

Appendix: Bottenmonterade mätsystem 2020–2021 - Uppdaterad med senaste mätdata

Anna Willstrand-Wranne, Martin Hansson, Johanna Linders, Fredrik Waldh, Karin Wesslander, Daniel Bergman-Sjöstrand, Maria Nordström, Raul Salas Labadia, Erik Udéhn, Markus Lindh



Pärmbild

Fotograf: Daniel Bergman-Sjöstrand. Inför utsättning (vänster bild) och under upptagning (höger bild) av bottenmonterat mätsystem vid Understen i Ålands hav.

ISSN: 0283-7714 © SMHI

RAPPORT NR 2021-131

TITEL

Appendix: Bottenmonterade mätsystem 2020-2021 – Uppdaterad med senaste mätserierna

FÖRFATTARE

Anna Willstrand-Wranne, Martin Hansson, Johanna Linders, Fredrik Waldh, Karin Wesslander, Daniel Bergman-Sjöstrand, Maria Nordström, Markus Lindh, SMHI

UPPDRAGSGIVARE

Havs- och Vattenmyndigheten, Box 11 930, 404 39, Göteborg
Karl Norling (kontaktperson)
Telefon 010-698 60 00
E-post karl.norling@havochvatten.se

PROJEKTANSVARIG

Anna Willstrand Wranne SMHI 426 71 Göteborg
Telefon 011-495 80 00
E-post anna.wranne@smhi.se

TEKNIKANSVARIG

Maria Nordström SMHI 426 71 Göteborg
Telefon 011-495 80 00
E-post maria.nordstrom@smhi.se

SMHI DIARIENUMMER

2021/283/10.7

Sammanfattning

Denna rapport är innehåller kompletterande data till rapporten Rapport Nr 2021-131. För utförligare beskrivningar om mätsystemen, tekniks analys och genomförande se Rapport Nr 2021-131.

För att uppskatta dynamiken i den marina miljön genom miljöövervakning och för att ta fram bra beslutsunderlag till åtgärder i havet så behövs mätningar med hög upplösning i tid och rum. Dagens mätprogram utförs traditionellt med lägre upplösning i tid, i princip månadsvisa provtagningar men med relativt hög rumslig upplösning på olika stationer i svenska vatten.

Målet med projektet är att utvärdera kostnadseffektiva mätsystem med kapacitet att mäta viktiga oceanografiska variabler med hög upplösning i tid som komplement till nuvarande mätprogram. I projektet ingår tre positioner med bottenmonterade system i områden där det kan råda stor variation på korta tidsskalor för variabler som temperatur, salt, syre och ström. De bottenmonterade mätsystemen har mätt temperatur, salinitet och syre vid stationerna L9, Hanöbukten och Understen. Vid Hanöbukten och Understen har även ström mätts. Parametrarna har samlats in med hög upplösning i tid, i snitt var 20:e minut.

De bottenmonterade mätsystemen planerades att sättas ut med R/V Svea och byte av mätsystemen planerades till varje halvår. I en utvärdering av projektet, 1,5 år efter första utsättningen, kan man konstatera att det var svårt att kombinera R/V Sveas schemalagda veckor med bra väder för utsättning och upptag av bottenmätsystemen. Möjligheten för byte av bottenmätsystem är mycket liten då R/V Svea oftast bara passerar förbi varje position för bottenmätsystemen en gång under SMHIs utsjöexpedition. Vid ett tillfälle uppstod ett tekniskt problem som bidrog till att L9-riggen slet sig inför upptag i juni 2021 samt att bottenmätystemet vid Hanöbukten var borta och inte kunde hittas i oktober 2021, trots upprepade försök. Hanöbukten är en intressant station, men problematisk för bottenmätsystem då området har mycket fiske och framförallt trålande fartyg.

