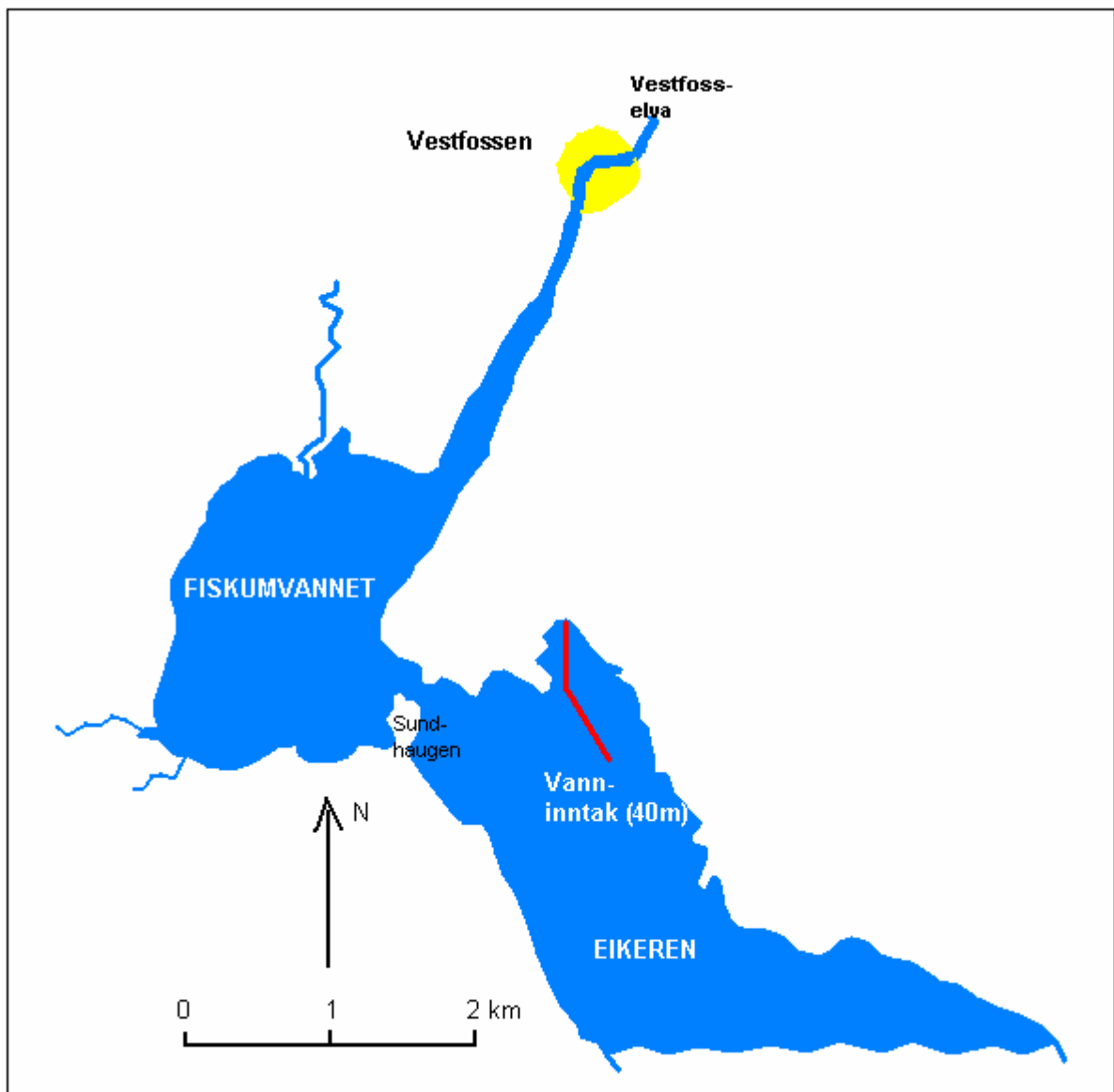




Rapport 4147-99
Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold

Økt tilbakerenning fra Fiskumvannet - betydning for vannkvalitet i Eikeren og for Øvre Eiker Vannverk



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold Økt tilbakerenning fra Fiskumvannet - betydning for vannkvalitet i Eikeren og for Øvre Eiker Vannverk	Løpenr. (for bestilling) 4147-99	Dato 22.11.99
	Prosjektnr. Undernr. O-99158	Sider Pris 23
Forfatter(e) Dag Berge og Torulv Tjomsland	Fagområde Hydrologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV)	Oppdragsreferanse Sverre Mollatt
--	-------------------------------------

Sammendrag

Utbygging av Eikeren som ny vannkilde for Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) vil føre til et uttak av vann varierende fra 200 l/s til 1200 l/s direkte fra Eikeren. Fiskumvannet vil få mindre gjennomstrømming av fortynningende Eikerenvann. Maksimalt uttak av drikkevann fra Eikeren (1200 l/s) vil medføre at fosforkonsentrasjonen i Fiskumvannet økes kun med ca 0.2 µgP/l. Vannkvaliteten i Fiskumvannet vil således ikke endres merkbart. Periodene hvor det kan forekomme tilbakestrømming av vann fra Fiskumvannet til Eikeren vil øke med 9 dager per år hvis man regner et jevnt uttak på 1200 l/s hele året. Dette vil medføre en økt fosforkonsentrasjon i Eikeren på ca 0.05 µgP/l, noe som er så lite at det ikke er merkbart. Strøm og spredningssimuleringer viste at selv om det teoretisk ble ført inn sterkt bakterieforurenset overflatevann fra Fiskumvannet over sundet og inn i Eikeren, ville ikke dette kunne forurense drikkevannsinntaket til Øvre Eiker. Forurensningen ville ikke kunne komme så dypt ned som vanninntaket på 40m.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Drikkevannsforsyning 2. Vannkvalitet 3. Strøm og spredning 4. Eikeren 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Drinking water supply 2. Water quality 3. Current and distribution 4. Lake Eikeren
--	---


Dag Berge
Prosjektleder


Dag Berge
Forskningsleder


Nils Roar Sælthun
Forsknings sjef

Norsk institutt for vannforskning
Oslo

O-99158

Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold

**Økt tilbakerenning fra Fiskumvannet
Betydning for vannkvalitet i Eikeren og for Øvre
Eiker Vannverk**

Oslo 22/11-99

Prosjektleder:

Medarbeider:

Dag Berge

Torulv Tjomsland

Forord

Undersøkelsen er en del av KU-utredningene i forbindelse med utbygging av Eikeren som ny vannkilde for Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV). Undersøkelsen ble kontraktsfestet i September 1999. Oppdragsgivers kontaktpersoner har vært VIV-direktør Sverre Mollatt og arkitekt Harald Schulze.

Beregningene av hvordan økt tilbakestrømning av vann fra Fiskumvannet vil påvirke den generelle vannkvaliteten i Eikeren er utført av Dag Berge (Limnolog), mens modellsimuleringene av hvorvidt bakterieforurensset overflatevann fra Fiskumvannet kan komme til å forurense vanninntaket til Øvre Eiker, er utført av Torulv Tjomsland, NIVA (Hydrolog). Dag Berge har vært prosjektleder for undersøkelsen, og sammenstilt resultatene til rapport.

Oslo 22.11.99

*Dag Berge
Prosjektleder*

Innholdsfortegnelse

1	Konkluderende sammendrag	6
2	Innledning	7
3	Hvordan drikkevannsutttaket vil påvirke vannkvaliteten i Fiskumvannet	8
4	Hvordan økt tilbakestrømning av vann fra Fiskumvann vil påvirke den generelle vannkvalitet i Eikeren	10
5	Innvirkning på drikkevannsinntaket til Øvre Eiker	11
6	Litteratur	23

1 Konkluderende sammendrag

Utbygging av Eikeren som ny vannkilde for Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) vil føre til et uttak av vann varierende fra 200 l/s til 1200 l/s direkte fra Eikeren. Dette vil føre til at Fiskumvannet vil få mindre gjennomstrømning av fortynnende Eikerenvann.

Maksimalt uttak av drikkevann fra Eikeren (1200 l/s) vil medføre at fosforkonsentrasjonen i Fiskumvannet økes kun med ca 0.2 µgP/l. Vannkvaliteten i Fiskumvannet vil således ikke endres merkbart.

Periodene hvor det kan forekomme tilbakestrømning av vann fra Fiskumvannet til Eikeren vil øke med 9 dager per år hvis man regner et jevnt uttak på 1200 l/s hele året. Dette vil medføre en økt fosforkonsentrasjon i Eikeren på ca 0.05 µgP/l, noe som er så lite at det ikke er merkbart.

