

Kjemisk karakterisering av sediment i renebassenger for vegavrenning

Av Susanne Lund Johansen, Helene Thygesen, og Sondre Meland

Susanne Lund Johansen og Helene Thygesen har mastergrad i henholdsvis biologi og naturforvaltning fra Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Sondre Meland er ferskvannsbiolog/økotoksikolog (PhD), sjefsingeniør i Statens vegvesen Vegdirektoratet, og førsteamanuensis II ved Institutt for miljøvitenskap (IMV), NMBU.

Summary

Chemical characterization of sediment in wet sedimentation pond receiving highway runoff.

Sediment was sampled from 19 wet sedimentation ponds for highway runoff. The samples were analysed for metals, hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), and characterized according to the classification system for environmental quality, developed by the Norwegian Environment Agency. The environmental quality in five ponds was moderate, poor or very poor because of elevated concentrations of metals (particularly copper and zinc) or PAHs. The environmental quality in the remaining ponds was characterized as natural state or good. Four ponds had a sediment pollution index higher than 1, which means that the Predicted No Effect Concentration (PNEC) values of nickel, copper, zinc, cadmium and lead on average were exceeded. The variation in pollution level is difficult to explain, as no correlation was found between traffic load or pond surface area, and pollution level.

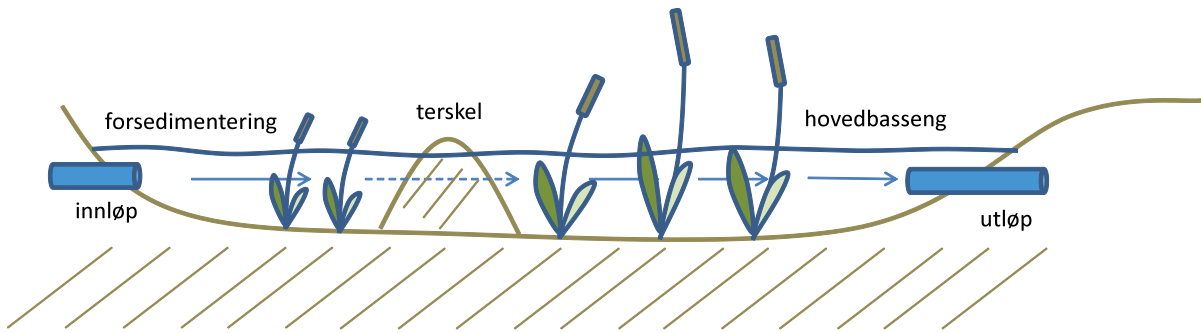
Sammendrag

I juni 2013 ble sedimentprøver samlet inn fra 19 renebassenger for vegavrenning. Prøvene ble analysert for metaller, hydrokarboner og polycykliske

aromatiske hydrokarboner (PAH). Forurensningsgraden i bassengene ble så klassifisert etter Miljødirektoratet sitt klassifiseringssystem for miljøkvalitet i sediment. Forurensningsgraden i fem basseng ble klassifisert som moderat, dårlig eller svært dårlig på grunn av høye nivåer av et eller flere metaller (særlig kobber og sink) eller PAHer. Forurensningsgraden i de resterende 14 bassengene ble klassifisert som naturtilstand eller god. Fire av 19 basseng hadde forurensningsindeks høyere enn 1, hvilket betyr at Predicted No Effect Concentration (PNEC)-verdiene for nikkell, kobber, sink, kadmium og bly i snitt var overskredet. Det er vanskelig å forklare variasjonen i forurensningsgrad, da det ikke var noen korrelasjon mellom trafikkmengde (årsdøgntrafikk) og areal, og forurensning i sediment.

Innledning

Det fireårige etatsprogrammet Nordic Road Water (NORWAT, www.vegvesen.no/norwat) er etablert av Statens vegvesen for å følge opp EUs vanddirektiv og bidra til at vegvesenet planlegger, bygger og drifter vegnettet uten å påføre vannmiljøet uakseptabel skade. Dette innebærer blant annet å rense tunnelvaskevann og avrenningsvann fra veg. Slitasje på vegdekke, karosseri,



Figur 1. Prinsippkisse av rensedbasseng med permanent vannspeil, modifisert etter Meland (2012b).