Resultaten från projektet visar att samtliga bottenmätsystem fångar en stor variation och viktig dynamik i temperatur, salinitet, syre och strömförhållanden som den traditionella månadsvisa provtagningen inte lyckas fånga. Månadsvisa mätningar behöver kompletteras med högupplöst data för att oceanografiska händelser, med potentiella viktiga effekter i den marina miljön, skall åskådliggöras tydligt.

SMHI:s analys av data i denna rapport visar att bottenmonterade mätsystem har stor potential för att förstå processer som sker på kortare tidsskala i den marina miljön. Till exempel kan de användas för att identifiera områden med korta perioder med syrebrist som har stark negativ inverkan på bottenfauna. Dessa mätsystem ger även värdefulla och kostnadseffektiva data som kompletterar de data som insamlas inom befintliga mätprogram. I rapporten fastslår SMHI att bottenmätsystemen vid L9 Laholmsbukten och Understen bör långsiktigt inkluderas i den nationella miljöövervakningen. SMHI rekommenderar att nästa steg är att testa och utvärdera profilerande flöten, s.k. Argo floats, i lämpliga områden av Östersjön.

Innehåll

1	Bakgrund	1
2	Metodik	1
2.1	Utförande	2
2.2	Data	2
3	Resultat.....	3
3.1	L9, Laholmsbukten.....	3
3.1.1	Teknisk analys	3
3.1.2	Analys av data	3
3.2	Understen, Ålands hav	7
3.2.1	Teknisk analys	7
3.2.2	Analys av data	7
3.3	Hanöbukten.....	11
3.3.1	Teknisk analys	11
3.3.2	Analys av data	11

1 Bakgrund

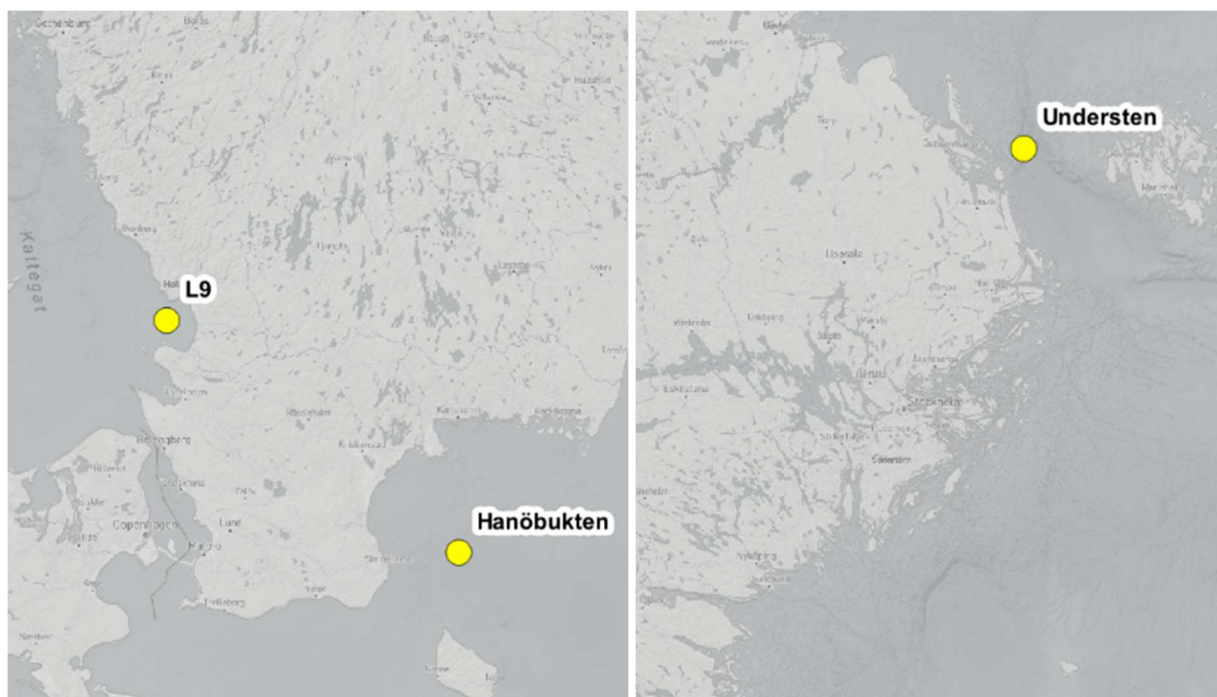
Denna rapport är en komplettering till Rapport Nr 2021–131. När Rapport Nr 2021–131 publicerades hade inte två av mätsystemen plockats upp för sista gången. Denna kompletterande rapport innehåller den sista data som mätsystemen producerat.

