



Statens vegvesen

Overvåking av rensedbasseng for overvann fra E6 Skullerudkrysset i Oslo, 2003 - 2004



**Utarbeidet av COWI A/S for Statens vegvesen Region øst,
Stor-Oslo distrikt**

Forord


I forbindelse med utvidelsen av E6 ved Skullerud ble det i 1999 satt i drift et rensebasseng for overvann fra vegen. Formålet var å redusere utslippet av vegforurensninger til Ljanselva.

Bassenget har blitt overvåket i en periode i 2002, og det har blitt gjennomført årskontinuerlig overvåking fra mai 2003 til mai 2004.

Fordi rensebassenget er av en type som er mye brukt i Statens vegvesen, og fordi den kontinuerlige overvåkingen har vært den mest omfattende som har blitt utført på våre renseanlegg, vil rapporten være av interesse for alle som er interessert i naturbasert rensing av overvann.

Rapporten er utarbeidet av COWI A/S for Statens vegvesen Region øst, Stor-Oslo distrikt, ved Tor Fageraas, og gjengis med dette i sin helhet i Vegdirektoratets utbyggingsavdelings rapportserie.

April 2005
Miljøseksjonen


Sidsel Kålås
seksjonsleder

Overvåkning av rensbasseng for overvann fra E6 Skullerudkrysset i Oslo, 2003 - 2004

Oppdragsgiver: **Statens Vegvesen Region øst, Stor-Oslo distrikt**

Formell oppdragstittel: **Overvåkning av rensbasseng for overvann fra E6
Skullerudkrysset i Oslo, 2003 – 2004.**

Oppdragsnummer: 102535 Rapportdato: 22.11.04 Versjonsnr 1

Prosjektansvarlig hos o.giver: Tor Fageraas

Prosjektansvarlig hos COWI : Svein Ole Åstebøl

Saksbehandlere hos COWI: Svein Ole Åstebøl og Jan Emil Coward

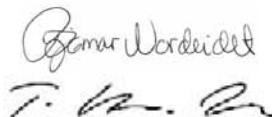
Kontrollører Thorkild Hvitved-Jacobsen (Aalborg Universitet) og Bjørnar Nordeidet (COWI)

Nøkkelord (søkeord): Veiaavrenning, forurensning, rensbasseng, renseeffekt

Signaturer:



(Saksbehandler)



(Utført kontroll)



(Prosjektansvarlig COWI)

COWI AS
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
T: 21009200
Fax: 21009201

Overvåkning av rensebasseng for overvann fra E6 Skullerudkrysset i Oslo, 2003-2004.

Innhold	Side
Sammendrag.....	3
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Beskrivelse av anlegget	5
2 Målemetodikk.....	9
2.1 Vannmengde og nedbør	9
2.2 Prøvetaking.....	10
2.3 Analyseparametere	11
3 Resultater og diskusjon.....	12
3.1 Nedbør og avrenning	12
3.2 Oppholdstid og fordrøyning i bassenget	14
3.3 Vannanalyser	17
3.4 Renseeffekt.....	24
3.5 Dimensjonering av rensebasseng	26
3.6 Stofftransport	27
4 Konklusjon	28
5 Referanser	29

Sammendrag

Internasjonal utvikling viser en økende vektlegging av vannforurensning fra veitrafikk. Ved gjennomføring av rens tiltak for overvann er det en grunnleggende utfordring at store vannmengder skal underkastes rensing i løpet av kort tid (rask avrenning). Videre er spekteret av forurensningsstoffer som forekommer i overvann stort samtidig som ulike prosessmessige krav skal oppfylles for fjerning av stoffene. Det er samtidig en viktig forutsetning at rensanlegg for overvann er drifts- og funksjonsmessig enkle og effektive. I praksis innebærer dette at de naturbaserte renseløsninger anses å ha en rekke fortrinn framfor mere tekniske anleggstyper.

I forbindelse med utbyggingen av E6 Skullerudkrysset (1999), bygget Statens vegvesen Stor-Oslo distrikt et rensedbasseng for å redusere utslippet av forurensninger fra E18 til Ljanselva. Elva er et viktig lokalt vassdrag for rekreasjon og biologisk mangfold.

I mai 2003 ble det igangsatt kontinuerlige målinger av rens effekten i rensedbassenget. Målingene pågikk i 1 år frem til mai 2004. Det ble målt på nedbør, lufttemperatur, vannføring inn og ut av bassenget samt utført automatisk uttak av vannprøver for analyse. Avrenningen til rensedbassenget i forhold til nedbørmengden (= avrenningskoeffisienten) utgjorde 0,6 i sommerhalvåret (mai-november) og 0,85 for hele måleperioden.



E6 Skullerudkrysset



Rensedbasseng

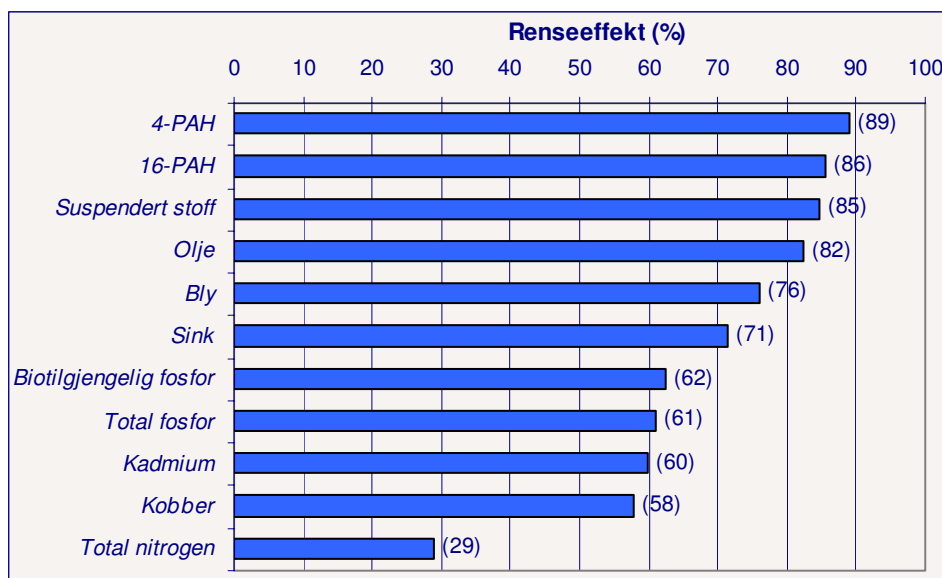


Ljanselva



Rekreasjonsområde langs Ljanselva

Renseeffekten i Skullerudbassenget uttrykt som % tilbakeholdelse av forurensningsstoffer for hele måleperioden, varierte fra 29 % til 89 % avhengig av type stoff. Renseeffekten for de enkelte stoffer var som følger:



De målte renseeffektene ligger helt på nivå med de beste internasjonale erfaringer for tilsvarende rensebasseng. Resultatene er oppløftende sett i forhold til de spesielle avrenningsforholdene som vinterklimaet i Norge innebærer med isdekke i bassenget og stor avrenning (store vannmengder) under snøsmelting.

Resultatene viser at overvannsbasseng med riktig dimensjonering og utforming gir en effektiv og stabil rensing av overvann under norske forhold. Driftsoppfølgingen av denne type anlegg er minimal.

Sammenhengen mellom renseeffekt, bassengvolum og nedbørforhold på Skullerud samsvarer godt med utenlandske erfaringer for dimensjonering av bassenger (kalt middelregnmetoden).

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Statens vegvesen Stor-Oslo distrikt har et rensebasseng i Skullerudkrysset for å samle opp og rense overvann fra E6 og tilhørende av- og påkjøringsramper. E6 har 4 felt med betongmidtdeler på denne strekningen. Årsdøgntrafikken (ÅDT) er ca 42 000. Formålet med bassenget er å redusere utslippet av veiforurensninger til Ljanselva. Elva er viktig for rekreasjon og biologisk mangfold.

Bassenget ble bygget i 1998/99 og har vært i drift siden 1999. I starten var det problemer med lekkasje fra bassenget, men bassenget ble høsten 2001 tettet med membran og fungerer nå tilfredsstillende.

Overvåkingen av bassenget startet i 2002 med målinger fra august til november (Åstebøl og Krogh, 2002). I foreliggende rapport er resultater av målinger fra mai 2003 til mai 2004 sammenstilt. COWI AS har hatt ansvaret for gjennomføringen av overvåkningsprogrammet.

1.2 Beskrivelse av anlegget

Bassenget mottar overflateavrenning fra et areal på totalt 3,4 ha. Arealet er fordelt på 2,2 ha asfalterte flater og 1,2 ha grønt areal. Av de asfalterte flatene utgjør E6 1,5 ha, på-/avkjøringsramper 0,5 ha og gang-/sykkelveier 0,2 ha. Ut fra dette er redusert areal teoretisk beregnet til 2,4 ha. E6 har en normalbredde på 20 m (asfaltert flate) og veilengden med tilrenning til bassenget er 750 m (tab.1/fig.1).

Tabell 1. Data for nedslagsfeltet.

	Totalareal (ha)	Areal tette flater (ha)	Redusert areal, sommer (teoretisk beregnet) (ha)
Nedslagsfelt Skullerud basseng	3,4	2,2	2,4

Bassenget er delt i et lukket slambasseng og et åpent hovedbasseng som har et overflateareal på hhv. 68 m² og 910 m² (fig.2/3). Dybden i slambassenget ved normalvannstand er 1,5 m. I hovedbassenget er dybden ved normalvannstand 0,8 m. Dette gir et vått volum i slambassenget på ca 100 m³, og i hovedbassenget på ca 710 m³ (tab.2). Maksimal vannstand ligger 20 cm over normalvannstanden

Dimensjonen på inn-/utløpsledningen er 400/315 mm PVC. Ledningene er dykket for å sikre gjennomstrømning under isen på vinteren. I innløpet til slambassenget og i utløpet fra hovedbassenget måles vannføringen kontinuerlig. Det er også installert automatiske vannprøvetakere på disse punktene som kan ta mengdeproporsjonale vannprøver. I tillegg måles også nedbør og temperatur.

