

Avinor AS

Drikkevannskvalitet i Kvitura, Bergen

Fagnotat

COWI AS
Solheimsgaten 13
Postboks 6051 Bedriftsenteret
5892 Bergen

Telefon 02694
www.cowi.no

Oppdragsnr. 134995
Dokumentnr. /Flesland/1
Versjon 1
Utgivelsesdato 16.11.11

Utarbeidet Ane Gjesdal
Kontrollert Oddmund Soldal
Godkjent

Innhold

1	Sammendrag	2
2	Bakgrunn	3
3	Undersøkelser ved gammelt brannøvingsfelt	4
4	Prøvetaking av drikkevann	6
5	Resultater	7
5.1	PFOS/PFOA	7
5.2	Dioksiner og PAH	8
5.3	Metaller	8
5.4	Andre fysiske og kjemiske parametre	9
5.5	Mikrobiologiske parametre	11
6	Konklusjoner	12
7	Referanser	12
8	Vedlegg	12

1 Sammendrag

Etter funn av PFOS i Steinfjelltjern ved Bergen Lufthavn Flesland, har Avinor gjennomført en kartlegging av drikkevannet i boligområdet Kvitura. Kvitura har private vannforsyningsløsninger. Drikkevann tas direkte fra Steinfjelltjern, fra grunne brønner i løsemasser/fjell eller fra dypere borebrønner. Alle typer vannforsyning i Kvitura er undersøkt.

Resultatene viser at det påvises PFOS i lave konsentrasjoner i 91% av de undersøkte prøvene. Alle resultater var imidlertid under grenseverdi. Dioksiner er også påvist.

Hovedandelen av bebyggelsen i Kvitura har forøvrig dårlig hygienisk og bruksmessig drikkevannskvalitet. E.Coli, som indikerer fersk fekal forurensning og mulig tilstedeværelse av smittestoff, ble påvist i 88% av de undersøkte prøvene. Dette kan skyldes dårligs sikring av brønnene mot inntrenging av overflatevann og ellers påvirkning fra eventuelle lekkasjer på avløpsanlegg i området.

Vannet er misfarget og har høyt innhold av organisk stoff og jern. Dette tyder på stor andel av overflatevann og myrvann. Vann fra løsmassebrønnene har lav pH, noe som kan bidra til korrosjon på rør og installasjoner.

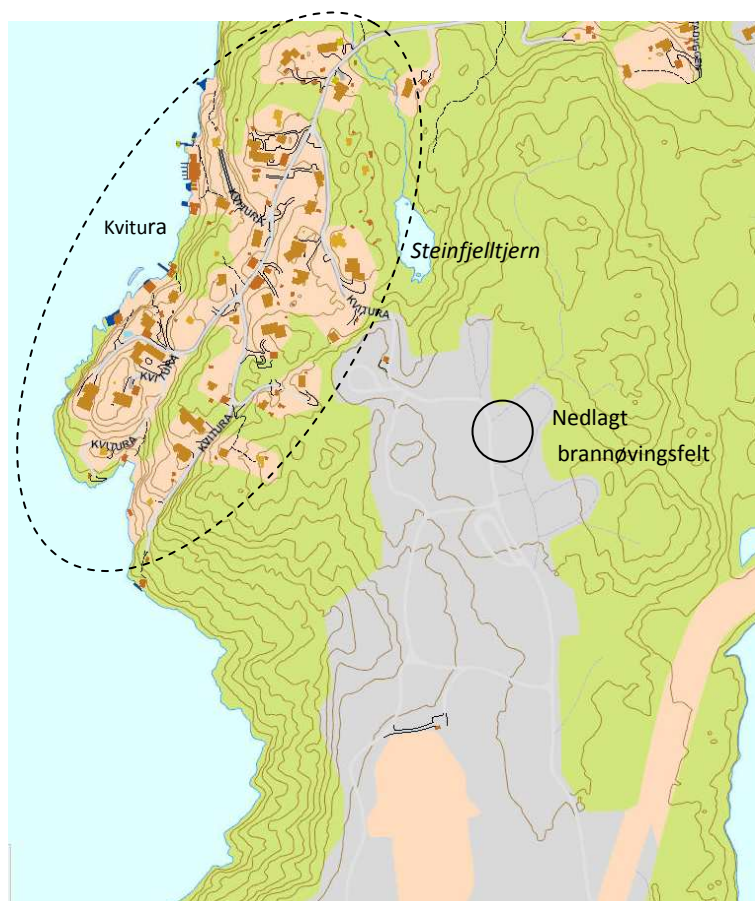
2 Bakgrunn

I forbindelse med Avinors miljøprosjekt DP2, er det gjennomført kartlegging av miljøtilstanden i området rundt det gamle brannøvingsfeltet på Bergen Lufthavn Flesland.