2 Metodik

Denna kompletterade rapport innehåller data från alla tre mätsystem som beskrivs i tabell 1.

Tabell 1. Beskrivning av de tre bottenystemen; Laholmsbukten (L9), Hanöbukten (Hanöbukten) och Understen.

Område	Station/ Stationsnummer	Latitud	Longitud	Instrument	Mätdjup (m)	Mätstart
Kattegatt	L9 33041	N 56° 33,90'	E 012° 43,20'	SBE37SMP- ODO	18	Juni 2020
Hanöbukten	Hanöbukten 33039	N 57° 37,04'	E 014° 52,04'	SBE37SMP- ODO, Aquadopp	79	Juli 2020
Ålands hav	Understen 33038	N 60° 16,20'	E 018° 55,80'	SBE37SMP- ODO, Aquadopp	220	December 2020



Figur 1. Karta över positionerna för bottenmätsystemen runt Sveriges kust i tre olika havsområden, Laholmsbukten (L9), Hanöbukten och Ålands hav (Understen).

2.1 Utförande

Utförandet av upptag och utsättning samt mätperiod anges i **Tabell 2**.

Tabell 2. Verkligt utfall för upptag och utsättning av bottenmätsystemen.

Position	Parametrar	Mätstart	Byten	Försök till byten	Upptag slutligt
L9 (Laholmsbukten)	Salt, temperatur, syre	Juni 2020	December 2020, juli 2021	Juni, oktober och december 2021, januari 2022	Mars 2022
Hanöbukten	Salt, temperatur, syre, ström	Juli 2020	Mars 2021	Januari, februari, oktober samt november 2021	April 2022
Understen (Ålands hav)	Salt, temperatur, syre, ström	December 2020	Maj och december 2021		Maj 2022

2.2 Data

Data som insamlas med automatiska mätsystem tas om hand av SMHIs oceanografiska datagrupp. När samtliga observationer från ett mätsystem inkommit till SMHI genomgår de automatiska kontroller för gränsvärde (gross range test), spiktest (spike test), förändringstest (rate of change test) och flat-line test (Bushnell 2019). Detta följs sedan av en visuell kontroll av data.

I samband med strömmätningen gör ADCP-instrumentet egna kvalitetskontroller. Faktorer som signalstyrka, instrumentets lutning, pitch och roll kontrolleras (N3015-023-Integrators-Guide-Classic_0821 och N3015-031 ComprehensiveManual_ADCP_0921-compressed). Detta ger upphov till ett tiotal kvalitetsflaggor per mätvärde som också beaktas vid granskningen av data. Den data som insamlats med SMHIs bottenmätsystem har databaslagts till SMHIs interna databaser samt finns tillgänglig via SMHIs öppna data (<https://www.smhi.se/data/oceanografi/ladda-ner-oceanografiska-observationer>). Använd länken nedan eller sök på "Ladda ner oceanografiska observationer" på hemsidan för att nå SMHIs öppna data. Via kartan i användargränssnittet eller genom att söka på stationsnamn kan data, per parameter, sökas ut och därefter ladda hem. I filerna är det noterat om data har genomgått kvalitetsgranskning eller ej.

De referensdata, insamlade inom nationell eller regional miljöövervakning, som har använts i denna rapport är hämtade från SHARKweb (<https://sharkweb.smhi.se/hamta-data/>). Här kan biologiska, fysikaliska och kemiska marina miljöövervakningsdata fritt laddas ner. SMHI är på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten nationell datavärd för oceanografi och marinbiologi och är av UNESCO utsedd till Nationellt Oceanografiskt Data Center (NODC).

