

Teknisk beskrivning av musselodlingarna inom LIFE IP Rich Waters

Delrapport 2 av LIFE IP Rich Waters delprojekt C14 Innovative
mussel farming to reduce nutrients



ecopelag

Författare: Martin Karlsson och Martin Reutgard

Ecopelag 2021-12-31

Finansiärer:



Havs
och Vatten
myndigheten

1. Inledning.....	3
2. Områdesbeskrivning	4
2.1 Jungfrufjärden (Haninge Kommun)	4
2.2 Erstaviken (Nacka kommun).....	4
3. Odlingseenheter och komponenter	5
3.1 Översikt.....	5
3.2 Komponenter	5
3.2.1 Betongankare (förankring).....	6
3.2.2 Ankarlina	7
3.2.3 Bärlina och odlingsrep	8
4. Utplacering	10
4.1 Förankring.....	10
4.2 Infästning bärlinor	10
4.3 Infästning substrat (inklusive kompensationsflytkraft och -vikter)	11
5. Resultat och teknikutveckling under fas 3	13
6. Referenser	14

1. Inledning

Musslor odlas på olika sätt världen över vilket både underlättar skörd och bevarar naturligt förekommande bestånd av musslor till skillnad från trålning av mussla. På de allra flesta platser används utrustning och odlingar anpassade och modifierade för de lokala förhållandena. Många av de tidiga odlingsförsök som gjorts i Östersjön har haft problem med kraftig påverkan från is och isdrift (Karlsson, 2015; Lindahl, 2012). Av den anledningen valdes inom "Innovative mussel farming to reduce nutrients" (delprojekt C14) en nedsänkt odlingsmetod som tidigare testats med framgång i bland annat Massachusetts, USA - då denna visat sig klara mycket exponerade förhållanden. Två andra aspekter som motiverat utvecklandet av nedsänkta odlingar, framför allt i skärgårdsmiljö, är att de inskränker betydligt mindre estetiskt jämfört med ytbaserade odlingar, samt att de inte hindrar fritidsbåtar att passera direkt över odlingarna (även om odlingsområdena i faktisk mening är avlysta för båttrafik). Tekniken har under projektet anpassats till Östersjöns förhållanden och utvärderats utifrån ett antal aspekter så som substrattyp, utplacering, ankring, flytkraft och odlingsdjup.

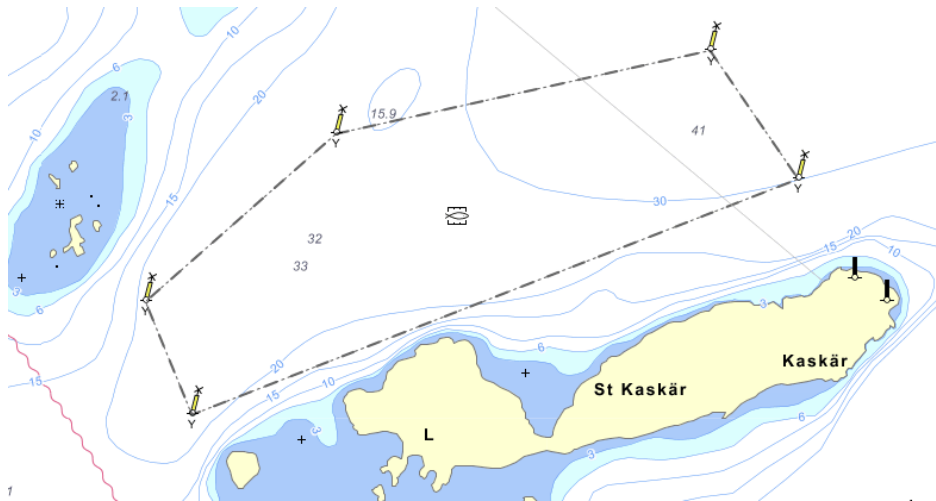
Inom projektet har två prototypodlingar etablerats, en i Erstaviken, Nacka kommun, och en i Jungfrufjärden, Haninge kommun (Locally adapted farms - Activity 4). I Haninge kommun expanderades odlingen inom samma område som den första mindre prototypodlingen (Small-scale submersible farm - Activity 3) som etablerades under 2017. Uppskalningen skedde under 2020 då fem odlingsenheter med ca 6000 - 7000 meter odlingsrep etablerades. Detta arbete kommer fortlöpa under fas 3 och målsättningen är att färdigställa odlingarna under 2022 - 2023 (full-scale submersible farm - Activity 5).