Resultatene viste forekomst av PFOS (perfluoroktylsulfonat), et tilsetningsstoff som tidligere ble brukt i brannskum. PFOS og dioksin ble blant annet funnet i lave konsentrasjoner i Steinfjelltjern. Avinor sluttet å bruke PFOS-holdig brannskum i 2001, og PFOS ble forbudt brukt i Norge i 2007. Den aktuelle PFOS-forurensningen stammer sannsynligvis fra midten av 90-tallet, da det gamle brannøvingsfeltet var i bruk.

Bebyggelsen i Kvitura, som ligger nord og vest for det aktuelle området, har private vannforsyningsløsninger, figur 1. Drikkevann hentes fra grunne løsmassebrønner, dypere borebrønner i fjell eller direkte fra Steinfjelltjern.

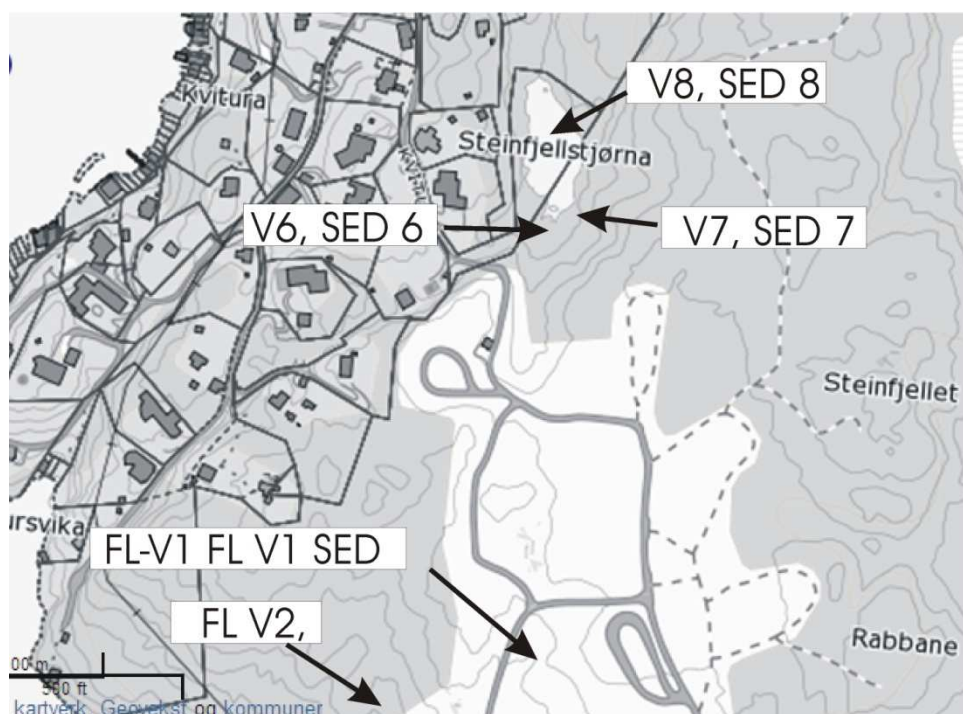
Som en oppfølging av resultatene fra kartleggingen ønsket Avinor å undersøke drikkevannet i Kvitura. Cowi AS fikk i oppdrag å delta i prøvetaking og oppsummere resultatene.



Figur 1 Oversiktskart over nordre del av Bergen Lufthavn Flesland og boligområdet Kvitura

3 Undersøkelser ved gammelt brannøvingsfelt

I forbindelse med Avinors miljøprosjekt DP2 er det tatt prøver av vann og sediment i området rundt det gamle brannøvingsfeltet. Kartet i figur 2 viser hvor de ulike prøvene er tatt.



Figur 2 Prøver av vann og sediment.

Et utdrag av analyseresultatene er vist i tabell 1 og 2.

I det følgende blir resultater for sum PFOS/PFOA og sum dioksiner oppgitt som *ekskl LOQ* og *inkl LOQ*. *Ekskl LOQ* betyr at dersom enkeltforbindelser ikke er påvist settes konsentrasjonen for disse lik 0 ved summering av enkeltforbindelsene. *Inkl LOQ* betyr at dersom enkeltforbindelser ikke er påvist settes konsentrasjonen for disse lik laboratoriets nedre bestemmelsesgrense (deteksjonsgrense) ved summering av alle enkeltforbindelsene. Det vil si at *inkl LOQ* ikke er målt konsentrasjon men "worst case".

Sum dioksiner brukes i det følgende som en samlebetegnelse. Det er analysert for 17 ulike dioksiner og furaner. OktaCDD er en av disse forbindelsene. Resultatene for alle enkeltstoffene regnes sammen til en TEQ-verdi (toxic equivalent).