3 Resultat

3.1 L9, Laholmsbukten

3.1.1 Teknisk analys

Bottensystemet vid L9 plockades slutligen upp under SMHI:s utsjöexpedition i mars 2022.

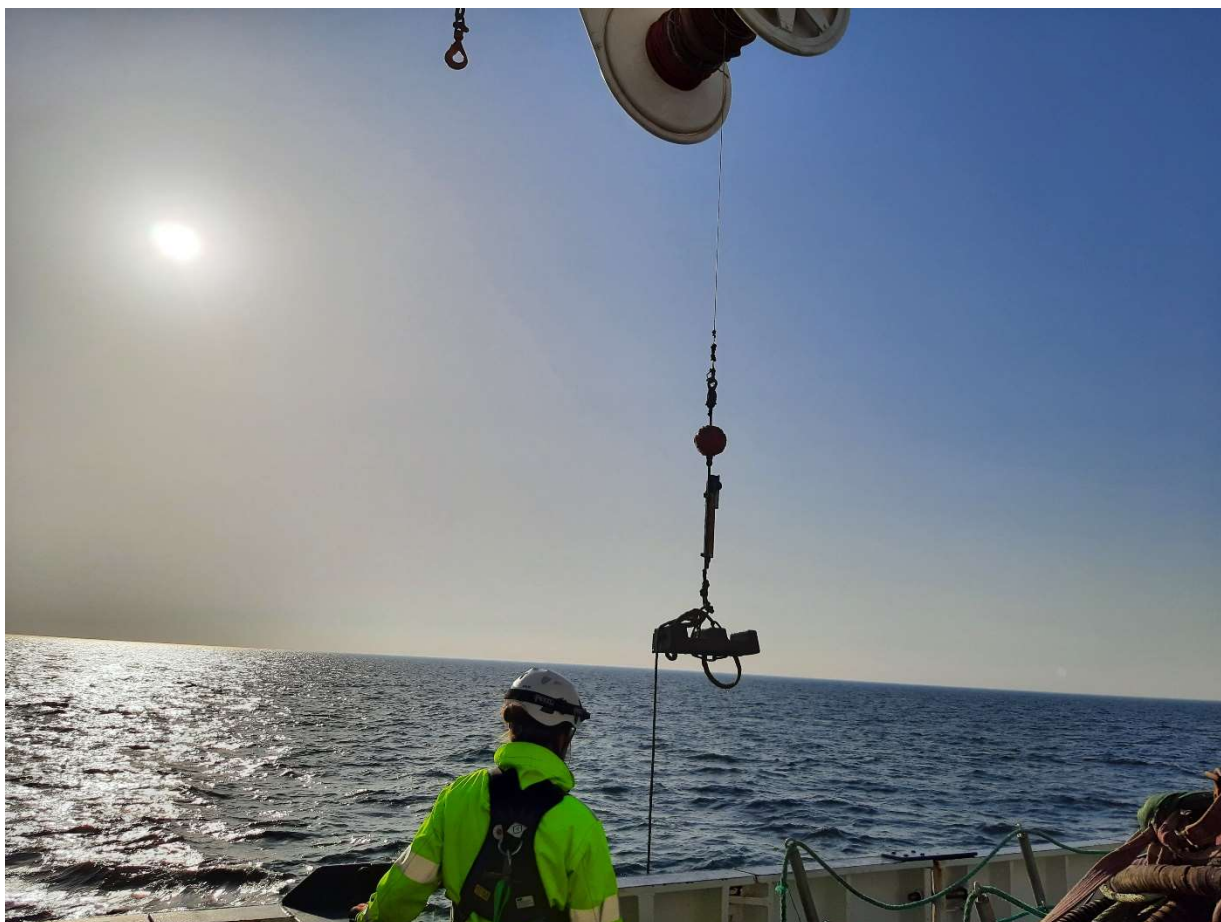


Bild 1. Upptag av mätsystemet vid L9 med R/V Svea. Foto: Maria Nordström, SMHI

