

SÖDERTÄLJE KOMMUN

MILJÖTEKNISK MARKUNDERSÖKNING, RISKBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDSUTREDNING

ISBRYTAREN 1 OCH KRYSSAREN 8, M.FL., SÖDERTÄLJE KOMMUN

2018-02-07



MILJÖTEKNISK MARKUNDERSÖKNING, RISKBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDSUTREDNING

Isbrytaren 1 och Kryssaren 8, m.fl., Södertälje kommun

KUND

Södertälje Kommun, Planenheten/Samhällsbyggnadskontoret

Paula Rönnbäck, Planarkitekt

08-523 049 61, paula.ronnback@sodertalje.se

KONSULT

WSP Environmental Sverige

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

KONTAKTPERSONER

WSP Sverige AB

Helena Furst, Uppdragsledare

010-722 83 37, helena.furst@wsp.com

PROJEKT

Dp Kryssaren 8, Isbrytaren 1 m.fl.

UPPDRAGSNAMN

Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl.

Miljöteknisk markundersökning

UPPDRAGSNUMMER

10255624

FÖRFATTARE

H. Furst, A. Hylin, V. Ribé, I. Tjensvoll

DATUM

2018-02-07

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV

Ann Helén Österås

GODKÄND AV

Helena Furst

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	6
1 INLEDNING	8
1.1 UPPDRAG OCH SYFTE	8
1.2 ORGANISATION	8
1.3 OMFATTNING	8
1.4 BEGRÄNSNINGAR	9
2 OMRÅDESBESKRIVNING	9
2.1 LOKALISERING OCH TOPOGRAFI	9
2.2 GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
2.3 RECIPIENTER OCH SKYDDSOMRÅDEN	12
3 VERKSAMHETSBEKRIVNING	13
3.1 TIDIGARE MARKANVÄNDNING	13
3.2 NUVARANDE MARKANVÄNDNING	15
3.3 PLANERAD MARKANVÄNDNING	16
3.4 OMGIVANDE FASTIGHETER	16
4 TIDIGARE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR	16
5 GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN	17
5.1 AVGRÄNSNING	17
5.2 PROVTAGNING OCH FÄLTANALYSER	17
5.3 LABORATORIEANALYSER	18
6 JÄMFÖRVÄRDEN	19
6.1 JORD	19
6.2 PORLUFT	20
6.3 GRUNDVATTEN	20
6.4 ASFALT	20
7 RESULTAT	21
7.1 FÄLT OBSERVATIONER OCH FÄLTANALYSER	21
7.2 ANALYSRESULTAT JORD	22
7.3 ANALYSRESULTAT PORLUFT	22
7.4 ANALYSRESULTAT GRUNDVATTEN	22
7.5 SAMMANVÄGD FÖRORENINGSSITUATION	23
8 RISKBEDÖMNING	26
8.1 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL	27
8.2 PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL	27
8.3 EXPONERINGSANALYS	30
8.4 EFFEKTANALYS	38
8.5 RISKKARAKTERISERING	43

9 ÖVERSIKTLIG ÅTGÄRDSUTREDNING 50

9.1 FÖRUTSÄTTNINGAR	50
9.2 ÅTGÄRDSBEHOV	50
9.3 MÄTBARA ÅTGÄRDSMÅL	52
9.4 IDENTIFIERING AV ÅTGÄRDSALTERNATIV	52
9.5 ANTAGANDEN OCH BERÄKNINGAR ÅTGÄRDSALTERNATIV	54
9.6 ALTERNATIVANALYS	56

10 UNDERLAG TILL RISKVÄRDERING 61

11 SLUTSATSER 63

11.1 FÖRORENINGSSITUATIONEN	63
11.2 RISKBEDÖMNING	64
11.3 ÅTGÄRDSUTREDNING	64
11.4 ÖVERSKOTTSMASSOR	65

12 REKOMMENDATIONER 65

12.1 KOMPLETTERINGAR	65
12.2 HANTERING AV FÖRORENADE SCHAKTMASSOR	66
12.3 HANTERING AV LÄNSHÅLLNINGSVATTEN	66

13 REFERENSER 67

BILAGOR

Bilaga 1 Provtagningsplan, textdel, daterad 170901 rev.170905

Bilaga 2 Dokumentation av fältarbete och provhantering WSP 2017

Bilaga 3 Fältprotokoll och analysurval jord a) WSP 2017 b) WSP 2016 c) KFS 2008 d) Sweco 2007 e) Golder 2001

Bilaga 4 Fältprotokoll och analysurval grundvatten a) WSP 2017 b) WSP 2016 c) Golder 2001

Bilaga 5 Fältprotokoll och analysurval porluft WSP 2017

Bilaga 6 Analysresultat och klassificering jord a) WSP 2017a b) WSP 2016 c) KFS 2008, Sweco 2007, Golder 2001

Bilaga 7 Analysresultat och klassificering grundvatten

Bilaga 8 Analysresultat och klassificering utlakning

Bilaga 9 Platsspecifika riktvärden, rapport Naturvårdsverkets beräkningsverktyg

Bilaga 10 Antaganden åtgärdsutredning

Bilaga 11 Analysprotokoll WSP 2017 a) jord b) grundvatten c) porluft d) utlakning

Bilaga 12 Analysprotokoll tidigare undersökningar a) WSP 2016 b) KFS 2008 c) Sweco 2007 d) Golder 2001

RITNINGAR

N101 Provtagningsplan, ritning (se även Bilaga 1)

N201 Provtagningspunkter WSP 2017

N202 Provtagningspunkter norra delen, Golder, 2001, Sweco, 2007, KFS 2008, WSP 2016, 2017

N203 Provtagningspunkter södra delen, Golder, 2001, Sweco, 2007, KFS 2008, WSP 2016, 2017

N301 Föroreningssituation jord metaller 0-1 m under markytan

N302 Föroreningssituation jord metaller >1 m under markytan

N303 Föroreningssituation jord organiska ämnen 0-1 m under markytan

N304 Föroreningssituation jord organiska ämnen >1 m under markytan

N305 Föroreningssituation jord jämfört platsspecifika riktvärden kvartersmark 0-1 m under markytan

N306 Föroreningssituation grundvatten

SAMMANFATTNING

WSP Sverige AB har på uppdrag av Södertälje kommun gjort en miljöteknisk markutredning inklusive riskbedömning och översiktlig åtgärdsutredning. Resultat från nuvarande och tidigare undersökningar ligger till grund för riskbedömningen och åtgärdsutredningen. Utredningen är ett underlag inför antagande av detaljplan för fastigheterna Isbrytaren 1, Kryssaren 8, Kryssaren 2, Kanoten 2, ett område invid Jollen 2 och del av Södra 1:10 (kajen), Södertälje kommun.

Inom området finns konstaterade markföroreningar från tidigare undersökningar. Syftet med den miljötekniska markutredningen av detaljplaneområdet är att få en samlad bild av föroreningsituationen och markens lämplighet för bostadsbebyggelse. Genomförda undersökningar inom planområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, har visat att området är förorenat i delar och att det finns ett behov av riskminskande åtgärder vid omvandling till bostadsområde.

Som helhet bör detaljplaneområdet betraktas som förorenat. Föroreningsgraden och utbredningen varierar dock mycket med rena områden, mer allmänt utbredda föroreningar i större delområden till så kallade hot spots (kraftigt förorenad jord, men med begränsad utbredning).

Metaller över generella riktvärden för förorenad mark har påträffats i enstaka punkter inom Kryssaren 8 och Isbrytaren 1. Mer utbrett och högre halter av metaller (främst arsenik, bly, koppar och zink) finns i fyllning på Kanoten 2 och i kajen (Södra 1:10). En mycket hög blyhalt i en punkt på Kanoten 2 har bedömts vara en hot spot.

Alifatiska kolväten (oljekolväten) har främst påträffats vid punktkällor med oljecisterner, en på västra sidan av byggnaden på Isbrytaren 1 och i flera punkter i ett område kring flera f.d. pannrum på Kryssaren 8. Mer utbredd förekomst av oljekolväten och också en konstaterad fri fas av olja finns i Södra 1:10, kajen. Området ligger i närheten av det historiska oljebruket. I kajen finns även indikationer på andra organiska ämnen.

Polycykliska aromatiska kolväten, PAH:er (tjärämnen) finns generellt utbrett över stora delar av undersökningsområdet. Både jord och grundvatten är påverkat. Det finns också områden med mycket höga halter PAH:er som bedömts vara mer begränsade hot spots; ett centralt beläget område på Kryssaren 8 och ett under golvet centralt på Isbrytaren 1.

Området invid Jollen 2 som planeras som förskolegård bedöms inte vara förorenat.

Åtgärdsbehovet i jord finns inom fastigheterna Isbrytaren 1, Kryssaren 8 och 2 (som har bedömts samlat), Kanoten 2 och Södra 1:10. Grundvattnet är påverkat av föroreningar, men behöver inte åtgärdas som föroreningskälla. Halterna bedöms klinga av om jorden åtgärdas.

Åtgärdsutredningen är av översiktlig karaktär. Det mest kostnadseffektivt bedöms vara att samordna anläggnings- och saneringsschakt. Ett nollalternativ, ett maxalternativ och tre olika schaktalternativ har utretts. Inga mätbara åtgärdsalternativ har tagits fram i utredningen, då det behöver föregås av en riskvärdering (där miljönytta, teknik, ekonomi, allmänna och enskilda intressen vägs samman). Schaktalternativen har dock utgått från platsspecifika riktvärden med olika antaganden som mätbara åtgärds mål och omfattar:

- Schakt av förorenad jord till åtgärds mål motsvarande platsspecifika riktvärden för kvartersmark som representativ medelhalt för området.
- Schakt av förorenad jord till platsspecifika riktvärden där ett skydd av grundvatten utesluts.
- En begränsad schakt av förorenad jord till platsspecifika riktvärden, men till max 1 m djup, i kombination med tätskikt i byggnad för att förhindra ånginträngning och lukt.

De två sistnämnda alternativen kräver acceptans från tillsynsmyndigheten för avsteg från skydd av grundvatten eller för att lämna kvar föroreningar på större djup.

Mängderna jord som behöver omhändertas i de olika alternativen varierar mellan 90 000 och drygt 140 000 ton, fördelat på olika avfallsklasser. Merkostnaderna p.g.a. föroreningarna (främst mottagningskostnader på deponi) ur risksynpunkt varierar avrundat till mellan 30 och 40 Mkr för de olika alternativen. Bedömningen av åtgärdsbehovet och kostnaderna behöver dock fördjupas när placeringen av byggnader är fastställd.

Den teknisk genomförbarhet ser olika ut mellan de olika delområdena, främst på grund av närhet till grundvattenytan i delar av området i kombination med närheten till Igelstaviken. Särskilt teknisk komplicerat bedöms det vara i kajen där vatteninströmningen troligen är mycket snabb vid pumpning och området har konstaterad rasrisk.

Med stora förestående anläggningsarbeten kommer överskottsmassor att behöva omhändertas oavsett föroreningssituation. Samtliga massor som ska lämna området behöver kontrolleras med avseende på föroreningsinnehåll och omhändertas utifrån föroreningsnivå.

Utförd åtgärdsutredning kan utgöra underlag till en riskvärdering, som mynnar i förslag till val av åtgärd och mätbara åtgärds mål. Vi rekommenderar att riskvärderingen görs i samråd i en projektgrupp med berörda aktörer, till exempel fastighetsägare, kommunens planenhet och kommunens tillsynsmyndighet.

Inför en efterbehandlingsåtgärd eller ett anläggningsarbete i förorenad jord behöver tillvägagångssätt för hanteringen sedan planeras närmare i ett projekteringsskede. I projekteringsskedet för detaljplaneområdet rekommenderas att särskilt titta på:

- Vilka äldre data avseende organiska ämnen som fortfarande är relevanta att använda (p.g.a. av att föroreningarna kan ha brutits ner genom åren).
- Hur fastigheterna kan delas in mer detaljerat utifrån föroreningssituation och åtgärdsbehov.
- Hur byggnaderna kommer att placeras och i dessa lägen särskilt fördjupa riskbedömningen avseende flyktiga föroreningar som kan tränga in i byggnader.
- Hur identifierade hotspots ska avgränsas i åtgärdsskedet samt hur okända hot spots som eventuellt påträffas i anläggningsskedet ska hanteras.

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAG OCH SYFTE

WSP Sverige AB har på uppdrag av Södertälje kommun gjort en kompletterande miljöteknisk markundersökning inklusive riskbedömning och översiktlig åtgärdsutredning i norra delen av Södertälje uthamn. Utredningen kompletterar tidigare utförda undersökningar i området. Resultat från såväl nuvarande som tidigare undersökningar ligger till grund för riskbedömningen och åtgärdsutredningen.

Utredningen är ett underlag inför antagande av detaljplan för fastigheterna Isbrytaren 1, Kryssaren 8, Kryssaren 2, Kanoten 2, ett område invid Jollen 2 och del av Södra 1:10 (kajen) inom projekt Detaljplan för Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun.

Inom området finns konstaterade markföroreningar från tidigare undersökningar. Syftet med markutredningen av detaljplaneområdet är att få en samlad bild av föroreningssituationen och markens lämplighet för bostadsbebyggelse genom att:

- Bedöma om området är förorenat eller inte, utöver redan kända föroreningar.
- Avgränsa kända föroreningars utbredning i jord.
- Avgränsa förekomst av olja/oljelukt i grundvattnet på Isbrytaren 1.
- Bedöma om eventuella föroreningar kan innebära en oacceptabel risk för hälsa eller miljö (förenklad riskbedömning).
- Bedöma behovet av kompletterande utredningar eller riskminskande åtgärder.
- Ta fram översiktliga åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar.
- Ta fram underlag till åtgärdsval (riskvärdering).
- Bedöma hur överskottsmassor ska hanteras.

1.2 ORGANISATION

Uppdraget har utförts av avdelningen Mark och Vatten inom affärsområdet WSP Environmental med nedanstående organisation.

Helena Fürst	Uppdragsledare
Ann Helén Österås	Kvalitetsgranskare
Veronica Ribé	Handläggare
Ingrid Tjensvoll	Handläggare
Anna Hylin	Handläggare
Caroline Lantz	Fälthandläggare porluftmätning
Christoffer Winander Schönning	Fältgeotekniker borrhandsvagn

1.3 OMFATTNING

Uppdraget har omfattat följande moment:

- Inläsning av tidigare utredningar, upprättande av problembeskrivning och identifiering av kunskapsluckor.
- Upprättande av provtagningsplan, förberedelser fältarbete.
- Jord- och grundvattenprovtagning under 6 dagar.
- Laboratorieanalyser på jord- och grundvattenprover.
- Sammanställning av analysresultat från nuvarande och tidigare undersökningar.

- Beräkning av platsspecifika riktvärden för mark.
- Miljö- och hälsoriskbedömning.
- Översiktlig åtgärdsutredning inklusive kostnadsuppskattningar.
- Framtagande av underlag till åtgärdsval (riskvärdering).
- Redovisning i rapport.

1.4 BEGRÄNSNINGAR

WSP har sammanställt denna rapport enbart för Södertälje kommun.

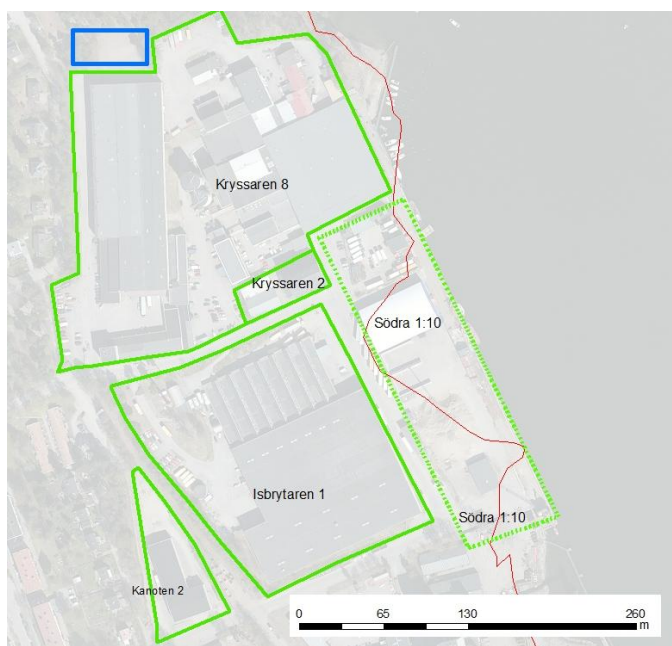
Bedömningarna i rapporten baseras på det underlag som fanns tillgängligt under uppdragstiden. WSP tar inte på sig ansvar för konsekvenser om rapporten används för andra ändamål än den ursprungligen var avsedd för.

Provtagningsstrategi och urval av analysparametrar är grundade på erfarenhetsmässiga bedömningar och branschpraxis. Det kan inte uteslutas att det finns förorening i punkter eller områden som inte har undersökts eller att det förekommer ämnen och föreningar som inte har analyserats.

2 OMRÅDESBESKRIVNING

2.1 LOKALISERING OCH TOPOGRAFI

Fastigheterna Isbrytaren 1, område invid Jollen 2, Kryssaren 8, Kanoten 2, Kryssaren 2, del av Södra 1:10 (Kajen) samt vägfastigheten (Uthamnsvägen, Framnäsvägen och Hansavägen) ligger i Södertälje uthamn, strax söder om Södertälje kanal. Den totala ytan på undersökningsområdet är på cirka 110 000 m². Ytan fördelar sig på 5 olika fastigheter (Figur 1) och ett område strax norr om Kryssaren 8 (öster om Jollen 2, markerat med blått i Figur 1). Fastigheten Isbrytaren 1 har en area på ungefär 30 300 m². Området invid Jollen 2 har en area på 900 m². Fastigheten Kanoten 2 har en area på ca 5 000 m². Kryssaren 2 har en area på ca 2 000 m² och Kryssaren 8 på 45 700 m². Kajfastigheten tillhör en större fastighet, Södra 1:10 och det delområde som har ingått i den föreliggande undersökningen är närmare 20 000 m². Till det kommer en del vägfastigheter.



Figur 1 Ungefärligt läge för Isbrytaren 1, Kanoten 2, Kryssaren 2, Kryssaren 8 och del av Södra 1:10. Området som har ingått i undersökningen intill fastigheten Jollen 2 är markerat med blått. Kajområdet är en del av en större fastighet (Södra 1:10). Delen som har ingått i nu utförd och tidigare undersökningar markerad med en perforerad grön linje. Den historiska strandlinjen är markerad med rött. (Bakgrundskarta ESRI).

Isbrytaren 1 är en stor fastighet som består av en stor sammanhängande byggnad och asfalterade ytor. Området är lite sluttande mot öster, men har inga stora höjdskillnader.

Området invid Jollen 2 består av en plan med delvis grusig och mullig yta.

På Kanoten 2 finns en byggnad och består i övrigt av en öppen asfalterad yta, som används för bussparkering. Kanoten 2 gränsar till ett smalt område naturlig mark i väster och sen bostäder. I övrigt gränsar fastigheterna till industriområde och vägar.

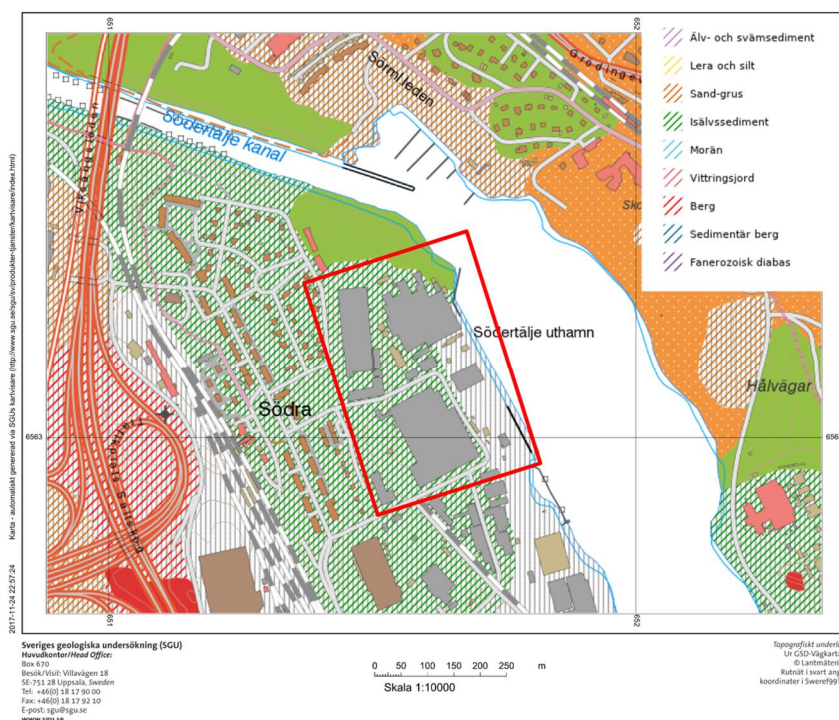
Kryssaren 2 är en liten fastighet, till största delen bebyggd. Den större byggnaden är ett äldre tegelhus i flera våningar från 1918 (f.d. Hamnmagasinet). Markytan är asfalterad.

Kryssaren 8 består av flera större byggnader och några mindre byggnader. Stora delar av fastigheten är bebyggd och resterande yta är hårdgjord, som delvis används till parkering. Det finns två stora f.d. cementsilos på området. Området består av flera terrasser med olika höjd, från ca +14 i väster, +9 i mellannivån och ca +3 ner mot kajen (höjdsystem RH2000). Östra delen av området gränsar till kajen och västra delen gränsar till det närliggande villaområdet. Norra delen gränsar mot fastigheten Jollen 2 med förskola samt ett lite skogsområde.

Kajplan, del av Södra 1:10 är hårdgjord av asfalt, betong eller gatsten. Enligt SGU:s jordartskarta består kajen till stor del av fyllnadsmassor. Detta stämmer med noteringar från nu utförd undersökning samt tidigare undersökningar. Enligt historiska kartor har strandlinjen modifierats och har blivit utfylld i flera omgångar (Figur 1). Längs med kajen går äldre järnvägsspår. Det finns idag ett större saltlager på kajen och några mindre byggnader.

2.2 GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

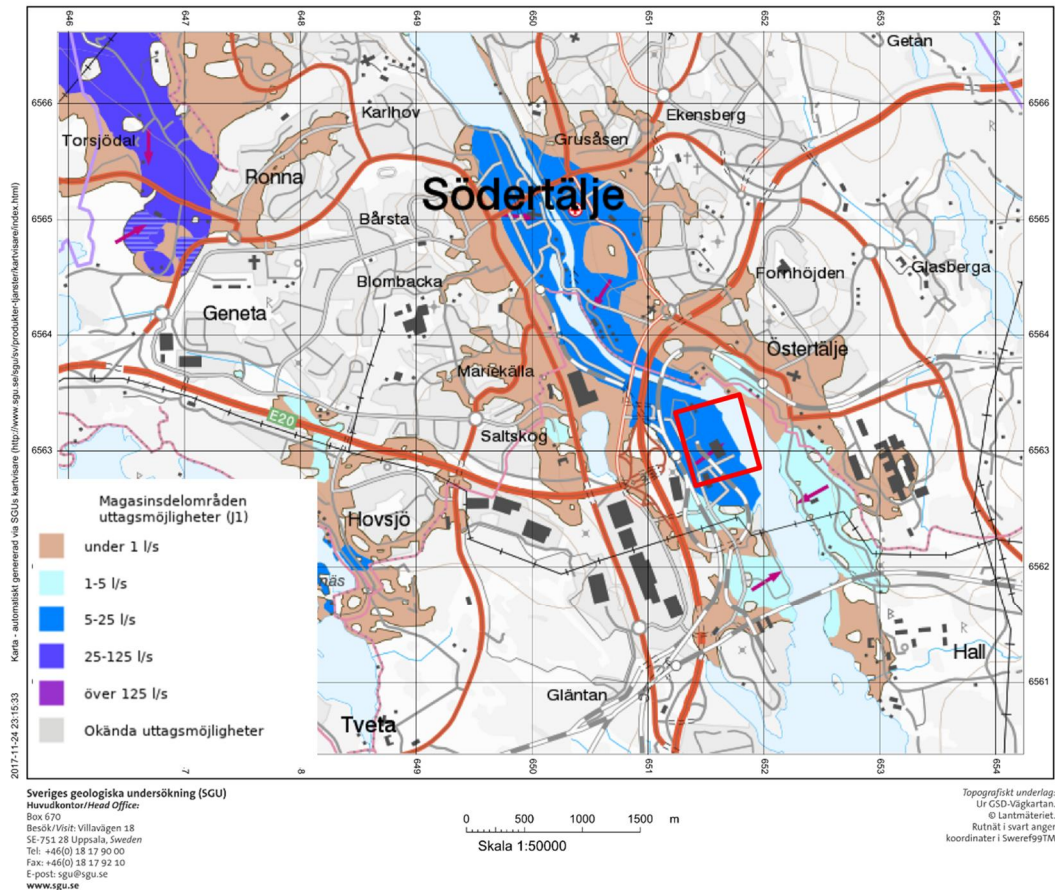
Alla fastigheterna som ingår i denna undersökning ligger på Södertäljeåsen med isälvssediment i form av sand enligt SGU:s kartvisare (Figur 2). Utförda undersökningar visar att fyllnadsjord påträffas ned till 1 till 2 m under markytan vid flertalet av punkterna, men vid enstaka punkter har fyllnadsmassor noterats ned till 2 till 8 m under markytan. Fyllnadsjorden har främst bestått av stenig, grusig, sand (Golder, 2001b, Sweco 2007, KFS 2008, WSP 2016). Under fyllnadsjorden bestod jordlagren av naturligt lagrad isälvssand med inslag av silt och lera.



Figur 2 Jordartskartan visar på fyllning inom hela området och underliggande isälvssediment (Källa: SGU 20171124, kartgeneratören). Undersökningsområdet är markerat med röd fyrkant.

Eftersom marken till stora delar består av sand har den hög genomsläpplighet och grundvattnets huvudsakliga strömningsriktning enligt SGU:s kartvisare är österut mot Igelstaviken (se Figur 3). Utifrån utförda undersökningar och påträffat berg inom Kryssaren 8 är strömriktningen på denna del av området troligen mer sydöstlig.

Inom området finns det enligt SGU:s brunnregister (SGU, 2017, kartvisaren) två stycken brunnar (en på Kryssaren 8 och en på södra delen av Södra 1:10, kajen) med okänd användning. Enligt en tidigare fastighetsförvaltare ska det finnas en borrhälsbrunn på nordvästra delen av Kryssaren 8, som vid platsbesök inte har återfunnits (WSP, 2016b).



Figur 3 Grundvattenkarta (SGU 20171124, kartgeneratör). Undersökningsområdet är markerat med en röd fyrkant. Grundvattenriktningen visas med lila pilar. De olika färgerna visar olika magasinindelområden och uttagsmöjligheter.

2.3 RECIPIENTER OCH SKYDDSOMRÅDEN

2.3.1 Södertäljeåsen

Södertäljeåsen-Södertälje är en identifierad grundvattenförekomst (VISS, 2017). Grundvattenresursen har ett avrinningsområde mot Igelstaviken. År 2015 bedömdes den kemiska statusen vara otillfredsställande på grund av kraftigt förhöjda kloridhalter. Påverkan från klorid härrör troligen från saltvatteninträngning, då förekomsten ligger intill Östersjön. Det finns även en betydande påverkan avseende klorid från transport och infrastruktur eftersom en saltad väg går igenom förekomsten.

