

Kildesporing på Avedøre Holme

Undersøgelse af biofilm og tidsproportional prøvetagning



Hvidovre Kommune
Miljø- og Forsyningsafdelingen

Rapport
Oktober 2007

Kildesporing på Avedøre Holme

Agern Allé 5
2970 Hørsholm

Oktober 2007

Tlf: 4516 9200
Fax: 4516 9292
kbmi@dhigroup.com
www.dhigroup.com

Klient Hvidovre Kommune	Klientens repræsentant Morten Beha Pedersen
--------------------------------	--

Projekt Kildesporing på Avedøre Holme	Projekt nr. 54551
--	--------------------------

Forfattere Kristina Buus Madsen, Ulf Nielsen	Dato Oktober 2007
	Godkendt af Sten Lindberg

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

	Rapport	KBM	ULN/ELS	SL	07-10-05
--	---------	-----	---------	----	----------

Revision	Beskrivelse	Udført	Kontrolleret	Godkendt	Dato
----------	-------------	--------	--------------	----------	------

Nøgleord Avedøre Holme; Environmental harmful substances; Hvidovre; Source tracking; Wastewater	Klassifikation <input type="checkbox"/> Åben <input type="checkbox"/> Intern <input checked="" type="checkbox"/> Tilhører klienten
---	---

Distribution	Antal kopier
Hvidovre Kommune: DHI:	Morten Beha Pedersen KBM-ULN-BOP-JWL 1 4



INDHOLDSFORTEGNELSE

1	FORMÅL OG BAGGRUND	1
2	UNDERSØGELSE AF BIOFILM PÅ AVEDØRE HOLME	2
2.1	Prøvetagning og analyser	2
2.2	Analyseresultater og databehandling	5
2.2.1	Cadmium	5
2.2.2	Kobolt	5
2.2.3	Kviksølv	6
2.3	Undersøgelsens anvendelighed til at spore kilder til tungmetalbelastning	8
3	SPILDEVANDSUNDERSØGELSE	9
3.1	Måleprogram	9
3.1.1	Prøvetagningsmetoder	9
3.1.2	Prøver udtaget til analyse	9
3.1.3	Analyseparametre og -metoder	11
3.2	Vandmængder	12
3.3	Almindelige spildevandsparametre	14
3.4	Tungmetaller	15
3.5	Chlorparaffiner og bisphenol A	20
4	KONKLUSION	23
4.1	Undersøgelse af biofilm	23
4.2	Spildevandsundersøgelse	23
5	ANBEFALINGER	25
6	REFERENCER	26

BILAG

1	Koncentrationer og mængder af tungmetaller i prøver fra det samlede afløb, P12, P14 og P17
2	Koncentrationer og mængder af spildevandsparametre, bisphenol A, kort- og mellemkædede chlorparaffiner i prøver fra det samlede afløb, P12, P14 og P17



1 **FORMÅL OG BAGGRUND**

Hvidovre Kommune har i efteråret 2006 gennemført spildevandsmålinger i det samlede afløb fra Avedøre Holme som led i at dokumentere belastningen med metaller og miljø- og sundhedsskadelige stoffer i spildevandet samt identificere kilderne.

Målingerne i det samlede afløb i 2006 viste, at især kviksølv, cadmium, kobolt, chlorparaffiner og bisphenol A blev målt i koncentrationer, der gør det relevant at spore kilderne til afledningen i erhvervskvarteret yderligere /1/.

Koncentrationen af cadmium og kviksølv blev målt op til ca. en faktor 30 over Miljøstyrelsens grænseværdi for begge metaller vedkommende. Også koncentrationen af kobolt var i en enkelt døgnprøve ca. en faktor 9,5 over Miljøstyrelsens grænseværdi på 10 µg/l /1/.

Metallerne opkoncentreres i varierende omfang i biofilmen i kloakken. Hvidovre Kommune har derfor ønsket at afprøve en kildeporingsmetode, hvor der udtages prøver af biofilmen i kloaknettet til analyse for kviksølv, cadmium og kobolt. Ud over at metoden giver mulighed for at få et billede af den langvarige belastning med metallerne, er den forholdsvis simpel at udføre, hvilket giver mulighed for at tage prøver på flere lokaliteter.

Hvidovre Kommune har som opfølgning på biofilmundersøgelsen herefter ønsket at foretage en prøvetagning af spildevandet fra de lokaliteter, hvor biofilmen viste høje metalkoncentrationer. Der er i samme omgang målt for chlorparaffiner og bisphenol A i spildevandet, da disse stoffer blev målt i høje koncentrationer i det samlede afløb fra Avedøre Holme i måleprogrammet i 2006.

Hvidovre Kommune deltager i projektet ”Kildesamarbejdet”, hvor danske og svenske myndigheder, renseanlæg, affaldsdeponier og vidensinstitutter i Øresundsregionen samarbejder om reduktion af kilder til udledning af miljø- og sundhedsskadelige stoffer. Spildevandsmålingerne på Avedøre Holme er en del af projektet Kildesamarbejdet, og en række af analyseparametrene er fokusstoffer udvalgt i forbindelse med projektet.

Kildesporingsaktiviteterne skal ses som led i Hvidovre Kommunes planer om at opspore og regulere kilder til belastningen med miljø- og sundhedsskadelige stoffer på Avedøre Holme. Hvidovre Kommune har på baggrund af kildesporingen planlagt tilsyn på virksomhederne på Avedøre Holme i efteråret 2006 samt i 2007.

På baggrund af ovenstående er det formålet med måleprogrammerne på Avedøre Holme at:

- indkredse deloplande på Avedøre Holme med en mulig øget belastning af cadmium, kobolt og kviksølv ved hjælp af prøvetagning og analyser af biofilmen
- dokumentere belastningen med tungmetaller, chlorparaffiner og bisphenol A i det samlede afløb fra Avedøre Holme samt tre punkter opstrøms det samlede afløb

2 **UNDERSØGELSE AF BIOFILM PÅ AVEDØRE HOLME**

Biofilm består af mikroorganismer, som hæfter sig på overfladen af kloakrørene. Vedhæftningen fremmes ved, at mikroorganismene producerer slimdannende stoffer, som danner en beskyttende hinde. Biofilmen er i princippet en passiv prøvetager, som akkumulerer stoffer, der binder sig til slam og biofilm /2/. Det gælder både langtidseksponering for lave koncentrationer og korttidseksponering for høje koncentrationer /4/. Hukommelsen af biofilmen kan være lang. I en undersøgelse af kviksølvforureningen fra varmecentraler blev der registreret høje koncentrationer af kviksølv (300-460 mg/kg TS) i biofilm i kloakken 13 år efter forureningshændelsen /3/.

2.1 **Prøvetagning og analyser**

Prøvetagningen af biofilm på Avedøre Holme blev gennemført torsdag d. 26. april 2007 kl. 10-16 af DHI i samarbejde med Hvidovre Kommune. Vejret var i tiden op til prøvetagningsdagen præget af varmt vejr uden nedbør.

Der blev udtaget prøver af biofilm samt eventuelt sediment i rørene, hvis dette ikke kunne undgås. Prøverne blev udtaget ved hjælp af et fastspændt glas på en teleskopstang, som blev brugt til at skrabe siderne og bunden af kloakrørene af for biofilm. Biofilmen blev samlet sammen til én prøve fra hver brønd. De opsamlede prøver blev efterfølgende opbevaret i plastikbægre, som blev afleveret til Miljølaboratoriet Storkøbenhavn I/S samme dag.



Figur 2.1 *Prøvetagning af biofilm fra bunden af Brønd 900441 (Avedøreholmen) på Avedøre Holme. Til prøvetagningen blev anvendt et glas fastspændt på en teleskopstang, som kan skrabe sider og bund af kloakrøret.*

Mængden af biofilm i kloakrørene kan være meget varierende. Avedøre Holme er separatkloakeret, hvilket kan have virket fremmende på dannelsen af biofilm, eftersom røre-

ne ikke bliver gennemskyllet af regnvand. Det var således muligt at udtage prøver af biofilmen i alle planlagte brønde eller umiddelbart tilstødende brønde.



Figur 2.2 Prøvetagning af biofilm i Brønd 900610 (ved Avedøreværket) på Avedøre Holme. Biofilmen blev opsamlet i et plastikbæger.

Prøver udtaget til analyse

Der blev udtaget i alt 10 prøver. I Tabel 2.1 er vist en oversigt over, hvilke brønde prøverne er udtaget i samt eventuelle bemærkninger i forbindelse med prøvetagningen. I Figur 2.4 er prøvetagningspunkterne på Avedøre Holme vist.

Tabel 2.1 Prøver af biofilm udtaget på Avedøre Holme d. 26. april 2007.

Prøve nr.	Brønd	Adresse	Opland	Bemærkninger
1	900701	Jernholmen 2	Jernholmen	
2	900610	Hammerholmen 50 (AVV)	Avedøreværket	
3	900150	Hammerholmen 2 (Interroll)	Hammerholmen inkl. Avedøreværket	
4	900101	Stamholmen 157	Jernholmen, Hammerholmen og delvist Stamholmen	
5	900071	Avedøreholmen 51	Sydlig del af Avedøreholmen og vestlig del af Sydholmen	Meget skum/sæbe
6	900405	Valseholmen 1	Valseholmen, Industriholmen og østlige del af Sydholmen	
7	900441	Avedøreholmen 88	Avedøreholmen, Nordholmen, Valseholmen, Sydholmen og Industriholmen	Kraftig olielugt
8	900061	Helseholmen 1	Helseholmen	
9	900027	Stamholmen 99	Avedøre Holme ekskl. Helseholmen og Kanalholmen	Meget sort spildevand
10	900013	Kanalholmen 25	Avedøre Holme	



Figur 2.3 Prøvetagning af biofilm i Brønd 900610 (ved Avedøreværket) på Avedøre Holme.

Analyseparametre og -metoder

Alle 10 prøver blev analyseret for cadmium, kviksølv og kobolt af det akkrediterede laboratorium Miljølaboratoriet Storkøbenhavn I/S (Reg. nr. 365). I Tabel 2.2 er analyseparametrene præsenteret sammen med oplysninger om analysemetode og -usikkerhed.

Tabel 2.2 Analyseparametre samt analysemetode og -usikkerhed. Analyserne er foretaget hos Miljølaboratoriet Storkøbenhavn I/S (reg. nr. 365).

Analyseparameter	Analysemetode	Analyseusikkerhed	Detektionsgrænse
Prøveoplukning	DS 259/ DS 2210		
Cadmium	EPA 6020 mod.	10%	0,05 mg/kg TS
Kobolt*	EPS 6020 mod.	10%	0,1 mg/kg TS
Kviksølv	DS/EN 1483	10%	0,02 mg/kg TS

* Slamanalysen er ikke akkrediteret, men er tæt beslægtet med analyse af kobolt i spildevand, som er akkrediteret.

2.2 Analyseresultater og databehandling

I Tabel 2.3 er vist de målte koncentrationer (mg/kg TS) af cadmium, kobolt og kviksølv i 10 prøver af biofilm udtaget på Avedøre Holme.

Tabel 2.3 Koncentrationer (mg/kg TS) af cadmium, kobolt og kviksølv i 10 prøver af biofilm udtaget fra Avedøre Holme d. 26. april 2007. Koncentrationer, der ligger over middelværdien, er markeret med fed.

