8-3. 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 parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,6-3,6	Arsenik	0,056 (0,22)	0,11 (0,38)
0-1	2,6-3,6	Bly	0,31 (4,2)	0,80 (11)
0-1	2,6-3,6	Koppar	0,0020	0,0071
0-1	2,6-3,6	Kvicksilver	2,5	11
0-1	2,6-3,6	Toluen	Ej påvisat	Ej påvisat
0-1	2,6-3,6	Xylen	0,063	0,75*
0-1	2,6-3,6	PAH-M	0,27	2,9
0-1	2,6-3,6	Triklören	0,0026	0,0074*
0-1	2,6-3,6	Tetraklören	0,0010	0,0021*
0-1	2,6-3,6	PCB-7	0,034 (0,10)	0,12 (0,32)
1-2	3,6-4,6	Arsenik	0,068 (0,24)	0,10 (0,36)
1-2	3,6-4,6	Bly	0,21 (2,9)	0,48 (6,4)
1-2	3,6-4,6	Koppar	0,0014	0,0036
1-2	3,6-4,6	Kvicksilver	2,7	4,4
1-2	3,6-4,6	Toluen	0,80	10*
1-2	3,6-4,6	Xylen	1,6	19*
1-2	3,6-4,6	PAH-M	1,4	15
1-2	3,6-4,6	Triklören	9,9	33
1-2	3,6-4,6	Tetraklören	1,7	5,6
1-2	3,6-4,6	PCB-7	2,6	7,9
2	>4,6	Arsenik	0,10 (0,35)	0,13 (0,46)
2	>4,6	Bly	0,44 (5,9)	0,78 (10)
2	>4,6	Koppar	0,0025	0,0034
2	>4,6	Kvicksilver	6,6	24
2	>4,6	Toluen	0,070	0,21
2	>4,6	Xylen	0,15	1,2
2	>4,6	PAH-M	0,57	2,9
2	>4,6	Triklören	0,11	1,3
2	>4,6	Tetraklören	0,034	0,10
2	>4,6	PCB-7	1,7 (4,6)	22 (61)

8.2.3 C Hetvatten, silo mm

Inom egenskapsområde C Hetvatten, silo mm, planeras markytans nivå höjas till +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. Därmed har de platsspecifika riktvärdena för djup >2 m under markytan använts för beräkning av alla riskkvoter.

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 **Fel! Hittar inte referensskälla..** Av tabellen framgår att beräknade riskkvoter avseende riktvärden för långtidsexponering underskrider 1. Beräknade riskkvoter för korttidsexponering överskrider 1 baserat på UCLM95 i den ytligaste 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.

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

*Tabell 8-4. 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.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	4,7-5,7	Bly	0,038 (0,51)	0,13 (1,8)
1-2	5,7-6,7	Bly	0,0067 (0,089)	0,014 (0,19)
2	>6,7	Bly	0,0035 (0,047)	0,0067 (0,089)

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.

Sammantaget är dataunderlaget mycket begränsat. I de ytligare jordlager som kommer att avlägsnas tyder resultaten på högre halter 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

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 området har data avseende förekomst av bly, xylen, bensen, PCB och alifater >C8-C10 använts för en översiktlig riskbedömning. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i Tabell 8-5.

Av tabellen framgår resultaten av den översiktliga riskbedömning som utförts. Som kan ses i tabellen, är det inte några stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på medelvärde respektive UCLM95. För de ämnen där riskkvoter baserats på maxvärden (t.ex. alifater >C8-C10) är skillnaden mellan de olika kvoterna större. Vidare framgår att riskkvoter över 1 beräknats för bly, bensen, xylen och alifater >C8-C10. För PCB har ingen riskkvot beräknats för förorening på >1 m djup under markytan eftersom inga halter över laboratoriets rapporteringsgräns påvisats.

De beräknade riskkvoterna för alifater >C8-C10 är >1 på alla nivåer. För djupare nivåer är det bara kvoterna baserade på maxvärdena som är över 1. I yttlig jord, 0-1 m under markytan, är också riskkvoterna för bly och xylen >1. På >2 m djup under markytan, överskrider riskkvoten för bensen, baserad på maxvärde, också 1. För bly är intag av jord den exponeringsväg som är styrande för riktvärdet för långtidsexponering. För alifater >C8-C10, bensen och xylen styrs riktvärdet av inandning av ånga.

Sammantaget visar den översiktliga riskbedömningen att det inte kan uteslutas att det föreligger oacceptabla hälsorisker avseende exponering via inandning av ångor från flyktiga ämnen som bensen, xylen och alifater >C8-C10 och exponering via intag av jord förorenad av bland annat bly vid vistelse inom egenskapsområde E.

*Tabell 8-5. 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.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	0-1	Bly	0,28 (0,37)	1,4 (2,7)
0-1	0-1	Bensen	0,11	0,28
0-1	0-1	Xylen	9,2	28
0-1	0-1	Alifater >C8-C10	1,1	8,6*
0-1	0-1	Summa PCB	0,48	0,88
1-2	1-2	Bly	0,014 (0,077)	0,038 (0,15)
1-2	1-2	Bensen	0,026	0,051*
1-2	1-2	Xylen	0,014	0,070*
1-2	1-2	Alifater >C8-C10	0,28	1,2*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
1-2	1-2	Summa PCB	Ej påvisat	Ej påvisat
>2	>2	Bly	0,0053 (0,070)	0,015 (0,20)
>2	>2	Bensen	0,43	1,7*
>2	>2	Xylen	0,0088	0,021
>2	>2	Alifater >C8-C10	0,67	2,5*
>2	>2	Summa PCB	Ej analyserat	Ej analyserat

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 riskkvoter.

Inom egenskapsområde F har barium, bly, koppar, kvicksilver, zink, PAH-H, alifater >C16-C35 och PCB-7 identifierats som viktiga riskämnen. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referenskälla.** F ör zink och alifater >C16-C35 är hälsoriktvärdet inte begränsande för djup jord och därför har inga riskkvoter beräknats. På 0-1 m djup under befintlig markyta har PAH-H inte påvisats i halter över laboratoriets rapporteringsgräns i något av de två analyserade proven, varför ingen riskkvot beräknats för den nivån.

Av **Fel! Hittar inte referenskälla.** framgår att inga överskridanden av riskkvoter f örekommer för djupet 0-1 m under befintlig markyta. Vidare framgår att det huvudsakligen är små skillnader mellan riskkvoter beräknade på medelvärden respektive UCLM95, samt att inga riskkvoter över 1 beräknats avseende långtidsexponering.

För bly på djup 1-2 m under befintlig markyta samt för bly och PCB-7 >2 m under befintlig markyta är de beräknade riskkvoterna 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 föreligger inga oacceptabla hälsorisker inom egenskapsområde F.

Tabell 8-6. 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 parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,1-3,1	Barium	0,00077	0,0013
0-1	2,1-3,1	Bly	0,013 (0,17)	0,33 (0,45)
0-1	2,1-3,1	Koppar	0,00015	0,00035
0-1	2,1-3,1	Kvicksilver	0,00011	0,00024
0-1	2,1-3,1	PAH-H	ej påvisat	ej påvisat
0-1	2,1-3,1	PCB-7	0,017 (0,035)	0,0024 (0,0048)*
1-2	3,1-4,1	Barium	0,0055	0,010*
1-2	3,1-4,1	Bly	0,13 (1,7)	0,22 (3,0)*
1-2	3,1-4,1	Koppar	0,0013	0,0024*
1-2	3,1-4,1	Kvicksilver	0,22	0,58*
1-2	3,1-4,1	PAH-H	0,0091 (0,018)	0,019 (0,038)
1-2	3,1-4,1	PCB-7	-	-
2	>4,1	Barium	0,0048	0,0065
2	>4,2	Bly	0,11 (1,5)	0,16 (2,2)
2	>4,3	Koppar	0,0011	0,0082
2	>4,4	Kvicksilver	0,19	0,88
2	>4,8	PAH-H	0,021 (0,041)	0,032 (0,063)
2	>4,7	Summa PCB	0,20 (0,40)	0,51 (1,0)

8.2.7 G Ridstig och gångväg

Inom egenskapsområde G, Ridstig och gångväg, ska en gång-, cykel- och ridväg anläggas. Det är ett publikt område, där allmänheten kommer att vistas. Det är inte känt om marknivån kommer att behöva ändras, riskbedömningen utgår därför från befintlig marknivå. Eftersom området kommer vara tillgängligt för allmänheten har det generella scenariot för känslig markanvändning använts för en översiktlig bedömning av risksituationen i området. För beräkning av riskkvoter används därför delriktvärden för skydd av människors hälsa som ingår i de generella riktvärdena för känslig markanvändning. Samma riktvärden har använts för hela jordprofilen, d.v.s. oberoende av djup under markytan.

Inom egenskapsområde G har jord bara undersökts i en punkt. Föroreningssituationen bedöms dock motsvara situationen i egenskapsområde A, varför data från egenskapsområde A används för utvärderingen.

Precis som för egenskapsområde A har arsenik, barium, bly, koppar, nickel, zink och PAH-H identifierats som de viktigaste riskämnena. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i Tabell 8-7.

Av tabellen framgår att det inte är några stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på medelvärde respektive UCLM95. Vidare framgår att det att riskkvoterna i de flesta fall överskrider 1 och att överskridandena i en del fall är kraftiga. Det generella scenariot är konservativt för exponeringssituationen i området, särskilt på större djup. Resultaten indikerar att det föreligger oacceptabla hälsorisker inom egenskapsområde G.

Tabell 8-7. 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.

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1		Arsenik	100	200*
0-1		Barium	0,95	0,95*
0-1		Bly	24	43*
0-1		Koppar	2,7	5,2*
0-1		Nickel	1,1	2,0*
0-1		PAH-H	0,11	0,11*
0-1		Zink	1,3	2,4*
1-2		Arsenik	46	81
1-2		Barium	4,1	8,3
1-2		Bly	47	92
1-2		Koppar	1,5	3,1
1-2		Nickel	0,82	1,8
1-2		PAH-H	0,64	1,2
1-2		Zink	1,5	2,9
2		Arsenik	43	75
2		Barium	3,0	14
2		Bly	32	163
2		Koppar	1,1	2,1
2		Nickel	0,47	0,76
2		PAH-H	4,1	10
2		Zink	-	-

8.2.8 H Parkering, silo

Inom egenskapsområde H, Parkering, silo planeras inga stora förändringar av marknivå och riskbedömningen utgår därför från befintlig marknivå. Inom området har arsenik, barium, bly, kadmium, koppar och zink identifierats som de viktigaste riskämnena. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde och UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referenskälla..** För zink har dock inga riskkvoter beräknats för >2 m djup under markytan eftersom hälsoriktvärdet inte är begränsande för djup jord.

Av tabellen framgår att det bara är för bly och arsenik som beräknade riskkvoter är över eller nära 1. För övriga ämnen ligger de beräknade riskkvoterna väl under 1. Både för arsenik och bly är intag av jord styrande exponeringsväg. För arsenik är riskkvoten beräknad på UCLM95 exakt ett medan riskkvoten beräknad på medelvärdet understiger 1. Eftersom UCLM95 anger en nivå som den verkliga medelhalten inom området med 95 % sannolikhet underskrider bedöms risken avseende exponering för arsenik vara acceptabel inom egenskapsområde H.

För bly är de beräknade riskkvoterna avseende långtidsexponering precis kring 1 för jord 0-1 m under markytan och över 1 för jord 1-2 m under markytan. Riskkvoten beräknad på riktvärdet för korttidsexponering överskrider också 1 för båda djupen. Som tidigare nämnts avser korttidsexponering mindre barn som vid enstaka tillfälle får i sig en större mängd jord. Sannolikheten för att sådan exponering ska kunna förekomma får betraktas som närmast obefintlig inom hela området. I den mån sådan exponering alls kan ske är det bara för den allra ytligaste jorden det kan vara aktuellt.

Sammantaget kan oacceptabla hälsorisker förknippade med långtidsexponering för bly inom egenskapsområde H inte helt uteslutas.

*Tabell 8-8. Riskkvoter för hälsobaserade platsspecifika riktvärden, egenskapsområde H. 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.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	0-1	Arsenik	0,56	1,0
0-1	0-1	Barium	0,056	0,086
0-1	0-1	Bly	0,75 (1,0)	1,2 (1,7)
0-1	0-1	Kadmium	0,023	0,036
0-1	0-1	Koppar	0,0043	0,0069
0-1	0-1	Zink	0,0056	0,0088
1-2	1-2	Arsenik	0,32 (0,38)	0,61 (0,73)*
1-2	1-2	Barium	0,033	0,065*
1-2	1-2	Bly	1,4 (7,5)	2,8 (15)*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
1-2	1-2	Kadmium	0,069 (0,096)	0,13 (0,19*)
1-2	1-2	Koppar	0,00090	0,0017*
1-2	1-2	Zink	0,011	0,022*
>2	>2	Arsenik	0,011 (0,039)	0,019 (0,056)
>2	>2	Barium	0,0012	0,0019
>2	>2	Bly	0,010 (0,14) 0,00030	0,018 (0,25)
>2	>2	Kadmium	(0,0010)	0,00030 (0,0016)
>2	>2	Koppar	0,000081	0,00014

8.2.9 I HSP

Inom område I, HSP, ska markytan höjas till +9. Den befintliga marknivån i området är ca +7,5 och marknivån kommer höjas med i genomsnitt cirka 2,4 m. Därmed har de platsspecifika riktvärdena för djup >2 m under markytan använts för beräkning av riskkvoter.

Inom området har barium, bly, koppar, kvicksilver och zink identifierats som de viktigaste riskämnena. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referenskälla..** För zink har dock inga riskkvoter beräknats eftersom hälsoriktvärdet inte är begränsande för djup jord. Enbart ett prov har tagits ut på >2 m djup under befintlig markyta och därför har endast en riskkvot beräknats för den nivån.

Av tabellen framgår att inga riskkvoter över 1 har beräknats. Med hänsyn till detta samt att jorden efter uppförandet av anläggningen kommer att vara belägen på något större djup än vad som antagits i beräkningarna, bedöms risker avseende exponering inom egenskapsområde I vara acceptabla.

*Tabell 8-9. Riskkvoter för hälsobaserade platsspecifika riktvärden, egenskapsområde I. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. * anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. **anger att riskkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. Riskkvoter inom parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,4-3,4	Barium	0,0040	0,0086
0-1	2,4-3,4	Bly	0,19 (2,5)	0,48 (6,5)
0-1	2,4-3,4	Koppar	0,0011	0,0027

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,4-3,4	Kvicksilver	0,074	0,24
1-2	3,4-4,4	Barium	0,0044	0,010
1-2	3,4-4,4	Bly	0,062 (0,83)	0,15 (2,0)
1-2	3,4-4,4	Koppar	0,00050	0,0012
1-2	3,4-4,4	Kvicksilver	0,12	0,34*
>2	>4,4	Barium	0,00029**	-
>2	>4,4	Bly	0,0012 (0,017)**	-
>2	>4,4	Koppar	0,000018**	-
>2	>4,4	Kvicksilver	0,0012**	-

8.2.10 Förorening i fri fas

De spridnings- och exponeringsmodeller som ingår i beräkningsverktyget baseras på fördelning mellan förorening i jord, porvatten och porluft. Förorening som egen (fri) fas ingår inte i det bedömda systemet och därför gäller inte modellerna eller de beräknade riktvärdena vid förekomst av förorening i fri fas.

8.3 Skydd av markmiljö

Precis som för människors hälsa har riskkvoter använts för att beskriva och bedöma risker för markmiljön. Jämförelser med riktvärden har utgått från den planerade marknivån för respektive område. Planerade förändringar av marknivån kommenteras i respektive avsnitt för egenskapsområdena under **Fel! Hittar inte referensskälla.** ovan. Riskkvoter har beräknats för samtliga ämnen som identifierats som viktigaste riskämnena inom respektive egenskapsområde enligt avsnitt **Fel! Hittar inte referensskälla.** ovan.

Beräkningar har gjorts på samma sätt som för människors hälsa både med medelvärdet och UCLM95 som representativ halt. I de fall underlaget har varit för litet för att ta fram UCLM95, har istället den högsta uppmätta halten använts i enlighet med beskrivningen i avsnitt **Fel! Hittar inte referensskälla.** Riskkvoter över 1 innebär att de förekommande alternativen i området kan medföra en oacceptabel risk avseende påverkan på mark ekosystemets funktioner. Riskkvoter under 1 indikerar istället att ingen oacceptabel påverkan på mark ekosystemets funktioner förväntas.

8.3.1 A Etableringsytor

Inom egenskapsområde A, Etableringsytor, har arsenik, barium, bly, koppar, nickel, zink och PAH-H identifierats som de viktigaste riskämnena. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referensskälla.** Av tabellen framkommer att riskkvoter över 1 beräknats för flera ämnen och för alla

djupintervall. Högst riskkvoter har beräknats för koppar i ytlig jord. Generellt är det inte stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på UCLM95 respektive medelvärde.

För bly, koppar och zink är riskkvoterna över 1 för alla nivåer. För barium är riskkvoten över 1 för de två undre nivåerna. I den översta nivån finns data bara från ett prov, men halten är lägre än riktvärdet för skydd av markmiljö. För 0-1 m under markytan är riskkvoten för arsenik över 1. Slutligen är riskkvoterna precis kring 1 för nickel på 0-1 m djup och 1-2 m djup under markytan. För den ytliga nivån baseras riskkvoten på den högsta halten i de två analyserade proven.

Sammantaget indikerar resultaten att föroreningshalterna i området kan utgöra en oacceptabel risk för markmiljön.

*Tabell 8-10. Riskkvoter för platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljö, egenskapsområde A. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. * anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. **anger att riskkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. Riskkvoter inom parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Bef djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	0-1	Arsenik	1,0	2,0*
0-1	0-1	Barium	0,44**	-
0-1	0-1	Bly	1,1	1,9*
0-1	0-1	Koppar	12	24*
0-1	0-1	Nickel	0,62	1,1*
0-1	0-1	PAH-H	0,0073**	
0-1	0-1	Zink	4,6	8,6*
1-2	1-2	Arsenik	0,46	0,81
1-2	1-2	Barium	1,9	3,8
1-2	1-2	Bly	2,1	4,2
1-2	1-2	Koppar	6,8	14
1-2	1-2	Nickel	0,48	1,0
1-2	1-2	PAH-H	0,043	0,082
1-2	1-2	Zink	5,4	10
2	2	Arsenik	0,43	0,75
2	2	Barium	1,4	6,5
2	2	Bly	1,4	7,4
2	2	Koppar	5,1	9,7
2	2	Nickel	0,27	0,44
2	2	PAH-H	0,27	0,69
2	2	Zink	2,9	5,4

8.3.2 B Ballager

Inom egenskapsområde B, Ballager har arsenik, bly, koppar, kvicksilver, zink, toluen, xylen, PAH-M, trikloreten, tetrakloreten och PCB-7 identifierats som viktigaste riskämnen. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referensskälla..** Av tabellen framgår att riskkvoter över 1 beräknats inom alla tre djupintervallen samt att riskkvoter över 1 beräknats för bly, koppar, zink, toluen, xylen, PAH-M, trikloreten, tetrakloreten och PCB-7. Högst riskkvot har beräknats för PCB-7 på >2 m djup under befintlig markyta.

För toluen på 0-1 m djup och PCB på 1-2 m djup har inga halter påvisats över laboratoriets rapporteringsgräns. För toluen och xylen på 1-2 m djup under befintlig marknivå kunde UCLM95 inte beräknas på grund av att ämnena inte påvisats i halter över rapporteringsgränsen i tillräckligt många prov, vilket diskuteras i avsnitt **Fel! Hittar inte referensskälla..** De beräknade riskkvoterna baserade på de högsta uppmätta halterna bedöms vara mycket konservativa. För xylen överskrider dock riskkvoten 1 även baserat på medelvärdet.

För bly, koppar och zink är riskkvoten över 1 på samtliga djup. För PCB-7 är de beräknade riskkvoterna över 1 för 1-2 m och >2 m djup under befintlig markyta. På 1-2 m djup under befintlig markyta överskrider riskkvoterna 1 även för PAH-M, trikloreten och tetrakloreten, samt för toluen och xylen som diskuteras ovan.

