
AVRAPPORTERING NORRBYSKÄR MILJÖTEKNISK MARKUNDERSÖKNING 2014/2015

UPPDRAGSNUMMER1662030000

**F.D MO ÅNGSÅG PÅ NORRBYSKÄR
MARKPROVTAGNINGAR**



2015-12-18

Sweco Environment AB

**Mari Boström
Anders Lättström**

GRANSKNING: SAMUAL BERGQUIST OCH CARINA BJÖRKBLOM

Sammanfattning

SWECO Environment AB har på uppdrag av Umeå kommun inom rådande Ramavtal (Miljökonsult 14030) genomfört kompletterande markprovtagningar för att klassificera jordmassor i delområden på Norrbyskär fd Mo Ångsåg (sågverk) utanför Hörnefors, Umeå kommun. Provtagningar genomfördes under 2014/2015 och dessa ska tillsammans med tidigare genomförd förstudie (Ferenrud Engineering, 2010) och huvudstudie (Tyréns, 2013) ge en samlad bild av föroreningsituationen i dessa områden.

Norrbyskär har delats in i ett antal delområden och en systematisk sannolikhetsbaserad provtagning med selektiva enhetsvolymmer (SEV) har genomförts för att klassificera följande delområden:

- **Sågverksområdet**
- **Långgrundets brädgård**
- **Galvaniseringsområdet**
- **Pråmvarvet (Utfördes av Ramböll)**
- **Stuguskärs brädgård**

I huvudstudien som togs fram av Tyréns år 2013 uppskattas mängden dioxin till *140-200 gram* på Norrbyskär. Den största mängden dioxin bedömdes finnas på Sågverksområdet och Långgrundets brädgård. Galvaniseringsområdet där förzinkning tidigare utförts finns mycket höga metallhalter. Vid f d Pråmvarvet användes tjära och här finns höga halter av polyaromatiska hydrokarboner (PAH) i jorden.

Platsspecifika riktvärden (PSRV) för dioxin (styrande förorening) har tagits fram för *ytlig jord (0-0,5 m) 70 ngTEQ/kg* samt för *djupare (>0,5m) liggande jord 650 ngTEQ/kg* med hjälp av Naturvårdsverkets konceptuella modell. För att avgränsa och klassificera respektive delområde har ett rutnät upprättats för hela Norrbyskär med ytor 40x40, 20x20 och 10x10 meter. Med generellt 0,5 meters djupintervall är de selektiva enhetsvolymerna (SEV) 800 m³, 200 m³ respektive 50 m³. Samtliga provtagningar har genomförts med hjälp av grävmaskin och provgropar med undantag för Pråmvarvet samt en del av Stuguskärs brädgård där manuell provtagning med auger och (spade/spadborr) användes.

Generellt konstateras att huvuddelen av föroreningarna i form av metaller, dioxin och PAH ligger ytligt på första 0-0,5 m djup på samtliga delområden. Totalt uppskattad dioxinmängd är i dagsläget ca **66 gram**. I jordmassorna på Sågverksområdet påträffas de högsta dioxinhalterna, med uppmätta halter upp till **55 000 ng TEQ/kg**. På Sågverksområdet är dioxinföroreningarna omblandade i jordmatrisen och ligger på olika djup, troligen till följd av de schakt- och rivningsarbeten Holmen AB genomfört (1987). På Galvaniseringsområdet, finns metallhalter (Zn,Cd, Pb) som överstiger gränsen för farligt avfall (FA) med upp till 200 gånger. På Långgrundets brädgård samt Stuguskärs brädgård har halter över PSRV (0-0,5 m, 70 ngTEQ/kg) på stora ytor påvisats. Vid Pråmvarvet påträffas PAH och metallföroreningar främst i förorenade trärester med halter över PSRV på nivå 0,05-1,1 meter under markytan.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte	1
1.2	Administrativa uppgifter	1
2	Förutsättningar inför provtagningar och Platsspecifika riktvärden (PSRV)	2
2.1	Sågverksområdet	3
2.2	Långgrundets brädgård	4
2.3	Galvaniseringsområdet, Pråmvarvet och Stuguskär	4
2.4	Sammanfattning av föroreningsituationen	5
2.5	Övergripande åtgärds mål	6
2.6	Platsspecifika riktvärden (PSRV)	7
3	Genomförande miljötekniska markundersökning	8
3.1	Metod	8
3.2	Provtagningsförfarandet	9
3.2.1	Provtagning i provgrop med grävmaskin	9
3.2.2	Provtagning med Auger	10
3.3	Dokumentation	10
3.4	Provtagningsstrategi per delområde	12
3.4.1	Sågverksområdet	12
3.4.2	Långgrundets brädgård:	12
3.4.3	Galvaniseringsområdet	13
3.4.4	Pråmvarvet	13
3.4.5	Stuguskärs brädgård	15
4	Resultatsammanställning	16
4.1	Resultat: Sågverksområdet – Dioxinutbredning	17
4.1.1	Naturliga nivåer och djupa punktprover på Sågverksområdet	21
4.2	Resultat: Långgrundets brädgård – Dioxinutbredning	23
4.3	Resultat: Galvaniseringsområdet – Utbredning av metaller	25
4.4	Resultat: Pråmvarvet – Utbredning av PAH	25
4.5	Resultat: Stuguskärs brädgård – Dioxinutbredning	27
5	Praktiska fälterfarenheter	28
5.1	Sågverksområdet	28
5.2	Långgrundets brädgård	29
5.3	Galvaniseringsområdet	29
5.4	Pråmvarvet	30
5.5	Stuguskärs brädgård	31

6 Slutsatser och diskussion

33

Bilagor

Bilaga 1 Kartor provtagningsplaner samtliga delområden

Bilaga 2 Analysdata och Rådata från samtliga delområden

1 Inledning

SWECO Environment AB har på uppdrag av Umeå kommun inom rådande Ramavtal (Miljökonsult 14030) genomfört kompletterande markprovtagningar för att klassificera jordmassor i delområden på Norrbyskär f d Mo Ångsåg (sågverk) utanför Hörnefors, Umeå kommun. Norrbyskär är del av ögruppen Norrbyskären ca 4 mil söder om Umeå och ca 2,5 km från fastlandet. Frans Kempe bedrev här ett ångdrivet sågverk mellan 1895-1952. Verksamheten har lämnat efter sig föroreningar i form av dioxin, PAH och tungmetaller. Ett antal mark- och sedimentundersökningar har tidigare genomförts på området Norrbyskär. 2010 genomfördes en förstudie av Fernerud Engineering och 2013 genomförde Tyréns en huvudstudie enligt Naturvårdsverkets riktlinjer.

1.1 Syfte

Syftet med genomförda provtagningar har varit att bedöma föroreningssituationen i de delar av ön där verksamhet har bedrivits, följa upp och komplettera tidigare utförda markundersökningar och sammanställa dessa i denna rapport.

1.2 Administrativa uppgifter

Uppdragsgivare: Umeå Kommun

Fastighetsbeteckningar: Umeå Norrbyn 4:149, Umeå Norrbyn 4:136

Fastighetsägare: Fastighet Norrbyn 4:136 tillhör Stiftelsen Mo Ångsåg (1992).

Fastighet Norrbyn 4:14) tillhör Umeå kommun (1997).

Län: Västerbotten

Kommun: Umeå kommun

Tillsynsmyndighet: Länsstyrelsen i Västerbotten

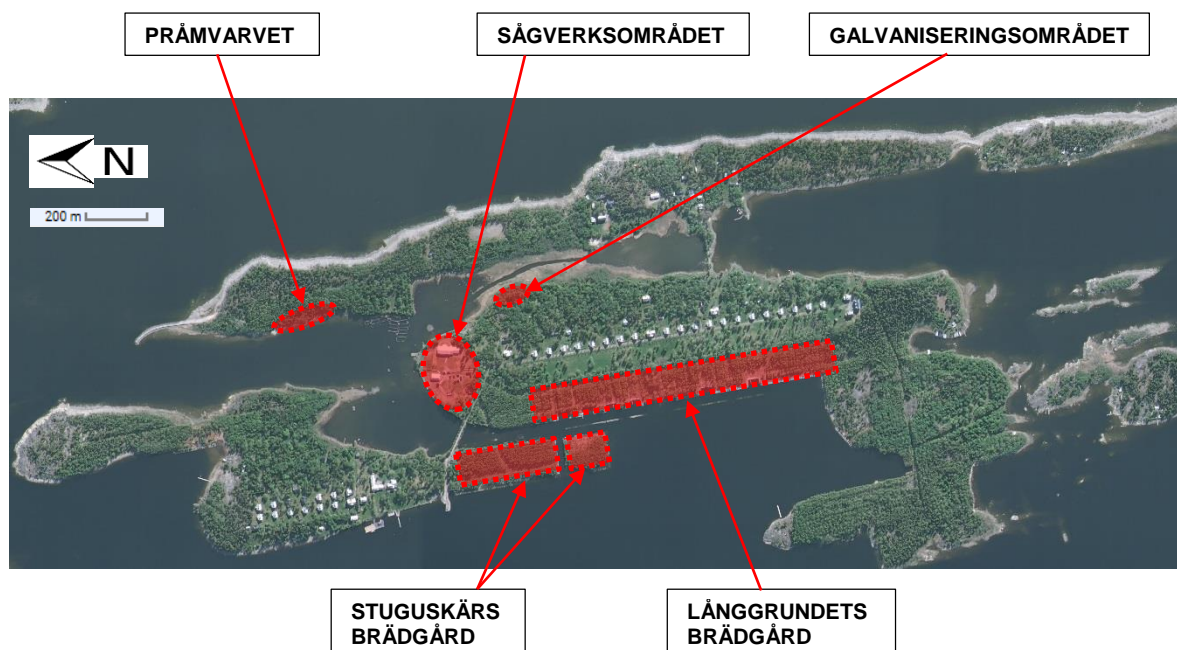
2 Förutsättningar inför provtagningar och platsspecifika riktvärden (PSRV)

Huvudstudie genomförd av Tyréns (2013) visar att den totala mängden dioxin uppskattas till 140-200 gram. Den största mängden dioxin finns på Sågverksområdet där impregneringsmedel innehållande dioxiner har hanterats och Långgrundets brädgård där impregnerat virke torkat på trädäck längs strandlinjen. Vid Galvaniseringsområdet där förzinkning tidigare utförts har höga metallhalter påträffats. Vid f.d. Pråmvarvet användes tjära och här finns höga halter av PAH uppmätta i jorden.

