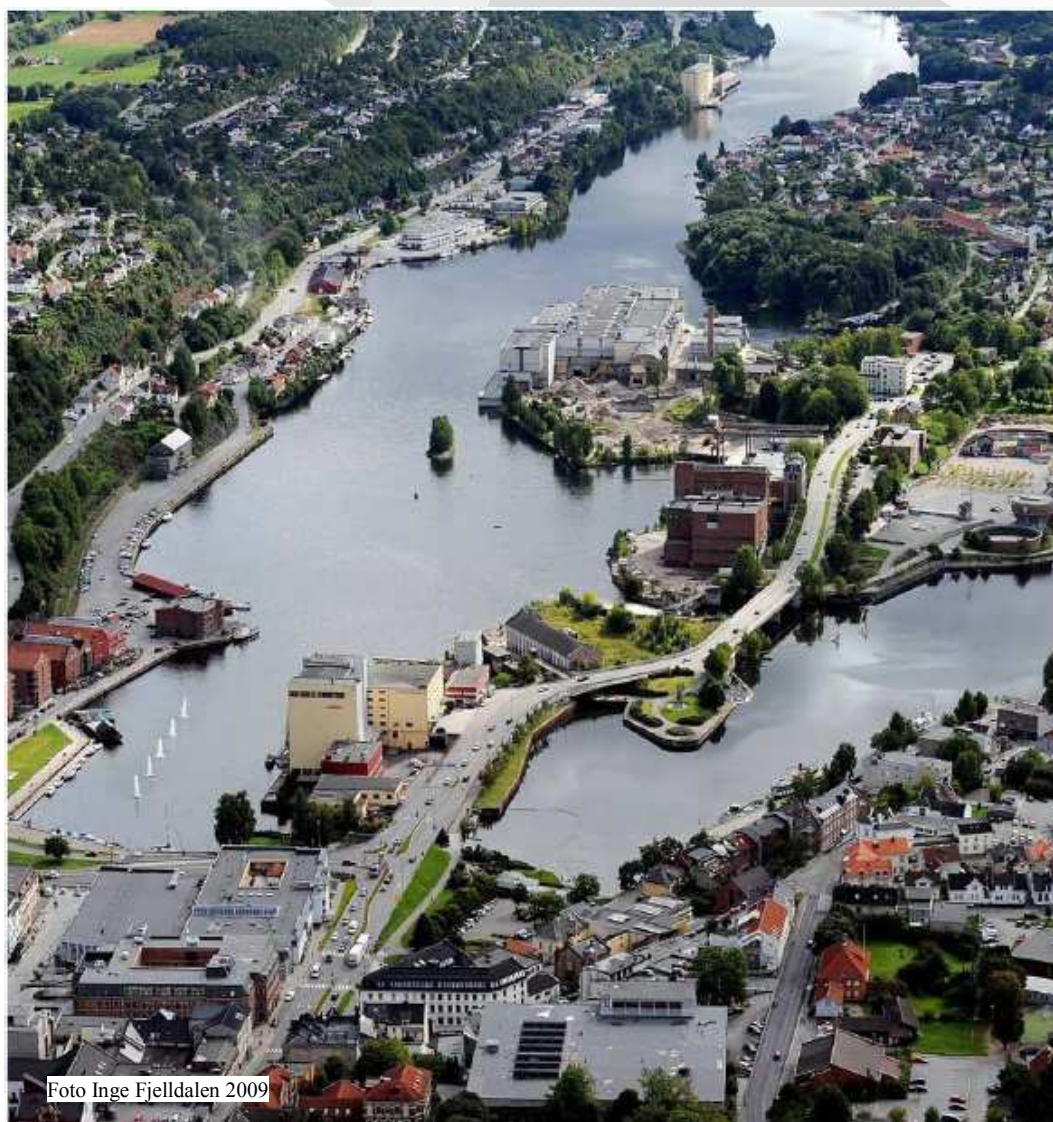


JUNI 2013  
SKIEN KOMMUNE, ROM EIENDOM OG GRENLAND HAVN

# SKIEN BRYGGE - SEDIMENTUNDERSØKELSE

MILJØTEKNISK RAPPORT





JUNI 2013  
SKIEN KOMMUNE, ROM EIENDOM OG GRENLAND HAVN

# SKIEN BRYGGE - SEDIMENTUNDERSØKELSE

MILJØTEKNISK RAPPORT

OPPDRAGSNR. A024359  
DOKUMENTNR. 1  
VERSJON 4  
UTGIVELSESDATO 19.juni 2013  
UTARBEIDET Roger M Konieczny  
KONTROLLERT Vegard Ulland  
GODKJENT Stein Broch Olsen



# INNHOOLD

Sammendrag	6
1 Innledning	7
1.1 Undersøkelsesområdet	8
1.2 Forurensningssituasjonen	8
1.3 Målsetting	9
2 Materiale og metoder	10
2.1 Prøvetaking	10
2.2 Prøvemateriale	10
2.3 Analyseprogram	11
2.4 Normverdier	12
3 Resultater og diskusjon	13
3.1 Metaller og metalloider	13
3.2 PAH	14
3.3 BTEX og THC	16
3.4 Klorerte forbindelser	18
3.5 Andre organiske	19
3.6 TBT	20
4 Konklusjoner	21
5 Litteraturhenvisning	23
Vedlegg 1: Kart over undersøkelsesområdet med prøvepunkter	
Vedlegg 2a: Analyseresultater, rådata for prøvene P1-P8	
Vedlegg 2b: Analyseresultater, rådata for prøvene P10-P17	
Vedlegg 3: Kart over anslått bart fjell innenfor planområdet i vann	

## Sammendrag

I forbindelse med planprosessen til utviklingsprosjektet Skien Brygge, er det gjennomført en orienterende undersøkelse av sedimentene i deler av Skienselva. Det er tatt prøver både langs Jernbanebrygga og østsiden av Klosterøya.

Totalt ble det tatt 16 prøver i 10 prøvepunkter ved hjelp av dykker, i forbindelse med en undervannskartlegging i planområdet. Prøvematerialet besto av både overflateprøver (0-5 cm) og fra dypere lag (5-25 cm).

