

## 2.7

## Blåskjell dyrking – bæreevne, skjellkvalitet og avgiftning

Tore Strohmeier og Jan Aure, Havforskningsinstituttet  
Arne Duinker, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)

Blåskjell lever av å filtrere planktonalger og andre små organiske partikler som finnes i sjøvannet. Under naturlige forhold påvirker vanligvis ikke skjellene algetettheten i sjøvannet, og de naturlige algekonsentrasjonene og strømforholdene bestemmer fødetilgangen. I et blåskjellanlegg, hvor det er en stor biomasse skjell konsentrert på et lite område, vil fødetilgangen også være bestemt av anleggets form, plassering i forhold til framherskende strømretning, skjelltettheten i anlegget og andre nærliggende skjellanlegg. I et typisk norsk anlegg er biomassen ofte for stor og fødetilgangen for lav. Fødebegrensning fører dermed til redusert vekst, kvalitet og lang avgiftningstid.

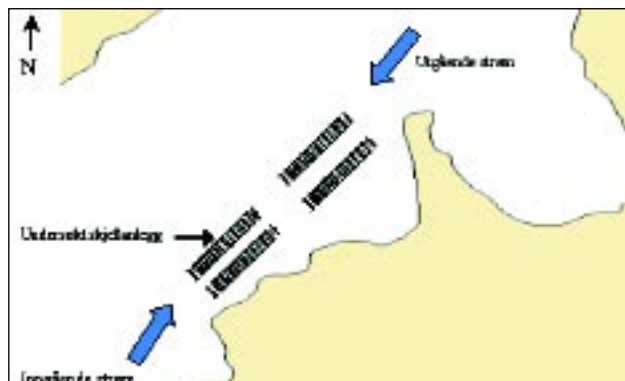
Det har overraskende nok vært få undersøkelser både i Norge og utlandet for å studere fødetilgangen til blåskjellanlegg. For å øke kunnskapene om dette området ble det utført intensive undersøkelser av et blåskjellanlegg i Lysefjorden, Rogaland i august/september 2002.

#### Beskrivelse av blåskjellanlegget

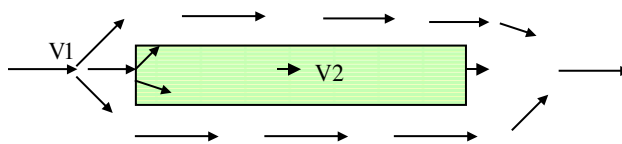
Blåskjellanlegget nær utløpet av Lysefjorden ble undersøkt mht. strøm, klorofyll, planteplankton, algetoksiner i skjellene og skjellkvaliteten (matinnholdet). Anlegget var totalt ca. 250 meter langt og 15 meter bredt og var samlokalisert med tre andre tilsvarende blåskjellenheter (Figur 1). Det var 10 bæreliner med ca. 1,5 meters avstand parallelt med lengdeaksen av anlegget. Bærelinenes dybde varierte mellom 1,5 og 3,5 m ettersom de hang i buer mellom bøyene. På bærelinene var det festet 5,5 meter lange blåskjellsamlere (svenskeband) med ca. 50 cm avstand. Strømforholdene i området var dominert av inn- og utgående tidevannsstrøm. Strømforholdene ved det undersøkte anlegget var påvirket av skjellanleggene oppstrøms ved utgående tidevannsstrøm (Figur 1). Skjellene i anlegget var litt over to år gamle (utsatt våren 2000) og biomassen skjell våren 2002 var anslått til 65 tonn, med størst biomasse i den sørvestre del av anlegget.