Norrbyskär är ur föroreningsperspektiv uppdelat i ett antal delområden. Fem av dessa inkluderas i denna rapport.

- **Sågverksområdet**
- **Långgrundets brädgård**
- **Galvaniseringsområdet**
- **Pråmvarvet (Utfördes av Ramböll)**
- **Stuguskärs brädgård**

Provtagningar har genomförts för att klassificera dessa områden, se Figur 1 för lokalisering av respektive område.



Figur 1. Flygbild av Norrbyskär och de fem delområden där klassificeringsprovtagningar genomförts.

2.1 Sågverksområdet

I Sågverksområdet förekommer föroreningar både ytligt (0-0,5 m) och längre ned i jordprofilen (3-5 m). Anledningen till en sådan heterogen föroreningssituation är att Holmen AB genomförde schaktarbeten under 1980-talet vilket orsakat en omblandning av jordarna i detta område. På Sågverksområdet finns därför inga tydliga trender av föroreningarna i jordmatrisen. Detta kommer enligt utförd ansvarsutredning (2013-12-10) att försvåra efterbehandlingsåtgärder i delområdet.

Sågverket är ca 3000 m² stort och domineras av fyllmassor av järnskrot, tegel, glas, trärester, bräder, bark, spånrester. Måktigheten av fyllmassor varierar mycket och naturlig mark hittas från 1,2 m till > 4 m ner i markprofilen.

Figur 2 visar nuvarande Sågverksmuseet och Figur 3 visar Lilla Norrbyskär.



Figur 2. Sågverksområdet, typiska markförhållanden är stenar, grusig sand, tegel, trärester och metallskrot.



Figur 3. Lilla Norrbyskär på Sågverksområdet

2.2 Långgrundets brädgård

Långgrundets brädgård är ca 8000 m² stort och domineras av mull/bark/flis/spån (Figur 4) och största mängden dioxin hittas 0,5 m ner i jordmatrisen. Tidigare provtagningar av Tyréns, 2013 är ytliga och relativt osammanhängande.



Figur 4. På Långgrundet finns lämningar av det gamla trädäcket där impregnerat virke torkades och magasinerades.

2.3 Galvaniseringsområdet, Pråmvarvet och Stuguskär

Galvaniseringsområdet omfattar ca 3000 m² och markprofilen domineras av sandig mull, sten och berg (Figur 5). Tidigare provtagningar visar att halter av zink, bly och kadmium ligger över PSRV.



Figur 5. Galvaniseringsområdet där förzinkning tidigare utfördes har lämnat efter sig metaller (Zink, Bly, Kadmium) och ligger sydost om Sågverksområdet med hållar och ytligt liggande berggrund i området.

Pråmvarvet är ca 7000 m² stort och markprofilen består av yttlig mull med varierande lagerföljd av trärester och skikt av sand. PAH-föreningar påträffas ytligt och även tunnor med tjära, stockar och järnsprot hittas på ytan.

Stuguskärs brädgård är ca 3000 m² ha stort och domineras av mull översta skiktet sedan trärester, bark brädor samt morän och naturlig sand på ca 0,5-1 meter. Dioxin har påträffats fläckvis i halter över PSRV.

2.4 Sammanfattning av föroreningsituationen

Generellt ligger förorenad jord ytligt (0-0,5 m) i markprofilen och avtar med djupet i samtliga delområden. Dioxiner är dominerande föroreningar på Sågverksområdet, Långgrundets brädgård och Stuguskärs brädgård. Även metaller (Galvaniseringsområdet) och PAH (Pråmvarvet) återfinns ytligt (0-1 m).

2.5 Övergripande åtgärds mål

Dessa åtgärds mål har tagit fram av Tyréns i huvudstudie (Tyréns, 2013).

- Ögruppen Norrbyskär ska kunna användas för sommarboende, friluftsliv- och fritidsändamål samt arbetsplats
- Läckage av föroreningar från Norrbyskär ska inte orsaka negativa effekter på vattenlevande organismer i recipienten.
- Saneringsåtgärderna och områdets användning samplaneras så att kostnadseffektiva alternativ väljs.
- Områdets naturvärden och kulturhistoriska värden ska bevaras i så hög grad som möjligt.

2.6 Platsspecifika riktvärden (PSRV)

Platsspecifika riktvärden (PSRV) har tagits fram av Tyréns (2013) enligt Naturvårdverkets konceptuella modell och presenteras i Tabell 1 för fem aktuella delområden. Tabell 1 visar också generella markförhållanden för respektive delområde.

Tabell 1. Förutsättningar för de fem delområden inom Norrbyskär som ska klassificeras.

Delområde	Styrande föroreningar	Halter i mark	Platsspecifika riktvärden (PSRV)	*Intervall provtagning och yta	Markförhållanden
Sågverksområdet	Dioxin Specifikt: 1,2,3,4,6,7,8.hep taCDF	Max 16000 Medel 1262 (ngTEQ/kg)	Ytlig (0-0,5 m) 70 ngTEQ/kg Djupa (>0,5 m) 650 ngTEQ/kg	ca 0-1,5 m ca 30000 m ²	Rivningsmassor/fyllmassor Morän, järnsrot, tegel, glas, trärester, bräder, bark, spånrester
Långgrundets brädgård	Dioxin Specifikt: 1,2,3,4,6,7,8.hep taCDF	Max 4600 Medel 302 (ngTEQ/kg)	70 ngTEQ/kg, 0-0,5 m 650 ngTEQ/kg, >0,5 m	ca 0-1 m ca 80000 m ²	Fyllmassor Trä- och Bark, trärester, morän (grsiSa)
Galvaniseringsområdet	Metaller Zn Cd, Pb	Intervaller 599-344000 1,3-8,95 390-8680 (mg/kg TS)	(Alla nivåer) Zn: 500 mg/kg TS Cd: 0,8 mg/kg TS Pb: 180 mg/kg TS	ca 0-1 m ca 3000 m ²	Sandig mull Stenigt (Berg)
Pråmvarvet	PAH L PAH M PAH H	Max 3303 Medel 1148 (mg/kg TS)	15 mg/kg TS, >0m 40 mg/kg TS, >0m 7 mg/kg TS, 0-0,5 m 10 mg/kg TS, >0,5 m	ca 0-1 m ca 7000 m ²	Sandig mull och trärester
Stuguskärs brädområde	Dioxin Specifikt: 1,2,3,4,6,7,8.hep taCDF	Max 420 Medel 60 (ngTEQ/kg)	70 ngTEQ/kg, 0-0,5 m 650 ngTEQ/kg, >0,5 m	ca 0-1 m ca 30000m ²	Mull, trärester, bark, brädor

*Siffror från SWECO

PSRV för dioxin har tagits fram för ytlig jord 70 ngTEQ/kg (0-0,5m) samt för djupare jord 650 ngTEQ/kg (>0,5m). PSRV för metaller och PAH har också beräknats och för dessa gäller samma riktvärde oberoende av djup. Undantaget är PAH H där ytlig (0-0,5 m) är 7 mg/kg TS och djupare (>0,5 m) är 10 mg/kg TS.

3 Genomförande (miljötekniska markundersökningar)

Följande marktekniska undersökningar har genomförts:

- Huvudprovtagning: Klassificering med selektiva enhetsvolymmer, samlingsprover från Sågverksområdet, Långgrundets brädgård, Galvaniseringsområdet och Pråmvarvet (*december 2014*)
- Stuguskärs brädgård samt kompletteringar Sågverksområdet (*juni 2015*)
- Kompletteringar djupa provtagningar till naturlig mark, Sågverksområdet (*september 2015*)

3.1 Metod

Provtagningar har genomförts enligt rekommendationer från SGFs Fälthandbok Undersökningar av förorenade områden (Rapport 1:2004, Rapport 2:2013) samt Naturvårdsverkets rapport 5888.