Sted	Prøvenavn	Sum PFOS/PFOA (ng/l)		Okta CDD (pg/l)	Sum dioksiner (WHO2005-PCDD/F) (pg/l)		PAH (ug/l)	THC (ug/l)
		ekskl LOQ*	inkl LOQ*		TEQ ekskl LOQ*	TEQ inkl LOQ**		
Bekkesig mot Steinfjellstjørn	V6	45,8	50,8	27,6	0,008	3,69	0,19	Nd
Bekkesig mot Steinfjellstjørn	V7	256	256	36,9	0,011	3,69	0,069	29
Steinfjellstjørn	V8	115	115	56,3	0,036	3,7	0,047	Nd
Bekk mot Raunefjord, under steinfylling	FL V1	1340	1340	30,2	0,009	3,69	0,01	Nd
Bekk mot Raunefjord, nedstrøms snødeponi	FL V2	1600	1600				0,017	Nd

*: ekskl LOQ= ikke påvist enkeltforbindelser er satt lik 0 ved summering

**: inkl LOQ= ikke påvist enkeltforbindelser er satt lik deteksjonsgrense ved summering

Tabell 1 Vannprøver ved gammelt brannøvingsfelt

Sted	Prøvenavn	Sum PFOS/PFOA (ug/kg)		Okta CDD (ng/kg)	Sum dioksiner (WHO2005-PCDD/F) (ng/kg)		PAH (mg/kg)	THC (mg/kg)
		ekskl LOQ*	inkl LOQ*		TEQ ekskl LOQ*	TEQ inkl LOQ**		
Bekk mot Raunefjord, under steinfylling	FL V1 SED	28,2	30,4	21,4	0,596	1,19	0,58	640
Bekkesig mot Steinfjellstjørn	SED 6						1,1	230
Bekkesig mot Steinfjellstjørn	SED 7						0,13	92
Steinfjellstjørn	SED 8						0,68	400

*: ekskl LOQ= ikke påvist enkeltforbindelse er satt lik 0 ved summering

**: inkl LOQ= ikke påvist enkeltforbindelser er satt lik deteksjonsgrense ved summering

Tabell 2 Sedimentprøver ved gammelt brannøvingsfelt

Det ble funnet PFOS/PFOA og dioksiner i bekk mot Raunefjorden, i innløpsbekker til Steinfjellstjørn og i selve tjernet som benyttes som drikkevannskilde for boliger i Kvitura.

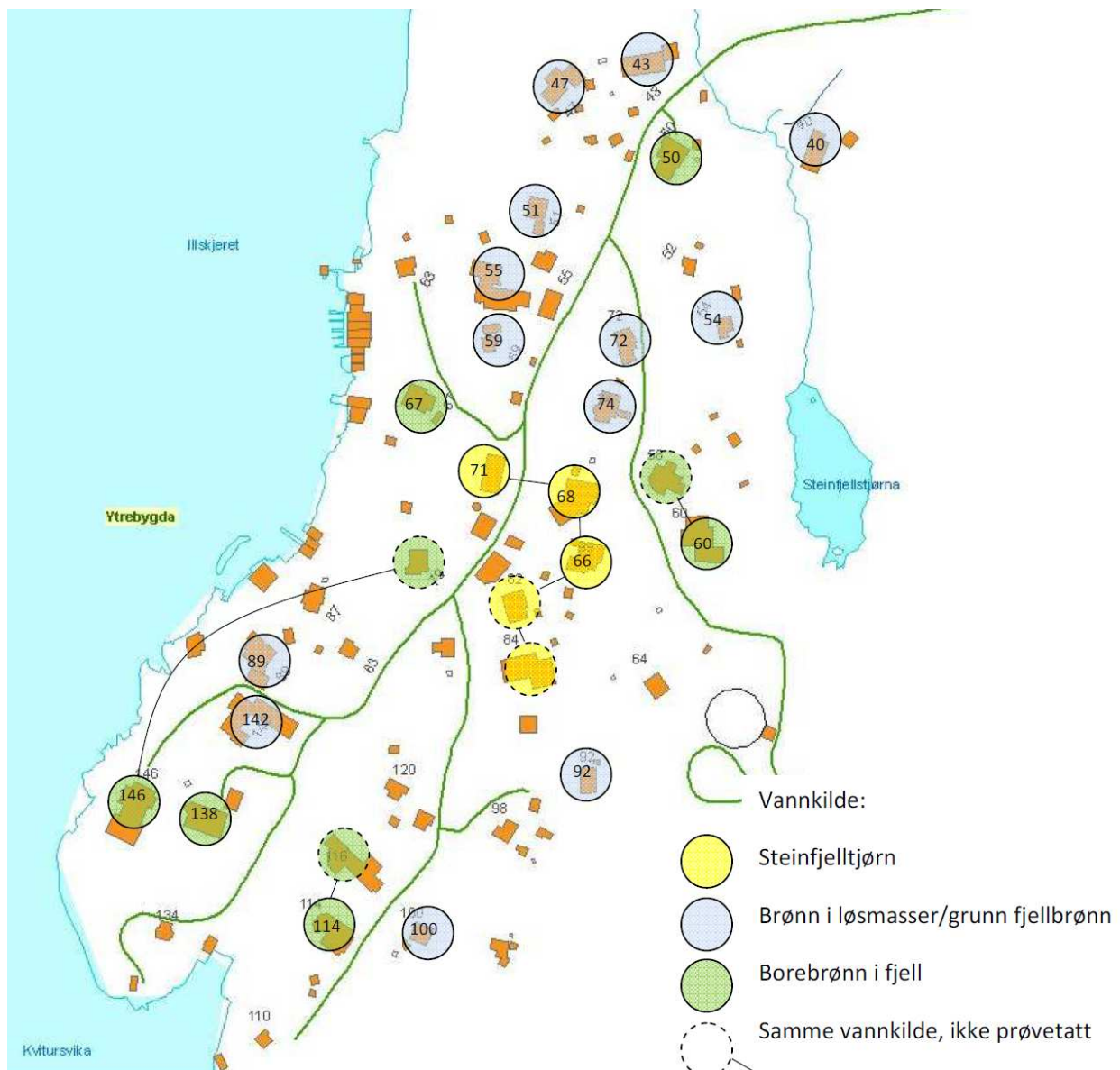
Med bakgrunn i dette ble det satt i gang en undersøkelse av drikkevannskvaliteten i Kvitura.