Sammantaget indikerar resultaten att föroreningshalterna i området kan utgöra en oacceptabel risk för markmiljön. Det bör dock beaktas att den berörda jorden efter uppförandet av anläggningen kommer att ligga på stort djup under markytan och dessutom till stor del under en byggnad. Det kan diskuteras vilken betydelse föroreningshalter i denna jord har för markmiljön i området samt vilken funktion som är önskvärd för markecosystemet i området. Detta kommer beaktas i åtgärdsutredningen.

*Tabell 8-11. Riskkvoter för platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljö, egenskapsområde B. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. * anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. **anger att riskkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. Riskkvoter inom parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,6-3,6	Arsenik	0,40	0,76
0-1	2,6-3,6	Bly	2,3	5,8
0-1	2,6-3,6	Koppar	4,6	17
0-1	2,6-3,6	Kvicksilver	0,036	0,15
0-1	2,6-3,6	Zink	2,7	4,1
0-1	2,6-3,6	Toluen	Ej påvisat	Ej påvisat

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,6-3,6	Xylen	0,050	0,60*
0-1	2,6-3,6	PAH-M	0,075	0,78
0-1	2,6-3,6	Triklören	0,0013	0,0037*
0-1	2,6-3,6	Tetraklören	0,0015	0,0031*
0-1	2,6-3,6	PCB-7	0,29	0,96
1-2	3,6-4,6	Arsenik	0,47	0,72
1-2	3,6-4,6	Bly	1,6	3,5
1-2	3,6-4,6	Koppar	3,4	8,3
1-2	3,6-4,6	Kviksilver	0,038	0,062
1-2	3,6-4,6	Zink	2,7	4,2
1-2	3,6-4,6	Toluen	0,80	10*
1-2	3,6-4,6	Xylen	1,3	15*
1-2	3,6-4,6	PAH-M	0,39	4,2
1-2	3,6-4,6	Triklören	5,0	17
1-2	3,6-4,6	Tetraklören	2,5	8,4
1-2	3,6-4,6	PCB-7	7,7	24
>2	>4,6	Arsenik	0,70	0,93
>2	>4,6	Bly	3,2	5,6
>2	>4,6	Koppar	5,8	7,9
>2	>4,6	Kviksilver	0,094	0,34
>2	>4,6	Zink	3,9	4,8
>2	>4,6	Toluen	0,070	0,21
>2	>4,6	Xylen	0,12	0,98
>2	>4,6	PAH-M	0,15	0,86
>2	>4,6	Triklören	0,057	0,63
>2	>4,6	Tetraklören	0,051	0,15
>2	>4,6	PCB-7	14	180

8.3.3 C Hetvatten, silo mm

Inom område C Hetvatten, silo mm, har bly och zink identifierats som viktiga riskämnen. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referensskälla.** Av tabellen framgår att det bara är riskkvoten för zink i d en ytligaste nivån baserad på UCLM95 som överskrider 1.

Risikkvoten för bly baserad på UCLM95 på samma nivå är mycket nära 1. Resultaten indikerar att förekomsten av zink kan innebära en oacceptabel risk för markmiljön i området. Risikkvoten för zink baserad på medelvärde underskrider 1. När anläggningen är uppförd kommer denna jord vara belägen mer än fyra meter under markytan. Eftersom jordens betydelse för markecosystemet avtar med ökat djup bedöms riskerna avseende markmiljön inom delområde C vara acceptabla.

*Tabell 8-12. Risikkvoter för platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljö, egenskapsområde C. Angivna djup är i meter under markytan. Risikkvoter över 1 är färgmarkerade. * anger att risikkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. **anger att risikkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. Risikkvoter inom parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	4,7-5,7	Bly	0,28	0,97
0-1	4,7-5,7	Zink	0,73	1,4
1-2	5,7-6,7	Bly	0,049	0,10
1-2	5,7-6,7	Zink	0,15	0,27
>2	>6,7	Bly	0,026	0,049
>2	>6,7	Zink	0,15	0,29

8.3.4 D Kontor, verkstad mm

Marknivån inom egenskapsområde D, kontor, verkstad mm ska sänkas med i genomsnitt cirka 2,2 m vilket innebär att större delen av de undersökta jordlagren inte kommer finnas kvar när anläggningen är uppförd. Därmed är det enbart aktuellt att beräkna risikkvoter 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 ett prov analyserats med avseende på kvicksilver och halten i provet var under laboratoriets rapporteringsgräns.

Uppmätta kvicksilverhalter i ytligare jord är lägre än riktvärdet för skydd av markmiljö.

Sammantaget bedöms inga oacceptabla risker avseende markmiljö föreligga inom delområde D.

8.3.5 E Energihamnen

Inom egenskapsområde E, Energihamnen, har data avseende förekomst av bly, xylén, bensen, PCB och alifater >C8-C10 använts för en översiktlig riskbedömning. Beräknade risikkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i Tabell 8-13. **Fel! Hittar inte referenskälla..**

Av tabellen framgår att risikkvoter över 1 beräknats för bly och xylén inom det ytligaste djupintervallet, 0-1 m under markytan. Övriga risikkvoter underskrider 1. Högst risikkvoter

har beräknats för xylen. Generellt är det inte stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på UCLM95 respektive medelvärde.

För de jord på större djup under markytan (>1 m) är dataunderlaget litet; bara 4 prov har analyserats avseende de identifierade ämnena. Endast ett prov har analyserats avseende PCB från nivån 1-2 m under markytan och inget prov har analyserats avseende PCB från den understa nivån. Föroreningssituationen i de ytliga jordlagren har dock störst betydelse för markecosystemet i jorden.

Sammantaget indikerar resultaten att föroreningshalterna i området kan utgöra en oacceptabel risk för markmiljön i yttlig jord. Trots det begränsade dataunderlaget indikerar resultaten acceptabla risker avseende markmiljön i djupare jord.

*Tabell 8-13. Riskkvoter för platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljö, egenskapsområde E. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. * anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. **anger att riskkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. Riskkvoter inom parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Bef djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1		Bly	0,22	1,6
0-1		Bensen	0,00056	0,0014
0-1		Xylen	4,6	14
0-1		Alifater >C8-C10	0,040	0,30*
0-1		Summa PCB	0,20	0,37
1-2		Bly	0,046	0,090
1-2		Bensen	0,00018	0,00036*
1-2		Xylen	0,0086	0,042*
1-2		Alifater >C8-C10	0,011	0,047*
1-2		Summa PCB	Ej påvisat	Ej påvisat
>2		Bly	0,042	0,12
>2		Bensen	0,0034	0,013*
>2		Xylen	0,0070	0,017
>2		Alifater >C8-C10	0,040	0,15*
>2		Summa PCB	Ej analyserat	Ej analyserat

8.3.6 F Revisionsyta

Inom egenskapsområde F, Revisionsyta, har barium, bly, koppar, kvicksilver, zink, PAH-H, alifater >C16-C35 och PCB-7 identifierats som viktiga riskämnen. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referensskälla..** Av tabellen framgår att riskkvoter över 1 beräknats inom samtliga tre angivna djupintervall samt att riskkvoter över 1 beräknats för barium, bly, koppar, kvicksilver, zink och PCB-7. Högst riskkvot har beräknats för koppar på >2 m djup under befintlig markyta.

Generellt är det inte stora skillnader mellan riskkvoter beräknade på UCLM95 jämfört med dem beräknade på medelvärdet. I flera fall är dock riskkvoten beräknad på UCLM95 högre än 1 medan riskkvoten beräknad på medelvärdet är under 1. I de flesta av dessa fall är båda riskkvoterna nära 1, som t.ex. för barium och bly. För PCB-7 på 0-1 m djup under befintlig markyta har riskkvoten beräknats på högsta uppmätta halt. PCB-7 har analyserats i bara två prov och påvisats i det ena. PAH-H har inte påvisats på nivån 0-1 m u befintlig my.

Sammantaget indikerar resultaten att föroreningshalterna i området kan utgöra en oacceptabel risk för markmiljön. Det bör dock beaktas att den berörda jorden efter uppförandet av anläggningen kommer att ligga på stort djup under markytan och dessutom till stor del under en byggnad. Det kan diskuteras vilken betydelse föroreningshalter i denna jord har för markmiljön i området samt vilken funktion som är önskvärd för markecosystemet i området. Detta kommer beaktas i åtgärdsutredningen.

*Tabell 8-14. Riskkvoter för platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljö, egenskapsområde F. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. * anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. **anger att riskkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. Riskkvoter inom parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,1-3,1	Barium	0,088	0,15*
0-1	2,1-3,1	Bly	0,093	0,24*
0-1	2,1-3,1	Koppar	0,27	0,65*
0-1	2,1-3,1	Kvicksilver	0,0016	0,00034*
0-1	2,1-3,1	Zink	0,23	0,46
0-1	2,1-3,1	PAH-H	Ej påvisat	Ej påvisat
0-1	2,1-3,1	Alifater >C16-C35	0,010	0,016*
0-1	2,1-3,1	PCB-7	0,15	0,020*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
1-2	3,1-4,1	Barium	0,64	1,2
1-2	3,1-4,1	Bly	0,91	1,6
1-2	3,1-4,1	Koppar	2,3	4,5
1-2	3,1-4,1	Kvicksilver	0,32	0,83
1-2	3,1-4,1	Zink	1,9	3,1
1-2	3,1-4,1	PAH-H	0,21	0,45
1-2	3,1-4,1	Alifater >C16-C35	0,039	0,070
1-2	3,1-4,1	PCB-7	Ej påvisat	Ej påvisat
>2	>4,1	Barium	0,55	0,74
>2	>4,1	Bly	0,82	1,2
>2	>4,1	Koppar	2,1	15
>2	>4,1	Kvicksilver	0,27	1,3
>2	>4,1	Zink	2,9	4,3
>2	>4,1	PAH-H	0,49	0,75
>2	>4,1	Alifater >C16-C35	0,42	1,1
>2	>4,1	PCB-7	1,7	4,3

8.3.7 G Ridstig och gångväg

Inom egenskapsområde G, Ridstig och Gångväg, ska en gång-, cykel- och ridväg anläggas. Föroreningssituationen inom egenskapsområde G har bedömts motsvara föroreningssituationen i egenskapsområde A: Data för egenskapsområde A har använts för att utvärdera risksituationen i egenskapsområde G. Precis som för övriga egenskapsområden inom Anläggningsområdet, bedöms markmiljöns skyddsbehov vara lågt. Samma platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljön som för övriga områden bedöms kunna användas. Därmed är riskkvoterna som presenteras i Tabell 8-10 giltiga även för område G. Resultaten indikerar att föroreningshalterna i området kan utgöra en oacceptabel risk för markmiljön.

8.3.8 H Parkering, Silo

Inom egenskapsområde H, parkering, silo har arsenik, barium, bly, kadmium, koppar och zink identifierats som de viktigaste riskämnena. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referensskälla..** Av tabellen framgår att riskkvoter över 1 har beräknats för 0-1 och 1-2 m djup under markytan. Riskkvoter över ett har beräknats för barium, bly, kadmium, koppar och zink.

På 1-2 m djup under markytan har bara två prov analyserats med avseende på metaller. Samtliga riskkvoter för nivån baseras därmed på högsta uppmätta halt. Med tanke på det begränsade dataunderlaget bedöms högsta uppmätta halt vara relevant att utvärdera mot.

Sammantaget kan det inte uteslutas att det föreligger oacceptabla risker för påverkan på markecosystemets funktion i området, framförallt på 1-2 m djup under markytan.

*Tabell 8-15. Riskkvoter för platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljö, egenskapsområde H. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. * anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. **anger att riskkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. Riskkvoter inom parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	0-1	Arsenik	0,28	0,51
0-1	0-1	Barium	0,70	1,1
0-1	0-1	Bly	0,60	1,0
0-1	0-1	Kadmium	0,040	0,063
0-1	0-1	Koppar	0,85	1,4
0-1	0-1	Zink	1,2	1,9
1-2	1-2	Arsenik	0,76	1,5*
1-2	1-2	Barium	1,6	3,3*
1-2	1-2	Bly	4,5	9,0*
1-2	1-2	Kadmium	0,69	1,3*
1-2	1-2	Koppar	0,68	1,3*
1-2	1-2	Zink	9,4	19*
>2	>2	Arsenik	0,078	0,11
>2	>2	Barium	0,15	0,24
>2	>2	Bly	0,082	0,15
>2	>2	Kadmium	0,0069	0,011
>2	>2	Koppar	0,16	0,28
>2	>2	Zink	0,23	0,38

8.3.9 I HSP

Inom egenskapsområde I, HSP, har barium, bly, koppar, kvicksilver och zink identifierats som de viktigaste riskämnena. Beräknade riskkvoter baserade på medelvärde samt UCLM95 för dessa ämnen redovisas i **Fel! Hittar inte referenskälla..** Av tabellen framgår att riskkvoter över 1 har beräknats för 0-1 och 1-2 m djup under befintlig markyta. Riskkvoter

över ett har beräknats för barium, bly, kadmium, koppar och zink. Den högsta riskkvoten avser bly 0-1 m under befintlig markyta.

Generellt är det små skillnader mellan riskkvoter beräknade på medelhalter och UCLM95. På 1-2 m djup under befintlig markyta överskrider dock bara riskkvoten baserad på UCLM95 överskrider 1. Generellt är alla beräknade riskkvoter för nivån nära 1.

Sammantaget indikerar resultaten att föroreningshalterna i området kan utgöra en oacceptabel risk för markmiljön. Det bör dock beaktas att den berörda jorden efter uppförandet av anläggningen kommer att ligga på stort djup under markytan och dessutom till stor del under en byggnad. Det kan diskuteras vilken betydelse föroreningshalter i denna jord har för markmiljön i området samt vilken funktion som är önskvärd för mark ekosystemet i området. Detta kommer beaktas i åtgärdsutredningen.

*Tabell 8-16. Riskkvoter för platsspecifika riktvärden för skydd av markmiljö, egenskapsområde I. Angivna djup är i meter under markytan. Riskkvoter över 1 är färgmarkerade. * anger att riskkvoten beräknats med maxvärde istället för UCLM95. **anger att riskkvoten beräknats utifrån bara ett analysresultat. Riskkvoter inom parantes baseras på riktvärden för skydd av akuttoxiska eller korttidshalter.*

Bef. djup	Nytt djup	Ämne	Riskkvot	
			Medelvärde	UCLM95
0-1	2,4-3,4	Barium	0,50	1,1
0-1	2,4-3,4	Bly	2,5	6,5
0-1	2,4-3,4	Koppar	2,2	5,4
0-1	2,4-3,4	Kvicksilver	0,11	0,35
0-1	2,4-3,4	Zink	1,3	2,9
1-2	3,4-4,4	Barium	0,55	1,3
1-2	3,4-4,4	Bly	0,83	2,0
1-2	3,4-4,4	Koppar	1,0	2,3
1-2	3,4-4,4	Kvicksilver	0,17	1,6
1-2	3,4-4,4	Zink	1,1	2,4
>2	>4,4	Barium	0,036**	
>2	>4,4	Bly	0,017**	
>2	>4,4	Koppar	0,035**	
>2	>4,4	Kvicksilver	0,0017**	
>2	>4,4	Zink	0,054**	

8.4 Spridning till Mälaren

8.4.1 Strategi för spridningsberäkningar

En riskbedömning avseende hur ett förorenat markområde påverkar en ytvattenrecipient kan i princip genomföras på två olika sätt:

1. Riskbedömningen baseras på koncentrationer i jord där en teoretisk urlakning från jord till grundvatten beräknas och sedan en teoretisk transport från grundvatten till ytvatten.
2. Riskbedömningen baseras på faktiska koncentrationer i grundvatten och en bedömd transport av grundvatten till recipienten

Här baseras riskbedömningen enbart på strategi 2, d.v.s. på uppmätta halter i grundvatten och inte på halter i jord. En metodik som baseras på halter i grundvatten är mer tillförlitlig, jämfört med en som baseras på förenklade antaganden om urlakning från jord till grundvatten.

8.4.2 Riskberäkningar

Graden av risk för recipienten utvärderas från kvoten mellan beräknad koncentration i recipienten (PEC, predicted environmental concentration) och den haltnivå som inte ger upphov till en risk i recipienten (Clågrisk):

$$\text{Riskkvot} = \frac{PEC}{C_{\text{lågrisk}}}$$

En riskkvot <1 indikerar att ingen risk för recipienten förekommer.

PEC beräknar vi med halt av ämnen i grundvatten gånger utspädningsfaktor i Mälaren som beräknas av (Sweco, 2019). Så kan vi beräkna var finns risk.

$C_{\text{lågrisk}}$ redovisas i avsnitt 8.5.6 nedan.

8.4.3 Vattendelare

Grundvattnet i egenskåpsområde E och i övriga delar av Anläggningsområdet är skilda av en vattendelare som följer det delvis kulverterade diket som ligger precis öster om Energihamnen (Kapitel 4). Väster om vattendelaren har inga halter över SPI:s riktvärden påvisats i grundvatten. Detta beskrivs i avsnitt 0. Spridningsberäkningar har därför bara utförts för området öster om vattendelaren, d.v.s. huvuddelen av Anläggningsområdet.

8.4.4 Grundvattenflöde

Den skattade mängden grundvatten som flödar ut från Lövsta deponiområde till Mälaren visas i kapitel 4. För utspädningsberäkningarna har ett grundvattenflöde av 1,0 l/s används, med utströmningsområde längs kanten av Västra och Östra deponin.

8.4.5 Föroreningshalter i grundvatten

De föroreningshalter i grundvatten som används i riskberäkningarna baseras på grundvattenprovtagning mellan åren 2014 och 2019 inom Anläggningsområdet, exklusive Energihamnen, samt presenteras i avsnitt 5.13.

För att ta fram representativa haltfördelningar i grundvatten beräknades UCLM95 för halter av ämnen baserat på analysresultaten från de sydligaste grundvattenrören, dvs. de grundvattenrör som är placerade längst nedströms i grundvattnets flödesriktning mot recipienten (Figur 8.1). Detta motiveras av att halterna längst nedströms i grundvattnets flödesriktning mot recipienten är högre än föroreningshalter i den norra delen, samt att det är grundvatten i denna del som strömmar mot Mälaren.

Tabell 8-12 redovisas statistik avseende halter av utvalda föroreningar, som påträffats i tidigare och föreliggande undersökning av grundvattenprover i den del som ligger längst nedströms i grundvattnets flödesriktning mot recipienten.



Figur 8-1: Provpunkter längst nedströms i grundvattnets flödesriktning

Tabell 8-17: halter ($\mu\text{g/l}$) av utvalda föroreningar påträffades i tidigare och föreliggande undersökning av grundvattenprover i den del som ligger längst nedströms på Anläggningsområde i grundvattnets flödesriktning mot recipienten.

Ämne	N	ND	Minimum	Maximum	Medelvärde	UCLM95
alifater >C10-C12	27	5	27	120	21	34
alifater >C12-C16	27	9	12	320	46	76
alifater >C12-C35	14	3	120	930	110	260
alifater >C16-C35	27	13	12	1700	271	610
alifater >C5-C12	14	3	100	160	38	72
alifater >C5-C16	13	6	12	460	97	180
alifater >C5-C8	27	2	62	160	15	53
alifater >C8-C10	27	1	-	-	-	-
aromater >C10-C16	27	8	0,3	64	6,9	15
aromater >C16-C35	27	7	1,2	20	3,8	5
aromater >C8-C10	27	7	0,06	16	10	4,7
PAH_H	29	14	-0,4	89	5,9	20
PAH_L	29	18	0,018	19	3,2	4,8
PAH_M	29	17	0,016	50	5,4	13
Summa PCB	30	15	0,0058	77	6,4	18
Antimon	4	2	14	15	8,6	18
Arsenik	32	32	1,2	120	14	34
Barium	32	32	39	5200	570	840
Bly	32	15	0,059	14000	770	5700
Kadmium	32	8	0,012	34	1,7	6,8
Kobolt	32	21	0,22	110	7,9	24
Koppar	32	20	0,25	11000	560	4100
Krom	32	12	0,86	480	32	150
Kviksilver	32	6	0,011	15	0,71	3,2
Molybden	16	16	3,6	62	18	25
Nickel	32	29	2	360	39	110
Tenn	14	5	2,9	2100	228	520
Vanadin	32	15	0,21	440	22	112
Zink	32	20	0,79	25000	1700	5300

8.4.6 Utspädning i Mälaren

Utgångspunkten för beräkningarna avseende föroreningskoncentration i ytvatten är att föroreningar som går ut i recipienten via grundvatten kommer att spädas ut i Mälaren. Utspädningen för grundvatten är beräknad som 10 000 till 100 000 gånger (Sweco, 2019). Varvid föroreningarna späds ut 10 000 gånger nästan direkt längs strandkanten och 100 000 gånger från ungefär 250 m ut i Mälaren.