Prøve	Lokalitet	Brønd	Cadmium	Kobolt	Kviksølv
1	Jernholmen 2	900701	0,59	19	0,35
2	Hammerholmen 50	900610	28	18	2,9
3	Hammerholmen 2	900150	52	80	22
4	Stamholmen 157	900101	20	35	3,5
5	Avedøreholmen 51	900071	1,6	6,0	70
6	Valseholmen 1	900405	0,81	9,4	0,38
7	Avedøreholmen 88	900441	1,6	9,2	21
8	Helseholmen 1	900061	0,19	1,2	0,20
9	Stamholmen 99	900027	4,2	19	6,2
10	Kanalholmen 25	900013	8,7	8,3	5,1
Middel			12	21	13

2.2.1 Cadmium

Af Tabel 2.3 fremgår, at koncentrationen af cadmium i biofilmen fra Prøve 2, 3 og 4 var >20 mg/kg TS, mens koncentrationen i Prøve 9 og 10 (nedstrøms Prøve 2, 3 og 4) var henholdsvis 4,2 og 8,7 mg/kg TS. De øvrige målte koncentrationer af cadmium i prøver fra Avedøre Holme var <2 mg/kg TS.

Dette indikerer, at belastningen med cadmium i det samlede afløb fra Avedøre Holme stammer fra afledninger til Hammerholmen (Prøve 2 og 3).

De målte koncentrationer indikerer desuden, at der forekommer en fortynding af spildevandet nedstrøms Hammerholmen.

Tabel 2.4 Koncentrationer af cadmium målt i spildevand ($\mu\text{g/l}$) og biofilm (mg/kg TS) i det samlede afløb fra Avedøre Holme samt i pumpestation 12 og 13 i 2004-2006. Prøverne af biofilm er ikke udtaget i de samme brønde som spildevandsprøverne, hvorfor resultaterne ikke kan sammenlignes direkte, men kun kan give et indtryk af, om koncentrationerne svarer overens.

	Samlet afløb	P12	P13
Koncentrationer i spildevand, 2004-2005 ($\mu\text{g/l}$)	18-19	0,41-1,3	34-44
Koncentrationer i biofilm, 2006 (mg/kg TS)	10	1,6	20
Koncentrationer i spildevand/koncentrationer i biofilm	1,8-1,9	0,3-0,8	1,7-2,2

Af Tabel 2.4 fremgår, at der umiddelbart er overensstemmelse mellem koncentrationniveauet af cadmium i biofilmen i 2006 og koncentrationniveauet i spildevand i 2004 og 2005.

2.2.2 Kobolt

I Prøve 1 (Jernholmen) og Prøve 2 (Avedøreværket) blev der målt koncentrationer af kobolt på henholdsvis 19 og 18 mg/kg TS, mens der i Prøve 3 (Hammerholmen) blev



målt en koncentration på 80 mg/kg TS. De målte koncentrationer indikerer, at der findes kilder til belastning med kobolt på Jernholmen og Hammerholmen.

I Prøverne 4, 9 og 10 (nedstrøms Jernholmen og Hammerholmen) blev der målt henholdsvis 35, 19 og 8,3 mg/kg TS. Dette indikerer ligesom for cadmium, at der forekommer en fortynding af spildevandet nedstrøms Hammerholmen og Jernholmen.

I de øvrige prøver fra Valseholmen, Avedøreholmen og Helseholmen blev der målt koncentrationer af kobolt på mellem 1,2 og 9,4 mg/kg TS.

I Gladsaxe Erhvervskvarter blev der i 10 prøver af biofilm i maj 2007 målt mellem 2,2 og 49 mg/kg TS.

2.2.3 Kviksølv

Baggrundsniveauet af kviksølv i kloakslam og biofilm er tidligere blevet bestemt til 0,07 mg/kg TS /3/.

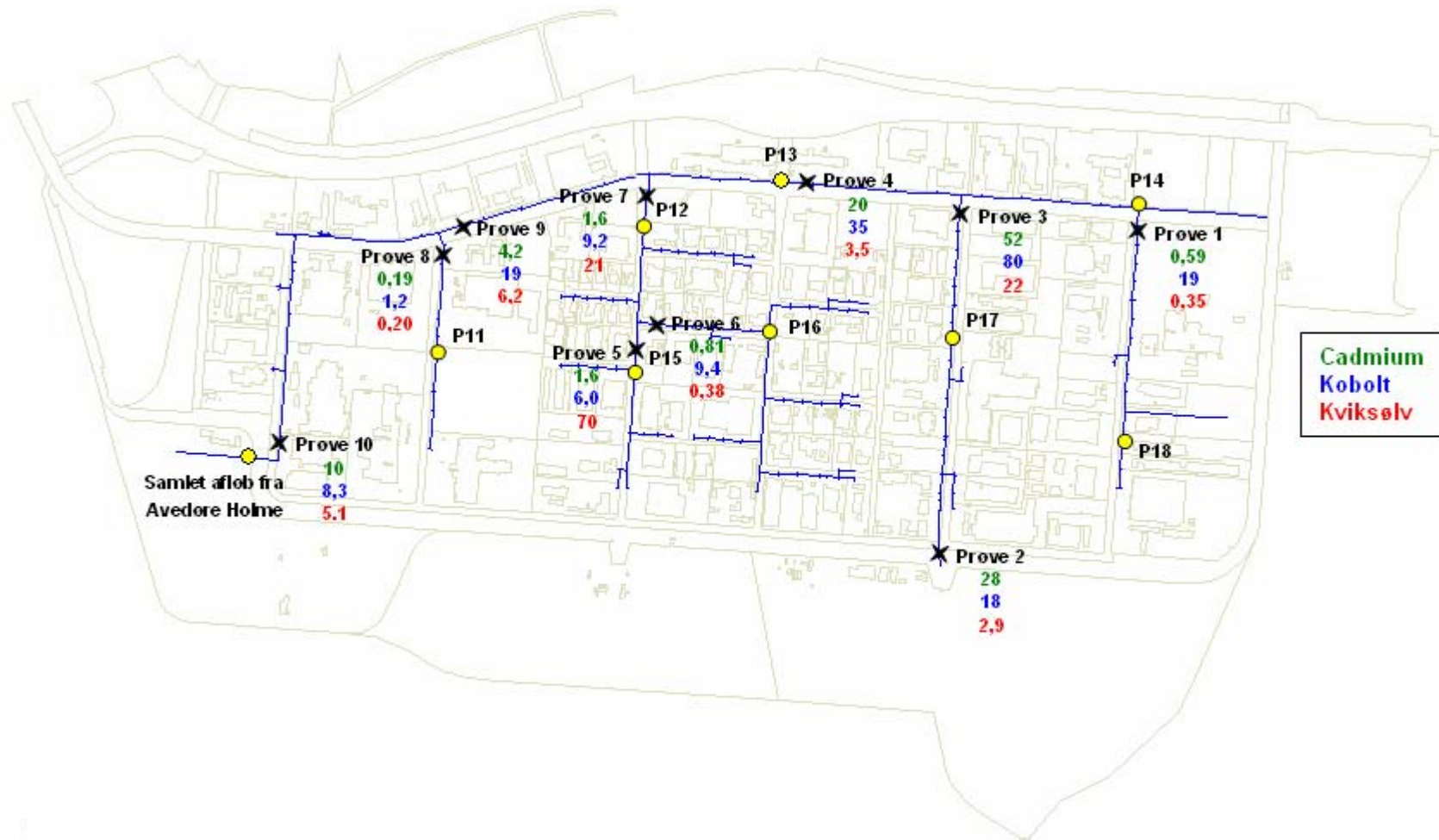
Kviksølv blev målt i koncentrationer på mellem 0,20 og 70 mg/kg TS i prøverne fra Avedøre Holme, hvilket var mellem ca. en faktor 3 og en faktor 1.000 over baggrundskoncentrationen af kviksølv i kloakslam og biofilm.

Den højeste målte koncentration af kviksølv på 70 mg/kg TS blev målt i Prøve 5 fra Avedøreholmen. Det er ikke muligt på baggrund af biofilmundersøgelsen at afgøre, om den høje koncentration af kviksølv er historisk eller nutidig, eftersom metallerne kan opkoncentreres i biofilmen over mange år. For at afgøre dette, kræves en prøvetagning af vandfasen i samme brønd.

I Prøve 7, som blev udtaget fra Avedøreholmen nedstrøms Prøve 5, blev koncentrationen af kviksølv målt til 21 mg/kg TS, hvilket var ca. en faktor 300 over baggrundskoncentrationen. Dette stemmer umiddelbart overens med, at spildevandet og dermed koncentrationen er blevet fortyndet nedstrøms Prøve 5.

I Prøve 3 udtaget fra Hammerholmen blev der målt en koncentration af kviksølv på 22 mg/kg TS, hvilket var ca. en faktor 315 over baggrundsniveauet.

De målte koncentrationer af kviksølv indikerer, at der findes kilder til belastningen på Avedøreholmen og Hammerholmen.



Figur 2.4 Avedøre Holme med markering af det samlede afløb til Spildevandscenter Avedøre I/S samt pumpestationerne P11-P18. På kortet er prøvetagningspunkterne (Prøve 1-10) angivet med sorte krydser sammen med koncentrationen (mg/kg TS) af cadmium, kobolt og kviksølv målt i de pågældende punkter. Billedet stammer fra Industry Avedøre Holme.



2.3 Undersøgelsens anvendelighed til at spore kilder til tungmetalbelastning

Undersøgelsen af biofilm på Avedøre Holme har vist sig brugbar i forhold til at tage prøver fra et større antal lokaliteter og på den måde få indkredset deloplande med en mulig øget belastning af tungmetaller i spildevandet.

Det er dog vanskeligt på baggrund af undersøgelsen af biofilmen at afgøre, hvorvidt belastningen er nutidig eller historisk på grund af biofilmens relative lange hukommelse.

De målte koncentrationer af cadmium i biofilmen stemmer umiddelbart overens med de tidligere målte koncentrationer i spildevandet, hvilket kan indikere, at belastningen med cadmium er nutidig. Men en sikker afgørelse af, om belastningen med cadmium, kobolt og kviksølv i alle punkter er nutidig vil kræve målinger på spildevandet. Derfor besluttede Hvidovre Kommune at gennemføre et opfølgende måleprogram i spildevandet i de lokaliteter, hvor biofilmen viste høje metalkoncentrationer.



3 SPILDEVANDSUNDERSØGELSE

3.1 Måleprogram

Prøvetagningsprogrammet blev gennemført i udvalgte målepunkter på Avedøre Holme fra mandag d. 11. juni til lørdag d. 23. juni 2007. Der blev udtaget tidsproportionale hverdagsdøgnprøver i det samlede afløb samt i pumpestationerne P12, P14 og P17. Der er ikke udtaget weekendprøver, da Avedøre Holme er et rent industriområde uden beboelsesområder. Derudover blev der udtaget stikprøver i pumpestationerne P13, P14 og P17.

Det har ikke været muligt at udtage flowproportionale prøver på grund af de fysiske forhold i prøvetagningspunkterne. I stedet blev flowet beregnet på baggrund af pumpernes ydelser i erhvervskvarteret i prøvetagningsperioden, jf. afsnit 3.2.

Det samlede afløb samt pumpestationerne på Avedøre Holme er vist på Figur 3.1.

