

NGU Rapport 2006.029

Kartlegging av PCB, PAH og tungmetaller i
asfaltdekker fra områdene Kristiansand, Oslo og
Bergen

Rapport nr.: 2006.029		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Kartlegging av PCB, PAH og tungmetaller i asfaltdekker fra områdene Kristiansand, Oslo og Bergen				
Forfatter: Morten Jartun (NGU) og Torbjørn Jørgensen (Statens vegvesen, Vegdirektoratet)			Oppdragsgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet	
Fylke:		Kommune:		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 35	Pris:	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført: Sommer - høst 2005	Rapportdato: 29.juni 2006	Prosjektnr.: 312600	Ansvarlig: <i>Roy Tor Ottom</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Statens Vegvesen har i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU) kartlagt innholdet av PCB, PAH og tungmetaller i asfaltdekker fra Kristiansand, Oslo og Bergen. Totalt er det analysert 63 asfaltkjerner, som har omfattet flere typer asfaltdekker, gammel og ny asfalt samt vegoppmerking.</p> <p>Det er kun påvist PCB i 1 av 63 prøver, i tillegg til spor i noen få enkeltprøver. Den ene prøven med forhøyet PCB-konsentrasjon var fra Osloområdet. Asfaltkjernen ble analysert to ganger, med en gjennomsnittskonsentrasjon på 67 µg/kg i de to analysene. Oppfølgende undersøkelser av enkeltsjikt for denne prøven viste spor av PCB-forurensning i det øverste (nyeste) sjiktet.</p> <p>PAH er funnet i relativt høye konsentrasjoner (500 mg/kg) i 2 prøver fra Kristiansand og 1 fra Oslo.</p> <p>Tungmetallinnholdet i asfaltdekkene er generelt meget lavt, da det i de fleste prøvene ligger på det som kan betegnes som naturlig bakgrunnsnivå. Innholdet av tungmetaller har antakelig en geologisk kilde i tilslagsmaterialet. Konsentrasjonen av kadmium (Cd) i enkelte prøver fra Bergen var noe høyere enn gjennomsnittet (ca. 3 mg/kg). Kilden til Cd i disse enkeltprøvene er ikke kjent, men det <i>kan</i> være slitasje av bildekk. Cd-verdiene korrelerte imidlertid dårlig med sink (Zn), noe som kan tyde på en annen kilde.</p> <ul style="list-style-type: none"> - PCB utgjør ikke noen miljøutfordring i relativt nye asfaltdekker fra det statseide vegnettet (Europa-, riks- og fylkesveger) - Konsentrasjonen av tungmetaller i asfaltdekker er lav, og reflekterer sannsynligvis konsentrasjonen i det geologiske tilslagsmaterialet - Konsentrasjonen av PAH₁₆ er høy i enkelte prøver, og kan utgjøre et miljø- eller gjenbruksproblem 				
Emneord: Asfalt	Miljøgifter		PCB	
PAH	Tungmetaller			

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	FORORD.....	6
2.	MÅLSETTING	6
3.	BAKGRUNN	6
4.	ASFALTDEKKER.....	7
5.	GJENNOMFØRING AV PROSJEKTET	9
5.1	Prøvelokaliteter	9
5.2	Prøveuttak.....	12
5.3	Prøvebehandling.....	16
6.	RESULTATER	17
6.1	PCB ₇ – polyklorerte bifenyler	17
6.2	PAH ₁₆ – polisykliske aromatiske hydrokarboner	17
6.3	Grunnstoffer (metaller, tungmetaller)	18
7.	DISKUSJON	21
8.	KONKLUSJON	22
9.	REFERANSER	22
10.	VEDLEGG: Metodebeskrivelser og rådata.....	23

1. FORORD

Prosjektet med å kartlegge PCB og andre miljøgifter i asfaltdekker har vært et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen og Norges geologiske undersøkelse (NGU). Prosjektleder har vært Torbjørn Jørgensen fra Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Prosjektgruppa har for øvrig bestått av Leif J. Bakløkk fra Vegdirektoratet samt Rolf Tore Ottesen og Morten Jartun fra NGU. Andre kontaktpersoner har vært Gordana Petkovic og Pål Rosland fra Vegdirektoratet, Karsten Utsogn, Harald Arne Midtun og Erling Fredheim fra de ulike regionene (hhv. Sør, Vest og Øst) i Statens vegvesen.

2. MÅLSETTING

Denne rapporten skal gjøre rede for om asfaltdekker utgjør et PCB-problem, eventuelt et problem med andre miljøgifter som PAH og tungmetaller. Det eksisterer få analyser av asfaltkjerner, spesielt av gammel asfalt.

Prosjektet skal forsøke å beskrive ”normale” konsentrasjoner av PCB i ulike dekketyper fra både bymiljø og landeveg. Det har derfor vært viktig å inkludere flere typer asfalt som asfaltbetong (Ab), skjelettasfalt (Ska), asfaltgrusbetong (Agb) og mykasfalt (Ma) slik at man kan sikre en riktig situasjonsbeskrivelse for en eventuell rettet prøvetaking i senere faser. Slik kan man også ta hensyn til mulig kontaminering fra bl.a. vegoppmerking og vegnære kilder (for eksempel bygninger, rivningstomter osv.)

Undersøkelsen skal vurdere om PCB i asfalt er et miljøproblem som eventuelt vil kreve spesielle forholdsregler, for eksempel rutinemessig kjemisk analyse av gjenbruksasfalt og trygge disponeringsløsninger.

3. BAKGRUNN

Etter funn av miljøgiften polyklorerte bifenyler (PCB) i prøver av asfaltdekket på gamle Fornebu flyplass (Ottesen og Alexander, 2003), og i enkelte prøver fra hovedgater i Trondheim (Andersson m.fl., 2005), ble temaet om innholdet av miljøgifter i asfalt tatt opp i Stortingets spørretime i oktober 2004. Samferdselsministeren svarte at Statens vegvesen ville gjennomføre undersøkelser av asfaltdekker for å avklare om miljøgifter som PCB representerte et problem, og i så fall innarbeide nye regler og rutiner for å sikre at miljøgiftene ikke spres med for eksempel svevestøv fra asfalten eller ved gjenbruk av eventuell kontaminert asfalt.

NGU har tidligere beskrevet miljøstatus, forurensningskilder og spredningsmekanismer for miljøgifter i norske byer som Bergen, Trondheim, Oslo, Harstad, Tromsø og Odda. Miljøgiften PCB er tidligere påvist i både byjord og sandfangsmaterialer, spesielt fra Bergen (Jartun m.fl., 2005). Sandfangsmaterialer er sedimenter/løsmasser som fraktes over tette flater (asfalt, betong, hustak osv.) og fanges opp i en sandfangskum. Et viktig poeng med sandfangsmaterialene er at de lett kan fraktes i overløp til det marine miljøet hvor forurensningene kan gi alvorligere effekter enn på land.

Kildene til PCB er først og fremst bygningsmaterialer som maling og murpuss fra bygninger eller andre konstruksjoner som er bygget eller renoveret på 1950-, 60- og 70-tallet. Utvendige fasader kan lett forvitte, samtidig som rehabilitering av bygninger kan frigjøre til dels store mengder av ulike miljøgifter i bymiljøet. I en undersøkelse fra Bergen ble det funnet til dels svært høye konsentrasjoner av PCB i sandfangsmaterialer fra områder som ikke omfattet noen tidligere kjente kilder til PCB. I et bymiljø kan det være flere kilder til PCB, som for eksempel fugemasser og elektriske komponenter, men NGUs erfaring tilsier at bygningsmaterialene er de viktigste. Erfaringene fra Fornebu (Ottesen og Alexander, 2003) viste at PCB også kan finnes i produkter i tilknytning til asfaltdekker. Veg- og trafikkslitasje kan således være andre kilder til PCB i bymiljøet.

I en undersøkelse av svevestøv i trafikkerte gater i Trondheim ble det vist at grovtilslaget (> 8 mm) i asfaltdekket hadde størst innflytelse på svevestøvet mineralsammensetning, men resultatene viste at alt tilslagsmateriale i asfalten kunne spores i svevestøvet. Det ble i samme undersøkelse påvist PCB i én asfaltkjerne (4,5 og 9,5 µg/kg i hhv øvre og nedre sjikt) fra en av de mest trafikkerte vegene i Trondheim (Erichsen m.fl., 2004). Det ble i tillegg funnet lave PAH-konsentrasjoner (opp mot 1,5 mg/kg), men at konsentrasjonen økte fra yngre til eldre asfaltlag. I samme undersøkelse ble det også påvist andre miljøgifter, bl.a. BTEX (benzen, toluen, etylbenzen og xylen), NPD (naftalen, fenantren, dibenzotiofen), siloksaner og ftalater i lave konsentrasjoner etter en screening-analyse. Konsentrasjonene av ulike miljøgifter i asfaltkjernene var lave, men det resulterte likevel i en mer omfattende undersøkelse av PCB-innholdet i asfaltkjerner fra Trondheim (Andersson m.fl., 2005).

SFT presenterer årlig utslipp av enkelte farlige stoffer basert på årlig forbruk av stoffene i ulike produkter. Innholdet av PAH i asfalt er bl.a. beskrevet i SFT-rapport TA 2065/2004. Denne rapporten indikerer at asfalt er den nest største kilden til PAH i Norge etter treimpregnering. Det norske forbruket av PAH i asfalt var 2,5 tonn i 2002, noe som baserer seg på en antagelse at det legges 5 millioner tonn asfalt som inneholder 5 % bitumen med en PAH-konsentrasjon på 10 mg/kg i gjennomsnitt. Det antas et årlig utslipp til luft på 0,1 tonn pr. år og til vann på 0,02 tonn pr. år.

4. ASFALTDEKKER

Asfalt defineres som en ensartet blanding av steinmaterialer og bitumen. Det finnes en rekke ulike typer og varianter. Den kjemiske sammensetningen av asfalt bestemmes av steinmaterialet, som utgjør opp til 95 % av vegdekket, og bitumen (5-6 % av vegdekket).

Steinmaterialet (tilslaget) i asfalt består normalt av forvittringsbestandige bergarter, dvs. knust fjell, grus og sand. I flere asfalttyper tilsettes kalkmel som bestanddel i asfaltmørtelen. Bindemiddelet (bitumen) er en destillasjonsrest, fremstilt av spesielle råoljer.

Asfaltdekket er gjerne bygget opp i flere lag: bærelag (nederst), bindlag og slitelag (øverst). De er gjerne utlagt i 2–6 cm tykkelse, avhengig av asfalttype. Det er en rekke asfaltprodukter som er nærmere beskrevet i vegvesenets håndbok 246: Asfalt 2005 – materialer og utførelse. Forkortelser for en del asfalttyper er:

Agb	Asfaltgrusbetong
Ab	Asfaltbetong
Ska	Skjelettasfalt
Ma	Mykasfalt
Gja	Gjenbruksasfalt
T	Tynndekke
Eog	Enkel overflatebehandling med grus (Ottadekke)
Pp	Penetrert pukkk

Tallet etter forkortelsen – f.eks Ska 16, angir asfaltblandingens største steinstørrelse i mm.

Levetiden på asfalten bestemmes i stor grad av piggdekkslitasjen når årsgjennsnittet (ÅDT) blir større enn 3000. På høytrafikknettene benyttes derfor slitesterke asfalttyper (Ska, Ab) med høyt bindemiddelinhold og slitesterke bergarter. På lavtrafikknettene benyttes noe rimeligere asfalttyper (Agb, Ma, Eog). Gjennomsnittlig dekkealder (2003) for riksveger er ca. 8 år og for fylkesveger ca. 10 år. De mest trafikkerte vegene må reasfalteres hvert 3-4 år pga. sporslitasje.