8.4.7 Lågriskhalter

Lågriskhalter baseras på generella riktvärden för skydd av ekosystem.

Sådana har alltid en inbyggd svaghet eftersom de är framtagna i en miljö som aldrig helt kan efterlikna den som riskbedömningen gäller för, eller omfatta exakt de arter som riskbedömningen omfattar. Detta gäller alla riskbedömningar i Sverige eftersom generella

riktvärden för skydd av t.ex. markmiljö eller sediment alltid används. Således får denna osäkerhet anses vara acceptabel även i detta fall.

För Mälaren baseras använda lågriskkoncentrationer som redovisas i Tabell 8-18 främst på:

- Miljökvalitetsnormer (AA-MKN) enligt 2013/39/EU.
- Gränsvärden för särskilt förorenande ämnen (SFÄ) enligt Naturvårdsverket Rapport 5799.
- För ämnen som inte omnämns i Naturvårdsverkets Rapport 5799 eller utgör prioriterade ämnen enligt 2013/39/EU föreslås att haltnivåer enligt Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (Naturvårdsverket, 2016). Riktvärdet $C_{crit,sw}$ definieras då som haltkriteriet för skydd av ytvatten

Tabell 8-18: Använda lågriskhalter i Mälaren

	Sb	As	Ba	Pb	Cd	Co	Cr	Cu
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
AA-MKN för prioriterade ämnen				7,2	0,08			
Gränsvärden för SFÄ							4	3
$C_{crit-sw}$	0,1	0,3	10			0,2		
	Hg	Mo	Ni	V	Zn	PAH-L	PAH-M	PAH-H
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
AA-MKN för prioriterade ämnen	0,05		20					
Gränsvärden för SFÄ					8			
$C_{crit-sw}$		0,3		0,5		1	0,05	0,005
	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C16	Alifater >C16-C35	Aro-mater >C8-C10	Aro-mater >C10-C16	Aro-mater >C16-C35	Summa PCB	
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
AA-MKN för prioriterade ämnen								
Gränsvärden för SFÄ								
$C_{crit-sw}$	3	30	30	5	1,2	0,05	0,0001	

8.4.8 Riskbedömning

Resultaten från riskberäkningar redovisas i Tabell 8-19. Resultatet visar att Mälaren kan utsättas för en oacceptabel belastning från PCB-7 i grundvatten inom Anläggningsområdet. Tabell 8-19 visar vidare att inga andra ämnen i grundvattnet medför en oacceptabel belastning på Mälaren.

Tabell 8-19: Riskbedömning

Ämne	UCLM 95	Utspädning 10 000	Utspädning 100 000	Rikt- värden	Typ av rikt- gränsvärden	Risk 1	Risk2
alifater >C10-C12	34	0,0034	0,00034	3	C _{crit-sw}	0,001	0,0001
alifater >C12-C16	76	0,0076	0,00076	30	C _{crit-sw}	0,0003	0,00003
alifater >C16-C35	610	0,061	0,0061	30	C _{crit-sw}	0,002	0,0002
aromater >C10-C16	15	0,0015	0,00015	1,2	C _{crit-sw}	0,001	0,0001
aromater >C16-C35	5	0,0005	0,00005	0,05	C _{crit-sw}	0,01	0,001
aromater >C8-C10	4,7	0,00047	0,000047	5	C _{crit-sw}	0,0000 9	0,00000 9
PAH_H	20	0,002	0,0002	0,005	C _{crit-sw}	0,4	0,04
PAH_L	4,8	0,00048	0,000048	1	C _{crit-sw}	0,0005	0,00005
PAH_M	13	0,0013	0,00013	0,05	C _{crit-sw}	0,03	0,003
Summa PCB	18	0,0018	0,00018	0,0001	C _{crit-sw}	20	2
Antimon	18	0,0018	0,00018	0,1	C _{crit-sw}	0,02	0,002
Arsenik	34	0,0034	0,00034	0,3	C _{crit-sw}	0,01	0,001
Barium	840	0,084	0,0084	10	C _{crit-sw}	0,008	0,0008
Bly	5700	0,57	0,057	7,2	AA-MKN för prioriterade ämnen	0,08	0,008
Kadmium	6,8	0,00068	0,000068	0,08	AA-MKN för prioriterade ämnen	0,009	0,0009
Kobolt	24	0,0024	0,00024	0,2	C _{crit-sw}	0,01	0,001
Koppar	4100	0,41	0,041	3	Gränsvärden för SFÄ	0,1	0,01
Krom	150	0,015	0,0015	4	Gränsvärden för SFÄ	0,004	0,0004
Kviksilver	3,2	0,00032	0,000032	0,05	AA-MKN för prioriterade ämnen	0,006	0,0006
Molybden	25	0,0025	0,00025	0,3	C _{crit-sw}	0,008	0,0008
Nickel	110	0,011	0,0011	20	AA-MKN för prioriterade ämnen	0,0006	0,00006
Vanadin	112	0,0112	0,00112	0,5	C _{crit-sw}	0,02	0,002
Zink	5300	0,53	0,053	8	Gränsvärden för SFÄ	0,07	0,007

8.5 Osäkerheter

Riskbedömningar är förknippade med osäkerheter rörande antaganden om exponering och toxicitet hos ämnena. Vid föreliggande beräkningar och bedömningar har platsspecifik information använts i de fall sådan information funnits tillgänglig. Det finns emellertid många osäkerhetskällor som kvarstår både i de generella och i de platsspecifika antaganden som använts. En analys av dessa innebär underlag för en bättre förståelse av riskbedömningen och slutsatserna.

8.5.1 Osäkerheter avseende föroreningsutbredning

Vid all bedömning av risker baserade på mätdata från ett område finns det osäkerheter som beror på provtagningstätheten. Ett större avstånd mellan punkterna innebär en större osäkerhet. Osäkerheten är viktig att ta med när risker bedöms och när åtgärder utreds. Vad som är en acceptabel provtagningstäthet varierar och måste bedömas från fall till fall. Acceptabel provtagningstäthet beror bland annat av områdets historik, syftet med provtagningen och kostnader.

Föreliggande riskbedömning baseras på ett relativt stort antal undersökningspunkter. Trots det baseras riskbedömningen i enskilda egenskapsområden ibland på ett mycket litet dataunderlag. Vid utvärderingen har viss hänsyn tagits till osäkerheter i dataunderlaget i och med att bedömningar huvudsakligen utgår från UCLM95. UCLM95 tar hänsyn till datafördelningen och värdet blir högre vid mer heterogena förhållanden.

8.5.2 Osäkerheter i exponeringsbedömning

En generell utgångspunkt för riskbedömningar och för beräkning av platsspecifika riktvärden med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg är att om en förorening förekommer i området kommer exponering att ske. Antagandet ligger även till grund för föreliggande riskbedömning. Platsspecifika antaganden har gjorts angående exponeringens varaktighet. Osäkerheter som är förknippade med exponeringsparametrarna är följande.

Generella exponeringsparametrar som rekommenderas av Naturvårdsverket (2009b och 2016) har använts. Dessa parametrar ökar osäkerheten i exponeringsbedömningen, men då de är konservativa innebär de troligtvis att exponeringen överskattas.

För många ämnen är biotillgängligheten lägre i jord än i det preparat som vanligtvis använts i toxicitetsstudier på laboratorium (Törneman m.fl., 2009). Vid beräkning av platsspecifika riktvärden tas ingen hänsyn till matriseffekterna för jord. Därmed överskattas generellt den dos av ett ämne som skyddsobjekten inom området exponeras för.

8.6 Samlad riskbedömning

8.6.1 Människors hälsa

Människors hälsa utgör en viktig skyddsaspekt avseende föroreningar i mark inom Anläggningsområdet. Anläggandet av det planerade kraftvärmeverket kommer att innebära

att marknivån jämnas ut inom området. Inom en stor del av området ska marknivån höjas med flera meter, men det förekommer också områden som ska sänkas. Detta medför ett skydd mot förekommande föroreningar eftersom nya massor kommer påföras. Även sänkning av marknivån kan innebära ett skydd eftersom det i flera fall medför att föroreningar avlägsnas.

Riskbedömningen har utgått från de förutsättningar som kommer gälla vid den planerade markanvändningen. Riskbedömningen visar att det inte kan uteslutas att oacceptabla risker avseende människors hälsa föreligger inom flera egenskapsområden, samt att det oftast är bly eller flyktiga ämnen som ligger till grund för riskerna.

Riskbedömningen visar också att inom egenskapsområdena C, F och I bedöms inga oacceptabla hälsorisker föreligga vid den planerade markanvändningen. Vidare bedöms sannolikt inga oacceptabla hälsorisker föreligga inom delområde D, men på grund av det begränsade dataunderlaget kan risker avseende exponering för kvicksilver via inandning av ånga inte helt uteslutas.

Marknivån i egenskapsområdena B ska höjas med drygt 2 m. Detta innebär att direkt exponering för föroreningar i befintlig jord inom områdena endast kommer kunna ske i samband med att schaktarbeten och liknande utförs inom områdena. De platsspecifika riktvärdena utgår från att schakter ner till >2 m djup under markytan står öppna under 10 % av tiden (motsvarande 20 exponeringsdagar per år), vilket antas vara konservativt.

Notera att bedömningen inte beaktar de personer som utför eventuella schaktarbeten. De som utför sådana arbeten exponeras i större utsträckning under varje arbetsdag än vad som beaktas i beräkningarna. En arbetsmiljöriskbedömning krävs för denna typ av arbeten. Riskbedömningen visar att oacceptabla hälsorisker inte kan uteslutas, varken avseende direkt exponering (via intag av jord) eller avseende exponering via inandning av ånga. De viktigaste riskämnena i området är PCB-7 avseende direkt exponering samt kvicksilver och trikloret avseende inandning av ångor.

Riskbedömningen visar på oacceptabla risker avseende exponering för arsenik och bly inom egenskapsområde A i yttlig jord, samt på oacceptabla risker via exponering av flyktiga ämnen och intag av jord inom område G och E. Inom område G bedöms också intag av växter vara en viktig exponeringsväg, för vilken risk inte kan uteslutas. Inom egenskapsområde H kan oacceptabla risker med avseende på exponering för bly inte uteslutas.

För område G, har platsspecifika riktvärden inte beräknats. I stället har de generella riktvärdena för KM använts för skydd av människors hälsa. KM är generellt konservativt för flyktiga ämnen, men inte för ämnen för vilka direkt exponering via jord och damm är styrande. Då dataunderlaget vad gäller halter i jord är litet (ett prov har analyserats från område G), har halter uppmätta i egenskapsområde A använts. Att så har gjorts innebär en osäkerhet i riskbedömningen, men det bedöms att halterna som använts är konservativa. Område G utgör en liten del av en lång sträcka som är tillgänglig för allmänheten, men som inte är en del av Anläggningsområdet och som därmed inte ingår i

riskbedömningen. För att utredningen ska vara fullständig, behöver en riskbedömning och åtgärdsutredning utföras för hela det område som är tillgänglig för allmänheten.

8.6.2 Spridning

Riskbedömningen visar att det sker en viss spridning av föroreningar via grundvatten från Anläggningsområdet. Utspädningen i Lövstafjärden är stor, mellan 10 000 och 100 000. Vidare visar riskbedömningen att Mälaren utsätts för en risk avseende belastning av PCB-7 från grundvatten inom Anläggningsområdet. För alla andra ämnen i grundvatten inom Anläggningsområdet är risken acceptabel avseende spridning till Mälaren.

8.6.3 Markekosystemet

Riskbedömningen visar att det inom delar av området föreligger risk att markekosystemets funktioner påverkas av förekommande föroreningar. Som tidigare diskuterats är förekomst av föroreningar bara en av många förutsättningar som kan påverka markekosystemet. Området utgörs av fyllnadsmassor och kommer till stora delar att vara hårdgjort eller bebyggt. Dessa förutsättningar bidrar inte till en fysisk miljö som främjar markekosystemet.

Riskbedömningen visar på acceptabla risker avseende markekosystemet inom egenskapsområdena C och D. Inom egenskapsområdena A, B, E, F, G, H och I visar riskbedömningen att oacceptabla risker för påverkan på markekosystemets funktion inte kan uteslutas. Markytan i egenskapsområdena B, F och I ska höjas med minst cirka 2 m. Som tidigare nämnts avtar jordens betydelse för markekosystemets funktion med djupet. Vilken betydelse föroreningshalter på dessa djup har för påverkan på markekosystemet kan därför diskuteras.

8.6.4 Tidsperspektiv och förutsättningar

Riskbedömningen och de framtagna platsspecifika riktvärdena grundar sig på att den planerade markanvändningen för området genomförs. Vid beräkning av riktvärden och vid riskbedömningen har inga anpassningar gjorts avseende områdets nuvarande utformning. Ingen bedömning av risksituationen i nuläget har gjorts, men en del av de åtgärder som ingår i anläggningsarbetet innebär i sig att exponeringen för människor begränsas.

9 Utgångspunkter för åtgärdsutredningen

Åtgärdsutredningen utgår från riskbedömningen och de förutsättningar och antaganden som denna baseras på. De platsspecifika riktvärden som har tagits fram i riskbedömningen, enligt kapitel 7 ovan, säkerställer ett långtgående skydd av människors hälsa och miljön. Åtgärder som säkerställer att dessa riktvärden uppfylls kan medföra betydande insatser (framför allt vad gäller hanteringen av jordmassor) för att marginella förbättringar i skyddet ska uppnås. Det finns också tekniska faktorer som påverkar möjligheten till och behovet av åtgärder. Det finns således skäl att tidigt i åtgärdsutredningen fastställa faktorer som bedöms ha stor inverkan på åtgärdernas omfattning och möjligheten till genomförande, dessa utgörs av:

- Övergripande åtgärds mål
- Åtgärdsbehov
- Områdesavgränsningar
- Markanvändning
- Åtgärder på olika djup
- Skyddsnivå för markmiljö
- Ånginträngning

Dessa parametrar beskrivs närmare nedan. I kapitel 6 redovisas olika åtgärdsalternativ och tekniker.

Åtgärdsutredningen utgår också från behov av åtgärder att ta hand om risk av deponigas och metan i deponigas.

9.1 Övergripande åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål ska fungera som underlag för riskbedömning, åtgärdsutredning och riskvärdering samt ska beskriva syftet eller syftena med en efterbehandlingsåtgärd (Naturvårdsverket, 2009c). Åtgärds mål beskrivs i kapitel 6 och baseras på ett långtidsperspektiv, som avses 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, samt
- klimatförutsättningar.

9.2 Åtgärdsbehov

Riskbedömningen har visat att det finns ett behov av riskreduktion avseende människors hälsa inom egenskapsområdena A, B och H. För samtliga områden har risker med direkt exponering identifierats, men för område B är risker huvudsakligen förknippade med exponering via inandning av ångor.

Riskbedömningen har vidare visat att risker avseende påverkan på markecosystemet inte kan uteslutas inom områdena egenskapsområdena A, B, F, H och I. Inom dessa

delområden finns därför ett åtgärdsbehov för att skydda markekosystemet, i vissa fall på stort djup under planerad marknivå.

Avseende spridning visar riskbedömningen att Mälaren utsätts för en risk för oacceptabel belastning från PCB-7 i grundvatten inom Anläggningsområdet. För alla andra ämnen i grundvatten inom Anläggningsområdet är risken acceptabel avseende spridning till Mälaren. Det övergripande åtgärds målet är att spridning av föroreningar från Anläggningsområdet inte ska öka. Detta uppfylls och det finns därmed inget behov av omgående åtgärder för att begränsa denna spridning. Dock är ett åtgärds mål att belastningen successivt ska minska. Det är därmed önskvärt att i så stor utsträckning som möjligt begränsa föroreningsbelastningen från området på Mälaren.

Sammantaget föreligger behov av åtgärder inom egenskapsområdena A, B, E, F, G, H och I. Inom egenskapsområdena C och D föreligger inget åtgärdsbehov.

9.3 Områdesavgränsning

Riskbedömningen täcker Anläggningsområdet (Figur 1.1), vilket har delats upp i egenskapsområden som beskrivs i kapitel 3. Västra, Östra och Norra deponierna är inte med i riskbedömningen, då de inte ingår i Anläggningsområdet och tillhör Stockholm stad. En del av det område som tidigare nyttjats för avfallshantering och som ligger norr om den östra deponin och öster om nuvarande återvinningscentral är heller inte med i riskbedömning.

Observera att områdesavgränsningen kan förändras vid eventuella åtgärdsförberedande undersökningar.

9.4 Höjder

Provtagningar som utförts har utgått från den befintliga höjden vid provtagningstillfällena. Relevant vid riskbedömning av föroreningar är istället den slutgiltiga höjden på marken i området. För en stor del av Anläggningsområdet kommer uppfyllnad och markhöjning att ske och den slutliga markytan anges till mellan ca +6 och +13 i RH2000.

I åtgärdsutredningen utgår i alla frågor som berör höjder antingen från absoluthöjder eller djup relativt höjden på färdig mark inom området.

9.5 Skyddsnivå för markmiljön

Skyddet av markmiljön ska vara sådant att ekosystemets funktioner kan upprätthållas i den omfattning som är nödvändig för den planerade markanvändningen (Naturvårdsverket, 2009b). Som diskuteras i avsnitt 6.7, bedöms skyddsbehovet för markmiljön inom området vara lågt, vilket innebär att 25 % av arter och processer ska skyddas. Samma skyddsnivå har använts för hela jordprofilen oavsett djup under markytan.

I praktiken är minskar dock skyddsbehovet med djupet, då markens ekologiska funktion förväntas avta med djupet. Vidare begränsas ofta markmiljön av andra parametrar än

föroreningsituationen, se avsnitt 6.7. Detta bör beaktas i åtgärdsutredningen. Riskbedömningen i detta fall grundar sig enbart på om föroreningshalter överskrider generella riktvärden. Någon utvärdering eller bedömning av faktisk föroreningspåverkan på markecosystemet har inte gjorts.

Att utföra åtgärder för att minska föroreningsbelastningen på markmiljön, då de aktuella föroreningarna inte samtidigt bedöms utgöra en risk för människors hälsa, i synnerhet då de aktuella föroreningarna ligger på ett stort djup under markytan, rekommendera inte. Många åtgärder medför dessutom i sig negativa konsekvenser på markmiljön. Extremfallet är urgrävning av förorenad jord och ersättning av denna med bergkross eller andra typer av massor. En sådan åtgärd medför negativa konsekvenser för markmiljön. Även andra åtgärder, som täckning eller olika typer av in-situ-åtgärder, har ofta negativa effekter på markmiljön. Detta bör beaktas i åtgärdsutredningen.

9.6 Ånginträngning

Ämnen som kan förekomma i gasform förekommer inom Anläggningsområdet, specifikt i Energihamnen vid Ballagret (Kapitel 5, egenskapsområdena E och B). Riktvärden för denna ämnesgrupp styrs till stor del av risken för exponering av ångor som tränger in i byggnader.

I riskbedömningen har hänsyn tagits till inträngning av ångor i byggnader, vilket betyder att de framtagna platsspecifika riktvärdena ligger på en nivå som innebär att hälsoskadliga halter i ånga som tränger in i byggnader inte förekommer.

