

Mottakere:	Vann- og avløpsetaten Oslo kommune v/Bjørn Rosseland og Anna-Lena Beschorner
Utarbeidet av NIVA v/:	Christian Vogelsang
Kopi:	Mats Walday, André Stålstrøm
Journalnummer:	0945/18
Prosjektnummer:	16351-5

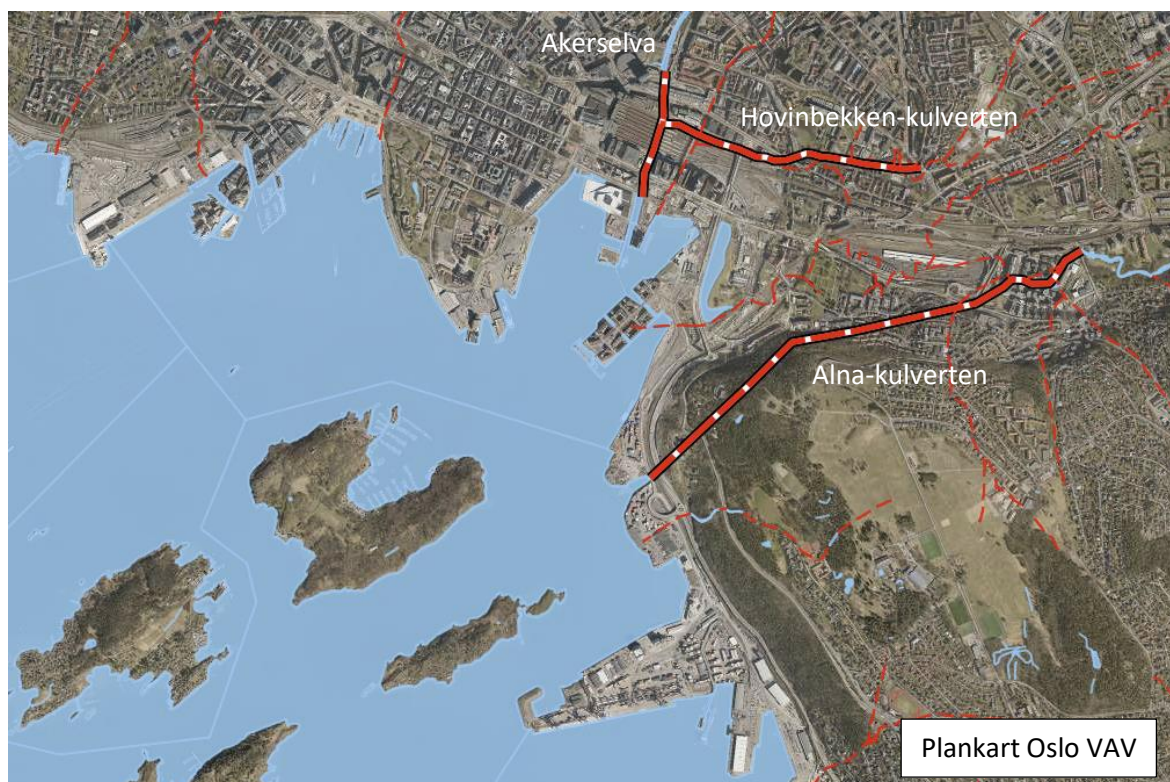
Sak: Forventede effekter av planlagt utslipp av råkloakk til Alna ved Kværneroverløpet

Bakgrunn

I forbindelse med boring av tunnel i Follobaneprosjektet må Kværnertunnelen for overføring av råkloakk til Bekkelaget renseanlegg tørrlegges i to kortere perioder, tentativt 16. og 20. juli. I følge VAV vil dette føre til et estimert utslipp av råkloakk på ca. 50 l/s i til sammen 5-10 timer direkte til Alna via overløpet inne i kulverten etter Svartdalsparken. For å holde vannivået på et akseptabelt nivå vil tiltaket kun foretas under tørrvær. I tillegg vil det bli satt opp sugebiler for å fange opp det meste av avløpet som kommer, så et øvre estimat på 50 l/s i 10 timer (1800 m³) må anses som svært høyt.

Kulverten ender ut ved Kongshavn i ytre havnebasseng i Indre Oslofjord (se **Figur 1**). Utslipet vil således føres ut i fjorden bakke overflatelag, hvor det gradvis vil fortynnes og blandes inn med saltere vann fra underliggende vannlag.

Vann- og avløpsetaten (VAV) har bedt NIVA om en kort vurdering av potensielle effekter for livet i fjorden og ulike brukerinteresser. En tilsvarende vurdering NIVA gjorde for VAV i etterkant av et uhellsutslipp av ca. 5200 m³ urensset kloakk til Akerselva 27. juni 2012 (Walday 2012) vil bli brukt som sammenligningsgrunnlag.



Figur 1. Alna-kulverten ender ut i ytre havnebasseng.