Figur 2. Forsedimenteringsbasseng til Bjørnstadgrenda rensedbasseng ved E6 i Sarpsborg kommune. Et typisk eksempel på rensedbasseng med permanent vannspeil.

bildekk og veginstallasjoner, samt oljesøl, forbrenningsrester og vegsalt danner en cocktail av forurensninger som akkumulerer på vegbanen. Ved nedbør vaskes forurensningen av veien og kan bidra til å forurense vegnære vannforekomster (Sansalone & Buchberger 1996; Westerlund & Viklander 2006). For å hindre at naturlige vannforekomster forringes, har Statens vegvesen bygget ca. 160 rensedbasseng langs sterkt trafikkerte veier. Den mest vanlige typen har et permanent

vannspeil og består av et forsedimenteringsbasseng og et hovedbasseng som er skilt fra hverandre med en terskel eller voll, figur 1 og figur 2.

Bassengene renses avrenningsvannet etter prinsippet om at partikkelbundet forurensning sedimenteres, og dermed holdes tilbake i bassenget. Sedimentdybden er gjerne tykkere ved innløp, da de største og tyngste partiklene sedimenterer her, mens lettere partikler ofte sedimenterer nærmere utløp etter at vannet har fått

en viss oppholdstid (Karlsson et al. 2010). Rensing i rensebasseng fungerer dårlig på stoffer som er løst i vannfasen og ikke bundet til partikler, siden disse som regel ikke vil sedimentere (Meland 2010). Dette gjelder for eksempel løste metallioner og klorid (Cl) fra vegsalt.

Etter noen års drift vil en del forurensning ha samlet seg i sedimentet, dersom bassenget fungerer etter hensikten. Bassenget må derfor tømmes jevnlig for å fungere optimalt og hindre remobilisering av sedimentert forurensning. Sedimentet må deponeres på en forsvarlig måte i tråd med forurensningsgraden. De miljømessig viktigste forbindelsene i vegavrenning er hydrokarboner, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), metaller som nikkel (Ni), kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd) og bly (Pb) og vegsalt (primært natriumklorid) (Brown & Peake 2006; Bækken & Haugen 2006; Lindgren 1996). Disse stoffene kan være skadelige for vannlevende organismer, og rensebassengene antas å fylle en viktig rolle ved å beskytte biota i resipienten mot disse.

Hensikten med undersøkelsen var å screene trafikkrelatert forurensningsnivå i sediment fra et utvalg rensebassenger. Det er pr i dag bare gjennomført noen få sporadiske undersøkelser av sediment fra rensebasseng langs veg. Sedimentprøver ble valgt fremfor vannprøver da førstnevnte gir et mer tidsintegrert bilde av forurensningsnivået, enn vannprøver som fluktuerer over tid. Erfaringer fra Vassum rensebasseng viser at konsentrasjonene av de ulike forurensningsstoffene i sedimentet holder seg nokså stabilt over tid (Damsgård 2011; Leistad 2007; Meland 2012a).

Metodebeskrivelse

Av et utvalg på 161 rensebassenger ble 19 tilfeldig valgt ut for prøvetaking ved bruk av funksjon i MS Excel. Sedimentprøver ble samlet inn i juni 2013, en prøve fra hvert basseng. Bassengene ligger i Akershus, Østfold, Vestfold og Telemark, i hovedsak langs E6 og E18, tabell 1. Alle bassengene er konstruert for å ha permanent vannspeil. Overflatearealet i Tabell 1 ble målt i Norgeskart.no med «mål areal»-funksjonen. Det

ble målt areal av både forsedimenteringsbasseng og hovedbasseng, selv om det ikke nødvendigvis var vann i begge. Verdier for ÅDT (årsdøgntrafikk) ble hentet fra registreringspunkt med kontinuerlige tellinger som finnes på www.vegvesen.no.

Fra hvert rensebasseng ble en prøve av de 4 – 5 øverste cm av sedimentet samlet inn på 1 L glass med en plastspade. Prøvene ble tatt i forsedimenteringsbassenget, så nær innløpet som det var mulig å komme med vadere. Prøvene er altså ikke nødvendigvis tatt nøyaktig samme sted i bassengene, noe som kan utgjøre en usikkerhetskilde. Siden vi ikke tok blandprøver, men kun én prøve på ett sted i hvert basseng er det viktig at denne er representativ for bassenget. En studie av 70 rensebasseng utført av danske Vejdirektoratet (2011) undersøkte variansen internt i rensebasseng, og konkluderte med at én prøve var representativ for gjennomsnittskonsentrasjonen. Vi har derfor valgt å bruke samme metode som dem, og kun tatt én prøve i hvert basseng. Spaden ble skylt godt etter hver prøvetaking for å unngå krysskontaminering. Siden det per i dag ikke finnes noe godt system for å registrere sedimenttømming i bassengene, er sedimentets alder ukjent. I denne undersøkelsen er dette likevel ikke så vesentlig siden vi samlet prøver av overflatesediment og ikke sedimentkjerner.