Strøm og spredningssimuleringer viste at selv om det teoretisk ble ført inn sterkt bakterieforurenset overflatevann fra Fiskumvannet over sundet og inn i Eikeren, ville ikke dette kunne forurense drikkevannsinntaket til Øvre Eiker. Forurensningen ville ikke kunne komme så dypt ned som vanninntaket på 40m før bakteriene enten var døde eller sedimentert ut, selv i perioder med usjiktet vannmasse.

Uttaket av drikkevann fra Vestfold interkommunale vannverk vil ikke føre til merkbare vannkvalitetsendringer som følge av økt tilbakestrømning av vann fra Fiskumvann.

2 Innledning

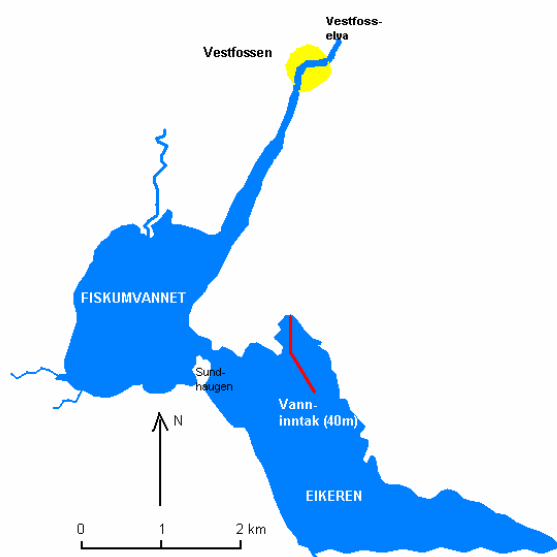
Uttak av drikkevann fra Eikeren vil øke periodene med tilbakestrømming av vann fra Fiskumvannet og inn i Eikeren fra 5-7.5 % av tiden (Sælthun 1999). I tillegg vil Fiskumvannet bli mindre fortynnet av gjennomstrømming med Eikerenvann. Fiskumvannet vil bli mer preget av tilførslene fra sitt eget nedslagsfelt. Fiskumvannet vil da bli noe mer næringsrikt. Det vannet som periodevis strømmer inn i Eikeren vil som følge av dette være mer forurenset enn det som periodevis strømmer inn i Eikeren i dag.

Inntaket til Øvre Eiker Vannverk ligger ut for bukta øst for utløpet av Eikeren, se Figur 2.1. En kan tenke seg at tilbakestrømming av mer forurenset vann fra Fiskumvannet vil kunne påvirke dette vanninntaket, som forøvrig ligger på 40 m's dyp.

I dag er vannkvaliteten i Fiskumvannet styrt av gjennomstrømmningen av rent Eikerenvann. VIV's (Vestfold interkommunale vannverk) uttak av vann fra Eikeren vil resultere i at Fiskumvannet blir mindre fortynnet og blir mer påvirket av tilførslene fra sitt eget lokale nedbørfelt. Det er særlig eutrofisisituasjonen som vil kunne bli forverret. Det er gjort en enkel beregning ved hjelp av fosforbelastningsmodeller på hvor mye fosforkonsentrasjon og algemengden vil øke i ved uttak av drikkevann fra Eikeren.

Det er likeledes gjort en modellberegning av hvordan den nye situasjonen innvirker på eutrofisisituasjonen i Eikeren, dvs. hvor mye fosfor og alger det blir. Eikerens gjennomstrømming vil øke. Fiskumvannet vil komme inn som en økt kilde både mht vanntilførsel og næringssalttilførsel. Hvorvidt dette vil bidra til mer eller mindre algevekst i Eikeren, vil avhenge av hvordan fosforkonsentrasjonen i det innstrømmende Fiskumvann er i forhold til konsentrasjonen i de andre kildene (elver, bekker og diffusavrenning). Dette er belyst gjennom en enkel modellberegning.

En kan tenke seg enkelte episoder hvor særlig bakterieforurenset overflatevann fra Fiskumvannet kan komme inn i nordre del av Eikeren. For å finne ut om dette kan forurense drikkevannsinntaket til Øvre Eiker Vannverk, er det kjørt modellsimuleringer ved bruk av en matematisk strøm og spredningsmodell.



Figur 2.1 Nordre del av Eikeren og Fiskumvannet

3 Hvordan drikkevannsutttaket vil påvirke vannkvaliteten i Fiskumvannet

Fiskumvannet er sterkt påvirket av gjennomstrømning med vann fra Eikeren. Det vil si at uttaket av drikkevann fra Eikeren vil kunne redusere gjennomstrømningen og dermed gjøre at Fiskumvannet blir mer påvirket av tilførselene fra sitt eget nedbørfelt. Det er ikke gjort noen særlige kvalitetsundersøkelser på vannet som kommer fra Fiskumvannets lokale nedbørfelt, men det er antatt at dette er mer næringsrikt enn vann fra Eikeren. Teoretisk sett kan det derfor tenkes at Fiskumvannet kan bli noe mer næringsrikt. Siden tilbakestrømningen av vann fra Fiskumvannet vil øke (fra 5% av tiden til 7,5% ved maks uttak fra VIV, Sælthun 1999), vil dette igjen kunne påvirke vannkvaliteten i nordre enden av Eikeren, og dermed vannkvaliteten til Øvre Eiker Vannverk.

Vi gjør her en i verste fall analyse, dvs at VIV tar ut $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ fra Eikeren hele året, tilsvarende et årlig uttak på $37,8 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Vanntilførselen til Fiskumvannet vil reduseres fra $324 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{år}$ til $286.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{år}$. Oppholdstiden på vannet i Fiskumvannet vil øke fra dagens 20.3 dager til 22.9 dager. Dette er typiske verdier for såkalte gjennomstrømningssjøer. Dvs Fiskumvannet har god vannfornyelse selv med fullt uttak fra Eikeren. Til sammenlikning kan nevnes at oppholdstiden for vannet i Eikeren er ca 11 år.

Det er ikke gjort noen kartlegging av fosfortilførselene fra Fiskumvannet lokale nedbørfelt. Dette beregnes derfor teoretisk. Det er naturlig å ta utgangspunkt i fosforkonsentrasjonene i Eikeren og Fiskumvannet funnet ved den oppdaterende undersøkelsen (Berge og Tjomsland 1999) hvor det ble funnet $4.8 \mu\text{gP/l}$ i Eikeren og $3.8 \mu\text{gP/l}$ i Fiskumvannet. Det virker imidlertid litt rart at man fant mindre fosfor i Fiskumvannet enn i Eikeren. Dette beror trolig på analysefeil, eller systematiske avvik mellom de 2 laboratorier som ble benyttet. Nivåene for total fosfor ligger nær metodens deteksjonsgrense, og det det knytter seg derfor en del usikkerhet til disse verdiene. Dessuten var det bare 5 målinger i Fiskumvannet, samt at det ble benyttet 2 forskjellige laboratorier. Det man kan si er at middelverdiene fra begge innsjøene er lave. Begge disse verdiene er innenfor SFT's beste vannkvalitetsklasse. De tilhørende algemengdene var også svært lave for begge innsjøene, også disse innenfor SFT's beste vannkvalitetsklasse. $3.8 \mu\text{gP/l}$ som midlere P kons i Fiskumvannet er trolig noe for lavt i forhold til hva man hadde fått om man hadde tatt prøver over ett helt år. Det er utvilsomt fosforkonsentrasjonen som styrer algemengden i vassdraget (Berge 1999). Når man da fant at det var mer alger i Fiskumvannet enn i Eikeren, og at siktedypet var mindre i Fiskumvannet enn i Eikeren, er dette en indikasjon på at den funne fosforkonsentrasjon i Fiskumvannet virkelig er for lav. Tidligere undersøkelser viser alle at det var mer fosfor i Fiskumvannet enn i Eikeren (kfr Berge 1980).

I det videre arbeid beregnes derfor fosforkonsentrasjonen i de to innsjøene ut fra algemengden gitt som klorofyll a konsentrasjon. Dette er en mye sikrere analyse ved disse lave konsentrasjonene. Vi benytter da RBJ-modellen (Rognerud et al 1979) og får da at fosforkonsentrasjonen i Eikeren er $4.9 \mu\text{gP/l}$ og $6.2 \mu\text{gP/l}$ i Fiskumvannet. Denne forskjellen i fosforkonsentrasjon rimer også godt med forskjellen innsjøene imellom når det gjelder siktedyp og generell oppfatning av trofinivå.

Fiskumvannet er en relativt grunn innsjø. Vi bruker da FOSRES-modellen (Berge 1987) slik den er tatt inn i SFT's veileder om miljømål for vannressursene (Bratli 1995). Med $6.2 \mu\text{gP/l}$ blir da den beregnede forførselen til Fiskumvannet 2900 kg P/år . Fra Eikeren kommer 4.9

$\mu\text{gP/l}$ multiplisert med vannføringen fra Eikeren = 1100 kg P/år. Fra Fiskumvannets lokalfelt kommer da differensen, 1800 kgP/år.

