

Beregnet til  
**Kongsberg kommune**

Dokument type  
**Rapport**

Dato  
**April, 2019**

# SNØPRØVER FRA KONGSBERG KOMMUNE VURDERING AV FORURENSNINGSSINNHOLD



## SNØPRØVER FRA KONGSBERG KOMMUNE VURDERING AV FORURENSNINGSSINNHOOLD

Oppdragsnavn **Gomsrud snødeponi**  
Prosjekt nr. **1350033400**  
Mottaker **Kongsberg kommune**  
Dokument type **Rapport**  
Versjon **001**  
Dato **29.04.2019**  
Utført av **Eivind Dypvik**  
Kontrollert av **Aud Helland**  
Godkjent av **Aud Helland**  
Beskrivelse **Vurdering av forurensning i brøytesnø på fire lokaliteter i Kongsberg kommune, og vurdering av fremtidig disponering av tilsvarende brøytesnø.**

Rambøll  
Hoffsveien 4  
Postboks 427 Skøyen  
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00  
F +47 22 51 80 01  
<https://no.ramboll.com>

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Metode</b>	<b>3</b>
2.1	Snøhauger	3
2.2	Prøvetaking	4
2.3	Analyseparametere	5
<b>3.</b>	<b>Resultater</b>	<b>7</b>
3.1	Visuell beskrivelse av snø	7
3.2	Partikler	9
3.3	Smeltevann	10
3.3.1	pH, TOC, suspendert stoff, klorid og ledningsevne	10
3.3.2	Metaller	11
3.3.3	PAH og PCB	11
3.3.4	Oljeforbindelser og BTEX	12
3.3.5	Fortynning for å oppnå god tilstand	13
<b>4.</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>15</b>
4.1	Forurensning i snø	15
4.1.1	Miljøgifter	15
4.1.2	Veisalt	16
4.1.3	Organisk materiale	17
4.1.4	Øvrige faktorer	17
4.2	Fremtidig deponering	17
<b>5.</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>Referanser</b>	<b>20</b>
<b>7.</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>21</b>
	Vedlegg 1. Beskrivelse av miljøgiftgrupper	
	Vedlegg 2. Feltlogg – prøvetaking 19.3.2019	
	Vedlegg 3. Rådata – analyser av smeltevann	
	Vedlegg 4. Rådata – analyser av partikler	

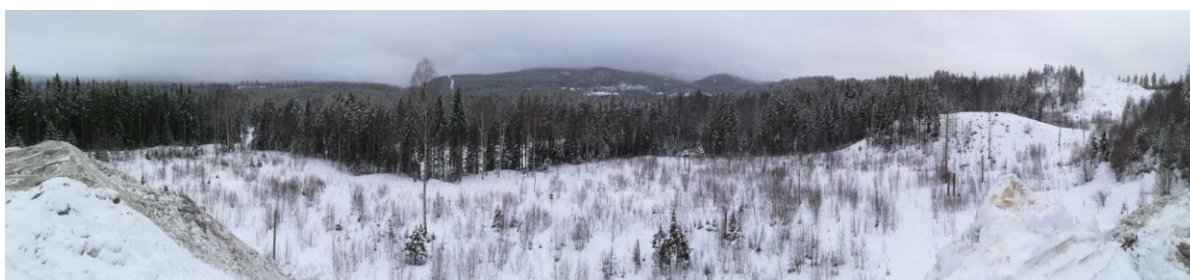
## 1. INNLEDNING

Snø fra veibrøyting (brøytesnø) kan inneholde forurensning som stammer fra trafikkrelaterte utslipp, atmosfærisk tilførsel og salt fra is-bekjempelse (Reinosdotter, 2007). Vannresipienter er særlig utsatt for påvirkning av disse forurensningene når brøytesnøen smelter (NIVA, 2016). Praksis i Norge har i lang tid vært å deponere snø fra brøyting direkte i eller ved elver, innsjøer eller sjøen uten at det er etablert noe rense- og filtersystem (NIVA, 2016). Dette kan medføre forringelse av den aktuelle resipientens kjemiske og økologiske tilstand. Noe som ikke vil være i tråd med miljømålene om god økologisk og kjemisk tilstand som er satt i vannforskriften (Lovdata, 2019). Praksisen med deponering av brøytesnø i eller med direkte kontakt med en resipient frarådes grunnet brøytesnøens innhold av miljøgifter, salt, søppel (inklusive plast) og partikler (NIVA, 2016) & (Rambøll, 2018a). Brøytesnø bør derfor deponeres på egnede lokaliteter på land og det må gjøres en vurdering om det vil være behov for å etablere spesifikke rensesystemer på disse deponiene (Reinosdotter, 2007) og (NIVA, 2016).

I etterkant av den snørike vinteren 2017/2018 fikk Kongsberg kommune en midlertidig tillatelse til å deponere brøytesnø for sesongen 2018/2019 i et område ved Gomsrud avfallsdeponi ca. 100 m fra nærmeste vannresipient som er Numedalslågen (Figur 1). Kommunen har nå igangsatt et arbeid med å få en permanent tillatelse til å etablere et snødeponi for brøytesnø i dette området ved Gomsrud avfallsdeponi (Figur 1 og Figur 2).



**Figur 1. Bilde til venstre viser lokalisering av Gomsrud avfallsdeponi (merket med rødt) og avstand fra Kongsberg sentrum (sort strek). Bilde til høyre viser område ved Gomsrud avfallsdeponi der det er planlagt å anlegge et permanent snødeponi (markert i rødt). Kongsberg kommune har en midlertidig tillatelse til å deponere snø i dette området.**



**Figur 2. Bilde av område ved Gomsrud avfallsdeponi der Kongsberg kommune ønsker å anlegge et snødeponi.**

Som et ledd i arbeidet med å etablere dette snødeponiet har Rambøll gjennomført undersøkelser av forurensning i brøytesnø fra områder som i fremtidige snørike vintre er tenkt deponert på Gomsrud avfallsdeponi. Hensikten med undersøkelsene vil være å vurdere innholdet av forurensning i brøytesnø fra veibrøyting i kommunen og om deponering av brøytesnøen vil medføre noen forurensningsrisiko ved Gomsrud avfallsdeponi.

Rambøll har kartlagt forurensningsinnholdet i brøytesnø på fire utvalgte lokaliteter i kommunen (Kongsberg Teknologipark, Kirketorget, Kongsberg knutepunkt og krysset Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken). Snøen stammer hovedsakelig fra kommunale veier og parkeringsplasser. I denne rapporten presenterer vi resultater fra prøvetakingen og analyser for ulike forurensninger i brøytesnøen. Forurensningsinnholdet i brøytesnøen vurderes opp mot gjeldene tilstandsklasser for ferskvann (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018) og forurenset grunn (Miljødirektoratet, 2009).

Vi har også gjort en overordnet vurdering av deponeringsløsninger basert på forurensningsinnholdet i den undersøkte brøytesnøen.

## 2. METODE

Rambøll gjennomførte prøvetaking av snøhauger i Kongsberg kommune 19. mars 2019. Nedenfor har vi beskrevet de forskjellige undersøkelsene og analysene nærmere.

### 2.1 Snøhauger

Brøytesnø som er planlagt deponert ved Gomsrud avfallsdeponi stammer i all hovedsak fra sentrumsområdene i Kongsberg, samt Kongsberg Teknologipark like utenfor sentrumsområdene. Følgelig ble det i dette prosjektet planlagt at Rambøll skulle gjennomføre prøvetaking av brøytesnø på representative lokaliteter i disse områdene. Kongsberg kommune hadde i forkant av feltarbeidet valgt ut tre forskjellige områder der hauger med brøytesnø kunne prøvetas (Figur 3). I tillegg ble det planlagt å ta prøver fra en lokalitet på Kongsberg Teknologipark (Figur 3). Koordinater for prøvetakingsstasjonene på de respektive snøhaugene er presentert i Tabell 1.

Tabell 1. Koordinater for stasjoner der brøytesnø er prøvetatt i dette prosjektet.

Stasjonsnavn	Koordinater
KONGSNØ1-1 (Kongsberg Teknologipark)	59°37'45.8"N, 9°38'23.9"E
KONGSNØ1-2 (Kongsberg Teknologipark)	59°37'44.4"N, 9°38'23.0"E
KONGSNØ2-1 (Kirketorget)	59°39'58.6"N, 9°38'44.7"E
KONGSNØ2-2 (Kirketorget)	59°39'58.6"N, 9°38'44.3"E
KONGSNØ3-1 (Krysset Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken)	59°40'06.8"N, 9°38'60.0"E
KONGSNØ3-2 (Krysset Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken)	59°40'06.9"N, 9°38'59.8"E
KONGSNØ4-1 (Kongsberg knutepunkt)	59°40'17.4"N, 9°39'02.9"E
KONGSNØ4-2 (Kongsberg knutepunkt)	59°40'17.4"N, 9°39'03.2"E



Figur 3. Oversikt over stasjoner der forurensning i brøytesnø er undersøkt i Kongsberg. Gomsrud avfallsdeponi er markert med en lyseblå sirkel.

## 2.2 Prøvetaking

Prøvetakingen ble gjennomført av Rambøll 19. mars 2019 på totalt fire snøhauger i Kongsberg kommune. Ved hver snøhaug ble det tatt ut to delprøver til analyse av forskjellige parametere.

Prøvene ble tatt ved at vi gravde en sjakt på ca. 0,5 – 0,8 m ned i den respektive snøhaugen. Deretter ble én representativ prøve av snø fra hele gravedypet innsamlet. Snøen ble overført direkte til 2.7 L plastbøtter som ble forseglet umiddelbart. Dette ble gjort på to forskjellige lokaliteter (stasjoner) på hver snøhaug.

