

Golder Associates AB

Björkgatan 73
753 23 UPPSALA
Tel: [46] (0)18 65 16 00
Fax: [46] (0)18 65 16 01
<http://www.golder.se>



SCHAKTNING OCH TERMISK BEHANDLING AV PAH- FÖRORENADE MASSOR PÅ GASVERKSTOMTEN

MILJÖKONTROLL



Version:FINAL

Datum: 2005-09-22

Uppdragsnummer: 0270404

Uppdragsgivare: GFK Region Ytterstad

Förord

Inom ramen för Stockholms stads LIP-projekt marksanering erhöles tillstånd att genomföra saneringsåtgärder genom dom i miljödomstolen. Tillståndet var förenat med olika villkor varav bland annat kontrollprogrammet kom att bli omfattande jämfört med normalfallet. Efter upphandlingsförfarande enligt LOU erhöles Golder Associates AB (Golder) uppdraget att genomföra miljökontrollen enligt beslut av domstol och i vissa fall myndigheter. Golder har i vissa fall anlitat underkonsulter. Denna rapport som avser Gasverkstomten har utarbetats av Golder för att beskriva och dokumentera arbetet, hur kontrollprogrammet genomfördes samt vilka saneringsresultat och påverkan på omgivningen som kunde konstateras. En motsvarande rapport har tidigare redovisats avseende sanering av Klara sjö och ytterligare en rapport kommer att redovisas för saneringen av Lyftkranen. Dessa rapporter får sammantaget vara den slutredovisning som krävs enligt de miljörättsliga kraven. Arbetet har samtidigt påbörjats att sammanställa en mer erfarenhetsinriktad rapport med syfte att närmare analysera vad som kunnat göras bättre enligt kontrollprogrammet.

Claes-Henrik Niklasson

Hans Söderström

Sammanfattning

Golder Associates AB (Golder) har på uppdrag av Stockholms gatu- och fastighetskontor (GFK) utfört miljökontrollarbeten i anslutning till schaktning och termisk behandling av PAH-förorenade massor på Gasverkstomten. Miljökontrollen grundas på det tillstånd och de villkor som fastställdes 2003-04-22. Entreprenaderna utgör en del av Stockholms stads LIP-projekt, vilket innefattar saneringsåtgärder vid Gasverkstomten (Hjorthagen), Kv. Lyftkranen (Ulvsunda), Klara sjö och del av Sickla (Hammarby Sjöstad).

Miljökontrollen har bestått av provtagning och klassificering av schaktmassor, arbetsmiljö- och omgivningskontroller samt kontroll av entreprenörernas egenkontroll vad gäller efterlevnad av villkor och skyddsåtgärder.

På gasverkstomten har tidigare funnits en omfattande gasproduktion och biproduktsverksamhet, Värtagasverket, där bl.a. stenkolk utgjort huvudråvara. Gasproduktionen har gett upphov till restprodukter, däribland tjära och koks, vilka lämnats kvar i underjordiska cisterner, s.k. tjärfack. Saneringen har utförts av "hot spots" där föroreningskällorna avlägsnats som en akut åtgärd för att minska ytterligare belastning av recipienten (Lilla Värtan) samt ge en god byggbar miljö. Arbetena har innefattat tömning och rengöring av tjärfack, avlägsnande av ledningar och uppgrävning av fyllningsjord i rörgravar.

Tillstånd för verksamheten och villkor enligt miljöbalken lämnades av Miljödomstolen till Stockholms kommun (miljödom, M 289-01) vilken bl.a. omfattat schaktning och termisk behandling av högst 20 000 ton förorenade massor. Schakt- och masshanteringsentreprenaden utfördes av Skanska och den termiska behandlingen av Bilfinger Berger.

I den termiska anläggningen matades de förorenade massorna in i en roterugn där massorna renades från organiska föroreningar genom termisk avdrivning. Renade massor återanvändes som fyllnadsmassor i entreprenaden. Rökgaserna renades i två efterbrännkammare där föroreningarna bröts ned till koldioxid och vattenånga. Rester av stoft, kvicksilver och andra ämnen avskiljdes från den renade gasen med partikelfilter, släckt kalk och aktivt kol. Emissionerna kontrollerades slutligen med ett övervakningssystem innan de släpptes ut i atmosfären.

Totalt hanterades ca 14 000 ton förorenade massor varav 12 000 ton behandlades termiskt. Föroreningarna bestod huvudsakligen av tjärämnen som bl.a. innehåller s.k. PAH (polycykliska aromatiska kolväten). Medelhalten av PAH i de förorenade massorna som behandlades termiskt var ca 3 000 mg/kg TS. Efter behandling var medelhalten av PAH 9 mg/kg TS. 90 percentilhalten låg

för samtliga metaller i den obehandlade jorden under riktvärdet för mindre känslig markanvändning. Totalt avlägsnades ca 36 ton PAH och ca 19 kg kvicksilver från de termiskt behandlade massorna. Den största andelen PAH som avlägsnades utgjordes dock sannolikt av fri fas tjära som grävts eller sugits upp från tjärfacken. Uppskattningsvis har ca 250 ton PAH avlägsnats på detta sätt.

Analysen på PAH och metaller utgjorde kontrollparametrar för den termiskt behandlade jorden, enligt kontrollprogram. Vid en mer omfattande analys upptäcktes bensen i de behandlade massorna, vilket inte kunde förväntas förekomma då ämnet har låg kokpunkt. Medelhalten på de återfyllda massorna ligger strax ovanför riktvärdet för mindre känslig markanvändning. Vid avdunstnings- och laktester visade sig dock bensen vara ca 13 gånger hårdare bunden till jordpartiklarna än vad som antagits i de handlingar som ligger till grund för Naturvårdsverkets generella riktvärden. Av detta skäl bedöms risken för negativa miljö- eller hälsoaspekter med avseende på bensen vara obetydlig.

En omfattande omgivningskontroll och kontroller inom arbetsområdet utfördes i anslutning till saneringen. Dessa bestod bl a av kontroller på utsläpp från vattenreningsanläggningen, emissioner till luft från den termiska anläggningen, besiktningar av den termiska anläggningen, miljöronder, arbetsmiljömätningar, ljudmätningar, luftanalyser, mätningar och modellberäkningar av PAH, kvicksilver och kvävedioxid utanför arbetsområdet.

Utsläppskontrollen från den termiska behandlingsanläggningen har fullt ut hanterats av entreprenören och kontrollorgan anlitade av denne.

Vattnet renades i tre steg genom sedimentation, sandfilter och aktivt kol. Rökgasemissionerna kontrollerades med anläggningens CEM (continuous emission measuring) system enligt kontrollparametrar specificerade i förordningen om förbränning av farligt avfall (1997:692) samt med utökad övervakning på kvicksilver. Utsläppen från den termiska anläggningen har legat under och inom de ramar som fastställts enligt förordningen. Resultaten från förstagångsbesiktningen utförda av Metlab bekräftade att anläggningen klarade de krav som ställts på den enligt förordningen.

Ljudmätningar utfördes av WSP akustik på fyra platser i olika riktningar från saneringsområdet samt närmaste bostadshus i Hjorthagen och Fiskartorpet. Resultatet av dessa visade att ljudnivån från entreprenaderna i stort klarade de ljudnivåer som fastställdes i miljödomen. Förhöjda ljudnivåer uppmättes dock nattetid i riktning mot bostäder vid Fiskartorpet och Fisksjöäng vilka sannolikt berodde på fläktljud från den termiska anläggningen.

Luftanalyser och mätningar av PAH, kvicksilver och kvävedioxid utanför arbetsområdet utfördes av IVL Svenska miljöinstitutet vid närmaste bostadshus i Hjorthagen och norr om anläggningen i

stadsparken. Mätningen av kväveoxider visade att de högre värdena erhöles från andra källor än från den termiska anläggningen och att dess påverkan var knappt urskiljbar från bakgrunden. Troligen var den största källan trafiken i Stockholm och Värtans spaltgasanläggning. Mätningar av kvicksilver i omgivningen visade obetydligt förhöjda värden. Under intrimningsperioden mättes några toppar tillfälligtvis när vinden blåste mot mätstationen, men även dessa toppar låg långt under WHO's riktvärden för livslång exponering. Den förhärskande vindriktningen var sydväst varför de högsta bidragen från emissionen varit störst mot Lilla Värtan. Vidare visade mätningarna att den termiska anläggningen hade en mätbar, men ringa påverkan på luftkvaliteten i Hjorthagen. Halterna av PAH var låga och inget samband kunde konstateras med saneringen. Uppmätta halttillskott av kvicksilver är med god marginal lägre än halttillskott uppskattade genom spridningssimuleringarna inför ansökan, trots att det verkliga rökgasflödet var mer än dubbelt så stort.

Inom ramen för omgivningskontrollen utfördes en bedömning av hälsoeffekterna på boende i Hjorthagen med avseende på kvicksilver då denna parameter var den enda med märkbar förhöjning. Studier av hälsoeffekter har utförts i EU-projektet EMECAP där mätningar utförts i luften vid kloralkalifabriker. Den mätbara påverkan av luftkvaliteten i EU-projektet var i storleksordningen tio gånger högre än i Hjorthagen och visade att det inte fanns någon skillnad i kvicksilverupptaget mellan de som bodde vid fabrikerna och den referensgrupp som ingick i studien. Med stöd av EMECAP undersökningen kan det konstateras att effekten på boende i Hjorthagen var försumbar, även räknat på de maximala halter som uppmättes i luften i Hjorthagen.

Den mest påtagliga omgivningspåverkan utgjordes av luktproblem vid Ropstens tunnelbanestation i anslutning till schaktverksamhet vid Fortums parkering. Halten av föroreningar i luften var dock inte mätbar med fältinstrument och mätningen upphörde efter ca 2 månaders övervakning. För att undersöka hur boende i Hjorthagen upplevt och påverkats av saneringsarbetena utfördes en enkätundersökning av Utrednings- och statistikkontoret. 250 slumpvis utvalda personer (av de 2 000 boende i Hjorthagen) ingick i studien. Undersökningen visade bl.a. att 91 % kände till marksaneringsarbetet och mer än hälften svarade att de fått tillräcklig information. Vidare visade undersökningen att 78 % inte alls märkt av verksamheten och av de som märkt av verksamheten var mindre än 1 % mycket störda, och då av lukt och buller.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	Allmänt	1
1.2	Bakgrund.....	1
1.3	Projektets miljömål.....	2
2	TILLSTÅND OCH VILLKOR.....	2
3	KONTROLLORGANISATION	4
4	SANERINGENS OMFATTNING	4
4.1	Saneringsobjekt.....	4
4.2	Arbetsområden	6
5	HANTERING AV MASSOR	7
5.1	Allmänt	7
5.2	Ledningsschakter och tömning av tjärfack.....	7
5.3	Sortering och förbehandling av massor	7
5.4	Hantering och kontroll av restprodukter	8
5.5	Förbehandling av massor.....	8
6	TERMISK BEHANDLING AV PAH-FÖRORENADE MASSOR.....	9
6.1	Termisk avdrivning	9
6.2	Hantering och klassificering av termiskt behandlade massor.....	10
7	SLUTDOKUMENTATION AV SCHAKTER OCH ÅTERFYLNING	11
8	MÄNGDER BEHANDLADE FÖRORENADE MASSOR	11
8.1	Termiskt behandlade massor	11
8.2	Borttransporterade massor	11
8.3	Sammanställning av behandlade massor	12
8.4	Föroreningshalter i massor för termisk behandling	12
8.5	Halter i termiskt behandlade massor	13
8.6	Bensen i termiskt behandlade massor	14
9	KONTROLL INOM ARBETSOMRÅDET.....	17
9.1	Vattenrening.....	17
9.2	Rökgasemissioner	19
9.2.1	Egenkontroll – emissionsövervakning	19
9.2.2	Förstagångsbesiktning	22
9.3	Miljöronder.....	24
9.4	Arbetsmiljörelaterade mätningar	24
10	OMGIVNINGSKONTROLL	25
10.1	Ljud	25
10.2	Halter av organiska ämnen utanför arbetsområdet	27
10.3	Halter av PAH, kvicksilver och kvävedioxid utanför arbetsområdet	28
10.3.1	Halter av kvävedioxid	28
10.3.2	Halter av kvicksilver	30

10.3.3	Halter av PAH	31
10.3.4	Prognoser och utfall av modeller.....	32
10.3.5	Bedömning av hälsoeffekter på boende i Hjorthagen.....	34
10.4	Enkätundersökning	35

Figurförteckning

Figur 1.	Objektens placering	5
Figur 2.	Arbetsområde för masshantering och termisk anläggning.....	6
Figur 3.	Schematisk beskrivning av Bilfinger Bergers termiska anläggning.....	10
Figur 4.	Organiska ämnen mätt som totalt organiskt kol (mg/m ³), 30 minuters medelvärde.....	19
Figur 5.	Organiska ämnen mätt som totalt organiskt kol (mg/m ³), dygnsmedelvärde ..	19
Figur 6.	Koloxid (mg/m ³), 30 minuters medelvärde.....	20
Figur 7.	Koloxid (mg/m ³), dygnsmedelvärde	20
Figur 8.	Klorväte (mg/m ³), 30 minuters medelvärde.....	20
Figur 9.	Klorväte (mg/m ³), dygnsmedelvärde	20
Figur 10.	Svaveldioxid (ug/m ³), 30 minuters medelvärde	21
Figur 11.	Svaveldioxid (ug/m ³), dygnsmedelvärde.....	21
Figur 12.	Kväveoxider (mg/m ³), 8 timmars medelvärde	21
Figur 13.	Kvicksilver (ug/m ³), 8 timmars medelvärde.....	21
Figur 14.	Tidsserie av NO ₂ mätt på station 1 under tiden 03-10-11 till 04-03-29	29
Figur 15.	Medelvärden av NO ₂ på station 1 vid olika tidpunkter på dygnet mellan 03-11-10 – 04-04-01.	29
Figur 16.	Timmedelvärden av kvicksilver (TGM) från station 1 mellan 03-11-18 till 04-03-29. (WHO's riktvärde för livslång exponering är 1 000 ng/m ³).	30
Figur 17.	24-timmarsmedelvärden av kvicksilver (TGM) från station 2 mellan den 03-10-14 till 04-03-29.....	31
Figur 18.	Veckomedelvärden av PAH på station 1.	32
Figur 19.	Veckomedelvärden av PAH på station 2.	32
Figur 20.	Medeldistribution av kvicksilver (TGM) från anläggningen (ng/m ³).....	33
Figur 21.	Medeldistribution av NO _x från anläggningen (ug/m ³).	33

