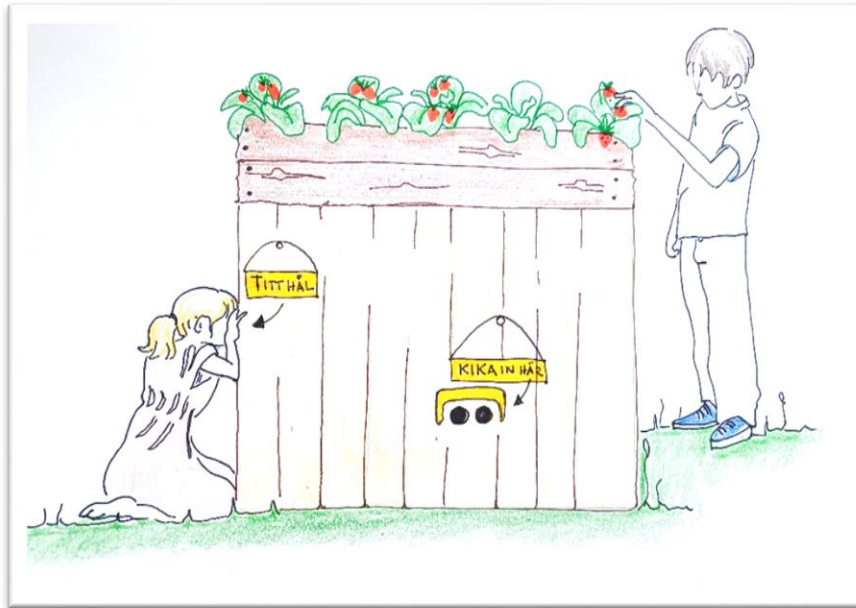


Nämdö Green Archipelago



**Modellsystem för småskalig
recirkulerande odling av flodkräfta –**
En förstudie med fokus på
naturvägledning och förutsättningar i
Stockholms skärgård.

Elin Dahlgren, Arne Fjälling och Henrik Dahlgren

Omslagsbild: Elin Dahlgren

Finansiering: Region Stockholm 2022

Kontakt: Elin.dahlgren@slu.se

Innehåll

Förord.....	1
Introduktion.....	2
Akvakultur och akvaponi	2
Odling av flodkräfta.....	3
Odling av flodkräfta i Stockholms skärgård	4
Odling i tråg med recirkulerande vatten	5
Vinterisolering av bassänger/tråg.....	6
Gömslen/skydd samt substrat	7
Foder	8
Rengöring.....	9
Vatten- och energisystem.....	9
Akvaponi - Gröda	9
Naturvägledning.....	10
Avslutande kommentar	11
Referenser	11

Förord

Stockholms skärgård har en trend med minskande fastboende befolkning och traditionella näringar som lokalt kustfiske tynar bort. Samtidigt pågår en extensiv rekreation sommartid med ökat tryck på den känsliga naturen. Med stöd från Region Stockholm och Skärgårdens Intresseföreningars Kontaktorganisation (SIKO), har Nämndö Green Archipelago under 2022 genomfört projektet Kräfter & Jordgubbar med den övergripande målsättningen att belysa flodkraften och skärgården som en viktig livsmiljö för bevarande åtgärder. Arbetet med rapporten har inneburit besök till akvaponisk odling såväl som kräftodling samt intervjuer med expertis inom kräftornas biologi och energilagringssystem. Resultaten har ställts samman till en genomgång av förutsättningar för ett småskaligt, mobilt odlingssystem i tråg som kan nyttjas för kombinerat vattenbruk med kräfter och lokal matproduktion. Projektet har undersökt möjliga format för utformning genom kunskapsinhämtning samt skapande av en konceptmodell där ingående komponenter och fysiskt format skisserats. Resultatet kan lämpligen användas som moment inom naturvägledning eller småskalig odling.

Följande moment har genomförts inom projektet:

- En konstellation av lokala näringsidkare, forskare och intresseföreningar har skapats och tillsammans skaffat sig kunskap om en ny metod för akvaponisk odling som passar förutsättningar skärgårdsmiljö.
- Ett modellsystem för akvaponisk odling bestående av kräfter med eller utan gröda har skisserats i ett format som lämpar sig för uppförande i skärgårdslandskapet som syftar till produktion såväl som naturvägledning om flodkrafta.

