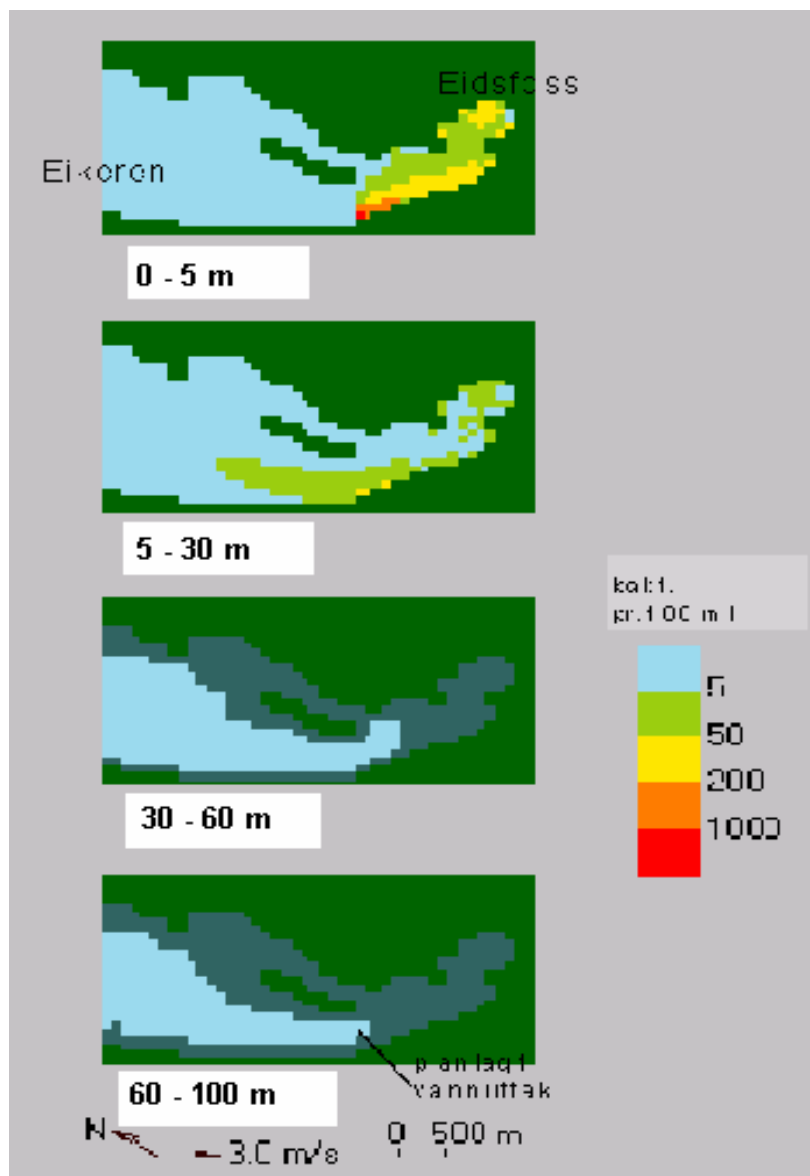




Rapport 4148-99  
Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold

### Mulig bakteriell påvirkning av VIV's planlagte drikkevannsinntak på 70 m's dyp i sørenden av Eikeren



**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 <b>Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold</b>	Løpenr. (for bestilling) 4148-99	Dato 09.12.99
	Prosjektnr. Undernr. O-99158	Sider Pris 35
Forfatter(e)  Torulv Tjomsland og Dag Berge	Fagområde Hydrologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

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


**Sammendrag**

Vestfold Interkommunale Vannverks (VIV) planlagte drikkevannsinntak vil ligge på 70 m dyp ut for Hesthammerøya i sørenden av Eikeren. Spørsmålet var om forurensning fra Eidsfoss tettsted kunne trenge så dypt ned at det kunne forurense drikkevannet som tas inn. Ved bruk av matematiske strøm- og spredningsmodeller (kalibrert bl.a. i Tyrifjorden og Mjøsa) ble det simulert scenarier for verst tenkelige situasjoner med hensyn til å spre bakterier fra overflaten til vanninntaket.

Det er ikke sannsynlig det planlagte drikkevannsinntaket på 70 meters dyp vil bli forurenset av bakterier tilført overflatevann.

Dersom drikkevannsinntaket ble plassert 500 m nærmere enden av Eikeren mot Eidsfoss ville inntaksdypet måtte reduseres til nær 40 m. Ifølge simuleringene vil bakterier tilført langs strendene da kunne nå inntaket. De reelle tilførselsmengdene vil trolig være såpass små at drikkevannsinntaket fortsatt kunne karakteriseres tilfredstillende. Imidlertid tyder simuleringene på at inntaket vil være betydelig bedre sikret på 70 m. Det er lite å oppnå ved å øke inntaksdypet ytterligere.

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

  
Dag Berge

Prosjektleder

  
Dag Berge

Forskningsleder

  
Nils Roar Sælthun

Forskningsjef

Norsk institutt for vannforskning  
Oslo

O-99158

Eikeren som ny vannkilde for Vestfold

**Mulig bakteriell påvirkning av VIV's planlagte  
drikkevannsinntak i sørenden av Eikeren**

Oslo 9/12-99  
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. Undersøkelsen ble kontraktsfestet i September 1999. Oppdragsgivers kontaktpersoner har vært direktør Sverre Mollatt og arkitekt Harald Schulze.*

*Modellsimuleringene av hvorvidt bakterieforurenset overflatevann kan komme til å forurense det planlagte vanninntaket, er utført av Torulv Tjomsland, NIVA (Hydrolog). Dag Berge har vært prosjektleder for undersøkelsen.*

*Oslo 09.12.99*

*Dag Berge  
Prosjektleder*

## Innholdsfortegnelse

1	Konkluderende sammendrag .....	6
2	Innledning .....	6
3	Simulert strøm og spredning av bakterier.....	6
4	Diskusjon og konklusjon .....	8
5	Litteratur .....	9

## 1 Konkluderende sammendrag

Vestfold Interkommunale Vannverks (VIV) planlagte drikkevannsinntak vil ligge på 70 m's dyp ut for Hesthammerøya i sørenden av Eikeren. Spørsmålet var om forurensning fra Eidsfoss tettsted kunne trenge så dypt ned og forurense drikkevannet som tas inn. Ved bruk av matematiske strøm- og spredningsmodeller (kalibrert bl.a. i Tyrifjorden og Mjøsa) ble det simulert scenarier for verst tenkelige situasjoner med hensyn til å spre bakterier fra overflaten til vanninntaket.

Det er ikke sannsynlig at det planlagte drikkevannsinntaket på 70 meters dyp vil bli forurenset av bakterier tilført overflatevann.

Dersom drikkevannsinntaket ble plassert 500 m nærmere enden av Eikeren mot Eidsfoss ville inntaksdypet måtte reduseres til nær 40 m. I følge simuleringene vil bakterier tilført langs strendene da kunne nå inntaket. De reelle tilførselsmengdene vil trolig være såpass små at drikkevannsinntaket fortsatt kunne komme innen for krav til enkel vannbehandling. Imidlertid tyder simuleringene på at inntaket vil være betydelig bedre sikret på 70 m, slik at det kombinert med desinfeksjon vil tilfredsstille helsemyndighetenes krav til 2 hygieniske barrierer. Det er lite å oppnå ved å øke inntaksdypet ytterligere.

## 2 Innledning

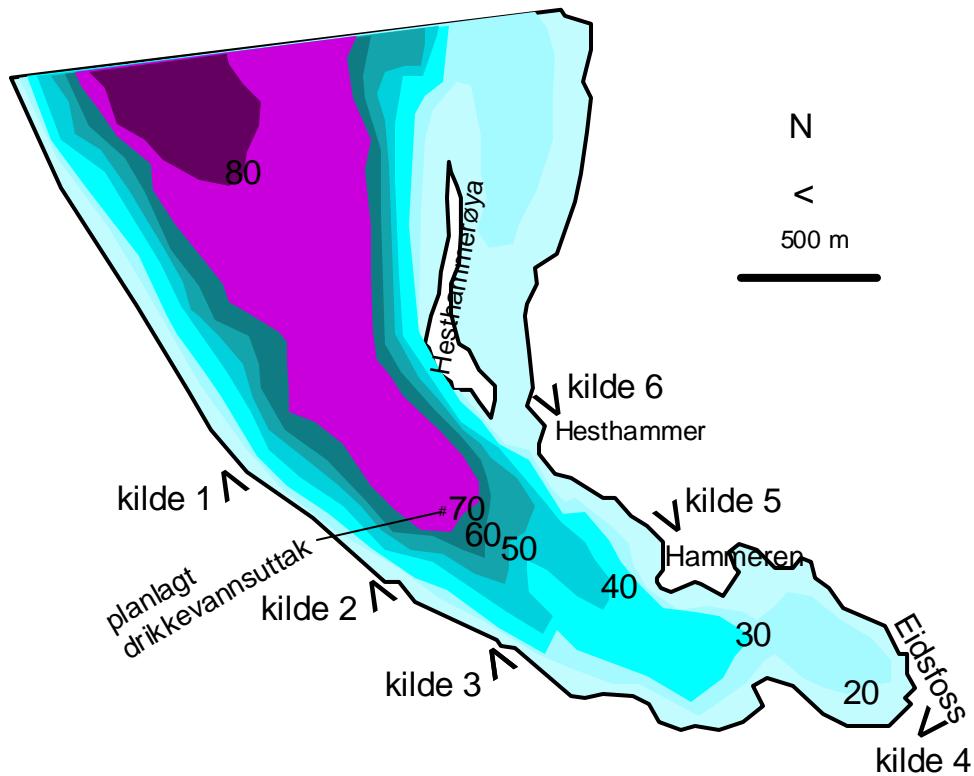
Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) har planer om drikkevannsinntak på 70 m dyp ut for Hesthammerøya i sørenden av Eikeren, ca. 2 km nord for fra Eidsfoss tettsted. Hensikten med denne rapporten var å vurdere i hvilken grad dette er tilstrekkelig langt nord og tilstrekkelig dypt for å unngå bakteriell forurensning.

Ved bruk av matematiske strøm- og spredningsmodeller, kalibrert bl.a. i Tyrifjorden og Mjøsa (Tjomsland 1982), har vi simulert karakteristiske strømforhold etter ett døgn med stabil vind i ulike retninger, sterk og moderat vindstyrke samt med og uten temperatursprangsjikt. For hver strømsituasjon ble det simulert hvordan utslipp av termotolerante bakterier fra seks ulike tenkte kilder som var plassert langs strendene rundt sørenden av Eikeren, ble spredt i vannmassene, se Figur 1.

## 3 Simulert strøm og spredning av bakterier

Innsjøen ble delt opp i celler med en horisontal utstrekning på 500 x 500 m. I dybderetningen ble det delt inn i fire lag 0-5 m, 5-30 m, 30-60 m og over 60 m. I modellen ble det antatt at hvert utslipp resulterte i en bakteriekonsentrasjon på 1000 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i overflaten over et område på 500 m x 500 m. 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. 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 overflaten i denne delen av Eikeren er langt lavere enn utgangspunktet for simuleringene. Simuleringene er ment å vise verst tenkelige situasjoner.



**Figur 1. Sørenden av Eikeren - oversiktskart**

Den første simuleringen gjaldt vind på langs av Eikeren mot Eidsfoss på 3 m/s, se kartene for simulering nr.1. Det var ingen temperaturforskjeller i innsjøen. Det var typisk med overflatestrøm mot strendene til høyre for vindretningen, nedoverrettet strøm langs strendene der vannet møter land og returstrøm mot vindretningen dypere ned. På vindens "fralandside" strømmet vannet oppover. Spredningen fra utslipp i sørvest, kilde 1-3, viser tydelig dette. I laget 30-60 m var verdiene under 50 bakt./100 ml. Stoff tilført langs strendene i nordøst, kilde 5 og 6, ble transportert sørover/utover i overflaten, dukket ned langs strendene på motsatt side av innsjøen hvor det fortsatte i motsatt retning dypere ned i likhet med utslippene fra kilde 1-

3. Stoff tilført helt i enden av Eikeren ved Eidsfoss ble spredt noen hundre meter. Det ble ikke simulert verdier med påviselige konsentrasjoner under 60 m.

Den andre simuleringen gjaldt strøm og spredning i motsatt retning av simulering nr.1 d.v.s. ved moderat vind, 3 m/s, på langs av Eikeren fra Eidsfoss. Strømforholdene ble også i store trekk også motsatt rettet. Overflatevannet strømmet på skrå mot land til høyre for vinretningen, dukket ned og dannet en returstrøm dypere ned. Stoff tilført langs sidene av innsjøen (1-3, og 5,6) ble transportert utover/fra Eidsfoss i overflaten ned langs strendene i nordøst hvor det inngikk i den returstrømmen under. Det ble ikke simulert påviselige konsentrasjoner i laget under 60 m.

Simulering nr.3 adskiller seg fra simulering nr. 1 ved at vi har lagt inn en temperatursjiktning i vannmassene. Spredningen av stoff viser en klar trend til i større grad å bli spredt i overflatelaget, og i betydelig mindre grad nedover. Det ble f.eks. ikke simulert påviselige konsentrasjoner under 30 m. Temperaturgradienten virker til at vannmassene blir mer stabile og dermed motvirker vertikal transport. Et sprangsjikt virker som en sperre for nedtrengning og beskytter følgelig et dyptliggende drikkevannsinntak.

I fortsettelsen gjelder simuleringene kun forhold uten sprangsjikt. Dette fordi vi ønsker å simulere verst tenkelige situasjoner i forhold til det planlagte vanninntaket.

Simulering nr. 4 adskiller seg fra simulering nr.1 ved at vindstyrken ble økt til 10 m/s. Vinden er altså rettet på langs av Eikeren mot Eidsfoss. Større overflatefart medførte spredning av bakterier over større avstander. Bakteriene ble også spredt til et større område i laget mellom 5-30 m. Imidlertid var det fortsatt kun bakterier fra kilder sørvest, kilde 1-2, som trengte ned til laget 30-60 m. Det ble ikke simulert påviselige verdier i laget dypere enn 60 m.

Vind på 10 m/s i motsatt retning, d.v.s. på langs av innsjøen fra Eidsfoss, medførte at bakteriene i forhold til ved moderat vind, ble transportert noen kilometer før de døde. Det ble ikke påvist forurensende konsentrasjoner under 5-30 m laget.

Heller ikke sterk vind på tvers av Eikeren førte til simulerte forurensninger under 5-30 m laget, se simulering 5 og simulering 6.

