

Tolust ETT AB och Munksjö Sweden AB

SÖDRA MUNKSJÖOMRÅDET

Översiktliga miljötekniska markundersökningar – fältrapport



**Jönköping 2009-05-14
Sweco Environment AB
Vatten & Miljö, Jönköping**

Håkan Wennerberg

Marie Börnell

Uppdragsnummer 1300120000

SWECO
Östra Strandgatan 10
Box 145, 551 13 Jönköping
Telefon 036-15 18 00
Telefax 036-71 09 65

Uppdrag 1300120000; hwen
p:\1353\1300120_södra_munksjöområdet\000\19
original\fältrapport\raver1.0.doc

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Omfattning och avgränsningar	2
1.4	Organisation	3
2	Områdesbeskrivning	4
2.1	Allmänt	4
2.2	Skyddsvärda objekt och miljöer	4
2.2.1	Munksjön	4
2.2.2	Vättern	5
2.3	Planförhållanden och områdesskydd	5
2.4	Framtida markanvändning	6
2.5	Tidigare och nuvarande verksamhet	7
2.6	Känslighet och skyddsvärde hos skyddsobjekt	7
2.7	Geologiska och geohydrologiska förhållanden	8
2.8	Geotekniska förhållanden	9
2.9	Flora och fauna inom undersökningsområdet	10
3	Tidigare utredningar	10
4	Utförda undersökningar	10
4.1	Allmänt	10
4.2	Provtagning av jord och asfalt	11
4.2.1	Allmänt	11
4.2.2	Skrubborrning	11
4.2.3	Provgropsgrävning	12
4.2.4	Provtagningsstrategi	12
4.2.5	Fältanalyser	13
4.2.6	Laboratorieanalyser	13
4.3	Mätningar med XRF-instrument	14
4.4	Provtagning av grundvatten	15
4.4.1	Fältanalyser	16
4.4.2	Laboratorieanalyser	16
4.5	Inmätning och avvägning	17
4.6	Mätning av grundvattennivåer	17
5	Bedömningsgrunder	18
5.1	Allmänt	18
5.2	Jord	18
5.3	Grundvatten	19
5.4	Asfalt	19
6	Resultat av mätningar och analyser	19
6.1	Provtagning av jord	19
6.1.1	Jordlagerföljder	19
6.1.2	Fältanalyser och asfalt	21
6.1.3	Laboratorieanalyser	22
6.2	Mätningar med XRF-instrument	24
6.3	Provtagning av grundvatten	25
6.3.1	Fältanalyser	25
6.3.2	Laboratorieanalyser	25
6.4	Inmätning och avvägning	26
6.5	Mätning av grundvattennivåer	26

Bilagor:

1. Fältobservationer från skruvborrning och provgropsgrävning
2. Sammanställning av analysresultat och jämförelsevärden, jordprover
3. Sammanställning av analysresultat och jämförelsevärden, grundvattenprover
4. Sammanställning av analysresultat och jämförelsevärden, laktester
5. Koordinatlista samt resultat från avvägningar av grundvattennivåer
6. Kopior av analysprotokoll för jordprover, grundvattenprov och laktester
7. Historisk inventering – Redovisning av potentiellt förorenade områden (Ritning 1203319-1A)
8. Provtagningsplan (Ritning 1300120-1)
9. Ungefärlig utbredning av befintliga markbeläggningar (Ritning 1203319-3)
10. Områdesindelning (Ritning 1300120-2)
11. PM Föroreningsbilder (Sweco Viak, 2008-06-02)

1 Inledning

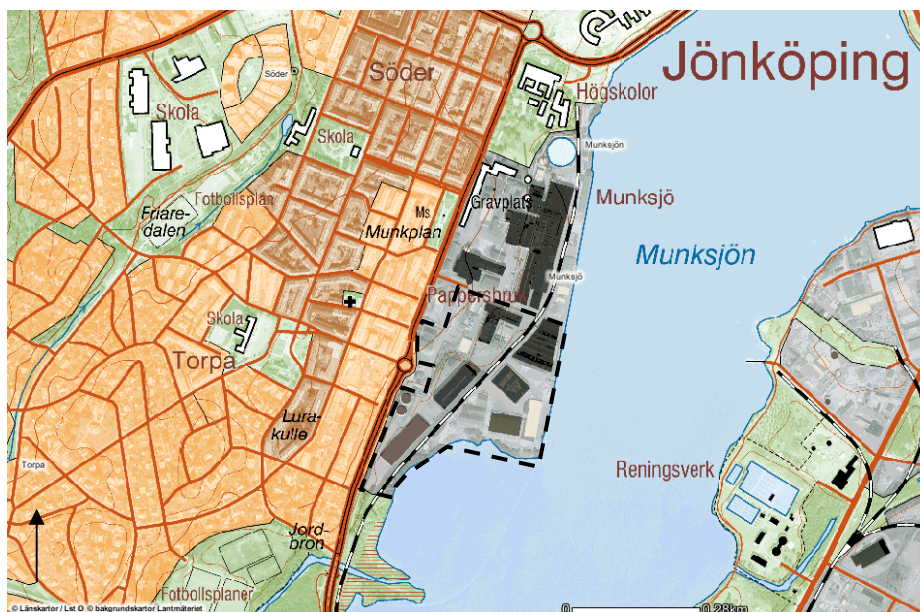
1.1 Bakgrund

Tolust ETT AB har förvärvat fastigheten Lappen 5, där idag Munksjö Paper AB bedriver verksamhet. Inom det förvärvade området planerar man att uppföra bland annat bostadsbebyggelse.

På uppdrag av Tolust ETT AB och Munksjö Sweden AB har Sweco utfört miljöutredningar vilka omfattat historisk inventering, miljötekniska markundersökningar, geotekniska undersökningar, fördjupad riskbedömning samt beräkning av åtgärdskostnader.

Sweco utförde inledningsvis en miljöhistorisk inventering av det aktuella markområdet, vilken redovisades 2008-01-25. Syftet med den miljöhistoriska inventeringen var att erhålla kunskap om den nuvarande och framförallt tidigare verksamhet som bedrivs/bedrivits på den aktuella fastigheten. Inventeringen resulterade bl a i framtagandet av sex potentiellt förorenade områden (PFO) förutom utfyllnadsområdet öster om järnvägsspåren. Lokaliseringen av dessa PFO:n, tillsammans med annan information, åskådliggörs på en uppdaterad situationsplan i **bilaga 7**. Baserat på information från den historiska inventeringen togs en provtagningsplan fram.

Därefter har översiktliga och fördjupade miljötekniska markundersökningar och geotekniska undersökningar utförts inom det berörda markområdet, se figur 1. Resultatet av de miljötekniska markundersökningarna presenteras i föreliggande rapport.



Figur 1. Översikt över Munksjö Paper AB:s verksamhetsområde i centrala Jönköping. Område aktuellt för exploatering är markerat, vilket motsvarar undersökningsområdet

1.2 Syfte

Syftet med strategin och utförandet av de miljötekniska markundersökningarna har varit att erhålla resultat som bedöms som tillräckliga för att ligga till grund för en fördjupad riskbedömning.

Inledningsvis har en översiktlig undersökning utförts med fokus på potentiellt förorenade områden eller bedömda hotspots. I efterföljande skeden har kompletteringar utförts i syfte att om möjligt avgränsa konstaterade föroreningar i plan och profil.