Til vegoppmerking benyttes termoplast og vannbasert vegmaling, som har erstattet løsemiddelbasert maling.

5. GJENNOMFØRING AV PROSJEKTET

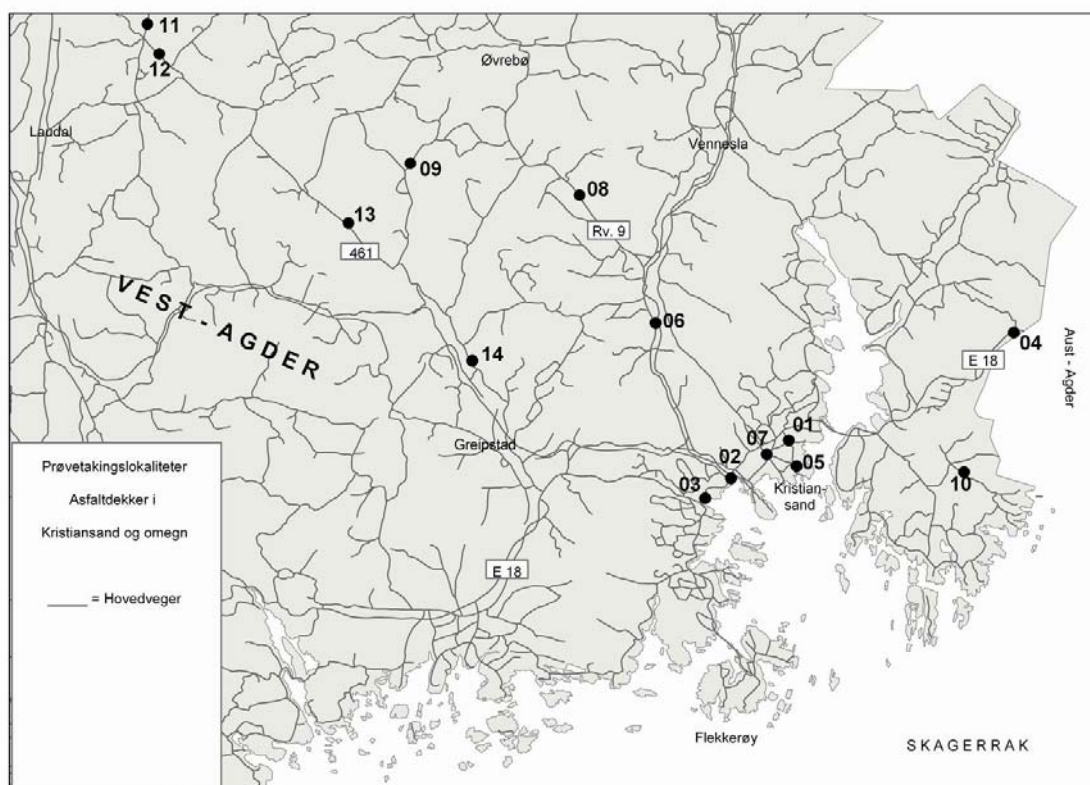
I samarbeid med NGU har Vegdirektoratet samlet inn til sammen 63 asfaltkjerner fra ulike veg- og asfaltkategorier fra byene Kristiansand, Oslo og Bergen samt deres omland. Asfaltdekker i Trondheim er blitt undersøkt tidligere (Andersson m.fl., 2005). Prøvelokalitetene ble valgt i samarbeid med de aktuelle regionvegkontor. Asfaltprøvene inkluderer slitelag og bærelag samt eventuell oppmerking i enkelte prøver.

5.1 Prøvelokaliteter

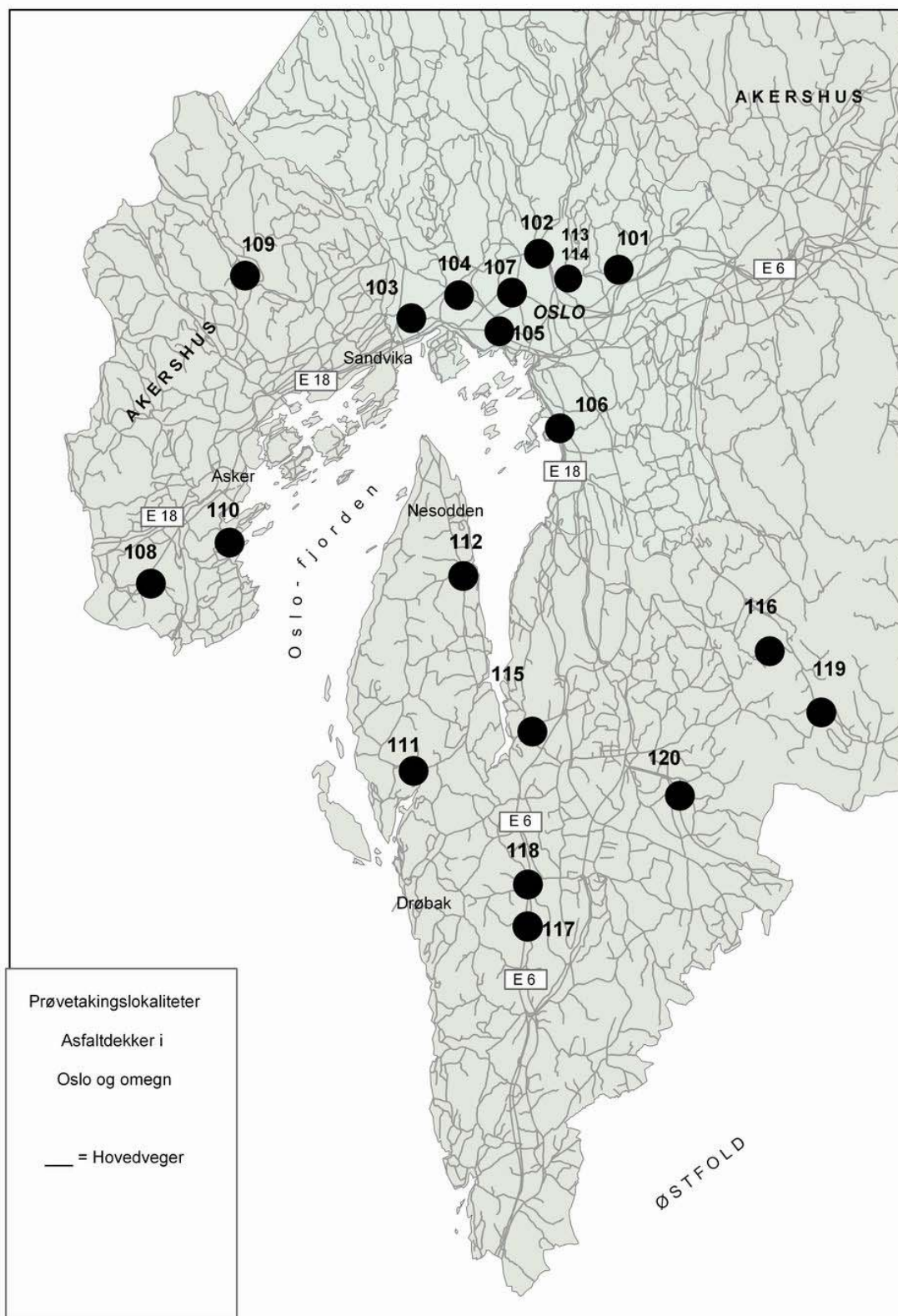
Det ble valgt å spre prøvelokalitetene bredt ut slik at undersøkelsen omfattet nye og gamle asfaltdekker, ulike asfaltlag i dybden, asfalt i bymiljø og på landeveg i tillegg til asfalt med og uten vegoppmerking. Det ble valgt ut enkelte prøvelokaliteter nær potensielle PCB-kilder, det vil si murbygninger bygd på 1950-, 60- eller 70-tallet. NGU har tidligere påvist til dels svært høye konsentrasjoner av PCB i murbygninger fra denne tidsperioden, spesielt i Bergen.

Prøvelokaliteter fra Europa-, riks- og fylkesveg ble prioritert pga. Vegvesenets stedsangivelse og mulighet for historikk fra dekkeregisteret. Det hadde vært ønskelig med ytterligere prøvetaking i bysentrum, på mindre veger, men denne rapporten inneholder data kun fra større veger. Prøvelokalitetene ble nøyaktig stedfestet, og detaljerte beskrivelser av plassering i vegbane, avstand til vegmerking ble notert fra hver enkelt lokalitet.

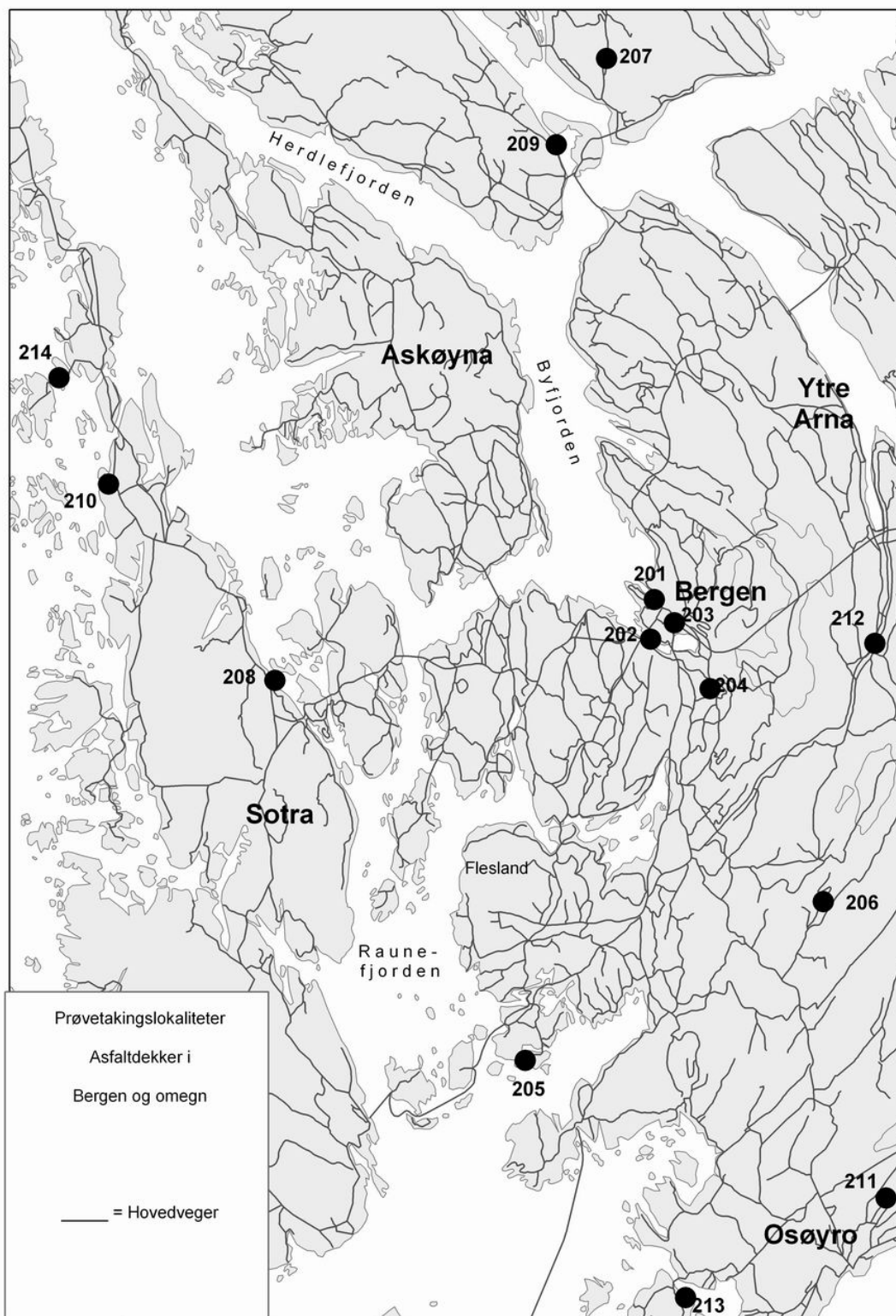
Kart over prøvelokalitetene fra Kristiansand, Oslo og Bergen er vist i hhv. figur 1, 2 og 3.