Resultatene viste at sedimentene på begge sider av elva inneholdt betydelige mengder med tungmetaller, PAH, BTEX, THC, TBT, DDT, mm. Totalt 14 av de 16 sedimentprøvene viste dårlig til svært dårlig sedimentkvalitet, tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5. Forekomstene står i forhold til hva som tidligere er påvist i vestre deler av Bryggevannet.

Til tross for at undersøkelsen var orienterende og prøvedekningen ikke er helt optimal, kan det synes som om sedimentene innenfor hele planområdet er forurenset. Resultatene fra denne undersøkelsen, sammen med eldre informasjon, anses tilstrekkelige som bidrag til planprosessen for prosjektet Skien Brygge.

Det må forventes at denne avdekkede situasjonen må avklares nærmere, med supplerende prøvetaking og risikovurderinger, før en utbyggingssøknad eller plan for avbøtende tiltak i anleggsperioden og eller oppryddingstiltak kan utarbeides.

Avhengig av det totale risikobildet, kan avbøtende tiltak være begrenset til kun å iverksette spredningshindrende tiltak i anleggsfasen i planområdet.

# 1 Innledning

Skien kommune, Rom Eiendom og Grenland Havn planlegger etablering av et nytt sentrumsområde i Skien. Prosjektet kalles Skien Brygge og ligger på Skienelvas østside, langs den tidligere Jernbanebrygga. Det er planer om at nye bygg bygges på påler i elva utenfor dagens kaifronter. I tillegg ønskes det anlagt en gangbro fra sør i planområdet og over til den sørøstlige del av Klosterøya (figur 1).

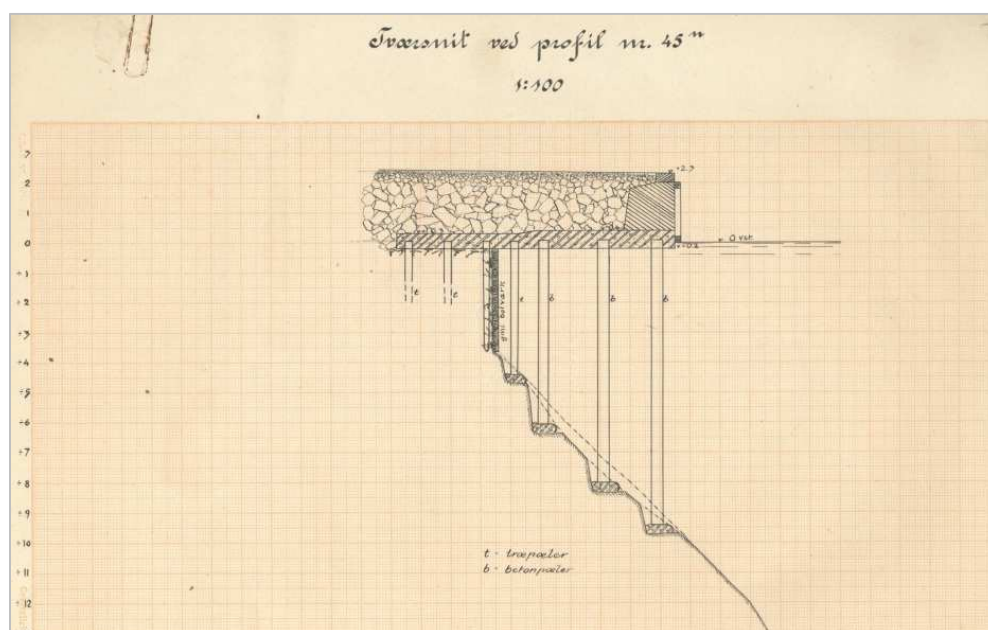


Figur 1. Lokalisering av Skienselva, utviklingsprosjektets reguleringsgrenser og avgrensning av undersøkelsesområdet for miljøgifter i sedimenter.



Hoveddelen av planområdet Skien Brygge, ble benyttet som jernbane- og havneområde, men virksomhetene er nå avviklet. Området ble fram til avviklingen av Norske Skogs virksomhet på Klosterøya, sporadisk benyttet til omlasting av tømmer fra skip (se kapittel 1.3).

I dag benyttes området til parkering og kontorvirksomhet, men det planlegges nå for utbygging av boliger og næringsformål. Kaiområdet er 700 m fra nord til sør og det planlegges ny bebyggelse på totalt ca. 56.000 m<sup>2</sup>. Det meste av dagens bryggearealer er steinsatt og pelet til fjell (figur 2), for detaljer jf. den tidligere utførte dykkerundersøkelsen [1].



Figur 2. Et eksempel på tverrsnitt av Jernbanebrygga, profil nr. 45, tegnet av Karl Østlyngen 1912.

## 1.1 Undersøkellesområdet

Den planlagte arealutvidelse av Jernbanebrygga, vil i varierende grad berøre sedimentene på elvebunnen. Dersom sedimentene innen planområdet er forurenset, vil de fremtidige byggearbeidene kunne føre til uønsket spredning av miljøgifter og dermed true naturmiljøet.

Grunnet historisk industrielle aktiviteter i nærområdet og i stor grad oppstrøms i vassdraget, kunne det forventes å finne forurensninger innenfor planområdet.

## 1.2 Forurensningssituasjonen

I henhold til Klifs database over grunnforurensninger [2] er det registrert 14 forurensete lokaliteter i Skien kommune. Halvparten av disse, blant annet et gammelt DDT-forurenset deponi [3], anses potensielt å kunne ha påvirket sedimentene ved Skien Brygge.



Det ble i den innledende Fase 1 av undersøkelsen vurdert eksisterende dokumentasjon fra regionen og relevansen av dette for undersøkelsesstrategien.

I 2006 ble det for eksempel funnet svært høye konsentrasjoner av tungmetaller (Hg, Cu og Pb), PAH, PCB og THC i sedimentene utenfor Skotfoss Bruk lenger opp i vassdraget [4]. En oppfølging av situasjonen ved Skotfoss bruk, ble initiert av Klif i 2010. Formålet var å kartlegge grunnforurensninger og eventuelle spredning til elva. Resultatene ga ingen ny eller vesentlig informasjon og vurderes derfor til å ha begrenset betydning for undersøkelsen i Bryggevannet [10]. Dog vil dataene kunne bidra til en eventuell senere kildeevaluering innenfor planområdet.