3.1.1 Prøvetagningsmetoder

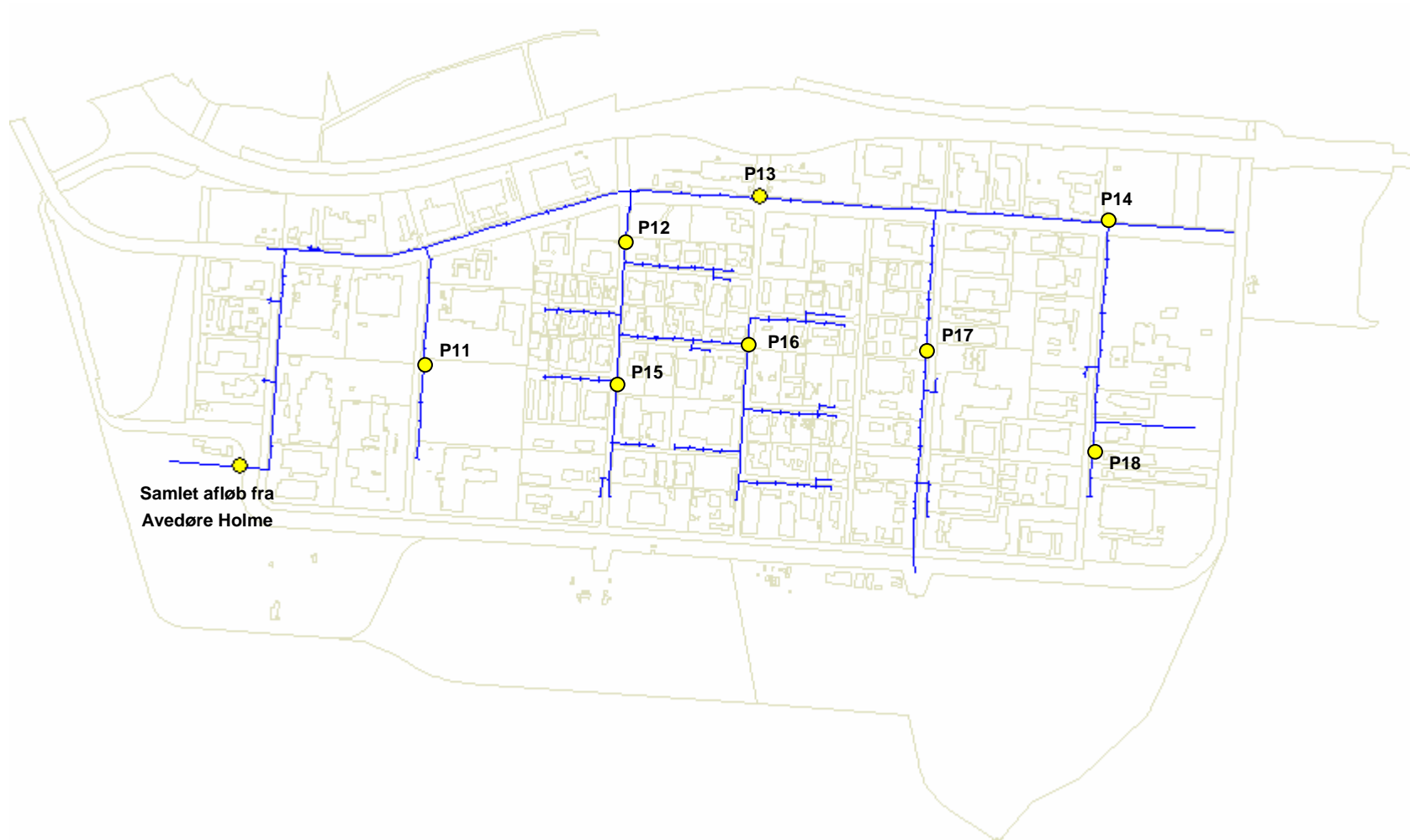
Prøvetagning blev foretaget ved hjælp af tidsproportionale prøvetagere af typen XIAN100 (vakuumpumpe) i målepunkterne. Miljølaboratoriet forestod prøvetagningen samt opsætning og driftskontrol af målere. Hvidovre Kommunes Kloakforsyning foretog aflæsning af pumpeydelse i prøvetagningsperioden ved P11, P12, P13, P14 og P17 til brug for flowestimeringen.

3.1.2 Prøver udtaget til analyse

Prøvetagningen omfattede udtagning af 10 hverdagsdøgnprøver i det samlede afløb, P12, P14 og P17. Derudover blev der udtaget tre stikprøver i P13, P14 og P17 til analyse for sulfid. Resultaterne fra stikprøvetagningen vil blive rapporteret i en særskilt rapport med vurderinger af mulige kilder til svovlbrintedannelse.

Tabel 3.1 viser, hvilke døgnprøver der blev analyseret for tungmetaller (T), og hvilke døgnprøver der indgik i blandprøver, som efterfølgende blev analyseret for miljø- og sundhedsskadelige stoffer samt almindelige spildevandsparametre (COD, BOD og SS). Der blev sammenstukket to hverdagsblandprøver (Hv1 og Hv2) til analyse for chlorparaffiner, bisphenol A og almindelige spildevandsparametre.

Miljølaboratoriet stod for sammenblandingen af døgnprøver til analyse for almindelige spildevandsparametre og miljø- og sundhedsskadelige stoffer. Døgnprøverne blev sammenblandet tidsproportionalt.



Figur 3.1 Avedøre Holme med markering af det samlede afløb til Spildevandscenter Avedøre I/S samt pumpestationerne. Billedet stammer fra Industry Avedøre Holme.



De to hverdagsblandprøver (Hv1 og Hv2) er sammenstukket af henholdsvis fem og fire døgnprøver, jf. Tabel 3.1. Prøven udtaget d. 21.-22. juni er ikke medtaget i blandprøven Hv2 på grund af en stor nedbørsbelastning (45 mm).

Prøvetagerne var indstillet til at udtage døgnprøverne fra kl. 9.00 til kl. 9.00 den efterfølgende dag.

Tabel 3.1 Oversigt over prøver udtaget ved det samlede afløb på Avedøre Holme.

Udtaget		Nedbør mm	Samlet afløb	P12	P13	P14	P17
Fra	Til						
11. jun.	12. jun.	0	T,Hv1	T,Hv1		T,Hv1	T,Hv1
12. jun.	13. jun.	0	T,Hv1	T,Hv1		T,Hv1	T,Hv1
13. jun.	14. jun.	0	T,Hv1	T,Hv1	S1	T,Hv1,S1	T,Hv1,S1
14. jun.	15. jun.	0	T,Hv1	T,Hv1		T,Hv1	T,Hv1
15. jun.	16. jun.	2,0	T,Hv1	T,Hv1	S2	T,Hv1,S2	T,Hv1,S2
18. jun.	19. jun.	0	T,Hv2	T,Hv2		T,Hv2	T,Hv2
19. jun.	20. jun.	0	T,Hv2	T,Hv2		T,Hv2	T,Hv2
20. jun.	21. jun.	0,4	T,Hv2	T,Hv2	S3	T,Hv2,S3	T,Hv2,S3
21. jun.	22. jun.	45	T	T		T	T
22. jun.	23. jun.	0,4	T,Hv2	T,Hv2		T,Hv2	T,Hv2

T = Tidsproportional døgnprøve til analyse for tungmetaller.

Hv1 og Hv2 = Tidsproportionale døgnprøver, der indgår i hverdagsblandprøver til analyse for almindelige spildevandsparametre og miljø- og sundhedsskadelige stoffer.

S1, S2 og S3 = Stikprøver til analyse for sulfid (P13, P14, P17), iltindhold, COD, COD filtreret, nitrit+nitrat+nitrogen og sulfat (P13).

Det akkrediterede Miljølaboratoriet Storkøbenhavn I/S (Reg. nr. 365) forestod analyserne for tungmetaller, de almindelige spildevandsparametre og de organiske miljø- og sundhedsskadelige stoffer, jf. Tabel 3.2. Det akkrediterede laboratorium Eurofins Danmark A/S, Galten (Reg. nr. 168) var underleverandør på bisphenol A og Eurofins GfA i Tyskland var underleverandør på analyserne af chlorparaffiner.

3.1.3 Analyseparametre og -metoder

I Tabel 3.2 er samtlige analyseparametre præsenteret sammen med oplysninger om analyselaboratorium og -metoder.

Tabel 3.2 Samtlige analyseparametre samt analyselaboratorium og -metoder. Analyserne er foretaget hos Miljølaboratoriet Storkøbenhavn I/S (reg. nr. 365), Eurofins, Galten (reg. nr. 168) samt Eurofins GfA i Tyskland.

Parameter	Analyse-laboratorium (reg. nr.)	Analysemetode	Relativ analyseusikkerhed (%)
<i>Almindelige spildevandsparametre</i>			
Suspenderet stof	365	DS 207	5
Biokemisk iltforbrug (BI ₅)	365	DS/EN 1899-1	5
Kemisk iltforbrug (COD)	365	DS 217, 1991	5
Nitrogen, total	365	DS 221+FIA	5
Phosphor, total	365	DS 292	5
<i>Tungmetaller</i>			
Prøveoplukning til metal	365	DS 259/DS 2210	
Cadmium	365	EPA 6020 mod.	5
Kviksølv	365	DS/EN 1483	6
Nikkel	365	EPA 6020 mod.	10
Bly	365	EPA 6020 mod.	10
Krom	365	EPA 6020 mod.	5
Kobber	365	EPA 6020 mod.	5
Zink	365	EPA 6020 mod.	8
Kobolt	365	EPA 6020 mod.	10
<i>Fokusstoffer</i>			
Bisphenol A	168	MK2234-GC/MS ^α	15
Chlorparaffiner	Eurofins GfA	QMA504-335	-
<i>Svovlbrinteparametre</i>			
Sulfid	365	DS 280	25
Sulfat	365	DS/EN ISO 10304	5
COD	365	DS 217, 1991	5
COD filtreret	365	DS 217, 1991	5
Nitrat	365	DS 223 + FIA	5
Ilt	365	DS 2206	5

^α Analysen er ikke omfattet af en akkreditering.

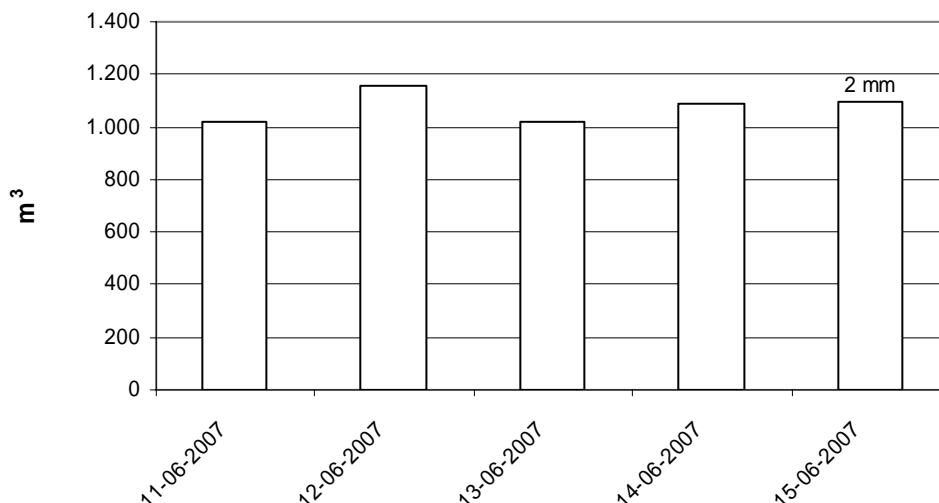
3.2 Vandmængder

Spildevandet fra Avedøre Holme afledes til Spildevandscenter Avedøre I/S (SCA) via et samlet afløb, jf. Figur 3.1.