Figur 1. Prøvetakingslokaliteter for asfaltdekker i og rundt Kristiansand. For beskrivelse av prøvene, Tabell 1.



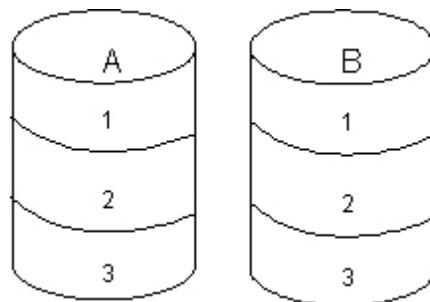
Figur 2. Prøvetakingslokaliteter for asfaltdekker i og rundt Oslo. For beskrivelse av prøvene, se Tabell 1.



Figur 3. Prøvetakingslokaliteter for asfaltdekker i og rundt Bergen. For beskrivelse av prøvene, se Tabell 1.

5.2 Prøveuttak

Fra hver enkelt lokalitet ble det tatt ut to uavhengige borkjerner, nummerert A + B, slik Figur 4 viser. Ved enkelte lokaliteter ble det i tillegg tatt ut prøve som inkluderte vegoppmerking, i første rekke hvit kantoppmerking, se Figur 5. Prøvene ble tatt med Vegvesenets eget boreutstyr. Tabell 1 (prøvebeskrivelser, oversiktstabell) gir en detaljert beskrivelse av prøvene fra de 3 aktuelle områdene med stedsangivelse og andre data som type asfaltdekke, ÅDT (årlig trafikkmengde), eventuelle synlige sjikt og om lokaliteten befant seg i by/land eventuelt ved en potensiell PCB-kilde.



Figur 4. Uttak av to like asfaltkjerne med eventuelle lag/sjikt fra hver enkelt lokalitet.



Figur 5. Prøvetaking av asfaltkjerne hhv. uten og med vegoppmerking.

Tabell 1. Oversikt over asfaltprøver fra Kristiansand, prøvetatt oktober 2005

Prøve nr	Veg - parsell - sted	Lengde asfaltkjerne (cm)	Mellom hjulspor (A+B)	Veg-merking (C)	Lag 1 topp	Lag 2	Lag 3	ÅDT	Kommentar
01	E18, Hp04, km 0,450: Bjørndalsletta	13	1	-	Ska			36 600	Hoved / By
02	Rv 471, Hp50, km 0,100: Kristiansand jernbanestasjon	8	1	-	Agb			2000	Samle / By / kilde
03	E39, Hp01, km10,875: ved Falconbridge	26	1	1	Ska			38 500	Hoved / By / kilde
04	E18, Hp01, km 2,300: Aust-Agder grense	22	1	1	Ab			8615	Hoved / Land
05	Fv 25, Hp01, km 0,550: Marviksvegen	8	1	-	Ab?			9500	Samle / By / kilde
06	Rv 9, Hp03, km 2,600: v. Strai	14	1	(1?)	Ab?			8500	Hoved / Land
07	Rv 471, Hp02, km 0,200: Østerveien	7	1	-	Ab?			3000	Samle / By
08	Rv 9, Hp04, km 4,450: Høie-Stemmen	19	1	1	Ab			4500	Hoved / Land
09	Fv 106, Hp01, km 5,200: Stallemo	8	1	-	Ma			180	Lav / Land
10	Fv 3, Hp01, km 16,880: Randesund (Drange)	7	1	-	Ma			650	Lav / Land
11	Fv. 101, R Hp01, km 5,500: Røyrås	8	1	-	Gja, anrikt			300	Gja / Land
12	Fv. 101, Hp01, km 1,000: Myrstad	11	1	-	Gja	Eog, armering	Ma	300	Gja / Land
13	Rv 461, Hp01, km15,000: Gumpedalen	9	1	-	Agb	Ma		970	Samle / Land
14	Rv 461, Hp01, km 7,000: Stokkeland	12	1	1	Agb			2515	Samle / Land

...forts. tabell 1: Oversikt over asfaltprøver fra Oslo, prøvetatt oktober 2005

Punkt nr	Veg – parsell- sted	Lengde kjerne (cm)	Mellom hjulspor (A+B)	Veg-merking (C+D)	Lag 1 topp	Lag 2	Lag 3 + 4	ÅDT	Kommentar
101	Rv 4, Hp03, km 5,0 felt 3: Veitvedt-Rødtvedt	28	1	1	Ska 16 (1998)			34 000	Hoved / By / kilde
102	Rv 150, Hp01, km 4,5 felt 3: Ring 3, Nydalen, R. Wikstrøms vei	18	1	-	Ska 16			47 600	Hoved / By / kilde
103	Rv 150, Hp01, km 13,000 felt 3: Granfosstunnelen (lomme?)	10	1	-	Ska 16			28 650	Hoved / By
104	Rv 168, Hp01, km 3,5 felt 1: Sørkedalsv., Smestad-Borgen	20	1	-	Ska 16			21 500	Hoved / By / kilde
105	Rv 168, Hp01, km 0,5 felt 1: Sørkedalsv., Wergelandsvn	24	1	-	Ab 16?			11 600	Hoved / By
106	E18, Hp01, km 5,5 felt 1: Bækkelaget-Ulvøya	30	1	-	Ska 16	Ska 16	Ab 16	30 400	Hoved / By
107	Rv 161 Hp02, km 4,5: felt 3: Ring 2, Kirkevn., Ullevål sykehus	13	1	1	Ska 11 (2000)	Ska 16 (1995)	Ab 16t f (1990) Ab 16t (1987)	20 469	Hoved / By f = sporfylling
108	Fv 204, Hp02, km 7,0: Asker, Dikemark-Heggedal	21	1	1	Agb			3517	Samle / Land
109	Fv 155, Hp01, km 3,0: Bærum, Lommedalen, Skolegata	23	1	-	Agb			2869	Samle / Land
110	Rv 165, Hp01, km 2,5: Asker, Holmen-Valstad	18	1	-	T			11 500	Samle / Land
111	Fv 82, Hp01, km 0,2: Frogn, avkj. til Digerud	15	1	-	Agb			2376	Samle / Land
112	Rv 156, Hp03, km 5,0: Nesodden, v. Nesodden krk	12	1	1	Ab?			4000	Samle / Land
113	Rv 150, Hp01, km 2,0 felt 3: Ulven-Sinsen, x Løren S løp	17	1	-	Ska 16	Ska 16		67 000	Hoved / By
114	Rv 150, Hp01, km 2,0 felt 4: Ulven-Sinsen, x Løren N løp	27	1	-	Ska 16	Ska 16		67 000	Hoved / By
115	Fv 56, Hp03, km 3,5: Ås, Askehaug, mot Kjærnes	24	1	-	Gja			2044	Land/Gja
116	Fv 34, Hp01, km 1,0: Ski, Bru-Fjell	11	1	-				913	Land/Gja
117	E6, Vestby, Hp01, km 17,0 felt 1: Vestby N-Korsegården	15	1	-	Ska16	Ska16	Ab16	25 000	Hoved/Land
118	Rv 152, Hp01, km 9,0: Ås, Drøbak, v/Korsegårdkrysset	20	1	1	Ska11			4570	Hoved/Land
119	Rv 155, Hp01, km 12,0: Ski, Gran-Vik (Enebakk gr.)	21	1	-	Ska11?			6176	Hoved / Land
120	Fv 30, Hp04, km 2,5: Ski, Kjeppestadvn (småflyplass)	16	1	-	Agb?			2431	Samle/Land/ kilde

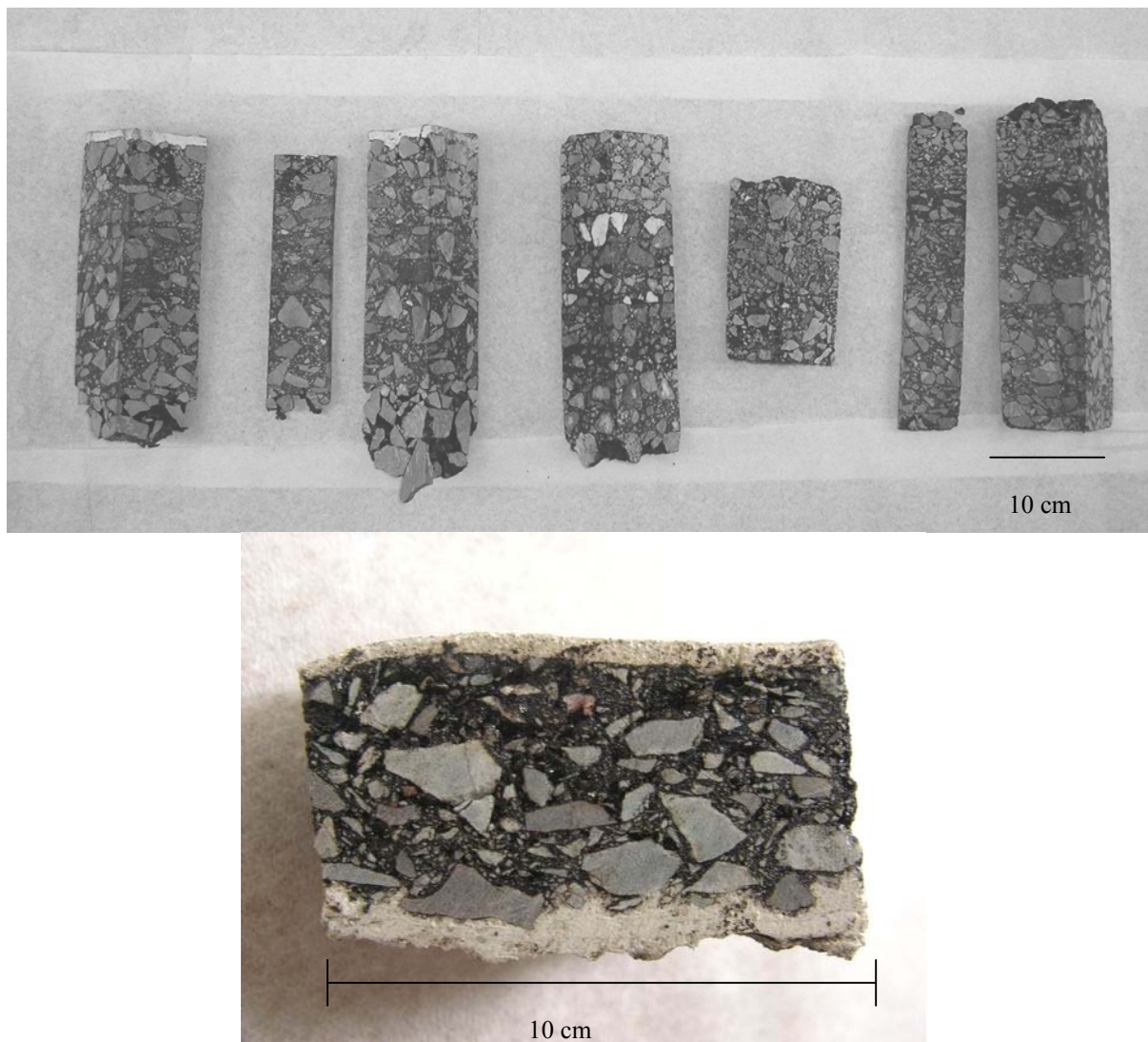
...forts. tabell 1: Oversikt over asfaltprøver fra Bergen, prøvetatt november 2005