I forbindelse med salg av Unions eiendom på Klosterøya, ble det utført kartlegging av grunnen og sedimenter i nærområde i 2007, for å belyse eventuelle lekkasjer av miljøgifter til elva [11]. Kun 2 av disse sedimentprøvene ligger plassert innenfor planområdet og kan gi supplerende informasjon i den forestående undersøkelsen. Rådata fra undersøkelsen er ikke offisielt tilgjengelig, utover at de benyttes i oppfølgende risikovurderinger i 2008 for rapportering til Klif [12].

De historiske aktiviteter på Unions industriområde og resultatene fra de nyere undersøkelsene er ikke avgjørende for gjennomføringen av den forestående undersøkelsen i planområdet. Som for miljødata generert oppstrøms i vassdraget, kan deler av datamaterialet ha betydning i fremtidig kildeevaluering.

I den innledende Fase 1 av undersøkelsen ble også et tilstøtende tankanlegg i regionen, den tidligere jernbanedriften og skipstrafikken i området identifisert som potensielle forurensningskilder til sedimentene i Bryggevannet.

### 1.3 Målsetting

Det var på grunn av ovennevnte historiske utvikling, anbefalt å gjennomføre en innledende kartlegging av miljøgifter i sedimentene, innenfor planområdet i Skienselva. Dette som grunnlag for utbyggingsprosjektets videre prosess og forestående konsekvensutredning.

Videre kan en slik undersøkelse være første trinn i å avklare, om det på sikt må treffes lokale tiltak mot forurensende sedimenter, i de områder som berøres av den planlagte utbyggingen. Med forurensede sedimenter menes her elvebunn med en miljøkvalitet som hverken er akseptabelt for menneskers helse og/eller naturmiljøet.

Foreliggende undersøkelse av bunnen i Bryggevannet innenfor planområdet, utløser ikke automatisk behov for kildeevalueringer i en innledende Fase 2-undersøkelse, da dette krever en spesifikk strategi. Likevel bør det allerede på dette undersøkelsestrinnet, antydes enkelte kilderelasjoner, utfra den eksisterendeforurensningssituasjon og eventuelle ny funn.

## 2 Materiale og metoder

Prøvetaking av sedimenter skal normalt følge krav og anbefalinger gitt norsk standard NS-EN ISO 5667-19:2004 [5], samt Klifs veiledninger TA-2229/2007 [6] og TA-2802/2011 [7]. Men det tillates alltid å utøve et faglig skjønn, med hensyn til metodikk, omfang og parametervalg.

Da denne miljøtekniske undersøkelsen for planprosessen, er av en orienterende karakter, ble det valg å endre noe på prosedyrene. Dersom det senere oppstår behov for oppfølgende og mer tiltaksrettete undersøkelser, vil de gjeldende retningslinjene bli tatt mer hensyn til.

### 2.1 Prøvetaking

Prøvetaking av sedimentene ble samordnet med en dykkerundersøkelse i de grunneste delene langs kaiene på begge sider av elva [1]. Det ble ikke tatt prøver langs plangrensen lenger ut og sentralt i elva eller rundt Katteskjær (figur 1).

Sedimentprøvene ble tatt manuelt av dykker ved å overføre materiale direkte til prøveglass. Det ble i utgangspunktet tatt en overflateprøve (0-5 cm) ca. hver 50 meter langs de undersøkte kaifrontene. I tillegg ble det tatt prøver fra dypere lag (5-25 cm) ca. hver 100 meter (vedlegg 1).

Prøvedekningen anses som representativ for planområdet, men som nevnt ikke tilstrekkelig for en tiltaksrettet 3-trinns risikovurdering.

Det ble under dykkerundersøkelsen observert svært mye avfall og skrot på elvebunnen. Mange av objektene kan potensielt ha vært og er kilder til miljøgifter der de ligger i dag.

### 2.2 Prøvemateriale

Totalt ble det tatt 16 sedimentprøver, hvorav totalt 9 prøver langs Jernbanebrygga og tilsvarende 7 prøver langs Klosterøya (Tabell 1). Mer detaljert lokalisering av prøvepunktene er vist på kart i vedlegg 1.

Tabell 1. Prøver fra sedimenter langs Jernbanebrygga i Skienselva 2012.

Prøve ID	Sted	Dyp	Kommentar
P1	J N	0-5 cm	Startpunkt i nord 0 meter
P2	J N	5-25 cm	
P3	J N	0-5 cm	50 m syd for startpunkt
P4	J N	0-5 cm	100 m syd for startpunkt
P5	J N	5-25 cm	
P6	J N	0-5 cm	150 m syd for startpunkt
P7	J N	0-5 cm	200 m syd for startpunkt
P8	J N	5-25 cm	
P17	J Ø	0-5 cm	600 m syd for startpunkt

Tabell 2. Prøver fra sedimenter langs kai på Klosterøya Ø i Skienselva 2012.

Prøve ID	Sted	Dyp	Kommentar
P10	K Ø	0-5 cm	Startpunkt i nord 0 meter
P11	K Ø	0-5 cm	50 m syd for startpunkt, visuell olje
P12	K Ø	5-25 cm	
P13	K Ø	0-5 cm	100 m syd for startpunkt, visuell olje
P14	K Ø	5-25 cm	
P15	K Ø	0-5 cm	150 m syd for startpunkt
P16	K Ø	5-25 cm	

Sedimentprøvene ble tatt i perioden fra 30.oktober til 5. november 2012. Prøvematerialet ble oppbevart kjølig inntil transporten til laboratorium kunne foretas [1].

## 2.3 Analyseprogram

Hvilke parametere som inkluderes i analysene vil normalt variere etter formålet med undersøkelsen. I en innledende og orienterende undersøkelse, vil normalt det minimum av parametere som anbefales i risikoveilederen [7] kunne være tilstrekkelig.

Det ble likevel valg å analysere noe bredere og i samsvar med risikoveilederens Faktaboks 3 – Grenseverdier for Trinn 1 risikovurdering [7]. I tillegg ble det som anbefalt i retningslinjene fra OSPAR [8], inkludert kvantifisering av ulike typer oljehydrokarboner (BTEX og fraksjonert THC), noe som er relevant for både bynær og industriell forurensning.