Introduktion

Under 2020 påbörjade Naturvårdsverket arbetet med Östersjöns första marina nationalpark i yttersta Nämdöskärgården. I anslutning till nationalparken önskar WWF undersöka möjligheten att bilda ett så kallat biosfärområde. Biosfärområden ingår i det av Unesco startade vetenskapliga programmet ”Man and the Biosphere” (MAB), vilket är ett mellanstatligt program med syfte att på vetenskaplig grund förbättra relationen människan och hennes miljö i lokala sammanhang med stöd av ett globalt nätverk. Biosfärområden är viktiga verktyg i Biosfärprogrammet och bidrar till hållbar samhällsutveckling i enlighet med hållbarhetsmålen i Agenda 2030, genom att vara modellområden där nya metoder utvecklas utifrån lokala initiativ och genom lokal samverkan. För att på bästa sätt tillvarata önskemål från lokalbefolkningen beträffande ett biosfärområde har Nämdö Green Archipelago (NGA) bildats. Detta är en ideell förening, som har ansökt och erhållit bidrag från WWF och Tillväxtverket för arbete med en förstudie av ett möjligt biosfärområde. Som del av detta genomförs under 2022-2023 ett antal projekt relaterade till naturvård och utveckling av lokalsamhälle. NGAs ambition är att våra barn och barnbarn ska kunna leva i skärgården på ett hållbart sätt och att verka för bevarande av kulturhistoriska värden. Samtidigt vill NGA föra Nämdöskärgården in i framtiden med innovativa metoder som skapar förutsättningar för samhällsutveckling i enlighet med ovanstående.

Skärgården har en trend med minskande fastboende befolkning. Viktig samhällsservice som barnomsorg, skolor och kollektivtrafikförbindelser försvinner – det blir en ond cirkel där barnfamiljer tvekar att flytta ut och näringslivet stagnerar. Samtidigt ökar trycket på den känsliga naturen med både övergödning och förändrade livsmiljöer via högre nyttjande av fritids- och deltidsboende samt fritidsbåtar – vilket ökar riskerna för Östersjöns redan stressade ekosystem. Det finns en stark tradition av lokalt hållbart kustfiske i Stockholms skärgård, en näring och ett kulturarv som tyvärr försvinner i rask takt. Svårigheterna för den lokala näringen med kustfiske är mångfacetterad och innefattar exempelvis svårigheter med att få nyttja fiskevatten, få fiskekvoter, utarmade fiskebestånd och exponering för miljöföroreningar samt stor konkurrens om fisken som resurs från ökande populationer av säl och skarv.

Akvakultur och akvaponi

Blå tillväxt är en strategi som tagits fram av EU-kommissionen och syftar till att stödja tillväxten i hela Europas havssektor. Inom strategin arbetar man med att kartlägga och hantera utmaningar inom ekonomi, miljö och arbetsmarknad som påverkar haven samt att lyfta fram synergier mellan olika

sektorer. Strategin har öppnat upp för ett nytt sätt att se på havet som en resurs samtidigt som den lyfter upp det kritiska miljötillståndet i våra hav på den politiska agendan. Haven och kustområdenas vatten är en oumbärlig resurs. De skapar stora och växande möjligheter för företag, regioner och länder. Samtidigt skapar vår livsstil och vår användning av haven och vattnen allvarliga hot mot naturens ekosystem. Innovationer och miljötekniska framsteg inom blå tillväxt kan bidra till att haven nyttjas utan att överutnyttja dess resurser. Vattenbruk eller akvakultur är en form av naturbruk där människan odlar organismer i vatten, vanligtvis i havet eller i bassänger. Det som odlas är till exempel fisk, skaldjur, alger eller vattenväxter för att användas som till exempel livsmedel. I en akvaponisk odling kombineras fiskodling med växtodling. Näringsrikt vatten från fisktankar pumpas till växthus eller växtbäddar där växterna tar upp näring ur vattnet, som sedan kan återanvändas i fiskodlingen, se schematisk bild t.h. Akvaponisk odling är ett av de resurssnålaste produktionssätt som finns.

I Sverige fångas årligen cirka 1 500 ton kräftor från naturvatten varav cirka 10-20 % utgörs av flodkräftor. Efterfrågan på kräftor bedöms som hög och prisbildningen är god under säsong. Priset för flodkräftor är ofta avsevärt högre än för signalkräftor (uppgift hämtat från <https://www.svenskvattenbruk.se/>).