1.3 Omfattning och avgränsningar

De miljötekniska undersökningarna har genomförts inom den del av fastigheten Lappen, som är belägen söder om Bygatan på Munksjö Paper AB:s verksamhetsområde. De genomförda undersökningarna har utförts i enlighet med överenskommelse mellan Sweco och Tolust ETT AB och har omfattat följande moment:

- Provgropsgrävning i 19 punkter. Fältbestämning av jordlagerföljd samt jordprovtagning.
- Skruvborring i 61 punkter. Fältbestämning av jordlagerföljd samt jord- och asfaltsprovtagning.

- Installation av observationsrör för grundvattenprovtagning i 23 punkter. Grundvattenprovtagning vid tre tillfällen samt mätning av grundvattennivåer vid fyra tillfällen.
- Fältmätningar med PID på utvalda jordprover samt fältmätning med XRF på ett antal slipers.
- Laboratorieanalys, inklusive lakförsök av utvalda prover (har utförts av Lantmännen AnalyCen AB).
- Inmätning av provpunkters läge.
- Sammanställning och redovisning av undersökningsresultat.

Följande avgränsningar har gjorts:

- Byggnadernas status har inte bedömts inom ramarna för dessa undersökningar. En miljö- och kulturminnesinventering av nuvarande byggnader kommer dock att genomföras av exploatören.

1.4 Organisation

Uppdragsorganisationen framgår av tabell 1.

Tabell 1. Uppdragsorganisation

Arbetsuppgift	Personal	Företag
Uppdragsledare Koordination av fältarbeten	Louise Johansson Håkan Wennerberg	Sweco
Fältgeotekniker	Lars Freding Anders Petersson	Sweco
Miljöprovtagare	Niklas Ekberg Kristin Lundgren Niklas Karlsson	Sweco
Grävmaskinist	Lars Eriksson	Transab
Mättekniker	Maria Berglund Mikael Argus	Sweco
Utvärdering, rapportering	Håkan Wennerberg Niklas Ekberg	Sweco
Granskning	Marie Börnell Louise Johansson	Sweco

2 Områdesbeskrivning

2.1 Allmänt

Den aktuella fastigheten är belägen i de södra delarna av centrala Jönköping, se figur 1. Huvuddelen av området är bebyggt eller hårdgjort. I öster gränsar fastigheten till Munksjön, i norr till Bygatan och norra delen av Munksjö Paper AB:s verksamhetsområde. Genom området passerar ett järnvägsspår, tidigare stambana för järnvägs trafik mot Vaggeryd. Undersökningsområdet gränsar i söder mot Tabergsåsån och de industriområden som är belägna söder om ån. Avstånd till närmaste bostäder är cirka 100 m, bostäderna är belägna väster om Barnarpsgatan. Väster om fastigheten ligger även bl a en bensinstation, två kommunala fastigheter och två oljecisterner. Dessa cisterner rymmer vardera 5 000 m³ eldningsolja och används av Jönköping Energi som reservenergi vid kall väderlek. En av cisternerna står idag tom och bägge cisternerna kommer att nedmonteras.

Efter kontakt med Miljökontoret (Oldén, pers. komm.) och Räddningstjänsten (Lövgren, pers. komm.) kan det konstateras att det under de senaste 10-15 åren inte har inträffat några omfattande tillbud på bensinstationen. År 1999 inträffade ett mindre bensinläckage i samband med tankning, och år 2002 sanerades ca 10 m³ förorenad jord efter ett läckage av avfettningsmedel.

Stora delar av det aktuella området har också blivit utfyllt under det att verksamheten vid fabriken vuxit. Enligt jordartskartan (SGU Ser. Ae nr 59. Jordartskartan 7 E Jönköping SV) gäller detta i princip hela markområdet öster om järnvägen (samt delar av Munksjön).

2.2 Skyddsvärda objekt och miljöer

2.2.1 Munksjön

Munksjön har tidigare omgetts av stora våtmarksområden, men på grund av omfattande utfyllnader är stora delar av stränderna enahanda och artfattiga. Sjöns vattenkvalitet är starkt påverkad av en lång tids omfattande industriella och kommunala utsläpp. På grund av utsläpp från bl a Munksjö AB finns stora mängder kvicksilver och PCB i sjöns sediment. Dessutom förekommer koppar och zink i förhöjda halter. Under de senaste 25 åren har ett 50-tal studier genomförts beträffande föroreningsituationen i sjön (Länsstyrelsen, 2007). Undersökningarna har främst avsett förekomst av kvicksilver, övriga

tungmetaller och organiska miljögifter i vatten, sediment, fiberbank, plankton, bottenfauna och fisk.

Munksjön hyser på grund av sin näringsrikedom flera intressanta växtarter och har en hög fiskproduktion (ex gös). Sjön har en stor betydelse som rast- och övervintringslokal för änder och andra sjöfåglar. I Länsstyrelsens vattenvårdsprogram placeras Munksjön i naturvärdesklass III, "skyddsvärde i övrigt". Informationen har hämtats från (Thörne, 1999).

Från en preliminär version av vattendirektivet bedöms den ekologiska statusen i Munksjön vara otillfredsställande (expertbedömning) trots att biologiska parametrar (fisk och bottenfauna) och fysikalisk-kemiska parametrar (näringsämnen) visar på måttlig status. De mycket omfattande morfologiska och hydrologiska förändringarna i sjön (utfyllnader, invallningar, fibersediment, pumpningar av vatten) motiverar en sänkning av den sammanvägda ekologiska statusen från måttlig till otillfredsställande status.

Munksjön är föremål för omfattande undersökningar då det utgör ett kraftigt förorenat område med hög risk för påverkan på statusen i Munksjön samt Vättern. Förberedande arbete pågår för eventuell förestående sanering (ansvarsutredning, riskanalys mm). Detta arbete pågår parallellt med den pågående miljöutredningen inom Lappen 5.

2.2.2 Vättern

Enligt ovan så rinner vatten från Munksjön ut i Vättern. Vättern utgör riksintresse för en rad aspekter samt är av internationellt intresse genom att sjön är Natura 2000 objekt. Fet fisk i sjön är belagd med kostrestriktioner, p g a förhöjt innehåll av t ex dioxin och PCB. Ytterligare tillförsel av dessa ämnen till Vättern ska begränsas.