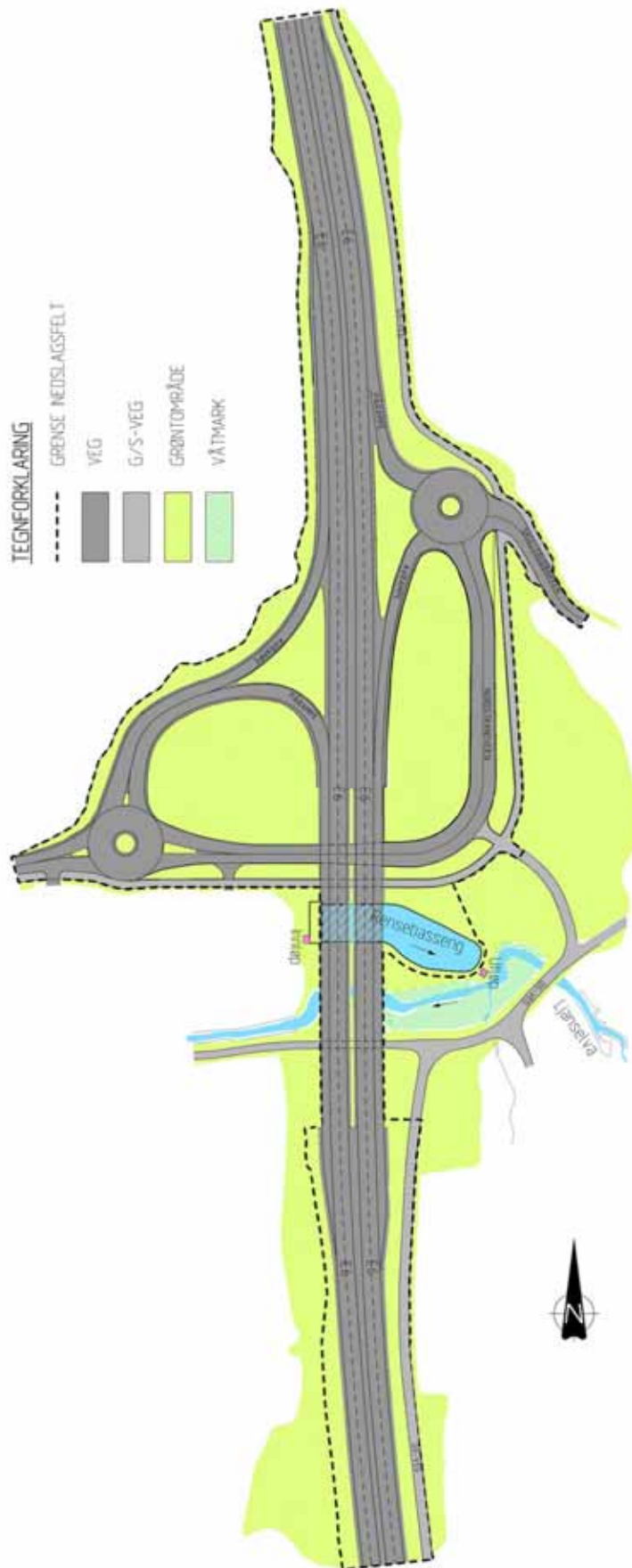
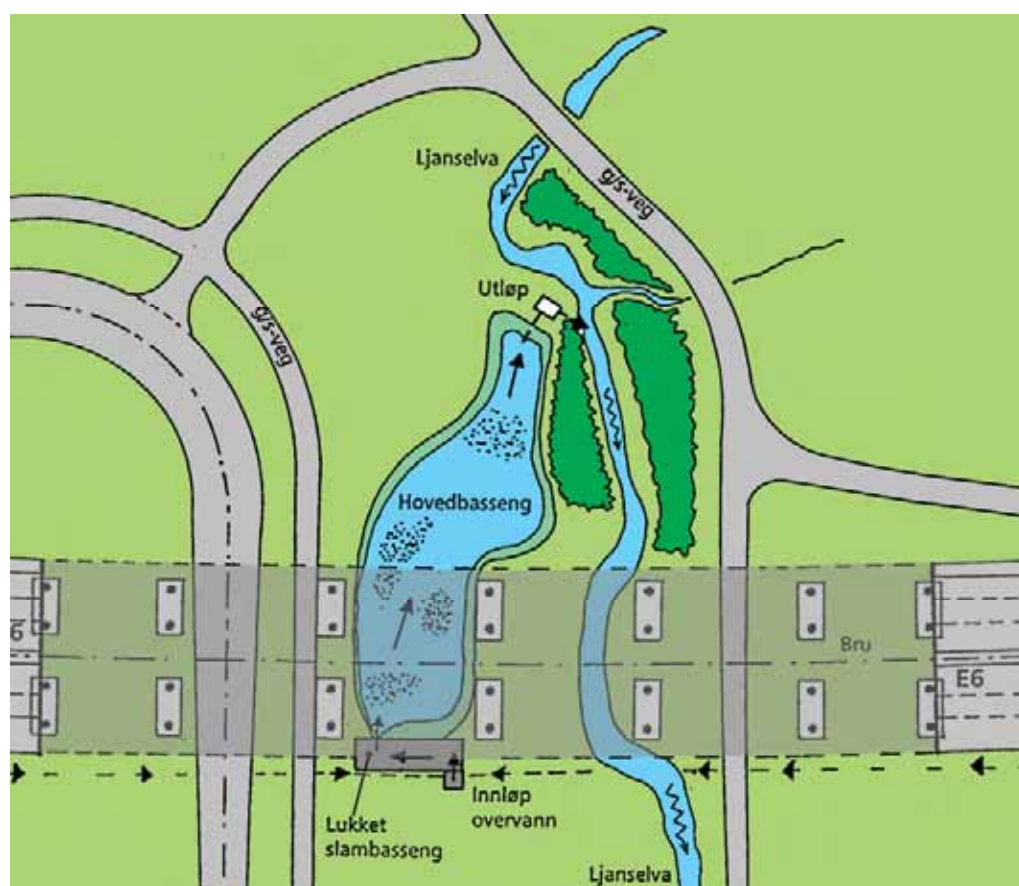


Fig. 1 Oversiktsskisse E6 Skullerudkrysset.



Figur 2. Skisse av rensedbasseng for overvann, E6 Skullerudkrysset

Tabell 2. Data for bassenget.

Basseng	Slam-basseng	Hoved-basseng	Totalt
Overflateareal, m ²	68	910	978
Volum v/tørrvær, m ³	103	710	830
Dybde, m	1,5	0,8	

Bassenget ble opprinnelig dimensjonert med utgangspunkt i middelregnmetoden som baserer seg på en empirisk sammenheng mellom bassengvolum, middelregn og rens-effekt (USEPA, 1986; Hvitved-Jacobsen et al., 1987; Hvitved-Jacobsen et al., 1994). Dimensjoneringen tilsvarer at vannets oppholdstid mellom 2 regnbyger (tørrværsperiode) vil være minimum ca. 72 timer (3 døgn) og der det statistisk forutsettes at oppholdstider under 72 timer kan inntreffe 3-4 ganger i året (ved stor avrenning).



Figur 3: Bilder av rensbassenet.

2 Målemetodikk

2.1 Vannmengde og nedbør

Det måles kontinuerlig på både nedbør og vannføring inn og ut av bassenget. Nedbøren måles ved bruk av en vippepluviograf (type Young modellnr. 52202) og registreres som mm pr. minutt med en oppløsning på 0,1 mm nedbør. Nedbørsmåleren er utstyrt med varmeelement slik at nedbør i form av snø også blir registrert (fig.4).

Vannføringen måles ved bruk av hastighet/trykk-sensorer som er installert i dykket rør ved inn- og utløpet. Målerne er av type Starflow modellnr. 6526-21. Vannføringen registreres for hvert minutt. Trykkmålingen gir også vannstanden i bassenget relatert til nivået på utløpsterskelen (oppløsning på 0,3 cm). Vannføringsmålerne har en nøyaktighet på 2 % av målt verdi, og et måleområde for hastighet på 21 - 4500 mm/s. For innløpsmåleren tilsvarer dette 2,6 - 565 l/s og for utløpsmåleren 1,5 - 318 l/s. Det er anslått at vannføringen som ligger under måleområdet utgjør 5-10% av den totale vannføringen.

I tillegg til nedbør og vannføring måles også lufttemperaturen kontinuerlig.



Figur 4. Målestasjon ved utløpet fra bassenget med vannførings-, nedbør- og lufttemperaturmåler.

2.2 Prøvetaking

For hver regn-/avrenningshendelse tas delprøver automatisk ved hhv. inn- og utløpet til en blandprøve. I noen tilfeller inngår avrenningen fra flere tett påfølgende regnhendelser i en og samme blandprøve. Prøvetakerne er satt opp slik at det tas prøve på inn- og utløpet ved hver 8 m³ som passerer målepunktet (fig.5/6). Når avrenningen ut av bassenget avtar/stopper, hentes blandprøvene og sendes til analyse. Blandprøvene representerer den riktige gjennomsnittlige vannkvaliteten for vannet som strømmer inn og ut av bassenget for hver regnhendelse.



Figur 5. Målestasjon med prøvetakingsutstyr ved utløpet. Dataloggeren registrerer vannmengde. En pumpe suger prøvevann fra utløpskummen til samledunken.



Figur 6. Vannprøver av innløpsvannet (venstre) og utløpsvannet (høyre) for avrennings-episoden 03.11.03. Rensegrad suspendert stoff = 95%.

2.3 Analyseparametere

Vannprøvene ble analysert på en rekke parametere (tab.3). Klorid ble kun analysert på vinterstid i forbindelse med vegsalting. Konduktivitet og pH ble også analysert.

Resultater for PAH er rapportert som både 16-PAH og 4-PAH. 16-PAH er en samlet verdi for 16 PAH-forbindelser i henhold til internasjonal standard. 4-PAH er en samlet verdi for de 4 PAH-forbindelsene som inngår i drikkevannsforskriften: benzo(b)-fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(ghi)perylen og indeno(1,2,3-cd-)pyren.

Fosforfraksjonene er analysert av Limno-Consult v/Øivind Løvstad. Øvrige parametre er analysert av Jordforsk Lab.

Tabell 3. Oversikt over analyseparametere med analysemetode og deteksjonsgrense.

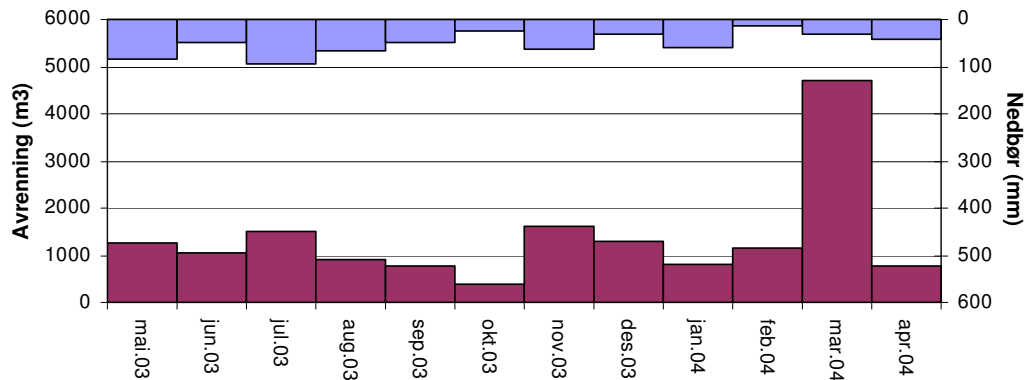
<i>Parameter</i>	<i>Analysemetode</i>	<i>Enhet</i>	<i>Deteksjonsgrense</i>
<i>Organiske</i>			
16-PAH	AV102	µg/l	0,1
4-PAH	AV102	µg/l	0,01
Olje	AV104	mg/l	0,1
<i>Uorganiske</i>			
Suspendert stoff	AV17	mg/l	5
Total nitrogen	AV15	mg/l	0,2
Total fosfor	AV9/Limno-Consult	mg/l	0,003
Biotilgjengelig fosfor/totalt reaktivt fosfor	*AV8/Limno-Consult	mg/l	0,001
Klorid	AV10	mg/l	0,2
<i>Tungmetaller</i>			
Bly	AV3	µg/l	0,5
Kadmium	AV3	µg/l	0,05
Kobber	AV1	µg/l	4
Sink	AV1	µg/l	2

* Modifisert av Limnoconsult: Det er målt som molybdatreaktivt fosfor iht. Murphy & Riley (1962). For bestemmelse av TRP i turbide prøver er det nødvendig å filtrere prøver etter tilsetning av molybdat. Etter filtreringen (0,45 um millipore filter) tilsettes ascorbinsyre (Blakstad & Løvstad, 1990).

