

NGU Rapport 2002.041

Jordforurensning i Tromsø

Rapport nr.: 2002.041		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Jordforurensning i Tromsø			
Forfatter: Morten Jartun, Rolf Tore Ottesen og Tore Volden		Oppdragsgiver: Tromsø kommune, Troms fylkeskommune og Norges geologiske undersøkelse	
Fylke: Troms		Kommune: Tromsø	
Kartblad (M=1:250.000) Tromsø		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1534 3 Tromsø	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetail: 44	Pris:
Feltarbeid utført: August 2001		Rapportdato:	Ansvarlig:
Prosjektnr.: 291700			
<p>Sammendrag:</p> <p>302 prøver av overflatejord fra de tettest befolkede områdene av Tromsø er samlet inn og analysert for tungmetaller og arsen. 18 prøver fra Tromsøya er analysert for PAH og PCB. Undersøkelsen har kartlagt fordelingen av de ulike stoffene, og vil være med på å beskrive miljøbelastningen i de ulike bydelene.</p> <p>De ytre og yngre bydelene i Tromsø, som områdene Hamna, Sjømannsbyen, Norrøna, Sorgenfri, sentrale Kvaløya og sentralt på fastlandet, er lite forurenset. Enkelte steder har lokal punktforurensning av bl.a. bly, sink og tinn. Tromsø sentrum og Skattøra er forurenset med bly, sink, arsen og enkeltprøver med PAH og PCB.</p> <p>De antatt viktigste kildene til forurensning av Tromsø sentrum, og lokal forurensning, bl.a. på Skattøra er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bybrannene fra bl.a. 1948 og 1969 (PAH, bly)</li> <li>• Biltrafikk, spesielt etter opphevelse av importrestriksjoner på 1960-tallet (bly i bensin, PAH)</li> <li>• Utslipp fra industri (sildoljefabrikk, margarinfabrikk, lærfabrikk, Tromsø gassverk)</li> <li>• Skipsverft (PAH, PCB, tinn (muligens TBT), bly, sink, arsen)</li> </ul> <p>Følgende tiltak anbefales etter jordundersøkelsen fra Tromsø:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultatene bør være grunnlag for en helserisikovurdering sammen med et pågående prosjekt som tar for seg jord- og sandforurensning i små barns lekemiljø.</li> <li>• I områder med planlagt boligbygging, spesielt der gamle fyllplasser og industritomter er omregulert til boligformål, lekeplasser og barnehager, bør det tas flere prøver for å kartlegge grunnen ytterligere.</li> <li>• Jorden ved Tromsø skipsverft og småbåthavnene både på Tromsøya og fastlandet bør undersøkes for innhold av miljøgiften TBT. De uorganiske analysene av tinn på disse stedene kan indikere TBT-forurensning.</li> <li>• Den miljøbelastningen som PAH og PCB utgjør i sentrumsnære strøk, og ved bygninger spesielt fra 1950-, 60- og 70-tallet, bør undersøkes nærmere. Dette kan gjøres ved at det tas flere prøver, og at det eventuelt undersøkes hvorvidt innholdet av disse miljøgiftene har helsekonsekvenser for de som bor på grunnen og i boligene.</li> </ul> <p>Tromsø kommune bør utrede om det er behov for endring av rutiner ved graving og flytting av masser fra sentrumsnære områder. Spørsmål som knyttes til dette er: Bør gravemassene analyseres for forurensninger? Bør massene disponeres fritt? Har Tromsø en lokalitet i nærheten som kan brukes til å deponere de middels forurensete massene.</p>			
Emneord: Forurensning	Metaller	PAH	
PCB	Forurensningskilder	Anbefalte tiltak	
Byjord	Tromsø kommune	Arealbruk	

## INNHold

1. BAKGRUNN.....	5
1.1 Avfallsenergianlegg og karlegging av forurensningsstatus.....	5
1.2 Arealbruk.....	5
1.3 Prosjektets målsetting.....	6
2. METODER OG GJENNOMFØRING.....	6
2.1 Prøvetaking, preparering av prøver og kjemisk analyse.....	6
2.2 Normverdier og statistisk presentasjon av data.....	7
2.3 Kvalitetskontroll.....	8
2.4 Kartframstilling.....	9
3. RESULTATER.....	9
3.1 Berggrunn.....	9
3.2 Overflatejord fra tettest befolkede deler av Tromsø kommune.....	10
3.2.1. Hele datasettet fra Tromsø.....	10
3.2.2. Tromsø sentrum.....	11
3.2.3. Tromsøya utenfor sentrum.....	12
3.2.4. Kvaløya.....	14
3.2.5. Fastlandet.....	14
3.3 Reproduserbarhet av dataene.....	16
4. MULIGE FORURENSNINGSKILDER.....	17
4.1 Bybranner.....	18
4.2 Biltrafikk.....	19
4.3 Gassverket.....	19
4.4 Skipsverftene.....	20
4.5 Vedlikehold.....	20
4.6 Oppvarming.....	21
4.7 Forurensning fra industrien.....	21
4.8 Den andre verdenskrig.....	22
5. BRUK AV DATA FRA JORDFORURENSNINGSUNDERSØKELSEN.....	22
6. KONKLUSJONER OG ANBEFALTE TILTAK.....	23
7. REFERANSER.....	24
Internettreferanser.....	26
VEDLEGG.....	27
1. Miljøgifter	
2. Kart over prøvetatt område, de sentrale delene av Tromsø kommune	
3. Geologisk kart over Tromsø med tegnforklaring	
4. Arsen (As), symbolkart	
5. Kadmium (Cd), symbolkart	
6. Krom (Cr), symbolkart	
7. Kobber (Cu), symbolkart	
8. Kvikksølv (Hg), symbolkart	
9. Nikkel (Ni), symbolkart	

10. Bly (Pb), symbolkart
11. Tinn (Sn), symbolkart
12. Sink (Zn), symbolkart
13. PCB, symbolkart
14. PAH, symbolkart

# 1. BAKGRUNN

## 1.1 Avfallsenergianlegg og kartlegging av forurensningsstatus

Planer om bygging av et nytt avfallforbrenningsanlegg i Tromsø har satt i gang en stor miljødebatt blant byens innbyggere, og det er frykt for de helsemessige konsekvensene av eventuelle utslipp. I Trondheim og Bergen er det rettet mye oppmerksomhet mot slike avfallforbrenningsanlegg og begge kommuner har gjennomført en kartlegging av jordas innhold av miljøgifter for å ha et faktabidrag i denne debatten. Undersøkelsen i Tromsø, som Norges geologiske undersøkelse (NGU) har foretatt, viser miljøtilstanden før anlegget blir bygget, og vil være en referanse som eventuell framtidig forurensning kan vurderes mot, og gi et bidrag til byens arealplanlegging.

I forbindelse med bygging av forbrenningsanlegg, og når det er snakk om forurensning i bymiljø generelt, tenker man gjerne på den lokale luftforurensningen, og hvordan denne er et problem for vår helse og trivsel. Luftforurensninger kan gi helseeffekter som nedsatt lungefunksjon, luftveisinfeksjoner og kroniske lungesykdommer, og kan gi skader på vegetasjon, føre til korrosjon og nedbrytning av materialer, bl.a. på bygninger. Veitrafikk gir, og har gitt, det største bidraget av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>), svevestøv (PM<sub>10</sub>), kullos (CO), bly (Pb) og sink (Zn), mens vedfyring, bybranner og biltrafikk er kilder til bl.a. PAH- og dioksinforurensning. Luftforurensninger vil etterhvert falle ned av seg selv og ved hjelp av partikler i lufta, eller vaskes ut av regn og snø. De vil da avsettes og akkumuleres på overflatejorda, som er et godt egnet prøvemedium i slike miljøundersøkelser.

## 1.2 Arealbruk

Arealplanleggingen for Tromsø legger opp til redusert arealbruk gjennom fortetting. Prosjekt Strandkanten på østsida av Tromsøya er et eksempel på dette. Prosjektet er et samarbeid mellom Husbanken, Tromsø kommune og en sammenslutning av utbyggere. Planen legger til rette for bygging av 7 – 800 nye boliger på delvis utfylt areal sør for sentrum. Tromsø kommune ser det slik at ved en tett måte å leve på kan mange miljøproblemer løses samlet. ”Vannforsyning, kloakkrensning og avfallshåndtering kan organiseres effektivt. Arealforbruket til byboerne blir lite og avstanden kort til arbeidsplasser og ulike serviceinstitusjoner. Ved å bygge videre på noe som allerede er etablert, kan store ressurser spares. Byenes utslipp og arealbruk blir relativt lite per person.”

Denne undersøkelsen vil kunne sette fokus på hva slags masser og utfyllinger boligprosjektet er planlagt på, og hva slags miljøgifter som finnes her.

### **1.3 Prosjektets målsetting**

Jorda vi finner i byene er brukt flere ganger. I tillegg til å ha et naturlig opphav fra berggrunnen, vil den bestå av gamle bygningsrester som betong, teglstein og asfalt, gravemasser, kloakkslam, rester fra bybranner, husholdnings- og industriavfall.

Denne rapporten dokumenterer innholdet av en rekke tungmetaller bl.a. bly, sink, kobber, kadmium, kvikksølv og tinn, samt arsen og de organiske miljøgiftene polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB) i overflatejord fra Tromsø. Undersøkelsen har først og fremst konsentrert seg om å kartlegge fordelingen av de ulike stoffene og beskrive miljøbelastningen i de tettest befolkede delene av Tromsøya, Kvaløya og fastlandet, vist i Vedlegg 2. I tillegg til å skaffe en oversikt over fordelingen av miljøgifter, skal prosjektet i Tromsø prøve å identifisere effekten av individuelle forurensningskilder, f.eks. bybranner og veitrafikk, samt foreslå eventuelle oppfølgende undersøkelser og tiltak. Det er viktig å skape en dialog med f.eks. utbyggere og grunneiere på områder som består av gamle gravemasser.

## **2. METODER OG GJENNOMFØRING**

### **2.1 Prøvetaking, preparering av prøver og kjemisk analyse**

Overflatejord ble valgt som prøvetype, fordi den gjenspeiler både den lokale geologien og bidrag fra menneskelige aktiviteter, som kan være eventuelle forurensninger.

August 2001 ble det samlet inn prøver av overflatejord ned til 2 cm. dyp fra 302 lokaliteter jevnt fordelt utover Tromsøya og sentrale deler av Kvaløya og fastlandet. Fra hver lokalitet ble det samlet inn ca. ½ kg. jord ved hjelp av hagespade. Prøvene ble emballert i plastbokser og sendt til laboratoriet ved Norges geologiske undersøkelse (NGU) der de senere ble analysert for en rekke tungmetaller. Det ble i tillegg samlet inn 18 prøver av overflatejord fra deler av Tromsøya som, i nedkjølt tilstand, ble sendt til Nederland for analyse på innholdet av

PAH- og PCB-forbindelser. For å kartlegge den naturlige tilstanden ble det samlet inn 34 bergartsprøver fra Tromsøya, som senere ble analysert ved NGU's laboratorium.



**Figur 1:** Fra overflatejorden i de tettest befolkede områdene av Tromsø ble det samlet inn 302 prøver.

(Foto: Morten Jartun)

Jordprøvene ble tørket ved 40°C, og siktet gjennom nygonsikter med maskevidde 2 mm. Bergartsprøvene ble på forhånd knust. Finfraksjonen fra siktinga ble sendt til NGU's laboratorium for kjemisk analyse av tungmetaller og arsen.

## **2.2 Normverdier og statistisk presentasjon av data**

For samtlige metaller ble det beregnet aritmetrisk gjennomsnitt, medianverdier, minimums- og maksimumsverdier. Statens Forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet normverdier for mest følsom arealbruk for de ulike metallene (Tabell 1), og resultatene ble sammenlignet med disse. Normverdiene er beregnede konsentrasjoner som levende organismer tåler uten skadelige effekter. Mest følsom arealbruk kan i denne sammenhengen for eksempel være barnehager, lekeplasser eller boligområder.

Tabell 1: SFTs normverdier for forurenset jord, mest følsom arealbruk

Forbindelse	SFT's normverdier 1998 (mg/kg)
Arsen (As)	2
Kadmium (Cd)	3
Krom (Cr)	25
Kobber (Cu)	100
Kvikksølv (Hg)	1
Nikkel (Ni)	50
Bly (Pb)	60
Sink (Zn)	100
Sum 16 PAH	2
Benzo(a)pyren (en PAH-forbindelse)	0,1
Sum 7 PCB	0,01

### 2.3 Kvalitetskontroll

For å kontrollere reproduserbarheten av prøvetakingen ble det for hver 10. lokalitet tatt ut to prøver med ca. 1 meters avstand. Disse duplikatprøvene er preparert og analysert på samme måte som resten av prøvene. Avviket mellom de to prøvene fra samme lokalitet vil være et mål på datasettets reproduserbarhet. En korrelasjonskoeffisient kan beregnes, og reproduserbarheten kan også presenteres i tokantdiagram for hvert enkelt stoff det analyseres på.

Korrelasjonskoeffisient,  $r$ , mellom prøver og duplikatprøver blir beregnet etter formel:

$$r = \frac{\Sigma(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X - \bar{X})^2 \Sigma(Y - \bar{Y})^2}} \quad (2.1)$$

der  $X$  og  $Y$  er resultatene fra hver duplikatlokalitet, og  $\bar{X}$  og  $\bar{Y}$  er det aritmetriske gjennomsnittet av hhv.  $X$ - og  $Y$ -verdiene i de 27 lokalitetene med dobbelt prøvetaking. Tabell 8 angir korrelasjonskoeffisient til de viktigste metallene med antatt menneskelig opphav. En



korrelasjonsverdi tilnærmet lik null betyr at konsentrasjonene i de to prøvene tatt med ca. 1 meters avstand varierer stort, og en verdi lik 1 betyr maksimal korrelasjon.

NGUs kjemiske laboratorium er akkreditert, og før hver analyse blir stabiliteten til instrumentene kontrollert og loggført i diagrammer som kan forevises. Under selve analysene blir det rutinemessig kjørt både blankprøver og prøver med kjent konsentrasjon.