Tabellförteckning

Tabell 1.	Beskrivning av saneringsobjekten	5
Tabell 2.	Mängder och mottagare för behandlade massor.....	12
Tabell 3.	Obehandlade massor (mg/kg TS)	13
Tabell 4.	Behandlade massor (mg/kg TS)	14
Tabell 5.	BTEX och PAH halter i massor före(IN) och efter(UT) termisk behandling (mg/kg TS)	15
Tabell 6.	Bensenhalter i termiskt behandlad jord efter 1 och 7 dygns avdunstning (mg/kg TS)	15

Tabell 7.	Halter av bensen i lakvätskan (mg/l)	16
Tabell 8.	Riktvärden för utsläpp av organiska ämnen i vatten från saneringsanläggningen (mg/l) samt halter i kontrollerat vatten.....	18
Tabell 9.	Riktvärden (varningsvärden) för utsläpp av metaller i vatten från saneringsanläggningen (ug/l) samt halter i kontrollerat vatten.	18
Tabell 10.	Sammanfattande resultat av mätningar vid förstagångsbesiktning utförd av Metlab AB.	23
Tabell 11.	Riktvärden för ekvivalenta och momentana ljudnivåer vid bostäder utomhus orsakade av verksamheten.....	25
Tabell 12.	Mätperioder och mätplatser för ljudmätning.....	25
Tabell 13.	Beräknade och uppmätta ljudnivåer före (bakgrund) och under drift av den termiska anläggningen vid mätstationerna Hjorthagen, Fisksjöäng, Lidingö och Fiskartorpet. Ekvivalent ljudnivå i dB(A). Momentan ljudnivå uttryckt i antalet 10 minutersperioder som medelljudet överstigit riktvärdet (Rv).....	26
Tabell 14.	Mätperioder, mätplatser och NO ₂ - halter i luften (ug/m ³).....	28
Tabell 15.	Mätperioder, mätplatser och kvicksilver halter(TGM) i luften (timmedelvärden i ng/m ³) vid Hjorthagen samt jämförande halter från stadsluft (Södermalm) och bakgrundshalter.....	30
Tabell 16.	Mätperioder, mätplatser och PAH-halter i luften (veckomedelvärden i ng/m ³).	31
Tabell 17.	Jämförelse mellan modellerade (VBB VIAK) och mätta halttillskott av kvicksilver, NO _x och NO ₂ på Artemisgatan, Hjorthagen.....	34
Tabell 18.	Upptag av kvicksilver i urin från ett område vid en svensk klor-alkali fabrik och från ett referensområde (EMECAP resultat)	35

Bilagor

Bilaga 1.	Arbetsområde - Situationsplan
Bilaga 2.	Provtagningsdata - Tabeller
Bilaga 3.	Kemiska analyser på förorenade, behandlade och övriga fasta massor - Tabeller
Bilaga 4.	Kemiska analyser på vatten - Tabeller
Bilaga 5.	Fotografier
Bilaga 6.	Bensen i termiskt behandlade massor
Bilaga 7.	Periodisk besiktning - Metlab
Bilaga 8.	Buller - WSP Akustik
Bilaga 9.	Omgivningskontroll - IVL Svenska Miljöinstitutet
Bilaga 10.	Hälsoeffekter - IVL Svenska Miljöinstitutet
Bilaga 11.	Jämförelse mellan modellerade och uppmätta halter av kvicksilver och kvävedioxid vid en termisk anläggning på gamla gasverkstomten i Stockholm
Bilaga 12.	Enkätundersökning - Utrednings- och Statistikkontoret

1 INLEDNING

1.1 Allmänt

Golder Associates AB (Golder) har på uppdrag av Stockholms gatu- och fastighetskontor (GFK) utfört miljökontrollarbeten i anslutning till schaktning och termisk behandling av PAH-förorenade massor på Gasverkstomten. Miljökontrollen grundas på det tillstånd och de villkor som fastställdes 2003-04-22. Schakt- och behandlingsentreprenaden utgör en del av Stockholms stads LIP-projekt, vilket innefattar saneringsåtgärder vid Gasverkstomten (Hjorthagen), Kv. Lyftkranen (Ulvsunda) och Sickla udde. Saneringen av hot-spots på Gasverkstomten, Kv. Lyftkranen och Klara Sjö ingick i samma saneringsprojekt medan Sickla udde genomfördes som ett fristående projekt.

Miljökontrollen har bestått av provtagning och klassificering av schaktmassor, arbetsmiljö- och omgivningskontroller samt kontroll av entreprenörernas egenkontroll vad gäller efterlevnad av villkor och skyddsåtgärder. Miljökontrollen har dokumenterats i dagböcker samt i protokoll från miljöronder, tillsynsmöten, och planeringsmöten. Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen i Stockholm har varit tillsynsmyndighet. Styrdokument för miljökontrollen har utgjorts av "Del 2, Kontrollprogram för avlägsnande av restprodukter på Gasverkstomten", daterat 2003-08-26, Reviderat 2003-09-25 och "Del 4, Kontrollprogram för mellanlagring och behandling av förorenade massor inom Gasverkstomten", daterat 2003-09-01, miljödom (M 289-01), daterad 2002-05-24 samt "Förslag till villkor och skyddsåtgärder vid sanering inom och invid Kv. Lyftkranen samt vid sanering av mark inom Gasverkstomten vid Husarviken med anledning av miljödomstolen förordnad delegering till tillsynsmyndigheten i dom 2003-04-22, Bilaga 2 "Förslag till särskilda villkor D1 t.o.m. D5 och skyddsåtgärder vid schakt, masshantering och avlägsnande av restprodukter på Gasverkstomten vid Husarviken", daterad juni 2003.

1.2 Bakgrund

Gasproduktionen vid Husarviken har gett upphov till restprodukter, däribland tjära och koks, vilka lämnats kvar i underjordiska cisterner, s.k. tjärfack. Verksamheten bedrevs främst inom två typer av områden, produktionsområdet och biproduktområdet. Tjäran transporterades i ledningar från tjärfack i produktionsområdet till olika tjärfack/tjäravskiljare inom biproduktområdet. Utöver dessa områden finns upplagsområden med kända föroreningar inom Gasverkstomten som ej sanerats inom ramen för detta projekt. Saneringsarbetena har innefattat tömning och rengöring (skrapning) av tjärfack samt avlägsnande av ledningar och sanering av fyllningsjord i rörgravarna inom Ropstens pendlarparkering.

1.3 Projektets miljömål

Projektet syftar till att åtgärda de mest förorenade områdena inom Gasverkstomten samt minska belastningen av förorenande ämnen till recipienten "Lilla Värtan".

2 TILLSTÅND OCH VILLKOR

Tillstånd och villkor för verksamheten har lämnats av Miljödomstolen. Detta tillstånd (miljödom, M 289-01) har omfattat:

- Schaktning av 20 000 ton förorenad jord vid en TS (torrsubstanshalt) på 55 %.
- Termisk behandling av 20 000 ton förorenad jord vid en TS på 55 %.
- Vattenrening
- Mellanlagring av vatten inför provtagning och friklassning.
- Mellanlagring av förorenad jord och restprodukter.

Följande villkor för verksamheten fastställdes av Miljödomstolen:

Verksamheterna - inbegripet åtgärder för att minska föroreningar och andra störningar för omgivningen - skall bedrivas i huvudsaklig överensstämmelse med vad Sökanden har uppgett eller åtagit sig i målet.

- Hantering och förvaring av massor skall, såväl före som efter behandling, ske så att spridning av föroreningar och damm till omgivningen liksom besvärande lukt minimeras.
- För verksamheterna vid de termiska behandlingsanläggningarna gäller bestämmelserna i förordningen (2002:1060) och Naturvårdsverkets föreskrifter (2002:28) om avfallsförbränning. *Kommentar: Enligt övergångsbestämmelserna i 2002:1060 gäller för detta projekt förordningen (1997:692) om förbränning av farligt avfall.*
- Organiska ämnen i vatten före utsläpp till recipient eller till det allmänna spill- eller dagvattennätet får som riktvärde innehålla högst följande föroreningshalter:

Naftalen 0,1 mg/l

PAH-IC 0,2 mg/l

PAH-C 0,01 mg/l

BTEX 0,1 mg/l

Totalhalt olja 5 mg/l

(Med riktvärde avses ett värde som om det överskrids medför en skyldighet för tillståndshavaren att vidta sådana åtgärder att värdet kan hållas.)

- Innehållet av metaller i det från verksamheten avledda vattnet får oavsett om det avleds till recipient eller till det allmänna spill- eller dagvattennätet inte överskrida de halter Stockholm Vatten tillämpar vid avledande till det kommunala nätet.

-
- Miljöfarliga ämnen får inte utan Stockholm Vattens medgivande tillföras det kommunala spill- eller dagvattennätet.
 - Kemikalier och restprodukter skall hanteras och förvaras så att spill eller läckage inte kan nå spill- eller dagvattennätet.
 - Sökanden skall inom tid som tillsynsmyndigheten bestämmer till myndigheten ge in ett förslag till kontrollprogram.
 - Den ekvivalenta ljudnivån till följd av verksamheterna får utomhus vid närmaste bostäder som riktvärde* inte överstiga:

Dagtid (kl. 07 – 18) 55 dBA

Kvällstid (kl 18 – 22) 50 dBA

Natttid (kl 22 – 07) 45 dBA

Den momentana ljudnivån på grund av verksamheterna får natttid inte överstiga 55 dBA vid bostäder invid Gasverkstomten.

(Med riktvärde avses ett värde som om det överskrids medför skyldighet för tillståndsinnehavaren att vidta sådana åtgärder att värdet kan hållas.)

Miljödomstolen delegerade till tillsynsmyndigheten att föreskriva närmare villkor beträffande (Villkorets lydelse står markerad med *kursiv* stil) skyddsåtgärder för verksamheten, vilka listas nedan.

- D1. Skyddsåtgärder vid uppgrävning och hantering av förorenade massor
Vid sanering av "hot-spots" på Gasverkstomten vid Husarviken ska de av verksamhetsutövaren föreslagna skyddsåtgärderna vidtas.
- D2. Omhändertagande av behandlade massor
Behandlade massor på Gasverkstomten vid Husarviken får återfyllas om föroreningshalterna underskrider Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM).
- D3. Omhändertagande av restprodukter och avfall
Vid sanering av "hot-spots" på Gasverkstomten vid Husarviken ska de av verksamhetsutövaren beskrivna åtgärderna för restprodukter och avfall vidtas.
- D4. Vilka markföroreningsnivåer som kan accepteras med utgångspunkt från tilltänt markanvändning och miljökänslighet
Vid sanering av "hot-spots" på Gasverkstomten vid Husarviken accepteras markföroreningsnivåer lägre än Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM). Jord kring tjärledningarna renas inom ramen för tillståndet. Vid behov accepteras återfyllning på samma plats utan föregående kontroll av föroreningsinnehåll.
- D5. Föreskrifter angående skyddsåtgärder om föroreningar finns kvar i marken/grundvattnet när saneringsarbetet avslutats.
Återfyllda massor i objekten inom Gasverkstomten vid Husarviken ska skyddas för återförorening på det sätt som beskrivits av verksamhetsutövaren.

Villkoren D1 tom. D5 fastställdes av Miljö- och hälsoskyddsnamnden 2003-08-26.

Utöver ovanstående reglerar domen delegation, arbets- och igångsättningstider, oförutsedd skada, interimistiskt förordnande, och höjdsystem.

3 KONTROLLORGANISATION

Miljökontrollen har utförts enligt kontrollprogram; ”del 4, kontrollprogram för mellanlagring och behandling av förorenade massor inom Gasverkstomten” samt enligt kontrollprogram ; ”del 2 kontrollprogram för avlägsnande av restprodukter på Gasverkstomten. Kontrollprogrammen omfattar kontroll av tillstånd och de villkor som föreskrivits för verksamheten inklusive de villkor som Miljödomstolen delegerat till tillsynsmyndigheten att föreskriva samt kontroll av de skyddsåtgärder som föreslagits.

Golders huvudsakliga arbetsuppgifter som kontrollorganisation har omfattat:

- Klassificering av rena och förorenade massor bestående av bl a sten, jord, restprodukter, och rivningsrester i olika behandlingsklasser efter föroreningsgrad och behandlingsbarhet
- Kontroll av vatten före utsläpp till recipient
- Klassificering av kvarlämnade massor i schaktbottnar, schaktväggar och betongkasuner
- Kontroll av åtgärder för att förhindra att hälsovådliga ämnen sprids till opåverkade områden
- Kontroll av åtgärder för att förhindra att omgivningen på annat sätt störs av saneringsarbetena
- Fortlöpande dokumentation av schakt- och saneringsarbetet, genom dagboksanteckningar och fotografering
- Samordning av omgivningskontrollen
- Kontroll av entreprenörernas egenkontroll

Kontroll i övrigt avseende verksamheten har utförts genom dagliga och veckovisa miljöronder på arbetsområdet.

Ansvar för övrig kontroll såsom driftkontroll och utsläppskontroll har legat på entreprenörerna (Bilfinger Berger respektive Skanska).

4 SANERINGENS OMFATTNING

4.1 Saneringsobjekt

Saneringsobjekten på Gasverkstomten har utgjorts av två ledningsgravar och sex betongkasuner, s.k. tjärfack, fyllda med tjärprodukter samt i vissa fall jord och rivningsavfall t.ex. betong och tegel. Objektens läge framgår av Figur 1 och en kort beskrivning av varje objekt finns i Tabell 1.