Prøvene ble analysert for glødetap, hydrokarboner, magnesium (Mg), aluminium (Al), silisium (Si), kalium (K), kalsium (Ca), titan (Ti), vanadium (V), krom (Cr), mangan (Mn), jern (Fe), kobolt (Co), Ni, Cu, Zn, arsen (As), selen (Se), molybden (Mo), sølv (Ag), Cd, tinn (Sn), antimon (Sb), barium (Ba), wolfram (W), Pb og uran (U) samt PAHene antracen, acenaften, acenaftylen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene, benzo(k)fluoranten, dibenz(a,h)antracen, fenantren, fluoranten, fluoren, indeno(1,2,3-c,d)pyren, krysen, naftalen og pyren hos Rambøll Analytics (Lahti, Finland).

For å få oversikt over hvor forurenset sedimentene var med tanke på metaller og PAH, ble forurensningsgraden klassifisert i tråd med Klima- og forurensningsdirektoratets (nåvæ-

Navn	Fylke	Kommune	Vegstrekning	ÅDT	Byggeår	Areal m ²
Frogntunnelen	Akershus	Frogn	RV23	11 000	2000	410
Langbakk bro	Akershus	Ullensaker	E16	11 000	2007	430
Minnesund	Akershus	Eidsvoll	E6	13 000	2011	270
Sekkelsten øst	Østfold	Askim	E18	12 000	2007	420
Kambo	Østfold	Moss	E6	36 000	2003	235
Ringstad gartneri	Østfold	Råde	E6	36 000	2005	505
Idrettsveien	Østfold	Råde	E6	36 000	2005	710
Nordby	Østfold	Råde	E6	36 000	2005	495
Solli	Østfold	Sarpsborg	E6	14 000	2006	1090
Bjørnstadgrenda	Østfold	Sarpsborg	E6	14 000	2006	475
Høysandveien	Østfold	Sarpsborg	E6	14 000	2008	680
Vikshaugen	Østfold	Halden	E6	14 000	2008	550
Hjelmungen	Østfold	Halden	E6	14 000	2008	465
Svinesund	Østfold	Halden	E6	14 000	2005	585
Kjeksrud sør	Vestfold	Holmestrand	E18	22 000	2001	1145
Hvittingsrud	Vestfold	Holmestrand	E18	22 000	2001	615
Nygård	Vestfold	Holmestrand	E18	20 000	2001	1305
Borre	Vestfold	Horten	RV19	22 000	2009	1770
Emmerød	Vestfold	Tønsberg	FV308	22 000	2001	1290

Tabell 1. Oversikt over bassengene som ble besøkt i denne undersøkelsen. ÅDT = årsdøgntrafikk (antall kjøretøy per døgn) for 2012.

rende Miljødirektoratet) klassifiseringssystem for marint sediment. Det er foreløpig ikke utarbeidet egne klasseverdier for sediment i ferskvann, men det marine klassifiseringssystemet vil uansett gi en pekepinn på forurensningsnivåene i rensebassengene. Systemet er i stor grad basert på standarder utarbeidet av EU, og består av klassene naturtilstand (I), god kvalitet (II), moderat (III), dårlig (IV) og svært dårlig kvalitet (V) (Klima- og forurensningsdirektoratet 2012). Systemet inneholder ikke grenseverdier for hydrokarboner. I stedet brukte vi det helsebaserte klassifiseringssystemet for forurenset grunn utviklet av Statens forurensningstilsyn (2009) (nåværende Miljødirektoratet). Klassene her er basert på nivåene av miljøgifter i jord som kan aksepteres ved ulik arealbruk, ut fra en helsemessig vurdering. De er ikke basert på økologiske effekter i naturen, og er ment anvendt på

jord, ikke sediment. Vi valgte likevel å bruke systemet fordi det er det beste alternativet. Systemet opererer med en gruppe hydrokarboner som favner spennet $C_{12} - C_{35}$ (nummeret angir antall karbonatomer i kjeden). Det er denne gruppen vi har valgt å relatere våre data til, selv om våre resultater favner et noe bredere spenn av hydrokarboner ($C_{10} - C_{40}$).