#### Strømforhold og fødetilgang

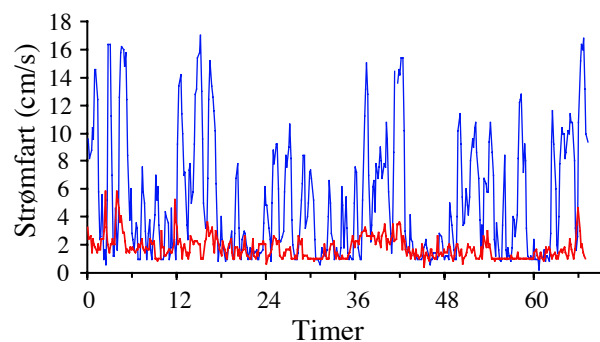
Skjellanleggets lengdeakse lå om lag parallelt med hovedstrømretningene i fjorden. Friksjonen fra skjell, bånd, tau osv. fører til at strømmen bøyes av rundt skjellanlegget, og strømmen inne i anlegget kan bli betydelig redusert (Figur 2). Ved inngående tidevann var strømmen allerede ca. 30 meter inn i anlegget redusert til ca. 25 % av strømmen i omgivelsene (Figur 3). I tillegg tappes vannet gradvis for alger etter hvert som det passerer de store tetthetene av filtrerende blåskjell innover i anlegget (Figur 4). Figur 5 viser at i 4 meters dyp ble om lag 60 % av algene forbrukt allerede 70 meter inn i anlegget ved inngående



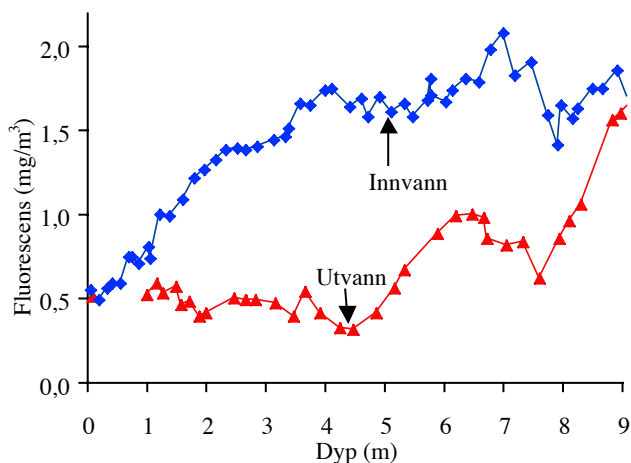
**Figur 1** Kart over ytre del av Lysefjorden som viser plasseringen av skjellanleggene og hovedstrømretningene i fjorden. Map of outer Lysefjord and position of blue mussel farm units.



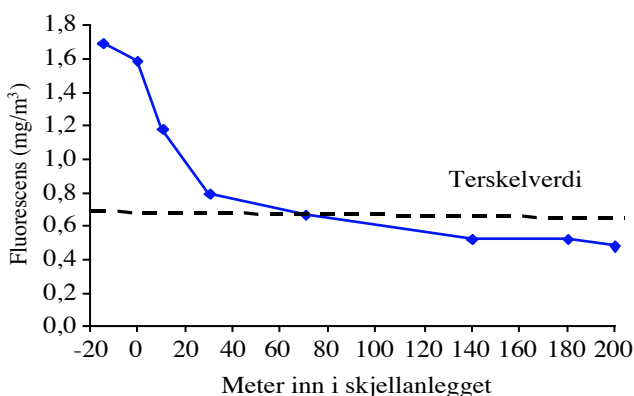
**Figur 2** Prinsippskisse av strømmønsteret ved et skjellanlegg. V1 er strømfart i fjorden, V2 er strømfart i skjellanlegget. Water current pattern within and outside a mussel farm. V1 is the current speed in the fjord and V2 is the current speed inside the mussel farm.