Snøprøvene ble lagret kjølig frem til levering til analyselaboratoriet (ALS laboratory Group Vækerø) etter endt feltarbeid. Hos ALS Vækerø ble prøvene lagret kjølig i bøttene til snøen var smeltet. Deretter ble prøven filtrert i laboratoriet for å sortere ut partikler med kornstørrelse >1.4 mm og smeltevann inkludert partikler <1.4 mm til separate analyser. Partikler >1.4 mm ble analysert for utvalgte parametere (se kapittel 2.3 nedenfor). Partikler <1.4 mm inngår i smeltevannsprøvene, som også ble analysert for et utvalg av aktuelle parametere (se kapittel 2.3 nedenfor).

### 2.3 Analyseparametere

To snøprøver per stasjon ble analysert hos ALS Laboratory Group på Vækerø. Det ble analysert for forurensningsparametere i både smeltevann (inkl. partikler <1.4 mm) og partikler (>1.4 mm) fra den prøvetatte brøytesnøen. Beskrivelse av de forskjellige gruppene av miljøgifter som er analysert er gitt i Vedlegg 1.


#### Partikler

Det ble analysert for følgende parametere i partikler (slamfase snø >1.4 mm):

- Metaller (arsen, bly, kobber, krom, kadmium, kvikksølv, nikkel, sink, vanadium)
- Polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16)
- Polyklorerte bifenyler (PCB-7)
- BTEX (benzen, toluen, etylbensen, o-xylen og m/p-xylener)
- Total hydrokarboner (C5-C35)
- Alifatiske hydrokarboner (C5-C35)
- pH
- Total organisk karbon (TOC)

Resultatene ble vurdert opp mot tilstandsklasser og normverdier for forurenset grunn i Miljødirektoratets veileder *Helsebasert tilstandsklasser for forurenset grunn* (TA-2553/2009, Tabell 2). Ikke alle de analyserte parametere har gjeldene tilstandsklassegrenser for forurenset grunn. Dersom stoffer uten gjeldene tilstandsklasser er detektert (konsentrasjon/verdi over laboratoriets deteksjonsgrense) har vi vurdert den respektive verdien opp mot kjente egenskaper, toksisitet, bakgrunnskonsentrasjoner og/eller andre faktorer.

**Tabell 2. Tilstandsklasser for forurenset grunn for aktuelle parametere iht. Miljødirektoratets veileder Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA-2553/2009).**

Stoffer	Enhet	Tilstandsklasse 1 - Meget god	Tilstandsklasse 2 - God	Tilstandsklasse 3 - Moderat	Tilstandsklasse 4 - Dårlig	Tilstandsklasse 5 - Svært dårlig	Farlig avfall 
Arsen	mg/kg	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000	>1000
Bly	mg/kg	< 60	60 -100	100-300	300-700	700-2500	>2500
Kadmium	mg/kg	<1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000	>1000
Kvikksølv	mg/kg	<1	1-2	2-4	4-10	10-1000	>1000
Kobber	mg/kg	< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000	>25000
Sink	mg/kg	<200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000	>25000
Krom (III)	mg/kg	<50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000	>25000
Krom (VI)	mg/kg	<2	2-5	5-20	20-80	80-1000	>1000
Nikkel	mg/kg	< 60	60- 135	135-200	200-1200	1200-2500	>2500
ΣPCB7	mg/kg	< 0,01	0,01-0,5	0,5-1	1-5	5-50	>50
ΣPAH16	mg/kg	<2	2-8	8-50	50-150	150-2500	>2500
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,1	0,1-0,5	0,5- 5	5-15	15-100	>100
Benzen	mg/kg	<0,01	0,01-0,015	0,015-0,04	0,04-0,05	0,5-1000	>1000
Alifater C8-C10	mg/kg	< 10	≤10	10-40	40-50	50-20000	>20000
Alifater > C10-C12	mg/kg	< 30	30- 60	60-130	130-300	300-20000	>20000
Alifater > C12-C35	mg/kg	< 100	100-300	300-600	600-2000	2000-20000	>20000

#### Smeltevann (inkl. partikler <1.4 mm)

Det ble analysert for følgende parametere i smeltevann (vannfase snø):

- Metaller (arsen, bly, kobber, krom, kadmium, kvikksølv, nikkel, sink, vanadium)
- Polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16)
- Polyklorerte bifenyler (PCB-7)
- BTEX (benzen, toluen, etylbensen, o-xylen og m/p-xylener)
- Total hydrokarboner (C5-C35) og alifatiske hydrokarboner (C5-C35)
- Klorid (Cl-) og ledningsevne
- pH
- Total organisk karbon (TOC)
- Suspendert stoff

Analyseresultatene er vurdert opp mot gjeldene tilstandsklassegrenser for ferskvann i Miljødirektoratets veileder *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota* (M-608/206, Tabell 3). For enkelte parametere har vi benyttet grenseverdier i veileder *Veiledning 97:04* (TA-1468/1997), iht. *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Veileder 02:2018). Ikke alle de analyserte parameterne har gjeldene tilstandsklassegrenser for ferskvann. Disse er vurdert opp mot kjente egenskaper, toksisitet, bakgrunnskonsentrasjoner og/eller andre faktorer.

**Tabell 3. Tilstandsklasser for aktuelle parametere i ferskvann iht. Miljødirektoratets veileder Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (M-608/2016) og veileder 97:04 (iht. Klassifisering av miljøtilstand i vann (Veileder 02:2018)). Tilstandsklassene for kadmium tilsvarer middelverdi av kalsiumkarbonat angitt i veileder M-608/2016.**

			Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			Ubetydelig forurenset/ Bakgrunnsnivå	Moderat forurenset/ God kvalitet	Markert forurenset/ Moderat kvalitet	Sterkt forurenset/ Dårlig kvalitet	Meget sterkt forurenset/ Svært dårlig kvalitet
<b>Organisk stoff</b>							
Veil. 97:04	TOC	mg/L	<2.5	2.5-3.5	3.5-6.5	6.5-15	>15
<b>pH</b>							
Veil. 97:04	pH		>6.5	6-6.5	5.5-6	5-5.5	<5
<b>Fysiske parametere</b>							
Veil. 97:04	Suspendert stoff	mg/l	<1.5	1.5-3	3-5	5-10	>10
<b>Metaller</b>							
	Arsen	µg/L	<0.15	0.15-0.5	0.5-8.5	8.5-85	>85
	Bly	µg/L	<0.02	0.02-1.2	1.2-14	14-57	>57
	Kadmium	µg/L	<0.003	0.003-0.09	0.09-0.6	0.6-6	>6
<b>Grenseverdier for ferskvann (Veileder M-608)</b>	Kobber	µg/L	<0.3	0.3-7.8	7.8-7.8	7.8-15.6	>15.6
	Krom	µg/L	<0.1	0.1-3.4	3.4-3.4	3.4-3.4	>3.4
	Kvikksølv	µg/L	<0.001	0.001-0.047	0.047-0.07	0.07-0.14	>0.14
	Nikkel	µg/L	<0.5	0.5-4	4-34	34-67	>67
	Sink	µg/L	<1.5	1.5-11	11-11	11-60	>60
<b>PAH</b>							
	Naftalen	µg/L	<0.00066	0.00066-2	2-130	130-650	>650
	Acenaftylene	µg/L	<0.00001	0.00001-1.3	1.3-33	33-330	>330
	Acenaften	µg/L	<0.000034	0.000034-3.8	3.8-3.8	3.8-382	>382
	Fluoren	µg/L	<0.00019	0.00019-1.5	1.5-34	34-339	>339
	Fenantren	µg/L	<0.00025	0.00025-0.51	0.51-6.7	6.7-67	>67
	Antracen	µg/L	<0.004	0.004-0.1	0.1-0.1	0.1-1	>1
	Fluoranthen	µg/L	<0.00029	0.00029-0.0063	0.0063-0.12	0.12-0.6	>0.6
	Pyren	µg/L	<0.000053	0.000053-0.023	0.023-0.023	0.023-0.23	>0.23
	Benzo[a]antracen	µg/L	<0.000006	0.000006-0.012	0.012-0.018	0.018-1.8	>1.8
	Chrysen	µg/L	<0.000056	0.000056-0.07	0.07-0.07	0.07-0.7	>0.7
	Benzo[b]fluoranten	µg/L	<0.000017	0.000017-0.017	0.017-0.017	0.017-1.28	>1.28
	Benzo[k]fluoranten	µg/L	<0.000017	0.000017-0.017	0.017-0.017	0.017-0.93	>0.93
	Benzo(a)pyren	µg/L	<0.000005	0.000005-0.00017	0.00017-0.27	0.27-1.54	>1.54
	Indeno[123cd]pyren	µg/L	<0.000017	0.000017-0.0027	0.0027-0.0027	0.0027-0.1	>0.1
	Dibenzo[ah]antracen	µg/L	<0.000001	0.000001-0.00061	0.00061-0.0014	0.0014-0.14	>0.14
	Benzo[ghi]perylene	µg/L	<0.000011	0.000011-0.0082	0.0082-0.0082	0.0082-0.14	>0.14

Det var opprinnelig planlagt å analysere for mikroplast i smeltevannet. ALS klarte imidlertid ikke å gjennomføre dette, da deres metoder viste seg å ikke være egnet for å skille plastpartikler fra andre partikler i snøprøver.



### 3. RESULTATER

#### 3.1 Visuell beskrivelse av snø

Nedenfor har vi gitt en visuell beskrivelse av den prøvetatte brøytesnøen på de fire lokalitetene i Kongsberg kommune. Representative bilder av prøvesjaktene i de respektive snøhaugene er presentert i Figur 4 - Figur 7.