4 Prøvetaking av drikkevann

Før prøvetaking var Avinor i kontakt med mange av beboerne for å informere og avtale tidspunkt. En representant fra Bergen lufthavn deltok under prøvetakingen for å gi nødvendig informasjon. Det ble også delt ut informasjonsskriv om undersøkelsen med henvisning til Helsevernetaten i Bergen kommune for eventuelle spørsmål om drikkevann og helse.

Det ble tatt prøve av drikkevannet i 22 av boligene i Kvitura. Boligene er avmerket i figur 3 og representerer grunne brønner i løsmasser/fjell, dypere borebrønner og vanninntak direkte fra Steinfjelltjærn. Ingen av eierne opplyste at de har noen form for vannbehandling med unntak av sil.

Prøvetakingen foregikk etter standard prøvetakingsmetode for drikkevann. Der det var mulig ble sil på kranen fjernet, vannet fikk renne til henstandsvann var ute av det interne ledningsnett og prøver ble fylt på hensiktsmessige prøveflasker. Der det ble tatt prøver for bakteriologiske analyser ble kranene flambert før prøvetaking. Prøvene ble oppbevart mørkt og kjølig og levert til laboratoriet innen 24 timer.



Figur 3 Kvitura. Boliger der det er tatt drikkevannsprøver er markert

5 Resultater

Drikkevannsprøvene er analysert hos akkreditert laboratorium. Oversikt med alle resultater og kopi av analyserapporter er gitt i vedlegg 1-4.

5.1 PFOS/PFOA

PFOS/PFOA er overflateaktive stoffer som tidligere har vært mye benyttet i brannskum, tekstiler og impregnering. Disse stoffene er svært lite nedbrytbare i naturen, og finnes vidt spredt i miljøet og mennesker. De har lav akutt giftighet, men kan negative helseeffekter ved gjentatt eksponering med høye konsentrasjoner. PFOS ble forbudt brukt i brannskum, tekstiler og impregnering i Norge i 2007 [1].

Det ble påvist PFOS (perfluoroktylsulfonat) i 19 av 21 prøver og PFOA (perfluoroktansyre) i 7 av 21 prøver fra Kvitura. Resultatene er vist i tabell 1. Norge har ikke egne grenseverdier for PFOS og PFOA i drikkevann, men Folkehelseinstituttet har satt en grense på 300 ng/l basert på tyske drikkevannskrav. Sum PFOS/PFOA i drikkevann fra Kvitura overstiger ikke denne grenseverdien for noen av prøvene.