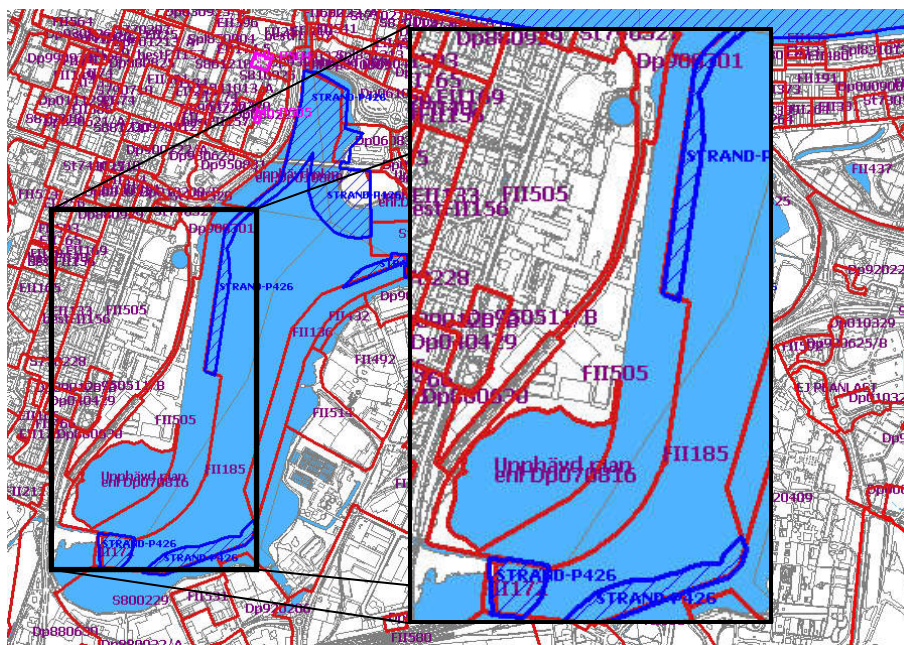
2.3 Planförhållanden och områdesskydd

Gällande planer på området framgår av figur 2. Största delen av området ingår i planen FII505 från 1961 i vilken Munksjö AB:s område anges som område för industriändamål. I samband med att delar av nuvarande fastighet bytte ägare upprättades en ny plan över pannområdet och järnvägsspåren 1989-90. Denna plan (Dp900301) anger järnvägsspåren som kvartersmark använd för industriändamål.

I plan DP950511/B anges området med oljecisterner som kvartersmark med tekniska anläggningar. Området där Kommunal, Jönköpings län, huserar anges i denna plan som kvartersmark för kontor.

Tidigare har vattenområdet direkt söder om fastigheten också varit planlagd som industriområde, men denna del av planen upphävdes i Dp070816. Detta område är därför ej planlagt idag och berörs därför inte heller av strandskydd.

Det generella strandskyddet saknas eller är till största delen upphävt runt Munksjön, Delar av Tabergsåns mynning berörs dock av strandskydd, se figur 2, området är beläget utanför aktuellt undersökningsområde.



Figur 2. Områden med strandskydd i anslutning till Munksjön har markerats med blått raster. Gällande planer anges i lila text.

2.4 Framtida markanvändning

Exploatören och tillika fastighetsägaren (Tolust ETT AB) planerar att inom området uppföra bostadsbebyggelse av stadskaraktär, sannolikt inkluderande parkeringsytor under mark. Planarbete för att möjliggöra denna förändring har ännu inte påbörjats.

2.5 Tidigare och nuvarande verksamhet

För uppgifter om tidigare och historisk verksamhet på det aktuella området hänvisas till Sweco Viak (2007a).

Idag driver Munksjö Paper AB tillverkning av dekorpapper samt elektrotekniskt papper. År 2004 avyttrades affärsområdet Hygien till SCA, som bedriver tillverkning av papper på Munksjö Paper AB:s område i Jönköping.

På den del av Munksjö Paper AB:s verksamhetsområde som är aktuell för exploatering och där miljötekniska markundersökningar har utförts pågår idag en begränsad verksamhet. I en av byggnaderna pågår fortfarande konverteringsverksamhet i form av kräppning av papper, och några byggnader nyttjas som förråd och lager. De flesta byggnader står dock mer eller mindre tomma.

2.6 Känslighet och skyddsvärde hos skyddsobjekt

I enlighet med MIFO¹ har känslighet och skyddsvärde bedömts. Med hänsyn till att det inom området planeras bostadsbebyggelse bedöms känsligheten vara "mycket stor".

Skyddsvärdet för de växter och djur som idag finns inom området bedöms vara "litet" till "måttligt" med hänsyn till att området är starkt påverkat av den verksamhet som bedrivs/har bedrivits på platsen. Stora ytor är hårdgjorda/bebyggda och stora mängder fyllnadsmassor finns inom området.

Den hittillsvarande och pågående utvecklingen av områdena kring norra delen av Munksjön pekar entydigt på en möjlighet för en fortsatt utveckling av markerna kring hela Munksjön, och därmed på sjön själv. Munksjön är redan nu basen för många vattenaktiviteter såsom vattenskidtävlingar, roddtävlingar och metartävlingar med SM-status. (Svensk MKB, 2005).

Enligt Länsstyrelsen bedöms därför känsligheten, enligt MIFO, för Munksjön som "stor". Detta motiveras av att det i sjön idag och i framtiden ska kunna bedrivas fiske, och i framtiden även bad. Även skyddsvärdet ses som "stort" med motiveringen att sjön idag redan är starkt påverkad och inte tål någon ytterligare belastning. Det "stora" skyddsvärdet motiveras också av att Munksjön mynnar i Vättern som

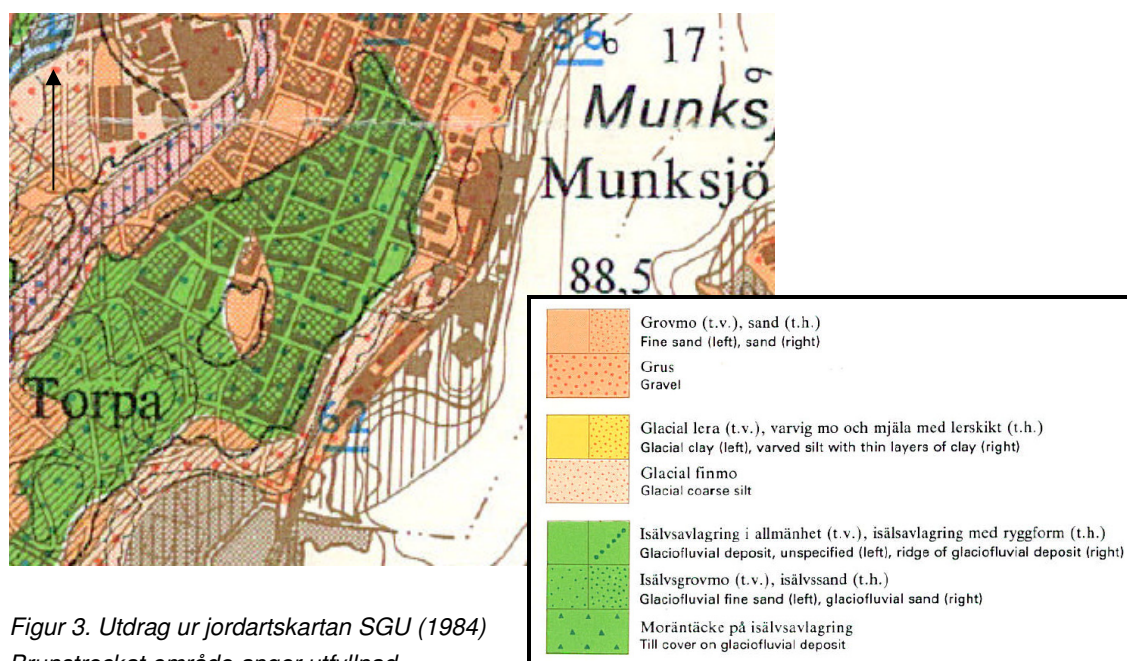
¹ "Metodik för inventering av förorenade områden" NV Rapport 4918

är dricksvattentäkt och därmed har "mycket stort" skyddsvärde. För Vättern har en bevarandeplan för Natura 2000 tagits fram av Vätternvårdsförbundet (2007).