Provtagningsstrategier för samtliga fem delområden har utgått från ett sannolikhetsbaserat angreppssätt. Detta för beräkning av representativa halter som sedan kan jämföras med platsspecifika riktvärden och ge representativ statistik.

Systematisk provtagning har använts vid Norrbyskär i form av ett rutnät indelat i 40x40, 20x20 samt 10x10 meters rutor för hela Norrbyskär. Varje delområde har sedan anpassats efter detta rutnät.

Tabell 2 visar respektive områdesindelning för ytor 40x40, 20x20 respektive 10x10 meter. Med generellt 0,5 meters djupintervall är de selektiva enhetsvolymerna (SEV) 800 m³, 200 m³ respektive 50 m³. Notera att djup samt ytor anpassas efter markförhållanden samt resultat från tidigare undersökningar för respektive område. För respektive områdes provtagningskarta se Bilaga 1.

I princip samtliga provtagningar har genomförts i provgropar grävda med hjälp av grävmaskin. Provgropsgrävning ger en bättre bild av jordlagerföljder i jordmatrisen jämfört med borrhovtagning. Denna provtagningsmetod ger också en bättre bild av förutsättningarna inför åtgärder som exempelvis blockighet, andel skrot, sorterbart material etc. Undantaget är Pråmvarvet samt en del av Stuguskärs brädgård där framkomlighet med grävmaskin är begränsad och där manuell provtagning med auger istället använts (spade/spadborrhov). Kemiska analyser har utförts av Alcontrol.

Tabell 2. Generell information gällande genomförd metod av de miljötekniska undersökningarna vid respektive delområde på Norrbyskär

Delområde	Metod	Selektiv Enhetsvolym (SEV)	Djup intervall
Sågverksområdet	Provgropsgrävning(Provgropar med grävmaskin) Analys: Dioxin Antal provgropar: ca 200	20x20x0,5 m (djup) = 200 m ³	0-1,5 m
Långgrundets brädgård	Provgropsgrävning Analys: Dioxin Antal provgropar: ca 200	40x40x0,5 m (djup) = 800 m ³	0-1 m
Galvaniseringsområdet	Provgropsgrävning Analys: Metall Antal provgropar: ca 30	10x10x0,5 m (djup) = 50 m ³	0-1 m
Pråmvarvet	Spade/spadborr Analys: PAH Antal provgropar: ca 50	10x10x0,5 m (djup) = 50 m ³	0-0,5 m
Stuguskärs brädgård	Provgropsgrävning Analys: Dioxin Antal provgropar: ca 100	40x40x0,5 m (djup) = 800 m ³	0-1 m

3.2 Provtagningsförfarandet

Provgropar grävdes med grävmaskin och delprover togs ut för varje halvmeter eller skikt beroende på delområde. Provgroparna återfylldes i den ordning som de grävdes.

Delproverna skickades till ackrediterat laboratorium (Alcontrol) där proverna homogeniserades innan analys.

Jordprover från Sågverksområdet, Långgrundets brädgård samt Stuguskärs brädgård genomgick dioxinanalyser. På jordprover från Galvaniseringsområdet utfördes metallanalyser och jordprover från Pråmvarvet analyserades efter PAH:er (Tabell 2).

3.2.1 Provtagning i provgrop med grävmaskin

1. Grävmaskinen schaktar ur provgrop till förbestämt djup för respektive område.
2. På varje halvmetersnivå har fyra spadar av jord uttagits, en för varje schaktvägg, och lagts i delprovspåse. Detta bildar totalt ca 400 gram prov per prov.
3. Jordprover förvarades i diffusionstäta påsar.

3.2.2 Provtagning med Auger

1. Auger skruvas ned till förbestämt djup för respektive område.
2. Prov togs ut halvmetersvis och 2 stycken borrhinar (skruvar) per nivå för att erhålla rätt mängd, ca 400 gram/provpåse.
3. Jordprover förvarades i diffusionstäta påsar.

Jordproverna märktes med provtagningsnummer, datum, provtagare, djup samt delområde.

3.3 Dokumentation

Provtagningsprotokoll inkluderade parametrar enligt Tabell 3 för varje delprov. Med hjälp av digital surfplatta, se Figur 6 och ArcGIS Online (AGOL) kunde data snabbt och effektivt dokumenteras direkt i fält. Med hjälp av digital karta var det också lätt att markera och se vilka punkter som provtagits samt att involverade i projektet kunde se provtagningsarbetet via Internet på kontoret.



Figur 6. Användning av ArcGIS Online med digital surfplatta i fält för att protokollföra markprovtagningar.

Eftersom insamlade data synkroniserades upp till en server, var data direkt tillgängligt för bearbetning vilket effektiviserade administrationen i projektet. Verktøyet har också bidragit till att minska felmarginalerna i fält, då flera av kolumnerna i det digitala protokollet var förval som inte kunde ändras, och därmed inte skrivs fel. Uppföljningen och redovisningen

av analysdata kunde också effektiviseras då dessa data kunde kopplas till befintliga provpunkter genom ID-märkningen.

Tabell 3. Parametrar som dokumenterats i fältprotokoll

PunktID	Nivå	Provbeteckning	Till Djup	Jordart	Anm.	Till lab	TOC	0-30	30-100	>100	GV- nivå	Fyll/Nat
Ex ID					-							
1429A	N1	1429_A_N1	0,5	Gr	-	Ja	0	0	0	0		Fyll
1429A	N2	1429_A_N1	1,0	Sa	-	Nej	25	25	25	25		Rustbädd
1429A	N3	1429_A_N2	1,5	Si	-	Nej	50	50	50	50		Naturlig
1429A	N4	1429_A_N3	2,0	Le	-	Ja	75	75	75	75		Naturlig
							100	100	100	100		

I Tabell 3 representerar N1, N2 och N3 nivåer på halvmetrar med djup 0-0,5 m, 0,5-1 m respektive 1-1,5 m. "Till djup" representerar skikt inom nivåerna och jordarter, TOC anger okulärt uppskattad mängd organiskt massa i % och kornstorlek på jordmassor i mm beskrivs av 0-30, 30-100 och >100. Djup, jordarter, TOC, avvikande lukt etc. har också noterats i fältprotokoll i digital surfplatta.

Punktnamn för delproverna erhålls genom att nordvästra hörnen på varje nivå styr identiteten (ID). Varje samlingsprov d v s rutnamn-ID erhålls med nordvästra hörnets namn på överliggande rutstorlek (40x40>20x20>10x10). Se Bilaga 1 Långgrundets brädgård samt Tabell 4 för exempel på benämningar av samlingsprov respektive delprov.

Tabell 4. Exempel från Långgrundets brädgård nedan visar benämning på delprover (provgropar) respektive samlingsprover (rutnamn).

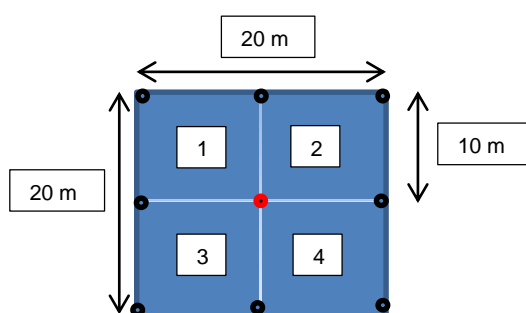
Rutnamn ID - Samlingsprov	Punkt- ID (<i>Delprover</i>)	Antal
1429	1429A	(1)
	1429B	(2)
	1429C	(3)
	1429D	(4)
	1430A	(5)
	1430C	(6)
	1402A	(7)
	1402B	(8)
	1403A	(9)

3.4 Provtagningsstrategi per delområde

3.4.1 Sågverksområdet

Provtagningsstrategin i Sågverksområdet var att avgränsa ytor med 22 stycken, 20x20 m rutor ner till 1,5 meters djup eller maximalt till naturlig mark (Bilaga 1). Samlingsprover skapades enligt Figur 7 med hjälp av provgropsgrävning. För att undersöka djup samt jordartsprofiler har 16 stycken samlingsprover 10x10 m rutor grävts ned till naturlig mark inom dessa mer centrala delar.

Koordinater inklusive höjdnivå (nätverks RTK) mäts in och 9 stycken delprover bildar ett samlingsprov, se Figur 7. Provtagningsvolymen är ca 0,4 liter per delprov. Samlingsprovet erhålls genom att blanda 0,5 dl prov från varje delprov vilket blir ca 0,45 liter samlingsprov.

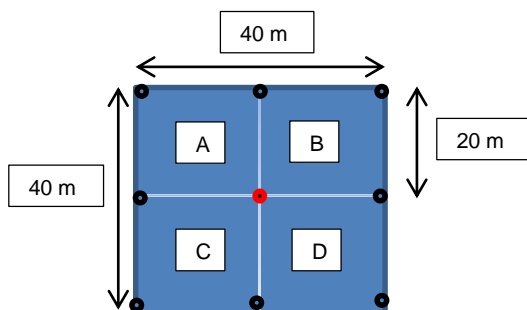


Figur 7. Exempel på provtagningsruta 20x20 m. 9 stycken delprover inklusive centrumpunkt bildar samlingsprov för varje ruta. Delprover markerade i svart och centrumpunkt i rött.

