

Blåskjell dyrking – produksjon i en tynn tråd ?

Artikkel 2: Komponenter i et langlineanlegg

Arne Fredheim, Egil Lien og Leif Magne Sunde

SINTEF Fiskeri og havbruk AS, Avdeling for havbruksteknologi.

e-post: arne.fredheim@fish.sintef.no

SINTEF Fiskeri og havbruk (SFH) setter i en serie på tre artikler fokus på bærebjelken for realiseringen av en levedyktig framtidig skjellnæring – dyrkingsteknologien. Med basis i studier som er foretatt gjennom programmet ”Prosesser og utstyr for marine arter i havbruksnæringen” (PROMAR), finansiert av Norges Forskningsråd, vil vi belyse en del kritiske forhold i forbindelse med dyrkingsteknologi for blåskjell.

Antall skjellanlegg langs kysten er raskt økende. SFH arbeider med å utvikle nye konsept og analyseverktøy for slike anleggstyper. Gjennom programmet PROMAR er det blant annet blitt utviklet analyseverktøy for å studere mekanismene for disse såkalte langlinesystemene.

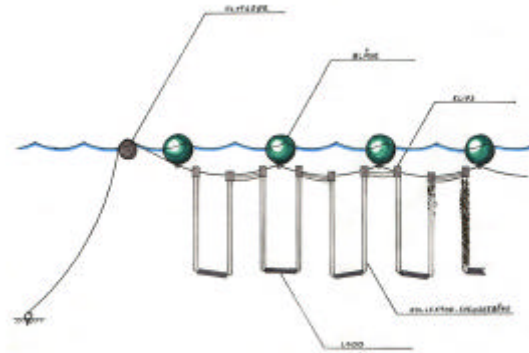
I denne andre artikkelen vil vi sette fokus på følgende momenter:

- Oppdriftsblåser.
- Samlere og vekt på grunn av biomasseoppbygging av blåskjell.
- Nedbøying (sagging) av langlinene.
- Strømpåvirkning.
- Forspenning av langlinene.

Langlinesystemer

Konvensjonelle langlineanlegg for dyrking av blåskjell består gjerne av ei forspent hovedline (bæreline) opphengt i oppdriftsblåser (figur 1). Anlegget er forankret på sjøbunnen eller boltet i land. Skjellsamlere (kollektorer) er så festet inn på hovedlinen. Typisk vil linelengdene for slike anlegg være fra 200 til 600 meter.

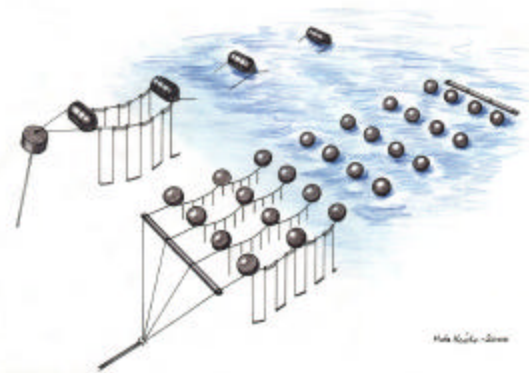
En av problemstillingene i forbindelse med blåskjellanlegg er at egenskapene forandrer seg vesentlig under anleggets ”levetid”. Ved utsetting vil vekten av kollektorene være liten, blåsene vil ligge høyt i vannet og det vil være slakk i systemet. Påkjenningen på systemet er med andre ord begrenset. Etter et par år vil derimot situasjonen være en helt annen. Da har forhåpentligvis blåskjell festet seg på kollektorene og vokst. En situasjon med flere kilo blåskjell per meter kollektor er ”gevinsten”. Risikoen ligger i de endrede egenskapene dette vil påføre anlegget. Utfordringene dette innebærer for anleggets komponenter vil bli diskutert nærmere i denne artikkelen.



Figur 1 Prinsippet for langlinesystem med oppdriftsblåser og kollektorer.