Punkt nr	Veg – parsell- sted	Lengde kjerne (cm)	Mellom hjulspor (A+B)	Veg-merking (C)	Lag 1 topp (år)	Lag 2 (år)	ÅDT	Kommentar
201	Rv 555, Hp50, km 0,860: Bredalsmarken (svingef. Havnegt)	9	1	1	? (?)		13 400	Hoved / By / kilde
202	Rv 582, Hp06, km 1,550: Michael Krohnsgt, V.F. u/Puddefjordsbr.	16	1	-	Ska 11 (2001)		16 500	Hoved / By / kilde
203	Rv 585, Hp04, km 0,610: Slottsgt x Sandbrogt , busslomme	14	1	1	Ska 16 (1995)		16 400	Hoved / By / kilde
204	Rv 585, Hp02, km 0,830: Landåsvn v. Mannsverk	11	1	1	Ab 16 (1994)		11 950	Hoved / By / kilde
205	Fv. 174, Hp01, km 2,090: Mildevn. v/snuplass	9	1	-	Gja (1996)		525	Villa/Gja
206	Fv 165, Hp01, km 1,170: Bontveitvn	7	1	-	Gja (1996)		365	Land/Gja
207	Rv 57, Hp01, km 3,480: Isdalsstø	13	1	1	Ab 16 (1997)		4200	Hoved / Land
208	Rv 561, Hp02, km 1,000: Ågotnes	14	1	1	Ab 16 (1998)		3900	Hoved / Land
209	Fv 245, Hp01, km 4,850: Moldekleiv, busslomme	10	1	-	Ma 16 (?)		1320	Samle / Land
210	Fv 211, Hp01, km 2,462: Landro, busslomme	10	1	-	Agb 16 (1991)		1170	Lavtrafikk / Land
211	Fv 137, Hp04, km 7,528: Hegglandsdalen	12	1	-	Ma 16 (1994)	Pp	750	Lavtrafikk / Land
212	Rv 580, Hp01, km 5,550: Hardangervn v/Haukeland	16	1	1	Ab 11 (2005)		7400	Hoved / Land
213	Fv 160, Hp50, km 0,768: Sørstrøno	7	1	-	Ma 16 (2001)		490	Lavtrafikk / Land
214	Fv 234, Hp01, km 0,600: Turøy, møtelomme	7	1	-	Ma 11 (2003)		180	Lavtrafikk / Land

5.3 Prøvebehandling

Før kjemisk analyse (for PCB og PAH: Geolab Nor, for metaller: NGU-LAB) ble kjernene saget i mindre deler ved NGUs laboratorium. Dette ble gjort for å sikre prøvemateriale for eventuelle senere analyser. Figuren under viser eksempler på hvordan kjernene kan se ut etter saging. Bildet viser også hvordan kjernene kan bestå av ulike asfaltlag (sjikt). Figur 6 viser en kjerne med vegoppmerking både på overflaten, og i eldre asfaltlag.

For detaljert beskrivelse av de kjemiske analysemetodene, se vedlegg.



Figur 6. Eksempler på asfaltkjerner etter saging. Bildet under viser en asfaltkjerne med 2 lag vegoppmerking.

6. RESULTATER

Alle rådata og komplette resultater fra bestemmelsen av PCB₇, PAH₁₆ og metaller i asfaltprøver fra Kristiansand, Oslo og Bergen er gitt i Vedlegg.

6.1 PCB₇ – polyklorerte bifenyl

I denne undersøkelsen ble det bestemt at en konsentrasjon av PCB₇ over 10 µg/kg skulle utløse videre undersøkelser ved de aktuelle lokalitetene. 10µg/kg tilsvarer SFTs normverdi for mest følsom arealbruk (SFT, 1999). Det ble kun påvist PCB₇ over 10 µg/kg i én enkelt prøve fra Osloområdet. Det er mye som tyder på at PCB i asfalt fra det statseide vegnettet ikke utgjør et miljøproblem med tanke på PCB. Slik asfalt kan fritt gjenbrukes så lenge forhøyede verdier av PCB og andre miljøgifter ikke kan forventes.

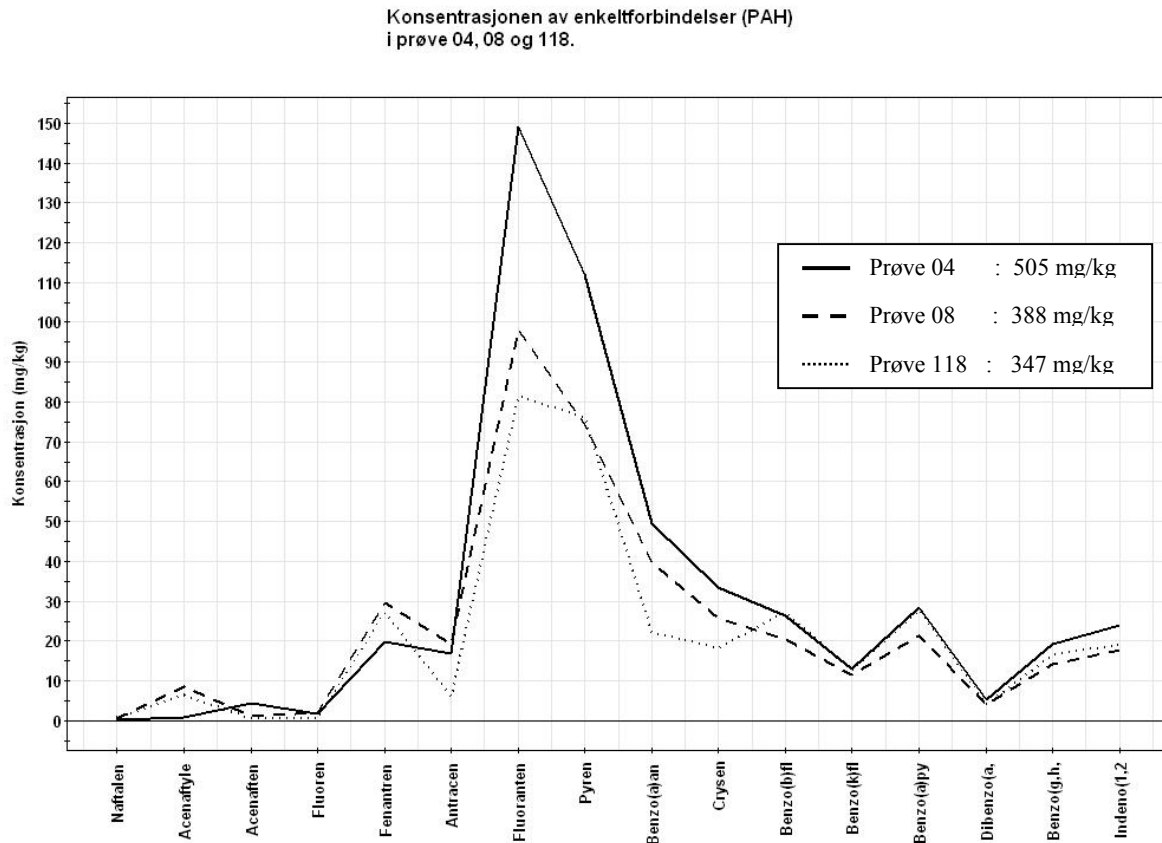
Det ble funnet spor av PCB i enkeltprøver fra Oslo og Bergen, men ikke fra Kristiansand, se Tabell 4. Konsentrasjonene som ble funnet var svært lave, og til dels under standard deteksjonsgrense for metoden som ble brukt til kjemisk analyse. I én enkeltprøve fra Oslo ble det funnet en PCB₇-konsentrasjon på 81,9 µg/kg, altså ca. 8 ganger over den akseptable grenseverdien (SFTs normverdi) på 10 µg/kg om man tar utgangspunkt i en nulltoleranse for funn av PCB i asfalt. Denne enkeltprøven ble reanalysert på samme måte, og konsentrasjonen ble bestemt til 53,3 µg/kg. Denne prøven ble så saget opp i de ulike asfaltlagene (3 sjikt), for å undersøke i hvilket lag PCB-forurensningen eventuelt lå. De oppfølgende undersøkelsene viste noe spor av de tyngste PCB-kongenerne i det øverste (nyeste) sjiktet (Tabell 5). I den andre borkjernen fra samme lokalitet ble det imidlertid ikke funnet PCB.

6.2 PAH₁₆ – polysykliske aromatiske hydrokarboner

Det ble gjort et tilfeldig utplukk av prøver for bestemmelse av tjærestoffer (PAH – polysykliske aromatiske hydrokarboner). Det ble valgt ut 20 asfaltkjerner fordelt på de tre byene Kristiansand, Oslo og Bergen. Resultatene er vist i sin helhet i Tabell 6 i Vedlegg. Generelt er konsentrasjonen av både sum PAH₁₆ og enkeltforbindelser i asfaltprøvene lave, med enkelte unntak. Det ble påvist konsentrasjoner opp mot 500 mg/kg i 3 enkeltprøver fra hhv. Kristiansand (prøve 04: 505 mg/kg og prøve 08: 388 mg/kg) og Oslo (prøve 118: 347 mg/kg), mens alle prøvene fra Bergen hadde lave konsentrasjoner av PAH₁₆. Konsentrasjonene i de tre enkeltprøvene er likevel under grenseverdien for farlig avfall på 1000 mg/kg (SFT, avfallsforskriften). De tre prøvene er sendt til videre undersøkelse for å bestemme i hvilket lag PAH-forurensningen eventuelt sitter. De oppfølgende resultatene er ikke omtalt i denne rapporten.

Sett fra et miljøsynspunkt er konsentrasjonene i de tre asfaltkjernene høye, da PAH er en velkjent og alvorlig miljøgift. Slitasje av asfalt og eventuell gjenbruk kan føre til spredning av PAH til miljøet. Den akseptable grenseverdien for PAH₁₆ i mest følsomt arealbruk (f.eks. barnehager) er satt til 2 mg/kg, og for den mest alvorlige PAH-forbindelsen benzo(a)pyren 0,1 mg/kg. Konsentrasjonen av benzo(a)pyren i de tre nevnte asfaltprøvene er hhv. 28, 21 og 28

mg/kg). Innholdet av de 16 ulike PAH-forbindelsene i de tre prøvene med høye PAH₁₆-konsentrasjoner er vist i figur 7.



Figur 7. Fordelingen av de enkelte PAH-forbindelsene i prøve 04, 08 og 118 som hadde totalkonsentrasjoner (PAH₁₆) på hhv. 505 mg/kg, 388 mg/kg og 347 mg/kg.

6.3 Grunnstoffer (metaller, tungmetaller)

Av grunnstoffene er arsen (As) og tungmetallene kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn) de viktigste miljøparametrene. Konsentrasjonen av kvikksølv ble ikke bestemt i asfaltprøvene. Generelt er konsentrasjonen av disse stoffene svært lav i asfaltkjernene fra Kristiansand, Oslo og Bergen, med unntak av enkeltprøver med høye konsentrasjoner av kadmium (prøve 12 fra Kristiansand og prøvene 202, 205 og 207 fra Bergen), se Tabell 2. Konsentrasjonen av de andre grunnstoffene inkludert tungmetallene er på nivå med det som kan betraktes som naturlig bakgrunn. Resultatene er vist i sin helhet i Vedlegg, og de viktigste statistiske parametrene (minimum, maksimum, aritmetisk gjennomsnitt og medianverdi) er vist i Tabell 3.