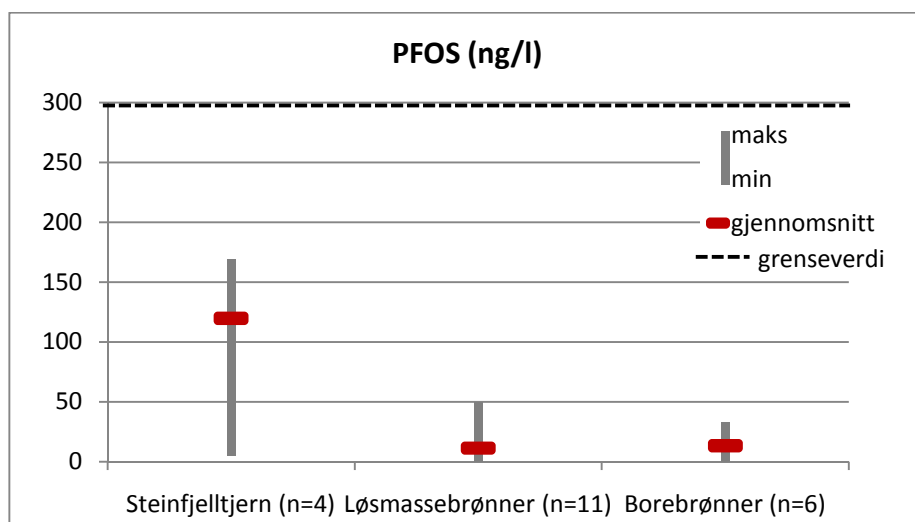
	PFOA	PFOS	Sum PFOS/PFOA ekskl LOQ*	Sum PFOS/PFOA inkl LOQ*
	ng/l	ng/l	ng/l	
Antall prøver	21	21	21	21
Grenseverdi***		(300)		
Maks	9,4	169,0	176,0	176,0
Gjennomsnitt****	2,8	32,5	34,2	36,5
Min	<2,5	<2,5	nd	5

*: ekskl LOQ= ikke påvist er satt lik 0 ved summering **: inkl LOQ= ikke påvist er satt lik deteksjonsgrense ved summering

: grenseverdi i Tyskland *: resultater under deteksjonsgrense er satt lik halv deteksjonsgrense ved beregning av gjennomsnitt

Tabell 3 Analyseresultater PFOS og PFOA i drikkevann fra Kvitura

PFOS ble påvist i alle typer vannkilder i Kvitura, mens PFOA ikke ble funnet i prøver fra borebrønner i fjell. Det var markert høyest konsentrasjon av begge stoffene i drikkevann fra Steinfjelltjern, figur 4.



Figur 4 PFOS (ng/l) i drikkevannsprøver fra Kvitura

5.2 Dioksiner og PAH

Dioksiner er en stoffgruppe som blant annet kan dannes ved forbrenning av organisk stoff ved tilstedeværelse av klorforbindelser. Stoffene brytes svært langsomt ned i naturen og finnes vidt spredt i miljø og mennesker.

Norge har ikke grenseverdi for dioksiner i drikkevann. Tidligere anbefaling var maksimalverdi 10 pg TEQ/l, men Japan og noen delstater i USA har imidlertid satt grenseverdien for dioksin i drikkevann på 1 pg TEQ/l. En ny risikovurdering i EU anbefaler maksimalt daglig inntak av dioksiner lik 1 pg/kg kroppsvekt, dvs 70 pg/dag for en person på 70 kg. Stoffene er fettløselige og størst mengde tilføres gjennom fettholdige matvarer. Eventuelle bidrag fra drikkevann er vanligvis meget lave [1].

To prøver av drikkevann, begge fra Steinfjelltjern, er undersøkt for dioksiner og 3 prøver ble analysert for PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner). PAH ble ikke påvist. Dioksiner ble funnet i begge prøvene. Resultatene er vist i tabell 4.

	Sum dioksiner (WHO2005-PCDD/F) TEQ ekskl LOQ*	Sum dioksiner (WHO2005-PCDD/F) TEQ inkl LOQ**	Sum PAH-4
	pg/l	pg/l	ug/l
Antall prøver	2	2	3
Grenseverdi			0,10
Maks	1,24	4,54	nd (<0,01)
Gjennomsnitt	0,74	4,14	nd (<0,01)
Min	0,242	3,74	nd (<0,01)