##### *Kongsberg Teknologipark (KongSnø 1)*

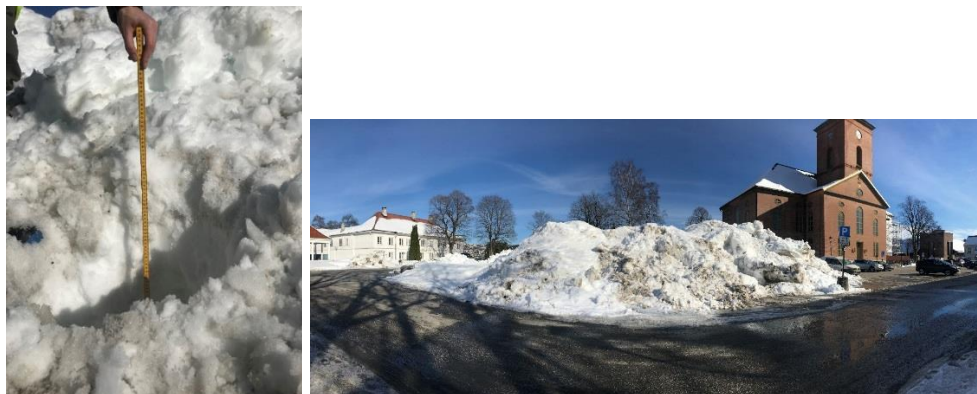
Prøvene av brøytesnø på stasjon *KongSnø 1* ble tatt i Kongsberg Teknologipark på Arsenalen. På dette området lagres brøytesnø på et stort areal (omtrent 12.000m<sup>2</sup>). Delprøvene ble tatt fra sjakter med sjaktdyp på henholdsvis ca. 60 cm og 70 cm. Prøvene besto av snø og is med noe innhold av grus og partikler. I delprøve *KongSnø 1-1* ble det stedvis observert noe rust, som antageligvis stammer fra lastebiler som transporterer snøen.



**Figur 4. Bilde av snøprøvesjakt fra delprøve *KongSnø 1-1* (venstre) og *KongSnø 1-2* (høyre) på Kongsberg Teknologipark.**

##### *Kirketorget (KongSnø 2)*

Prøvene av brøytesnø på stasjon *KongSnø 2* ble tatt ved Kirketorget. Delprøvene ble tatt fra sjakter med sjaktdyp på henholdsvis 65 cm og 60 cm. Prøven besto av snø og is, og inneholdt lite innhold av grus og partikler. I delprøve *KongSnø 2-2* var det imidlertid noe mer knust grus i overflaten enn i dypere lag.



**Figur 5. Bilde av snøprøvesjakt fra delprøve *KongSnø 2-1* på snøhaug ved Kirketorget i Kongsberg sentrum (venstre) og bilde av snøhaugen ved Kirketorget (høyre).**

#### *Krysset Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken (KongSnø 3)*

Prøvene av brøytesnø på stasjon KongSnø 3 ble tatt ved krysset av Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken. Delprøvene ble tatt fra sjakter med sjaktdyp på ca. 60 cm. Prøven besto av snø og is med noe innhold av grus og partikler. Delprøvene ble tatt fra hver sin side av snøhaugen. På den ene siden (delprøve KongSnø 3-1) var det mye mer grus på overflaten enn i dypereliggende lag. På den andre siden av snøhaugen (delprøve KongSnø 3-2) var det imidlertid ikke like mye grus i overflaten som i delprøve KongSnø 3-1.



**Figur 6. Bilde av snøprøvesjakter fra delprøve KongSnø 3-1 (venstre) og delprøve KongSnø 3-2 (høyre) på snøhaug ved krysset Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken.**

#### *Kongsberg knutepunkt i Kongensgate (KongSnø 4)*

Prøvene av brøytesnø på stasjon KongSnø 4 ble tatt fra snøhaug ved Kongsberg knutepunkt. Delprøvene ble tatt fra sjakter med sjaktdyp på henholdsvis ca. 80 cm og 60 cm. Prøven besto av snø, is og noe innhold av grus og partikler. Grus og partikler var jevnt fordelt fra topplaget og nedover i snøsjakten.



**Figur 7. Bilde av snøprøvesjakt fra delprøve KongSnø 4-2 fra snøhaug på Kongsberg knutepunkt (venstre) og bilde av den aktuelle snøhaugen på Kongsberg knutepunkt.**

### 3.2 Partikler

Målet med prosjektet var å analysere partikler (>1.4 mm) i den deponerte brøytesnøen for innhold av et utvalg miljøgifter og andre potensielt miljøskadelige komponenter (se kapittel 2.3). Beskrivelse av de forskjellige gruppene av miljøgifter er gitt i Vedlegg 1. Siden det var noe begrenset mengde partikler i alle prøvene fra de ulike stasjonene, ble partikler fra begge delprøvene på hver stasjon slått sammen for analyse. Fortsatt var det relativt lite partikler i de fleste prøvene (Tabell 4). På stasjon KongSnø2 ble det ikke funnet partikler >1.4 mm. Følgelig ble det ikke gjort noen analyser av partikler på denne stasjonen.

Det var heller ikke tilstrekkelig mengde partikler i den prøvetatt snøen for å gjøre alle de planlagte analysene. Metaller, PAH, PCB og oljeforbindelser (total hydrokarboner) ble prioritert for analyse. Det var imidlertid ikke nok partikler til å gjennomføre analyse av BTEX, TOC og alifater (alifatiske hydrokarboner).

Det ble ikke detektert metaller, PAH, PCB og oljeforbindelser i partiklene fra snøprøvene (Tabell 4). Følgelig ble det ikke detektert forbindelser i tilstandsklasser som tilsvarer forhøyet risiko for miljøskadelige effekter (se Tabell 2 og Tabell 4).

pH-verdien varierte fra 6.7 på stasjon KongSnø1 (Kongsberg Teknologipark) til 7.2 på stasjon KongSnø3 (krysset av Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken). pH-verdien på stasjon KongSnø4 (Kongsberg knutepunkt i Kongensgate) var 7.

**Tabell 4. Analyseresultater for partikler (>1.4 mm) i brøytesnø fra Kongsberg. Grå farge indikerer at den aktuelle parameteren ikke er detektert.**

Parameter	Enhet	KongSnø1	KongSnø3	KongSnø4
Innveid mengde (total)	g	130	85	166
TOC	% TS	n.a.	n.a.	n.a.
pH		6.7	7.2	7
As (Arsen)	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0
Cd (Kadmium)	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10
Cr (Krom)	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0
Cu (Kopper)	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0
Hg (Kvikksølv)	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10
Ni (Nikkel)	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0
Pb (Bly)	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0
Zn (Sink)	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0
V (Vanadium)	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0
Sum PCB-7	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.
Sum PAH-16	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.
Sum BTEX	mg/kg	n.a.	n.a.	n.a.
Total hydrokarboner C5-C10	mg/kg	n.a.	n.a.	n.a.
Total hydrokarboner >C10-C12	mg/kg	<20.0	<50.0	<20.0
Sum total hydrokarboner >C12-C35	mg/kg	<70.0	<175	<70.0
Alifater >C5-C35	mg/kg	n.a.	n.a.	n.a.

n.a. - ikke analysert (for lite materiale), n.d. - ikke detektert

### 3.3 Smeltevann

Smeltevann (inkl. partikler <1.4 mm) fra den prøvetatte snøen i snødeponiet ble sammenlignet med gjeldene tilstandsklassegrenser for ferskvann i (Miljødirektoratet, 2016) og (SFT, 1997), iht. (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018). De ble gjort analyser av to delprøver fra hver stasjon. I denne rapporten har vi imidlertid gjort vurderinger basert på gjennomsnittsverdien av de forskjellige parameterne på hver stasjon. Resultatene er presentert i Tabell 5 - Tabell 8. Beskrivelse av de forskjellige gruppene av miljøgifter er gitt i Vedlegg 1. Resultatene for hver enkelt delprøve er angitt i Vedlegg 3.

Generelt inneholdt smeltevannet fra den prøvetatte snøen konsentrasjoner av enkelte metaller, PAH-komponenter, organisk materiale (TOC) og suspendert stoff over de gjeldene grenseverdiene for god tilstand for ferskvann (Tabell 5 - Tabell 7). Det ble også registrert oljekomponenter (hydrokarboner og alifatiske hydrokarboner), vanadium og klorid i smeltevannet (Tabell 5, Tabell 6 og Tabell 8), men det foreligger ikke norske tilstandsklasseverdier for disse komponentene. Nedenfor presenteres resultatene i mer detalj.

#### 3.3.1 pH, TOC, suspendert stoff, klorid og ledningsevne

De registrerte pH-verdiene varierte fra 6.75 – 7.7, tilsvarende svært god tilstand (tilstandsklasse I, Tabell 5).

Konsentrasjonen av organisk materiale (TOC) varierte fra moderat tilstand (tilstandsklasse III) på stasjon *KongSnø2* (Kirketorget) til svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V) på stasjon *KongSnø3* (krysset Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken, Tabell 5). På de øvrige stasjonene tilsvarte konsentrasjonen av organisk materiale dårlig tilstand (tilstandsklasse IV, Tabell 5).

Konsentrasjonen av suspendert stoff tilsvarte svært dårlig tilstand for ferskvann på alle stasjoner og varierte fra 82.5 mg/l på stasjon *KongSnø2* til 400 mg/l på stasjon *KongSnø4* (Kongsberg knutepunkt, Tabell 5).

Konsentrasjonen av klorid i smeltevannet fra brøytesnøen, samt smeltevannets ledningsevne kan gi en indikasjon på påvirkningen av veisalt. Kloridkonsentrasjonen varierte fra 18.5 mg/l på stasjon *KongSnø3* og *KongSnø4* til 86.5 mg/l på stasjon *KongSnø1* (Kongsberg Teknologipark, Tabell 5). Ledningsevnen varierte fra 7.88 mS/m på stasjon *KongSnø3* til 31.2 mS/m på stasjon *KongSnø1* (Tabell 5).

**Tabell 5. Analyseresultater (gjennomsnittsverdi for hver stasjon) for pH, TOC, klorid, suspendert stoff og ledningsevne i smeltevann fra brøytesnø. Fargene illustrerer tilstandsklasse for den enkelte parameter iht. TA-1468/1997. Mørk grå farge indikerer at det ikke foreligger tilstandsklassegrenser, mens lys grå indikerer at den aktuelle parameteren ikke er detektert.**

Parameter	Enhet	KongSnø1	KongSnø2	KongSnø3	KongSnø4
TOC	mg/l	7.05	4.75	25.5	9.45
Suspendert stoff	mg/l	280	82.5	370	400
pH		6.95	6.75	7.55	7.7
Klorid (Cl-)	mg/l	86.5	29	18.5	18.5
Ledningsevne	mS/m	31.235	10.5	7.88	8.135

\*halve deteksjonsgrensen på én av stasjonene

### 3.3.2 Metaller

Det ble detektert høye konsentrasjoner (sammenlignet med tilstandsklassene for ferskvann) av enkelte metaller på alle stasjoner. Resultatene for analyser av metaller i smeltevann er illustrert i Tabell 6.

