

## Rensing av forurenset bysnø – snøsmelteanlegget i Oslo

*Av Guro Thue Unsgård*

Guro Thue Unsgård er sivilingeniør i miljø- og gjenvinningsteknikk fra NTNU/Imperial College og arbeider som miljørådgiver i Rambøll Norge AS. Guro innehar rollen som miljøkoordinator for NCCs snøsmelteanlegg.

Artikkelen er basert på innlegg under seminar i Norsk vannforening 12. mars 2015.

### Sammendrag

Oslo mangler tilgang på egnede områder for deponering av snø på land. Ved tidligere benyttet deponi på Åsland, har avrenning av smeltevannet trolig ført til en forringing av kvaliteten på grunnvannet hos naboer nedstrøms deponiet. NCCs snøsmelteanlegg i Oslo tilbyr en løsning på problemet med håndtering av forurenset bysnø. Anlegget har vært i drift i fire vintre, og har avtale med Oslo kommune om å ta imot all snø som ryddes fra byens gater. Snøen transporteres til et smelteanlegg etablert på en lekter ved Akershuskaia. På lekteren smeltes snøen ved bruk av sjøvann og mekanisk nedknusing før det slippes ut i fjorden. I forhold til avrenning av metaller og PAH16 fra tette flater i indre Oslofjord, utgjør utslippet fra snøsmelteanlegget 0,1 til 0,7 %.

### Innledning

Ved Akershuskaia i Oslo har det hver vinter siden 2012 ligget en lekter hvor det totalt er smeltet ca. 309 000 m<sup>3</sup> snø. Smeltevannet er renset for ca. 20 tonn blandet avfall, ca. 880 tonn slam og ca. 1 890 tonn sand og grus før utslipp til Oslofjorden. Lekteren er bygget av NCC Construction, som har avtale med Oslo kommune om å motta all snø

som kjøres bort fra Oslos gater. Snøen som tippes på lekteren smeltes ved å bruke temperaturen i sjøvannet i fjorden. Vann hentes fra ca. 23 meters dyp, og temperaturen av dette sjøvannet sammen med mekanisk nedknusing og omrøring gjør at snøen smelter. Anlegget fjerner partikler fra smeltevannet blant annet ved sedimentasjon og bruk av et roterende mikrofilter. Olje på overflaten av vannet fjernes ved bruk av oljelense.

### Snø

Snø er nedbør i form av gjennomsiktige krystaller av is dannet i atmosfæren rundt små partikler ved temperaturer under frysepunktet. Delte, smeltede krystaller binder seg i lufta til større snøflak [1]. På grunn av snøkrystallenes struktur, vil snø fungere som en scrubber og fange opp luftforurensning på vei mot bakken [2]. Snø på bakken i byer og bynære strøk utsettes deretter for forurensning fra blant annet trafikk og veislitasje. Variasjoner i temperatur kan føre til at snøen blir liggende å smelte og fryse, noe som fører til en oppkonsentrering av forurensning i snøen. Snø i korte perioder med mye snøfall vil være relativt ren.

I Oslo benytter Bymiljøetaten salt, saltløsning og strøsand i varierende mengder gjennom vinterhalvåret. Gjennomsnittlig forbruk av dette de fire sesongene anlegget har vært i drift, har vært ca. 6 300 tonn salt, ca. 1 900 tonn saltløs-

ning og ca. 7 800 tonn strøsand. Snøen inneholder også diverse avfall (plast, papir m.m.) som byens befolkning har slengt fra seg.

Analysen av snøen viser varierende konsentrasjoner av forurensning. I snøsmeltesesong 2013/2014 ble det analysert 6 ukeblandprøver av snø. Prøvene ble tatt ved å smelte ca. 1,2 liter snø fra hvert 5. lastebillass og analysere smeltevannet som en ukeblandprøve. Resultatene er vist i tabell 1. De høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonene er registrert for suspendert stoff (SS), olje (C12-C35), sink, kobber og krom [3].

## Snødeponering på land

Årsaken til at Oslo valgte en løsning med et snøsmelleanlegg, var lengre tids utfordringer med mangel på gode og tilgjengelige løsninger for snødeponering på land. Et deponi krever store arealer, god adkomst og skjermet beliggenhet. Større deponier er lite egnet nær boligområder ettersom det er visuelt skjemmende og i tillegg innebærer en del støy forbundet med drift av deponiet. Støy kommer både fra transport og fra intern håndtering av snø i deponiet. Transport innebærer i tillegg utslipp av klimagasser og luftforurensning. Kortest mulig transportvei er dermed gunstig både i forhold til å redusere belastning på miljøet og håndteringskostnader. Oslo benyttet tidligere et deponi på Åsland, ca.