Da store deler av miljøet i Grenlandsregionen, fortsatt er svært belastet med blant annet dioksiner og furaner i tillegg til andre klororganiske forbindelser, ville det være naturlig å inkludere dette. Analysene for dioksiner anses imidlertid som unødig kostbare å ha med på et orienterende stadium, men bør eventuelt inkluderes når forurensningssituasjonen lokalt i Skienselva er bedre avklart.

Tabell 3 viser de parametere som inngår i analyseprogrammet for Skien Brygge (se også vedlegg 2a og b).

Tabell 3. Analyseparametere for sedimenter fra Skienselva 2012. Markerte parametere er fra listen utarbeidet grenseverdier [7].

Arsen (As)	Naftalen	Indeno(123cd)pyren	Benzen	Pentaklorfenol
Bly (Pb)	Acenaftilen	Dibenzo(ah)antracen	Etylbenzen	4-t-oktylfenol
Kadmium (Cd)	Acenaften	Benzo(ghi)perylene	Toluen	Bisfenol A
Kobber (Cu)	Fluoren	Sum PAH-16	m,p-xylene	Bisfenol F
Krom (Cr <sup>III</sup> )	Fenantren	>C <sub>5</sub> -C <sub>8</sub> Alifater	o-xylene	4Br-bisfenol A
Krom (Cr <sup>VI</sup> )	Antracen	>C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub> Alifater	Sum DDT (6 forb)	5Br-difenyleter
Kvikksølv (Hg)	Fluoranten	>C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub> Alifater	Lindan $\gamma$ -HCH	6Br-syklododecan
Nikkel (Ni)	Pyren	>C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub> Alifater	Heksaklorbenzen	10 og 9 Br-difenyleter
Sink (Zn)	Benzo(a)antracen	>C <sub>16</sub> -C <sub>35</sub> Alifater	Pentaklorbenzen	8 og 7 Br-difenyleter
Diuron (DCMU)	Chrysen	Sum THC (>C <sub>5</sub> -C <sub>35</sub> )	3 Triklorbenzener	6 og 5 Br-difenyleter
Irgarol/Cybutryn	Benzo(b)fluoranten	SCCP	Heksaklorbutadien	3 og 4 Br-difenyleter
TBT-ion	Benzo(k)fluoranten	MCCP	Nonylfenol	PFOS
PCB-7	Benzo(a)pyren	Sum BTEX	Oktylfenol	PFC andre (7 forbind.)

Prøvene ble analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins. Informasjon om akkreditering, analysemetoder, deteksjonsgrenser, usikkerhet ved kvantifisering, etc. er gjengitt i vedlegg 2.

## 2.4 Normverdier

Det er foreløpig ikke utarbeidet egne normverdier for klassifisering av sediment i ferskvann og vassdrag i Norge. Derfor klassifiseres denne typen sedimenter som også her er undersøkt, normalt og mest hensiktsmessig i miljøtekniske og tiltaksrettede undersøkelser, etter Klifs gjeldende veileder [9].

Aktuelle anbefalte normverdier eller grenseverdier, er angitt for de ulike parameterne, nederst i de respektive resultattabellene.

Ikke alle undersøkte parametere har slike normverdier. I de tilfeller dette mangler er det angitt de signifikante verdier med fargekoder, som stort sett benyttes i slike sammenhenger. Tabell 4 nedenfor viser den praktiske fargekoding og betegnelsene som benyttes for å forklare disse.

Tabell 4. Fargekoder for illustrativ beskrivelse av tilstandsklasser for sedimenter.

TKL	Sedimentkvalitet - Miljøtilstand	Forurensningsgrad
I	Bakgrunn	Bakgrunn
II	God	Lett
III	Moderat	Markert
IV	Dårlig	Sterkt
V	Svært dårlig	Meget sterkt

Betegnelsen overkonsentrasjoner brukt i rapporten, refererer til konsentrasjoner av enkeltforbindelser eller en gruppe av forbindelser høyere enn øvre grense tilstandsklasse II (TKL II). Lavere konsentrasjoner betegnes ofte som sporkonsentrasjoner. Betegnelsene er hverken helt entydige eller absolutte, men benyttes av praktiske hensyn (se også tabell 3 og referanse [7]).

### 3 Resultater og diskusjon

I det følgende presenteres resultatene fra de kjemiske analysene i sedimenter fra Skienselva. Det er her valgt å fremheve kun den mest relevante informasjonen i resultatene. I tabellene er derfor parametere med forekomster tilsvarende TKL1 og 2, med få unntak ikke fargekodet og i noen tabeller er verdiene under kvantifiseringsgrensen utelatt.

Parametere som kun fremkom med konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen, er heller ikke tatt med i tabellene. For disse forenklingene henvises det til vedlegg 2a og b.

#### 3.1 Metaller og metalloider

Det ble analysert for 7 tungmetaller og metalloidet arsen (As). Fra tabell 5 nedenfor kan det ses at sedimentene på begge sider av elva inneholder forhøyede konsentrasjoner av flere metaller.

De mest markerte enkeltverdiene var for kobber (Cu), henholdsvis prøve P4 og P13, overflatesedimenter på hver side av elva. Forekomster på henholdsvis 590 mg/kg t.v. og 720 mg/kg t.v., tilsvarer begge TKL5, som er en svært dårlig sedimentkvalitet.

Metallene kobber (Cu), bly (Pb), kvikksølv (Hg) og sink (Zn) forekommer i betydelige overkonsentrasjoner (TKL4 og TKL5). Nikkel (Ni) ble også funnet i konsentrasjoner tilsvarende TKL3.

Parameterne arsen (As), kadmium (Cd) og krom (Cr<sup>III</sup> og Cr<sup>VI</sup>) forekommer i TKL 2 og lavere i disse sedimentene. Prøvene P1-P3, P5-P8, P10, P14 og P17 kan derfor benevnes som tilnærmet uforurenset.

Gjennomgående synes sedimentene langs Klosterøya å være av en noe dårligere miljøkvalitet, med hensyn til sitt metallinnhold, enn de på elvebunnen langs Jernbanebrygga. Derimot synes det ikke som om det er signifikante forskjeller mellom overflatesedimentet (0-5 cm) og det dypere lag i elvebunnen som er undersøkt (5-25 cm).