För att begränsa eller förhindra ånginträngningen i byggnader kan olika tekniska skyddsåtgärder vidtas. Det finns väl beprövade metoder att bygga radonsäkert vilket även skyddar mot inträngning av flyktiga ämnen. Graden av skydd beror på utförande och ämnens egenskaper. Åtgärdsutredningen utgår dock från att inga särskilda tekniska skyddsåtgärder vidtas mot ånginträngning.

10 Åtgärdsalternativ och tekniker

10.1 Introduktion

I detta kapitel redovisas vilka alternativ för åtgärder som kan vara aktuella att vidta för att reducera risker för människors hälsa och miljön inför den planerade framtida markanvändningen av området. De alternativ som behandlas i avsnitten nedan är:

- Ingen åtgärd
- Administrativa skyddsåtgärder
- Tekniska skyddsåtgärder
- Inneslutning
- Schaktsanering

- Stabilisering/solidifiering
- Övertäckning med syfte att reducera exponering
- Kvalificerad övertäckning med syfte att reducera föroreningstransport
- In situ behandling
- Övervakad naturlig självrening

10.2 Nollalternativ

Vid nollalternativet antas inga större förändringar av markanvändningen ske inom planområdet. Om ingen sanering av området sker kommer risken för spridning av föroreningar i mark och vatten, samt risker för besökare inom området som exponeras för dem att kvarstå. Konsekvenserna bedöms som betydande.

Risker för människors hälsa och markmiljö i nuläget har inte beräknats eller bedömts inom ramen för detta PM. Människor som besöker område till exempel för idrottsutövning eller plockning av frukt eller svamp kan utsättas för en risk från markföroreningar. Kraftigt förorenad mark finns i yttlig jord inom områden som är tillgängliga för allmänheten. Människor kan utsättas för en hälsorisk vid direkt kontakt med jord och damm eller plockning och efterföljande konsumtion av till exempel bär eller svamp.

Sedimenten i Mälaren är förorenade och människor som badar kan komma i kontakt med dessa, vilket kan medföra en risk för människors hälsa.

Riskbedömningen visar Mälaren utsätts för en risk avseende belastning av PCB-7 från grundvatten inom Anläggningsområdet. För alla andra ämnen i grundvatten inom Anläggningsområdet är risken acceptabel avseende spridning till Mälaren.

10.3 Ingen åtgärd

Om det kan visas att det inte föreligger någon risk för människors hälsa och miljön nu eller i framtiden, samt att de övergripande åtgärds målen kan uppnås även om inga åtgärder genomförs, kan ingen åtgärd utöver enligt nedan vara ett alternativ.

I riskbedömningen konstateras att i nuläget finns det inte någon risk för människors hälsa inom de olika egenskapsområdena. Eftersom marknivån kommer att sänkas i olika delar av Anläggningsområdet tas det samtidigt bort en del av föroreningarna. I dessa delar finns, efter sänkning, inte längre några föroreningar i halter över de platsspecifika riktvärdena kvar och heller inga signifikanta risker. Därför behövs möjligt ingen åtgärd i dessa delområden (Figur 10.1), utöver de schaktarbeten som utförs av anläggningstekniska skäl.

10.4 Administrativa skyddsåtgärder

Administrativa åtgärder omfattar restriktioner beträffande vad som kan behöva göras och/eller hur marken kan användas i området. Syftet är att bidra till att förebygga skada eller olägenhet för människors hälsa, samt att förhindra ingrepp som kan öka spridningen och exponeringen eller förvärrar situationen för miljön.

Administrativa åtgärder betraktas inte som efterbehandlingsåtgärder eller avhjälpandeåtgärder i strikt mening enligt Naturvårdsverket. Administrativa åtgärder är ofta nödvändiga att implementera om tekniska skyddsåtgärder utförs, såsom övertäckning eller inneslutning, där föroreningar kvarlämnas. Dessa administrativa åtgärder säkerställer då att önskad framtida ingrepp inte motverkar effekten av de vidtagna åtgärderna.

Inom Anläggningsområdet behöver administrativa åtgärder föreskrivas för fysisk planering och markanvändning. Detta åtgärdsalternativ är därvid aktuellt för Anläggningsområdet.

10.5 Tekniska skyddsåtgärder

Tekniska skyddsåtgärder omfattar riskreducerande åtgärder som skär av exponeringsvägar och därmed skyddar människa och miljö mot exponering. Exempelvis kan olika former av markfilter installeras för att hindra transport av förorening inom och från Anläggningsområdet, eller tekniska lösningar för att förhindra inträngning av ånga i byggnader.

Denna form av åtgärder skulle främst vara tillämpliga vad gäller ånginträngning som är en identifierad risk. Det är möjligt att installera aktiva ventilationslösningar och radonklassade skydd mot inträngning av gas/luft från källare/krypgrund till byggnader på området.

Inträngning av ångor i byggnader är en risk som kan uppkomma i Energihamnen och tekniska skyddsåtgärder kan vara tillräckliga för att uppnå de övergripande åtgärds målen. Tekniska skyddsåtgärder är sannolikt tillämpliga inom Anläggningsområdet.

Deponigas har påvisats i de gamla deponiområdena. Tekniska skyddsåtgärder krävs för byggnader som är planerade i delområden där deponimaterial finns.

Höga halter av föroreningar finns även inom den östligaste delen av det undersökta området. Denna del av de gamla deponiområdena befinner sig inte inom Anläggningsområdet och är tillgängliga för allmänheten. Det rekommenderas att detta område inte är gjort allmänt tillgängligt, då speciellt bär eller svamp som skulle kunna plockas här och konsumeras kan vara en risk för människors hälsa.

10.6 Inneslutning

Inneslutning av föroreningarna innebär att förorenade massor lämnas kvar inom området och att de innesluts med barriärer på plats, så att kontakt med de förorenade massorna förhindras. Ofta väljs täta barriärer, vertikala och/eller horisontella, som begränsar eller förhindrar urlakning och spridning av lakvatten.

En variant på inneslutning är en lokal deponi som innebär att massor flyttas inom området och övertäcks på den nya platsen.

Denna typ av åtgärd används vanligtvis i områden där föroreningen är av en sådan karaktär att det har bedömts att andra typer av åtgärder orsakar stor miljöpåverkan under själva åtgärden, samt att inneslutningen kan anses beständig i ett långt tidsperspektiv. Metoden kräver också att en höjning av markytan kan genomföras för att åstadkomma nödvändig skyddsstäckning.

Inneslutning av förorenade jordlager med halter över de åtgärdsgränser som kan bli aktuella bedöms inte vara en tillämplig åtgärd för Anläggningsområdet, då den övervägande delen av föroreningarna inom projektområdet återfinns i sluttäckta deponier som inte ingår i Anläggningsområdet. Inneslutning kommer därför inte att få den effekt som eftersträvas.

10.7 Schaktsanering

Metoden innebär att förorenade jordmassor schaktas upp och omhändertas antingen inom området eller avlägsnas helt från området.

De massor som schaktas upp kan behandlas på olika sätt innan de transporteras bort eller återanvänds på plats. De metoder som kan användas på plats kan även tas i bruk på en mellanstation eller på den slutliga mottagarstationen. Nedan beskrivs behandling genom sortering i fraktioner respektive jordtvätt. Fördelen med att behandla massorna på plats är att det kan öka återanvändningen inom området och att mängden massor med höga föroreningshalter minskar.

De massor som uppstår vid urschaktning kan behandlas på plats genom sortering i fraktioner. Syftet med en sortering är att fraktioner med olika föroreningsinnehåll kan skiljas så att de grövre fraktionerna kan återanvändas eller hanteras som mindre förorenade och de finare fraktionerna med högre föroreningshalter kan hanteras separat.

Utöver sortering kan även en tvättning av materialet göras. Det innebär att den förorening som sitter på ytan av jordpartiklarna kan skrubbas av eller med hjälp av exempelvis syror lösgöras från jordpartiklarna. Den förorenade tvättvätskan kan sedan renas och jorden som nu har en lägre föroreningshalt hanteras utifrån hur effektivt den har kunnat renas.

Vid undersökningen påträffades fyllning, avfall och ask i många provpunkter. Fyllningen består huvudsakligen av sand, vanligen grusig och ställvis mullhaltig samt med inslag av tegel, kol och lera. Således finns det inslag av grovkornigt material som innebär att en sortering i fraktioner och tvättning skulle kunna vara möjlig. För att göra en närmare bedömning av effektiviteten måste metoden testas i fält, vilket kan göras i samband med att eventuella åtgärder påbörjas.

Schaktsanering måste sannolikt tillämpas i Lövsta på platser där schaktning måste utföras av anläggningstekniska skäl, vid uppförande av kraftvärmeverket.

Extremfallet är urgrävning av avfall och fyllningsmassor och ersättning av denna med bergkross eller andra typer av massor. Urgrävning som en sanering av hela deponiområde

skulle innebära en schakt till flera m djup längs gränsen utefter Norra, Östra och Västra deponierna. Eftersom materialet i deponierna är geoteknisk ostabilt måste hela gränsen med befintliga deponierna spontas. Under ett sådant schaktarbete måste också grundvatten som strömmar in i schakterna tas om hand. Massorna måste köras bort till en annan deponi vilket innebär en betydande trafik i bostadsområden inom när-området.

Effekten av bortschaktning av fyllningsmassorna är små eftersom avfallsmassor finns kvar i Norra, Östra respektive Västra deponin.

Typ av föroreningar och fördelning av föroreningar i egenskapsområde E visar att schaktning skulle kunna användas som en saneringsåtgärd i detta egenskapsområde.

10.8 Solidifiering och stabilisering

Solidifiering innebär att föroreningen inkapslas i material med låg permeabilitet, t.ex. betong, bentonit eller andra barriärmaterial. Vid solidifiering påverkas i regel inte föroreningens kemiska form eller sammansättning. Inkapslingen av föroreningen motverkar spridningen av föroreningar från det förorenade materialet.

Vid stabilisering tillsätts additiv som reagerar kemiskt med föroreningen så att dess laknings- och spridningsbenägenhet reduceras, utan att det förorenade materialet kapslas in. Stabilisering och solidifiering kan tillämpas både in situ (materialet ligger kvar i marken) och på uppgrävda massor.

Med solidifiering avses vanligen inkapsling av förorenade jordar eller avfall i lågpermeabla material, alternativt tillförsel av additiv som väsentligt reducerar den hydrauliska konduktiviteten inom och kring det förorenade området.

Projektering av åtgärdslösningar baserade på solidifiering och/eller stabilisering föregås i allmänhet av relativt omfattande laboratorie- och bänkskaleförsök, för att testa de utvalda additivens förmåga att antingen binda ingående föroreningsämnen eller väsentligt reducera det förorenade materialets hydrauliska konduktivitet.

Stabilisering/solidifiering kan tillämpas både in situ och på uppgrävda massor. Vid tillämpning in situ används metoden för behandling av källzoner med syfte att reducera eller helst stoppa en pågående föroreningsspridning. Metoden är bäst lämpad för behandling av relativt homogena jordar, med dominerande innehåll av sand eller grus och låg andel lera och/eller organiskt material.

Metoden används för behandling av såväl metallföroreningar som för tyngre organiska ämnen som t.ex. PAH och PCB, men är mindre lämpliga vid behandling av organiska föroreningar med hög andel flyktiga ämnen. Ler- och siltjordar, liksom jordar med hög organisk halt, är generellt mindre lämpade för solidifiering/stabilisering än sandjordar.

I kallt klimat kan frostvittring reducera stabilisatets eller inkapslingens beständighet, vilket kan erfordra särskilda försiktighetsåtgärder (övertäckningsåtgärder m.m.). Förekomst av avfallsrester och skrotfragment kan försvåra inblandningen av additiv, både vid tillämpningar in situ och vid behandling av uppgrävda massor.

Metoden bedöms inte lämplig för Anläggningsområde eftersom:

- Geotekniska egenskaper hos den åtgärdade jorden är osäkra och anläggningen behöver en yta som kan bära tunga laster.
- Jordmaterialet i Anläggningsområdet är inte homogent.
- Stabilisering reducerar permeabiliteten hos jorden vilket kan medföra att grundvattennivån stiger uppströms stabiliserade områden och ändrar grundvattenströmningen inklusive spridningsförhållanden för föroreningarna.

10.9 Övertäckning för att reducera exponering

Ett sätt att förhindra att människor exponeras för förorenad jord är att den innesluts eller täcks över. Övertäckningen kan göras relativt enkel eller mer avancerad med täta material.

Preliminär design av anläggningen visar att markytan kommer att höjas med ungefär 3 m genom fyllning med rent material, inom övervägande delen av området. Härvid kommer exponeringen att minska genom att det fysiska avståndet mellan människor och föroreningarna ökar.

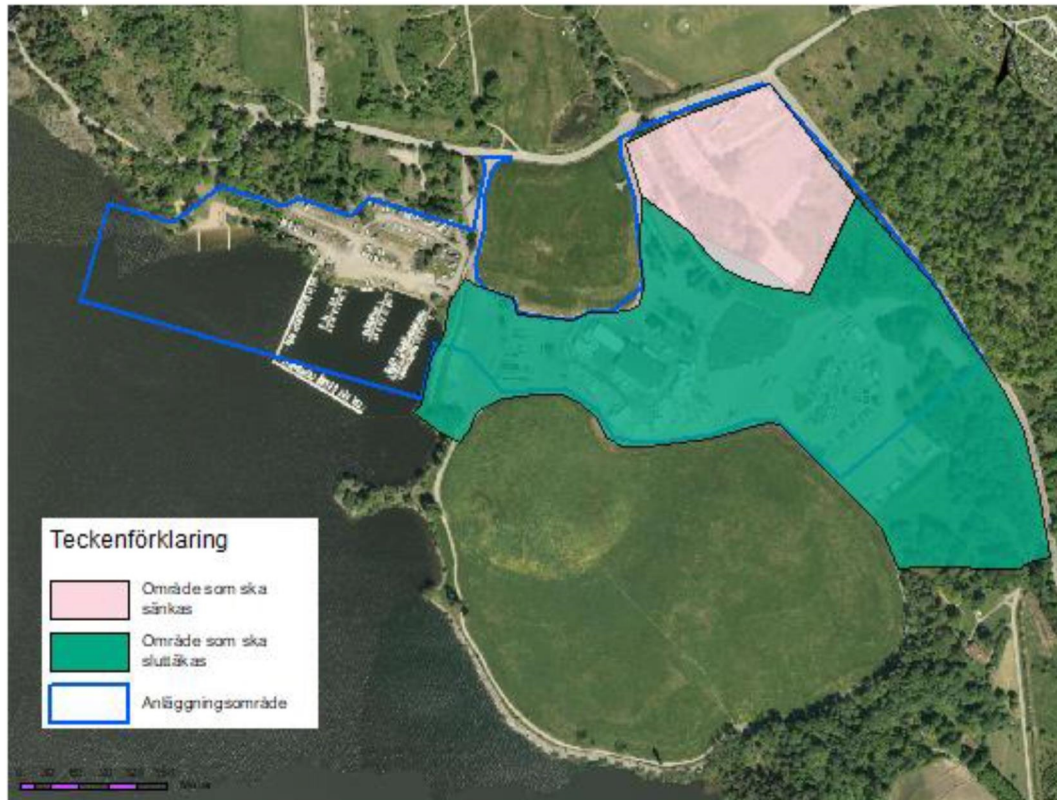
Om förorenade massor övertäcks kommer risken för negativa hälsoeffekter, med avseende på exponering för materialet, att reduceras väsentligt. Dock lämnas akuttoxiska halter kvar i marken vilket endast är av vikt om antingen skyddstäcket skadas/försvinner eller vid grävarbeten där personal kan exponeras för akuttoxiska halter under arbetet, samt avseende allmänheten om om större schaktgropar tillåts vara öppna under viss tid under pågående grävarbeten.

En enklare övertäckning som är genomsläpplig för vatten påverkar inte spridningen av föroreningar från den förorenade jorden nämnvärt och är därför inte bedömd lämpligt har.

10.10 Kvalificerad övertäckning för att reducera föroreningstransport

En övertäckning eller inneslutning (ibland även kallad barriär) kan utföras genom att en jordförorening helt eller delvis inkapslas med täta/lågpermeabla material, varvid utlakningen och spridningen av olika ämnen från jordföroreningen till omgivande mark- och vattenområden minskar eller helt upphör. Samtidigt hindras människor från att exponeras för jordföroreningen.

Det dominerande transportmediet för markföroreningar är vatten. Föroreningstransport kan även ske via porgas och i fri fas. Genom att installera barriärer kring förorenad jord med hjälp av täta/lågpermeabla material kan yt-, grund- och regnvatten hindras från att nå den förorenade jorden. Därmed reduceras också utlakningen och spridningen av föroreningar från den förorenade jorden. Vidare kan en övertäckning minska syrediffusionen till den förorenade jorden, vilket eventuellt påverkar omfattningen av utlakningen av metaller. Skyddsåtgärden kan utföras enskilt eller som komplement till andra åtgärder.



Figur 10-1: Föreslagna åtgärder.

Tätskiktet kan utföras genom t.ex. bentonitblandning, naturlig lera eller ett geomembran. Ovanpå tätskiktet läggs ibland ett dräneringslager bestående av t.ex. sand. Dräneringslagret har till uppgift att leda bort vatten. På dräneringslagret läggs ett skyddsskikt (t.ex. morän) för att hindra att tätskiktet förstörs på grund av frost, rötter eller ingrepp (grävning), om den underliggande förorenade jorden har "glömts bort". Mellan dräneringslagret och skyddsskiktet läggs en geotextil för att förhindra att material i skyddsskiktet tränger ner i dräneringslagret. Överst anläggs ett vegetationsskikt.

För att barriären effektivt ska kunna avlänka ett grundvattenflöde, eller signifikant reducera infiltrationen av nederbörd inom ett förorenat område, får barriären uppvisa en hydraulisk konduktivitet av högst 5×10^{-9} m/s. Är omgivande jord mycket genomsläpplig kan eventuellt en något högre hydraulisk konduktivitet tillåtas hos vertikala barriärer. För att åstadkomma en signifikant reduktion av mängden infiltrerande nederbörd via en förorening lokaliserad till omättad zon, erfordras dock i regel ett barriärmaterial med en hydraulisk konduktivitet understigande 1×10^{-9} m/s.

För att kunna projektera en inneslutningsåtgärd baserad på vertikala och horisontella barriärer krävs detaljerad kunskap om föroreningsförhållanden, jordlagerföljd/stratigrafi och

hydrogeologiska förhållanden inom och i anslutning till det förorenade området. Det krävs även ingående kunskaper om barriärmaterialens tekniska egenskaper såsom kemisk respektive mekanisk beständighet och hydraulisk konduktivitet. Projektören behöver också ingående kunskaper om vilka installationsförfaranden som är möjliga att tillämpa.

Kvalificerad övertäckning används främst för att reducera utlakning och transport av föroreningar till recipienten och en sådan lösning skulle väsentligt reducera urlakning från den omättade zonen till grundvatten. De förorenade massorna är i detta fall dock delvis belägna under grundvattenytan vilket innebär att en viss transport av metaller via grundvatten skulle kunna fortgå även med en övertäckningslösning.

Deponigas har uppmätts vid föreliggande undersökning. Metan är en farlig gas och också en kraftig växthusgas som har cirka 25 gånger mer klimateffekt än koldioxid. Om sluttäckning används som åtgärds metod skulle det vara möjligt att ta hand om metangas. Det finns till exempel nya tekniker som innebär att metangasen som bildas i deponin leds till så kallade klimatfönster. Där skapas en miljö där metanreducerande bakterier trivs och metanen som kommer från deponin bryts ner. Metoden, som är utarbetad i Danmark men är ny för Sverige, används nu i Lunds kommun.

Sluttäckning av Anläggningsområdets bedömds som en lämplig åtgärd för att minska spridning av föroreningar till Mälaren, skydda människors hälsa och förbättra markmiljön i området.