Kilden til kadmium kan være slitasje av bildekk, da dette har vært kjent brukt tidligere. Kadmium er kjemisk likt tungmetallet sink (Zn), som ofte er blitt tilsatt i langt høyere konsentrasjoner enn kadmium i bildekk, men det er ikke påvist forhøyede konsentrasjoner av sink i disse prøvene.

Tabell 2. Oversikt over medianverdier for utvalgte metaller i asfaltdekker. Tabellen angir medianverdien for hele datasettet og for de enkelte områdene: Kristiansand, Oslo og Bergen.

Stoff (mg/kg)	Normverdi mest følsom arealbruk	Hele datasettet	Kristiansand	Oslo	Bergen
Arsen - As	2	1,2	0,9	1,3	1,3
Kadmium - Cd	3	0,16	0,29	0,13	0,19
Krom - Cr	25	13,8	9,4	19,6	11,5
Kobber - Cu	100	15,4	15,3	14,4	17,3
Nikkel - Ni	50	17,9	12,8	22,9	15,2
Bly - Pb	60	4,1	5,2	4,1	3,4
Sink - Zn	100	36,5	43,0	30,3	41,8

Tabell 3. Statistiske parametre (min, max, aritmetisk snitt og median) for innholdet av grunnstoffer i asfaltprøver fra hele datasettet og de enkelte byene. Verdiene er i mg/kg.

	Hele datasettet				Kristiansand			
	Min	Max	Snitt	Median	Min	Max	Snitt	Median
Si	22,6	730	223	226	90,5	513	206	197
Al	772	30500	12658	12100	4840	19700	9756	8755
Fe	347	30100	16891	17200	9940	26800	18077	17000
Ti	78,8	6280	1109	1050	197	1390	590	491
Mg	2620	40400	8865	7090	2620	10200	5024	4710
Ca	2390	85100	23834	20000	2950	44500	13121	10050
Na	157	1800	579	475	174	870	348	259
K	158	7210	3106	2870	807	4330	1833	1535
Mn	13,5	846	287	259	134	846	255	219
P	41,0	3390	863	627	311	3390	1592	1415
Cu	2,43	51,0	15,9	15,4	6,7	31,6	15,7	15,3
Zn	12,9	90,8	38,1	36,5	28	65	43	43
Pb	0,90	12,6	4,4	4,1	1,6	10,4	4,9	5,2
Ni	0,50	57,8	18,8	17,9	6,1	31,3	14,3	12,8
Co	0,71	26,6	7,0	6,1	2,46	10,4	6,36	5,58
V	1,60	170	57,7	56,8	29,6	115	60,4	56,2
Mo	0,11	3,00	0,60	0,42	0,18	1,39	0,46	0,36
Cd	0,03	3,46	0,31	0,16	0,04	2,57	0,43	0,29
Cr	0,78	58,5	16,8	13,8	4,9	21,7	10,5	9,4
Ba	6,00	236	62,7	54,6	14,5	116	40,5	33,2
Sr	6,90	322	82	71	6,9	155	45,8	33,3
Zr	0,40	33,8	9,6	5,5	1,1	11,3	4,5	3,9
Ag	0,39	0,50	0,46	0,46	0,42	0,49	0,46	0,47
B	0,98	38,8	2,9	1,7	1,1	38,8	3,4	1,3
Be	0,04	0,75	0,08	0,05	0,04	0,25	0,07	0,04
Li	0,80	23,3	11,3	11,3	7,0	16,3	10,0	9,3
Sc	0,06	7,05	3,04	2,94	0,95	3,94	2,53	2,54
Ce	1,40	145	52,1	50,7	13,1	85,8	57,7	58,2
La	0,60	72,8	25,7	24,7	7,1	38,0	25,6	24,4
Y	0,60	24,3	11,5	10,1	4,6	24,3	16,8	17,1
As	0,43	12,7	1,53	1,20	0,47	12,7	1,49	0,95
S	105	10500	3124	2940	1870	10500	3437	2740

...forts. tabell 3: Statistiske parametre (min, max, aritmetisk snitt og median) for innholdet av grunnstoffer i asfaltprøver fra hele datasettet og de enkelte byene. Verdiene er i mg/kg

Oslo					Bergen				
	Min	Max	Snitt	Median		Min	Max	Snitt	Median
Si	22,6	730	251	246	Si	24,4	558	204	211
Al	1040	25700	14906	14500	Al	772	30500	12444	11000
Fe	386	30100	16977	17550	Fe	347	26200	15754	16300
Ti	128	6280	1578	1450	Ti	78,8	1440	989	1070
Mg	3730	40400	11775	10300	Mg	3660	38700	8663	6910
Ca	11300	85100	33217	28450	Ca	2390	68500	21726	15000
Na	299	1800	791	639	Na	157	1420	523	294
K	158	6690	3181	3005	K	184	7210	4122	4190
Mn	13,5	649	328	328	Mn	14,1	397	266	248
P	41	1070	588	587	P	42,0	1090	562	536
Cu	2,4	29,5	13,5	14,4	Cu	5,4	51,0	19,0	17,3
Zn	12,9	90,8	31,5	30,3	Zn	25,3	68,7	41,5	41,8
Pb	0,9	12,6	4,7	4,1	Pb	1,2	9,5	3,6	3,4
Ni	1,1	57,8	24,9	22,9	Ni	0,5	42,4	15,2	15,2
Co	0,7	26,6	8,1	7,1	Co	3,2	12,5	6,2	5,6
V	1,6	170	60,6	60,4	V	1,6	82,4	51,9	50,0
Mo	0,1	3,0	0,8	0,5	Mo	0,11	1,5	0,41	0,34
Cd	0,03	0,29	0,13	0,13	Cd	0,03	3,46	0,41	0,19
Cr	1,2	58,5	24,1	19,6	Cr	0,7	36,4	13,3	11,5
Ba	6,1	236	65,4	59,1	Ba	6,0	184	78,6	66,4
Sr	24,4	322	118	98,1	Sr	13,6	220	71,6	58,9
Zr	3,1	33,8	18,0	15,7	Zr	0,4	8,3	3,8	3,6
Ag	0,42	0,49	0,46	0,46	Ag	0,39	0,49	0,45	0,45
B	1,5	24,7	3,6	2,3	B	0,9	6,3	1,7	1,3
Be	0,04	0,75	0,12	0,05	Be	0,04	0,05	0,04	0,05
Li	0,8	23,3	13,0	12,7	Li	1,3	17,8	10,4	10,8
Sc	0,06	7,05	3,44	3,34	Sc	0,07	4,68	2,98	2,87
Ce	2	145	52,7	47,9	Ce	1,4	130	46,7	47,9
La	0,9	72,8	27,2	25,1	La	0,6	71	24	24
Y	0,6	15,5	9,4	9,5	Y	0,6	22,7	9,5	9,3
As	0,4	3,4	1,4	1,3	As	0,4	4,4	1,6	1,3
S	105	4910	3233	3070	S	139	4700	2722	2910

7. DISKUSJON

Denne undersøkelsen har tatt for seg innholdet av miljøgifter i asfaltdekker fra 3 områder i Norge. Hovedmålet var å finne ut om PCB utgjorde en miljøutfordring i norske asfaltdekker.

Basert på bestemmelsen av PCB₇ i 63 asfaltprøver fra ulike typer dekker, slitasjegrad og alder fra områdene rundt Kristiansand, Oslo og Bergen er det klart at PCB ikke utgjør noen miljøutfordring i relativt nye asfaltdekker fra det statseide vegnettet (Europa-, riks- og fylkesveger). Det ble funnet PCB i konsentrasjon over 10 µg/kg (normverdi for mest følsom arealbruk) i én prøve. I prøven ved siden av ble det ikke påvist PCB, noe som indikerer at denne forhøyede PCB-verdien i dette punktet ikke er representativ for hele vegparsellen.

Konsentrasjonen av PAH₁₆ er i enkelte prøver høy sett fra et miljøsynspunkt (opp mot 500 mg/kg), men de konsentrasjonene som er funnet klassifiserer ikke asfalten som farlig avfall ut fra regelverket. Akseptverdien for PAH i gjenbruksasfalt er maksimalt 1000 mg/kg. Returasfalt med en PAH-konsentrasjon over dette regnes som farlig avfall, og skal avvises. Slike materialer må gå til destruksjon, sikker sanering eller annen behandling. Det tillates maksimalt 70 mg/kg PAH i returasfalt til varm gjenbruk, pga. helserisikoen for de som legger asfalten. PAH-konsentrasjonen kan altså bestemme hvorvidt asfaltdekker kan gjenbrukes varmt eller kaldt. Årsaken til de høye PAH-verdiene i tre asfaltprøver er ikke kjent. Vanlig bitumen skal ikke inneholde så mye PAH. Hvorvidt bindemiddelet er tilsatt steinkulltjære, andre oljetyper med høyt PAH-innhold eller at vegdekket er blitt utsatt for en forurensning, er uavklart. Det ble registrert tjærelukt fra disse prøvene. I vegvesenets Gjenbruksprosjekt er det gjort en risikovurdering av miljøgifter i gjenbruksasfalt, med hovedvekt på PAH. (Jørgensen m.fl. 2006). anbefalte grenseverdier for PAH er der < 70 mg/kg PAH for varm gjenbruk og <1000 mg/kg for kald gjenbruk.

Konsentrasjonen av tungmetaller i asfaltdekker er generelt lav, og reflekterer sannsynligvis konsentrasjonen i det geologiske tilslagsmaterialet i de enkelte prøvene. Dette er imidlertid ikke undersøkt nærmere, da konsentrasjonen til de aller fleste av tungmetallene ligger langt under f.eks. SFTs normverdier for ren jord. Unntaket er imidlertid kadmium (Cd), hvor det ble funnet relativt høye konsentrasjoner (opp mot 3 mg/kg) i noen enkeltprøver. Det var ingen sammenheng mellom disse prøvene med forhøyede Cd-konsentrasjoner, og innholdet av kadmium korrelerte dårlig med sink (Zn), noe som kunne ha reflektert dekkslitasje som en mulig kilde.

Usikkerheten i undersøkelsen avhenger i stor grad av uttak av prøvemateriale til kjemisk analyse. I en oversiktskartlegging er det viktig at alle sjiktene i asfaltkjernen kommer med. For PCB-bestemmelsen ble det banket løs enkeltbiter av selve asfaltkjernen, noe som kan gi litt mer tilfeldig utplukk av prøvemateriale. Oppslutningsteknikkene og de instrumentelle bestemmelsene følger standardmetoder.

Andre forurensningskilder enn selve asfalten kan bidra til forhøyede konsentrasjoner av ulike miljøgifter i asfaltkjernene. Rester fra bygningsvedlikehold eller riving (maling, murpuss) er i NGUs tidligere undersøkelser av PCB de viktigste PCB-kildene i et bymiljø. Slitasje av bildekk kan bidra med tungmetaller som sink, kadmium og arsen. Oljesøl, utslipp fra eksos samt en rekke andre kilder kan bidra til forhøyede konsentrasjoner av PAH.