3.1.2 Analys av data

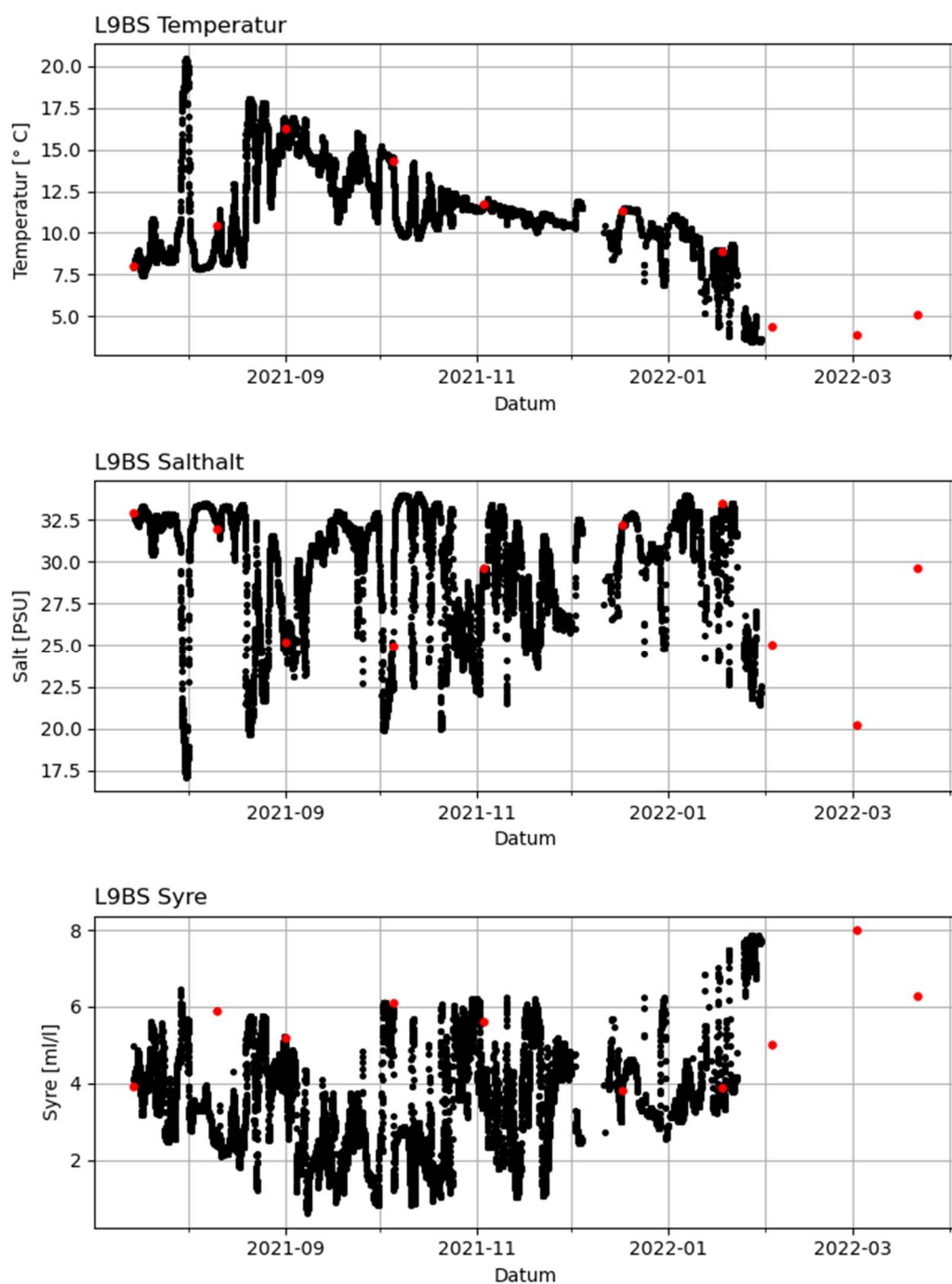
En analys av data för att skapa tidsserier med parametrarna temperatur, salinitet och syre presenteras i **Figur 2** samt korrelationer mellan syre, temperatur och salthalt.