Ved uttak av $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ til VIV fra Eikeren blir fosfortilførslen til Fiskumvannet redusert med 185 kg P/år. Ny totaltilførsel av P til Fiskumvatnet blir da 2715 kgP/år. Setter vi denne nye P-belastningen, samt den nye oppholdstiden funnet over (22.9 dager) inn i FOSRES-modellen, kan det beregnes at ny midlere fosforkonsentrasjon i Fiskumvannet blir $6.4 \mu\text{gP/l}$.

Med et uttak på $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ over hele året økes fosforkonsentrasjonen i Fiskumvannet fra 6.2 til $6.4 \mu\text{gP/l}$, dvs en endring på 3%. Algemengden går opp fra 1.7 til $1.75 \mu\text{g Klal}$. Sikten i vannet reduseres med 14 cm. Disse endringene er så små at de vil ikke merkes. Vannkvaliteten vil fortsatt ligge innenfor SFT's beste vannkvalitetsklasse både mht forfor og algemengde. Ved et uttak på 200 l/s blir endingene tilsvarende mindre; dvs fosforkonsentrasjonen vil øke med $0.03 \mu\text{gP/l}$, mens algemengden vil øke med $0.008 \mu\text{g Klal}$.

Disse beregningene viser at VIV's uttak av drikkevann fra Eikeren ikke vil medføre merkbar vannkvalitetsforringelse i Fiskumvatn.

4 Hvordan økt tilbakestrømning av vann fra Fiskumvann vil påvirke den generelle vannkvalitet i Eikeren

I det forestående avsnitt ble det beregnet at uttaket av drikkevann fra Eikeren ikke ville påvirke vannkvaliteten i Fiskumvannet merkbart.

I dag skjer det tilbakestrømning over sundet mellom Eikeren og Fiskumvatn 5% av tiden, tilsvarende 18 dager. Dette skjer i perioder hvor det er snøsmelting eller kraftig regnvær, og samtidig ikke tappes fra Hakavika og Bergsvatn. Med et drikkevannsuttak på $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ vil tilbakestrømningen øke til 7.5% av tiden = 27 dager, dvs det vil skje tilbakestrømning 9 dager mer enn tidligere. Hvis vi antar middelvannføring på $7.2 \text{ m}^3/\text{s}$, men i motsatt retning, tilsvarer den økte tilbakestrømningen en ekstra vanntilførsel til Eikeren på $5.6 \times 10^6 \text{ m}^3$. Årlig avløp øker til $232 \times 10^6 \text{ m}^3$, og ny teoretisk oppholdstid blir 10.5 år. Multiplisert med den nye teoretiske fosforkonsentrasjonen i Fiskumvannet på $6.4 \text{ } \mu\text{gP/l}$ gir dette en ekstra fosfortilførsel til Eikeren på 35.8 kg P per år. Setter vi disse nye verdiene inn i RBJ modellen (Rognerud et al 1979) fås det at fosforkonsentrasjonen i Eikeren øker med $0.05 \text{ } \mu\text{gP/l}$. Denne lille økningen i fosforkonsentrasjon vil ikke kunne merkes i form av nedsatt vannkvalitet.

Beregningene viser at selv med maksimalt uttak av $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ hele året vil ikke den økte tilbakestrømningen av vann fra Fiskumvannet (fra 5-7,5% av tiden = 9 dager mer) gi merkbar vannkvalitetsendring i Eikeren.

5 Innvirkning på drikkevannsinntaket til Øvre Eiker

Drikkevannsinntaket til Øvre Eiker vannverk er plassert i nordenden av Eikeren på 40 meters dyp, se Figur 2.1. Vi ønsket å finne i hvilken grad vann fra Fiskumvatnet, som i perioder strømmer inn i Eikeren, kunne forventes å påvirke dette drikkevannsinntaket. Avstanden fra sundet mellom de to innsjøene til vanninntaket er ca 1.5 km.

Ved bruk av matematiske strøm- og spredningsmodeller (Tjomsland 1982) har vi simulert karakteristiske strømforhold etter ett døgn med stabil vind av typiske retninger og ved vindstille forhold hvor kun tilløp- og utløpsvannføringene driver strømmene. For hver strømsituasjon ble vannet i sundet mellom de to innsjøene i modellen gitt en "teoretisk bakteriekonsentrasjon" på 1000 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml. Ifølge SFTs klassifisering av miljøkvalitet tilsvarer dette egnethetsklasse 4: ikke egnet som råvann til drikkevann ved enkel vannbehandling. I følge den samme klassifiseringen er vannet godt egnet til drikkevann ved konsentrasjoner under 5 bakt. pr. 100 ml. Disse ytterlighetene er merket med henholdsvis rød og blå farge på kartene.

Simuleringene viser hvordan bakterierikt vann fra Fiskumvatnet spres i Eikeren og også hvordan vann fra Eikeren fordeles i Fiskumvatnet. Bakteriene antas å dø med en halveringstid på under ett døgn, slik at hvert av de simulerte kartene representerer en likevektssituasjon/-maksimum utstrekning. Vi understreker at de reelle bakteriekonsentrasjonene i Fiskumvatnet er langt lavere enn utgangspunktet for simuleringene. Vanlige konsentrasjoner i dette sundet i dag vil være fra 0-10 per 100 ml. Simuleringene er ment å vise verst tenkelige situasjoner. Vi antar at det tas ut 1200 l/s til drikkevann.

Figur 5.1 viser en normal situasjon i vindstille vær. Strømmene blir drevet av et tilløp til Eikeren på 7 m³/s, tilløp til Fiskumvatnet på 3 m³/s og utløp på 9 m³/s. D.v.s. en vanntransport gjennom sundet fra Eikeren til Fiskumvatnet på 6 m³/s. Dette førte ifølge simuleringene til en strøm fra Eikeren til Fiskumvatnet til utløpet i Vestfosselva. Vann ble også "trukket" mot vannverksuttaket i stedet for i større grad å strømme direkte mot Fiskumvatnet.

I en flomsituasjon stiger vannet raskere i Fiskumvatn enn i Eikeren, noe som fører til innstrømning i Eikeren. Figur 5.2 viser en situasjon hvor vannføringen i elva inn i Fiskumvatn ble økt slik at 15 m³/s strømmet fra Fiskumvatn til Eikeren. Høye bakteriekonsentrasjoner ble spredt mindre enn en kilometer inn i Eikeren og da kun ned til omlag 15 meters dyp.

Det virker lite sannsynlig at bakterier i vann fra Fiskumvatnet kan påvirke vanninntaket i Eikeren ved vindstille forhold, eller i islagt del av året. De følgende scenariene gjelder i hvilken grad vinden kan påvirke dette. De vinddrevne strømmene blir langt større. Vær oppmerksom på at strømpilene på de to forgående kartene, som gjaldt for vindstille forhold, er 10 ganger forstørret i forhold til de øvrige.

Vi tar utgangspunkt i normale vannføringsforhold, d.v.s. en netto vanntransport fra Eikeren til Fiskumvatn på 6 m³/s. Figur 5.3 viser forholdene ved konstant vind på 3 m/s 10 m over innsjøen på langs av Eikeren mot Fiskumvatn (mot 320 gr.). Vannet strømmet da kun fra Eikeren og inn i Fiskumvatn. Økt vindstyrke til 10 m/s førte til tilstrekkelig stor innstrømning i overflatelaget (0-3 m) at det oppsto en returstrøm gjennom sundet dypere ned (3-6 m), se Figur 5.4. Bakterier i dette vannet ble spredt i retning av vannverksinntaket uten å trenge dypt nok ned til å påvirke dette i påviselig grad.

Ved vind på langs av Eikeren i motsatt retning på 3 m/s, d.v.s. mot 140 grader - fra Fiskumvatnet, ble det kun transportert vann mot vindretningen fra Eikeren til Fiskumvatnet, Figur 5.5. Vinden var ikke tilstrekkelig sterk til å snu den elvedrevne innstrømningen fra Eikeren på 6 m³/s. Ved økt vindstyrke til 10 m/s strømmet vannet i overflaten fra Fiskumvatnet inn i Eikeren langs bredden i sørvest, se Figur 5.6 og Figur 5.7.