Innholdet av nye miljøgifter som siloksaner, ftalater og bromerte flammehemmere er ikke inkludert i denne undersøkelsen. Det ble imidlertid funnet spor av enkelte organiske miljøgifter i undersøkelsen fra Trondheim i 2004 (Erichsen m.fl., 2004).

8. KONKLUSJON

- PCB utgjør ikke noen miljøutfordring i relativt nye asfaltdekker fra det statseide vegnettet (Europa-, riks- og fylkesveger)
- Konsentrasjonen av tungmetaller i asfaltdekker er lav, og reflekterer sannsynligvis konsentrasjonen i det geologiske tilslagsmaterialet
- Konsentrasjonen av PAH₁₆ er høy i enkelte prøver, og kan utgjøre et miljø- eller gjenbruksproblem

9. REFERANSER

Andersson, M., Volden, T. og Jartun, M., 2005. PCB i asfalt i Trondheim. NGU-rapport 2005.045, 6 s.

Dahl, F., 2004. Hazardous Substances in Products. Review of calculation methodology for selected substances and products. SFT-rapport TA 2065/2004, 72 s.

Erichsen, E., Schiellerup, H., Gautneb, H., Ottesen, R.T. og Broekmans, M., 2004. Vegstøv i Trondheim – en analyse av mineralinnholdet i svevestøvet. NGU-rapport 2004.037, 73 s.

Jartun, M., Ottesen, R.T. og Volden, T., 2005. Spredning av miljøgifter fra tette flater i Bergen. NGU-rapport 2005.051, 68 s.

Juliussen, A., Huse, A. og Aas-Aune, S., 2005. Miljøgifter i produkter-data for 2003, del I og del II. SFT-rapport TA 2087/2005, 53 s.

Jørgensen, T. m.fl., 2006. Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i veg – Gjenbruksasfalt. Prosjektrapport nr 14b fra Gjenbruksprosjektet /Teknologirapport 2434, Statens vegvesen 2006.

Ottesen, R.T. og Alexander, J., 2003. Forslag til akseptkriterier av PCB-forurenset grunn basert på helsevurderinger og forskrift om farlig avfall. NGU-rapport 2003.048, 13 s.

Statens forurensningstilsyn, 1999. Risikovurdering av forurenset grunn. SFT-rapport 99:01, TA-1629/99, 103 s.

10. VEDLEGG: METODEBESKRIVELSER OG RÅDATA

VEDLEGG:

1. Metodebeskrivelser – kjemisk analyse

2. Rådata/resultater

- PCB**
- PAH**
- Tungmetaller**

Metodebeskrivelser – kjemisk analyse

PCB-bestemmelse ved Geolab Nor.

Soxtec-ekstraksjon av PCB i fast materiale ble utført i henhold til Geolab-prosedyre LAB 2817. Andre referanser: NS-EN 17025. Metoden er akkreditert.

Representative biter av hele asfaltkjerner ble banket ut manuelt. Hvert synlig sjikt ble tatt med. Bitene ble så knust og homogenisert i morter. Ca. 5-10 g tørt materiale ble veid i en rensset ekstraksjonshylse sammen med internstandarder for de aktuelle komponentene før bitene ble løst ved hjelp av Soxtec-ekstraksjon i diklormetan (DCM) i 2 timer. Med denne metoden blir prøven først kokt, deretter skyllet i løsningsmidlet. Løsningsmidlet ble avkjølt og dampet inn med rotavapor. Prøveløsningen ble til slutt overført til GC-glass med septum, og analysert med høyoppløselig Autospec GC/MS (Geolab-prosedyre LAB 2818). Referanseprøver og ekstraksjonsblank kjøres parallelt i hele prosessen for å kontrollere om man har tap eller kontaminering av PCB.

PAH-analyser ved Geolab Nor.

Soxtec-ekstraksjon av organiske forbindelser i fast materiale ble utført i henhold til Geolab-prosedyre LAB 2802. Andre referanser: NS-EN 17025. Metoden er akkreditert.

Representative biter av hele asfaltkjerner ble banket ut manuelt. Hvert synlig sjikt ble tatt med. Bitene ble så knust og homogenisert i morter, og ca. 10 g. tørr prøve ble veid ut og internstandarder tilsatt. For PAH-bestemmelse er internstandardene: d12-perylene, d12-chrysene, d10-pyrene, d10-phenanthrene og d8-naphtalene. Bitene ble løst med soxtec-ekstraksjon i diklormetan (DCM) i 2 timer. Med denne metoden blir prøven først kokt, deretter skyllet i løsningsmidlet. Ekstraktet ble til slutt injisert i et høyoppløselig GC/MS-instrument (Geolab-prosedyre LAB 2804). Metoden kvantifiserer de 16 PAH-forbindelsene definert av EPA (Environmental protection agency).

Referanseprøver og ekstraksjonsblank kjøres parallelt i hele prosessen for å kontrollere om man har tap eller kontaminering av PAH.

Bestemmelse av metaller ved NGU-LAB

Fra hver av asfaltkjernene ble det saget av en samleprøve som inkluderte alle sjiktene i de enkelte kjernene. Denne samleprøven ble grovknust og homogenisert. En innvekt på ca. 1 g ble løst i 10 mL konsentrert HNO₃ og 4 mL konsentrert HClO₄. Løsningen ble varmet i 4-5 timer og tilsatt 2 mL H₂O₂. Løsningen ble så dampet til tørrhet og løst i 25 mL 10 % HNO₃. Prøvene ble analysert med ICP-AES. Det ble kjørt parallelle analyser for hver 10. prøve, og det regnes en total usikkerhet for metoden (ekstraksjon og analyse) på ± 10 % rel. Metoden er ikke tidligere benyttet på NGU-LAB, og omfattes derfor ikke av akkreditering.

RESULTATER

....forts. tabell 4: PCB-konsentrasjoner i asfaltkjerner fra Kristiansand, Oslo og Bergen

Prøvenr.	Sted	PCB	PCB		PCB	PCB	PCB	PCB	SUM
		28	52	101	118	138	153	180	PCB ₇
		µg/kg	µg/kg		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
201A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
202 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
203 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
203 C	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
204 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
204 C	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	<3 (1,4)	<3 (1,7)	<3 (1,5)	<10 (4,6)
205 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	<3	<3	<3	<10
206 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	<3	<3	<3	<10
207 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	<3	<3	<3	<10
207 C	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	<3 (0,2)	<3 (0,3)	<3	<10 (0,5)
208 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
208 C	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
209 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
210 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
211 A	Bergen	< 3	< 3	< 3 (0,5)	< 3	< 3	< 3	< 3	<10 (0,5)
212 A	Bergen	< 3	< 3 (0,8)	< 3 (0,6)	< 3 (1,2)	< 3 (1,4)	< 3 (1,3)	< 3	<10 (5,3)
212 C	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	<10
213 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3 (0,2)	<10 (0,2)
214 A	Bergen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3 (0,2)	< 3	<10 (0,2)

Oppfølgende undersøkelse av prøve nr. 107 fra Oslo:

Tabell 5. Oppfølgende undersøkelse av prøve 107 som i første runde hadde en PCB₇-konsentrasjon over 10 µg/kg. Alle tall er gitt i µg/kg

PCB-kongener	Sjikt 1	Sjikt 2	Sjikt 3
28	< 3	< 3	< 3
52	< 3	< 3	< 3
101	< 3	< 3	< 3
118	< 3	< 3	< 3
138	5,13	< 3	< 3
153	5,58	< 3	< 3
180	3,88	< 3	< 3
Sum PCB ₇	14,59	< 10	< 10

PAH₁₆ – polysykliske aromatiske hydrokarboner

Tabell 6. Konsentrasjonen av PAH₁₆ i tilfeldig utvalgte asfaltprøver fra Kristiansand, Oslo og Bergen. For prøve-id, se tabell 1.

Prøve- nr.	Sted	Sum PAH(16)	Naftalen	Acenafilylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Benzo(a)antracen	Crysen	Benzo(b)fluoranten	Benzo(k)fluoranten	Benzo(a)pyren	Dibenzo(a,h)antracen	Benzo(g,h,i)perylen	Indeno(1,2,3,cd)pyren
			Alle data er oppgitt i mg/kg															
04	Kristian- sand	505	0,13	0,86	4,54	1,87	19,9	16,9	149	112	49,6	33,6	26,3	13,1	28,3	5,28	19,1	24,0
08	Kristian- sand	388	0,58	8,58	1,09	2,17	29,7	19,2	98,2	74,4	39,7	25,9	20,4	11,5	21,2	4,25	14,2	17,7
11	Kristian- sand	5,24	0,08	0,04	0,24	0,06	0,22	0,12	0,38	0,65	0,37	1,08	0,57	0,12	0,38	0,16	0,54	0,25
12	Kristian- sand	5,19	0,22	0,02	0,06	0,04	0,18	0,06	0,37	0,67	0,33	1,31	0,57	0,10	0,40	0,16	0,45	0,23
13	Kristian- sand	4,47	0,10	0,020	0,11	0,22	0,88	0,12	0,36	0,54	0,18	0,79	0,33	0,06	0,22	0,07	0,34	0,14
14	Kristian- sand	13,5	0,45	0,32	0,23	0,20	0,59	0,32	3,00	2,62	1,01	1,07	0,95	0,32	0,95	0,18	0,68	0,63
103	Oslo	3,13	0,30	0,02	0,08	0,14	0,32	0,05	0,10	0,24	0,13	0,60	0,31	0,03	0,20	0,11	0,38	0,10
107	Oslo	6,25	1,11	0,02	0,24	0,28	1,13	0,59	0,58	0,57	0,25	0,42	0,26	0,07	0,24	0,08	0,28	0,13
107 d	Oslo	28,3	4,00	0,15	1,12	0,92	5,69	1,22	3,69	3,79	1,07	1,18	1,10	0,46	1,46	0,21	1,18	1,09
115	Oslo	4,31	0,84	0,05	0,22	0,18	0,29	0,08	0,28	0,47	0,15	0,38	0,36	0,08	0,29	0,08	0,33	0,20
116	Oslo	13,3	0,68	0,22	0,06	0,03	0,17	0,21	1,03	2,42	0,57	1,64	1,80	0,59	1,40	0,27	1,15	1,08
117	Oslo	1,63	<0,01	0,03	0,03	0,02	0,11	<0,01	0,03	0,11	0,09	0,58	0,20	0,02	0,13	0,06	0,16	0,04
118	Oslo	347	0,72	6,62	0,64	0,46	27,3	6,32	81,4	76,2	22,1	18,2	27,1	12,6	27,7	4,15	16,6	19,1
120	Oslo	3,05	0,18	0,07	0,14	0,07	0,14	0,02	0,12	0,46	0,05	0,32	0,35	0,07	0,38	0,08	0,36	0,21
203	Bergen	11,2	0,61	0,09	0,90	1,11	2,2	0,49	1,26	1,19	0,35	0,94	0,52	0,15	0,57	0,14	0,46	0,28
205	Bergen	2,39	0,07	0,036	0,31	0,17	0,08	0,02	0,16	0,44	0,05	0,30	0,19	0,04	0,17	0,04	0,23	0,09
209	Bergen	6,31	<0,01	0,01	0,06	0,04	0,08	0,03	0,23	1,47	0,57	2,02	0,52	0,07	0,61	0,12	0,36	0,10
211	Bergen	4,01	<0,01	0,01	0,18	0,17	0,35	0,03	0,13	0,54	0,27	1,07	0,44	0,05	0,33	0,09	0,26	0,06
212 d	Bergen	2,72	<0,01	0,01	0,26	0,28	0,24	0,03	0,09	0,24	0,09	0,64	0,28	0,03	0,18	0,07	0,21	0,06
213	Bergen	3,14	<0,01	<0,01	0,05	0,03	0,03	<0,01	0,12	0,51	0,16	1,26	0,41	0,03	0,21	0,06	0,18	0,05