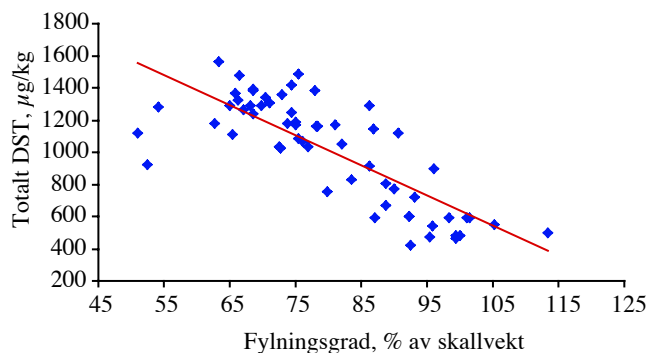
**Figur 3** Strømhastighet i 4 meters dyp sørvest for anlegget - oppstrøms (blå) og ca. 30 meter inn i anlegget fra sørvest - nedstrøms (rød) (se Figur 1). Current velocities outside (blue) and inside (red) the mussel farm.



**Figur 4** Fluorescens/klorofyll *a* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) målt i innstrømmende vann på sørvestsiden av anlegget (blå) og i utstrømmende vann på nordøstsiden av anlegget (rød). *Fluorescence/chlorophyll *a* in inflowing water at the southwest side (blue) and outgoing water at the northeast side of the mussel farm.*



**Figur 5** Middelerverdi av fluorescens/klorofyll *a* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) målt i 4 meters dyp gjennom anlegget ved inngående tidevannsstrøm. *Mean fluorescence/chlorophyll *a* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) at 4 meter depth during ingoing tide.*



**Figur 6** Innhold av DST-toksiner i blåskjell plottet mot fyllingsgrad av blåskjell. *DST toxins versus meat content in blue mussels.*

tidevannsstrøm i fjorden. Redusert strøm sammen med nedgang i algekonsentrasjonene førte dermed til en betydelig reduksjon av fødetilbudet innover i det lange anlegget (se også Figur 4).

#### **Kan algekonsentrasjonene være begrensende for fødeopptaket?**

Som nevnt foran ble om lag 60 % av algene på 4 meters dyp forbrukt allerede 70 meter inn i anlegget ved inngående tidevannsstrøm i fjorden. Fra ca. 70 meter og ut til enden av anlegget ble ytterligere ca 10 % konsumert, mens ca. 30 % av tilførte alger gikk ubenyttet gjennom anlegget (Figur 5). Det markert lavere fødeopptaket fra skjellene fra ca. 70 meter til enden av skjellanlegget (200 meter), indikerer at algekonsentrasjoner under en gitt terskelverdi ikke er tilgjengelig som føde for blåskjell. Tidligere undersøkelser i utlandet viser til terskelverdier på ca. 0,5  $\text{mg}/\text{m}^3$  klorofyll *a*. Vår undersøkelse i august 2002 antydte ca. 0,7 fluorescenseenheter som tilsvarer ca. 1,0  $\text{mg}/\text{m}^3$  klorofyll *a*. Terskelverdien vil trolig variere med strømhastighet, algekonsentrasjon, algesammensetning, temperaturforhold, skjellstørrelse, skjelltetthet osv.

#### **Mer mat gir mindre gift**

Matinnholdet eller fyllingsgraden i et blåskjell er her definert som % dampet innmat av skallvekt. Fyllingsgraden og skjellstørrelsen varierte mye innen anlegget. De beste skjellene ble observert øverst i anlegget, i ca. 2 meters dyp, hvor strømforholdene var relativt gode. På ca. 4 meters dyp var skjellkvaliteten betydelig redusert pga. redusert strøm og fødetilgang. På 6 meters dyp, i underkanten av anlegget, var skjellene dekket av gul sjøpung. Dette førte både til lavere fyllingsgrad og lavere skjelltetthet enn på 4 meters dyp, til tross for at algekonsentrasjonene og strømforholdene var betydelig bedre.

Giftinnholdet i blåskjellene (DST) viste en motsatt tendens sammenlignet med matinnholdet. De høyeste giftverdiene ble funnet i de delene av anlegget hvor det var lavest matinnhold i skjellene, mens delene med høyest matinnhold hadde de laveste giftverdiene (Figur 6). Dette skyldes trolig at høy fyllingsgrad og lavt giftinnhold begge var et resultat av bedre fødetilgang, noe som tyder på raskere avgiftning av skjellene ved høyere fødetilgang. Det er i tillegg verdt å merke seg at giftinnholdet i skjellprøver fra et skjellanlegg av denne typen kan variere med en faktor på opptil 4, avhengig av hvor prøvene tas i anlegget.