2.7 Geologiska och geohydrologiska förhållanden

Som tidigare nämnts är stora delar av det aktuella området utfyllt under det att verksamheten vid fabriken vuxit. Detta gäller framförallt markområdet öster om järnvägen. Markytan är huvudsakligen belägen på höjder mellan +89 och +90 m.ö.h. inom de västligaste delarna av området ligger på höjder kring +97 m.ö.h.

Naturliga jordlager inom området består till huvudsak av sand och silt, se figur 3. Väster om fastigheten ligger mäktiga lager med glaciofluvial sand vilket täcker större delarna av stadsdelen Torpa. Den höjdskillnad som återfinns mellan Barnarpsgatan i väster och Munksjön i öster får därför ses som naturlig. Vid exploatering av fastigheten har jordmassor uttagits ur slänten och förflyttats österut för att på sätt erhålla ett terrassliknande utseende på de västra delarna av det nu aktuella området.



Figur 3. Utdrag ur jordartskartan SGU (1984)
Brunstreckat område anger utfyllnad.

Grundvattennivåerna på området ligger ytligt över större delen av det aktuella området (mellan +88,8 och +89,3 m.ö.h), jämför Munksjöns nivå vid undersökningstillfället (ca +88,8 m.ö.h). Den generella grundvattenströmningen bedöms vara belägen i östlig riktning.

Jorden i området bedöms som mycket vattengenomsläpplig (se Sweco VBB, 2008).

Enligt Brunnsarkivet (SGU) finns inga vattentäkter inom undersökningsområdet. I närområdet (Barnarpsgatan 48) finns en djupborrad brunn registrerad. Vättern, vari närbelägna Munksjön mynnar, är dricksvattentäkt för 250 000 konsumenter (bl a Jönköping).

2.8 Geotekniska förhållanden

Parallellt med de miljötekniska undersökningarna har geotekniska undersökningar utförts. Till viss del har dessa undersökningar kompletterat varandra. Genomförandet av och resultatet av de geotekniska undersökningarna redovisas mer detaljerat i separat rapport (Sweco VBB, 2008).

Enligt den geotekniska undersökningen är i princip hela området utfyllt och med den största delen av mäktigaste fyllningsdjupen öster om järnvägen. Eventuellt kan inom några delar av området där fyllningen ej är så mäktig grundläggning ske på packad fyllning sedan fyllningen urschaktats, dock erfordras härvid också omfattande grundvattensänkningar. För motsvarande ytor öster om järnvägen föreslås att överbyggnaden väljs 75 cm.

VA-ledningar öster om järnvägen kan om fyllningen, torv och mesa urschaktas under ledningarna (cirka 2-3 meter) grundläggas i sanden. För VA-ledningar som läggs djupare än 1,5 meter under grundvattennivån i närheten av Munksjön kan erfordras att dessa nedläggs i schakt under vatten. För övrigt bedöms grundvattnet kunna avsänkas med wellpoint i VA-ledningsschakten.

Vid eventuell grundläggning av byggnader under grundvattenytan i närheten av Munksjön kan erfordras schakt inom spont och grundvattensänkning i pumpbrunnar eventuellt undervattensgjutning.

2.9 Flora och fauna inom undersökningsområdet

Området är till stor del asfalterat (se situationsplan i **bilaga 9**). Mot Munksjön i södra delen av området finns en trädridå av al och sly och stora områden som är vassbeväxta. Längst i söder stod området vid undersökningstillfället under vatten.

Förutom slänten mot Barnarpsgatan i väster finns några högre slänter i områdets nordvästra del bland annat mot bensinstationen.

3 Tidigare utredningar

I samband med borttagning av förrådstankar för asfalt och paraffin vid tidigare uppställningsplats (PFO 2) i början av 2007, utförde Sweco Viak (på uppdrag av SKANSKA) provtagning och analys av jordprover från de massor som skrapades av från markytan och forslades bort. Resultatet av analyser visade på att massorna innehöll PAH, bly och zink i halter över MKM (mindre känslig markanvändning). Genom meddelande daterat 2007-09-06 anser Länsstyrelsen att föroreningarnas utbredning inom det aktuella området samt en okulär besiktning av betongrännan för asfaltsledning bör genomföras. Denna undersökning har införlivats i den nu genomförda miljöutredningen.

Recipientkontroller utförs löpande av vattnet i Munksjön, vilken bedöms som ett väl undersökt område.

En del geotekniska undersökningar har tidigare utförts inför grundläggningsarbeten på området.

4 Utförda undersökningar

4.1 Allmänt

Sweco utförde under veckorna 5-7 2008 undersökningar av jord, grundvatten och asfalt inom södra Munksjöområdet i Jönköping. Kompletterande fältarbeten utfördes i februari och april 2009. Momenten vid fältarbetena har utförts i enlighet med de riktlinjer och metoder som ges i Naturvårdsverkets vägledning vid undersökningar om förorenade områden (rapport 4310, 4311 och 4918).

Provpunkternas lägen har baserats på framtagen provtagningsplan men har anpassats efter rådande förhållanden. Det som påverkat

provpunkternas lägen har bl a varit lägen för underjordiska kablar, ledningar och installationer samt tillgänglighet i och omkring byggnader. Dessutom har några punkter längst i söder flyttats p.g.a. att området var översvämmat vid provtagningstillfället.

Nedan beskrivs undersökningarna mer i detalj.

4.2 Provtagning av jord och asfalt

4.2.1 Allmänt

Provtagning av jord utfördes dels genom skruvprovtagning och dels genom provgropsgrävning. Skruvprovtagningen medger vanligen provtagning av jord också på större djup, medan provgropsgrävningen kan ge en bättre bild av hur det översta 1-2 meter mäktiga jordskiktet ser ut. Möjligt djup vid provgropsgrävningen avgörs till stor del av jordens sammansättning. Vid provgropsgrävning djupare än ungefär 2 meter rasar kanterna på gropen ofta ner igen och omöjliggör i dessa fall den visuella överblicken om hur jordlagren ser ut.

Placeringen av provtagningspunkternas läge baserades i första skedet på den historiska inventeringen, samt i senare skede på inkomna analysresultat och iakttagelser från de första provpunkterna.

Provtagningspunkternas lägen framgår av situationsplanen i **bilaga 8**.

4.2.2 Skruvborrning

Totalt togs sammanlagt jordprover ut från 61 provpunkter genom borrning med borrarbandvagn. Till denna siffra kommer 15 punkter där skruvprovtagning utförts enbart i geotekniksyfte och de 19 punkter där enbart installation av grundvattenrör utförts. Från dessa punkter har också jordprover uttagits men ej skickats för analys.

Prover uttogs i skikt beroende på jordlager och föroreningsindikatorer, alternativt halvmetersvis om avvikande skikt inte noterades. Prover togs från markytans nivå ner till bedömt naturligt material.

4.2.3 Provgropsgrävning

Provgropsgrävning genomfördes för att få en bättre bild av jordlagerföljder, samt för att få tillräckligt med material för att kunna genomföra laktester på fyllningen ifrån ett par provgropar. Totalt grävdes 19 provgropar utspridda inom området. Jordprov togs ut som samlingsprov för varje halvmeter, där så var möjligt, eller anpassat efter jordartsgränser/fyllningens karaktär.