Figur 1. Objektens placering

Tabell 1. Beskrivning av saneringsobjekten

Objekt 1	Markförlagd betongkasun med ett antal separata fack. Kasunen var fylld med tjära, tjärförorenat vatten och sandigt grusigt fyllnadsmaterial. Kasunen var söndersprängd pga. tidigare explosion. Objektet ligger inom Fortums yttre område
Objekt 2	Betonglabyrinth i källardel under en verkstads- och förrådsbyggnad inom Fortums inre område. Kasunen innehöll trögflytande tjärprodukt, koks och tjärförorenat vatten.
Objekt 3	Markförlagd betongkasun (olja-/tjäravskiljare) vid infarten till Ropstens pendelparkering. Kasunen var indelad i ett antal separata fack och var fylld med tjära och sand samt rivningsmaterial som betong och tegel.
Objekt 4	Markförlagd nitad plåtcistern under golvet i vattengasverket inom Fortums inre område. Cisternen bestod av ett antal separata fack, innehållande olja, tjära, koks och förorenat vatten.
Objekt 5	Betongkasun (olja-/tjäravskiljare) på infartsparkeringen vid Ropsten innehållande tjära och förorenat vatten.
Objekt 6	Betongkasun (olja-/tjäravskiljare), belägen vid kajen norr om pendelparkeringen i Ropsten. Kasunen ligger delvis ovan jord och delvis markförlagd och innehöll tjära och förorenat vatten, virke och sand. Från kasunen gick en rörledning direkt ut i Lilla Värtan.
Ledningar	Rörledningar under markytan innehållande tjärprodukter. Saneringen av ledningar utfördes inom biproduktområdet på infartsparkeringen vid Ropsten. Vid avlägsnandet av ledningarna schaktades även kraftigt förorenad jord i ledningsgraven.

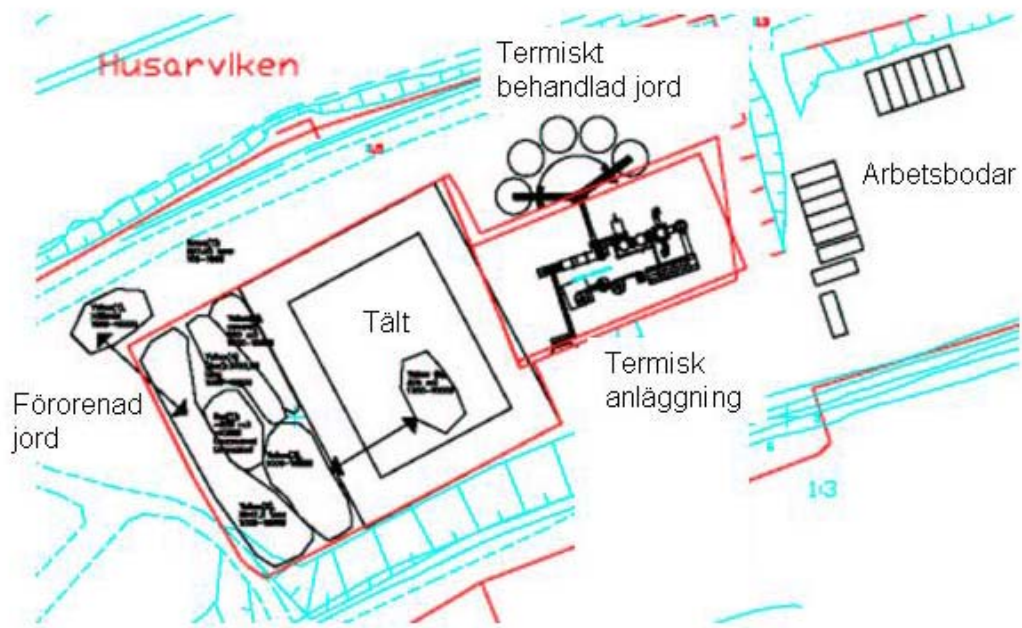
4.2 Arbetsområden

Saneringsarbetet på Gasverkstomten var lokaliserat till ett flertal olika arbetsområden på grund av objektens utspridda placering inom Gasverksområdet. Arbetsområdena utgjordes av:

- Pendlarparkeringen vid Ropsten för sanering av ledningsgravar samt objekt 3, 5 och 6;
- Området kring objekt 1, i anslutning till Hus 20 på Fortums yttre område;
- Området kring objekt 2, labyrint under hus 24, på Fortums inre område;
- Området kring objekt 4, tjärfack under hus 22, på Fortums inre område;
- Asfaltsyta för mellanlagring, sortering och termisk behandling av förorenad jord.

Samtliga arbetsområden inhägnades med staket för att hindra obehöriga att beträda områdena. Vid arbete inom objekt 2 och 4 krävdes även en säkerhetsutbildning som hölls av Fortum, då dessa objekt låg inom Fortums inre område med särskilda restriktioner.

I Figur 2 är arbetsområdet i anslutning till masshanteringen och den termiska anläggningen illustrerad.



Figur 2. Arbetsområde för masshantering och termisk anläggning

5 HANTERING AV MASSOR

5.1 Allmänt

Saneringen av förorenade massor i de 6 tjärfacken har skett genom schaktning, slamsugning och pumpning beroende på det förorenade materialets föroreningsgrad och egenskaper.

Före och under schaktning klassificerades massorna i tjärfack och ledningsgravar av miljökontrollanten. De uppschaktade massorna tilldelades olika klasser beroende på föroreningsinnehåll och andra behandlingskritiska egenskaper och lades i olika högar på upplagsytan för mellanlagring inför förbehandling och termisk behandling. Se provtagningsdata i bilaga 2 och kemiska analyser i bilaga 3. Schaktning och sortering av förorenat material utfördes av Skanska.

Inledande markarbeten för planerade efterbehandlingsarbeten påbörjades i juni 2003. Den termiska anläggningen kom under hösten och stod färdigmonterad i mitten av november. Provdrift utfördes till den 12 januari 2004 och därefter vidtog normala driftförhållanden fram till den 17 mars 2004 då alla massor behandlats. Nedmonteringen av anläggningen var klar i mitten av april för förflyttning till Kv. Lyftkranen. Anläggningens sena ankomst och i drifttagande berodde bl.a. på överklaganden från boende i Hjorthagen. Detta medförde att schaktning av jord utfördes i förväg och lades i högar för senare behandling.

5.2 Ledningsschakter och tömning av tjärfack

Inom objekt 1 och 3 samt i ledningsschakterna utfördes sanering huvudsakligen genom schaktning av förorenat material då dessa objekt innehöll en stor andel förorenad jord och förorenad betong.

Inom objekt 4, 5 och 6 utfördes saneringen främst genom pumpning och slamsugning samt viss urgrävning och renskrapning av material från betongkasunernas botten. I objekt 2, vilket utgjordes av en betonglabyrinth under byggnad 24, grävdes materialet (trögflytande tjärprodukt blandad med koks) ut med hjälp av en minigrävare. Till viss del pumpades även tjäran ur objekt 2 efter uppvärmning med ånga.

5.3 Sortering och förbehandling av massor

Schaktat material lades upp i ett mellanlager på en asfalterad yta ansluten till brunnar för uppsamling av lakvatten för behandling. I mellanlagret utfördes provtagning av jorden för klassificering inför förbehandling och termisk behandling. Jorden klassificerades i tre olika klasser med hänsyn till föroreningsinnehållet och genomgick sedan sortering för att rensa ut grövre

fraktioner (sten, block tegel, betong, järnskrot och dylikt). Den termiska anläggningen var begränsad till att hantera fraktioner mindre än 50 mm. Block och betong klassificerades i en ren och en förorenad klass. Rena block återanvändes som fyllning. Förorenade block gick huvudsakligen till tvättning och en viss mängd mindre block krossades med hjälp av en grov- och en kornkross. Betongen krossades till mindre fraktioner innan återfyllning för att bli mer lätthanterlig samt för att särskilja förorenade partier. Förorenad betong krossades tillsammans med övrigt förorenat poröst material (tegel och dylikt) samt sten och mindre block som inte kunde tvättas rena från tjärprodukterna. Efter krossningen provtogs massorna för klassificering inför förbehandling och termisk behandling.

5.4 Hantering och kontroll av restprodukter

Restprodukter som t.ex. ledningar, processavfall, metallskrot och virke som grävdes upp sorterades ut och placerades i containrar för vidare transport och omhändertagande på Ragn-Sells anläggning på Högbytorp. Särskilt luktande material, t.ex. tjärbemängda ledningar, täcktes i väntan på borttransport. Rena rest- och rivningsprodukter, t.ex. armeringsjärn, rensades ut och kördes till avfalls- eller återvinningsanläggning. Hantering av porösa material som tegel och betong beskrivs i avsnitt 5.3.

5.5 Förbehandling av massor

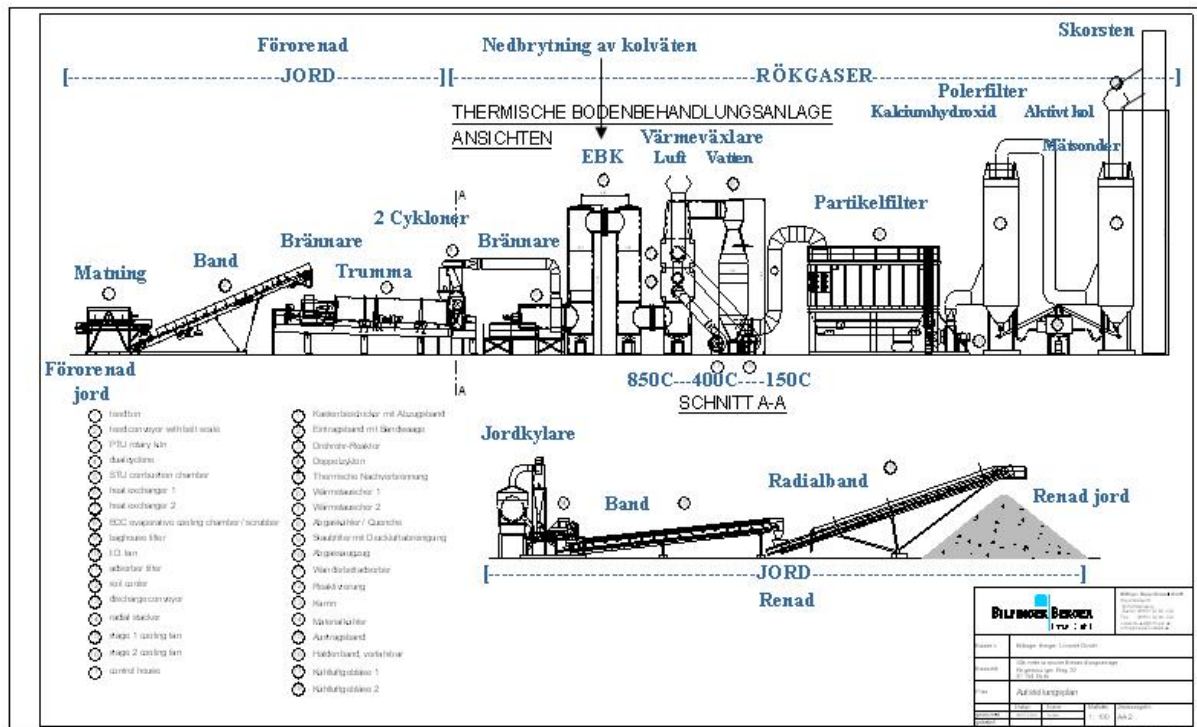
Huvuddelen av materialet som lades upp på upplagsytan var kraftigt förorenat och hade ett mycket högt värmeinnehåll som kunde leda till överhettning eller brand i den termiska anläggningen. Materialet fick därför genomgå en omfattande förbehandling där kraftigt förorenade massor blandades med mindre förorenade för att få en lämplig blandning att ta in i den termiska anläggningen. Vissa delmängder jord hade för hög vattenhalt för att behandlas termiskt och behövde torkas innan den togs in i anläggningen. Detta för att optimera behandlingsprocessen och minimera resursanvändningen. Jordens behandlingsbarhet och reningens effektivitet ökades med inblandning av kalk, cement och filterdamm. Förbehandlingen utfördes huvudsakligen inne i ett tält med ventilations- och luftreningssystem (kolfilter). Efter förbehandlingen förvarades jorden inne i tältet för att skydda jorden mot nederbörd samt minimera emissioner till utomhusluften.

6 TERMISK BEHANDLING AV PAH-FÖRORENADE MASSOR

6.1 Termisk avdrivning

Förbehandlade massor i tältet matades in i den termiska anläggningen genom ett jordintag inne i tältet. Jorden lastades in genom en harpa för att avskilja material större än 50 mm (t.ex. större stenar och restmaterial). Efter harpan fanns ett magnetband för metallavskiljning. Jorden matades sedan via ett transportband utrustad med en våg in i den del av anläggningen där den termiska avdrivningen av föroreningarna utfördes (roterugnen). Vid jordintaget till roterugnen (trumman) satt den primära brännarenheten, en öppen låga som värmdes upp roterugnen till ca 450° C för förångning av de organiska föroreningarna och eventuell kvicksilver. Trumman roterade med ca 2,4 varv per minut och efter ca 10 minuters behandling matades jorden ut från roterugnen i slutet av den ca 7 m långa trumman. Utmatningen skedde via en jordkylare där jorden kylades med vatten till ca 80° C innan den på ett radialband förflyttades till temporära upplag utanför anläggningen. Rökgaserna, som även innehöll dammpartiklar, gick vidare till en cyklon där partiklarna separerades från rökgaserna och återfördes till jordkylaren för att sedan lämna anläggningen tillsammans med den behandlade jorden. Rökgaserna fortsatte vidare till två efterbrännkammare med en sekundär brännarenhet vilken hettade upp brännkamrarna till 850° C. Gasen passerade brännkamrarna på ca 2 sekunder och de organiska ämnena i rökgasen bröts ned. Efter detta reningssteg innehöll gasen fortfarande en del stoft och metaller, bl.a. kvicksilver, och måste genomgå partikel- och kvicksilverrening. Efter brännkamrarna var rökgasen för varm för att ledas direkt genom ett partikelfilter och fick därför passera två kylsteg innan den kunde ledas till filterhuset. Kylstegen bestod av en luftvärmeväxlare för kylning till ca 270° C och en vattenvärmeväxlare för kylning till ca 150° C. Den avgivna värmen återfördes till roterugnen via en ledning för energiåtervinning. Filterhuset bestod av ca 500 filtertuber av textilmaterial. Stoftet (dammet) som avskiljts skruvades i ledningar tillbaka till jordkylaren för att gå ut ur anläggningen med den behandlade jorden. Rökgasen leddes vidare från partikelfiltret till en silo med släckt kalk för reducering av svaveldioxid och sedan genom en silo med aktivt kol (kolfilter) för kvicksilverrening innan den slutligen leddes ut i skorstenen. I skorstenen satt mätsonder för kontroll av emissioner

I Figur 3 åskådliggörs schematiskt den termiska behandlingen.