Denna rapport syftar till att ge en uppdaterad och en mer detaljerad beskrivning av odlingarna än vad som gavs i projektets första delrapport. För att undvika upprepning så fokuserar rapporten endast på att beskriva odlingarna inom detta projekt. För mer övergripande och generell information av odlingstekniker och praktiska aspekter för musselodling i Östersjön rekommenderar vi framför allt rapporter från tidigare och mer omfattande internationella Interregprojekt, så som Aquabest och Baltic Blue Growth (Bonardelli 2013, Bonardelli 2018, Bonardelli m. fl 2019)

2. Områdesbeskrivning

2.1 Jungfrufjärden (Haninge Kommun)

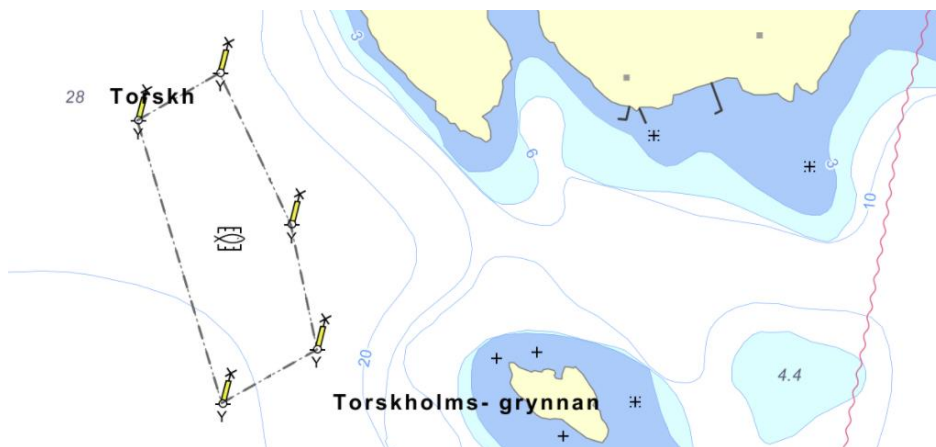
Odlingsområdet i Jungfrufjärden har en yta som är strax under 10 hektar och mäter ca 150 x 650 meter (se Figur 1). Djupet i området varierar mellan 29,0 till 45,5 meter. Området är uppmärkt med fem gula sjömärken (SSA specialmärken, Tillstånd TSS 2020 - 1591, Transportstyrelsen) som mer eller mindre innesluter en rektangel i västsydväst - ostnordostlig riktning. Området kommer vid full etablering att inrymma 15 odlingsenheter med ca 25 000 meter odlingsrep.



Figur 1. Sjökort över odlingsområdet utanför Dalarö, Haninge kommun (Svinskär 1:8). Sjökort från Eniro.se.

2.2 Erstaviken (Nacka kommun)

Odlingsområdet i Erstaviken har en yta på ca 3 ha och mäter ca 100 meter x 300 meter (se Figur 2). Djupet på platsen är 30,0 till 33,5 meter. Området är uppmärkt med fem gula sjömärken (SSA specialmärken, Tillstånd TSS 2020 - 1591, Transportstyrelsen) som mer eller mindre innesluter en rektangel i nord-sydlig riktning. Odlingsområdet kommer vid full etablering att inrymma tre odlingsenheter med ca 4500 meter odlingsrep.



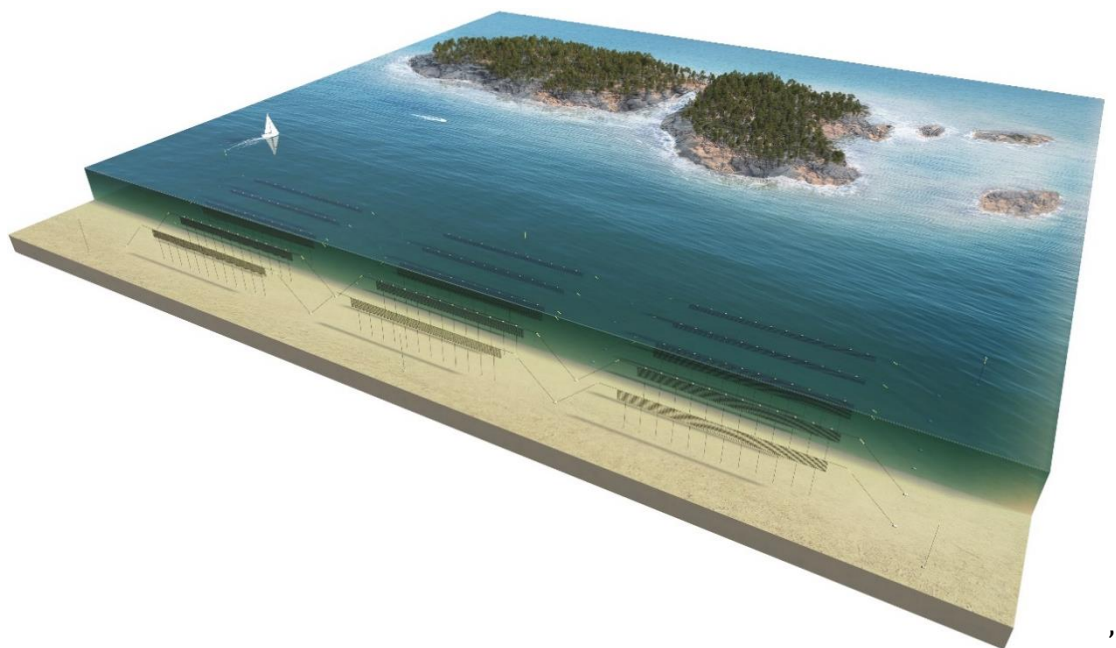
Figur 2. Sjökort över odlingsområdet i Erstaviken, Nacka kommun (Svinskär 1:8). Sjökort från Eniro.se.