#### **Hva bestemmer fødetilgang og bæreevne for et blåskjellanlegg?**

Fødetilgangen til et skjellanlegg er bestemt av algekonsentrasjonene i fjorden, strømmen gjennom anlegget og innstrømningsarealet. Bæreevnen for et blåskjellanlegg er her definert som den største biomasse skjell et anlegg kan ha uten at algekonsentrasjonene i det tilførte fjordvannet reduseres under en gitt terskelverdi (se over). Vi antar dermed at når algekonsentrasjonene i anlegget er høyere enn terskelverdien, vil skjellene være sikret en tilstrekkelig fødetilgang. Basert på data fra undersøkelsen er det laget en modell som beregner bæreevnen for et anlegg med høstklare skjell.

I Figur 7 har vi beregnet hvordan bredde-/lengdeforholdet i et skjellanlegg påvirker bæreevnen ved forskjellige strømhastigheter. I beregningene er overflatearealet til anlegget = 3000 m<sup>2</sup>, total lengde på bærelinene = 2000 meter, avstanden mellom skjellbåndene ca. 0,5 meter og midlere filtreringsrate til skjellene er 2,6 m<sup>3</sup>/døgn per kg skjell. Vi har her satt at skjellene maksimalt skal ta ut 50 % av algene som tilføres anlegget. For et bredde-/lengdeforhold på 0,1 (her bredde = 17 m og lengde = 173 m) som er typisk for norske blåskjellanlegg, er beregnet bæreevne med bakgrunnsstrøm 8 cm/sek ca. 50 tonn. Øker vi bredde-/lengdeforholdet til 1,0, dvs. til et kvadratisk anlegg (55 x 55 m), øker bæreevnen til ca. 250 tonn. Dette viser at det er et betydelig potensial til å øke produksjonen i blåskjellanlegg ved å øke bredde-/lengdeforholdet. Økt bredde øker innstrømningsarealet og vanntransporten (reduert friksjon) og dermed fødetilgangen til et skjellanlegg. Figur 7 viser også at økning av bæreevnen ved økende strøm er størst for høye bredde-/lengdeforhold.

I Figur 8 er bæreevnen beregnet for et bredde-/lengdeforhold på 0,53 (bredde = 40 m, lengde = 75 m) med en terskelverdi på 1,0 mg/m<sup>3</sup> klorofyll *a*. Vi ser for eksempel at bæreevnen øker med en faktor på 2,5 når den midlere klorofyll *a*-konsentrasjonen i fjorden øker fra 1,5–3,0 mg/m<sup>3</sup>, med midlere strøm på 8 cm/sek. Bæreevnen øker mest med økende strøm ved relativt høye midlere klorofyll *a*-verdier i fjorden.

#### Hva kan vi lære av dette?

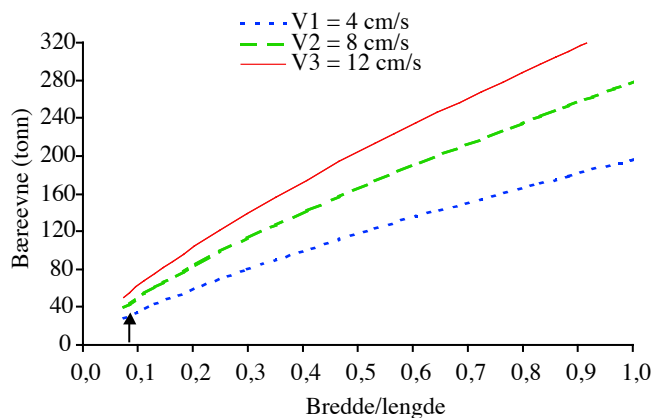
Målet for et optimalt oppsett av et blåskjellanlegg bør være både økt fødetilgang og samtidig mindre variasjoner i fødetilgang gjennom anlegget. En typisk situasjon på høsten er ofte et høyt matinnhold i skjellene ytterst i anlegget som avtar ned mot grensen for salg inn mot midten av anlegget. Tilsvarende, dersom en har en avgiftingssituasjon, kan skjellene ytterst være bortimot giftfrie, mens skjellene i midten av anlegget kan ha et giftinnhold langt over grenseverdien. Dette er en vanskelig situasjon i forhold til å levere jevn kvalitet, og i forhold til stor usikkerhet i prøvetaking til giftanalyser.