Statusen avseende övriga kemiska parametrar bedöms som god, men förekomsten riskerar att inte nå god kemisk status avseende PFAS då "vända trend-värdet"¹ har överskridits vid en station och PFOS har påträffats vid ytterligare station samt att det finns flera misstänkta föroreningskällor i form av brandövningsplatser och brandstationer inom området. Det finns även storindustrier och ett antal MIFO-objekt inom och intill grundvattenförekomsten som bedöms innebära en betydande påverkan på förekomstens kemiska status.

Den av Vattenmyndigheten för Norra Östersjöns vattendistrikt beslutade miljö kvalitetsnormen (2017) är god kemisk status 2021, med undantag för klorid. Det föreligger en risk för att den kemiska statusen inte kommer uppnås till 2021, då det finns en stor potentiell föroreningsbelastning på grundvattenförekomsten.

Grundvattenförekomsten är skyddad för uttag av dricksvatten.

2.3.2 Igelstaviken

Recipienten är ytvattenförekomsten Igelstaviken, som ligger öster om undersökningsområdet. Ytvattenförekomsten är kategoriserad som ett kustvatten (VISS, 2017). Igelstaviken är en naturlig förekomst. Den ekologiska statusen bedöms som måttlig och den kemiska statusen uppnår ej god status (beslutad för förvaltningscykeln 2010-2016). Den beslutade kemiska statusen är god utan de överskridande ämnena kvicksilver och bromerade difenyletrar. Denna status är beslutad utan att TBT-halten i vatten och sediment är undersökt och med tanke på den höga fartygstrafiken finns troligtvis höga halter av denna förorening i området. Föroreningssituationen i sediment i Igelstaviken kartlades i en inventering utförd 2014 av Länsstyrelsen i Stockholms län (2014). I inventeringen klassades sedimenten till riskklass 1, vilket motsvarar mycket stor risk för människors hälsa och miljön, med avseende på kvicksilver.

Igelstaviken är kraftigt påverkad av mänsklig verksamhet över lång tid. Utfyllnad har utförts på båda sidor av kanalen (Figur 1) och muddringsarbete har utförts för att upprätthålla ett djup för den intensiva fartygs- och båttrafiken i området. Tillförsel av miljögifter och näringsämnen lyfts också som ett miljöproblem. Idag finns det ingen kännedom om större punktutsläpp till recipienten. Fortsatta utsläpp av föroreningar till recipienten bidrar till föroreningsnivån i Igelstaviken samt vidare påverkan nedströms och slutligen i Östersjön. Miljö kvalitetskravet är förbättrad kemisk status, med risk för att målet för kvicksilver inte uppnås.

¹ Den haltnivå vid vilken myndigheter och kommuner ska vidta de åtgärder som anges i vattenmyndigheternas åtgärdsprogram för att vända betydande, uppåtgående trender i koncentrationen av förorenande ämnen, grupper av förorenande ämnen eller föroreningsindikatorer (SGU-FS 2013:2).

3 VERKSAMHETSBESKRIVNING

3.1 TIDIGARE MARKANVÄNDNING

3.1.1 *Isbrytaren 1*

Ett historiskt oljebruk (1870-1912) med raffinering av råolja till fotogen har troligen legat på del av fastigheten och berörde Isbrytarens sydöstra del. Enligt Golder, 2001a och Länsstyrelsen, 2016 (EBH-stödet) har tidigare verksamhet på Isbrytaren 1 även omfattat mekanisk verkstad fram till 1970 för att färdigställa och rekonditionera bilar (bl.a. BMS Sweden AB) och i norra delen helikoptertillverkning (Ostermans Aero AB). 1970-1975 tillverkade Siporex lättbetongelement i den södra delen, i en byggnad som hade uppförts 1970 på oexploaterad mark. Efter Siporex hyrde Scania stora delar av fastigheten för reservdelslager. Uppgifter om lackeringsverksamhet har kommit in från personer som har vistats lång tid på området. Två tankar med olja har också legat på fastigheten, en på nordvästra delen av fastigheten invid panncentralen och den andra på mitten av den västra sidan av den stora byggnaden. Cisterner användes för spillolja och uppvärmningsolja och förekom både ovan och under mark.

3.1.2 *Kanoten 2*

På fastigheten finns noterat i EBH-stödet (Länsstyrelsen, 2016) ett tvätteri, bilvårdsanläggning och verkstadsindustri mellan ca 1943-1987. Både tvätteriet och verkstadsindustrin kan ha använt klorerade lösningsmedel baserat på verksamsårs, men ingen dokumenterad användning finns. Enligt nuvarande fastighetsägare har det varit ett tvätteri, men ingen kemtvätt och ingen känd användning av klorerade lösningsmedel.

Enligt uppgift från fastighetsägaren brann den tidigare byggnaden ner fullständigt. En ny byggnad stod färdig 2010.

3.1.3 *Kryssaren 2*

Kryssaren 2 är markerat som riskklass 2 enligt MIFO i Länsstyrelsens EBH-stöd (Länsstyrelse, 2016). Detta då det i det f.d. Hamnmagasinet ska ha legat ett renseri där betning av säd med kvicksilverpreparat pågick från 1940-talet till ca 1970. Byggnaden för säd uppfördes omkring 1918 och finns kvar idag.

3.1.4 *Kryssaren 8*

Den större industrin på Kryssaren 8 var en fabrik som tillverkade lättbetong mellan 1937 och 1974, Siporexfabriken. Tillverkningen ska främst ha skett i hus G centralt på fastigheten, se Figur 4. Enligt en historisk ritning från 1959 utgjordes verksamheten på Siporex tid bl.a. av gjuthall, monteringshall, armeringshall och järnlager. Rostskyddsbehandling av armeringsjärn ska ha förekommit på platsen och oljor användes troligen till gjutformarna (Golder, 2001a). I anslutning till byggnad G på västra sidan har ett f.d. pannrum legat. Mitt emot i byggnad R (norr om P) låg en oljepanna som sträckte sig upp genom dagens två våningar, och i byggnad S låg oljecisternerna i en våning. Påfyllningen gjordes på nordvästra gaveln av hus R (den del som vetter mot den övre marknivån). I de två silosarna som ligger centralt på fastigheten förvarade Siporex cementbruk.

Mellan åren 1975 fram till 2010-talet har fastigheten hyrts ut till ett stort antal verksamhetsutövare, för olika typer av verkstäder och lager. Endast ett fåtal verksamheter finns kvar idag.

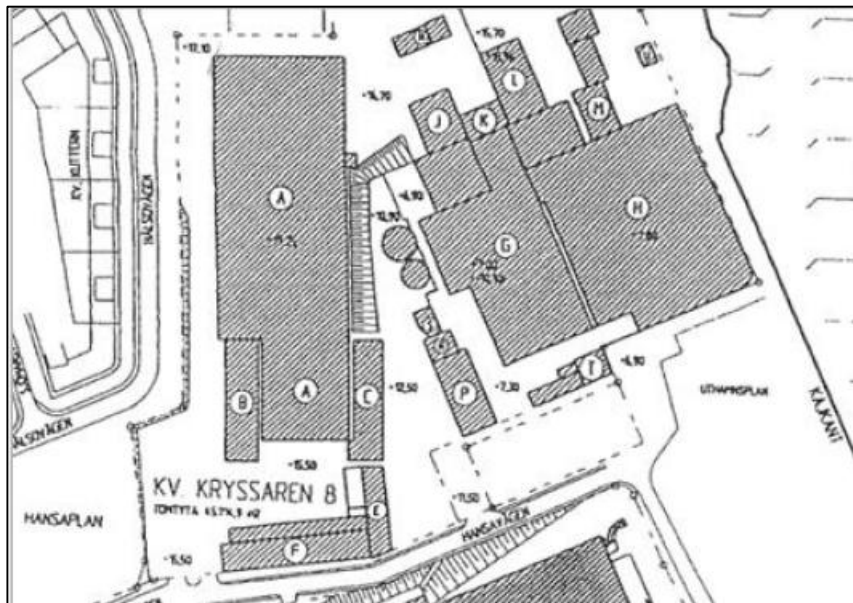
I hus A som uppfördes på 1960-talet finns uppgift om en igengjuten sedimentbassäng från Siporextiden, men som också kan ha använts när Scania hade skärande bearbetning av motorblock i byggnaden på 1980-talet. Skäroljor kan enligt uppgift ha renats i en intern reningsanläggning nedgrävd i anslutning till byggnadens västra sida. Anläggningen ska vara borttagen.

I södra delen av hus B har det funnits ett pannrum, troligen med tillhörande cistern med okänt läge. Pannrummet är igengjutet. I byggnad B har det också funnits ett par transformatorer (en finns kvar, men är inte i drift).

I hus C har det funnits flera bilverkstäder med dieseltank, biltvätt, oljeavskiljare och en period rostskyddsbehandling. I hus F tillverkades cellplast under 10 till 15 års tid.

I hus P har hyresgästen ISAB funnits sedan 1975. De har bl.a. historiskt tagit hand om skäroljor åt Scania och bedrivit mekanisk verkstad.

Uppgifterna om tidigare verksamheter kommer bl.a. från Golder, 2001a, Länsstyrelsen, 2016 (EBH-stödet) och äldre ritningar genomgångna vid ett platsbesök den 16 september 2016.



Figur 4 Byggnader inom Kryssaren 8.

3.1.5 Del av Södra 1:10, kajen

Tidigare verksamhet inom del av Södra 1:10 har varit hamnverksamhet och kolimport samt lagring av bl.a. kol, koks och torv. På södra delen av dagens kaj låg historiskt ett oljebruk (1870-1912) med raffinering av råolja till fotogen. Det finns olika uppgifter om läget. Den senaste uppgiften från Miljökontoret, Södertälje kommun (2016-10-28) tillsammans med en historisk karta som visar oljebrukets läge på nuvarande hamnplanen, bedöms vara mest tillförlitlig (se Figur 5). Det finns uppgifter på att omfattningen var begränsad och att ca 20 personer jobbade på oljebruket, men hur hanteringen sköttes är okänt. Olja (eller möjligen tjära) i fri fas påträffades i en undersökning med tre provgropar utförda i kajen av KFS Anläggnings Konstruktörer AB (2008). I samma område på uthamnsplan har Telge AB utfört en mindre sanering av olja efter en vattenläcka på en dricksvattenledning i juli 2012, som gjorde att olja trycktes upp ur marken (Telge AB, 2012). Längs med kajen har de äldre järnvägsspåren, som finns kvar, använts för transport av material till och från hamnen.



Figur 5 Trolig placering av oljebruket 1870-1912.

3.2 NUVARANDE MARKANVÄNDNING

3.2.1 Isbrytaren 1

Lokalerna på fastigheten hyrs ut till olika verksamhetsutövare för främst lager och logistikverksamhet samt ett träningscenter. Lokalerna sitter ihop i en stor byggnad som ligger i samma marknivå och täcker merparten av fastigheten. Flera av hyresgästerna har flyttat så några delar av byggnaden står tomma.

På västra sidan finns en lite större asfalterad gårdsplan och i nordöstra delen en asfalterad yta framför en lastkaj. Merparten av de fria markytorna är asfalterade. Längs husväggarna i sydost och söder mot Framnäsvägen är marken relativt nyligen iordningställd och asfalterad.

3.2.2 Kanoten 2

På fastigheten ligger idag en byggnad från 2010 med kontor och runt hela byggnaden finns parkeringsytor för bilar och bussuppställning.

3.2.3 Kryssaren 2

På Kryssaren 2 hyrs ett par våningsplan i den större byggnaden (f.d. Hamnmagasinet) ut som kontor. Det finns också andra hyresgäster som driver konstnärlig verksamhet i lokalerna. Vidare finns det några övernattningslägenheter i byggnaden och i övrigt vinds- och källarutrymmen med inventarier. Den mindre öppna ytan på fastigheten är asfalterad.

3.2.4 Kryssaren 8

Lokalerna på fastigheten hyrs ut till olika verksamhetsutövare för lager- och industriverksamhet. Lokalerna består av flera olika byggnader i olika marknivåer. Många hyresgäster har nyligen flyttat, så en del lokaler är tomma.

Fram till 1979 var ytorna utomhus grusade. 1979 asfalterades området enligt uppgift från tidigare förvaltare (2016). Under och utanför hus H finns järnvägsspår under den hårdgjorda ytan.

Det finns en restriktion avseende markarbeten, genom ett beslut med anledning av kvarlämnad förorening, om att fastighetsägaren ska underrätta miljönämnden om grävning, schaktning, utfyllnad, ledningsdragning m.m. (Södertälje, 2014).

3.2.5 Del av Södra 1:10, kajen

Kajen (Södra 1:10) hör till Södertälje uthamn, Telge hamn (B-verksamhet). 90 m av den 350 m långa kajen används för lossning av vägsalt i bulk. Resterande kajlängd 205 m, är avstängd p.g.a. dålig bärighet. Utöver saltupplag finns bl.a. betongväggar för grafittimålning och en mindre konstgräsyta. Idag används stora ytor av Züblin under tiden de arbetar med Södertälje kanal.

3.3 PLANERAD MARKANVÄNDNING

Detaljplanen ska ge förutsättningar för framförallt flerbostadshus med innergårdar. Andra verksamheter som kan bli aktuella inom detaljplaneområdet är förskola, hotell, kulturlokaler och kommersiella lokaler.

3.4 OMGIVANDE FASTIGHETER

Fastigheterna ligger i ett större område med industrilokaler, en del omgjorda till kontor. Söder om detaljplaneområdet finns Lantmännens silos och hamnverksamhet. Intill eller max 100 m väster om fastigheterna finns bostäder. Norr om Kryssaren 8 är det naturlig mark fram till inloppet av Södertälje kanal. Öster om fastigheterna ligger Igelstaviken.

4 TIDIGARE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR

På de största fastigheterna i detaljplaneområdet, Isbrytaren 1 och Kryssaren 8, har i samband med fastighetsöverlåtelser flera miljötekniska utredningar utförts: Golder 2001a och b, Sweco 2007a och b, WSP 2016a, b, c och d (se referensförteckning). I WSP 2016c inkluderades resultat från Golder (2001) och Sweco (2007).

I Golders undersökning 2001 togs betong-, jord- eller grundvattenprov i totalt 30 punkter på båda fastigheterna (5 punkter betong, 22 jord och installation av 10 grundvattenrör, varav prov togs i 6 rör). Borrbandvagn med skruv användes och jorddjupet från markyta eller betonggolv varierade mellan 1 och 7 m (främst mellan 2 och 5 m). Alifatiska kolväten, BTEX, PAH och metaller analyserades. Golder ska år 2002, enligt uppgift från Länsstyrelsen och EBH-stödet (2016), ha gjort en kompletterande undersökning på Isbrytaren 1, men rapporten har inte hittats.

2007 utförde Sweco jordprovtagning i 5 punkter till mellan 1 och 4 m under markytan på Kryssaren 8. Fyra porluftspunkter analyserades med en bärbar GC (gaskromatograf) med avseende på klorerade kolväten (provdjup ca 0,7 m under markytan).

På kajen (Södra 1:10) har marken undersökts med tre provgropar åt Södertälje hamn (KFS Anläggningskonstruktörer AB, 2008). I samma område har Telge AB utfört en mindre sanering av olja efter en vattenläcka på en dricksvattenledning i juli 2012, som gjorde att olja trycktes upp ur marken (Telge AB, 2012).

Resultaten sammanfattas tillsammans med nu utförd undersökning i avsnitt 7.5 sammanvägd föroreningsituation.

Samtliga provtagningspunkter redovisas på ritning N202 (norra delen) och N203 (södra delen). Fältprotokoll från nuvarande och tidigare utredningar finns i Bilaga 3, Bilaga 4 och Bilaga 5. Analysresultaten finns sammanställda och klassificerade mot jämförvärden i Bilaga 6, Bilaga 7 och Bilaga 8.

5 GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN

I kapitel 5 beskrivs den undersökning som har utförts under hösten 2017 och som inte har redovisats tidigare.

5.1 AVGRÄNSNING

Undersökningen har avgränsats av detaljplaneområdets gräns. Medierna jord och grundvatten har provtagits samt i ett begränsat område på Kryssaren 8 också porluft. Provtagningen har generellt begränsats till ett djup om 3 m, med undantag av delområden där syftet var att avgränsa föroreningar på större djup.

5.2 PROVTAGNING OCH FÄLTANALYSER

Fältarbetet har i stort följt framtagna provtagningsplan, se Bilaga 1 och ritning N101. Avvikelse framgår nedan. Utfört fältarbete och provhanteringen finns redovisad i Bilaga 2.

5.2.1 Jord

Provtagning av jord har utförts i totalt 37 punkter. De slutliga placeringarna framgår av ritning N201. Provpunkterna placerades generellt med syftet att undersöka områden som inte provtagits i tidigare undersökningar, samt för att avgränsa tidigare identifierade föroreningar i plan och djup. Ett rutnät (50x50 m rutor) användes som underlag för att sprida ut punkterna slumpmässigt systematiskt över undersökningsområdet och för att få en överblick över delområden som inte hade provtagits vid tidigare undersökningar. Stora delar av området var dock inte åtkomligt på grund av bebyggelse.

Provtagningen utfördes med borrhandsvagn och skruvborr i alla punkterna. Vid flera punkter i kajen och i byggnaden på Isbrytaren 1 finns det betong i markytan och där användes en betonghåltagare innan provtagning med skruvborr.

Jordprov togs halvmetervis eller vid en tydlig lagerföljdsförändring ned till 3 m. Vid enstaka punkter togs prov ned till som mest 10 m djup. Detta vid punkter där tydlig lukt av föroreningar noterades. Jordproverna förvarades kallt i diffusionstäta påsar fram tills att de skickades till laboratorium för analys. Vid enstaka punkter där flyktiga ämnen misstänktes togs dubbelprov i glasburkar med skruvkork.

PID-analys med avseende på flyktiga kolväten (VOC) utfördes på alla prov i fält. Ett urval av jordproverna analyserades sedan vid det ackrediterade analyslaboratoriet Alcontrol AB. I Bilaga 3a redovisas fältnoteringarna och analysurvalet.

5.2.2 Grundvatten

Totalt installerades 9 grundvattenrör i området. Grundvattenrören placerades runt byggnaden på Isbrytaren 1 med syftet att kartlägga den oljeförorening/oljelukt som noterats kring byggnaden samt i kajen från norr till söder för att fånga upp det grundvatten som strömmar genom hela undersökningsområdet. Ett rör installerades i centrala delen av Kryssaren 8, i närheten av en tidigare punkt med mycket höga PAH-halter samt en söktaktig lösningsmedelslukt noterad. Berg påträffades på ca 3 m under markytan och inget grundvatten rann till under september 2017. För att identifiera den

tidigare påträffade föroreningen provtogs istället porluft i samma område (se avsnitt 5.3.3 nedan). Provpunkternas lägen framgår av ritning N201.

2 grundvattenrör installerade med foderrör (punkt 17W06 och 17W23.1), medan de övriga bankades ner. Grundvattenrören installerades på olika djup mellan 3 och 10 m under markytan (se Bilaga 4a). Alla grundvattenrör där vatten påträffats omsattes tre dagar efter installation och grundvattenprovtagningen utfördes efter ytterligare fyra dagar. Grundvattnet provtogs med hjälp av slang och skakpump (en ny slang och pump/grundvattenrör). Vattenproven förvarades kallt i av analyslaboratoriet anvisade provtagningskärl. Proven analyserades av det ackrediterade analyslaboratoriet Eurofins AB. Analysurvalet redovisas i fältprotokoll, Bilaga 4a.

5.2.3 Porluft

Provtagning av porluft har genomförts under asfalt på Kryssaren 8. Provtagning har gjorts i två parallella punkter på två platser för mätning av klorerade lösningsmedel, dess nedbrytningsprodukter och flyktiga organiska ämnen. Provtagningen har genomförts genom att borra hål i asfalten och banka ner 2 m långa stålrör (21 mm i diameter) i marken. Rören bankades ner 0,2-0,3 m under asfaltsytan, där det tog stopp. Tätning med bentonit gjordes runt stålrörets genomföring i asfalten för att förhindra luftutbyte mellan mark och utomhusluft. Provpunkterna placerades i området för tidigare konstaterad PAH-förorening och noterad lösningsmedelslukt. Porluft pumpades upp genom tillhandahållna lågflödespumpar från Eurofins Pegasuslab till avsedda absorbentrör för vald analys. I Bilaga 5 ses bland annat flöden och pumptid. På ritning N201 ses provpunkternas placering.

5.3 LABORATORIEANALYSER

5.3.1 Jord

Av totalt 252 jordprover har:

- 46 analyserats med avseende på metaller (As, Ba, Pb, Cd, Co, Cu, Cr, Ni, V, Zn)
- 23 med avseende på kvicksilver (Hg)
- 61 med avseende på BTEX, alifatiska kolväten >C5-C35, aromatiska kolväten >C8-C35 och 16 polycykliska aromatiska kolväten (PAH-16)
- 9 med avseende på 7 polyklorerade bifenyler (PCB7)
- 3 med avseende på dioxin
- 5 med avseende på semivolatila organiska ämnen (screeninganalys)
- 10 med avseende på pH och beräknad totalhalt organiskt kol (TOC).

Vidare har 1 laktest utförts på ett samlingsprov från 3 punkter spridda över undersökningsområdet (17W02, 17W08 och 17W18). Punkterna valdes ut efter analysresultat från enskilda prover. Samtliga jordprover analyserades av det ackrediterade laboratoriet Alcontrol. Analysresultatet redovisas samlat i Bilaga 6 (jord) respektive Bilaga 8 (laktester). Analysprotokollen finns i Bilaga 11a och c.

5.3.2 Grundvatten

Totalt 8 grundvattenprover har analyserats med avseende på organiska ämnen; BTEX, alifatiska kolväten >C5-C35, aromatiska kolväten >C8-C35 och 16 polycykliska aromatiska kolväten (PAH-16). De organiska analyserna har utförts efter sedimentation och dekantering.

På grundvatten från ett rör i punkten 17W07 i kajen (Södra 1:10) utfördes en bred analys av organiska ämnen efter att en oidentifierbar lukt i fält noterades. Testet (Terratest) omfattade 234 parametrar, bland annat fenoler, kresoler, nitrobensener, klorbensener, PCB7, klororganiska bekämpningsmedel, PAH16 och klorerade kolväten. I Terratest ingick också analys av metallhalter.

Vatten från två rör nedströms Kryssaren 2 (med misstänkt hantering av kvicksilver i byggnaden) analyserades också med avseende på kvicksilver. Metall- och kvicksilveranalyserna utfördes på filtrerade prov. Vidare analyserades klorerade kolväten i två punkter; 17W06 i sydöstra hörnet av undersökningsområdet som bedömdes ligga i strömningsriktningen för eventuella föroreningar från Kanoten 2 och Isbrytaren 1 samt det äldre röret 16W22 som är placerat på Isbrytaren 1, direkt nedanför och nedströms en del av Kanoten 2.

Samtliga grundvattenprover analyserades av det ackrediterade laboratoriet Eurofins. Analysresultaten redovisas samlat i Bilaga 7 och analysprotokollen i Bilaga 11b.

5.3.3 Porluft

Från porluftsmätningen skickades samtliga absorbentrör till det ackrediterade laboratoriet Eurofins Pegasuslab. Totalt skickades två rör för analys av klorerade lösningsmedel och dess nedbrytningsprodukter och två rör för screeninganalys av flyktiga organiska föreningar. I Bilaga 11c finns analysprotokollen från porluftsanalyserna.

6 JÄMFÖRVÄRDEN

6.1 JORD

Platsspecifika riktvärden (PSRV) för förorenad mark har tagits fram med Naturvårdsverkets beräkningsverktyg (version 2.0.1.) för planområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl. I riskbedömningen jämförs uppmätta halter i jord från laboratorieanalyserna med de platsspecifika riktvärdena (se avsnitt 8.4). Halter över riktvärdena kan innebära en oacceptabel risk för människor och miljö, och risken kan inte uteslutas utan fördjupade bedömningar.

Som underlag till hantering av överskottsmassor jämförs halterna i jord också med Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) (Naturvårdsverket, 2009a) samt nivåerna för mindre än ringa risk, MRR (Naturvårdsverket, 2010) och Avfall Sveriges förslag till gränser för farligt avfall, FA (Avfall Sverige, 2007). Avfall Sveriges förslag till totalhalt när massor ska klassas som farligt avfall är under omarbetning (2017-12) för anpassning till nya avfallsdirektivet. I väntan på uppdaterad vägledning används befintliga värden.

Halter i jorden under nivån för mindre än ringa risk tillsammans med laktestkriterier enligt Naturvårdsverket (2010) innebär att överskottsmassor kan användas i anläggningsarbeten utan anmälan till kommunens miljökontor. Hålnivåer och resultat från laktester styr valet av deponi (NFS 2004:10).

Faktaruta Naturvårdsverkets generella riktvärdesscenarier, KM och MKM

Naturvårdsverkets riktvärden är uppdelade i två typer av markanvändning:

Känslig Markanvändning (KM): Markkvaliteten begränsar inte val av markanvändning. Marken ska t.ex. kunna användas till bostäder, daghem, odling etc. Grundvatten skyddas som naturresurs inom området och ska kunna användas till dricksvatten. De exponerade grupperna antas vara barn, vuxna och äldre som lever inom området under en livstid. De flesta typer av markekosystem skyddas. Ekosystem i närbeläget ytvatten skyddas.

Mindre Känslig Markanvändning (MKM): Markkvaliteten begränsar val av markanvändning. Marken kan t.ex. användas för kontor, industrier eller vägar. Grundvattnet skyddas som naturresurs 200 m nedströms området. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas inom området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som tillfälligt vistas inom området. Vissa typer av markekosystem skyddas. Ekosystemet i närbeläget ytvatten skyddas.

6.2 PORLUFT

Det finns inga generella jämförvärden för halter i porluft. Däremot finns toxikologiska referensvärden för inomhusluft som kan användas som ett första steg för att bedöma om halter i porluft teoretiskt kan innebära en risk för påverkan på inomhusluft.

Toxikologiska referensvärdena, RfC [mg/m^3] och $RISK_{inh}$ [mg/m^3], finns sammanställda i Naturvårdsverkets vägledning för riktvärden och i riskvärdesmodell för förorenad mark (Naturvårdsverket 2009a, uppdatering Naturvårdsverket, 2016).

RfC är den toxikologiska referenskoncentrationen för icke genotoxiska ämnen och $RISK_{inh}$ är den riskbaserade koncentrationen för genotoxiska ämnen. Dessa referensvärden anger vilka koncentrationer av föroreningar man kan andas in i inomhusluft under en hel livstid utan att det påverkar hälsan negativt.

Porluften under en betongplatta avspeglar de flyktiga föroreningar som finns i jord och grundvatten och som kan tänkas tränga in i ovanliggande byggnad. I en byggnad är den luft som tränger in genom bottenplattan begränsad och det finns flera andra tillflöden av luft som kommer att flerfaldigt späda ut de flyktiga föroreningar som eventuellt förekommer under byggnaden.