Utslippet sammenlignet med normaltilførslene til fjorden via Alna

Alna er en elv preget av industriområdet den renner gjennom i tillegg til kontinuerlige tilførsler av kommunalt spillvann på grunn av lekkasjer og feilkoblinger. Tørrværsvannføringen gjennom Alna-kulverten er i størrelsesorden 360-500 liter/sekund, mens gjennomsnittsvannføringen i 2017 var på 1255 liter/sekund. Kommunen tar ukentlige prøver ved innløpet til kulverten gjennom hele året. Konsentrasjonene av total-nitrogen, total-fosfor, totalt organisk karbon (TOC), termotolerante koliforme bakterier (TKB) og *Escherichia coli* (*E. coli*) under tørrvær (22.5-4.6 2018), under normalsituasjonen (gjennomsnitt hele 2017) er vist i **Tabell 1**. Konsentrasjonene er sammenlignet med det forventede konsentrasjonsintervallet for råkloakk til Bekkelaget renseanlegg (se **Vedlegg 1**).

Oppsummert: Forventet tilførsel av TKB og *E. coli* til fjorden via Alna øker med opp til en faktor 1000, mens total N, total P, TOC og STS øker med i størrelsesorden en faktor 10, under det 10 timer lange planlagte påslippet sammenlignet med tørrværsituasjonen.

Tabell 1. Konsentrasjoner i Alna-kulverten ved tørrvær (snitt perioden 22.5-4.6 2018), snittet for hele 2017 (49 prøvetakinger) sammenlignet med forventet konsentrasjon (min-maks (snitt); se **Vedlegg 1**) i råkloakken ved påslipp til kulverten.

Situasjon	Vannføring	Total N	Total P	TOC	STS	TKB	<i>E. coli</i>
	l/s	mg N/l	mg P/l	mg P/l	mg/l	#/100ml	#/100ml
Kulvert tørrvær	400-600	1,39	0,025	4,4	10,4	967	1507
Kulvert snitt 2017	1255	1,55	0,089	5,6	24,6	4 070	14 100
Planlagt utslipp	50	25-50 (33)	3,0-6,3 (4,2)	70-185 (128)	230	Ca. 10 ⁷	Ca. 10 ⁷

* Én ekstremverdi på 242 000 #/100 ml utelatt.

Tabell 2. Samlet tilførsel til Indre Oslofjord via Alna-kulverten i løpet av 10 timer uten (500 l/s) og med (550 l/s) planlagt påslipp (snitt og høy konsentrasjon) ved tørrvær.

Situasjon	Total N	Total P	TOC	TSS	TKB	<i>E. coli</i>
	kg N/10 t	kg P/10 t	kg P/10 t	kg/10 t	#/10 t	#/10 t
Kulvert tørrvær	25	0,45	79	187	1,7 ^{.11}	2,7 ^{.11}
Inkludert planlagt utslipp - snitt	84	8,0	310	414	1,8 ^{.14}	1,8 ^{.14}
Økning	3,4x	18x	3,9x	3,2x	1000x	660x
Inkludert planlagt utslipp - høy	115	11,8	412	414	1,8 ^{.14}	1,8 ^{.14}
Økning	4,6x	26x	5,2x	3,2x	1000x	660x

Utslippet sammenlignet med tilførsler til fjorden via Alna ved kraftig nedbør

På grunn av de mange tette flatene i nedbørsfeltet til Alna, påvirkes den raskt av nedbør. Mens det var en relativt klar sammenheng mellom økende vannføring i elva og økende konsentrasjon av partikler ($R^2_{\text{STS/vannføring}} = 0,63$), TOC ($R^2_{\text{TOC/vannføring}} = 0,44$) og total P ($R^2_{\text{Total P/vannføring}} = 0,37$), var det ingen slik sammenheng mellom økende vannføring og total N ($R^2_{\text{Total N/vannføring}} = 0,02$), *E. coli* ($R^2_{\text{E. coli/vannføring}} = 0,01$) og TKB ($R^2_{\text{TKB/vannføring}} = 0,00$) for måleresultatene i 2017 ved målestasjonen ved Kværnerbyen (resultater ikke vist). Likevel var det de mest nedbørsrike ukene som brakte de største bidragene av *E. coli*, TKB og total N til fjorden via Alna. **Tabell 3** viser gjennomsnittet av de

samlede utslippene i løpet av 10 timer for de tre ukene med størst vannføring i 2017 sammenlignet med det forventede maks-påslippet av råkloakk under det planlagte tiltaket. Som det framgår er utslippet til fjorden av total N, total P, TOC og STS vesentlig høyere per tidsenhet i forbindelse med kraftig nedbør enn de vil være under det planlagte tiltaket. Ettersom avrenningsepisoden under kraftig nedbør normalt varer vesentlig lenger enn 10 timer (analysene er basert på døgnblandprøver og vannføringen er gjennomsnittet for en hel uke), vi tilførselene av TKB og *E. coli* sannsynligvis være i samme størrelsesorden under det planlagte tiltaket som i forbindelse med kraftig nedbør. Merk at målestasjonen ved Kværner ikke fanger opp eventuelt overløp fra Kværnertunnelen, som skjer lenger inn i Alna-kulverten. I forbindelse med en kraftig nedbørshendelse søndag 17. juni 2018 gikk det 7879 m³ i overløp fra Kværnertunnelen i løpet av 2,5 timer (snitt på 875 l/s; størrelsen på evt. andre overløp er ikke kjent). Vannføringen inn til Bekkelaget i dette tidsrommet var 3000 l/s, mens den var 1100 l/s 2.7.18 etter lengre tids opphold. Med andre ord var avløpsvannet ikke mer enn ca. 3,5x fortynnet og overløpet tilsvarte i størrelsesorden 2200 m³ ufortynnet råkloakk eller ca. ¼ høyere enn det forventede maksimale påslippet på Alna-kulverten under de to tiltakene (merk at fortynningsvannet sannsynligvis også inneholdt store mengder forurensning).