För laktester togs samlingsprov ut från hela djupet i provgropen, vilket innebar enbart fyllnadsmaterial. Delprov från varje skikt i provpunkten lades tillsammans i en ny tom diffusionstät plastpåse. Provet homogeniserades innan det skickades iväg till laboratoriet.

På grund av ytligt beläget grundvatten har inte provgroparna kunnat utföras till djup för naturligt avsatt material. Tre provgropar (3a-3c) utfördes i främsta syfte att undersöka det framträngande grundvattnets utseende. I en punkt (PG13) omöjliggjordes djupare grävning än ca en meter på grund av sprängsten.

Några provgropar fick stå öppna någon dag, för okulär kontroll av framträngande grundvatten.

4.2.4 Provtagningsstrategi

Jordprov har tagits direkt från skruven efter att ytskiktet skrapats bort. Vid detta förfarande minimeras risken för kontaminering från ovanliggande jordlager. Vid provgropsgrävning med grävmaskin har prov tagits ut, antingen direkt från skopan eller från högar upplagda på marken från respektive djup. Provbenämning har skett efter förutbestämda riktlinjer.

Lagerföljder har noterats i ett projektspecifikt fältprotokoll för varje punkt, där även färg, lukt, eventuell VOC-mätning (se avsnitt 4.1.3 nedan) och provnivå för laboratorieanalys har angetts. Mellan provtagningarna har skruvborren rengjorts mekaniskt genom att skrapa, tvätta, torka eller borsta bort kvarvarande material. Asfalt har avlägsnats innan fortsatt provtagning skett ner i jordlagren, för att minimera risk för kontaminering.

Utifrån provpunktens läge, vilken PFO (potentiellt förorenat område) den har legat i, samt syn- och luktintryck har inledningsvis i genomsnitt två prover valts ut från varje provpunkt för analys på laboratorium. De utvalda proverna har överförts samma dag, efter

provberedning (homogenisering), från den diffusionstäta plastpåsen till av laboratoriet tillhandahållna glasburkar.

Samtliga prover sparas i kylskåpstempererat utrymme till slutförandet av projektet, dock längst i 3 månader efter provtagningsdatum.

4.2.5 Fältanalyser

VOC-mätning utfördes på förmodat förorenade jordlager. För VOC-mätningarna användes en fotojoniseringsdetektor (PID) av märket Minirae 2000. Då ett jordlager antogs vara förorenat, utifrån syn- och/eller luktrintryck, togs ett separat prov från detta lager. Provet lades vacuumtät plastpåse i en fältbod, med indragen värme, över natten för att provet skulle hålla rumstemperatur då mätningen genomfördes. Detta för att mätningen skulle ge ett så korrekt resultat som möjligt.

Visuell kontroll av innehållet av stenkolstjära i asfalt utfördes med hjälp av vit markeringspray (PAH-indikator). Detta för att bedöma asfaltens innehåll av stenkolstjära vilket kan vara vanligt i äldre asfalt. Utifrån resultaten valdes totalt tio (asfalts)prover ut för analys på laboratorium.

4.2.6 Laboratorieanalyser

Utvalda jordprover skickades till laboratorium för analys samma eftermiddag som provtagning utfördes. Analyserna har utförts av Eurofins, AnalyCen, i Lidköping. Flertalet av utförda analyser är ackrediterade med undantag för analyser av PCB, terpener och delar av valda screeningpaket.

I den inledande fasen av de miljötekniska undersökningarna skickades jordprover från olika delar av fastigheten in till laboratorium för s.k. screeninganalys. Detta paket omfattar ett flertal parametrar, t ex metaller, oljeparametrar, PAH, klorerade ämnen, PCB m.m. Syftet med analyserna var att få en bild över föroreningssituationen och kunna rikta kommande analyser mot en mindre mängd parametrar.

Framförallt har analyser därefter genomförts med avseende på oljeparametrar, PAH och metaller samt kemiska parametrar såsom pH och glödrest, se tabell 2. Enstaka prover har analyserats med avseende på PCB, klorerade lösningsmedel, dioxiner och terpener. Asfaltsprover har analyserats med avseende på PAH. Som underlag

för riskbedömningen har tre laktester utförts genom standardiserade skaktest.

Efter att svar erhållits på de första analyserna beslutades att komplettera med ytterligare analyser på redan upptagna jordprover, i syfte att avgränsa påträffade föroreningar i djupled.

Tabell 2. Sammanställning över antal genomförda analyser på jordprov, även inkluderande analyser på asfaltsprover. Uppgifterna är ungefärliga.

Parameter	Antal analyser (ca)
Screening	10
Alifater, aromater, BTEX, PAH	60
Alifater, aromater, PAH	80
PAH	15
Metaller	40
pH	20
Glödrest	20
Klorerade lösningsmedel, PCB, dioxiner, terpener	1-5 per parameter
Laktest	3

4.3 Mätningar med XRF-instrument

Mätning med XRF-instrument har genomförts på prov från järnvägs-slipers uttagna på tre platser utmed järnvägsspåret inom det aktuella området i syfte att undersöka förekomsten av CCA-impregnerade slipers (krom, koppar, arsenik).

För mätningarna utnyttjades röntgenfluorescensanalysator NITON 702 med en sluten strålkälla, nuklid ¹⁰⁹Cd med aktivitet 370 MBq. Röntgenfluorescensanalys (XRF-analys) bygger på att ett prov som bestrålas sänder ut karaktäristisk röntgenstrålning. Denna registreras som ett röntgenspektrum där de olika topparna motsvarar förekomst av specifika grundämnen.

För varje prov genomfördes en mätserie om 5-7 mätningar. Från dessa resultat beräknades medelvärdet, vilket redovisas i resultatdelen (avsnitt 6.5). Om uppmätt halt underskred instrumentets detektionsgräns användes halva detektionsgränsen vid medelvärdesbildningen.

4.4 Provtagning av grundvatten

Inom ramarna för genomförda undersökningar har totalt 23 grundvattenrör installerats på det undersökta området. Dessa rör har främst haft som syfte att ge information om grundvattnets flödesriktning samt föroreningsinnehåll.

Vattnets kvalitet har undersökts dels genom fältanalys i samband med uttag av vattenprover och dels genom laboratorieanalyser.

Inledningsvis installerades tre grundvattenrör (0804, 0823, 0825) på olika delar av det 10 ha stora området. Provtagningen i dessa (se nedan) hade som syfte att ge en bild av föroreningssituationen i grundvattnet och ge underlag för fortsatta grundvattenanalyser.

Ytterligare sex grundvattenrör (GV1-6) placerades i området som blivit utfyllt utmed strandlinjen till Munksjön. Dessa sattes med spetsen i förmodat naturligt material och filter från spetsen till en bit under grundvattenytan. Detta för att undersöka grundvattnets kvalitet som rör sig genom fyllningsmaterialet ut till Munksjön, samt att undvika att få med möjlig oljefilm som kunde ligga på grundvattenytan. Ett kompletterande, kortare, rör (GV2b) installerades dock med filter i nivå med grundvattenytan.

Det elfte av grundvattenrören (0847) borrades ner så djupt som det var möjligt att komma utan foderrörsborrning, 9 meter i detta fall, för att undersöka förekomsten av klorerade lösningsmedel. Detta rör blev sedermera sönderkört av den tunga trafiken på området.