Det var ønskelig å få en oversikt over hvor forurenset bassengene var, dersom man så på flere forurensninger under ett. Vi regnet ut en gjennomsnittlig forurensningsindeks (FI) for hvert basseng, ut fra de øvre grenseverdiene i Miljødirektoratets klasse II for Ni, Cu, Zn, Cd og Pb. Grenseverdiene tilsvarer Predicted No Effect Concentration (PNEC) for metallene. Indeksen ble regnet ut ved hjelp av følgende formel (modifisert etter Marsalek et al. (2006)):

$$FI = \sum \left(C_i / PNEC_i \right) / n$$

Hvor FI er gjennomsnittlig indeksverdi i et basseng, C_i er konsentrasjonen av metall i , $PNEC_i$ er PNEC for metall i (øvre grenseverdi i Miljødirektoratets klasse II) og n er antall metaller. Indeksen er et forholdstall som viser om PNEC-verdiene for Ni, Cu, Zn, Cd og Pb i gjennomsnitt er overskredet. De er overskredet dersom forholdstallet er høyere enn 1.

For å undersøke om det var korrelasjon mellom ulike forurensningsparametrene, og variabler som ÅDT og bassengareal, utførte vi en prinsippal komponentanalyse (PCA). Alle

dataene ble log-transformert ($\log(x+1)$) og analysen ble utført i statistikkprogrammet Jmp Pro 10 (SAS Institute). I en PCA er det mange responsvariabler, men ingen forklaringsvariabler. Hensikten er å sortere dataene slik at man lettere kan oppdage eventuelle mønstre. Den første prinsippalkomponenten (PC1) er aksene som forklarer størst andel av variasjonen i datasettet, den andre prinsippalkomponenten (PC2) er aksene som forklarer nest mest, og så videre. Antallet akser tilsvarer antallet variabler, og ingen av dem er korrelerte. Resultatet av en PCA presenteres i et biplott hvor den relative posisjonen og retningen til symbolene er det vesentlige for tolkningen, mens deres absoluttverdier har ingen mening.

Rensebasseng	Gødetap	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	Hydrokarboner
Frogntunnelen	11	9	0,61	68	130	36	60	550	2700
Kambo	17	5,6	0,57	75	320	39	49	680	3900
Ringstad gartneri	8,8	8,9	0,34	16	31	12	16	250	660
Idrettsveien	15	5,6	0,3	26	35	22	17	240	610
Nordby	1,2	1,3	0,1	5,4	5	4,6	2,5	17	21
Solli	10	5,1	0,31	38	21	18	22	120	140
Bjørnstadgrenda	15	9,3	0,71	70	67	46	48	390	500
Høysandveien	5,3	8,1	0,24	48	26	21	28	130	68
Vikshaugen	11	4,9	0,4	49	170	39	27	790	3900
Sekkelsten øst	7,8	8,3	0,36	66	78	21	73	230	600
Hjelmungen	3,9	2,8	0,21	13	17	11	10	74	82
Svinesund	7,1	2,7	0,4	12	16	12	11	95	50
Langbakk bro	4,3	7,8	0,26	47	60	26	55	160	650
Minnesund	2,7	4	0,22	14	18	12	20	60	39
Kjeksrud sør	4,5	6,8	0,1	33	34	16	37	130	350
Hvittingsrud	4,2	8	0,24	45	53	23	51	170	340
Nygård	10	7,1	0,1	34	60	18	30	170	370
Borre	3,1	3,5	0,1	9	42	8,1	7,2	42	130
Emmerød	6,4	5,1	0,37	25	18	22	22	100	85

Tabell 2. Verdier av glødetap (%), hydrokarboner ($C_{10} - C_{40}$) og utvalgte metaller, målt i sedimentet til 19 rensbasseng, gitt i mg/kg ts. Cellefargen angir miljøkvaliteten etter klassifiseringssystemet utviklet av daværende Statens forurensningstilsyn og Klima- og forurensningsdirektoratet (blå = naturtilstand, grønn = god kvalitet, gul = moderat, oransje = dårlig, rød = svært dårlig) (Klima- og forurensningsdirektoratet 2012; Statens forurensningstilsyn 2009).

Konsentrasjoner av metaller og PAH under kvantifiseringsgrensen (limit of quantification, LOQ) ble delt på to for å kunne inkluderes i statistiske tester og utregninger. Stoffer som hadde konsentrasjoner under LOQ i mer enn 15 – 20 % av bassengene, ble utelatt fra videre utregninger (U.S. Environmental Protection Agency 2000).

Resultat

Metallene Ni, Cu og Zn ble målt i relativt høye konsentrasjoner i flere basseng, noe som resulterte i moderat (III), dårlig (IV) eller svært dårlig (V) miljøkvalitet i ni basseng, tabell 2. Verdiene av As, Cr, Cd og Pb resulterte i klassifisering til naturtilstand (klasse I) eller god (klasse II) i alle bassengene. Innholdet av PAH (sum 16 PAH)

varierte fra 0,20 til 2,7 mg/kg ts. I fem basseng var forurensningsgraden moderat eller dårlig på grunn av relativt høye PAH-nivåer, tabell 3. De resterende 14 bassengene ble klassifisert som lik naturtilstand eller god for PAH. Syv bassenger hadde dårlig eller svært dårlig miljøkvalitet når det gjaldt hydrokarboner (sum $C_{10} - C_{40}$).