3.4.2 Långgrundets brädgård

Från tidigare provtagning i området bedöms ytlagren bestå av uppemot 100 % organiskt material. Ett av de viktigaste syftena med denna provtagning var att bedöma djupet av de organiska lagrens mäktighet till naturlig mark. Delprover har plockats ut i varje hörn i samtliga 190 stycken 40x40 m samt 20x20 m rutor (Bilaga 1). Samlingsprov har erhållits genom att samtliga 9 delprover inklusive centrumpunkt av de fyra delrutorna (20x20) har homogeniserats till ett prov representativt för aktuell 40x40 m ruta. Centrumpunkten för respektive 40x40 m ruta har schaktats ned till naturlig mark för att erhålla jordprofilbedömning. Övriga delprover har uttagits ner till naturlig mark eller max 1,5 m under befintlig markyta. Koordinater inklusive höjdnivå mäts in med 0,5 m noggrannhet enligt Figur 8.

Provtagningsvolymen är ca 0,4 liter per delprov. Samlingsprovet erhålls genom att blanda 0,5 dl prov från varje delprov vilket blir ca 0,45 liter samlingsprov.



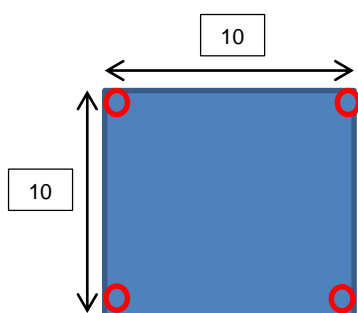
Figur 8. Exempel på provtagningsruta Långgrundets brädgård 40x40 m. 9 stycken delprover inklusive centrumpunkt bildar samlingsprov för varje ruta. Delprover markerade i svart och centrumpunkt i rött.

3.4.3 Galvaniseringsområdet

Huvudsakliga syftet med provtagningen var att kartlägga hur mäktiga mullagren är, samt att undersöka underliggande morän för att avgränsa vertikal utbredning av föroreningar. Utbredningen av föroreningar avgränsas med hjälp av rutnätet. Provtagning har utförts i tre nivåer; ytliga mullager, mullager till 0,5 m och mullager till morän/alt nivå till berg.

För att undersöka området ska ca 17 stycken 10x10 m rutor i första hand beskriva området på djup 0-1 m (Bilaga 1). Eftersom berg kommer tidigt i jordmatrixens djup är det även viktigt att undersöka hur denna bergsprofil sträcker sig närheten av området.

Ruthörnen för aktuell ruta (10x10 m) mäts in och 4 stycken delprover tas i varje ruta enligt Figur 9.



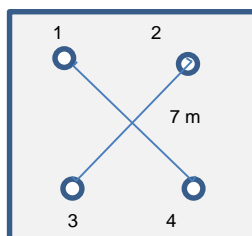
Figur 9. Exempel på provtagningsruta 10x10 m inom Galvaniseringsområdet. Delprover markerade i rött. Tillsammans skapar dessa 4 delprover ett samlingsprov per definierad ruta.

3.4.4 Prämvarvet

Syftet med denna undersökning var att avgränsa i sidled och djupled de förorenade jordmassorna som kommer att behöva schaktas bort. Prämvarvet delades upp enligt ett rutnät av 10*10 m, se Bilaga 1.

Provtagningsstrategin för pråmvarvet, se Figur 10, var att:

- a) Ta ut 10 st träprov på ytligt trä i form av glidbanor, balkar, stockar. Träproverna skulle vara slumpmässigt utvalda men inkludera olika typer av träkonstruktioner och representera en viss geografisk spridning.
- b) Vid misstänkt spill (svart, luktande sand) d.v.s. hotspot, ta **stickprov** i djupare icke missfärgad sand.
- c) I varje ruta ta 4 stickprov vilka bildade samlingsprov enligt mönstret nedan. Ett kryss 7 * 7 m drogs med rutans mittpunkt som centrum. Prov togs i översta jordlagret (om flis eller trärester påträffats) samt underliggande lager sand eller sediment. Om provpunkten visade tecken på att vara förorenad, hanterades prov som en separat hotspot och materialet ingick inte i samlingsprovet.

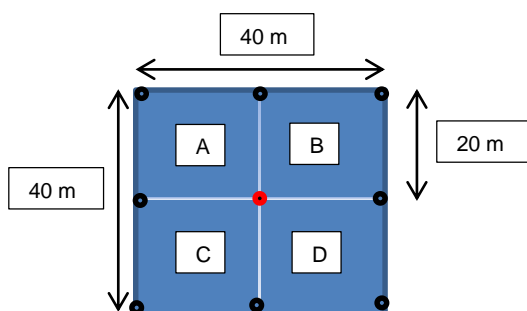


Figur 10. Exempel på provtagningsruta 10x10 m inom Pråmvarvet.

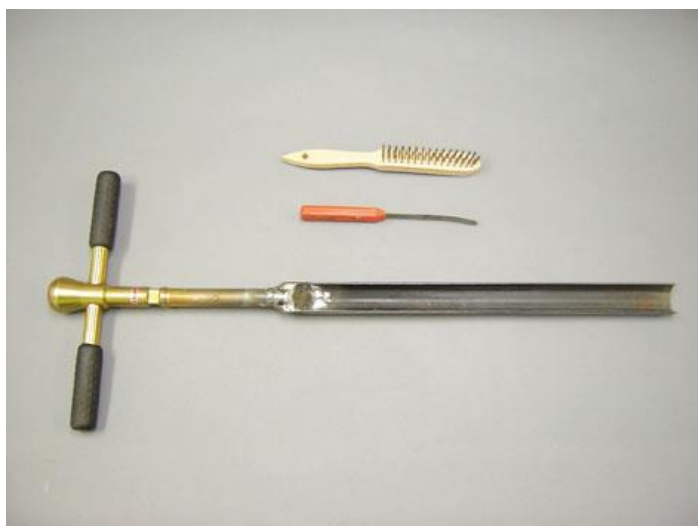
Provpunkternas läge bestämdes enligt provtagningsplanen (Bilaga 1) och justerades i fält utifrån möjligheten att gräva med handborr. I området med glidbanor placerades provpunkterna i håligheter mellan balkar där det fanns möjlighet att provta manuellt i underliggande mark.

3.4.5 Stuguskärs brädgård

Totalt 18 selektiva enhetsvolym (40x40x0,5m) ner till naturlig mark för att beskriva området, se Figur 11. Stuguskärs brädgård består av två delar, se Bilaga 1. På den större delen genomfördes provtagningar med grävmaskin och provgrovar såsom i övriga områden. På den mindre "ö-delen" av Stuguskär genomfördes provtagningar med hjälp av auger (Figur 12) och spade (manuell provtagning). Anledningen till detta var instabil bärighet samt svårigheter att transportera grävmaskin till denna del av Norrbyskär. Roddbåt användes för att ta sig till denna del.



Figur 11. Exempel på provtagningsruta 40x40 m. 9 stycken delprover inklusive centrumpunkt bildar samlingsprov för varje ruta. Delprover markerade i svart och centrumpunkt i rött.



Figur 12. Jordprovtagningsverktyg Guage Auger med tillhörande borste och rensare.

4 Resultatsammanställning

Resultaten från kemiska analyser presenteras i detta kapitel per delområde. Resultatkartor är uppdelade i samlingsprover från de selektiva enhetsvolymerna enligt den systematiska sannolikhetsbaserade provtagning som genomförts av SWECO.

Varje SEV (Ruta) i kartorna redovisas i **grönt** om samlingsprovet visar <PSRV och i **blått** om samlingsprovet visar >PSRV för den specifika föroreningen i aktuellt delområde.

Klassificeringen utgår i första hand från SWECOs huvudprovtagningar under 2014/2015 där samlingsprover skapats från 9 stycken delprover (punktprover) per SEV (se kapitel 3.4). I vissa fall har delprover utgått då dess placering varit för långt ut i vattnet. I andra fall uteslöts prov på nivå 3 då exempelvis berg, betong eller järnbalkar påträffades på nivå 2. I redovisningen har analysresultat från huvudstudien (Tyréns, 2013) samt förstudien (Ferenrud Engineering, 2010) kompletterat SWECOs resultat från 2014/2015.

I dessa fall har endast en eller ett fåtal punkter representerat en SEV och redovisas med skrafferade rutor i resultatkartorna. I vissa fall har analysdata använts från SWECO tillsammans med tidigare gjorda analyser från Tyréns eller Ferenrud Engineering för att bilda samlingsprov som representerar en SEV. Även dessa är då skrafferade i resultatkartorna.

Bilaga 1 Provtagningskartor per delområde visar provtagningsplaner för respektive område inklusive specifika rutnamn och geografisk placering av provpunkter.

Bilaga 2 Analyser och Rådata är sammanställningar av analysdata samt rådata från både SEV:ar och enskilda. Bilaga 2 är uppdelad per delområde och inkluderar både analysdata och rådata i separata flikar.

Den totala halten av dioxiner och dioxinlika föreningar anges oftast i form av dioxinekvivalenter (TEQ; 'toxic equivalents'). TEQ-systemet är ett sätt att väga samman halterna av de olika dioxinkongenerna med hänsyn taget till att de har olika giftighet.