Det har på grund af de fysiske forhold ikke været muligt at foretage flowmåling i det samlede afløb fra Avedøre Holme og i pumpestationerne i forbindelse med prøvetagningen. For at få et billede af flowet i prøvetagningsperioden er pumpernes ydelse derfor blevet registreret for pumperne P11, P12, P13, P14 og P17, jf. Figur 3.1. Pumpestationerne dækker ikke hele Avedøre Holme, og det er således ikke den samlede spildevandsmængde fra Avedøre Holme, der bliver registreret i de fem pumpestationer. Flowet fra de resterende virksomheder er på baggrund af viden om virksomhedernes vandforbrug, vandafledningsbidrag og produktion estimeret til ca. 55.000 m³/år svarende til ca. 150 m³/d. Dette flow er lagt til den registrerede vandmængde i pumpestationerne.

På grund af tekniske problemer med Hvidovre Kommunes server, der samler data fra pumpestationerne på Avedøre Holme, har det kun været muligt at skaffe data fra perioden d. 11.-16. juni 2007.

Døgnvandmængden i det samlede afløb fra Avedøre Holme registreret i prøvetagningsperioden er afbildet i Figur 3.2.



Figur 3.2 Beregnet vandmængde i det samlede afløb fra Avedøre Holme i perioden fra mandag d. 11. juni til fredag d. 15. juni 2007. Fredag d. 15. juni 2007 faldt der ca. 2 mm nedbør på Avedøre Holme.

Vandmængderne er på Avedøre Holme kun i mindre grad påvirket af nedbør, da området er separatkloakeret. Enkelte uoverdækkede oplagspladser er koblet til spildevandsledningen, hvorfor der alligevel forekommer en begrænset nedbørspåvirkning.

Nedbør i prøvetagningsperioden er registreret ved hjælp af Hvidovre Kommunes regnmåler ved pumpestationen på Muslingevej. Prøvetagningsperioden var i den første uge præget af tørvejr, mens der i anden uge af prøvetagningsperioden var enkelte døgn med meget nedbør. Ifølge nedbørsregistreringerne faldt der 2 mm nedbør fredag d. 15.-16. juni 2007 og 45 mm nedbør torsdag d. 21.-22. juni 2007. Vandmængden i det samlede afløb d. 15.-16. juni 2007 var tilsyneladende ikke påvirket af de 2 mm nedbør, jf. Figur 3.2.

Det resulterede i en tørvejrsvandmængde på hverdage på mellem 1.018 og 1.155 m³/d i det samlede afløb fra Avedøre Holme, jf. Tabel 3.3. Middeldøgnvandmængden var på tørvejrsdøgn i 2007 1.075 m³/d, mens den i 2006 var ca. 1.300 m³/d.

Flowet i dagtimerne (kl. 06.00-18.00) udgør ca. 2/3 af det samlede døgnflow, mens flowet i aften- og nattetimerne (kl. 18.00-06.00) udgør ca. 1/3.



Tabel 3.3 Samlet registreret vandmængde (m^3) i pumperne P11, P12, P13, P14 og P17 på Avedøre Holme i prøvetagningsperioden. Vandmængden i det samlede afløb er beregnet på baggrund af vandmængderne i P11, P12 og P13 plus $144 m^3/d$ for at dække den afledte vandmængde fra virksomheder, som leder spildevand til det samlede afløb fra Avedøre Holme uden om pumperne. Vandmængderne er opgjort for de tidsrum, hvor prøverne er udtaget.

Fra Dato	Til Dato	P11	P12	P13	P14	P17	Samlet afløb	Nedbør (mm)
11-06-2007	12-06-2007	25	244	605	388	271	1.019	0
12-06-2007	13-06-2007	21	345	645	410	286	1.155	0
13-06-2007	14-06-2007	21	214	639	351	344	1.018	0
14-06-2007	15-06-2007	23	323	598	267	420	1.088	0
15-06-2007	16-06-2007	25	320	605	388	422	1.094	2,0
18-06-2007	19-06-2007	-	-	-	-	-	-	0
19-06-2007	20-06-2007	-	-	-	-	-	-	0
20-06-2007	21-06-2007	-	-	-	-	-	-	0,4
21-06-2007	22-06-2007	-	-	-	-	-	-	45
22-06-2007	23-06-2007	-	-	-	-	-	-	0,4
Middel hverdage med tørvejr		23	289	619	361	349	1.075	

3.3 Almindelige spildevandsparametre

Der blev målt for suspenderet stof, BOD og COD i to hverdagsblandprøver fra hvert af målepunkterne i det samlede afløb, P12, P14 og P17 på Avedøre Holme i 2007. Koncentrationer og mængder er gengivet i Bilag 2. I Tabel 3.4 er koncentrationen i hverdagsblandprøverne Hv1 og Hv2 angivet.

Tabel 3.4 Koncentrationer (mg/l) af SS, BOD og COD i to hverdagsblandprøver fra det samlede afløb fra Avedøre Holme, P12, P14 og P17. Desuden er COD/BOD-forholdet beregnet. Koncentrationer i almindeligt husspildevand /9/ samt koncentrationer målt i det samlede afløb fra Avedøre Holme i 2006 /1/ er angivet til sammenligning.

Parameter	Prøve	Samlet afløb 2007	P12 2007	P14 2007	P17 2007	Samlet afløb 2006	Husspildevand /9/	
							Moderat	Tykt
SS	Hv1	300	150	320	400	510	300	450
	Hv2	340	190	370	81	1.200		
BOD	Hv1	940	320	350	160	750	250	350
	Hv2	890	460	450	140	1.600		
COD	Hv1	2.200	660	900	760	1.800	530	740
	Hv2	1.800	900	1.200	490	4.000		
COD/BOD	Hv1	2,3	2,1	2,6	4,8	2,4	2,1	2,1
	Hv2	2,0	2,0	2,7	3,5	2,5		

Koncentrationen af suspenderet stof lå i det samlede afløb og i pumpestationerne P12, P14 og P17 på niveau med eller under koncentrationen i moderat husspildevand i begge hverdagsblandprøver. Miljøstyrelsens grænseværdi for gennemsnitskoncentrationen af suspenderet stof er $500 mg/l$ /5/. Ingen af de målte koncentrationer af suspenderet stof i det samlede afløb og pumpestationerne P12, P17 og P14 lå over Miljøstyrelsens grænseværdi.

Koncentrationen af COD i det samlede afløb fra Avedøre Holme var i 2007 henholdsvis ca. en faktor 3 og en faktor 2,4 over koncentrationen af COD i tykt husspildevand. Også i 2006 lå koncentrationen af COD i det samlede afløb over koncentrationen i tykt husspildevand – henholdsvis ca. en faktor 2,5 og en faktor 5,5.



I P14 var koncentrationen af COD en faktor 1,2-1,6 over koncentrationen i tykt husspildevand, mens koncentrationen i P12 og P17 var på niveau med koncentrationen i tykt husspildevand.

De beregnede COD/BOD-forhold for begge hverdagsblandprøver fra det samlede afløb og i pumpestationerne P12 og P14 var mindre end tre, hvilket indikerer, at spildevandet indeholder let omsætteligt stof. Også i 2006 var COD/BOD-forholdet mindre end 3 i det samlede afløb fra Avedøre Holme.

I P17 var de beregnede COD/BOD-forhold henholdsvis 4,8 og 3,5 i de to hverdagsblandprøver, hvilket indikerer, at spildevandet indeholder tungt omsætteligt stof.

3.4 Tungmetaller

Alle tungmetalkoncentrationer fra Avedøre Holme er præsenteret i Bilag 1 sammen med beregninger af middeldkoncentrationer og -mængder, standardafvigelser samt minimum- og maksimumværdier. Der er i vurderingerne af koncentrationer lagt vægt på at sammenligne med resultater fra undersøgelsen i 2006 /1/, EU Kommissionens vandkvalitetskriterier /10/ samt Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for afledning til kloak /5/.

I Tabel 3.5 er vist middeldkoncentrationer og koncentrationsintervaller for tungmetaller i 10 hverdagsdøgnprøver fra henholdsvis det samlede afløb fra Avedøre Holme, P12, P14 og P17. Middeldkoncentrationerne af cadmium, kobolt, kviksølv, kobber, bly og zink er sammen med de maksimale målte koncentrationer angivet i Figur 3.3 og Figur 3.4.

Det samlede afløb

I det samlede afløb fra Avedøre Holme lå kun middeldkoncentrationen af kobolt over Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi for afledning til kloak, jf. Tabel 3.5. Den maksimale målte koncentration af kobolt på 31 µg/l lå ca. en faktor 3 over Miljøstyrelsens grænseværdi på 10 µg/l.

Der blev samtidig målt maksimale koncentrationer af cadmium (6,9 µg/l) og kobber (120 µg/l) over Miljøstyrelsens grænseværdi. Miljøstyrelsens grænseværdi for kobber (100 µg/l) er et udtryk for det langsigtede mål for afledningen.

I måleprogrammet i 2006 lå middeldkoncentrationen af både kobolt, cadmium, kobber og kviksølv over Miljøstyrelsens grænseværdi for afledning til kloak. Koncentrationen af cadmium (95 µg/l) og kviksølv (91 µg/l) blev målt helt op til ca. en faktor 30 over Miljøstyrelsens grænseværdi for begge metaller vedkommende. Også koncentrationen af kobolt var i en enkelt døgnprøve (95 µg/l) ca. en faktor 9,5 over Miljøstyrelsens grænseværdi på 10 µg/l /1/. Generelt blev der målt meget svingende koncentrationer af alle metallerne, hvilket indikerer, at belastningen stammer fra industrielle aktiviteter med batch-lignende afledninger.

De høje koncentrationer af cadmium, kobolt og kviksølv er ikke blevet målt i samme omfang i denne undersøgelse i 2007, men forekomsten af de høje belastninger i det samlede afløb fra Avedøre Holme kan ikke udelukkes på baggrund af et enkelt måleprogram.



Pumpestation P12

I P12 lå middelkoncentrationen af kobolt (13 µg/l), kobber (194 µg/l) og bly (134 µg/l) henholdsvis ca. en faktor 1,3, en faktor 2 og en faktor 1,3 over Miljøstyrelsens grænseværdier.

Torsdag d. 21. juni 2007 blev der for kobolt, cadmium, kobber, bly og zink målt koncentrationer over de vejledende grænseværdier i P12, jf. Bilag 1. Koncentrationen af kobolt (84 µg/l) blev målt op til ca. en faktor 8,5 over grænseværdien, mens koncentrationen af kobber (1.100 µg/l) blev målt op til ca. en faktor 11 over grænseværdien. Også koncentrationen af bly (810 µg/l) lå ca. en faktor 8 over grænseværdien, mens koncentrationen af zink (9.000 µg/l) var en faktor 3 over grænseværdien.

I to døgnprøver fra P12 blev desuden målt en koncentration af kviksølv over Miljøstyrelsens grænseværdi (3 µg/l) på henholdsvis 3,9 og 4,0 µg/l.

Generelt blev der målt meget svingende koncentrationer af alle metallerne, hvilket indikerer, at belastningen stammer fra industrielle aktiviteter med batch-lignende afledninger.

Ingen af de målte koncentrationer af krom og nikkel lå over Miljøstyrelsens grænseværdier for afledning til kloak på henholdsvis 300 µg/l og 250 µg/l.

De målte koncentrationer af kobolt, cadmium, kobber, kviksølv, bly og zink i P12 i 2007 indikerer, at P12 bidrager væsentligt til belastningen med metaller i det samlede afløb fra Avedøre Holme.