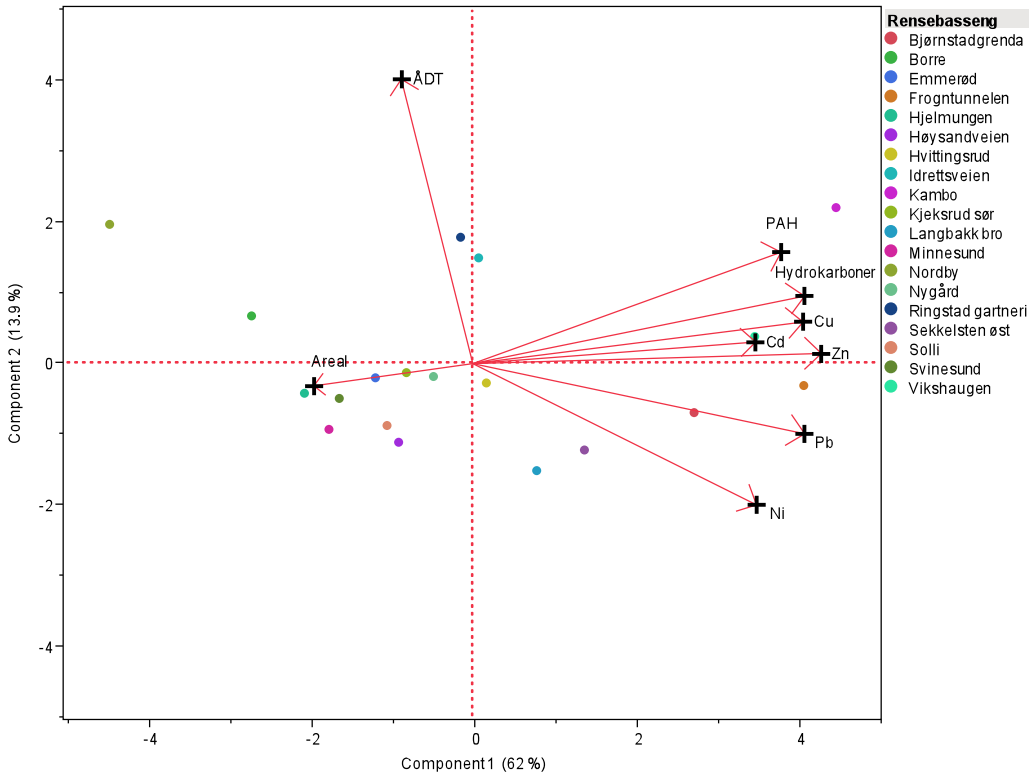
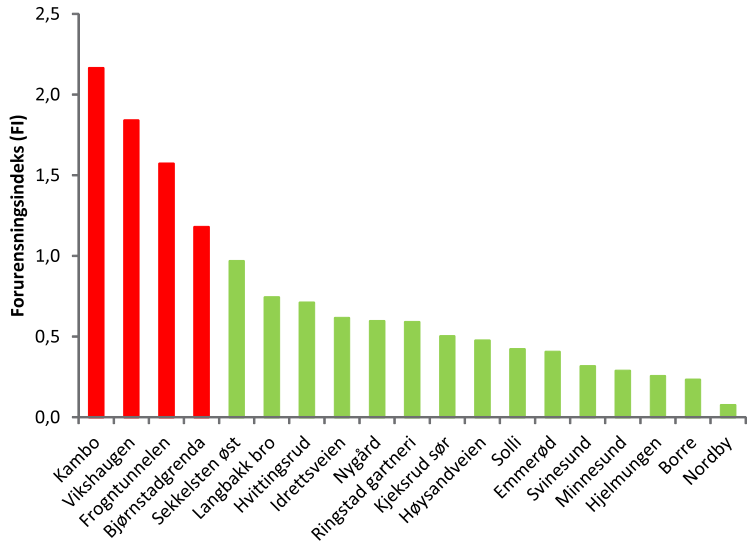
Utregning av FI viste at de fire bassengene Kambo, Vikshaugen, Frogntunnelen og Bjørnstadgrenda hadde en indeksverdi på over 1, det vil si at PNEC-verdiene for metallene som inngår i indeksen i gjennomsnitt er overskredet, figur 3.