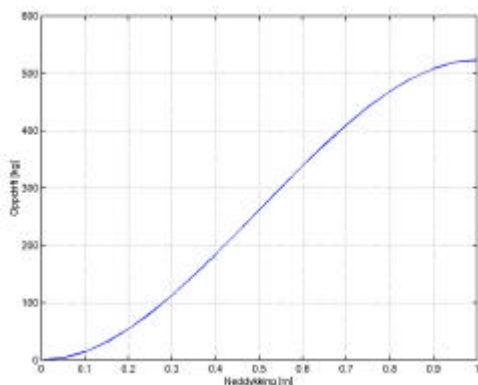
Oppdriftsblåser

Oppdriftsblåsens hovedoppgave er å bære vekten av bærelinene og skjellene (figur 2). Riktig dimensjonering, innfesting og utforming av oppdriftsblåsene er derfor kritisk i forbindelse med drift av langlineanlegg.



Figur 2 To av dagens teknologiske løsninger for skjelloppdrett; et toppunktssystem til venstre og et flerline ettpunktssystem til høyre.

De fleste standard oppdriftsblåser er produsert av plast med et overtrykk på innsiden for å holde formen på blåsene. Oppdriftsblåsens oppdriftskraft vil generelt være en funksjon av hvor mye blåsene er neddykket. Hvordan denne funksjons-sammenhengen er, vil være avhengig av formen på blåsen.



Figur 3 Sammenheng mellom oppdrift (kg) og neddykking (meter) for en kuleformet oppdriftsblåse med en diameter på 1 meter. Som en ser vil oppdriften være størst når blåsen er helt neddykket, men da vil også faren for overbelastning og havari være stor. For å oppfylle minimum 40% ekstra oppdrift må ikke denne blåsen trekkes dypere enn at 40 cm er over vannlinjen.

Sammenhengen mellom neddykking av en kuleformet oppdriftsblåse og denne sin oppdriftskraft er illustrert i figur 3. Når blåsen er helt neddykket blir oppdriftskraften konstant. Siden oppdriftsblåsens form opprettholdes av et overtrykk vil blåsene ved neddykking få redusert oppdrift på grunn av komprimering. Til slutt vil blåsene kollapse når trykket på utsiden blir større enn det indre trykket. Dersom en blåse kollapse oppstår det en risiko for at man kan få en kjedereaksjon og at hele anlegget går under. Det er derfor viktig å dimensjonere med ekstra oppdrift i blåsene. En strategi der en skal etterfylle med oppdriftsblåser vil være krevende. Oppdriften bør være vesentlig større enn forventet vekt og da spesielt ved endene av langlinene hvor en eventuell neddykking vil bli størst. Hvis oppdriftsblåsene ikke gjør jobben sin vil anlegget raskt synke til bunns.

Vekt av kollektorer

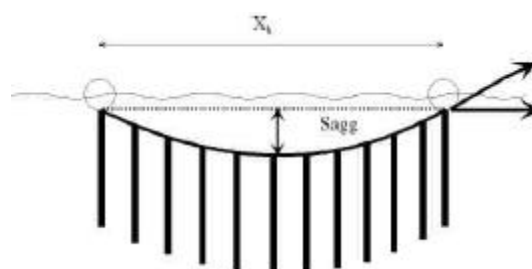
Kollektorene er selve ”produksjonsutstyret” i skjellanleggene. Det er på disse skjellene vil vokse, enten de selv har festet seg ved naturlig påslag eller et utsatt i strømper. Det er flere forskjellige utforminger av kollektorene. De kan bestå av notstrømper, tauverk, bånd, stiger etc., men prinsipielt har de den samme oppgave - å holde på skjellene.

Blåskjell i sjø vil ha en vekt som er omtrent 20% av deres vekt i luft (Størrelsen er et estimat basert på egne feltundersøkelser med fullt begrodde kollektorer.). Med en 7 meter lang kollektor, hvor vi kan regne med en gjennomsnittlig skjelltetthet på 5 kg skjell per meter etter et par år, vil dette påføre systemet en vekt som blir $5 \text{ kg} \times 7 \text{ m} \times 0.2 = 7 \text{ kg}$

(tilsvarer en kraft på 69[N]). Forutsatt to kollektorer hengende for hver meter av bærelinen, og oppdriftsblåser for hver tiende meter, vil dette bety at vekten som hver av disse blåsene skal bære på grunn av blåskjellene blir $20 \text{ kollektorer} \times 7 \text{ kg} = 140 \text{ kg}$ (eller 1380 [N]). Hvis vi ønsker minimum 40% ekstra oppdrift, noe som betyr at vi har en sikkerhetsfaktor på 1.67, får vi i dette tilfellet behov for blåser med minimum 235 liters oppdrift.