3 Resultater og diskusjon

3.1 Nedbør og avrenning

I løpet av måleperioden mai 2003 - mai 2004 ble det analysert på 28 avrenningsepisoder (blandprøver). Den målte tilrenningen til bassenget var for hele perioden ca. 16.300 m³. Avrenningsmengdene er presentert i fig.7 og tab.4. Nesten 30 % av avrenningen kom i mars 2004 som var en måned preget av snøsmelting.

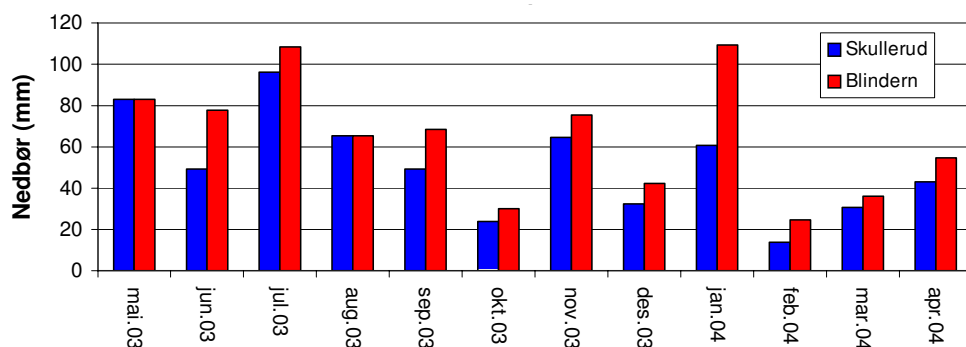


Figur 7. Målt avrenning (tilrenning til bassenget) og nedbør i måleperioden.

Tabell 4. Målt avrenning i måleperioden, m³/måned og prosent av total avrenning.

Avrenning	mai-03	jun-03	jul-03	aug-03	sept-03	okt-03	nov-03	des-03	jan-04	feb-04	mar-04	apr-04	Sum
(m ³)	1250	1061	1508	905	786	403	1615	1282	792	1175	4693	789	16258
(%)	8	7	9	6	5	2	10	8	5	7	29	5	100

Den målte nedbøren i perioden var 612 mm (fig.8/tab.5). I samme periode ble det målt 775 mm på DNMI's værstasjon på Blindern som er omtrent det samme som normalen for Blindern for denne perioden, nemlig 763 mm. Det antas at det også var et normalt år for Skullerud.



Figur 8. Nedbør i måleperioden målt på Skullerud sammenlignet med Blindern.

Tabell 5. Nedbør i måleperioden målt på Skullerud sammenlignet med Blindern samt nedbørsnormalen for Blindern.

	mai-03	jun-03	jul-03	aug-03	sept-03	okt-03	nov-03	des-03	jan-04	feb-04	mar-04	apr-04	Sum
Skullerud - måleper.	83	49	96	65	49	24	65	33	61	14	30	43	612
Blindern - måleper.	83	78	108	66	68	30	75	42	109	25	36	54	775
Blindern - normal	53	65	81	89	90	84	73	55	49	36	47	41	763

Forholdet mellom avrenning og nedbørsmengde kan beskrives som en avrenningskoeffisient. Den beskriver hvor stor andel av nedslagsfeltet som bidrar til tilrenning til bassenget. Avrenningskoeffisienten bestemmes av både faste og variable faktorer. Noen av de viktigste faktorene er andel tette flater (f.eks. asfalterte arealer), metningsgrad for vann i jorda før regnet og regnets intensitet og varighet. Avrenningskoeffisientene som er angitt i tab.6 er beregnet ut fra totalt avrenningsvolum og nedbørsmengde for hver episode.

$$\Phi = \frac{Q}{i * A_{tot}} = \frac{A_{red}}{A_{tot}}$$

hvor Φ = avrenningskoeffisient, Q = avrenning, i = nedbør, A_{tot} = totalareal og A_{red} = redusert areal

Tab.6 gir en oversikt over de 28 analyserte avrenningsepisodene med avrenning, nedbør, avrenningskoeffisient og redusert areal (= totalareal * avrenningskoeffisient). Episodene er delt opp i sommer- og vinterhalvåret. Sommerhalvåret representerer avrenningsepisodene der avrenningen er kun regnbetinget. Vinterhalvåret representerer avrenningsepisodene der avrenningen er påvirket av snøsmelting/-lagring. Episodene 1-18 inngår i sommerhalvåret mens 19-28 inngår i vinterhalvåret. For vinterhalvåret vil avrenningskoeffisienten være misvisende siden avrenningen påvirkes av snøforhold.

For sommerhalvåret varierer avrenningskoeffisienten fra 0,31 - 0,68. For denne perioden er gjennomsnittlig målt avrenningskoeffisient 0,51 (verdien er vektet i forhold til avrenningsmengde pr. episode), som tilsvarer et redusert areal på 1,7 ha. På grunn av grensen for nedre måleområde for vannføringsmålingene, som nevnt i avsnitt 2.1, er den reelle avrenningsmengden noe høyere. Det vil si at den reelle avrenningskoeffisienten er noe høyere enn den målte. Gitt at den reelle avrenningen er 10 % høyere enn den målte vil gjennomsnittlig avrenningskoeffisient være 0,6 for sommerhalvåret som tilsvarer et redusert areal på 2,0 ha. Gjennomsnittlig avrenningskoeffisient for hele måleperioden er 0,85 som tilsvarer et redusert areal på 2,9 ha.

Tabell 6. Oversikt over avrenningsepisodene. Nedslagsfeltets totalareal er 3,4 ha. Verdier for avrenningskoeffisient og redusert areal i parentes er snøbettinget.

Prøvenr.	Prøvedato		Målt avrenning (m ³)	Nedbør (mm)	Avrenningskoef.	Redusert areal (ha)
03-01	03.05.2003	SOMMERHALVÅRET	416	17,9	0,7	2,3
03-02	05.05.2003		88	4,7	0,6	1,9
03-03	12.05.2003		144	9,4	0,5	1,5
03-04	13.05.2003		120	6,4	0,6	1,9
03-05	26.05.2003		296	13,6	0,6	2,2
03-06	09.06.2003		200	14,1	0,4	1,4
03-07	19.06.2003		144	6,6	0,6	2,2
03-08	24.06.2003		608	26,0	0,7	2,3
03-09	09.07.2003		432	32,5	0,4	1,3
03-10	25.07.2003		400	25,1	0,5	1,6
03-11	28.07.2003		352	20,7	0,5	1,7
03-12	14.08.2003		520	39,0	0,4	1,3
03-13	25.08.2003		168	15,8	0,3	1,1
03-14	10.09.2003		192	18,5	0,3	1,0
03-15	22.09.2003		152	13,5	0,3	1,1
03-16	28.09.2003		400	23,2	0,5	1,7
03-17	07.10.2003		184	16,5	0,3	1,1
03-18	03.11.2003		712	38,8	0,5	1,8
03-19	20.11.2003	VINTERHALVÅRET	320	14,0	(0,7)	(2,3)
03-20	27.11.2003		344	13,1	(0,8)	(2,6)
03-21	01.12.2003		648	18,9	(1,0)	(3,4)
03-22	28.12.2003		952	43,3	(0,6)	(2,2)
03-23	29.01.2004		760	44,9	(0,5)	(1,7)
03-24	05.02.2004		896	9,8	(2,7)	(9,1)
03-25	16.03.2004		2472	23,3	(3,1)	(10,6)
03-26*	18.03.2004		1024	0,0	-	-
03-27	06.04.2004		264	13,9	(0,6)	(1,9)
03-28	29.04.2004		496	29,3	(0,5)	(1,7)

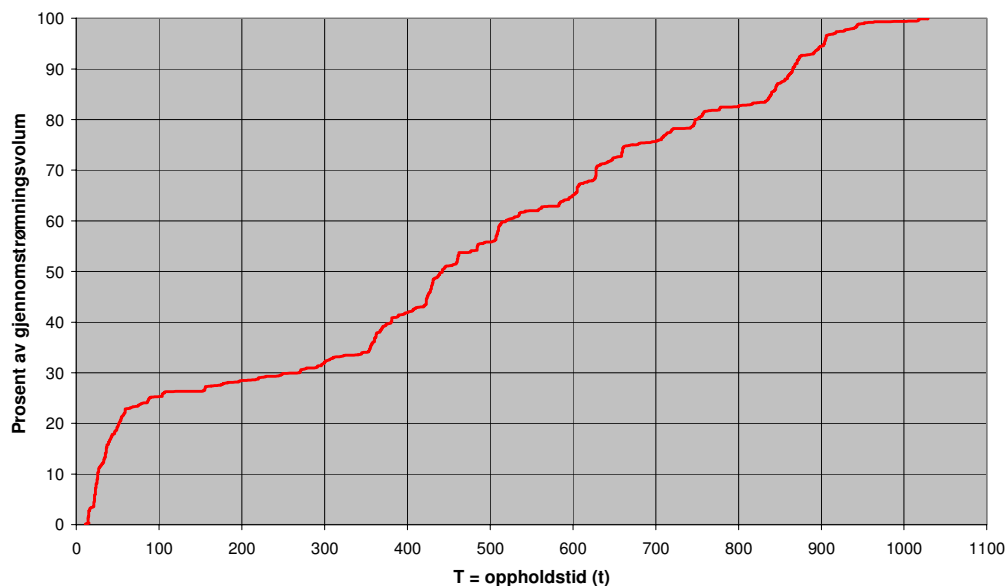
* All avrenning under denne episoden kom som snøsmelting

3.2 Oppholdstid og fordrøyning i bassenget

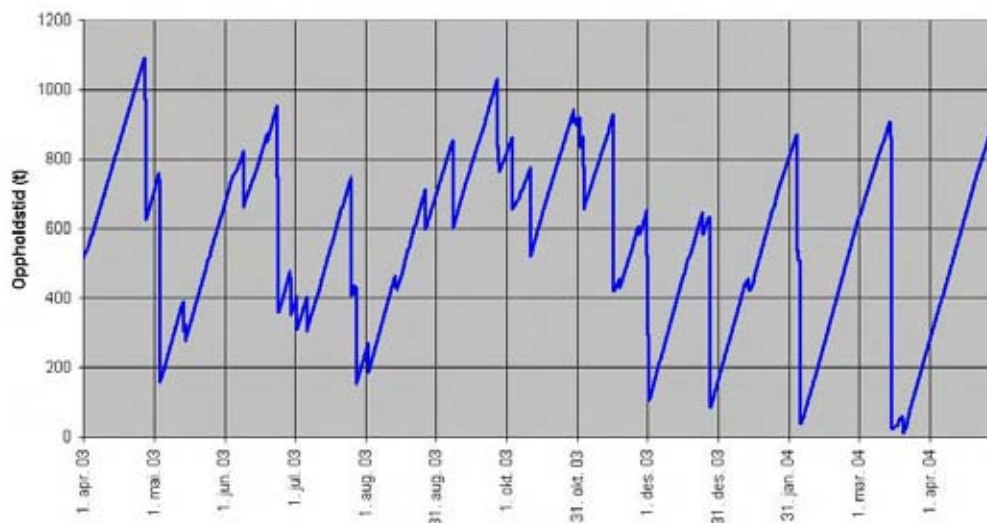
Oppholdstiden er en funksjon av tilrenningen til bassenget, bassengets våte volum og tørrværsperiodens lengde. Renseeffekten er svært avhengig av vannets oppholdstid i bassenget ved tørrvær. For å oppnå optimal rensing bør vannet i dammen ha en sammenhengende tørrværsperiode på minimum 3 døgn. I løpet av ett år vil det være episoder med stor avrenning der dette kriteriet ikke kan oppfylles.