Figur 3. Schematisk beskrivning av Bilfinger Bergers termiska anläggning

Under senare delen av projektet användes inte kalksilon då det uppstått problem med gipsbildning. Det visade sig vid detta tillfälle att kalkinblandningen i förbehandlingen var tillräcklig för att reducera bildningen av svaveldioxid.

6.2 Hantering och klassificering av termiskt behandlade massor

Från radialbandet som transporterade ut den behandlade jorden från anläggningen togs prover regelbundet, ca 1 gång/30 min. Jordproverna samlades i en hink och efter avslutat skift blandades den jord som provtagits till ett samlingsprov representerande det gångna skiftet. Jorden överfördes sedan från hinken till lufttäta glasburkar för vidare transport till laboratorium. Samtliga prover av behandlat material har analyserats av Alcontrol i Linköping. Analysen har utförts med avseende på PAH-16, BTEX, fraktionerade alifater och aromater samt metaller. Analyssvar från laboratoriet erhöles på morgonen dagen efter provtagningen, det vill säga ca 12 timmar senare. Med hänsyn till analysresultaten klassificerades jorden för återfyllning alternativt till ny termisk behandling om tillräcklig reningsgrad inte uppnåts. Efter klassificering flyttades de behandlade massorna från det temporära upplaget vid radialbandet till arbetsområdet vid infartsparkeringen för återfyllning alternativt direkt till något av objekten på Fortums område. För ett antal prover har duplikatprov

tagits ut för jämförande kontroller mot annat laboratorium. Som jämförande laboratorium har Analytica i Täby och Analycen i Lidköping använts. Skillnaderna i uppmätta halter var små. Se provtagningsdata i [bilaga 2](#) och kemiska analyser i [bilaga 4](#).

7 SLUTDOKUMENTATION AV SCHAKTER OCH ÅTERFYLLNING

Efter avslutad schakt skrapades väggarna i tjärfacken fria från föroreningar och viss läns hållning utfördes innan de kontrollerades visuellt och godkändes av miljökontrollanten. När tjärfacken godkänts kunde återfyllning av behandlat material ske.

För objekt 2 och 4, som var belägna under byggnader, utfördes slutdokumentationen i form av besiktningar där entreprenör, bygglösning och miljökontrollant närvarade.

Ledningsschakterna slutdokumenterades genom provtagning, se provtagningsdata i [bilaga 2](#) och kemiska analyser i [bilaga 3](#).

8 MÄNGDER BEHANDLADE FÖRORENADE MASSOR

Tillståndet för den termiska behandlingen på Gasverkstomten var begränsat till schaktning och behandling av 20 000 ton förorenat material. Entreprenaden har hanterat förorenade massor bestående av jord, krossad betong, sten, block och tegel. Utöver detta har förorenat processavfall hanterats bestående av beck, flytande tjära och dylikt samt förorenad metallskrot, förorenat trä bestående av virke och rötter.

8.1 Termiskt behandlade massor

Den totala mängden termiskt behandlade massor uppgick till ca 12 000 ton, där de behandlade massorna utgjordes av förorenat fyllningsmaterial samt förorenad krossad betong, sten och tegel.

Sten, betong och tegel krossades ner till en kornstorlek <50 mm innan massorna togs in i tältet för behandling.

8.2 Borttransporterade massor

Förorenat material som inte kunde tas omhand på plats som flytande tjära, virke, rörledningar och järnskrot har tagits omhand av Ragn-Sells vid deras anläggning på Högbytorp.

Transporter av förorenat material har utförts av Ragn-Sells som är godkänd transportör enligt Länsstyrelsens beslut 1999-06-18 samt 2004-04-13. Transportdokument har för varje transport upprättats av Skanska.

Förorenat vatten, tjära, restprodukter samt kraftigt förorenad jord (för stor andel tjära i frifas) från objekten som inte kunde hanteras på plats har transporterats och tagits om hand av Ragn-Sells, Högbytorp.

8.3 Sammanställning av behandlade massor

Mängden behandlade massor som schaktats, deponerats, återvunnits eller återfyllts samt behandlats termiskt redovisas i Tabell 2. I tabellen redovisas även aktuell mottagare. I samband med ombyggnation av Ropstens rondellen transporterades ytterligare 2 000 ton förorenade massor (inom ramen för tillståndet) till Högbytorp.

Tabell 2. Mängder och mottagare för behandlade massor

Behandlade massor	Mängd (ton)	Mottagare
Termiskt behandlad jord	12 000	Gasverkstomten
Förorenad jord	950	Ragn-Sells/Högbytorp
Tjära	481	Ragn-Sells/Högbytorp
Förorenat impregnerat virke	22	Ragn-Sells/Högbytorp
Koks	36	Ragn-Sells/Högbytorp
Förorenad skrot	6	Ragn-Sells/Högbytorp
Förorenat vatten	325	Ragn-Sells/Högbytorp
Massor vid Ropstensrondellen	2 000	Ragn-Sells/Högbytorp
Summa	ca 16 000	

8.4 Föroreningshalter i massor för termisk behandling

Massorna bestod till största delen av fyllning av sten, sand och grus, byggnadsrester, o dyl. som i anslutning till förbehandlingen för den termiska behandlingen omblandats relativt väl. Av detta skäl bör analyserna återspegla massornas totala innehåll av föroreningar relativt väl. Dessa massor provtogs strax innan inmatningen till anläggningen. Provtagningen utfördes som samlingsprov för 12 timmar på samma sätt som för termiskt behandlade massor. I Tabell 3 redovisas föroreningshalterna på massorna innan termisk behandling.

Tabell 3. Obehandlade massor (mg/kg TS)

	PAHc	PAHö	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
Antal prover	65	65	52	52	52	52	52	53	52	52
Minimihalt	5	7	1	12	0,2	3	2	0,1	1	25
Medelhalt	629	2 344	6	93	1,0	23	20	1,7	15	150
Medianhalt	660	2 200	6	80	0,9	23	20	1,7	13	145
90 percentil	800	3 500	9	130	1,5	31	26	2,7	21	209
Maximihalt	1 600	4 000	11	350	2,4	39	35	3,3	95	290
MKM	7	40	40	300	12	200	250	7	200	700

As-arsenik, Pb-bly, Cd-kadmium, Cu-koppar, Cr-krom, Hg-kvicksilver, Ni-nickel, Zn-zink

65 prover (52 för metaller) har tagits som representerar ca 12 000 ton jord. Medelhalten av cancerogena PAH var **629 mg/kg TS** och för övriga PAH **2 344 mg/kg TS**. Detta ger en medelhalt av PAH totalt på ca 3 000 mg/kg TS. Sett till den totala mängd massor som har behandlats, motsvarar detta cirka **36 ton PAH**. Mängden **kvicksilver** som avlägsnats från de förorenade massorna har utifrån uppmätta halter före och efter den termiska behandlingen beräknats till ca **19 kg**. Intressant att notera är att maximalhalten avseende alla metaller varit lägre än riktvärdet för MKM, med undantag för bly. Medelhalterna av metaller kan betraktas vara låga.

8.5 Halter i termiskt behandlade massor

Efter den termiska behandlingen skall halterna av organiska ämnen ha reducerats betydligt. Halterna av metaller förblir desamma utom för eventuella kvicksilverförekomster. I Tabell 4 redovisas halterna i prover tagna på den termiskt behandlade jorden.

Tabell 4. Behandlade massor (mg/kg TS)

	PAHc	PAHö	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
Antal prover	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Minimihalt	1	0	1	23	0,2	3	3	0,03	2	29
Medelhalt	3	6	7	166	0,9	60	22	0,11	17	162
Medianhalt	2	5	7	150	0,9	24	22	0,09	16	160
90 percentil	6	11	10	246	1,5	39	27	0,22	27	206
Maximahalt	9	21	18	450	2,3	2 100	39	0,36	47	310
MKM	7	40	40	300	12	200	250	7	200	700

65 prover har tagits vilket representerar ca 12 000 ton termiskt behandlad jord. Medelhalten av PAHc var **3 mg/kg TS** och av PAHö **6 mg/kg TS**. Detta ger jämfört med den obehandlade jorden en reduktion av den totala PAH-halten med **99.7%**. För metallerna märks ingen större skillnad annat än att kvicksilverhalten sjunkit från ca **1,7 mg/kg TS** till **0,11 mg/kg TS** i de behandlade massorna, en reduktion med **94%**. Halterna av bly är dubbelt så höga efter termisk behandling och någon förklaring till detta kan inte ges. Medelhalten av koppar är högre efter termisk behandling beroende på ett enda högt analysvärde (ett kopparfragment kan ha kommit in i provet).

8.6 Bensen i termiskt behandlade massor

Vid en rutinkontroll för en mer genomgripande undersökning av de termiskt behandlade massorna upptäcktes förekomst av bensen. Bensen utgjorde inte en kontrollparameter då ämnet förväntades förångas fullständigt i den termiska behandlingen. Vid upptäckten utfördes en serie analyser med avseende på BTEX (bensen, toluen, etylbensen, xylen) på jorden som gick in i anläggningen och som kom ut efter behandlingen. Resultatet av detta tillsammans med PAH-analyserna redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. BTEX och PAH halter i massor före(IN) och efter(UT) termisk behandling (mg/kg TS)

	Prov	Bensen	Etylbensen	Toluen	Xylener	PAHc	PAHö
Medelvärde	IN ¹	3,1	1,2	8,1	35,2	591	2 717
Medelvärde	UT ²	1,4	0,1	0,3	0,3	4,5	10,3
MKM		0,4	60	35	70	7	40

¹13 prov, ²19prov

Av resultaten framgår att bensenhalten reducerades till hälften, men inte under riktvärdet för MKM. PAH-halterna reduceras till < 1% av ursprunghalten. Prover skickades även till andra laboratorier däribland IVL och Analytica som otvivelaktigt rapporterade om bensenförekomster. Hos Alcontrol gjordes även en fördjupad studie som bekräftade att det var bensen som detekterats. Det kunde klargöras att den bensen som förekom i de återfyllda termiskt behandlade massorna var betydligt hårdare bunden till det fasta materialets partiklar än vad som legat till underlag för de av Naturvårdsverket framtagna generella riktvärdet. En viktig parameter för ämnets bindning till jord utgör kolhalten. Kolhalten (TOC) i provet var 2,3% vilket är ungefär samma kolhalt som använts i beräkningarna för de generella riktvärdena (TOC 2%). För att fastlägga hur hårt bundet bensen var i partiklarna utfördes ett avdunstningsförsök och ett lakförsök. Avdunstningsförsöket redovisas i

Tabell 6.

Tabell 6. Bensenhalter i termiskt behandlad jord efter 1 och 7 dygns avdunstning (mg/kg TS)

Prov	BB50-1 ²	BB50-2	BB50-3
Avdunstningstid ¹	0 dygn	1 dygn	7 dygn
Bensen	1,1	0,76	0,81

¹jord utspridd på ett pappark i rumstemperatur ²TOC 2,3%

Av resultaten framgår att bensen i de termiskt behandlade massorna inte är benäget att förångas i någon betydande omfattning.

Lakförsök utfördes i två steg (LS/2 – 24 timmar och LS/10 – 24 timmar) av Alcontrol på jord från samma prov som använts för avdunstningsförsöket (BB50) samt på ett preparerat (spikat) prov där bensen tillförts till samma halt som prov BB50 i ”opåverkad” jord taget från gasverkstomten. Resultatet från försöket redovisas i **Tabell 7.**

Tabell 7. Halter av bensen i lakväska (mg/l)

Bensen	LS/2	LS/10
Prov	mg/l	mg/l
BB50-1	0,012	0,0076
Spikat samlingsprov	0,14	0,011

Av resultaten framgick att bensen i de termiskt behandlade massorna var cirka 14 gånger hårdare bundet i termiskt behandlad jord jämfört med det preparerade provet. Utifrån resultatet gjordes bedömningen att riktvärdet avseende bensen i de termiskt behandlade massorna kunde höjas åtminstone 5 gånger, något som tillsynsmyndigheten dock inte tillstyrkte.

Rapporten i sin helhet redovisas i bilaga 6.

9 KONTROLL INOM ARBETSOMRÅDET

För att kontrollera verksamhetens emissioner och påverkan inom arbetsområdet har ett flertal mätningar och besiktningar utförts. Dessa har bestått av kontroller inom arbetsområdet på utsläpp från vattenreningsanläggningen, emissioner till luft från den termiska anläggningen, besiktningar av den termiska anläggningen, miljöronder och arbetsmiljömätningar. Utsläppskontrollen från den termiska behandlingsanläggningen har fullt ut hanterats av entreprenören och kontrollorgan anlitade av denne.

9.1 Vattenrening

Asfaltsytan för tillfällig lagring av förorenade massor var ansluten till uppsamlingsbrunnar för avledning av lakvatten till en pumpbrunn från vilken det förorenade vattnet kontinuerligt pumpades till bufferttankar inför rening.

Det första steget i vattenreningsanläggningen utgjordes av en sedimentationstank där partiklar och partikelbundna föroreningar sedimenterade. Steg två utgjordes av ett sandfilter som bestod av 4 lager med sand i olika fraktioner (0,8-16 mm.) varvat med materialavskiljande geotextil. Det sista reningssteget utgjordes av ett filter med aktivt kol. Första tiden utgjordes kolfiltret av ett självfallsfilter men byttes senare mot ett trycksatt filter.