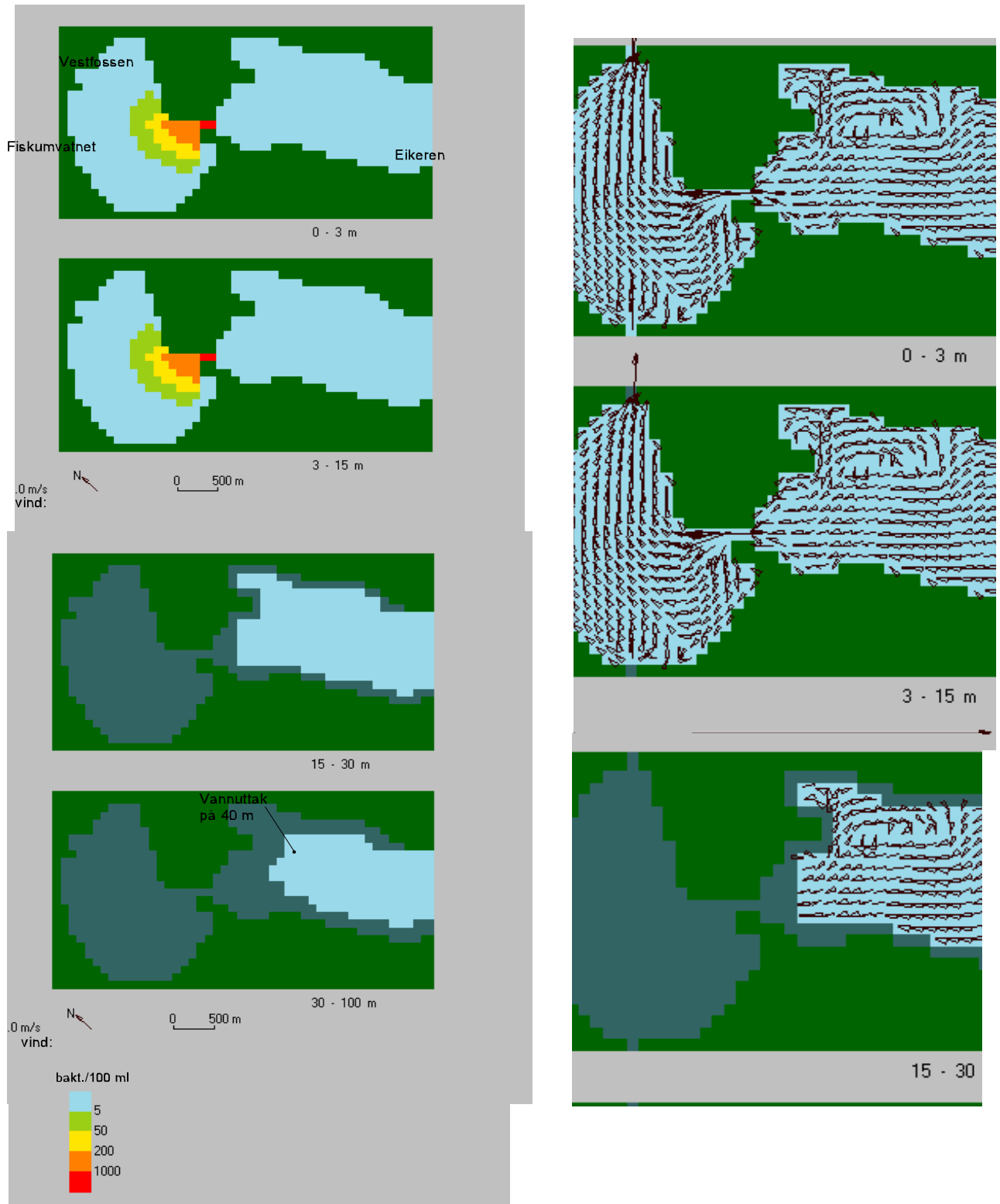
Vi skal ikke her bruke simuleringene til å nøyaktig påstå hvor sterk vind som trengs for å snu strømmen i overflaten eller skape en returstrøm mot vindretningen i sundet. Men det tyder på at ved tilløp- og utløpsvannføringer nær årsmiddelverdiene vil kun sterke vinder på langs av Eikeren forårsake vanntransport fra Fiskumvatnet til Eikeren.

Vi tenker oss i fortsettelsen at det ikke er noen transport av vann gjennom sundet fra Eikeren til Fiskumvatnet som skyldes elvetilsig. Situasjonen kan tenkes å representere lavvannsperioder, eller mer vannrike forhold med en noe høyere vannstand i Fiskumvatnet. Figur 5.7 – Figur 5.10 viser karakteristiske strøm- og spredningsforhold ved vind i begge retninger på langs og på tvers av Eikeren. I samtlige tilfeller trengte vann fra Fiskumvatnet inn i Eikeren, enten som vinddrevne overflatestrøm eller som en returstrøm dypere ned. Det ble ikke simulert bakterier i vannuttaket på 40 meters dyp. Imidlertid medførte vind på tvers av Eikeren mot Vestfossen (mot 50 gr.) og vind på langs av Eikeren mot Fiskumvatnet (mot 320 gr.) moderat påvirkning over vanninntaket ned til 15 meter.

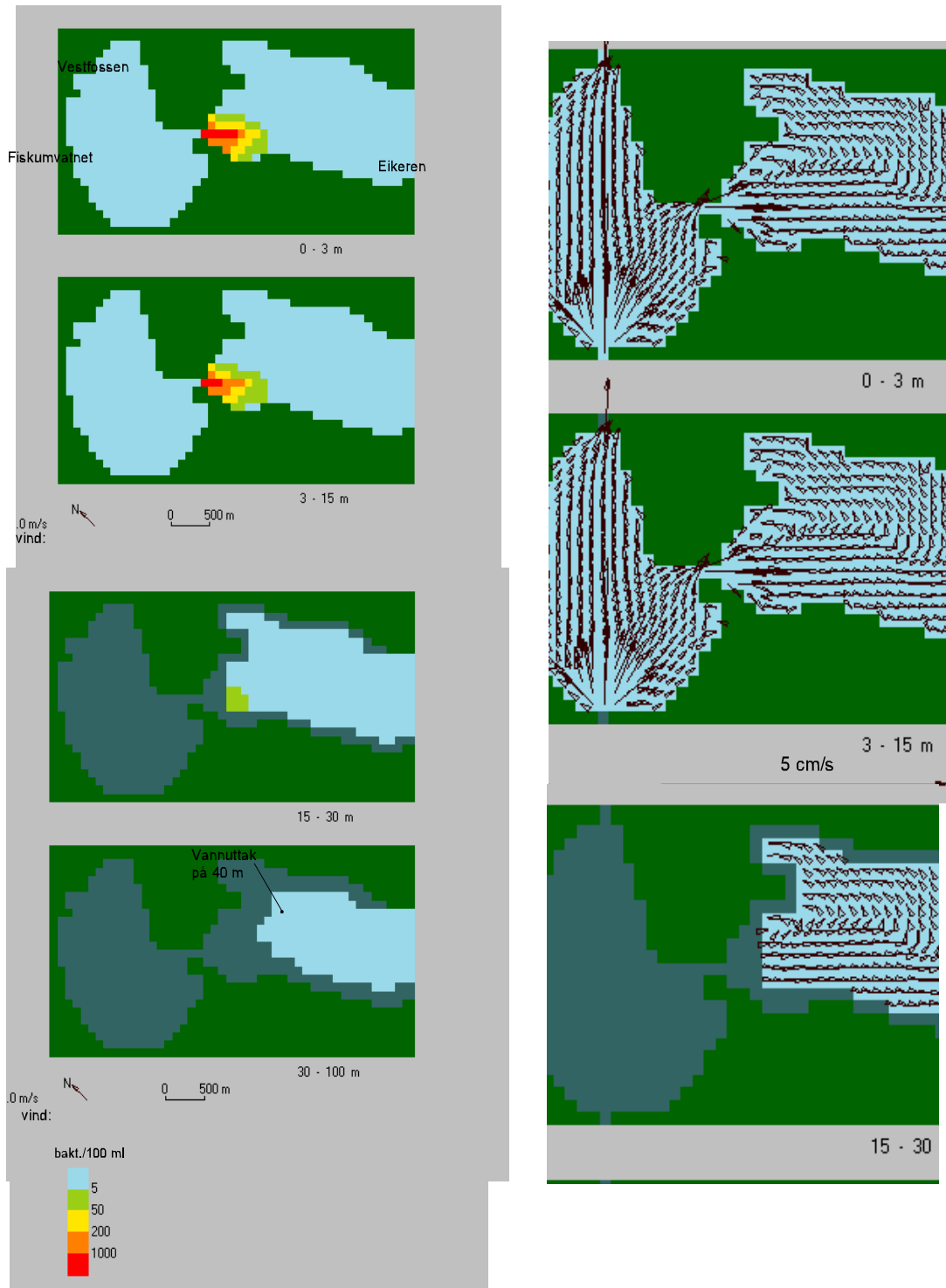
I følge simuleringene vil bakterier i vann fra Fiskumvatnet ikke påvirke vannuttaket i Eikeren. Slike simuleringer viser selvsagt kun enkelte karakteristiske situasjoner og er også beheftet med en viss usikkerhet. For eksempel kan det nok tenkes at simulerte bakterier over vanninntaket på 15 m også kan trenge dypere ned ved ekstrem vind. Imidlertid er simuleringene konstruert for å anskueliggjøre uheldige forhold. Det er lite sannsynlig at vindrevne strømmer kan vedvare i ugunstig retning i over ett døgn. Simuleringene er foretatt uten sprangsjikt. Ett sprangsjikt ville ha dannet en barriere mot nedtrengning. Reelle bakteriekonsentrasjoner i Fiskumvatnet er vanligvis under 1/100 av hva som ble brukt i simuleringene, likevel ble resultatet ved vannuttaket tilfredsstillende.