En grov analyse av måledataene viser at ca. 25 % av vannmengden som passerer gjennom bassenget har en oppholdstid lavere enn 72 timer. Dette fremgår av varighetskurven i figur 9. Laveste oppholdstid er 11 t. Oppholdstiden var spesielt lav i periodene med mye snøsmelting (fig.10). Dette skyldes hovedsakelig at det var jevn tilrenning over en lang periode, men også at det våte volumet i bassenget var redusert på grunn av et tykt islag i

bassenget. I februar målte islaget ca. 35 cm som medførte at det våte volumet ble nesten halvert. Avrenningsvolumene for de aller fleste episodene ligger under bassengets våte volum (810 m^3) som tilsier at man vil magasinere hele avrenningsmengden i bassenget for disse episodene.



Figur 9. Varighetskurve for oppholdstid i bassenget. Viser akkumulert gjennomstrømningsvolum som har en oppholdstid mindre eller lik X-verdien. F.eks. 50% av gjennomstrømningsvolumet hadde en oppholdstid på 430 timer eller mindre.



Figur 10. Variasjonen i oppholdstid under måleperioden.

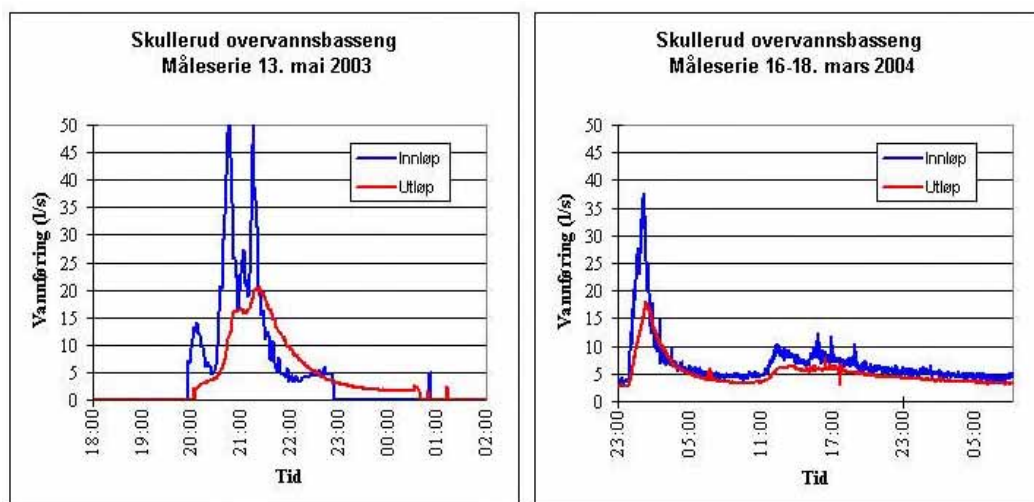
Selv om bassenget har liten reguleringshøyde (20 cm over normalvannstanden), vil man allikevel oppnå en viss grad av fordrøyning. Fordrøyning bidrar til å redusere belastningen på resipienten og gjenskerer en tilrenning av mer naturlig karakter. Strekingen av Ljanselva langs bassenget oversvømmer breddene flere ganger i løpet av året, men

situasjonen hadde sannsynligvis vært betydelig verre uten fordrøyningen som skjer i bassenget. Figur 11 viser Ljanselva under E6 i perioder med høy og lav vannføring.



Figur 11. Ljanselva langs bassenget i perioder med lav vannføring og med høy vannføring og oversvømmelse.

Vannføringen ut av bassenget er i grunnen uavhengig av vannføringen inn og bestemmes kun av vannstanden i bassenget og utløpskapasiteten. Fordi bassenget har et stort overflateareal vil innløpsvannet bli fordelt over et stort område som vil bidra til å dempe vannføringen, spesielt toppene. Utjevningsevnen blir da vannedybden over terskelen ganget med arealet av vannoverflaten.

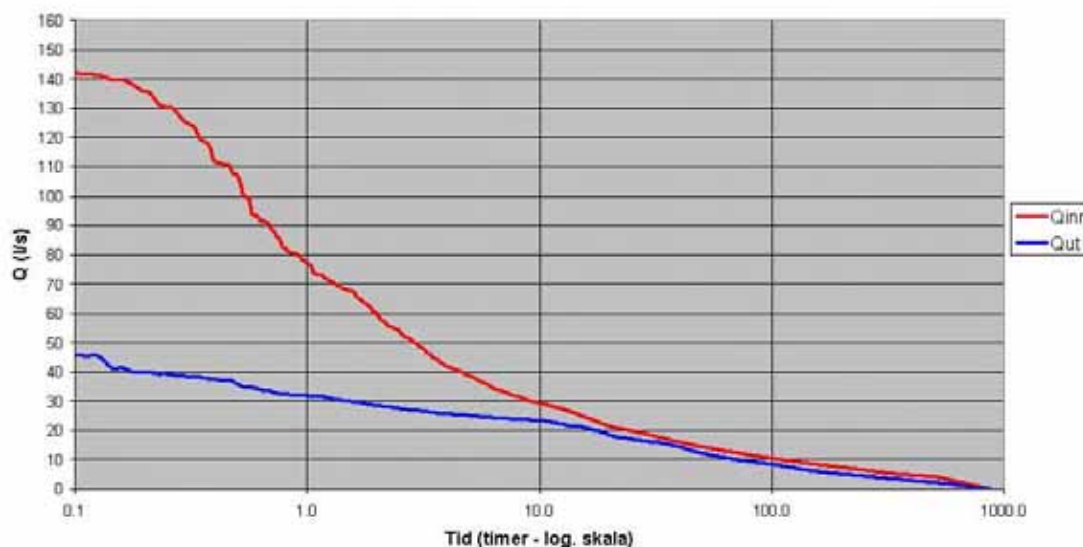


Figur 12. Eksempler på fordrøyningseffekt i bassenget. Avrenningsepisodene er fra 13. mai 2003 og 16-18. mars 2004.

Bassengets evne til å fordrøye vil ha størst effekt på korte og intensive avrennings-episoder. Effekten vil være mindre når tilrenningen er jevn over en lengre periode. Dette fremgår av hydrografene vist i figur 12. Episoden 13. mai 2003 var en kort, intens nedbør hvor tilrenningen tilspisser seg fort og avsluttes etter kort tid. Vannføringen ut av bassenget er betydelig dempet i forhold til toppene og avtar over en mye lengre periode. Episoden 16-18. mars 2004 skyldes hovedsakelig snøsmelting hvor tilrenningen er for-

holdsvis jevn over en mye lengre periode. Etter en stund oppnås likevekt hvor vannføring ut er omtrent lik vannføring inn.

Figur 13 viser varighetskurver for vannføring inn og ut av bassenget for perioden mai 2003 - mai 2004. Maksimalt målt vannføring inn og ut er henholdsvis 150 og 49 l/s. Det er registrert vannføring til bassenget i underkant av 1000 timer i løpet av målperioden. Vannføring til bassenget over 10 l/s er registrert kun tilsammen i ca. 100 timer.



Figur 13. Varighetskurver for vannføring inn og ut av bassenget for perioden mai 03 - mai 04. Tidsskalaen er logaritmisk.

3.3 Vannanalyser

Resultatene av prøvetakingen fra de 28 avrenningsepisodene er vist i tabellene 7 og 8 og figurene 14 - 27. Det er beregnet volumvektede gjennomsnittskonsentrasjoner basert på samtlige prøver. Det er også beregnet gjennomsnittskonsentrasjoner for sommer- og vinterhalvåret.

Resultatene viser at det er store konsentrasjonsvariasjoner for hvert stoff gjennom året. For innløpsvannet er gjennomsnittskonsentrasjonen i sommerhalvåret lavere enn i vinterhalvåret. Gjennomsnittskonsentrasjonen for hele året av total fosfor, suspendert stoff, sink og olje ligger høyere enn utenlandske målinger, mens de øvrige parametrene ligger på samme nivå og lavere (Lindholm, 2003 og Amundsen og Roseth, 2004). Det er av interesse å merke seg at 60% av totalfosforet i innløpsvannet er biotilgjengelig (målt som totalt reaktivt fosfor).

Tabell 7. Målt gjennomsnittskonsentrasjon (pr. avrenningsepisode) for nitrogen, fosfor, suspendert stoff, olje, pH og ledningsevne ved innløp og utløp av bassenget. Gjennomsnittskonsentrasjonen er vektet i forhold til avrenningsvolum og er gitt for både hele måleperioden, kun somhalvåret og kun vinterhalvåret.