Nuvarande accepterade rapportering av dioxin sker enligt World Health Organization TEQ i ng/kg, WHO<PCDD/F<TEQ Lower Bound alternativt WHO<PCDD/F<TEQ Upper Bound. Notera att upper bound TEQ-värden är presenterade i samtliga tabeller och resultatkartor för dioxin.

"Upper bound" är summan av detekterade värden plus mindre-än värden (detektionsgränsen) och "Lower bound" är summan av detekterade värden.

Farligt avfallgränser kommer från Avfall Sverige Rapport 2007:01.

I tabell 5 nedan redovisas volymer och mängder för de fem olika delområden som undersökts. Varje delområde redovisas mer specifikt i kapitel 4.1 till 4.5.

Tabell 5. Resultatsammanställning av relevanta föroreningar i volymer och mängder per delområde.

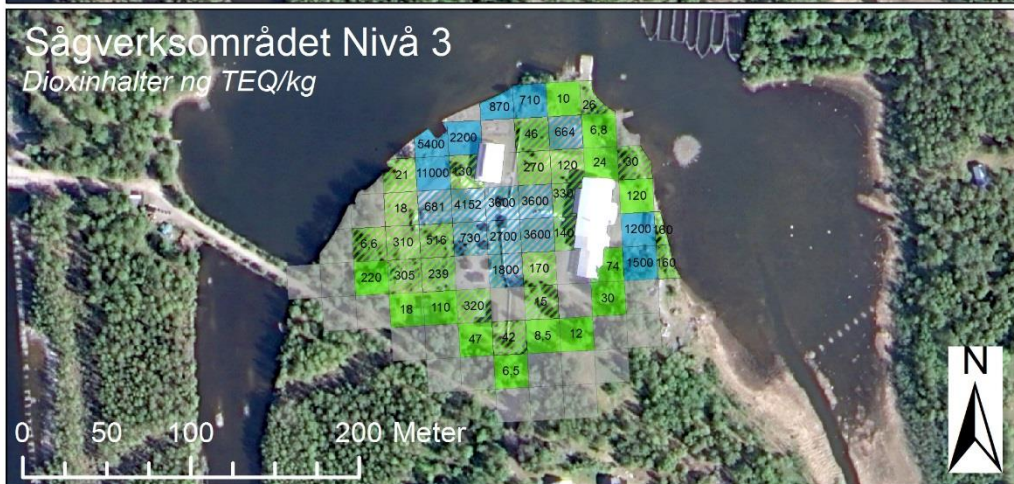
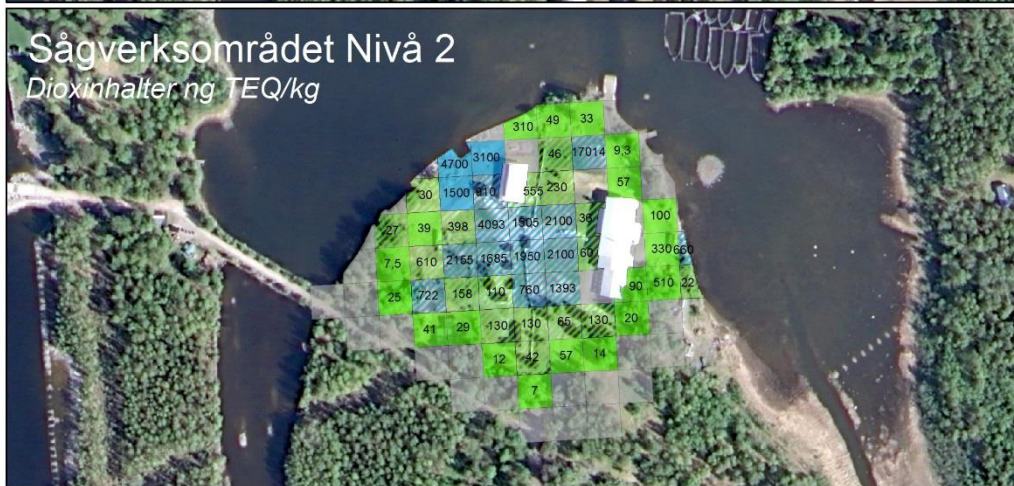
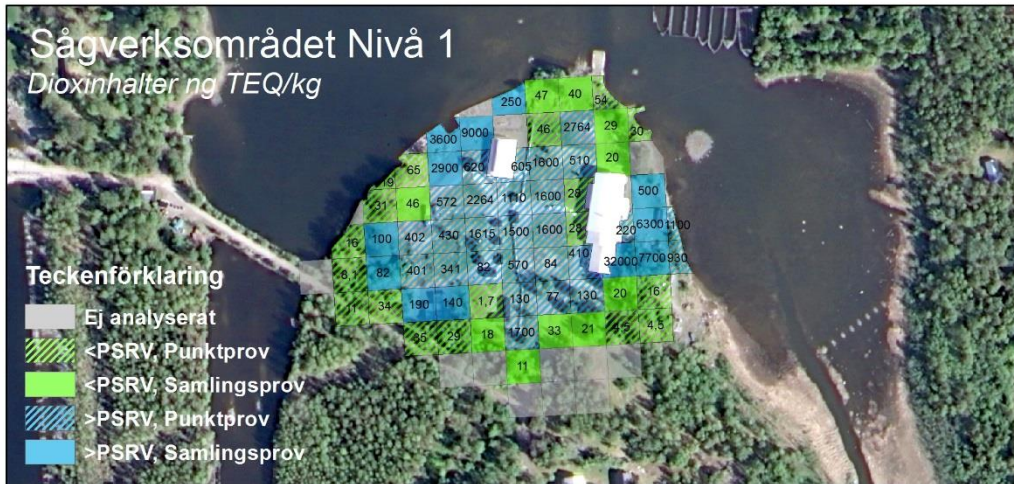
	Volym M ³ >PSRV	Volym M ³ FA >15000 (ngTEQ/kg)	Volym M ³ IFA	Mängd Dioxin (gram)	Mängd Metaller (kg)	Mängd PAH (kg) TS
Sågverksområdet	13930	373	13556	52,5	-	-
Långgrundets brädgård	26095	0	26095	11,9	-	-
Galvaniseringsområdet	448	301	147	-	72000 (Zn) 61 (Cd) 827 (Pb)	-
Pråmvarvet	675	105	570	-	-	2,7 (PAH-L) 312 (PAH-M) 52 (PAH-H)
Stuguskärs brädgård	2980	0	2980	1,8	-	-
Totalt	44128	779	43348	66,2	72 000 (Zn) 61 (Cd) 827 (Pb)	2,7 (PAH-L) 312 (PAH-M) 52 (PAH-H)

Tabell 5 visar att störst beräknade mängd dioxin finns på Sågverksområdet 52,5 gram totalt på alla nivåer. På Långgrundets brädgård beräknas 11,9 gram total mängd dioxin och på Stuguskärs brädgård 1,8 gram. Mängd dioxinmassor klassade som farligt avfall (FA) är relativt liten med totalt 373 m³ från Sågverksområdet.

Totala mängder jordmassor över PSRV är 44128 m³ där majoriteten finns på Sågverksområdet och Långgrundets brädgård. Total mängd FA-massor uppgår till 779 m³. På Galvaniseringsområdet finns metallerna zink (Zn), kadmium (Cd) och bly (Pb) i stora mängder och ca 67% av massorna ligger över FA-gränser för dessa ämnen. På Pråmvarvet finns PAH:er i hundratals kg. Här beräknas ca 15% av massorna bestå av PAH-halter som överstiger FA-gränser.

4.1 Sågverksområdet – Dioxinutbredning

Sågverksområdet är det mest komplexa området och dioxinföroreningarna är omblandade på grund av tidigare schaktarbeten vilket medför höga halter på olika djup i jordmatrisen. Högsta dioxinhalt i samlingsprov uppmättes till 32 000 ng TEQ/kg (FA gränsvärde >15000 ngTEQ/kg) och finns i de sydöstra delarna bakom nuvarande museum, se Figur 13. Även i de nordvästra delarna finns höga dioxinhalter på djupa nivåer. Föroreningarna sträcker sig ut längs strandlinjen och avtar generellt med djupet.







Figur 13. Dioxinutbredning med SEV på Sågverksområdet med klassificering enligt PSRV. Varje SEV (Ruta) i kartorna redovisas i **grönt** om samlingsprovet visar <PSRV och i **blått** om samlingsprovet visar >PSRV. Samtliga resultat i WHO ng TEQ/kg Upper bound. N1(Nivå 1) = 0-0,5 m, N2= 0,5-1m, N3= 1-1,5 m.

Tabell 6 presenterar volymer förorenad jord och mängder dioxin på Sågverksområdet från nivå N1 till N6. Total mängd dioxin inom området uppskattas till 52,5 gram och den högsta noterade punkthalten **55 000** ngTEQ/kg noteras i provpunkt 1515B1 (Bilaga 2, Sågverksområdet Analysdata) som är lokaliserad sydöst, bakom nuvarande museum. Största mängden dioxin finns i 0-0,5 meter under markytan för att sedan avta med djupet.

Tabell 6. Volymer förorenad jord och mängder dioxin på Sågverksområdet från nivå N1 till N6.