## **2.4 Kartframstilling**

De 302 prøvelokalitetene ble i felt plottet på bykart over Tromsø 1:12000 og på kart over Kvaløya og fastlandet utviklet av Tromsø kommune. I ettertid er lokalitetene koordinatfestet og plottet på digitale kart. Prøveresultatene til hver enkelt lokalitet ble lagret i databasefiler og tatt inn i GIS-dataverktøy (ArcView) hvor de ble fremstilt som symbolkart. Hvert symbol angir prøvelokalitet, og symbolets størrelse er et mål på konsentrasjonen av det presenterte stoffet i henhold til kartets tegnforklaring.

## **3. RESULTATER**

### **3.1 Berggrunn**

Berggrunnen i Tromsø (Tabell 2) inneholder lite arsen (As), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb), tinn (Sn) og sink (Zn). Tre enkeltprøver inneholder relativt høye konsentrasjoner av kadmium (Cd), og fire enkeltprøver inneholder relativt høye konsentrasjoner av krom (Cr).

Vedlegg 3 viser bergartene fra prøvetakingsområdet, og norddelen av Tromsøya består av kataklastiske bergarter med silifiserte bruddstykker av sidebergartene (270- 280 millioner år). Det går et tynt belte av peridotitt tvers over Tromsøya, og den høyeste kadmiumverdien (1,50 mg/kg) ble funnet i en bergartsprøve fra dette beltet. Sør delen av Tromsøya består stort sett av granat-, muskovittskifer og –gneis samt diopsid- og granatrik gneis. Fastlandet består av det samme som norddelen av Tromsøya, samt et belte av kalkspatmarmor i veksling med glimmerskifer og gneis i sør. Kvaløya har et område med kalkspatmarmor, noe av de samme bergartene som finnes på sørlige del av Tromsøya, og flekkvise innslag av de samme bergartene som norddelen av Tromsøya og fastlandet består av.

Tabell 2: Syreløselig innhold i mg/kg av As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn i berggrunnen i Tromsø. Antall prøver = 34.

Grunnstoff	Median mg/kg	Spredning mg/kg
Arsen (As)	<1,0	<1,0 – 4,1
Kadmium (Cd)	<0,02	<0,02 – 1,50
Krom (Cr)	13	<1 – 110
Kobber (Cu)	11	<1 - 101
Kvikksølv (Hg)	<0,01	<0,01 – 0,02
Nikkel (Ni)	10,1	1,0 – 51,2
Tinn (Sn)	< 3	< 3
Bly (Pb)	1,3	<0,4 – 25,0
Sink (Zn)	10,2	3,1 – 80,6

Den kjemiske sammensetningen av ulike bergarter varierer kraftig, og en sammenligning mellom sammensetningen i bergartsprøver og overflatejord gir en indikasjon på eventuell forurensning. Grunnstoffene i bergarten frigjøres og spres ved mekanisk, kjemisk og biologisk forvitring, der vann og innhold av gasser i luft bidrar til den kjemiske forvitringen.

### 3.2 Overflatejord fra de tettest befolkede delene av Tromsø kommune

De fleste delene av de undersøkte områdene i Tromsø kommune er uforurenset eller lite forurenset. Det er stor sannsynlighet for at de yngre bydelene og mindre sentrale strøk i stor grad har metallkonsentrasjoner fra et naturlig geologisk opphav. Prøver fra Tromsø sentrum, Skattøra og enkeltpunkter på fastlandet og langs østre strandsone av Tromsøya har imidlertid enkelte høye konsentrasjoner av bl.a. bly, sink, tinn og andre metaller. Det er funnet enkelte svært høye konsentrasjoner av PCB og PAH

#### 3.2.1 Hele datasettet fra Tromsø

Tromsø sentrum, den eldste delen av byen, samt Skattøra er forurenset med bl.a. bly, sink og tinn. Konsentrasjonene av enkelte stoffer i mange av prøvene fra disse områdene overskrider normverdiene for ren jord utarbeidet av SFT. De yngste bydelene er lite forurenset eller uforurenset. Den geografiske fordelingen av de ulike stoffene er vist i kartbilagene. Innholdet av både grunnstoffer og de organiske miljøgiftene PAH og PCB er vist i tabell 3.

Tabell 3 : Hele datasettet med overflatejord fra Tromsø, statistiske beregninger for As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn og Zn (302 prøver), PAH og PCB (18 prøver) samt prosentvis overskridelse av SFTs normverdier for mest følsom arealbruk

Grunnstoff eller kjemisk forbindelse	Median (mg/kg)	Gjennomsnitt (mg/kg)	Spredning (mg/kg)	Normverdi (mg/kg)	Prosent prøver over normverdi
Arsen (As)	2,1	2,8	1-30	2	52
Kadmium (Cd)	0,13	0,24	0,01 – 6,10	3	1
Krom (Cr)	38	51	7,5 – 1070	25	84
Kobber (Cu)	34	92	2,8 – 3810	100	5
Kvikksølv (Hg)	0,02	0,06	0,01 – 1,50	1	1
Nikkel (Ni)	27	33	3,7 - 192	50	13
Bly (Pb)	6	95	3 – 20500	60	8
Tinn (Sn)	2	5	2 – 140	-	-
Sink (Zn)	61	192	14,5 – 10200	100	28
Sum 16 PAH	0,95	16,9	0,02 – 240	2	38
Benzo(a)pyren	0,1	1,1	0,005 - 15	0,1	38
Sum 7 PCB	0,001	0,2	<0,001-2,4	0,01	27

### 3.2.2 Tromsø sentrum

I Tromsø sentrum fra området rett nord for Tromsøbrua og ned til Polarmiljøsenderet er innholdet av bly, sink, kvikksølv og kadmium oppkonsentrert i forhold til hele datasettet. Inne i sentrum har området Skansen de høyeste konsentrasjonene av bly, sink, arsen og kvikksølv.



Figur 2: Området Skansen med skipsverftet har de høyeste påviste konsentrasjoner av bly, arsen og sink.

(Foto: Siri Vaggen Olsen, lastet ned fra Tromsø kommunes internettsider)

Tabell 4: *Datasekk fra overflatejord i Tromsø sentrum (56 prøver). Statistiske beregninger for As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn og Zn.*

Grunnstoff eller kjemisk forbindelse	Median (mg/kg)	Gjennomsnitt (mg/kg)	Spredning (mg/kg)	Normverdi (mg/kg)	Prosent prøver over normverdi	Oppkonsentrering ift. hele datasettet (median)
Arsen (As)	2,5	3,8	1,0 – 30,0	2	70	1,2
Kadmium (Cd)	0,25	0,49	0,01 – 6,10	3	4	1,9
Krom (Cr)	40	69	16 – 1070	25	86	1,1
Kobber (Cu)	38	174	9 – 3810	100	9	1,1
Kvikksølv (Hg)	0,05	0,11	0,01 – 1,24	1	2	2,1
Nikkel (Ni)	29	36	7 – 88	50	25	1,1
Bly (Pb)	15	79	3 – 538	60	23	2,3
Tinn (Sn)	2,0	9,6	2 - 99	-	-	1,3
Sink (Zn)	132	498	26 - 10200	100	57	2,2

### 3.2.3 Tromsøya utenfor sentrum

De nyere bydelene utenom sentrum er stort sett rene, men det finnes enkeltpunkter bl.a. nordover fra sentrum mot Skattøra med høye verdier av bl.a. sink, arsen og tinn. En prøve fra boligområdet Åsgård - Elverhøy inneholdt en blykonsentrasjon på 20500 mg/kg, og var den høyeste påviste konsentrasjonen i undersøkelsen. Kilden til denne høye verdien er ikke kartlagt. På vestsiden av Tromsøya, med området fra Hamna til sydspissen, er overflatejorden lite forurenset.



**Figur 3: Yngre bydeler på Tromsøya er lite eller ikke forurenset. Bildet er fra området Hamna.**

(Foto: Morten Jartun)

*Tabell 5: Datasett fra overflatejord på Tromsøya utenom sentrum (169 prøver). Statistiske beregninger for As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn og Zn.*

<b>Grunnstoff eller kjemisk forbindelse</b>	<b>Median (mg/kg)</b>	<b>Gjennomsnitt (mg/kg)</b>	<b>Spredning (mg/kg)</b>	<b>Normverdi (mg/kg)</b>	<b>Prosent prøver over normverdi</b>	<b>Oppkonsentrering ift. hele datasettet</b>
<b>Arsen (As)</b>	2,1	2,7	1,0 – 18,0	2	51	1,0
<b>Kadmium (Cd)</b>	0,13	0,22	0,01 – 5,10	3	1	1,0
<b>Krom (Cr)</b>	38	49	7 - 585	25	89	1,0
<b>Kobber (Cu)</b>	35	64	10 – 2010	100	6	1,0
<b>Kvikksølv (Hg)</b>	0,02	0,05	0,01 – 1,50	1	1	0,8
<b>Nikkel (Ni)</b>	28	35	10 – 192	50	12	1,0
<b>Bly (Pb)</b>	5	137	3 – 20500	60	5	0,8
<b>Tinn (Sn)</b>	2	4	2 – 100	-	-	1,3
<b>Sink (Zn)</b>	61	138	18 – 5670	100	24	1,0

### 3.2.4 Kvaløya

De prøvene som er tatt på de mest sentrale områdene av Kvaløya inneholder lave konsentrasjoner av alle metallene. Innholdet i disse prøvene antas å ha et naturlig opphav. Ett prøvepunkt inneholder imidlertid forhøyede konsentrasjoner av bly og sink.

Tabell 6: Datasett fra overflatejord på Kvaløya (26 prøver). Statistiske beregninger for As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn og Zn.

Grunnstoff eller kjemisk forbindelse	Median (mg/kg)	Gjennomsnitt (mg/kg)	Spredning (mg/kg)	Normverdi (mg/kg)	Prosent prøver over normverdi	Oppkonsentrering ift. hele datasettet
Arsen (As)	1,4	1,8	1,0 – 6,2	2	19	0,6
Kadmium (Cd)	0,12	0,16	0,01 – 0,73	3	0	0,9
Krom (Cr)	33	43	20 – 97	25	85	0,9
Kobber (Cu)	21	23	3 – 40	100	0	0,6
Kvikksølv (Hg)	0,02	0,02	0,01 – 0,06	1	0	0,8
Nikkel (Ni)	21	25	4 – 87	50	8	0,8
Bly (Pb)	9	25	3 – 358	60	4	1,4
Tinn (Sn)	2	2	2	-	-	1,3
Sink (Zn)	53	103	24 – 853	100	23	0,9

### 3.2.5 Fastlandet

De prøvene som er tatt på de mest sentrale områdene av Fastlandet, i Tromsdalen og Kroken, inneholder lave konsentrasjoner av alle metallene. Innholdet i disse prøvene antas å ha et naturlig opphav. Et par prøvepunkter i området der Tromsøbrua kommer inn inneholder imidlertid forhøyede konsentrasjoner av kobber, tinn og sink. Konsentrasjonene av tinn antas å stamme fra bruk av tributyltinn (TBT) som bunnstoff på fritidsbåter i småbåthavna.



**Figur 4: Fastlandet med Tromsdalen er lite forurenset**

(Foto: Norphoto, lastet ned fra [www.norphoto.com](http://www.norphoto.com))

*Tabell 7: Datasett fra overflatejord på fastlandet (51 prøver). Statistiske beregninger for As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn og Zn.*

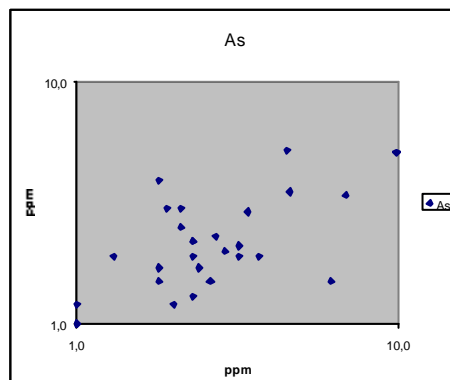
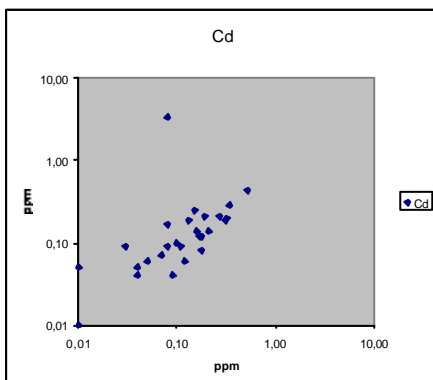
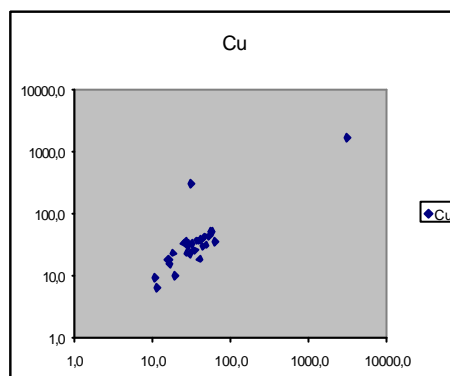
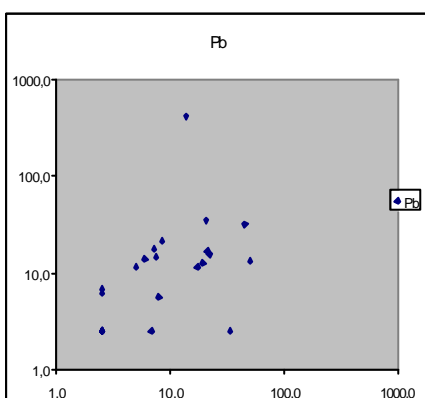
Grunnstoff eller kjemisk forbindelse	Median (mg/kg)	Gjennomsnitt (mg/kg)	Spredning (mg/kg)	Normverdi (mg/kg)	Prosent prøver over normverdi	Oppkonsentrering ift. hele datasettet
<b>Arsen (As)</b>	2,2	2,5	1,0 – 6,9	2	57	1,0
<b>Kadmium (Cd)</b>	0,06	0,10	0,01 – 0,52	3	0	0,5
<b>Krom (Cr)</b>	34	39	15 – 107	25	71	0,9
<b>Kobber (Cu)</b>	35	127	6 – 3110	100	4	1,0
<b>Kvikksølv (Hg)</b>	0,02	0,03	0,01 – 0,13	1	0	0,8
<b>Nikkel (Ni)</b>	26	26	5 – 68	50	6	1,0
<b>Bly (Pb)</b>	3	11	3 – 79	60	2	0,5
<b>Tinn (Sn)</b>	2,0	5,4	2 – 140	-	-	1,3
<b>Sink (Zn)</b>	45	79	15 - 86	100	12	0,7