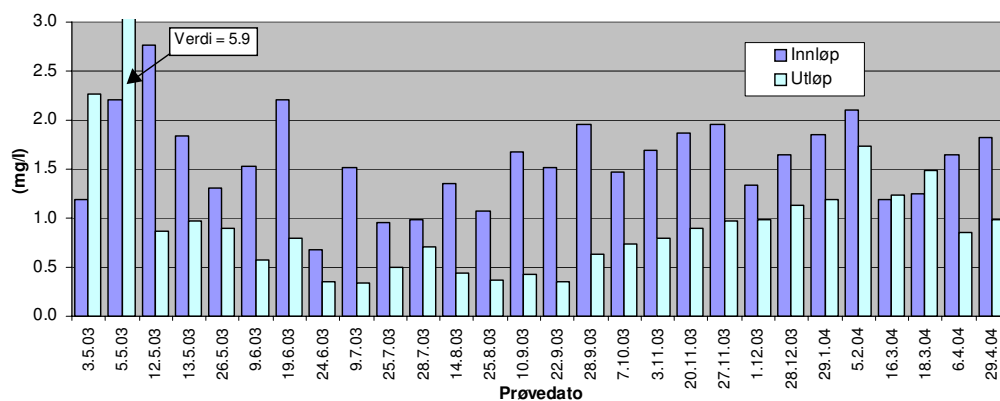
Prøvedato	Total nitrogen		Total fosfor		Bio-fosfor		Susp. stoff		Olje		pH		Ledningsevne	
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mS/m)	(mS/m)
	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp
3.5.03	1.19	2.27	0.455	0.245	0.265	0.103	99	30	1.7	0.7	7.52	7.65	30	81
5.5.03	2.20	5.92	0.240	0.088	0.245	0.040	181	17	3.8	0.7	7.46	7.85	35	60
12.5.03	2.77	0.87	0.500	0.060	0.492	0.025	388	11	5.7	0.5	7.30	7.61	30	69
13.5.03	1.84	0.97	1.450	0.165	1.030	0.080	522	19	5.5	0.6	7.33	7.64	25	70
26.5.03	1.31	0.89	0.245	0.145	0.105	0.060	96	22	2.1	1.0	7.48	7.66	24	54
9.6.03	1.53	0.58	0.300	0.026	0.210	0.011	107	6	1.5	0.2	7.25	7.71	18	58
19.6.03	2.20	0.79	1.400	0.067	0.600	0.025	425	11	2.5	-	6.98	7.53	19	68
24.6.03	0.67	0.35	0.286	0.320	0.160	0.020	115	10	1.3	0.3	7.50	7.76	16	66
9.7.03	1.51	0.34	1.420	0.028	0.950	0.012	401	8	3.4	0.2	7.26	7.63	24	58
25.7.03	0.95	0.50	0.544	0.055	0.332	0.033	171	9	1.4	0.4	7.00	7.43	13	44
28.7.03	0.99	0.70	0.433	0.028	0.250	0.019	128	9	1.0	0.3	7.17	7.43	15	33
14.8.03	1.35	0.44	0.287	0.102	0.152	0.052	182	11	1.4	-	7.10	7.50	15	29
25.8.03	1.08	0.37	0.305	0.024	0.135	0.008	91	-	0.9	-	7.09	7.60	12	25
10.9.03	1.68	0.42	0.520	0.044	0.343	0.010	184	-	2.0	-	8.20	8.18	13	25
22.9.03	1.52	0.36	0.301	0.028	0.118	0.019	78	-	0.5	0.2	7.23	7.69	13	26
28.9.03	1.95	0.63	0.377	0.054	0.193	0.028	93	6	1.0	0.2	7.26	7.69	12	23
7.10.03	1.47	0.73	0.034	0.008	0.008	0.002	48	-	1.4	0.2	7.17	7.75	12	22
3.11.03	1.69	0.79	0.710	0.135	0.338	0.065	240	10	4.6	0.3	7.40	7.63	50	30
20.11.03	1.87	0.90	0.410	0.055	0.150	0.020	344	8	6.2	0.2	7.52	7.71	100	37
27.11.03	1.95	0.97	0.165	0.020	0.050	0.005	430	12	8.1	0.1	7.66	7.71	179	66
1.12.03	1.34	0.98	0.505	0.075	0.200	0.030	259	39	5.3	0.8	7.81	7.87	40	78
28.12.03	1.65	1.13	1.200	0.410	0.793	0.167	275	47	5.4	0.8	7.44	7.67	39	17
29.1.04	1.85	1.19	0.510	0.055	0.256	0.034	159	10	3.5	0.3	7.49	7.82	50	30
5.2.04	2.10	1.74	0.750	0.360	0.486	0.234	295	55	7.2	1.3	7.17	7.32	59	59
16.3.04	1.19	1.23	-	0.560	0.400	0.377	606	133	11.8	2.6	7.40	7.41	19	29
18.3.04	1.25	1.48	0.560	0.650	0.254	0.368	39	48	1.0	0.8	7.52	7.57	72	41
6.4.04	1.65	0.85	2.000	0.120	1.093	0.056	201	5	4.1	0.2	7.54	7.71	72	38
29.4.04	1.82	0.98	1.600	0.120	0.956	0.077	216	15	4.0	0.5	7.17	7.53	39	55
Median hele året	1.59	0.86	0.50	0.07	0.26	0.03	183	11	3.0	0.4	7.37	7.66	24	43
Gj.snitt hele året	1.49	1.05	0.67	0.26	0.39	0.15	276	43	5.0	0.9	7.39	7.60	39	63
Gj.snitt sommer	1.42	0.58	0.55	0.10	0.32	0.03	191	10	2.2	0.3	7.30	7.64	21	42
Gj.snitt vinter	1.54	1.23	0.81	0.36	0.44	0.22	339	64	6.8	1.3	7.44	7.57	50	40

" - " = under deteksjonsgrensen

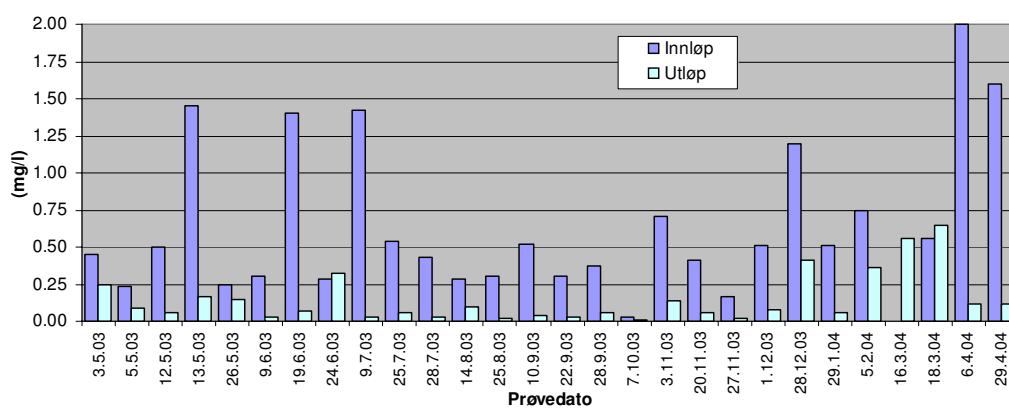
Tabell 8. Målt gjennomsnittskonsentrasjon (pr. avrenningsepisode) for PAH (16 og 4), klorid og tungmetallene (bly, kadmium, kobber og sink) ved innløp og utløp av bassenget. Gjennomsnittskonsentrasjonen er vektet i forhold til avrenningsvolum og er gitt for både hele måleperioden, kun sommerhalvåret og kun vinterhalvåret.

Prøvedato	16-PAH		4-PAH		Bly		Kadmium		Kobber		Sink		Klorid	
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(mg/l)	(mg/l)
	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp
3.5.03	0.65	0.23	0.16	0.05	5.6	2.9	0.08	0.06	73	27	155	61		
5.5.03	1.33	0.15	0.38	0.02	12.0	2.2	0.13	-	74	35	241	51		
12.5.03	2.47	0.11	0.63	0.01	29.0	2.2	0.34	-	118	17	391	25		
13.5.03	1.29	0.17	0.37	0.02	28.0	2.8	0.35	0.06	129	52	380	43		
26.5.03	0.49	0.20	0.14	0.02	8.9	3.4	0.12	-	49	25	110	38		
9.6.03	0.72	-	0.24	-	1.7	4.4	-	-	37	23	68	23		
19.6.03	1.30	-	0.37	-	25.0	0.7	0.21	-	133	39	319	18		
24.6.03	0.58	0.12	0.20	0.02	9.4	1.4	0.08	-	25	13	67	20		
9.7.03	1.46	-	0.40	-	24.0	1.6	0.23	-	84	36	285	17		
25.7.03	0.61	-	0.16	-	1.5	4.4	-	0.07	61	77	63	133		
28.7.03	0.36	-	0.11	-	8.6	3.5	0.10	-	49	25	175	99		
14.8.03	0.56	-	0.18	-	10.0	1.8	0.06	-	114	35	189	20		
25.8.03	0.37	-	0.11	-	8.9	1.7	0.12	-	84	41	124	10		
10.9.03	0.69	-	0.25	-	7.6	0.9	1.00	-	130	23	97	7		
22.9.03	0.61	-	0.18	-	10.0	1.5	0.10	-	85	22	140	6		
28.9.03	0.48	-	0.12	0.01	10.0	2.0	0.11	-	67	34	149	21		
7.10.03	0.32	-	0.18	-	9.8	1.3	0.07	-	91	23	128	10		
3.11.03	2.50	0.12	0.82	0.03	23.0	2.5	0.28	-	92	41	323	30		
20.11.03	2.61	0.11	0.78	0.03	27.0	2.6	0.30	-	103	46	371	54		
27.11.03	5.17	0.19	1.23	0.02	26.0	2.6	0.29	-	102	29	408	47		
1.12.03	2.94	0.34	0.49	0.05	19.0	4.4	0.15	-	61	34	235	71		
28.12.03	2.47	-	0.54	-	16.0	4.8	0.23	0.10	94	46	266	77		
29.1.04	1.08	-	0.19	-	8.4	2.2	0.20	0.09	77	58	211	64	1470	869
5.2.04	2.58	0.37	0.25	-	19.0	4.0	0.24	0.15	112	40	355	129	1830	1810
16.3.04	2.91	0.63	0.81	0.18	33.0	9.4	0.35	0.16	118	37	544	185	523	789
18.3.04	0.31	0.35	0.04	0.04	4.2	4.3	0.06	0.06	41	30	67	58	157	70
6.4.04	1.68	-	0.42	-	10.0	1.1	0.08	-	73	30	170	18	36	13
29.4.04	1.91	0.10	0.48	-	16.0	1.9	0.19	-	79	24	266	38	76	121
Median hele året	1.19	0.18	0.25	0.02	10.0	2.4	0.17	0.08	84	34	200	38	620	636
Gj.snitt hele året	1.77	0.26	0.43	0.05	17.1	4.1	0.21	0.08	86	36	273	78	720	739
Gj.snitt sommer	0.99	0.11	0.30	0.01	10.4	1.8	0.14	0.04	61	27	145	28	-	-
Gj.snitt vinter	2.31	0.34	0.52	0.07	24.0	6.3	0.28	0.13	109	45	398	125	720	739

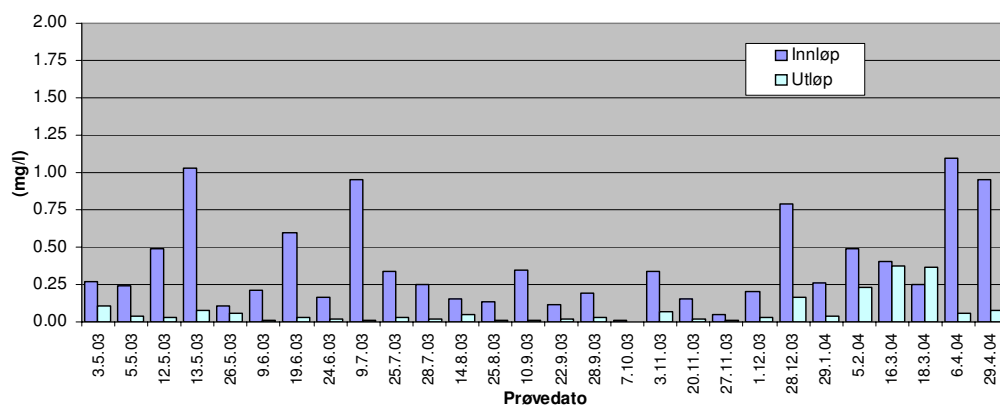
" - " = under deteksjonsgrensen



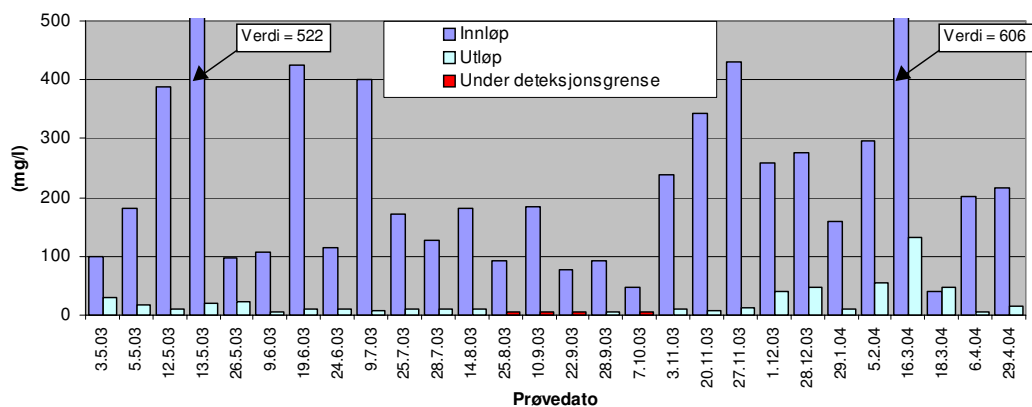
Figur 14. Målt konsentrasjon av total nitrogen ved inn- og utløpet av bassenget.