*: ekskl LOQ= ikke påvist enkeltforbindelse er satt lik 0 ved summering

**: inkl LOQ= ikke påvist enkeltforbindelse er satt lik deteksjonsgrense ved summering

Tabell 4 Dioksiner og PAH-4 i drikkevannsprøver fra Kvitur

5.3 Metaller

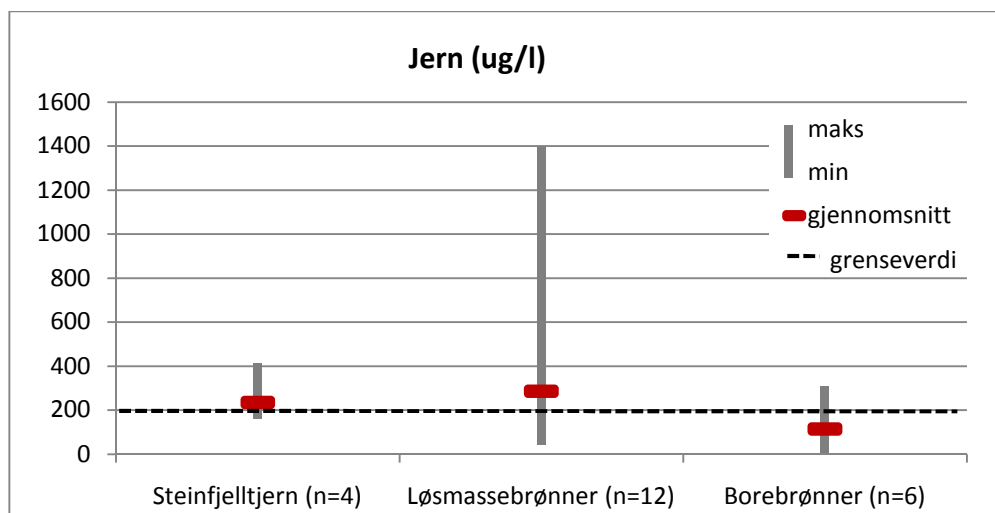
Innholdet av arsen, kadmium, kobber, krom og sink var tilfredsstillende for alle prøvene. 6 av 22 prøver hadde for høyt jern- og/eller manganinnhold som kan gi misfarging og bruksmessige problemer. En enkelt prøve hadde innhold av bly og nikkel over grenseverdi. Røde tall i tabell 5 viser overskridelse av grenseverdi. Forhøyede metallverdier kan skyldes tilførsel fra internt ledningsnett og vannets kontakt med mineraler i grunnen.

	Arsen	Bly	Jern	Kadmium	Kobber	Krom	Mangan	Nikkel	Sink
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Antall prøver	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Grenseverdi**	10	10	200	5	1000	50	50	20	
Maks	5,10	11,00	1400	0,170	250,0	1,70	2600,0	120,00	220,0
Gjennomsnitt	0,96	3,08	230	0,033	78,7	0,49	135,6	7,87	55,8
Min	0,12	0,14	7	<0,004	0,7	<0,05	0,5	<0,05	2,3

**: Drikkevannsforskriften

***: Resultater under deteksjonsgrense er satt lik halv deteksjonsgrense ved beregning av gjennomsnitt

Tabell 5 Metaller i drikkevannsprøver fra Kvitur



Figur 5 Jerninnhold i drikkevann fra Kvitura

5.4 Andre fysiske og kjemiske parametre

Drikkevannet i Kvitura er ikke behandlet med unntak av grov siling.

	pH	Konduktivitet mS/m	Turbiditet FTU	Fargetall mg Pt/l	TOC (totalt organisk karbon) mg/l
Antall prøver	20	20	20	20	20
Grenseverdi**	6,5-9,5	250,0	4,00	20	5,0
Maks	8,9	32,8	12,00	123	26,0
Gjennomsnitt	6,7	13,1	1,99	43	8,5
Min	5,8	4,5	0,26	<2	0,9

** : Drikkevannsforskriften

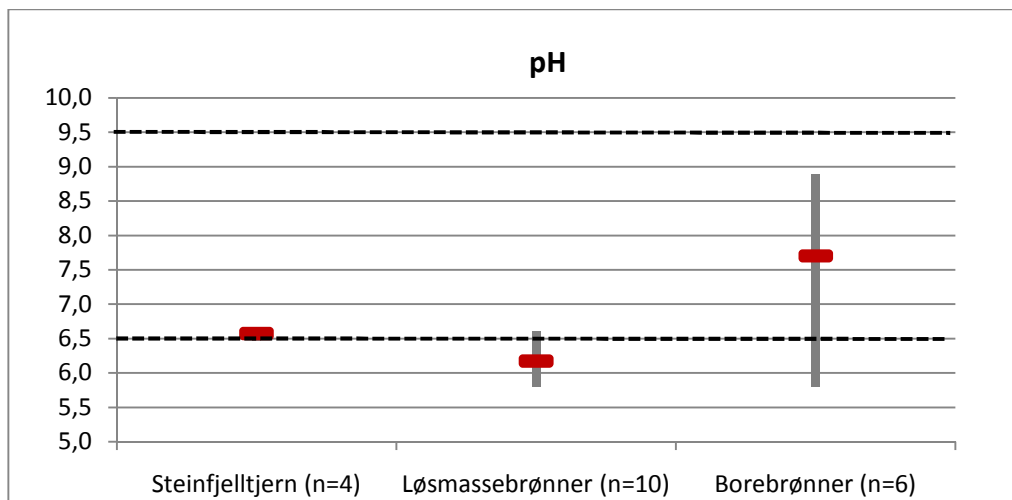
***: Resultater under deteksjonsgrense er satt lik halv deteksjonsgrense ved beregning av gjennomsnitt