Sagging

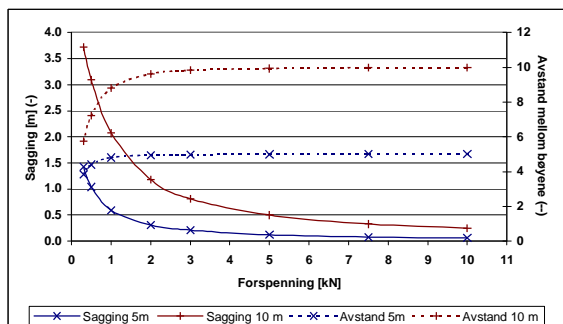
Vekten av blåskjellene mellom oppdriftsblåsene vil føre til at langlinene vil henge i buer (sagging) mellom blåsene (figur 4). Dette krever at linesystemet må være forspent for å unngå at hele systemet klapper sammen. Hvor mye systemet vil sagge, avhenger av vekten av kollektorene, strømkrefter og andre miljøpåkjenninger. Oppdriftsblåsene vil også bli dratt mot hverandre, siden selve linelengden vil forandre seg lite.



Figur 4 Sagging er nedbøying av en langline mellom to oppdriftsblåser.

Normalt legger man ut et anlegg tomt, eller med små mengder skjell i strømper. Belastningen på tomme kollektorer er nesten kun vekten av loddet nederst på enden av kollektorene. Denne loddvekten er typisk i størrelsesorden 0.5-1 kg, og dermed vesentlig mindre enn belastningen på en fullgrodd og høstningsklar kollektor. Deformasjonen og saggingen for et tomt anlegg vil være ubetydelig, selv ved små forspenninger.

Hvor mye langlinene forspennes vil virke inn på avstanden og mengde sagg mellom oppdriftsblåsene. Resultat fra beregninger som er gjennomført for to situasjoner, med henholdsvis 5 og 10 meter linelengde mellom oppdriftsblåsene, er vist i figur 5. Kurvene viser horisontal avstand (i motsetning til linelengde) mellom blåsene og hvor mye sagg vi får som funksjon av størrelsen på forspenningen. Ved lav forspenning får man stort sagg i linjen og mye sammendraging av blåsene og motsatt ved høy forspenning - lite sagg og sammendraging. I dette tilfellet bør man forspenne med minimum 100 kg (1 [kN]) for en linelengde mellom blåsene på 5 meter og forspenne med 300 kg (3 [kN]) for en linelengde på 10 meter for å oppnå mindre enn 1 meter sagg.

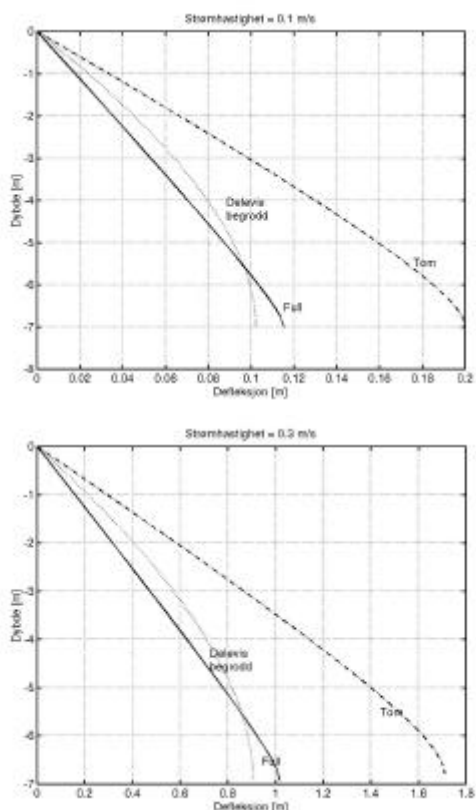


Figur 5 Resultater fra beregninger av horisontal avstand (høyre akse) og sagg (venstre akse) for situasjoner, med respektivt 5 og 10 meter linelengde mellom oppdriftsblåsene. Ved lav forspenning får man stort sagg i linen og mye sammendraging av blåsene og motsatt ved høy forspenning - lite sagg og sammendraging.