Oppsummert: Under kraftige nedbørshendelser tilføres vesentlig større mengder total N, total P, TOC og STS enn det planlagte påslippet vil gjøre, mens tilførselene av TKB og *E. coli* vil være i samme størrelsesorden.

Tabell 3. Samlet tilførsel til Indre Oslofjord via Alna-kulverten i løpet av 10 timer under de tre ukene i 2017 med høyest vannføring sammenlignet med forventet ekstra tilførsel ved det planlagte påslippet (50 l/s; høy konsentrasjon).

Situasjon	Total N	Total P	TOC	STS	TKB	<i>E. coli</i>
	kg N/10t	kg P/10t	kg P/10t	kg/10t	#/10t	#/10t
Planlagt påslipp - høy	90	11,3	333	414	1,8 ^{.14}	1,8 ^{.14}
Snitt 3 uker med høyest vannføring	279	42,2	1881	25350	6,4 ^{.12}	2,0 ^{.13}
Forholdet påslipp/høy vannføring	0,32x	0,27x	0,18x	0,016x	28x	8,9x

Forventet spredning av utslippet

Som det framgår av kartutsnittene i **Figur 1** ender Kværner-kulverten ute i overflaten mellom Grønlia og Kongshavn i ytre havnebasseng. Spredningen når ellevannet har kommet ut i hovedleden er avhengig av strømningsretningen og -hastigheten i denne leden. Det er primært tidevannet og vindretningen som bestemmer disse. I 2012 ble det gjort noen modellsimuleringer (se **Vedlegg 2**) som viste at ved synkende tidevann, vil vannet fraktes innover mot de indre havneområdene (f.eks. Sørenga), mens strømmen går mot Vippetangen og mellom Hovedøya og Bleikøya ved stigende vannstand. Sistnevnte situasjon vil sannsynligvis være det mest gunstige mht. spredning. I tillegg vil det være gunstig med nordvestavind.

Forventet betydning for badeplassene i fjorden

Under gode værforhold er det nå god badevannskvalitet ved alle de offentlig anlagte badeplassene hvor det ukentlig blir tatt vannprøver, se Tabell 2. I etterkant av den kraftige nedbørsepisoden 17. juni ble det observert økte konsentrasjoner av TKB og *E. coli* ved flere av badeplassene, og spesielt i Bjørvika, Bispevika og Sørenga. Hovedøya øst og Bleikøya ble ikke påvirket. Det er mer sannsynlig at de førstnevnte ble påvirket av Akerselva enn av Alna.

Tabell 2. Badevannskvalitet 10-15 m utenfor badeplasser i Indre Oslofjord. Måledata fra VAV.

Dato	Huk		Tjuvholmen		Aker Brygge		Bjørvika		Bispevika		Sørenga		Hovedøya øst		Skipsløpet		Bleikøya		Ulvøysundet		Fiskvollbukta		Regn siste 24t [mm]
	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	TKB	E.coli	
2.5.18	<100	<100	100	400	100	<100	100	630	3900	4800	500	1100	<100	520	<100	520	<100	100	<100	<100	300	410	1,5
9.5.18	10	<10	20	98	70	85	20	10	20	20	10	20	20	10	<10	<10	10	41	10	10	10	<10	0,0
15.5.18	10	10	<10	31	30	63	40	75	20	63	10	20	20	20	<10	20	<10	41	10	<10	<10	<10	0,0
23.5.18	<10	<10	<10	<10	<10	10			50	97	<10	10	20	31	30	<10	10	20	10	<10	<10	<10	0,0
30.5.18	10	30	<10	<10	10	20	<10	<10	20	52	<10	<10	10	<10	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10	10	0,0
6.6.18	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	90	199	30	98	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	<10	0,0
13.6.18	<10	<10	<10	<10	50	148	<10	10<	170	369	10	31	30	86	10	20	10	20	<10	<10	<10	20	0,0
20.6.18	10	<10	<10	20	20	63	710	1019	630	860	170	473	30	41	10	<10	<10	<10	10	20	<10	10	0,0

Målingen 20.6 ble tatt tre dager etter den kraftige nedbørsepisoden, og både TKB og *E. coli* har kort levetid i sjøvann, så konsentrasjonene har sannsynligvis vært vesentlig høyere umiddelbart etter nedbørsepisoden. Det planlagte påslippet er tenkt gjort under typisk gode badeforhold (tørrvær i juli). Men samtidig vil den samlede vannføringen i Alna sannsynligvis være relativt lav (ca. omtrent 1/10 av det den var under nedbørsepisoden 17. juni, så den vil ha mindre kraft og spres langsommere før den kommer ut i de mer åpne vannmassene og dermed få større spredning. Direkte solinnstråling vil også kunne desimere *E. coli* og andre patogener raskere enn under overskyet vær.