### 3.3 Reproduserbarhet av dataene

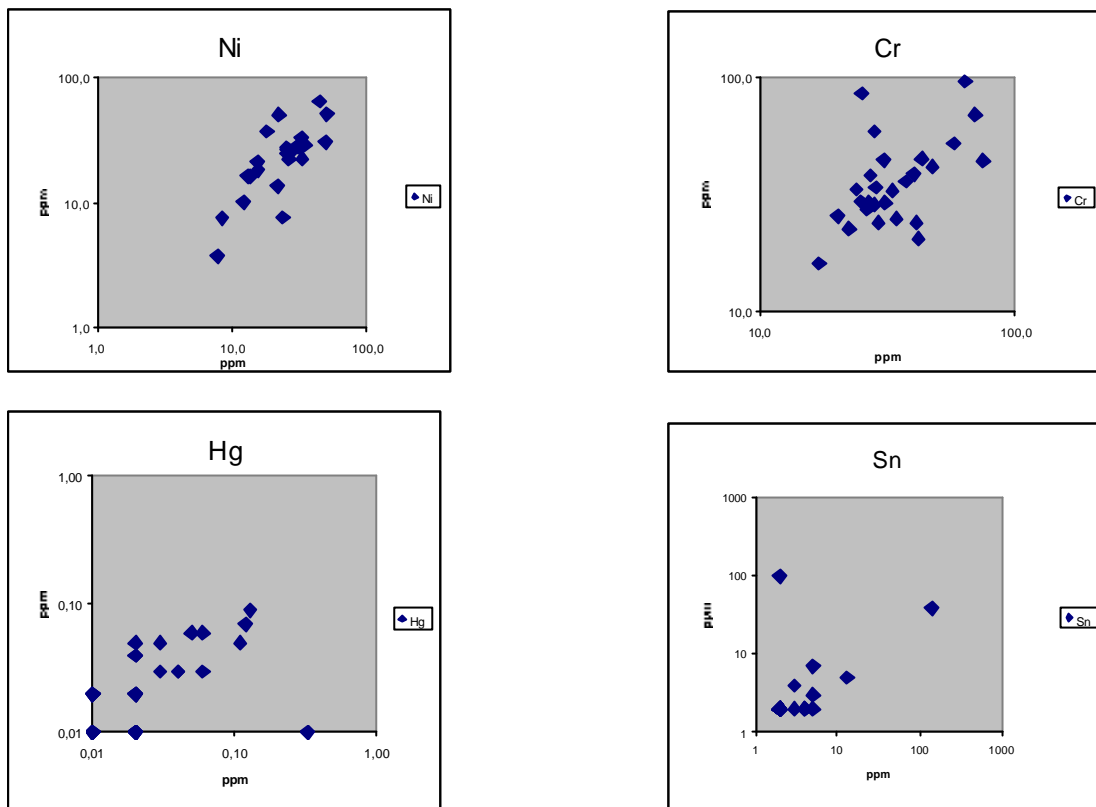
Tabell 8: Korrelasjonskoeffisienter beregnet for metallene As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn. Verdi 1 angir maksimal korrelasjon, verdi 0 angir ingen korrelasjon.

Metall	Korrelasjonskoeffisient, 27 lokaliteter
Arsen (As)	0,60
Kadmium (Cd)	0,01 (0,87 uten punkt 261)
Krom (Cr)	0,51
Kobber (Cu)	0,98
Kvikksølv (Hg)	0,24
Nikkel (Ni)	0,70
Bly (Pb)	0,09
Sink (Zn)	0,41

Reproduserbarheten kan også vises i korrelasjonsdiagrammer (se figur ).







Figur 5 : Korrelasjonsdiagrammer for 8 ulike metaller i duplikatprøver av overflatejord fra Tromsø.

Det går fram av tabell 8 og figur 1 at korrelasjonen varierer stort for de ulike metallene. Dette betyr at selv over svært korte avstander kan konsentrasjonene variere mye. Av figurene ser vi at det er knyttet relativt stor usikkerhet til f.eks. arsenkonsentrasjoner lavere enn 10 mg/kg. Blyverdiene har også relativt stor spredning i dataene, mens det for de andre metallene stort sett er god korrelasjon med unntak av noen enkeltpunkter. De 8 diagrammene består av like mange prøver, men for enkelte av metallene havnet flere av duplikatprøvene under deteksjonsgrensen.

#### 4. MULIGE FORURENSNINGSKILDER

Tromsø er en relativt ung by, drøyt 200 år gammel, men er en av de raskest voksende byene i Norge, og består per 1/1 - 2001 av 60 086 innbyggere.

Av resultatene fra bergartsanalysene ser vi at den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen for de fleste metaller er relativt lav, så de forhøyede verdiene vi finner i overflatejorda har i stor grad menneskelig opphav. De organiske miljøgiftene PCB og TBT finnes ikke naturlig, mens

PAH-forbindelser kan dannes ved alle ufullstendige forbrenninger, som vedfyring, skogs- og bybranner.

De viktigste kildene for forurensning av overflatejord i Tromsø, som i alle andre byer, er antagelig bybranner, vedlikehold av bygninger, boligoppvarming (vedfyring), industri- og husholdningsavfall, skipsverft og biltrafikk. Mulige spesifikke kilder til de ulike metallene og organiske miljøgiftene er kort beskrevet i vedlegget Miljøgifter.

#### **4.1 Bybranner**

Tromsø by har hatt flere storbranner. En av disse var i 1948. Brannen oppstod i Sjøgata og Fredrik Langesgt., midt i dagens sentrum under 100 meter fra Domkirka, og førte til at flere bygårder brant ned til grunnen. 14.mai 1969 var det en ny, enda større brann, da 24 hus til en anslått verdi av 70 millioner brant ned. Storbrannen omfattet bygninger i hele området fra hjørnet av Sjøgata og Storgata til området rundt torget.

Det er funnet svært høye konsentrasjoner av PAH-forbindelser i riktig vindretning fra storbrannen i 1969, men prøveantallet er litt lite til å se noen klare trender.



**Figur 6: Storbrannen i Tromsø sentrum 14.mai 1969**

(Foto: Jo Grøttland, Tromsø)

## 4.2 Biltrafikk

I 1960 var det 3514 biler i hele Troms fylke. Etter at bilimportrestriksjonene ble opphevet i 1960 begynte størrelsen på bilparken å øke vesentlig. I 1962 var det 1183 biler kun i Tromsø by, og 548 i Tromsøysund, som tilsvarte 5,4 biler pr. 100 innbyggere. I 1993 var det 18 059 biler i Tromsø by, som tilsvarer 34 pr. 100 innbyggere. I 2001 var det 30 527 motorkjøretøy i Tromsø kommune, noe som inkluderer bl.a. biler, busser, lastebiler, traktorer, MC og scootere. Av dette var det 22 779 person- og kombibiler. (tall fra Statistisk Sentralbyrå)

Utslipp fra biltrafikk omfatter bly, først og fremst fra eksos, kobber fra bl.a. bremsebelegg, sink fra bl.a. dekkslitasje og PAH-forbindelser fra eksos. Det er funnet forhøyede verdier av bly, kobber, sink og PAH i de eldre og sentrale delene av Tromsø by, hvor trafikkbelastningen antas å ha vært størst.



**Figur 7 og 8:** Biltrafikken har bidratt til utslipp av bl.a. bly og PAH gjennom eksos.  
(Foto: Fra søk på "exhaust", [www.altavista.com](http://www.altavista.com))

## 4.3 Gassverket

Tromsø gassverk ble etablert i 1912, og lagt ned allerede i 1923. Det lå i Stakkevollsvn. 16 like nord for sentrum. Det brukte steinkull og trestokker til å produsere gass, koks og kulltjære. Gassen ble rensed for tjære og ammoniakk før den ble sendt ut. Gravearbeider fra 1970 avdekket avfall med tjære, og noe avfallsstoffer ble deponert på ei fylling på tomtas sørlige del. En del avfall ble kjørt på havet, men noe av grunnen kan være forurenset av bl.a. PAH fra gassverkets virksomhet. Det er tatt en prøve av tomtas nordlige del, og denne inneholdt noe PAH, men ikke PCB.

#### 4.4 Skipsverftene

Tromsø har hatt flere skipsverft opp gjennom tida fra det største, Tromsø Skipsverft, ble startet i 1848. Dette ligger ved området Skansen, der Tromsøbrua kommer inn til Tromsøya.

De andre skipsverftene lå også på Tromsøyas østside, langs Stakkevollveien.

Skipsverftene bidratt til vesentlig forurensning av bl.a. PCB fra maling og oljer, TBT fra behandling med bunnstoff, ulike tungmetaller i konstruksjoner og materialer samt søl av avfettingsmidler og olje.

Ved skipsverftet på Skansen er det tatt prøver som viser til dels svært høye konsentrasjoner av tungmetallene bly, kobber, sink, krom og tinn. I tillegg er det til dels store konsentrasjoner av arsen. PAH- og PCB-verdiene er også svært høye i forhold til normverdiene utarbeidet av SFT.



**Figur 9: Tromsø skipsverft er forurenset med bly, sink, PAH og PCB**

(Foto: Rolf Tore Ottesen)

#### 4.5 Vedlikehold

På 1950-, 60- og 70-tallet ble det tilsatt PCB til maling og betong, og det er flere av bygningene i Tromsø som enten ble bygget eller renoverert i denne perioden. Dette vil føre til at malingsflak og murpuss blir liggende igjen på bakken, og på den måten bli en del av byjorda. Det er også kjent at bl.a. tungmetallene bly og sink er tilsatt ulike malingstyper.

I Tromsø er det funnet til dels svært høye konsentrasjoner av PCB ved enkelte bygg. Prøvemengden er ikke så stor, så det antas at PCB-tilførselen til jorda ved enkelte bygninger og konstruksjoner er vesentlig på flere steder. De høyeste konsentrasjonene av PCB ble funnet ved skipsverftet på Skansen, ved Domkirka og ved den maritime høgskolen.



**Figur 10 og 11: De høyeste PCB-konsentrasjonene ble funnet ved den maritime høgskolen og domkirka**  
(Foto: Rolf Tore Ottesen)

#### **4.6 Oppvarming**

Oppvarming av boliger og forretningslokaler, samt forbrenningsprosesser i industrien, kan gi et vesentlig bidrag til luft- og dermed også jordforurensning. Vedfyring er en forbrenning ved relativt lav temperatur, og i denne prosessen dannes det PAH-forbindelser. Fyrer man med materiale som inneholder en del klor, f.eks. drivved, vil det kunne dannes dioksiner og PCB-forbindelser, eksempelvis ved privat forbrenning i strandkanten.

#### **4.7 Forurensning fra industrien**

Tromsø har, og har hatt, ulike industriforetak, som f.eks. sildoljefabrikk, tranbrenneri, margarinfabrikk, lærfabrikk, meieri og Mack bryggeri. De aller fleste tunge industribedriftene lå på østsiden av Tromsøya, nært sentrum, og det har også ligget en del industrivirksomhet på Skattøra. Hva disse ulike foretakene har bidratt med av forurensninger er vanskelig å si. Utslippene fra fabrikkene går både på rensert og urensert røykutslipp, industriavfall og biprodukter. Av tungmetallundersøkelsen ser vi at det forekommer enkelte prøvepunkter langs østsiden av Tromsøya med svært høye tungmetallkonsentrasjoner, f.eks. sink og bly.





**Figur 12: Industrien har bidratt med ulike utslipp til luft, vann og jord.**

(Foto: Rolf Tore Ottesen)

#### **4.8 Den andre verdenskrig**

Forsvarets miljøtekniske undersøkelser, og andre, har påvist PCB i ulike tyske ubåtbunkere som ble benyttet under 2.verdenskrig. Kildene antas å være bl.a. transformatoroljer i gamle tyske elektroinstallasjoner og utvendig behandling av u-båtene. Skattøra ble benyttet som sjøflyhavn, og tyskerne hadde flere kaianlegg som de tok i bruk rundt hele Tromsøya samt at det var stor skipstrafikk i Tromsøysundet.

### **5. Bruk av data fra jordforurensningsundersøkelsen**

I Tromsø har politikerne i forbindelse med utarbeidelsen av Miljøbyprogrammet laget en visjon som de ønsker at byen skal utvikle seg etter:

*”I Miljøbyen Tromsø har folk høy livskvalitet og viser omtanke for framtidige generasjoners behov gjennom et lavt ressursforbruk og forurensningsnivå.”*

Tromsø kommune har i forbindelse med Miljøbyprosjektet og Fredrikstaderklæringen sammen med kommunens innbyggere tatt på seg et stort miljøansvar. Vannforsyning,

kloakkrensning, masseforflytninger, avfallshåndtering og arealforvaltning er spesielle utfordringer som det bør tas tak i for å hindre videre forurensning av overflatejorda, og kanskje bedre dagens situasjon noe.

Hver generasjon har lagt igjen sine kjemiske spor i byjorda, og det er stor sannsynlighet for å finne forurenset jord ved graving og masseforflytning i de sentrumsnære områdene. En kartlegging av overflatejorden for mulige forurensninger kan blant annet være med på å unngå kostbare forsinkelser av nye byggeprosjekter p.g.a. uforutsett grunnforurensning. I tillegg bør det diskuteres om gravemasser fra bysentrum og de mest forurensede områdene skal kunne forflyttes ukontrollert rundt, eller om det finnes alternative bruksområder og avfallshåndtering for disse massene. Videre er det slik at vi faktisk bygger husene våre på denne grunnen, og lar våre barn leke her, og forurenset jord bør kanskje fjernes og erstattes med ren jord på enkelte steder.