Konklusjon:

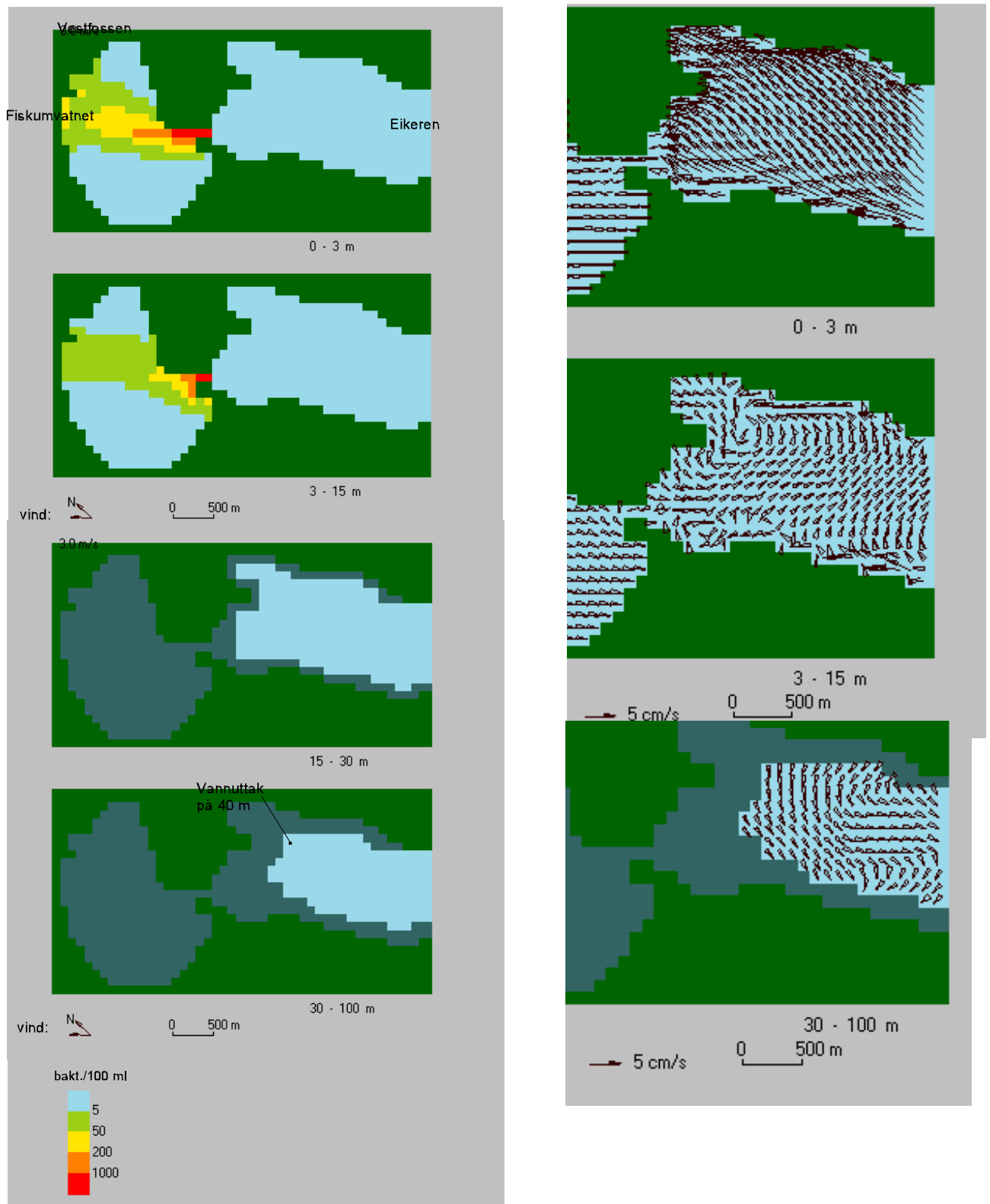
Det er ikke sannsynlig at bakterier fra Fiskumvatnet vil påvirke vanninntaket til Øvre Eiker vannverk i Eikeren selv med et konstant uttak fra VIV på 1200 l/s.



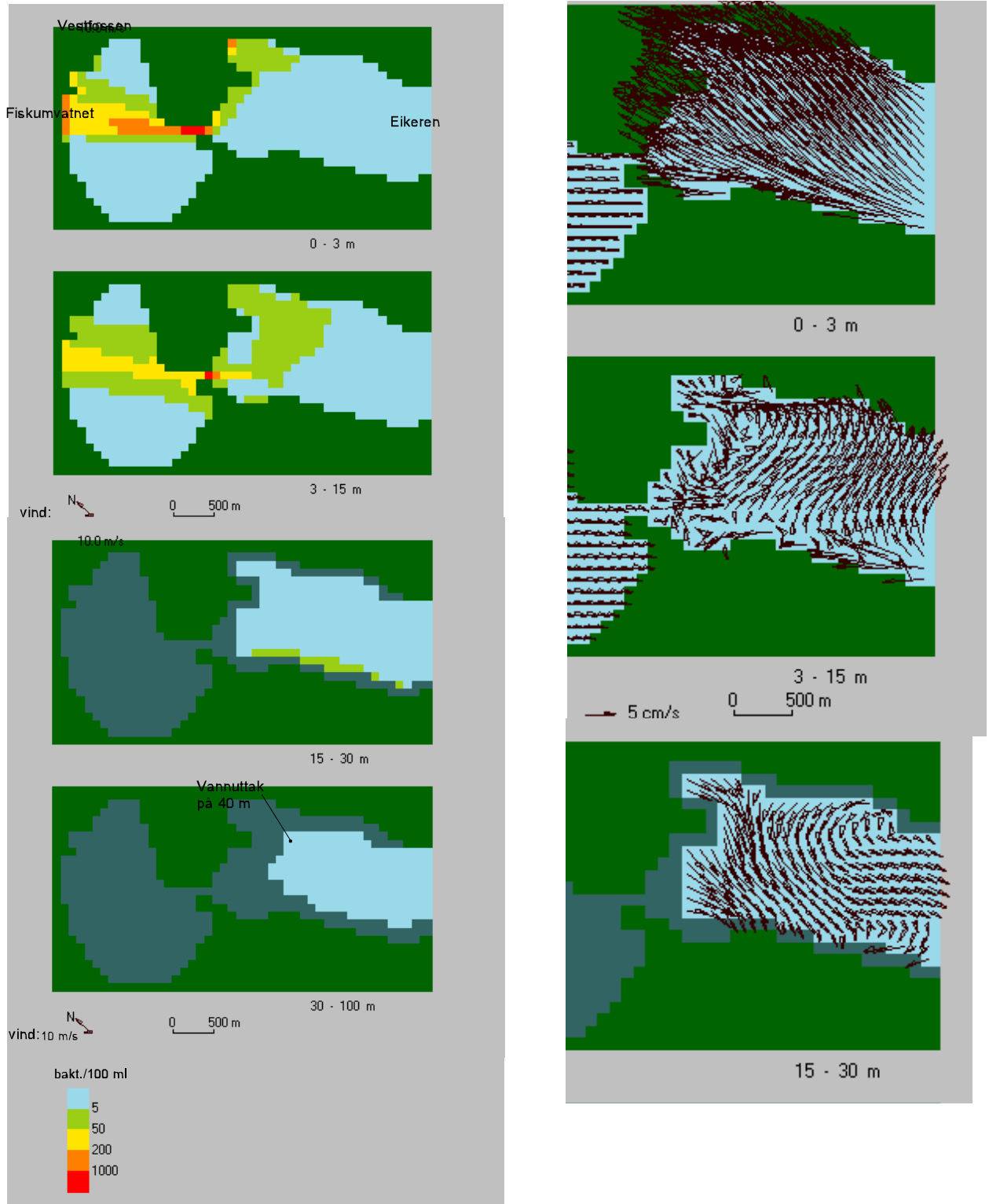
Figur 5.1 I vindstille vær og ved vannføringer nær årsmiddelveidene strømmet vannet kun fra Eikeren til Fiskumvatnet. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