Konsentrasjonen av arsen, nikkel og bly tilsvarte moderat tilstand for ferskvann i smeltevannet fra brøytesnø på alle stasjoner, mens konsentrasjonen av krom, kobber og sink tilsvarte svært dårlig tilstand for ferskvann på alle stasjoner. Kadmium ble ikke detektert på stasjon *KongSnø4*, men tilsvarte god tilstand på stasjon *KongSnø2* og *KongSnø3*, og moderat tilstand på stasjon *KongSnø1*. Konsentrasjonen av kvikksølv tilsvarte god tilstand på stasjon *KongSnø2*, men ble ikke detektert på øvrige stasjoner.

Vanadium inngår ikke i det norske tilstandsklassifiseringssystemet for ferskvann. Konsentrasjonen varierte imidlertid fra 11.02 µg/l på stasjon *KongSnø2* til i overkant av 30 µg/l på de øvrige stasjonene.

**Tabell 6. Analyseresultater (gjennomsnittsverdi for hver stasjon) av metaller i smeltevann fra brøytesnø. Fargene illustrerer tilstandsklasse for den enkelte parameter iht. M-608/2016. Mørk grå farge indikerer at det ikke foreligger tilstandsklassegrenser for den aktuelle parameteren, mens lys grå indikerer at den aktuelle parameteren ikke er detektert.**

Parameter	Enhet	KongSnø1	KongSnø2	KongSnø3	KongSnø4
As (Arsen)	µg/l	1.72	2.44	2.16	1.835
Cd (Kadmium)	µg/l	0.11105	0.0745*	0.0445*	<0.05
Cr (Krom)	µg/l	11.245	10.125	23	19.4
Cu (Kopper)	µg/l	46.55	33.15	52.3	44.15
Hg (Kvikksølv)	µg/l	<0.02	0.01875*	<0.02	<0.02
Ni (Nikkel)	µg/l	10.175	4.89	13.265	10.64
Pb (Bly)	µg/l	5.745	10.235	8.48	4.73
Zn (Sink)	µg/l	92.75	72.4	158.5	95.65
V (Vanadium)	µg/l	30.5	11.02	33.9	32.3

\*halve deteksjonsgrensen i én av delprøvene

### 3.3.3 PAH og PCB

Resultatene fra analyse av PCB og PAH-forbindelser i smeltevann fra brøytesnø er presentert i Tabell 7.

Konsentrasjonen av PAH-forbindelsene naftalen, acenaftalen, fluoren, fenantren og antracen var enten i god tilstand (tilstandsklasse II) eller under deteksjonsgrensen på alle stasjonene. Konsentrasjonen av de øvrige PAH-forbindelsene varierte fra under deteksjonsgrensen til svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V). Det var imidlertid kun konsentrasjonen av pyren på stasjon *KongSnø3* som tilsvarte svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V).

På alle stasjoner ble minst tre PAH-forbindelser detektert i konsentrasjoner som tilsvarte dårlig tilstand (tilstandsklasse IV). Sum PAH-16 var imidlertid under 0.5 µg/l på samtlige stasjoner utenom *KongSnø3* der sum PAH-16 konsentrasjonen tilsvarte 0.9745 µg/l.

PCB ble ikke detektert i noen av prøvene.

**Tabell 7. Analyseresultater (gjennomsnittsverdi for hver stasjon) av PCB og PAH-forbindelser i smeltevann fra brøytesnø. Fargene illustrerer tilstandsklasse for den enkelte parameter iht. M-608/2016. Lys grå indikerer at den aktuelle parameteren ikke er detektert.**

Parameter	Enhet	KongSnø1	KongSnø2	KongSnø3	KongSnø4
Naftalen	µg/l	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030
Acenaftalen	µg/l	<0.010	<0.010	0.0085*	<0.010
Acenaften	µg/l	<0.010	<0.010	<0.020	<0.010
Fluoren	µg/l	<0.010	<0.010	<0.060	0.008*
Fenantren	µg/l	0.0455	0.048	0.2165*	0.0815
Antracen	µg/l	<0.010	<0.010	0.0185*	<0.010
Fluoranten	µg/l	0.038	0.0325	<0.170	0.0815
Pyren	µg/l	0.0525	0.0445	0.2585*	0.0995
Benso(a)antracen^	µg/l	<0.010	<0.010	0.027*	0.0095*
Krysen^	µg/l	0.0225	0.0175	0.1*	0.0345
Benso(b)fluoranten^	µg/l	0.0325	0.018	0.0925*	0.049
Benso(k)fluoranten^	µg/l	<0.010	<0.010	0.0245*	0.0085*
Benso(a)pyren^	µg/l	0.013	<0.010	0.053*	0.02
Dibenso(ah)antracen^	µg/l	<0.010	<0.010	0.028*	0.011*
Benso(ghi)perylene	µg/l	0.0285	0.018	0.1095*	0.0515
Indeno(123cd)pyren^	µg/l	0.013	<0.010	0.038*	0.0195
Sum PAH-16	µg/l	0.245	0.175	0.9745	0.474
PCB-7	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

\*halve deteksjonsgrensen i én av delprøvene

### 3.3.4 Oljeforbindelser og BTEX

Analyseresultater for oljeforbindelser (total hydrokarboner (THC) og alifatiske hydrokarboner) og BTEX-forbindelser er presentert i Tabell 8. Alifatiske hydrokarboner er en type hydrokarboner som inngår i de totale hydrokarbonene (THC), se Vedlegg 1. Derfor vil alltid den reelle konsentrasjonen av alifatiske hydrokarboner være lavere enn konsentrasjonen av total hydrokarboner.

Kortkjedete oljeforbindelser (total hydrokarboner og alifatiske hydrokarboner med <12 karbonatomer) ble ikke funnet i smeltevannet fra brøytesnøen. Mellomkjedete oljeforbindelser (total hydrokarboner og alifatiske hydrokarboner med 12-16 karbonatomer) ble kun detektert på stasjon *KongSnø3* (15.8 µg/l).

Oljekomponenter med flere enn 16 karbonatomer var imidlertid mer utbredt. På stasjon *KongSnø3* tilsvarte konsentrasjonen av total hydrokarboner (med flere enn 16 karbonatomer) 897 µg/l, og hovedandelen av disse var alifatiske hydrokarboner (784 µg/l). Det samme gjaldt på stasjon *KongSnø2*, selv om konsentrasjonen var vesentlig lavere (totale hydrokarboner = 224.5 µg/l og alifatiske hydrokarboner = 209.5 µg/l). På stasjon *KongSnø1* og *KongSnø4* ble det detektert svært lite total hydrokarboner, men konsentrasjonen av alifatiske hydrokarboner (med flere enn 16 karbonatomer) var høyere enn konsentrasjonen av total hydrokarboner (med flere enn 16 karbonatomer). Dette indikerer enten en svært heterogen prøve, da analyse av total hydrokarboner og alifatiske hydrokarboner er gjort på forskjellige deler av prøven, eller feil hos analyselaboratoriet. ALS har imidlertid ikke oppgitt at det er grunn til å mistenke en slik feil.

BTEX-forbindelser ble ikke detektert i noen prøver.

**Tabell 8. Analyseresultater (gjennomsnittsverdi for hver stasjon) av BTEX-forbindelser, total hydrokarboner og alifatiske hydrokarboner i smeltevann fra brøytesnø. Mørk grå farge indikerer at det ikke foreligger tilstandsklassegrenser for den aktuelle parameteren, mens lys grå indikerer at den aktuelle parameteren ikke er detektert.**

Parameter	Enhet	KongSnø1	KongSnø2	KongSnø3	KongSnø4
Sum BTEX	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
THC >C5-C12	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C12-C16	µg/l	<5.0	<5.0	15.8	<5.0
THC >C16-C35	µg/l	25.65*	224.5*	897	<30.0
Alifater >C5-C12	µg/l	<10	<10	<10	<10
Alifater >C12-C16	µg/l	<10	<10	12.5*	<10
Alifater >C16-C35	µg/l	216.5	209.5	784	280

\*halve deteksjonsgrensen i én av delprøvene

### 3.3.5 Fortynning for å oppnå god tilstand

I Miljødirektoratets tilstandsklassifiseringssystem tilsvarer grensen mellom tilstandsklasse II og tilstandsklasse III skillet mellom konsentrasjoner som ikke vil medføre effekter, og konsentrasjoner som vil medføre effekter på økosystemet over tid, også kalt PNEC (predicted no effect concentration, (Miljødirektoratet, 2016)). PNEC anses som skillet mellom akseptabel (god) og ikke akseptabel tilstand.

Sammenlignet med tilstandsklassegrenser for ferskvann er det registrert flere overskridelser av akseptabel tilstandsklassegrense for metaller og PAH'er. For å oppnå akseptabel tilstand (god tilstand - konsentrasjon under PNEC) for alle tungmetaller og PAH-forbindelser i ferskvann må smeltevannet fortynnes ca. 134 ganger (Tabell 9).

For metaller er sink den parameteren som medfører høyest krav til fortynning for at smeltevannet skal tilsvare akseptabel tilstand (9.5 ganger, Tabell 9). For øvrige metaller varierer fortynningsgraden fra 0.2 (kvikksølv) til 5.6 (kobber, Tabell 9). Både kvikksølv og kadmium har en fortynningsgrad under 1 (Tabell 9). Dette fordi den beregnede gjennomsnittsverdien av analyseresultatene fra samtlige smeltevannsprøver tilsvarer god tilstand (tilstandsklasse II). Følgelig foreligger det ikke et fortynningsbehov for å oppnå akseptabel tilstand for kvikksølv og kadmium.