Oppsummert: Betydningen for badestrendene vil være avhengig av tidevannsforholdene og vindretningen under påslippet. Ved synkende vannstand og sønnavind vil det være størst fare for påvirkning av badestrender i indre havnebasseng. Men man skal sannsynligvis være relativt uheldige om effekten blir så sterk at badevannsnormen overskrides (>1000 TKB/100 ml).

Forventet betydning for tilvekst av alger i fjorden

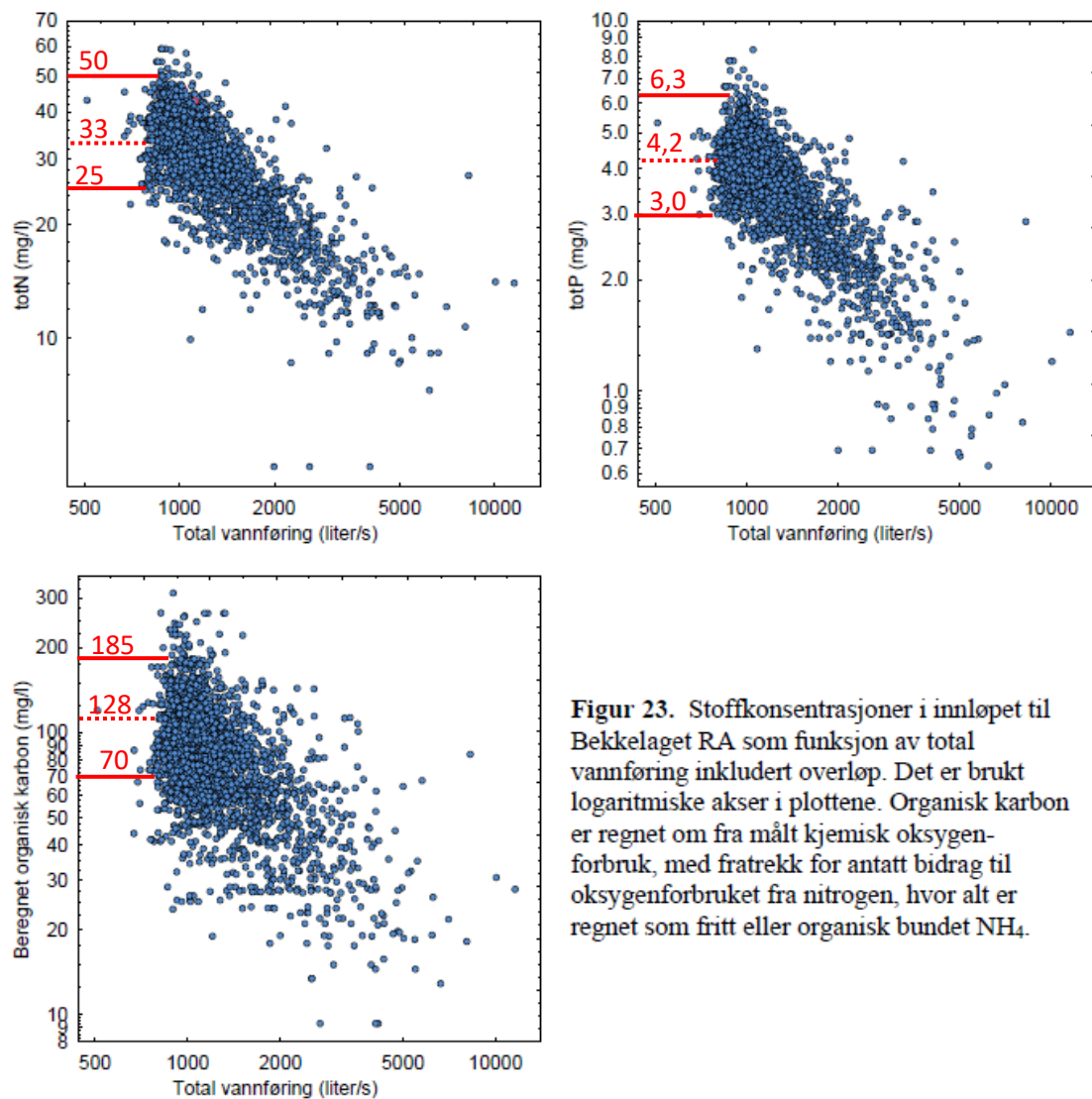
Det planlagte påslippet er sannsynligvis for lite til å ha noen signifikant effekt på tilveksten av alger i fjorden.

Litteratur

Mats Walday (2012) Kloakkutslipp til nedre del av Akerselva. Notat datert 5. juli 2012 til Terje Wold i Oslo kommune VAV, 13 sider.

Vedlegg 1. Konsentrasjoner av total P, total N og organisk karbon i innløpet til Bekkelaget renseanlegg

Plottene av total nitrogen (totN), total fosfor (totP) og organisk karbon (beregnet ut fra KOF-verdien og fratrasket bidraget fra NH_4 og organisk bundet NH_4) i innløpet til Bekkelaget renseanlegg er hentet fra Bjerkeng (2011). Forventede maksimums- og minimumsverdier er angitt med heltrukne streker, mens forventet normalverdi er antatt å være middelveien (det aritmetiske gjennomsnittet) av disse.