## 4 Diskusjon og konklusjon

I følge simuleringene vil bakterier tilført overflatevann i Eikeren ikke påvirke det planlagte vanninntaket på 70 m. Slike simuleringer viser selvsagt kun enkelte karakteristiske situasjoner og er også beheftet med en del usikkerhet. For eksempel kan det nok tenkes at simulerte bakterier over vanninntaket i laget 30-60 m også kan trenge dypere ned ved økt vind. Imidlertid er simuleringene satt opp på en slik måte at de skal anskueliggjøre hva som kan skje under spesielt uheldige forhold. Det er lite sannsynlig at vindrevne strømmer kan vedvare i ugunstig retning i over ett døgn. Simuleringene er foretatt uten sprangsjikt, dvs da det er størst fare for nedtrengning av forurenset overflatevann. Ett sprangsjikt ville ha dannet en barriere mot nedtrengning. Reelle bakteriekonsentrasjoner i Eikeren er vanligvis under 1/100 av hva som ble brukt i simuleringene, likevel ble resultatet ved vanninntaket tilfredsstillende.

Selv om simuleringene gjaldt bakterier gir de en god indikasjon på spredningsforløpet til andre forurensende stoffer, f.eks. dumping av forurensende kjemikalier ved et uhell.



Dersom drikkevannsinntaket ble plassert 500 m nærmere enden av Eikeren mot Eidsfoss ville inntaksdypet måtte reduseres til nær 40 m. Ifølge simuleringene vil bakterier tilført langs strendene da kunne nå inntaket. De reelle tilførselsmengdene vil trolig være såpass små at drikkevannsinntaket fortsatt kunne komme inn under kvalitetskravet til enkel vannbehandling. Imidlertid tyder simuleringene på at inntaket vil være betydelig bedre sikret på 70 m. Kombinert med desinfeksjon vil vannet her tilfredstille helsemyndighetene krav til 2 hygieniske barrierer. Det er lite å oppnå ved å øke inntaksdypet ytterligere.

**Konklusjon:**

Det er ikke sannsynlig det planlagte drikkevannsinntaket på 70 meters dyp vil bli forurenset av bakterier tilført overflatevann.

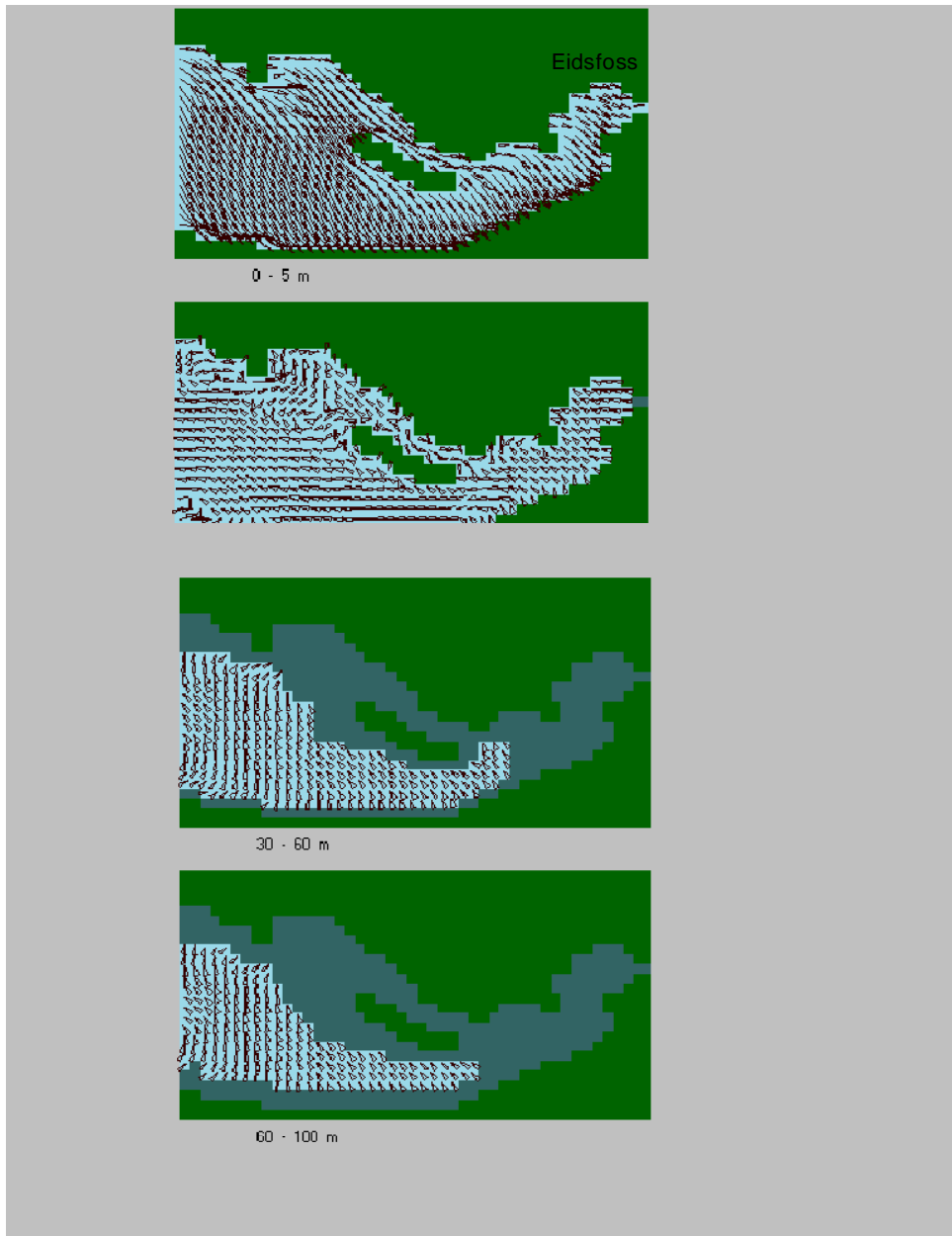
## 5 Litteratur

SFT 1997. Veiledning. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, Statens forurensningstilsyn, Oslo

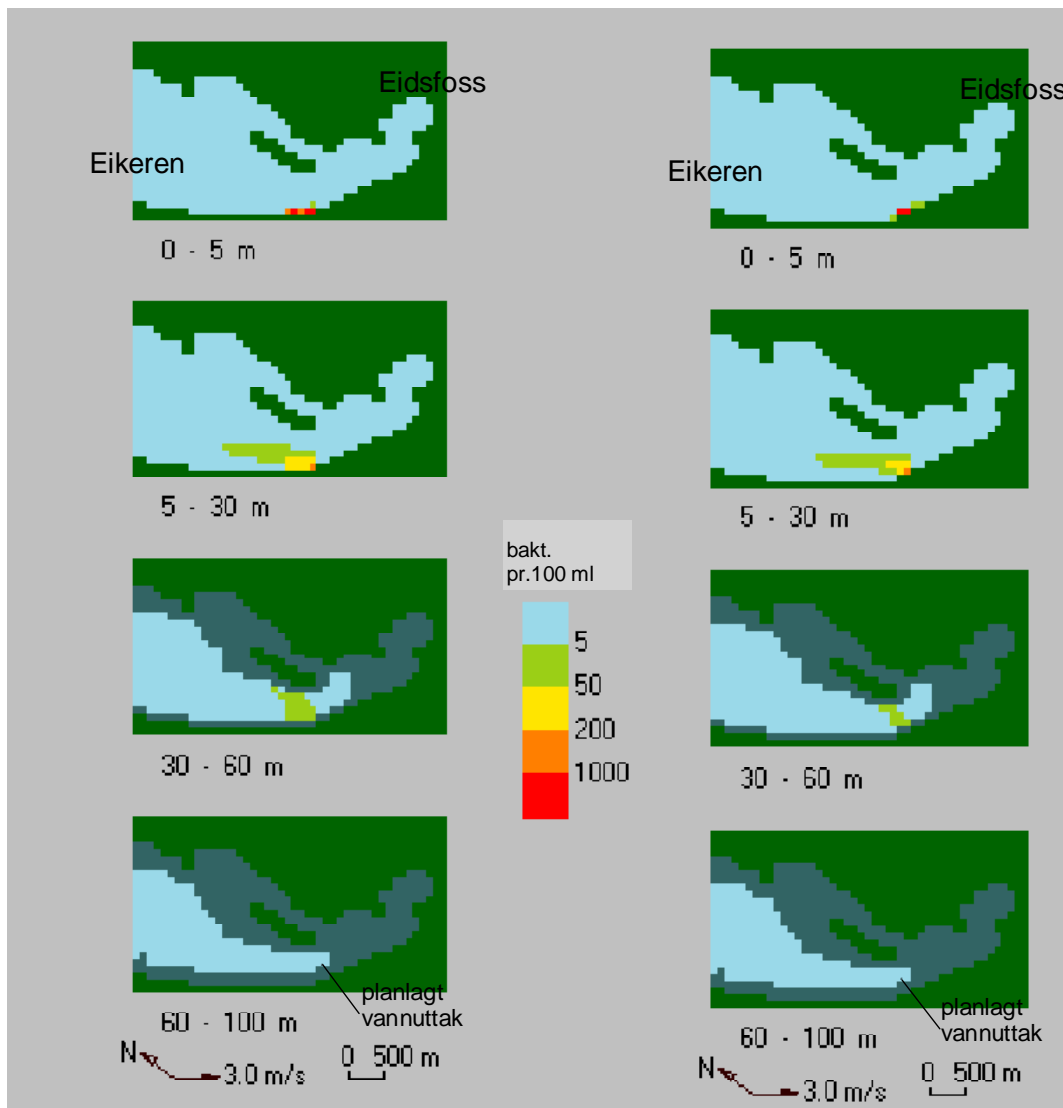
Tjomsland, T. 1982. Strøm og spredningsstudier i Tyrifjorden, Rapport nr.2, løpenr. 1191, Norsk institutt for vannforskning, Oslo.

## Simulering nr. 1: Vind 3 m/s på langs av Eikeren mot Eidsfoss

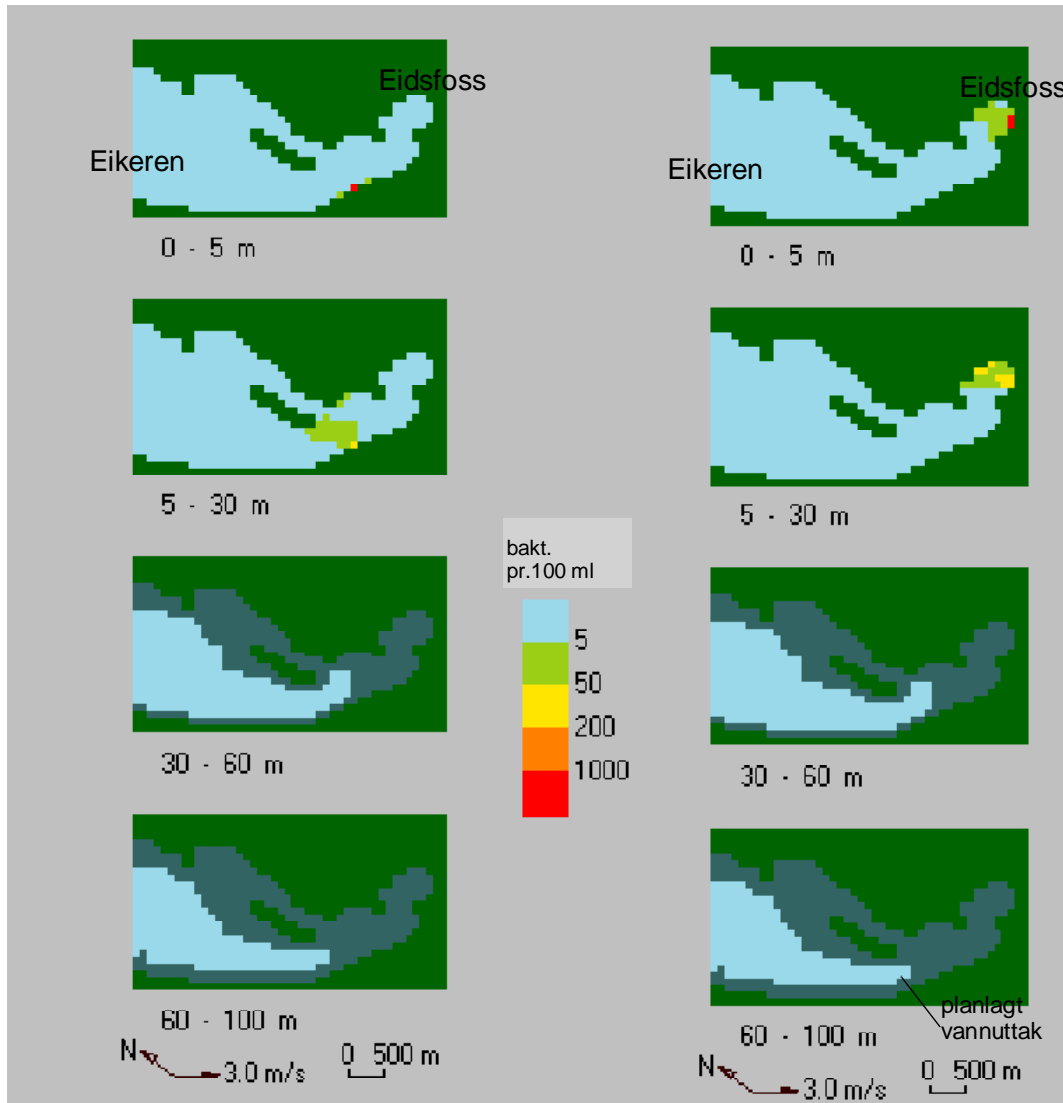
( mot 145 grader)