Tromsø kommune i samarbeid med utbyggere og grunneiere bør prøve å finne ut hvor de skal gjøre av de forurensede massene, om de skal deponeres på et trygt sted eller om massene skal renses. Det bør også foretas videre undersøkelser på om miljøgiftene i bakken påvirker inneluften i boliger og hvilke helsekonsekvenser dette eventuelt kan ha. Et stort boligområde i Helsinki, Finland, måtte rives etter at det ble påvist relativt stor hyppighet av kreft og kroniske sykdommer blant beboerne i disse bygningene. Boligene var bygget på en tidligere fylling bestående av industri- og husholdningsavfall. Vi vet at fyllingene i strandkanten på østsiden av Tromsøya består av gravemasser og gammel byjord. Prosjekt Strandkanten starter byggingen av flere leilighetskomplekser, parkområder og barnehage like sør for Tromsø sentrum i august 2002.

## **6. Konklusjoner og anbefalte tiltak**

De ytre og nye bydelene på Kvaløya, fastlandet og Tromsøya er lite forurenset bortsett fra enkelte lokale punktforurensninger. De indre byområdene, og de eldste bydelene, er forurenset med bly, sink, arsen, kvikksølv, PAH- og PCB-forbindelser. Basert på de kartlagte resultatene anbefales det følgende tiltak:

- Resultatene fra undersøkelsen legges til grunn for en helserisikovurdering sammen med et pågående prosjekt som tar for seg jord- og sandforurensning i små barns

lekemiljø. Da denne vurderingen foreligger, vurderes ulike tiltak, som f.eks. fjerning eller rensing av forurensede masser.

- I området sør for Polarmiljøsenderet, dvs. i området der Strandkanten AS har planlagt bygging av ca. 700 boliger på utfylte gravemasser, bør det tas flere prøver for å få kartlagt omfanget av forurensning før boligene bygges. Dette gjelder også for andre byggeprosjekter i Tromsø, f.eks. planlagte boliger ved Tromsøbrua på fastlandet, der det ligger en gammel kommunal fylling, og området ved skipsverftet. Undersøkelse av grunnen ved endret arealbruk bør gjøres, spesielt av gamle industritomter og fyllplasser.
- Det bør tas prøver ved skipsverft og småbåthavner som analyseres for tributyltinn (TBT) for å kartlegge omfanget av denne forurensningen i forbindelse med bruk av blåsesand, bunnstoff, spylevann og deponier.
- Det bør tas flere prøver som analyseres for PAH og PCB både i sentrumsnære strøk, og ved bygninger man mistenker kan inneholde PCB fra 1950-, 60- og 70-tallet. Med dette vil man også få et bedre bilde av den miljøbelastningen som disse stoffene utgjør. Kanskje bør det også settes igang et prosjekt som undersøker hvorvidt de forurensede massene i bakken påvirker helsen til menneskene som bor i bygninger i dette området.
- Tromsø kommune bør utrede om det er behov for endring av rutiner ved graving og fjerning av masser fra sentrumsnære områder. Bør massene kontrolleres for forurensninger? Skal massene kunne disponeres fritt slik det gjøres i dag? Hvor skal eventuelt et deponi for de svakt til middels forurensede massene ligge?

## 7. Referanser

Berglund, Marika, Fahlgren, Lars, Frelund, Martin og Vahter, Marie, 1994: Metaller i mark i Stockholms innerstad och kranskommuner – förekomst och hälsorisker för barn, Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet, IMM-rapport 2/94, Stockholm, 48 s.

Banks, David, Johansen, Yngve og Pedersen, Øystein, 1990: Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn i Troms fylke. Norges Geologiske Undersøkelse, Grøner A/S og Statens forurensningstilsyn, Rapport nr. 90.130, s.7 - 21 og 129 - 135.



Braams, Kor og Bouwhuis, Mischa, 1999: Tauw Laboratory, the Netherlands – Products, Services and Rates. Project Number 0440590, 199 s.

Christensen, Pål og Pedersen, Gunnar, 1995: TROMSØ gjennom 10 000 år, bind 3. Ishavsfolk, arbeidsfolk og fintfolk, 1900 – 1945. Tromsø kommune, 584 s.

Friberg, Lars, Nordberg, Gunnar F. og Vouk, Velimir B., 1986: Handbook on the Toxicology of Metals – Volume I and II, 2<sup>nd</sup> edition, Elsevier Science Publishers B.V., 458 og 704 s.

Meteorologisk institutt, 2002: Observasjoner på vindretning, vindhastighet, skydekke og nedbør for perioden 14.mai 1969 kl. 0700 til 17.mai 1969 kl. 1900. Data generert 11.04.02 av Ole Amund Søvde, Meteorologisk institutt.

Ottesen, Rolf Tore, Volden, Tore, Finne, Tor Erik og Alexander, Jan, 1999: Jordforurensning i Bergen – Undersøkelse av barnehager, barneparker og lekeplasser på Nordnes, Jekteviken og Dokken: Helseisikovurdering. NGU-rapport 99.077, 57 s.

Ottesen, Rolf Tore. og Volden, Tore, 1999: Jordforurensning i Bergen. NGU-rapport 99.022, 27 s.

Ottesen, Rolf Tore, Almklov, Petter G. og Tijhuis, Laurentius, 1995: Innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter i overflatejord fra Trondheim. Trondheim kommune, Miljøavdelingens rapporter, Rapport nr. TM 95/06, 132 s.

Pukkala, Eero and Pönkä, Antti, 2001: Increased Incidence of Cancer and Asthma in Houses Built on a Former Dump Area. Environmental Health Perspectives, volume 109, number 11, November 2001. p. 1121 - 1125

Selinus, Olle og Ek, John, 1993: Kommunalt miljögeokemiskt kontrollprogram för luft, mark och vatten – Slutrapport, Sveriges Geologiska Undersökning, Geokemiska enheten, 55 s.

Statens forurensningstilsyn, 2000: Kort innføring i toksikologi. Økotoksikologisk risikovurdering – Veiledning- Del II A, TA 1756/2000, 92 s.

Statens forurensningstilsyn, 1993: Miljøgifter i Norge. SFT-rapport 93:22, 115 s.

Statens forurensningstilsyn, 1996: PCB i Norge. Forekomst og forslag til tiltak. SFT-rapport 96:08, 51 s.

Statens forurensningstilsyn, 1997: Tolkning av PCB-profiler. Beregning av totalt PCB-innhold i marine sedimenter. SFT-rapport 97:33, 48 s.

Spiegel, Murray R., 1972: Schaum's outline of Theory and Problems of Statistics – SI(metric) edition, McGraw-Hill International Book Company, New York, 360 s.

Tjelmeland, Halvard, 1996: TROMSØ gjennom 10 000 år, bind 4. Fra byfolk og bona til tromsøværing, 1945 – 1996. Tromsø kommune, 624 s.

Tromsø kommune, 2001: Handlingsplan for miljø – fra ord til handling – i Tromsø. Tekst og handlingsplan 2001-2004. 33 s.

### **Internettreferanser:**

*Stor spredning av koppar från bilarnas bromsbelägg:*

<http://www.viron.se/index.php3?main=/dokument/press/2000/mars/p000309.htm>

Lastet ned fra Naturvårdsverket, Sverige. 10.04.02.

<http://www.tromso.kommune.no/>

<http://www.agenda21.no>

## Vedlegg 1: MILJØGIFTER

Med begrepet "miljøgift" mener Statens Forurensningstilsyn (SFT): "Stoffer som selv i små konsentrasjoner kan gi skadeeffekter på naturmiljøet ved at de er giftige og kan oppkonsentreres til skadelige konsentrasjoner i næringskjeden og/eller har særlig lav nedbrytbarhet".

Med giftig menes her både akutte- og kroniske giftvirkninger. Med akutte giftvirkninger menes hurtigvirkende og direkte giftvirkning. Med kroniske giftvirkninger menes at stoffet har egenskaper som over tid framkaller bestandtruende sykdom eller nedsetter livsfunksjoner hos organismer. Blant kroniske virkninger regnes også at stoffet er kreftframkallende, at det kan forandre arvestoffet, skade foster og hemme reproduksjon.

Miljøgiftene kan være lite nedbrytbare og oppholde seg i lang tid i naturen før de forsvinner. De kan i tillegg oppkonsentrere seg i organismer, og at konsentrasjonen for enkelte stoffer kan øke for hvert ledd i en næringskjede.

Miljøgifter kan grovt sett deles i to grupper: Organiske miljøgifter som stort sett er menneskelaget og som ikke finnes naturlig, og tungmetaller som er naturlige grunnstoffer. Tungmetaller skiller seg fra de organiske miljøgiftene ved at de er naturlige grunnstoff som ikke brytes ned i naturen. Hovedproblemet med tungmetaller er at mennesket gjennom utvinning av kull og malm fra fjell gjør store mengder tungmetaller biologisk tilgjengelig, og med det øker konsentrasjonen av tungmetaller på jordoverflaten.

Hos mennesker kan helseskader på grunn av miljøgifter oppstå ved inntak av forurenset drikkevann og matvarer, innånding av luft eller ved direkte hudkontakt. Oftest er unge individer mer utsatt enn voksne. Et annet problem er at mange miljøgifter er fettløselige og lagres i fettvev i kroppen. Ved slanking, sult, faste og dvale, da kroppens fettlagre brukes som energi, kan disse stoffene frigjøres i kroppen og gi skadelige effekter.

Eksposering av miljøgifter er som regel kompleks, med tanke på at flere stoffer forekommer samtidig, og ulike blandinger kan ha additive (sammenleggbare), antagonistiske (to kjemikalier oppveier effekten av hverandre) eller synergistiske (den samlede effekten av to eller flere stoffer er mye større enn summen av effektene hver for seg) effekter.

### **Arsen og arsenforbindelser**

Arsen er et stoff som har vært kjent lenge, og var middelalderens mest brukte stoff ved giftmord. Arsen er brukt i stort omfang innen medisin, som sprøytemiddel og i kjemiske våpen. I Norge er interessen først og fremst knyttet til bruken som impregneringsmiddel i trevirke sammen med krom og kobber. Slikt tre blir brukt i lekeapparater og sandkasser i barnehager, og arsen lekker ut for å hindre algevekst og soppdannelse. Det er de uorganiske arsenforbindelsene (arsenat) som er de mest toksiske. Arsen er ikke essensielt for mennesker, og utskillelsen er relativt rask. De akutte effektene av arsenforgiftning er godt kjent, men også kronisk eksponering kan gi skader på bl.a. genmateriale, åndedretsorganer, hud, lever og hjerte. Hud- og leverkreft kan forårsakes av arsenforgiftning.

### **Bly og blyforbindelser**

Bly er et ikke-essensielt metall, og er en global miljøgift. Biltrafikk er kjent som en forurensningskilde for bly i de fleste bymiljø, først og fremst gjennom tilsetning til bensin. Bruk av bly i bensin har faset ut i Norge, men globalt sett er bruken av bly i bensin fortsatt stor. Bly finnes også i bilbatterier, som tilsetning i plast, maling og ammunisjon, samt som legeringsmetall og tyngdemedium i både profesjonelt fiske og fritidsfiske. Bly tilføres også naturen via langtransportert atmosfærisk nedfall fra industri og forbrenningsprosesser fra Europa. Dette er sannsynligvis ikke et problem i Tromsø. Bly har både akutte- og kroniske toksiske effekter på mennesker, spesielt på små barn. Kronisk blyforgiftning, selv ved lave konsentrasjoner, kan ha nevrotoksiske, immunologiske og kreftframkallende effekter, forstyrre hemoglobinproduksjonen og hormonsystemet, gi nyre- og leverskader.

### **Kadmium og kadmiumforbindelser**

Kadmium produseres som et biprodukt fra bl.a. sinkproduksjon, og vil ofte samvariere med sink. Kadmium inngår i flere forbruksvarer, bl.a. i nikkel/kadmium-batterier og som korrosjonsbeskytter på en rekke materialer, f.eks. Mustad fiskekroker, bil- og flydeler og skruer. Kadmium finnes også i ulike legeringsmetall, i bilradiatorer, billedrør, tobakk, enkelte loddetinn og i enkelte energisparepærer. Særlig i sørlige deler av Norge er atmosfærisk langtransportert tilførsel en belastning. Kadmium er ikke-essensielt for mennesker, og kan gi nyre- og skjelettskader ved kronisk eksponering bl.a. grunnet lang utskillingstid. Akutt forgiftning kan gi dødelige lungebetennelser, diaré, prostatakreft og urinveisinfeksjoner.

### **Kobber og kobberforbindelser**

Gruvedrift på kobber har tidligere funnet sted på bl.a. Røros, Hjerkin og Løkken. Hovedsakelig finnes kobber i elektrisk utstyr på grunn av gode lederegenskaper, og inngår som legeringsmetall i messing og bronse. Bygningsartikler av kobber kan gjenkjennes ved irrgønt belegg. Bruken av kobber i mynter er også betydelig. Andre bruksområder er impregnering, bunnstoff på skip og medisinske artikler. Stort sett er utslippene lokale, og i mindre grad langtransporterte. Kobber er essensielt, og finnes i en rekke av kroppens enzymer. Kobber er selv ved svært lave konsentrasjoner giftig overfor vannlevende organismer, men det er ikke påvist tilsvarende giftighet overfor mennesker. Høyt innhold i drikkevann, pga. kobberrør, kan gi plager hos små barn. Metallisk kobber kan være svært toksisk overfor sædceller, og er derfor en aktiv komponent i en rekke spiraler.

### **Krom og kromforbindelser**

Krom er benyttet som fargestoff, legeringsmetall for stål, som korrosjonsbeskytter, i fotografisk industri, som impregneringsmateriale for lær og sammen med kobber og arsen i trykkimpregnert trevirke. En viss tilførsel fra atmosfærisk nedfall er påvist, og det er størst interesse rundt seksverdig krom, som er giftig. Treverdig krom er livssnødvendig, men den seksverdige formen kan gi alvorlige skader som redusert vekst, eksem, ulike krefttyper, lever- og nyreskader.