	PSRV ngTEQ/kg	Volym m ³ >PSRV	Volym m ³ FA (15000) ng TEQ/kg	Volym m ³ IFA	Mängd Dioxin (gram)
N1	70	6970	138	6832	21,6
N2	650	2748	235	2513	14,3
N3	650	1903	0	1903	8,6
N4	650	1527	0	1527	6,1
N5	650	181	0	181	0,5
N6	650	600	0	600	1,2
Totalt		13930	373	13556	52,5

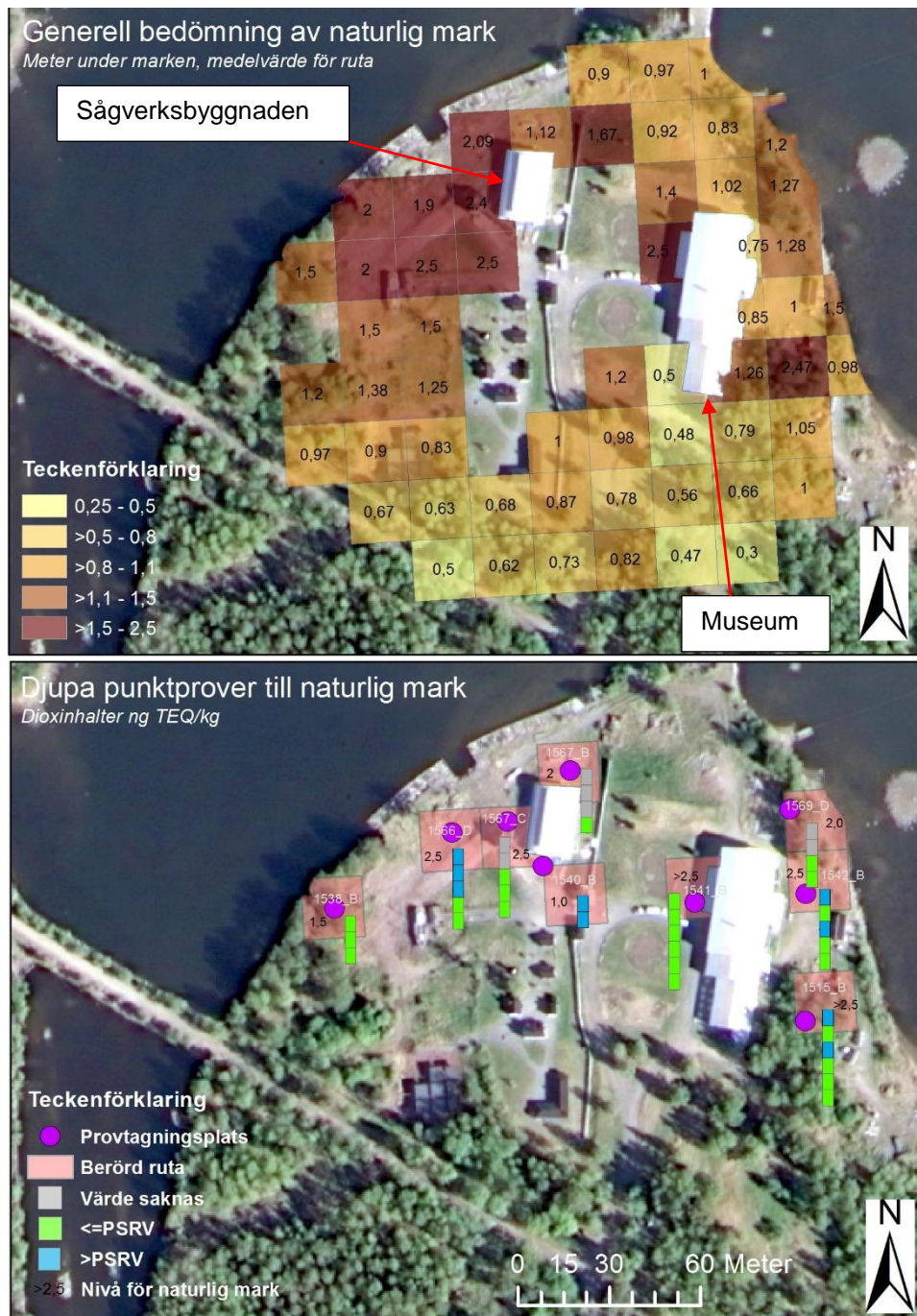
Totalt finns ca 373 m³ farligt avfall massor. Dessa massor återfinns på nivå 0-1 m under markytan. Icke farligt avfall (IFA) massor uppgår till totalt ca 13556 m³ där ca 70% finns i 0-1 m skiktet. Dioxinföroreningar med halter över PSRV förekommer även djupare än 3 m under markytan.

4.1.1 Naturliga nivåer och djupa punktprover på Sågverksområdet

Den naturliga marknivån varierar från att ligga 0,5 m under markytan i de södra delarna till ca 2,5 m i områdets mitt. (Figur 14)

Väster och söder om "lilla" Sågverksbyggnad ligger naturlig mark generellt djupare än 2 m under markytan. Vid rivningen av Sågverksområdet så grävdes en stor grop i detta område där rivningsmassorna lades (muntliga uppgifter från lokala arbetare). Även väster om nuvarande museum ligger naturlig mark på ca 2,5 m under markytan.

Punktproverna bekräftar detta mönster och bortsett från 1540B (mitten, naturlig mark 1.0, grävstopp p g a järnbalkar) ligger naturlig mark djupare än 1,5 m under markytan på samtliga djupa punktprover.



Figur 14. Övre kartbilden visar medelvärde av djupet i meter under markytan på naturliga nivåer per selektiv enhetsvolym (SEV). Undre kartbilden visar djupet naturliga nivåer i enskilda punkter i meter under markytan. Staplarna är indelade i segment per 0,5 m där översta segmentet i stapeln representerar första 0-0,5 m, nästa segment 0,5-1 etc. Dioxinhalten inkluderas i staplarna där grön färg och indikerar >PSRV och blå färg < PSRV.

4.2 Resultat: Långgrundets brädgård – Dioxinutbredning

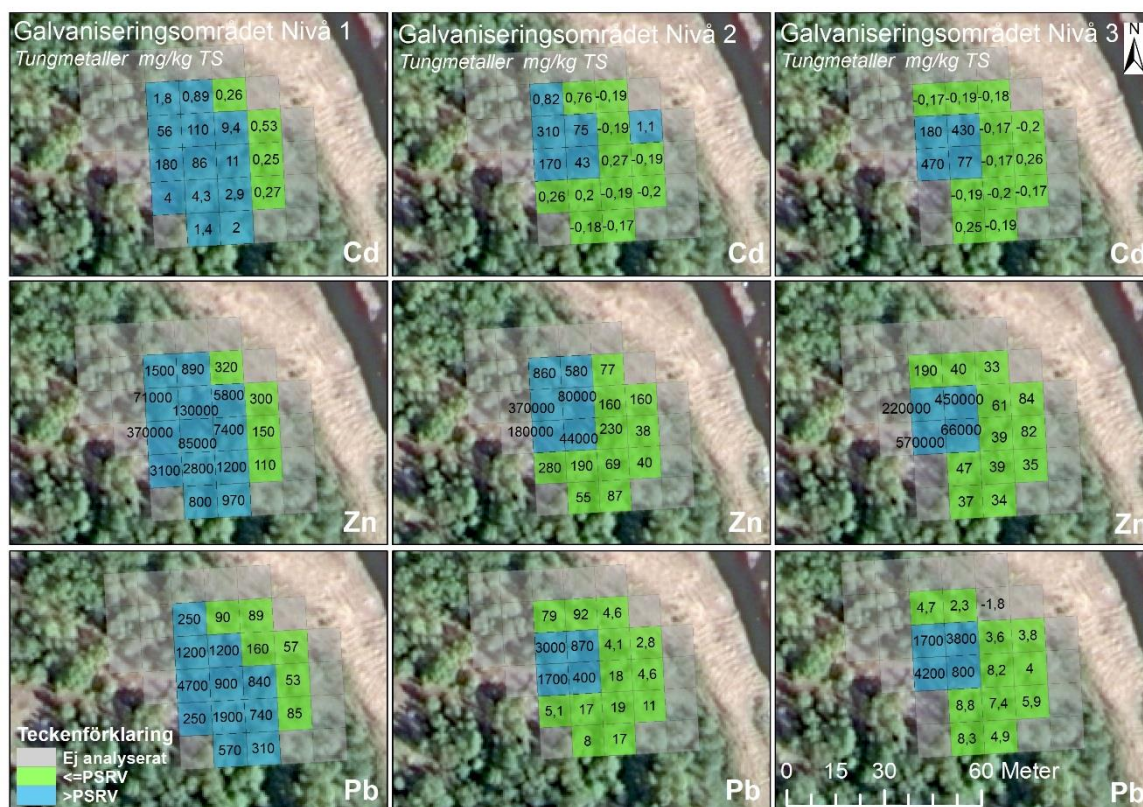
Långgrundets brädgård är det största delområdet och samtliga selektiva enhetsvolymmer som överskrider PSRV för dioxinföreningar ligger i det ytliga skiktet 0-0,5 m. Av totalt 190 selektiva enhetsvolymmer (se Figur 15) överskrider 3 stycken PSRV (650 ngTEQ/kg). Total mängd dioxin uppgår till 11,9 gram och total volym massor med halter över PSRV är 26095 m³. Inga jordmassor når upp till halter för farligt avfall (FA = 15000 ngTEQ/kg). Högsta påträffas punkthalten 4600 ngTEQ/kg påträffas i provpunkt 2T3A, huvudstudie (Tyrens, 2013) (Bilaga 2, Långgrundets brädgård) nordväst inom området.