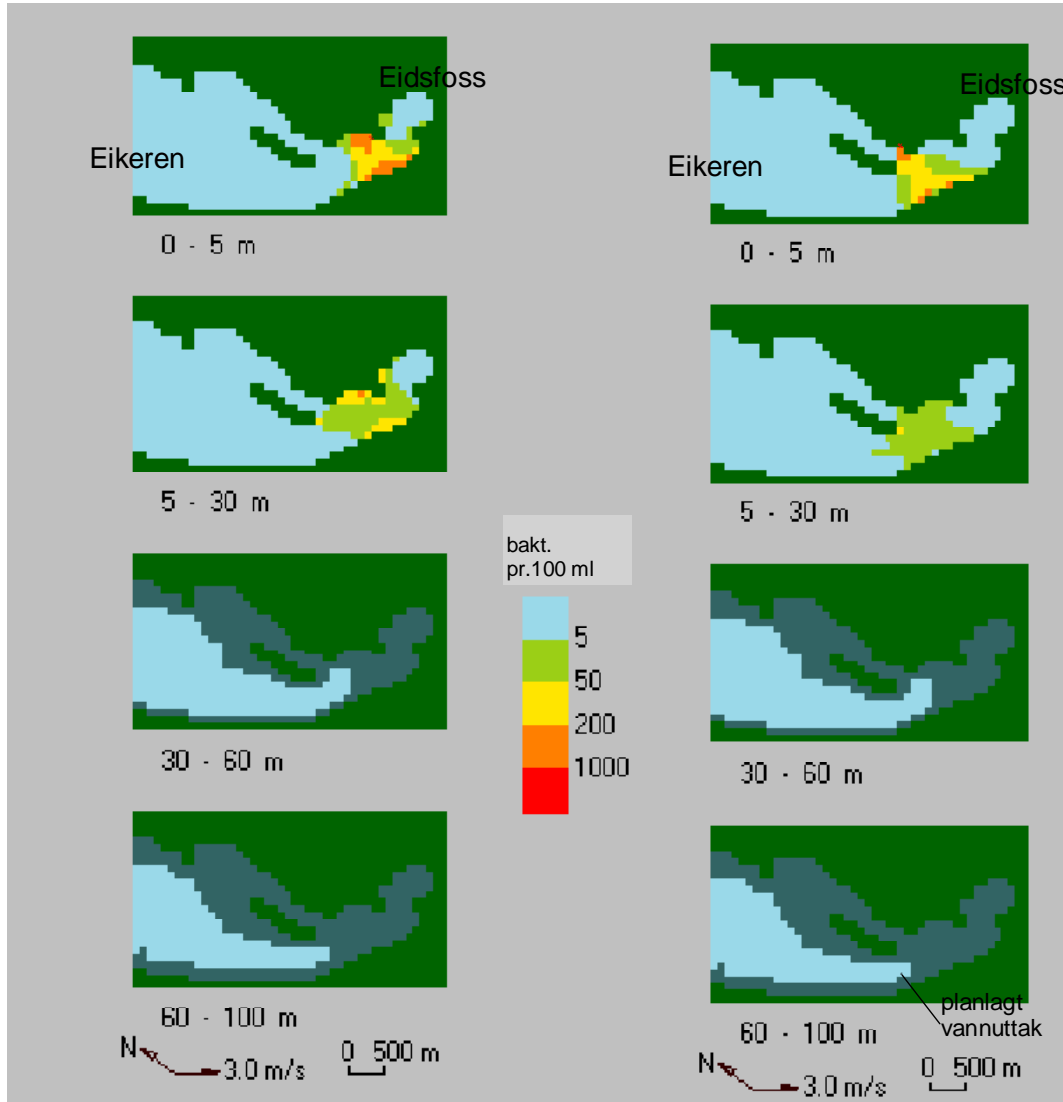
**Simulering 1-1 Strøm.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



**Simulering 1-2 Konsentrasjon kilde 1 og 2.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



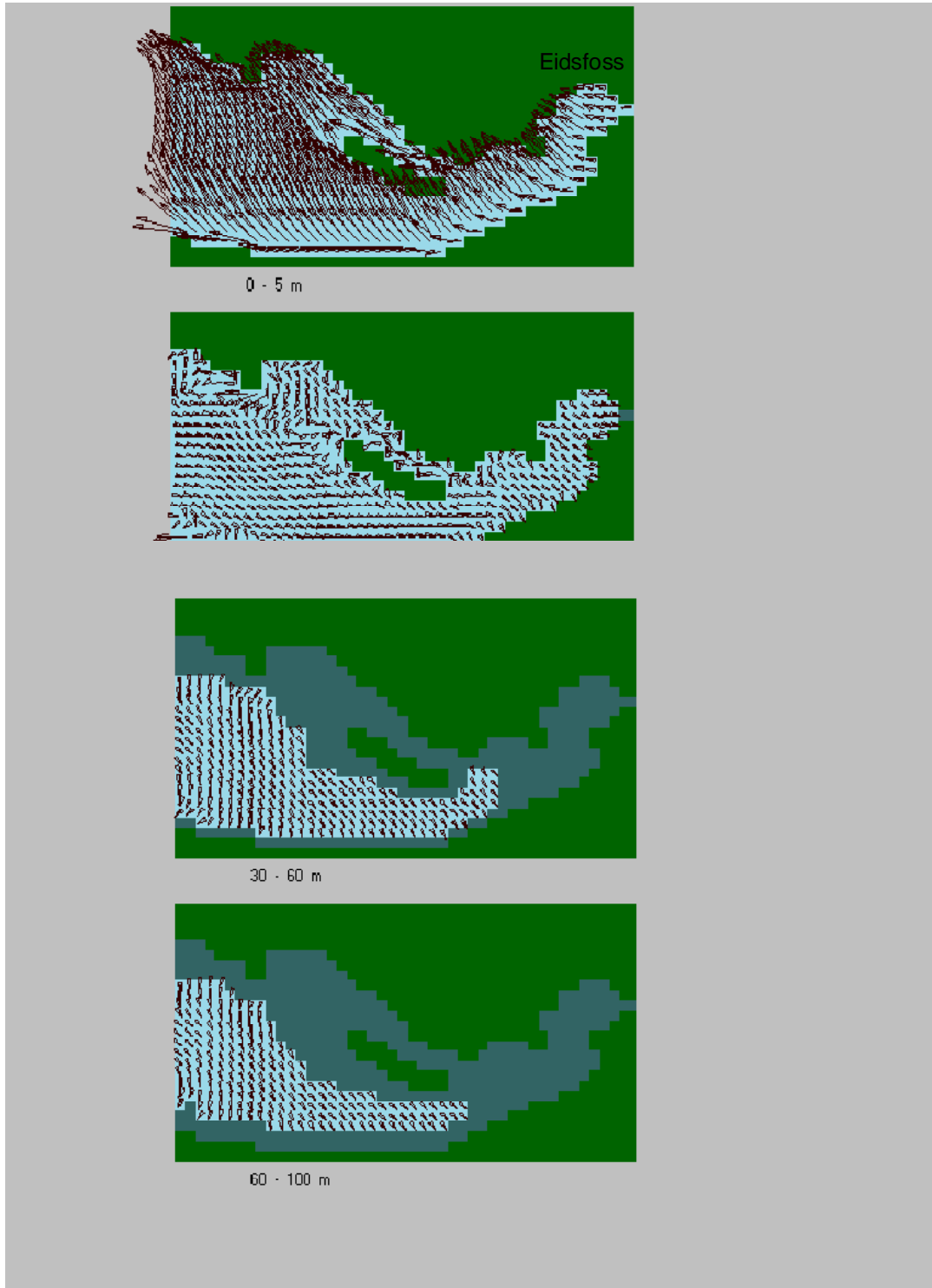
**Simulering 1-3 Konsentrasjon kilde 3 og 4.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



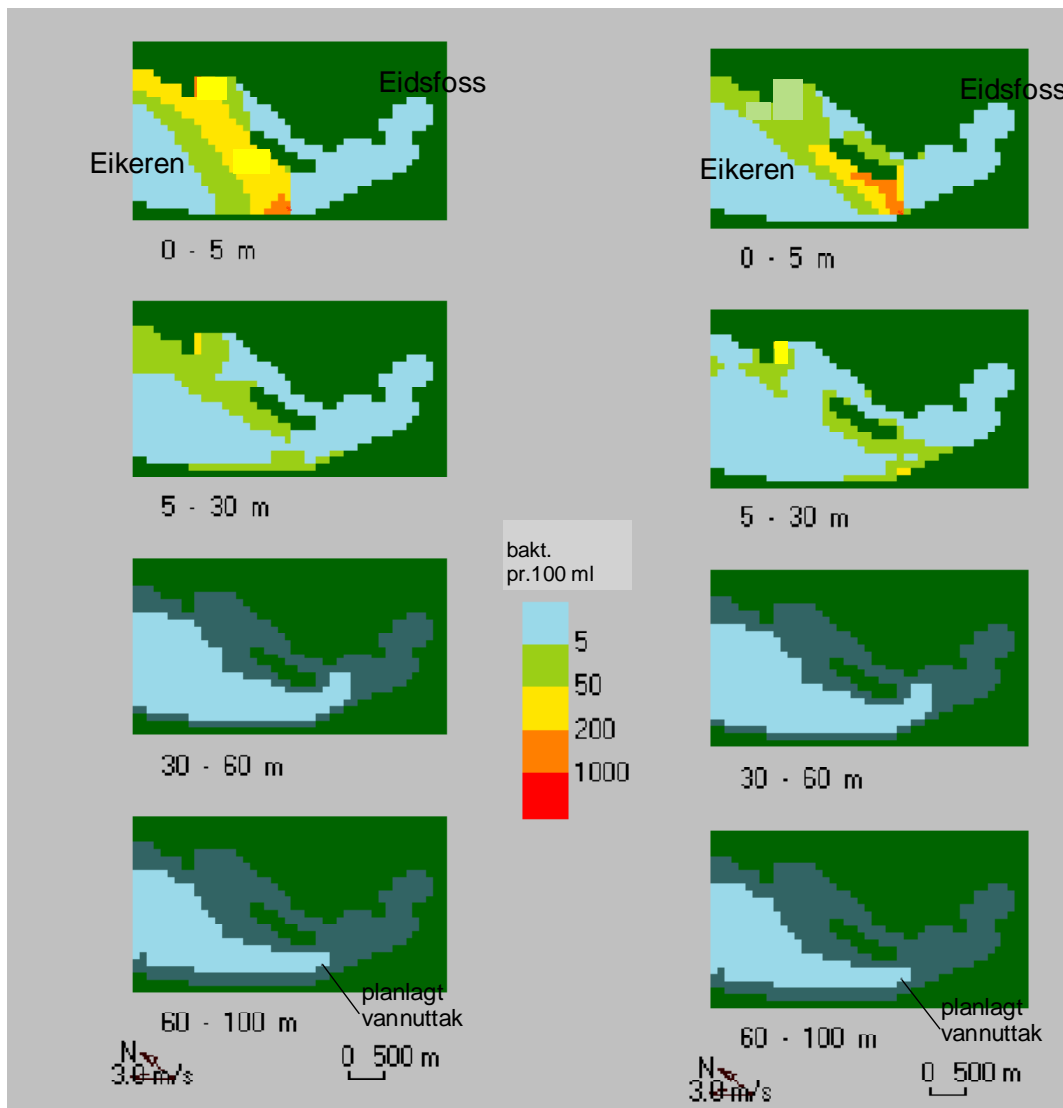
**Simulering 1-4 Konsentrasjon kilde 5 og 6.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

## Simulering nr. 2: Vind 3 m/s på langs av Eikeren fra Eidsfoss

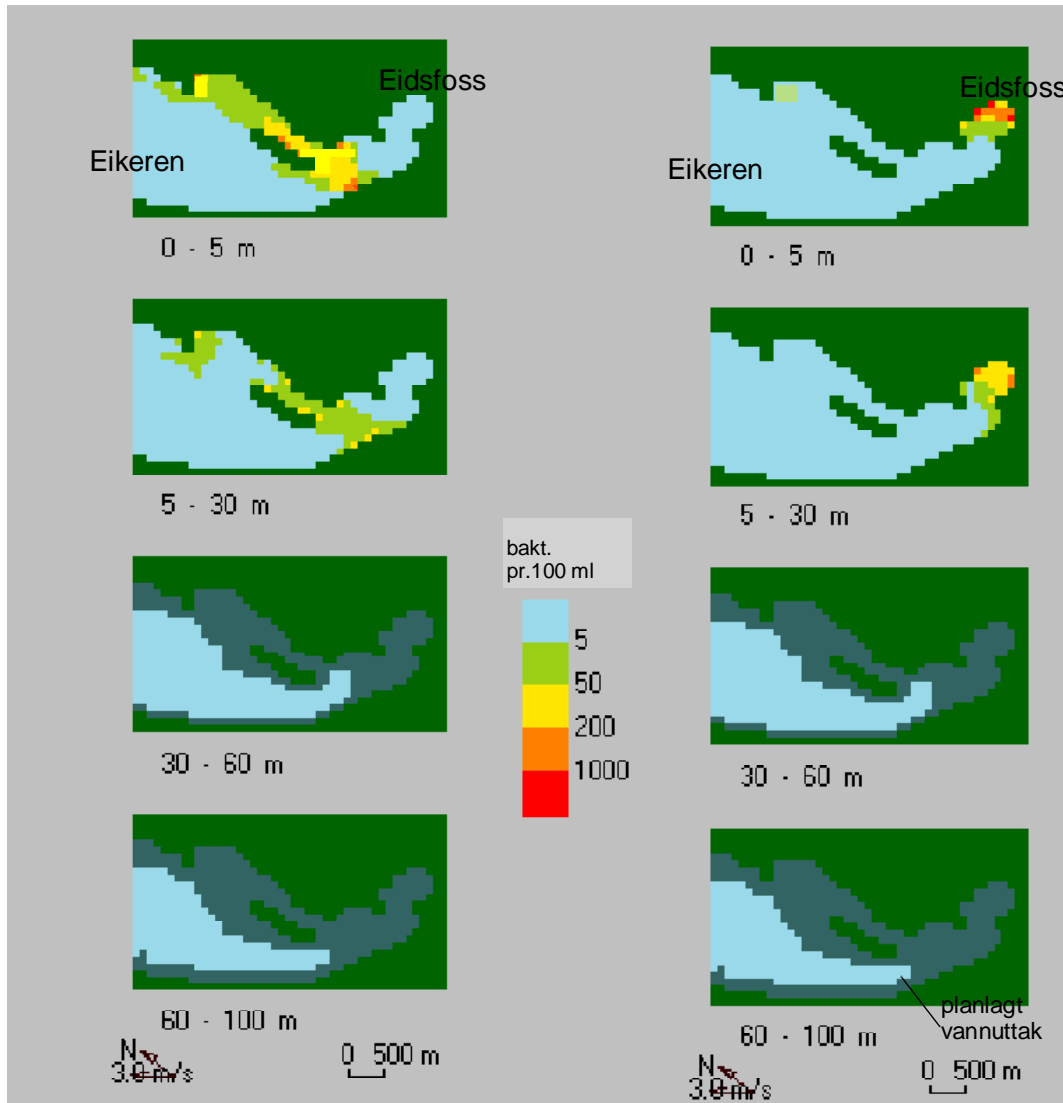
( mot 325 grader)