Undersøkelsen viser at når biomassen av skjell tilpasses bæreevnen til lokaliteten og skjellanlegget vil vi forvente: 1) økt og jevnere matinnhold i skjellene, 2) økt vekst og 3) raskere avgiftning av skjellene i giftfrie perioder.

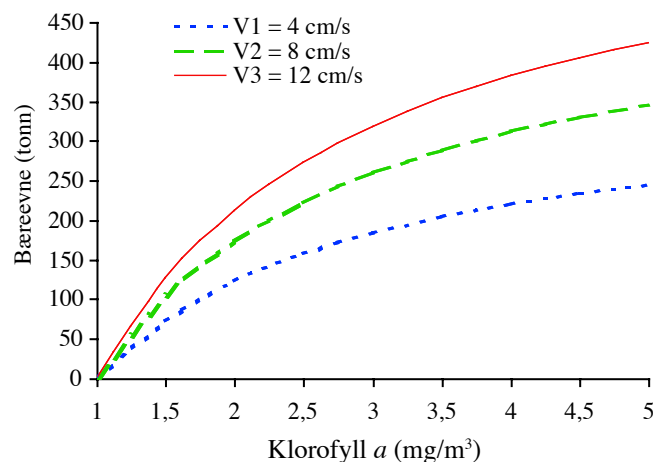
Bredere og kortere anlegg vil gi et bedre fødetilbud til alle skjellene og økt bæreevne pga. økt innstrømningsareal og vanngjennomstrømning. I forholdsvis lange anlegg vil vannet som strømmer gjennom anlegget etter hvert tømmes for alger, mens kortere anlegg vil unngå dette problemet. Dersom anlegget i tillegg tynnes riktig, vil dette ytterligere sikre at alle skjellene får like mye føde. Da unngår vi også for høye tettheter på båndene hvor skjellene sitter i flere lag og de innerste skjellene har lav fyllingsgrad og høyt giftinnhold som følge av dårlig fødetilgang.

Fødetilgangen er en nøkkelfaktor for et godt blåskjellanlegg, og forståelse av fødetilgang bør ligge til grunn for både oppsett, røkting og prøvetaking av et anlegg.

Vi ønsker å undersøke mulige miljøkonsekvenser på bunnmiljøet under blåskjellanlegg på ulike lokaliteter i 2003.



**Figur 7** Beregnet biomasse av blåskjell i et anlegg på 3000 m<sup>2</sup> og med totalt 2000 meter bæreline som funksjon av bredde-/lengdeforholdet og midlere strømforhold. (V1-V3)  
Calculated blue mussel biomass in a farm with a surface area of 3000 m<sup>2</sup> and total length of longlines 2000 m.



**Figur 8** Beregnet biomasse av blåskjell i et anlegg på 3000 m<sup>2</sup>, med totalt 2000 meter bæreline, bredde-/lengdeforhold 0,53 og terskelverdi 1,0 mg/m<sup>3</sup> klorofyll *a* som funksjon av midlere klorofyll *a*-konsentrasjonene og midlere strømforhold i fjorden. (V1-V3)  
Calculated blue mussel biomass in a farm with a surface area of 3000 m<sup>2</sup>, total length of longlines 2000 m, with/length ratio 0,53 and chlorophyll *a* threshold value 1,0 mg/m<sup>3</sup>.