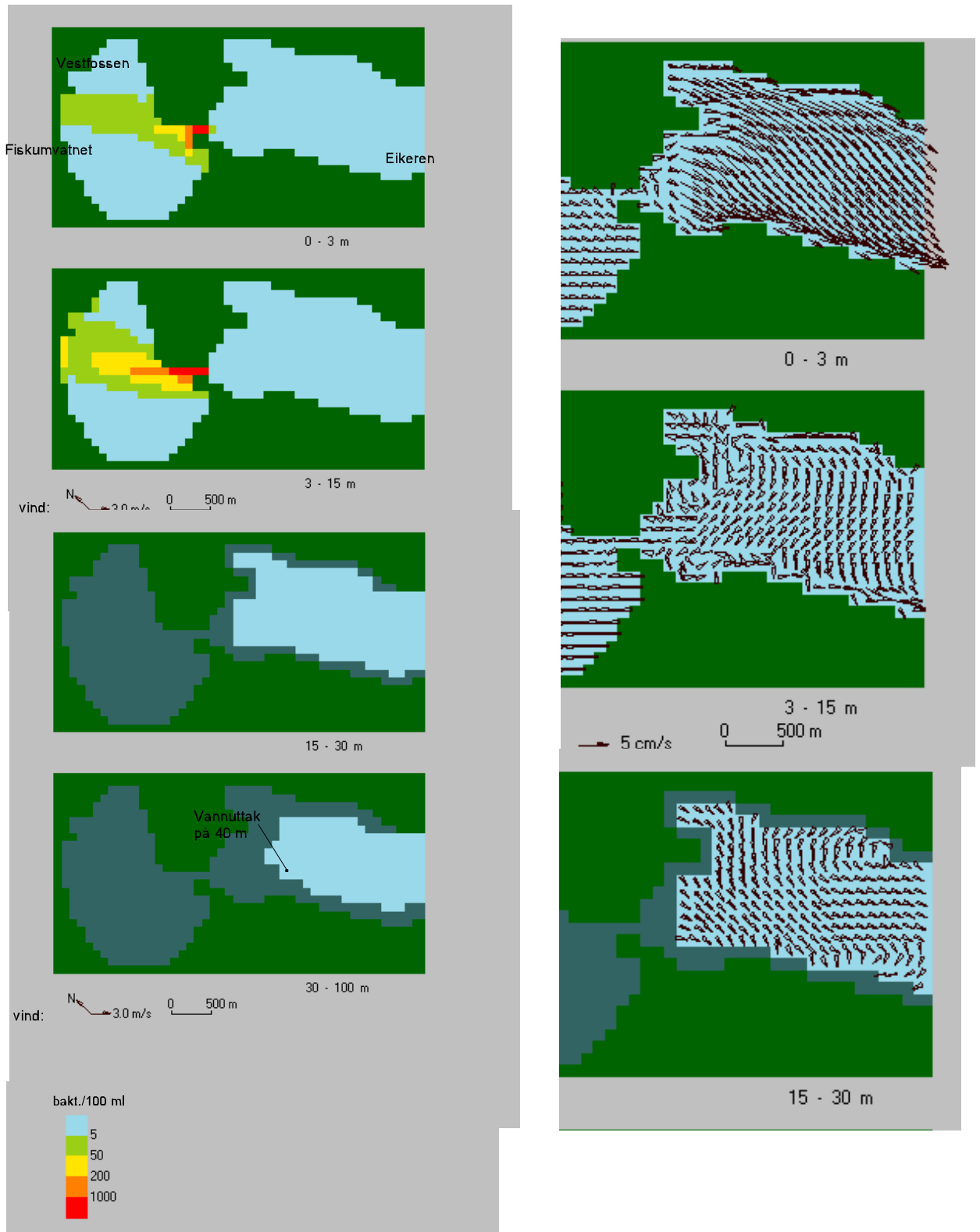
Figur 5.2 I vindstille vær og med høyere vannstand i Fiskumvatnet strømmet vannet inn i Eikeren. Bakterier ble spedt kun til overflatelagene nær sundet. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



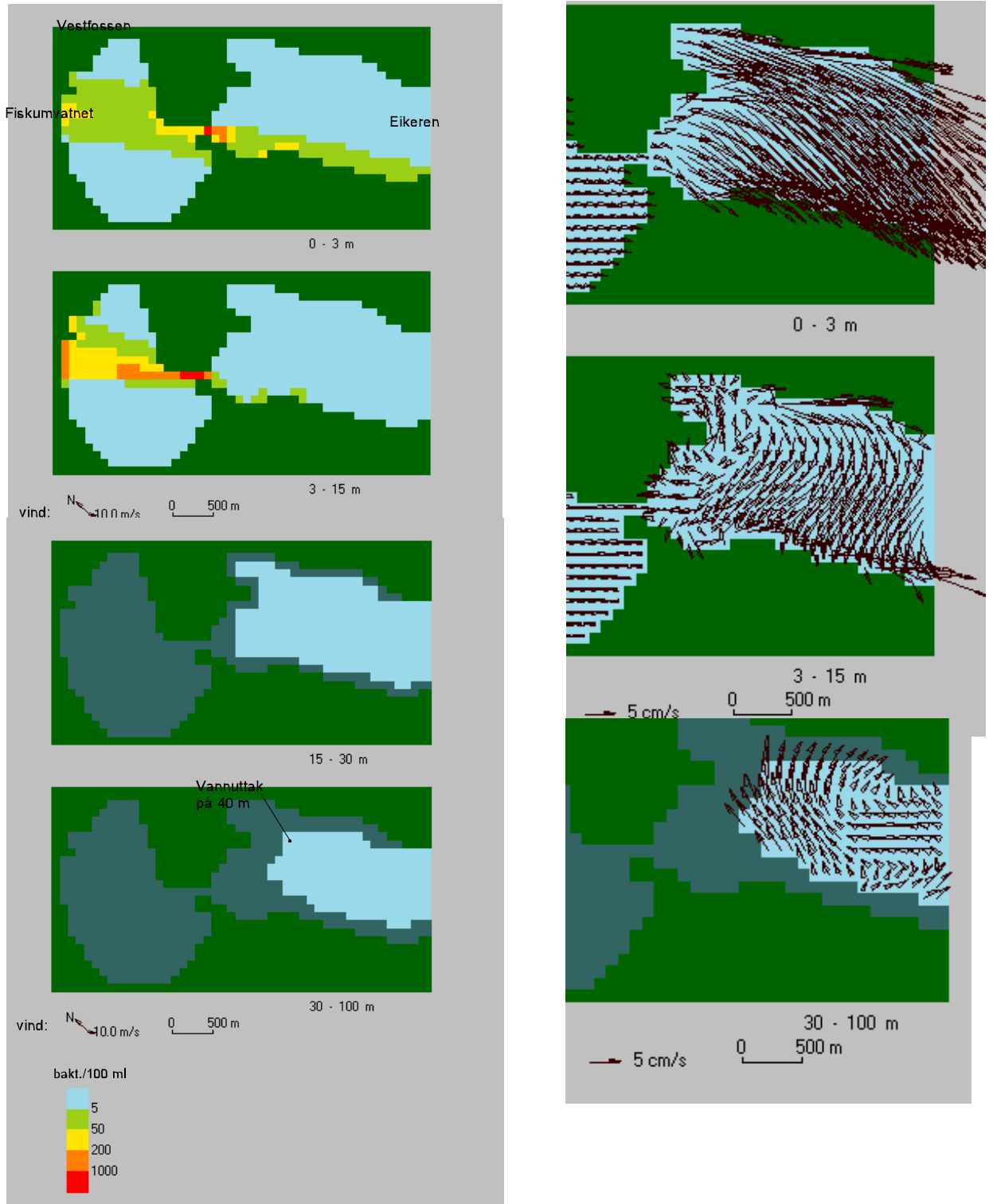
Figur 5.3 Vannføringer nær årsmiddelerdiene og moderat vind på langs av Eikeren mot Fiskumvatnet medførte transport av vann gjennom sundet kun i vindretningen (ingen returstrøm). Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