Tänkt marknad/kund har stor bäring på utformning av odlingssystem. Med koppling till fokus på Nämndöskärgården i Stockholms län kan det handla om intresse för flodkräftor från lokala restauranter och privatpersoner. Det finns även tänkbara förädlingsprodukter i form av kokta kräftor, sättkräftor och kräftfiske samt visning av anläggningen för intresserade besökare.

Odling av flodkräfta

Antal vatten som innehåller svenska flodkräftan (*Astacus astacus*) har minskat dramatiskt i takt med att signalkräftan har ökat. Idag finns mindre än 1000 lokaler kvar, vilket är en minskning med 97 % sedan 1900 (SLU 2022). Flodkräftan är klassad som Akut hotad i Artdatabankens nationella rödlista och det behövs åtgärder för att säkra livsmiljöer åt de flodkräftor som finns kvar. Den är även listad i EU:s Art- och habitatdirektiv, vilket innebär att Sverige har ett nationellt ansvar att förvalta beståndet. Forskning och miljöövervakning på Sveriges lantbruksuniversitet, SLU har visat att aktiva naturvårdsinsatser för att främja naturliga bestånd av flodkräfta bör koncentrera sig till färskvattensmiljöer i skärgården (pers. komm. Lennart Edsman 2022). Anledningen är hotet av smittspridning från inplanterade signalkräftor går att stävja i skärgårdsmiljön då dessa miljöer inte exponeras för utsättningar av signalkräfta i samma utsträckning som på fastlandet. Återetablering genomförs i flera projekt med ”Skärgårdskräftan” i Stockholms län som exempel. Det finns även ett åtgärdsprogram för flodkräfta (Fiskeriverket och Naturvårdsverket 2009).

Idag förekommer knappt något yrkesfiske på flodkräfta, allt som eventuellt säljs i handeln kommer från odlingar med priser upp mot 1 200 SEK/kg. Det saknas dock data över hur mycket flodkräfta som fiskas inom fritidsfisket. Ett hållbart fiske av flodkräfta utgör inte något hot mot arten utan kan tvärtom öka intresset att skydda arten. Genom att nyttja flodkräfta som bas för en blå näring synliggörs flodkräftan som art och därmed främjas bevarandemöjligheterna.

För odling av flodkräfta finns handböcker att tillgå som redovisar praktiska kunskaper och erfarenheter, som Kräftodlingens ABC – Handbok för odlare (Per Nyström, Tomas Jansson och Lennart Edsman 2018) samt Flodkräfta och flodkräftodling i Sverige, skriven av Per Nyström, Maria Stenberg och Lennart Edsman (2022). Dessa sammanställningar innehåller ”allt man behöver veta om flodkräfta” samt manualer för kräftodling, lagar och bestämmelser.

Flodkräftans livscykel delas in i olika perioder vilka påverkas av temperaturen och födotillgång. Ju varmare vatten desto fortare går yngelutvecklingen. Kräftynglen växer och genomgår upprepade skalömsningar för att nå könsmognad vid en storlek av ca 7 cm och en ålder av 3–6 år. Konsumtionsstorlek (10 cm) uppnår flodkräftan inte förrän efter 4–7 år.

Det finns inget kort och enkelt svar på hur en odling ska utformas, förutsättningarna varierar stort och även ambitionsnivåerna. För att en flodkräftsodling ska lyckas måste vissa minimikrav vara uppfyllda. Det är dock svårt att sätta exakta gränsvärden för vad ett ämne eller mätresultat bör ligga på för att flodkräftorna ska må väl men försurat vatten och syrgasbrist, liksom brist på skydd för flodkräftorna, ligger bakom de flesta misslyckade odlingsförsöken. Kräftodlingens ABC utgår från så kallade ”trivselnivåer” och pekar på kombinationen av alla trivselfaktorer och att se dessa ur ett större sammanhang.

Odling av flodkräfta i Stockholms skärgård

Valet av flodkräfta som fokus art bottnar i dess uttalade plats i skärgårdsmiljön där detta projekt bidrar med en naturvårdsinsats för att gynna dess status genom att prata och informera om flodkräftan och dess förutsättningar i Stockholms skärgård. De aspekter som gör skärgården särskilt gynnsam avseende satsningar kring flodkräfta är:

- Liten risk för invandrande signalkräftor, naturlig smittspridning.
- God kontroll, dvs. begränsad risk för tjuvfiske med smittade redskap, båtar eller utsättningar av signalkräfta och fisk.
- Tillgång till avfall/biprodukter från fiske och andra näringar som kan nyttjas som foder.