Efter rening lagrades vattnet i bufferttankar i väntan på kontroll och godkännande för utsläpp till recipienten Lilla Värtan. Kontrollen utfördes genom provtagning på varje batch (ca. 30 m³) för analys av organiska parametrar och metaller enligt kontrollprogrammet. Vatten som vid jämförelse med fastställda riktvärden uppfyllde kraven för utsläpp till recipient avleddes till Lilla Värtan. Vatten som ej uppfyllde utsläppskriterierna pumpades tillbaka till vattenreningsverket för ytterligare rening. Sammanställning av kontrollresultat och riktvärden återfinns i [Tabell 8](#) och [Tabell 9](#).

Vattenreningsanläggningen stod huvuddelen av saneringstiden på mellanupplaget men flyttades i saneringens slutskede, vid sanering av objekt 2, upp till detta objekt inne på Fortums inre område. Renat, kontrollerat vatten, som godkänts för utsläpp, släpptes under denna tid till en av Fortums dräneringsbrunnar efter överenskommelse med Fortum.

Tabell 8. Riktvärden för utsläpp av organiska ämnen i vatten från saneringsanläggningen (mg/l) samt halter i kontrollerat vatten.

	Naftalen	PAH _c	PAH ₆	BTEX	Olja
Riktvärde	0,1	0,01	0,2	0,1	5
Antal mätningar	33	34	34	31	31
Medelhalt	0,05	0,03	0,10	0,99	1,20
Medianhalt	0,003	0,004	0,035	0,05	0,21
Högsta halt	0,4	0,4	1	8	8

Av 34 kontrollmätningar var huvuddelen av dessa under fastställda riktvärden. De ämnen som översteg riktvärdet flest gånger var PAH_c (12 gånger) och BTEX (13 gånger) och övriga mellan 3- 7 gånger. Överskridanden ledde till omedelbara åtgärder som förbättrade reningsgraden. Den mest representativa halten för de totala utsläppen av organiska ämnen utgörs av medianhalten som för samtliga ämnen underskred riktvärdet.

Tabell 9. Riktvärden (varningsvärden) för utsläpp av metaller i vatten från saneringsanläggningen (ug/l) samt halter i kontrollerat vatten.

	Pb	Cd	Cu	Cr _{tot}	Hg	Ni	Ag	Zn
Riktvärde	50	0,5	200	50	1,5	50	50	200
Antal mätningar	34	34	33	34	34	34	34	34
Medelhalt	12,7	0,6	8,2	7,0	0,8	4,8	0,6	51,9
Medianhalt	2,25	0,08	3,3	6,45	<0,13	2,25	<1	10,5
Högsta halt	180	14	55	15	11	24	8	820

Pb-Bly, Cd-Kadmium, Cu-Koppar, Cr_{tot}-Krom total, Hg-Kvicksilver, Ni-Nickel, Ag-Silver, Zn-Zink

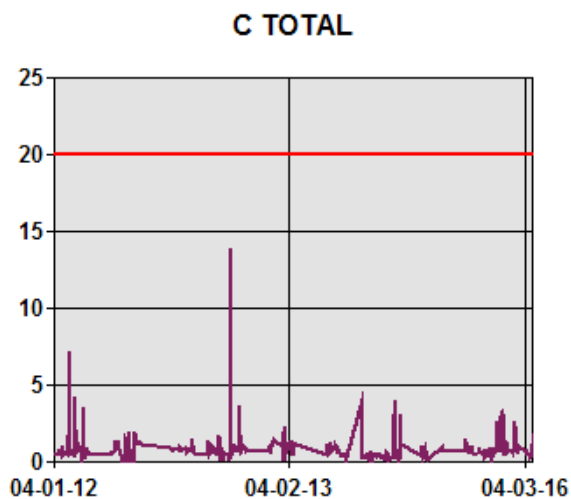
Av 34 kontrollmätningar var huvuddelen av dessa under aktuella riktvärden. De ämnen som översteg riktvärdet var bly (2 gånger), zink (1 gång), kadmium (3 gånger) och kvicksilver (2 gånger). Överskridanden ledde omedelbart till åtgärder som förbättrade reningsgraden. Den mest representativa halten för de totala utsläppen av metaller utgörs av medianhalten som för samtliga ämnen underskred riktvärdena..

Se provtagningsdata i bilaga 2 och kemiska analyser i bilaga 5.

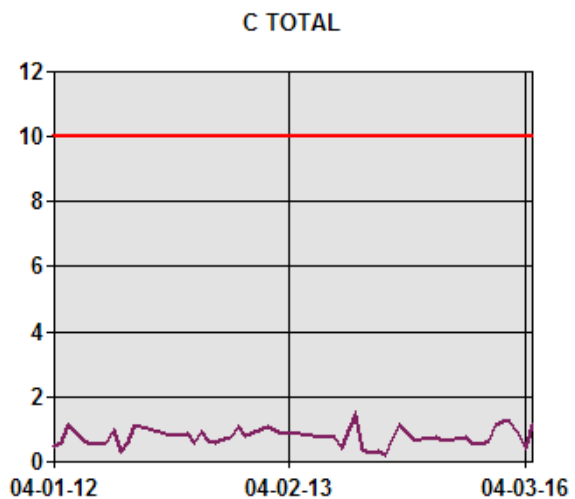
9.2 Rökgasemissioner

9.2.1 Egenkontroll – emissionsövervakning

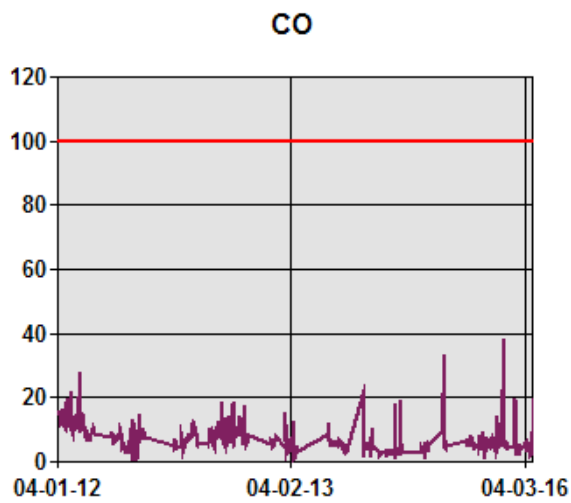
Emissionsmätningarna utfördes av Bilfinger Berger AG i enlighet med "Förordning om förbränning av farligt avfall (1997:692)" samt gällande kontrollprogram. För att kontrollera rökgasemissionerna från verksamheten användes ett direktvisande analys- och övervakningssystem installerat i skorstenen. Systemet, CEMAS, gav en kontinuerlig övervakning av CO, TOC, NO_x, SO₂, HCl och stoft samt ett antal driftsparametrar som O₂, H₂O, temperatur, tryck etc. Utöver detta kontrollerades kvicksilverutsläppen med ett nyinstallerat system. Övervakningen av kvicksilveremissioner låg utöver de krav som ställs enligt förordningen, men ställdes som ett krav av tillsynsmyndigheten. Emissionsvärdena avlästes i anläggningens kontrollrum där Bilfinger Bergers personal övervakade emissionerna och dokumenterade halvtimmesmedelvärden samt dygnsmedelvärden. Emissionsdata kontrollerades vid ett antal tillfällen av miljökontrollorganisationen samt beställaren och rapporterades därefter till tillsynsmyndigheten. Resultat från den kontinuerliga mätningen redovisas i Figurerna 4-11. Kurvorna i diagrammen visar data som 30-minuters medelvärden och dygnsmedelvärden över tiden. Gällande gränsvärden representeras av den horisontella röda linjen i diagrammen.



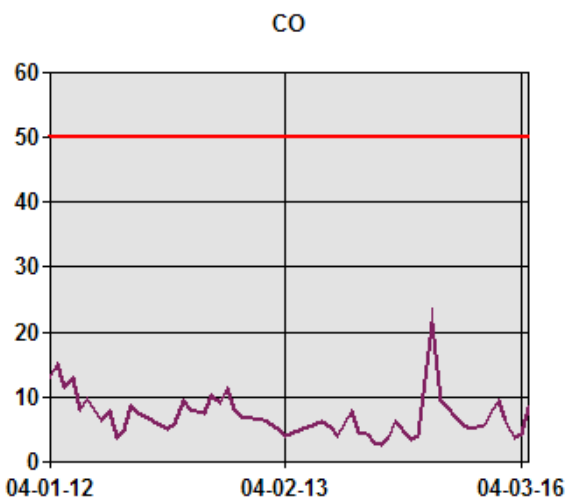
Figur 4. Organiska ämnen mätt som totalt organiskt kol (mg/m^3), 30 minuters medelvärde



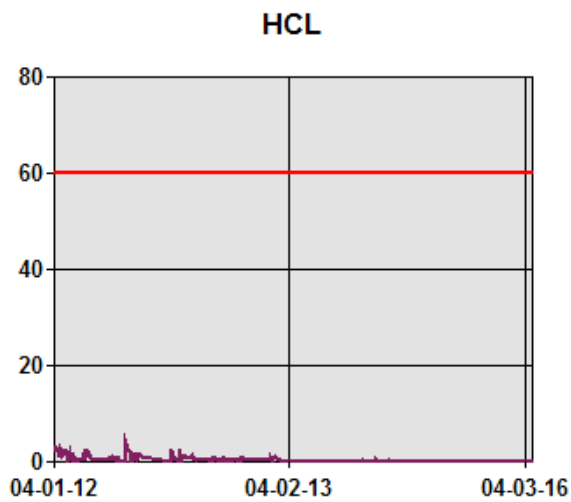
Figur 5. Organiska ämnen mätt som totalt organiskt kol (mg/m^3), dygnsmedelvärde



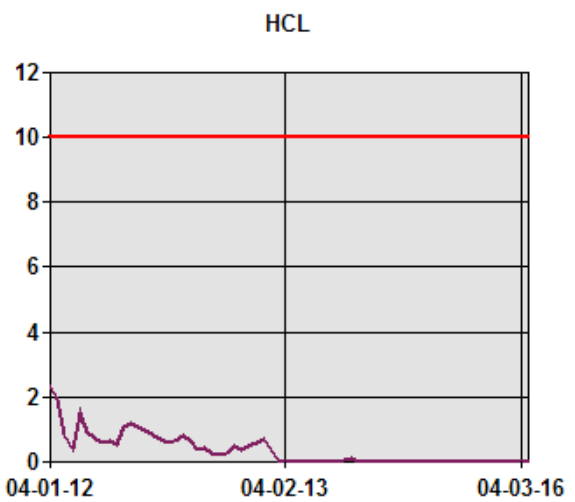
Figur 6. Koloxid (mg/m³), 30 minuters medelvärde



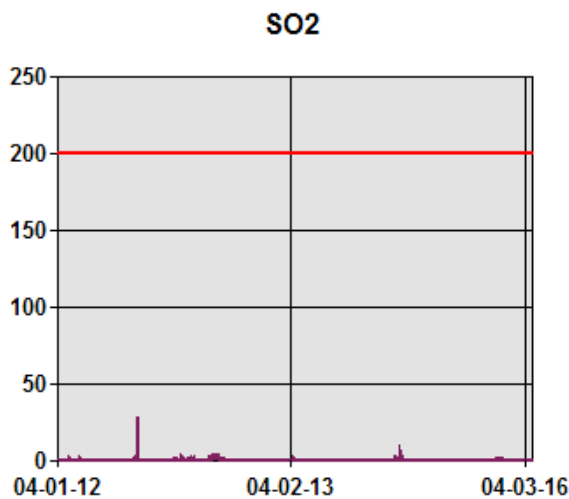
Figur 7. Koloxid (mg/m³), dygnsmedelvärde



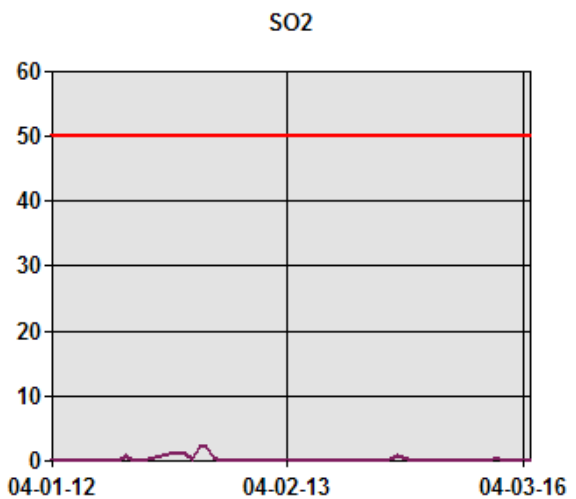
Figur 8. Klorväte (mg/m³), 30 minuters medelvärde



Figur 9. Klorväte (mg/m³), dygnsmedelvärde



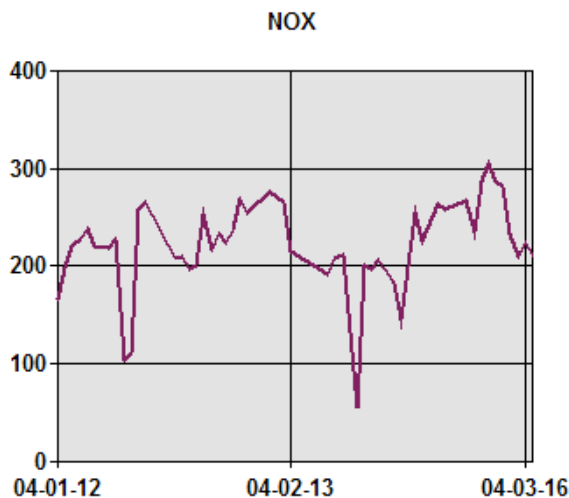
Figur 10. Svaveldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 30 minuters medelvärde



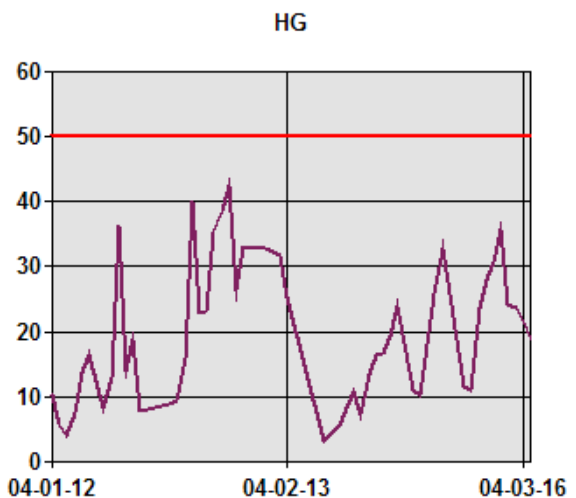
Figur 11. Svaveldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), dygnsmedelvärde

Resultaten från stoftmätningarna redovisas inte eftersom bl a fukt påverkade mätvärdena till den grad att de inte är representativa. Detta bekräftades även vid den periodiska besiktningen

Utöver redovisning av de parametrar som krävs enligt förordningen redovisas dessutom utsläpp av NOx (inget gränsvärde) och kvicksilver i Figur 12 och Figur 13.