Figur 23. Stoffkonsentrasjoner i innløpet til Bekkelaget RA som funksjon av total vannføring inkludert overløp. Det er brukt logaritmiske akser i plottene. Organisk karbon er regnet om fra målt kjemisk oksygenforbruk, med fratrekk for antatt bidrag til oksygenforbruket fra nitrogen, hvor alt er regnet som fritt eller organisk bundet NH_4 .

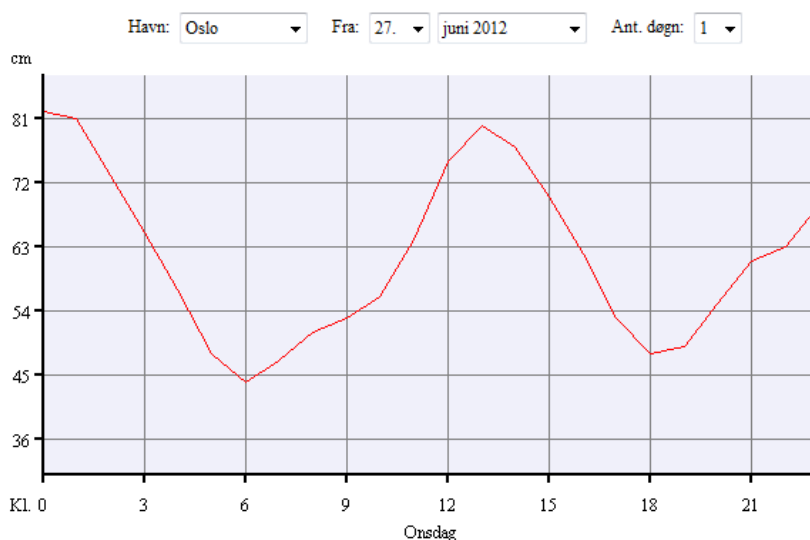
Vedlegg 2 – Simulert spredning i indre og ytre havneområder

Det følgende er et utdrag fra NIVA-notat datert 5. juli 2012. Strømningssimuleringene ble gjort av André Stålstrøm.