För att skatta halter i inomhusluft utifrån uppmätta halter i porluft används Naturvårdsverkets generella utspädningsfaktor från porluft till inomhusluft 1/6 000 som anges i Naturvårdsverket, 2009b.

6.3 GRUNDVATTEN

Uppmätta halter i grundvattnet jämförs med olika rikt- eller gränsvärden beroende på ämne. I föreliggande rapport har uppmätta halter i grundvatten jämförts med SGU:s riktvärden för grundvatten (SGU, 2016), SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2013) samt Svenska Petroleum Institutets riktvärden för bensinstationer (SPI, 2011). I riskbedömningen används även grundvattenkriterier, C_{crit_gw} , från Naturvårdsverket, 2009a där andra riktvärden saknas.

6.4 ASFALT

Enligt avfallsförordningen 2011:927 klassificeras bitumenblandningar (asfalt) innehållande stenkolstjära med en koncentration av $\geq 0,1$ % som farligt avfall (FA). Stenkolstjära innehåller ett flertal cancerogena ämnen.

Miljöförvaltningen i Stockholm har tagit fram en rekommendation om hantering av asfalt i "Avfalls blad 2: Asfalt, uppdaterad Maj 2007". I denna handling redovisas nivåer och hantering i enlighet med Trafikverkets (tidigare Vägverkets) rekommendationer från 2004 (Vägverket 2004).

För sammanställning av jämförvärden för klassificering av asfalt, se Tabell 1.

Tabell 1 Klassificering och hantering av asfalt. Källa: Miljöförvaltningen Stockholm Stad, Naturvårdsverket samt Trafikverket (tidigare Vägverket).

Klass	Jämförvärde halt summa PAH16 (mg/kg TS)	Hantering
Klass 1	< 70	Kan återanvändas, avfallskod 17 03 02.
Klass 2	70-300	Begränsad användning i bärlager och förstärkningslager i vägar under ny asfalt, avfallskod 17 03 02.
Klass 3	300-1000	Begränsad användning i förstärknings- och bärlager i vägar under ny asfalt, men ej inom känsliga områden, och alltid i samråd med lokal tillsynsmyndighet, avfallskod 17 03 02. +Farligt avfall, avfallskod 17 03 01*.
Klass 4	> 1000	*Farligt avfall, avfallskod 17 03 01*. ° En särskild bedömning krävs angående hantering av massorna.

*Naturvårdsverket Klassning av farligt avfall – detta är farligt avfall, 2013-02-13

*Miljöförvaltningen Stockholm, Avfallsblad 2: Asfalt, maj 2007.

° TRV (Vägverket 2004:90).

7 RESULTAT

Resultaten av fältobservationer och fältanalyser från nu utförd undersökning redovisas i Bilaga 3a (jord), Bilaga 4a (grundvatten) och Bilaga 5 (porluft).

Resultaten från laboratorieanalyserna av jordprover från nu utförd undersökning redovisas klassificerade i förhållande till relevanta jämförvärden i Bilaga 6a. Resultaten från laboratorieanalyserna av grundvatten i förhållande till relevanta jämförvärden redovisas i Bilaga 7. Resultaten från utförd utlakningstest redovisas sammanställt mot jämförvärden i Bilaga 8. Resultaten från porluftanalyserna redovisas i avsnitt 7.3.

Samtliga analysrapporter från nu utförd undersökning redovisas i Bilaga 11a-d. Provpunkternas lägen från nu utförd undersökning framgår av ritning N201.

7.1 FÄLT OBSERVATIONER OCH FÄLT ANALYSER

Fyllning påträffades i flertalet provpunkter, generellt med begränsad mäktighet om 1 till 2 m. Fyllningen består huvudsakligen av isälvmaterial (sand). Byggrester (tegel och isoleringsrester) i fyllningsjorden noterades i enstaka fall.

Under fyllningen förekommer naturlig sand och grus. Vid flera punkter påträffades lerskikt med grå eller brun lera och skikt med silt förekom också vid flera punkter. Vid en punkt påträffades skalsand, vilket också påträffades vid undersökningen 2016.

Stark oljelukt observerades vid två av punkterna (17W07 och 17W23). Vid punkten 17W07 noterades i tillägg till stark oljelukt en annan konstig lukt. Lukten noterades på samma djup som där jordlagren blev fuktiga.

PID-analyser med avseende på VOC utfördes på samtliga prov. Endast höga nivåer av flyktiga ämnen kunde mätas vid punkt 17W23, vilket stämde överens med den starka oljelukten som noterades vid samma punkt. Vid övriga punkter och provtagningsdjup registrerades inga särskilt höga nivåer.

Grundvattenytan låg i samtliga fall nära havets nivå, på mellan 0 och 0,3 m. ö. h. (Bilaga 4a). I alla grundvattenrör förutom 17W19 kunde grundvatten provtas.

7.2 ANALYSRESULTAT JORD

Jordprover har analyserats med avseende på metaller och organiska ämnen i form av BTEX, fraktionerade alifater och aromater samt PAH-16 över hela området och från 33 punkter i nu utförd undersökning. Kvicksilver, PCB, dioxiner och screening med avseende på semivolatila ämnen har utförts i vissa punkter. Se avsnitt 5.3 och Bilaga 3a för exakt analysomfattning. Utifrån resultaten av laboratorieanalyserna kan följande noteras för jord:

- Metaller;
 - I flertalet prover över stora delar av området är metallhalterna lägre än nivån för MRR.
 - I en punkt på Kanoten 2 förekommer zinkhalter över MKM och en blyhalt över KM (17W02).
 - I två punkter på södra delen av kajen (Södra 1:10) påträffades en blyhalt över KM (17W05) och en zinkhalt över KM (17W08). Högre metallhalter har dock påträffats i tidigare undersökningar i kajen och på Kanoten 2 (se avsnitt 7.5).
 - I enstaka punkter på Kryssaren 8 förekommer också metallhalter i nivå med eller över KM (17W18.1 och 17W20).
- Organiska ämnen;
 - Bensen påträffades i nivå med KM i en enstaka punkt i södra delen av kajen (17W07).
 - Tyngre alifater (>C16-C35) fanns i halter över KM centralt på Kryssaren 8 (17W18.1) och i en punkt mot nordöstra gränsen av undersökningsområdet (17W35). Tyngre alifatiska kolväten finns detekterat även i andra punkter, men i halter lägre än KM.
 - Det finns också oljelukt noterat, utan att halter i jord över KM påträffats. I den punkt som placerades i området för tidigare påträffad oljeförorening (17W23.1) var oljelukten tydlig, medan halterna alifatiska och aromatiska kolväten generellt var mycket låga.
 - PAH-H påträffades i flera punkter över KM och MKM, med halter över MKM i punkterna 17W07, 17W18, 17W20 och 17W23. I den sistnämnda var även PAH-M högre än MKM.

Ett samlingsprov från 17W02 (Kanoten 2), 17W08 (Södra 1:10) och 17W18.1 (Kryssaren 8) har testats med avseende på utlakningskriterier för avfallskaraktärisering (enligt NFS 2004:10). Resultatet visade att materialet skulle kunna tas emot på en deponi för icke-farligt avfall. Observera dock att endast ett samlingsprov har analyserats. Ingående delprov framgår av Bilaga 3a och resultatet i Bilaga 8 och Bilaga 11d.

7.3 ANALYSRESULTAT PORLUFT

Eftersom grundvatten inte påträffades centralt på Kryssaren 8, där en sötaktig, stickande lukt noterades i fält 2016 (WSP, 2016c), installerades istället två parallella porluftssonder i samma område. I analyserna av klorerade lösningsmedel, dess nedbrytningsprodukter och flyktiga organiska ämnen (screening VOC) påträffades 100 respektive 290 µg/m³ total-VOC. Största andelen identifierades som aromatiska kolväten (BTEX m.fl.). Andra ämnesgrupper som identifierades var alifatiska kolväten, terpen, aldehyder och ketoner, alkoholer, glykolestrar och några övriga ämnen (se analysprotokoll i Bilaga 11c). Inga klorerade kolväten detekterades.

7.4 ANALYSRESULTAT GRUNDTVATTEN

Grundvatten har provtagits i den södra halvan av undersökningsområdet och mot kajen i öster. Fokus har legat på organiska analyser då frågeställningarna främst rört spridning av oljeförorening på Isbrytaren 1 och andra tidigare påträffade hot spots av organiska föroreningar (PAH och oidentifierade lösningsmedel eller dylikt). I de högre belägna delarna i norr och nordväst påträffades inte grundvatten. Endast en enstaka metallanalys har utförts och ett par kvicksilveranalyser. Utifrån resultaten av laboratorieanalyserna i nu utförd undersökning kan följande noteras för grundvatten:

- Metaller; i punkt 17W07 i södra delen av kajen (Södra 1:10) detekterades barium över rapporteringsgränsen (uppmätt halt 160 µg/l), medan övriga metaller låg under rapporteringsgränserna. Inget kvicksilver detekterades i 17W09 och 17W10.
- Organiska ämnen;
 - Endast spår av oljekolväten (alifatiska kolväten) påträffas i grundvattnet i enstaka punkter. Halterna är låga, även i punkt 17W23.1 där oljelukt noteras och en oljeförorening i jord identifierades av Golder, 2001. Halterna av alifatiska kolväten i grundvattnet i samma område var låga även 2001. Mycket låga halter av alifatiska kolväten finns även i 17W07, 17W10 och 17W14 mellan Kryssaren 8/Isbrytaren 1 och kajen (Södra 1:10).
 - Det finns en tydlig påverkan på grundvattnet av PAH:er i en stor del av undersökningsområdet. I punkt 17W07 i kajen öster om Isbrytaren 1 respektive i punkt 17W24 väster om lagerbyggnaderna på Isbrytaren 1 visar summahalten PAH₄² på en måttlig respektive hög halt (påtaglig till hög påverkan med >0,01 respektive 0,032 µg/l). Högst halt uppmättes dock i 17W14, nedströms Kryssaren 8, med en summahalt PAH₄ på 10,7 µg/l, vilket är långt över gränsen för mycket hög påverkan och starkt påverkat grundvatten enligt SGU, 2013. Här kan dock PAH-förorenade jordpartiklar kommit med i analysen, på grund av en misstänkt skada i botten av grundvattenröret. Tidigare grundvattenanalys en bit söder om aktuellt rör (16W05 i WSP2016c) uppvisade dock också halter i samma klass enligt SGU:s bedömningsgrunder. Vidare finns naftalen i förhöjda halter i 17W16 och 17W23.1. Nu uppmätta grundvattenhalter understiger generellt SPI:s riktvärden, med undantag för 17W24 där halten ligger i nivå med riktvärdet för dricksvatten (SPI, 2011).
 - I sydöstra delen av området, på kajen i punkt 17W06, påträffades klorerade kolväten över rapporteringsgräns i form av tri- och tetrakloreten (summahalt 0,7 µg/l), cis-1,2-dikloreten (1,7 µg/l) och vinylklorid (0,58 µg/l). Halten av trikloreten + tetrakloreten ligger över gränsen för låg halt/måttlig påverkan (SGU, 2013). Vidare har diklormetan detekterats i 17W14 och diklorpropan i 17W07. Klorerade kolväten analyserades även i ett äldre rör (16W22) öster om Kanoten 2. Inga halter över rapporteringsgräns påträffades där.
 - I den bredare Terratestanalysen i punkt 17W07 påträffades dimetylfenol, etylfenol och toluen, utöver redan nämnda alifater, PAH:er och diklorpropan.

7.5 SAMMANVÄGD FÖRORENINGSSITUATION

Resultaten från nu utförd undersökning har vägts samman med tidigare resultat från WSP (2016), KFS AnläggningsKonstruktörer AB (2008), Sweco (2007) och Golder (2001). Analysresultat och klassificering jord från tidigare undersökningar finns i Bilaga 6b-c och analysprotokollen i Bilaga 12.

Den generella bilden av föroreningssituationen är att PAH:er finns utbredd över stora delar av undersökningsområdet. Både jord och grundvatten är påverkat. Det finns också hot spots av PAH:er i jord med mycket höga halter. I tidigare undersökningar har även hot spots av olja påträffats, i ett par fall i fri fas. Där organiska analyser har utförts, bland annat med anledning av luktindikationer i fält, har även andra ämnen påträffats i jord, porluft och grundvatten. Det har framförallt varit olika alifatiska kolväten, men generellt i låga halter.

Metaller finns ställvis och för enstaka ämnen i något förhöjda halter över KM och MKM. En mycket hög halt av bly påträffades i en punkt (på Kanoten 2). Stora delar av området innehåller dock sannolikt låga metallhalter som understiger värdena för MRR.

Fyllningen inom området är vanligen begränsad i mäktighet till ca 1 m djup och består generellt av isälvsmaterial, med i enstaka fall inslag av byggavfall (tegel främst) och kolrester. Det finns undantag,

² Summa benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(ghi)perylen och indeno(1,2,3-cd)pyren (SGU, 2013)

där fyllning noterades till 2-3 m djup och i något enstaka fall djupare. Påträffade föroreningar kan delvis vara knutna till fyllningen, men också till punktkällor från verksamhet i området.

Det har funnits muntliga uppgifter om tjärasfalt, men ingen tjärasfalt har påträffats vid analyser 2007 (Sweco) eller 2016 (WSP).

Föroreningssituationen redovisas nedan fastighetsvis (se Figur 1 för läge).

7.5.1 Isbrytaren 1

På Isbrytaren 1 påträffades hög halt olja i punkt 11 på ca 4 m under markytan i Golders undersökning, 2001. Punkten låg i anslutning till en underjordscistern för olja. Enligt uppgift i EBH-stödet (Länsstyrelsen, 2016) gjorde Golder en kompletterande avgränsande undersökning år 2002 och resultatet sammanfattas med att oljeföroreningen är större än vad man först trott. Både i WSP 2016c och i nu utförd undersökning har borrhäls punkter förlagts i och kring samma område. Jorden luktade tydligt olja från 3 till 4 m djup och PID-halterna var förhöjda. En halt av alifatiska kolväten i jord över riktvärdena för KM uppmättes på ca 2 m djup 2017, men halterna var lägre än KM på större djup. År 2001 uppmättes högre halter på större djup. I nu utförd provtagning togs det djupaste provet på 9 till 10 m djup, fortfarande med oljelukt men utan halter i jord av BTEX och alifatiska kolväten över rapporteringsgräns eller KM. I grundvattnet fanns låga halter av lätta alifatiska kolväten (identifierade som bensin) och naftalen. Tidigare påträffad oljeförorening kan ha spridits vidare i de genomsläppliga jordarterna eller delvis brutits ner sedan Golders undersökning för drygt 15 år sedan.

Ingen allvarlig oljeförorening har påträffats i omkringliggande punkter till ovan nämnd oljeförorening och inte heller på andra sidan lagerbyggnaden inom Isbrytaren 1. Halten av tyngre aromatiska kolväten i ett äldre samlingsprov från översta metern jord under byggnaden var något högre än MKM (Golder, 2001). I grundvattenrör 16W05 (WSP, 2016) samt 19 och 20 (Golder, 2001), placerade i östra delen fastigheten, har det luktat olja. Oljekolväten kan lukta starkt, trots relativt låga halter.

I en av punkterna vid den f.d. oljecisternen var blyhalten högre än KM. I övrigt är metallhalterna låga på Isbrytaren 1. Förhöjda kobolthalter har påträffats i tre punkter under byggnaden (16W03, 16W04 och 17W15), men de bedöms utifrån tidigare erfarenheter bero på kontaminering från kärnborren vid betonghåltagningen.

Under den centrala delen av lagerbyggnaden (Golders punkt 15) har PAH i jord från den översta metern under asfaltgolvet påträffats i en mycket hög halt (ca 15 ggr över dagens riktvärde för MKM och över gränsen för farligt avfall). Stark tjärlukt noterades vid provtagningen 2001. Tjärasfalt misstänktes därför i WSP 2016c, men varken PAH-föroreningen eller tjärasfalt kunde identifieras. PAH-halter i jorden under golvet har dock påträffats i ytterligare punkter över KM och MKM och i grundvattnet. I grundvattnet i punkt 16W05 (nordöstra delen av Isbrytaren 1) var summahalten av PAH-H högre än riktvärdet som kan medföra miljörisker för ytvatten (SPL, 2011). Golder ska år 2002 (Länsstyrelsen, 2016) ha kompletterat med en avgränsande undersökning och bedömt att PAH-föroreningen under byggnaden på Isbrytaren 1 är ganska begränsad.

Olja i betong konstaterades i värmecentralen (f.d. panncentralen) på Isbrytaren 1 i Golder, 2001. Byggnaden utreds i en separat utredning parallellt med denna och där har olja i fri fas har noterats på golvet i ett källarrum (WSP, 2017a).

7.5.2 Kanoten 2

I flertalet av borrhäls punkterna inom Kanoten 2 (totalt 7 från WSP 2016c och nuvarande undersökning) var fyllningsmaktigheten uppåt 2 till 3 m. I huvudsak bestod fyllningen av stenig, grusig sand, men med inslag av tegel och asfalt eller kol.

De högsta föroreningshalterna på Kanoten 2 utgjordes av tungmetaller. I 16W23 påträffades en mycket hög halt av bly i ytan (3 400 mg/kg TS), möjligen orsakad av något blyfragment. Ingen analys

har utförts på nivån direkt under. På djupet 2 till 2,5 m under markytan i samma punkt var halterna låga. Koppar- och zinkhalter över MKM har dock också påträffats i andra punkter på fastigheten, ner till 1 till 1,5 m djup. I grundvattnet nedanför Kanoten 2 (på Isbrytaren 1) uppmättes nickel och zink i halter som tyder på en påverkan jämfört SGU:s bedömningsgrunder (SGU, 2013).

Avseende organiska ämnen noterades en svag lukt av lösningsmedel i en punkt (16W21). PID-analyserna visade inga indikationer på flyktiga kolväten och endast något förhöjd halt av alifatiska kolväten och PAH-H över KM uppmättes på analyslaboratoriet. Alifater och PAH-H över KM påträffades i ytterligare två punkter i nu utförd undersökning. Grundvattenproven (2016 och 2017) direkt öster om Kanoten 2 (16W22) visade inga organiska ämnen inklusive klorerade kolväten över rapporteringsgräns.

I punkt 17W02 analyserades också ett ytligt prov med avseende på dioxin, med anledning av uppgiften om brand på fastigheten. Dioxinhalten överskred riktvärdet för KM.

7.5.3 Kryssaren 2

På Kryssaren 2, som är en liten fastighet och till största delen bebyggd, har prov endast tagits i en punkt (16W28). En halvmeter fyllning överlagrade sandigt material. PID-analyserna visade inga indikationer på flyktiga kolväten och utförda organiska analyser från nivån närmast markytan visade lägre halter än rapporteringsgränserna.

Även halterna metaller var låga i den punkt som provtogs, generellt under eller i nivå med värdena för mindre än ringa risk. Det gäller även kvicksilver som analyserades här, med anledning av misstanken om hantering av betat utsäde med kvicksilver i den större byggnaden på fastigheten (byggnaden undersöks separat i WSP, 2017b).

7.5.4 Kryssaren 8

Två hot spots har påträffats inom den stora fastigheten Kryssaren 8. I Swecos punkt 0705 centralt på Kryssaren 8 i "gången" strax söder om de f.d. cementsilosarna noterades en avvikande lukt vid provtagningen och med analysen oljeindex (C10-C40) indikerades petroleumkolväten i jord (1200 mg/kg TS). I samband med någon av de tidigare undersökningarna ska enligt uppgift från förvaltaren tjockolja ha pumpats upp ur en brunn i samma område (WSP, 2016c). I området ligger ett f.d. pannrum och rum för oljecisterner samt en nu riven byggnad för ångpanna. Det är oklart om och i så fall hur mycket förorening som finns kvar. I WSP:s punkt 16W11 utanför det f.d. pannrummet, ca 10 m söder om Swecos punkt 0705, påträffades halter av PAH över MKM. Oljekolväten detekterades, men endast i halter lägre än KM.

En andra hot spot påträffades i WSP, 2016c, i en punkt på markterrassen ovanför pannrummets läge (16W17) och ca 20 m från tidigare påfyllningsställe för oljepannan. Här noterades en stark oljelukt direkt under asfaltytan till 2 m under markytan och det var svartfärgade inslag i fyllningen. I denna punkt påträffades också fyllnadsmaterial som liknade asbest. Vid 2 till 3 m djup noterades en stark söttaktig, stickande lukt, men provet gav inget utslag på PID-mätaren. I provet på 0,5 till 1 m under markytan var halten PAH mycket hög (över MKM och över FA). På drygt 2 m djup var PAH-halten lägre, men fortfarande över MKM. Utöver alifater, aromater och PAH analyserades klorerade alifater. Inga förhöjda halter noterades. I nu utförd undersökning gjordes flera försök att hitta igen föroreningen, utan att någon lukt märktes. PAH-halterna var förhöjda över KM och i ett prov strax över MKM. Med porluftsmätningar i området påträffades en del flyktiga organiska ämnen (aromatiska och alifatiska kolväten, terpen, aldehyder och ketoner, alkoholer, glykolestrar och några övriga ämnen), som kan indikera närhet till tidigare påträffad förorening. Föroreningen är inte avgränsad, men bedöms vara relativt begränsad eftersom den inte tydligt påträffades igen. Djupet till berg i området är max 3 m.

I samma områden som hot spots har påträffats centralt på Kryssaren 8 har förhöjda halter av PAH-H och PAH-M, alifater och aromater samt zink, koppar och arsenik uppmätts i nivå med eller över KM och MKM. I en enstaka punkt i nordöstra delen av fastigheten (punkt 17W35) fanns tyngre alifatiska

kolväten i ett prov i nivå med KM. I nordvästra delen har kvicksilver uppmätts över KM i en punkt (1) och arsenik fanns i nivå med KM i punkt 5 (Golder, 2001). I övriga delar av Kryssaren 8 har utförda analyser visat låga halter. Olja finns dock noterat i betong i den större lagerlokalen i västra delen.

7.5.5 Del av Södra 1:10, kajen

På kajen öster om Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 har marken undersökts med provgropar (KFS, 2008 och WSP, 2016c) samt skruvborr i nu utförd undersökning. 2008 påträffades fyllning med byggavfall (bl.a. eternitplattor/asbest, tegel, trä m.m.) och tjock trögflytande olja/tjära i fri fas i en grop (KFSII). I samband med en läcka på en dricksvattenledning i samma område 2012 trycktes också olja i fri fas upp (Telge AB, 2012). En mindre sanering ska ha genomförts.

I WSP:s undersökning på kajen 2016 (WSP, 2016d) varierade fyllningsmaktigheten i groparna som grävdes till 2 m. I flertalet punkter nåddes naturliga jordarter under fyllningen, vilket stämmer med den tidigare strandlinjen som i undersökningsområdet i södra delen av kajen bestod av en udde ut i Igelstaviken. I punkt 16W33 noterades stark oljelukt och svartgråa skikt inom hela provtagningsdjupet, utan avgränsning i djupled. Utslaget på PID:en var lågt eller noll, men uppmätt PAH-halt på analyslaboratoriet var hög. PAH-halter uppmättes i jord över MKM och KM i ytterligare ett par punkter i södra delen av kajen, medan halterna från nu utförd skruvprovtagning i norra delen låg under rapporteringsgränserna.

I grundvattnet i och invid hela kajsträckan (17W14, 17W07 och 17W06) påträffades olika organiska ämnen; tydligt förhöjda PAH-halter, låga halter av alifatiska kolväten och vid screeninganalyser diklormetan, dietyleter, propan, fenoler och toluen. Flera av ämnena påträffades i rör 17W07 där en lukt som beskrevs som lack hade noterats. I röret längst söderut i kajen (17W06) påträffades låga halter av klorerade kolväten (tri- och tetrakloretylen) samt vinylklorid.

Uppmätta metallhalter i jord var generellt låga (under nivån för mindre än ringa risk) i norra delen av kajen och i ett par punkter i söder. I flera provtagningspunkter i söder var dock halterna av arsenik, zink, bly och koppar högre än KM eller MKM.

7.5.6 Invid Jollen 2

På grusplanen öster om Jollen 2 och norr om Kryssaren 8 har jordprover i fem punkter tagits med anledning av planerad förskolegård. Inga indikationer på föroreningar fanns och utförda analyser av organiska ämnen och metaller bekräftade halter under KM i alla fem punkter. Analyserna utfördes på den översta halvmeteren i alla punkter samt på djupare lager i några av punkterna.

8 RISKBEDÖMNING

I det här kapitlet redovisas en förenklad riskbedömning med avseende på risker för människors hälsa, markmiljö samt spridning som baseras på föreliggande och tidigare undersökningar inom aktuellt område. Riskbedömningen syftar till att bedöma vilka risker som förekommande föroreningar utgör för människa och miljö idag och i framtiden, samt behov av riskreduktion.

I föreliggande rapport har förslag till övergripande åtgärds mål tagits fram som ligger till grund för riskbedömningen av påträffade föroreningar inom området.

8.1 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL

Följande övergripande åtgärds mål föreslås för detaljplaneområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl.:

- Området ska kunna nyttjas för bostadsändamål med flerbostäder och kvartersgårdar, förskola samt för kommersiella ändamål och kulturell verksamhet. Markföroreningar ska inte utgöra en hälsorisk för boende, barn på förskola, yrkesarbetande eller besökande inom området.
- Markföroreningar ska inte utgöra en risk för 50 % av arterna i markmiljön. De markfunktioner som förutsätts för den planerade markanvändningen inom området ska inte begränsas till följd av påverkan från föroreningar.
- Det ska inte föreligga risk för att föroreningar från området negativt påverkar grundvatten i Södertäljeåsens sträckning inom och nedströms området.
- Spridning av föroreningar från området ska inte bidra till att bakgrundshalterna och effektbaserade riktvärden överskrider i Igelstaviken.

Motiv till valda skyddsnivåer framgår av avsnittet om skyddsobjekt nedan (8.2.2).

8.2 PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL

En problembeskrivning och konceptuell modell har upprättats för området utifrån de platsspecifika förutsättningarna och föroreningssituationen för att beskriva hur föroreningar kan spridas och påverka olika skyddsobjekt. I problembeskrivningen beskrivs kortfattat föroreningskällan, skyddsobjekt och potentiella spridnings- och exponeringsvägar. Detta sammanfattas i en konceptuell modell.

8.2.1 Föroreningskällor och aktuella föroreningars egenskaper

Inom delar av området har hotspot-liknande föroreningar av PAH och oljekolväten påträffats. De högsta halterna av PAH och oljeämnen har uppmätts inom fastigheterna Isbrytaren 1, Kryssaren 8 samt Södra 1:10.

Inom Isbrytaren har de förhöjda halterna av PAH påträffats vid två s.k. hotspots. I området runt den f.d. underjordscisternen förekommer PAH-föroreningen tillsammans med förhöjda halter av oljeämnen. Här har även lukt av olja observerats ned till djupa jordlager under fältundersökningarna som utförts. Föroreningskällan i den här punkten bedöms därför vara spill och läckage från den f.d. underjordiskt belägna cisternen. Vid den andra hotspotpunkten med PAH-förorening inom Isbrytaren har endast lägre halter av oljekolväten uppmätts. Under Golders provtagning 2001 observerades kreosotluk i området och de förhöjda halterna av PAH kopplades då till spill av kreosot eller tjära, ett upplag av impregnerade slipers eller dylikt.