Tabell 6 Resultater av drikkevannsprøver fra Kvitura

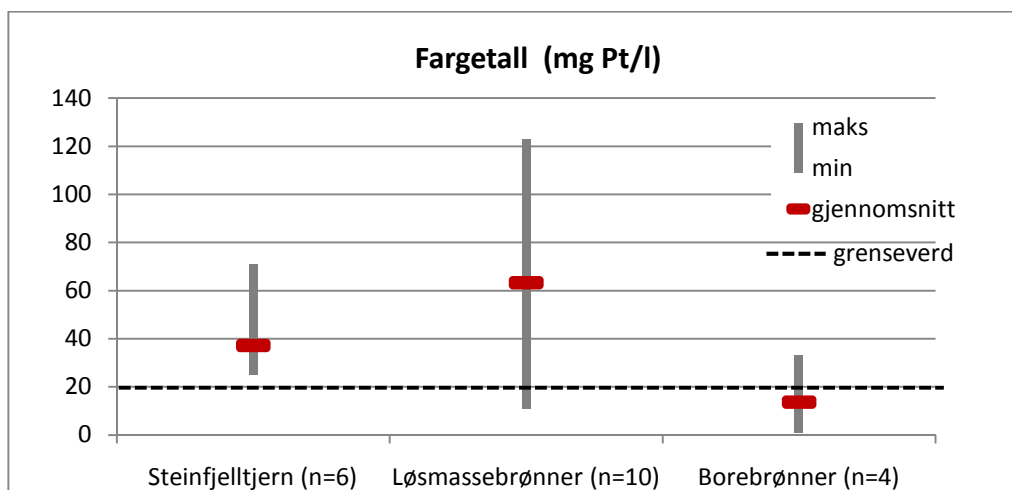
Løsmassebrønner er generelt mer påvirket av overflatevann enn borebrønner i fjell. Som forventet var vannet i løsmassebrønnene derfor surere (lav pH) og hadde høyere innhold av organisk stoff (TOC og fargetall) enn prøver fra borebrønner i fjell. Røde tall i tabell 6 viser overskridelser av grenseverdi. Figur 6-8 viser variasjon i vannkvalitet mellom ulike brønntyper og Steinfjelltjern.

Lav pH gir mer korrosivt vann som tærer på installasjoner. Høyt innhold av organisk materiale gir gul farge og kan gi dårlig smak og andre bruksmessige problemer. Kombinasjonen av høyt fargetall, organisk materiale og jerninnhold tyder på en vesentlig andel myrvann.

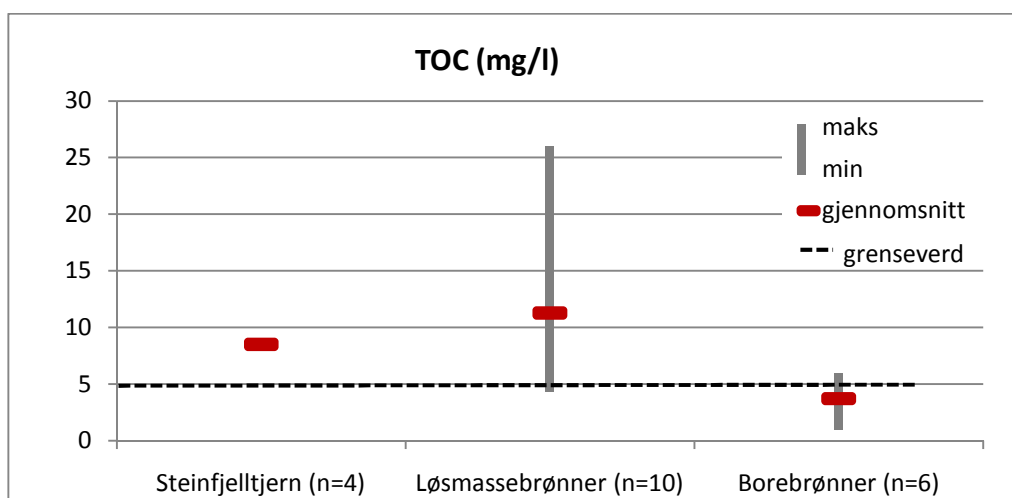
Prøver fra borebrønner hadde høyest konduktivitet som gjenspeiler lengre kontaktid mellom berggrunn og vann.



Figur 6 pH i drikkevann fra Kvitura



Figur 7 Fargetall i drikkevann fra Kvitura



Figur 8 Totalt organisk karbon i drikkevannsprøver fra Kvitura

5.5 Mikrobiologiske parametre

E.Coli indikerer fersk forurensning med avføring fra mennesker eller dyr og dermed også mulig tilstedeværelse av sykdomsfremkallende bakterier, virus eller parasitter. Koliforme bakterier er en mindre sikker indikator på slik forurensning.