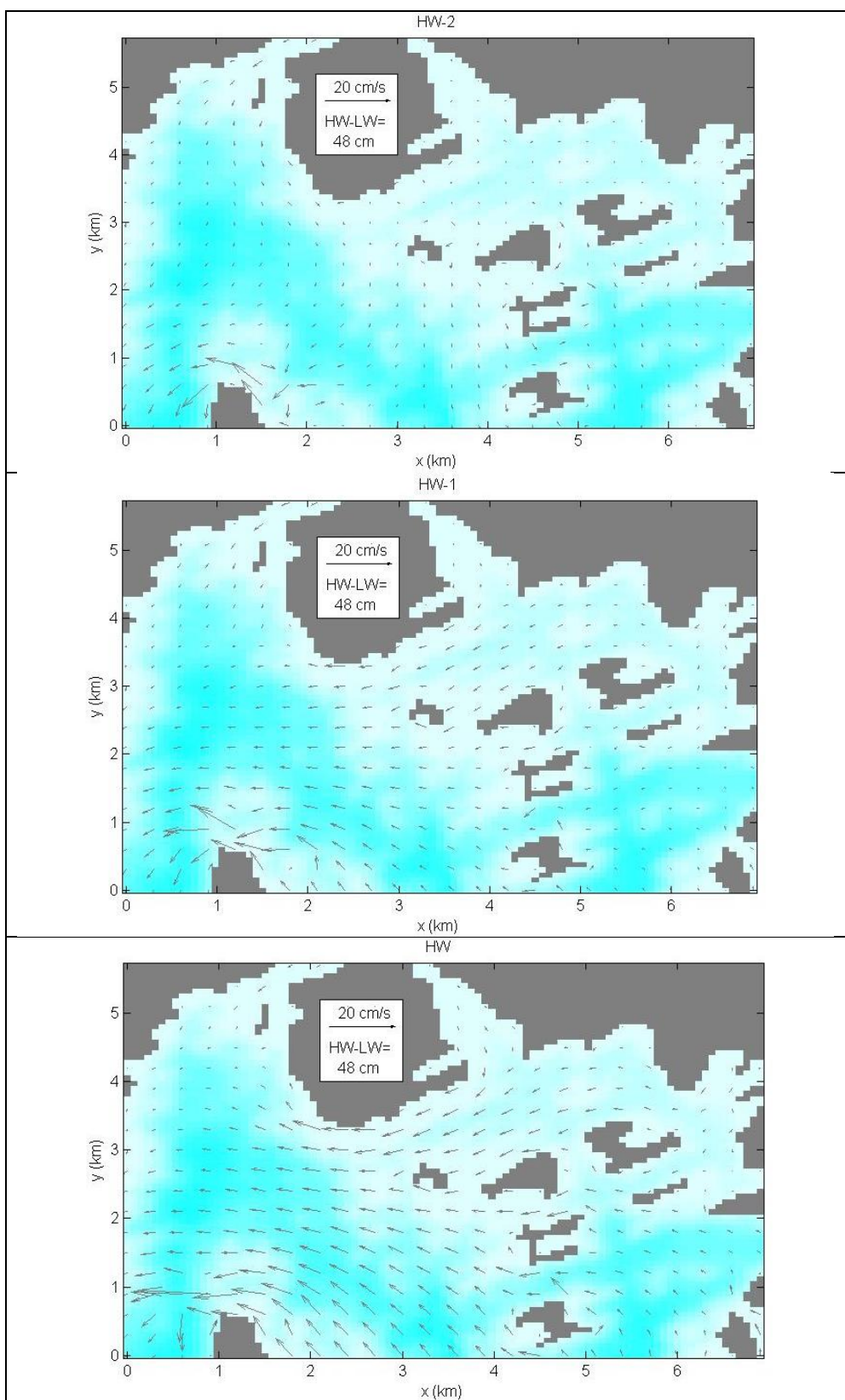
Strømforhold i Indre Oslofjord

For å få en idé om størrelsesorden og retning på overflatestrømmene i Indre Oslofjord, og dermed i denne sammenheng kunne si noe om mulig spredning av kloakkutslippet, har NIVA foretatt en modellering av strømforholdene i ulike faser av tidevannssyklus (se Figur 2 til Figur 5). Dette arbeid er et bidrag til en rapport ifm. utdyping av farleden til Oslo havn. Rapporten er under utarbeidelse. I modellkjøringen er det lagt inn en forskjell mellom lavvann og høyvann i Oslo havn på 48 cm som tilsvarer en sterk springflo. Effekten av vind og elveavrenning er ikke tatt med i modellen. I Figur 2 ser vi at overflatestrømmen er relativt lav (ca. 1-2 cm/s) i mesteparten av fjordavsnittet 2 timer før høyvann med unntak av helt lokalt rundt Nesoddtangen hvor modellen gir strømhastigheter opp mot 10 cm/s. Når en nærmer seg høyvann øker strømhastigheten og strømmen går i hovedsak mot vest for så å avta i timene etter høyvann (se Figur 3). To timer før lavvann er en tilbake i en situasjon med lavere strømsstyrker (se Figur 4 øverst). Strømmen øker nå ettersom en nærmer seg lavvann, men går nå i hovedsak i østlig retning. Også ved lavvann er det størst strømhastighet ved Nesoddtangen. Etter lavvann avtar igjen strømhastigheten. Vi ser at modelleringen gir relativt store endringer i både strømsstyrke og retning avhengig av hvor en er i tidevannssyklusen. Oppløsningen i topografien som er benyttet i modelleringen er 75x75 m.

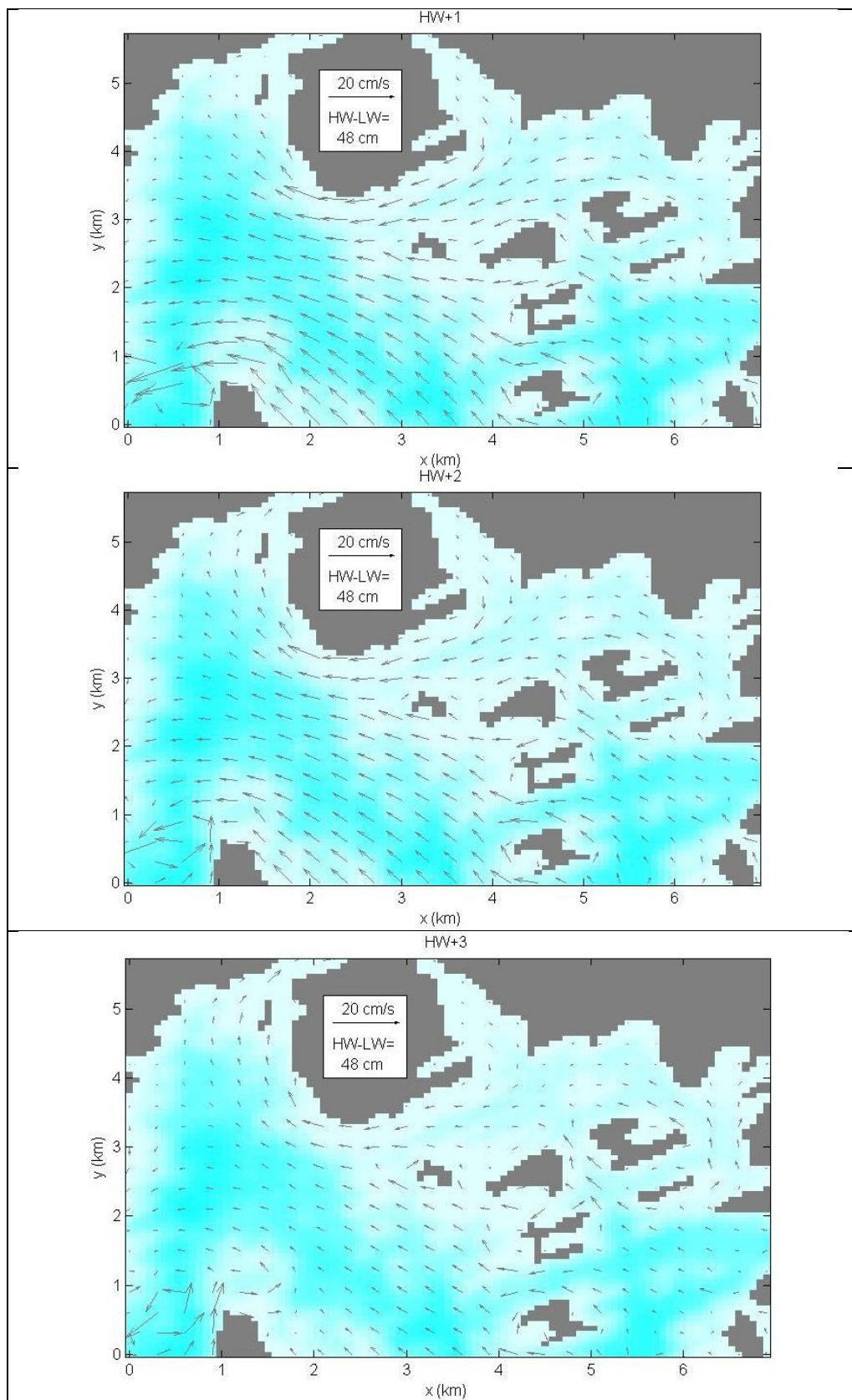
Det er relativt svake strømforhold i området ved Akerselvas munning og Bjørvika. Utenfor Bjørvika/Bispevika er strømmen svak rett før- og ved høyvann. De nærmeste timene etter høyvann vil strømmen gå vestover og være noe sterkere. Rundt lavvann er det en svak strøm sørover. Overflatevann som transporteres ut av Bjørvika/Bispevika vil derfor kunne transporteres videre både vestover og sydover, avhengig hvor i tidevannssyklusen en befinner seg (se Figur 2 til Figur 5). Predikert tidevannssyklus for Oslo havn den 27. juni er vist i Figur 1.