PCA-analysen viste at forurensningsstoffene PAH, hydrokarboner, Cu, Zn og Cd er høyt korrelerte, da pilene som representerer disse

	∑16 PAH	Antracen	Benzo (a) pyren	Benzo(b) fluo-ranten	Benzo (g,h,i) perylen	Benzo(k) fluo-ranten	Fluo-ranten	Indeno (1,2,3-c,d) pyren	Naftalen
Frogntunnelen	2,7	0,06	0,06	0,1	0,26	0,03	0,49	0,09	0,05
Kambo	2,5	0,03	0,11	0,2	0,4	0,05	0,3	0,17	0,08
Ringstad gartneri	0,6	<0,01	0,05	0,09	0,11	<0,01	0,03	0,05	<0,01
Idrettsveien	0,6	<0,01	0,02	0,03	0,06	<0,01	0,1	0,03	0,02
Nordby	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Solli	0,3	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,05	0,01	<0,01
Bjørnstadgrenda	0,8	0,01	0,04	0,06	0,09	0,02	0,13	0,05	0,01
Høysandveien	0,2	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	0,03	0,01	<0,01
Vikshaugen	2,2	0,04	0,08	0,12	0,22	0,03	0,39	0,09	0,05
Sekkelsten øst	0,4	<0,01	0,01	0,03	0,05	<0,01	0,05	0,02	<0,01
Hjelmungen	<0,2	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Svinesund	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Langbakk bro	<0,2	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Minnesund	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Kjeksrud sør	<0,2	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Hvittingsrud	0,2	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Nygård	<0,2	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Borre	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Emmerød	<0,2	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,01	<0,01

Tabell 3. Verdier av PAH-er prioritert av EU, målt i sedimentet i 19 rensebasseng, gitt i mg/kg ts. Celfargen angir miljøkvaliteten etter Miljødirektoratets klassifiseringssystem (blå = naturtilstand, grønn = god kvalitet, gul = moderat, oransje = dårlig) (Klima- og forurensningsdirektoratet 2012).

Figur 3. Søylediagram som angir forurensningsindeks. Søylefargen angir om PNEC-verdiene for Ni, Cu, Zn, Cd og Pb i gjennomsnitt er overskredet (rød), eller ikke (grønn).



Figur 4. Resultatet av PCA-analysen basert på ÅDT, bassengenes overflateareal og konsentrasjon av stoffene PAH (sum 16 PAH), hydrokarboner (sum $C_{10} - C_{40}$), Ni, Cu, Zn, Cd og Pb. Areal, ÅDT og forurensningsstoffene er vist som piler, mens bassengene er vist som punkter. Piler som peker i samme retning er høyt korrelert. Piler som peker i hver sin retning er negativt korrelert, mens piler som står vinkelrett på hverandre er ikke korrelert. Punkter nær origo viser basseng med verdier nær gjennomsnittet. Punkter nær enden av en pil viser basseng med over gjennomsnittlig verdi av den aktuelle parameteren, og punkter nær hverandre viser basseng med lik komposisjon av de ulike parameterne.

stoffene ligger svært nær hverandre og øker i samme retning (figur 4). ÅDT er ikke korrelert med noen av forurensningsparameterne, noe som er tydelig ettersom disse pilene har nesten 90° vinkel i forhold hverandre. Areal er negativt korrelert med forurensningsstoffene. PC1-aksen forklarte 62 % av variasjonen i datamaterialet, mens PC2-aksen forklarte 14 %.

Diskusjon

De målte metallkonsentrasjonene i denne undersøkelsen samsvarer nokså godt med andre studier (Karlsson et al. 2010; Vejdirektoratet 2011; Yousef et al. 1996). For eksempel er våre målinger av Cr og Cd tilnærmet like verdiene som Karlsson et al. (2010) fant i rensebassengsediment i Sverige. Våre målinger av Cu er også ganske like eller lavere, med unntak av Kambo som hadde høye verdier (320 mg/kg ts Cu). Mange av bassengene i vår undersøkelse hadde noe høyere nivå av Ni enn bassengene undersøkt av Karlsson et al. (2010), mens nivåene av Pb og Zn var forholdsvise lave. I vår undersøkelse var Ni, Cu og Zn de metallene som ga høyest forurensningsgrad i sedimentet. Disse metallene er viktige når det gjelder spredning av forurensning fra veg, noe som stemmer godt med litteraturen på feltet (Kayhanian et al. 2008; Meland 2012a; Vejdirektoratet 2011). Særlig Cu og Zn er kjent for å være framtrepende forurensninger i vegavrenning (Meland 2012a; Pontier et al. 2004), og stammer som oftest fra bremses, samt slitasje på dekk, karosseri og veginstallasjoner (Meland 2010).