I tillägg till möjligheter för kräftodling som näring, kan odling och utsättning genomföras som del av naturvårdsinsatser. Under projektets gång har ett system lämpat för sättkräftor seglat upp som en intressant möjlighet att koppla an till andra pågående, lokala satsningar med bäring på flodkräfta och naturvårdsinsatser. Här vore det värdefullt om det fanns möjlighet att stärka upp befintliga- eller skapa nya bestånd av flodkräfta med material från en lokal uppodling av skärgårdsbestånd. Det pågår för tillfället en satsning där kända, tidigare bestånd av flodkräfta på Nämndö inventeras för att undersöka möjligheterna till att plocka odlingsmaterial, samt att utföra andra flodkräftgynnade åtgärder såsom återetablering.

Ytterligare fördelar med kräftor som gör dem intressanta för akvaponisk odling (till skillnad från fisk) är att kräftor har en koncentrerad leveransperiod utan behov av en kontinuerlig produktion med dagsleverans. Det innebär i sin tur låga krav på infra- och energistruktur, något som kan vara problematiskt i skärgården. Vidare är kräftor lämpade för odling som baseras på säsongsförlängning. I praktiken innebär det en odlingsäsong som sträcker sig från tidig vår till sen höst. Vintertid minskar tillväxt och födotillgång hos kräftor och systemet kan ligga i vila. Om vattentemperaturen i odlingen värms upp tidig vår, förlängs tillväxtsången första året och tillväxthastigheten kan öka.

Odling i tråg med recirkulerande vatten

Bland de utmaningar som är extra påtaglig i skärgårdsmiljön är vattentillgången vilket gör att möjligheterna till traditionella odlingsystem i stora dammar med cirkulerande vatten eller i naturvatten, begränsas. Här behövs innovation för att skapa system som möjliggör småskalig odling av flodkräfta i recirkulerande system. För detta behöver det utvecklas metoder för ett antal delmoment:

- Vinterisolerade tråg
- Gömslen/skydd samt substrat
- Foder
- Rengöring
- Vatten- och energisystem
- Gröda för akvaponi
- Naturvägledning

Vinterisolering av bassänger/tråg

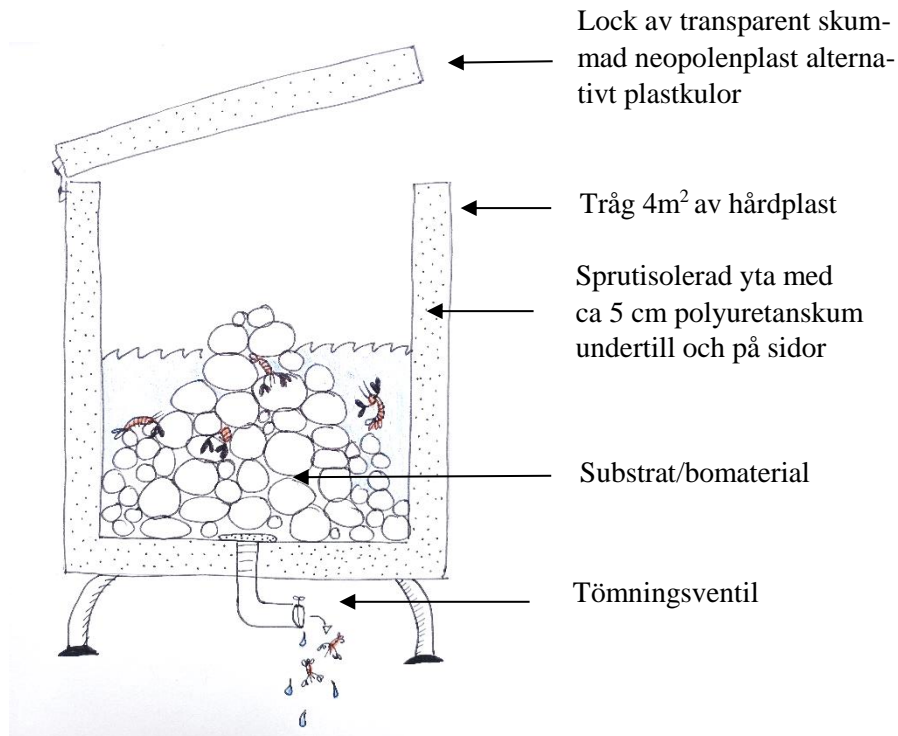
En flaskhals för produktion i sättfiskodlingar är det tillgängliga inomhusutrymmet i exempelvis tråghallar. Detta avgör vilken mängd fisk, särskilt ungfisk (exempelvis lax- och öringsmolt) som kan övervintras, något som i slutändan påverkar lönsamheten för odlingen eftersom skörd i odlingen inte matchar efterfrågan och optimerad prissättning. Detta sker då i avvägning mot anläggande av byggnader och kostnader i form av investeringar, underhåll med mera. En lösning är att odla i tråg som kan förvaras utomhus under vintern (Fig. 1).