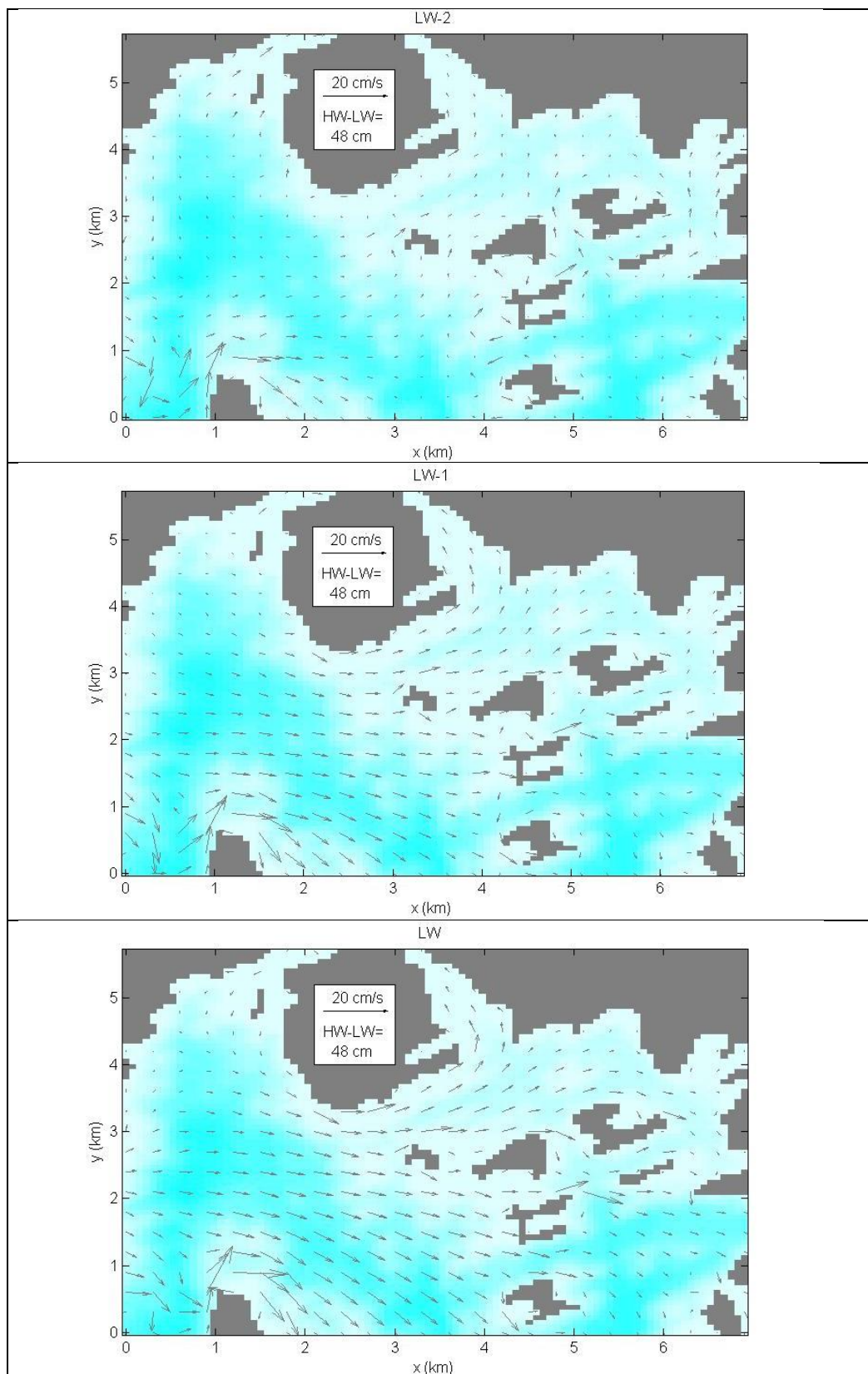
Figur 1. Predikert tidevann i forhold til sjøkartnull for Oslo havn onsdag 27. juni 2012. Figur fra Met.no