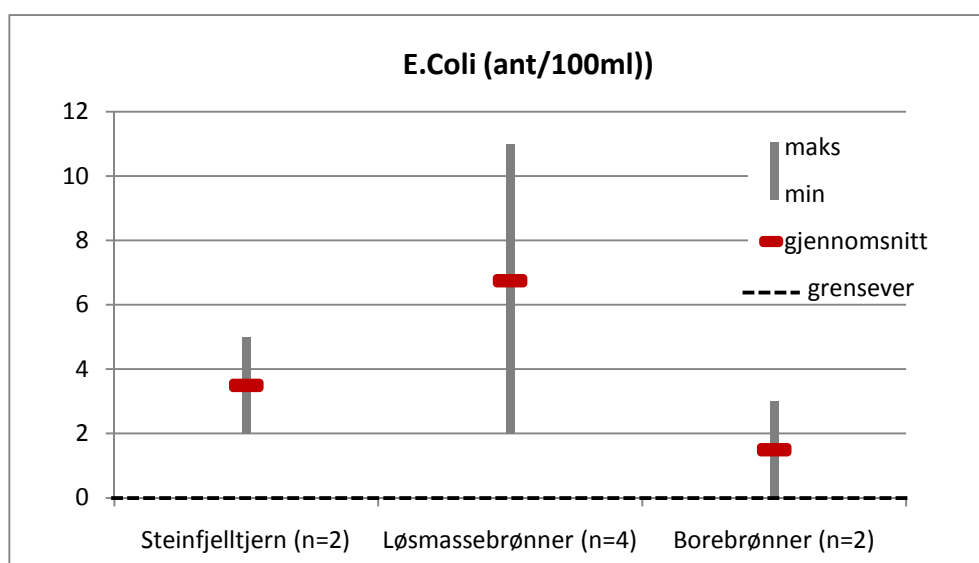
Det ble påvist E.Coli i 7 av 8 prøver fra Kvitura, tabell 7. Prøvene representerte både grunne løsmassebrønner, borebrønner i fjell og inntak fra Steinfjelltjern. Røde tall i tabell 5 viser overskridelse av grenseverdi. Vannet er ikke desinfisert og bakterier kan tilføres fra terrenget rundt via overflatevann eller fra lekkasje på septiktanker og andre typer avløpsanlegg. Det er bare private avløpsanlegg i området.

De høyeste konsentrasjonene av E.Coli ble funnet i grunn løsmassebrønner, figur 9. Borebrønner i fjell er generelt mer beskyttet. Innholdet av bakterier vil variere gjennom året og er erfaringsmessig høyest om høsten på grunn av store nedbørsmengder som transporterer forurensning fra terrenget og i grunnen.

	E.Coli ant/100ml	Koliforme bakterier ant/100ml
Antall prøver	8	8
Grenseverdi**	0	0
Maks	11	2400
Gjennomsnitt	5	428
Min	0	0

** : Drikkevannsforskriften

Tabell 7 Mikrobiologisk drikkevannskvalitet, Kvitura



Figur 9 E.Coli i drikkevann i Kvitura

6 Konklusjoner

Det ble påvist PFOS i lave konsentrasjoner i 91% av de undersøkte prøvene. Alle resultater var imidlertid under grenseverdi. Dioksiner ble også påvist.

Hovedandelen av bebyggelsen i Kvitura har for øvrig dårlig hygienisk og bruksmessig drikkevannskvalitet.

E.Coli, som indikerer fersk fekal forurensning og mulig tilstedeværelse av smittestoff, ble påvist i 88% av de undersøkte prøvene. Dette kan skyldes dårligs sikring av brønnene mot inntrenging av overflatevann og ellers påvirkning fra eventuelle lekkasjer på avløpsanlegg i området.

Drikkevannet er misfarget og har høyt innhold av organisk stoff og jern. Dette tyder på stor andel av overflatevann og myrvann. Vann fra løsmassebrønnene har lav pH, noe som kan bidra til korrosjon på rør og installasjoner.

7 Referanser

- [1] Folkehelseinstituttet www.folkehelsa.no
Faktasiden *Dioksinanalyseresultater for norsk drikkevann*
B.7/Kjemikalier/Fluorerte forbindelser
- [2] Drikkevannsforskriften. Forskrift om vannforsyning og drikkevann (2010)
- [3] Vannforsyningens ABC. Folkehelseinstituttet www.folkehelsa.no

8 Vedlegg

- 1 Oversikt med alle analyseresultater
- 2 Analyserapport Eurofins AS. Kvitura prøvedato 29.09.11
- 3 Analyserapport Eurofins AS. Kvitura prøvedato 30.09.11
- 4 Analyserapport Eurofins AS. Kvitura prøvedato 07.10.11