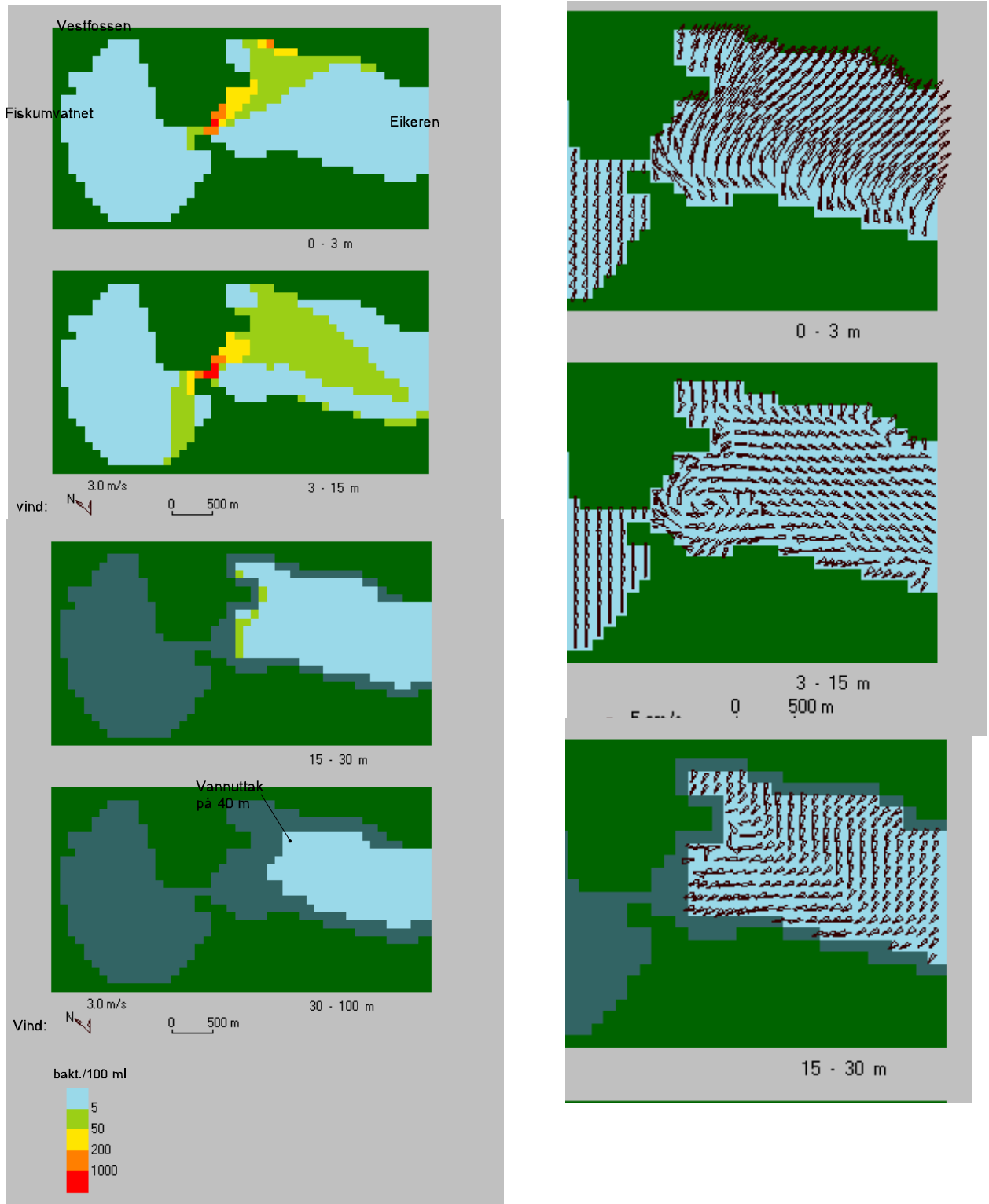
Figur 5.4 Vannføringer nær årsmiddelverdiene og sterk vind på langs av Eikeren mot Fiskumvatnet medførte transport av overflatevann gjennom sundet i vindretningen og returstrøm dypere ned. Vannuttaket ble ikke påvirket av bakterier fra Fiskumvatnet. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



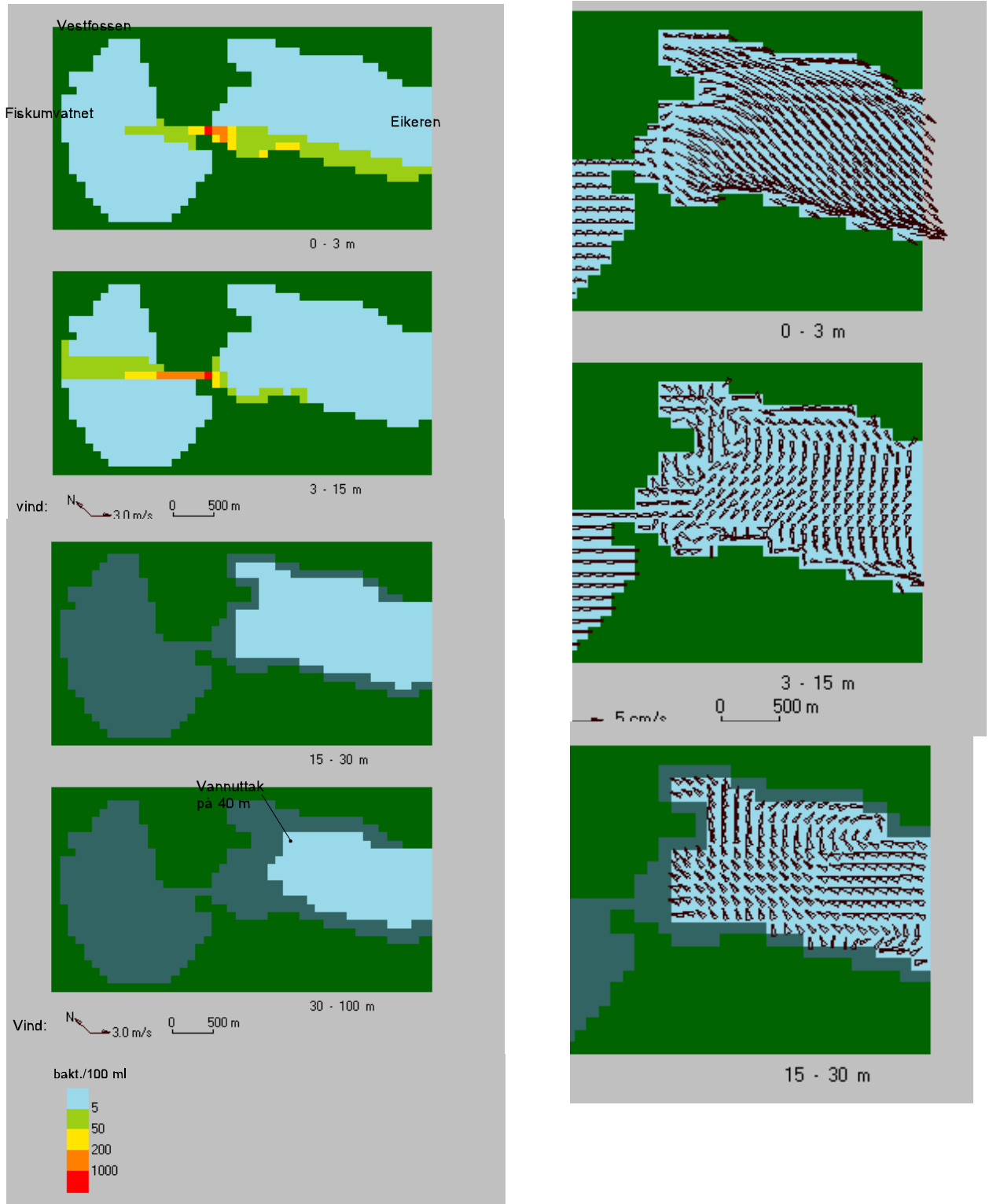
Figur 5.5 Vannføringer nær årsmiddelveidene og moderat vind på langs av Eikeren fra Fiskumvatnet var ikke tilstrekkelig til å snu strømmen inn i Fiskumvatnet. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