3. Odlingseenheter och komponenter

Odlingarna i Jungfrufjärden och Erstaviken bygger på samma odlingsteknik och material, endast omfattning skiljer åt, se ovan. För att undvika onödig upprepning presenteras därför endast projektets försöksodling i Jungfrufjärden.

3.1 Översikt

Odlingen i Jungfrufjärden består av 15 odlingseenheter där varje enhet är ca 200 meter lång från ankare till ankare. I odlingen är tre enheter sammankopplade i längdled till en länk. Totalt består odlingen av fem länkar i bredd med ett avstånd på 20 meter mellan varje länk. Odlingens totala längd är därmed ca 600 meter och har en bredd på ca 80 meter (se Figur 3).



Figur 3. Översikt över Jungfrufjärdens musselodling sett från norr. Kaskär (Stora och Lilla) illustreras i bakgrunden.

3.2 Komponenter

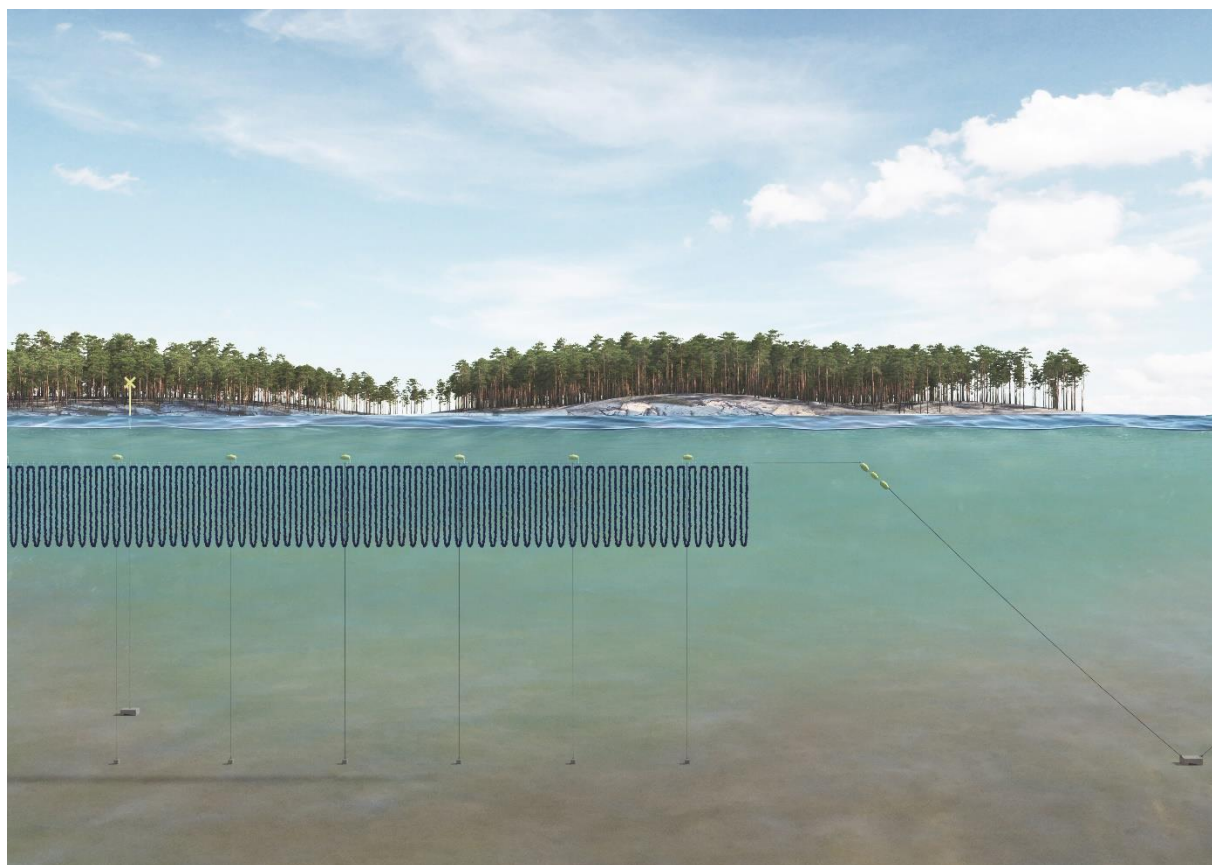
Målsättningen i projektet har varit att med utgångspunkt i tidigare projekt och beprövade odlingstekniker (se referenser ovan) skapa en för Östersjön anpassad, enkel, kostnadseffektiv men samtidigt robust nedsänkt odlingsteknik som är lätt att skala upp. Tekniken består idag av endast sju komponenter, se Tabell 1 och Figur 4 - 8.