Pumpestation P14

I P14 lå kun middelkoncentrationen af kobber (114 µg/l) over Miljøstyrelsens grænseværdi på 100 µg/l, jf. Tabel 3.5. Den maksimale målte koncentration af kobber på 530 µg/l var ca. en faktor 5 over grænseværdien.

Den maksimale målte koncentration af kobolt på 11 µg/l i P14 overskred Miljøstyrelsens grænseværdi på 10 µg/l, men middelkoncentrationen af kobolt (3,2 µg/l) lå ca. en faktor 3 under grænseværdien.

Ingen af de øvrige målte koncentrationer af tungmetallerne blev målt over Miljøstyrelsens grænseværdier for afledning til kloak. Det vurderes, at oplandet til pumpestation P14 i prøvetagningsperioden ikke udgjorde en betydelig del af belastningen med metaller i det samlede afløb fra Avedøre Holme i prøvetagningsperioden i 2007.

Pumpestation P17

I P17 lå ingen af middelkoncentrationerne af metallerne over Miljøstyrelsens grænseværdier. Koncentrationen af kobolt lå i fem døgnprøver fra P17 mellem ca. en faktor 1 og en faktor 2 over Miljøstyrelsens grænseværdi på 10 µg/l. Middelkoncentrationen af kobolt på 9,4 µg/l lå dog under Miljøstyrelsens grænseværdi.

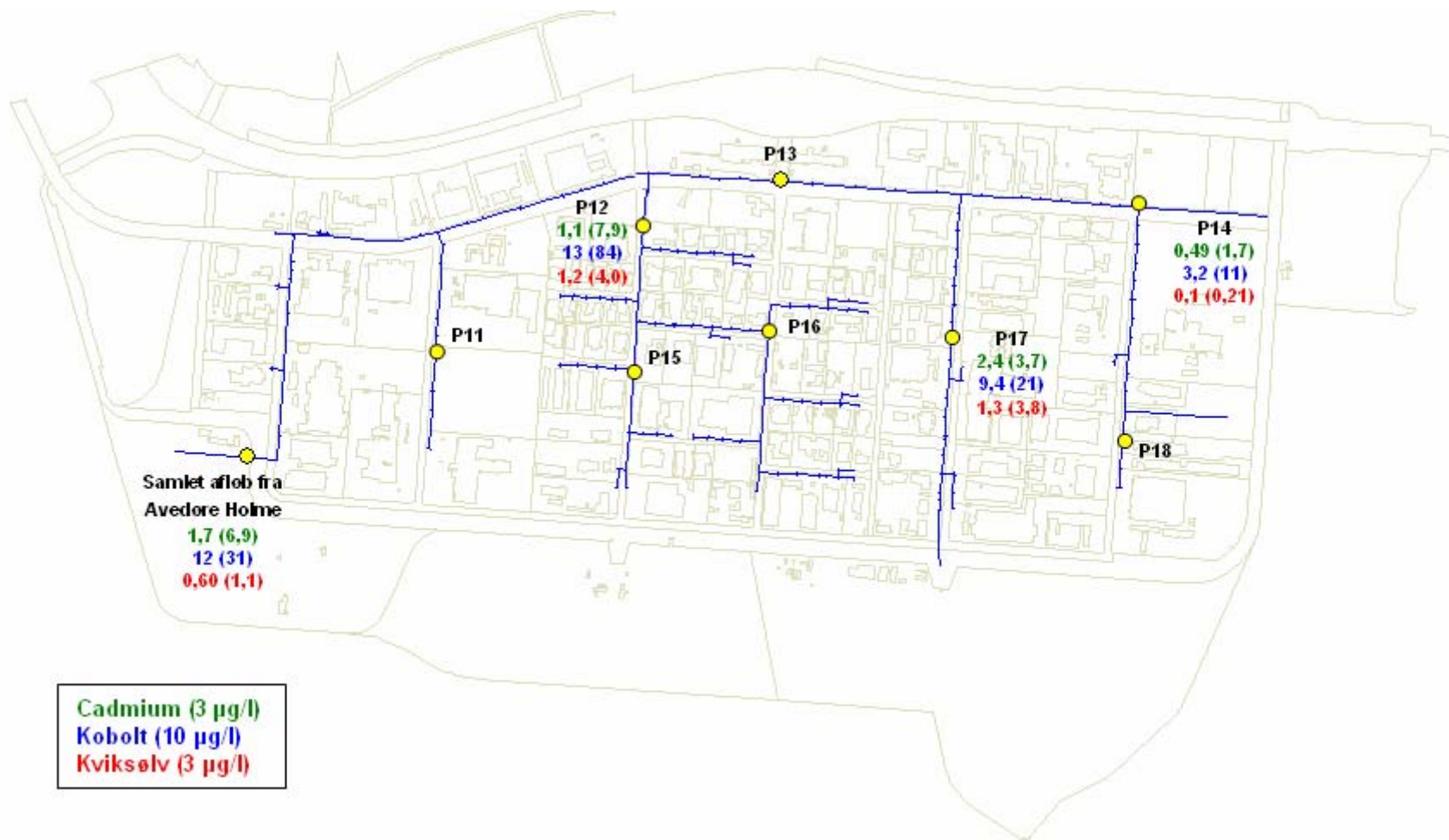
Koncentrationen af cadmium og kviksølv blev i en enkelt døgnprøve for hver af metallerne målt til henholdsvis ca. en faktor 2,5 (7,3 µg/l) og en faktor 1,3 (3,8 µg/l) over grænseværdien.



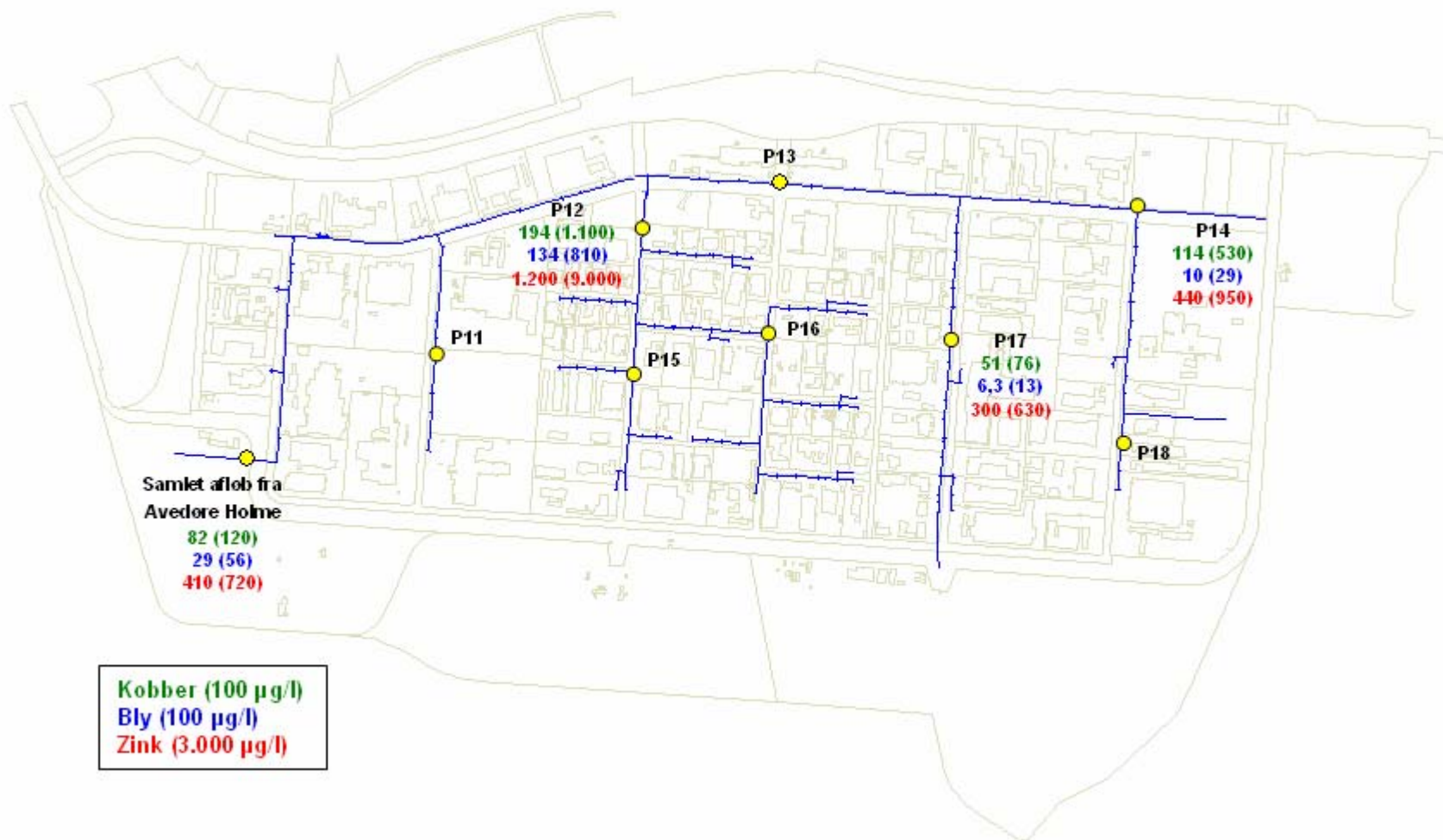
Tabel 3.5 Tungmetalkoncentrationer (middelværdier samt minimum- og maksimumkoncentrationer) målt i 10 hverdagsdøgnprøver fra det samlede afløb fra Avedøre Holme, P12, P14 og P17 i 2007. I tabellen er anført Tilslutningsvejledningens grænseværdier /5/ samt EU's vandkvalitetskriterier /10/. Værdier angivet med fed er værdier, der ligger over Miljøstyrelsens grænseværdier. Koncentrationer målt i det samlede afløb fra Avedøre Holme i 2006 /1/ samt i tilløbet til Spildevandscenter Avedøre I/S (SCA) i 2005 /8/ er angivet til sammenligning.

µg/l	EU vandkvalitetskriterier	Miljøstyrelsens grænseværdi	Samlet afløb 2007	P12 2007	P14 2007	P17 2007	Samlet afløb 2006	SCA tilløb 2005 #
Co		10	12 2,5- 31	13 2,8- 84	3,2 0,72- 11	9,4 2,8- 21	31 3,4- 95	2,6
Cd	0,2	3	1,7 0,41- 6,9	1,1 0,20- 7,9	0,49 0,14-1,7	2,4 0,37- 7,3	21 0,55- 95	0,76
Cr		300	24 9,3-53	43 14-210	6,7 <2,0-22	10 2,4-53	60 11-150	18
Cu		100	82 27- 120	194 67- 1.100	114 34- 530	51 32-76	163 54- 360	71
Hg	0,05	3	0,60 <0,050-1,1	1,2 0,070- 4,0	0,095 <0,050-0,21	1,3 0,050- 3,8	10 0,070- 91	0,34
Ni	20	250	30 17-57	29 12-140	8,0 4,7-18	34 12-62	107 17- 280	18
Pb	7,2	100	29 8,1-56	134 14- 810	10 3,7-29	6,3 <2,0-13	62 12- 110	8,2
Zn		3.000	410 110-720	1.200 240- 9.000	440 230-950	300 150-630	1.119 360-2.700	200

Middelværdi af fire ugeblandprøver analyseret i forbindelse med NOVANA i 2005 /8/.



Figur 3.3 Kortet viser koncentrationer (µg/l) af **cadmium (grøn)**, **kobolt (blå)** og **kviksølv (rød)** målt i det samlede afløb fra Avedøre Holme, P12, P14 og P17 i juni 2007. Middelværdier af 10 døgnprøver er angivet sammen med maksimumværdier i parentes. I boksen er angivet Miljøstyrelsens grænseværdier for afledning til kloak /5/.