Kräfter klarar låga vattentemperaturer med det är viktigt att trågen skyddas med isolering så att kranar, avlopp med mera inte fryser igen och att trågen är tillgängliga för tillsyn och utfodring. Det räcker med ett mycket litet flöde för att hindra bottenfrysning i dammar/bassänger då vatten är mycket värmetrögt, men helt utan flöde är det stor risk att det bli problem – åtminstone blir systemet känsligt för extrema kallperioder eller avbrott i vattentillförseln. Ett försök med isolerade bassänger har skisserats av Arne Fjälling (Fig. 2). Systemet är i korthet utformat som ett tråg på 4*4 meter (med en innervolym på cirka 3 kubikmeter) av hårdplast med tömningsventil och lock av transparent skummad neopolenplast alternativt plastkolor. Ytan är sprutisolerad med cirka 5 cm polyuretanskum undertill och på sidor. Locken bör vara genomskinliga för att släppa in dagsljus då UV strålningen håller ned tillväxt av skadliga mikroorganismer. Tråget bör ha ett galler en bit upp från botten för att underlätta vattnets rörelser i tråget, kan bli lokalt syrebrist vid botten annars, vanligt i ytskiktet i sjöar, har sett hur detta får kräfter att tappa sin rom nästan till 100 %.



Figur 1. Elin Dahlgren tittar på tråg som kan lämpa sig för ett odlingssystem att utveckla på Nämö i Stockholms skärgård. Fotograf: Arne Fjälling.

Denna metod för vinterisolering behöver valideras genom standardiserade testmetoder för optimal utformning. För att kunna nå produkter i form av kräftfiske, konsumtionskräftor behöver även modellkonceptet utökas med exempelvis tillväxtdammar.



Figur 2. System för vinterisolering av fisk/kräftodling, skisserat av Arne Fjälling, fiskerikonsulent på institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Illustration: Elin Dahlgren

Gömslen/skydd samt substrat

Flodkräftor kan vara ganska aggressiva och territoriella. För att motverka skador och kannibalism är det viktigt med tillgång till gömslen. Vid produktion av kräftor i dammar placeras ofta till exempel tegelpannor eller rörsystem ut för att öka antalet individer som kan hållas i odlingen. För att gynna småkräftor och yngel kan högar med mindre stenar (3–5 cm i diameter) läggas grunt medan högar med större stenar (cirka 10 cm i diameter) läggas lite djupare för att gynna större kräftor. (Nyström m.fl. 2018).

Stenar är lämpligt substrat för boplats och botten, med rätt sorts naturlig yta men de är väldigt tunga vilket utformningen av en småskalig, mobil anläggning. Istället för sten vore det idealiskt med "gigantiska lecakulor" storlek som grapefrukt-handboll. Liknande funktion skulle kunna tillverkas av uppochner nedvända djupa tallrikar eller liknande. Tanken är att den konvexa

ytan gör att avföring, foderrester med mera sätts i rörelse och förs ned till trågets botten då kräftornas kryper runt.

Tegel har en sträv och bra yta med tillräcklig tyngd. På Sveriges lantbruksuniversitetets lokaler på Drottningholm, har man tidigare låtit tegelbruk specialtillverkad ”kräftgömslen”, samt ett format för tegelstenar (Fig. 3). En variant, ”Tensta”, som ett hyreshus med ett antal krypin på höjden, samt varianten, ”Egnahem” som liknar fristående ettor på marken. Båda formaten har fungerat väl.

Foder

Med ambitionen att skapa ett system som baseras på lokala resurser har vi undersökt foder som kan genereras från lokala odlingar i form av ärtor samt fisk, fiskrens och maggots (Ewald 2020), alternativt slaktavfall från vilt. I dagsläget nyttjas ej bifångst såsom karpfiskar vid nätfiske utan slängs. Denna fisk samt rens från övrig fisk skulle troligtvis fungera utmärkt som kräftfoder.