Efter begäran från Länsstyrelsen utfördes kompletterande provtagning i installerade grundvattenrör i februari 2009. Under april månad 2009 installerades ytterligare 12 grundvattenrör i det utfyllda området, också detta efter begäran från Länsstyrelsen.

Provtagning av grundvatten har genomgående skett med en peristaltisk pump i syfte att minimera avgången av eventuella flyktiga ämnen i vattnet. Innan grundvattenprovtagning har grundvattenrören rensumpats ett par rörvolymmer.

4.4.1 Fältanalyser

I samband med provtagning av grundvatten mättes även vissa kemiska parametrar med hjälp av en flödescell (WMS 7030) De parametrar som mättes och dokumenterades var vattnets pH, elektrisk konduktivitet, syrehalt samt redoxpotential.

För grundvatten från tre av de installerade rören har vissa av de undersökta parametrarna också analyserats på laboratorium för att erhålla en referensram till utförda fältanalyser.

4.4.2 Laboratorieanalyser

Inledningsvis valdes prover från två grundvattenrör (0823 och 0825) ut för screeninganalys på laboratorium (innefattande bl a metaller, oljeparametrar, PAH, klorerade lösningsmedel och klorfenoler). Då dessa analyser inte visade på någon förekomst av de analyserade parametrarna fokuserades vid senare analyser på metaller, oljeparametrar och PAH.

Metallhalter analyserades både på filtrerade och ofiltrerade prover för att få en bild över metallernas partikelbundenhet. Grundvatten från det djupa röret 0847 analyserades också med avseende på klorerade lösningsmedel. Inför analyser av oljeparametrar och PAH har dekantering skett på laboratorium, vilket innebär att det är den lösta fraktionen i grundvattnet som har analyserats.

I februari genomfördes en förnyad provtagningsomgång i de installerade grundvattenrören. Laboratorieanalyser utfördes enligt samma procedur som vid första tillfället.

I april 2009 skickades grundvattenprover från de 12 nyinstallerade rören för analys på laboratorium. Vid denna omgång skedde analys på filtrerade och ofiltrerade (men dekanterade) prover med avseende på metaller, oljeparametrar och PAH.

Samtliga analyser har utförts av Eurofins (AnalyCen) i Lidköping.

4.5 Inmätning och avvägning

Inmätning av provtagningspunkter, provgropar och grundvattenrör har genomförts i flera omgångar i takt med att antalet punkter utökats. Inmätning i plan och avvägning av höjder har utomhus genomförts med GPS-instrument.

För punkter belägna inomhus har läget i plan bestämts genom mätning från kända punkter (t ex hörn på byggnader). Avvägning av höjder har inte kunnat genomföras inomhus eller i trånga passager där husväggar omöjliggjort en höjdbestämmning.

Inmätning har skett i Jönköpings lokala koordinatsystem, och avvägning (z-koordinat) enligt RH 00.

4.6 Mätning av grundvattennivåer

Avvägning av grundvattnets nivå har genomförts vid totalt fyra tillfällen i ett urval av eller samtliga installerade grundvattenrör:

- 2008-02-26 (GV1-6, 0804, 0823, 0825, 0847)
- 2009-02-03 (GV1-6, 0804, 0823, 0825)
- 2009-03-27 (GV1-18, 0804, 0823, 0825)
- 2009-04-01 (GV7-18)

Mätning har utförts med ljus- och ljudlod och tillsammans med resultat av utförda inmätningar och avvägningar har grundvattnets nivåer (i m.ö.h.) kunnat beräknas.

5 Bedömningsgrunder

5.1 Allmänt

Inom ramarna för de miljötekniska markundersökningarna ingår en förenklad riskbedömning vilket innebär att erhållna analysresultat på jord, grundvatten och asfalt jämförs med relevanta jämförvärden. Nedan presenteras vilka värden som har använts.

5.2 Jord

Till stöd för bedömning av föroreningshalter i mark har Naturvårdsverket tagit fram generella riktvärden för förorenad mark. Riktvärdena är uppdelade med hänsyn till markanvändning:

- Känslig markanvändning (KM), t.ex. bostadsområden.
- Mindre känslig markanvändning (MKM), t.ex. kontor, industrier och vägar.

Inledningsvis har i uppdraget generella riktvärden från 1990-talet använts, vilka finns att hämta ur Naturvårdsverket (1998 och 1996). Under uppdragets gång har Naturvårdsverket presenterat uppdaterade riktvärden avseende förorenad mark (Naturvårdsverket, 2008). Det bör noteras att jämförelse görs med de tidigare riktvärden som förelåg då uppdraget påbörjades.

De generella riktvärdena från 1996 och 1998 gäller under vissa förutsättningar, som framgår av Naturvårdsverket (1998). Bland annat förutsätter riktvärdena att halten organiskt material är 2 % samt att jordens pH ligger inom intervallet 5-7. Lägre värden kan innebära att riskerna underkattas

Halten organiskt material i jorden och jordens pH har analyserats för 26 jordprover från det aktuella området. Halten organiskt material (TOC) varierar mellan 0,2 och drygt 14 %, med ett medelvärde på ca 3 %. Jordens pH-värde varierar mellan drygt 7 och 12 med ett medelvärde på 8,7.

I jämförelsen har också använts riktvärden avseende rekommenderade haltgränser för klassificering av förorenade massor som farligt avfall (Avfall Sverige, 2007).

5.3 Grundvatten

Organiska ämnen har jämförts med i Kemakta (2006) föreslagna riktvärden för exponeringsvägarna "ångor i byggnader" och "miljörisker för ytvatten".

Halter av metaller har jämförts med indelning av tillstånd, Naturvårdsverket (1999), med skala från "mindre allvarligt" upp till "mycket allvarligt".

Dessutom har medtagits referensvärden för naturligt förekommande joner, metaller och konduktivitet i grundvatten i magasin som utgörs av sand- och grusavlagringar (SGU, 2008).

5.4 Asfalt

För asfaltsprover har jämförvärden från Svenska kommunförbundet (2004) använts.

6 Resultat av mätningar och analyser

I nedanstående avsnitt ges en sammanfattning av erhållna resultat från genomförda undersökningar. Större datamängder finns samlade i bilagor, till vilka det hänvisas i respektive avsnitt. Kopior på analysprotokoll är samlade i **bilaga 6**. I **bilaga 11** åskådliggörs föroreningsituationen i olika jordskikt.

6.1 Provtagning av jord

Nedan görs en genomgång av de resultat som erhållits avseende föroreningar i mark m.m. Avsnittet inleds med en översikt över jordlagerföljder inom området.

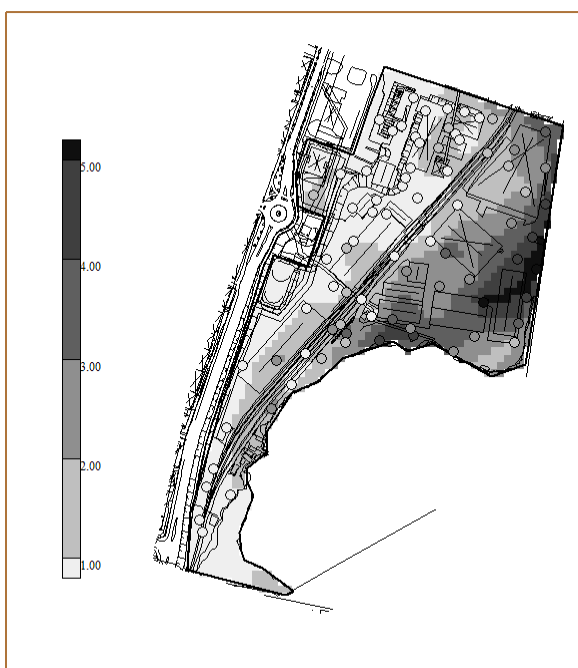
6.1.1 Jordlagerföljder

Över hela det undersökta området har fyllning påträffats i de översta jordskikten. Mäktigheten och typen av fyllnadsmassor varierar dock. Mäktigast bedöms fyllningen vara inom området öster om järnvägen där fyllningens mäktighet har uppgått till ca 5-6 meter, se [figur 4](#).