Figur 3.4 Kortet viser koncentrationer (µg/l) af **kobber (grøn)**, **bly (blå)** og **zink (rød)** målt i det samlede afløb fra Avedøre Holme, P12, P14 og P17 i juni 2007. Middelværdier af 10 døgnprøver er angivet sammen med maksimumværdier i parentes. I boksen er angivet Miljøstyrelsens grænseværdier for afledning til kloak /5/.

3.5 Chlorparaffiner og bisphenol A

To hverdagsblandprøver fra hvert af målepunkterne i det samlede afløb, P12, P14 og P17 blev analyseret for kort- (SCCP) og mellemkædede (MCCP) chlorparaffiner samt bisphenol A. De målte koncentrationer er vist i Tabel 3.6 samt angivet på kortet i Figur 3.5.

Tabel 3.6 Koncentrationer ($\mu\text{g/l}$) af kortkædede (SCCP) og mellemkædede (MCCP) chlorparaffiner og bisphenol A i to hverdagsblandprøver fra målepunkterne i det samlede afløb, P12, P14 og P17. Til sammenligning er angivet koncentrationer af kort- og mellemkædede chlorparaffiner og bisphenol A i det samlede afløb fra Avedøre Holme i 2006 /1/. Koncentrationer over de beregnede grænseværdier (GV) er markeret med fed.

Parameter	GV	Prøve	Samlet afløb 2007	P12 2007	P14 2007	P17 2007	Samlet afløb 2006
SCCP Total C10-C13	8	Hv1	2,3	8,7	1,7	0,93	0,095
		Hv2	1,2	29	0,43	<0,54	0,35
MCCP Total C14-C17	(8)	Hv1	97	165	7,8	27	22
		Hv2	72	134	11	3,9	16
Bisphenol A	0,2	Hv1	5,1	5,7	1,6	1,4	7,7
		Hv2	5,4	3,7	3,7	<0,10	13

Chlorparaffiner

I det samlede afløb fra Avedøre Holme samt i P14 og P17 blev målt koncentrationer af de kortkædede chlorparaffiner på mellem <0,54 $\mu\text{g/l}$ og 2,3 $\mu\text{g/l}$, mens koncentrationerne i de to hverdagsblandprøver fra P12 var mellem 8,7 og 29 $\mu\text{g/l}$.

EU Kommissionens vandkvalitetskriterium for de kortkædede chlorparaffiner i overfladevand er 0,4 $\mu\text{g/l}$ /10/, hvilket kan omregnes til en grænseværdi for afledning til kloak på 8 $\mu\text{g/l}$ ved at gange vandkvalitetskriteriet med en faktor 20. Faktor 20 repræsenterer den opnåede initialfortynding samt stofomsætningen i renseanlægget, jf. Miljøstyrelsens Tilslutningsvejledning /5/.

Det fremgår af Tabel 3.6, at koncentrationen af kortkædede chlorparaffiner i de to hverdagsblandprøver fra P12 var henholdsvis ca. en faktor 1,1 og en faktor 3,6 over den beregnede grænseværdi på 8 $\mu\text{g/l}$. I de øvrige målepunkter lå koncentrationen af de kortkædede chlorparaffiner under den beregnede grænseværdi.

På grund af tiltag til risikoreduktion over for de kortkædede chlorparaffiner i EU, er de mellemkædede chlorparaffiner den dominerende type af chlorparaffiner i bl.a. smøremidler /11/. Risikovurdering af de mellemkædede chlorparaffiner er i gang under EU's risikovurderingsprogram for eksisterende stoffer /12/.

De kortkædede chlorparaffiner er klassificeret som miljøfarlige, meget giftige for vandlevende organismer og kan forårsage skadelige langtidsvirkninger i vandmiljøet (N; R50/53). Samme klassificering er foreslået af Storbritannien for de mellemkædede chlorparaffiner i forbindelse med EU's risikovurderingsprogram /13/.

Hvis der regnes med samme grænseværdi for de mellemkædede chlorparaffiner som for de kortkædede på 8 $\mu\text{g/l}$, fremgår det af Tabel 3.6, at koncentrationen af de mellemkædede chlorparaffiner i det samlede afløb (72-97 $\mu\text{g/l}$) var mellem ca. en faktor 9 og en



faktor 12 over den beregnede grænseværdi, mens koncentrationen i P12 (134-165 µg/l) var mellem ca. en faktor 17 og en faktor 21 over den beregnede grænseværdi.

I P14 og P17 var koncentrationen af de mellemkædede chlorparaffiner kun i den ene hverdagsblandprøve fra begge pumpestationer over grænseværdien – henholdsvis ca. en faktor 1,3 (11 µg/l) i P14 og en faktor 3 (27 µg/l) i P17.

Der blev i måleprogrammet i 2007 målt højere koncentrationer af både de kort- og mellemkædede chlorparaffiner i det samlede afløb i forhold til koncentrationerne målt i 2006. I 2007 lå koncentrationen af de kortkædede chlorparaffiner således ca. en faktor 8 over koncentrationen målt i 2006, mens koncentrationen af de mellemkædede chlorparaffiner var ca. en faktor 4,5 over koncentrationen målt i 2006.

Bisphenol A

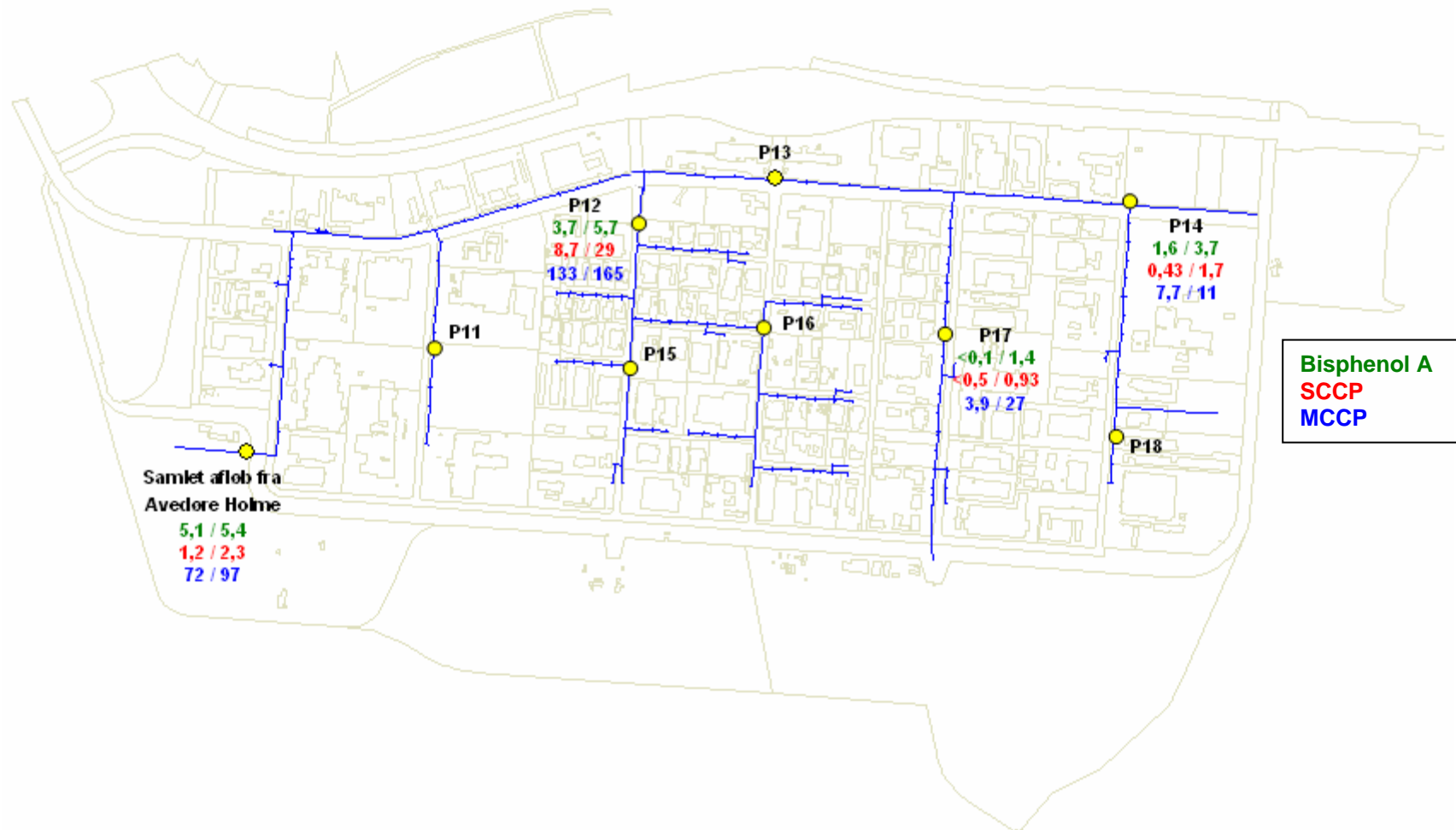
På Avedøre Holme blev den højeste middelkoncentration af bisphenol A i 2007 registreret til 5,3 µg/l i det samlede afløb fra Avedøre Holme. I de øvrige målepunkter var middelkoncentrationen af bisphenol A henholdsvis 4,7 µg/l i P12, 2,7 µg/l i P14 og 0,73 µg/l i P17.

Koncentrationen af bisphenol A i P12 var i 2007 på niveau med koncentrationen i det samlede afløb. Det indikerer, at P12 bidrager til belastningen med bisphenol A i det samlede afløb.

I Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet (BEK nr. 1669 af 14/12/2006) /14/ er fastsat et vandkvalitetskriterium for bisphenol A på 0,01 µg/l, hvilket kan omregnes til en grænseværdi for afledning til kloak på 0,2 µg/l ved at gange med en faktor 20.

Alle de målte koncentrationer af bisphenol A i prøverne fra Avedøre Holme i 2007 lå over grænseværdien på 0,2 µg/l på nær i hverdagsblandprøve 2 fra P17, hvor koncentrationen lå under detektionsgrænsen på 0,1 µg/l.

Også i 2006 lå koncentrationen af bisphenol A (7,7 og 13 µg/l) over den beregnede grænseværdi. I 2006 var middelkoncentrationen af bisphenol A (10 µg/l) ca. en faktor 2 over middelkoncentrationen (5,3 µg/l) i 2007.



Figur 3.5 Kortet viser koncentrationer ($\mu\text{g/l}$) af **bisphenol A (grøn)**, **kortkædede chlorparaffiner (SCCP) (rød)** og **mellemkædede chlorparaffiner (MCCP) (blå)** målt i to ugeblandprøver fra det samlede afløb fra Avedøre Holme, P12, P14 og P17 i juni 2007.