Tabell 5. Forekomst av metaller og As gitt i mg/kg fra sedimenter i Skienselva 2012.

Prøver langs Jernbanebrygga								
Prøve	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
P1	1,2	0,054	4,4	11	0,017	28	6,9	26
P2	1,2	0,087	5,3	12	1,25	2,8	17	30
P3	1,2	0,049	10	4,6	0,009	3,4	6,0	33
P4	4,2	0,29	16	590	0,252	100	38	150
P5	2,0	0,23	7,4	16	0,215	6,3	22	60
P6	<0,6	0,017	0,56	3,5	<0,001	3,5	1,5	17
P7	2,1	0,13	10	19	0,048	7,2	16	59
P8	1,3	0,059	4,2	16	0,016	2,8	7,5	28
P17	3,7	0,17	14	24	0,047	7,2	63	110
Prøver fra Klosterøya (østsiden)								
P10	1,9	0,082	9,1	8,1	0,043	4,6	9,6	52
P11	1,9	0,23	11	19	0,123	4,5	290	310
P12	4,8	0,44	28	130	0,249	12	83	2400
P13	2,8	0,4	26	720	0,297	12	53	150
P14	<2,8	0,63	27	44	0,266	13	40	200
P15	6,1	0,28	69	82	0,542	13	180	150
P16	7,4	0,28	58	93	1,23	15	230	170
Sedimentkvalitet - Miljøtilstand								
I	<20	0,25	<70	<35	<0,15	<30	<30	<150
II	20-52	0,25-2,6	70-560	35-51	0,15-0,63	30-46	30-83	150-360
III	52-76	2,6-15	560-5900	51-55	0,63-0,86	46-120	83-100	360-590
IV	76-580	15-140	5900-59000	55-220	0,86-1,6	120-840	100-720	590-4500
V	>580	>140	>59000	>220	>1,6	>840	>720	>4500

## 3.2 PAH

Gruppen polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), ofte også kalt tjærestoffer, er hyppig forekommende i miljøprøver, på grunn av sine mange opphavskilder. På grunn av sin høye andel av potensielt kreftfremkallende forbindelser, er det utarbeidet normverdier for alle de 16 forbindelsene som her er undersøkt (se kapittel 2.4 og tabell 6).

Merk! at kvantifiseringsgrensen (LOQ) for enkeltforbindelser av PAH, er lik 10 µg/kg, dvs. gjennomgående noe høyere enn grensen for forbindelsenes bakgrunnsverdi eller grensen for TKL1 (vedlegg 2a og b).

I tabell 6 kan det antydes at sedimentene utenfor Klosterøya, er vesentlig mer forurenset med PAH-forbindelser, enn sedimentene langs Jernbanebrygga.

Mest markert utenfor Jernbanebrygga, var forekomsten i prøven P2, hvor 9 av 16 PAH-forbindelser viste overkonsentrasjoner. Totalt ble det her målt sum PAH-16 lik 4,2 mg/kg t.v. og den stammer fra det dypere sedimentlaget i dette prøvepunktet. Dog tilsvarer dette kun TKL3 og PAH har her et tydelig forbrenningsrelatert opphav.

PAH-sammensetningen i prøvene P5 og P6, synes å reflektere en svak påvirkning av oljehydrokarboner (og/eller kreosot) i sedimentet (se også tabell 7). Resterende prøver langs Jernbanebrygga, var uproblematisk med hensyn til sitt PAH-innhold.

Tabell 6. Forekomst av PAH-forbindelse (µg/kg) i sedimenter fra Skienselva 2012.

Prøver langs Jernbanebrygga								
Prøve	Naftalen	Acenafitylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren
P1	11				38	13	79	67
P2	10	-	-	16	130	120	650	460
P3	-	-	-	-	11	-	43	43
P4	-	-	110	-	61	14	150	120
P5	-	-	200	13	51	17	180	140
P6	-	-	-	-	-	-	-	37
P7	-	-	-	-	40	17	140	140
P8	-	-	-	-	-	-	14	16
P17	-	-	-	-	43	13	80	80
Prøver fra Klosterøya (østsiden)								
P10	-	-	-	-	70	14	180	150
P11	17	-	33	33	230	40	310	220
P12	18	-	45	46	150	20	180	150
P13	110	36	140	110	400	75	560	730
P14	20	-	33	58	270	29	470	360
P15	130	42	130	170	1100	430	3000	2500
P16	190	51	250	310	2400	610	4500	3600
Sedimentkvalitet - Miljøtilstand								
I	<2	<1,6	<4,8	<6,8	<6,8	<1,2	<8	<5,2
II	2-290	1,6-33	4,8-160	6,8-260	6,8-500	1,2-31	8-170	5,2-280
III	290-1000	33-85	160-360	260-510	500-1200	31-100	170-1300	280-2800
IV	1000-2000	85-850	360-3600	510-5100	1200-2300	100-1000	1300-2600	2800-5600
V	>2000	>850	>3600	>5100	>2300	>1000	>2600	>5600

Tabell 6. Fortsetter

Prøver langs Jernbanebrygga									
Prøve	B(a)A	Krysos	B(b)F	B(k)F	B(a)P	Indeno	D(ah)A	B(ghi)P	PAH16
P1	59	67	50	46	44	27	-	35	540
P2	620	560	370	350	410	200	56	200	4200
P3	26	37	28	25	25	17	-	23	280
P4	53	76	84	55	51	47	12	69	900
P5	81	140	120	69	84	59	15	80	1200
P6	15	150	32	-	15	-	-	21	270
P7	78	110	78	58	65	38	12	65	830
P8	-	11	-	-	-	-	-	16	57
P17	50	74	73	51	59	62	16	89	690
Prøver fra Klosterøya (østsiden)									
P10	77	87	68	55	70	43	-	47	860
P11	100	130	96	68	76	58	11	81	1500
P12	65	120	65	48	71	47	-	76	1100
P13	260	470	280	140	300	180	45	380	4200
P14	150	230	140	87	95	52	-	88	2100
P15	1500	1400	1200	950	1300	760	170	800	16000
P16	1900	1900	1400	1200	1500	890	180	890	22000
Sedimentkvalitet - Miljøtilstand									
I	<3,6	<4,4	<46	<210	<6	<20	<12	<18	<300
II	3,6-60	4,4-280	46-240	<210	6-420	20-47	12-590	18-21	300-2000
III	60-90	280-280	240-490	210-480	420-830	47-70	590-1200	21-31	2000-6000
IV	90-900	280-560	490-4900	480-4800	830-4200	70-700	1200-12000	31-310	6000-20000
V	>900	>560	>4900	>4800	>4200	>700	>12000	>310	>20000



Generelt var enkeltforekomstene av de målte PAH-forbindelsene også markert høyere i sedimentene lokalt langs Klosterøya, enn ved Jernbanebrygga. Flere forbindelser som fenantren, fluoranten, benzo(a)antracen, mfl., viser forekomster tilsvarende TKL5 (se detaljer i tabell 6).