Figur 15. Dioxinutbredning med SEV på Långgrundets brädgård med klassificering enligt PSRV. Varje SEV (Ruta) i kartorna redovisas i **grönt** om samlingsprovet visar <PSRV och i **blått** om samlingsprovet visar >PSRV. Samtliga resultat i WHO ng TEQ/kg Upper bound. N1(Nivå 1) = 0-0,5 m, N2 = 0,5-1m.

4.3 Resultat: Galvaniseringsområdet – Utbredning av metaller

Galvaniseringsområdet är det minsta området och stora delar ligger på en berghäll (Figur 16). Största mängden metallföreningar finns i ytskiktet 0-0,5 m men i de västra delarna finns höga metallhalter även på djupet. Högsta noterad zinkhalt 570000 mg/kg TS i provpunkt 1435B4_N3. Inom samma SEV noteras kadmium 470 mg/kg TS och bly 4200 mg/kg TS. En stor andel av jordmassorna ca 67 % av har metallhalter över FA-gränser.

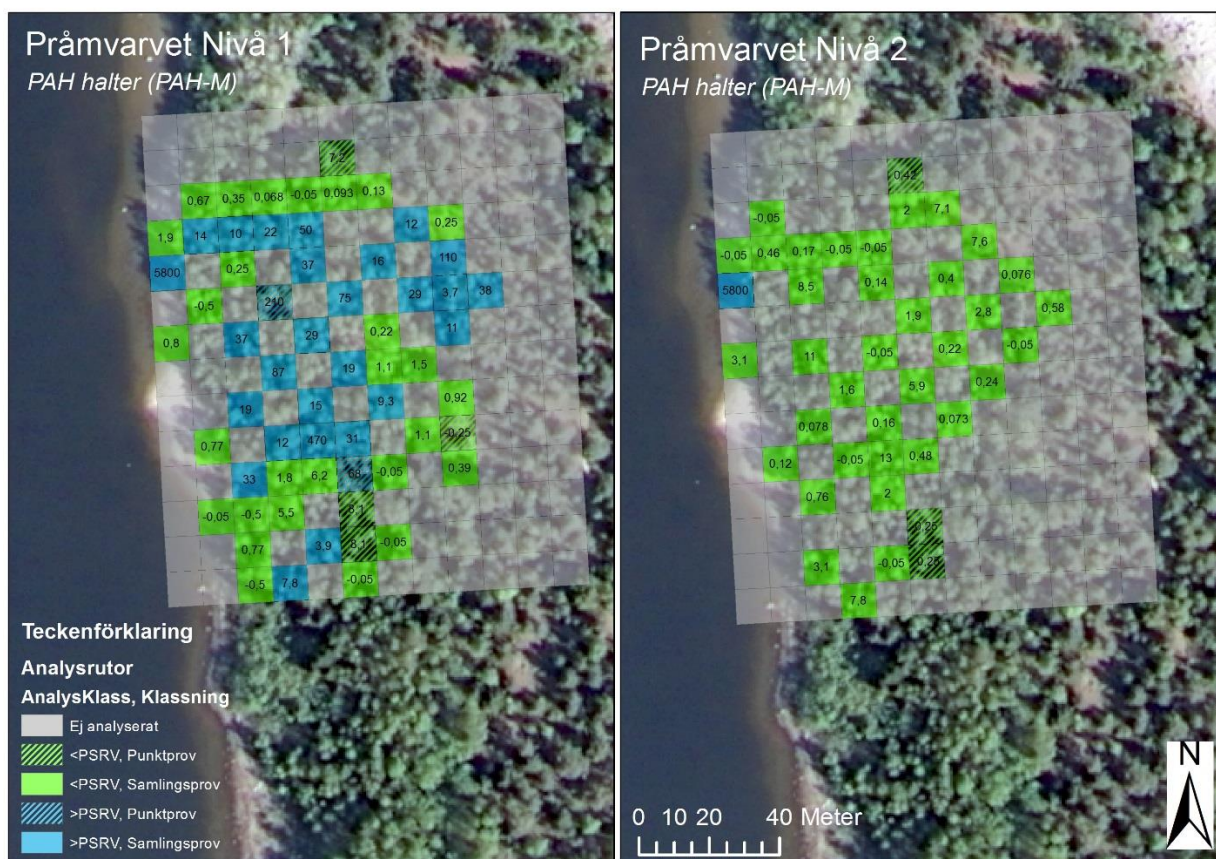


Figur 16. Utbredning av metaller med SEV på Galvaniseringsområdet med klassificering enligt PSRV. Varje SEV (Ruta) i kartorna redovisas i **grönt** om samlingsprovet visar <PSRV och i **blått** om samlingsprovet visar >PSRV. Samtliga resultat i mg/kg. N1(Nivå 1) = mull/växtskikt, N2 = mull/växtskikt -0,5m, N3 = 0,5-1 m).

4.4 Resultat: Pråmvarvet – Utbredning av PAH

Resultat från PAH-analyser på Pråmvarvet visas i Figur 17. PAH och metallföreningar påträffades i lagret med trärester med undantag för vissa "hotspots". Mäktigheten i det lagret styr därför föroreningens omfattning i plan och djup. Förorenade trärester med halter över PSRV påträffades på nivå 0,05-1,1 m under markytan.

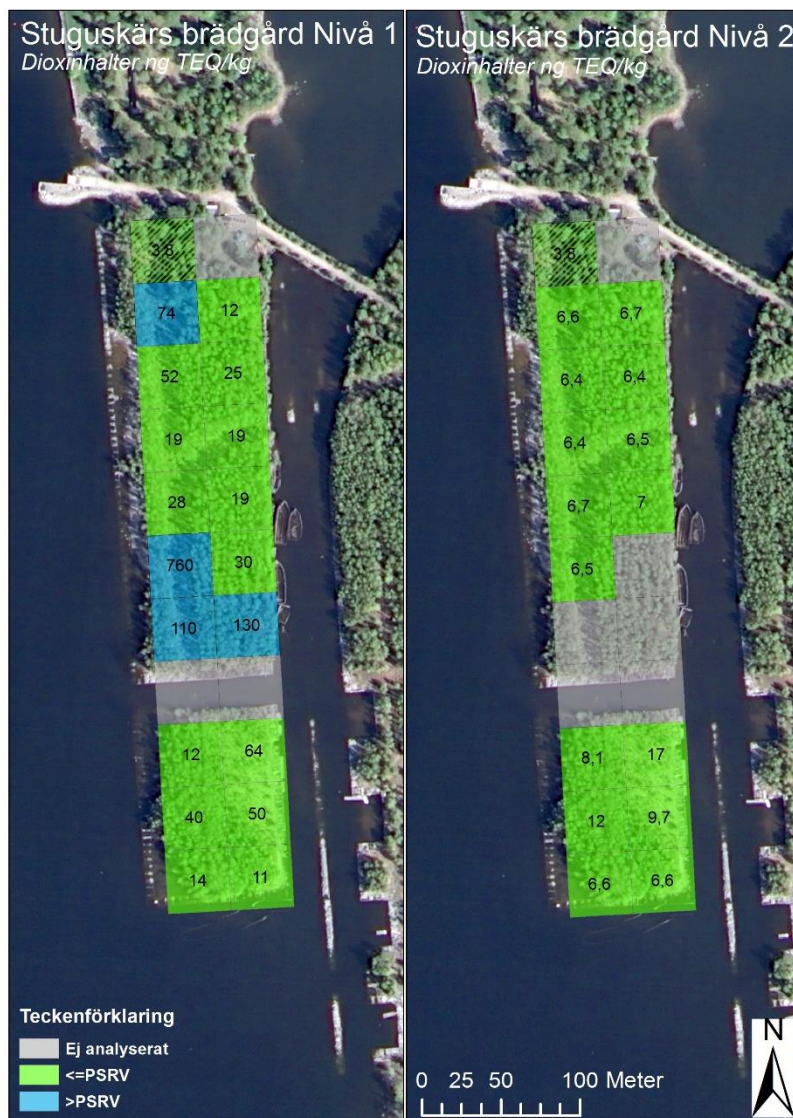
De högsta (analyserade) PAH-halterna har påträffats i två hotspots (1821_B_3_2 och 1843_B_1_2, se Bilaga 2). I provpunkt 1821_B_3_2 avtog halterna PAH kraftigt på nivå 0,05-0,15 m under markytan för att i sandlagret på 0,15-0,4 m vara under PSRV för yttlig jord. I provpunkt 1843_B_1_2 var PAH-halterna mycket höga i sand ner till nivå 0,45 m under markytan. Inga prover togs ut på djupare nivå i den provpunkten. I de övriga proverna från Pråmvarvet har de högsta PAH-halterna (över PSRV) analyserats i lagret med trärester (nivå ca 0,05-0,3 m under markytan). I underliggande sandlager (nivå ca 0,1-0,5 m) avtar halterna till nivåer under PSRV.