Figur 12. Kväveoxider (mg/m^3), 8 timmars medelvärde



Figur 13. Kviksilver ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 8 timmars medelvärde

Emissionsmätningarna visar sammantaget att rökgasutsläppen ligger inom ramen för vad som tillåts enligt förordningen om förbränning av farligt avfall. Se även 9.2.2 nedan.

9.2.2 Förstagångsbesiktning

Den termiska anläggningen har granskats av ett externt kontrollorgan, Metlab AB. Granskningen avser emissionskontroll och driftsrutiner samt säkerhets- och kvalitetssystem under den första månaden anläggningen var i drift. Denna besiktning, s.k. förstagångsbesiktning, skall utföras efter det att anläggningen trimmats in och kan köras på ett för anläggningen normalt sätt.

Uppstarts- och inkörningsperiod för denna typ av anläggning kräver normalt ett par månaders intrimning innan normaldriftperioden inträder. Provdrift och intrimning påbörjades 2003-10-24 och normal drift med kontinuerlig matning av förorenad jord uppnåddes 2004-01-11 med efterföljande förstagångsbesiktning 2004-01-12. Uppföljande periodiska besiktningar blev inte aktuella att genomföra då produktionen av massor på Gasverkstomten var klar i mars 2004 och anläggningen sedan demonterades och avetablerades.

Resultaten av förstagångsbesiktningen sammanfattas kort nedan och redovisas i sin helhet i bilaga 7.

Vid förstagångsbesiktningen påpekades följande:

- Anläggningen har ett emissionsövervakningssystem (CEM) som kontinuerligt mäter vattenånga(H₂O), koloxid(CO), svaveldioxid(SO₂), Kväveoxider(NO_x), Klorväte(HCL), syrehalt(O₂), totalt organiskt kol(TOC), stoft, kvicksilver och tryck.
- CEM systemet skriver ej ut dagliga rapporter automatiskt. Värden antecknas av personalen.
- Alarm från CEM-systemet kan endast ses vid instrumenten och inte i kontrollrummet vilket medför att systemet måste övervakas regelbundet vid instrumenten.
- Alla halvtimmesmedelvärden från CEM-systemet var under gränsvärdena enligt SFS 1997:692 vid besiktningen 2004-01-12.
- Endast små skillnader fanns mellan data uppmätta med CEM-systemet och data uppmätt av Metlab, förutom för kvicksilver och gasflöde där stora skillnader noterades.
- Provtagning och mätning av parametrar enligt SFS 1997:692 utfördes av Metlab vid skorstenen i anslutning till förstagångsbesiktningen.
- Retentionstiden i förbränningen var 2,0 sekunder.

- En komplett förteckning av kemikalier fanns hos Skanska. En gammal, ej uppdaterad förteckning fanns i miljöövervakningsplanen.
- Risken för oljespill bedöms som små, om rutiner för påfyllning och regelbundna kontroller utförs av tanken samt att ingen trafik tillåts i närheten av den.
- Inget farligt avfall har producerats
- Spridning av damm noterades från den behandlade jorden vid mättillfället
- Alla instruktioner och rutiner är skrivna på engelska och tyska, vilket kräver en viss kunskap i de språken.

Sammanfattande resultat av provtagningar och mätningar utförda av Metlab redovisas i Tabell 10. Resultaten har räknats om för gällande temperatur och för en syrehalt av 11 vol% torr gas.

Tabell 10. Sammanfattande resultat av mätningar vid förstagångsbesiktning utförd av Metlab AB.

Parameter	Uppmätt	Gränsvärden
Stoft (mg/m ³)	1,1	10
CO (mg/m ³)	17	50
NOx (mg/m ³)	189	(200) ¹
SO ₂ (mg/m ³)	0,5	50
TOC (mg/m ³)	1,2	10
HCL (mg/m ³)	0,27	10
HF (mg/m ³)	0,025	1
Hg (ug/m ³)	28	50
CD+Tl (ug/m ³)	0,14	50
As+Co+Cr+Cu+Mn+ Ni+Pb+Sb+Sn+V (ug/m ³)	33	500
Dioxiner (ng/m ³)	<0,008	0,1
Retentionstid (s)	2	2
STU temperatur ut (°C)	864	>850
O ₂ efter STU vol%	6,95	>6

¹gränsvärde enligt nya förordningen, ej gällande för anläggningen

Resultaten visar att samtliga kontrollparametrar låg inom förordningens gränsvärden. Tre upprepade mätningar av kvicksilver i emissionsgaserna utförda av IVL visade liksom Metlabs mätningar halter under gränsvärdet.

9.3 Miljöronder

Veckovisa miljöronder har utförts tillsammans med entreprenörerna. Ronderna har bl.a. omfattat kontroll av transporter, hantering av förorenat material, vatten och kemikalier samt kontroller av entreprenörens egenkontroll. Vid miljöronderna har avvikelser ifrån kontrollprogrammet dokumenterats i ett särskilt miljörondsdokument med förslag till åtgärder som sedan den berörda parten fått godkänna och signera. Avvikelsena har även noterats i dagböcker och veckovisa rapporter som distribuerats till beställare, berörd tillsynsmyndighet, bygglidning och entreprenörer. Vid miljöronderna noterades några avvikelser som dock åtgärdades snabbt. Avvikelsena utgjordes främst av förbättringsmöjligheter avseende täckning av material på upplagsytan för att minimera luktproblem, rutiner för stängning av dörrar till tältet för förbehandling av massor, rengöring av uppsamlingsbrunnar i asfaltsytan så att översvämning ej uppstår vid perioder med stor nederbörd, bevattning och rengöring av körytor för att reducera damning etc.

9.4 Arbetsmiljörelaterade mätningar

Inom projektet har särskilt anpassade skyddsnivåer föreskrivits då arbetet i ett flertal fall inneburit nära kontakt med starkt förorenat material och höga koncentrationer av föroreningar i luft. Före varje nytt delmoment som påbörjats samt vid förändrade arbetsförhållanden har mätningar utförts för rekommendation om aktuella skyddsnivåer och erforderlig skyddsutrustning på arbetsplatsen. Mätningarna har utförts med PID (fotojonisationsdetektor) som mäter flyktiga kolväten i luft, gasvarnare som kontrollerar syrehalten i luft samt med provtagningspump med olika typer av adsorbenter (t.ex. kolrör, dammfilter och XAD-2) anpassade för de ämnen som avses analyseras på laboratorium (screening analyser bl.a. enkla aromater och PAH).

Mätningar har framförallt utförts på arbetsområdet vid upplag och schakter. De halter som uppmättes av flyktiga organiska ämnen i arbetsområdet uppgick till mellan 0 – 4,6 ppm. Notering av eventuella lukter noterades. Kraftig lukt noterades vid schakter, på upplagsområdena där schaktmassor lagrades och sorterades samt vid Ropstens parkering i anslutning till schaktningsarbeten.

Mätningarna utfördes i huvudsak vid upplagsytan och inne i tältet för förbehandling där exponering var störst. Varje mätning utfördes under 8 timmar för att erhålla ett resultat som kunde jämföras

med Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärden. Analyserna visade att gränsvärdena inte överskreds för några av de undersökta parametrarna. Vad gäller damm i tältet så utfördes ingen mätning av detta då det pga. av den kalkinblandning som förekom inne i tältet stod självklart att andningsskydd med partikelfilter skulle användas vid arbete i tältet. Samtliga maskiner som nyttjades inne i tältet var utrustade med kol- och partikelfilter.

10 OMGIVNINGSKONTROLL

10.1 Ljud

De arbetsmoment som orsakar förhöjda ljudnivåer omfattar schaktning och transport av massor, viss krossning av sten, bilning av betong samt drift av den termiska anläggningen. Enligt villkor i tillståndet får inte den ekvivalenta ljudnivån vid bostäder överstiga de ljudnivåer som visas i Tabell 11.

Tabell 11. Riktvärden för ekvivalenta och momentana ljudnivåer vid bostäder utomhus orsakade av verksamheten.

Tid	Ljudnivå (dBA)
Ekvivalent ljudnivå	
Dagtid (kl 07 – 18)	55
Kvällstid (kl 18 – 22)	50
Natttid (kl 22 – 07)	45
Momentan ljudnivå	
Natttid (kl 22 – 07)	55

Med riktvärde avses ett värde som om de överskrids medför skyldighet för tillståndsinnehavaren att vidta åtgärder så att värdet kan hållas.

Ljudmätning utfördes av WSP Akustik vid tre mätperioder och på platser enligt Tabell 12

Tabell 12. Mätperioder och mätplatser för ljudmätning.

Driftperiod	Tidpunkt	Mätplats
Bakgrundsnivåer ¹	28/10 – 3/11, 2003	Hjorthagen, Fisksjöäng, Lidingö
Driftläge ²	16/12 – 22/12, 2003	Hjorthagen, Fisksjöäng, Lidingö
Komplettering	4/3 – 11/3, 2004	Fiskartorpet

¹Före den termiska anläggningen togs i drift. ²När den termiska anläggningen var i drift

I driftläget var anläggningen inte intrimmad varför ljudnivåerna inte helt återspeglar ”normalt driftläge” för anläggningen. Mätperioden i mars återspeglar detta bättre.

Mätplatsen ”Hjorthagen” var placerad vid närmaste bostadshus på Hjorthagsberget ca 400 m sydöst om den termiska anläggningen, mätplatsen ”Fisksjöäng” var placerad i grönområdet, Nationalstadsparken, vid en båtklubb ca 200 m nordost om den termiska anläggningen, mätplatsen ”Lidingö” var placerad vid närmaste bostadshus på Lidingö ca 1 200 m nordost om den termiska anläggningen och mätplatsen ”Fiskartorpet” var placerad vid närmaste bostadshus i västlig riktning, ca 500 m från den termiska anläggningen.

Under mätningarna registrerades: ekvivalent ljudnivå i dB(A), bakgrundsnivå i dB(A) mer än 95% av tiden, maximal ljudnivå i dB(A)Fast, och antal maximalnivåer.

Uppmätta ljudnivåer, aktuella mätplatser och övriga resultat finns i sin helhet redovisade i bilaga 8.

Resultaten sammanfattas i Tabell 13.

Tabell 13. Beräknade och uppmätta ljudnivåer före (bakgrund) och under drift av den termiska anläggningen vid mätstationerna Hjorthagen, Fisksjöäng, Lidingö och Fiskartorpet. Ekvivalent ljudnivå i dB(A). Momentan ljudnivå uttryckt i antalet 10 minutersperioder som medelljudet överstigit riktvärdet (Rv).

Tid	Rv	Hjorthagen		Fisksjöäng		Lidingö		Fiskartorpet
		Bakgrund	Drift	Bakgrund	Drift	Bakgrund	Drift ¹	Drift
Ekvivalent ljudnivå								
Dag	55	51	52	54	55	59	-	53,7
Kväll	50	50	50,5	51,5	53	56,7	-	49,2
Natt	45	47	48	48,6	54	51,6	-	47,5
Antalet perioder över riktvärdet för momentan ljudnivå								
Natt	55	9,5 ²	6 ²	23 ²	>50 ²	>50 ²	-	0 ²
Beräknad ljudnivå utifrån anläggningens ljudeffekt och direktivitet								
			51		53		37	47

¹Ingen mätning utförd, ²antal 10 minuters perioder över riktvärdet,

Bakgrundsmätningar utfördes under 6 dygn mellan den 28/10 – 3/11, 2003 (för Hjorthagen dock - 2 dagar, 3 kvällar, 3 nätter pga fuktproblem med en mätare). Ljudmätningar då anläggningen var i drift utfördes mellan den 16/12 – 21/12, 2003. Anläggningen var dock endast i drift de två första dygnen, varför värdena i Tabell 13 endast innehåller data från dessa dygn.

WSP Akustiks slutsatser av ljudmätningarna sammanfattas nedan (*Golders kommentarer i kursiv stil*):

- Bakgrundsljudnivån i mätstationen i Hjorthagen är allmänt påverkad av trafiksituationen i området
- Bakgrundsljudnivån i mätstationen i Fisksjöäng har en viss påverkan från Lidingöbron
- Bakgrundsljudnivån i mätstationen på Lidingö är kraftigt påverkad av trafiken och mätning i drift har inte utförts då ljud från anläggningen var omöjlig att särskilja vid en manuell mätning.
- En tendens till höjning av ljudnivån vid drift på mätstationen i Hjorthagen finns vid NO-vindar. *Anläggningen låg dock i NV riktning varför denna tendens kan ifrågasättas.*
- En tendens finns att ljudnivån vid mätstationen i Fisksjöäng ökar under natten, sannolikt beroende på anläggningen.
- Ljudnivån vid Fiskartorpet påverkas av trafiken. Vid drift och vid ostliga vindar påverkas ljudnivån av anläggningen och når 50 dB(A).
- Ljudet från anläggningen ger transienta ljud från truckar som flyttar massor, men är ej så omfattande att de direkt påverkar den ekvivalenta ljudnivån.
- Ljudet från anläggningen var mest märkbar i VSV-riktning (direktivitet)

Vid senare studier av ljudbilden från anläggningen befanns ljudet från fläktarna ovanpå luftfiltren vara något störande i riktning mot Fiskartorpet.

10.2 Halter av organiska ämnen utanför arbetsområdet

Dokumentation avseende lukt samt mätningar med PID har utförts av Golder med jämna mellanrum samt då klagomål på verksamheten förekommit. Mätningar i omgivningen utfördes dagligen under perioden 2003-07-31 till 2003-10-02. PID-mätningarna har inte vid något tillfälle påvisat flyktiga kolväten som kunnat härledas till saneringsarbetena och de dagliga mätningarna upphörde därför.