Områdena inom Kryssaren 8 med hotspot-liknande förorening av PAH förekommer vid två närliggande punkter i den nordvästra delen av fastigheten. I den mer västliga delen av delområdet har tidigare legat ett pannrum, ett rum för oljecisterner samt en byggnad för en ångpanna. Vid det här området förekommer kraftigt förhöjda halter av framförallt PAH och aromater men även punktvisa höga halter av tunga alifater. I Golders och Swecos tidigare undersökningar har lukt av förorening noterats under fältarbete i den något mer östliga delen av hotspotområdet. Golder noterade lukt av eldningsolja i en punkt där mycket höga halter av aromater och tunga alifater uppmättes. Föroreningen av PAH och oljekolväten bedöms därför härröra från den tidigare förvaringen och eldningen av olja inom området. I den mer västligt belägna punkten har lukt av olja och lösningsmedel observerats vid fältprovtagning. Eftersom marknivån här är avsevärt högre än området där pannrummet och oljecisternerna tidigare legat är de förhöjda halterna av PAH, aromater och alifater troligtvis inte kopplade till samma oljeförening som i den östra hotspotpunkten.

Inom fastighet Södra 1:10 har kraftigt förhöjda halter av PAH tillsammans med höga halter av alifater påvisats i området inom eller norr om det f.d. oljebruket. Här har även en svart trögflytande förorening i fri fas påträffats.

På fastighet Kanoten 2 förekommer ställvis höga halter av metaller som bly, koppar och zink. Metallföreningen har troligtvis orsakats av den tidigare verkstadsindustrin som legat inom fastigheten.

Föroreningarna av metaller, oljekolväten och PAH förekommer främst i ytligare jordlager av fyllning. Oljeförorening och förorening av PAH har dock även påvisats i djupare liggande jord. I övrigt förekommer ställvis förhöjda halter av metaller och organiska ämnen, främst PAH, i fyllning inom undersökningsområdet.

PAH är hälso- och miljöfarliga ämnen som i vissa fall även är cancerogena. Förhöjda halter av PAH (PAH-L) i jord kan medföra en negativ påverkan på markecosystem. Ämnena har relativt låg vattenlöslighet och fastläggs i hög grad till organiskt material i jordpartiklar (Naturvårdsverket, 2007). PAH kan dock spridas med hjälp av löst organiskt material till grundvatten och vidare till ytvatten. PAH-ämnen med låg eller medelhög molekylvikt (PAH-L och PAH-M) kan spridas i ångfas från jord till luft (Naturvårdsverket, 2017)

Alifatiska oljekolväten har en låg akuttoxicitet, men kan ge hälsoeffekter efter lång tids exponering. Generellt är aromatiska kolväten mer toxiska än de alifatiska. Såväl alifatiska som aromatiska oljekolväten kan negativt påverka organismer i markecosystem. Alifatiska och aromatiska oljekolvätens egenskaper i miljön varierar beroende på bl.a. antal kolatomer i molekylen. De lättare fraktionerna av ämnena har en högre flyktighet och vattenlöslighet, medan tyngre fraktioner i högre grad binder in och fastläggs till organiskt material i jorden (SPI, 2011).

De tyngre aromatiska fraktioner av oljekolväten som påträffats inom området utgörs av alkylerade PAH och har därmed egenskaper liknande de för PAH (Naturvårdsverket, 2009a).

Metaller som arsenik och bly kan ge långtidseffekter på hälsa och miljö i förhöjda halter. Arsenik är akuttoxiskt i höga halter och kraftigt förhöjda halter av bly kan även under en kort tids exponering ge upphov till skadliga effekter (Naturvårdsverket, 2009a och 2016a). Förhöjda halter av metallerna barium, koppar och zink har en negativ påverkan på mark- och vattenlevande organismer (Naturvårdsverket 2016b och Toxnet 2016). Bly, koppar och zink binder oftast in hårt till organiskt material och metalloxider i jorden, men kan lakas ur genom markinfiltration och spridas till grundvatten (Naturvårdsverket, 2006).

8.2.2 Skyddsobjekt

Idag nyttjas området för industriändamål med bland annat lagerverksamhet, mekaniska verkstäder och bilrekonditionering. Yrkesverksamma och tillfälligt besökande barn och vuxna utgör skyddsobjekt. Markecosystemet i området är påverkat och naturvärdena är låga, till följd av en längre industriverksamhet och på grund av att en stor andel av marken utgörs av hårdgjorda ytor.

Den planerade markanvändningen innebär att ytterligare grupper av människor kommer att utgöra skyddsobjekt. Vid den framtida exploateringen för bostadsändamål kommer boende att vistas stora delar av dygnet inom området. Etableringen av förskolor innebär att också små barn kommer att vistas inom- och utomhus på området under dagtid och de planerade kommersiella och kulturella verksamheterna kommer att medföra ett ökat antal besökande barn och vuxna.

Vid omvandlingen till ett bostadsområde kommer ett stort antal träd att planteras runt bostadshusen och grönytor anläggas på innegårdarna, vilket kommer att öka växtligheten i området och förbättra markmiljön. De framtida planteringarna etableras sannolikt på tillförd icke förorenad matjord.

Närmaste vattenskyddsområde är grundvattenförekomsten Södertäljeåsen – Södertälje som nyttjas för uttag av dricksvatten. Ytvattenrecipient för området är Igelstaviken, som ligger direkt öster om Södertälje uthamn och som i sin tur avrinner till Östersjön. Det finns inga identifierade naturskyddsområden inom aktuellt område.

8.2.3 Spridnings- och transportvägar

Föroreningar inom området kan spridas genom markinfiltration till grundvatten och vidare till ytvatten. Genom ytavrinning kan föroreningar även spridas i löst eller partikelbunden form till ytvatten via dagvatten. Vidare kan föroreningar inom området spridas via damning och flyktiga ämnen via ånga. Ledningar kan också fungera som spridningsväg för markföroreningar, såväl i fri fas som i löst form eller ångfas. Uptag i växter är ytterligare ett sätt för markföroreningar att spridas och tillgängliggöras.

PAH har generellt låg vattenlöslighet och är hydrofoba och adsorberas därför hårt till naturligt organiskt material. Ämnena kan förekomma tillsammans med oljeämnen och i kreosot, vilket innebär att PAH kan uppträda i förorening som i höga halter bildar fri fas. Fri fas kan innebära betydande spridning av förorening flytande på grundvattenytan som LNAPL (light non-aqueous phase liquid). (Naturvårdsverket, 2007).

Förorening av oljekolväten i mark härrör oftast från någon typ av spill och läckage, som inledningsvis rör sig genom jordlager som fri fas. En del av den fria produkten fastläggs i jordens porer, medan delar av föroreningen kan spridas som fri fas till grundvatten. Oljeförorening i marken kan successivt föras med vatten som strömmar genom marklagren vidare till grund- och ytvatten. Lättare fraktioner av oljekolväten kan spridas i löst form, medan tyngre alifatiska och aromatiska kolväten sprids i bunden form med löst organiskt kol eller på små jordpartiklar (SPI, 2011).

Metaller som bly, koppar och zink kan lakas ur med markinfiltration och via grundvatten spridas till ytvattenrecipient (Naturvårdsverket, 2006).

8.2.4 Exponeringsvägar (hälsa)

Vid en bostadsexploatering är de största riskerna förknippade med ytligt liggande föroreningar. Det är framförallt de här föroreningarna som människor kan komma i kontakt med genom direkt hudkontakt, inandning av damm eller ånga samt via intag av ätbara växter, bär och oavsiktligt intag av jord. Människor kan även exponeras för djupare liggande förorening av flyktiga ämnen via inandning av ånga.

BTEX-ämnena, lättare fraktioner av alifater och aromater och PAH med lägre molekylvikt (PAH-L och PAH-M) har en hög flyktighet som gör att ämnena kan övergå till gasfas och spridas till inom- och utomhusluft. På så sätt kan människor exponeras för ämnena vid vistelse i byggnader med förhöjda halter i inomhusluften eller vid markarbeten i PAH-förorenad jord. Under markarbeten kan människor även exponeras för PAH (PAH-H) genom direkt hudkontakt och via damning. Kritiska exponeringsvägar för PAH (PAH-H) är intag av växter och jord. Kritiska exponeringsvägar för arsenik är genom intag av jord och växter. För vuxna är exponeringsrisken störst vid dammande markarbeten i förorenad jord. För bly är intag av jord den kritiska exponeringsvägen för människor.

Utifrån den planerade markanvändningen bedöms den framtida odlingen av bärbuskar och ätbara växter inom området vara begränsad och därmed även intag av växter från området. Framtida plantering av träd och växter antas ske i tillförd, ren matjord. Intag av växter bedöms därför vara en mindre viktig exponeringsväg för markföroreningar inom området.

8.2.5 Konceptuell modell

I nedanstående Tabell 2 presenteras en uppdaterad konceptuell modell för detaljplaneområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl. För mer detaljerad information se ovanstående problembeskrivning.

Tabell 2 Konceptuell modell för planerad markanvändning – flerbostäder, kommersiell verksamhet och förskola. Faktorer inom parentes antas vara av mindre betydelse/begränsad påverkan för den konceptuella modellen för området.

Förorenings- källor	Frigörelse- /spridnings- mekanismer	Exponerings- vägar	Skyddsobjekt		
			Människor	Miljö	Natur- resurser
Ytlig och djup markförorening	Utlakning till och spridning med grundvatten	Inandning av ånga inomhus och utomhus	Boende – heltidsvistelse barn och vuxna	Markmiljön Ytvatten- ekosystem	Ytvatten Grundvatten
Omättad och mättad jord	Utlakning till ytvatten	Inandning av damm	Yrkesverksamma på förskola och kommersiell verksamhet - deltidsvistelse		
Fyllning (Naturligt lagrad jord)	Ytavrinning	Hudkontakt			
Grundvatten	Ledningsgravar	Intag av jord			
	Damning	(Intag av växter)			
	Förångning				
	Upptag i växter				
	Fri fas				

8.3 EXPONERINGSANALYS

I problembeskrivningen (se tidigare avsnitt 8.2) har skyddsobjekt och spridningsvägar identifierats. I detta avsnitt sammanställs halter och mängder av kritiska föroreningar som skyddsobjekten kan exponeras för samt den spridning som kan ske från området.

8.3.1 Halter jord

Som ett led i att beskriva exponeringssituationen i området, har de uppmätta halterna av föroreningar i jord utvärderats statistiskt, se redovisning i Tabell 3 till Tabell 7. Enbart analysdata för de ämnen som påträffats i halter över generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) i någon punkt har sammanställts för att ta fram representativa halter.

Representativa medelhalter har beräknats som den övre konfidensgränsen för medelvärdet (UCLM 95 % konfidens). Den representativa medelhalten är under vissa förutsättningar den halt som bäst representerar exponeringssituationen på området för bedömning av kroniska risker. Det förutsätter en slumpvis provtagning inom hela fastigheten och ett slumpvist urval av prov för analys. I undersökningen har dock inte hela fastighetsytorna kunna provtas, bland annat eftersom byggnader täcker stora delar av ytan. Placering av provpunkter har även i delar riktats till tidigare kända föroreningar och föroreningskällor och analysurval har delvis riktats utifrån fältindikationer. Urvalet är alltså inte helt slumpmässigt. I riskbedömningen har representativa medelhalter ändå använts för en konservativ bedömning av risken. Representativa halter har tagits fram för hela undersökningsområdet samt för de enskilda fastigheterna.

Beräkningarna har utförts med hjälp av mjukvaruprogrammet ProUCL, version 5.1, vilket kan hantera och statistiskt fördela halter lägre än rapporteringsgränsen. Den representativa medelhalten har beräknats genom Kaplan-Meierskattning med Percentile Bootstrap-metoden (95 %). Vid beräkning av

UCLM 95 för ämnen med lågt antal mätvärden (framförallt för ämnen där hotspotshalter exkluderats) har den representativa medelhalten skattats genom Kaplan-Meiermetoden med Chebyshevs olikhet (95 %). Denna skattningsmetod tenderar att ge högre, det vill säga mer konservativa, värden för UCLM 95.

För ämnen med få mätvärden (<4) eller endast enstaka halter överskridande rapporteringsgränsen har inte representativa medelhalter beräknats. Istället redovisas maxhalt och fördelningen av halter över och under rapporteringsgränsen i förhållande till det totala antalet mätvärden. Haltvariationen för respektive ämne har beräknats som variationskoefficienten, så kallat CV (coefficient of variation), även kallad den relativa standardavvikelsen. Variationskoefficienten beräknas som kvoten mellan standardavvikelsen och det aritmetiska medelvärdet och kan redovisas som en andel eller en procentsats. Variationskoefficienten kan användas för att tolka föroreningshalter (Naturvårdsverket 2009d):

- CV <50 %: Mycket liten variation data, homogen datamängd.
- CV 50 – 100 %: Måttlig variation i data. Data är troligen normalfördelad.
- CV 100 – 150 %: Relativt stor variation i data. Data är skevt fördelad, t ex lognormalfördelning. Dataintervall kan spänna över flera tiopotenser.
- CV 150 – 200 %: Stor variation i data, heterogen datamängd. Skev fördelning av data. Dataintervall kan spänna över flera tiopotenser.
- CV 200 – 300 %: Mycket stor variation av data, mycket heterogen datamängd. Mycket skev datafördelning. Data varierar över många tiopotenser.
- CV >300 %: Extremt stor variation av data, extremt heterogen datamängd. Data varierar över många tiopotenser. Data bör indelas i mer homogena delområden.

Avgränsningen av hotspots har baserats på förorening av PAH eftersom variationen av halter för ämnesgruppen är mycket stor inom undersökningsområdet (hög CV). Beräkningen av medelhalter utan hotspot har utgått ifrån prov med hotspotliknande halter av PAH, utöver det har även prov uttagna inom samma hotspotområde med halter av PAH överskridande riktvärde för MKM exkluderats ur beräkningarna. Medelhalter har även beräknats för övriga oljekolväten med de ovannämnda hotspot-proven uteslagna. Exkluderandet av PAH-hotspots ger mestadels inte någon väsentlig skillnad på halterna av övriga oljekolväten, vilket indikerar att de har ett annat ursprung.

Vid beräkning av medelhalter för bly inom fastighet Kanoten 2 och över hela undersökningsområdet har även beräkningar utförts då uppmätt maxhalt inom Kanoten 2 exkluderats eftersom haltvariationen för ämnet var extremt hög (CV >600 % för hela undersökningsområdet och >300 % för Kanoten 2).

För bedömning av akuta risker bör en hög percentil eller maxhalt användas. I den här riskbedömningen bedöms akuta risker och risker för hög korttidsexponering genom jämförelse med uppmätt maxhalt av aktuella ämnen.

8.3.2 Haltsammanställning för samtliga fastigheter inom detaljplaneområdet

I Tabell 3 redovisas en statistisk sammanställning över uppmätta halter av ämnen förekommande i halter över riktvärde för KM någonstans inom hela undersökningsområdet. För jämförelse av halter redovisas även de generella riktvärdena för förorenad mark. Den efterföljande riskkaraktiseringen (avsnitt 8.5) utgår ifrån ämnen med representativa medelhalter överskridande riktvärdena för KM.

För metaller överskrider endast medelhalten (UCLM95) av bly det generella riktvärdet för KM.

För organiska ämnen överskrider medelhalterna (UCLM95) av tyngre PAH (PAH-M och PAH-H) riktvärde för MKM medan medelhalterna för PAH-L och tyngre aromatfraktioner (>C10-C16 och >C16-C35) är högre än riktvärde för KM. För övriga organiska ämnen är medelhalterna lägre än riktvärdena för KM. Maxhalten av alifatfraktion >C10-C12 är lägre än riktvärde för KM, men statistik för ämnet redovisas för jämförelse med halterna för övriga oljekolväten.

Tabell 3 Statistisk sammanställning över uppmätta halter av ämnen som påträffats i halter över KM inom detaljplaneområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl. Halter anges i mg/kg TS, med undantag för halter av dioxin som anges som ng/kg TS. Fet text indikerar halt överskridande generellt riktvärde för KM och fet, understruken text halt överskridande generellt riktvärde för MKM. Halter av bly, tunga alifat- och aromatfraktioner samt PAH utan hotspots redovisas inom parentes. Även maxhalt och CV redovisas med och utan hotspot.

Ämne	Totalt antal	Totalt antal >rapp.gräns	Halter		CV (%)	Generella riktvärden	
			UCLM 95	Maxhalt		KM	MKM
Metaller							
Arsenik	122	108	7,3	<u>62</u>	109	10	<u>25</u>
Barium	101	100	53,2	<u>430</u>	125	200	<u>300</u>
Bly	122	121	105 (30)	<u>3400 (347)</u>	611 (204)	50	<u>400</u>
Kadmium	122	38	0,15	1,2	99	0,8	<u>12</u>
Kobolt	122	120	8,5	<u>102</u>	143	15	<u>35</u>
Koppar	122	121	52	<u>940</u>	253	80	<u>200</u>
Kvicksilver	53	19	0,06	0,5	123	0,25	<u>2,5</u>
Zink	122	121	127	<u>1200</u>	161	250	<u>500</u>
Organiska ämnen							
Bensen	117	10	0,0027	0,04	97	0,012	<u>0,04</u>
Alifater >C5 – C8	121	6	15	<u>540</u>	217	25	<u>150</u>
Alifater >C8 – C10	121	5	6,8	<u>230</u>	199	25	<u>120</u>
Alifater >C10 – C12*	121	4	-	79	99	100	<u>500</u>
Alifater >C12– C16	120	8	17	260	147	100	<u>500</u>
Alifater >C16 – C35	121	66	78 (51)**	<u>1080 (950)**</u>	241 (215)**	100	<u>1000</u>
Aromater >C8-C10	117	4	2,4	31	173	10	<u>50</u>
Aromater >C10 – C16	111	10	6,6 (1,1)	<u>200 (3,9)</u>	258 (47)	3	<u>15</u>
Aromater >C16 – C35	115	20	28 (28)	<u>950 (950)</u>	320 (330)	10	<u>30</u>
PAH-L	124	26	3,5 (0,1)	<u>140 (1,5)</u>	460 (120)	3	<u>15</u>
PAH-M	131	72	<u>25 (2.0)</u>	<u>820 (28)</u>	472 (219)	3,5	<u>20</u>
PAH-H	131	67	<u>16 (1,8)</u>	<u>440 (19)</u>	370 (166)	1	<u>10</u>
Dioxin (ng/kg TS)	3	3	-	27	83	20	200

* Denna alifatfraktion har ej uppmätts i halter överskridande generellt riktvärde för KM inom undersökningsområdet. Halter för fraktionen finns angivna för jämförelse med övriga fraktioner av oljekolväten.

** Halter av alifater >C16-C35 utan analysresultat från punkterna ii:2 och iii:5 i fastighet Södra 1:10 med PAH-hotspots.

8.3.3 Halter Isbrytaren 1

En statistisk sammanställning över uppmätta halter av ämnen förekommande i halter över riktvärde för KM inom fastighet Isbrytaren 1 redovisas i Tabell 4. Medelhalterna (UCLM95) av samtliga metaller inom fastigheten är lägre än de generella riktvärdena för KM.

För organiska ämnen är medelhalterna (UCLM95) av flertalet organiska ämnen är lägre än riktvärdena för KM, men medelhalterna av PAH-M och PAH-H överskrider de generella riktvärdena för MKM. Vid beräkning av medelhalter (UCLM95) då provresultat med hotspothalter av PAH exkluderas, är samtliga medelhalter utom de för PAH-H lägre än KM. Utan hotspothalter av PAH överskrider medelhalten för PAH-H KM 2,5 gånger. Även haltvariationen, uttryckt som variationskoefficient (CV), är markant lägre för PAH-M och PAH-H då hotspothalter exkluderas ur beräkningarna av medelhalter.

Tabell 4 Statistisk sammanställning över uppmätta halter av ämnen som påträffats i halter över KM inom Isbrytaren 1, Södertälje kommun. Halter anges i mg/kg TS. Fet text indikerar halt överskridande generellt riktvärde för KM och fet, understruken text halt överskridande generellt riktvärde för MKM. Halter av PAH utan hotspots redovisas inom parentes. Även maxhalt och CV redovisas med och utan hotspot .

Ämne	Totalt antal	Totalt antal >rapp.gräns	Halter		CV (%)	Generella riktvärden	
			UCLM 95	Maxhalt		KM	MKM
Organiska ämnen							
Bensen	38	3	-	0,017		0,012	<u>0,04</u>
Alifater >C5 – C8	39	6	44	<u>540</u>	217	25	<u>150</u>
Alifater >C8 – C10	39	5	19	<u>230</u>	199	25	<u>120</u>
Alifater >C12– C16	39	5	32	260	124	100	<u>500</u>
Alifater >C16 – C35	39	16	43	350	160	100	<u>1000</u>
Aromater >C8-C10	39	4	5,4	31	176	10	<u>50</u>
Aromater >C10 – C16	36	4	1,7	3,9	32	3	<u>15</u>
Aromater >C16 – C35	39	7	7,6	<u>60</u>	120	10	<u>30</u>
PAH-M	40	19	<u>29</u> (3,4)	<u>360</u> (<u>28</u>)	349 (202)	3,5	<u>20</u>
PAH-H	40	17	<u>13</u> (<u>2,5</u>)	<u>160</u> (<u>19</u>)	293 (194)	1	<u>10</u>

8.3.4 Halter Kryssaren 8 och Kryssaren 2

Från och med detta avsnitt behandlas fastigheterna Kryssaren 8 och Kryssaren 2 som ett gemensamt delområde. Det är inte möjligt att inom ramen för denna undersökning riskbedöma Kryssare 2 separat eftersom den är liten och endast en provtagningspunkt har tagits på fastigheten, Kryssaren 2 finns dock beskrivet enskilt i avsnitt ovan, bland annat om föroreningssituationen i 7.5.3.

Den statistiska sammanställningen av analysresultaten för metaller och organiska ämnen inom fastigheterna Kryssaren 8 och Kryssaren 2 redovisas i Tabell 5.

För de organiska ämnena är medelhalterna (UCLM95) för PAH-M och PAH-H högre än riktvärdena för MKM och medelhalterna av alifatfraktion >C16-C35 och PAH-L högre än riktvärdena för KM. Maxhalterna av flertalet organiska ämnen inom fastighet Kryssaren 8 är de högsta som uppmätts inom hela undersökningsområdet.

När medelhalter (UCLM95) beräknas utan hotspothalter av PAH reduceras medelhalterna av PAH-L och PAH-M till halter under riktvärdena för KM. Medelhalten av PAH-H utan hotspots är drygt 2 gånger högre än riktvärdet för KM. Haltvariationen är avsevärt lägre för PAH-L (värdet för CV sjunker från 254 % till 30 %). Även för PAH-M och PAH-H reduceras haltvariationen noterbart då hotspothalter utesluts ur beräkningarna av medelhalter.

Tabell 5 Statistisk sammanställning över uppmätta halter av ämnen som påträffats i halter över KM inom fastigheterna Kryssaren 8 och Kryssaren 2, Södertälje kommun. Halter anges i mg/kg TS. Fet text indikerar halt överskridande generellt riktvärde för KM och fet, understruken text halt överskridande generellt riktvärde för MKM. Halter av PAH utan hotspots redovisas inom parentes. Även maxhalt och CV redovisas med och utan hotspot.

Ämne	Totalt antal	Totalt antal >rapp.gräns	Halter		CV (%)	Generella riktvärden	
			UCLM 95	Maxhalt		KM	MKM
Metaller							
Arsenik	34	32	5,6	11	43	10	25
Kobolt	34	34	14	102	196	15	35
Koppar	34	34	29	136	95	80	200
Kvicksilver	18	6	0,1	0,5	162		
Zink	34	34	104	450	99	250	500
Organiska ämnen							
Alifater >C16 – C35	32	18	109	950	255	100	1000
Aromater >C10 – C16*	29	3	-	200 (<1)	-	3	15
Aromater >C16 – C35	30	8	102	950	229	10	30
PAH-L	30	7	14 (0,04)	140 (0,06)	254 (30)	3	15
PAH-M	33	16	78 (3,2)	820 (25)	339 (185)	3,5	20
PAH-H	33	16	43 (2,1)	440 (10)	310 (110)	1	10

* Inga halter över rapporteringsgräns när prov identifierat som hotspot (PAH) exkluderats.

8.3.5 Halter Kanoten 2

I Tabell 6 visas den statistiska sammanställningen för de uppmätta halterna av metaller och organiska ämnen inom fastighet Kanoten 2. Inom fastigheten har flera av de högsta uppmätta halterna av metaller inom undersökningsområdet påträffats. Medelhalten (UCLM95) av bly överskrider generellt riktvärdet för MKM. Maxhalten av bly, 3400 mg/kg TS, som uppmäts i en punkt med hotspot-liknande halter av metaller inom Kanoten 2, har stor inverkan på medelhalten. När maxhalten av bly exkluderas ur haltberäkningarna sjunker medelhalten under riktvärde för KM och haltvariationen reduceras noterbart. Medelhalterna av koppar och zink överskrider riktvärdena för KM. För övriga metaller är medelhalterna lägre än riktvärdena för KM.

Halterna av organiska ämnen är generellt låga inom Kanoten 2. Medelhalten av PAH-H överskrider riktvärdet för KM.

Tabell 6 Statistisk sammanställning över uppmätta halter av ämnen som påträffats i halter över KM inom fastighet Kanoten 2, Södertälje kommun. Halter anges i mg/kg TS. Fet text indikerar halt

överskridande generellt riktvärde för KM och fet, understruken text halt överskridande generellt riktvärde för MKM.

Ämne	Totalt antal	Totalt antal >rapp.gräns	Halter		CV (%)	Generella riktvärden	
			UCLM 95	Maxhalt		KM	MKM
Metaller							
Barium	18	18	140	430	112	200	300
Bly	18	18	587 (38)	3400 (140)	376 (133)	50	400
Kadmium	18	7	0,45	1,2	54	0,8	12
Koppar	18	18	114	440	137	80	200
Zink	18	18	355	1200	130	250	500
Organiska ämnen							
Alifater >C16 – C35	12	11	61,8	120	73	100	1000
PAH-M	12	9	1,45	4,5	127	3,5	20
PAH-H	12	9	2,6	8,7	141	1	10
Dioxin (ng/kg TS)	1	1	-	27	-	20	200

8.3.6 Halter del av Södra 1:10, kajen

Den statistiska sammanställningen av halterna av metaller och organiska ämnen som uppmätts inom del av fastighet Södra 1:10 presenteras i Tabell 7. Sammanställningen visar att förhöjda halter av såväl metaller som oljekolväten och PAH förekommer inom hamnområdet. Av metallerna är det särskilt arsenik, bly, koppar och zink som förekommer i höga halter. Medelhalterna av arsenik, bly och koppar överskrider de generella riktvärdena för KM.

Halterna av lättare fraktioner av alifatiska och aromatiska oljekolväten samt PAH (PAH-L) är generellt låga inom området, för flertalet av ämnena är halterna lägre än rapporteringsgränsen. Maxhalterna för aromatfraktion >C10-C16 och >C16-C35 överskrider riktvärdena för KM, men inga medelhalter har kunnat beräknas för ämnena eftersom endast två, respektive tre av totalt 26 prov innehåller halter överskridande rapporteringsgränsen.