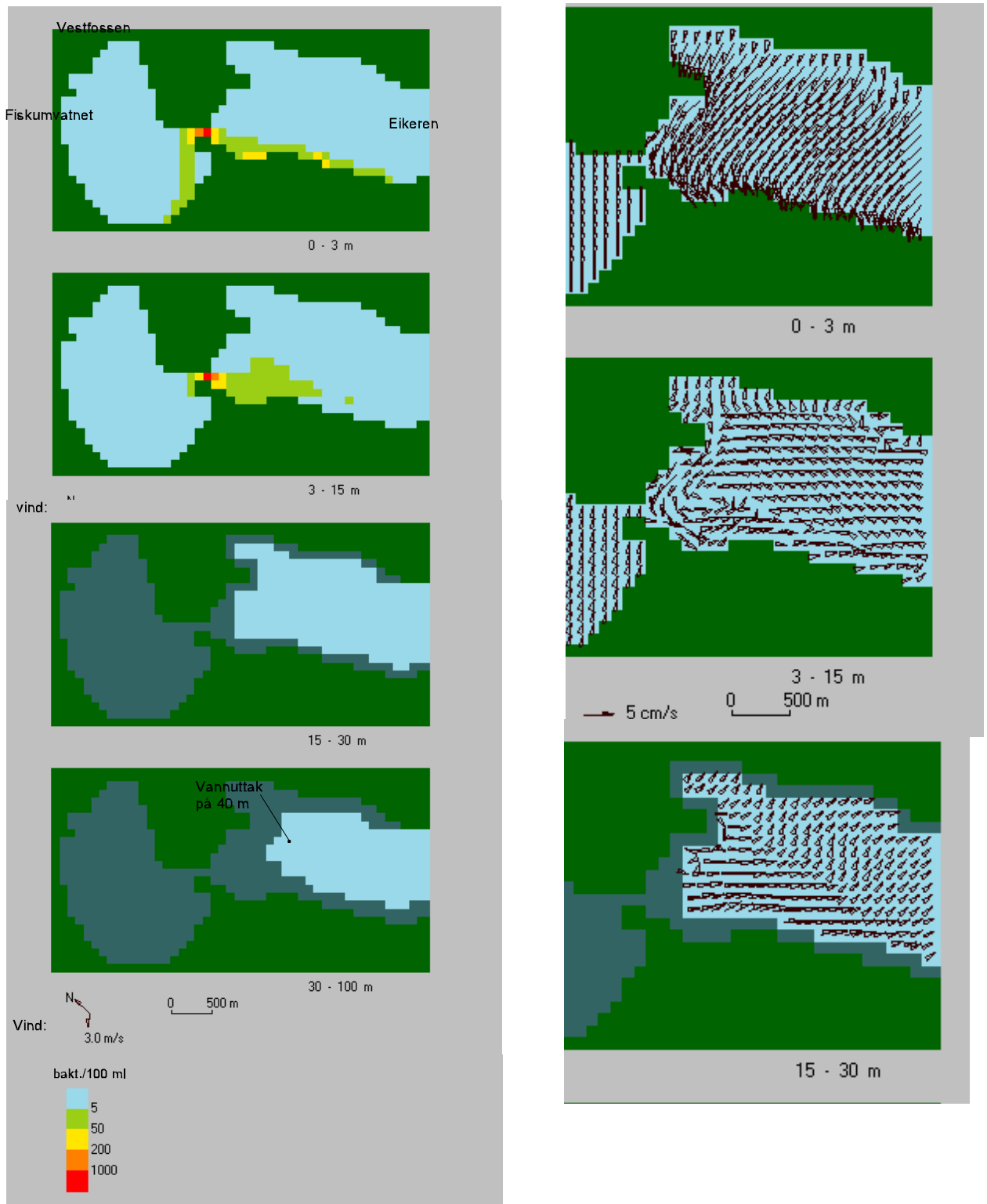
Figur 5.6 Vannføringer nær årsmiddelverdiene og sterk vind på langs av Eikeren fra Fiskumvatnet medførte transport av overflatevann gjennom sundet i vindretningen og returstrøm dypere ned. Vannverksuttaket ble ikke påvirket av bakterier fra Fiskumvatnet. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



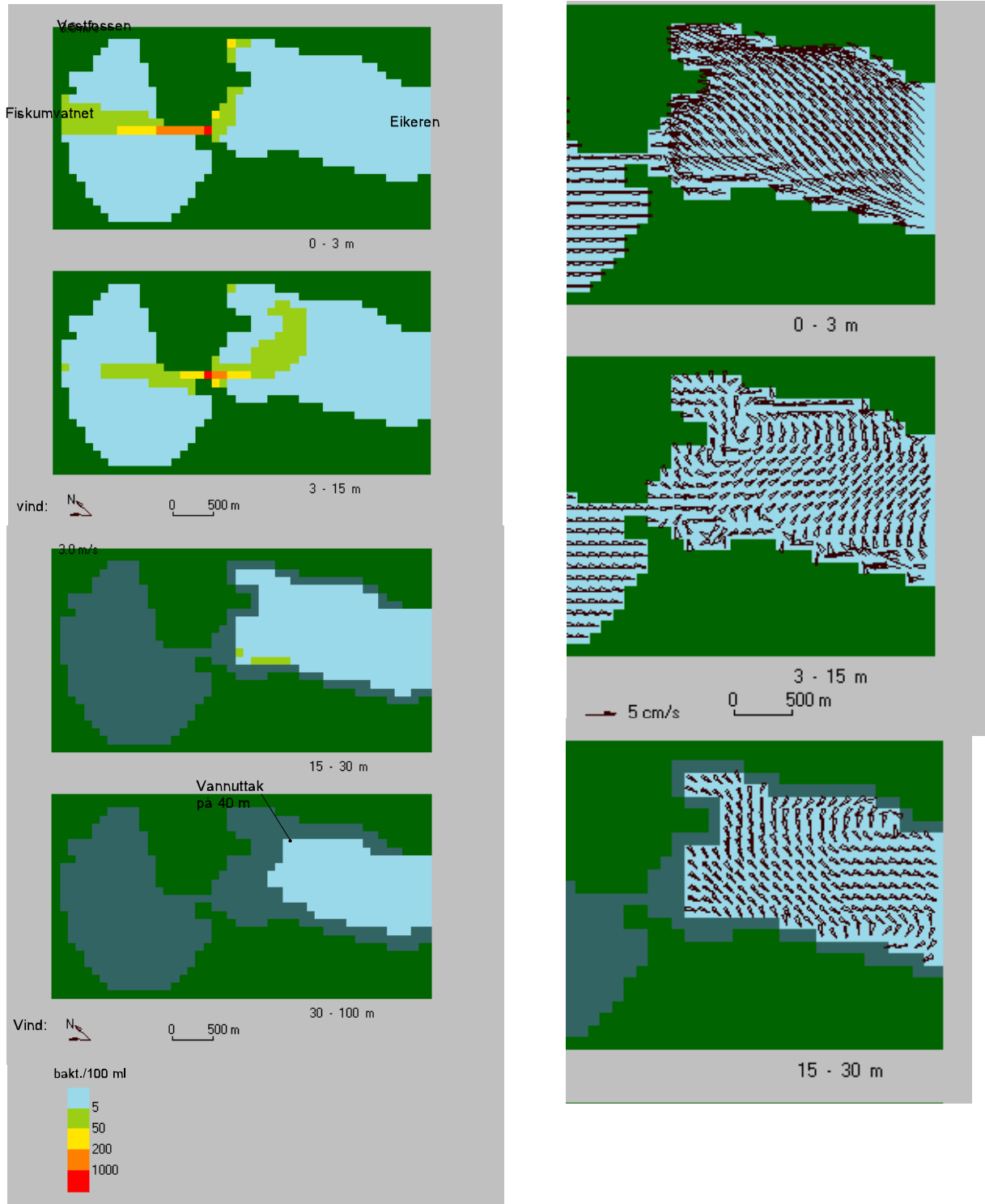
Figur 5.7 Ikke "elvedreven" strøm i sundet mellom innsjøene. Moderat vind på tvers av Eikeren mot Vestfossen (mot 50 gr.). Bakterier fra Fiskumvatnet ble spredd til overflatevannet ved vannverksuttaket i uten å forurense dette. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



Figur 5.8 Ikke "elvedreven" strøm i sundet mellom innsjøene. Moderat vind på langs av Eikeren fra Fiskumvatnet (mot 140 gr.). Bakteriene ble spredd i overflatevannet langs bredden av Eikeren i sørvest. Vannverksuttaket ble ikke påvirket. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



Figur 5.9 Ikke "elvedreven" strøm i sundet mellom innsjøene. Moderat vind på tvers av Eikeren fra Vestfossen (mot 230 gr.). Bakteriene ble spredd i overflatevannet langs bredden av Eikeren i sørvest. Vannverksuttaket ble ikke påvirket. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



Figur 5.10 Ikke "elvedreven" strøm i sundet mellom innsjøene. Moderat vind på langs av Eikeren fra Fiskumvatnet (mot 320 gr.). Bakteriene ble spredt under overflaten (0-15 m) i retning mot vannverksuttaket uten å forurense dette. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

6 Litteratur

- Berge, D. 1980 Overvåking av Eikerenvassdraget. Resultater fra 1979. NIVA-rapport Lnr. 1198., 22 sider.
- Berge, D. og P. Brettum 1999: Oppdaterende undersøkelse av Eikerenvassdraget 1997-98. NIVA-rapport Lnr. 4011-99., 86 sider.
- Berge, D., 1987: Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i innsjøer med middeldyp 1.5-15 m. NIVA Rapport Lnr 2001, 44 sider.
- Bratli, J.L. 1995. Miljømål for vannforekomstene. Sammenhenger mellom utslipp og virkning. SFT rapport TA-1138/95., 50 sider.
- Rognerud, S., D. Berge, og M. Johannessen 1979. Telemarksvassdraget - Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-79. NIVA-rapport Lnr 1147., 82 sider.
- SFT 1997. Veiledning. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, Statens forurensningstilsyn, Oslo
- Sælthun, N. R. 1999: Hydrologiske vurderinger i forbindelse med uttak av drikkevann fra Eikeren. NIVA-rapport Lnr. 4071-99, 17 sider.
- Tjomsland, T. 1982. Strøm og spredningsstudier i Tyrifjorden, Rapport nr.2, løpenr. 1191, Norsk institutt for vannforskning, Oslo.