**Simulering 2-1 Strøm.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



**Simulering 2-2 Konsentrasjon kilde 1 og 2.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

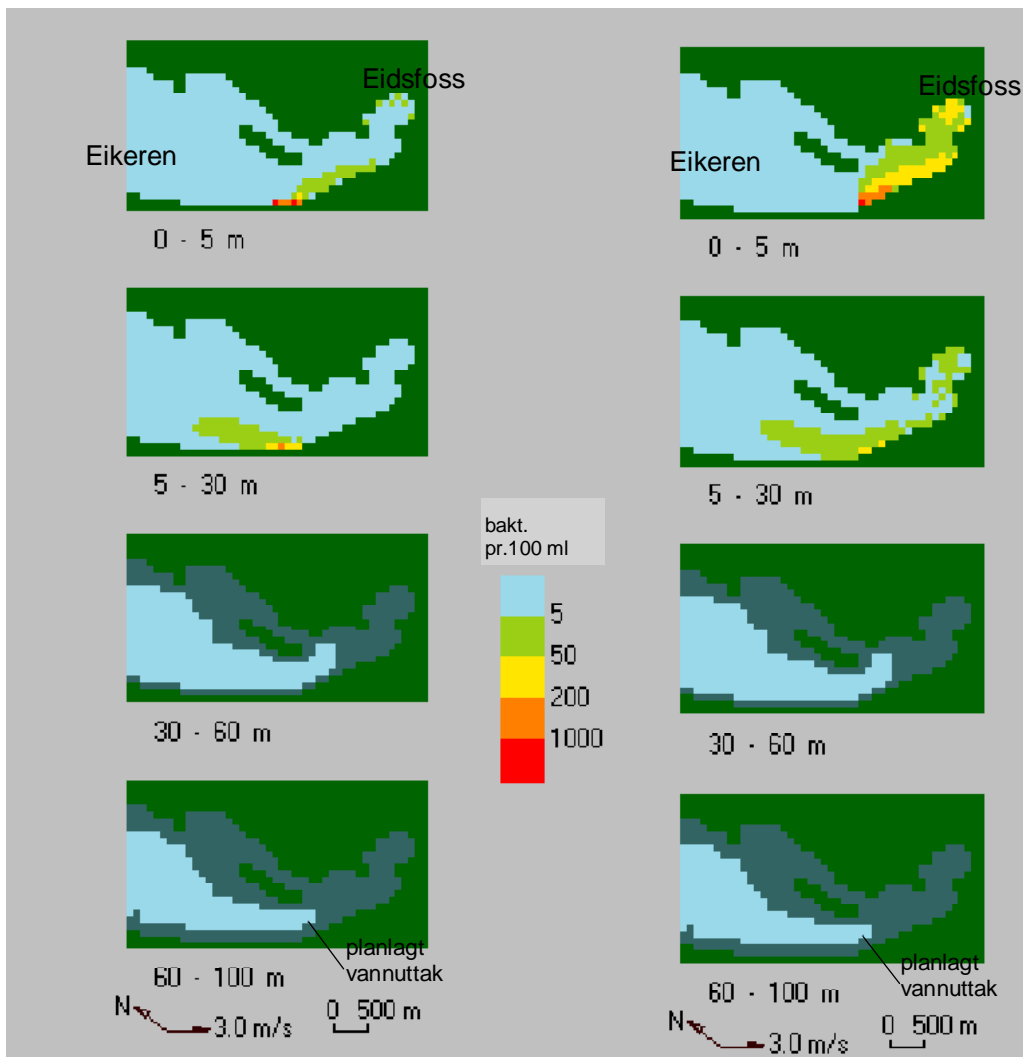


**Simulering 2-3 Konsentrasjon kilde 3 og 4.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

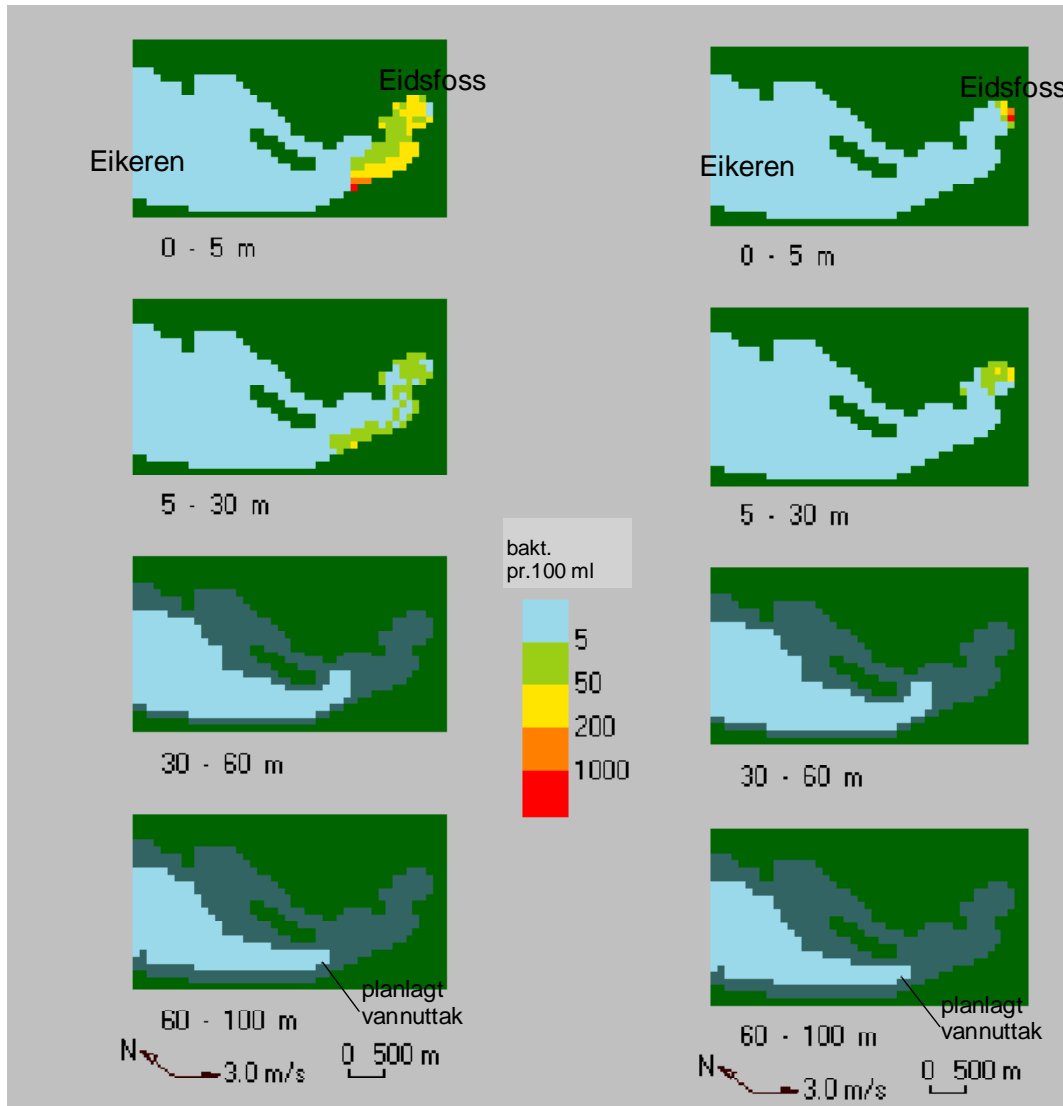


### Simulering nr. 3: Vind 3 m/s på langs av Eikeren mot Eidsfoss

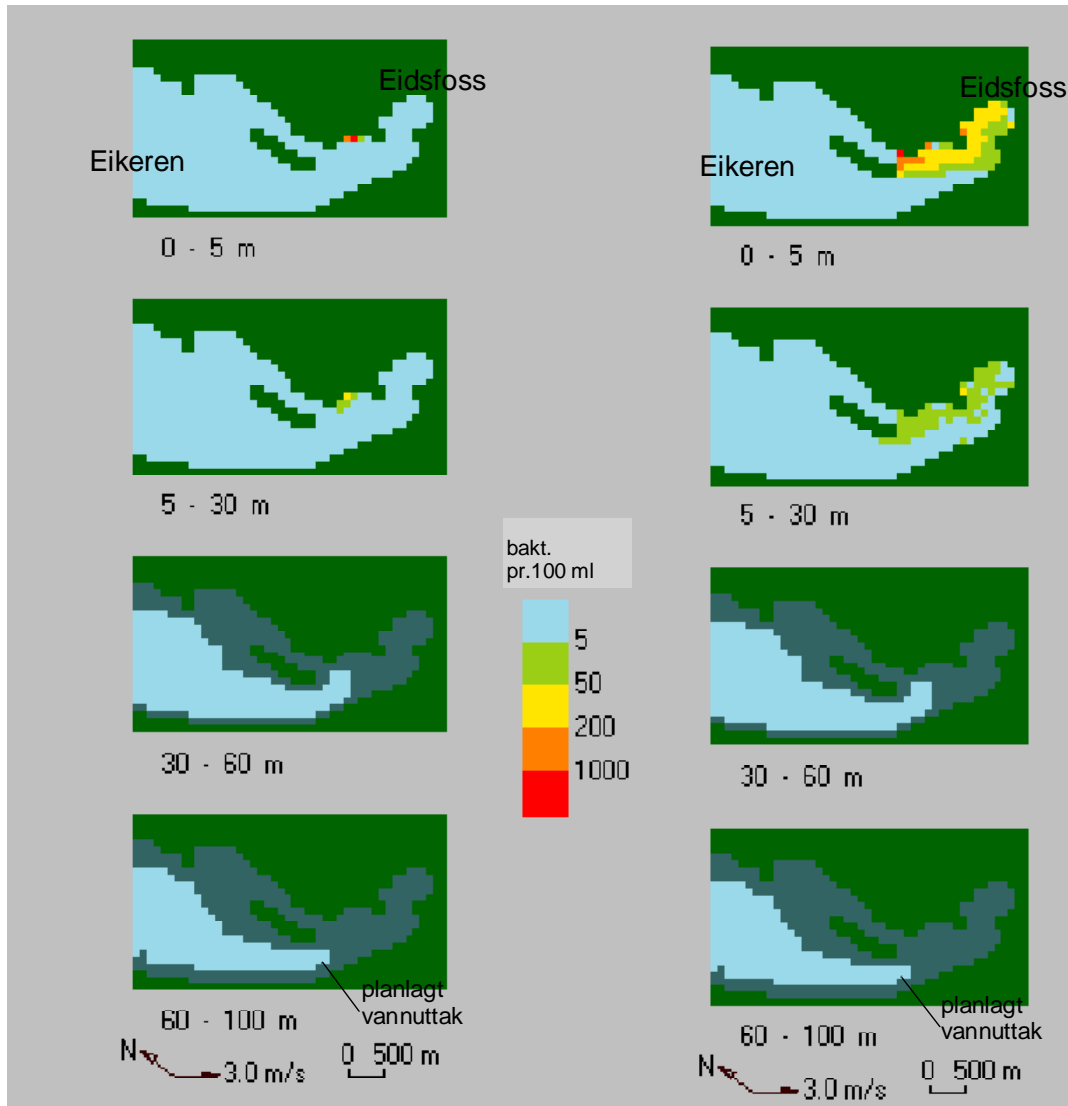
( mot 145 grader), sprangsjikt



Simulering 3-2 Konsentrasjon kilde 1 og 2. Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