De högsta halterna som uppmätts av organiska ämnen är tunga alifater (>C16-C35) och tyngre PAH-fraktioner. Medelhalten för PAH-H överskrider riktvärdet för MKM och medelhalterna för alifatfraktionen >C16-C35 och PAH-M överskrider riktvärdena för KM. Vid beräkning av medelhalter för tunga alifater (>C16-C35) och PAH då hotspothalter av PAH har exkluderats är medelhalten av PAH-H över riktvärdet för KM, medan medelhalten för övriga ämnen är lägre än KM. Haltvariationen (CV) för ovan nämnda ämnen reduceras också noterbart då hotspothalter utesluts ur de statistiska beräkningarna.

Tabell 7 Statistisk sammanställning över uppmätta halter av ämnen som påträffats i halter över KM inom fastighet Södra 1:10, Södertälje kommun. Halter anges i mg/kg TS. Fet text indikerar halt överskridande generellt riktvärde för KM och fet, understruken text halt överskridande generellt riktvärde för MKM. Halter av tunga alifatfraktioner och PAH utan hotspots av PAH redovisas inom parentes. Även maxhalt och CV redovisas med och utan hotspot av PAH för aktuella ämnen.

Ämne	Totalt antal	Totalt antal >rapp.gräns	Halter		CV (%)	Generella riktvärden	
			UCLM 95	Maxhalt		KM	MKM
Metaller							
Arsenik	34	31	13	62	124	10	25
Bly	34	33	70	347	162	50	400
Koppar	34	33	107	940	296	80	200
Zink	34	33	158	910	165	250	500

Ämne	Totalt antal	Totalt antal >rapp.gräns	Halter		CV (%)	Generella riktvärden	
			UCLM 95	Maxhalt		KM	MKM
Organiska ämnen							
Bensen	27	2	-	0,04	-	0,012	0,04
Alifater >C16 – C35	30	21	195 (39,2)*	1080 (97)*	231 (62)*	100	1000
Aromater >C10 – C16	26	2	-	6,7	-	3	15
Aromater >C16 – C35	26	3	-	16	-	10	30
PAH-M	38	26	11 (1,5)	118 (8,2)	319 (156)	3,5	20
PAH-H	38	25	14 (2,5)	143 (19)	280 (175)	1	10

* Halter av alifater >C16-C35 utan analysresultat från punkterna ii:2 och iii:5 i fastighet Södra 1:10 med PAH-hotspots.

8.3.7 Halter invid Jollen 2 (blivande förskolegård)

Samtliga medel- och maxhalter inom delområdet är lägre än de generella riktvärdena för KM.

8.3.8 Jordegenskaper och fördelning av förorening

Marken inom området utgörs i huvudsak av sand. Ytlig fyllningsjord inom området utgörs av steniga, grusiga sandlager medan orörda, djupare liggande jordlager består av lerig och siltig sand. Punktvist underlagras det sandiga åsmaterial av lera, framförallt i de sydöstra delarna av undersökningsområdet. I norra delen av området ligger åsmaterialet direkt på berg.

Den nu utförda undersökningen visar att pH i jord inom detaljplaneområdet ligger något över neutralt pH och ger lätt basiska förhållanden, vilket kan leda till minskad rörlighet av metaller i marken.

Utifrån genomförda undersökningar har medelvärde för den organiska halten i jord bestämts till 1,2 % inom området. I jämförelse med det generella antagandet av 2 % organisk halt i Naturvårdsverkets modell, är de uppmätta halterna av organiskt material lägre. En lägre halt av organiskt material kan medföra en ökad frigörelse och spridning av markföroreningar eftersom många ämnen fastläggs av humuspartiklar i jorden.

Den höga andelen sand innebär att jorden inom området mestadels består av genomsläppligt material, vilket innebär en ökad risk för spridning av föroreningar från jord till grund- och ytvatten.

Genomsläpplig jord ökar även risken för spridning av flyktiga föroreningar i gasfas till yttlig porluft.

Eftersom jorden mestadels utgörs av sand antas att andelen förorenat material är relativt hög i de förorenade jordlagren, i jämförelse med jordar med större inslag av stenar och block. Föroreningarna förekommer dock ställvis och haltvariationen inom området är stor, varför den totala föroreningsmängden bedöms vara relativt låg i förhållande till områdets storlek. Den största andelen av föroreningarna bedöms vara lokaliserad till yttligare jordlager (< 1,5 m under markytan).

8.3.9 Löslighet och mobilisering i jord

Metallernas löslighet i jorden har betydelse för utlakning till grundvatten samt transport till ytvattenrecipienten. På samma sätt påverkar organiska ämnens mobilisering genom sorption till partiklar eller löst organiskt material ämnens spridning till grund- och ytvatten. En första bedömning av rörligheten av metaller och organiska ämnen inom området har gjorts genom att beräkna medelhalter (UCLM95) från uppmätta halter samt i grundvatten, se Tabell 8. Uppmätta maxhalter finns även redovisade för jämförelse.

Den representativa medelhalten har beräknats för metaller och organiska ämnen i grundvatten överskridande SGU:s bedömningsgrunder eller SPI:s föreslagna riktvärden för petroleumkolväten som UCLM95 enligt Kaplan-Meier-metoden med Chebyshevs olikhet (95 %), se beskrivning i avsnitt 8.3.1 ovan. Analysresultat för opolära alifater från Golders undersökning från 2001 har inkluderats i

beräkningarna av medelhalten för alifatfraktion >C16-C35. På samma sätt har resultaten "cancerogena PAH" inkluderats i beräkningarna för medelhalt av PAH-H och för PAH-M har analysresultat för "övriga PAH"³ inkluderats.

Ingen medelhalt (UCLM95) kunde fastställas för PAH-M eftersom endast ett prov innehöll halter över rapporteringsgränsen, istället utgår bedömningen ifrån uppmätt maxhalt. För alifatfraktioner i spannet >C5-C16 har endast medelhalt beräknats för fraktion >C5-C8 eftersom fördelningen över övriga delfraktionerna varierar mellan olika undersökningar och haltvariationen är stor. På grund av relativt få mätvärden och endast enstaka halter över rapporteringsgränsen är medelhalterna som tagits fram genom Chebyshevs metod mycket konservativa.

De uppmätta halterna av metaller visar en påverkan från framförallt arsenik, barium, nickel och zink i grundvatten inom området, detta är särskilt noterbart för nickel. För de organiska ämnena är framförallt de beräknade medelhalterna av alifater i fraktion >C16 – C35 samt PAH-H förhöjda. Eftersom grundvatten endast kunnat provtas i de östra delarna av undersökningsområdet representerar sannolikt inte de beräknade medelhalterna grundvatten inom hela området. Provtagningen av grundvatten är i viss mån även riktad till områden med förmodad förorening, vilket innebär att de beräknade medelhalterna troligtvis är konservativa (högre). Medelhalterna är också höga i jämförelse med de uppmätta maxhalterna, vilket ytterligare indikerar att de beräknade halterna är mycket konservativa, eftersom en stor andel av halterna i grundvatten av framförallt organiska ämnen är lägre än rapporteringsgränsen.

Tabell 8 Sammanställning av uppmätta och beräknade halter av ämnen i grundvatten som påträffats i halter över SGU:s bedömningsgrunder (2013) eller SPI:s föreslagna riktvärden (2010) inom detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl.

Ämne	Uppmätt maxhalt (µg/l)	Medelhalt (UCLM95) (µg/l)
Arsenik	14,2	12
Nickel	73	60
Zink	72	62
Alifat >C5-C8	82	61
Alifat >C16-C35	8600	3750*
PAH-M	2,2	-
PAH-H	19	8,4

* Medelhalten styrs av ett högt värde, där jordpartiklar kan ha kommit med i grundvattenprovet.

8.3.10 Spridning/belastning

Spridningen från detaljplaneområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl. bedöms främst ske via grundvatten och ånga samt genom fri fas.

Spridning från jord och grundvatten till ytvattenrecipienten sker också, men påverkan från föroreningarna i området på recipienten bedöms vara försumbar. Detta då såväl grundvattenakvifären liksom ytvattenrecipienten är mycket stora, i förhållande till mängderna föroreningar och dess egenskaper som bedöms finnas i området. Relevanta belastningsberäkningar för området har inte rymts inom aktuell undersökning, då förhållandena avviker markant från Naturvårdsverkets beräkningsmodell för riktvärden och platsspecifika data saknas.

³ PAH cancerogena och PAH övriga är en äldre indelning av PAH-16 för generella riktvärden för förorenad mark. Indelningen idag görs i PAH-L, PAH-M och PAH-H enligt Naturvårdsverket, 2009a och 2016a.

8.4 EFFEKTANALYS

Området är planerat att omvandlas till bostadsområde med förskolor och kommersiell verksamhet. Det finns platsspecifika förutsättningar, såsom områdets storlek, markanvändning, exponerings- och spridningsförhållanden (bl.a. genomsläppliga jordarter) inom detaljplaneområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl. som motiverar att platsspecifika riktvärden beräknas.

I det här avsnittet sammanställs förslag till riktvärden för jord som används vid bedömning av miljö- och hälsorisker inom detaljplaneområdet. De platsspecifika riktvärdena avser utvärdering av långtidsrisker. För att bedöma risken för akuttoxiska effekter och hög korttidsexponering tillämpas Naturvårdsverkets generella riktvärden för akuttoxicitet respektive korttidsrisker, se avsnitt 8.4.3.

De platsspecifika riktvärdena har beräknats med Naturvårdsverkets beräkningsprogram version 2.01 (Naturvårdsverket, 2016) för de ämnen som påträffats i halter överskridande riktvärden för känslig markanvändning (KM) i något prov. I Bilaga 9 redovisas uttagsrapporter från beräkningsprogrammet.

8.4.1 Platsspecifika antaganden för beräkning av riktvärden

I det här avsnittet presenteras de antaganden som gjorts vid beräkning av effektnivåer (riktvärden) för skydd av hälsa, markmiljö och spridning till ytvatten. Antagandena för beräkning av platsspecifika riktvärden baseras på de övergripande åtgärds målen och identifierade skyddsobjekt, spridnings- och exponeringsvägar.

Platsspecifika riktvärden har utifrån planerad markanvändning och de övriga förutsättningar som gäller för området tagits fram för två markklasser/scenarion:

1. Kvartersmark (inkl. förskola och kommersiell/kulturell verksamhet).
2. Öppen mark (gator, torg och grönytor).

Dessutom har riktvärden tagits fram för två olika jorddjup, yttlig jord (0-1,0 m u my) och djup jord (1,0 – grundvattenytan) för båda markklasserna. En indelning i djupled motiveras av att:

- Exponering för jord djupare än 1,0 m antas endast ske i begränsad omfattning och då huvudsakligen i samband med markarbeten för djupa ledningsdragningar såsom vatten-, dagvatten- och avloppsledningar.
- Upptag av föroreningar i växter minskar med ökat jorddjup.
- Transporten av ångor till markytan minskar generellt med ökat jorddjup.
- Biologisk aktivitet minskar med ökat jorddjup.

Beräkningen av riktvärdena utgår från Naturvårdsverkets generella scenario för känslig markanvändning (KM), med justering utifrån de platsspecifika förutsättningar som gäller för platsen. I Tabell 9 redovisas en sammanställning av de antaganden som använts vid beräkning av platsspecifika riktvärden för de olika markklasserna samt som jämförelse Naturvårdsverkets generella antaganden för känslig (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Motiv till antaganden redovisas i efterföljande delavsnitt.

Tabell 9 Sammanställning av antaganden för scenarioparametrar för beräkning av platsspecifika riktvärden (PSRV) för detaljsplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun. Antaganden för generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) resp. mindre känslig markanvändning (MKM) redovisas som jämförelse. B = barn, V = vuxna. Enhet för respektive exponeringsväg redovisas i första kolumnen.

Exponeringsvägar (enhet)	PSRV Dp Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl.				Generella riktvärden	
	Kvartersmark		Öppen mark (torg, gator och grönytor)			
	Ytlig jord (0-1 m)	Djup jord (1m - gv.ytan)	Ytlig jord (0-1 m)	Djup jord (1m-gv.ytan)	KM	MKM
Intag jord (dygn/år)	B: 365 V: 365	B: 20 V: 20	B: 365 V: 365	B: 20 V: 20	B: 365 V: 365	B: 60 V: 200
Hudupptag (dygn/år)	B: 120 V: 120	B: 20 V: 20	B: 120 V: 120	B: 20 V: 20	B: 120 V: 120	B: 60 V: 90
Inandning damm (dygn/år)	B: 365 V: 365	B: 20 V: 20	B: 365 V: 365	B: 20 V: 20	B: 365 V: 365	B: 60 V: 200
Inandning ångor (dygn/år)	B: 365 V: 365	B: 365 V: 365	B: 365 V: 365	B: 365 V: 365	B: 365 V: 365	B: 60 V: 200
Andel av tid inomhus (%) avser damm och ånga	100	100	0	0	100	100
Djup till förorening (m)	0,35	1	0,35	1	0,35	0,35
Andel av växtintag från platsen (%)	2	0	2	0	10	0
Intag dricksvatten	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej
Skydd av markmiljö (andel av arter som skyddas)	50 %	50 %	50 %	50 %	75 %	50 %
Områdets längd (i grundvattnets strömriktning)	300	300	300	300	50	50
Områdets bredd	400	400	400	400	50	50
Utspädning porvatten - ytvatten	1/115000	1/115000	1/115000	1/115000	1/4000	1/4000
Jordegenskaper	Genomsläpplig	Genomsläpplig	Genomsläpplig	Genomsläpplig	Normaltät	Normaltät
Organiskt kol	1,2 %	1,2 %	1,2 %	1,2 %	2 %	2 %

Baserat på resultaten från föreliggande undersökning och den planerade markanvändningen inom detaljplaneområdet, bedöms följande justeringar för exponerings- och spridningsförutsättningar vara motiverade i jämförelse med Naturvårdsverkets modell för de generella riktvärdena för förorenad mark:

Hälsorisker

- Eftersom området är anslutet till kommunalt vatten och avlopp beaktas inte exponering via intag av dricksvatten.
- Intag av och hudkontakt med jord och inandning av damm begränsas för djup jord.
- Intaget av växter från området bedöms vara mycket lågt eftersom området inte är avsett för odling. Upptag i växter av föroreningar i djupliggande jordlager anses vara försumbart, varför exponering för via intag av växter inte beaktas för djup jord. Planteringar inom området antas ske på tillförda rena massor då jordegenskaperna i befintlig jord troligen inte stödjer etablering av växter, se avsnitt 8.3.8. Eftersom odlingsytor för träd och buskar antas anläggas i icke förorenad matjord bedöms risken för exponering via intag av växter vara mycket låg.
- För djup jord antas djup till förorening vara 1,0 m eller mer. Detta kan påverka utspädningen av flyktiga föroreningar till inom- och utomhusluft.

Markmiljö

- Jordens egenskaper har tidigare beskrivits i avsnitt 8.3.8. Sammanfattningsvis visar genomförda undersökningar att jorden i huvudsak utgörs av åsmaterial med genomsläppliga egenskaper och ett något lägre innehåll av organiskt kol i förhållande till antagandena i den generella riktvärdesmodellen.
- Området utgörs i nuläget i huvudsak av hårdgjorda, asfalterade eller bebyggda ytor och yttlig jord utgörs till stora delar av fyllnadssand. Undersökningarna som utförts visar att den organiska halten i jorden är låg, sannolikt även andelen finpartiklar och därmed även den vattenhållande förmågan. Förutsättningarna för markmiljön antas därför vara kraftigt begränsade i dagsläget, men med förutsättning att förbättras med känsligare markanvändning.

Omgivningspåverkan och spridning

- Platsspecifik anpassning av områdets yta har gjorts vid beräkning av riktvärdena, vilket påverkar omfattningen av spridning till grundvatten och belastning på recipient.
- Eftersom undersökningsområdet är beläget inom ett vattenskyddsområde för dricksvatten, bedöms grundvatten inom området vara skyddsvärt som naturresurs.
- Platsspecifika antaganden om utspädning mellan porvatten och ytvatten har gjorts baserat på SMHI:s årsmedelvärden för infiltration inom området och flöden till Igelstaviken (se kap 8.3.10) för att ta fram riktvärden för spridning till recipienten.

8.4.2 Platsspecifika riktvärden

I Tabell 10 redovisas de beräknade platsspecifika riktvärdena utifrån ovan beskrivna antaganden samt med hänsyn tagen till exponering från andra källor och nationella bakgrundshalter. I Bilaga 9 redovisas uttagsrapporterna för Naturvårdsverkets beräkningsprogram. Påträffade halter över de lägsta platsspecifika riktvärdena (kvartersmark 0-1 m) för något ämne i respektive provtagningspunkt i yttlig jord illustreras i ritning N305.

Tabell 10 Platsspecifika sammanvägda riktvärden för detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun. Generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) resp. mindre känslig markanvändning (MKM) redovisas som jämförelse.

Ämnen (mg/kg TS)	PSRV Isbrytaren 1 m.fl.				Generella riktvärden	
	Kvartersmark		Öppen mark (torg, gator och grönytor)			
	Ytlig jord	Djup jord	Ytlig jord	Djup jord	KM	MKM
	(0-1 m)	(1m - gv.ytan)	(0-1 m)	(1m-gv.ytan)		
Metaller						
Arsenik	10	10	10	10	10	25
Barium	300	300	300	300	200	300
Bly	40	40	40	40	50	400
Kadmium	2,5	2,5	2,5	2,5	0,8	12
Kobolt	10	10	10	10	15	35
Koppar	150	150	150	150	80	200
Kviksilver	0,1	0,1	0,7	0,7	0,25	2,5
Zink	300	300	300	300	250	500
Organiska ämnen						
Bensen	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,012	0,04
Alifater >C5 – C8	10	10	12	12	25	150
Alifater >C8 – C10	3	3,5	60	180	25	120
Alifater >C10 – C12	18	25	400	500	100	500
Alifater >C12– C16	80	100	500	500	100	500
Alifater >C16 – C35	1000	1000	1000	1000	100	1000
Aromater >C8-C10	7	10	10	10	10	50
Aromater >C10 – C16	3	3	3	3	3	15
Aromater >C16 – C35	2	2	2	2	10	30
PAH-L	1	1	1	1	3	15
PAH-M	1	1,2	3	3	3,5	20
PAH-H	1	1	1	1	1	10
Dioxin (ng/kg TS)	12	12	12	12	20	200

De skyddsobjekt eller exponeringsvägar som är styrande för riktvärdena anges i Tabell 11 nedan. Utifrån de antagna scenarioparametrarna är skydd av grundvatten och exponeringsvägen inandning av ånga styrande för riktvärdena för nio respektive åtta av 21 ämnen/ämnesgrupper.

Tabell 11 Styrande objekt för det lägsta värdet av de sammanvägda platsspecifika riktvärdena (fetmarkerat) för detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun.

Ämnen (mg/kg TS)	PSRV Isbrytaren 1 m.fl.								Bakgrunds- halt
	Kvartersmark		Öppen mark (torg, gator och grönytor)		Styrande objekt				
	Ytlig jord	Djup jord	Ytlig jord	Djup jord	Människors hälsa	Markmiljö	Skydd av grundvatten	Skydd av ytvatten	
	(0-1 m)	(1m - gv.ytan)	(0-1 m)	(1m- gv.ytan)	Inandning av ånga				
Metaller									
Arsenik	10	10	10	10					X
Barium	300	300	300	300		X			
Bly	40	40	40	40			X		
Kadmium	2,5	2,5	2,5	2,5			X		
Kobolt	10	10	10	10					X
Koppar	150	150	150	150			X		
Kvicksilver	0,1	0,1	0,7	0,7	X				
Zink	300	300	300	300			X		
Organiska ämnen									
Bensen	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025			X		
Alifater >C5 – C8	10	10	12	12	X				
Alifater >C8 – C10	2,5	3,5	60	180	X				
Alifater >C10 – C12	18	25	400	500	X				
Alifater >C12– C16	80	120	500	500	X				
Alifater >C16 – C35	1000	1000	1000	1000		X			
Aromater >C8-C10	7	10	10	10	X				
Aromater >C10 – C16	3	3	3	3	X				
Aromater >C16 – C35	1,8	2	1,8	2			X		
PAH-L	1	1	1	1			X		
PAH-M	1	1,5	3	3,5	X				
PAH-H	1	1	1	1			X		
Dioxin (ng/kg TS)	10	12	10	12			X		

8.4.3 Riktvärden för akuttoxicitet och korttidsexponering

För att bedöma risken för akuttoxiska effekter efter exponering för förorening tillämpas Naturvårdsverkets generella riktvärden för akuttoxicitet. Riktvärdena baseras på att ett litet barn, kroppsvikt 10 kg, vid ett tillfälle intar en större mängd jord, 5g. Acceptabla nivå för akuttoxicitet för arsenik avser att skydda mot övergående negativa hälsoeffekter såsom illamående och kräkningar.

För bedömning av hälsorisker förknippade med korttidsexponering för höga föroreningshalter används Naturvårdsverkets generella riktvärden för korttidsrisker Acceptabla nivå för korttidsexponering för bly och PAH-H avser att skydda mot hälsorisker på sikt, såsom förhöjd cancerrisk.

För bedömning av akuttoxiska effekter eller effekter efter korttidsexponering används maxhalter.

8.5 RISKKARAKTERISERING

I detta kapitel utvärderas föroreningsnivåerna i jord och grundvatten mot tillämpade jämförvärden. Osäkerheter som kan påverka bedömningen av risker för människors hälsa och miljön beskrivs i slutet av kapitlet.

I Tabell 12 utvärderas representativa halter i jord mot förslag till platsspecifika riktvärden. Riktvärdena är sammanvägda för hälsa och miljö, men redovisas även uppdelat per skyddsobjekt i efterföljande avsnitt. Som representativ halt för bedömning av risker vid kronisk exponering används UCLM 95 exklusive hotspothalter, enligt avsnitt 8.3.1. För bedömning av akuttoxiska effekter eller effekter efter korttidsexponering används maxhalter. Bedömning av risker har utförts för de ämnen som påträffats i någonstans i området i representativa medelhalter överskridande generella riktvärden för känslig markanvändning, KM. Urvalet har gjorts för att fokusera riskkarakteriseringen mot de för området viktigaste föroreningarna. Trots att de platsspecifika riktvärdena för några ämnen underskrider de generella riktvärdena för KM bedömer vi att de relevanta ämnena ingår i riskkarakteriseringen. Detta eftersom de minst inom någon fastighet överskrider både de platsspecifika och generella KM-riktvärdena.

Tabell 12 Representativa medelhalter för delområden inom detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, jämfört med platsspecifika sammanvägda riktvärden. Halter som överskrider något riktvärde markeras med fetstil.

Ämnen (mg/kg TS)	Representativ medelhalt (mg/kg TS)				PSRV Isbrytaren 1 m.fl.			
					Kvartersmark		Öppen mark (torg, gator och grönytor)	
	Isbrytaren 1	Kryssaren 8 och 2	Kanoten 2	Södra 1:10	Ytlig jord	Djup jord	Ytlig jord	Djup jord
					(0-1 m)	(1m - gv.ytan)	(0-1 m)	(1m- gv.ytan)
Metaller								
Arsenik	5,2	5,6	6	13	10			
Bly	16	13	38	70	40			
Koppar	24	29	114	107	150			
Zink	69	104	355	158	300			
Organiska ämnen								
Alifat >C5- C8	44	-	-	-	10	10	12	12
Alifat >C16-C35	42	122	62	39	1 000			
Aromat >C10-C16	1,7	-	-	-	3			
Aromat >C16-C35	7,9	111	-	-	2			
PAH-L	0,3	0,04	0,28	0,13	1			
PAH-M	3,4	3,2	1,5	1,5	1	1,2	3	3
PAH-H	2,5	2,1	2,6	2,5	1			

Jämförelsen av de representativa medelhalterna mot de platsspecifika riktvärdena visar att flertalet oljekolväten och PAH överskrider de sammanvägda riktvärdena inom undersökningsområdet. Lättare alifatfraktioner (>C5-C8) överskrider riktvärdena för samtliga markklasser inom Isbrytaren 1, där medelhalt kunde beräknas för ämnet. För tyngre aromatfraktioner (>C16-C35) överskrider samtliga riktvärden på fastigheterna Isbrytaren 1 och Kryssaren 8 och 2.

Inom samtliga fastigheter (förutom invid Jollen 2) överskrider medelhalten de platsspecifika riktvärdena. För området invid Jollen 2 kunde medelhalt inte beräknas eftersom halterna i flertalet prov var lägre än rapporteringsgränsen. Halter av PAH M överskrider riktvärden för Öppen mark, djup jord,

på fastigheterna Isbrytaren 1 och Kryssaren 8 och 2 samt inom övriga fastigheter riktvärden för Kvartersmark, djup jord. Medelhalter av PAH-H på alla fastigheter överskrider riktvärden för samtliga markklasser.

Av metallerna överskrider de platsspecifika riktvärdena (samma för alla markklasser) för arsenik, bly och zink i delar av detaljplaneområdet. Bly överskrider riktvärdet på fastighet Södra 1:10 och för arsenik och zink överskrider riktvärdena på fastighet Södra 1:10 respektive Kanoten 2.

Medelhalterna för hela undersökningsområdet av bly, lättare alifatfraktioner (>C5-C8), tyngre aromatfraktioner (>C16-C35) samt PAH-M och PAH-H överskrider de platsspecifika riktvärdena.

För att tydliggöra inverkan av de platsspecifika anpassningar för exponering, spridning och skyddsnivå som antogs vid beräkning av de sammanvägda riktvärdena, jämförs de representativa medelhalterna även mot de enskilda riktvärdena för respektive skyddsobjekt.

8.5.1 Hälsorisker vid långvarig exponering

För att utvärdera hälsoriskerna på lång sikt av de ämnen som förekommer inom undersökningsområdet jämförs de representativa medelhalterna med de hälsobaserade riktvärdena för varje markklass, se Tabell 13.

Tabell 13 Representativa medelhalter för delområden inom detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, jämfört med platsspecifika hälsobaserade riktvärden. Halter som överskrider något riktvärde markeras med fetstil.

Ämnen (mg/kg TS)	Representativ medelhalt (mg/kg TS)				Hälsoriskbaserat riktvärde				Riktvärde justerat mot bakgrunds- halt
					Kvartersmark		Öppen mark		
	(torg, gator och grönytor)								
	Isbrytaren 1	Kryssaren 8 och 2	Kanoten 2	Södra 1:10	Ytlig jord	Djup jord	Ytlig jord	Djup jord	
					(0-1 m)	(1m - gv.ytan)	(0-1 m)	(1m- gv.ytan)	
Metaller									
Arsenik	5,2	5,6	6	13	3,2	60	3,2	60	10
Bly	16	13	38	70	79	1500*	79	600	-
Koppar	24	29	114	107	7100	250000	6500	220000	-
Zink	68,6	104	355	158	8800	320000	8800	320000	-
Organiska ämnen									-
Alifat >C5-C8	44	-	-	-	11	11	68	200	-
Alifat >C16-C35	42	122	62	39	28000	59000	63000	990000	-
Aromat >C10-C16	1,7	-	-	-	190	430	390	12000	-
Aromat >C16-C35	7,9	111	-	-	260	850	410	11000	-
PAH-L	0,3	0,04	0,28	0,13	4,6	5,9	110	450	-
PAH-M	3,4	3,2	1,5	1,5	1	1,3	22	98	-
PAH-H	2,5	2,1	2,6	2,5	2,1	37	2,1	38	-

* Lägsta hälsobaserade riktvärde för Öppen mark, djup jord är för skydd mot korttidsrisker, 600 mg/kg TS. Värdet är justerat för bedömning av långsiktiga hälsorisker för långtidsrisker, lägsta riktvärde är 1500 mg/kg TS.