Mätningar har utförts utanför arbetsområdet vid Shells bensinstation, Artemisgatan, Tumbatältet, Ropstens båtklubb, Fortum, samt cykelväg vid arbetsområdet.

Notering av eventuella lukter gjordes i samband med mätningarna. Vid enstaka tillfällen var det tydlig lukt vid Shell och vid SL:s parkering. I allmänhet avtog lukten snabbt utanför arbetsområdet. Vid ett tillfälle kunde svag lukt noteras på Artemisgatan (2003-09-02).

10.3 Halter av PAH, Kvicksilver och Kvävedioxid utanför arbetsområdet

Gatu- och fastighetskontoret har på frivilligt initiativ låtit utföra omgivningskontroll av PAH, kvicksilver och kvävedioxid. Två mätstationer sattes upp och placerades dels i Hjorthagen på taket av byggnaden vid Artemisgatan, station 1, (ovanpå daghemmet) i norra delen av bostadsbebyggelsen i Hjorthagen, dels i Nationalstadsparken, station 2, på taket av fd Motormännens byggnad. Stationen vid Artemisgatan var placerad ca 400 m SSO från anläggningens skorsten och stationen i Nationalstadsparken var placerad ca 300 m NV från anläggningens skorsten.

Mätningarna utfördes mellan den 22 september 2003 och 29 mars 2004 av IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Mätning av vindstyrka och vindriktning utfördes som ett komplement till ämnesmätningarna. Utöver detta utfördes en spridningsmodellering enligt TAPM-modellen baserad på anläggningens prestanda och fysiska utförande. IVL:s mätningar redovisas i bilagorna 9 och 10.

10.3.1 Halter av kvävedioxid

NO₂ mättes till en början med diffusiva provtagare (veckoprov) på båda mätstationerna, men mättes fr.o.m. 10 oktober 2003 på Artemisgatan kontinuerligt (10 min medelvärden) genom skillnaden mellan NO och NO_x.

Mätningar planerades utföras för tre perioder: före, under och efter den termiska behandlingen. Intrimningsperioden för anläggningen kom dock att bli något längre än förväntat varför en fjärde mätperiod tillkom. Max- och medelhalter för perioderna och stationerna redovisas i Tabell 14. I Figur 14 redovisas den högupplösande mätningen på station 1 och baserat på de mätningarna redovisas dygnsvariationen i Figur 15.

Tabell 14. Mätperioder, mätplatser och NO₂-halter i luften (ug/m³).

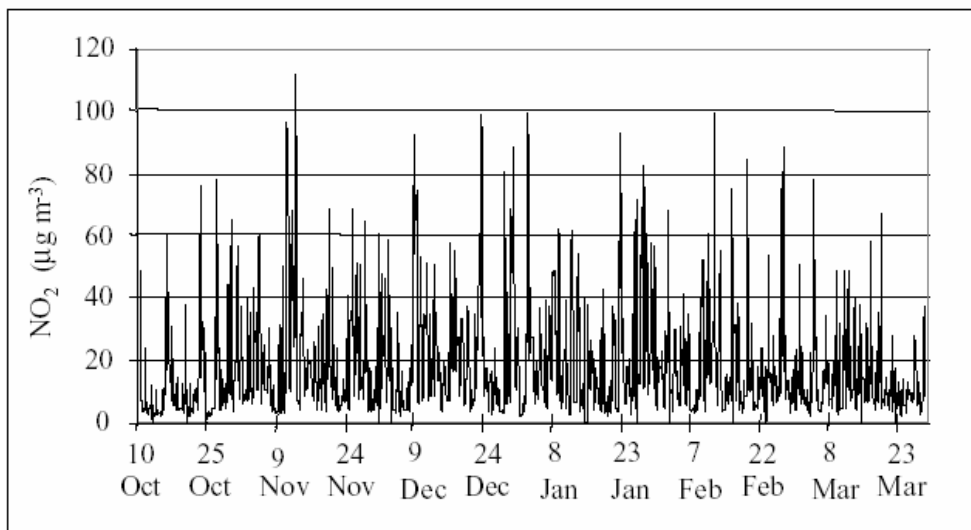
Driftperiod	Tidpunkt	Station 1 ¹		Station 2 ²	
		Medel	Max ³	Medel	Max
Före drift	10/10 – 17/11, 2003	16	59	13	17
Intrimning	17/11 – 12/1, 2004	19	68	15	19
Normal drift	12/1 – 17/3, 2004	19	66	15	17
Efter drift	18/3 – 1/4, 2004	11	39	13 ⁴	-

¹60 min medelvärden

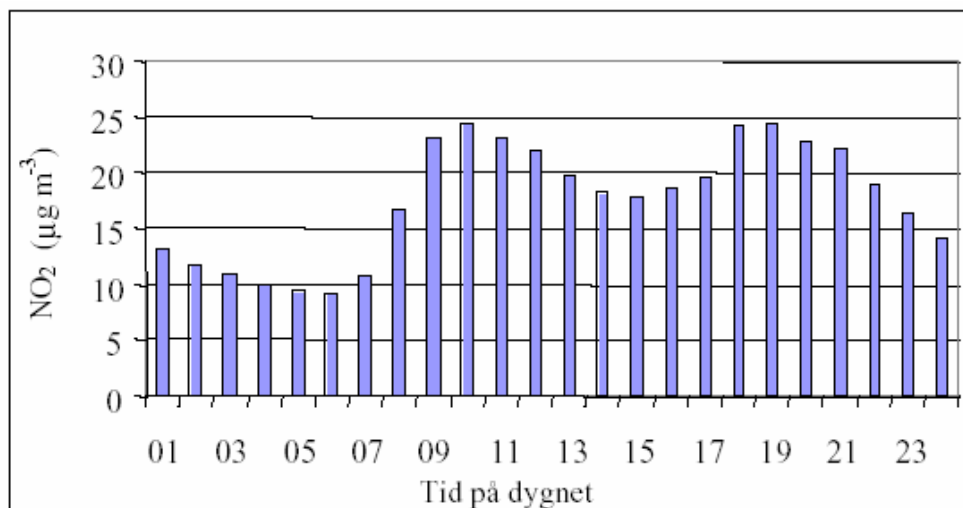
²veckomedelvärde

³98-percentilshalter (enligt kvalitetsnormer)

⁴endast ett mätvärde



Figur 14. Tidsserie av NO₂ mätt på station 1 under tiden 03-10-11 till 04-03-29



Figur 15. Medelvärden av NO₂ på station 1 vid olika tidpunkter på dygnet mellan 03-11-10 – 04-04-01.

Något högre värden av NO₂ -halter erhöles i period 2 och 3 vilket enligt IVL kan förklaras av dels anläggningens idrifttagande, dels inversioner allmänt för perioden. En fördjupad studie av NO₂-halten i olika vindsektorer visade att högre värden erhöles från andra vindsektorer än den där anläggningen låg. Påverkan från anläggningen bedömdes som minimal avseende NO och NO₂.

Den mest betydande källan till NO₂ på station 1 bedömdes av IVL vara trafiken i Stockholm. Morgon- och eftermiddagstrafiken kan ses som två toppar i [Figur 15](#). Medelvärdet från samtliga mätningar från station 2 är ca 4 µg/m³ lägre vilket antas bero på att mätstationen är belägen längre från trafikerade vägar.

10.3.2 Halter av kvicksilver

Kvicksilver mättes kontinuerligt på Artemisgatan som TGM för detektering av elementärt och molekylärt kvicksilver i luft. Max och medelvärden av kvicksilvermätningarna samt jämförvärden från stadsluft i Stockholm och bakgrundshalter i Sverige (Råö) redovisas i Tabell 15. I 0 redovisas TGM halterna på Artemisgatan. I Figur 17 redovisas TGM halterna i Fisksjöäng.

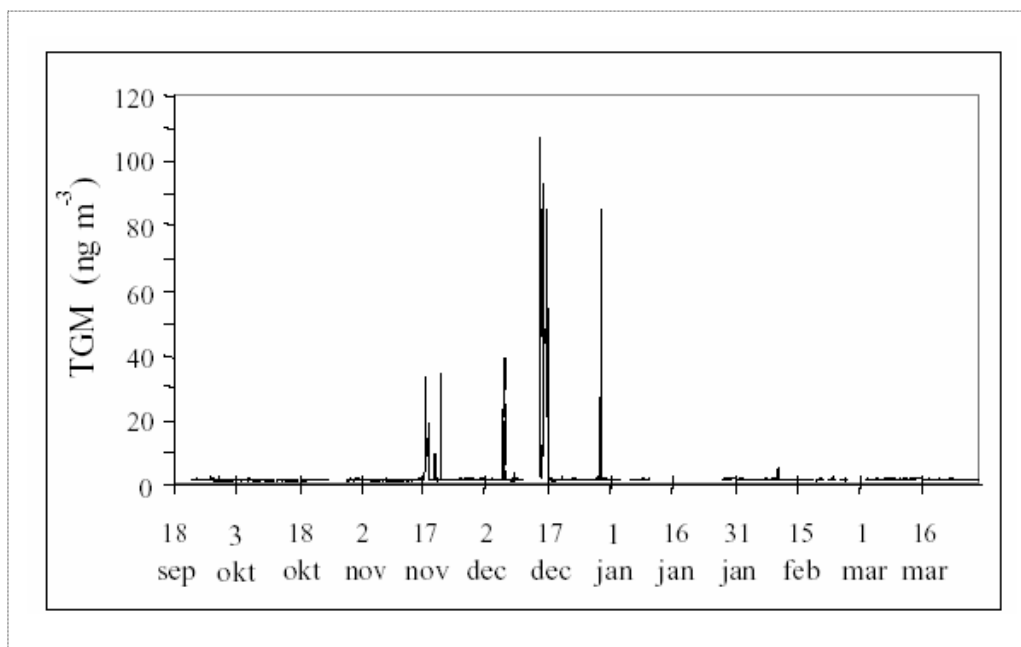
Tabell 15. Mätperioder, mätplatser och kvicksilver halter(TGM) i luften (timmedelvärden i ng/m^3) vid Hjorthagen samt jämförande halter från stadsluft (Södermalm) och bakgrundshalter.

Driftperiod	Tidpunkt	Station 1		Station 2		Södermalm		Bakgrund ¹	
		Medel ²	Max	Medel ³	Max	Medel	Max	Medel	Max
Före drift	10/10 – 17/11, 2003	1,54	2,97	1,93	2,86	-	-	-	-
Intrimning	17/11 – 12/1, 2004	3,80	108	1,84	2,88	-	-	-	-
Normal drift	12/1 – 17/3, 2004	1,83	5,4	1,90	2,83	-	-	-	-
Efter drift	18/3 – 1/4, 2004	1,85	2,2	1,59	1,62	-	-	-	-
	1995-96	-	-	-	-	1,7	3,1	-	-
	2003	-	-	-	-	-	-	1,77	2,8

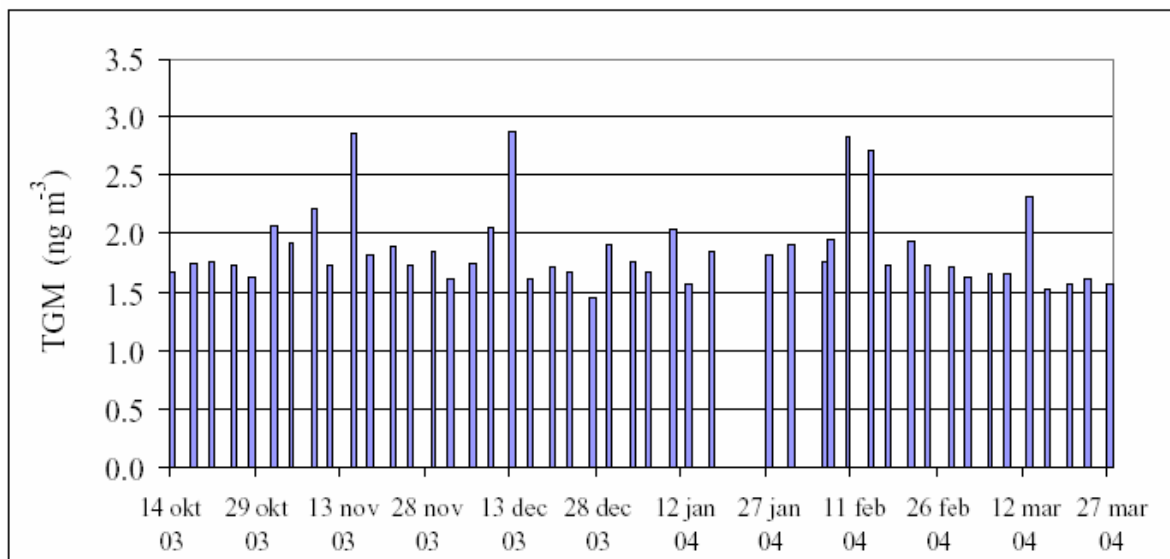
¹ Mätningar utförda på EMEP-stationen i Råö, Göteborg

² Timmedelvärde

³ Dygnsmedelvärde



Figur 16. Timmedelvärden av kvicksilver (TGM) från station 1 mellan 03-11-18 till 04-03-29. (WHO's riktvärde för livslång exponering är $1\ 000\ \text{ng/m}^3$).



Figur 17. 24-timmarsmedelvärden av kvicksilver (TGM) från station 2 mellan den 03-10-14 till 04-03-29.

Kvicksilverhalterna uppmätta från station 1 är jämförbara både med bakgrundshalter och med halter i stadsluft med undantag från period 2 under intrimning då medelhalten var något högre och maxhalten kraftigt förhöjd då vinden blåste mot mätstationen. Vid period 3 då anläggningen gick under normal drift och i huvudsak gick dygnet runt var halterna endast något förhöjda.

10.3.3 Halter av PAH

PAH i partikulär form och i gasfas fångades på adsorbent med luftpump och analyserades med vätskekromatografi en gång i veckan. Max- och medelhalter för perioderna och stationerna redovisas i Tabell 16.