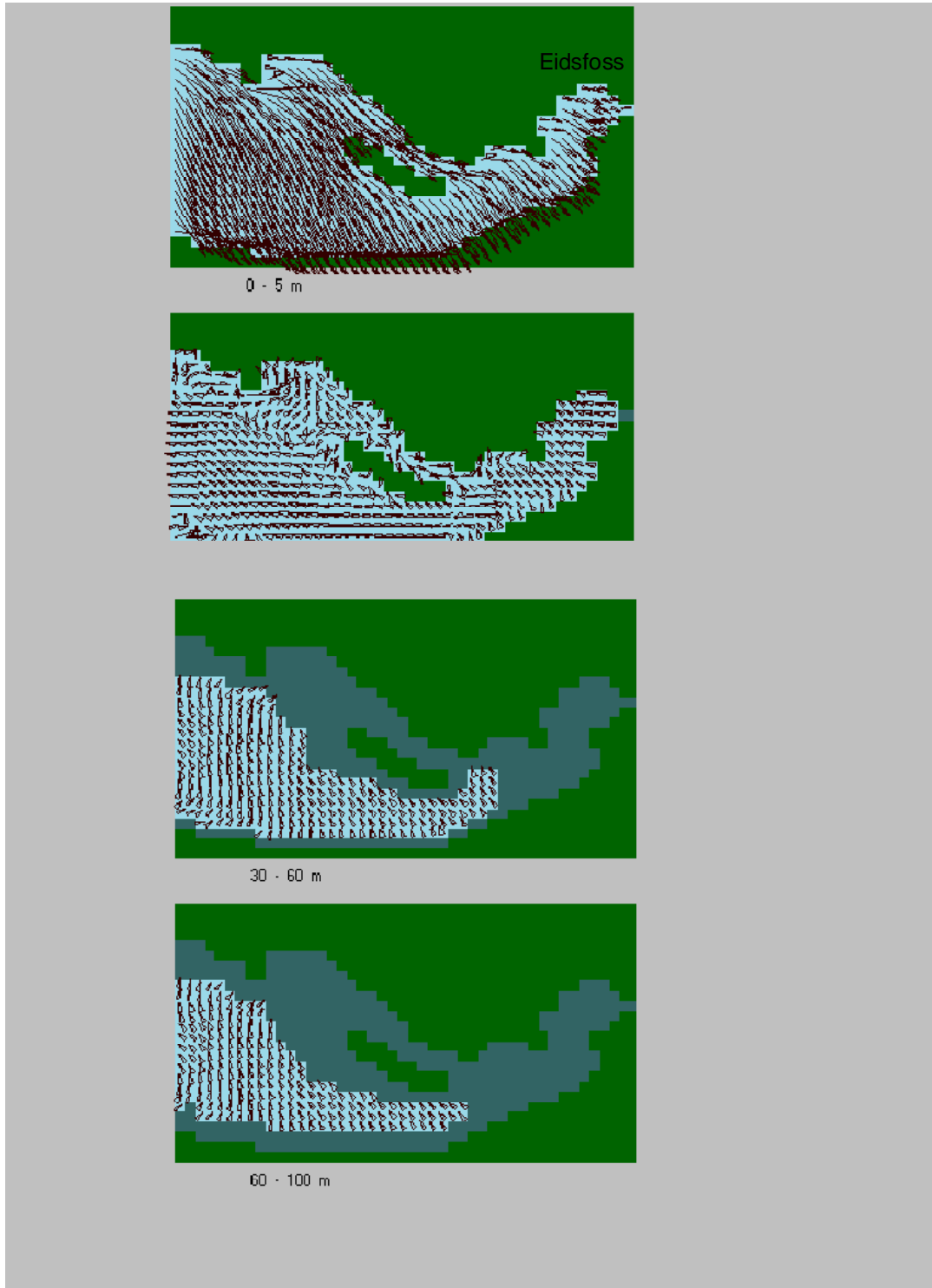


**Simulering 3-3 Konsentrasjon kilde 3 og 4.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

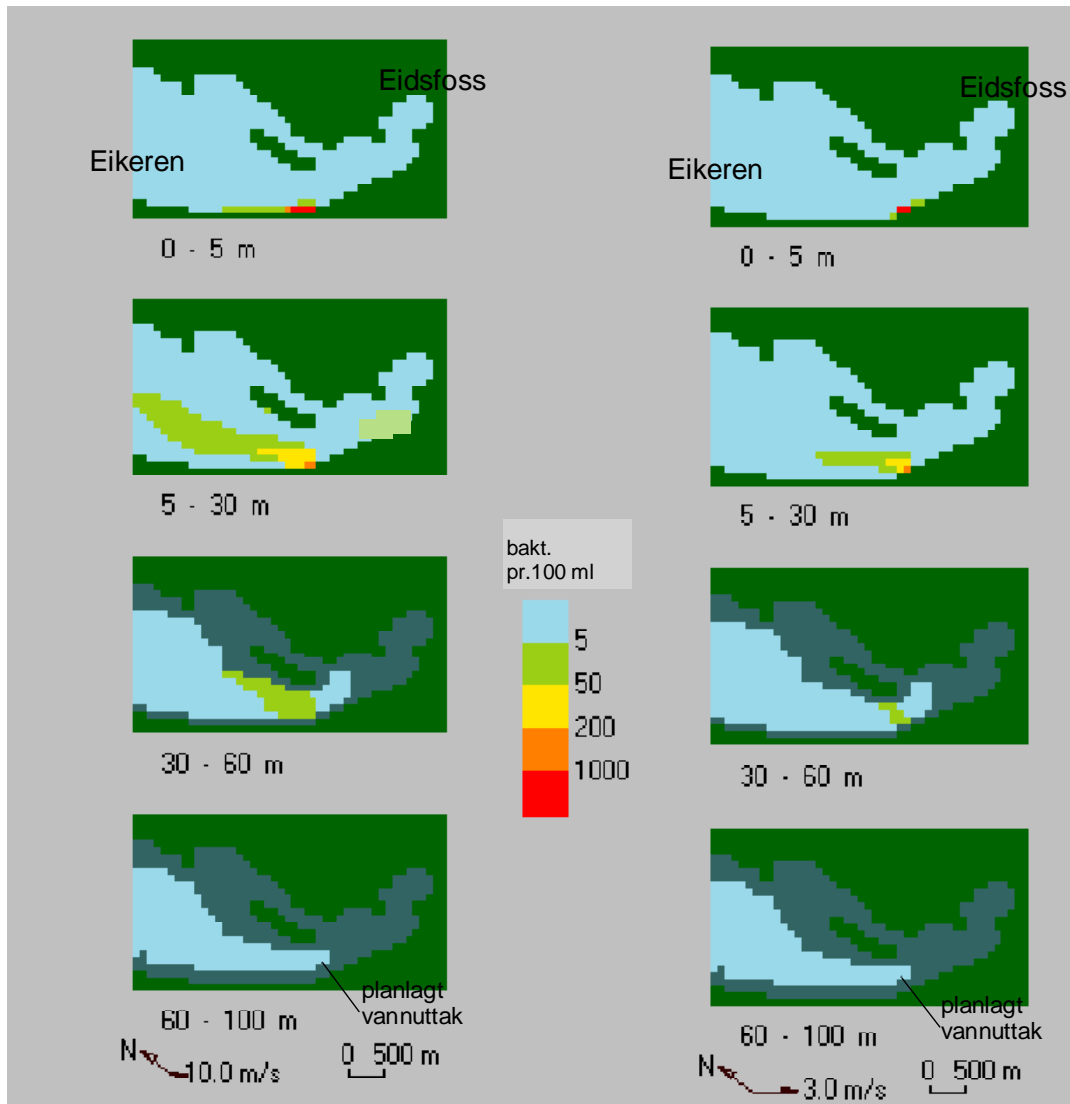


**Simulering 3-4 Konsentrasjon kilde 5 og 6.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

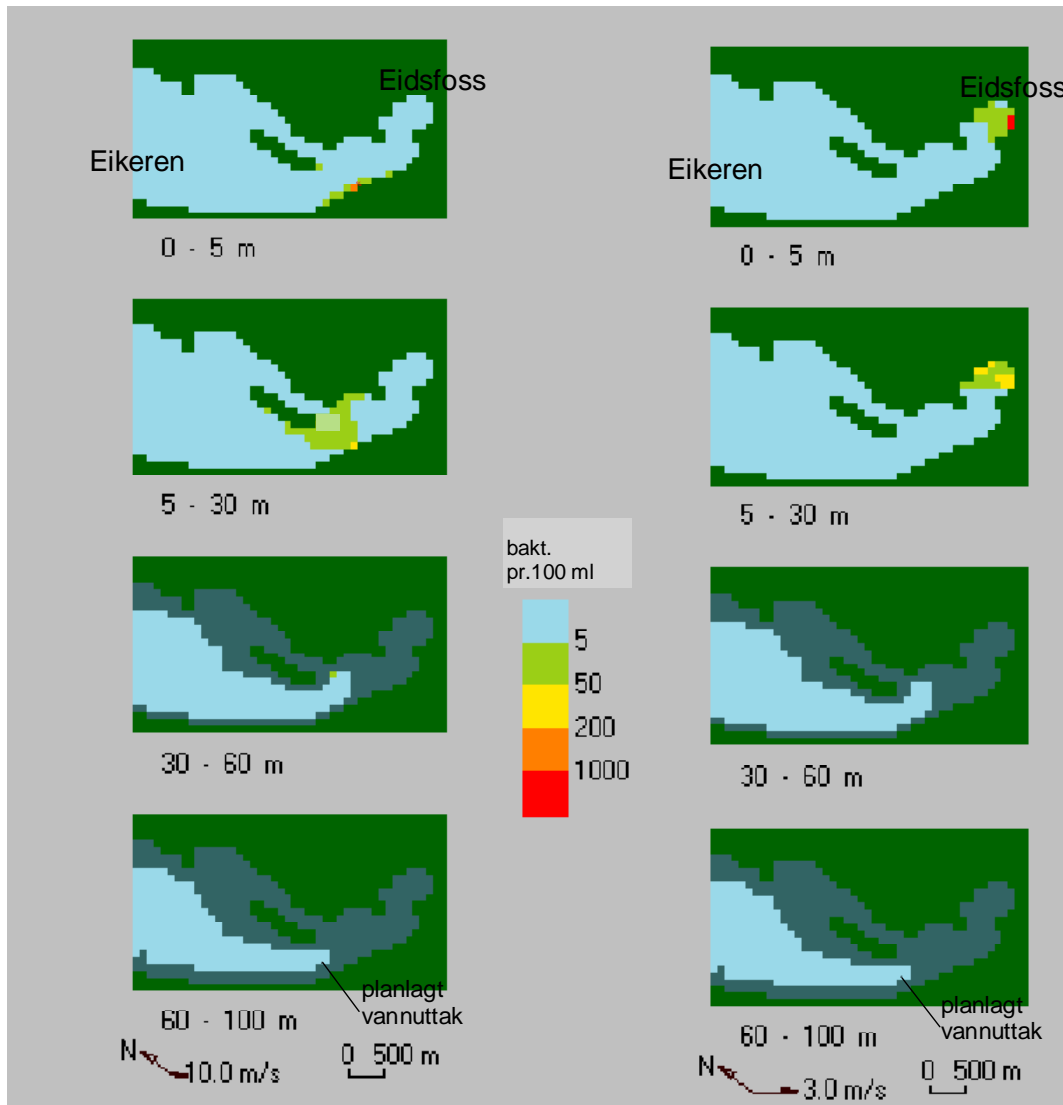
## Simulering nr. 4: Vind 10 m/s på langs av Eikeren mot Eidsfoss ( mot 145 grader)



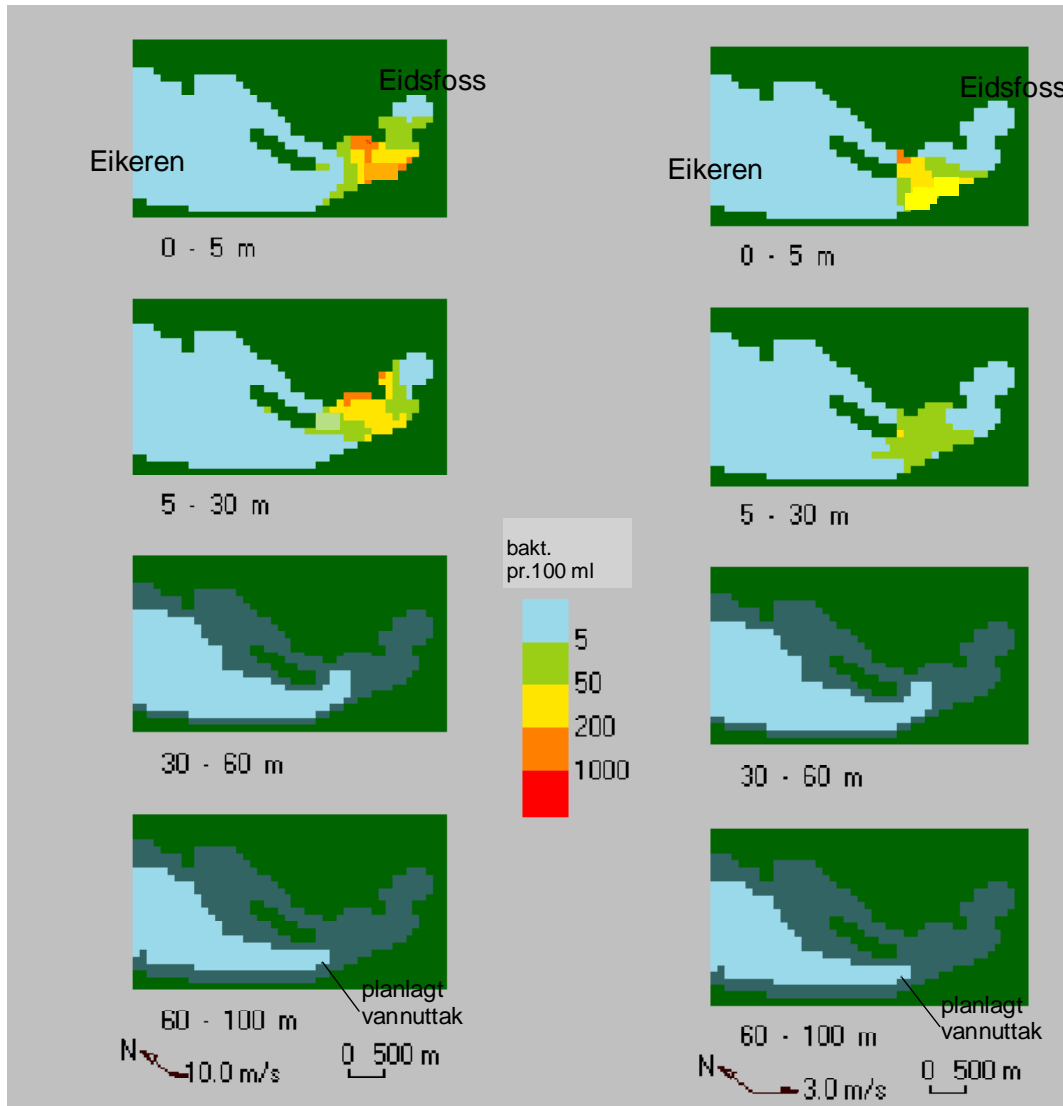
**Simulering 4-1 Strøm.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