Observera att tekniken fortfarande är under utvärdering och det högst troligt att många förbättringar och anpassningar kommer göras framöver. Utgångspunkten är att denna rapport kommer uppdateras och kompletteras med nyvunna kunskaper och erfarenheter i samband med slutredovisningen av LIFE IP Rich Waters under 2024.

Här nedan följer en beskrivning av respektive komponent och dess funktion.

Tabell 1. Lista på komponenter i en odlingsenhet. Antal/mängd av respektive komponent är baserat utifrån ett exempel med 30 meters djup, med odling fixerad tre meter under ytan, samt med betongankare placerade 200 meter ifrån varandra.

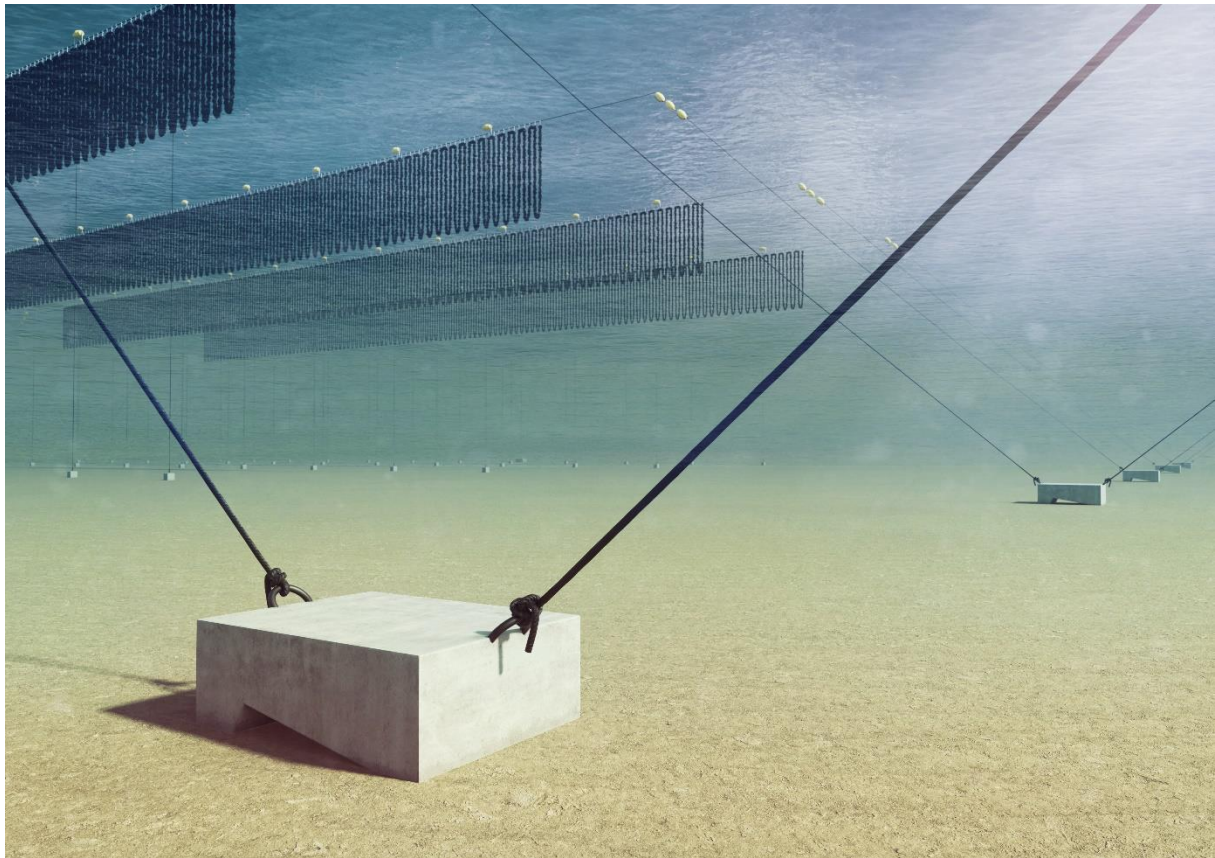
Nr	Komponent	Mått	Antal per odlingsenhet
1	Betongankare 3000 kg	1,8 x 1,2 x 0,7 m	≤ 2
2	Bärlina och ankarlina	32 mm	232 m inkl. knutar
3	Bojar (hörn och kompensationsflytkraft)	70 kg flytkraft	18 st
4	Odlingsrep	14 - 20 mm	1500 meter
5	Snoddar	4 - 6 mm x 1 m	<200 st
6	Kompensationsvikt 100 kg	0,4 x 0,4 x 0,4 m	12 st
7	Rep till kompensationsflytkraft och -vikt	16 - 18 mm	400 m



Figur 4. Illustration av en odlingsenhet placerad tre meter under ytan på en lokal som är 30 meter djup. Numreringen hör till listan i Tabell 1, se ovan.