Temperaturen är som högst under sommaren och under en kortare period i slutet av juli går temperaturen upp till 20 grader i bottenvattnet. Under höst och vinter sjunker temperaturen succesivt för att i januari gå ner till 3 grader. Överlag så stämmer mätningar av temperatur med bottenmätsystemet väl överens med referensmätningar (CTD temperaturmätning) på samma position. Det finns en viss tendens där framförallt låg temperatur sammanfaller med hög syrekonzentration, se januaridata i **Figur** . Detta är rimligt då lösligheten ökar vid lägre temperatur samt att det vid den här tiden på året normalt sker en större omblandning av vattnet. Vid högre temperaturer varierade syrekonzentrationen mer men det var ändå lägre

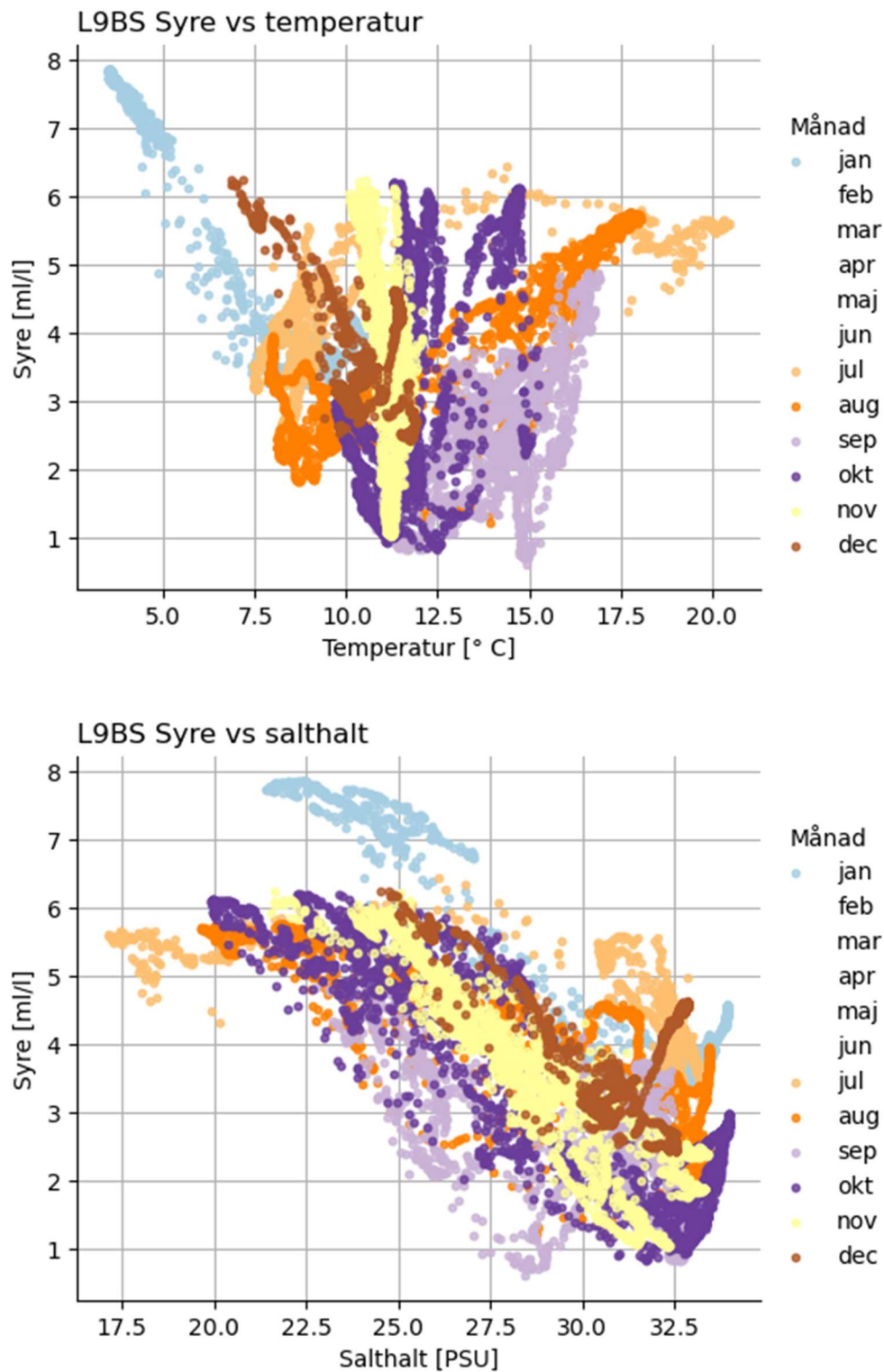
syrekoncentrationer. Detta beror på att lösligheten minskar med ökad temperatur samtidigt som biologiska processer som förbrukar syre går snabbare med ökad temperatur.