22 km fra Oslo sentrum. På snørike vintre hadde ikke dette deponiet tilstrekkelig kapasitet til å ta imot snøen fra byen, og nødløsninger ble tatt i bruk. Dette kunne være dumping direkte i havnebassenget, midlertidig snødeponi nær bebyggelse, kjøring til nabokommuner eller snøen kunne bli liggende lengre i gatene før rydding, med de konsekvenser dette hadde for fremkommelighet og trafiksikkerhet. I tillegg var det en utfordring at snødeponering på Åsland medførte påvirkning av grunnvannet, hvor blant annet saltinnholdet i drikkevannsbrønner i nærheten viste en tendens til et økende innhold [4]. Avrenning fra snødeponier kan gi alvorlige miljøeffekter i sårbare resipienter.

## Snødeponering og myndighetskrav

Oslo har ambisjon om å være en av verdens mest miljøvennlige byer. I kommuneplan 2008 – Oslo mot 2025 er det nevnt som mål at “Oslo skal være blant de mest innovative byene i Europa og gi rom for kreativitet og verdiskaping” [5].

Fylkesmannen i Oslo og Akershus lagde i 2009 et skriv hvor håndtering av overskuddssnø fra veier og parkeringsplasser ble adressert [6]. Det ble her lagt opp til at det skulle gjøres en stedsspesifikk risikovurdering for å vurdere om snødeponiet vil føre til nevneverdige skader eller

		Uke 4	Uke 5	Uke 6	Uke 7	Uke 8	Uke 9
As (Arsen)	µg/l	13,6	10,2	8,76	2,78	4,03	4,01
Cd (Kadmium)	µg/l	1,14	1,03	0,863	0,229	0,273	0,544
Cr (Krom)	µg/l	170	145	100	28,9	38,3	56,2
Cu (Kopper)	µg/l	348	576	322	101	95,7	115
Hg (Kvikksølv)	µg/l	0,0876	0,122	0,196	n.d.	0,0433	0,0412
Ni (Nikkel)	µg/l	129	99,7	70	21,3	30,2	43
Pb (Bly)	µg/l	75,5	95,6	89,7	25,3	25,5	45,4
Zn (Sink)	µg/l	1040	1510	1250	362	448	503
Suspendert stoff (SS)	mg/l	2640	2630	1540	648	826	973
Sum PAH-16	µg/l	2,36	5,18	0,696	0,224	0,231	1,83
Fraksjon >C12-C35 (sum)	µg/l	133	81	4070	1100	1990	75

Tabell 1. Konsentrasjoner i ukeblandprøver av smeltevann fra snø inn i anlegget vinteren 2013/2014. Prøvene er fargekodet i hht. Miljødirektoratets veileder TA 2229/2007.

ulemper for miljøet. Ved nevneverdig skade eller ulempe ville det nå bli krav om en tillatelse etter forurensningsloves §11 for å etablere et snødeponi. Skrivet ble senere fulgt opp av Miljødirektoratet (tidligere Klif), som i 2011 delegerte myndighet til fylkesmannen til å fatte vedtak knyttet til forurensning og avfallsproblemer ved dumping av snø i sjø og vassdrag og deponering av snø på land [7].

## Tillatelse og krav

NCC fikk tillatelse til utslipp av smeltevann til Oslos havnebasseng med smelting og rensing av inntil 700 000 m<sup>3</sup> snø per år i 2010 [8]. I første omgang ble det stilt krav til en renseeffekt på 70 % for metaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink), PAH16 og olje (C10-C40) og 75 % for suspendert stoff (SS). Overvåking av anlegget i henhold til kravene i utslippstillatelsen har siden oppstart blitt utført av Hjeltnes Consult AS. Forsøk på beregninger av renseeffekt den første sesongen bød på store utfordringer. Vanskeligheter med å finne et optimalt prøvetakingspunkt for å fange opp mest mulig forurensning i snøen, sammen med store variasjoner i driften, ble nevnt som de viktigste årsakene til dette [9]. Med bakgrunn i disse vanskelighetene ble det gitt innspill om å endre kravet i tillatelsen, fra beregning av renseeffekt til

konsentrasjonskrav for utslippet. Grenseverdiene ble satt strengt, på nivå med god tilstand for metaller (tilstandsklasse 2, TA 2229/2007), med noe justerte verdier for kobber, nikkel og sink. I tillegg ble det satt krav om årlig utslippsmengde for samtlige parametere [8]. Selv om dette ikke er et formelt krav i tillatelsen, har NCC i løpet av de første fire sesongene anlegget har vært i drift, vært opptatt av å redusere usikkerheter ved overvåkingsprogrammet, og dermed kunne utarbeide sikrere tall for beregning av renseeffekt som supplement til prøver av utløpsvann som viser konsentrasjoner i vannet i forhold til utslippstillatelsen.