**Simulering 4-2 Konsentrasjon kilde 1 og 2.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

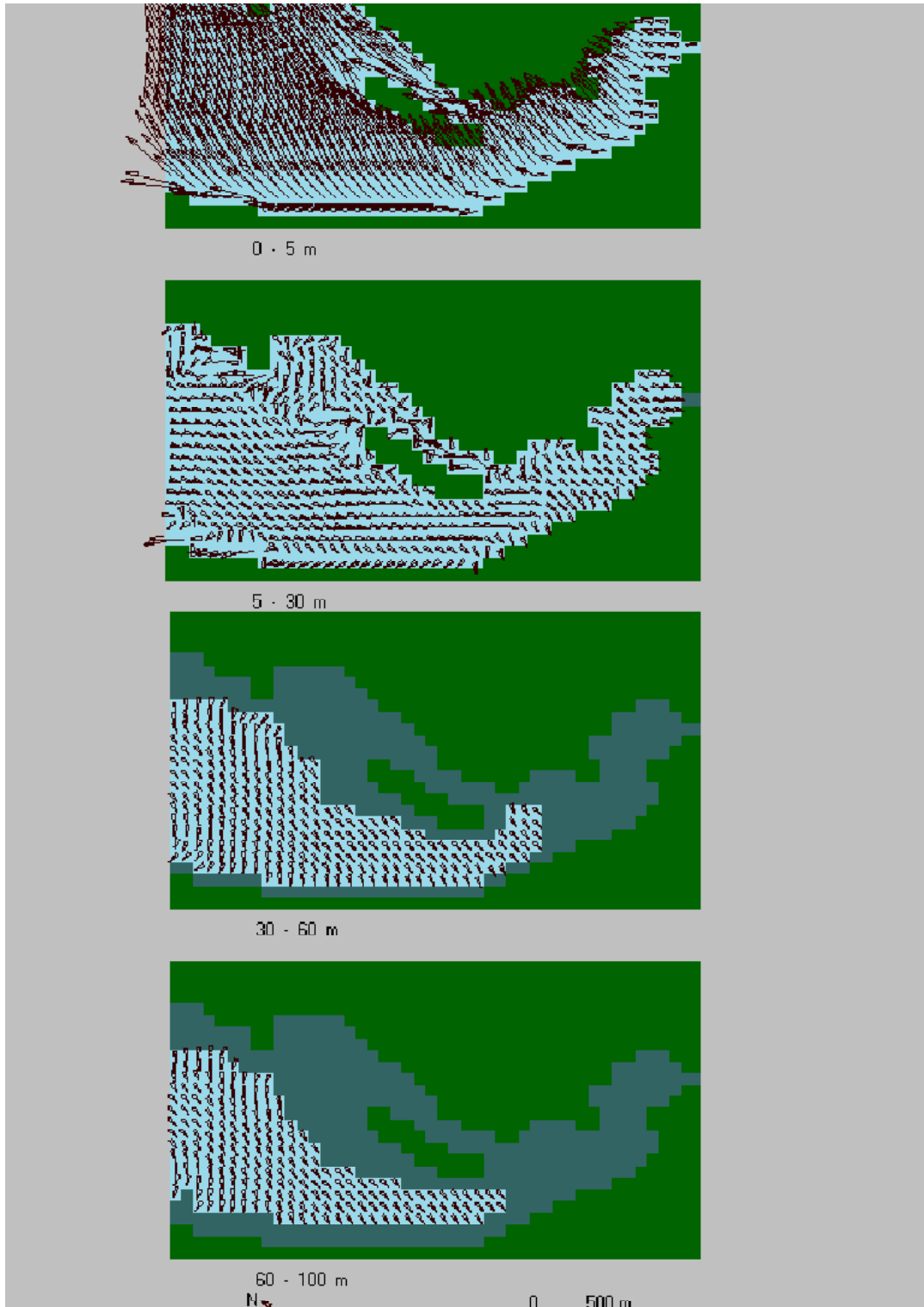


**Simulering 4-3 Konsentrasjon kilde 3 og 4.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



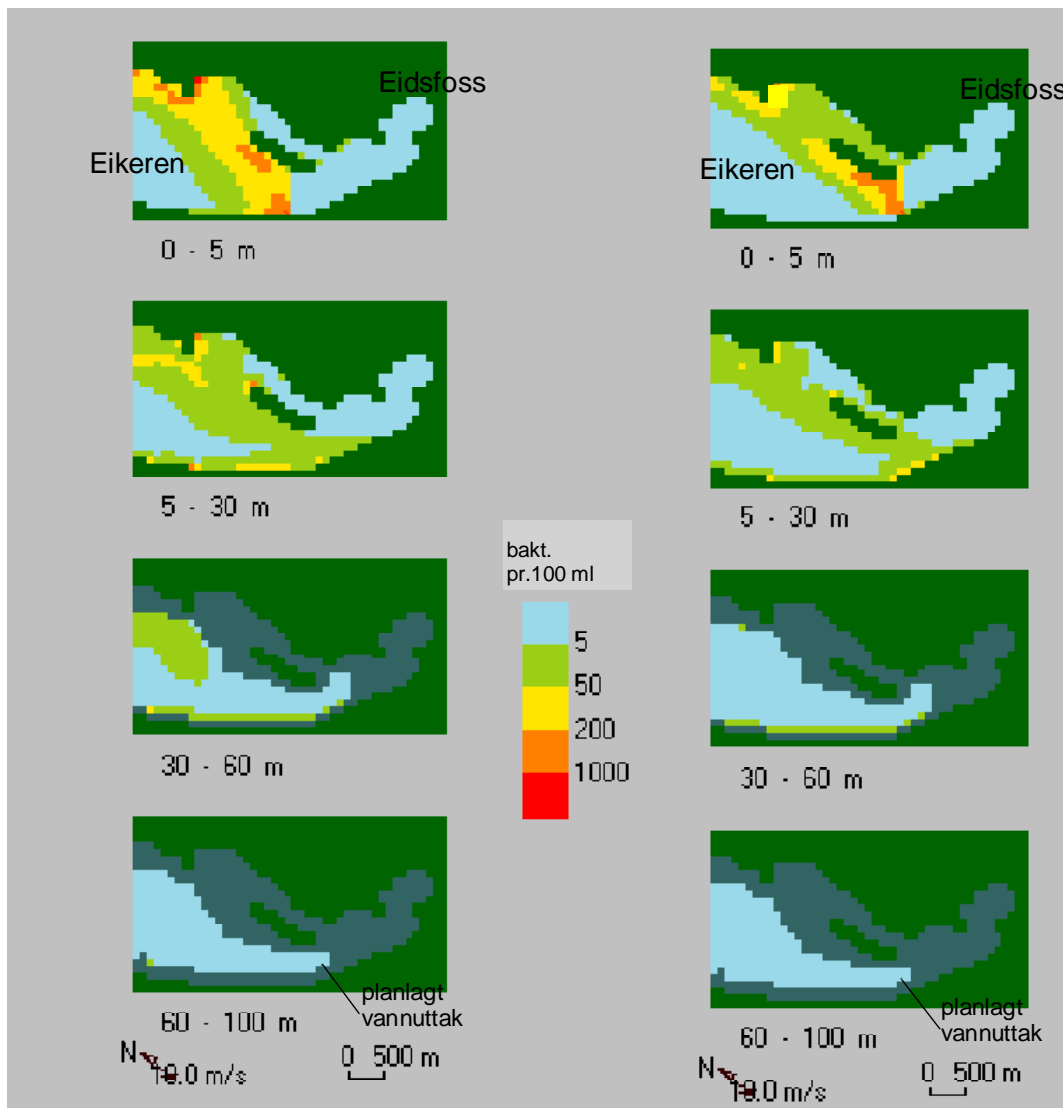
**Simulering 4-4 Konsentrasjon kilde 5 og 6.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