De 2 desidert mest PAH-forurensede prøvene P15 og P16, stammer fra samme prøvepunkt ved Klosterøya og utgjør de øvre 0-25 cm av elvebunnen (vedlegg 1). Her viser 14 av 16 komponenter overkonsentrasjoner tilsvarende TKL3 eller høyere. Summen av de 16 PAH-forbindelsene i P15 var 16 mg/kg t.v. (tilsvarende TKL4) og i prøve P16 lik 22 mg/kg t.v. (tilsvarende TKL5).

Betraktes fordelingen av de enkelte PAH-forbindelsene i prøvene fra Klosterøya, kan det antydes at disse er tydelig, men i varierende grad, påvirket av tjære eller kreosot (se også tabell 7).

### 3.3 BTEX og THC

En observasjon fra selve prøvetakingen, var at deler av elvebunnen langs Klosterøya «slapp ut olje» ved berøring av sedimentoverflaten [1]. Oljehydrokarboner tilhører ikke kategorien persistente organiske miljøgifter, men derimot som nedbrytbare forurensninger.

Forhøyede konsentrasjoner av oljehydrokarboner er uønsket i sedimentene, på grunn av dette mobiliserer og eller binder til seg andre hydrofobe forbindelser<sup>1</sup> (f.eks. klororganiske komponenter som PCB, DDT, HCB, osv.).

#### 3.3.1 Alifatiske forbindelse

Ut fra ovenstående måler vi ofte ulike fraksjoner av alifatiske oljehydrokarboner i sedimentprøver. I tabell 7 nedenfor kan det ses at sedimentene langs kaiområdene på begge sider i Skienselva, inneholder betydelige mengder oljehydrokarboner uttrykt som THC.

De høyeste konsentrasjonene i de 2 prøvepunktene P11/P12 og P13/P14, viser konsentrasjoner mellom 1400-5100 mg/kg t.v., noe som kan beskrives som en forholdsvis dårlig tilstand eller miljøkvalitet. Forekomstene støttes også av observasjonene av "oljelekkasje" fra elvebunnen, som dykkeren påpekte under feltarbeidet.

Som tidligere nevnt er det ikke utarbeidet normverdier for oljehydrokarboner i sedimenter, slik at de skjønnsmessige tolkningene som her er gjort, ikke kan betraktes som absolutte.

---

<sup>1</sup> Vannavstøtende og eller fettløselige forbindelser

Tabell 7. Forekomster av alifatiske hydrokarboner (THC i mg/kg) og lavaromater (BTEX i µg/kg) i sedimenter fra Skienselva 2012. Verdier under LOQ er utelatt i tabellen<sup>1</sup>.

Prøver langs Jernbanebrygga												
Prøve	>C <sub>5</sub> -C <sub>8</sub>	>C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	>C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>	>C <sub>16</sub> -C <sub>35</sub>	Sum THC	Benzen	Etyl-benzen	Toluen	m,p-Xylen	o-Xylen	Sum BTEX
P1	-	-	-	-	88	88	-	-	16	-	-	16
P2	-	-	-	-	140	140	-	-	19	-	-	19
P3	-	-	-	-	55	55	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	500	500	-	-	55	49	-	104
P5	-	-	-	38	150	790	-	-	70	60	-	130
P6	-	-	-	100	600	700	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	6,4	280	286	-	-	28	26	-	54
P8	-	-	-	-	140	140	-	-	-	-	-	-
P17	-	-	-	-	64	64	-	-	22	21	-	43
Prøver fra Klosterøya (østsiden)												
P10	-	-	-	8,2	470	478	-	-	47	-	-	47
P11	-	-	7,4	38	1300	1400	100	-	96	40	12	248
P12	-	-	11	50	2700	2761	-	-	130	58	18	206
P13	-	5,2	14	110	2600	2800	28	44	230	230	120	652
P14	-	-	35	160	4900	5100	24	-	310	82	-	416
P15	-	-	-	21	340	360	10	29	48	180	72	339
P16	-	-	6,4	31	450	490	22	-	47	51	18	138
Sedimentkvalitet – Miljøtilstand <sup>2</sup>												
I						<10						<5
II						10-100						5-45
III						100-1000						45-225
IV						1000-10000						225-2100
V						>10000						>2100

1) For verdier jfr. vedlegg 2a og b.

2) Benyttet fargekoder kun illustrative pga. manglende normverdier.

Generelt kan det antydes at det er noe mer THC i sedimentene ved Klosterøya enn ved Jernbanebrygga. Gjennomsnittet for THC-konsentrasjoner i sedimentene ved Klosterøya, var i overkant av 1900 mg/kg t.v., mens gjennomsnittet langs Jernbanebrygga tilsvarende var ca. 300 mg/kg t.v. (tabell 7 og vedlegg 2a og b).

Videre ble det kun påvist konsentrasjoner av de to tyngste alifat-fraksjonene (>C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub> og >C<sub>16</sub>-C<sub>35</sub>) assosiert med mineralolje langs Jernbanebrygga, mens sedimentene ved Klosterøya også inneholdt lette fraksjoner (>C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> og >C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub>). De lette alifat-fraksjonene, sammen med forekomster av BTEX (se nedenfor), kan ofte assosieres med tilførsler av drivstoff.

### 3.3.2 BTEX

Tilstedeværelse av lette aromater i sedimenter kan ofte indikere aktive eller nylige forurensninger. Dette fordi denne type forbindelser er både noe flyktige og forholdsvis lett nedbrytbare.