På den västra sidan av järnvägsspåret bedöms fyllningens mäktighet variera mellan 0 och 2 m. Fyllningen består av främst sand och grus, på några platser har noterats inslag av slagg, organiskt material, aska

och tegel kunnat noteras. Fyllningen underlagras av naturliga sandiga eller siltiga jordlager. Det finns tendenser att dessa sandlager kan underlagras av åter grövre (grusigare) fraktioner.

Även inom utfyllnadsområdet öster om järnvägsspåret domineras fyllningen av sandfraktioner, men ställvis har det påträffats mesa, organiskt material, slagg, tegel och i något fall metallskrot. Mesan har främst påträffats i den nordöstra och östligaste delen av utfyllnadsområdet. I ett flertal provtagningspunkter och provgropar har noterats olje- och tjärlukt. Vid provgropsgrävning kunde konstateras att fyllnadsmassorna är tydligt skiktade, se [figur 5](#).



Figur 4 Fyllningens mäktighet inom undersökningsområdet



Figur 5 Tydliga skikt i provgrop i utfyllnadsområdet
(foto: H Wennerberg)

Inom detta område underlagras fyllningen framförallt i den västra delen av torv eller sandblandad torv. Djupet till torven ökar i östlig riktning på fyllnadsområdet, och här underlagras fyllningen främst av sandfraktioner.

I samtliga provtagningspunkter har jordlagerföljden noterats, se **bilaga 1**.

6.1.2 Fältanalyser och asfalt

På utvalda jordprover utfördes mätning av flyktiga organiska kolväten med s.k. PID-instrument. Generellt detekterades låga halter, även om det noterats oljelukt från provet. Resultaten av VOC-mätningar återfinns tillsammans med jordlagerföljder i **bilaga 1**.

Utifrån visuell kontroll av innehållet av stenkolstjära i asfalt skickades totalt tio asfaltsprover på analys på laboratorium med avseende på PAH. Proverna valdes ut från provtagningspunkter fördelade över undersökningsområdet (se figur 6). Resultatet av denna analys visar på halter som i samtliga fall understiger värden från Svenska kommunförbundet (2004), tabell 3.



Figur 6 Översikt över provtagningspunkter för asfalt. Färgskalan anger uppmätt halt PAH16 (mg/kg TS) i dessa asfaltprover

Tabell 3. Resultat från analys av PAH i asfalt

	Parameter		
	PAH _{canc}	PAH _{övriga}	PAH ₁₆
Jämförvärden¹	-	-	70
	-	-	300
	-	-	1 000
Provtagningspunkt			
0809	10	10	20
0837	1,9	2,3	4,2
0840	2,9	1,0	2,9
0847	20	47	67
0849	1,4	1,3	2,7
0851	2,0	4,6	6,6
0858	2,9	2,1	5
0861	2	0,9	2,9
0862	2	1,8	3,8
GV5	1,8	2,4	4,2
GV6	1,8	1,3	3,1
PG7	3,8	7,8	11,6
PG13	2,1	1,4	3,5

¹ Svenska kommunförbundet (2004)

6.1.3 Laboratorieanalyser

Samtliga resultat från laboratorieanalyser återfinns i **bilaga 2** tillsammans med jämförande riktvärden. Provtagningspunkterna i bilagan är ordnade efter delområden (A-E), vilka tagits fram i samband med den parallellt utarbetade fördjupade riskbedömningen, se **bilaga 10**.

I dessa delområden ingår de PFO (potentiellt förorenat område) som togs fram vid den historiska inventeringen. Nedan sker en kortare sammanfattning av erhållna analysresultat.

I PFO 1 (tjärdränksområdet) domineras föroreningsbilden av PAH och tyngre alifater. Alifater i halter över KM har påträffats i två punkter (0815 och 0828), medan halterna i omkringliggande punkter underskrider detta riktvärde. Avseende PAH har de högsta halterna detekterats i de övre jordskikten och då i halter över MKM.

Vid PFO 2 (läge för f.d. cisterner) har detekterats PAH-föroreningar i halter både över KM och över MKM. I en punkt påträffades nickel och vanadin i halter över KM i det översta jordskiktet. Vid provgroppsgrävning genom befintlig ledningskulvert kunde konstateras kraftigt förorenad jord direkt i anslutning och under kulverten. Denna förorening har kommit av att kulverten saknat betongbotten, och bitumen har förmodligen runnit genom de trästockar som utgjorde botten. I den närmaste halvmeteren under kulverten har både alifater och PAH över MKM noterats. Den förorenade jorden underlagras av sand där halter understiger detektionsgräns.

Tillsammans bildar PFO 1 och PFO 2 det som benämns delområde A. Med några få undantag har PAH-föroreningarna kunnat avgränsas i djupled genom kompletterande analyser. Resultatet från dessa analyser tyder också på att påträffade föroreningar avtar söderut och bedöms som avgränsade en bit in i delområde C. Mot norr och väster bedöms föroreningar kunna påträffas fram till fastighetsgräns.

Vid PFO 3, PFO 5 och PFO 6 (delområde C och E) överskrider bara ett fåtal analyser (PAH) riktvärdet för KM. Utanför transformatorstationen i PFO 5 har PCB detekterats i halt i nivå med KM. I dessa områden ligger metallhalterna under KM.

I PFO 4 (delområde D) har främst diffusa PAH-föroreningar detekterats i halter något överstigande KM. Några metallföroreningar har inte kunnat noteras i detta område. Analysresultat avseende jordprover från övriga ytor inom området väster om järnvägen uppvisar samma mönster.

I det utfyllda området öster om järnvägsspåren (delområde B) har analyser utförts på jordprover både från skruvprovtagning och från provgroppsgrävning. Från den senare har samlingsprover från hela gropens djup (exkl eventuell överbyggnad) skickats för analys då fyllningen bestått av tunna skikt av olika material. Att fyllningen är heterogen speglas också i analysresultaten.

Över hela området öster om järnvägen har detekterats PAH-halter överstigande KM, och i flera fall över MKM. I flertalet punkter bedöms

halterna avta mot djupet. Ställvis har höga metallhalter konstaterats, då främst avseende kadmium, koppar, bly och zink. Då påträffade föroreningar inte kan antas härstamma från någon punktkälla, är det svårt att göra avgränsningar i plan.

Halter av terpenener, bekämpningsmedel, klorerade lösningsmedel, klorfenoler och dioxiner har samtliga varit under analysmetodernas detektionsgränser.

Resultat från utförda laktester tyder på låg lakbarhet för flertalet metaller i fyllningsmaterialet (se **bilaga 4**).