De platsspecifika riktvärdena för långsiktiga hälsorisker överskrider av arsenik, bly, lättare alifatfraktioner (>C5 – C8) samt PAH-M och PAH-H inom någon del av undersökningsområdet.

Inom samtliga delområden överskrider medelhalter av arsenik hälsobaserade riktvärden för yttlig jord som är styrt av exponering via intag av jord. Då en uppjustering görs av hälsobaserade riktvärden mot naturliga bakgrundshalter (nationella i detta fall) så ligger medelhalter av arsenik inom området under eller inom Södra 1:10 i nivå med/något över riktvärdet.

För de organiska ämnena överskrider de hälsobaserade riktvärdena för Kvartermark, både yttlig och djup jord, av den representativa medelhalten av PAH-M inom samtliga fastigheter. Styrande för riktvärdena är exponering via inandning ånga inomhus. För PAH-H överskrider riktvärdena för Öppen mark, yttlig jord, inom fastigheterna Isbrytaren 1, Kanoten 2 och del av Södra 1:10. Medelhalten av PAH-H inom Kryssaren 8 och 2 är i nivå med riktvärdet för Kvartermark, yttlig jord. För lättare alifatfraktioner (>C5-C8) överskrider den representativa halten på Isbrytaren 1 hälsoriktvärdena för Kvartermark, yttlig och djup jord. Medelhalten inom fastigheten är så hög att även medelhalten för hela detaljplaneområdet överskrider riktvärdet för hälsa.

För arsenik är intag av jord styrande för det hälsobaserade riktvärdet, för alifater och PAH-M styr risken för inandning av förorening i ångfas och för PAH-H är risken för intag av växter styrande.

8.5.2 Hälsorisker vid korttidsexponering

Risken för att exponeras för akuttoxiska halter eller halter av ämnen som kan innebära en förhöjd hälsorisk efter endast en kort tids exponering utvärderas genom jämförelse av uppmätta maxhalter inom respektive fastighet med Naturvårdsverkets generella riktvärden för kortidsrisker, se Tabell 14.

Tabell 14 Maxhalter för delområden inom detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, jämfört med platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden för akuttoxisk eller korttidsexponering. Halter som överskrider något riktvärde markeras med fetstil.

Ämnen (mg/kg TS)	Maxhalt (mg/kg TS)				Hälsoriskbaserat riktvärde för korttidsexponering eller akuta effekter	
	Isbrytaren 1	Kryssaren 8 och 2	Kanoten 2	Södra 1:10	Korttidsexponering	Akuttoxicitet
Arsenik	7	11	9	62	-	100
Bly	71	42	3400	347	600	-
PAH-H	160	440	8,7	143	300	-

Jämförelsen visar att det på fastighet Kanoten 2 finns halter av bly som kan innebära förhöjd hälsorisk efter endast enstaka oavsiktligt intag av jord. Den höga blyhalten här påträffades i en punkt, men förekomst av lika eller högre halter i andra delar av fastigheten kan inte uteslutas. Vid det identifierade hotspot-området inom fastighet Kryssaren 8 förekommer halter av PAH-H som kan innebära en förhöjd hälsorisk efter enstaka intag av jord.

Inga halter av arsenik över Naturvårdsverkets acceptabla nivå för akuttoxiska effekter för små barn har uppmätts inom detaljplaneområdet.

8.5.3 Markmiljörisker

Av förekommande föroreningar finns halter av tyngre aromater inom Kryssaren 8 som inte kan uteslutas utgöra en begränsning för markmiljön, se Tabell 15.

Tabell 15 Representativa medelhalter för delområden inom detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, jämfört med Naturvårdsverket generella riktvärden för skydd av markmiljö enligt MKM. Halter som överskrider något riktvärde markeras med fetstil.

Ämnen (mg/kg TS)	Representativ medelhalt (mg/kg TS)				Skydd av markmiljö			
					Kvartersmark		Öppen mark (torg, gator och grönytor)	
	Isbrytaren 1	Kryssaren 8 och 2	Kanoten 2	Södra 1:10	Ytlig jord	Djup jord	Ytlig jord	Djup jord
					(0-1 m)	(1m - gv.ytan)	(0-1 m)	(1m- gv.ytan)
Metaller								
Arsenik	5,2	5,6	6	13	40			
Bly	16	13	38	70	400			
Koppar	23	29	114	107	200			
Zink	69	104	355	158	500			
Organiska ämnen								
Alifat >C5-C8	44	-	-	-	200			
Alifat >C16-C35	42	122	62	39	1000			
Aromat >C10-C16	1,7	-	-	-	15			
Aromat >C16-C35	7,9	111	-	-	40			
PAH-L	0,3	0,04	0,28	0,13	15			
PAH-M	3,4	3,2	1,5	1,5	40			
PAH-H	2,5	2,1	2,6	2,5	10			

8.5.4 Spridning till grundvatten

Utvärderingen av de representativa halterna av ämnen inom undersökningsområdet med de platsspecifika riktvärdena för skydd mot spridning till grundvatten som redovisas i Tabell 16, visar att det föreligger en risk för spridning till grundvatten för arsenik, bly, zink, lättare alifatfraktioner (>C5-C8), tyngre aromatfraktioner (>C16-C35) samt PAH-M och PAH-H.

För metaller överskrider riktvärdena för arsenik inom fastighet Södra 1:10, för bly på fastigheterna Kanoten 2 och Södra 1:10 samt för zink på fastighet Kanoten 2.

Oljekolväten av alifatfraktion >C5-C8 och aromatfraktion >C16-C35 överskrider riktvärdena inom fastighet Isbrytaren 1. Den representativa halten av aromatfraktion >C16-C35 överskrider även riktvärdena för skydd mot spridning till grundvatten inom fastighet Kryssaren 8.

De representativa medelhalterna av tyngre fraktioner av PAH (PAH-M och PAH-H) överskrider riktvärdena på fastighet Isbrytaren 1. Medelhalterna av PAH-H inom fastigheterna Kryssaren 8, Kanoten 2 och Södra 1:10 överskrider också riktvärdena.

Utvärderingen visar även att de representativa medelhalterna för hela detaljplaneområdet överskrider riktvärdena för skydd mot spridning till grundvatten för metallerna arsenik och bly samt oljekolväten i lättare alifatfraktioner (>C5-C8) och tyngre aromatfraktioner (>C16-C35) samt PAH-H.

Tabell 16 Representativa medelhalter för detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, samt delområden jämfört med platsspecifika riktvärden för skydd mot spridning till grundvatten. Halter som överskrider något riktvärde markeras med fetstil.

Ämnen (mg/kg TS)	Representativ medelhalt (mg/kg TS)						Skydd av grundvatten			
							Kvartersmark		Öppen mark (torg, gator och grönytor)	
	Samtliga fastigheter	Isbrytaren 1	Kryssaren 8 och 2	Kanoten 2	Södra 1:10	Invid Jollen 2	Ytlig jord	Djup jord	Ytlig jord	Djup jord
							(0-1 m)	(1m - gv.ytan)	(0-1 m)	(1m- gv.ytan)
Metaller										
Arsenik	7,3	5,2	5,6	6	13	4,7	7,1			
Bly	30	15,7	12,6	38	70	10,2	43			
Koppar	52	24	29	114	107	20	140			
Zink	126,8	68,6	104	355	158	40,5	280			
Organiska ämnen										
Alifat >C5- C8	15	44	-	-	-	-	13			
Alifat >C16-C35	51	42	122	62	39	-	7800			
Aromat >C10-C16	1,1	1,7	-	-	-	-	3,1			
Aromat >C16-C35	28	7,9	111	-	-	-	1,9			
PAH-L	0,1	0,3	0,04	0,28	0,13	-	1			
PAH-M	2	3,4	3,2	1,5	1,5	-	3,2			
PAH-H	1,8	2,5	2,1	2,6	2,5	-	1			

Utvärderingen av uppmätta halter i grundvatten mot de tillämpade jämförvärdena visar att det finns en påverkan från markföroreningar av metaller, oljekolväten och PAH på grundvatten inom området, se Bilaga 7. I den östra delen av detaljplaneområdet, på fastigheterna Isbrytaren 1 och Södra 1:10, förekommer PAH i halter som visar på stark påverkan och som kan innebära miljörisker i ytvatten.

Jämförelsen av de uppmätta maxhalterna inom undersökningsområdet visar att maxhalten av alifater i fraktion >C16-C35 (8 600 µg/l) i den nordvästra delen av fastighet Södra 1:10 kraftigt överskrider haltkriteriet för lukt och smak i grundvatten för ämnet som ligger på 100 µg/l (SPI 2011). Det finns därför en förhöjd risk för lukt av olja i området. Maxhalten av alifater i fraktion >C16-C35 överskrider även SPI:s föreslagna riktvärde för bedömning av fri fas i grundvatten. Under grundvattenprovtagningen noterades dock varken lukt av olja eller förekomst av fri fas i vattnet. Vattenprovet var grumligt vid provtagningen, vilket skulle kunna bero på hål i botten av röret. Det skulle också kunna förklara de höga halterna av alifater och PAH eftersom hydrofoba organiska ämnen tenderar att fastläggas vid partiklar i vatten.

Inga uppmätta halter av oljekolväten eller PAH överskrider SPI:s riktvärden för ånginträngning för grundvatten, se Bilaga 7 Analysresultat och klassificering grundvatten.

Fältobservationer under de utförda undersökningarna visar att en luktproblematik finns inom området. Lukt av olja har noterats vid provtagning av grundvatten vid den identifierade hotspoten i den östra delen av Isbrytaren samt inom eller nära hamnområdet i den östra delen av undersökningsområdet.

Sammanfattningsvis, finns en föroreningspåverkan på grundvattnet inom delar av undersökningsområdet. Föroreningshalterna är dock generellt låga och de utförda undersökningarna visar inte på förekomst av sekundär föroreningskälla i grundvattnet.

8.5.5 Spridning till ytvatten

För att utvärdera risken för spridning av föroreningar från detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl. till Igelstaviken, har de representativa medelhalterna av ämnen inom området jämförts med de platsspecifika riktvärdena för skydd mot spridning till ytvatten, se Tabell 17. Jämförelsen visar att de representativa medelhalterna för samtliga ämnen är lägre än de platsspecifika riktvärdena.

Tabell 17 Representativa medelhalter för detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, med delområden jämfört med platsspecifika riktvärden för skydd mot spridning till ytvatten. Halter som överskrider något riktvärde markeras med fetstil.

Ämnen (mg/kg TS)	Representativ medelhalt (mg/kg TS)					Skydd av ytvatten			
						Kvartersmark		Öppen mark (torg, gator och grönytor)	
								Ytlig jord	Djup jord
	Samtliga fastigheter	Isbrytaren 1	Kryssaren 8 och 2	Kanoten 2	Södra 1:10	(0-1 m)	(1m - gv.ytan)	(0-1 m)	(1m- gv.ytan)
Metaller									
Arsenik	7,3	5,2	5,6	6	13,1	10000	10000	10000	10000
Bly	30	16	13	38	70	100000	100000	100000	100000
Koppar	52	24	29	114	107	70000	70000	70000	70000
Zink	127	69	104	355	158	280000	280000	280000	280000
Organiska ämnen									
Alifat >C5- C8	15	44	-	-	-	9600	9600	9600	9600
Alifat >C16-C35	51	42	122	62	39	-	-	-	-
Aromat >C10-C16	1,1	1,7	-	-	-	9200	9200	9200	9200
Aromat >C16-C35	28	7,9	111	-	-	1200	1200	1200	1200
PAH-L	0,1	0,3	0,04	0,28	0,13	2500	2500	2500	2500
PAH-M	2	3,4	3,2	1,5	1,5	2000	2000	2000	2000
PAH-H	1,8	2,5	2,1	2,6	2,5	2600	2600	2600	2600

Utvärderingen av de beräknade medelhalterna i grundvatten visar på påverkan av metaller och organiska ämnen från markföroreningar, dock inte på en sekundär föroreningskälla i grundvatten. Halterna av tyngre alifat- och PAH-fraktioner överskrider i två punkter inom eller nära fastighet Södra 1:10 i hamnområdet SPI:s riktvärden för skydd mot miljörisker i ytvatten, men i övriga prov är halterna av ämnena lägre än rapporteringsgränsen. Sammanfattningsvis bedöms därför risken för omfattande spridning av föroreningar via grundvatten till ytvatten som låg.

8.5.6 Risk för fri fas

En jämförelse av uppmätta maxhalter av organiska ämnen inom undersökningsområdet med Naturvårdsverkets generella nivåer för skydd mot fri fas visar att det inom fastigheten Isbrytaren 1 förekommer halter av PAH-M som kan innebära en risk för fri fas, se Tabell 18. Inom fastighet Kryssaren 8 har halter av tyngre aromatfraktioner (>C16-C35) och PAH-M uppmätts som indikerar risk för förekomst av fri fas. Den hotspot-liknande halten av tyngre aromater påträffades i närheten av den östliga hotspoten med PAH i den nordvästra delen av fastigheten, medan halten av PAH-M som överskrider riktvärdet för fri fas uppmättes i den västligare delen av hotspot-området. På fastighet

Södra 1:10 har halter av PAH-H som överskrider riktvärdet för fri fas påträffats i två punkter inom hotspoten vid eller i närheten av det f.d. oljebruket. Inom Södra 1:10 har också fri fas av troligen olja eller tjära påträffats vid en undersökning (KFS Anläggningskonstruktörer AB, 2008) och i samband med ett dagvattenarbete (Telge AB, 2012). Detta ligger i linje med att halter av tunga alifatfraktioner (>C16-C35) som överskrider SPI:s nivå för fri fas i grundvatten uppmätts inom fastigheten.

Tabell 18 Maxhalter för delområden inom detaljplaneområde Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, jämfört med det platsspecifika riktvärdet för skydd mot fri fas. Halter som överskrider riktvärdet markeras med fet stil.

Ämnen (mg/kg TS)	Maxhalter				Skydd mot fri fas
	Isbrytaren 1	Kryssaren 8 och 2	Kanoten 2	Södra 1:10	
Alifat >C5- C8	540	<5	<1,2	<10	700
Alifat >C16-C35	350	950	120	1080	2500
Aromat >C10-C16	3,9	200	1,2	6,7	500
Aromat >C16-C35	60	950	2,6	16	250
PAH-L	1,5	140	0,51	2,6	500
PAH-M	360	820	4,5	118	250
PAH-H	160	440	8,7	143	50

8.5.7 Osäkerheter

I detta avsnitt sammanställs de osäkerheter som identifierats i riskbedömningen och som kan påverka bedömningen:

- Riskbedömningen sammanställer resultat från olika undersökningar som utförts under en period av ca 15 år, vilket ger vissa osäkerheter över äldre resultat för halter av nedbrytbara organiska ämnen.
- Variationen i halter är stor vilket ger osäkerheter i bedömningen av representativa halter och därmed behovet av riskreduktion. De representativa medelhalterna har tagits fram som den övre gränsen för konfidensintervallet för det skattade medelvärdet och bedöms därför vara konservativa.
- Ett flertal hotspots har identifierats inom detaljplaneområdet. Föroreningen av PAH vid den västligare hotspot som påträffats på fastighet Kryssaren 8 är inte avgränsad, men bedöms vara begränsad. Även påträffad hot spot av PAH under Isbrytaren 1 (2001) har bedömts vara begränsad i plan. Osäkerheterna i omfattning och utbredning av oljeföroreningarna (Isbrytaren 1 och Kryssaren 8) samt metallföroreningen på Kanoten 2 är större. Detta leder till osäkerheter i uppskattningen av åtgärdsbehovet.
- Beräkningarna av spridning via ånga och via utlakning till grundvatten är förenklingar av komplexa processer, vilket leder till osäkerheter i bedömningen av risker vid utvärdering med riktvärden för jord.
- Omfattningen av eventuell spridning samt belastningen på recipienter är endast översiktligt utredd.

Ovan identifierade osäkerheter bedöms inte ha en betydande inverkan på bedömningen av riskerna och behov av riskreduktion på fastigheterna inom detaljplaneområdet.

8.6 SAMMANVÄGD RISKBEDÖMNING OCH BEHOV AV RISKREDUKTION

Stora delar av detaljplaneområdet uppfyller Naturvårdsverkets generella skyddsnivå för känslig markanvändning (KM), men variationen i halter är stor. Riskbedömningen visar att det finns ett behov av riskreduktion för planerad markanvändning i delar av fastighet Isbrytaren 1 och i de centrala delarna av fastigheter Kryssaren 8 och Södra 1:10 samt vid området för den kraftigt förhöjda blyhalten på fastighet Kanoten 2. Behov av riskreduktion avser den bedömda primära föroreningskällan i jord då riskbedömningen endast visar påverkan på grundvatten och inte indikerar en sekundär föroreningskälla i grundvattnet. Inom ovan angivna fastigheter visar riskbedömningen att det finns ett behov av riskreduktion för att:

- Säkerställa acceptabla hälsorisker på lång sikt med avseende på PAH (Isbrytaren 1, Kryssaren 8, Kanoten 2 och Södra 1:10), oljekolväten (Isbrytaren 1) och arsenik (Södra 1:10).
- Säkerställa acceptabla hälsorisker på kort sikt för bly (Kanoten 2) och PAH (Kryssaren 8).
- Förbättra markmiljön med avseende på tyngre aromatfraktioner (Kryssaren 8).
- Minska risken för spridning till grundvatten avseende arsenik (Södra 1:10), bly (Södra 1:10), zink (Kanoten 2) samt lättare alifatiska oljekolväten (Isbrytaren 1), tyngre aromatiska oljekolväten (Isbrytaren 1 och Kryssaren 8) och PAH (Isbrytaren 1, Kryssaren 8, Kanoten 2 och Södra 1:10).
- Minska risken för spridning av fri fas avseende tyngre aromatfraktioner (Kryssaren 8 och Södra 1:10) och PAH (Isbrytaren 1, Kryssaren 8 och Södra 1:10).

Riskreduktion avseende hälsorisker är baserat på behov att förhindra direktexponering (arsenik, bly och PAH) och inträngning av ånga och lukt i byggnader (oljekolväten och PAH). Föroreningar i hotspots som identifierats på området är inte avgränsade på djupet. Exponeringsriskerna för barn är störst vid intag av jord och för vuxna i samband med dammande markarbeten.

9 ÖVERSIKTLIG ÅTGÄRDSUTREDNING

9.1 FÖRUTSÄTTNINGAR

Utförd miljöteknisk markutredning har gjorts som ett underlag i detaljplaneprocessen för detaljplan Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl. Förutsättningar som exakta lägen för byggnader, schaktdjup och dylikt är inte fastställda. Åtgärdsförslagen utgår därför från att planerad markanvändning inom hela planområdet motsvarar den känsligaste (kvartersmark inkl. förskola). Detta för att i detta tidigare skede inte underskatta kostnaderna med anledning av föroreningarna.

I åtgärdsutredningen har hänsyn tagits till ett åtgärdsbehov ur risksynpunkt och inte vad som behöver omhändertas p.g.a. anläggningsschakt. I delar av planområdet är det sannolikt att syftena sammanfaller.

9.2 ÅTGÄRDSBEHOV

Riskbedömningen visar att påträffade föroreningar i grundvattnet inte bedöms utgöra en risk för hälsa eller miljön i ytvattenrecipienten, och att det därmed inte finns ett åtgärdsbehov av grundvattnet som primär föroreningskälla. Åtgärdsutredningen omfattar därför inte grundvatten, utan bara jord där ett åtgärdsbehov har konstaterats.

Inom alla fastigheter med åtgärdsbehov finns behov i både ytligt fyllnadsmaterial och i djupare naturligt lagrat material. Ibland har en gränsdragning mellan fyllnadsmaterial och naturligt lagrat material inte varit möjlig, eftersom båda består av åsmaterial.

Eternitplattor (asbest) har påträffats inom Södra 1:10 (kajen) och misstänkta asbestfibrer har noterats på Kryssaren 8. Det kan förekomma även på andra platser inom planområdet. Eternit/asbest ska hanteras som farligt avfall, men eftersom mängden i fyllningen inom planområdet är okänd har detta inte beaktats i åtgärdsutredningen.

Styrande för åtgärdsbehovet är framförallt skydd av grundvatten och människors hälsa (inandning ånga och intag av jord). Åtgärdsbehovet beskrivs utifrån delområdena nedan.

9.2.1 Isbrytaren 1

Fastighet Isbrytaren 1 är ca 30 300 m² stor och ligger i södra delen av planområdet. Fyllningens mäktighet har noterats till mellan 0 och 2,5 m, men organiska föroreningar överskridande platsspecifika riktvärden har även påträffats på större djup i bedömt naturligt lagrat åsmaterial. I andra delar är påträffade föroreningar begränsade till översta metern, men det saknas ofta också avgränsning i djupled. Det finns vidare rena punkter/områden inom fastigheten.

På Isbrytaren 1 finns det ett åtgärdsbehov eftersom representativa medelhalter överskrider framtagna platsspecifika riktvärden för hälsa eller skydd av grundvatten med avseende på alifater>C5-C8, aromater>C16-C35, PAH-M och PAH-H. På Isbrytaren 1 finns också ett åtgärdsbehov avseende PAH-H i påträffad hot spot under byggnaden med avseende på risk för förorening i fri fas.

Åtgärdsbehovet avseende PAH bedöms finnas heterogent spritt på fastigheten, men även en i plan begränsad hot spot förekommer under bygganden (PAH16 i en halt över gräns för farligt avfall). Petroleumkolvätena är främst knutna till en punktkälla (f.d. oljecistern), där halterna dock verkar ha minskat genom fortsatt spridning eller nedbrytning mellan första och senaste undersökningen (2001-2017).

9.2.2 Kryssaren 2 och 8

Området som utgörs av fastigheterna Kryssaren 2 och 8 är ca 47 700 m² stort och ligger i norra delen av planområdet. Eftersom endast en provpunkt finns på Kryssaren 2 har fastigheterna bedömts samlat i riskbedömningen och åtgärdsutredningen. Fyllningens mäktighet har noterats till mellan 0 och 2,5 m och föroreningar överskridande platsspecifika riktvärden har påträffats maximalt 2,5 m u my i bedömt naturligt lagrat åsmaterial. Föroreningarna är endast i delar avgränsade i djupled.

På Kryssaren 2 och 8 finns ett åtgärdsbehov eftersom representativa medelhalter överskrider framtagna platsspecifika riktvärden för hälsa, markmiljö eller skydd av grundvatten med avseende på aromater>C16-C35, PAH-M och PAH-H. I delområdet finns vidare ett åtgärdsbehov avseende PAH-M och PAH-H i påträffad hot spot centralt på Kryssaren 8 med avseende på risk för förorening i fri fas. Det finns också en tidig uppgift om att olja i fri fas har pumpats från en brunn centralt i området.

Förekomsten av de organiska föroreningarna har framförallt påträffats i de mer centrala delarna av Kryssaren 8 mellan de större byggnaderna (på markterrassen ovanför och den i nivå med de f.d. pannrummen). De höga halterna bedöms främst vara avgränsade hot spots/spill.

9.2.3 Kanoten 2

Fastighet Kanoten 2 är ca 5000 m² stor och ligger i sydvästra delen av planområdet. Fyllningens mäktighet har noterats till mellan 0 och 2,5 m, men föroreningar överskridande platsspecifika riktvärden har även påträffats i bedömt naturligt lagrat åsmaterial på maximalt 2,5 m u my. Föroreningarna är endast delvis avgränsade i djupled,

På Kanoten 2 finns det ett åtgärdsbehov eftersom representativa medelhalter överskrider framtagna platsspecifika riktvärden för hälsa eller skydd av grundvatten med avseende på PAH-M, PAH-H och zink. I medelhalterna har hot spot-halter utesluts, men det finns en mycket hög blyhalt påträffad i en punkt, som bedöms kunna utgöra en hälsorisk både på kort och på lång sikt. Det finns inte heller någon medelhalt för dioxin som bara har analyserats i ett ytligt prov (p.g.a. av uppgift om brand) och

påträffats över platsspecifikt riktvärde för skydd av grundvatten, men även hälsoriktvärdet. Det kan därför finnas ett åtgärdsbehov även med avseende på dioxin på fastigheten.

9.2.4 Del av Södra 1:10

Undersökningsområdet på del av fastighet Södra 1:10 är ca 20 000 m² stort och ligger i östra delen av planområdet. Fyllningens måktighet har noterats till mellan 0 och 3,5 m, men är varierande inom undersökningsområdet. Föroreningar överskridande platsspecifika riktvärden har påträffats i bedömt naturligt lagrat åsmaterial på maximalt 2 m u my. Föroreningarna är endast delvis avgränsade i djupled.

På del av Södra 1:10 finns ett åtgärdsbehov eftersom representativa medelhalter överskrider framtagna platsspecifika riktvärden för hälsa eller skydd av grundvatten med avseende på arsenik, bly, PAH-M och PAH-H. Både metaller och organiska föroreningar finns heterogent spritt i framförallt den södra halvan av delområdet. En begränsad hot spot har också identifierats i den mellersta delen av delområdet, där PAH förekommer i en halt över gräns för farligt avfall. Ytterligare en hot spot finns i samma område då olja i fri fas har noterats vid tidigare undersökningar.

9.3 MÄTBARA ÅTGÄRDSMÅL

I utredningen har inte några verkliga mätbara åtgärds mål föreslagits, då en riskvärderingsprocess (där miljönyttan vägs mot teknik, ekonomi, allmänna och enskilda intressen) behöver föregå ett sådant förslag. Platsspecifika riktvärden är alltså inte automatiskt detsamma som mätbara åtgärds mål.

Beräkningarna i åtgärdsutredningen har dock utgått från åtgärd till platsspecifika riktvärden, som åtgärds mål. Däremot har ett antal olika åtgärdsalternativ utretts som i princip bygger på att en riskvärdering har utförts och justerat åtgärds målen. Valda åtgärdsalternativ i avsnitt 9.4 har utgått från att valda åtgärds mål är lika med:

- I rapporten beräknade platsspecifika riktvärden för kvartermark inkl. förskola.
- Platsspecifika riktvärden där borttagande av skydd av grundvatten som naturresurs har accepterats.
- Platsspecifika riktvärden där borttagande av skydd mot inträngning av ånga har accepterats (och åtgärden har kompletterats genom byggnadsteknisk skyddsåtgärd).

9.4 IDENTIFIERING AV ÅTGÄRDSALTERNATIV

Föroreningar som behöver åtgärdas i planområdet är metaller (arsenik, bly, zink), lättare alifatiska kolväten, tyngre aromatiska kolväten, PAH-M och PAH-H, baserat på beräknade representativa medelhalter. Sex hot spots (3 PAH:er, 2 olja och 1 bly) har påträffats, men fler hot spots från spill eller dumpning/fyllning bedöms kunna förekomma baserat på storleken på området, den långa industrihistorien och fältindikationer. Fyllningen är genomsläpplig och består till stor del av sand, grus eller silt, ibland med inslag av sten. Ingen klar gräns finns mellan fyllningen och det underlagande naturliga åsmaterialet. Fyllningen på Isbrytaren 1 innehöll isoleringsrester och kol. På Kryssaren 8 påträffades isoleringsrester, burkar, fiber/asbest, tegel, kol, betong, asfaltsdelar samt vita och svarta skikt i fyllningen. På Kanoten 2 påträffades tegel, asfalt och kol i fyllningen. På Södra 1:10 påträffades eternitplattor, tegel, trä, betong, rör, ledningar och kol i fyllningen.