Totalt 13 av de 16 sedimentprøvene inneholdt en eller flere BTEX-komponenter. Fem av de undersøkte prøvene inneholder spor av benzen, hvorav prøve P11 hadde en konsentrasjon på 100 µg/kg t.v. (ppb), tilsvarende TKL5 (tabell 7).

Konsentrasjonene for sum BTEX ligger i størrelsesordenen 50-650 µg/kg t.v. (ppb), noe som indikerer moderat (TKL3) til sterk forurensning (TKL4) av lavaromatiske komponenter i disse sedimentene (tabell 7).

Det anses som noe uvanlig å finne slike nivåer av BTEX i "rennende vann", men de aktuelle forurensningene kan som nevnt stamme fra ferskere tilførsler av produkter som diesel, fyringsolje og sågar bensin.

### 3.4 Klorerte forbindelser

Klorete forbindelser i miljøsammenheng, utgjør en svært heterogen gruppering av forbindelser. I henhold til den nasjonale standarden skal følgende miljøgiftgrupper kvantifiseres:

- › Polyklorerte bifenyler – PCB7
- › Pesticider – med bl.a. DDT, HCH (lindan),
- › Klor benzener - HCB, 5CB, TCB
- › Klorerte parafiner – [C<sub>10</sub>-C<sub>13</sub>], [C<sub>14</sub>-C<sub>17</sub> ]
- › Klorerte fenoler

Langt fra alle forbindelsene lot seg kvantifisere i noen grad og de viktigste funnene er presentert nedenfor.

#### 3.4.1 PCB

En av de prioriterte persistente klororganiske gruppene forbindelser er PCB. Det ble kvantifisert enkeltforbindelser (kongener) og PCB7 i totalt 6 av de 16 sedimentprøvene på begge sider av elva.

Den høyeste konsentrasjonen på 25 µg/kg t.v. (ppb), ble funnet i prøve P5 (5-25 cm) ved Jernbanebrygga. Dette tilsvarer en sedimentkvalitet moderat forurenset eller TKL3 (tabell 8).

#### 3.4.2 Pesticider

Av de undersøkte klorholdige pesticidene, var det kun p,p'-DDT som lot seg kvantifisere over LOQ-grensen. I prøve P5 (5-25 cm) ved Jernbanebrygga ble det

funnet 174 µg/kg t.v. Forekomsten av DDT tilsvarende en moderat dårlig tilstand TKL3 (tabell 9).

Tabell 8. Forekomster av PCB-kongener og PCB-7 i sedimenter fra Skienselva 2012.

Prøver langs Jernbanebrygga								
Prøve	#28	#52	#101	#118	#138	#153	#180	PCB7
P1	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P2	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P3	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P4	0,25	0,25	0,87	0,25	2,30	2,50	5,30	11,75
P5	0,25	0,25	1,10	0,84	3,80	6,60	12,0	25,50
P6	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P7	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P8	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P17	0,25	0,25	0,25	0,25	0,75	0,25	0,25	2,25
Prøver fra Klosterøya (østsiden)								
P10	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P11	0,25	1,10	1,40	0,25	3,90	3,50	2,40	12,50
P12	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P13	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P14	-	-	-	-	-	-	-	i.p.
P15	0,25	0,25	1,80	0,25	3,50	3,40	2,30	11,75
P16	0,25	0,25	0,59	0,25	0,64	1,00	0,25	3,30
Sedimentkvalitet - Miljøtilstand								
I								<5
II								5-17
III								17-190
IV								190-1900
V								>1900

*i.p.* = ikke påvist.

### 3.5 Andre organiske

Nonylfenol, oktylfenol og andre liknende fenolforbindelser (vedlegg 2a og b) ble funnet i totalt 12 av prøvene (tabell 9). Det ble funnet en eller flere forbindelser i alle prøvene ved Klosterøya, hvor også den høyeste overkonsentrasjonen ble målt i prøve P13.

Her ble det målt hele 1840 µg/kg t.v. av bisfenol A, noe som definitivt er i konflikt med normverdien (tabell 9 og vedlegg 2b). En konsentrasjon på 1100 µg/kg t.v. for nonylfenol i prøve P17 ved Jernbanebrygga viser at også finnes svært dårlige sedimentkvaliteter også her. (tabell 9).

Andre betydelige forekomster tilsvarende TKL5, på begge sider av elva, var i P11, P12, P16 og P17. Totalt sett var det oppsiktsvekkende mye av denne type forurensninger i sedimentene (tabell 9).

Det ble ikke påvist klorbenzener, klorparafiner, klorfenoler, polybromerte- eller perfluorerte forbindelser i sedimentene i Skienselva.

### 3.6 TBT

Undersøkelsen viste at 10 av de 16 prøvene inneholdt TBT fra sporkonsentrasjoner til TKL5 eller svært dårlig sedimentkvalitet. De høyeste overkonsentrasjonene ble funnet i sedimentene langs Jernbanebrygga i prøvene P4 og P5 (tabell 9).

Tabell 9. Forekomster av kvantifiserbare klor- og tinn-organiske forbindelser i sedimenter fra Skienselva 2012.

Prøver langs Jernbanebrygga							
Prøve	Nonylfenol-dietoksilater	Bisfenol F	Bisfenol A	4-tert-oktylfenol	Nonylfenol	DDT	TBT
P1	-	-	-	-	-	-	1,8
P2	-	-	-	-	-	-	7,0
P3	-	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-	300
P5	-	-	-	-	32	174	210
P6	-	-	-	16	-	-	-
P7	-	-	16	-	-	-	7,6
P8	-	-	50	-	-	-	-
P17	-	-	-	10	1100	-	46
Prøver fra Klosterøya (østsiden)							
P10	-	-	-	-	27	-	3
P11	-	-	-	410	270	-	-
P12	44	-	-	590	87	-	91
P13	-	120	1840	10	35	-	6,5
P14	43	-	-	10	31	-	16
P15	-	-	-	-	21	-	-
P16	-	-	-	38	120	-	-
Sedimentkvalitet - Miljøtilstand							
I			-	-	-	<0,5	<1
II			<11	<3,3	<18	0,5-20	1-5
III	?	?	11-79	3,3-7,3	18-110	20-490	5-20
IV			79-790	7,3-36	110-220	490-4900	20-100
V			>790	>36	>220	>4900	>100

Det ble ikke funnet diuron eller irgarol i noen av sedimentprøvene fra Skienselva (vedlegg 2a og b).