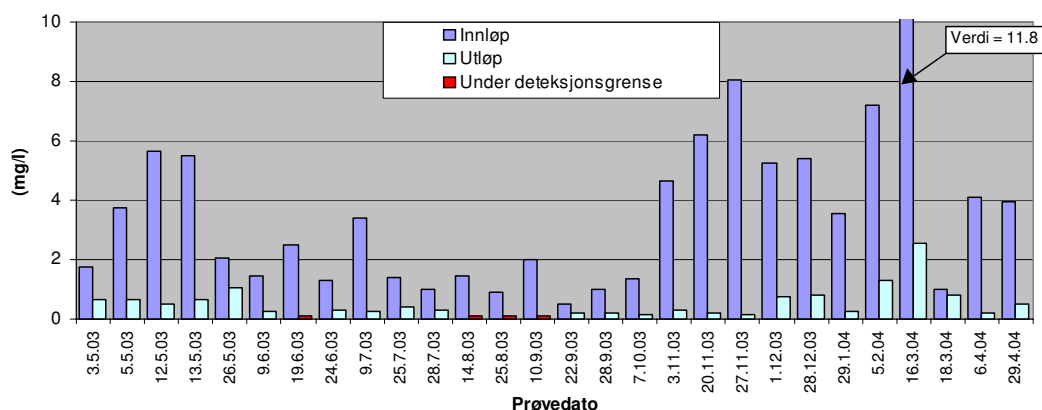
Figur 15. Målt konsentrasjon av total fosfor ved inn- og utløpet av bassenget.



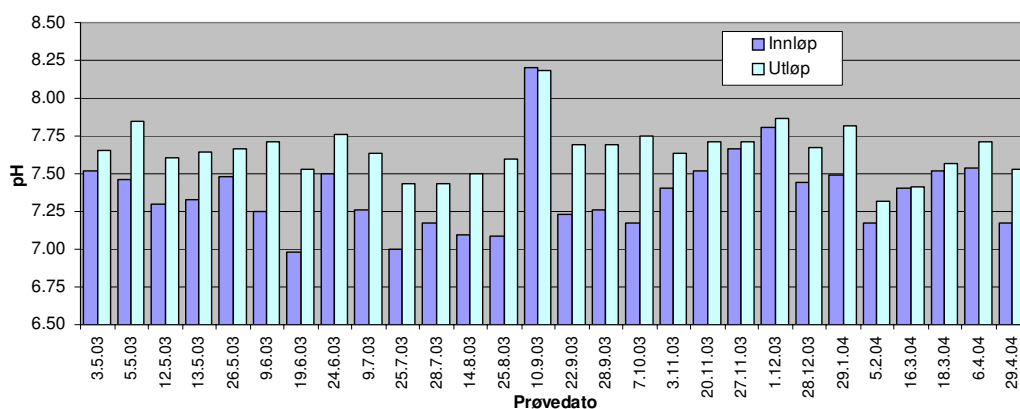
Figur 16. Målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor ved inn- og utløpet av bassenget.



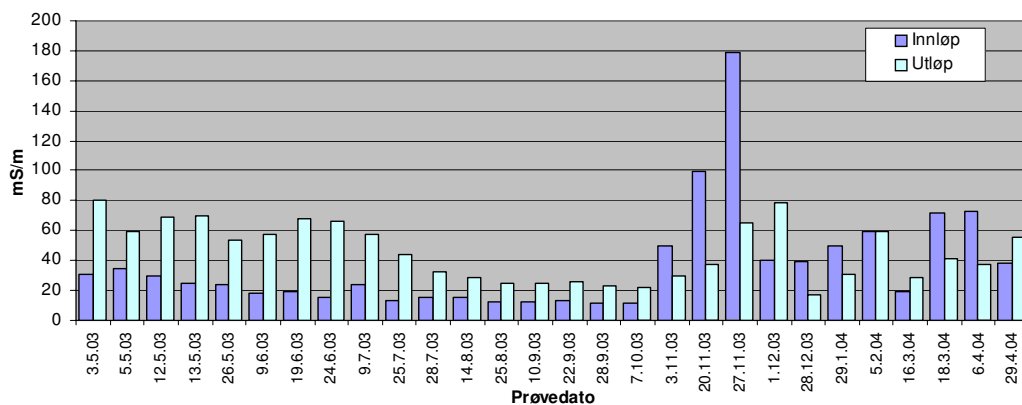
Figur 17. Målt konsentrasjon av suspendert stoff ved inn- og utløpet av bassenget. Røde stolper er prøver hvor konsentrasjonen lå under deteksjonsgrense (5 mg/l).



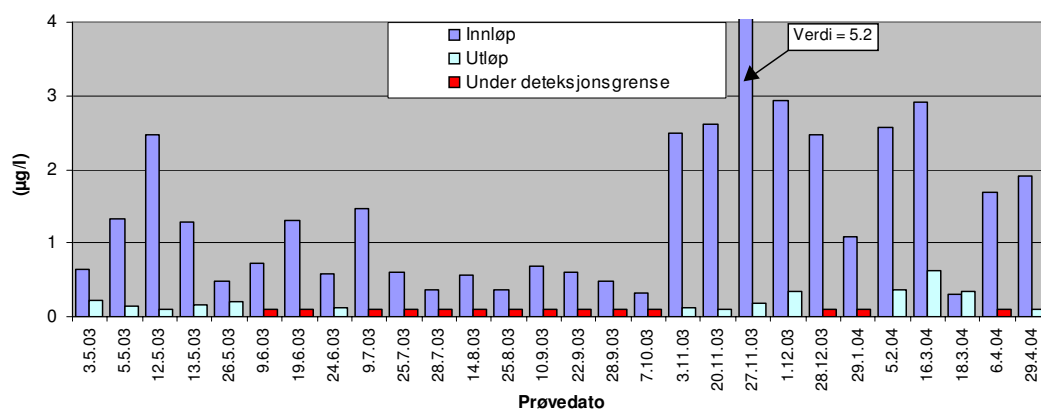
Figur 18. Målt konsentrasjon av olje ved inn- og utløpet av bassenget. Røde stolper er prøver hvor konsentrasjonen lå under deteksjonsgrense (0,1 mg/l).



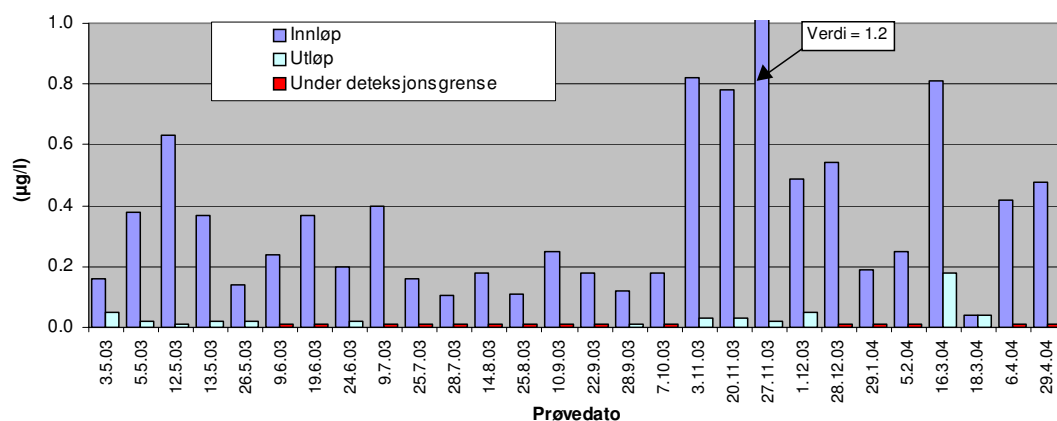
Figur 19. Målt pH ved inn- og utløpet av bassenget.



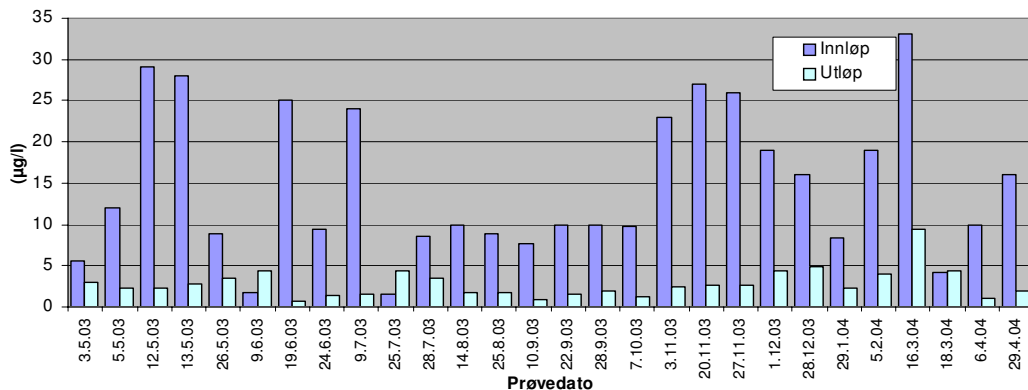
Figur 20. Målt ledningsevne ved inn- og utløpet av bassenget.



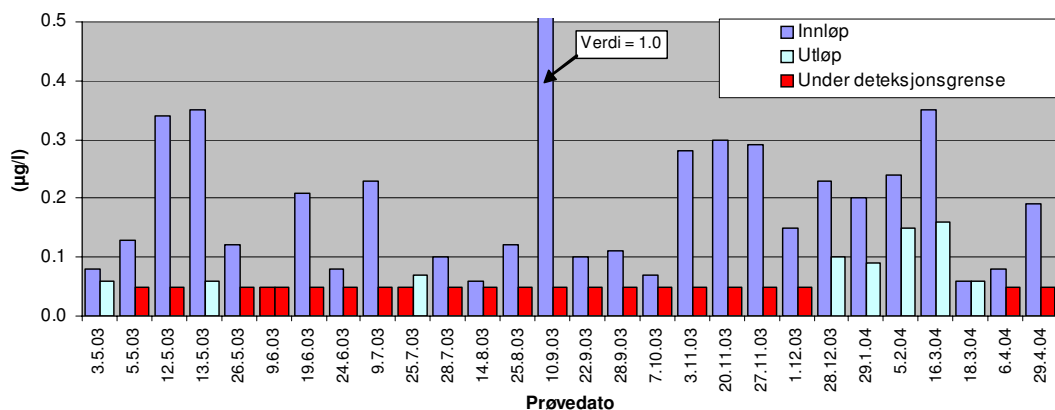
Figur 21. Målt konsentrasjon av 16-PAH ved inn- og utløpet av bassenget. Røde stolper er prøver hvor konsentrasjonen lå under deteksjonsgrense (0,1 µg/l).