## Sjøvann

Det er to komponenter som kommer inn i anlegget og som dermed bidrar til utslipp: snø og sjøvann. Selv om det er gjort flere opprydningstiltak i indre deler av Oslofjorden de senere årene, er tilstanden i fjorden likevel ikke god. I sesongen 2013/2014 ble det tatt ut daglige prøver fra anlegget, som ble analysert som ukesblandprøver. Analyseresultatene er vist i tabell 2. Kobber og sink skiller seg ut i tilstandsklasse 5 (svært dårlig) for de fleste av prøvene. Det er også verdt å merke seg at selv om sjøvannet er hentet fra 23 meters dyp, så er det en relativt stor variasjon i innholdet av suspendert stoff i prøvene. Resultatene kan

		Uke 4	Uke 5	Uke 6	Uke 7	Uke 8	Uke 9
As (Arsen)	µg/l	1,15	1,63	1,31	1,72	2,27	1,5
Cd (Kadmium)	µg/l	n.d.	0,0524	0,0671	n.d.	n.d.	0,0517
Cr (Krom)	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cu (Kopper)	µg/l	n.d.	1,3	2,36	3,26	3,21	1,86
Hg (Kvikksølv)	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ni (Nikkel)	µg/l	1,58	0,852	0,839	0,717	0,874	n.d.
Pb (Bly)	µg/l	n.d.	0,677	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zn (Sink)	µg/l	2,63	6,19	7,35	17,2	3,65	8,14
Suspendert stoff (SS)	mg/l	5,9	24,7	13,5	6,3	n.d.	10,4
Sum PAH-16	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fraksjon >C12-C35 (sum)	µg/l	n.d.	n.d.	52	n.d.	n.d.	n.d.

Tabell 2 Konsentrasjoner i ukeblandprøver av sjøvann inn i anlegget vinteren 2013/2014. Prøvene er fargekodet i hht. Miljødirektoratets veileder TA 2229/2007.

indikere at det foregår en oppvirvling av sedimenter fra sjøbunnen i forbindelse med båtrafikk i området. Verdiene for metaller og organiske miljøgifter som er påvist i sjøvannet viser likevel vesentlig lavere nivå enn det som er påvist i smeltevannet fra snøen.

## Prosjekt mål for snøsmelteanlegget

Ved utvikling av snøsmelteanlegget var det flere prosjekt mål som skulle tilfredsstilles. Ett mål var å fjerne behovet for store deponier på land. I tillegg var det et mål å redusere belastning fra transport og dermed redusere støv- og støyplager, samt klimagassutslipp. Anlegget skulle bidra til et bedre bymiljø gjennom reduksjon av luftforurensning og fjerne den visuelle forurensningen som snødeponier kan innebære.

Mobile smelteanlegg ble vurdert som uaktuelle, da disse krevde mye energi og i tillegg kunne skape damp, som igjen ble til is og dermed et problem. Fra et miljøperspektiv var det ikke ønskelig med bruk av olje, gass eller strøm til smelteprosessen. Anlegget ble bygget på en lekter slik at den kunne få den sentrale plasseringen ved Akershuskaia i vinterhalvåret. I sommerhalvåret er det flere anløp av cruiseskip i samme område, så et permanent anlegg på kaia var ikke ønskelig her. Anlegget skulle være

enkelt å drifte, og det ble derfor bygget som et rent mekanisk anlegg. Anlegget ble bygget med to løp, for å sikre døgnkontinuerlig drift. Snøsmelteanlegget er patentert av NCC Construction.

## Utslippsvann

Vannet fra snøsmelteanlegget slippes ut under lekteren, bak et ca. 10 meter dypt siltskjørt. Turbiditet har blitt benyttet som kontinuerlig overvåkingsparameter i forhold til partikkelinnhold i snøen. Tester Sintef har utført i laboratorium på smeltevann fra lekteren, har vist at det er et lineært forhold mellom turbiditet og suspendert stoff, med faktor 1,28 [10].