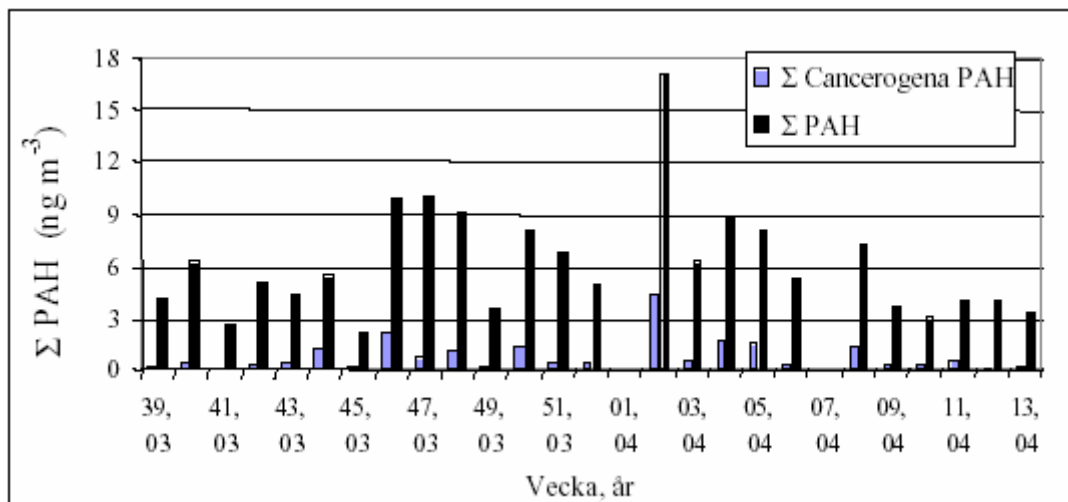
Tabell 16. Mätperioder, mätplatser och PAH-halter i luften (veckomedelvärden i ng/m³).

Driftperiod	Tidpunkt	Station 1		Station 2 ¹		Bakgrund ²
		Medel	Max	Medel	Max	
Före drift	22/9 – 17/11, 2003	5,6	10	4,7	6,6	
Intrimning	17/11 – 12/1, 2004	8,2	17	4,3	5,3	
Normal drift	12/1 – 14/3, 2004	5,8	8,7	6,8	13	
Efter drift	14/3 – 28/3, 2004	3,7	4,1	2,8	2,8	
	2002					1-5

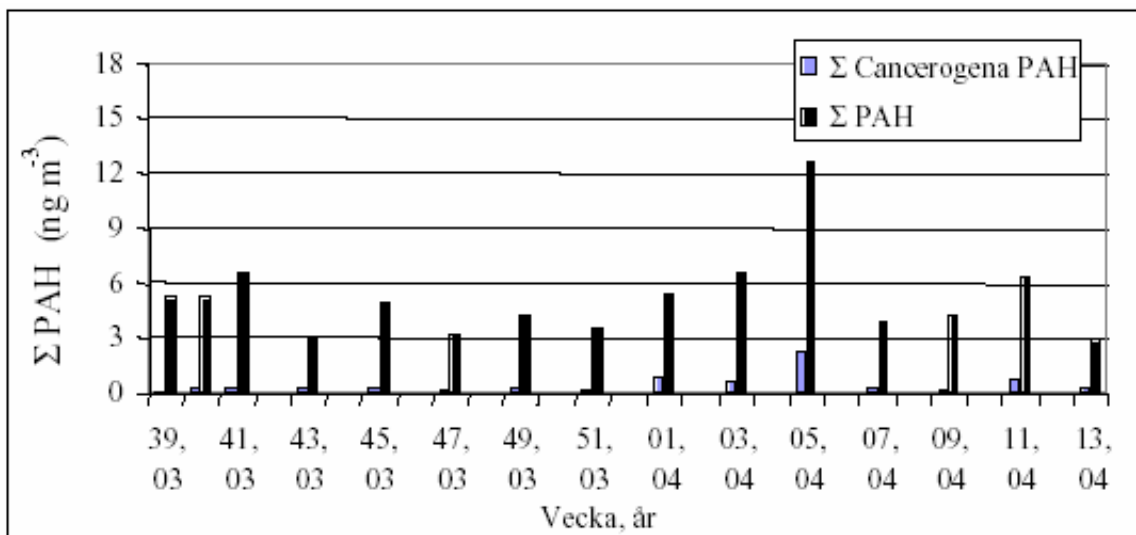
¹ mätning varannan vecka

² Aspvreten

Veckomedelvärden av PAH från station 1 och 2 redovisas i Figur 18 och Figur 19.



Figur 18. Veckomedelvärden av PAH på station 1.



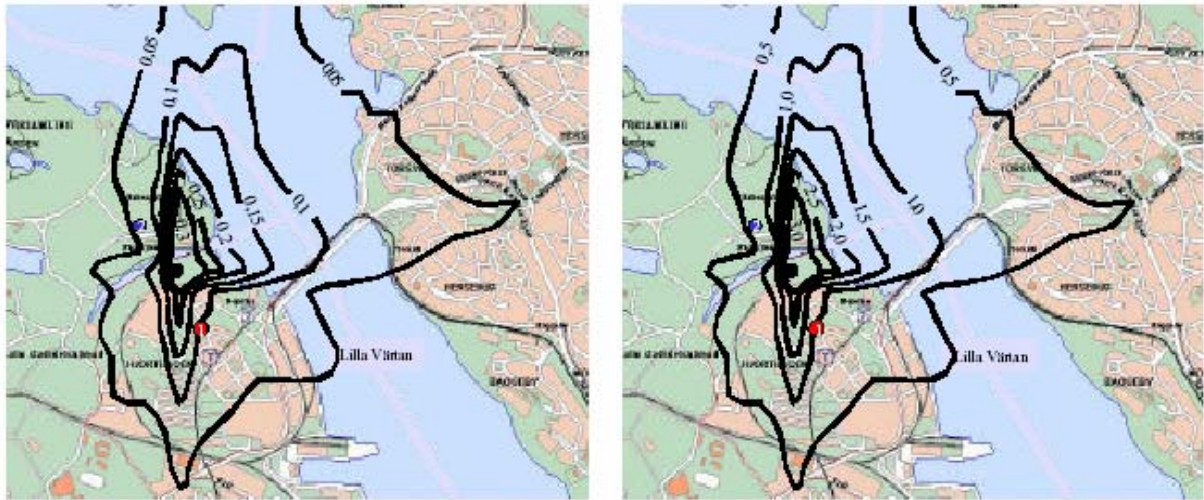
Figur 19. Veckomedelvärden av PAH på station 2.

Enligt IVL är bidraget från lokala källor förhållandevis litet och härrör till största delen från trafik i närområdet. Eventuella bidrag från markarbeten eller reningsanläggningen kan inte urskiljas på station 1 och på station 2 är halterna ännu lägre.

10.3.4 Prognoser och utfall av modeller

I anslutning till mätningarna har modellering utförts som beskriver halttillskottet av kvicksilver och NO_x från anläggningen. Distributionen har modellerats för period 3 (normal drift) då anläggningen hade merparten av sin produktion. Indata utgjordes av anläggningens emissionsdata och det geografiska spridningsmönstret har bestämts med för området rådande väderlek. Under drifttiden

var vindriktningen övervägande sydvästlig och de högsta halterna har uppkommit nordost om anläggningen. Medeldistributionen redovisas i [Figur 20](#) och [Figur 21](#).



Figur 20. Medeldistribution av kvicksilver (TGM) från anläggningen (ng/m^3).

Figur 21. Medeldistribution av NOx från anläggningen (ug/m^3).

Uppmätta halter av NOx och kvicksilver i omgivningen, emissionsdata från anläggningen samt rådande väderlek har jämförts mot de spridningssimuleringar som utfördes inför ansökan av den termiska behandlingen. Syftet har varit att kontrollera om spridningssimuleringar i allmänhet är ett bra sätt att prognosticera effekter av termiska anläggningar.

Inför ansökan utförde VBB VIAK en spridningssimulering (ISCST3-modell) som beräknade maximal påverkan avseende halter 5 m över markytan, hänsyn togs till topografi, plymlyft m.m. och klimatstatistik togs från Arlanda som indata. Indata för emissioner utgjordes av maximalt tillåtna halter enligt förordningsföreskrifter. Indata för skorstenhöjd var 20 m med rökgasflöde av 9 000 Nm^3/tim . Från beräkningarna erhöles årsmedeltillskott samt 98 percentil av timvärdet avseende kvicksilver och NOx.

För att jämföra modellerade halttillskott med uppmätta data särskiljdes bakgrundshalterna från tillskotten från anläggningen. Detta utfördes genom att studera halterna som funktion av vindsektorer. För kvicksilver var bidraget 0,3 – 0,4 ng/m^3 . För NO₂ kunde inte mätdata särskilja halttillskott från bakgrund. Halttillskottet bestämdes istället från NO som omräknat till NO₂ gav ett tillskott på 1 ug/m^3 . Det kraftigaste tillskottet av NO var för övrigt från Värtans spaltgasanläggning. Resultaten av modellerade och uppmätta halttillskott redovisas i [Tabell 17](#).

Tabell 17. Jämförelse mellan modellerade (VBB VIAK) och mätta halttillskott av kvicksilver, NO_x och NO₂ på Artemisgatan, Hjorthagen.

Förorening	Maximal halttillskott enligt modell	Maximal halttillskott enligt mätning
Kvicksilver (ng/m ³)	0,17 – 0,3	0,05
NO _x (ug/m ³)	1	0,5
NO ₂ (ug/m ³)	0,25	0,12

Sammanfattningsvis:

- Mätningarna visade att den termiska anläggningen hade en mätbar, men ringa påverkan på luftkvaliteten i Hjorthagen.
- Uppmätta halttillskott är med god marginal lägre än halttillskott uppskattade genom spridningssimuleringar, trots att det verkliga rökgasflödet var mer än dubbelt så stort.
- Med simuleringen kan påverkan i andra områden än där mätningar utfördes med viss säkerhet betraktas som lägre än de värden som erhöles från spridningssimuleringen.

Se IVL:s rapport i sin helhet i bilaga 9.

10.3.5 Bedömning av hälsoeffekter på boende i Hjorthagen

IVL har bedömt hälsoeffekterna på boende i Hjorthagen i anslutning till saneringsarbetena, se även bilaga 10. Ingen märkbar förhöjning av PAH eller NO₂ kunde konstateras vid mätningen i omgivningen varför endast eventuell kvicksilverpåverkan utretts. Till hjälp för bedömningen har ett nyligen avslutat uppdrag som utförts i ett EU-projekt (EMECAP) utgjort underlag. I EU-projektet utfördes mätningar av kvicksilver i luften i omgivningar vid klor-alkalifabriker i Sverige, Italien och Polen samt epidemiologiska studier på befolkningen i fabrikernas närområden. Upptag av kvicksilver mättes i urinen och akt gavs på personernas allmäntillstånd, diet, m.m. Hänsyn togs även till amalgamfyllningar. Utsläpp i luften från klor-alkalifabriken i Sverige var i storleksordningen ca 10 gånger högre än vid Hjorthagen. Upptag av kvicksilver i urin vid klor-alkalifabrik och i en referensgrupp från EMECAP-projektet redovisas i Tabell 18.

Tabell 18. *Upptag av kvicksilver i urin från ett område vid en svensk klor-alkali fabrik och från ett referensområde (EMECAP resultat)*

	Antal personer	Kvicksilver i urin (ug/gC)
Personer med amalgamfyllningar		
Klor-alkalifabrik	45	0,59
Referensområde	37	0,43
Personer utan amalgamfyllningar		
Klor-alkalifabrik	69	0,15
Referensområde	91	0,14

Resultatet visade att någon skillnad avseende kvicksilverupptag inte fanns mellan befolkningen i närområdet till klor-alkalifabriken och referensgruppen utanför närområdet. Liknande resultat erhöles i den italienska undersökningen. Skillnaden mellan försökspersoner med eller utan amalgamfyllningar hade dock stort genomslag. Med stöd av EMECAP undersökningen kan det konstateras att effekten på boende i Hjorthagen var försumbar.

Vid intrimningsperioden förekom tidvis förhöjda kvicksilverutsläpp där medelvärdet uppgick till 3,8 ng/m³. Exponeringen var dock väsentligt lägre än vid EMECAP- undersökningen.

Medelvärdet för kvicksilverhalten i luften för hela perioden i Hjorthagen uppgick till ca 2,2 ng/m³, motsvarande bakgrundshalten. WHO's riktvärden "Guidelines for Air Quality", (2000) avseende årsmedelvärde för kvicksilver är 1 000 ng/m³.

10.4 Enkätundersökning

Utrednings- och Statistikkontoret utförde en enkätundersökning efter avslutad åtgärd i syfte att se i vilken utsträckning de boende märkt av sanerings- och efterbehandlingsarbetet och hur informationen kring markreningen fungerat. Av de totalt 2 000 personer som bor i Hjorthagen utfördes telefonintervjuer med 250 slumpvis utvalda personer. Information om markreningen har dels spridits av Gatu- och fastighetskontoret genom samrådsmöten, utdelning av broschyrer och på webbplats, dels av massmedia. 91 % av de tillfrågade kände till att ett markreningprojekt utförts i Hjorthagen. 76 % hade fått informationen via media, då främst från lokaltidningar. Mer än hälften ansåg att de fått tillräcklig information. Endast 4 % av de tillfrågade hade besökt anläggningen vid de visningar som hade anordnats av Gatu- och fastighetskontoret.

På frågan om de boende märkt av sanerings- och efterbehandlingsarbetet svarade 78 % att de inte alls hade märkt av det. Av de 22 % som märkt av arbetet svarade 17 % att de inte alls, lite eller ganska lite blivit störda. Mindre än 1 % hade blivit mycket störda. Enkätundersökningen i sin helhet finns redovisad i bilaga 11.

Uppsala, som ovan
GOLDER ASSOCIATES AB

Maria Sundesten
Miljökontroll

Nils Rahm
Kvalitetsgranskare, teknisk support

Frågor angående rapporten besvaras av:

Maria Sundesten

Tel: 08 – 506 306 00

E-post: maria_sundesten@golder.se