Åtgärden skulle bli mer effektiv om sluttäckningen ansluts till befintlig sluttäckning på de Västra och Östra deponierna. Detta kan åstadkommas om sluttäckningen också inkluderar områdena som ligger öster om Östra deponin och söder om nuvarande återvinningscentral (Figur 10.1). Detta område ligger utanför Anläggningsområde och är därmed inte del av projektet.

Ett minskat läckage av metaller via grundvatten till Mälaren skulle medföra lägre halter i recipienten. Mälaren belastas emellertid även av metaller från andra källor.

Om sluttäckning väljs som alternativ behövs följande administrativa åtgärder:

- Inget eller endast kontrollerade schaktarbeten får utföras genom sluttäckningen i framtiden
- Markförlagda ledningar får inte installeras genom sluttäckningen

10.11 In-situ behandling

In situ-behandling innebär att förorenade massor ligger kvar i marken och behandlas där, alternativt extraheras från jordmatrisen och avskiljs/behandlas på plats eller omhändertas externt.

Det finns ett flertal olika behandlingsmetoder som kan användas för att påskynda den biologiska nedbrytningen och/eller kemiskt (oxidation/reduktion) bryta ner organiska ämnen, framför allt lättare kolväten. För PAH är förutsättningarna för in situ-behandling

sämre och mycket tidskrävande, då högmolekylära PAH generellt bryts ner mycket långsamt.

Metoder för in situ-behandling av metallförorenade jordmassor finns, s.k. elektrosanering. Denna typ av metod bedöms dock inte vara effektiv för Anläggningsområdet, då den primärt används vid höga halter inom begränsade områden med en viss typ av jordegenskaper. Samförekomsten av höga metallhalter och organiska föroreningar? innebär svårigheter att använda in situ-behandling. Sammantaget bedöms inte in-situ metoder vara tillämpbara för Anläggningsområdet, dels på grund av föroreningarnas sammansättning och dels på grund av tidsaspekten.

Typ av föroreningar och fördelning av föroreningar i egenskapsområde E visar att in-situ behandling skulle kunna användas som en saneringsåtgärd i detta egenskapsområde. Specifikt i kombination med schaktsanering där högsta halter schaktas bort och lägre halter saneras med in-situ behandling.

10.12 Övervakad naturlig självrening

Övervakad naturlig självrening bygger på att föroreningarna ligger kvar i marken och att markens naturliga processer reducerar halter och risker över tiden. Exempel på sådana naturliga processer är bionedbrytning, sorption, förångning och utspädning. Området övervakas för att kontrollera om och hur effektivt föroreningen minskar. Metoden kan appliceras på alla former av organiska ämnen inklusive PAH, men inte för tungmetaller.

Naturlig självrening är oftast en mycket tidskrävande metod. Dessutom utgörs huvuddelen av föroreningarna inom området av metaller som är hårt bundna till jordmatrisen och inte nedbrytbara. Metoden bedöms inte som praktiskt tillämpbar och den övervägs därför inte närmare.

10.13 Sammanfattning av aktuella åtgärdsmetoder

Inom Anläggningsområdet finns åtgärdsbehov eftersom föroreningshalterna medför en risk för människors hälsa. Bedömningen baserats på data som nu är tillgängliga och kan därför ändras vid uppdateringar av föreliggande rapport när ytterligare data har tillkommit.

Markarbeten som schaktning av anläggningstekniska skäl, till exempel för ledningar eller byggnader planeras i Anläggningsområdet. Schaktmassor kommer att provtas och analyseras för att kunna återanvändas inom Anläggningsområdet eller omhändertas externt.

Markytan inom en stor del av egenskapsområdena kommer att sänkas vid uppförande av kraftvärmeverket (Figur 10.1). Jord kommer att schaktas upp och berg kommer att sprängas. Detta jord- och bergmaterial kommer också att provtas och analyseras för att kunna återanvändas inom Anläggningsområdet.

En sammanfattning av lämpliga åtgärdsmetoder presenteras i tabell 10-1 nedan och i figur 10.1. Alla åtgärder som beskrivs kräver övervakning av grundvattenkvalitet och inomhusluftkvalitet i framtiden.

Tabell 10-1: Sammanfattning av lämpliga åtgärdsmetoder i Anläggningsområdet exklusiva Energihamnen.*

Metod	Miljönytta	Fördelar	Nackdelar
Ingen åtgärd	I en del av områdena finns ingen risk för människors hälsa eller miljö efter att anläggningen uppförts.	Låga kostnader.	Bara lämpliga i de delar där inga halter över de platsspecifika riktvärdena förekommer.
Administrativa skyddsåtgärder	Tekniska skyddsåtgärder som utförs i området att säkerställer att oönskade framtida ingrepp inte motverkar effekten av de vidtagna åtgärderna.	- Låga kostnader - Enkelt att kontrollera i planområdet - Effektiv	Brist i kontroll eller kommunikation kan negativt påverka effektiviteten.
Tekniska skyddsåtgärder	Tekniska skyddsåtgärder skyddar människors hälsa och övervakning säkerställer att målen uppnås.	- Låga kostnader - Enkelt att kontrollera i Anläggningsområdet - Effektiv	Brist i kontroll eller kommunikation kan negativt påverka effektiviteten.
Kvalificerad övertäckning	Skyddar människors hälsa och miljö eftersom transport av föroreningar minskas.	- Minskat utsläpp av PCB och andra föroreningar till Mälaren. - Människors hälsa skyddas. - Systemet tar hand om utsläpp av metangas som är en stark växthusgas. - Kontrollerbargen om övervakningsprogram.	- Höga kostnader jämfört med åtgärderna ovan. - Föroreningar lämnas kvar
Schaktning	Skyddar människors hälsa och miljö eftersom den förorenade jorden tas bort.	- Effektiv - Relativt snabbt	Höga kostnader jämfört med de första tre

Metod	Miljönytta	Fördelar	Nackdelar
In-situ behandling	Skyddar människors hälsa och miljö eftersom åtgärden reducerar föroreningsmängden.	• Åtgärden kan utföras samtidigt som andra aktiviteter pågår.	Åtgärderna i denna tabellen • Kräver transporter och tar upp utrymme i andra deponier • Höga kostnader jämfört med det första tre åtgärderna i denna tabellen • Övervakning behövs

11 Kontakter med tillsynsmyndigheten

Tillsynsmyndigheten för förorenade områden är i detta fall Stockholm stad, Miljöförvaltningen. Enligt miljöbalken ska tillsynsmyndigheten omgående underrättas om resultaten av denna undersökning då föroreningar påträffats, vilket förutsätts ske löpande vid möten etc.

Innan några åtgärder genomförs i förorenad jord (schaktarbeten eller andra åtgärder enligt avsnitt 10 ovan) ska en anmälan, där aktuella åtgärder beskrivs och hur dessa kommer att kontrolleras, lämnas in till tillsynsmyndigheten, minst sex veckor innan arbetena påbörjas. Tillsynsmyndigheten återkommer därefter med ett beslut över anmälda åtgärder, där s k försiktighetsmått för planerat arbete meddelas.

Efter avslutade åtgärder lämnas en rapport över utfört arbete in till tillsynsmyndigheten, som därefter meddelar om åtgärderna bedöms uppfylla tidigare beslut över inlämnad anmälan.

12 Referenser

Citres AB, "Kontrollprogram Lövstatippen, Vällingby/Hässelby", 2004-03-31

Citres AB, "Kontrollprogram Lövstatippen, Vällingby/Hässelby", 2006-06-19

Citres AB, "Kontrollprogram Lövstatippen, Vällingby/Hässelby", 2006-06-22

Citres AB, 2013b "Kontrollprogram Lövsta gamla deponiområde Hässelby Villastad 36:1", 2013-12-02

Citres AB, 2014. Analys av data från Lövsta gamla deponis kontrollprogramterial 2.

Citres AB, "PM – Läcker Lövstadeponin miljöfarliga ämnen till Lövstafjärden?", 2013-09-30

Citres AB, 2013a, "Sammanställning och detaljerad analys av data (2006–2012) från kontrollprogram för gamla Lövsta deponiområde", 2013-07-01

Fortum Värme AB, 2015. Förstudierapport Lövsta

Geosigma, "PM: Strategi för åtgärder av förorenade massor i samband med en eventuell etablering av Lövsta", 2014-04-22

Geosigma, "Kontrollprogram av grundvatten inom Lövstaområdet, Stockholm", 2015-10-29, rev. 2017-03-07

Geosigma, 2014. Miljöteknisk mark- och grundvattenundersökning av Lövstaområdet, Stockholm

Golder Assoc. AB, 2002, "Förslag till exploaterings- och åtgärdsstrategi vid bostadsbyggnad inom f.d. Lövsta avfallsanläggning i Hässelby", 2002-09-XX

Murphy, D.; Sparling, G.; and Fillery, I. 1998. Stratification of microbial biomass C and N and gross N mineralisation with soil depth in two contrasting Western Australian agricultural soils. Australian Journal of Soil Research, 36(1). 45-56.

Naturvårdsverket, 2009a. Riskbedömning av förorenade områden. En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning. Rapport 5977.

Naturvårdsverket, 2009b. Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976. Riktvärden reviderade 2016.
<https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/fororenade-omraden/berakning-riktvarden/generella-riktvarden-20160707.pdf>

Naturvårdsverket 2013. Efterbehandling av förorenade områden, Kvalitetsmanual för användning och hantering av bidrag till efterbehandling och sanering. Manual efterbehandling, Utgåva 5. Naturvårdsverket, Stockholm. 2013.

Naturvårdsverket, 2016. Beräkningsverktyg, version 2.0.1.
<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Fororenade-omraden/Riktvalden-for-fororenad-mark/Berakningsverktyg-och-nya-riktvalden/>

Naturvårdsverket, 2019. Vägledning om att riskbedöma och åtgärda PFAS-föroreningar inom förorenade områden. Rapport 6871, januari 2019.

NCC, 2010 Norra tippen inom del av Hässelby Villastad 36:1 Avslutning (sluttäckning) Norra Tippen, Dnr T2009-006-01816,

Powers, L.; Freckman, D.; and Virginia, R. 1994. Depth distribution of soil nematodes in Taylor Valley, Antarctica. Antarctic Journal of the U.S., 29(5). 175-176.

Probert, M.E. and Keating, B.A. 1996. Modelling changes in soil microbial biomass in response to added crop residues. Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference 1996.

SGU, 2013a: Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten. SGU-FS 2013:2.

SGU, 2013b: Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:1.

SGU, "Undersökningar av Mälarens botten utanför Lövsta gamla deponiområde, Hässelby, Stockholms kommun", SGU-rapport 2012:6, 2012-07-17

SPI, 2011: SPI rekommendation – Efterbehandling av förorenade bensinstationer. Svenska Petroleum Institutet (SPI).

Sweco Viak AB, 2002. " Strategi för marksanering inom Lövsta området i Hässelby

Sweco, 2009. Storstadsspecifika riktvärden för Malmö, Göteborgs och Stockholms stad. Stockholm 2009-06-17. Sweco Environment AB.

Sweco, 2019. Strömningsberäkningar Lövsta, Mälaren. Stockholm Exergi AB

Törneman, N; Cox, E; Durant, N; Azziz, C; Bouwer, E. 2009. Biotillgänglighet som företeelse och vid riskbedömningar av förorenade områden. Rapport 5895. Naturvårdsverket, Stockholm. Januari 2009.

VROM, 2009: Target values, soil remediation values and indicate levels for serious contamination. Ministrie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Wallander, H.; Göransson, H.; and Rosengren, U. 2004. Production, standing biomass and natural abundance of ¹⁵N and ¹³C in ectomycorrhizal mycelia collected at different soil depths in two forest types. Oecologia, 139 (1). 89-97.

Wang, G.; Jin, J.; Chen, X.; Liu, J.; Liu, X.; and Herbert, S.J. 2007. Biomass and catabolic diversity of microbial communities with long-term restoration, bare fallow and cropping history in Chinese Mollisols. Plant Soil Environment, 53. 177-185

1N14002 BILAGA 1

2019-03-11

Figurer

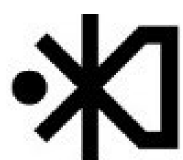
1 (1)

Sweco Environment AB

Figur 1.1:
Anläggningsområde

Teckenförklaring

 Anläggningsområde

SWECO 

 stockholm
exergi



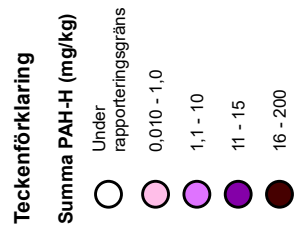
Figur 2.1:
Punkter var jordprov togs



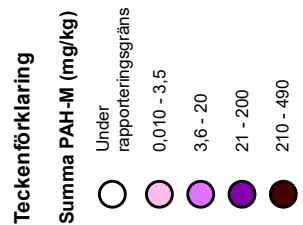
Teckenförklaring

- Provpunkter för jordprov
- Anläggningsområde

Figur 5.1
Halter i jord



Figur 5.2
Halter i jord



Figur 5.3
Halter i jord

Teckenförklaring

Summa PAH-L (mg/kg)

- Under
rapporteringsgräns
- 0,010 - 3,0
- 3,1 - 15
- 16 - 60
- 61 - 380



Figur 5.4
Halter i jord

- Teckenförklaring**
- Alifater >C8-C10 (mg/kg)**
- Under rapporteringsgräns
 - 0,010 - 25
 - 26 - 35
 - 36 - 120
 - 130 - 290



Figur 5.5
Halter i jord

- Teckenförklaring**
- Alifater >C10-C12
(mg/kg)**
- Under
rapporteringsgräns
 - 0,010 - 100
 - 110 - 300
 - 310 - 500
 - 510 - 3700



Figur 5.6
Halter i jord

- Teckenförklaring**
- Alifater >C12-C16
(mg/kg)**
- Under
rapporteringsgräns
 - 0,010 - 100
 - 110 - 500
 - 510 - 1000
 - 1100 - 3700



Figur 5.7
Halter i jord

- Teckenförklaring**
- Alifater >C16-C35
(mg/kg)**
- Under
rapporteringsgräns
 - 0,010 - 100
 - 110 - 1000
 - 1100 - 5000
 - 5100 - 10000



Figur 5.8
Halter i jord

- Teckenförklaring**
- Aromater >C8-C10
(mg/kg)**
- Under rapporteringsgräns
 - 0,010 - 10
 - 11 - 50
 - 51 - 120
 - 130 - 1000
 - 1100 - 1600



Figur 5.9
Halter i jord

- Teckenförklaring**
- Aromater >C10-C16
(mg/kg)**
- Under
rapporteringsgräns
 - 0,010 - 3,0
 - 3,1 - 15
 - 16 - 60
 - 61 - 670



Figur 5.10
Halter i jord

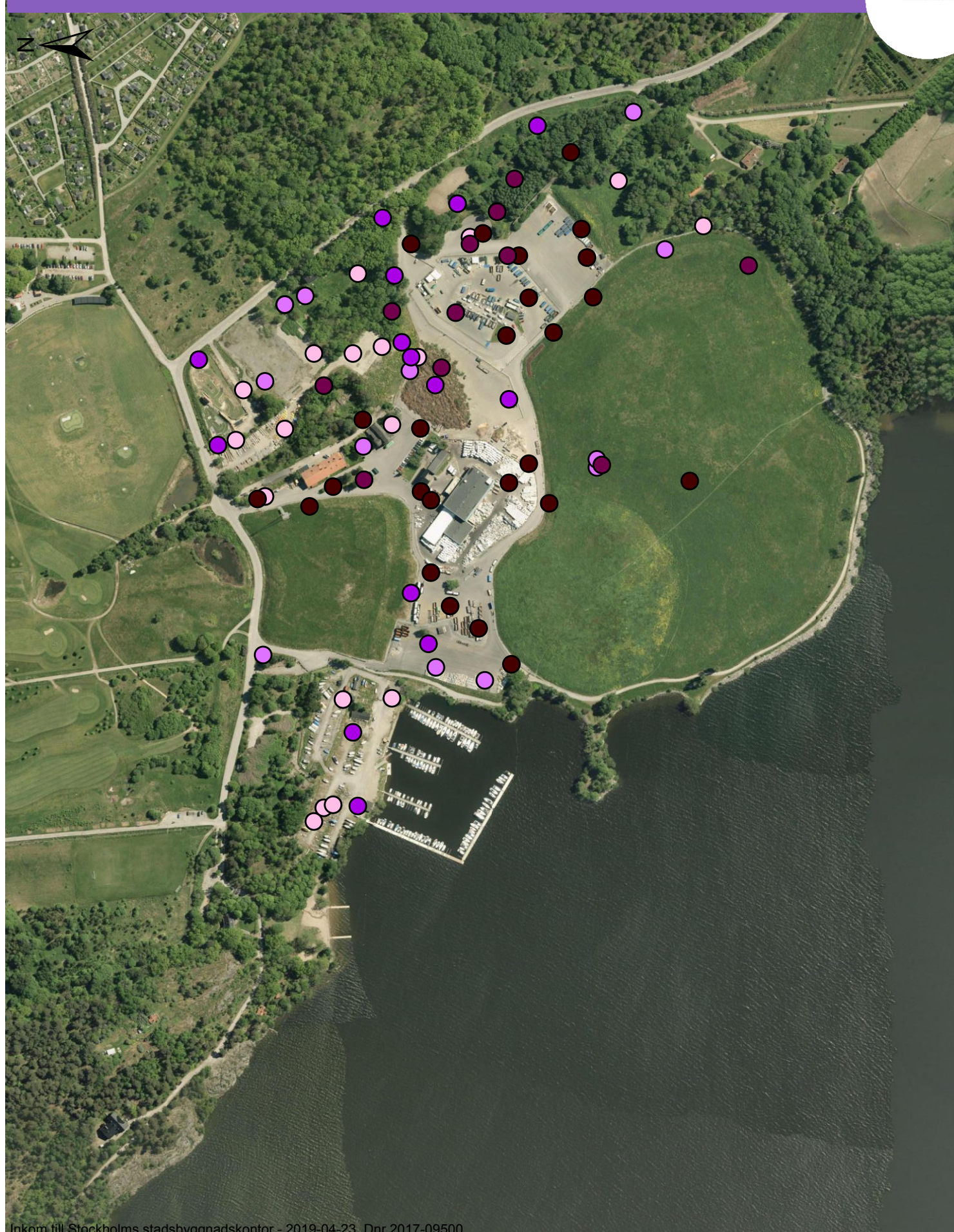
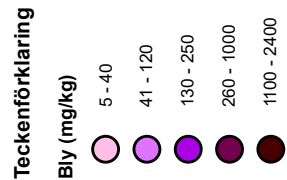
- Teckenförklaring**
- Aromater >C16-C35
(mg/kg)**
- Under
rapporteringsgräns
 - 0,010 - 10
 - 11 - 30
 - 31 - 40
 - 41 - 120



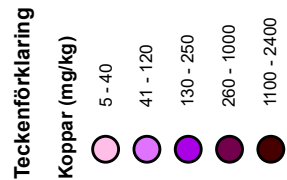
Skapad av: semrii, Sweco



Figur 5.11
Halter i jord



Figur 5.12
Halter i jord



Figur 5.13
Halter i jord

Teckenförklaring

Kviksilver (mg/kg)

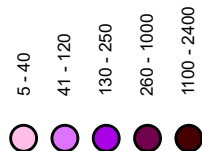
- Under
rapporteringsgräns
- 0,010 - 0,25
- 0,26 - 0,30
- 0,31 - 2,5
- 2,6 - 1000
- 1100 - 3300



Figur 5.14
Halter i jord

Teckenförklaring

Nickel (mg/kg)



Figur 5.15
Halter i jord

Teckenförklaring

- Zink (mg/kg)
- 5 - 40
 - 41 - 120
 - 130 - 250
 - 260 - 1000
 - 1100 - 2400

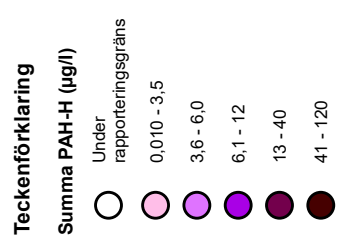


Figur 5.16
Halter i jord

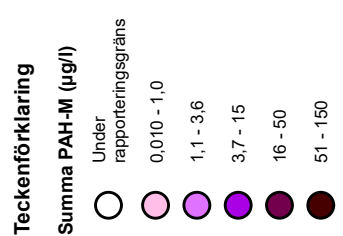
- Teckenförklaring
- PCB summa (mg/kg)
- Under rapporteringsgräns
 - 0,010 - 0,0080
 - 0,0081 - 0,20
 - 0,21 - 0,25
 - 0,26 - 50