For PAH'er som er detektert i brøytesnøen fra Kongsberg er benzo(a)pyren den forbindelsen som medfører høyest krav til fortynning for at smeltevannet skal tilsvare akseptabel tilstand (133.8 ganger, Tabell 9). Konsentrasjonen av dibenso(ah)antracen medfører også et krav om fortynning over ti ganger for å tilsvare akseptabel tilstand (Tabell 9). Øvrige PAH-forbindelser (som er detektert i brøytesnøen fra Kongsberg) må fortynnes under ti ganger for å tilsvare akseptabel tilstand (Tabell 9).

**Tabell 9. Gjennomsnittsverdier av metaller og PAH-komponenter (der konsentrasjoner over tilstandsklasse II er detektert) på alle stasjonene samlet og beregnet fortykning for å oppnå god tilstand iht. M-608/2016.**

Parameter	Enhet	Gjennomsnitt		Fortynning for å oppnå god tilstand
		alle stasjoner	PNEC-verdi	
<b>Metaller</b>				
As (Arsen)	µg/l	2.04	0.50	4.1
Cd (Kadmium)	µg/l	0.06	0.09	0.7
Cr (Krom)	µg/l	15.9	3.4	4.7
Cu (Kopper)	µg/l	44.0	7.8	5.6
Hg (Kvikksølv)	µg/l	0.01	0.047	0.2
Ni (Nikkel)	µg/l	9.74	4.00	2.4
Pb (Bly)	µg/l	7.30	1.20	6.1
Zn (Sink)	µg/l	104.8	11.0	9.5
<b>PAH</b>				
Fluoranten	µg/l	0.059	0.0063	9.4
Pyren	µg/l	0.114	0.023	4.9
Benso(a)antracen	µg/l	0.012	0.012	1.0
Krysen	µg/l	0.044	0.07	0.6
Benso(b)fluoranten	µg/l	0.048	0.017	2.8
Benso(k)fluoranten	µg/l	0.011	0.017	0.6
Benso(a)pyren	µg/l	0.023	0.00017	133.8
Dibenso(ah)antracen	µg/l	0.012	0.00061	20.1
Benso(ghi)perylen	µg/l	0.052	0.0082	6.3
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0.019	0.0027	7.0



## 4. DISKUSJON

Brøytesnøen som er undersøkt i Kongsberg kommune vinteren 2019 ble prøvetatt og analysert for miljøgifter og andre potensielt miljøskadelige stoffer. Forurensningsinnholdet i brøytesnøen er diskutert i kapitlene nedenfor og det er foretatt en overordnet vurdering av deponeringsløsningen for tilsvarende brøytesnø.

### 4.1 Forurensning i snø

I dette kapitlet diskuterer vi i særlig grad de funnene som kan indikere potensielt miljøskadelige verdier av forskjellige stoffer i brøytesnø, og potensielle effekter på miljøet ved deponering av tilsvarende brøytesnø.

#### 4.1.1 Miljøgifter

Forhøyet innhold av oljeforbindelser, PAH'er og metaller er vanlig i brøytesnø (NIVA, 2016) på grunn av bl.a. utslipp fra kjøretøy og slitasje på asfaltdekke og bildekk. De observerte verdiene av forurensning i smeltevann fra brøytesnø tilsvarer konsentrasjonene observert i tidligere undersøkelser av brøytesnø fra kommunale veier gjennomført av Rambøll (Rambøll, 2018a), (Rambøll, 2010), (Rambøll, 2013) og (Rambøll, 2009).

Det ble imidlertid ikke registrert forurensning i partiklene (>1.4 mm) som tilsier noen risiko for negative effekter på miljøet. Den samme trenden er tidligere observert i undersøkelser av brøytesnø fra bl.a. Bærum kommune (Rambøll, 2010) (Rambøll, 2018a) og (Rambøll, 2018b). Det var imidlertid lite partikler >1.4 mm i brøytesnøen fra Kongsberg, og alle de planlagte analysene kunne følgelig ikke gjennomføres.

I Miljødirektoratets tilstandsklassifiseringssystem tilsvarer grensen mellom tilstandsklasse II og tilstandsklasse III skillet mellom konsentrasjoner som ikke vil medføre effekter, og konsentrasjoner som vil medføre effekter på økosystemet over tid, også kalt PNEC (predicted no effect concentration, (Miljødirektoratet, 2016)). PNEC anses som skillet mellom akseptabel og ikke akseptabel tilstand. Sammenlignet med tilstandsklassegrenser for ferskvann er det registrert flere overskridelser av akseptabel tilstandsklassegrense for metaller og PAH'er. For å oppnå god tilstand (konsentrasjon under PNEC) for alle tungmetaller og PAH-forbindelser i ferskvann må smeltevannet fortynnes ca. 134 ganger. Ved etablering av et deponi for brøytesnøen fra Kongsberg ved Gomsrud avfallsdeponi bør dette inngå i vurderingen. Vi har også vurdert dette i noe mer detalj under kapittel 4.2 nedenfor.

Vanadium, som ikke inngår i det norske tilstandsklassifiseringssystemet, har vi sammenlignet med Canadiske myndigheters grenseverdier for ferskvann på 120 µg/l (Environment Canada, 2016). Vanadiumkonsentrasjonen i brøytesnøen som ble undersøkt i dette prosjektet var vesentlig lavere (under 34 µg/l på alle stasjoner) enn den Canadiske grenseverdien. Følgelig er ikke konsentrasjonen av vanadium i brøytesnøen vurdert å medføre nevneverdig miljørisiko ved deponering.

Det er registrert forhøyet nivå av oljeforbindelser (herunder alifatiske hydrokarboner) i smeltevannet på en del av stasjonene. Snøsmelteanlegget i Oslo har til sammenligning et utslippskrav til sjø på 500 µg/l av olje i vann (oljeforbindelser med 10 – 40 karbonatomer, se (Fylkesmannen i Oslo og Akershus, 2015)). Kun på én av fire stasjoner ble det registrert konsentrasjoner av oljeforbindelser som var høyere enn dette utslippskravet. Den høyeste registrerte konsentrasjonen av total hydrokarboner var litt under to ganger høyere enn det

aktuelle utslippskravet og gjennomsnittlig innhold av total hydrokarboner i brøytesnøen var under dette utslippskravet.

PNEC (Predicted no effect concentration) for olje i sjøvann er tidligere funnet å tilsvare 1000 µg/l for effekter på fisk (referanse til (Aquateam, 2007) i (Norconsult, 2012)) og 90 µg/l for effekter på plankton/vannlevende larver (Hjermann, et al., 2007). Tidligere har det blitt benyttet samme PNEC for olje i ferskvann som for olje i sjøvann (1000 µg/l, (COWI, 2014)). Konsentrasjoner av olje (total og/eller alifatiske hydrokarboner) i smeltevannet fra brøytesnø overskrider PNEC-verdien for effekter på plankton på alle stasjoner, men det er ikke funnet verdier som overskrider PNEC-verdien for effekter på fisk. Den høyeste registrerte verdien av total hydrokarboner (897 µg/l på *KongSnø3*) må fortynnes ca. ti ganger for å være under den laveste PNEC-verdien (effekter på plankton). Ved etablering av et snødeponi på Gomsrud bør dette inngå i vurderingen. Vi har også vurdert dette i noe mer detalj under kapittel 4.2 nedenfor.

PCB og BTEX-forbindelser ble ikke detektert i brøytesnøen fra Kongsberg. Følgelig er ikke konsentrasjonen av PCB og BTEX-forbindelser vurdert å medføre nevneverdig miljørisiko ved deponering.

Resultatene fra undersøkelsen av den deponerte snøen tyder på at det foreligger en forurensningsrisiko for enkelte parametere knyttet til smeltevannet, og for eksempel avrenning til nærliggende resipient dersom et snødeponi etableres i umiddelbar nærhet av en resipient. Det er imidlertid lite som tilsier at partikler vil medføre en nevneverdig miljørisiko ved deponering, utover en eventuell substratendring dersom partiklene ikke blir fjernet etter den deponerte snøen har smeltet.

#### **4.1.2 Veisalt**

Veisalt i snø er ofte ansett som det største miljøproblemet knyttet til påvirkning av brøytesnø på vannmiljøet i resipienter (NIVA, 2016).

Resultatene i den inneværende undersøkelsen viste noe forhøyede verdier for klorid på alle stasjoner, i øvre sjiktet av kloridkonsentrasjoner registrert i veinære ferskvann i Buskerud (Statens vegvesen, 2016). Maksimal kloridkonsentrasjon i smeltevannet var 86.5 mg/l som er vesentlig lavere enn grenseverdien for god tilstand for klorid i grunnvann som er 200 mg/l (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018). Konsentrasjonen av klorid på to av fire stasjoner var imidlertid høyere eller lik kloridkonsentrasjoner som er funnet å påvirke algesamfunn i norske innsjøer (23-30 mg/l), mens kloridkonsentrasjonen på de siste to stasjonene var lavere (NIVA, 2016).

Kloridkonsentrasjonen i Numedalslågen ble undersøkt på to stasjoner like opp- og nedstrøms Gomsrud avfallsdeponi i perioden februar – desember 2015. Kloridkonsentrasjonene varierte da mellom 0.83 – 1.3 mg/l (Vannmiljø, 2019), noe som er betraktelig lavere enn kloridkonsentrasjonene registrert i brøytesnøen i Kongsberg.

Ledningsevnen i smeltevann (7.88 mS/m – 31.3 mS/m) fra snø indikerte også en viss påvirkning av saltioner, og var en god del høyere enn tidligere registrert ledningsevne i Numedalslågen ved Gomsrud avfallsdeponi (Vannmiljø, 2019). Ledningsevnen i Numedalslågen (ved Gomsrud avfallsdeponi) varierte i 2015 fra 0.5 – 2 mS/m på stasjonen nærmest Gomsrud avfallsdeponi (Vannmiljø, 2019).