4 KONKLUSION

4.1 Undersøgelse af biofilm

Det har været formålet med undersøgelsen af biofilm fra Avedøre Holme at indkredse deloplande med en mulig øget belastning af cadmium, kobolt og kviksølv ved hjælp af analyser af biofilmen. På baggrund af analyserne af biofilmen kan følgende konkluderes:

- De målte koncentrationer af cadmium i biofilm fra Avedøre Holme indikerer, at belastningen med cadmium i det samlede afløb (8,7 mg/kg TS) stammer fra afledninger til Hammerholmen (52 mg/kg TS og 28 mg/kg TS)
- Med hensyn til kobolt indikerer de målte koncentrationer, at kilderne til belastningen med kobolt i det samlede afløb fra Avedøre Holme (8,3 mg/kg TS) skal findes på Jernholmen (19 mg/kg TS) og Hammerholmen (18 og 80 mg/kg TS)
- De målte koncentrationer af kviksølv indikerer, at belastningen med kviksølv i det samlede afløb (5,1 mg/kg TS) stammer fra afledninger til Avedøreholmen (70 mg/kg TS) og Hammerholmen (22 mg/kg TS)

4.2 Spildevandsundersøgelse

Det har været formålet med spildevandsundersøgelsen på Avedøre Holme at dokumentere belastningen med metaller, chlorparaffiner og bisphenol A. På baggrund af analyserne i det samlede afløb, P12, P14 og P17 kan nedenstående konkluderes med hensyn til sammensætningen af spildevandet.

Almindelige spildevandsparametre

- Koncentrationen af COD (1.800-2.200 mg/l) i det samlede afløb fra Avedøre Holme var henholdsvis ca. en faktor 3 og en faktor 2,4 over koncentrationen af COD i tykt husspildevand i 2007. Også i 2006 lå koncentrationen af COD (1.800-4.999 mg/l) i det samlede afløb over koncentrationen i tykt husspildevand

Tungmetaller

- **I det samlede afløb fra Avedøre Holme** lå kun middelmiddelen af kobolt (12 µg/l) over Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi for afledning til kloak (10 µg/l). Den maksimale målte koncentration af kobolt på 31 µg/l lå ca. en faktor tre over grænseværdien
- Der blev samtidig målt maksimale koncentrationer af cadmium (6,9 µg/l) og kobber (120 µg/l) over Miljøstyrelsens grænseværdier på henholdsvis 3 µg/l og 100 µg/l. Miljøstyrelsens grænseværdi for kobber er et udtryk for det langsigtede mål for afledningen



- De høje koncentrationer af cadmium, kobolt og kviksølv målt i det samlede afløb i 2006 er ikke blevet målt i samme omfang i denne undersøgelse i 2007
- **I P12** lå middelkoncentrationen af kobolt (13 µg/l), kobber (194 µg/l) og bly (134 µg/l) henholdsvis ca. en faktor 1,3, en faktor 2 og en faktor 1,3 over Miljøstyrelsens grænseværdier
- Torsdag d. 21. juni 2007 blev der for kobolt, cadmium, kobber, bly og zink målt koncentrationer mellem en faktor 3 og en faktor 11 over de vejledende grænseværdier i P12. De meget svingende koncentrationer af tungmetallerne i P12 indikerer, at belastningen stammer fra industrielle aktiviteter med batch-lignende afledninger. De målte koncentrationer af kobolt, cadmium, kobber, kviksølv, bly og zink i P12 i 2007 antyder samtidig, at P12 bidrager væsentligt til belastningen med metaller i det samlede afløb fra Avedøre Holme
- **I P14** lå kun middelkoncentrationen af kobber (114 µg/l) over Miljøstyrelsens grænseværdi på 100 µg/l. Den maksimale målte koncentration af kobber på 530 µg/l var ca. en faktor 5 over grænseværdien. Det vurderes, at oplandet til pumpestation P14 i prøvetagningsperioden ikke udgjorde en betydelig del af belastningen med metaller i det samlede afløb fra Avedøre Holme i prøvetagningsperioden i 2007
- **I P17** lå ingen af middelkoncentrationerne af metallerne over Miljøstyrelsens grænseværdier. Koncentrationen af kobolt var i fem døgnprøver fra P17 (10-21 µg/l) over Miljøstyrelsens grænseværdi på 10 µg/l. Koncentrationen af cadmium og kviksølv blev i en enkelt døgnprøve for hver af metallerne målt til henholdsvis ca. en faktor 2,5 (7,3 µg/l) og en faktor 1,3 (3,8 µg/l) over Miljøstyrelsens grænseværdi

Chlorparaffiner

- Kun koncentrationen af kortkædede chlorparaffiner i de to hverdagsblandprøver fra P12 på 8,7 og 29 µg/l lå over den beregnede grænseværdi på 8 µg/l
- Koncentrationen af de mellemkædede chlorparaffiner i det samlede afløb (72-97 µg/l) var mellem ca. en faktor 9 og en faktor 12 over den beregnede grænseværdi på 8 µg/l, mens koncentrationen i P12 (134-165 µg/l) var mellem ca. en faktor 17 og en faktor 21 over den beregnede grænseværdi. De målte koncentrationer i P12 indikerer, at P12 bidrager til belastningen i det samlede afløb med hensyn til de kort- og mellemkædede chlorparaffiner
- I P14 og P17 var koncentrationen af de mellemkædede chlorparaffiner kun i den ene hverdagsblandprøve (henholdsvis 11 µg/l og 27 µg/l) over grænseværdien

Bisphenol A

- På Avedøre holme blev den højeste middelkoncentration af bisphenol A i 2007 registreret i det samlede afløb fra Avedøre Holme til 5,3 µg/l. I P12 var middelkoncentrationen (4,7 µg/l) på niveau med middelkoncentrationen i det samlede afløb
- Alle de målte koncentrationer af bisphenol A i prøverne fra Avedøre Holme i 2007 lå over den beregnede grænseværdi på 0,2 µg/l på nær i hverdagsblandprøve 2 fra P17, hvor koncentrationen lå under detektionsgrænsen på 0,1 µg/l. Også i 2006 lå koncentrationen af bisphenol A (7,7 og 13 µg/l) over den beregnede grænseværdi



5 ANBEFALINGER

På baggrund af rapportens konklusioner og den efterfølgende dialog med Miljøforvaltningen i Hvidovre Kommune kan der opstilles anbefalinger til det videre arbejde med at reducere spildevandsbelastningerne fra Avedøre Holme.

Undersøgelsen af biofilm og spildevand på Avedøre Holme i 2007 viser, at fokus primært bør rettes mod følgende parametre:

- Kviksølv
- Cadmium
- Kobolt
- Chlorparaffiner
- Bisphenol A

Især området opstrøms pumpestation P12 bør tillægges ekstra opmærksomhed i forhold til at spore kilderne til de ovennævnte parametre, da flere af parametrene blev målt i koncentrationer over grænseværdierne for afledning til kloak. Men også virksomhederne på Hammerholmen udgør en væsentlig del af belastningen med især metallerne cadmium, kobolt og kviksølv.

Det foreslås, at der igangsættes en målrettet opsporing af kilderne til afledningerne i området opstrøms P12 og på Hammerholmen. Opsporingen kan bestå i kommunale tilsyn hos de virksomheder, som potentielt afleder kviksølv, cadmium, kobolt, chlorparaffiner og bisphenol A.

Chlorparaffiner anvendes i køle-smøremidler, herunder specielt smøremidler til udstansning/presning. Det anbefales derfor, at Hvidovre Kommune primært retter fokus mod jern- og metalvirksomheder i oplandet til P12.

De høje koncentrationer af metallerne (kobolt, cadmium, kobber, kviksølv, bly og zink) i enkelte døgnprøver fra P12 peger på, at belastningen stammer fra industrielle aktiviteter med batch-lignende afledninger. Der blev samtidig observeret en meget kraftig olie-lugt fra brønden ved P12 i forbindelse med udtagningen af biofilm, hvilket ifølge Hvidovre Kommune også er blevet observeret på andre tidspunkter. Det foreslås, at Hvidovre Kommune via tilsyn og samtaler med virksomhederne forsøger at klarlægge mulige kilder til belastningen med metaller og olie i P12 eventuelt kombineret med yderligere spildevandsmålinger i P12.



6 REFERENCER

- /1/ Hvidovre Kommune
Spildevandsundersøgelse på Avedøre Holme 2006
Rapport udarbejdet af DHI, maj 2007
- /2/ Miljøstyrelsen
Kildesporing af miljøfremmede stoffer i kloaknet
Miljøprojekt 475, 1999
- /3/ Lynettefællesskabet I/S
Kviksølvkoncentrationer i slam fra kloakker ved varme anlæg/varmecentraler
Rapport udarbejdet af VKI, januar 2000
- /4/ Christensen, J og Christensen, M.B.
Identifikation af tungmetaltholdige udledninger ved undersøgelse af biofilm
Afgangsprojekt ved Aalborg Universitetscenter, 1991
- /5/ Miljøstyrelsen
Tilslutning af industrispildevand til offentlige spildevandsanlæg
Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 2, 2006
- /6/ Hvidovre Kommune
Analyseresultater fra måleprogram i Avedøre Holme i 2004
- /7/ Hvidovre Kommune
Analyseresultater fra måleprogram i Avedøre Holme i 2005
- /8/ Københavns Amt
Analysedata fra NOVANA 2005 Spildevandscenter Avedøre
- /9/ Henze, M; Harremoës, P; la Cour Jansen, J og Arvin, E
Spildevandsrensning – Biologisk og kemisk
Polyteknisk Forlag, 1992
- /10/ Council of the European Union
Proposal for a Directive of the Council on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC
Political agreement. 21 June 2007
- /11/ Miljøstyrelsen
Mapping and development of alternatives to chlorinated lubricants in the metal industry (KLORPARAFRI)
Environmental Project No. 1039, 2005
- /12/ KemI – Kemikalieinspektionen, Sverige
Prioriteringsguiden PRIO
www.kemi.se/prio



- /13/ Nordisk Ministerråd
Perfluorinated alkylated substances (PFAS) in the Nordic environment
TemaNord 2004:552
- /14/ Miljøministeriet
Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet
Bekendtgørelse nr. 1669 af 14/12/2006



B I L A G



B I L A G 1

***Koncentrationer og mængder af tungmetaller
i prøver fra det samlede afløb, P12, P14 og P17***



Resultater for metalanalyser på prøver fra det samlede afløb fra Avedøre Holme udtaget juni 2007

Udtaget fra	til	Ugedag	Flow m ³ /d	Resultat (µg/l)								Resultat (g/d)							
				Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Grænseværdi				10	3	300	100	3	250	100	3.000								
11-06-2007	12-06-2007	Mandag	1.019	2,9	0,41	13	69	0,025	17	10	340	3,0	0,42	13	70	0,025	17	10	346
12-06-2007	13-06-2007	Tirsdag	1.155	8,5	1,1	25	100	0,99	30	20	420	9,8	1,3	29	116	1,1	35	23	485
13-06-2007	14-06-2007	Onsdag	1.018	6,4	0,77	17	75	0,73	22	21	360	6,5	0,78	17	76	0,74	22	21	366
14-06-2007	15-06-2007	Torsdag	1.088	14	1,4	25	84	0,45	27	19	420	15	1,5	27	91	0,49	29	21	457
15-06-2007	16-06-2007	Fredag	1.094	6,5	0,92	15	60	0,4	25	53	340	7,1	1,0	16	66	0,44	27	58	372
18-06-2007	19-06-2007	Mandag	1.019	24	6,9	53	120	0,31	57	56	590	24	7,0	54	122	0,32	58	57	601
19-06-2007	20-06-2007	Tirsdag	1.155	2,5	0,47	9,3	27	0,4	19	8,1	110	2,9	0,54	11	31	0,46	22	9,4	127
20-06-2007	21-06-2007	Onsdag	1.018	15	1,1	15	66	1,1	27	14	330	15	1,1	15	67	1,1	27	14	336
21-06-2007	22-06-2007	Torsdag	1.088	31	1,9	33	120	0,78	30	45	720	34	2,1	36	131	0,85	33	49	783
22-06-2007	23-06-2007	Fredag	1.094	6,9	1,9	36	94	0,8	42	48	430	7,5	2,1	39	103	0,88	46	53	470
Antal prøver			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Middel			1.075	12	1,7	24	82	0,60	30	29	406	13	1,8	26	87	0,65	32	32	434
Maksimum			1.155	31	6,9	53	120	1,1	57	56	720	34	7,0	54	131	1,1	58	58	783
Minimum			1.018	2,5	0,41	9,3	27	0,025	17	8,1	110	2,9	0,42	11	31	0,025	17	9,4	127
Std. Afv				9,4	1,9	13	29	0,33	12	19	162	10	1,9	14	31	0,36	12	20	175