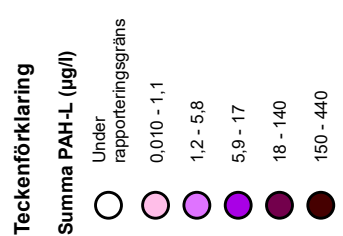
Figur 5.17
Halter i grundvatten



Figur 5.18
Halter i grundvatten



Figur 5.19
Halter i grundvatten



Figur 5.20
Halter i grundvatten

Teckenförklaring

Alifater >C8-C10
(µg/l)

- -10 - 0,0
- 0,010 - 12
- 13 - 20
- 21 - 31



Figur 5.21
Halter i grundvatten

Teckenförklaring

Alifater >C10-
C12 (µg/l)

- 10 - 0,0
- 0,010 - 19
- 20 - 37
- 38 - 120
- 130 - 1500



Figur 5.22
Halter i grundvatten

Teckenförklaring

Alifater >C12-C16 (µg/l)

○	Under rapporteringsgräns
●	0,010 - 24
●	25 - 150
●	160 - 320
●	330 - 2000



Skapad av: semrii, Sweco

Figur 5.23
Halter i grundvatten

- Teckenförklaring
- Alfater >C16-C35 (µg/l)
- Under rapporteringsgräns
 - 0,010 - 120
 - 130 - 660
 - 670 - 1700
 - 1800 - 5000



Figur 5.24
Halter i grundvatten

Teckenförklaring

Aromater >C8-C10 (µg/l)

○	Under rapporteringsgräns
●	0,010 - 1,9
●	2,0 - 16
●	17 - 87
●	88 - 440



Skapad av: semrii, Sweco

Figur 5.25
Halter i grundvatten



Figur 5.26
Halter i grundvatten

Teckenförklaring

Aromater >C16-C35 (µg/l)

○	Under rapporteringsgräns
●	0,010 - 3,2
●	3,3 - 5,3
●	5,4 - 20
●	21 - 33



Skapad av: semrii, Sweco

Figur 5.27
Halter i grundvatten

Teckenförklaring

Bly (µg/l)

- Under rapporteringsgräns
- 0,010 - 1800
- 1900 - 6200
- 6300 - 14000
- 15000 - 210000



Skapad av: semrii, Sweco



Figur 5.28
Halter i grundvatten

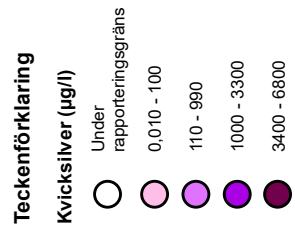
Teckenförklaring

Koppar (µg/l)

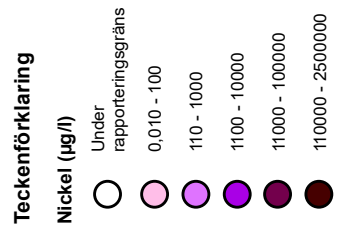
- Under rapporteringsgräns
- 0,010 - 28000
- 29000 - 59000
- 60000 - 110000
- 120000 - 240000
- 250000 - 1300000



Figur 5.29
Halter i grundvatten



Figur 5.30
Halter i grundvatten



Figur 5.31
Halter i grundvatten

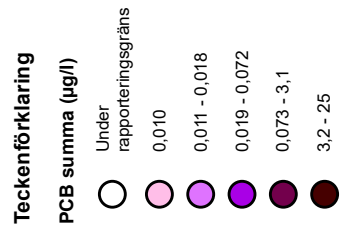
Teckenförklaring

Zink (µg/l)

- Under rapporteringsgräns
- 0,010 - 16000
- 17000 - 34000
- 35000 - 160000
- 170000 - 2100000
- 2200000 - 470000000



Figur 5.32
Halter i grundvatten



OBS! För PCB är rapporteringsgränserna höga i flera punkter.



Figur 5.33
Halter i jord

Teckenförklaring

Bly (mg/kg)

- 7,4
- 7,5 - 50
- 51 - 400
- 410 - 600
- 610 - 1100



Figur 5.34
Halter i jord

Teckenförklaring

Xylener

- -1 - 0,0
- 0,010 - 10
- 11 - 25
- 26 - 50
- 51 - 1800



Figur 5.35
Halter i jord

Teckenförklaring	
Bensen (mg/kg)	
○	Under rapporteringsgräns
●	0,010 - 0,012
●	0,013 - 0,040
●	0,041 - 0,25
●	0,26 - 0,66



Figur 5.36
Halter i jord

Teckenförklaring	
PCB, summa (mg/kg)	
○	Under rapporteringsgräns
●	0,010 - 0,0080
●	0,0081 - 0,20
●	0,21 - 0,25
●	0,26 - 2,5



Figur 5.37
Halter i jord

Teckenförklaring

Alifater C8-C10

- Under
rapporteringsgräns
- 0,010 - 25
- 26 - 35
- 36 - 120
- 130 - 2900



1N140007 BILAGA 6

2019-02-28

Riktvärden för skydd av markmiljö

Riktvärden framtagna av Sweco (2009) för skyddsnivå motsvarande 25 % (långt skyddsbehov) har sammanställts i tabell 1 nedan.

Tabell 1. Riktvärden för skydd för markmiljö (Sweco, 2009). Enhet mg/kg TS.

Ämne	Riktvärde långt skyddsbehov	Ämne	Riktvärde långt skyddsbehov
Arsenik	50	Summa PAH-L	60
Barium	870	Summa PAH-M	110
Bly	1 100	Summa PAH-H	15
Kadmium	35	Alifater >C5-C6	400
Kobolt	65	Alifater >C6-C8	400
Koppar	430	Alifater >C8-C10	1 000
Krom	440	Alifater >C10-C12	1 000
Kviksilver	35	Alifater >C12-C16	1 000
Nickel	260	Alifater >C16-C35	1 000
Zink	690	Aromater >C8-C10	280
		Aromater >C10-C16	30
		Aromater >C16-C35	40

1 (1)

Sweco
Drottningtorget 14
Box 286
SE-201 22 Malmö,
Telefon +46 40 16 70 00

www.sweco.se

Sweco Environment AB
RegNo: 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Nina Runvik
Civilingenjör
Förorenade områden & kemikalier Malmö

Mobil +46 72 545 70 34
nina.runvik@sweco.se

1N140008 BILAGA 7

2019-02-28

Platsspecifika riktvärden

I föreliggande bilaga presenteras beräknade platsspecifika riktvärden till skydd för människors hälsa och markmiljö för följande scenarier:

1. Vuxna som arbetar inomhus inom området samt vuxna och barn som besöker området inomhus.
2. Vuxna som arbetar utomhus inom området samt vuxna och barn som besöker området utomhus.

För de ämnen där riktvärden för skydd av 25 % av markmiljön har tagits fram (Sweco, 2009), har dessa använts.

Tabell 1. Beräknade platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och markmiljö för scenario 1, inomhusvistelse, yttlig jord 0-1 meter. Halter i mg/kg TS. Styrande riktvärde är färgmarkerat. Riktvärden som styrs av skydd av akuttoxiska eller korttidseffekter inom parantes.

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Antimon	2 700	Intag av jord	40**	40
Arsenik	25	Intag av jord	50*	25
Barium	10000	Intag av jord	870*	800
Bly	800 (600)	Intag av jord	1 100*	800 (600)
Kadmium	64	Intag av jord	35*	35
Kobolt	720	Intag av jord	65*	60
Koppar	96 000	Inandning av jord och damm	430*	400
Krom tot	750 000	Intag av jord	440*	400
Kviksilver	0,31	Inandning av ånga	35*	0,30
Molybden	5 400	Intag av jord	150**	150
Nickel	2 400	Inandning av jord och damm	260*	250
Vanadin	4 700	Intag av jord	200**	200
Zink	160 000	Intag av jord	690*	700
Alifater >C8-C10	37	Inandning av ånga	1 000*	35

1 (12)

Sweco
Drottningtorget 14
Box 286
SE-201 22 Malmö,
Telefon +46 40 16 70 00

www.sweco.se

Sweco Environment AB
RegNo: 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Nina Runvik
Civilingenjör
Förorenade områden & kemikalier Malmö

Mobil +46 72 545 70 34
nina.runvik@sweco.se

RN \sestofs010\projekt\21133\13005526\000\10_dokument\in_förorenad_mark_hydrogeologi\rapporter\övergripanderapport20190228\bilaga\1n_h140002 bilaga 7 riktvärden.docx

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Alifater >C10-C12	320	Inandning av ånga	1 000*	300
Alifater >C12-C16	1 400	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C5-C16	1 400	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C16-C35	510 000	Ej begränsande (långtidseffekter)	1 000**	1 000
Aromater >C8-C10	130	Inandning av ånga	280*	120
Aromater >C10-C16	4 100	Inandning av ånga	60*	60
Aromater >C16-C35	5 400	Inandning av ånga	40**	40
Bensen	0,27	Inandning av ånga	50**	0,25
Toluen	28	Inandning av ånga	50**	30
Etylbensen	150	Inandning av ånga	50**	50
Xylen	25	Inandning av ånga	50**	25
PAH-L	84	Inandning av ånga	60*	60
PAH-M	19	Inandning av ånga	110*	20
PAH-H	17	Hudkontakt	15*	15
PCB-7	0,25	Intag av jord	0,6**	0,25
Triklören	3,2	Inandning av ånga	10**	3,0
Tetraklören	10	Inandning av ånga	10**	10
Summa klorfenoler	240	Inandning av ånga	5**	5
Summa mono- och diklorbensener	33	Inandning av ånga, hudkontakt	15**	15
Summa fenoler och kresoler	5100	Inandning av ånga, hudkontakt	23**	25
Dioxin (TCDD-ekv)	0,0002	Intag av jord	0,002**	0,0002
DDT, DDD, DDE	250	Intag av jord	1**	1

*25 % skydd av markmiljön (Sweco, 2009)

**50 % skydd av markmiljön (platsspecifik beräkning)

2 (12)

1N140008 BILAGA 7
2019-02-28

Tabell 2. Beräknade platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och markmiljö för scenario 1, inomhusvistelse, jord 1-2 meter. Halter i mg/kg TS. Styrande riktvärde är färgmarkerat. Riktvärden som styrs av skydd av akuttoxiska eller korttidseffekter inom parantes.

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Antimon	11 000	Intag av jord	40**	40
Arsenik	130 (99)	Intag av jord	50*	50
Barium	40 000	Intag av jord	870*	800
Bly	3 200 (600)	Intag av jord	1 100*	1 000 (600)
Kadmium	330 (250)	Intag av jord	35*	35
Kobolt	2 900	Intag av jord	65*	60
Koppar	380 000	Inandning av jord och damm	430*	400
Krom tot	ej begr.	ej begr.	440*	400
Kvicksilver	0,39	Inandning av ånga	35*	0,40
Molybden	22 000	Intag av jord	150**	150
Nickel	9 400	Inandning av jord och damm	260*	250
Vanadin	19 000	Intag av jord	200**	200
Zink	650 000	Intag av jord	690*	700
Alifater >C8-C10	45	Inandning av ånga	1 000*	40
Alifater >C10-C12	410	Inandning av ånga	1 000*	400
Alifater >C12-C16	1 900	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C5-C16	1 900	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C16-C35	ej begr.	Ej begränsande (långtidseffekter)	1 000**	1 000
Aromater >C8-C10	170	Inandning av ånga	280*	150
Aromater >C10-C16	6 900	Inandning av ånga	60*	60
Aromater >C16-C35	11 000	Inandning av ånga	40**	40
Bensen	0,34	Inandning av ånga	50**	0,35
Toluen	35	Inandning av ånga	50**	35

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Etylbensen	200	Inandning av ånga	50**	50
Xylen	32	Inandning av ånga	50**	30
PAH-L	110	Inandning av ånga	60*	60
PAH-M	24	Inandning av ånga	110*	25
PAH-H	69	Hudkontakt	15*	15
PCB-7	0,88	Intag av jord	0,6**	0,6
Triklören	4,1	Inandning av ånga	10**	4,0
Tetraklören	12	Inandning av ånga	10**	10
Summa klorfenoler	330	Inandning av ånga, hudkontakt	5**	5
Summa mono- och diklorbensener	42	Inandning av ånga	15**	15
Summa fenoler och kresoler	8 100	Inandning av ånga	23	25
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00079	Intag av jord	0,002**	0,0008
DDT, DDD, DDE	980	Intag av jord	1**	1

*25 % skydd av markmiljön (Sweco, 2009)

**50 % skydd av markmiljön (platsspecifik beräkning)

Tabell 3. Beräknade platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och markmiljö för scenario 1, inomhusvistelse, jord djupare än 2 meter. Halter i mg/kg TS. Styrande riktvärde är färgmarkerat. Riktvärden som styrs av skydd av akuttoxiska eller korttidseffekter inom parantes.

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Antimon	27 000	Intag av jord	40**	40
Arsenik	330 (100)	Intag av jord	50*	50
Barium	100 000	Intag av jord	870*	800
Bly	8 000 (600)	Intag av jord	1 100*	1 000 (600)
Kadmium	820 (250)	Intag av jord	35*	35
Kobolt	7 200	Intag av jord	65*	60
Koppar	960 000	Inandning av jord och damm	430*	400
Krom tot	ej begr.	ej begr.	440*	400
Kvicksilver	0,53	Inandning av ånga	35*	0,50
Molybden	54 000	Intag av jord	150**	150
Nickel	24 000	Inandning av jord och damm	260*	250
Vanadin	47 000	Intag av jord	200**	200
Zink	ej begr.	Intag av jord	690*	700
Alifater >C8-C10	59	Inandning av ånga	1 000*	60
Alifater >C10-C12	540	Inandning av ånga	1 000*	500
Alifater >C12-C16	2 600	Inandning av ånga	1 000*	1000
Alifater >C5-C16	2 600	Inandning av ånga	1 000*	1000
Alifater >C16-C35	ej begr.	Ej begränsande (långtidseffekter)	1 000**	1000
Aromater >C8-C10	220	Inandning av ånga	280*	200
Aromater >C10-C16	9 800	Inandning av ånga	60*	60
Aromater >C16-C35	18 000	Inandning av ånga	40**	40
Bensen	0,45	Inandning av ånga	50**	0,40
Toluen	46	Inandning av ånga	50**	50

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Etylbensen	260	Inandning av ånga	50**	50
Xylen	42	Inandning av ånga	50**	40
PAH-L	140	Inandning av ånga	60*	60
PAH-M	32	Inandning av ånga	110*	30
PAH-H	340 (170)	Hudkontakt	15*	15
PCB-7	4,6 (1,9)	Intag av jord	0,6**	0,6
Triklören	5,3	Inandning av ånga	10**	5,0
Tetraklören	16	Inandning av ånga	10**	10
Summa klorfenoler	450	Inandning av ånga, hudkontakt	5**	5
Summa mono- och diklorbensener	56	Inandning av ånga	15**	15
Summa fenoler och kresoler	10 800	Inandning av ånga	23**	25
Dioxin (TCDD-ekv)	0,0023 (0,0015)	Intag av jord	0,002**	0,002 (0,0015)
DDT, DDD, DDE	2 400	Intag av jord	1**	1

*25 % skydd av markmiljön (Sweco, 2009)

**50 % skydd av markmiljön (platsspecifik beräkning)

6 (12)

1N140008 BILAGA 7
2019-02-28

Tabell 4. Beräknade platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och markmiljö för scenario 2, utomhusvistelse, jord 0-1 meter. Halter i mg/kg TS. Styrande riktvärde är färgmarkerat. Riktvärden som styrs av skydd av akuttoxiska eller korttidseffekter inom parentes.

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Antimon	2 600	Intag av jord	40**	40
Arsenik	25	Intag av jord	50*	25
Barium	9 900	Intag av jord	870*	800
Bly	800 (600)	Intag av jord	1 100*	800 (600)
Kadmium	60	Intag av jord	35*	35
Kobolt	710	Intag av jord	65*	60
Koppar	79 000	Inandning av jord och damm	430*	400
Krom tot	730 000	Intag av jord	440*	400
Kvicksilver	9	Inandning av ånga	35*	8,0
Molybden	5 400	Intag av jord	150**	150
Nickel	1 900	Inandning av jord och damm	260*	250
Vanadin	4 700	Intag av jord	200**	200
Zink	160 000	Intag av jord	690*	700
Alifater >C8-C10	1 000	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C10-C12	6 700	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C12-C16	13 000	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C5-C16	13 000	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C16-C35	750 000	Ej begränsande (långtidseffekter)	1 000**	1 000
Aromater >C8-C10	2 700	Inandning av ånga	280*	300
Aromater >C10-C16	11 000	Inandning av ånga	60*	60
Aromater >C16-C35	8 800	Inandning av ånga	40**	40
Bensen	8,8	Inandning av ånga	50**	8,0
Toluen	930	Inandning av ånga	50**	50
Etylbensen	4 700	Inandning av ånga	50**	50

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Xylen	850	Inandning av ånga	50**	50
PAH-L	2 300	Inandning av ånga	60*	60
PAH-M	310	Inandning av ånga	110*	100
PAH-H	17	Hudkontakt	15*	15
PCB-7	0,27	Intag av jord	0,6**	0,25
Trikloreten	90	Inandning av ånga	10**	10
Tetrakloreten	310	Inandning av ånga	10**	10
Summa klorfenoler	1 140	Inandning av ånga, hudkontakt	5**	5
Summa mono- och diklorbensener	1 110	Inandning av ånga	15**	15
Summa fenoler och kresoler	14 100	Inandning av ånga, hudkontakt	23**	25
Dioxin (TCDD-ekv)	0,0002	Intag av jord	0,002**	0,0002
DDT, DDD, DDE	250	Intag av jord	1**	1

*25 % skydd av markmiljön (Sweco, 2009)

**50 % skydd av markmiljön (platsspecifik beräkning)

8 (12)

1N140008 BILAGA 7
2019-02-28

Tabell 5. Beräknade platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och markmiljö för scenario 2, utomhusvistelse, jord 1-2 meter. Halter i mg/kg TS. Styrande riktvärde är färgmarkerat. Riktvärden som styrs av skydd av akuttoxiska eller korttidseffekter inom parantes.

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Antimon	10 000	Intag av jord	40**	40
Arsenik	130 (99)	Intag av jord	50*	50
Barium	40 000	Intag av jord	870*	800
Bly	3 200 (600)	Intag av jord	1 100*	1 000 (600)
Kadmium	330 (240)	Intag av jord	35*	35
Kobolt	2 800	Intag av jord	65*	60
Koppar	310 000	Inandning av jord och damm	430*	400
Krom tot	ej begr.	Intag av jord	440*	400
Kvicksilver	27	Inandning av ånga	35*	25
Molybden	22 000	Intag av jord	150**	150
Nickel	7 800	Inandning av jord och damm	260*	250
Vanadin	19 000	Intag av jord	200**	200
Zink	650 000	Intag av jord	690*	700
Alifater >C8-C10	3 000	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C10-C12	21 000	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifater >C12-C16	46 000	Hudkontakt	1 000*	1 000
Alifater >C5-C16	46 000	Inandning av ånga, hudkontakt	1 000*	1 000
Alifater >C16-C35	ej begr.	Ej begränsande	1 000**	1 000
Aromater >C8-C10	8 700	Inandning av ånga	280*	300
Aromater >C10-C16	45 000	Intag av jord	60*	60
Aromater >C16-C35	35 000	Inandning av ånga	40**	40
Bensen	25	Inandning av ånga	50**	25
Toluen	2 700	Inandning av ånga	50**	50

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Etylbensen	14 000	Inandning av ånga	50**	50
Xylen	2 400	Inandning av ånga	50**	50
PAH-L	7 000	Inandning av ånga	60*	60
PAH-M	1 000	Inandning av ånga	110*	100
PAH-H	67	Hudkontakt	15*	15
PCB-7	1,1	Intag av jord	0,6**	0,6
Triklören	270	Inandning av ånga	10**	10
Tetraklören	890	Inandning av ånga	10**	10
Summa klorfenoler	4 500	Hudkontakt	5**	5
Summa mono- och diklorbensener	3 150	Inandning av ånga	15**	15
Summa fenoler och kresoler	43 000	Hudkontakt	23**	25
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00079	Intag av jord	0,002**	0,0008
DDT, DDD, DDE	990	Intag av jord	1**	1

*25 % skydd av markmiljön (Sweco, 2009)

**50 % skydd av markmiljön (platsspecifik beräkning)

10 (12)

1N140008 BILAGA 7
2019-02-28

Tabell 6. Beräknade platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och markmiljö för scenario 2, utomhusvistelse, jord djupare än 2 meter. Halter i mg/kg TS. Styrande riktvärde är färgmarkerat.