**Simulering nr. 5: Vind 10 m/s på langs av Eikeren fra Eidsfoss  
( mot 325 grader)**

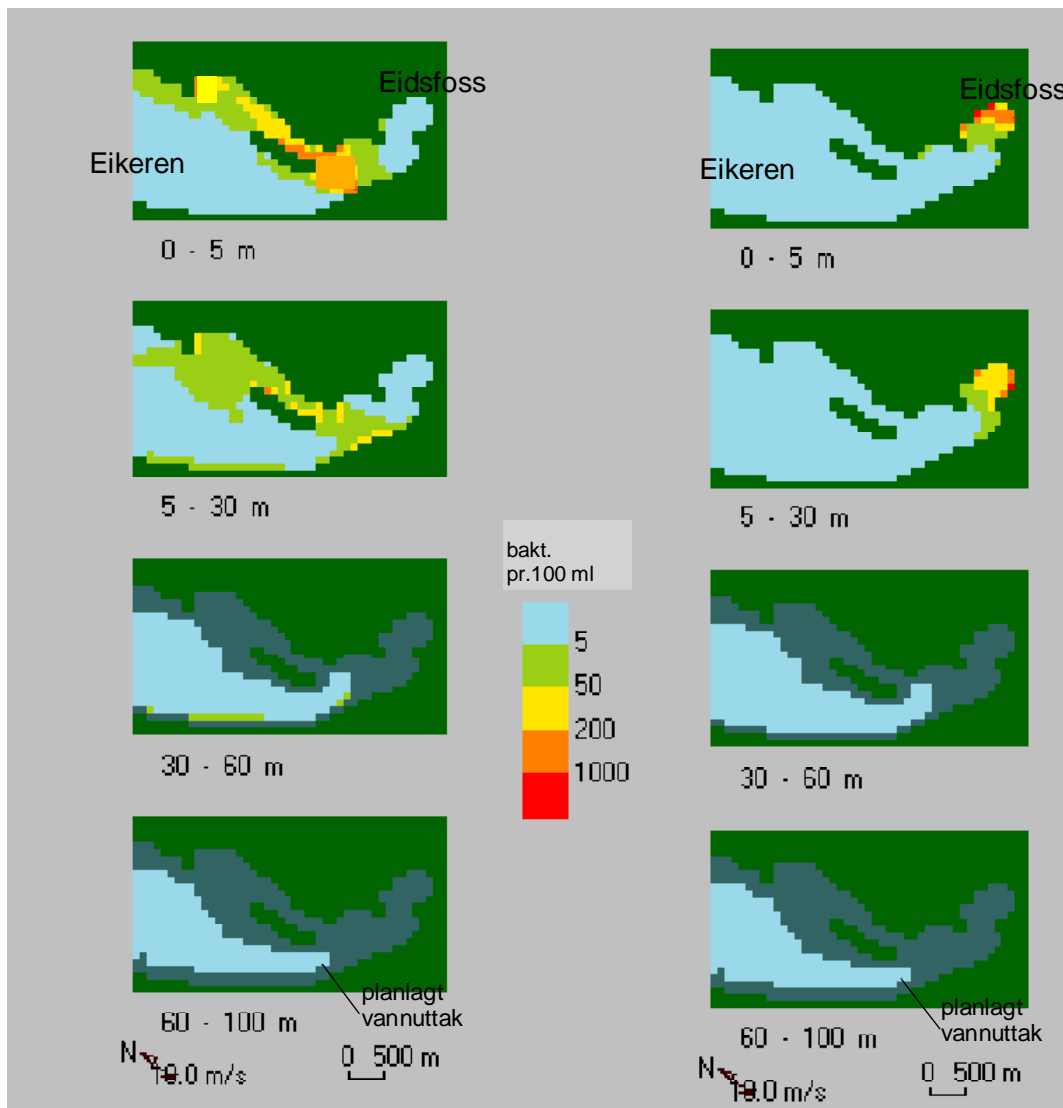


**Simulering 5-1 Strøm.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

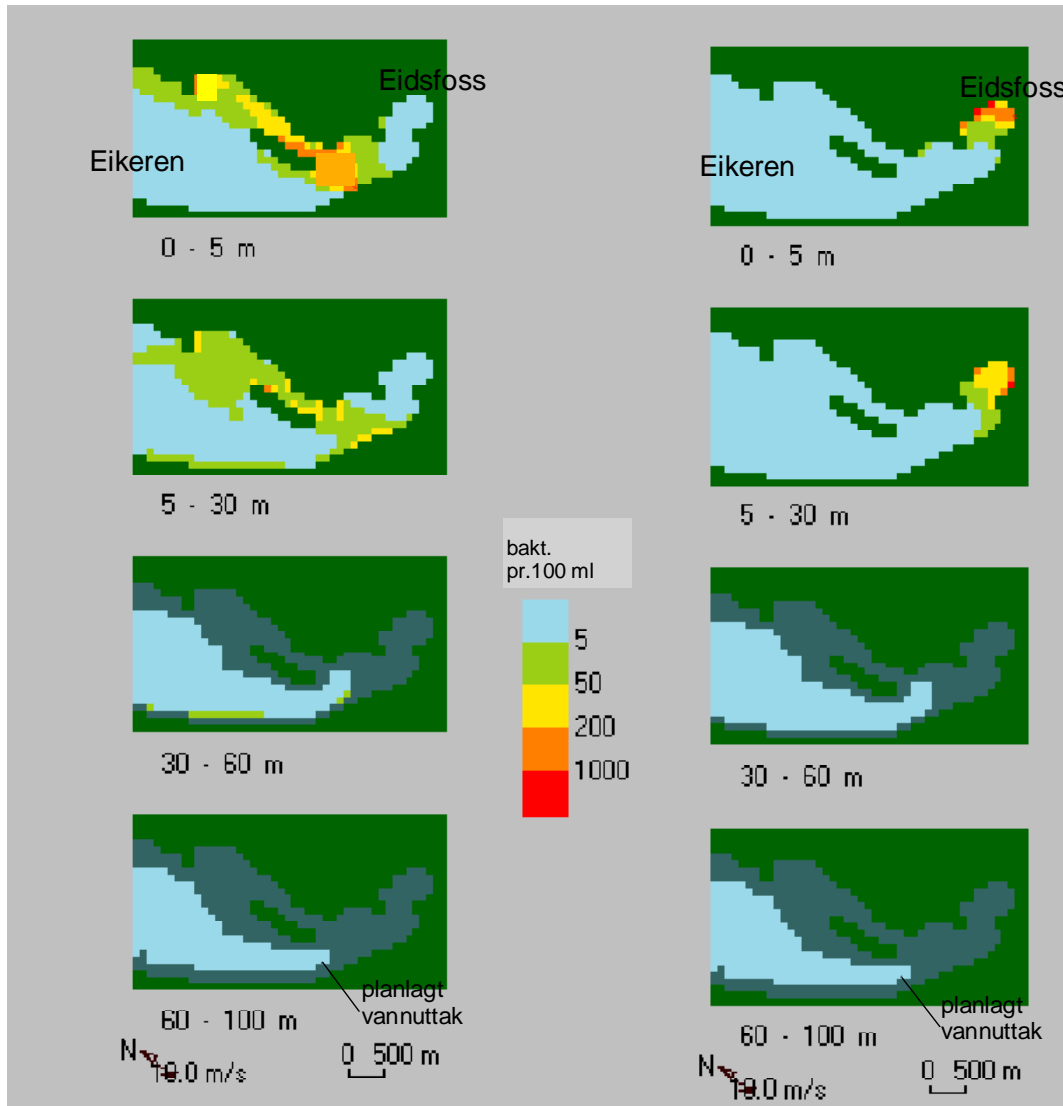




**Simulering 5-2 Konsentrasjon kilde 1 og 2.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

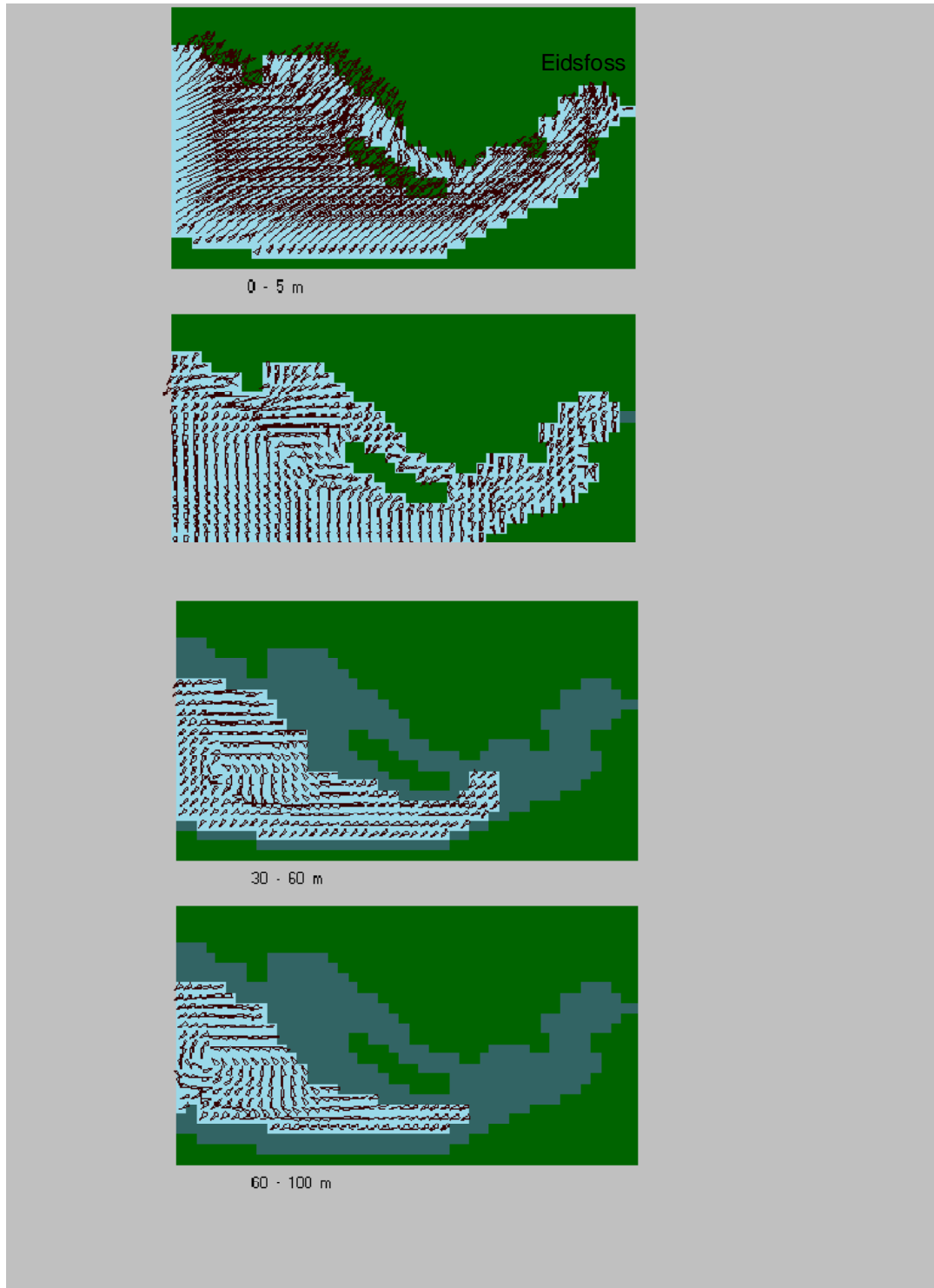


**Simulering 5-3 Konsentrasjon kilde 3 og 4.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

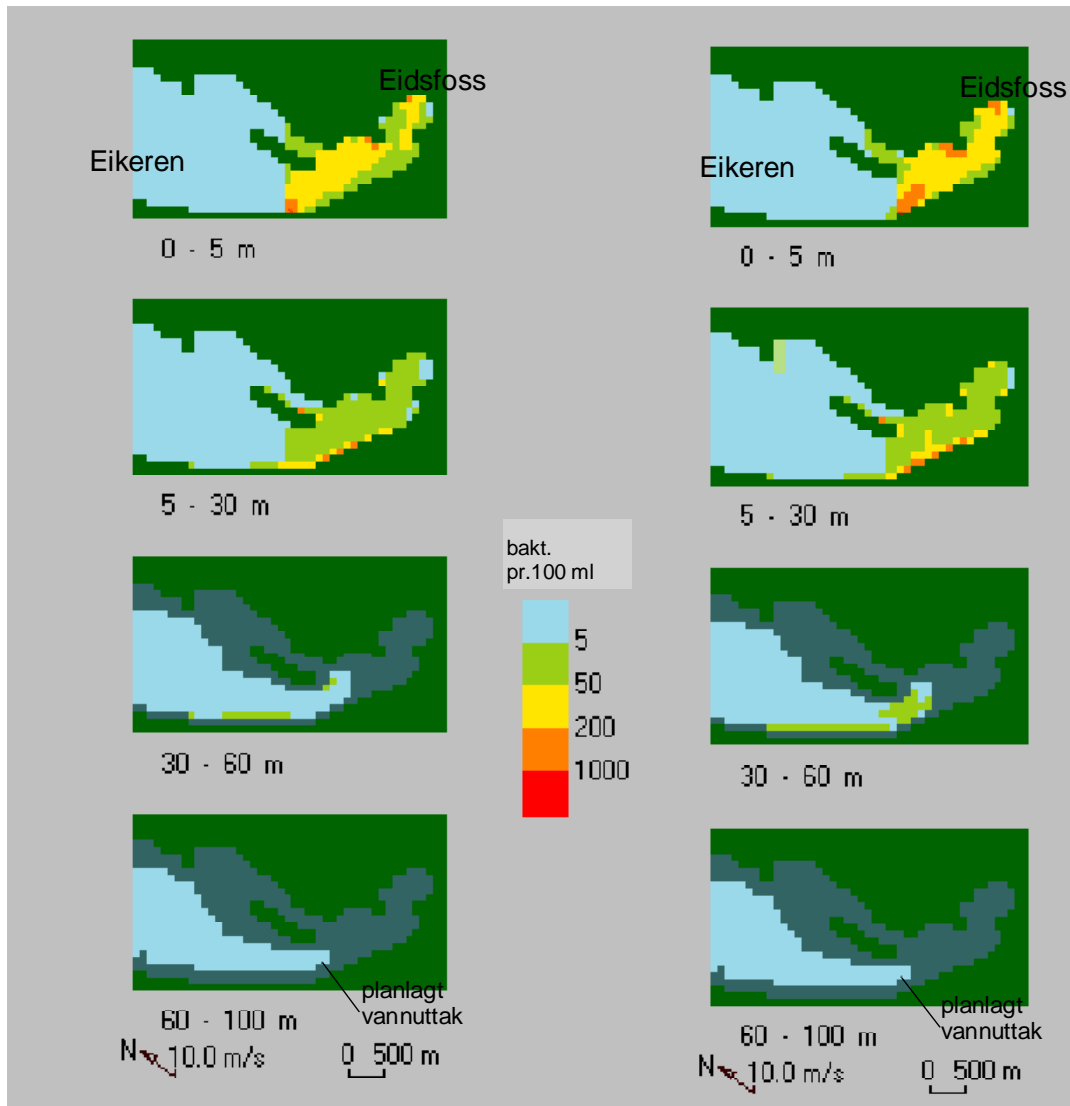


**Simulering 5-4 Konsentrasjon kilde 5 og 6.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

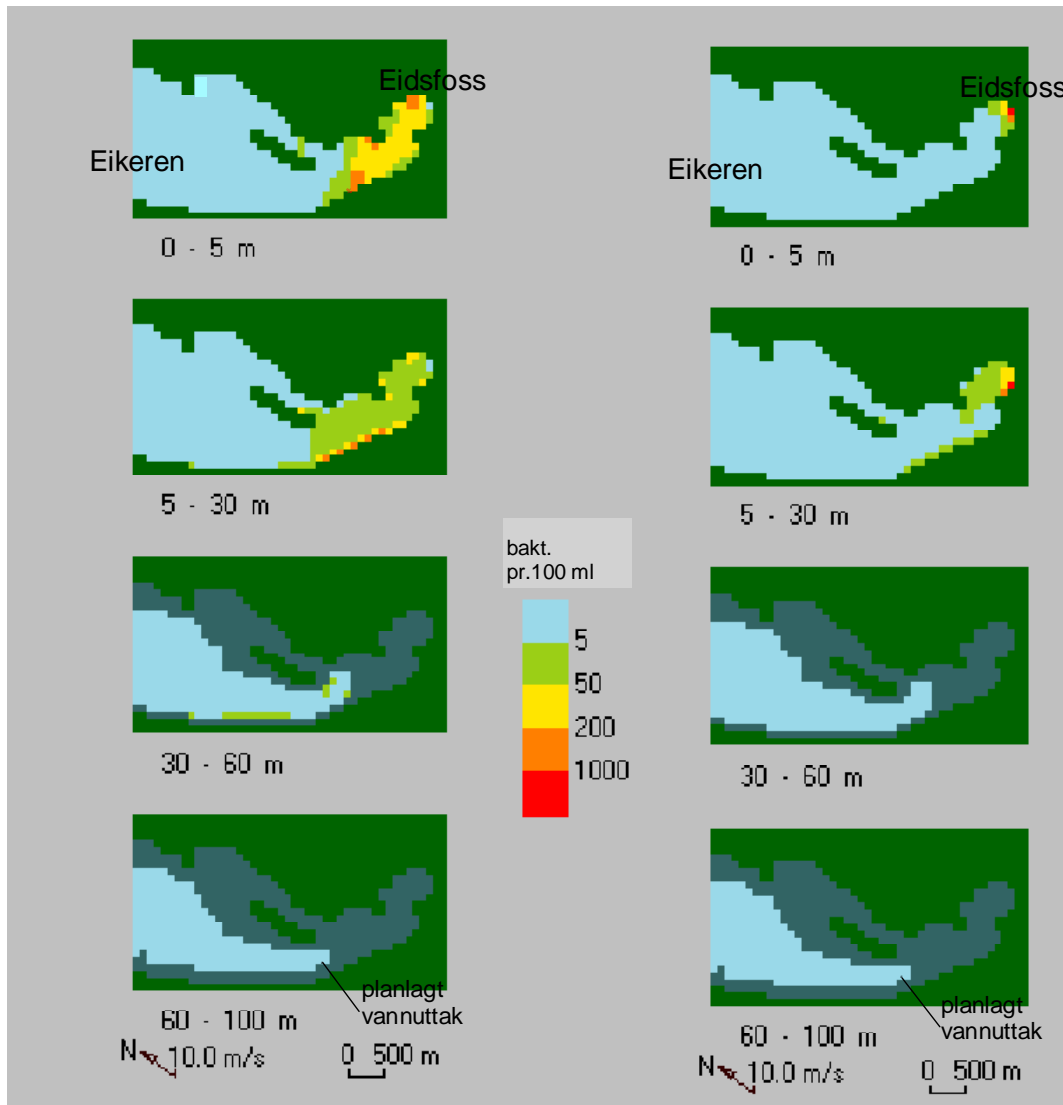
## Simulering 6: Vind 3 m/s på tvers av Eikeren med Eidsfoss til høyre ( mot 55 grader)



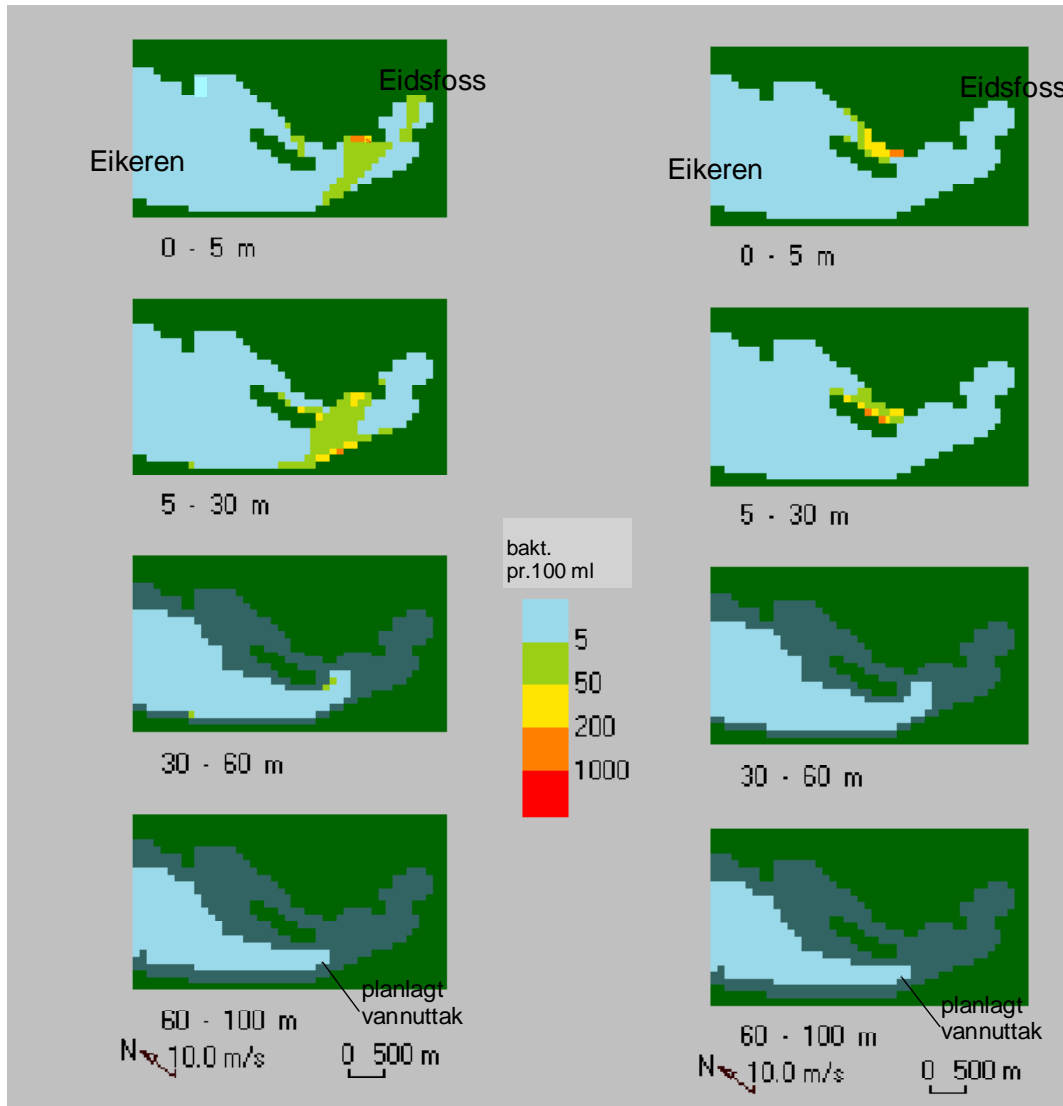
**Simulering 6-1 Strøm.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