### **Kvikksølv og kvikksølvforbindelser**

Kvikksølv brukes til en rekke formål, bl.a. som utgangspunkt for alkymistenes forsøk på å lage gull, innen medisin, som elektrodemateriale, i speil, maling, termometre, pesticider og som tilsetning i amalgam. Kvikksølv finnes også i bærbare PC'er, energisparepærer og annet elektrisk utstyr. Langtransportert atmosfærisk nedfall er hovedkilden i Norge, spesielt fordi det er et flyktig metall. Kvikksølv er ikke-essensielt, og akkumulerer i fettvev, bl.a. i hjernen. Dette kan ved kronisk eksponering føre til nerveskader og sløvheter, og kvikksølv kan gi alvorlige misdannelser på fostre. Akutt forgiftning kan gi lungeødem og influensalignende symptom. Det er de organiske kvikksølvforbindelsene som er de mest toksiske.

### **Nikkel og nikkelforbindelser**

Nikkel brukes hovedsakelig som legeringsmetall og korrosjonsbeskytter, og finnes bl.a. i mynter. Økende bruk av oppladbare batterier med nikkel er en vesentlig kilde. Avrenning fra gruver er de største punktkildene i Norge. Nikkel er essensielt for mange dyrearter, men det er

ikke påvist å være nødvendig for mennesker. Den vanligste kroniske helseeffekten er allergi. Enkelte nikkelforbindelser kan gi kreft, og tobakk inneholder mye nikkel.

### **Sink og sinkforbindelser**

Sink brukes først og fremst som korrosjonsbeskytter av stål, men også som legeringsmetall i messing og ammunisjon. Det finnes i enkelte malingstyper, gummi og plast, bildeler, pesticider, kosmetiske varer og legemidler, fotokjemikalier og bildekk. Avrenning fra tidligere gruver gir store lokale punktutslipp av sink, og den langtransporterte andelen er lav. Sink er livsnødvendig, bl.a. til en del enzymer og testosteron, men kan akkumulere i prostata, skjelett, muskler og lever. Sinkforgiftning er sjeldent, men kroniske forgiftninger kan forekomme selv om det er virkningene av akutt forgiftning som er mest kjent. Kreft, fosterskader og for tidlig fødsel er eksempler på dette.

### **Tinn og tinnforbindelser**

Tinn ble brukt som legeringsmetall i bronse allerede for over 5000 år siden. Emballering og hermetisering er de viktigste bruksområdene, men brukes også som loddemetall, i pokaler. Tinn opptrer i en del organiske forbindelser, bl.a. tributyltinn (TBT) som benyttes som bunnstoff på små og store båter for å hindre algevekst. TBT er svært toksisk overfor enkelte vannlevende organismer, er tungt nedbrytbart og fører til artsutrydding som følge av at hunner utvikler penis og sædleder, og dermed blir sterile. Uorganisk tinn utgjør ikke en like stor fare for miljøet, men studiene i Tromsø viser at kjemisk analyse på uorganisk tinn også framhever mønstre for kjent bruk av TBT. Den kjemiske analysen på TBT er svært dyr, så dette kan begrense utgiftene ved senere miljøundersøkelser. Det vil bli foretatt analyser på TBT fra Tromsø for å undersøke dette nærmere.

### **Polyklorerte bifenyler (PCB)**

PCB er klorerte hydrokarboner som ikke finnes naturlig i miljøet. PCB er brukt som tilsetning i ulike oljer for sine isolerende og ikke-brennbare egenskaper, som mykgjørere i fugemasse, betong, plast og maling. Ved normal bruk skal ikke PCB lekke ut av ulike apparater og materialer, men det kan slippe ut ved branner, uforsvarlig lagring/dumping, riving og oppussing. Nedbryting av PCB i naturen tar svært lang tid, og de fleste organismer kan ta det opp gjennom luft, mat og hud. PCB vil oppkonsentrere seg i næringskjeden, det vil si at predatorer på toppen av kjeden, som mennesker, isbjørn, rovfugler o.l. kan ha svært høye konsentrasjoner i ulike vev. Det finnes 209 mulige varianter av PCB, og giftigheten er bl.a.

avhengig av antall klor(Cl)-atomer. I store nok doser gir PCB akutt dødelighet. Ved kronisk eksponering kan det gi forplantningsskader, fosterskader, lever- og hudskader, samt at det kan være kreftframkallende. Siden det er fettløselig vil PCB kunne overføres via morens fett til fosteret/barnet gjennom morkaken/morsmelka. Bruken av PCB ble forbudt i Norge i 1980, men PCB vil allikevel finnes i ulike materialer som nevnt ovenfor, bl.a. i murbygg fra 1950, 60- og 70-tallet.

### **Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)**

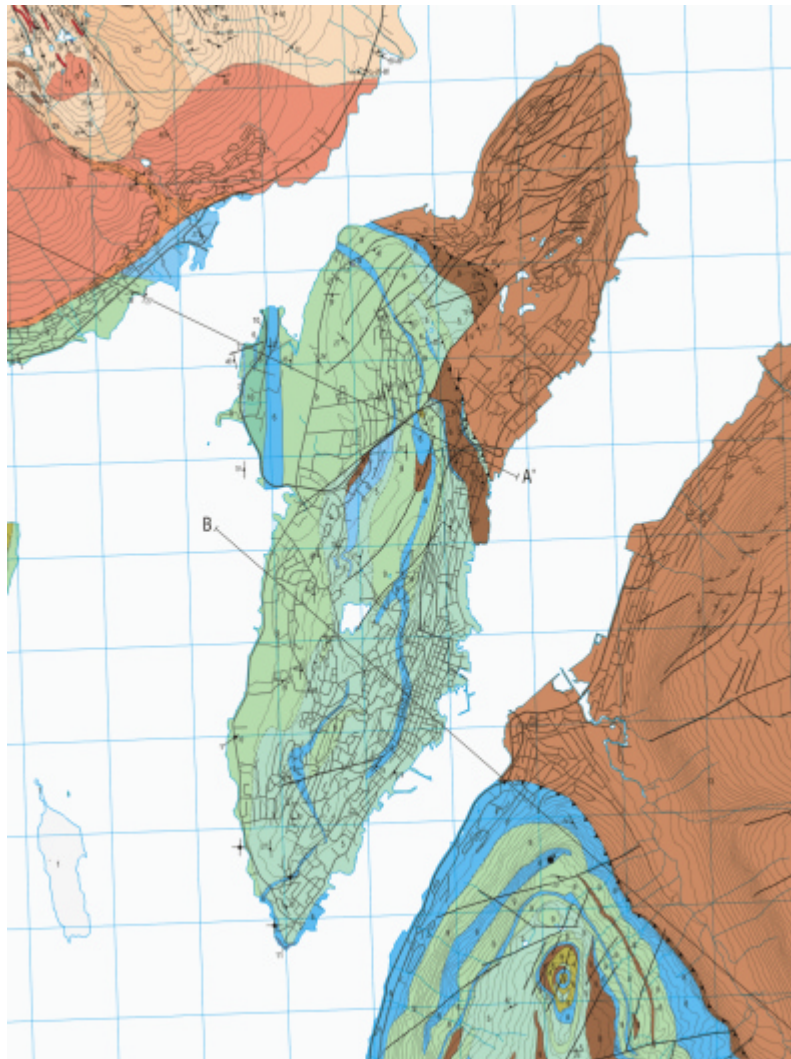
Det finnes over 100 ulike PAH-forbindelser, og de betraktes ofte som en gruppe. De forekommer naturlig i råolje, og inngår dermed i kreosot og tjære. Oljeutslipp er en kilde til PAH-tilførsel sammen med forbrenning. All ufullstendig forbrenning, f.eks. biltrafikk, søppelforbrenning og vedfyring, vil danne PAH-forbindelser. Det kan også slippes ut PAH fra ulike industrielle prosesser, fra slitasje av bildekk og asfalt. PAH er fettløselige og kan fraktes over store distanser, men de er relativt godt nedbrytbare bakterielt og i organismer, og de skilles raskt ut av kroppen. Men de kan ha lang levetid ute i naturen f.eks. i sedimenter i fjorder. Mange av PAH-forbindelsene er kreftframkallende, og andre effekter av PAH-eksponering er nedsatt immunforsvar, hudsykdommer og formeringsproblemer. Den mest toksiske PAH-forbindelsen er Benzo(a)pyren.

**Vedlegg 2: Prøvetatt område. Sentrale deler av Tromsø kommune.**





# Vedlegg 3 : Geologisk kart over Tromsø



## TEGNFORKLARING

### LØSÅVSETNINGER FRA KVARTÆRTIDEN

1 Grus, sand og leire, hovedsaklig elve- og havavsetninger

### BERGARTER FRA JORDENS URTID (PREKAMBRIMUM) OG OLDTID (PALEOZOIKUM)

**KATAKLASTISKE BERGARTER SOM HAR FÅTT SITT ENDELIGE PREG VED DEFORMASJONSBEVEGELSER ETTER AT DEN KALEDONISKE FJELLKJEDEDANNELSEN VAR AVSLUTTET**

2 Kataklastiske bergarter med såleerte bruddstykker av sidebergartene (270-280 millioner år)

**ØVERSTE DEKKESERIE: OMDANNEDE BERGARTER AV ANTATT SILURISK TID OG/ELLER ELDERE, SKJØVET PÅ PLAGS I SILURTIDEN UNDER DEN KALEDONISKE FJELLKJEDEDANNELSE**

#### TROMSDØEKKET

OMDANNEDE DYPERBERGARTER, ANTATT FRA SILURISK TID OG/ELLER ELDERE, MED MEGET HØY KALEDONISK OMDANNELSESGRAD

#### 3 Peridotitt

OMDANNEDE SEDIMENTÆRE OG VULKANSKE BERGARTER, USIKKER ALDER, FRA SILURISK TID OG/ELLER ELDERE, MED MEGET HØY KALEDONISK OMDANNELSESGRAD

#### Tromsdatid- / Kvartittjellgruppen

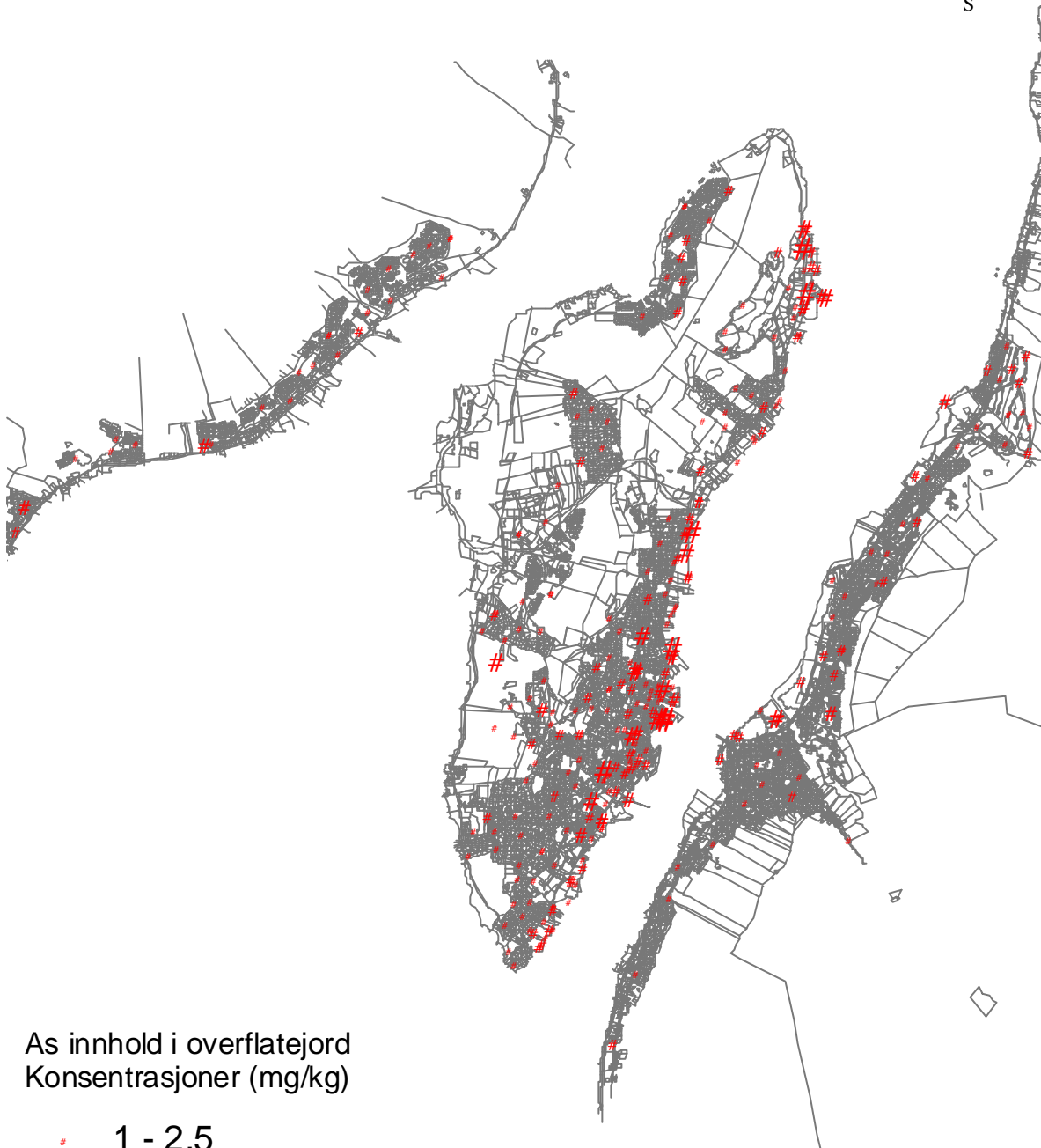
- 4 Gneis, lysegrå, tolket som meta-arkose, stedsvis kvartittisk
- 5 Diopsid- og granatit gneis, diopsidfelt og med tyne marmorlag
- 6 Kalkspatmarmor, blågrå, i veksling med glemmerkiler og gneis rik på granat og diopsid, stedsvis eklogitt- og amfibolittmer
- 7 Kalkspatmarmor, hvit, stedsvis dolomittisk
- 8 Hornblendegneis og granatamfibolitt, stedsvis eklogitt, antatt omdannet vulkansk bergart
- 9 Granat-muskovitkiler og -gneis, med øye- og striestruktur, distenhørende
- 10 Hornblendendeirottgneis
- 11 Bergart rik på eklogittmer