TUNGMETALLER:

Tabell 7. Konsentrasjon av grunnstoffer i asfaltprøver fra Kristiansand. For prøve-id, se tabell (prøvebeskrivelse)

Prøve id	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]	V [mg/kg]	Mo [mg/kg]
1	285	13800	25200	440	5790	29100	870	961	290	3220	24,5	65,5	5,2	18,3	10,1	95,1	0,70
2	195	8180	15400	1210	4090	2950	174	2820	244	311	19,2	36,5	5,4	12,5	6,98	59,0	0,96
3	219	8960	20600	397	4890	9250	255	2080	229	2340	28,1	59,7	3,5	18,0	8,51	81,7	0,29
03 d	169	8550	12500	600	5300	7460	250	1430	212	681	21,6	34,5	3,0	31,3	4,68	48,7	0,21
4	239	14400	26800	357	8100	16300	521	2070	318	3340	18,5	60,9	5,9	21,9	9,98	89,4	0,18
04 d	282	15900	15100	412	5990	13200	552	1390	221	925	15,1	44,8	1,6	13,5	4,82	56,8	0,20
5	123	8330	16300	326	4090	10900	233	1610	207	2010	10,2	41,2	4,4	11,2	5,80	57,4	0,31
6	140	9420	24200	389	5850	19200	329	1420	262	3390	15,2	50,9	5,2	17,1	9,32	68,7	0,57
7	232	12100	26200	628	6870	44500	624	2420	846	1080	16,6	38,8	10,4	22,8	6,34	58,3	1,39
8	90,5	6030	13700	197	2670	14300	176	1070	158	2330	9,16	44,3	3,9	7,7	5,37	53,4	0,25
08 #	292	9570	15800	334	3620	13800	208	972	191	2050	6,79	45,8	2,7	8,3	5,37	55,6	0,24
08 d	169	19700	21500	815	10200	20800	443	1460	389	897	31,6	54,2	3,0	20,7	10,4	58,8	0,39
9	513	6790	14200	636	3730	9080	183	2020	189	1600	9,78	42,8	5,4	7,9	4,53	42,3	0,23
10	293	10200	18100	1390	5760	4080	270	4330	232	474	15,5	28,0	4,1	9,1	4,61	42,1	0,91
11	199	11900	18300	712	5590	9850	751	2490	243	1230	13,5	43,2	5,5	13,2	6,05	53,2	0,42
12	145	7000	19600	321	4180	10200	264	2430	211	2280	20,1	45,9	5,7	18,8	9,81	115	0,36
13	108	6410	14600	884	2620	9900	205	1350	173	590	17,0	31,8	7,0	9,7	3,69	39,0	0,61
14	216	8120	17700	824	3970	6400	295	2300	217	1040	9,33	37,2	6,7	12,3	4,21	53,6	0,51
14 d	131	4840	15800	396	2650	6140	181	1240	148	1620	7,04	35,4	4,3	6,6	4,25	50,5	0,36
14 d #	91,4	4920	9940	543	4530	5010	179	807	134	450	6,73	31,2	6,8	6,1	2,46	29,6	0,29

...forts. tabell 7: Konsentrasjon av grunnstoffer i asfaltprøver fra Kristiansand. For prøve-id, se Tabell 1

Prøve id	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	Ag	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As	S
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
1	0,35	9,74	28,6	97,1	3,9	<0.489	1,6	<0.049	8,5	2,83	49,3	21,4	21,9	0,8	3970
2	0,04	13,8	39,3	16,7	6,8	<0.483	2,2	<0.048	10,4	3,84	50,7	24,1	14,7	<0.483	2610
3	0,16	10,6	41,4	33,2	1,7	<0.491	<1.23	<0.049	9,8	2,40	42,9	19,2	16,8	0,5	2010
03 d	0,16	9,21	24,6	33,5	2,6	<0.473	2,0	<0.047	7,8	2,09	38,3	18,2	12,4	1,0	2040
4	0,28	21,1	77,4	63,2	3,2	<0.499	<1.25	0,08	14,8	3,37	74,1	32,7	23,1	1,0	3790
04 d	0,12	8,20	34,1	83,1	1,1	<0.468	<1.17	<0.047	7,8	0,95	13,1	7,1	4,66	0,5	2730
5	0,19	7,84	28,1	39,2	2,8	<0.444	<1.11	0,09	9,0	2,31	54,0	20,8	17,6	1,2	2750
6	0,52	10,8	28,0	49,1	3,7	<0.491	4,6	0,10	9,2	2,70	71,5	31,6	24,3	1,4	4400
7	0,46	16,6	41,8	155	11,3	<0.491	1,5	0,14	10,9	2,91	41,3	19,3	14,2	12,7	10500
8	0,20	6,00	20,9	27,6	2,8	<0.443	1,5	0,08	7,0	1,84	51,4	21,3	18,0	0,7	2240
08 #	0,48	5,20	19,5	39,0	1,6	<0.479	38,8	<0.048	8,9	1,49	37,3	16,5	13,8	<0.479	2320
08 d	0,33	21,7	37,2	110	4,9	<0.424	1,5	<0.042	12,9	2,61	30,8	15,5	8,65	0,6	3160
9	0,31	6,71	32,3	16,7	7,5	<0.447	<1.12	<0.045	16,3	2,47	85,8	35,6	21,7	1,3	1870
10	0,24	8,33	116	14,1	4,4	<0.44	1,4	<0.044	9,5	3,94	82,8	38,0	17,0	1,4	2570
11	0,48	12,3	62,5	37,4	4,7	<0.484	<1.21	<0.048	14,4	3,34	74,7	37,3	17,3	1,0	3310
12	2,57	10,5	62,1	24,6	3,4	<0.426	1,4	0,08	9,5	2,74	74,5	35,6	20,9	1,1	5590
13	0,72	7,57	27,3	22,2	7,1	<0.461	<1.15	<0.046	8,2	2,07	76,1	34,2	16,2	1,2	4610
14	0,71	13,6	56,0	31,1	7,5	<0.448	<1.12	0,25	12,5	3,13	76,6	32,0	24,0	0,9	3740
14 d	0,23	5,75	19,8	17,0	4,0	<0.473	<1.18	0,08	7,3	1,99	62,4	27,4	17,8	0,8	2350
14 d #	0,22	4,92	14,5	6,9	6,4	<0.486	<1.22	0,14	7,0	1,70	67,1	24,7	11,1	0,9	2180

... forts. tabell 7: Konsentrasjon av grunnstoffer i asfaltprøver fra Oslo. For prøve-id, se Tabell 1

Prøve id	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]	V [mg/kg]	Mo [mg/kg]
101a	252	18600	15700	1470	15000	35700	1630	2390	423	683	5,67	36,0	3,9	39,0	9,52	53,9	0,62
101c	135	14500	17700	1500	14000	36600	1020	2360	369	662	3,61	28,7	3,1	22,2	4,47	65,1	0,45
101c #	167	20500	19900	1600	20100	85100	1640	3090	460	574	15,5	37,7	4,2	57,8	19,1	81,8	0,35
102 a	316	25700	18200	1720	16200	39600	1800	6690	344	627	11,1	33,3	4,0	26,5	8,68	66,1	1,60
103 a	382	23200	30100	6280	20800	59600	475	3010	649	692	3,90	90,8	7,5	37,9	26,6	170	0,90
104 a	238	16400	20900	1400	6620	18400	986	3240	277	1010	23,0	30,2	6,6	23,3	5,32	43,5	1,63
105 a	133	8620	9580	626	7170	24600	656	2180	226	1070	25,6	30,4	1,8	15,9	11,2	37,9	0,36
106 a	730	16200	19600	1740	10400	23600	623	5540	371	664	20,9	34,6	4,3	19,1	7,36	71,1	1,76
107 a	337	21300	17400	1840	14100	51200	1600	4560	420	719	14,2	39,3	4,0	29,3	10,6	59,9	0,56
107 c	241	19400	18300	1460	15100	65300	782	3910	362	673	15,6	32,9	3,6	24,0	9,35	61,6	0,94
108 a	146	14000	15800	2300	11400	31800	621	2720	330	586	8,08	16,5	3,5	18,6	7,14	61,0	0,56
108 c	109	13500	13100	2430	9800	41100	735	1030	304	482	6,78	12,9	5,4	22,0	4,91	70,7	0,92
Maling 108c	<22.6	1040	386	128	40400	60800	332	158	13,5	41	2,43	17,4	0,9	1,1	0,71	1,6	<0.113
109 a	180	16600	21400	1750	10500	36700	710	1540	365	588	11,5	31,6	12,6	32,0	9,69	65,0	0,66
110 a	283	14900	18600	2300	14300	30600	369	2870	362	315	13,5	19,8	2,3	27,2	10,4	61,4	0,32
111 a	268	14400	20200	1680	8770	12700	603	4400	263	568	17,9	28,0	3,2	22,0	7,21	65,6	0,53
112 a	188	9880	11400	961	5580	24300	299	1710	259	406	7,53	28,7	4,0	15,3	4,74	54,2	0,42
112 c	273	11500	13800	1200	9110	25600	399	2750	494	461	17,9	32,2	6,1	15,2	6,14	55,9	0,55
113 a	434	16900	17100	1640	11000	30400	897	3130	326	596	5,62	24,8	3,6	25,7	10,4	58,4	0,57
114 a	291	20300	20200	1440	10300	18800	1010	5620	293	573	29,5	34,4	4,8	31,2	6,29	61,7	3,00
115 a	232	10400	15900	1050	6470	20000	517	3160	238	674	15,0	22,5	4,3	16,7	6,83	44,9	0,54
116 a	345	15100	20800	1100	8210	11300	584	3890	363	583	18,0	37,7	12,1	29,0	8,05	76,5	0,46
117 a	231	8450	13300	801	3730	28400	379	2210	231	341	7,47	25,6	3,3	18,5	4,08	48,0	0,49
118 a	134	12100	15700	1050	6910	25900	551	2810	219	516	16,4	25,1	4,6	22,5	5,02	49,0	0,64
118 c	290	13900	19200	1030	8760	23600	665	2460	289	793	14,6	25,4	4,3	28,8	6,18	52,0	2,97
119 a	138	14500	15500	1110	10300	16600	1310	3000	509	374	9,82	48,8	7,3	34,3	7,69	47,9	0,64
120 a	260	12800	17200	1360	7120	23300	439	4350	209	586	22,2	23,2	3,2	21,3	5,40	49,9	0,42
120 a #	296	12700	18400	1240	7560	28500	525	4310	240	625	16,4	34,0	4,7	22,5	5,78	62,2	0,57

...forts. tabell 7: Konsentrasjon av grunnstoffer i asfaltprøver fra Oslo. For prøve-id, se Tabell 1