För utfodring i odlingssystemet kan man utforma varierande djupa ”brunnar” på olika ställen i odlingens ”stenpartier” för att mata kräftorna på olika djup och med utspridd placering. Möjligen är det lämpligt att maten placeras i ett tråg som lyfts upp och fylls före matningen och sedan sänks ner igen.



Figur 3. Exempel på kräftgömslen som utvecklats på Sötvattenslaboratoriet, SLU. Till vänster, en tegelsten ”Tensta”, utformat som ett hyreshus med ett antal krypin på höjden. Till höger: ”Egnahem” med fristående ettor på marken. Fotograf: Arne Fjälling.

Rengöring

Utformning av en ”spolbrunn” som går ända ner till botten byggt av rör med vinkelmunstycke, gör att man uppifrån kan spola runt nere efter botten.

Vatten- och energisystem

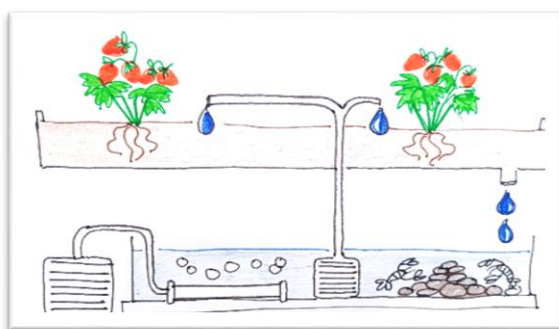
Skärgårdsmiljön har begränsad grundvattentillgång och det är lämpligt att utforma ett odlingssystem där vatten cirkulerar i systemet, snarare än att nyttja grundvatten. Sådana lösningar kan bygga på möjligheter att nyttja säsongsflöden i bäckar eller insamlat regnvatten. Regnvatten innehåller inga bakterier eller virus och så länge man får till en bra förvaring och insamling. I den modell som utformas här bygger det recirkulerande systemet på tillflöde via insamlat regnvatten via ett vattentorn.

Det finns flera intressanta möjligheter att lagra och fördela värme för att skapa högsta möjliga energieffektivitet. I skärgården kyls havet ned luften och kylan håller i sig längre in på säsongen än i inlandet. Under dessa förhållanden kan uppvärmning av vattnet under tidig vår öka tillväxten hos kräftyngel.

Akvaponi - Gröda

För att rena vatten från nitrat och nitrit som följer med avföring från kräftorna, kan vattnet renas genom samodling med växter (Fig. 4). För skapande av sådana system finns det mycket information tillgängligt i rapporter såväl som webbaserat material (ex.

<https://clemson.app.box.com/s/ghl52vqor5h95jyag1cq7q2jix82x6r5>). Avgörande för valet av gröda är om odlingssäsongen planeras för säsong eller året runt. I princip är det enklare att låta systemet gå året runt, men detta kostar energi. Om målsättningen är säsongsodling kan systemet istället hållas frostfritt på vintern. Utformningen blir då snarast för att optimera kräfttillväxt snarare än optimalt för odling av gröda.