3.2.1 Betongankare (förankring)

Odlingsenheterna förankras med betongankare som har en vikt på tre ton (mått L 1,8 m x B 1,2 m x H 0,7 m). På varje betongankare finns en eller två syrafasta rostfria öglor utmed ankarets kortsidor beroende på var i odlingen ankaret är placerad. Betongankare utmed en odlings ytterkant har en syrafast ögla då det endast är kopplat till en odlingsenhet, medan ankarna inne i odlingen har två syrafasta öglor som länkar samman två odlingsenheter (se Figur 3 och 5). För en odling med tre odlingsenheter i längdled (så som i Jungfrufjärden) krävs således fyra betongankare (se Figur 3).



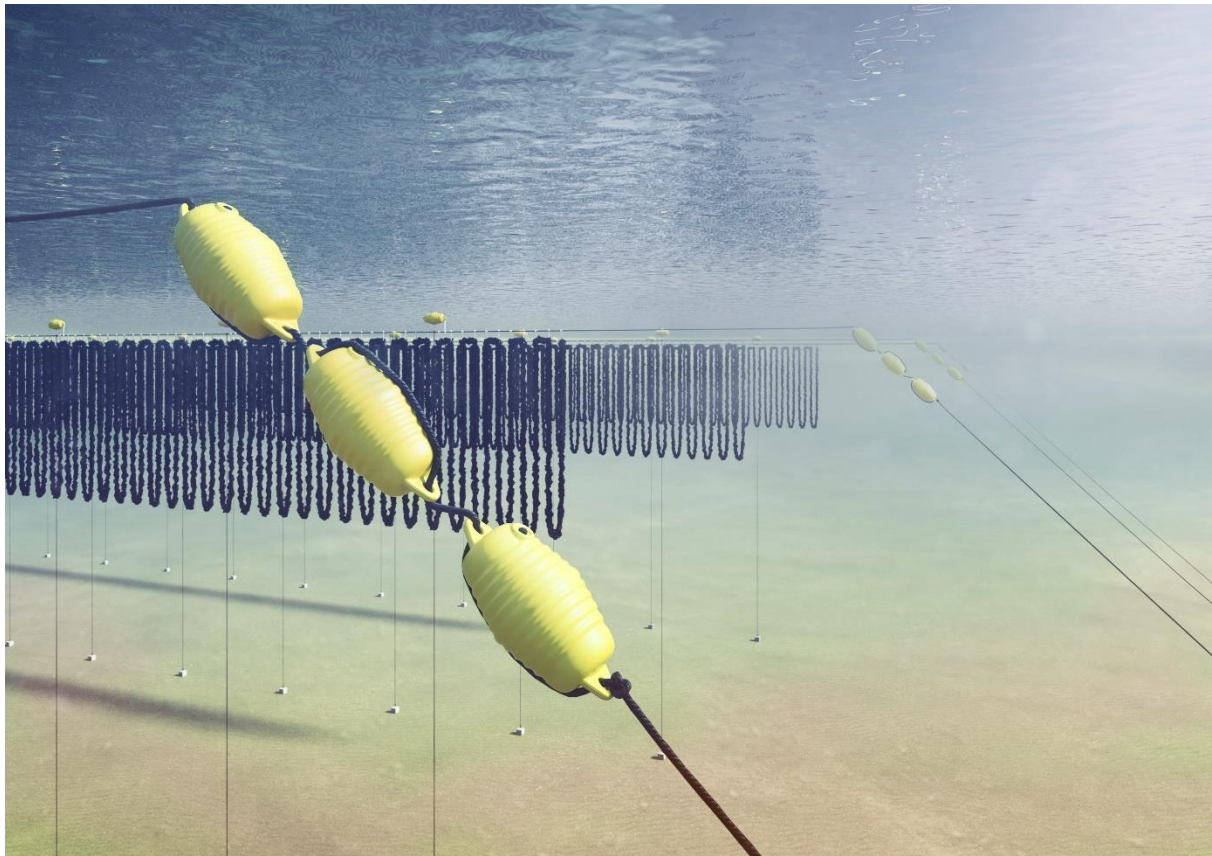
Figur 5. Illustration av ett tre tons betongankare som länkar samman två odlingsenheter.

3.2.2 Ankarlina

En musselodlings ankar- och bärlinor kan ses som dess strukturella ramverk. Detta ramverk är uppbyggt av 32 millimeters treslaget polypropylenrep (ex. Aquasteel eller PAC-steel). Repen som är framtagna för att tåla kraftig nötning, har hög UV-beständighet och är den typ som primärt används inom vattenbruk och andra liknande marina applikationer. Repet har en brottstyrka runt 15 000 – 20 000 kg och är dimensionerat främst med åtanke att förhållandevis stora båtar/fartyg ska kunna koppla an till odlingen för skörd, tillsyn och skötsel.

Längden på ankarlinan beräknades med utifrån områdets djup, bärlinans önskade djup och den vinkel man eftersträvar mellan botten och flytkraften i odlingsenheternas hörn. Till den beräknade replängden adderas en mindre mängd rep som hålls fri från odlingssubstrat. Denna extra längd behövs för att odling ska kunna lyftas upp för skörd, tillsyn och service (se Figur 4). Replängden sattes till 10 meter (exklusive knut) i Jungfrufjärdens odling. Utifrån tidigare erfarenhet har vi i våra beräkningar använt oss av en vinkel på 41,5 grader vilket säkerställer en god sträckning av bärlinan (Bonardelli 2013). Ankarlinan är direkt infäst i förankringens ögla(-or) med ett dubbelt halvslag följt av en pålstek som låses med en inflätning mellan kardelerna.