#### MARKSALAMERKENE

- OMDANNEDE GANGBERGARTER, UKJENT ALDER
  - Oligoklaspegmatitt
- OMDANNEDE STOFKJEMISBERGARTER, UKJENT ALDER
  - Skulptingneis
  - Hornblendegneis med oligoklaspegmatitt, mørke ganger og gabbroinneser
- OMDANNEDE SEDIMENTÆRE BERGARTER FRA TIDSLUGLUTEN TID, MED HØY KALEDONISK OMDANNELSESGRAD
  - Marmorisertein
  - Hvite, og stedsvis røde silt og -grais, granatfremmede i veksling med hornblendeskiler og amfibolitt (gjennomsnitt) og kvartittskulptingneis
- LIVINGSJELLEBERGARTER
  - OMDANNEDE DYPERBERGARTER, ANTATT FRA TIDSLUGDOVVISK OG SILURISK TID, MED MEGET HØY KALEDONISK OMDANNELSESGRAD
  - Dunitt
  - OMDANNEDE SEDIMENTÆRE BERGARTER ANTATT FRA TIDSLUGLUTEN TID, ELDERE ENN 432 ± 7 MILLIONER ÅR OG ELDERE, MED MEGET HØY KALEDONISK OMDANNELSESGRAD
  - Kalkglimmermer
- BERGARTER FRA JORDENS URTID (PREKAMBRIMUM)
  - VEST-TROMS-ORGNANFJELLSKOMPLEKSET, ANTATT STEDEGNE BERGARTER FRA ARKISKE DYP- OG GANGBERGARTER FRA TIDSLUGPROTODOKISK TID
  - Gneis (dypfongravit 1790 ± 10 millioner år og kvassylitgranatitmer) og pegmatittisk amfibolittmer
  - Bergart rik på granatitisk pegmatitt
  - Kvartittskulptingneis
  - Kvartittskulptingneis, rødgulaktig til blågrønn, stedsvis med leucoklasitmer
- OMDANNEDE VULKANSKE BERGARTER FRA ARKISKE TID OG/ELLER TIDSLUGPROTODOKISK TID
  - Ultramafisk bergart, såkalt søppelstein og basalt amfibolitt (hornblitt)
- OMDANNEDE ØVERLATEBERGARTER FRA ARKISKE TID OG/ELLER TIDSLUGPROTODOKISK TID
  - Skulptingneis
  - Skulptingneis
  - Meta-arkose
  - Siltsteinvulkaner
  - Hornblendegneis
  - Skulptingneis
  - Meta-arkose, svartmerler og hornblende kvartittskulptingneis
  - Skulptingneis
  - Rusten kvartittskulptingneis med kvartittisk og granatitisk gneisfelt og granatitisk pegmatitt
- SKOGSVINGENDEKOMPLEKSET, OMDANNEDE ARKISKE DYP- OG GANGBERGARTER
  - Kvartittskulptingneis, kvartittskulptingneis til arkose og diopsiditarkose
  - Tonalittisk gneis med silt kvartittskulptingneis og granatitisk pegmatittganger
  - Skulptingneis, tonalittisk til kvartittskulptingneis i veksling med amfibolitt og gabbroingneis, kvartittskulptingneis
  - ARKISKE, METAGABBRO
  - Skulptingneis med mange hornblendeskiler til gabbroingneis i silt
  - Kvartittskulptingneis til arkose

## Vedlegg 4

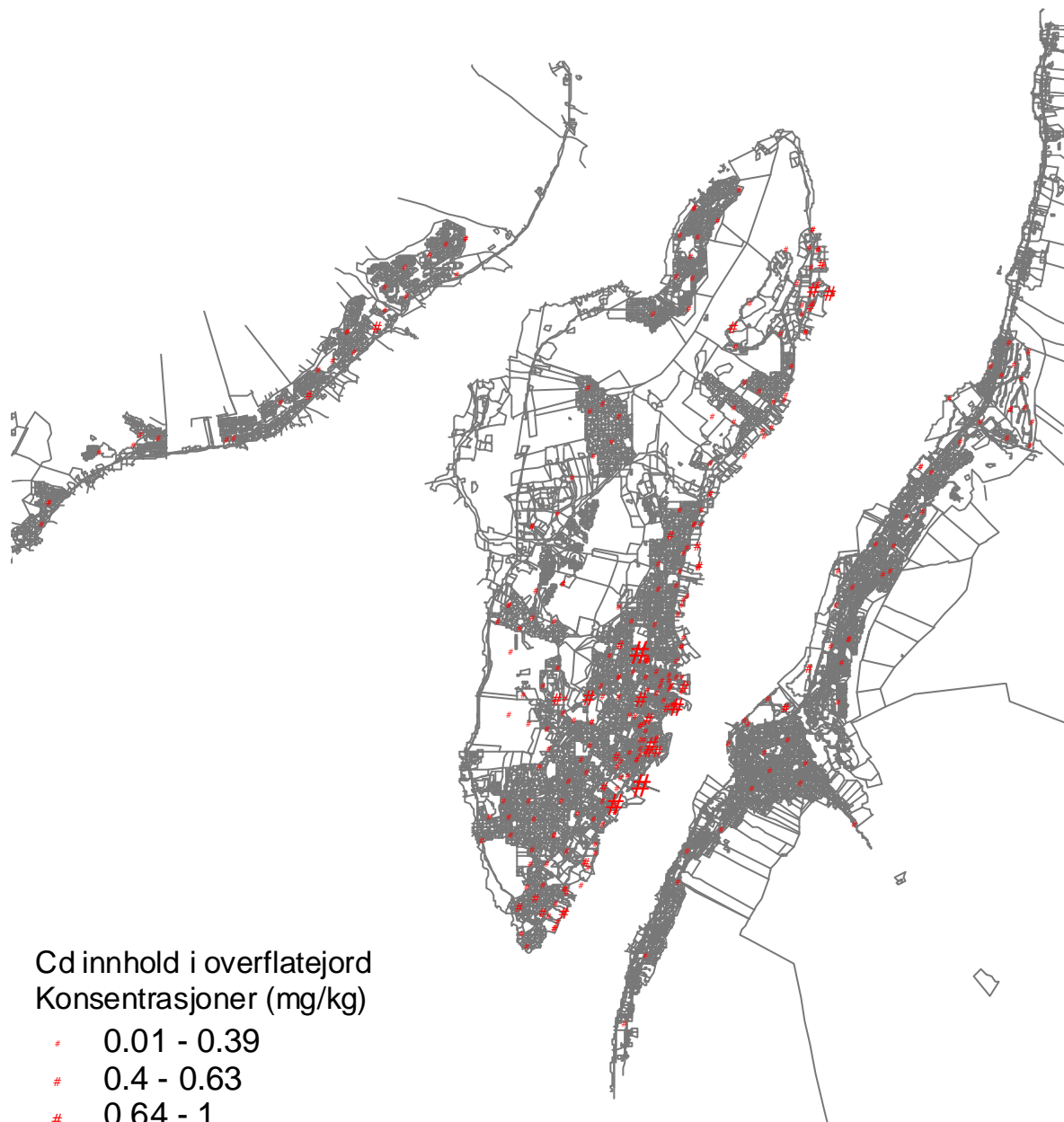
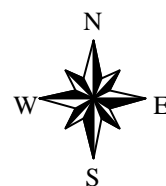
## Arsen (As)



As innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

- \* 1 - 2.5
- # 2.5 - 3.9
- # 3.9 - 6.3
- # 6.31 - 10
- # 10.01 - 30

# Vedlegg 5    Kadmium (Cd)

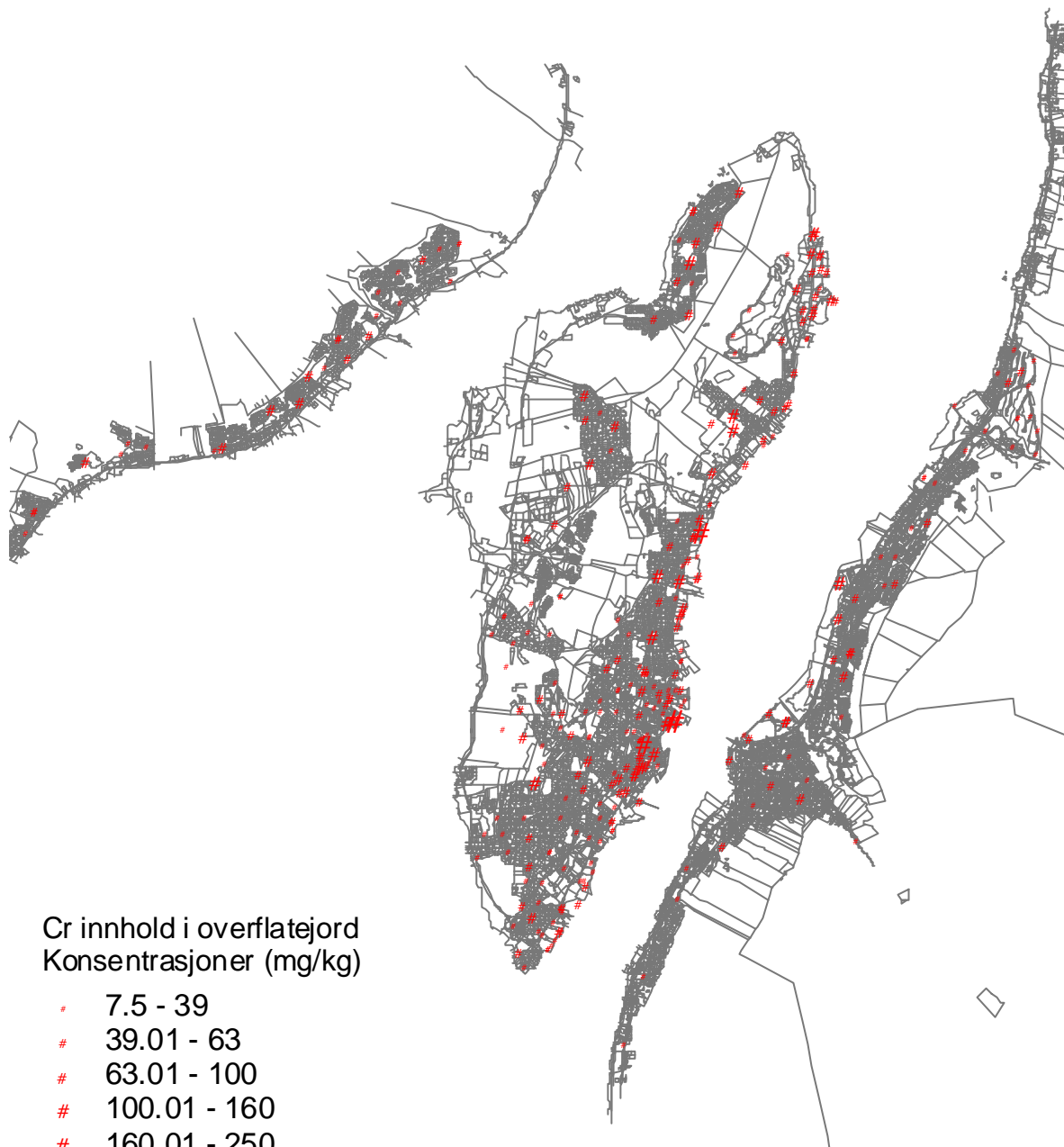


Cd innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

- \* 0.01 - 0.39
- # 0.4 - 0.63
- # 0.64 - 1
- # 1.01 - 1.6
- # 1.61 - 2.5
- # 2.51 - 3.9
- # 3.91 - 6.1

## Vedlegg 6

# Krom (Cr)

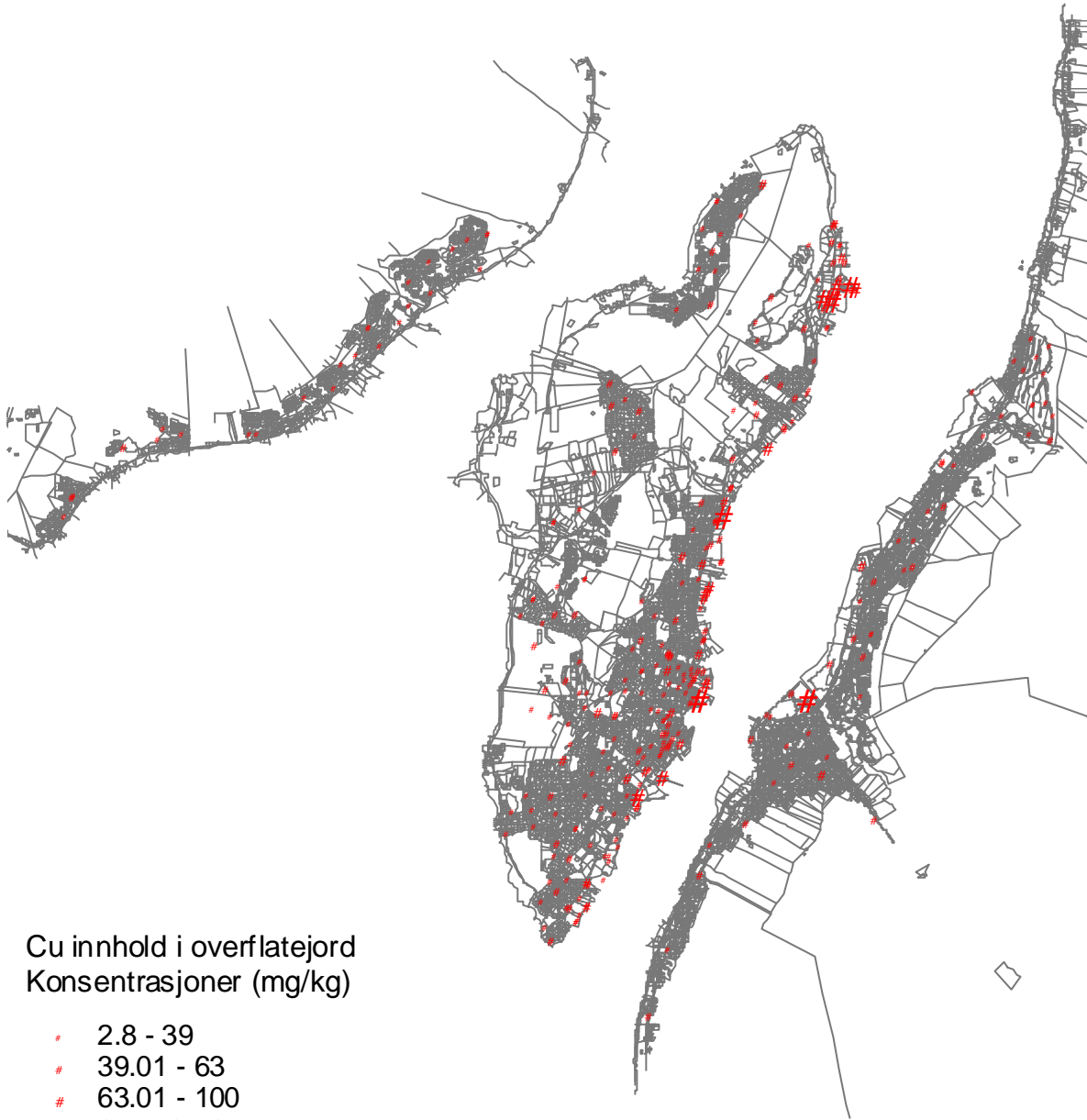


Cr innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

- # 7.5 - 39
- # 39.01 - 63
- # 63.01 - 100
- # 100.01 - 160
- # 160.01 - 250
- # 250.01 - 390
- # 390.01 - 630
- # 630.01 - 1070