Strømpåvirkning på kollektorene

I tillegg til vekten av blåskjellene vil kollektorene bli utsatt for hydrodynamiske krefter fra strøm. Disse kreftene deles inn i to hovedkomponenter: normalkrefter og tangentiellkrefter. Normalkreftene vil være de kreftene som virker på tvers av kollektoren, mens tangentiellkreftene vil virke langs kollektoren. Vanligvis vil normalkreftene være mye større enn tangentiellkreftene.

Størrelsen på strømkreftene vil ikke bare være avhengig av strømhastighet, men også hvor mye kollektoren er begrodd (diameteren) og kollektorenes totale vekt (vekt av blåskjell og bunnvekt). Vekten vil innvirke på hvordan kollektorene deformerer seg under påvirkning av strømkrefter, som igjen vil påvirke forholdet mellom normal- og tangentiellkrefter (figur 6). Strømkreftene vil bli tatt opp av forankringen, men vil også medføre økte krefter på oppdriftsblåsene.

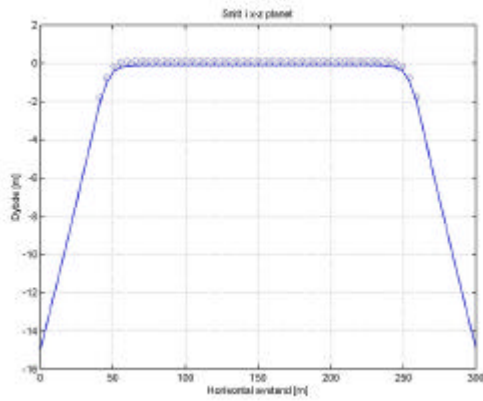


Figur 6 Profil av kollektorer under påvirkning av forskjellige strømhastigheter og ved varierende begroing. Vi ser at en tom kollektor vil løfte seg mer enn en full og at det er stor forskjell i profil ved 0.1 og 0.3 m/s strømhastighet. Merk: skalaen på aksene er ikke lik i de to figurene.

Deformasjon i strøm

Nødvendig forspenning vil kunne gi relativt stive langline systemer som igjen gir store strekkøkninger i linene ved strømpåvirkning, og da spesielt ved strøm fra siden. For å illustrere dette har vi i figur 7 vist resultater fra beregninger hvor vi har 0.3 m/s strøm fra siden.

Som en ser får man betydelig neddykking av oppdriftsblåsene ved endene av linene. En slik neddykking kan være meget kritisk avhengig av type oppdriftslegeme som er benyttet. De fleste oppdriftsblåser tåler svært begrenset med neddykking før de kollapser. Trykkapasiteten til blåsene er ofte bare et par meter. Hvis den første oppdriftsblåsen kollapser vil det raskt kunne oppstå en kjedereaksjon hvor blåsene etter tur kollapser og man ender opp med en lite effektiv bunnkultur som resultat.



Figur 7 Langlineanlegg (sett fra siden) som viser neddykkingen av oppdriftsblåser (sirkler) for et komplett anlegg med 0.3 m/s strøm inn på tvers. Det skjer en betydelig neddykking av blåsene ved endene når strømmen kommer inn på tvers og en ikke har tilstrekkelig oppdrift i blåsene.

I neste artikkel vil vi i mer detalj ta for oss de mekanismene som gjelder ved strømpåvirkning av komplette anlegg. Parametre som:

- strømhastighet og retning
 - lengde og elastisitet i bærelinene
 - forankringsmetoder
- vil alle kunne influere på et anleggs havarisikkerhet.