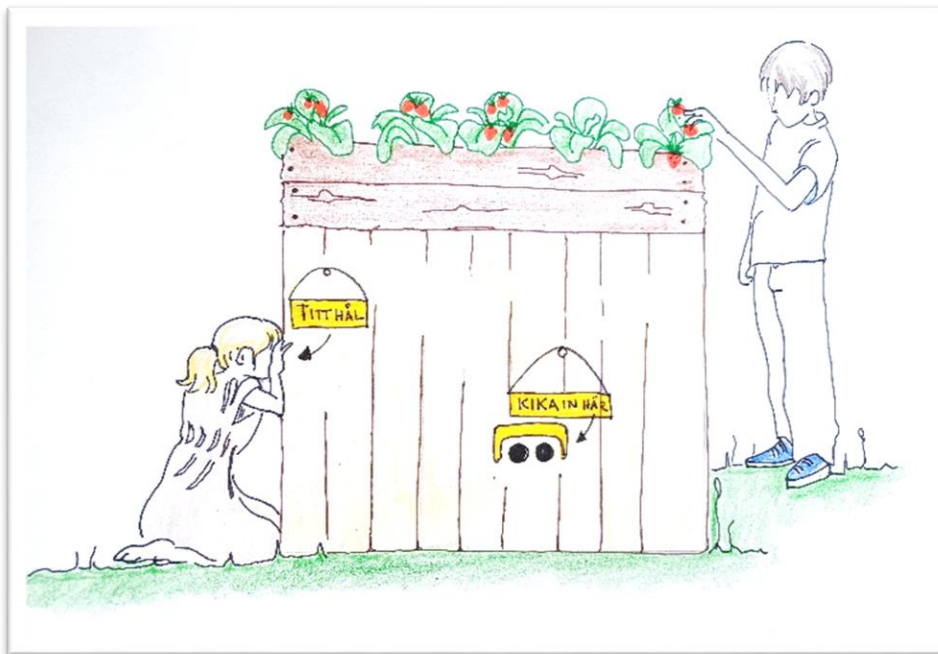


Figur 4. Näringsrikt vatten pumpas från kräfttanken till grenrör ovanför odlingsbädden. Dropprör placeras vid plantorna. Systemets pump är kopplad till en timer som slår på/av vid önskat intervall. Vatten pumpas till växterna och låter sedan renat vatten droppa tillbaka ned i odlingsbädden med hjälp av gravitationen. Illustration: Elin Dahlgren

Jordgubbar såväl som kräftor, uppåddar en stark betalningskapacitet på marknaden samt är lämpade för odling som baseras på säsongsförlängning. I praktiken innebär det en odlingsäsong som sträcker sig från tidig vår till sen höst. Däremot undviks intensiv odling vintertid vilken minskar behov av energikrävande växthusbelysning. Istället kan förnyelsebara källor bidra med det odlingsklimat som krävs, som solfångare, där slingor med vatten värms upp av solen och sedan förs in i odlingsmiljön, eller solceller.

Naturvägledning

Naturvägledning syftar till att öka förståelsen för de grundläggande ekologiska och kulturella sambanden och för människans roll i naturen. För bevarande av flodkräfta är kunskapsspridning avgörande för att synliggöra kräftan och belysa vikten av att bevara rena livsmiljöer. Det är extra viktigt att genomföra informationssatsningar i skärgårdslandskapet där livsmiljöerna möjligen utgör en sista utpost. För att öka miljömedvetenhet hos den enskilde och i samhället, bidrar naturvägledning till att besökare utvecklar sin egen relation till naturen och kulturlandskapet. Genom att applicera moment av naturvägledning som del av utformning, placering och nyttjande av odlingsystem för flodkräfta, kan man skapa innovativa system som väcker nyfikenhet och lockar till lärande (Fig. 5).



Figur 5. Kräftor och jordgubbar i en konstruktion som främjar naturvägledning. Här kan besökare kika in till kräftorna genom titthål, smaka på odlingarna samtidigt som de lär sig om flodkräftans biologi och hotbild. Illustration: Elin Dahlgren

Avslutande kommentar

Det finns mycket befintlig kunskap om odling av kräftor, expertis att tillgå samt manualer att läsa. För utformning av specialanpassade lösningar med nischad inriktning och behovsändamål som beskrivs i denna rapport, är det kreativiteten som sätter gränserna. Projekt som innefattar att bygga upp en konstruktion enligt de moment som diskuterats i rapporten (med vatten och energisystem, bottensubstrat, grödor, mm), innefattar många osäkerhetsfaktorer vilket talar för att det blir svårt att direkt gå i mål med alla delar. Genom att skapa en fullskalig prototyp där systemet kan testköras skulle troligen resultera i en snabb kunskapsutveckling.

Referenser

Ewald, N., Vidakovic, A., Langeland, M., Kiessling, A., Sampels, S., & Lalander, C. (2020). Fatty acid composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) –Possibilities and limitations for modification through diet. *Waste Management*, 102, 40-47.

Fiskeriverket och Naturvårdsverket 2009. Åtgärdsprogram för flodkräfta 2008 - 2013. Rapport 5955.

Nyström, P., Jansson, T., Edsman, L. 2018. Kräftodlingens ABC. Handbok för odlare. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet, Drottningholm Lysekil Öregrund. 33 s.

Nyström, P., Stenberg, M., Edsman, L. 2022. Flodkräfta och flodkräftodling i Sverige, under färdigställande.

SLU, Institutionen för akvatiska resurser, 2022. Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2021. Havs och vattenmyndighetens rapportserie. Rapport 2022:2