Prøve id	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Ba [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zr [mg/kg]	Ag [mg/kg]	B [mg/kg]	Be [mg/kg]	Li [mg/kg]	Sc [mg/kg]	Ce [mg/kg]	La [mg/kg]	Y [mg/kg]	As [mg/kg]	S [mg/kg]
101a	0,06	14,5	39,0	137	20,4	<0.43	1,9	<0.040	11,7	3,91	53,8	27,2	9,10	2,5	2300
101c	0,08	13,1	44,1	128	32,0	<0.435	24,7	0,27	10,9	3,25	107	54,0	11,6	2,4	3580
101c #	0,14	17,3	41,0	265	25,3	<0.485	4,7	<0.049	13,6	3,79	46,9	24,0	9,24	3,2	4810
102 a	0,28	20,1	86,0	172	29,2	<0.416	3,5	0,23	23,3	4,70	56,5	29,8	10,7	1,3	4510
103 a	0,20	54,2	24,9	217	12,4	<0.488	3,7	0,75	17,2	7,05	48,1	25,1	11,2	0,5	4890
104 a	0,03	23,7	70,0	104	33,8	<0.466	9,9	0,48	12,0	3,10	145	72,8	15,5	3,4	4410
105 a	0,04	9,56	26,4	90,8	5,5	<0.459	2,9	<0.046	8,0	1,87	19,0	9,0	6,95	0,6	2780
106 a	0,07	19,0	101	97,6	27,2	<0.462	1,9	<0.046	13,6	3,48	57,4	29,4	8,55	1,3	3070
107 a	0,08	18,2	65,3	164	14,6	<0.494	4,8	<0.050	14,5	4,69	32,2	17,0	9,78	1,0	3150
107 c	0,10	15,7	59,8	189	15,8	<0.431	4,5	<0.043	19,6	3,39	44,7	23,6	10,1	1,2	4910
108 a	0,09	23,0	24,6	119	14,8	<0.451	2,1	<0.045	11,9	3,60	36,1	17,9	8,07	1,2	2780
108 c	0,16	40,2	18,1	218	19,9	<0.492	3,3	<0.049	11,8	3,07	29,7	15,7	7,96	2,6	2850
Maling															
108c	0,03	1,23	6,1	24,4	3,1	<0.452	2,5	<0.045	0,8	0,06	2,0	0,9	0,62	<0.452	105
109 a	0,23	58,5	46,1	322	17,1	<0.458	1,9	<0.046	17,0	2,68	34,9	19,1	8,84	1,1	4140
110 a	0,13	38,9	27,2	125	15,6	<0.442	2,3	<0.044	12,2	4,23	31,7	16,6	7,78	<0.442	3160
111 a	0,06	24,8	72,2	34,7	15,1	<0.433	1,5	<0.043	14,4	4,24	47,8	25,1	9,86	<0.433	2770
112 a	0,13	13,4	47,9	75,6	9,1	<0.426	1,6	<0.042	9,4	2,57	39,2	20,1	9,35	1,3	2710
112 c	0,13	13,4	66,8	72,3	10,2	<0.436	1,8	<0.043	13,5	2,87	39,1	21,1	9,58	1,0	2630
113 a	0,13	40,2	46,2	117	21,4	<0.454	3,6	<0.045	13,4	3,83	63,9	34,1	9,99	1,3	2700
114 a	0,16	49,1	84,5	98,6	22,2	<0.472	2,5	0,23	20,2	4,19	56,2	29,8	7,93	1,1	3570
115 a	0,11	17,3	94,2	60,2	15,5	<0.456	1,9	<0.045	11,3	3,05	84,4	43,9	9,19	1,7	2270
116 a	0,18	22,4	99,1	41,3	10,6	<0.476	4,1	<0.047	14,2	4,19	48,7	25,3	10,4	1,5	3290
117 a	0,15	28,1	42,5	71,0	12,7	<0.44	2,3	<0.044	11,0	2,72	53,2	29,1	11,7	1,4	3070
118 a	0,08	23,7	236	68,3	13,2	<0.477	1,7	0,10	12,9	2,80	47,0	23,4	9,92	1,1	3290
118 c	0,29	18,9	58,4	79,8	29,9	<0.456	2,4	0,26	15,3	2,91	88,8	46,6	11,0	2,1	2950
119 a	0,10	16,5	75,2	66,0	27,3	<0.428	1,7	<0.043	8,9	3,10	52,8	25,9	12,0	2,3	2450
120 a	0,22	19,1	118	66,1	10,7	<0.47	2,1	<0.047	10,7	3,28	40,8	21,2	7,66	1,3	3050
120 a #	0,23	21,4	113	95,2	20,6	<0.459	1,6	0,07	12,6	3,72	69,0	35,9	9,49	2,0	4330

...forts. tabell 7: Konsentrasjon av grunnstoffer i asfaltprøver fra Bergen. For prøve-id, se Tabell 1

Prøve id	Si [mg/kg]	Al	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]	V [mg/kg]	Mo [mg/kg]
201 a	237	11500	18200	1190	6400	33500	329	4840	248	505	7,09	44,0	5,3	17,3	4,49	82,4	0,40
201a #	130	8440	15400	1090	4670	26000	272	3970	197	384	8,77	40,4	4,6	14,4	3,46	68,5	0,63
201 c	97,0	9160	16300	1070	5130	33800	294	3750	209	654	8,72	41,7	4,3	16,3	4,84	76,4	0,76
202 a	249	30500	24700	1440	12700	37600	1420	4630	397	690	51,0	41,6	4,0	42,4	11,0	78,2	0,38
203 a	235	14400	14100	725	6910	52000	964	3000	192	690	17,7	31,3	2,3	21,2	5,91	59,4	1,12
203 c	119	10800	9810	311	7650	68500	569	1530	142	363	9,20	29,2	1,3	24,8	4,78	60,7	0,32
204 a	226	17800	21800	1020	8890	15000	841	4250	354	584	27,0	43,5	4,2	17,1	6,85	59,8	<0.12
204 c	270	20800	20300	1020	10800	38800	1220	4190	290	632	18,4	42,8	2,8	16,1	5,55	56,8	0,16
Maling 204c	<24.4	772	347	78,8	38700	57700	247	184	14,1	42	14,1	34,9	1,2	0,5	3,88	1,6	<0.12
205 a	252	17300	18500	1280	7240	10800	1230	3590	362	439	18,8	48,2	9,5	17,9	6,11	49,2	0,33
206 a	228	16400	19500	1130	10700	12400	565	4940	349	771	19,5	45,6	2,8	18,6	6,86	46,6	<0.11
207 a	263	14200	17400	1180	8190	7690	276	7110	382	802	13,3	46,1	3,3	15,2	5,80	64,1	0,34
207 c	201	12600	14000	399	6010	8060	203	890	215	485	10,7	47,9	1,2	9,1	4,83	32,9	1,51
208 a	234	18400	17400	1310	7740	20300	1130	6340	352	481	15,4	41,8	2,5	19,8	5,64	48,6	0,32
208 c	558	8560	10300	843	7090	16300	552	3800	198	421	27,6	31,6	3,2	12,0	3,50	45,1	0,36
209 a	211	5950	10900	1010	3660	2390	157	3720	230	399	31,5	25,3	2,4	8,7	12,5	25,1	0,27
210 a	130	8010	12600	1090	5150	4040	219	5490	325	536	5,40	33,8	5,1	10,7	3,29	58,8	0,42
211 a	174	9660	17300	1330	6300	5790	195	7210	396	923	17,3	44,6	3,4	10,1	8,72	50,0	0,34
212 a	156	11000	16100	836	6420	10900	234	2690	253	660	34,7	44,6	2,5	10,7	4,40	41,9	0,29
212 c	293	16400	26200	1320	13800	23600	430	4670	374	1090	36,9	68,7	5,2	17,7	12,3	70,5	<0.12
213 a	103	7270	10400	723	5830	2710	234	4130	174	363	6,75	35,9	3,8	9,0	3,87	41,8	0,21
214 a	134	7540	14400	1020	4300	5400	204	4330	230	553	21,5	38,5	3,8	9,3	8,24	35,7	0,44
214 a #	190	8750	16400	1340	4980	6420	255	5570	240	480	15,9	52,8	4,3	11,0	7,40	40,9	0,42

..forts. tabell 7: Konsentrasjon av grunnstoffer i asfaltprøver fra Bergen. For prøve-id, se Tabell 1

Prøve id	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Ba [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zr [mg/kg]	Ag [mg/kg]	B [mg/kg]	Be [mg/kg]	Li [mg/kg]	Sc [mg/kg]	Ce [mg/kg]	La [mg/kg]	Y [mg/kg]	As [mg/kg]	S [mg/kg]
201 a	0,19	21,1	64,8	71,1	4,0	<0.47	1,5	<0.047	14,6	2,57	130	71,0	8,98	2,6	3530
201a #	0,12	19,4	48,6	50,5	3,6	<0.43	<1.07	<0.043	12,5	2,87	68,0	37,2	9,66	1,0	2950
201 c	0,13	16,2	47,9	58,9	3,7	<0.45	1,2	<0.045	14,2	2,73	52,1	26,0	12,8	0,5	2920
202 a	0,98	36,4	140	220	4,9	<0.49	2,0	<0.049	11,6	4,04	34,6	16,9	8,11	3,6	4700
203 a	0,28	11,5	96,5	161	3,1	<0.44	2,0	<0.044	7,4	2,51	26,2	14,0	8,11	0,9	3660
203 c	0,24	10,3	38,7	118	1,9	<0.47	1,4	<0.047	6,7	0,86	7,4	4,2	2,70	< 0.47	3590
204 a	0,50	15,5	87,8	85,3	3,4	<0.47	<1.16	<0.047	10,8	4,43	23,5	11,7	9,36	2,3	2300
204 c	0,32	21,9	92,9	131	4,3	<0.44	2,2	<0.044	10,0	4,11	21,8	11,9	9,27	3,6	3700
Maling 204c	0,25	0,78	6,0	20,9	6,0	<0.49	6,3	<0.049	1,3	0,07	1,4	0,6	0,60	< 0.49	139
205 a	3,46	11,5	73,5	86,1	5,5	<0.45	1,6	<0.045	11,5	3,49	54,4	24,7	22,7	4,4	2940
206 a	0,10	13,0	158	103	2,0	<0.45	<1.13	<0.045	7,0	3,03	19,1	10,6	5,21	1,3	2050
207 a	1,28	14,9	129	54,6	3,0	<0.45	1,3	<0.045	11,0	4,56	60,2	30,4	13,0	0,8	2990
207 c	0,08	6,18	26,9	71,7	0,4	<0.46	1,9	<0.045	8,3	0,74	5,6	3,7	1,80	0,5	2830
208 a	0,06	11,1	94,7	86,4	4,5	<0.49	1,3	<0.049	13,6	4,68	47,9	25,8	10,3	1,0	3020
208 c	0,03	7,94	66,4	39,0	7,9	<0.47	1,4	<0.047	8,8	2,42	42,4	23,1	7,94	1,3	2910
209 a	0,07	5,88	54,6	23,8	1,6	<0.39	<0.979	<0.039	8,3	2,86	59,6	25,5	9,69	1,4	2050
210 a	0,12	9,70	59,4	26,6	3,6	<0.41	1,3	<0.041	9,4	4,44	63,6	33,0	13,6	1,6	2360
211 a	0,06	8,53	184	28,5	2,3	<0.46	1,9	<0.046	12,1	3,94	79,2	42,6	8,08	1,6	1860
212 a	0,27	10,4	62,6	49,2	2,7	<0.39	3,4	<0.039	12,0	1,93	22,7	11,2	7,72	1,6	1830
212 c	0,16	19,0	118	100	4,8	<0.47	<1.17	<0.047	17,8	4,41	50,8	25,5	11,8	1,2	3840
213 a	0,13	8,63	40,1	13,6	8,3	<0.41	1,1	<0.041	10,7	2,40	97,8	52,7	10,8	2,5	1920
214 a	0,23	11,7	43,1	21,2	2,6	<0.46	<1.16	<0.046	9,8	2,60	66,7	30,9	14,7	1,8	2270
214 a #	0,32	15,5	75,4	26,9	3,4	<0.45	<1.12	<0.045	11,6	2,94	39,7	19,7	13,6	0,5	2250