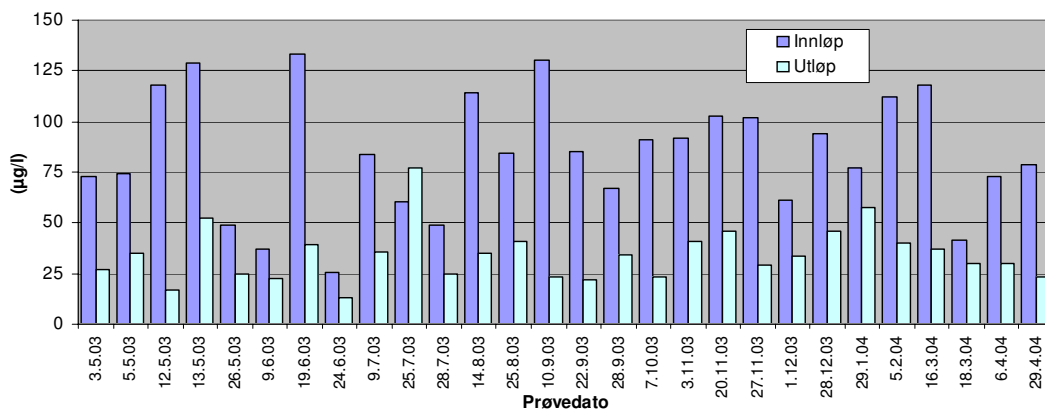
Figur 22. Målt konsentrasjon av 4-PAH ved inn- og utløpet av bassenget. Røde stolper er prøver hvor konsentrasjonen lå under deteksjonsgrense (0,01 µg/l).



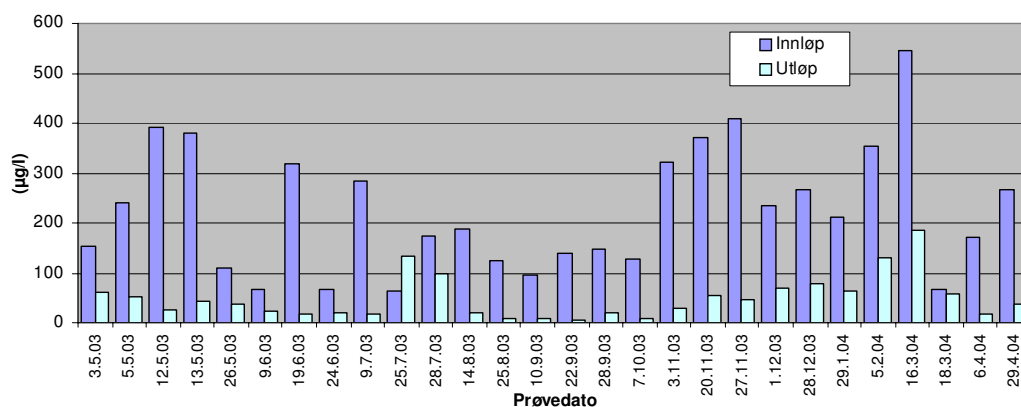
Figur 23. Målt konsentrasjon av bly ved inn- og utløpet av bassenget.



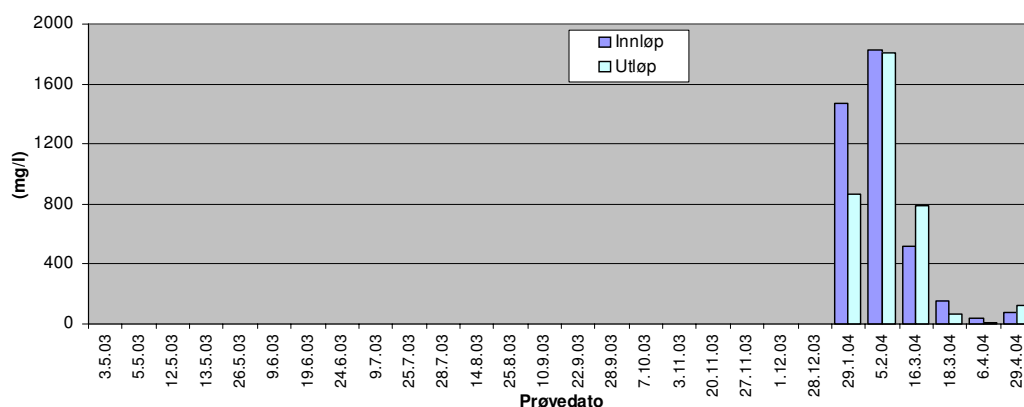
Figur 24. Målt konsentrasjon av kadmium ved inn- og utløpet av bassenget. Røde stolper er prøver hvor konsentrasjonen lå under deteksjonsgrense (0,05 µg/l).



Figur 25. Målt konsentrasjon av kobber ved inn- og utløpet av bassenget.



Figur 26. Målt konsentrasjon av sink ved inn- og utløpet av bassenget.



Figur 27. Målt konsentrasjon av klorid ved inn- og utløpet av bassenget.

3.4 Renseeffekt

I tabell 9 er renseseffekten for de ulike parametrene sammenstilt. Renseeffekten er regnet ut som prosent fjernet stoff dvs. differansen mellom stoffmengde inn og ut av bassenget. Renseeffekten ligger i området 60 – 90% med unntak av nitrogen på 30%. En mindre andel av nitrogenet er bundet til partikler enn for de øvrige forurensningststoffene og dette medfører lavere rensesgrad. Renseeffekten for suspendert stoff (partikler) er høy (85%) totalt sett. Kombinert med høye renseseffekter for PAH og tungmetaller betyr dette at rensedbassenget har en effektiv fjerning av de små partikler. De nevnte stoffer er primært bundet til fine partikler.

De oppnådde renseseffektene ligger helt på nivå med de beste internasjonale erfaringene. Dette er oppløftende resultater tatt i betraktning at vintersituasjonen i Norge medfører høy vanntilførsel over lang tid i forbindelse med snøsmelting. I tillegg vil is i bassenget redusere det effektive bassengvolumet som står til rådighet for magasinering av overvann. Avrenningen i mars var svært høy med mye snøsmelting. Avrenningsepisodene hadde både høyeste (606 mg/l) og laveste (39 mg/l) innløpskonsentrasjoner for suspendert stoff for hele måleperioden. Dette gav tilhørende høy og lav renseseffekt som forventet. Avrenningen den 16.03 hadde til tross for høy renseseffekt den høyeste utløpskonsentrasjonen på grunn av den høye innløpskonsentrasjonen. Episoden 16.03 hadde mye nedbør i tillegg til snøsmeltingen og denne kombinasjonen forårsaket stor partikkelavrenning. Etterfølgende avrenningsepisode (18.03) var utelukkende snøsmelting med gjennomgående lave konsentrasjoner på innløpsvannet og liten eller ingen renseseffekt.

Det er en generell erfaring med rensing av overvann at renseeffekten er lav ved lave innløpskonsentrasjoner. I praksis vil det være umulig å dimensjonere et rensebasseng for optimal rensing under snøsmelting siden dette medfører urealistisk store bassenger. Tabell 10 og figur 28 viser renseeffekten for henholdsvis sommer- og vinterperioden. Effekten er gjennomgående lavere på vinteren enn på sommeren, men forskjellen er ikke større enn at årsmiddelet ligger høyt. For fosfor (P) og nitrogen (N) var det vesentlig høyere renseeffekt på sommeren enn på vinteren. Dette skyldes opptak av stoffene i biomassen (alger, vannplanter).

Når det gjelder forurensningseffekten ved utslipp av veivann til vassdrag, har vi å gjøre med stoffer som har akkumulerende effekter og ikke stoffer som gir typiske akutte effekter. Det er således den gjennomsnittlige tilbakeholdelsen (renseeffekten) av forurensningstoffer for en lengre periode (eksempelvis 1 år) som er av størst interesse (Åstebøl og Hvitved-Jacobsen, 2004).

Konduktiviteten varierte mellom 12-179 mS/m ved innløpet og 17-81 ved utløpet. Verdiene var relativt stabile og lave på sommerhalvåret og høyest på høsten og våren, på grunn av vegsalting. Bassenget avdemper variasjonen i saltutslippet til vassdrag.

pH var relativt stabilt i hele måleperioden. Innløpsvannet varierte mellom 7,0 og 8,2 og utløpsvannet mellom 7,3 og 8,2.

Klorid ble målt kun for de 6 siste avrenningsepisodene. Konsentrasjonene varierte mye, 36-1830 mg/l ved innløpet og 13-1810 ved utløpet. De høyeste konsentrasjonene var i januar og februar i snørike perioder da det var mye salt på vegene.

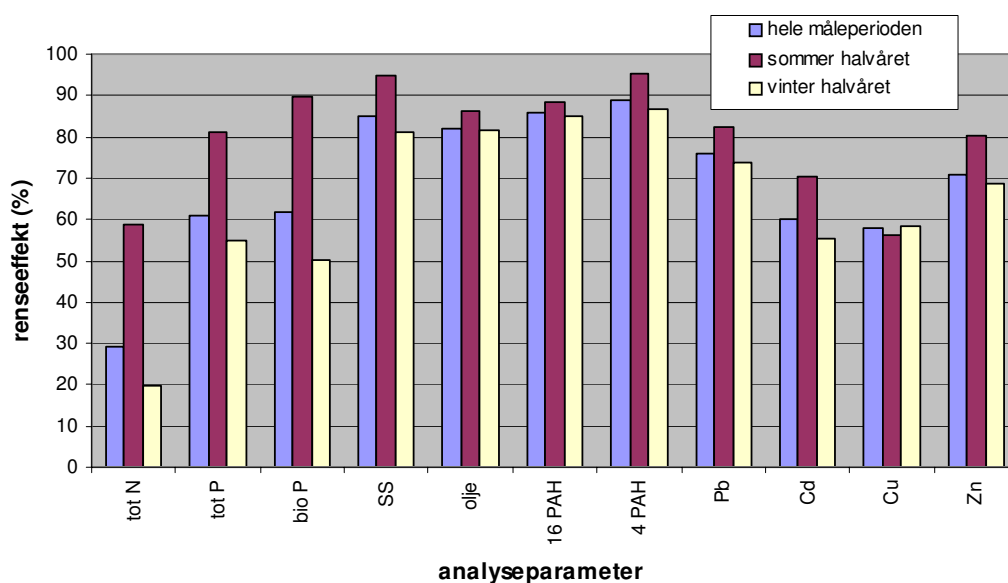
Tabell 9. Bassengets renseeffekt for de ulike parametrene for hele måleperioden. Gjennomsnittskonsentrasjonen er vektet i forhold til avrenningsvolum (medianverdier, se tab.7/8).