För att få bärlinan sträckt förses respektive ankarlina med ca 200 kg flytkraft (se Figur 6). Bojarna som används är skumfyllda (polyerutan) och klarar ett djup på ca 10 - 15 meter samt har en dubbelkonisk form med ett infästningshål i vardera ända där ankarlinan "flätas" igenom. Enkelknutar före och efter bojarna hindrar bojarna från att glida på ankarlinan. I Jungfrufjärden monterades tre stycken bojor på vardera ankarlinan (sex per odlingsenhet). Varje boj har en flytkraft på 70 liter (Längd 1,02m och diameter 0,47m) vilket ger en total lyftkraft på ca:420 kilo.



Figur 6. Tre stycken 70-litersbojar inflätade i respektive ankarlina.

3.2.3 Bärlina och odlingsrep

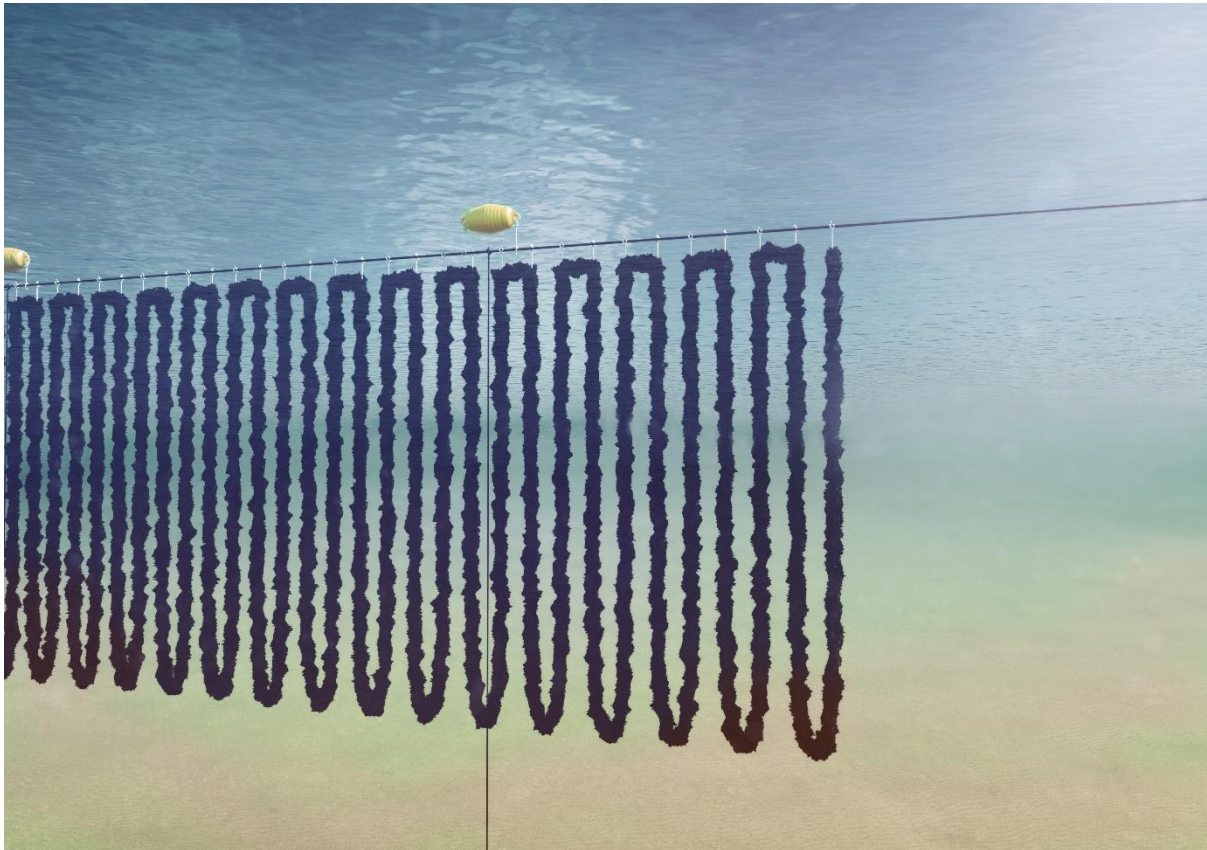
Bärlinans längd varierar beroende av djup om avståndet på ankarna hålls konstant (200 meter). Ett djup på 30 meter möjliggör infästning av odlingsrep utmed en sträcka på ca 120 meter. Som ovan nämnt, har de yttre 10 meterna av varje bärlina lämnats fria från substrat då dessa hamnar under ytan när bärlinan lyfts ovan ytan, vilket betyder att substrat satta här inte skulle gå att underhålla eller skörda på ett enkelt sätt. Djupet (under ytan) som bärlinan placeras på avgörs av exponeringsgrad (vind- och vågpåverkan) och varierar mellan ca 3 till 8 meter.