Det er tatt mengdeproposjonale prøver av vannet fra begge utløp. Resultatet av prøvetakingen er vist i tabell 3. Krav til konsentrasjoner i utslippsvann er overskredet for enkelte av prøvene for metallene krom, kobber, nikkel, bly og sink, samt for suspendert stoff og olje.

## Forskningsprosjekt sammen NIVA og Sintef

For å undersøke forbedringspotensialet til snøsmelteanlegget, med fokus på fjerning av små partikler, samt å øke kunnskap om miljøpåvirkning fra anlegget, har NCC mottatt støtte fra

		Grenseverdi	Uke 4	Uke 5	Uke 6	Uke 7	Uke 8	Uke 9
As (Arsen)	µg/l	4,8	1,8	1,5	1,6	1,2	1,8	1,5
Cd (Kadmium)	µg/l	0,2	0,07	0,07	0,13	0,06	0,04	0,03
Cr (Krom)	µg/l	3	6,2	7,7	6,7	3,2	1,6	2,7
Cu (Kopper)	µg/l	6	13,4	23,8	19,9	7,4	4,2	5,8
Hg (Kvikksølv)	µg/l	0,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ni (Nikkel)	µg/l	3	3,5	5,0	4,5	2,8	1,7	2,4
Pb (Bly)	µg/l	2,2	1,9	3,7	4,2	1,3	1,1	1,5
Zn (Sink)	µg/l	60	46,0	65,2	54,3	61,3	16,2	23,6
Suspendert stoff (SS)	mg/l	45	72,8	126	131	40	34,3	43,1
Fraksjon >C10-C40	µg/l	750	n.d.	n.d.	1022	674	115,5	n.d.
Sum PAH-16	µg/l	0,5	0,0115	0,105	0,1985	0,013	0	0

Tabell 3 Konsentrasjoner i ukeblandprøver av utløpsvann ut fra anlegget vinteren 2013/2014. Prøvene er fargekodet i hht. Miljødirektoratets veileder TA 2229/2007, og uthevede verdier markerer overskridelser av konsentrasjonskrav satt i utslippstillatelsen.

Norges forskningsråds BIA-program (Brukerstyrt innovasjonsarena). Sintef Byggforsk, avdeling vann og miljø, samt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har vært NCCs samarbeidspartnere i BIA-prosjektet. Innspill fra Sintef er allerede benyttet for å teste ut endringer av prosessanlegget. NIVAs overvåking vil bistå med å kartlegge mulige effekter anlegget kan ha på Oslofjorden, samt forbedre data for massebalansen – i forhold til hvor mye som går inn og ut av anlegget – av metaller og organiske miljøgifter.

## Utslipp i resipient sammenlignet med andre kilder

Det er flere kilder til miljøgifter i indre Oslofjord enn utslippet fra snøsmelteanlegget. I 2013 laget NIVA en rapport hvor data for tilførsler av miljøgifter fra elver, atmosfære, tette flater renseanlegg og overløp er sammenstilt. De største tilførslene av metaller synes å komme fra elver og tette flater, men også renseanleggene var en betydelig bidragsyter for kobber, nikkel og sink. Tilførsler fra atmosfæren og overløp var med unntak av kvikksølv relativt små. For PCB kom den største tilførselen fra tette flater, etterfulgt av renseanleggene. Tilførsel av PAH kom i hovedsak fra elver og tette flater [11].

I forhold til avrenning fra tette flater utgjør utslippet fra snøsmelteanlegget 0,1 til 0,7 % for de ulike parameterne [3]. Inntrykket av at snøsmelteanleggets bidrag til Oslofjorden relativt sett er av liten betydning, er forsterket av tidlige resultater fra NIVAs overvåking av den biotilgjengelige delen av utslippet.

## Konklusjon

Snøsmelteanlegget tilbyr en løsning på snøproblemene i Oslo som innebærer mindre transportavstand, og et kontrollerbart utslipp. Overvåking av anlegget siden oppstart i 2012 har vist at snøen i Oslo er forurenset. Den inneholder avfall, salt, sand og grus, og i smeltevannet fra snøprøver er det påvist kobber, nikkel, bly og sink i tilstandsklasse 5 (svært dårlig). Heller ikke sjøvannet tilfredsstiller krav om tilstandsklasse 2 (god), og det er særlig kobber og sink som jevnt over registreres i tilstandsklasse 5. Deponering av snø på land byr på utfordringer i bynære strøk i forhold til kapasitet, negativ miljøpåvirkning fra transport, vanskeligheter med å finne egnet plassering sentralt men unna bebyggelse og fare for negativ påvirkning av resipient grunnet innhold av avfall, miljøgifter og salt i snøen.