Basert på resultatene fra denne undersøkelsen vurderer vi at deponering av tilsvarende brøytesnø fra Kongsberg kommune kan medføre en økt tilførsel av klorid og økt ledningsevne dersom det deponeres direkte i vannet eller smeltevannet ledes ufiltrert ut i resipienten. Numedalslågen er imidlertid en stor resipient med et høyt fortynningspotensial.

#### **4.1.3 Organisk materiale**

Innholdet av organisk materiale (TOC) var forhøyet i smeltevannet fra brøytesnøen, og tilsvarte moderat til svært dårlig tilstand. Konsentrasjonene var imidlertid lavere enn de konsentrasjonene som er registrert i Numedalslågen på to stasjoner opp- og nedstrøms Gomsrud avfallsdeponi ila. 2015 (Vannmiljø, 2019). Resultatene fra undersøkelsen viser at konsentrasjonen av organisk materiale i brøytesnø fra Kongsberg kan medføre en ekstra belastning på resipienten dersom det deponeres i resipienten eller hvis smeltevannet ledes direkte til resipienten.

#### **4.1.4 Øvrige faktorer**

De registrerte pH-verdiene i smeltevannet tilsvarte svært god tilstand på alle stasjoner. Høyere pH kan indikere basiske påvirkning fra organiske avingskjemikalier (Statens vegvesen, 2008), men det ble ikke registrert i denne undersøkelsen. pH-verdien i partiklene varierte fra 6.7 – 7.2, som også tilsvarer svært god tilstand sammenlignet med grenseverdier for ferskvann. Følgelig er det lite sannsynlig at pH i brøytesnø, tilsvarende det vi har undersøkt i dette prosjektet, vil medføre noen negativ effekt på miljøet.

Innholdet av suspendert stoff (partikler <1.4 mm) var høyt i smeltevannet, og vil kunne påvirke en resipient negativt dersom smeltevannet renner direkte ut i en resipient. Dersom smeltevannet drenerer gjennom jordsmonn før det renner ut i en resipient, er det imidlertid lite sannsynlig at suspendert stoff i smeltevannet vil medføre noen ytterligere påvirkning på resipienten. Derfor er det lite sannsynlig at dette vil påvirke vannet i en eventuell resipient med mindre brøytesnøen deponeres i eller umiddelbart inntil en bekk, elv eller sjø.

Grunnet at kommersielle laboratorier ikke kan gjøre analyse av mikroplast på prøver av brøytesnø ble ikke dette gjort i denne undersøkelsen. Ved visuell observasjon av snøhauger og prøver ble det imidlertid ikke observert store mengder søppel og plast.

## **4.2 Fremtidig deponering**

Forurensningsnivåene i smeltevann fra brøytesnøen indikerer at nivåene av enkelte tungmetaller, PAH-forbindelser, olje og salt (klorid) kan medføre en miljørisiko for resipienter dersom det deponeres i eller i direkte kontakt med en resipient. Følgelig frarådes det å etablere deponeringsløsninger der smeltevannet fra den deponerte snøen vil renne direkte ut i en resipient. Dette er heller ikke hensikten ved Gomsrud avfallsdeponi, der Kongsberg kommune ønsker å etablere et snødeponi.

Dersom brøytesnøen deponeres slik at smeltevann ikke renner direkte ut i (Numedalslågen) vil smeltevannet fra brøytesnøen kunne dreneres og absorberes gjennom grunnen før det når grunnvannet eller en eventuell resipient. Smeltevannet vil da bli naturlig filtrert og fortynnet før det når resipienten. Forurensning (og suspendert stoff) i smeltevannet kan da også bli bundet opp av jordsmonnet, slik at eventuell tilførsel til en eventuell resipient blir fordelt utover en lengre tidsperiode. Infiltrasjon i grunnen vil da i seg selv være å anse som egnet rensemetode (se Tabell 10 fra (Reinosdotter, 2007) nedenfor). Plasseringen av det planlagte snødeponiet ved Gomsrud avfallsdeponi vil være i henhold til denne beskrivelsen, selv om det i luftlinje ligger relativt nært

Numedalslågen. Det er foreligger imidlertid en risiko for at grunnen (jordsmonnet) over tid kan akkumulere en del stoffer som potensielt kan påvirke områdets etterbruk, gjennom å overskride spesifikke krav for miljøtilstand iht. (Miljødirektoratet, 2009).

Basert på det ovennevnte mener vi det planlagte område ved Gomsrud avfallsdeponi vil være egnet for deponering av brøytesnø fra de kommunale veiene i Kongsberg kommune. Det vil imidlertid være viktig å gjennomføre årlig overvåkning av et slikt deponi under smeltefasen, herunder overvåkning av forurensning i snø og i resipient. Videre anbefales det at det gjennomføres årlig rydding av området etter at den deponerte brøytesnøen har smeltet, slik at søppel, grus og andre partikler blir håndtert på en forsvarlig måte. Det anbefales også at grunnvannsnivå og jordbunnsforhold (grunnforhold) på et eventuelt deponiområde undersøkes før et slikt deponiområde etableres, samt at det etableres et prøvetakingsprogram for grunn/jordundersøkelser i etterkant av deponering for å oversikt over eventuell forurensningspåvirkning på grunnen/jorden i deponiområdet.

**Tabell 10. Renseforslag til brøytesnø fra veier med ulik trafikkbelastning. Hentet fra (Reinosdotter, 2007).**

ÅDT	< 5000	5 000 - 10 000	10 000 - 20 000	> 20 000
Anbefalinger	Ingen behandling. Kan smelte på grunn i lokalt deponi, og visse tilfeller i overflatevann.	Snø bør deponeres på lokale og sentrale landbaserte deponier.	Snø bør deponeres på et sentralt landbasert snødeponi. Smeltevann bør ikke ledes direkte til en resipient.	Snøen bør fjernes fra gatene og deponeres på sentralt landbasert deponi, hvor man har muligheter for behandling av snøen og kontroll på avløpsvann.
Kommentarer	Gjelder for boligområder og sentrumsområder.	Gjelder for boligområder og sentrumsområder.	Hvis infiltrasjon i grunnen benyttes, må man ha kunnskap om grunnvannsnivå og jordbunnsforhold.	Resipientens sårbarhet i forhold til mulig behandling av avløpsvannet må vurderes.

## 5. KONKLUSJON

Smeltevann av brøytesnø fra Kongsberg kommune er forurenset av enkelte tungmetaller, PAH-forbindelser og oljeforbindelser over gjeldene grenseverdier for god tilstand i ferskvann. I tillegg inneholder smeltevannet fra snøen svært høye konsentrasjoner av suspendert stoff (partikler <1.4 mm), i forhold til etablerte grenseverdier for ferskvann, forhøyede kloridkonsentrasjoner, en del organisk materiale, og noe småstein og grus som kan akkumuleres og medføre en substratendring i et eventuelt deponiområde. Resultatene fra denne undersøkelsen viser imidlertid at partiklene >1.4 mm i brøytesnøen er å anse som rene. Mest sannsynlig inneholder brøytesnøen også noe avfall, som søppel, plast og mikroplast.

På bakgrunn av denne undersøkelsen, og øvrig kunnskap om snødumping i og ved vann, anbefaler Rambøll at brøytesnøen fra Kongsberg kommune deponeres på land uten direkte avrenning til en resipient, slik som i området ved Gomsrud avfallsdeponi. Smeltevannet vil da bli filtrert, bundet opp i jorden og/eller fortynnet før det når Numedalslågen, som er resipienten ved Gomsrud avfallsdeponi. Grunnvannsnivå og jordbunnsforhold (grunnforhold) på et eventuelt deponiområde bør imidlertid undersøkes før et slikt deponiområde etableres. Det vil også være viktig å utarbeide et overvåkningsprogram for å undersøke potensielle effekter på nærmeste resipient og grunnen (jord) i deponiet etter at den deponerte snøen har smeltet. Rambøll anbefaler også at det gjennomføres en årlig rydding av området etter at den deponerte brøytesnøen har smeltet.

## 6. REFERANSER



- Aquateam. (2007). *Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn. Rapport nr. 06-039.*
- COWI. (2014). *Kartlegging av miljøgifter i overvannskanaler på Forus Vest (Prosjektnr. A054038).*
- Direktoratsgruppen for vanddirektivet. (2018). *Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.*
- Environment Canada. (2016). *Canadian Environment Protection Act, 1999 - Federal Environmental Quality Guidelines. Vanadium.*
- Fylkesmannen i Oslo og Akershus. (2015). *Oversendelse av ny utslippstillatelse for snøsmelteanlegget ved Søndre Akershuskaia - Oslo kommune.*
- Hjermann, D., Melsom, A., Dingsør, G. E., Durant, J. M., Eikeset, A. M., Røed, L. P., Stenseth, N. C. (2007). Fish and oil in the Lofoten-Barents Sea system: synoptic review of the effect of oil spills on fish populations. *Marine Ecology Progress Series. Vol. 339: 283-299.*
- Lovdata. (2019, April). Hentet fra [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446#KAPITTEL\\_2](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446#KAPITTEL_2)
- Miljødirektoratet. (2009). *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA-2553/2009).*
- Miljødirektoratet. (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (M-608/2016).*
- Miljødirektoratet. (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (M-608/2016).*
- NIVA. (2016). *Et litteraturstudium over forurenset snø fra bynære områder: stoffer, kilder, effekter og håndtering. Rapportnr. 6968-2016.*
- Norconsult. (2012). *Miljøriskovurdering av utslipp, Rv. 12 Ryfast. Entreprise E02 Solbakk og E03 Hundvåg nord. Dokumentnr. SHA/YM-016.*
- Rambøll. (2009). *Snødeponering i Bærum - vurdering av miljøgifter.*
- Rambøll. (2010). *Snødeponering i Bærum - vurdering av miljøgifter.*
- Rambøll. (2013). *Snødeponering i Bærum kommune - vurdering av forurensningsinnhold i veisnø.*
- Rambøll. (2018a). *Snødumping ved Rigmorbyrgga i Sandvika - vurdering av forurensningsfare.*
- Rambøll. (2018b). *Øvre Bjerke Gård, Lommedalen, Bærum kommune - Miljøriskovurdering av snødeponi.*
- Reinosdotter, K. (2007). *Sustainable snow handling.* Luleå University of Technology.
- SFT. (1997). *Veiledning 07:04 - Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.*
- Smit, M. G., Holthaus, K. I., Tamis, J. E., & Karman, C. C. (2005). *From PEC\_PNEC ratio to quantitative risk level using species sensitivity distribution. ERMS report no. 10. B&O-DH-R2005/181.*
- Statens vegvesen. (2008). *Salt SMART – Miljøkonsekvenser ved salting av veier – en litteraturgjennomgang. Teknologirapportnr. 2535.*
- Statens vegvesen. (2016). *Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge – vannkjemiske undersøkelser – 2015/2016. Statens vegvesen rapporter Nr. 344.*
- Vannmiljø. (2019, April). Hentet fra <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>