Parameter	Enhet	Gjennomsnittskons. Innløp	Gjennomsnittskons. Utløp	Renseeffekt (% reduksjon)
Total nitrogen (tot N)	mg/l	1.49	1.05	29
Total fosfor (tot P)	mg/l	0.67	0.26	61
Bio. fosfor (bio P)	mg/l	0.39	0.15	62
Suspendert stoff (SS)	mg/l	276	43	85
Olje	mg/l	5.0	0.9	82
16-PAH	ug/l	1.77	0.26	86
4-PAH	ug/l	0.43	0.05	89
Bly (Pb)	ug/l	17.1	4.1	76
Kadmium (Cd)	ug/l	0.21	0.08	60
Kobber (Cu)	ug/l	86	36	58
Sink (Zn)	ug/l	273	78	71

NB! For SS, olje, 16 PAH, 4 PAH og Cd ligger konsentrasjonen for noen prøver under deteksjonsgrensen. For disse prøvene er konsentrasjonen satt lik deteksjonsgrensen ved beregning av renseeffekt. Renseeffekten for disse parametrene er derfor sannsynligvis høyere enn angitt.

Tabell 10. Renseeffekt for de ulike parametrene for hele måleperioden sammenstilt med renseeffekt for kun sommer- og vinterhalvåret og med internasjonalt erfarte verdier.

Parameter	Renseeffekt (% reduksjon)			
	Hele måleperioden	Sommerhalvåret	Vinterhalvåret	Internasjonale erfaringer
Total nitrogen (tot N)	29	59	20	30-35
Total fosfor (tot P)	61	81	55	55-65
Bio. fosfor (bio P)	62	90	50	-
Suspendert stoff (SS)	85	95	81	70-80
Olje	82	86	82	60-80
16-PAH	86	88	85	-
4-PAH	89	95	87	-
Bly (Pb)	76	82	74	65-75
Kadmium (Cd)	60	71	55	-
Kobber (Cu)	58	56	58	55-65
Sink (Zn)	71	80	69	45-55



Figur 28. Renseeffekt for de ulike parametrene for hele måleperioden sammenstilt med renseeffekt for sommer- og vinterhalvåret.

3.5 Dimensjonering av rensebasseng

En vanlig benyttet metode for dimensjonering av rensebasseng baserer seg på sammenhengen mellom renseeffekt, bassengvolum og middelregnet, kalt middelregnetmetoden (USEPA, 1986; Hvitved-Jacobsen et al., 1987; Hvitved-Jacobsen et al., 1994). Metoden baserer seg på utenlandske målinger. Ser man på sammenhengen mellom disse faktorene for Skullerudbassenget, finner man en god overrensstemmelse med dimensjoneringsmetodens resultat. Middelregnet defineres som middelveien for alle regnhendelser $\geq 0,4$ mm. Tørrværstiden mellom to adskilte hendelser skal være minimum 1 time.

Middelregnet i måleperioden (gjelder kun for sommerhalvåret 2003) utgjorde 4,0 mm. Med den oppnådde renseseffekten på 95% for suspendert stoff i sommerhalvåret, gir middelregnet et dimensjonerende bassengvolum på 360 m³ pr redusert ha (vått tørrvæsvolum). Det reelle bassengvolumet på Skullerud utgjør 350 m³ pr redusert ha. Renseseffekten for suspendert stoff i Skullerudbassenget ligger på det maksimale av hva som kan forventes. Det kreves derfor et relativt stort bassengvolum for å oppnå en såvidt høy rensing.

Flerårige nedbørmålinger i Oslo-området gir et middelregn på 3,6 mm (kortidsnedbørserie v/stasjon Øvrevoll 1967-1996). Med utgangspunkt i den høye renseseffekten på Skullerud kan man inntil andre måleresultater foreligger, anbefale at bassenger dimensjoneres noe mindre enn på Skullerud samtidig som en høy renseseffekt oppnås. Bassengstørrelsen kan anslagsvis reduseres med 10 %.

I tillegg til dimensjoneringen skal også en rekke andre forhold oppfylles for å oppnå et effektivt basseng. Det går på lengde/bredde-forhold (langsgående strømning), dybde, etablering av vannvegetasjon, forsedimentering, bunntetting og energidreper ved innløpet.

3.6 Stofftransport

Målt total stofftransport inn og ut av bassenget for hele måleperioden (1 år) er presentert i tabell 11.

Tabell 11. Målt stofftransport inn og ut av bassenget for hele måleperioden (mai 2003 – mai 2004).

Parameter	Stofftransport inn	Stofftransport ut	Renseseffekt
	(kg)	(kg)	(%)
Total nitrogen (tot N)	20.4	14.4	29
Total fosfor (tot P)	9.0	3.6	61
Bio. fosfor (bio P)	5.3	2.0	62
Suspendert stoff (SS)	3788.2	582.4	85
Olje	67.9	12.0	82
16-PAH	0.024	0.003	86
4-PAH	0.006	0.001	89
Bly (Pb)	0.23	0.06	76
Kadmium (Cd)	0.003	0.001	60
Kobber (Cu)	1.17	0.50	58
Sink (Zn)	3.74	1.07	71

I tabell 12 er spesifikt utslipp fra E6 beregnet. Beregningen er kun basert på veiarealet for E6 (1,5 ha). De øvrige veiarealene i kryssområdet (0,5 ha tilførsels- og avkjøringsveier og rundkjøringer) er ikke tatt med i arealgrunnlaget. Det er lagt til grunn at E6 er den dominerende kilden til forurensningen i overvannet. Trafikken på de øvrige veiarealene er sammenligningsmessig svært liten. De øvrige veiarealene utenom E6 forventes å bidra til avrenning av forurensninger som følge av støvnedfall fra trafikken på E6. Således er det grunn til å regne med at målt forurensningstilførsel til rensedammen er noe høyere enn om sidearealene langs E6 på Skullerud kun hadde vært grønne arealer (uten kryssområdet).

Tabell 12. Beregnet spesifikt utslipp fra E6, 4-feltsvei (veilengde = 750 m).

Parameter	Utslipp pr. veilengde (4-felts vei)	Utslipp pr. veiareal (4-felts vei)
	(g/km.år)	(g/m ² .år)
Total nitrogen (tot N)	27 200	1.4
Total fosfor (tot P)	12 000	0.60
Bio. fosfor (bio P)	7 067	0.35
Suspendert stoff (SS)	5 050 933	253
Olje	90 533	4.5
16- PAH	32	0.0016
4-PAH	8	0.00040
Bly (Pb)	307	0.015
Kadmium (Cd)	4	0.00020
Kobber (Cu)	1 560	0.078
Sink (Zn)	4 987	0.25

4 Konklusjon

Effekten av rensebasseng for tilbakeholdelse av forurensningsstoffer i overvann fra vei er undersøkt ved E18 Skullerudkrysset i Oslo i perioden 2003 – 2004 (måleperiode 1 år).

Avrenning fra veier preges av store variasjoner i forhold til vannmengde og kvalitet. Måling av stofftransport forutsetter kontinuerlige vannføringsmålinger med høy tidsoppløselighet og med automatisk styring av prøvetakingen. Målinger, prøvetaking og uttak av prøver til analyse må knyttes til den enkelte avrennings-/nedbørhendelse og dette forutsetter en nitidig oppfølging av målingene i forhold til klimaet. Dessuten må alle avrenningshendelser prøvetas fortløpende over tid for at datamaterialet skal gi et tilfredsstillende mål på stofftransporten inn og ut av rensebassenget dvs. rensetiltakets effektivitet.

Måle- og prøvetakingsutstyret fungerte jevnt over bra i forhold til målekravene. Den nedre målegrensen for vannføringsmålerne kunne vært lavere slik at en høyere andel av totalvannføringen hadde vært registrert. Nedbørmåleren fungerte bra, men nærheten til E6 gjorde det nødvendig med hyppig renhold på grunn av støvnedfall.

Måleprogrammet omfattet kontinuerlig måling av nedbør og avrenning i ett år fra mai 2003 til mai 2004. Prøvetakingen ble utført med volumproporsjonalt uttak av delprøver til en blandprøve for hver avrenningsepisode i løpet av året. Prøvetakingen ble utført separat for inn- og utløpet til bassenget. I alt ble 28 avrenningshendelser analysert for partikler, næringssalter, tungmetaller, PAH og olje.

Midlere konsentrasjon i overvannet fra veien for total fosfor, suspendert stoff, sink og olje lå høyere enn utenlandske målinger, mens de øvrige stoffene (PAH, bly, kadmium, kobber) lå på samme nivå og lavere.

Renseeffekten (tilbakeholdelsen av forurensninger) i rensebassenget for hele måleperioden var 85% for suspendert stoff, 61% for total fosfor, 58 – 76% for tungmetaller, 86% for PAH og 82% for olje. Oppnådd renseseffekt ligger på et meget høyt nivå sammenlignet med internasjonale målinger for tilsvarende rensebasseng.

Rensbassengets størrelse, oppnådde rens effekter og nedbørforholdene på Skullerud stemmer godt med det dimensjoneringsgrunnlaget som er vanlig benyttet for våte rensbasseng internasjonalt (kalt middelregnetoden).

5 Referanser

Amundsen, C.E. og Roseth, R., 2004: Utslippsfaktorer fra veg til vann og jord. Vegdirektoratet – rapport.

Blakar, J. og Løvstad, Ø., 1990: Determination of available phosphorus for phytoplankton population in lakes and rivers of south eastern Norway. *Hydrobiologia* 192; 271-277.

Hvitved-Jacobsen, T., K. Keiding and Y.A. Yousef (1987), Urban runoff pollutant removal in wet detention ponds. In W. Gujer and V. Krejci (Eds.), *Urban Storm Water Quality, Planning and Management*, proceedings of 4th International Conference on Urban Storm Drainage, Lausanne, Switzerland, Aug. 31-Sept. 4, 1987, 137-142.

Hvitved-Jacobsen, T., N.B. Johansen and Y.A. Yousef (1994), Treatment systems for urban and highway run-off in Denmark, the 4th International Symposium on Highway Pollution, Madrid, Spain, May 18-22, 1992, *The Science of the Total Environment*, 146/147, 499-506.

Lindholm, O., 2003: Miljøgifter i overvann fra tette flater, forslag til sjablongverdier og årlige overvannsmengder.

Murphy, J. and Riley, 1962: A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal.Chim.Acta* 26; 31-36.

Åstebøl, S.O. og Hvitved-Jacobsen, T., 1998: Rensing av overvann fra veg – aktuelle løsninger. Vegdirektoratet rapport - MISA 98/07.

Åstebøl, S.O. og Krogh, A., 2002: Overvåkning av rensbasseng for overvann fra E6 Skullerudkrysset. Sammenstilling av måledata for 2002.

USEPA (US Environmental Protection Agency) (1986), *Methodology for analysis of detention basins for control of urban runoff quality*, report no. USEPA 440/5-87-001, pp 51.



Statens vegvesen

Kontoradresse: Brynsengfarete 6A, Oslo
Postadresse: Postboks 8142 Dep, 0033 OSLO
Telefon 22 07 35 00 - telefaks 22 07 37 68

Bestilling av publikasjonen:

publvd@vegvesen.no

Telefon: 22 07 38 37/22 07 35 00