Hydrokarboner i vegavrenning stammer fra smøreolje, asfalt, bensin og diesel og bidrar ofte betydelig til forurensningsnivået (Meland 2012a). De fleste hydrokarboner er giftige for dyr og mennesker. Konsentrasjonene i vår undersøkelse er på nivå med resultatene undersøkelsen utført av danske Vejdirektoratet (2011), men våre målinger ligger i det lavere sjiktet. Våre målinger ligger også lavere enn målinger av sediment i Vassum rensebasseng i Frogn kommune, Akershus (Meland 2012a). Dette bassenget mottar imidlertid tunnelvaskevann, og det er derfor naturlig at sedimentet er mer forurenset. Tunnelvaskevann inneholder ofte mer forurensning

enn vanlig vegavrenning, siden vegbanen i tunneler ikke skylles jevnlig av nedbør, og forurensning akkumulerer over lengre tid her enn på veg i dagen (Meland 2010). Omtrent 35 % av bassengene i vår undersøkelse (7 av 19) hadde sediment som var såpass forurenset av hydrokarboner, at dersom dette var overflatejord hadde det ikke vært tilrådelig å bruke massene i hverken boligområde, kontorområder eller bysentrumsområder, dersom man legger helsebaserte kriterier for arealbruk til grunn (Statens forurensningstilsyn 2009). Det danske Vejdirektoratet (2011) fant at 45 % av bassengene i deres undersøkelse (33 av 70) hadde tilsvarende forurensningsgrad. Hydrokarboner kan med andre ord anses som en vesentlig forurensning i rensebasseng for vegavrenning.

Konsentrasjonen av PAHer er også på nivå med tidligere studier, men i det lavere sjiktet (Meland 2012a; Vejdirektoratet 2011). PAH i vegavrenning stammer først og fremst fra utslipp av oljesøl, forbrenning av drivstoff og slitasje på dekk og asfalt (Brandt & de Groot 2001; Vejdirektoratet 2011). PAH i dekk ble forbudt i 2010 (Hylland et al. 2010), og dette kan bidra til mindre PAH i rensebasseng (Meland 2012a). Frogntunnelen rensebasseng mottar vaskevann fra tunnel, dette kan være en faktor som sannsynligvis er den viktigste årsaken til den relativt høye forurensningsgraden

Den høye korrelasjonen mellom parameterne PAH, hydrokarboner, Cu, Zn og Cd stemmer godt med data fra litteraturen, ettersom det er vanlig å finne god sammenheng mellom konsentrasjonene av både organiske og uorganiske forurensninger (Meland 2010). Det var ingen korrelasjon mellom noen av forurensningsparameterne i sedimentet og ÅDT. Dette er i tråd med den danske undersøkelsen utført av Vejdirektoratet (2011), hvor det heller ikke ble funnet noen sammenheng mellom ÅDT og forurensning i sediment. Det ville være naturlig å anta en nær sammenheng mellom trafikkmengde og forurensningsgrad. Årsaken til manglende korrelasjon kan være lite representative ÅDT-data, men mest sannsynlige er at det er mange andre parametere enn ÅDT som påvirker

forurensningsnivå. Faktorer som piggdekkbruk og asfalttype kan for eksempel ha betydning (Meland 2010). Det vil også være avgjørende om bassenget mottar tunnelvaskevann eller kun avrenning fra veg i dagen, innsig av «rent» dreisvann fra sideterreng, og hvor stort vegareal dammen mottar vann fra. En annen svært viktig faktor er om bassenget fungerer som det skal og faktisk mottar vegavrenning. En teknisk gjennomgang av disse rensebassengene (Paus et al. 2013) viste f.eks. at Hvittingsrud trolig ikke mottar vegavrenning lenger.

Konklusjon

Studien har vist at rensebasseng har evne til å fange opp partikkelbundne forurensninger i avrenningsvann fra veg. Forurensningsgraden i sedimentet fra flertallet av bassengene kan klassifiseres som lik naturtilstand eller god for metaller og PAH. Kambo, Vikshaugen og Frogntunnelen, og til dels Bjørnstadgrenda, skiller seg imidlertid ut med dårlig eller svært dårlig miljøkvalitet for opptil flere stoffer. Disse bassengene har en FI som overskrider 1, det vil si at PNEC-verdiene for Ni, Cu, Zn, Cd og Pb i gjennomsnitt er overskredet. Det var i denne studien ingen klar sammenheng mellom trafikkmengde og forurensningsgrad. Gode driftsrutiner for rensebassengene er nødvendig for å beskytte livet i resipienten, og for å unngå remobilisering av sedimentert forurensning.