## Vedlegg 7

# Kobber (Cu)

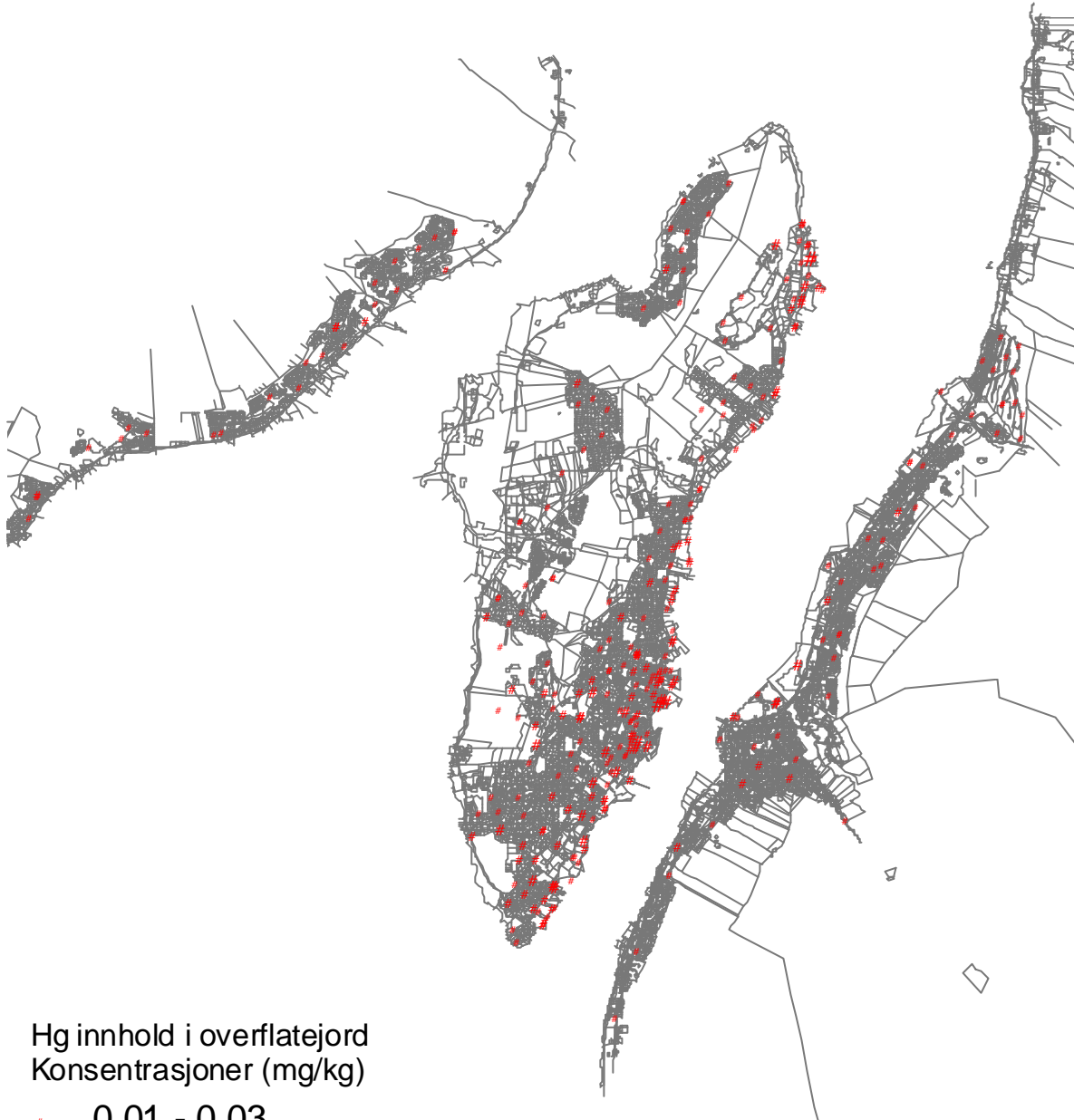


Cu innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

- # 2.8 - 39
- # 39.01 - 63
- # 63.01 - 100
- # 100.01 - 160
- # 160.01 - 250
- # 250.01 - 390
- # 390.01 - 630
- # 630.01 - 1000
- # 1000.01 - 3810

## Vedlegg 8

## Kvikksølv (Hg)



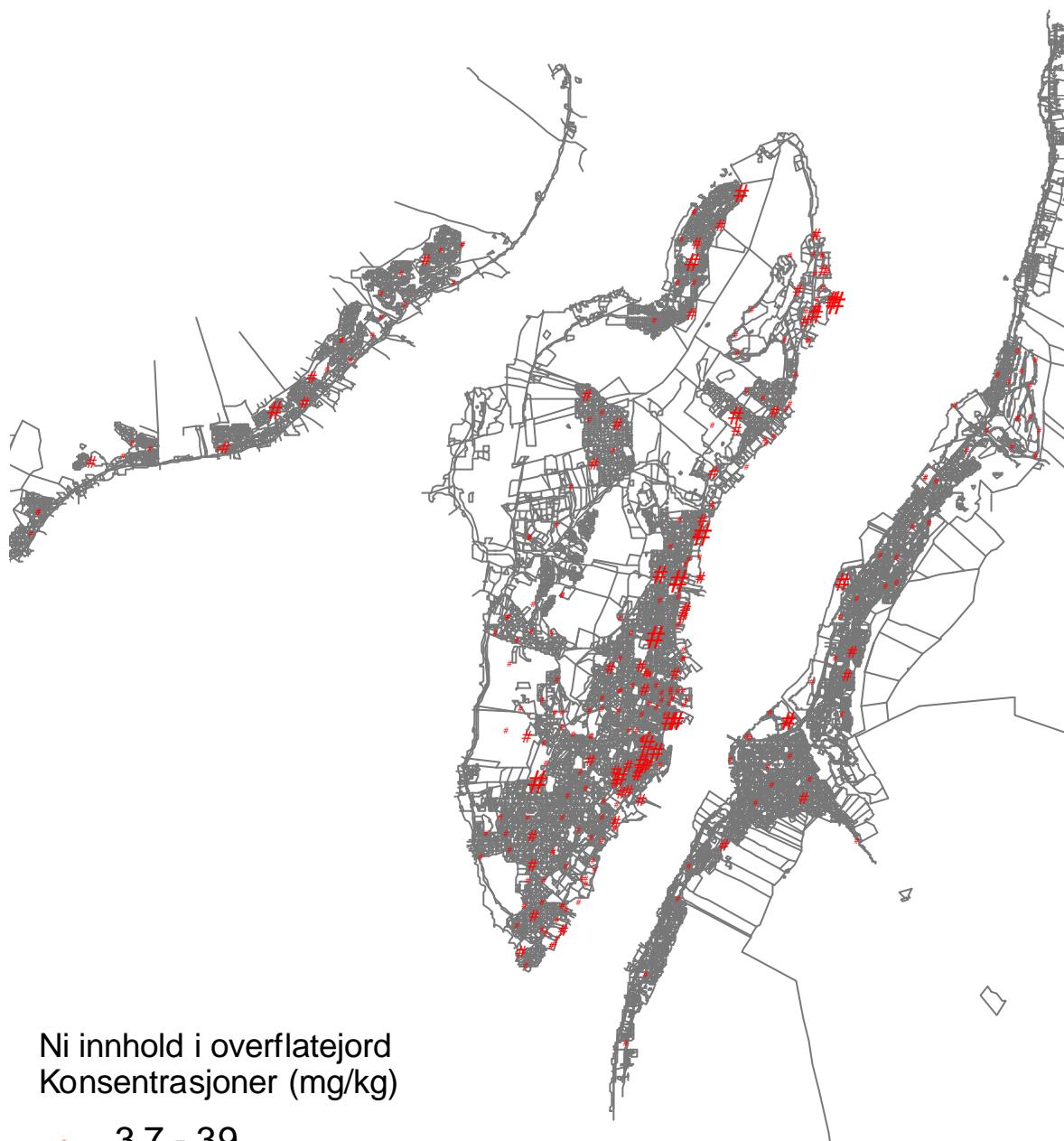
Hg innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