## 4 Konklusjoner

Den utførte orienterende undersøkelsen av sedimentene i Skienselva, innenfor planområdet til utviklingsprosjektet Skien Brygge, kan konkludere med følgende:

Det forekommer overkonsentrasjoner av 5 metaller (Cu, Hg, Pb, Zn og Ni), i totalt 7 prøver fra sedimentene på begge sider av elven. Forekomstene tilsvarer TKL3 (moderat) til TKL5 (svært dårlig tilstand).

Totalt 14 av de 16 enkeltforbindelsene av PAH som ble kvantifisert, forekommer i overkonsentrasjoner. Sum PAH-16 i sedimentene kommer derfor i konflikt med normverdiene i 5 prøver (TKL3-TKL5). Det synes å være mest PAH-forurensning ved Klosterøya.

Sedimentenes innhold av oljehydrokarboner (THC) tilsvarer en dårlig kvalitet (TKL4) ved Klosterøya og moderat kvalitet langs Jernbanebrygga (TKL3). Totalt er 13 av prøvene i potensiell konflikt med normverdiene.

Lavaromatiske forbindelser som BTEX, forekommer også i overkonsentrasjoner og i konflikt med normverdiene, i 13 av de undersøkte prøvene. Forekomstene gir sedimentkvaliteter tilsvarende TKL3 og TKL4 på begge sider av elva.

Det ble påvist spor av PCB i 6 prøver, men kun en prøve ved Jernbanebrygga er i konflikt med normverdiene. Forekomsten tilsvarer TKL3 eller et moderat forurenset sediment.

I en prøve fra Jernbanebrygga ble det funnet DDT i konsentrasjoner tilsvarende TKL3 og dette er i konflikt med bakgrunnsverdiene. Det ble ikke påvist andre pesticider.

Nonylfenol, oktylfenol og andre liknende forbindelser ble funnet i 12 av prøvene på begge sider av elva. Konsentrasjonene tilsvarte TKL3 til TKL5 og er i reell konflikt med naturmiljøet.

Totalt 10 av de 16 prøvene inneholdt TBT fra sporkonsentrasjoner til TKL5 eller svært dårlig sedimentkvalitet. De høyeste overkonsentrasjonene ble funnet i sedimentene langs Jernbanebrygga.

Det ble ikke påvist klorbenzener, klorparafiner, klorfenoler, polybromerte eller perfluorerte forbindelser i sedimentene.

Totalt viste 8 av sedimentprøvene en kvalitet tilsvarende TKL5 (svært dårlig), basert på den samlede forekomsten av miljøgifter i prøven. Tilsvarende viste 6 prøver en kvalitet lik TKL4 og 1 prøve kvalitet TKL3. Kun en prøve var tilsynelatende ikke i konflikt med kvalitetsnormen TKL2 eller lavere.

Til tross for at undersøkelsen var orienterende og prøvedekningen ikke er helt optimal, kan det synes som om sedimentene innenfor hele planområdet er forurenset. Det må samtidig påpekes at store deler av planområdet i vannet har bart fjell. (Vedlegg 3).

### **Planprogrammet og målsetting**

Eksisterende og antatt relevante miljøgiftdata fra perioden 2006-2010, andre relevante dokumenter og offentlige databaser, er gjennomgått systematisk i en innledende vurdering (Fase 1). Den mest signifikante informasjonen herfra, har naturlig ligget til grunn for den faglige gjennomføringen av den orienterende sedimentundersøkelsen (Fase 2).

Den påviste forurensningssituasjonen i sedimentene innenfor deler av planområdet, anses nå det samlede datamaterialet, å utgjøre et tilstrekkelig bidrag til den forstående planprosessen i prosjektet.

### **Nærmere undersøkelser**

Det foreligger to uavhengige og delvis komplimenterende sedimentundersøkelser, med noe ulik relevans for utbyggingsprosjektet Skien Brygge. En foreløpig konklusjon fra disse er at store deler av Bryggevannet er forurenset.

Som en konsekvens av forurensningssituasjonen, må det forventes at oppfølgende eller komplimenterende undersøkelser må gjennomføres i forbindelse med fremtidige søknader om utbyggingstillatelser.

### **Avbøtende tiltak**

På bakgrunn av nærmere undersøkelser vil potensielle avbøtende tiltak kunne beskrives. Avbøtende tiltak vil primært være forbundet med behovet for å hindre eller redusere eksponering overfor de miljøgiftene som er påvist i sedimentene. Avhengig av det totale risikobildet, kan tiltakene være begrenset til kun å iverksette spredningshindrende tiltak i anleggsfasen i planområdet.



## 5 Litteraturhenvisning

---

- 1 **COWI 2012.** Undervannsundersøkelser for planarbeid i Skien. Kartlegging og registrering av kaianlegg og bunnforhold. Rapport A0224359.
- 2 [Klifs Database for grunnforurensning i Norge](#)
- 3 **NGI 1999.** Kartlegging og risikovurdering av DDT-deponier ved skogplanteskolene. Sluttrapport. NGI-rapport nr. 984058-1.
- 4 **LabNet 2006.** Resultater fra prøvetaking og analyser av bunnsedimenter ved Skotfoss Bruk. Brev til Akershus Kraft AS.
- 5 **Standard Norge 2004.** Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).
- 6 **Klif 2007.** Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Klif-veileder TA-2229/2007.
- 7 **Klif 2011.** Risikovurdering av forurensede sediment. Klif-veileder TA-2802/2011.
- 8 **OSPAR 2009.** OSPAR Guidelines for the management of Dredge Material. Reference number 2009/4.
- 9 **SFT (Klif) 2007.** Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- 10 **Rambøll 2010.** Miljøundersøkelse – ved tidligere Skotfoss Bruk (Fase 1 og 2). Oppdrag 1100498.
- 11 **NGI 2007.** Miljøundersøkelser – Union fabrikker, Skien. Rapport 20061031-2.
- 12 **NIVA 2008.** Miljøundersøkelser – Union fabrikker Skien. Risikovurdering trinn 2. Rapport 5600-2008.