Det finns två principiella sätt att minska riskerna med föroreningarna för hälsa och miljö:

- Reduktion av föroreningskällan
- Skyddsåtgärder för att minska exponering eller spridning

Skyddsåtgärder vidtas om föroreningskällan inte kan tas bort eller inte är rimlig att ta bort i den omfattning som behövs för att uppnå de övergripande åtgärds målen. En kombination av att minska

föroreningskällan och skyddsåtgärder är möjligt. Som ytterligare ett komplement kan administrativa åtgärder vidtas i form av t.ex. restriktioner avseende markanvändningen och framtida schaktarbeten.

Föroreningar kan hanteras genom:

- Destruktion (enbart möjligt för organiska ämnen).
- Separation eller koncentration av föroreningar till mindre volymer
- Omvandling till mindre farliga ämnen
- Fastläggning
- Inneslutning eller deponering.

Fullständig destruktion av föroreningarna i området är inte möjligt, eftersom de till viss del består av metaller. Förångning och förbränning av PAH:er kräver vidare mycket höga temperaturer och bedöms inte vara realistiskt ur energiförbruknings- eller kostnadssynpunkt med de halter som finns i planområdet. Nedbrytning av PAH:er är möjligt, men bedöms vara alltför tidskrävande framförallt för de tyngre molekylerna.

Såväl metaller som PAH:er är bundna till finpartiklarna i jord. Hur stor andel av jorden som utgörs av finare partiklar eller större fraktioner har inte analyserat, men utifrån fältprotokollen går det att utläsa att det inom vissa området förekommer stenfraktioner. Att koncentrera den förorenade volymen skulle vara möjligt inom vissa delar av planområdet genom att sortera ut större fraktioner, ta hand om den finare förorenade fraktionen på en godkänd mottagningsanläggning (för fortsatt behandling eller deponering) och återanvända grovfraktionen på området.

Omvandling till mindre farliga ämnen kan t.ex. ske genom nedbrytning, vilket för de lättare PAH:erna kan vara möjligt inom rimlig tid. De tyngre PAH:erna (PAH-M och PAH-H) dominerar dock i planområdet. I vilka former metallerna föreligger är inte undersökt. Utfört skaktest (endast ett) indikerar att de förorenade massorna ska tas hand om på en deponi för icke-farligt avfall (IFA).

Fastläggning, inneslutning eller deponering är möjligt med aktuella föroreningar.

Vidare kan föroreningar åtgärdas:

- *In situ*, det vill säga på plats i marken.
- *Ex situ*, det vill säga efter att de har grävts upp.
- *On site*, det vill säga på platsen.
- *Off site*, det vill säga på annan plats.

Beprövade in situ-metoder är inte bäst lämpade för aktuella föroreningar med åtgärdsbehov i jorden, utan den förorenade jorden behöver schaktas upp för att kunna hanteras vidare. Om hanteringen kan ske på platsen beror på tid och utrymme.

Eftersom en stor del av området ska bebyggas och anläggningsschakter ändå göras, bedöms det vara mest kostnadseffektivt att samordna anläggnings- och saneringsschakt. Vid ett sådant scenario är det troligen svårt att göra mer omfattande och tidskrävande behandlingar på platsen.

Behandling eller deponering på en mottagningsanläggning på annan plats är den vanligaste lösningen i exploateringsprojekt.

För planområdet bedöms olika schaktalternativ vara rimliga att utreda i detta skede. I enlighet med Naturvårdsverkets vägledning (Naturvårdsverket, 2009c) utreds också ett maxalternativ, i det här fallet definierat som omhändertagande av en jordvolym motsvarande all jord på området förorenad över platsspecifika riktvärden (i varje enskild punkt) och ett 0-alternativ där inga åtgärder görs.

Följande åtgärdsalternativ utreds vidare:

- *Nollalternativet Ingen schakt*; Inga åtgärder avseende förorenad jord genomförs på området.
- *Alternativ 1 Schakt representativ medelhalt > PSRV*; Schakt av förorenad jord till mätbara åtgärdsgränser lika med de platsspecifika riktvärdena. Omhändertagande på deponi.

- *Alternativ 2 Schakt representativ medelhalt > PSRV utan skydd av grundvatten;* Schakt av förorenad jord till mätbara åtgärds mål lika med de platsspecifika riktvärdena exklusive skydd av grundvatten. Omhändertagande på deponi.
- *Alternativ 3 Schakt max 1 m > PSRV och byggnadstekniska lösningar.* Schakt av förorenad jord till mätbara åtgärds mål lika med platsspecifika riktvärden, men till max 1 m u my och med byggnadstekniska lösningar som åtgärder mot ånginträning i byggnader. Omhändertagande på deponi.
- *Alternativ 4 Max schakt alla massor > PSRV.* Schakt av förorenad jord över platsspecifika riktvärden i respektive punkt, oberoende av om de förekommer i representativa medelhalter över platsspecifika riktvärden eller inte. Omhändertagande på deponi.

9.5 ANTAGANDEN OCH BERÄKNINGAR ÅTGÄRDSALTERNATIV

För att få storleksordningar på volymer som kan behöva åtgärdas och fördelningen i olika deponiklasser förknippade med olika kostnader, har ett antal antaganden gjorts för de olika delområdena och åtgärdsalternativen. Med tanke på områdets storlek och den begränsade mängden prover och analyser i förhållande till storleken är osäkerheterna mycket stora. Beräknade volymer och kostnader ska därför främst ses relativt till varandra, även om det också ger en första indikation på kommande kostnader med anledning av föroreningarna.

Förutsatt en slumpvis provtagning inom hela fastigheten och ett slumpvist urval av prov för analys så skulle en representativ medelhalt över platsspecifika riktvärden visa på ett åtgärdsbehov i hela den provtagna volymen/det delområde som medelhalten har beräknats för. Inom detaljplaneområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl. överskrider de representativa medelhalterna de platsspecifika riktvärdena för något eller några ämnen i jorden inom fyra av fem fastigheter/delområden; fastigheterna Isbrytaren 1, Kryssaren 8 och 2 (som har riskbedömts som ett område), Kanoten 2 och Södra 1:10.

I undersökningen har dock inte hela fastighetsytorna kunna provtas, bland annat eftersom byggnader täcker stora delar av ytan. Placering av provpunkter har även i delar riktats till tidigare kända föroreningar och föroreningskällor och analysurval har delvis riktats utifrån fältindikationer. Urvalet är alltså inte helt slumpmässigt. Analysdata och fältobservationer visar på en heterogen föroreningssituation som talar för att det finns sammanhängande ytor som är mindre förorenade eller rena. Därför bedöms det för konservativt att endast utgå från representativ medelhalt för att bedöma åtgärdsvolymerna inom fastigheterna. För att inte överskatta volym förorenad jord skattas volymerna utifrån andel prov över ett antaget mätbart åtgärds mål (se avsnitt 9.3), kompletterat med en säkerhetsmarginal på 20 procent för att täcka in osäkerheten i dataunderlaget.

Generellt har de ämnen som i medelhalt finns över de lägsta platsspecifika riktvärdena (kvartersmark 0-1 m) för planområdet inkluderats i beräkningarna. För ämnen där medelhalt saknas p.g.a. för lite analysdata över detektionsgräns har de inkluderats om maxhalten överstigit det platsspecifika riktvärdet. Påträffade hot spots ingår i beräknade volymer.

I Bilaga 10 beskrivs antaganden och beräkningar för alternativ 1 till 4 utifrån respektive fastighet. Resultatet av beräkningarna sammanfattas nedan. Överskottsmassor som behöver omhändertas på godkänd anläggning kan tillkomma utöver beräknade.

9.5.1 Alternativ 1 - Schakt representativ medelhalt > PSRV

Alternativ 1 innebär schakt av förorenad jord till mätbara åtgärds mål lika med de platsspecifika riktvärdena, följt av omhändertagande på deponi i olika deponiklasser. I Tabell 19 presenteras sammanfattande resultat för beräknade åtgärds volymer enligt alternativ 1. I beräkningen har prov uttagna på ett större djup än 4 m utslutits, då ett antagande om en djupare schakt än 4 m inte har antagits vara rimligt för området.

Tabell 19 Uppskattat åtgärdsbehov för alternativ 1 i volymer och mängder per delområde.

Del- område	Total volym (m ³)	Åtgärdsbehov ur risksynpunkt			Antagen mängd per deponiklass			
		Andel av volymen (%)	Volym (m ³)	Mängd (ton)*	<KM (ton)	>KM<MKM (ton)	>MKM<FA (ton)	>FA (ton)
Isbrytaren	45 000	27	12 000	21 000	2000	5000	12 000	2000
Kryssaren	78 000	45	35 000	62 000	8000	25 000	25 000	4000
Kanoten	9 000	46	4000	8000	0	3000	4000	1000
Södra1:10	38 000	47	18 000	33000	2000	18 000	11000	2000
Hela omr.	170 000	41	69 000	124 000	12 000	51 000	52 000	9000

*Fyllningens densitet har antagits till 1,8 ton/m³.

9.5.2 Alternativ 2 - Schakt representativ medelhalt > PSRV utan skydd av grundvatten

Alternativ 2 innebär schakt av förorenad jord till mätbara åtgärds mål lika med de platsspecifika riktvärdena exklusive skydd av grundvatten, följt av omhändertagande på deponi i olika deponiklasser. I Tabell 20 presenteras sammanfattande resultat för beräkningar enligt alternativ 2. Inga prov har utslutits på grund av stort provdjup i och med att få prov kvarstod när skydd av grundvatten utslutits.

Tabell 20 Uppskattat åtgärdsbehov för alternativ 2 i volymer och mängder per delområde.

Del- område	Total volym (m ³)	Åtgärdsbehov ur risksynpunkt			Antagen mängd per deponiklass			
		Andel av volymen (%)	Volym (m ³)	Mängd (ton)*	<KM (ton)	>KM<MKM (ton)	>MKM<FA (ton)	>FA (ton)
Isbrytaren	45 000	21	9000	17 000	0	5000	10000	2000
Kryssaren	78 000	35	28 000	50 000	0	27 000	18 000	5000
Kanoten	9 000	25	2000	4000	0	1000	1000	1000
Södra1:10	38 000	31	12000	21 000	0	8000	11 000	2000
Hela omr.	170 000	30	51 000	92 000	0	41 000	40 000	10000

*Fyllningens densitet har antagits till 1,8 ton/m³.

9.5.3 Alternativ 3 – Schakt max 1 m och byggnadstekniska lösningar

Alternativ 3 innebär schakt av förorenad jord till mätbara åtgärds mål lika med platsspecifika riktvärden, men till max 1 meter under markytan och med byggnadstekniska lösningar som åtgärder mot ånginträngning i byggnader. Schakt följs av omhändertagande på deponi, i olika deponiklasser.

I Tabell 21 presenteras sammanfattande resultat för beräkningar enligt alternativ 3.

Tabell 21 Uppskattat åtgärdsbehov för alternativ 3 i volymer och mängder per delområde.

Del- område	Total volym (m ³)	Åtgärdsbehov ur risksynpunkt			Antagen mängd per deponiklass			
		Andel av volymen (%)	Volym (m ³)	Mängd (ton)*	<KM (ton)	>KM<MKM (ton)	>MKM<FA (ton)	>FA (ton)
Isbrytaren	36 000	27	10 000	18 000	2000	4000	10 000	2000
Kryssaren	57 000	45	26 000	47 000	6000	19 000	19 000	3000
Kanoten	5000	46	3000	5000	0	1000	2000	1000
Södra1:10	24 000	47	11 000	20 000	1000	11000	7000	1000
Hela omr.	122 000	40	50 000	90 000	9000	35 000	38 000	7000

* Fyllningens densitet har antagits till 1,8 ton/m³.

9.5.4 Alternativ 4 - Max schakt alla massor > PSRV

Beräkningar av alternativ 4 förutsätter schakt av förorenad jord över platsspecifika riktvärden i respektive punkt, oberoende av om de förekommer i representativa medelhalter över platsspecifika riktvärden eller inte. Därefter förutsätts omhändertagande på deponi, i olika deponiklasser. Även i detta alternativ har prov uttagna på ett större djup än 4 m u my uteslutits, då ett antagande om en djupare schakt än 4 m inte har antagits vara rimligt för området.

I Tabell 22 presenteras sammanfattande resultat för beräkningar enligt alternativ 4.

Tabell 22 Uppskattat åtgärdsbehov för alternativ 4 i volymer och mängder per delområde.

Del- område	Total volym (m ³)	Åtgärdsbehov ur risksynpunkt			Antagen mängd per deponiklass			
		Andel av volymen (%)	Volym (m ³)	Mängd (ton)*	<KM (ton)	>KM<MKM (ton)	>MKM<FA (ton)	>FA (ton)
Isbrytaren	45 000	37	16 000	29 000	5000	11 000	11 000	2000
Kryssaren	78 000	50	39 000	70 000	15 000	29 000	22 000	4000
Kanoten	9 000	63	5000	9000	2000	4000	3000	1000
Södra1:10	38 000	49	19 000	34 000	2000	19 000	11 000	2000
Hela omr.	170 000	48	79 000	142 000	24000	63 000	47 000	9000

* Fyllningens densitet har antagits till 1,8 ton/m³.

9.6 ALTERNATIVANALYS

I analysen av valda åtgärdsalternativ föreslås följande utvärderingskriterier:

- Uppfyllelse av de övergripande åtgärdsmålen.
- Projektets förutsättningar inklusive teknisk genomförbarhet.
- Uppnådda resultat.
- Omgivningspåverkan under åtgärd.
- Kostnader.

Åtgärdsalternativen jämförs stegvis mot ovanstående.

9.6.1 Uppfyllelse av de övergripande åtgärdsmålen

I första hand jämförs alternativen mot de övergripande åtgärdsmålen. Av Tabell 23 framgår att åtgärdsalternativ 1 och 4, som innebär att förorenad jord över platsspecifika riktvärden avlägsnas under olika förutsättningar, uppfyller de övergripande åtgärdsmålen. Åtgärdsalternativ 2 medför delvis uppfyllelse av de övergripande åtgärdsmålen eftersom massor med ämnen som innebär risk för människors hälsa tas bort, men skydd av grundvatten utesluts. Åtgärdsalternativ 3 medför delvis uppfyllelse av de övergripande åtgärdsmålen eftersom ytliga massor med ämnen som innebär risk för människors hälsa avlägsnas, samt eftersom yttlig jord med ämnen som medför risker i grundvatten

avlägsnas. Djupt liggande jord (> 1 m u my) kommer i åtgärdsalternativ 3 inte uppfylla de övergripande åtgärdsmålen med avseende på skydd av grundvatten, men skydd av människors hälsa kan anses vara uppfyllt för att byggnadstekniska lösningar förutsätts minimera exponering genom inandning av ånga.

Tabell 23 Åtgärdsalternativ mot uppfyllelse av övergripande åtgärds mål.

Åtgärdsalternativ	Uppfyllelse av övergripande åtgärds mål			
	i.	ii.	iii.	iv.
Nollalternativ	Nej	Nej	Nej	Ja
Alternativ 1 [#]	Ja	Ja	Ja	Ja
Alternativ 2 [#]	Ja	Ja	Delvis	Ja
Alternativ 3 [#]	Ja	Delvis	Delvis	Ja
Alternativ 4 [#]	Ja	Ja	Ja	Ja

i. Området ska kunna nyttjas för bostadsändamål med flerbostäder och kvartersgårdar, förskola samt för kommersiella ändamål och kulturell verksamhet. Markföroreningar ska inte utgöra en hälsorisk för boende, barn på förskola, yrkesarbetande eller besökande inom området.

ii. Markföroreningar ska inte utgöra en risk för 50 % av arterna i markmiljön. De markfunktioner som förutsätts för den planerade markanvändningen inom området ska inte begränsas till följd av påverkan från föroreningar.

iii. Det ska inte föreligga risk för att föroreningar från området negativt påverkar grundvatten i Södertäljeåsens sträckning inom och nedströms området.

iv. Spridning av föroreningar från området ska inte bidra till att bakgrundshalterna och effektbaserade riktvärden överskrider i Igelstaviken.

#Alternativ 1 Schakt representativ medelhalt>PSRV. Alternativ 2 Schakt representativ medelhalt>PSRV utan skydd av grundvatten. Alternativ 3 Schakt max 1 m >PSRV och byggnadstekniska lösningar. Alternativ 4 Max schakt alla massor >PSRV.

9.6.2 Projektets förutsättningar inklusive teknisk genomförbarhet

I Tabell 24 jämförs åtgärdsalternativen vidare mot projektets förutsättningar inklusive teknisk genomförbarhet. I förutsättningarna har omfattats att området ska exploateras med bostäder som känsligaste markanvändning, om tillstånd eller anmälan krävs för åtgärdsalternativen (där en tillståndsprövning tar längre tid än normal anmälningsplikt), teknisk genomförbarhet, finansiering och tidsramar. För finansiering har exploateringen med sitt läge i Södertälje hamn antagits kunna bära samtliga åtgärdsalternativ. Tidsramarna antas komma att styras av anläggningsarbetena, då schaktåtgärder med anledning av markföroreningar först kan ske effektivt när nuvarande bebyggelse är borta.

Den tekniska genomförbarheten i samtliga schaktalternativ som innebär schakt under grundvattenytan har bedömts som medelsvår eller svår. Alternativ 1, 2 och 4 kräver inte schakt under grundvattenytan sett till föroreningarnas medeldjup, men sett till dataunderlaget och föroreningarnas fördelning i jordprofilen kan förorening som kräver åtgärd förekomma under uppmätta grundvattennivåer i område Isbrytaren, Kryssaren och Södra 1:10. Därför kan schakt under grundvattenytan bli aktuellt även i dessa områden.. Till vilket djup är oklart då föroreningen inte är avgränsad i djupled, men åtgärdsutredningen utgår från ett maximalt schaktdjup om 4 m u my.

Södra 1:10 är beläget i direkt anslutning till ytvatten, varför genomförbarheten av schakt under grundvattenytan har bedömts som svår. På Södra 1:10 har grundvattennivån uppmätts till mellan 2,25 och 3,27 m u my. På Isbrytaren 1 har grundvattennivån uppmätts till mellan 2,4 och 6,65 m u my (generellt motsvarande 0,2-0,3 m ö h). På Kryssaren 8 och 2 har grundvattennivån uppmätts till mellan 2,36 och 5,37 m u my. Det ska dock tilläggas att mätningar av grundvattennivåer endast utförts vid ett eller fåtal tillfällen, vilket medför att dataunderlaget för grundvattennivåer är osäkert. Inom Kanoten 2 har inga grundvattenrör installerats, men inget vatten har heller påträffats trots borring till som mest 5 m u my. Schakt under grundvattenytan bedöms därför inte bli aktuellt. I Alternativ 3 undviks schakt under grundvattenytan och genomförbarheten är lättare. Byggnadstekniska lösningar i alternativ 3 antas inte påverka den tekniska genomförbarheten nämnvärt, men påverkar finansieringen (se avsnitt 9.6.5).

Mer omfattande schakt under grundvattenytan, som kräver avsänkning av grundvattnet, kan vara tillståndspliktig vattenverksamhet. Om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas behövs inte tillstånd, enligt 11 kap. 12 § miljöbalken. Ansvaret för beslut om tillståndsansökan ligger hos verksamhetsutövaren. Tillståndsplikt kan äventyra projektets tidsplan, dock inte tidsramarna när själva åtgärderna har startat (som kriteriet i Tabell 24 nedan avser).

Endast tre brunnar med okänd användning finns i området och inga enskilda grundvattenintressen bedöms därför finnas. Allmänna intressen skulle kunna omfatta ledningar och byggnader. Generellt vid saneringsschakter kan schakten bedrivas etappvis och grundvattnet kan sänkas genom pumpning inom ett begränsat område. Vid ett sådant tillvägagångssätt och en begränsad sänkning bedöms preliminärt inte byggnader eller ledningar skadas. Det kan dock bli svårt även med en begränsad avsänkning till rimliga kostnader så nära Igelstaviken. Det bör dock utredas närmare i en projektering av åtgärderna.

Tabell 24 Åtgärdsalternativens lämplighet utifrån projektets förutsättningar.

Åtgärdsalternativ	Lämplighet utifrån projektets förutsättningar				
	Exploatering till bostäder	Teknisk genomförbarhet	Behov tillstånd	Finansiering	Tidsramar
Nollalternativ					
Isbrytaren	Nej	-	-	-	-
Kryssaren	Nej	-	-	-	-
Kanoten	Nej	-	-	-	-
Södra 1:10	Nej	-	-	-	-
Alternativ 1[#]					
Isbrytaren	Ja	Medelsvår	Kanske	Ja	Ja
Kryssaren	Ja	Medelsvår	Kanske	Ja	Ja
Kanoten	Ja	Lätt	Nej	Ja	Ja
Södra 1:10	Ja	Svår	Kanske	Ja	Ja
Alternativ 2[#]					
Isbrytaren	Ja	Medelsvår	Kanske	Ja	Ja
Kryssaren	Ja	Medelsvår	Kanske	Ja	Ja
Kanoten	Ja	Lätt	Nej	Ja	Ja
Södra 1:10	Ja	Svår	Kanske	Ja	Ja
Alternativ 3[#]					
Isbrytaren	Ja	Lätt	Nej	Ja	Ja
Kryssaren	Ja	Lätt	Nej	Ja	Ja
Kanoten	Ja	Lätt	Nej	Ja	Ja
Södra 1:10	Ja	Lätt	Nej	Ja	Ja
Alternativ 4[#]					
Isbrytaren	Ja	Medelsvår	Kanske	Ja	Ja
Kryssaren	Ja	Medelsvår	Kanske	Ja	Ja
Kanoten	Ja	Lätt	Nej	Ja	Ja
Södra 1:10	Ja	Svår	Kanske	Ja	Ja

#Alternativ 1 Schakt representativ medelhalt>PSRV. Alternativ 2 Schakt representativ medelhalt>PSRV utan skydd av grundvatten. Alternativ 3 Schakt max 1 m >PSRV och byggnadstekniska lösningar. Alternativ 4 Max schakt alla massor >PSRV.

9.6.3 Uppnådda resultat

Uppnådda resultat kan t.ex. redovisas som minskade halter, mängder och minskad spridning, lämpligen utifrån medelhalter idag mot tänkta uppnådda åtgärds mål (t.ex. platsspecifika riktvärden som medelhalter). För att jämföra alternativen relativt mot varandra har reduktionen av mängden föroreningar beräknade utifrån representativ halt idag enligt avsnitt 8.3 till en medelhalt i kg efter åtgärd jämförts (Tabell 25). Eftersom gemensamt för samtliga delområden är förorening av PAH-M

och PAH-H har beräkningen av uppnådda resultat endast fokuserat på dessa ämnen. Medelhalten efter åtgärd för alternativen (åtgärds målet) har antagits motsvara de platsspecifika riktvärdena för PAH-M och PAH-H.

Tabell 25 Åtgärdsalternativens uppnådda resultat uttryckt som mängdreduktion i kg.

Åtgärdsalternativ	Uppnådda resultat – Reduktion mängder*	
	PAH-M	PAH-H
Nollalternativ	0	0
Alternativ 1[#]		
Isbrytaren	50	32
Kryssaren	136	68
Kanoten	4	13
Södra 1:10	17	50
Hela området (avrundat)	210	160
Alternativ 2[#]		
Isbrytaren	41	26
Kryssaren	110	55
Kanoten	2	6
Södra 1:10	11	32
Hela området (avrundat)	160	120
Alternativ 3[#]		
Isbrytaren	43	27
Kryssaren	103	52
Kanoten	2	8
Södra 1:10	10	30
Hela området (avrundat)	160	120
Alternativ 4[#]		
Isbrytaren	70	44
Kryssaren	154	77
Kanoten	4	14
Södra 1:10	17	51
Hela området (avrundat)	250	190

#Alternativ 1 Schakt representativ medelhalt > PSRV. Alternativ 2 Schakt representativ medelhalt > PSRV utan skydd av grundvatten. Alternativ 3 Schakt max 1 m > PSRV och byggnadstekniska lösningar. Alternativ 4 Max schakt alla massor > PSRV.

*Representativa halter i fyllningen har antagits reduceras till det platsspecifika riktvärdet som medelhalt efter åtgärd.

9.6.4 Omgivningspåverkan under åtgärd

En större schaktvolym kan leda till större belastning på omgivningen där den största påverkan är transporter till mottagningsanläggning. Det leder i sin tur till ökad trafik i området och en ökad koldioxidbelastning från schakt- och transportfordon. Vidare finns med ökad schakt en ökad risk för föroreningsspridning genom damning och länsvatten. Damning kan förhindras genom enkla skyddsåtgärder och länsvatten renas innan ytterligare hantering. En omfattande länsvattenhantering uppstår om grundvattnet i området behöver sänkas. I aktuellt område bedöms en sänkning vara komplicerad på grund av närheten till Igelstaviken och ett genomsläppligt åsmaterial. Kostnader för länsvattenhantering inte har inkluderats i nedanstående beräkningar.

I Tabell 26 jämförs åtgärdsalternativen med varandra utifrån påverkan från transporter genom beräknad koldioxidbelastning. Belastningen har beräknats med SGF:s verktyg för carbon footprint (www.sgffmark.se).

För beräkningen av koldioxidbelastning har en körsträcka på 200 km tur och retur till närmaste IFA deponi (för icke-farligt avfall) antagits.

Valet av typ av deponi bygger på laktestet som har utförts på samlingsprover av fyllning. Syftet har varit att få en indikation på typ av deponi för omhändertagande av massor. Laktestet representerar inte de mest förorenade proverna. Merparten av värdena klarar kriterierna för inert avfall enligt NFS 2004:10. Ett värde av klorid och bly översteg dock kriteriet. Med kunskap om att schaktmassorna innehåller diverse rivningsrester och att det finns högre halter i området än vad samlingsproven representerar antas framför allt deponi för icke farligt avfall (IFA) bli aktuellt. I några fåtal prov har bly eller PAH summa cancerogena överstigit haltgränsen för farligt avfall och olja i fri fas har observerats. Erfarenhetsmässigt uppfyller ofta jordar även med dessa halter laktestkriterierna för att läggas på deponi för IFA. Beräknade halterna organiskt material (TOC) uppfyller mottagningskriterierna på IFA deponi (NFS 2004:10).

Tabell 26 Omgivningspåverkan under åtgärd uttryckt som koldioxidutsläpp från transporterna till mottagningsanläggning.