6.2 Mätningar med XRF-instrument

Resultatet av XRF-mätningar av prov från järnvägsslipers på området visar på en förekomst av arsenik, koppar och krom och zink i ett av uttagna prover, se tabell 4. Halterna är dock inte av den storleksordningen att det med säkerhet kan sägas om impregnering har skett med CCA-medel. Mätning med XRF-instrument ger en kvantitativ uppskattning av halterna, men för en säkrare halt kan laboratorieanalys behöva genomföras.

Tabell 4. Resultat från mätning med XRF-instrument på uttagna slipersprover. Resultatet anges i ppm som medelvärde från 5-7 mätningar per prov. Vid halt under instrumentets detektionsgräns har halva detektionsgränsen använts för beräkningen.

Parameter	Provnummer		
	1	2	3
As	1 220	314	5
Cu	60	38	38
Cr	240	70	28

I tabellen redovisas medelvärden i ppm från genomförda mätserier. I de fall då halten underskridit instrumentets detektionsgräns har halva detektionsgränsen använts för medelvärdesbildningen.

6.3 Provtagning av grundvatten

I detta avsnitt presenteras kortfattat resultaten från provtagning och analys av grundvattenprover. Samtliga analysresultat, tillsammans med jämförande riktvärden, återfinns i **bilaga 3**.

6.3.1 Fältanalyser

Uppmätt konduktivitet varierar mellan 16 och 97 mS/m. Vid jämförelse med resultat från laboratorieanalyser ligger resultaten från fältmätningarna något lägre. Det kan konstateras att konduktiviteten är något förhöjd jämfört med utnyttjat referensvärde (SGU, 2008).

Värdet på grundvattnets pH stämmer överens mellan fältmätningar och laboratorieanalyser och varierar generellt mellan knappt 7 och 8. I ett grundvattenrör (GV5) uppmättes pH till drygt 10 vid första mätningstillfället 2008-02-13, vilket indikerar att grundvattnet här är 100-1000 gånger mer basiskt än i övriga grundvattenrör. En förklaring till detta kan vara närheten till den tidigare kalkbränningsugnen med tillhörande kalkupplag. Även i GV10 kunde noteras ett förhöjt pH-värde i grundvattnet (9,3) vid den senaste provtagningsomgången 2009-04-01.

Redoxpotentialen i grundvattnet varierar stort inom området (från -56 till knappt 200) och syrehalten är generellt låg eller obefintlig.

Okulär kontroll av grundvattnet i ett antal grävda provgropar visade på oljefilm i t ex två av groparna PG3, se figur 7.

Figur 7 Oljefilm på framträngande grundvatten i PG 3 (foto: H Wennerberg)



6.3.2 Laboratorieanalyser

I de grundvattenprov som skickats för screeninganalys har varken PCB, bekämpningsmedel, klorerade lösningsmedel eller klorfenoler påträffats i halter över detektionsgräns.

I grundvatten från totalt fyra grundvattenrör (GV2 och GV2b vilka är belägna på samma plats och närbelägna GV14 samt GV11) har PAH_{övriga} detekterats i halter överstigande riktvärden för miljörisker i ytvatten enligt Kemakta (2006). Föroreningen domineras av naftalen och acenaften vilka utgör närmare 100 % av innehållet av PAH_{övriga} i grundvatten från GV14 resp ca 70 % i grundvatten från GV11.

I grundvatten från GV2b noteras även alifater (>C5-C12) samt bensen i halter högre än riktvärdet för ångor i byggnader enligt Kemakta (2006). Dessa grundvattenrör är placerade intill äldre VA-ledningar (bl a utloppsledning från f d kommunalt avloppsreningsverk).

6.4 Inmätning och avvägning

Resultatet av inmätningar och avvägningar återfinns i form av en koordinatlista, vilken redovisas i **bilaga 5**.

6.5 Mätning av grundvattennivåer

Utförda lodningar av grundvattenytans läge i de installerade grundvattenrören kan tillsammans med utförda avvägningar ge en uppfattning av grundvattenytans lutning och således grundvattenflödet genom fastigheten.

Resultatet av lodningarna tyder på ett grundvattenflöde i östlig eller sydöstlig riktning. Grundvattnets högsta nivå har uppmätts i rör 0804 (+89,2-89,3), se **bilaga 5**.

Referenser

Tryckta referenser

Avfall Sverige, (2007). *Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor*. Avfall Sveriges rapport 2007:01.

Kemakta, (2006). *Riktvärden för ämnen i grundvatten vid bensinstationer*. Reviderad version. Kemakta AR 2005-13

Länsstyrelsen, (2007). *Ansvarsutredning för undersökningar och utredningar av Munksjön, Jönköpings kommun*. Version för kommunikering, 2007-10-26.

Naturvårdsverket, (1996). *Generella riktvärden för förorenad mark*. Rapport 4638, Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, (1998). *Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer*. Rapport 4889, Naturvårdsverket och SPI.

Naturvårdsverket, (1999). *Metodik för inventering av förorenade områden – bedömningsgrunder för miljökvalitet*. Rapport 4918. Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, (2008). *Tabell över generella riktvärden för förorenad mark*. Publicerad på Naturvårdsverkets hemsida 2008-10-24. <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Efterbehandling-av-fororenade-omraden/Riskbedomning/Nya-generella-riktvarden-for-fororenad-mark/Tabell-over-generella-riktvarden-for-fororenad-mark/>

SGU, (1984). *Jordartskartan 7 E Jönköping SV*. SGU Ser. Ae nr 59. Offsetcenter AB, Uppsala, 1984

SGU, (2008). *Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter om statusklassificering och miljökvalitetsnormer för grundvatten*, SGU-FS 2008:2.

Svenska kommunförbundet, (2004). *På väg igen – Vägen tillbaka för återvunnen asfalt*.

Svensk MKB, (2005). *Munksjön - den nya stadssjön. Aktuella miljöförhållanden och möjliga scenerier*. Preliminär rapport, 2005-02-18. Svensk MKB.

Sweco Viak, (2008a). *Södra Munksjöområdet – Miljöhistorisk inventering avseende verksamhetslokaler och fastighet på Munksjö Paper AB:s verksamhetsområde söder om Bygatan*. SWECO VIAK AB, 2008-01-25.

Sweco Viak, (2008b). *Provtagningsplan – Södra Munksjöområdet*. Provtagningsplan för riktad provtagning av bedömt potentiellt förorenade områden. SWECO VIAK AB, 2008-01-25.

Sweco VBB, (2008). *Munksjö industriområde – södra delen*. Geoteknisk undersökning. Rapport och projekteringsunderlag.

Thörne, L., (1999). *Vattenkvalité: I vår vattenöversikt för Jönköpings kommun – sjöar och vattendrag*.

Vätternvårdsförbundet, (2007). *Bevarandeplan för NATURA 2000 i Vättern*. Remissversion 071116.

Åslund, P., (1994). *Metaller i vatten*. VA-hygien, Hofors. Svenska förhållanden.

Muntliga referenser

Johansson, Annelie. Avdelningschef inom miljö- och samhällsbyggnadsavdelningen, Länsstyrelsen i Jönköpings län.

Lövgren, Clas. Räddningstjänsten, Jönköpings kommun.

Oldén, Lennart. Miljökontoret, Jönköpings kommun.

Wettermark, Mats. Planavdelningen, Stadsbyggnadskontoret, Jönköpings kommun.