Från bärlinan hängs sedan själva odlingsrepen. Efter ett flertal tester och utvärderingar i mindre skala under fas 1 så valdes de odlingsrep som påvisat bäst tillväxt (kg/m/odlingscykel). Repen liknar i sin konstruktion en gren på en plastgran (christmas-tree) vilket markant ökar ytan för infästning av mussellarver i jämförelse med exempelvis band. Dessa substrat är framtagna på Nya Zeeland och används för insamling av mussellarver och tidig tillväxt innan musslorna skördas, strumpas och placeras ut igen för att få växa till sig till matstorlek. Då musslorna inte blir större än strumpstorlek i Östersjön så har dessa substrat varit väldigt bra anpassade för odling i våra vatten. Substraten har fästs in i en kontinuerligt löpande lina (long-line) som hängs ut i loopar (se Figur 7). Looparna har knutits in i bärlinan med hjälp av snoddar i form av en skotlina. Totalt fästs ca 1500 meter substrat per bärlina.

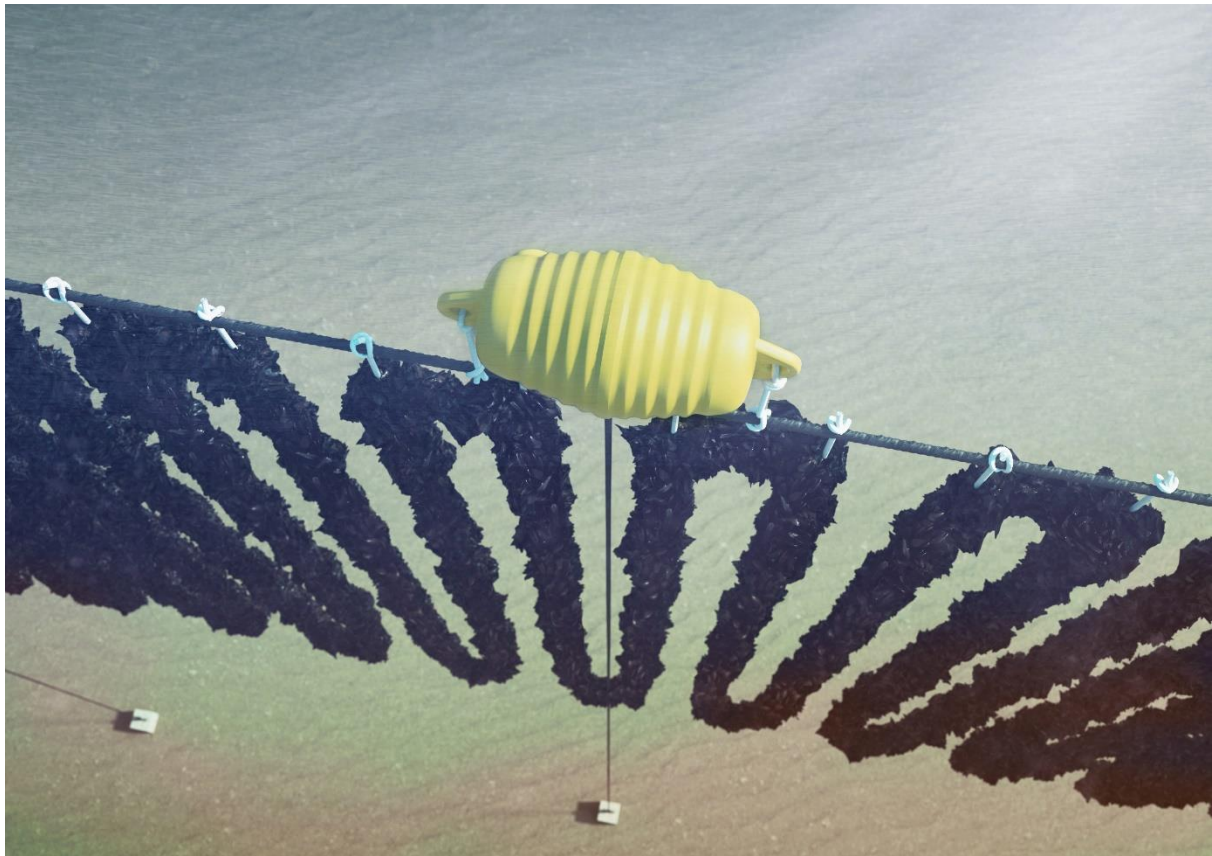
Under fas två har även försök gjorts med varianter av christmas-treetypen. Bland annat har ett flertal odlingsrep från spanska atlantkusten testats. Utvärderingen av dessa kommer att redovisas vid projektets slut.