		Utløp snøsmelteanlegget			Årlig tilførsel totalt (kg/år)				
		Sesong 1	Sesong 2	Sesong 3	Elver	Atmosfærisk	Tette flater	Renseanlegg	Overløp
<b>As</b>	kg	-	1,74	0,045	-	-	-	-	-
<b>Cd</b>	kg	0,001	0,04	0	14	7	19	7	3
<b>Cr</b>	kg	0,232	3,22	0,037	398	24	706	152	50
<b>Cu</b>	kg	1,362	9,01	0,066	2538	100	1081	2528	229
<b>Hg</b>	kg	0	0,01	0	2,2	1,6	2,1	0,9	0,5
<b>Ni</b>	kg	0,258	2,46	0,035	684	37	276	466	40
<b>Pb</b>	kg	0,182	1,37	0,021	429	168	544	79	60
<b>Zn</b>	kg	14,751	63,94	0,264	5397	792	5534	4033	502
<b>Sum olje</b>	kg	57,143	535,09	292	-	-	-	-	-
<b>Sum PAH-16</b>	kg	0,002	0,13	0,05	35,5	13,6	20,1	2,5	2,5

Tabell 4 Beregnede totale utslipp fra snøsmelteanlegget de tre første sesongene, sammenlignet med andre tilførselskilder i indre Oslofjord.

Snøsmelteanlegget har smeltet Oslos snø i fire sesonger, og har fjernet avfall, grus og slam fra smeltevannet. Store mengder miljøgifter er tatt ut av omløp og levert til godkjent mottak. Ettersom snøsmelteanlegget er det første i sitt slag, er det ingen etablert praksis for hvordan myndighetene skal sette krav til anlegget i en utslippstillatelse. Renseeffekt var i utgangspunktet ønsket fra Fylkesmannen i Oslo og Akershus, men viste seg vanskelig å beregne i praksis grunnet store variasjoner i snøen og problemer knyttet til etablering av representative prøver. Konsentrasjonskrav er satt, men har vist seg vanskelig å overholde, særlig for kobber, sink og suspendert stoff. Det arbeides kontinuerlig med å gjøre tilpasninger av anlegget for å forbedre uttaket av partikler i smeltevannet. På tross av at anlegget har hatt flere overskridelser av krav satt i gjeldende tillatelse, vurderes utslippet fra anlegget å være på lavt sett i forhold til andre tilførselskilder i indre Oslofjord. Det ser ut til at effekten av utslippet i forhold til biotilgjengelig del av forurensningen er liten.

### Referanser

[1] Wikipedia: <http://no.wikipedia.org/wiki/Sn%C3%B8> (besøkt 12.5.2015)

[2] <http://www.treehugger.com/culture/ask-treehugger-donatmt-eat-yellow-snowaor-blackaor-brownaor-pinka.html> (besøkt 12.5.2015)

[3] NCCs Snøsmelteanlegg, Tredje driftsseason: Januar 2014-februar 2014, Hjøllnes consult, 30.6.2014.

[4] NIVA, Åslandrapport

[5] Kommuneplan 2008, Oslo mot 2025, Vedtatt av bystyret 11.6.2008 (sak 213)

[6] Håndtering av overskuddssnø fra veier og parkeringsplasser, Fylkesmannen i Oslo og Akershus, 4.5.2010, ref 2009/4784 M-FO

[7] Delegering av myndighet etter forurensningsloven til Fylkesmannen, Klif, 7.11.2011, Ref: 2010/1449 011.6

[8] Tillatelse til NCC Construction til opprettelse og drifting av snøsmelteanlegg ved Søndre Akershus kaia, Oslo kommune. Ref: 2010/7369, tillatelsesnummer: 2011.251.T

[9] NCCs snøsmelteanlegg, Rapportering første prøveperiode 2012, 29.6.12, Hjøllnes consult

[10] *Lab-forsøk med vann fra NCCs snøsmeltelekker*, SBF2015FO166-Fortrolig, Sintef Byggforsk, Raspati og Sivertsen, 14.4.2015.

[11] Indre Oslofjord – sammenstilling av data om miljøgifttilførsler og forekomst av miljøgifter i sediment, NIVA 2013