Halvdelen af detektionsgrænsen er angivet



Resultater for metalanalyser på prøver fra P12 udtaget juni 2007

Udtaget fra	til	Ugedag	Flow m ³ /d	Resultat (µg/l)								Resultat (g/d)								
				Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	
Grænseværdi				10	3	300	100	3	250	100	3.000									
11-06-2007	12-06-2007	Mandag	244	3,6	0,38	16	92	0,07	12	18	280	0,88	0,093	3,9	22	0,017	2,9	4,4	68	
12-06-2007	13-06-2007	Tirsdag	345	6,9	0,36	14	75	0,09	12	47	240	2,4	0,12	4,8	26	0,031	4,1	16	83	
13-06-2007	14-06-2007	Onsdag	214	3,5	0,33	27	100	0,46	17	31	370	0,75	0,071	5,8	21	0,10	3,6	6,6	79	
14-06-2007	15-06-2007	Torsdag	323	3,8	0,22	25	86	0,1	17	19	300	1,2	0,071	8,1	28	0,032	5,5	6,1	97	
15-06-2007	16-06-2007	Fredag	320	4,9	0,31	17	100	4,0	14	70	340	1,6	0,10	5,4	32	1,3	4,5	22	109	
18-06-2007	19-06-2007	Mandag	244	4,7	0,77	34	160	3,9	22	240	440	1,1	0,19	8,3	39	1,0	5,4	59	108	
19-06-2007	20-06-2007	Tirsdag	345	4,1	0,25	18	68	0,25	13	23	340	1,4	0,086	6,2	23	0,086	4,5	7,9	117	
20-06-2007	21-06-2007	Onsdag	214	2,8	0,20	31	67	0,16	19	14	340	0,60	0,043	6,6	14	0,034	4,1	3,0	73	
21-06-2007	22-06-2007	Torsdag	323	84	7,9	210	1.100	2,6	140	810	9.000	27	2,5	68	355	0,84	45	261	2.903	
22-06-2007	23-06-2007	Fredag	320	8,8	0,72	40	94	0,26	26	70	690	2,8	0,23	13	30	0,083	8,3	22	221	
Antal prøver			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Middel			289	13	1,1	43	194	1,2	29	134	1.234	4,0	0,36	13	59	0,35	8,8	41	386	
Maksimum			345	84	7,9	210	1.100	4,0	140	810	9.000	27	2,5	68	355	1,3	45	261	2.903	
Minimum			214	2,8	0,20	14	67	0,070	12	14	240	0,60	0,043	3,9	14	0,017	2,9	3,0	68	
Std. Afv				25	2,4	59	319	1,6	39	247	2732	8,1	0,77	19	104	0,48	13	79	886	



Resultater for metalanalyser på prøver fra P14 udtaget juni 2007

Udtaget fra	til	Ugedag	Flow m ³ /d	Resultat (µg/l)								Resultat (g/d)								
				Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	
Grænseværdi				10	3	300	100	3	250	100	3.000									
11-06-2007	12-06-2007	Mandag	388	1,2	0,17	2,6	37	0,025	5,9	5,6	330	0,47	0,066	1,0	14	0,010	2,3	2,2	128	
12-06-2007	13-06-2007	Tirsdag	410	0,72	1,7	1,0	34	0,025	4,7	25	230	0,29	0,70	0,41	14	0,010	1,9	10	94	
13-06-2007	14-06-2007	Onsdag	351	1,3	0,19	2,1	48	0,14	5,7	3,7	270	0,46	0,067	0,74	17	0,049	2,0	1,3	95	
14-06-2007	15-06-2007	Torsdag	267	11	1,3	5,9	92	0,13	6,7	5,9	500	2,9	0,35	1,6	25	0,035	1,8	1,6	133	
15-06-2007	16-06-2007	Fredag	388	7,2	0,33	22	130	0,090	18	29	950	2,8	0,13	8,5	50	0,035	7,0	11	369	
18-06-2007	19-06-2007	Mandag	388	1,6	0,14	6,1	50	0,025	7,1	4,0	250	0,62	0,054	2,4	19	0,010	2,8	1,6	97	
19-06-2007	20-06-2007	Tirsdag	410	2,6	0,33	12	100	0,21	9,7	12	720	1,1	0,14	4,9	41	0,086	4,0	4,9	295	
20-06-2007	21-06-2007	Onsdag	351	2,3	0,30	4,2	66	0,071	6,1	6,4	350	0,81	0,11	1,5	23	0,025	2,1	2,2	123	
21-06-2007	22-06-2007	Torsdag	267	2,2	0,20	6,8	52	0,11	8,1	6,9	430	0,59	0,053	1,8	14	0,029	2,2	1,8	115	
22-06-2007	23-06-2007	Fredag	388	1,5	0,19	4,3	530	0,12	7,7	4,4	360	0,58	0,074	1,7	206	0,047	3,0	1,7	140	
Antal prøver			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Middel			361	3,2	0,49	6,7	114	0,095	8,0	10	439	1,1	0,17	2,5	42	0,034	2,9	3,9	159	
Maksimum			410	11	1,7	22	530	0,21	18	29	950	2,9	0,70	8,5	206	0,086	7,0	11	369	
Minimum			267	0,72	0,14	1,0	34	0,025	4,7	3,7	230	0,29	0,053	0,41	14	0,010	1,8	1,3	94	
Std. Afv				3,3	0,55	6,2	149	0,060	3,8	9,2	230	1,0	0,20	2,5	59	0,023	1,6	3,8	94	

Halvdelen af detektionsgrænsen er angivet



Resultater for metalanalyser på prøver fra P17 udtaget juni 2007

Udtaget fra	til	Ugedag	Flow m ³ /d	Resultat (µg/l)								Resultat (g/d)								
				Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	
Grænseværdi				10	3	300	100	3	250	100	3.000									
11-06-2007	12-06-2007	Mandag	271	21	1,9	10	54	0,67	25	7,3	240	5,7	0,51	2,7	15	0,18	6,8	2,0	65	
12-06-2007	13-06-2007	Tirsdag	286	8,3	1,0	53	76	0,66	53	13	630	2,4	0,29	15	22	0,19	15	3,7	180	
13-06-2007	14-06-2007	Onsdag	344	10	2,1	7,5	58	0,89	27	9,8	420	3,4	0,72	2,6	20	0,31	9,3	3,4	145	
14-06-2007	15-06-2007	Torsdag	420	11	1,7	4,0	48	0,49	21	4,8	250	4,6	0,71	1,7	20	0,21	8,8	2,0	105	
15-06-2007	16-06-2007	Fredag	422	5,8	7,3	2,9	32	0,25	12	3,1	190	2,4	3,1	1,2	13	0,11	5,1	1,3	80	
18-06-2007	19-06-2007	Mandag	271	5,7	2,9	7,1	76	1,2	24	1,0	150	1,5	0,79	1,9	21	0,33	6,5	0,27	41	
19-06-2007	20-06-2007	Tirsdag	286	12	2,7	5,3	52	3,8	61	11	290	3,4	0,77	1,5	15	1,1	17	3,2	83	
20-06-2007	21-06-2007	Onsdag	344	12	2,7	2,4	41	2,6	62	2,8	270	4,1	0,93	0,83	14	0,89	21	1,0	93	
21-06-2007	22-06-2007	Torsdag	420	5,3	0,99	2,9	32	1,9	26	5,0	270	2,2	0,42	1,2	13	0,80	11	2,1	113	
22-06-2007	23-06-2007	Fredag	422	2,8	0,37	5,6	39	0,05	30	4,7	240	1,2	0,16	2,4	16	0,021	13	2,0	101	
Antal prøver			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Middel			349	9,4	2,4	10	51	1,3	34	6,3	295	3,1	0,84	3,1	17	0,41	11	2,1	101	
Maksimum			422	21	7,3	53	76	3,8	62	13	630	5,7	3,1	15	22	1,1	21	3,7	180	
Minimum			271	2,8	0,37	2,4	32	0,050	12	1,0	150	1,2	0,16	0,83	13	0,021	5,1	0,27	41	
Std. Afv				5,2	1,9	15	16	1,2	18	3,9	137	1,4	0,82	4,3	3,3	0,37	5,3	1,1	40	

Halvdelen af detektionsgrænsen er angivet



B I L A G 2

***Koncentrationer og mængder af spildevandsparametre,
bisphenol A, kort- og mellemkædede chlorparaffiner
i prøver fra det samlede afløb, P12, P14 og P17***



Koncentrationer af spildevandsparametre (SS, BOD og COD), kortkædede (C10-C13) og mellemkædede (C14-C17) chlorparaffiner og bisphenol A i det samlede afløb fra Avedøre Holme, P12, P14 og P17 i 2007

Parameter	Prøve	Enhed	Samlet afløb 2007	P12 2007	P14 2007	P17 2007	Samlet afløb 2006
SS	Hv1	mg/l	300	150	320	400	510
	Hv2		340	190	370	81	1.200
BOD	Hv1	mg/l	940	320	350	160	750
	Hv2		890	460	450	140	1.600
COD	Hv1	mg/l	2.200	660	900	760	1.800
	Hv2		1.800	900	1.200	490	4.000
COD/BOD	Hv1	-	2,3	2,1	2,6	4,8	2,4
	Hv2		2,0	2,0	2,7	3,5	2,5
Total C10	Hv1	µg/l	0,40	2,3	0,38	0,38	<0,016
	Hv2		0,27	7,5	0,04	<0,12	0,098
Total C11	Hv1	µg/l	0,89	2,9	0,46	0,20	0,033
	Hv2		0,31	8,4	0,10	<0,15	0,20
Total C12	Hv1	µg/l	0,52	1,3	0,30	0,28	0,035
	Hv2		0,27	6,7	0,13	<0,15	0,029
Total C13	Hv1	µg/l	0,51	2,2	0,51	0,06	0,027
	Hv2		0,39	6,4	0,16	<0,12	0,020
Total C10-C13 (SCCP)	Hv1	µg/l	2,3	8,7	1,7	0,93	0,095
	Hv2		1,2	29	0,43	<0,54	0,35
Total C14	Hv1	µg/l	44	64	3,8	12	13
	Hv2		29	54	5,4	1,8	9,6
Total C15	Hv1	µg/l	30	49	2,1	7,6	5,6
	Hv2		19	41	2,8	1,1	4,0
Total C16	Hv1	µg/l	19	33	1,1	4,1	1,9
	Hv2		13	24	1,6	0,63	1,2
Total C17	Hv1	µg/l	3,9	18	0,81	3,8	1,2
	Hv2		10	14	1,6	0,45	0,97
Total C14-C17 (MCCP)	Hv1	µg/l	97	165	7,8	27	22
	Hv2		72	134	11	3,9	16
Bisphenol A	Hv1	µg/l	5,1	5,7	1,6	1,4	7,7
	Hv2		5,4	3,7	3,7	<0,10	13