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
Antimon	26 000	Intag av jord	40**	40
Arsenik	330 (100)	Intag av jord	50*	50
Barium	99 000	Intag av jord	870*	800
Bly	8 000 (600)	Intag av jord	1 100*	1 000 (600)
Kadmium	820 (250)	Intag av jord	35*	35
Kobolt	7 100	Intag av jord	65*	60
Koppar	79 0000	Långtidseffekter	430*	400
Krom tot	ej begr.	Ej begränsande	440*	400
Kviksilver	55	Inandning av ånga	35*	35
Molybden	54 000	Intag av jord	150**	150
Nickel	19 000	Inandning av jord och damm	260*	250
Vanadin	47 000	Intag av jord	200**	200
Zink	ej begr.	Ej begränsande	690*	700
Alifat >C8-C10	6 100	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifat >C10-C12	46 000	Inandning av ånga	1 000*	1 000
Alifat >C12-C16	110 000	Hudkontakt	1 000*	1 000
Alifat >C5-C16	110 000	Inandning av ånga, hudkontakt	1 000*	1 000
Alifat >C16-C35	ej begr.	Ej begränsande	1 000**	1 000
Aromat >C8-C10	19 000	Inandning av ånga	280*	300
Aromat >C10-C16	110 000	Intag av jord	60*	60
Aromat >C16-C35	87 000	Intag av jord	40**	40
Bensen	51	Inandning av ånga	50**	50
Toluen	5 300	Inandning av ånga	50**	50
Etylbensen	28 000	Inandning av ånga	50**	50
Xylen	4 900	Inandning av ånga	50**	50
PAH-L	15 000	Inandning av ånga	60*	60
PAH-M	2 300	Inandning av ånga	110*	100

Ämne	Hälsa	Styrande exponeringsväg hälsa	Skydd av markmiljö	Avrundat platsspecifikt riktvärde
PAH-H	340 (170)	Hudkontakt	15*	15
PCB-7	4,6 (2,7)	Intag av jord	0,6**	0,6
Triklloreten	550	Inandning av ånga	10**	10
Tetrakloreten	1 800	Inandning av ånga	10**	10
Summa klorfenoler	11 250	Hudkontakt	5**	5
Summa mono- och diklorbensener	6 450	Inandning av ånga	15**	15
Summa fenoler och kresoler	133 500	Hudkontakt	23**	25
Dioxin (TCDD-ekv)	0,0023 (0,0015)	Intag av jord	0,002**	0,002 (0,0015)
DDT, DDD, DDE	2 500	Intag av jord	1**	1

*25 % skydd av markmiljön (Sweco, 2009)

**50 % skydd av markmiljön (platsspecifik beräkning)

12 (12)

1N140008 BILAGA 7
2019-02-28

1N140009 BILAGA 8

2019-03-11

Identifiering av viktigaste riskämnen

I föreliggande bilaga redovisas urval av ämnen av potentiell betydelse för risker för människors hälsa och markmiljön för respektive område samt underlag till urvalet. Urvalet syftar inte till att välja ut alla ämnen som kan ge upphov till risker inom områdena utan till att välja ut de ämnen som är dimensionerande för risksituationen.

För varje egenskapsområde har de uppmätta halterna inom nivåintervallen 0-1, 1-2, samt >2 m under befintlig markyta, jämförts med de platsspecifika riktvärdena. För de ämnen vars halt på någon nivå under markytan överskrider det platsspecifika riktvärdet för motsvarande nivå, har andelen överskridanden utvärderats. De ämnen 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. I de fall då det förekommer flyktiga ämnen i halter över de beräknade platsspecifika riktvärdena i fler än ett prov på någon nivå, och riktvärdena styrs av skydd av människors hälsa, har även dessa ämnen inkluderats i vidare bedömning. Den vidare riskkaraktäriseringen har utförts på de ämnen som identifierats som viktigaste riskämnen.

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.

Samtliga provtagningsresultat i jord inom det aktuella området har använts. Inom respektive delområde har följande urvalsprocess har använts:

- Samtliga ämnen inom ett område som påvisats i halter över det generella riktvärdet för känslig markanvändning (KM-riktvärdet) har sammanställts tillsammans med information om högsta påvisade halt, medel- och minvärde samt antal utförda analyser.
- Högsta uppmätta halt av uppmätta halter har jämförts med KM. För de ämnen som överskrider KM i något analyserat prov, har platsspecifika riktvärden beräknats.
- Högsta uppmätta halt av uppmätta halter har jämförts med det beräknade platsspecifika riktvärdet för respektive scenario och djup.
- De viktigaste riskämnena för respektive delområde har därefter identifierats som viktigaste riskämnen. Som underlag för urvalet och den inbördes rakningen har följande urvalskriterier använts:
 1. De ämnen som till störst andel förekommer i halter över de platsspecifika riktvärdena.
 2. Om det förekommer flyktiga ämnen i halter över de platsspecifika riktvärdena för hälsa
 3. Ämnen för vilka de platsspecifika riktvärdena styrs av skydd av människors hälsa.

1 (11)

Sweco
Drottningtorget 14
Box 286
SE-201 22 Malmö,
Telefon +46 40 16 70 00

www.sweco.se

Sweco Environment AB
RegNo: 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Nina Runvik
Civilingenjör
Förenade områden & kemikalier Malmö

Mobil +46 72 545 70 34
nina.runvik@sweco.se

Den vidare riskkaraktäriseringen har utförts på de ämnen som identifierats som viktigaste riskämnena. Nedan presenteras hur urvalet gjorts för respektive egenskapsområde.

Egenskapsområde A

Som kan ses i Tabell 1, överskrider minst en uppmätt halt av arsenik, barium, bly, koppar, nickel, zink respektive PAH-H de platsspecifika riktvärdena för motsvarande nivå. Då andelen överskridanden för respektive ämne och nivå är relativt lika, och antalet ämnen som överskrider de platsspecifika riktvärdena på någon nivå endast är 7 st, beaktas samtliga ämnen som viktigaste riskämnena för egenskapsområde A.

Tabell 1. Ämnen som på någon nivå uppmätts i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena inom egenskapsområde A. PRV är det platsspecifika riktvärde som gäller för respektive scenario och djup. RG=laboratoriets rapporteringsgräns.

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRV _{hälsa}
A	0-1	Arsenik	2	2	3,2	52	100	50%	50%
A	0-1	Barium	1	1	380	380	380	0%	0%
A	0-1	Bly	2	2	300	1200	2100	50%	50%
A	0-1	Koppar	2	2	300	5300	10000	50%	0%
A	0-1	Nickel	2	2	24	160	300	50%	0%
A	0-1	Zink	2	2	430	3200	5900	50%	0%
A	0-1	PAH-H	1	1	0,11	0,11	0,11	0%	0%
A	1-2	Arsenik	5	5	1,5	23	45	0%	0%
A	1-2	Barium	5	5	64	1600	4200	60%	0%
A	1-2	Bly	5	5	65	2300	5800	60%	60%
A	1-2	Koppar	5	5	120	2900	8500	60%	0%
A	1-2	Nickel	5	5	18	120	370	20%	0%
A	1-2	Zink	5	5	140	3700	8900	60%	0%
A	1-2	PAH-H	5	4	<0,3	0,64	1,5	0%	0%
A	>2	Arsenik	7	7	3,3	22	56	0%	0%
A	>2	Barium	7	7	100	1200	3900	29%	0%
A	>2	Bly	7	7	120	1600	5500	43%	43%
A	>2	Koppar	7	7	65	2200	7400	57%	0%
A	>2	Nickel	7	7	13	71	150	0%	0%
A	>2	Zink	7	7	190	2000	6300	43%	0%
A	>2	PAH-H	7	4	<0,32	4,1	22	14%	0%

Egenskapsområde B

Som kan ses i Tabell 2, överskrider minst en uppmätt halt av 26 ämnen de platsspecifika riktvärdena för motsvarande nivå inom egenskapsområde B. Nickel, krom, kadmium och flertalet aromater, alifater samt DDT har endast påvisats i ett prov per nivå. Därför har dessa uteslutits från vidare utvärdering. För övriga ämnen, har en utvärdering av vilka som förekommer i högst andel över de platsspecifika riktvärdena utförts. Vid utvärderingen av dessa ämnen har hänsyn tagits, så att både flyktiga och icke-flyktiga ämnen inkluderas. Vidare har ämnen för vilka riktvärdena styrs av skydd av människors hälsa prioriterats framför ämnen som medför en högre risk för markmiljön, i de fall andelen överskridanden är likvärdiga. Det har uppnåtts genom att jämföra medelhalterna med de platsspecifika hälsobaserade riktvärdena. Detta urval har gett resultatet att arsenik, bly, koppar, kvicksilver, zink och PCB-7, toluen, xylen, PAH-M, trikloret och tetrakloret beaktas som viktigaste riskämnen för egenskapsområde B.

Tabell 2. Ämnen som på någon nivå uppmätts i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena inom egenskapsområde B. PRV är det platsspecifika riktvärde som gäller för respektive scenario och djup. RG=laboratoriets rapporteringsgräns.

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
B	0-1	Antimon	3	3	5,0	9,3	12	0%	0%
B	0-1	Arsenik	12	11	<1	20	68	33%	33%
B	0-1	Barium	11	11	39	680	1900	36%	0%
B	0-1	Bly	13	13	33	2300	10000	62%	62%
B	0-1	Kadmium	12	12	0,16	5,2	43	8%	0%
B	0-1	Koppar	11	11	26	2000	9000	45%	0%
B	0-1	Krom	12	12	19	58	220	0%	0%
B	0-1	Kvicksilver	12	7	<1	1,3	8,7	50%	50%
B	0-1	Nickel	12	12	11	58	240	0%	0%
B	0-1	Zink	13	13	65	1900	6000	62%	0%
B	0-1	Bensen	12	3	<0,02	0,058	0,63	8%	8%
B	0-1	Toluen	12	0	<0,05	-	<1	0%	0%
B	0-1	Etylbensen	12	1	<0,02	0,19	2,0	0%	0%
B	0-1	Xylener	12	1	<0,1	2,5	30	8%	8%
B	0-1	alifater >C8-C10	12	1	<10	21	220	8%	8%
B	0-1	alifater >C5-C16	12	1	<30	19	110	0%	0%
B	0-1	alifater >C10-C12	12	1	<5	11	60	0%	0%
B	0-1	alifater >C12-C16	12	2	<10	71	780	0%	0%
B	0-1	alifater >C16-C35	12	11	<10	250	2500	8%	0%
B	0-1	aromater >C8-C10	12	1	<4	17	200	8%	8%

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
B	0-1	aromater >C10- C16	11	2	<1	2,6	21	0%	0%
B	0-1	aromater >C16- C35	11	2	<1	3,3	30	0%	0%
B	0-1	Summa PAH-L	11	2	<0,15	2,2	9,6	0%	0%
B	0-1	Summa PAH-H	11	6	<0,32	6,3	51	9%	9%
B	0-1	Summa PAH-M	11	6	<0,3	8,2	83	9%	9%
B	0-1	tetrakloreten	4	1	<0,02	0,015	0,031	0%	0%
B	0-1	trikloreten	4	1	<0,01	0,013	0,037	0%	0%
B	0-1	Summa Mono- och diklorbensenser	4	2	<0,035	-	<0,035	0%	0%
B	0-1	Klorfenol, summa	3	0	<0,19	-	<0,19	0%	0%
B	0-1	PCB-7	4	3	<0,011	0,17	0,66	25%	25%
B	0-1	DDT/DDD/DDE	3	1	<0,03	0,014	0,012	0%	0%
B	1-2	Antimon	4	4	13	73	176	50%	0%
B	1-2	Arsenik	13	12	<2	24	77	15%	0%
B	1-2	Barium	12	12	12	970	4400	33%	0%
B	1-2	Bly	14	14	21	1700	8100	57%	57%
B	1-2	Kadmium	13	12	8,59	2,5	<0,2	0%	0%
B	1-2	Koppar	14	14	17	1400	6700	50%	0%
B	1-2	Krom	13	13	13	180	1700	8%	0%
B	1-2	Kviksilver	13	9	<0,2	1,3	5,8	54%	54%
B	1-2	Nickel	13	13	5,2	240	2400	8%	0%
B	1-2	Zink	14	14	60	1900	7500	64%	0%
B	1-2	Bensen	13	1	<0,01	0,57	7,4	8%	8%
B	1-2	Toluen	13	2	<1	40	520	8%	8%
B	1-2	Etylbensen	13	1	<1	11	150	8%	0%
B	1-2	Xylener	12	2	<3	63	750	8%	8%
B	1-2	alifater >C8-C10	12	0	<3	-	<1000	0%	0%
B	1-2	alifater >C5-C16	12	1	<30	480	5600	8%	8%
B	1-2	alifater >C10-C12	12	1	<20	250	2900	8%	8%
B	1-2	alifater >C12-C16	12	1	<20	230	2600	8%	8%
B	1-2	alifater >C16-C35	12	8	<20	870	10000	8%	0%
B	1-2	aromater >C8-C10	12	1	<5	140	1600	8%	8%
B	1-2	aromater >C10- C16	11	3	<3	62	670	9%	0%

4 (11)

1N140009 BILAGA 8
2019-

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
B	1-2	aromater >C16- C35	11	3	<1	11	120	9%	0%
B	1-2	Summa PAH-L	12	3	<0,3	32	380	8%	8%
B	1-2	Summa PAH-H	12	8	<0,32	11	100	8%	0%
B	1-2	Summa PAH-M	12	8	<0,3	43	490	8%	8%
B	1-2	tetrakloreten	5	3	<0,2	25	130	20%	20%
B	1-2	trikloreten	5	2	<0,2	50	250	20%	20%
B	1-2	Summa Mono- och diklorbensenser	4	2	<0,035	6,1	24	25%	0%
B	1-2	Klorfenol, summa	4	1	<0,19	30	120	25%	0%
B	1-2	PCB-7	5	3	<0,011	4,6	21	40%	40%
B	1-2	DDT/DDD/DDE	4	2	<0,03	8,4	34	25%	0%
B	>2	Antimon	9	9	1,4	120	240	78%	0%
B	>2	Arsenik	20	19	<1	35	100	25%	5%
B	>2	Barium	20	20	70	1200	3800	65%	0%
B	>2	Bly	21	21	29	3600	19000	76%	76%
B	>2	Kadmium	20	19	<0,3	3	9,5	0%	0%
B	>2	Koppar	20	20	42	2500	9800	75%	0%
B	>2	Krom	20	20	11	61	310	0%	0%
B	>2	Kvicksilver	20	13	<0,2	2,2	10	45%	45%
B	>2	Nickel	20	20	6,6	75	390	5%	5%
B	>2	Zink	21	20	95	2700	6400	81%	0%
B	>2	Bensen	20	6	<0,1	0,22	3,4	5%	5%
B	>2	Toluen	20	3	<1	3,5	68	5%	5%
B	>2	Etylbensen	20	2	<0,1	1,2	0,50	0%	0%
B	>2	Xylener	19	5	<3	5,9	110	5%	5%
B	>2	alifater >C8-C10	19	2	<3	6,3	50	0%	0%
B	>2	alifater >C5-C16	19	8	<30	250	2500	5%	0%
B	>2	alifater >C10-C12	19	6	<20	99	1200	5%	5%
B	>2	alifater >C12-C16	19	7	<20	160	1400	5%	0%
B	>2	alifater >C16-C35	19	16	<20	660	4800	21%	0%
B	>2	aromater >C8-C10	19	6	<5	31	570	5%	5%
B	>2	aromater >C10- C16	18	9	<3	28	320	11%	0%
B	>2	aromater >C16- C35	18	7	<1	4,9	48	6%	0%

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
B	>2	Summa PAH-L	19	8	<0,3	13	230	5%	5%
B	>2	Summa PAH-M	19	15	<0,3	17	230	5%	5%
B	>2	Summa PAH-H	19	14	<0,32	7,5	60	5%	0%
B	>2	tetrakloreten	10	2	<0,02	0,51	5,0	0%	0%
B	>2	trikloreten	10	5	<0,2	0,57	5,3	10%	10%
B	>2	Summa Mono- och diklorbensenser	9	2	<0,035	1,0	9,1	0%	0%
B	>2	Klorfenol, summa	9	1	<0,19	2,1	18	11%	0%
B	>2	PCB-7	12	6	<0,011	8,3	50	42%	42%
B	>2	DDT/DDD/DDE	9	1	<0,03	0,76	6,8	11%	0%

Egenskapsområde C

Som kan ses i Tabell 3, överskrider endast de uppmätta halterna av bly och zink de platsspecifika riktvärdena för någon nivå under markytan. Dessa beaktas som viktigaste riskämnen för egenskapsområde C.

Tabell 3. Ämnen som på någon nivå uppmätts i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena inom egenskapsområde C. PRV är det platsspecifika riktvärde som gäller för respektive scenario och djup. RG=laboratoriets rapporteringsgräns.

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
C	0-1	Bly	5	5	100	310	1000	20%	20%
C	0-1	Zink	5	5	140	500	1300	20%	0%
C	1-2	Bly	4	4	14	54	120	0%	0%
C	1-2	Zink	4	4	52	100	210	0%	0%
C	>2	Bly	5	5	5,4	28	73	0%	0%
C	>2	Zink	5	5	27	110	270	0%	0%

Egenskapsområde D

Som kan ses i Tabell 4, överskrider endast de uppmätta halterna av kvicksilver de platsspecifika riktvärdena för någon nivå under markytan. Kviksilver beaktas som viktigaste riskämne för egenskapsområde D.

6 (11)

1N140009 BILAGA 8
2019-

Tabell 4. Ämnen som på någon nivå uppmätts i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena inom egenskapsområde D. PRV är det platsspecifika riktvärde som gäller för respektive scenario och djup. RG=laboratoriets rapporteringsgräns.

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
D	0-1	Kvicksilver	6	4	<0,01	0,24	0,76	33%	33%
D	1-2	Kvicksilver	3	2	<0,05	0,13	0,35	0%	0%
D	>2	Kvicksilver	1	0	<0,2	-	<0,2	0%	0%

Egenskapsområde E

För egenskapsområde E, har de ämnen som redovisas Tabell 6 har utvärderats. De ämnen som har utvärderats är bly, bensen, xylen, alifater >C8-C10 och summa PCB.

Tabell 5. Ämnen som på någon nivå uppmätts i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena inom egenskapsområde E. PRV är det platsspecifika riktvärde som gäller för respektive scenario och djup. RG=laboratoriets rapporteringsgräns.