Referanser

Brandt, H. C. A. & de Groot, P. C. (2001). Aqueous leaching of polycyclic aromatic hydrocarbons from bitumen and asphalt. *Water research*, 35 (17): 4200-4207.

Brown, J. N. & Peake, B. M. (2006). Sources of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in urban stormwater runoff. *Science of the Total Environment*, 359 (1-3): 145-155.

Bækken, T. & Haugen, T. (2006). Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer - påvirkning fra avrenning av vegsalt, tungmetaller og PAH. Oslo: Vegdirektoratet. 91 s.

Damsgård, M. B. (2011). *Akkumulering av tungmetaller i bunnlevende invertebrater og frosk fra rensebasseng langs E6*. Mastergradsoppgave. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for plante- og miljøvitenskap. 80 s.

Hylland, K., Erikson, B., Lill Gade, A., Hedstein, A., Alhaug, H. S. & Magnussen, K. (2010). Et Norge uten miljøgifter: hvordan utslipp av miljøgifter som utgjør en trussel mot helse eller miljø kan stanses. *Norges offentlige utredninger (NOU)*. Oslo: Miljøverndepartementet. 129 s

Karlsson, K., Viklander, M., Scholes, L. & Revitt, M. (2010). Heavy metal concentrations and toxicity in water and sediment from stormwater ponds and sedimentation tanks. *Journal of hazardous materials*, 178 (1-3): 612-618.

Kayhanian, M., Stransky, C., Bay, S., Lau, S. L. & Stenstrom, M. K. (2008). Toxicity of urban highway runoff with respect to storm duration. *Science of the Total Environment*, 389 (2-3): 386-406.

Klima- og forurensningsdirektoratet. (2012). Utkast til Bakgrunnsdokument for utarbeidelse av miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota. Oslo: Klima- og forurensningsdirektoratet. 103 s.

Leistad, A. M. (2007). *Rensebasseng for vegavrenning - tilbakeholdelse av miljøgifter i sedimenter*. Mastergradsoppgave. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for plante- og miljøvitenskap. 50 s.

Lindgren, Å. (1996). Asphalt wear and pollution transport. *Science of the total environment*, 189-190: 281-286.

Marsalek, J., Watt, W. E. & Anderson, B. C. (2006). Trace metal levels in sediment deposited in urban stormwater management facilities. *Water Science and Technology*, 53 (2): 175-183.

Meland, S. (2010). *Ecotoxicological effects of highway and tunnel wash water runoff*. Doktorgradsavhandling. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for plante- og miljøvitenskap. 161 s.

Meland, S. (2012a). Kjemisk karakterisering av sediment fra Vassum sedimenteringsbasseng. *Statens vegvesens rapporter*. Oslo: Vegdirektoratet - Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen - Miljø. 19 s.

Meland, S. (2012b). Tunnelvaskevann - En kilde til vannforurensning. *Vann*, 47 (2): 182-193.

Paus, K. A. H., Åstebøl, S. O., Robbe, S., Ulland, V. & Lausund, E. (2013). Tilstanden til rensebassenger i Norge: Statens vegvesen Vegdirektoratet. 29 s.

Pontier, H., Williams, J. B. & May, E. (2004). Progressive changes in water and sediment quality in a wetland system for control of highway runoff. *Science of the total environment*, 319 (1-3): 215-224.

Sansalone, J. & Buchberger, S. (1996). Characterization of metals and solids in urban highway winter snow and spring

- rainfall-runoff. *Transportation research record: Journal of the transportation research board*, 1523 (1): 147-159.
- Statens forurensningstilsyn. (2009). Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn: Statens forurensningstilsyn 28 s.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2000). Guidance for data quality assessment - Practical methods for data analysis. Washington, DC. 219 s.
- Vejdirektoratet. (2011). Sedimentanalyser fra 70 regnvandssbassiner - fokus på miljøfremmede stoffer. Fløng: Vejdirektoratet. 89 s.
- Westerlund, C. & Viklander, M. (2006). Particles and associated metals in road runoff during snowmelt and rainfall. *Science of the total environment*, 362 (1-3): 143-156.
- Yousef, Y. A., Baker, D. M. & Hvitved-Jacobsen, T. (1996). Modeling and impact of metal accumulation in bottom sediments of wet ponds. *Science of the total environment*, 189-190: 349-354.