3.2.4 Kompensationsflytkraft och – vikter

För att hålla odlingen på ett konstant djup över odlingperioden har bärlinan försetts med flytkraft (bojar) och vikter (betongplintar) (se Figur 8). För varje boj som fästs in har även en korresponderande vikt som motsvarar dess flyttkraft använts. Dessa har fästs in med en tamp (Pac-Steel Danline 3-slagen 20 mm) vars längd stämmer överens med det aktuella djupet minus det djup bärlinan ska hållas på. I detta pilotstadie har vanliga betongplintar använts som finns i bygghandeln men under kommande etableringar kommer ändamålsenliga vikter att tillverkas på betonggjuteri.



Figur 7. Loopar av substrat inknutna med skotlina.



Figur 8. Kompensationsflytkraft och -vikt sett ovanifrån.

4. Utplacering

För att minska antalet båttimmar/arbetstimmar och därmed öka kostnadseffektiviteten så etablerades odlingarna i tre steg. Steg 1 utfördes med hjälp Sjöliv AB som normalt sett arbetar med allehanda anläggningsarbeten i Stockholms skärgård medan steg 2 och 3 utfördes med Ecopelag kranförsedda arbetsbåt.

4.1 Förankring

Efter konstruktion packades ankarlinor med infäst hörnflytkraft i bigbags innan de transporterades och lastades på den före detta vägfärja som användes vid etablering. Vägfärjan hade en lastkapacitet på ca 100 ton vilket möjliggjorde att alla betongankare kunde lastas samtidigt. Efter infästning av ankarlinorna i betongankarnas rostfria öglor firades de ner på rätt position.

4.2 Infästning bärlinor

Bärlinorna monterades först när alla betongankare och ankarlinor med hörnflytkraft var på plats. Infästningen började med att bärlinan gjordes fast i den ena ankarlinan med en pålstek. Sedan backades båten upp för att plocka upp den andra ankarlinan. Slutligen vinschades de två linorna samman innan de fästes ihop och släpptes ned under ytan.



Figur 9. Installation av ankare i Erstaviken.

4.3 Infästning substrat (inklusive kompensationsflytkraft och -vikter)

För att kunna fästa in substraten så lyftes bärlinan upp med hjälp av kran och placerades på två frilöppand hjul på båtens reling. Detta gjorde att bärlinan hamnade i bra arbetshöjd vilket underlättade infästningen. Substraten fästes in direkt från den bigbag de var packade i med hjälp av snoddar i form av skotlina. För att måtta upp rätt längd på looparna användes en repmätare (räkneverk). Löpande med jämna avstånd fästes även kompensationsflytkraft och -vikter in.



Figur 10. Montering av bärlina i Jungfrufjärden.



Figur 11. Infästning av substrat i Erstaviken.

5. Resultat och teknikutveckling under fas 3

Som nämnts i inledningen finns det flera anledningar till att arbeta med en nedsänkt odlingsteknik. Bland annat för att undvika att odlingsenheterna tar skada av yttre exponering från is och vågor. Den nedsänkta prototypodlingen som vi har använt oss av har klarat isförhållanden under projektiden utan någon negativ påverkan. Odlingen var enligt SMHIs iskarter täckt under såväl vintern 2018 som vintern 2019. Ur ett estetiskt perspektiv anser vi även att denna teknik är betydligt mer tilltalande än ytbaserade odlingar då det enda synliga är de gula specialmärkena som marker ut platsen.

Vid tillsyn under projektets två första faser har det noterats vid ett antal tillfällen att odlingarna legat djupare än önskat. Detta har korrigerats, i och med det löpande underhållet, genom att extra flytkraft monterats. Detta har sannolikt minskat musslornas tillväxttakt vilket kan ha påverkat framtida skördevolym. Vi har emellertid tagit lärdom och kommer bättre kunna anpassa denna del i den fortsatta teknikutvecklingen under fas 3 då vi bland annat kommer fokusera på arbetet med effektivisering och förenkling av arbetsmomenten kopplade till utplacering. Detta inkluderar även att lösa och utveckla fasta installationer på arbetsbåten för exempelvis infästning och säkring av linor och substrat. Parallellt kommer vi arbeta med att anpassa skördeutrustning till den nedsänkta tekniken. Utgångspunkt kommer vara den teknik som används på flera platser i Nederländerna för skörd av ytbaserade long-linesystem. Ecopelag kommer även att titta närmre på tekniska logistiklösningar kopplade till skörd och mellanlagring av mussla med målsättningen att minska antalet arbetsmoment och därmed öka kostnadseffektiviteten.

6. Referenser

Bonardelli J. C., 2013. Technical and practical requirements for Baltic mussel culture. Reports of Aquabest projects 4, Finnish Game and Fisheries Research Institute, Helsinki.

Bonardelli J. C., 2018. Mussel farming offshore – Technical evaluation of mussel farm located in Latvia and recommendation on best practice. Kurzeme Planning Region. Published: 14 September 2018

Bonardelli J. C., Kokaine L., Ozolina Z., Aigars J., Purina I., Persson P., Persson K., Johnsson H., Minnhagen S., 2019. Technical evaluation of submerged mussel farms in the Baltic Sea. Kurzeme planning region. Kalmar municipality. Published: 2019-04-05