Figur 17. PAH och metaller på Pråmvarvet med klassificering enligt PSRV. Varje SEV (Ruta) i kartorna redovisas i **grönt** om samlingsprovet visar <PSRV och i **blått** om samlingsprovet visar >PSRV. Samtliga resultat i WHO ng TEQ/kg Upper bound. N1(Nivå 1) = 0-0,5 m, N2 = 0,5-1m.

4.5 Resultat: Stuguskärs brädgård – Dioxinutbredning

På Stuguskärs brädgård finns fyra stycken SEV:ar i 0-0,5 m skiktet som överskrider PSRV (70 ngTEQ/kg), se Figur 18. Endast en SEV, Rutnamn:1399 (Bilaga 1) överskrider PSRV (650) för mark under 0,5 meter. Kompletterande delprover till denna SEV har skickats in och resultaten för samtliga visar på värden under 650 ngTEQ/kg. Se Bilaga 2 för samtliga punkter och dess analysvärden.



Figur 18. Dioxinutbredning med SEV på Stuguskärs brädgård med klassificering enligt PSRV. Varje SEV (Ruta) i kartorna redovisas i **grönt** om samlingsprovet visar <PSRV och i **blått** om samlingsprovet visar >PSRV. Samtliga resultat i WHO ng TEQ/kg Upper bound. N1(Nivå 1) = 0-0,5 m, N2 = 0,5-1m.

5 Praktiska fälterfarenheter

I detta kapitel presenteras fälterfarenheter som erhållits per delområde.

För mer information kopplade till detta kapitel se Bilaga 2 under flikar "Rådata" för respektive delområde.

5.1 Sågverksområdet

Terrängen domineras av sly och högt gräs vilket gör att det är relativt lätt att ta sig fram i området. På Sågverksområdet är jordmatrisen mycket varierande och består av stora stenar, järnskrot och bräddor (Figur 19) vilket försvårar grävandet och provtagningen i vissa områden. Annan provtagningsmetod än med grävmaskin hade varit mycket svårt att använda p g a jordmatrisens heterogena och hårda (stora stenar, tegel, järnskrot) material. Grundvatten/havsnivå påträffades 0,5-1 m i ytterkanterna medan det längre in på området kunde ligga djupare än 1,5 meter eller aldrig nåddes. Lukt från svavelväten noterades i djupa gropar med trärester och bark. Mindre elledningar grävdes av men åtgärdades omgående med hjälp av lokala elektriker på Norrbyskärr.



Figur 19. Sågverksområdet, typisk provtagningsgrop med stenar, grusig sand, tegel och metallskrot.

5.2 Långgrundets brädgård

Långgrundets brädgård är ett stort och varierande område med lång strandlinje. Provtagningen gick i stort enligt plan. Rustbädd och trärester som utfyllnad inkluderar stora delar av området enligt Figur 20. Sten, skog, sly och på vissa ställen mycket instabil mark skapar stora risker för ras av träd. En hel del järnspikar och bultar finns kring strandlinjen vilket i sig också är en arbetsmiljörisk. Grundvatten/havsnivå påträffades ytligt (0,5 m) vid strandlinjen medan den längre in på området återfanns djupare än 1,5 m. Luftburen telekabel slets av med grävmaskinen under skymning och åtgärdades omgående. Inga övriga incidenter noterades.



Figur 20. Långgrundets brädgård, typisk provtagningsgrop med ytligt mulskikt följt av bark, rustbädd och trärester.

5.3 Galvaniseringsområdet

På Galvaniseringsområdet finns berg beläget mycket ytligt på stora delar av området, se Figur 21. Provtagningen på denna berghäll blev ibland grund och yttlig jord skrapades ihop för att bilda tillräcklig provmängd. Några punkter utgick då dessa var placerade ute i vatten i de östra delarna. I övrigt gick det mycket smidigt att gräva i detta område och inga incidenter noterades.



Figur 21. Galvaniseringsområdet, typisk provtagningsgrop med ytligt mullskikt följt av stenig grusig sand med inslag av stora stenar och ibland direkt på berg.

5.4 Pråmvarvet

Träresternas mäktighet var i de flesta punkter ca 5-30 cm. I de lager med större tjocklek av trärester utgjordes materialet av balkar/stockar under mullen. Som mäktigast var lagret trärester 1,1 m.

Markprofilen i området bestod generellt av mull följt av ett lager trärester och sedan ett lager sand, se Figur 22. I de punkter där inga trärester förekom underlagrades mullen direkt av sand. Markprofilen var liknande i hela provtagningsområdet med undantag för nordvästra delen i strandområdet där mullen underlagrades av ett lager sand och därefter ett skikt med trärester. Mycket stor mängd järndelar som järnstänger och järnspikar förekom framförallt i skiktet med trärester. Järndelar hittades i över hälften av provpunkterna. Järndelarna var ofta ca 2 dm men ibland påträffades större delar av järn upp till 0,5 m. Även tegel och takpapprester förekom i marken. Träkonstruktionerna på markytan var till stor del ruttna och föll lätt sönder. Glidbanor, balkar och stockar innehöll järnspikar.

I några provpunkter noterades kolbitar/kolrester (ca 0,05-0,3 m under markytan) vilka togs ut som separata prover. Grundvattenytan noterades ytligt i flertalet provpunkter på nivå mellan 0,1 – 0,6 m under markytan. Grundvatten påträffades i sandlagret främst i områdets södra del från strandlinjen och ca 70 meter in mot land. Det luktade tjära i området söder om glidbanorna och flertalet plåt-tunnor noterades.



Figur 22. Pråmvarvet bild från profilbild med mull och trärester som sedan övergår till lager med sand.

5.5 Stuguskärs brädgård

På Stuguskärs brädgård består jordmatrisen av mull, bark, trärester och relativt ytlig (0,5-1 meter) morän, se Figur 23. Den ytliga markterrängen består av mycket sten, stubbar och träd. En hel del träd fälldes med grävmaskin för att ta sig fram. Grundvatten påträffades ytligt vid strandlinjen (ca 0,5 m) och längre in på området mer på djupet (>1 meter). På den södra "Ö-delen" (Bilaga 1) där provtagningarna genomfördes med manuell auger var marken full av håligheter och gamla pråmar fyllda med virke. Arbetsmiljöriskerna var här relativt stora så högsta försiktighet användes. Inga anmärkningsvärda incidenter skedde dock.



Figur 23. Stuguskärs brädgård, profil med mulleskikt, bark som sedan övergår till morän.

6 Slutsatser och diskussion

Generellt konstateras att huvuddelen av föroreningarna i form av dioxin, metaller och PAH ligger ytligt i 0-0,5 m på samtliga delområden.

Högsta analyserade dioxinhalt, **55000 ngTEQ/kg**, påträffas på Sågversområdet och beräknad mängd dioxin för samtliga delområden är totalt **66 gram**.

På Sågverksområdet finns också den största beräknade mängden dioxin, **52,5 gram**. På Sågverksområdet är dioxinföroreningarna omblandade i jordmatrisen och ligger på olika djup troligen efter det att Holmen AB genomfört schakt- och rivningsarbeten (1987).

Organiska halter i detta delområde är höga (mycket trärester, spån och bark) och jordmatrisen är mycket heterogen med stora block och stenar, järnbalkar, skrot och varierande grundvattennivåer.

På Långgrundets brädgård återfinns dioxinföroreningar på stora ytor dock i princip uteslutande i 0-0,5 m under markytan. Inga massor uppgår till FA-halter (15000 ngTEQ/kg).

På Galvaniseringsområdet påträffas metallhalter (Zn,Cd, Pb) vilka ligger ca 200 gånger över FA-gränsvärden.

På Pråmvarvet påträffas PAH (och metallföroreningar) främst i förorenade trärester med halter över PSRV på nivå 0,05-1,1 m under markytan.

På Stuguskärs brädgård finns dioxinhalter över PSRV (0-0,5 m, 70 ngTEQ/kg) på stora ytor.

Referenser

1. Huvudstudie, Tyréns, (Nadja Lundgren, Nina Nilsson, Ida Sjöberg), 2013
<http://www.umea.se/download/18.3f589399144bbe9c36610600/1397631105506/Utv%C3%A4rderingsrapport+Huvudstudie+Norrby%C3%A4r+2014-04-09.pdf>
2. Förstudie Norrbyskär, Fernerud Engineering, (Sten Fernerud), 2010
http://www.umea.se/download/18.4166f9b6137178df873a29/1361887742413/F%C3%B6rstudie_100326.pdf
3. Fälthandbok Undersökningar av förorenade områden, SGFs (Svenska Geotekniska Föreningen) SGF, Rapport 1:2004 samt SGF rapport 2:2013
<http://www.sgf.net/web/page.aspx?refid=3365>
4. Provtagningsstrategier för förorenad jord, Naturvårdsverkets rapport 5888, 2009
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5888-3.pdf?pid=3487>
5. Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor, Avfall Sverige, Rapport 2007:01
http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/2007_01.pdf