**Simulering 6-2 Konsentrasjon kilde 1 og 2.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

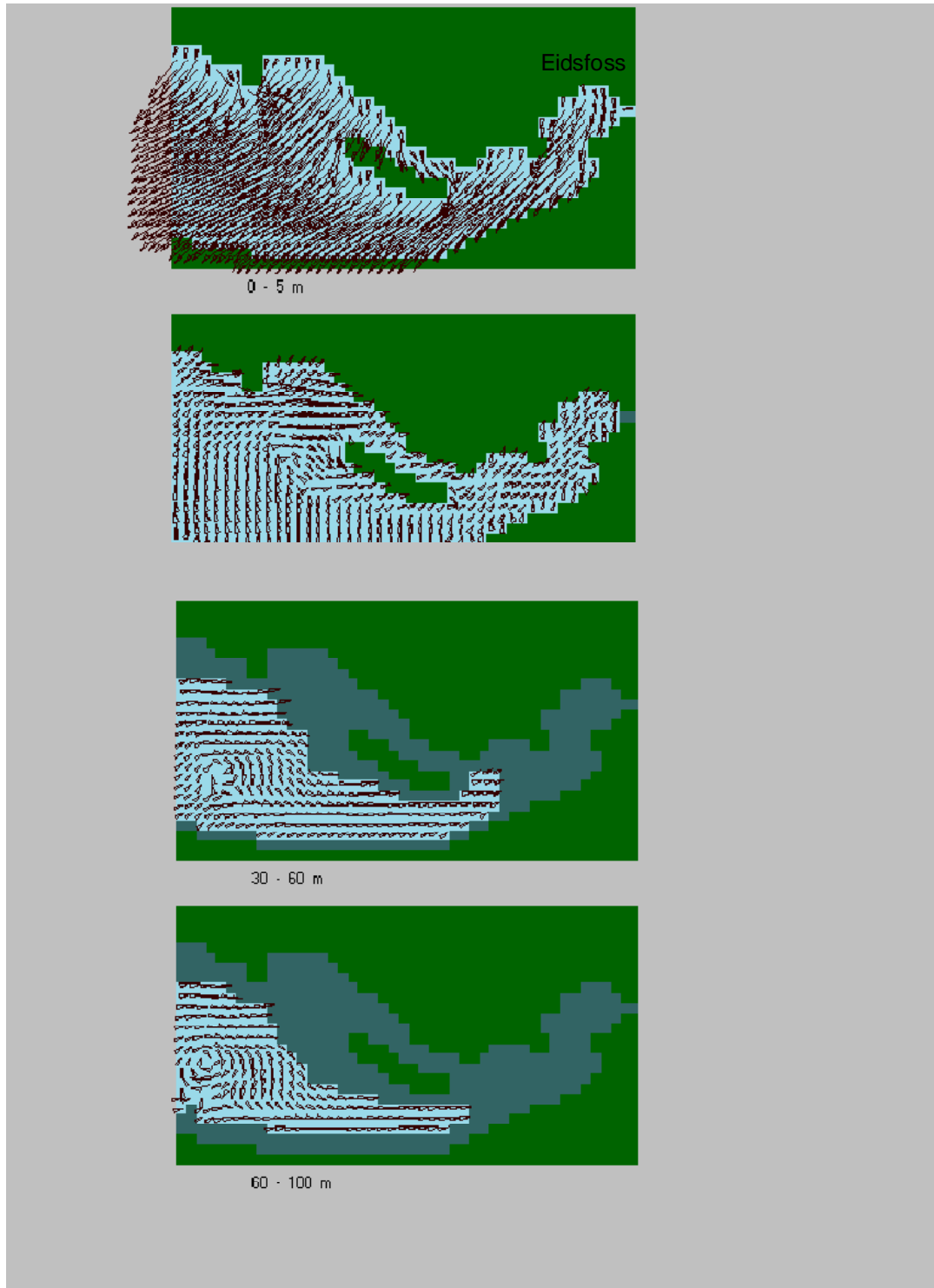


**Simulering 6-3 Konsentrasjon kilde 3 og 4.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



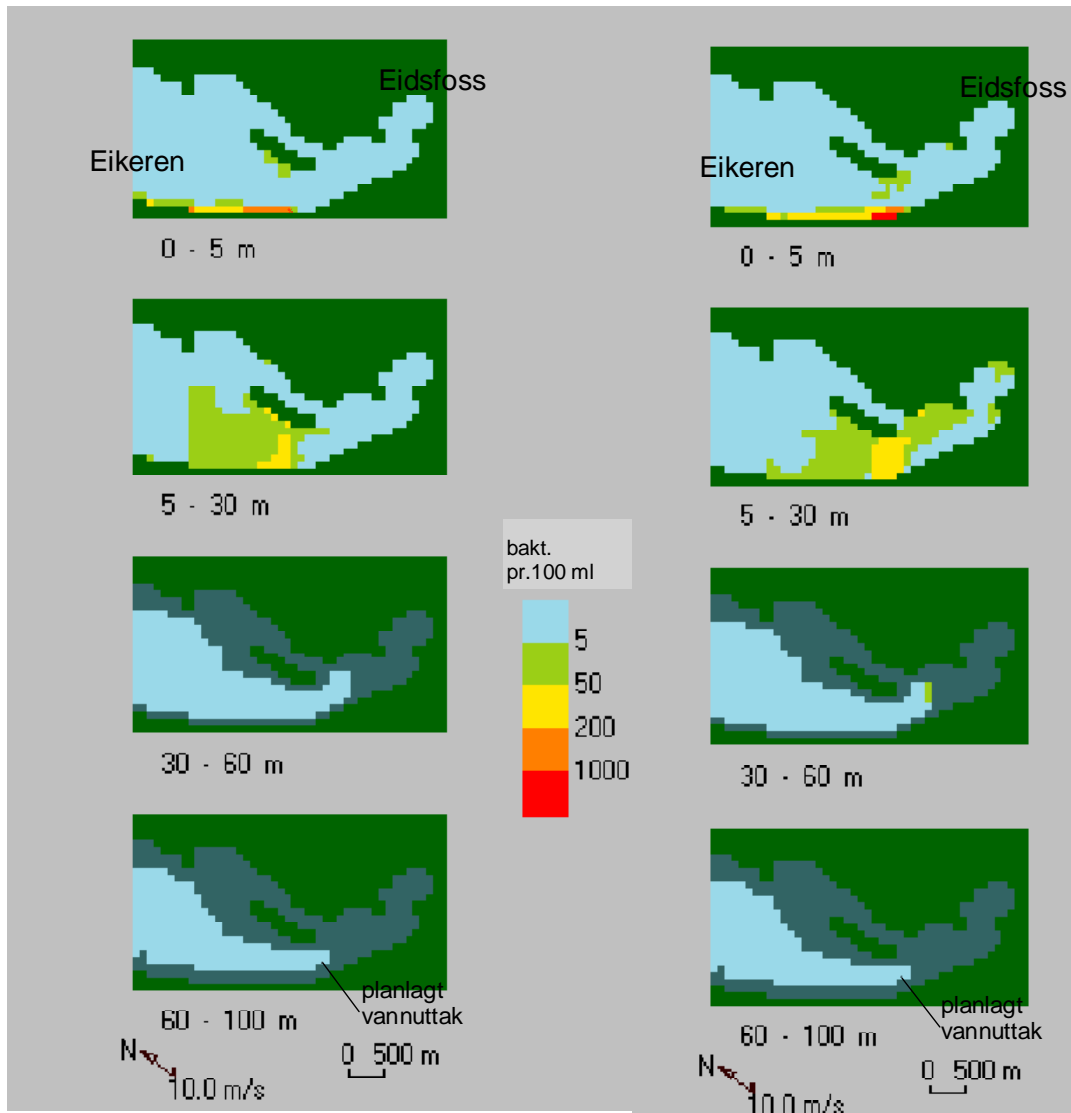
**Simulering 6-4 Konsentrasjon kilde 5 og 6.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

## Simulering 7: Vind 3 m/s på tvers av Eikeren med Eidsfoss til venstre (mot 235 grader)

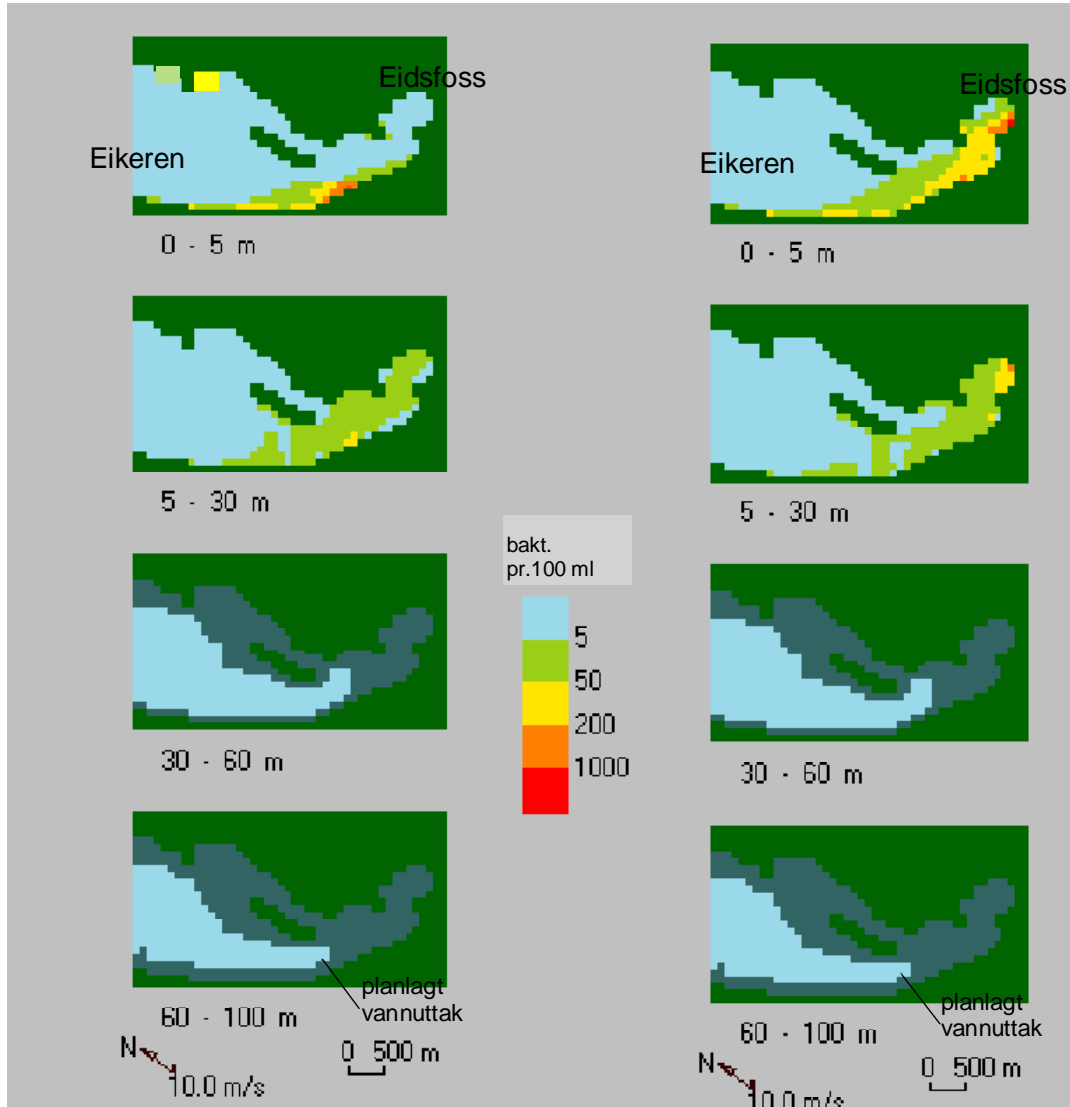


**Simulering 7-1 Strøm.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

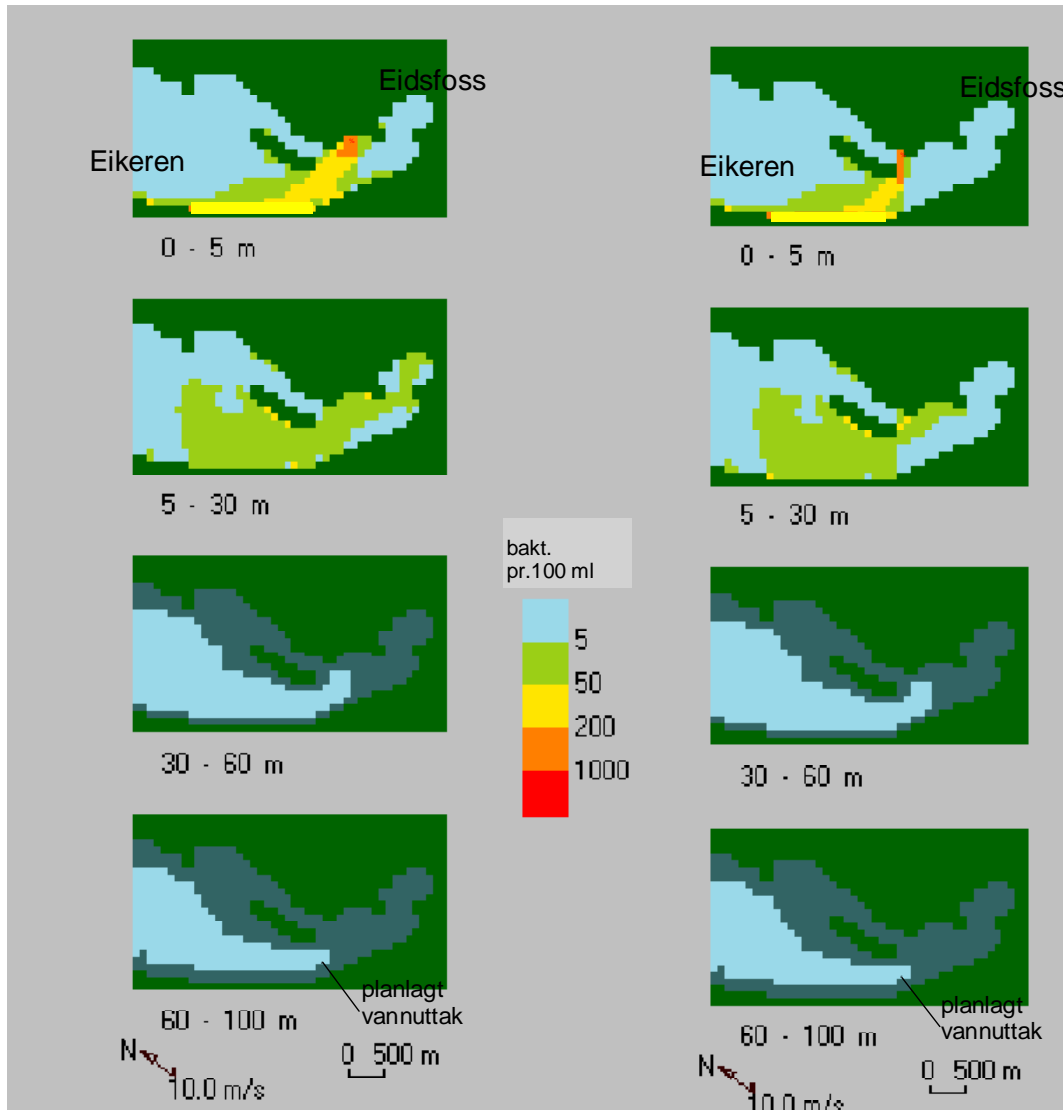




**Simulering 7-2 Konsentrasjon kilde 1 og 2.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



**Simulering 2-3 Konsentrasjon kilde 3 og 4.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.



**Simulering 7-4 Konsentrasjon kilde 5 og 6.** Mørke felt indikerer områder som er for grunne for det aktuelle dybdesjikt.