- # 0.01 - 0.03
- # 0.04 - 0.09
- # 0.1 - 0.64
- # 0.65 - 1
- # 1.01 - 1.5



## Vedlegg 9

## Nikkel (Ni)

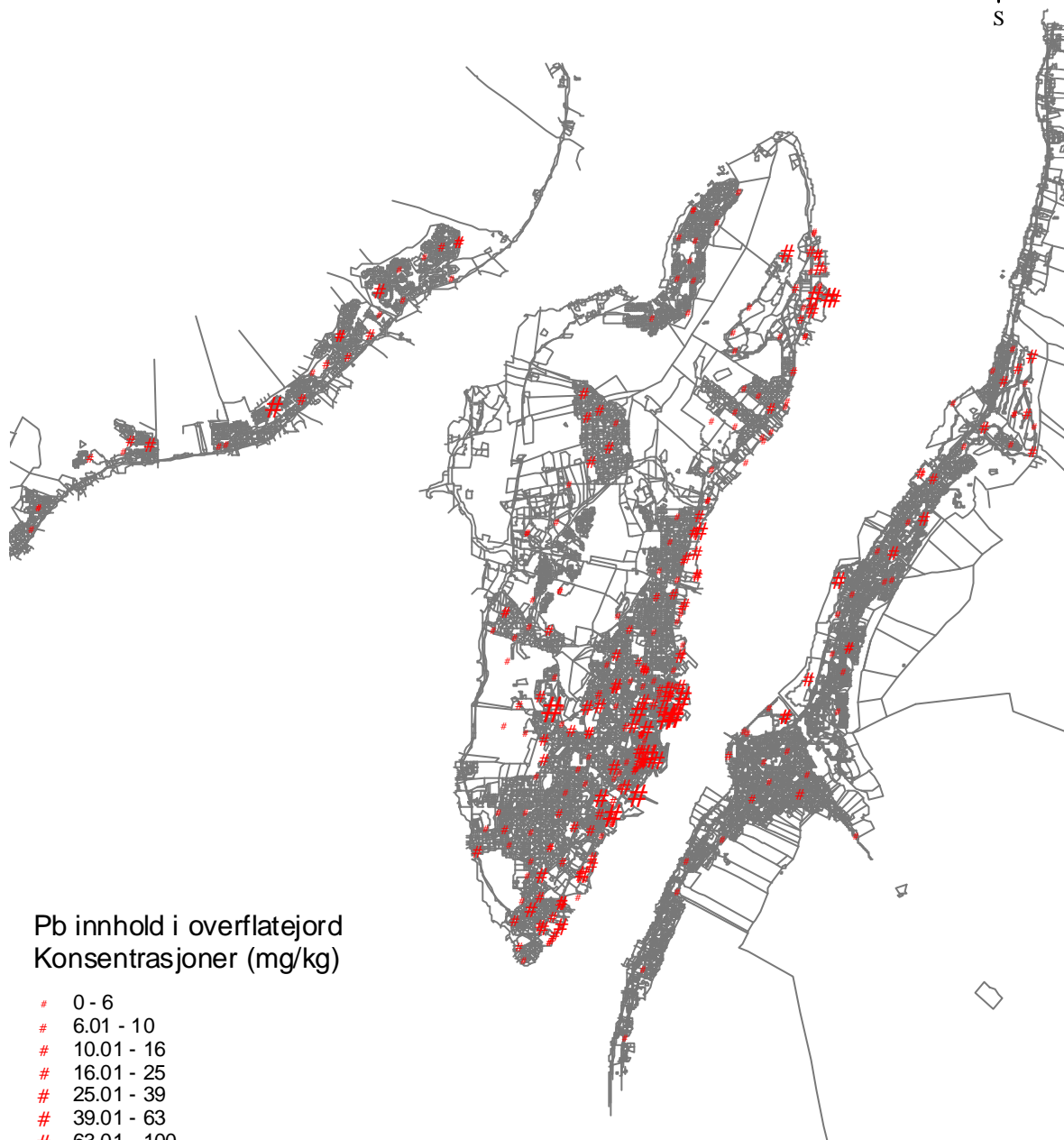


Ni innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

- \* 3.7 - 39
- # 39.01 - 63
- # 63.01 - 100
- # 100.01 - 192

# Vedlegg 10

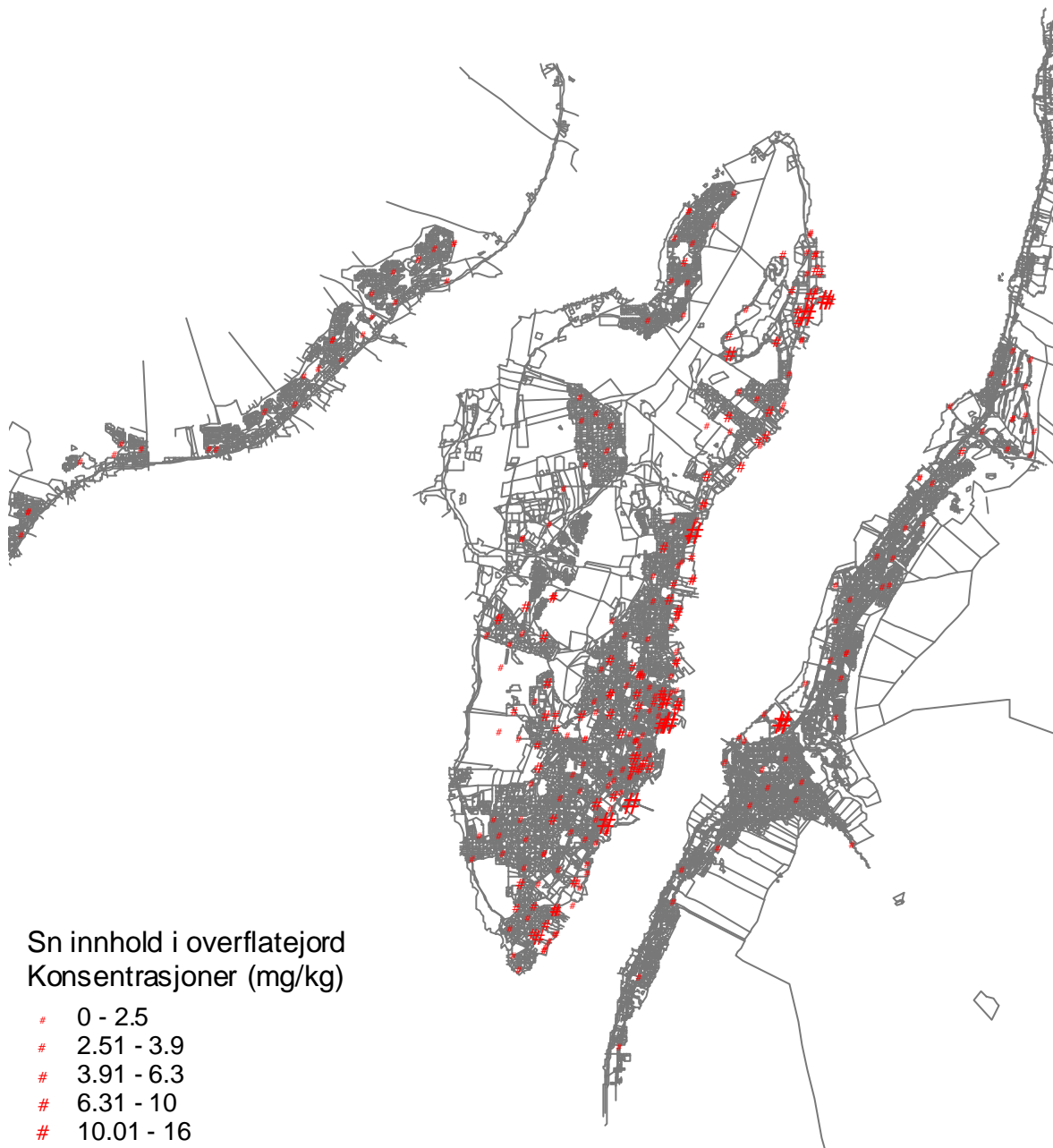
# Bly (Pb)



Pb innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

- # 0 - 6
- # 6.01 - 10
- # 10.01 - 16
- # 16.01 - 25
- # 25.01 - 39
- # 39.01 - 63
- # 63.01 - 100
- # 100.01 - 160
- # 160.01 - 250
- # 250.01 - 390
- # 390.01 - 630
- ## 630.01 - 1000
- ## 1000.01 - 20500

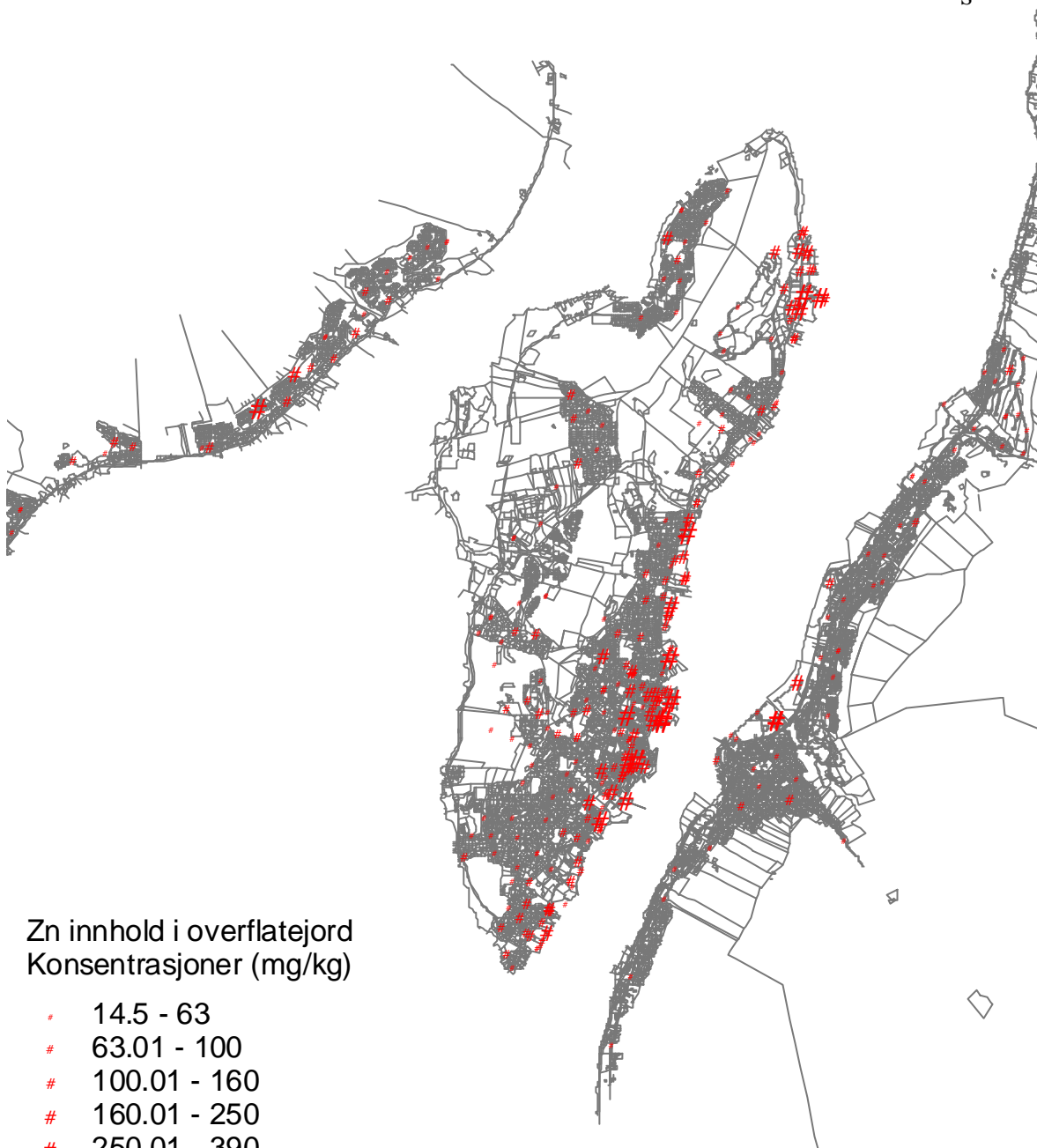




Sn innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

- # 0 - 2.5
- # 2.51 - 3.9
- # 3.91 - 6.3
- # 6.31 - 10
- # 10.01 - 16
- # 16.01 - 25
- # 25.01 - 39
- # 39.01 - 63
- # 63.01 - 100
- # 100.01 - 140

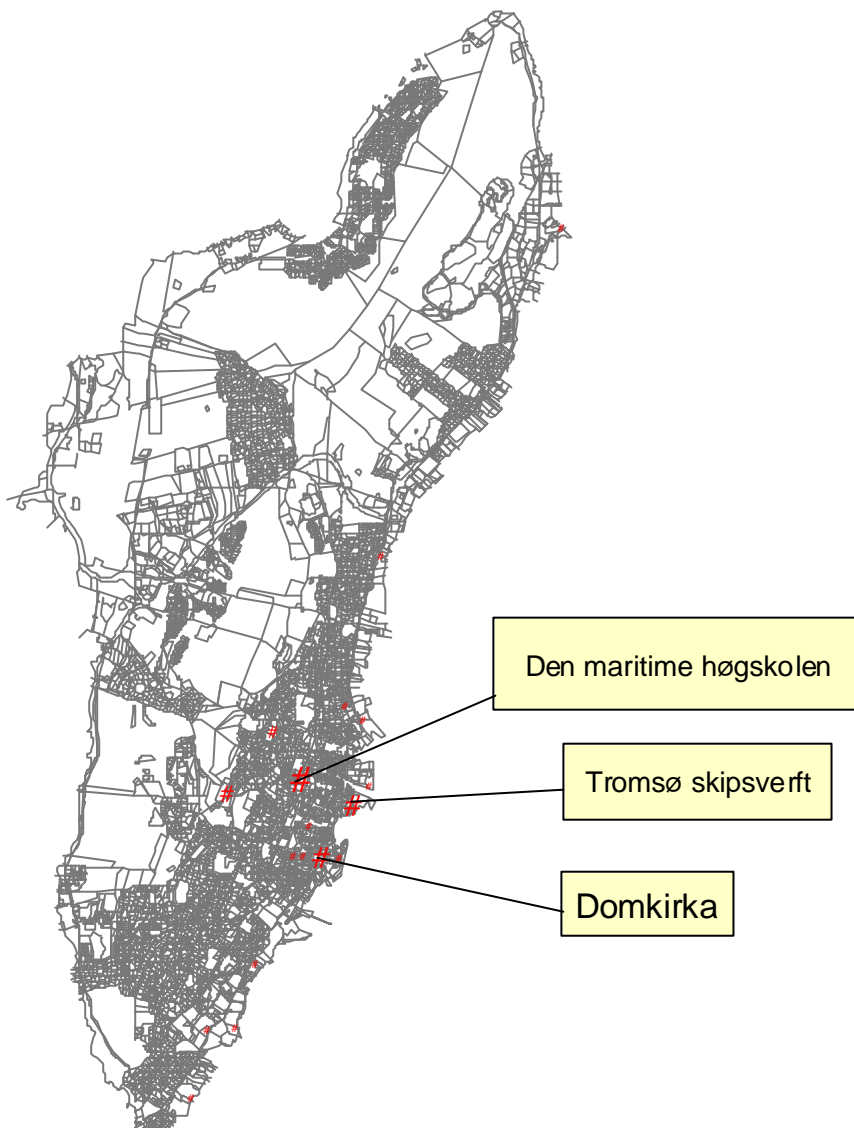
# Sink (Zn)



Zn innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mg/kg)

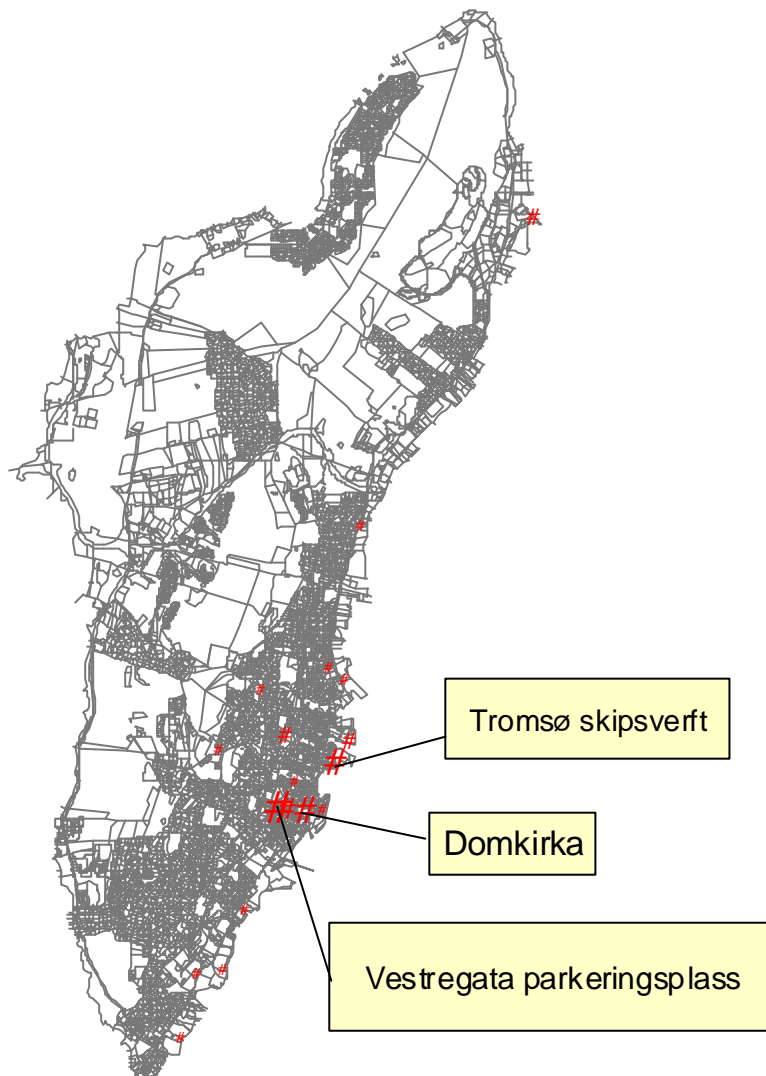
- 14.5 - 63
- # 63.01 - 100
- # 100.01 - 160
- # 160.01 - 250
- # 250.01 - 390
- # 390.01 - 630
- # 630.01 - 1000
- # 1000.01 - 10200

# Vedlegg 13 PCB i Tromsø



PCB innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner (mikrogram/kg)

- # 0
- # 1 - 16
- # 17 - 140
- # 141 - 650
- # 651 - 2400



PAH innhold i overflatejord  
Konsentrasjoner mg/kg

- # 0 - 1
- # 2 - 3
- # 4 - 6
- # 7 - 27
- # 28 - 240