## 7. VEDLEGG



### Vedlegg 1. Beskrivelse av forskjellige miljøgiftgrupper



<b>Tungmetaller</b>
Tungmetaller er metaller som har større spesifikk tetthet enn 5 g/cm <sup>3</sup> . En rekke grunnstoffer hører til denne gruppen, men i miljøsammenheng nevnes vanligvis arsen (As) (selv om arsen strengt tatt er et metalloid), bly (Pb), kadmium (Cd), kobolt (Co), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), tinn (Sn), vanadium (V) og sink (Zn). Arsen regnes som regel med til tungmetallene på grunn av sin tetthet på 5,73 g/cm <sup>3</sup> til tross for at det egentlig er et halvmetall. En del av disse tungmetallene, som krom (Cr), kobber (Cu) og sink (Zn) inngår i nødvendige biokjemiske prosesser i mange organismer, men kun i små mengder. Ved høye konsentrasjoner kan også disse metallene være skadelige. Andre metaller som kadmium (Cd), bly (Pb) og kvikksølv (Hg) er ikke kjent å ha noen biologisk funksjon i levende organismer, og kan være giftig selv i små konsentrasjoner.
<b>PCB (Polyklorerte bifenyler)</b>
På grunn av svært høy kjemisk, termisk, og biologisk stabilitet er PCB brukt i stort omfang blant annet i elektrisk utstyr og bygningsmaterialer som mørteltilsetning, i isolerglasslim, fugemasse og maling. Ny bruk av PCB ble forbudt i 1980 og stoffet er oppført på myndighetenes prioritetsliste over miljøgifter. Forbindelsene er tungt nedbrytbare og fettløselige, noe som fører til oppkonsentrering i næringskjeden. Eksponering kan påvirke blant annet nervesystemet, immunforsvaret, og skade forplantningsevnen til organismer.
<b>PAH (Polyaromatiske hydrokarboner)</b>
PAH-forbindelser er et biprodukt av ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Aluminium-industrien, vedfyring og veitrafikk er de største kildene til utslipp av PAH. Kreosotimpregnert trevirke er også en viktig kilde. Skadeligheten av forbindelsene varierer. Benzo(a)pyren antas å være en av de mest skadelige og er klassifisert som kreftfremkallende, arvestoffskadelig og reproduksjonsskadelig. I dag er det i Norge strenge begrensninger for bruk av kreosotimpregnert materiale. Det er også innført begrensninger som gir redusert innhold av PAH i bildekk (forbud innført i 2010).
<b>BTEX (Monosykliske aromater)</b>
BTEX er en forkortelse for forbindelsene benzen, toluen, etylbenzen og xylen, som alle er eksempler på flyktige, monosykliske aromatiske forbindelser. Forbindelsene finnes i petroleums-produkter som bensin og diesel. De toksiske egenskapene til benzen fører til skader på beinmargen hos mennesker og dyr. Dette kan føre til unormaliteter i blodcelleproduksjonen og i verste fall føre til utvikling av blodkreft (leukemi).
<b>Total hydrokarboner (THC)</b>
Total hydrokarboner (THC) angir totalnivå av hydrokarboner (uten ringstruktur) fra ulike kilder (også delvis nedbrutte hydrokarboner). THC er ikke "spesifikt" og inneholder hydrokarboner fra hele "hydrokarbonspekteret", også alifatiske hydrokarboner (se nedenfor). Disse hydrokarbonene kan komme fra olje og gass (bl.a. alifatiske hydrokarboner), men også fra planter og trær. Konsentrasjonen av THC er derfor alltid høyere enn alifatiske hydrokarboner.
<b>Alifatiske hydrokarboner</b>
Alifatiske hydrokarboner er petroleumsforbindelser uten ringstruktur, men mettede eller umettede eller forgrenede hydrokarbonkjeder. Eksempler på petroleumsprodukter som hovedsakelig er alifatiske er bensin, parafin, tennvæske, smøreolje, mineralolje, parafinoks, lampeolje, diesel og fyringsolje. Sammenlignet med THC, så inneholder ikke alifatiske hydrokarboner hele hydrokarbonspekteret, men er spesifikk for mineralolje. Alifatiske hydrokarboner kan forårsake skader ved innånding, ved svelging eller hudkontakt, samt forårsake skader i luft og akvatiske miljø. Alifatiske hydrokarboner kommer lett over i luftveiene ved svelging og kan bl.a. medføre luftveisproblemer.




Vedlegg 2. Feltlogg – snøprøvetaking i Kongsberg 19.3.2019



	Datoen	Beskrivelse
KONGSNØ1-1	19 mars 2019	<p>Prøven av brøytet snø ble tatt i Kongsberg Teknologipark på Arsenalen fra sjakt på snøhaug mellom 0-60 cm. Prøven ble tatt som en blandprøve av hele dybdeintervallet på sjakten. Prøven besto av snø og is med innhold av grus og partikler. Stedvis rust ble observert, som stammer antageligvis fra lastebiler som transporterer snø. Kart og koordinater er summert avslutningsvis.</p>
 <div data-bbox="562 762 837 852" style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>KONGSNØ1-1: 0-60cm</p> </div>	 <p>Oversikt av prøvetatt området fra toppen av snøhaug. Omtrent plassering av KONGSNØ1-1 er markert med rød pil. Størrelse til hele arealet med brøytet snø er omtrent 12.000m<sup>2</sup>.</p>	







Stasjon/sted	Datoen	Beskrivelse
KONGSNØ1-2	19 mars 2019	<p>Prøven av brøytet snø ble tatt i Kongsberg Teknologi park på Arsenalen fra sjakt på snøhaug mellom 0-70 cm. Prøven ble tatt som en blandprøve av hele dybdeintervallet på sjakten. Prøven besto av snø og is med innhold av grus og partikler. Kart og koordinater er summert avslutningsvis.</p>
	 <p>Oversikt av prøvetatt området og arealet med brøytet snø. Omtrent plassering av KONGSNØ1-2 er markert på bilde med rød pil.</p>	

Stasjon/sted	Datoen	Beskrivelse
KONGSNØ2-1	19 mars 2019	<p>Prøven av brøytet snø ble tatt fra sjakt på mellom 0-65 cm i snøhaug ved Kirketorget på Kongsberg. Prøven besto av snø og is med lite innhold av grus og partikler. Kart og koordinater er summert avslutningsvis.</p>
		



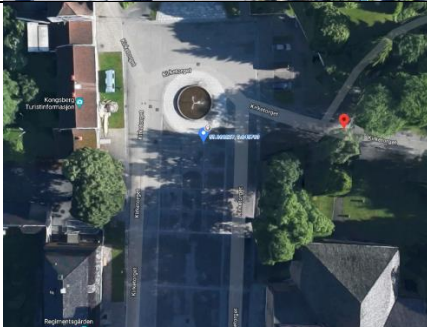
Stasjon/sted	Datoen	Beskrivelse
KONGSNØ2-1	19 mars 2019	<p>Prøven av brøytet snø ble tatt fra sjakt på mellom 0-60 cm i snøhaug ved Kirketorget på Kongsberg. Prøven besto av snø og is med lite innhold av grus og partikler. Det var noe mer knust grus i overflaten enn i dypere lag. Kart og koordinater er summert avslutningsvis.</p>
		 

Stasjon/sted	Datoen	Beskrivelse
KONGSNØ3-1	19 mars	Prøven av brøytet snø ble tatt fra sjakt på mellom 0-60 cm i snøhaug ved kryssing Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken gate i Kongsberg sentrum. Prøven besto av snø og is med noe innhold av grus og partikler. Det var mye mer grus på overflaten enn i dypereliggende lag. Kart og koordinater er summert avslutningsvis.
		

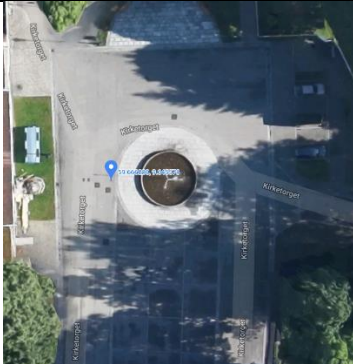

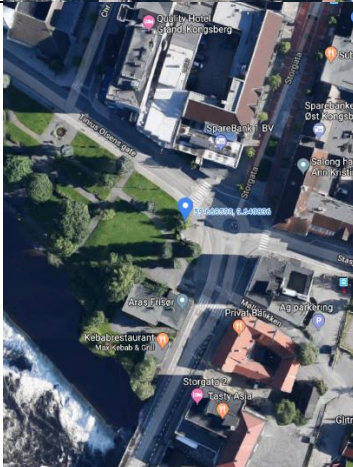
Stasjon/sted	Datoen	Beskrivelse
KONGSNØ3-2	19 mars 2019	Prøven av brøytet snø ble tatt fra sjakt på mellom 0-60 cm i snøhaug ved kryssing Tinius Olsens gate og Stasjonsbakken gate i Kongsberg sentrum. Prøven besto av snø og is med noe innhold av grus og partikler. Det var mindre grus på overflaten på denne side av snøhaug enn på den andre ved KONGSNØ3-1. Kart og koordinater er summert avslutningsvis.
 A close-up photograph of a snow sample. A yellow ruler is placed vertically next to the snow, showing a scale from 0 to 84 cm. The snow is white and appears to be a mix of snow and ice, with some brownish particles visible.		  Two photographs showing the snow pile. The left photo shows a large pile of snow with a building in the background. The right photo shows a person in a high-visibility yellow jacket using a shovel to work with the snow.