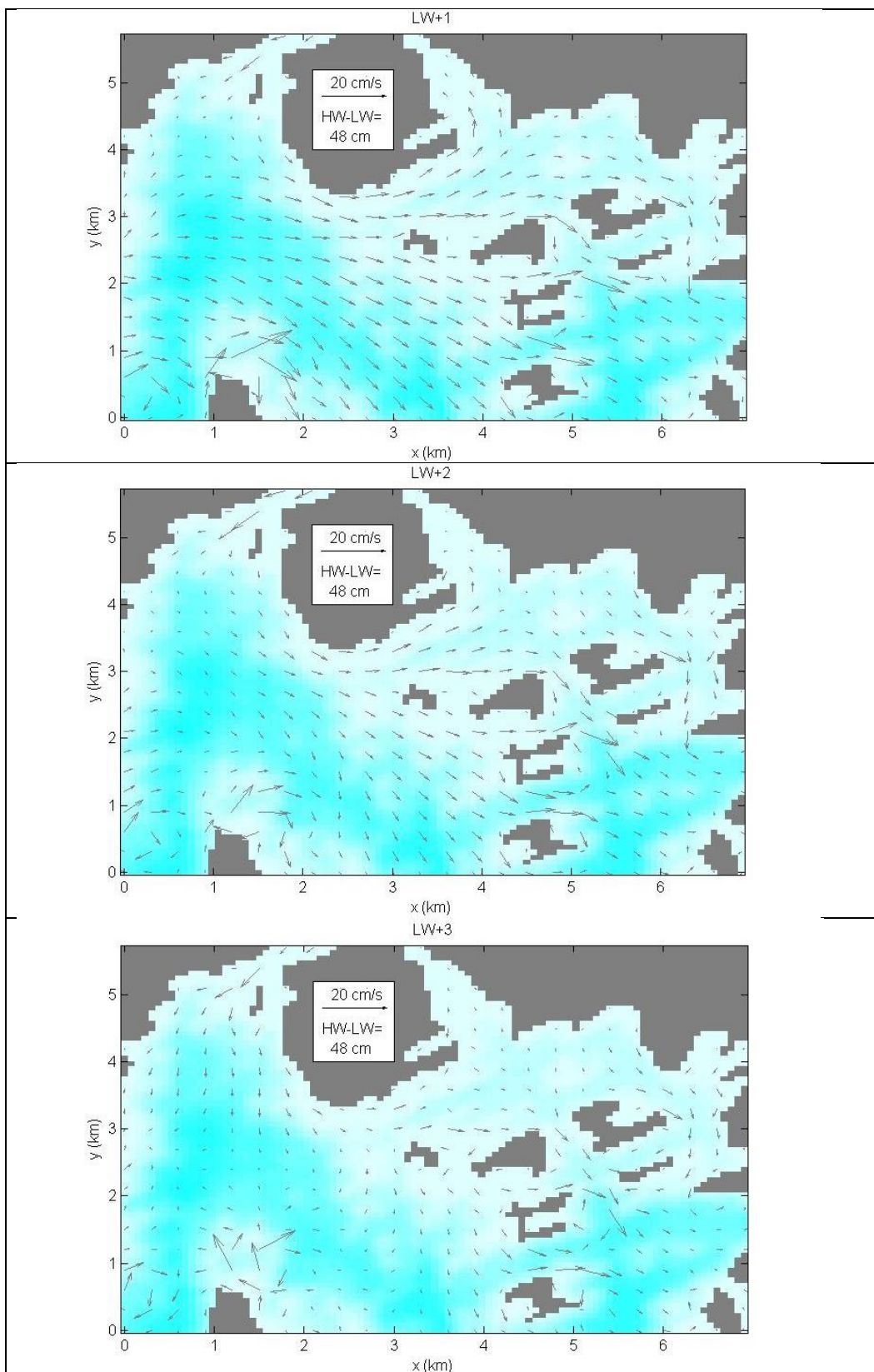
Figur 2. Resultater av modellering av overflatestrøm i Indre Oslofjord ved høyvann og hhv 1 og to timer før.



Figur 3. Resultater av modellering av overflatestrøm i Indre Oslofjord hhv 1, 2 og 3 timer etter høyvann.



Figur 4. Resultater av modellering av overflatestrøm i Indre Oslofjord ved lavvann og hhv 1 og 2 timer før.



Figur 5. Resultater av modellering av overflatestrøm i Indre Oslofjord hhv 1, 2 og 3 timer etter lavvann.