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
E	0-1	Bly	8	8	15	220	1100	13 %	13 %
E	0-1	Bensen	8	3	<0,01	0,028	0,071	0 %	0 %
E	0-1	Xylener	8	3	<0,02	230	1800	13 %	13 %
E	0-1	Alifater >C8- C10	8	2	<4	40	300	13 %	13 %
E	0-1	Summa PCB	7	5	<0,007	0,12	0,34	14 %	14 %
E	1-2	Bly	5	5	5,0	46	120	0 %	0 %
E	1-2	Bensen	5	2	<0,01	0,009	0,018	0 %	0 %
E	1-2	Xylener	5	1	<0,02	0,43	2,1	0 %	0 %
E	1-2	Alifater >C8- C10	5	1	<4	11	47	20 %	20 %
E	1-2	Summa PCB	1	0	<0,007	0,0035	-	0 %	0 %
E	>2	Bly	4	4	12	42	120	0 %	0 %
E	>2	Bensen	4	2	<0,01	0,17	0,663	25 %	25 %
E	>2	Xylener	4	3	<0,02	0,35	0,69	0 %	0 %
E	>2	Alifater >C8- C10	4	1	<4	40	152	25 %	25 %

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
E	>2	Summa PCB	0	0	-	-	-	-	-

Egenskapsområde F

Som kan ses i Tabell 6, överskrider minst en uppmätt halt av barium, bly, koppar, kvicksilver, zink, alifater >C16-C35, PCB-7 och PAH-H de platsspecifika riktvärdena för motsvarande nivå. Då andelen överskridanden för respektive ämne och nivå är relativt lika, och antalet ämnen som överskrider de platsspecifika riktvärdena på någon nivå endast är 7 st, beaktas samtliga ämnen som viktigaste riskämnen för egenskapsområde F.

Tabell 6. Ämnen som på någon nivå uppmätts i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena inom egenskapsområde F. PRV är det platsspecifika riktvärde som gäller för respektive scenario och djup. RG=laboratoriets rapporteringsgräns.

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
F	0-1	Barium	2	2	23	76	130	0%	0%
F	0-1	Bly	3	3	17	100	270	0%	0%
F	0-1	Koppar	3	3	18	120	280	0%	0%
F	0-1	Kvicksilver	2	1	<0,2	0,056	0,012	0%	0%
F	0-1	Zink	3	3	68	160	320	0%	0%
F	0-1	alifater >C16- C35	3	1	<10	10	16	0%	0%
F	0-1	Summa PCB	2	1	<0,011	0,0087	0,012	0%	0%
F	0-1	PAH-H	2	0	<0,3	-	<0,32	0%	0%
F	1-2	Barium	4	4	130	560	1000	25%	0%
F	1-2	Bly	4	4	130	1000	1700	75%	75%
F	1-2	Koppar	4	4	220	1000	1900	75%	0%
F	1-2	Kvicksilver	4	2	<0,2	11	29	25%	25%
F	1-2	Zink	4	4	270	1300	1900	75%	0%
F	1-2	alifater >C16- C35	4	4	33	39	77	0%	0%
F	1-2	Summa PCB	1	0	<0,011	-	<0,011	0%	0%
F	1-2	PAH-H	4	3	<0,32	3,2	7,1		
F	>2	Barium	11	11	86	480	1040	18%	0%
F	>2	Bly	11	11	38	910	2600	73%	73%

8 (11)

1N140009 BILAGA 8
2019-

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
F	>2	Koppar	11	11	61	2400	14000	82%	0%
F	>2	Kvicksilver	11	8	<0,2	9,5	62	9%	9%
F	>2	Zink	11	11	97	2000	6200	73%	-
F	>2	alifater >C16- C35	10	9	<20	420	1600	20%	-
F	>2	Summa PCB	6	4	<0,011	1,0	4,2	33%	17%
F	>2	PAH-H	11	10	<0,32	7,3	18	18%	0%

Egenskapsområde G

Inom egenskapsområde G har endast ett prov analyserats avseende jord. Därför har de ämnen som identifierats som viktigaste riskämnen inom egenskapsområde A använts även för egenskapsområde G. Det vill säga arsenik, barium, bly, koppar, nickel, zink och PAH-H har utvärderats vid riskbedömningen av egenskapsområde G. Statistik över de halter som använts vid riskbedömningen av egenskapsområde G presenteras i Tabell 1.

Egenskapsområde H

Som kan ses i Tabell 7, överskrider minst en uppmätt halt av arsenik, barium, bly, kadmium, koppar och zink de platsspecifika riktvärdena för motsvarande nivå. Då andelen överskridanden för respektive ämne och nivå är relativt lika, och antalet ämnen som överskrider de platsspecifika riktvärdena på någon nivå endast är 6 st, beaktas samtliga ämnen som viktigaste riskämnen för egenskapsområde H.

Tabell 7. Ämnen som på någon nivå uppmätts i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena inom egenskapsområde H. PRV är det platsspecifika riktvärde som gäller för respektive scenario och djup. RG=laboratoriets rapporteringsgräns.

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
H	0-1	Arsenik	9	8	<1,9	14	61	11%	11%
H	0-1	Barium	9	9	70	560	1300	33%	0%
H	0-1	Bly	9	9	22	600	1700	44%	44%
H	0-1	Kadmium	9	6	<0,2	1,4	3,6	0%	0%
H	0-1	Koppar	9	9	19	340	1000	44%	0%
H	0-1	Zink	9	9	73	840	2100	44%	0%

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
H	1-2	Arsenik	2	2	2,9	38	73	50%	0%
H	1-2	Barium	2	2	69	1300	2600	50%	0%
H	1-2	Bly	2	2	23	4500	9000	50%	50%
H	1-2	Kadmium	2	2	0,15	24	47	50%	0%
H	1-2	Koppar	2	2	29	270	510	50%	0%
H	1-2	Zink	2	2	93	6600	13000	50%	0%
H	>2	Arsenik	6	6	1,5	3,9	6,7	0%	0%
H	>2	Barium	6	6	14	120	220	0%	0%
H	>2	Bly	6	6	5,3	82	180	0%	0%
H	>2	Kadmium	6	4	<0,1	0,24	0,24	0%	0%
H	>2	Koppar	6	6	8,5	65	140	0%	0%
H	>2	Zink	6	6	21	160	330	0%	0%

Egenskapsområde I

Som kan ses i Tabell 8, överskrider minst en uppmätt halt av barium, bly, koppar, kvicksilver och zink de platsspecifika riktvärdena för motsvarande nivå. Då andelen överskridanden för respektive ämne och nivå är relativt lika, och antalet ämnen som överskrider de platsspecifika riktvärdena på någon nivå endast är 5 st, beaktas samtliga ämnen som viktigaste riskämnen för egenskapsområde I.

Tabell 8. Ämnen som på någon nivå uppmätts i halter överskridande de platsspecifika riktvärdena inom egenskapsområde I. PRV är det platsspecifika riktvärde som gäller för respektive scenario och djup. RG=laboratoriets rapporteringsgräns.

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
I	0-1	Barium	3	3	120	400	670	0%	0%
I	0-1	Bly	3	3	120	1500	2900	67%	67%
I	0-1	Koppar	3	3	92	870	1600	33%	0%
I	0-1	Kvicksilver	3	3	0,57	3,7	9,6	33%	33%
I	0-1	Zink	3	3	260	900	1600	67%	0%
I	1-2	Barium	4	4	78	440	1100	25%	0%
I	1-2	Bly	4	4	25	500	1300	50%	50%

10 (11)

1N140009 BILAGA 8
2019-

Egenskaps- område	Nivå (u bef my)	Ämne	Antal analyser	Antal analyser över RG	Min	Medel	Max	Andel analyser över PRV	Andel analyser över PRVhälsa
I	1-2	Koppar	4	4	32	400	940	50%	0%
I	1-2	Kvicksilver	4	2	<0,2	5,8	17	0%	0%
I	1-2	Zink	4	4	98	750	1600	50%	0%
I	>2	Barium	1	1	29	29	29	0%	0%
I	>2	Bly	1	1	10	10	10	0%	0%
I	>2	Koppar	1	1	14	14	14	0%	0%
I	>2	Kvicksilver	1	1	0,058	0,058	0,058	0%	0%
I	>2	Zink	1	1	38	38	38	0%	0%

1N140010 BILAGA 9

2019-03-19

Sediment- och markprover 2018-2019

Denna bilaga kommer att kompletteras med slutrapport - sediment provtagning.

Svensk statistisk klassing
för metaller i
sötvattenssediment och
för organiska ämnen
i marina sediment

Sn (tenn) och alifater (ofta olja)
är inte klassat

Halter i mg/kg ts

Klass
Mycket låg halt 1
Låg halt 2
Medelhög halt 3
Hög halt 4
Mycket hög halt 5

Provpunkt och sedimentskikt cm	33a 0-5
TS_105°C	80,6
glödförlust	0,43
TOC	0,25
As	<1,00
Cd	<0,10
Cr	5,34
Cu	4,7
Hg	<0,20
Ni	2,7
Pb	5,1
Sn	<1,0
Zn	16,1
alifater >C16-C35	<10
fenantren	<0,080
pyren	<0,080
bens(a)antracen	<0,20
PAH, summa M	<0,20
PCB 101	<0,0030
p,p'-DDD	<0,010

Provpunkt och sedimentskikt cm	30a 0-20	30a 20-34
TS_105°C	34,8	20,7
glödförlust	15,2	23,7
TOC	8,8	14
As	8,16	19,5
Cd	12,1	8,02
Cr	55	67,3
Cu	416	819
Hg	1,38	4,44
Ni	45,8	49,7
Pb	1180	1440
Sn	72	84,4
Zn	1880	1340
alifater >C16-C35	110	1200
fenantren	2,03	1,45
pyren	3,84	3,36
bens(a)antracen	2,85	2,21
PAH, summa M	11	9,3
PCB 101	0,0274	<0,0030
p,p'-DDD	0,054	0,63

Provpunkt och sedimentskikt cm	17a 0-17
TS_105°C	47,8
glödförlust	7,83
TOC	4,5
As	5,77
Cd	2,55
Cr	30,1
Cu	166
Hg	0,73
Ni	21,5
Pb	555
Sn	32
Zn	590
alifater >C16-C35	475
fenantren	1,97
pyren	2,83
bens(a)antracen	2,55
PAH, summa M	9,6
PCB 101	0,106
p,p'-DDD	0,036

Provpunkt och sedimentskikt cm	8a 0-30	8a 30-57
TS_105°C	35	29,7
glödförlust	18	21,9
TOC	10	13
As	22,6	34,2
Cd	43,9	35,8
Cr	57	73,5
Cu	690	1160
Hg	3,08	3,16
Ni	44,9	68,8
Pb	3170	4230
Sn	284	358
Zn	7050	7290
alifater >C16-C35	44	114
fenantren	0,142	0,251
pyren	0,332	0,797
bens(a)antracen	0,324	0,686
PAH, summa M	0,88	2,1
PCB 101	0,0243	0,032
p,p'-DDD	0,054	0,13

Provpunkt och sedimentskikt cm	44b 0-20	44b 20-40
TS_105°C	19,8	30,9
glödförlust	19	14,5
TOC	11	8,4
As	11,6	5,23
Cd	4,74	2,48
Cr	58,6	38,7
Cu	392	245
Hg	1,88	4,59
Ni	46,6	22,9
Pb	630	291
Sn	31,2	19,3
Zn	1640	1480
alifater >C16-C35	450	615
fenantren	0,447	0,828
pyren	0,987	1,96
bens(a)antracen	0,737	1,09
PAH, summa M	2,7	5,5
PCB 101	<0,0030	<0,0030
p,p'-DDD	0,041	<0,010

Provpunkt och sedimentskikt cm	40b 0-20	40b 20-30
TS_105°C	17,4	38,5
glödförlust	25,3	3,65
TOC	15	2,1
As	12,4	2,05
Cd	6,33	0,13
Cr	65,3	23,3
Cu	547	19,4
Hg	5,69	<0,20
Ni	41,1	17,1
Pb	809	12,4
Sn	42,6	<1,0
Zn	3340	64,5
alifater >C16-C35	1400	22
fenantren	2,14	<0,080
pyren	6,25	0,15
bens(a)antracen	3,67	<0,080
PAH, summa M	17	0,33
PCB 101	<0,0030	<0,0030
p,p'-DDD	<0,010	<0,010

Provpunkt och sedimentskikt cm	24a 0-20	24a 20-38
TS_105°C	30,6	34,2
glödförlust	15,1	7,22
TOC	8,8	4,2
As	6,92	4,14
Cd	2,65	0,2
Cr	47,3	39,7
Cu	295	34,7
Hg	3,98	<0,20
Ni	28,8	30,4
Pb	364	20,7
Sn	24,2	<1,0
Zn	1913	104
alifater >C16-C35	467	40
fenantren	2,45	<0,080
pyren	10,2	<0,080
bens(a)antracen	4,72	<0,080
PAH, summa M	26	<0,20
PCB 101	<0,0030	<0,0030
p,p'-DDD	<0,010	<0,010

Provpunkt och sedimentskikt cm	20a 0-20	20a 20-38
TS_105°C	29,2	18
glödförlust	17,2	37,2
TOC	10	22
As	20,6	14,7
Cd	20	8,27
Cr	63,3	81,2
Cu	766	927
Hg	1,96	9,85
Ni	59,4	45,6
Pb	2800	1040
Sn	192	83,9
Zn	3800	4890
alifater >C16-C35	121	2170
fenantren	1,88	2,61
pyren	3,74	6,23
bens(a)antracen	2,84	3,41
PAH, summa M	11	17
PCB 101	0,0314	<0,0030
p,p'-DDD	0,14	<0,010

Processdokument
Yoldia Environmental Consulting
Roger Huononen 2019-01-19

0m 50m 100m 150m 200m

Gult Sedimentprovtagning nov 2018

Gult med svart prick analyser utförda 2018

Pågående analyser 2019 se PDF-filen "Analysomfattning prioritering 2019-03-04"

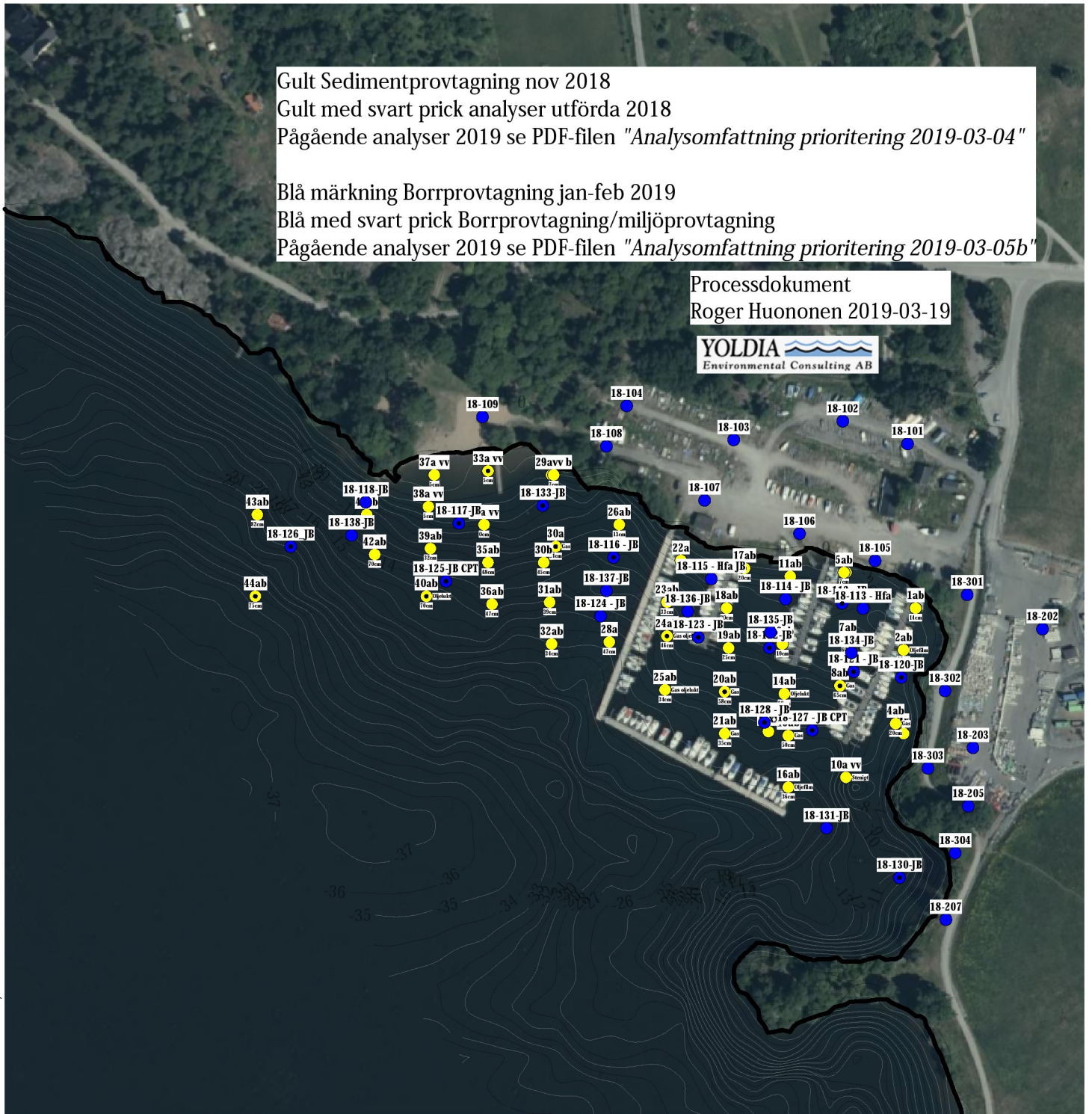
Blå märkning Borrprovtagning jan-feb 2019

Blå med svart prick Borrprovtagning/miljöprovtagning

Pågående analyser 2019 se PDF-filen "Analysomfattning prioritering 2019-03-05b"

Processdokument

Roger Huononen 2019-03-19



		Prioriteringslista	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			MS1 med tillägg	OJ-21c	OJ-22	OJ-2a	OJ-19a1	TOC - LECO	OJ-1	OJ-14a	OJ-25a	OJ-34a	OJ-3i	OJ-4a	OJ-18c	OJ-3c
				alifater, aromater, BTEX enligt SPIMFAB i jord, slam och sediment			Tributyltin-föreningar (Tributyltin-kation) (TBT)	TOC	PAH-16	Flyktiga organiska ämnen	Bromerade difenyletrar (PBDE) (3)	PFAS	Diuron och Irgarol	Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	Nonylfenol (4-nonylfenol) och Oktylfenol	Isoproturon
Provåsar som sammanslås till ett samlingsprov	1a:0-10 & 1a:10-14 & 1b:0-10	232	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2a:0-20 & 2a:10-20	193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	8b:40-50 & 8b:50-60	193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	23a:0-20	193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	35a:0-10 & 35a:10-20	193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	41a:0-10 & 41a:10-20	193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	41a:20-30 & 41a:30-40	193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	42b:40-50 & 42b:50-60	193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	44b:40-50 & 44b:50-60	193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	44b:60-70 & 44b:70-75	145	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

		Prioriteringslista	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			MS1 med tillägg	OJ-21c	OJ-22	OJ-2a	OJ-19a1	TOC - LECO	OJ-1	OJ-14a	OJ-25a	OJ-34a	OJ3i	OJ-4a	OJ-18c	OJ-3c
Provpåsar som sammansläs till ett samlingsprov	Samplingsprovets beteckning (provpunkt:sediment nivå i cm)	Mängd total ca ts (gram)(ts halt ca 13 Metaller 30%)		Alifater, aromater, BTEX enligt SPIMFAB i jord, slam och sediment			Tributylte nnförenin gar (Tributylt enn- katjon) (TBT)			Flyktiga organiska ämnen	Bromerade difenyletrar				Di(2-etylhexyl) ftalat (DEHP)	Nonylfen ol (4-nonylfen ol) och Oktylfenol Isopropanol
					Dioxin	PCB i sediment		TOC	PAH-16			PFAS	Irgarol			
Provpåsar märkta enligt Geolab/Sweco	18-112 4,7-4,9 & 18-112 4,9-5,1 18-116 10,5-10,6 18-117 5,1-5,2 & 18-117 5,2-5,3 18-120 9,25-9,40 18-127 13,5-13,6 & 18-127 13,5-13,7 & 18-127 13,6-13,8 18-127 13,8-14 18-133 6,1-6,2 & 18-133 6,2-6,4		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			123	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			175	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			116	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			131	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	18-127 13,6-13,8 18-127 13,8-14 18-133 6,1-6,2 & 18-133 6,2-6,4		86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			183	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1