Stasjon/sted	Datoen	Beskrivelse
KONGSNØ4-1	19 mars 2019	<p>Prøven av brøytet snø ble tatt fra sjakt på mellom 0-80 cm i snøhaug ved Kongsberg knutepunkt i Kongensgate på sentrum. Prøven besto av snø, is, grus og partikler. Kart og koordinater er summert avslutningsvis.</p>
 <p>The image is a composite of three photographs. On the left is a close-up of a snow pile with a yellow measuring tape placed vertically through it, showing a depth of approximately 80 cm. On the right is a larger photograph of a snow pile in an urban setting, with a multi-story brick building in the background and a street lamp. An inset photograph in the bottom left of the right-hand image shows a person in a high-visibility yellow jacket using a tool to sample the snow from the pile.</p>		

Stasjon/sted	Datoen	Beskrivelse
KONGSNØ4-2	19 mars 2019	<p>Prøven av brøytet snø ble tatt fra sjakt på mellom 0-60 cm i snøhaug ved Kongsberg knutepunkt i Kongensgate på sentrum. Prøven besto av snø, grus og partikler, i overflaten også i dypere lag. Kart og koordinater er summert avslutningsvis.</p>
		

Stasjonsnavn	Koordinater	Kart
KONGSNØ1-1	59°37'45.8"N 9°38'23.9"E	
KONGSNØ1-2	59°37'44.4"N 9°38'23.0"E	
KONGSNØ2-1	59°39'58.6"N 9°38'44.7"E	



<p>KONGSNØ2-2</p>	<p>59°39'58.6"N 9°38'44.3"E</p>		
<p>KONGSNØ3-1</p>	<p>59°40'06.8"N 9°38'60.0"E</p>		
<p>KONGSNØ3-2</p>	<p>59°40'06.9"N 9°38'59.8"E</p>		



## Vedlegg 3. Rådata – analyse av smeltevann fra prøver av brøytesnø i Kongsberg

ELEMENT	SAMPLE	KongSnø 1-1 Overvann (snø)	KongSnø 1-2 Overvann (snø)	KongSnø 2-1 Overvann (snø)	KongSnø 2-2 Overvann (snø)	KongSnø 3-1 Overvann (snø)	KongSnø 3-2 Overvann (snø)	KongSnø 4-1 Overvann (snø)	KongSnø 4-2 Overvann (snø)
NPB med hydrokarboner i vann ECO	-	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
As (Arsen)	µg/l	1.34	2.1	2.93	1.95	1.21	3.11	2.07	1.6
Cd (Kadmium)	µg/l	0.123	0.0991	0.124	<0.05	<0.05	0.064	<0.05	<0.05
Cr (Krom)	µg/l	8.49	14	15.8	4.45	18.9	27.1	24	14.8
Cu (Kopper)	µg/l	43.1	50	54.8	11.5	48.9	55.7	50.4	37.9
Hg (Kvikksølv)	µg/l	<0.02	<0.02	0.0275	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Ni (Nikkel)	µg/l	8.15	12.2	6.1	3.68	9.93	16.6	11.4	9.88
Pb (Bly)	µg/l	5.95	5.54	18.5	1.97	7.34	9.62	5.9	3.56
Zn (Sink)	µg/l	66.5	119	101	43.8	145	172	114	77.3
PCB 28	µg/l	<0.00330	<0.00330	<0.00220	<0.00110	<0.00550	<0.00550	<0.00330	<0.00220
PCB 52	µg/l	<0.00330	<0.00330	<0.00220	<0.00110	<0.00550	<0.00550	<0.00330	<0.00220
PCB 101	µg/l	<0.00225	<0.00225	<0.00150	<0.000750	<0.00375	<0.00375	<0.00225	<0.00150
PCB 118	µg/l	<0.00330	<0.00330	<0.00220	<0.00110	<0.00550	<0.00550	<0.00330	<0.00220
PCB 138	µg/l	<0.00360	<0.00360	<0.00240	<0.00120	<0.00600	<0.00600	<0.00360	<0.00240
PCB 153	µg/l	<0.00330	<0.00330	<0.00220	<0.00110	<0.00550	<0.00550	<0.00330	<0.00220
PCB 180	µg/l	<0.00285	<0.00285	<0.00190	<0.000950	<0.00475	<0.00475	<0.00285	<0.00190
Sum PCB-7	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Naftalen	µg/l	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030
Acenafylen	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.012	<0.010	<0.010
Acenafthen	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.020	<0.010	<0.010
Fluoren	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.020	<0.060	<0.010	<0.010
Fenantren	µg/l	0.046	0.045	0.048	0.048	<0.360	0.253	0.105	0.058
Antracen	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.032	<0.010	<0.010
Fluoranten	µg/l	0.038	0.038	0.03	0.035	<0.170	<0.170	0.099	0.064
Pyren	µg/l	0.046	0.059	0.042	0.047	<0.320	0.357	0.132	0.067
Benso(a)antracen^	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.040	0.034	0.014	<0.010
Krysen^	µg/l	0.019	0.026	0.02	0.015	<0.130	0.135	0.048	0.021
Benso(b)fluoranten^	µg/l	0.028	0.037	0.017	0.019	<0.110	0.13	0.065	0.033
Benso(k)fluoranten^	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.050	0.024	0.012	<0.010
Benso(a)pyren^	µg/l	0.012	0.014	<0.010	<0.010	<0.080	0.066	0.027	0.013
Dibenso(ah)antracen^	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.040	0.036	0.017	<0.010
Benso(ghi)perylene	µg/l	0.025	0.032	0.017	0.019	<0.160	0.139	0.073	0.03
Indeno(123cd)pyren^	µg/l	0.014	0.012	<0.010	<0.010	<0.050	0.051	0.026	0.013
Sum PAH-16	µg/l	0.23	0.26	0.17	0.18	n.d.	1.3	0.63	0.3
Benzen	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Toluen	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Etylbensen	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
o-Xylen	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
m/p-Xylener	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Sum BTEX	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fraksjon >C5-C6	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C6-C8	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C8-C10	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C10-C12	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C12-C16	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	5.9	25.7	<5.0	<5.0
Fraksjon >C16-C35	µg/l	36.3	<30.0	<30.0	434	802	992	<30.0	<30.0
Sum >C5-C35	µg/l	36.3	n.d.	n.d.	434	808	1020	n.d.	n.d.
V (Vanadium)	µg/l	22.4	38.6	13.4	8.64	32.4	35.4	29.1	35.5
Homogenisering		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Alifater >C5-C8	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Alifater >C8-C10	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Alifater >C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Alifater >C12-C16	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	20	<10	<10
Alifater >C16-C35	µg/l	287	146	88	331	634	934	328	232
Klorid (Cl-)	mg/l	13	160	30	28	9	28	31	6
Suspendert stoff	mg/l	340	220	92	73	420	320	440	360
Analysedato (SS)	Dato	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321
Temperatur vpH-måling	°C	19	19	19	19	20	20	19	19
pH		7	6.9	6.7	6.8	7.5	7.6	8.1	7.3
Analysedato (pH)	Dato	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m	4.87	57.6	10.7	10.3	4.66	11.1	13.1	3.17
Analysedato (Ledningsevne)	Dato	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321	20190321
TOC	mg/l	5.9	8.2	5.2	4.3	29	22	13	5.9

## Vedlegg 4. Rådata – analyse av partikler fra prøver av brøytensnø i Kongsberg

Parameter	Enhet	KongSnø 1-1 + KongSnø 1-2 Slam (blandprøve)	KongSnø 3-1 + KongSnø 3-2 Slam (blandprøve)	KongSnø 4-1 + KongSnø 4-2 Slam (blandprøve)
As (Arsen)	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10
Cr (Krom)	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0
Cu (Kopper)	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0
Pb (Bly)	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0
Zn (Sink)	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0
PCB 28	mg/kg TS	<0.0050	<0.015	<0.0030
PCB 52	mg/kg TS	<0.0050	<0.015	<0.0030
PCB 101	mg/kg TS	<0.0050	<0.015	<0.0030
PCB 118	mg/kg TS	<0.0050	<0.015	<0.0030
PCB 138	mg/kg TS	<0.0050	<0.015	<0.0030
PCB 153	mg/kg TS	<0.0050	<0.015	<0.0030
PCB 180	mg/kg TS	<0.0050	<0.015	<0.0030
Sum PCB-7	mg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.
Naftalen	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Acenaflyen	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Acenaften	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Fluoren	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Fenantren	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Antracen	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Fluoranten	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Pyren	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Benso(a)antracen^	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Krysen^	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Benso(b)fluoranten^	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Benso(k)fluoranten^	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Benso(a)pyren^	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Dibenso(ah)antracen^	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Indeno(123cd)pyren^	mg/kg TS	<0.050	<0.050	<0.050
Sum PAH-16	mg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.
Sum BTEX	mg/kg TS	n.a.	n.a.	n.a.
Fraksjon C5-C6	mg/kg TS	n.a.	n.a.	n.a.
Fraksjon >C6-C8	mg/kg TS	n.a.	n.a.	n.a.
Fraksjon >C8-C10	mg/kg TS	n.a.	n.a.	n.a.
Fraksjon >C10-C12	mg/kg TS	<20.0	<50.0	<20.0
Sum >C12-C35	mg/kg TS	<70.0	<175	<70.0
V (Vanadium)	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0
TOC	% TS	n.a.	n.a.	n.a.
pH		6.7	7.2	7
Innveid mengde	g	130	85	166
Analyses that are not ready yet are shown as "*****".				
Analyses that are not measured are shown as " ".				