Åtgärdsalternativ	Omgivningspåverkan			
	Mängd jord (ton)	Antal lastbilar*	Transportsträcka (km)**	CO2-utsläpp (ton) ^a
Nollalternativ	0	0	0	0
Alternativ 1[#]				
Isbrytaren	21 000	1400	200	260
Kryssaren	62 000	4134	200	750
Kanoten	8000	534	200	100
Södra 1:10	33 000	2200	200	400
Hela området	124 000	8268		1510
Alternativ 2[#]				
Isbrytaren	17 000	1134	200	210
Kryssaren	50 000	3334	200	610
Kanoten	4000	267	200	50
Södra 1:10	21 000	1400	200	250
Hela området	92 000	5134		1120
Alternativ 3[#]				
Isbrytaren	18 000	1200	200	220
Kryssaren	47 000	3134	200	570
Kanoten	5000	334	200	60
Södra 1:10	20 000	1334	200	240
Hela området	90 000	5068		1090
Alternativ 4[#]				
Isbrytaren	29 000	1934	200	350
Kryssaren	70 000	4667	200	850
Kanoten	9000	600	200	110
Södra 1:10	34 000	2267	200	410
Hela området	142 000	8002		1720

*Kapacitet 15 ton

**200 km tur och retur till närmsta IFA-deponi

^aBeräknat med www.sgffmark.se. Jämförvärde från SGF, 2012; uppvärmning genomsnittlig villa 1,5 ton/år

[#] Alternativ 1 Schakt representativ medelhalt>PSRV. Alternativ 2 Schakt representativ medelhalt>PSRV utan skydd av grundvatten. Alternativ 3 Schakt max 1 m >PSRV och byggnadstekniska lösningar. Alternativ 4 Max schakt alla massor >PSRV.

9.6.5 Kostnader

I Tabell 27 jämförs slutligen kostnaderna av åtgärdsalternativen. I de uppskattade kostnaderna ingår åtgärdsförberedande provtagning, miljökontroll under entreprenad och omhändertagande av förorenad jord (enbart mottagning). Länsvattenhantering är inte beaktat i kostnadsuppskattningen. För alternativ 3 ingår en uppskattad kostnad för gas- och radonmembran samt anläggning av membran.

Beräkningen av kostnaden för membran utgår ifrån att 30 % av ytorna anläggs med gas- och radonmembran. Ingående å-priser redovisas i Tabell 28. Å-priserna är generellt exklusive påslag från entreprenör.

Tabell 27 Åtgärdsalternativ mot uppskattade kostnader (Mkr).

Åtgärdsalternativ	Uppskattade kostnader per delområde				SUMMA
	Isbrytaren	Kryssaren	Kanoten	Södra 1:10	
Nollalternativ	0	0	0	0	0
Alternativ 1 [#]	8	18	2	9	37
Alternativ 2 [#]	7	14	1	7	29
Alternativ 3 [#]	9	19	2	8	38
Alternativ 4 [#]	8	17	2	9	36

[#]Alternativ 1 Schakt representativ medelhalt>PSRV. Alternativ 2 Schakt representativ medelhalt>PSRV utan skydd av grundvatten. Alternativ 3 Schakt max 1 m >PSRV och byggnadstekniska lösningar. Alternativ 4 Max schakt alla massor >PSRV.

Tabell 28 Ingående å priser i beräknade åtgärds-kostnader. Å-priserna är generellt exklusive påslag från entreprenör.

Post	Värde	Enhet	Källa
Åtgärdsförberedande arbete, miljökontroll under entreprenad	25 000	kr/1000 m ²	Schablon WSP
Deponi <KM, inert avfall	65	kr/ton	RagnSells
Deponi KM-MKM, inert avfall	160	kr/ton	RagnSells
Deponi MKM-FA/IFA-deponi	350	kr/ton	RagnSells
Deponi >FA/IFA-deponi	650	kr/ton	RagnSells
Gas- och radonmembran	200	kr/m ²	www.tjallden.se
Antagen kostnad anläggning av membran	150	kr/m ²	Schablon WSP

10 UNDERLAG TILL RISKVÄRDERING

I den översiktliga åtgärdsutredningen har ett antal utvärderingskriterier gåtts igenom för respektive åtgärdsalternativ. I riskvärderingen värderas de olika alternativen samlat mot varandra. En tanke med riskvärderingen är att olika intressenter gemensamt ska hitta det bästa alternativet ur miljömässig, ekonomisk och teknisk synpunkt. För att göra det kan man behöva sätta upp urvalskriterierna tillsammans, eventuellt vikta dem och sen väga ihop dem för respektive åtgärdsalternativ.

Huvudmannen är den som sen fattar beslutet om åtgärdsval.

Utifrån analysen av åtgärdsalternativen ovan ger WSP ett första underlag till val av åtgärd. I ett skede närmare en åtgärd behöver åtgärdsalternativen och valet av åtgärd utredas mer i detalj.

I analysen av valda åtgärdsalternativ har ett antal kriterier gåtts igenom (se avsnitt 9.6). I Tabell 29 värderas åtgärdsalternativen översiktligt mot varandra utifrån dessa kriterier, för respektive område. Bästa alternativet har fått en 5:a och sämsta en 1:a, medan övriga tre har tilldelats 2, 3 eller 4 poäng. Om alternativen är likvärdiga har de fått samma poäng. Observera att skalan är mycket grov och att detta är en första indikation på vilken typ av åtgärdsalternativ som kan vara rimliga att utreda vidare.

Tabell 29 Översiktlig värdering av åtgärdsalternativens utvärderingskriterier på en skala 1-5.

	Uppfyllelse av övergripande åtgärds mål	Lämplighet utifrån projektets förutsättningar	Uppnådda resultat (haltreduktion)	Omgivnings-påverkan	Totalkostnad	Summa värdering
Nollalternativ						
Isbrytaren	1	1	1	5	5	13
Kryssaren	1	1	1	5	5	13
Kanoten	1	1	1	5	5	13
Södra 1:10	1	1	1	5	5	13
Alternativ 1[#]						
Isbrytaren	5	3	4	3	3	18
Kryssaren	5	3	4	3	3	18
Kanoten	5	5	4	3	3	20
Södra 1:10	5	2	5	3	3	18
Alternativ 2[#]						
Isbrytaren	4	3	3	4	4	18
Kryssaren	4	3	3	4	4	18
Kanoten	4	5	3	4	4	20
Södra 1:10	4	2	3	4	4	17
Alternativ 3[#]						
Isbrytaren	3	5	3	4	2	17
Kryssaren	3	5	3	4	2	17
Kanoten	3	5	3	4	4	19
Södra 1:10	3	5	3	4	2	17
Alternativ 4[#]						
Isbrytaren	5	3	5	2	3	18
Kryssaren	5	3	5	2	3	18
Kanoten	5	5	5	3	2	20
Södra 1:10	5	2	5	3	2	17

[#]Alternativ 1 Schakt representativ medelhalt>PSRV. Alternativ 2 Schakt representativ medelhalt>PSRV utan skydd av grundvatten. Alternativ 3 Schakt max 1 m >PSRV och byggnadstekniska lösningar. Alternativ 4 Max schakt alla massor >PSRV.

Utöver Nollalternativet hamnar de fyra olika schaktalternativen relativt nära varandra i poäng. Sett till enskilda delområden får alternativ 1, 2 och 4 högst poäng (samma poäng) för Isbrytaren, Kryssaren och Kanoten. För Södra 1:10 får alternativ 1 högst poäng.

Då alternativ 2 och 3 bara delvis uppfyller de övergripande åtgärds målen behöver riskvärderingsprocessen svara på om skydd av grundvatten kan uteslutas och om byggnadstekniska åtgärder för ånginträngning i byggnader kan bidra till att de övergripande åtgärds målen uppfylls.

Även andra kriterier kan behöva ingå i valet av åtgärd. Det kan exempelvis handla om mer detaljerade kriterier avseende konsekvenserna med att lämna kvar föroreningar eller av att sänka av grundvattnet (risk för sättningar, ökad spridning av förorenat grundvatten m.m.).

11 SLUTSATSER

Genomförda undersökningar inom planområdet Kryssaren 8 och Isbrytaren 1 m.fl., Södertälje kommun, har visat att området är förorenat i delar och att det finns ett behov av riskminskande åtgärder inför planerad markanvändning som ett bostadsområde. Slutsatserna sammanfattas mer i detalj nedan.

11.1 FÖRORENINGSSITUATIONEN

- Som helhet bör detaljplaneområdet betraktas som förorenat. Det finns både metaller och organiska ämnen i halter över bakgrundshalter. Området invid Jollen 2 som planeras som förskolegård är undantaget och bedöms inte vara förorenat.
- Föroreningsgraden och utbredningen varierar mycket. Det finns rena områden med analyserade ämnen under detektionsgräns/i mycket låga nivåer till mycket höga halter i begränsade "hot spots".
- Metaller över generella riktvärden för KM och MKM har påträffats i enstaka punkter inom Kryssaren 8 och Isbrytaren 1. Mer utbredd och högre halter av metaller (främst arsenik, bly, koppar och zink) finns i fyllning på Kanoten 2 och i kajen (Södra 1:10). I grundvatten finns en konstaterad påverkan av nickel, som inte setts i jord. Förhöjda halter av kobolt i jord under betongplatta i byggnader bedöms bero på kontaminering från kärnborr.
- Alifatiska kolväten (oljekolväten) har främst påträffats vid punktkällor med oljecisterner, en på västra sidan av byggnaden på Isbrytaren 1 och i flera punkter i ett område kring f.d. pannrum på Kryssaren 8.
- Föroreningskällan avseende oljekolväten vid Isbrytaren 1 påträffades 2001 och har undersökts vid två tillfällen efter det (2016, 2017). Jord och grundvatten i området luktar olja, men de senast uppmätta halterna visar halter som högst mellan KM och MKM. Oljelukt har noterat till 10 m. Oljelukt finns även noterat i grundvattenrör på den östra sidan av byggnaden och i ett äldre samlingsprov av jord under byggnaden har tyngre aromatiska kolväten strax över MKM uppmätts. Ingen allvarlig oljeförorening har kunnat verifieras med analyser. En hög halt alifatiska kolväten i grundvatten finns dock noterat i en punkt längre norrut, inom Södra 1:10 nära Kryssaren. Grundvattnet i aktuell punkt kan vara påverkat av jordpartiklar p.g.a. av en skada på röret (17W14).
- Mer utbredd förekomst av oljekolväten och också en konstaterad fri fas av olja (eller möjligen tjära) finns i Södra 1:10, kajen. Området ligger i närheten av det historiska oljebruket. Det eller fyllnadsmassor av okänt ursprung i kajen kan vara källor till föroreningarna i fri fas. I kajen finns även indikationer på andra organiska ämnen både från noteringar om lukt och identifierade ämnen i bredare analyser i grundvatten (spår av lösningsmedel inkl. klorerade kolväten).
- Polycykliska aromatiska kolväten, PAH:er (tjärämnen) finns generellt utbredd över stora delar av undersökningsområdet. Både jord och grundvatten är påverkat av PAH:er. Det finns också områden med mycket höga halter PAH:er som bedömts vara mer begränsade hot spots; ett centralt beläget område på Kryssaren 8 och ett under golvet centralt på Isbrytaren 1. Utbredningen i båda områdena bedöms vara begränsad i plan, men osäker i djupled.
- Det finns muntliga uppgifter om tjärasfalt och även om ingen tjärasfalt har påträffats kan förekomst inte uteslutas.

11.2 RISKBEDÖMNING

- Det finns ett behov av riskminskning i jord inom fyra av fem identifierade delområden inom planområdet (fastigheterna Isbrytaren 1, Kryssaren 2 och 8, Kanoten 2 och Södra 1:10).
- Grundvattnet är påverkat av föroreningar, men behöver inte åtgärdas som föroreningskälla. Halterna bedöms klinga av om jorden åtgärdas.
- Hälsorisker på lång sikt behöver säkerställas med avseende på PAH (Isbrytaren 1, Kryssaren 8, Kanoten 2 och Södra 1:10), oljekolväten (Isbrytaren 1) och arsenik (Södra 1:10).
- Hälsorisker på kort sikt behöver säkerställas för bly (Kanoten 2) och PAH (Kryssaren 8).
- Bly (Kanoten 2) och tyngre aromatfraktioner/oljekolväten (Kryssaren 8) kan också påverka markmiljön negativt.
- Risken för spridning till grundvatten behöver minskas avseende arsenik (Södra 1:10), bly (Kanoten 2 och Södra 1:10) och zink (Kanoten 2) samt lättare alifatiska oljekolväten (Isbrytaren 1), tyngre aromatiska oljekolväten (Isbrytaren 1 och Kryssaren 8) och PAH (Isbrytaren 1, Kryssaren 8, Kanoten 2 och Södra 1:10).
- Halterna av tyngre aromatfraktioner (Kryssaren 8 och Södra 1:10) och PAH (Isbrytaren 1, Kryssaren 8 och Södra 1:10) är så höga på delar av nämnda fastigheter att det finns risk för spridning av fri fas förorening. I Södra 1:10 finns en konstaterad fri fas olja.

11.3 ÅTGÄRDSUTREDNING

- Åtgärdsbehovet i jord finns inom fastigheterna Isbrytaren 1, Kryssaren 8 och 2 (som har bedömts samlat), Kanoten 2 och Södra 1:10. Åtgärdsutredningen är av översiktlig karaktär och valda antaganden är gjorda för att inte underskatta åtgärdsbehov och kostnader i detta tidiga skede.
- Eftersom en stor del av området ska bebyggas och anläggningsschakter ändå göras, bedöms det vara mest kostnadseffektivt att samordna anläggnings- och saneringsschakt. För planområdet bedöms därför olika schaktalternativ vara rimliga att utreda i detta skede.
- Ett nollalternativ, ett maxalternativ och tre olika schaktalternativ har utretts. Alternativ 1 utgår från schakt till åtgärdsområde motsvarande platsspecifika riktvärden som representativ medelhalt för området. I alternativ 2 har ett skydd av grundvatten uteslutits i de platsspecifika riktvärdena som åtgärdsområde, eftersom skydd av grundvatten bedöms kunna vara en riskvärderingsfråga i området. Alternativ 3 omfattar en begränsad schakt mot åtgärdsområdena till 1 m djup i kombination med tätskikt i byggnad för att förhindra ånginträngning och lukt.
- I alternativ 1 uppskattas drygt 120 000 ton jord behöva omhändertas ur risksynpunkt, fördelat på olika avfallsklasser, medan alternativ 2 och 3 landar på cirka 90 000 ton.
- Endast alternativ 1 och maxalternativet bedöms helt uppfylla uppställda övergripande åtgärdsområde. För att alternativ 2 eller 3 ska kunna bli aktuellt krävs acceptans från tillsynsmyndigheten för avsteg från skydd av grundvatten eller för kvarlämnade av föroreningar på större djup.
- Teknisk genomförbarhet varierar mellan de olika delområdena, främst på grund av närhet till grundvattenytan i delar i kombination med närheten till Igelstaviken. På Isbrytaren 1, nedre delen av Kryssaren 8 och i Södra 1:10 (kajen) kan schakt under grundvattenytan bli aktuellt. Det bedöms vara särskilt tekniskt komplicerat i kajen där vatteninströmningen troligen är mycket snabb vid pumpning och området dessutom har konstaterad rasrisk.
- Merkostnaderna p.g.a. föroreningarna (åtgärdsförberedande provtagning, miljökontroll under entreprenad och mottagningskostnader på deponi för förorenad jord) uppskattas till 29 Mkr för det minst kostsamma alternativet (2) och 38 Mkr för det mest kostsamma alternativet (3).
- I alternativ 3 har kostnaden för tätskikt i byggnader antagits konservativt till 30 % av ytan, och alternativet blir därför dyrt. I en projektering när läget för byggnaderna är fastställt kan behovet av tätskikt begränsas, om alternativet är aktuellt.

11.4 ÖVERSKOTTSMASSOR

- Med stora förestående anläggningsarbeten kommer överskottsmassor att behöva omhändertas oavsett föroreningssituation. Åtgärdsutredningen har utgått från behovet av riskminskning, men i delar sammanfaller de olika volymerna.
- Samtliga massor som ska lämna området behöver kontrolleras med avseende på föroreningsinnehåll och omhändertas utifrån föroreningsnivå. Merparten av överskottsmassor med halter över platsspecifika riktvärden bedöms preliminärt behöva omhändertas på godkänd mottagningsanläggning för icke-farligt avfall. Det kan dock finnas massor inom området som uppfyller kraven på användning i andra anläggningsarbeten. Om aktuellt måste detta dock kontrolleras innan massorna lämnar området och i vissa fall anmälas till tillsynsmyndigheten.

12 REKOMMENDATIONER

12.1 KOMPLETTERINGAR

Utifrån identifierade osäkerheter och kunskapsluckor i nu utförd utredning rekommenderar WSP nedanstående kompletteringar.

Osäkerhet; Utredningen baseras på resultat från olika undersökningar som utförts under en period av ca 15 år. Äldre resultat för halter av nedbrytbara organiska ämnen innebär vissa osäkerheter. Bland annat har det inte i de senaste undersökningarna gått att återfinna lika höga halter av oljekolväten vid punktkällan väster om byggnaden på Isbrytaren 1, som påträffades 2001.

- Komplettering; I en projektering av saneringsåtgärder bör en analys göras av vilka data som fortfarande är relevanta att använda.

Osäkerhet; Variationen i halter är stor vilket ger osäkerheter i bedömningen av representativa halter och därmed behovet av riskreduktion. De representativa medelhalterna som nu har tagits fram är konservativa, för att inte i detta tidiga skede underskatta riskerna. Området har också delats in i mindre delar genom att analysera och riskbedöma data fastighetsvis. Tydliga hot-spots har hanterats separat.

- Komplettering; I en projektering av saneringsåtgärder bör egenskapsområden inom olika fastigheter identifieras mer i detalj utifrån föroreningssituation, fyllning/naturligt lagrad jord, närhet till grundvattenyta m.fl. egenskaper. Vidare behöver projekteringen avseende saneringsåtgärder ta hänsyn till de planerade byggnadernas lägen, när de är kända.

Osäkerhet; Ett flertal hotspots har identifierats inom detaljplaneområdet. Föroreningen av PAH vid den västligare hotspot som påträffats på fastighet Kryssaren 8 är inte avgränsad, men bedöms vara begränsad. Även påträffad hot spot av PAH under Isbrytaren 1 (2001) har bedömts vara begränsad i plan. Osäkerheterna i omfattning och utbredning av oljeföroreningarna (Isbrytaren 1 och Kryssaren 8) samt metallföroreningen på Kanoten 2 är större. Detta leder till osäkerheter i uppskattade mängder föroreningar och åtgärdsbehovet.

- Komplettering; Försök att avgränsa de hot spots som är kända har gjorts, utan att helt ha kunnat avgränsa dem i plan eller djup. Utbredningen i plan bedöms generellt dock vara begränsad, varför mer noggrann avgränsning föreslås ske i samband med schakt i ett åtgärdsskede. Planering för detta behöver göras i projekteringen. Det behöver också finnas beredskap för att fler hot spots påträffas i samband med anläggningsarbetena.
- Komplettering; För att inte riskera inträngning av flyktiga föroreningar i oacceptabla halter eller som kan ge luktproblem föreslås en fördjupad riskbedömning baserat på till exempel kompletterande undersökning av porluft eller test med avseende ämnenas tillgänglighet i jorden i planerade lägen för byggnader, när de är kända. Den fördjupade riskbedömningen

följs av mer detaljerade slutsatser kring åtgärdsbehovet, till exempel schaktsanering under delar av byggnader eller skyddsåtgärder i form av byggnadstekniska åtgärder.

Vidare återstår det att utföra en riskvärdering, som mynnar i förslag till val av åtgärd och mätbara åtgärds mål. Vi rekommenderar att riskvärderingen görs i samråd i en projektgrupp med berörda aktörer, till exempel fastighetsägare, kommunens planenhet och kommunens tillsynsmyndighet. Ett första underlag till riskvärdering finns i och med utförd åtgärdsutredning och underlag till riskvärdering (kapitel 9 och 10).

12.2 HANTERING AV FÖRORENADE SCHAKTMASSOR

Schakt i förorenad jord är anmälningspliktig. Innan schaktarbeten får ske måste en anmälan om avhjälpandeåtgärd enligt § 28 Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd göras till tillsynsmyndigheten senast 6 veckor innan arbetena startar.

Inför en efterbehandlingsåtgärd eller ett anläggningsarbete i förorenad jord behöver tillvägagångssätt för hanteringen planeras i ett projekteringsskede. Som underlag bör åtgärdsförberedande provtagning (före eller i samband med anläggningsarbetena) utföras för att klassificera fyllningen i enhetsvolym utifrån planerat omhändertagande. Detta för att styra rätt massor till rätt deponiklass, baserat på kemiska halter och andra avfallskriterier såsom utlakningsegenskaper och halt organiskt material.

Ett kontrollprogram behöver vidare tas fram och beskriva klassificeringen av förorenade massor, förebyggande skyddsåtgärder och provtagning för att verifiera uppfyllelse av åtgärds mål. Kontrollprogrammet bifogas lämpligen anmälan om avhjälpandeåtgärd. Underlag behövs också till entreprenadarbetena i form av bland annat planer för schakt utifrån deponiklass.

12.3 HANTERING AV LÄNSHÅLLNINGSVATTEN

Mängden förorenat länshållningsvatten som behöver omhändertas bör i möjligaste mån minimeras. Om schakt ska ske på större djup nära Igelstaviken, där grundvattennivåerna ligger på mellan 2 och 3 meter under markytan kommer sannolikt stora mängder länshållningsvatten att behöva hanteras. Behovet av en schakt under grundvattnet behöver beslutas baserat på en värdering mellan miljönyttan, den tekniska genomförbarheten och kostnaderna för detta. Tillsynsmyndigheten bör vara med i dialogen inför beslutet.

Om länshållning krävs behöver hantering och utsläpp stämmas av med tillsynsmyndigheten. Vid ett anmälningsförfarande ska hanteringen beskrivas, lämpligen i ett kontrollprogram.

13 REFERENSER

Avfallsförordningen, 2011. Avfallsförordning SFS 2011:927.

Avfall Sverige, 2007. Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor. Rapport 2007:01.

KFS AnläggningsKonstruktörer AB, 2008. Södertälje hamn, Uthamnen. Redovisning av översiktlig föroreningsundersökning. Uppdragsnr. A57540, daterad 2008-09-11.

Länsstyrelsen, 2014, Inventering av förorenade sediment, Översikt av föroreningssituationen i utvalda vattenområden, Rapport 2014:14. Länsstyrelsen i Stockholms län.

Länsstyrelsen, 2016. Information från EBH-stödet, länsstyrelsernas databas över potentiellt förorenade områden, 2016-09-13. Länsstyrelsen i Stockholms län.

Golder, 2001a. PM Översiktlig miljöundersökning av Isbrytaren 1 och Kryssaren 8 Södertälje. Uppdragsnr. 0170104, daterad 2001-03-06.

Golder, 2001b. Miljöteknisk markundersökning inom fastigheterna Kv. Isbrytaren och Kv. Kryssaren i Södertälje. Uppdragsnr. 0170205, daterad 2001-06-07.

Naturvårdsverket och SPI, 1998. Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer. Naturvårdsverket rapport 4889.

Naturvårdsverket 2006. Rapport 5536. Metaller mobilitet i mark. Författare Berggren Kleja D, Elert M, Gustafsson J P, Jarvis N, Norrström A-C.

Naturvårdsverket 2007. Rapport 5736 Oavsiktligt bildade ämnens hälso- och miljörisker - en kunskapsöversikt. ISBN 91-620-5736-7.

Naturvårdsverket, 2009a. Riktvärden för förorenad mark. Rapport 5976.

Naturvårdsverket, 2009b. Riskbedömning av förorenade områden. Rapport 5977.

Naturvårdsverket, 2009c. Att välja efterbehandlingsåtgärd. Rapport 5978.

Naturvårdsverket, 2009d. Provtagningsstrategier för förorenad jord. Norrman, m.fl. Rapport 5888 (Hållbar sanering).

Naturvårdsverket, 2010. Återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Handbok 2010:1, utgåva 1.

Naturvårdsverket, 2016a. Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark. Tabell publicerad juni 2016 på www.naturvardsverket.se.

Naturvårdsverket 2016b. Metaller som miljögift. Elektronisk källa: <http://www.naturvardsverket.se/Samar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/>

Naturvårdsverket 2017. Datablad för Polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Kemakta konsult och Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet. Rapport 2011, reviderad maj 2017.

NFS 2004:10. Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfarande för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall.

SGF, 2012. Carbon footprint från efterbehandling och andra markarbeten. Användarhandledning, 2012-05-25. Beräkningsverktyg www.sgemark.se.

SGU, 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten, SGU-rapport 2013:01.

SGU, 2016. Sveriges geologiska undersöknings författningssamling. Föreskrifter om ändring i Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter (SGU-FS 2013:2) om miljökvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten. SGU-FS 2016:1.

SGU, 2017. Kartgeneratoren och kartvisaren. http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html och <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>

SMHI, 2017. Klimatdata. Elektronisk källa: <https://www.smhi.se/klimatdata/>

SPI, 2011. SPI Rekommendation. Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar.

Sweco, 2007a. Memorandum Phase 1 soil and groundwater assessment. Uppdragsnr. 1155044000. Daterad 2007-09-14.

Sweco, 2007b. Report Kryssaren 8, Södertälje. Phase II Environmental site assessment. Uppdragsnr. 1155044.011. Daterad 2007-12-11.

Södertälje kommun, 2014. Delegeringsbeslut DB § 2014-242. Beslut angående kvarlämnad markförorening, fastighet Kryssaren 8. Daterat 2014-01-27. Dnr. 2007-1555.

Telge AB, 2012. Slutrapport på utförd miljökontroll med anledning av sanering av förorenad mark i Uthamnen.

Toxnet. 2016. Elektronisk källa: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~8DuW7K:3VISS>
2017. Södertäljeåsen-Södertälje Vattenförekomst: SE656464-160473 och Igelstaviken
Vattenförekomst: SE590990-174015, hämtningsdatum 2017-11-05. Vatteninformationssystem
Sverige.

WSP, 2016a. Teknisk- och miljö due diligence. Isbrytaren 1, Södertälje, Sverige. Uppdragsnr 10238879, slutrapport daterad 2016-11-08.

WSP, 2016b. Teknisk- och miljö due diligence. Kryssaren 8, Södertälje, Sverige. Uppdragsnr 10238879, slutrapport daterad 2016-11-08.

WSP, 2016c. Översiktlig miljöteknisk markundersökning (fas 2). Isbrytaren 1 och Kryssaren 8, Södertälje. Uppdragsnr. 10238879, slutrapport daterad 2016-11-08.

WSP, 2016d. Resultatrapport översiktlig miljöteknisk markundersökning. Kanoten 2, Kryssaren 2, Södra 1:10 (kajen) och intilliggande vägfastigheter, Södertälje.

WSP, 2017a. Miljöundersökning, riskbedömning och åtgärdsförslag Panncentralen, Isbrytaren 1, Södertälje kommun. WSP Sverige AB, uppdragsnummer 10255631, granskningsversion daterad 2017-12-13.

WSP, 2017b. Miljöundersökning, hälsoriskbedömning och åtgärdsförslag Hamnmagasinet, Kryssaren 2, Södertälje kommun. WSP Sverige AB, uppdragsnummer 10255633, granskningsversion daterad 2017-12-14.

Vägverket, 2004. Hantering av tjärhaltiga beläggningar, Vägverket. Publikation 2004:90.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 36 500 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 3 700 medarbetare. www.wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
[wsp.com](http://www.wsp.com)