Under mätperioden så observerades en relativt stor variation i salinitet mellan 17–34 psu där högre salinitet sammanföll med lägre syrekoncentration och tvärtom (2). Saliniteten från referensmätningar (laboratorieanalys av salinitet samt CTD) stämmer relativt bra överens med mätningar från bottenmätsystemet. Associeringen mellan salinitet och syre är tydligare i en visuell korrelationsanalys mellan syre och salinitet, (3). Syrekoncentrationen var som lägst under september – oktober då nivåerna var ofta var kring 0,5 – 2 ml/l. Under denna period var det också generellt högre salthalt. Noterbart är att dynamiken i syrekoncentrationen fångas till viss del i referensmätningar. Men vid flera tillfällen så har bottenmätsystemet uppmätt en stor variation i syrekoncentrationer som helt eller delvis missas vid den månatliga provtagningen i det regionala miljöövervakningsprogrammet vid positionen. En förklaring till skillnaden mellan bottenmätsystemets uppmätta syrehalt och referensmätningarna kan vara att bottenmätsystemet är placerat så att de alltid mäter 1 meter ovan botten. Vid vattenprovtagning nära botten eftersträvas också opåverkade mätningar 1 meter ovan botten men sjöhävning och andra förhållanden kan påverka vilket vatten som provtas. Ett litet fel i djupled kan innebära en större skillnad i t.ex. syrehalt då språngskiktet vid denna station vanligtvis ligger nära botten och vattenprovtagningen då görs i vatten strax ovanför bottenmätsystemet, ovanför språngskiktet, där då högre syrehalter uppmäts.

Vid upptaget i mars 2022 så finns det tyvärr data från bottenmätsystemet t o m januari 2022, så sensorn slutat logga pga slut på batteri.



Figur 2. Tidsserier för parametrarna salinitet, temperatur och syre vid stationen L9 för perioden juli 2021 – januari 2022. Röda punkter indikerar referensmätningar med flaskdata från laboratorieanalyser, samt referensmätningar som är uppmätt med CTD, inom det regionala miljöövervakningsprogrammet vid L9 (Hallands kustvattenkontroll).



Figur 3. Visuell korrelationsanalys mellan syre och temperatur (övre), och mellan syre och salthalt (nedre) för **perioden juli 2021 – mars 2022**. Observationer för olika månader indikeras med specifika färger.

3.2 Understen, Ålands hav

3.2.1 Teknisk analys

Mätsystemet plockades upp i maj 2022, återigen med hjälp av arbetsbåten Andrea.



Bild 2. Upptagning av mätsystemet vid Understen med arbetsbåten Andrea. Foto: Daniel Bergman Sjöstrand, SMHI.

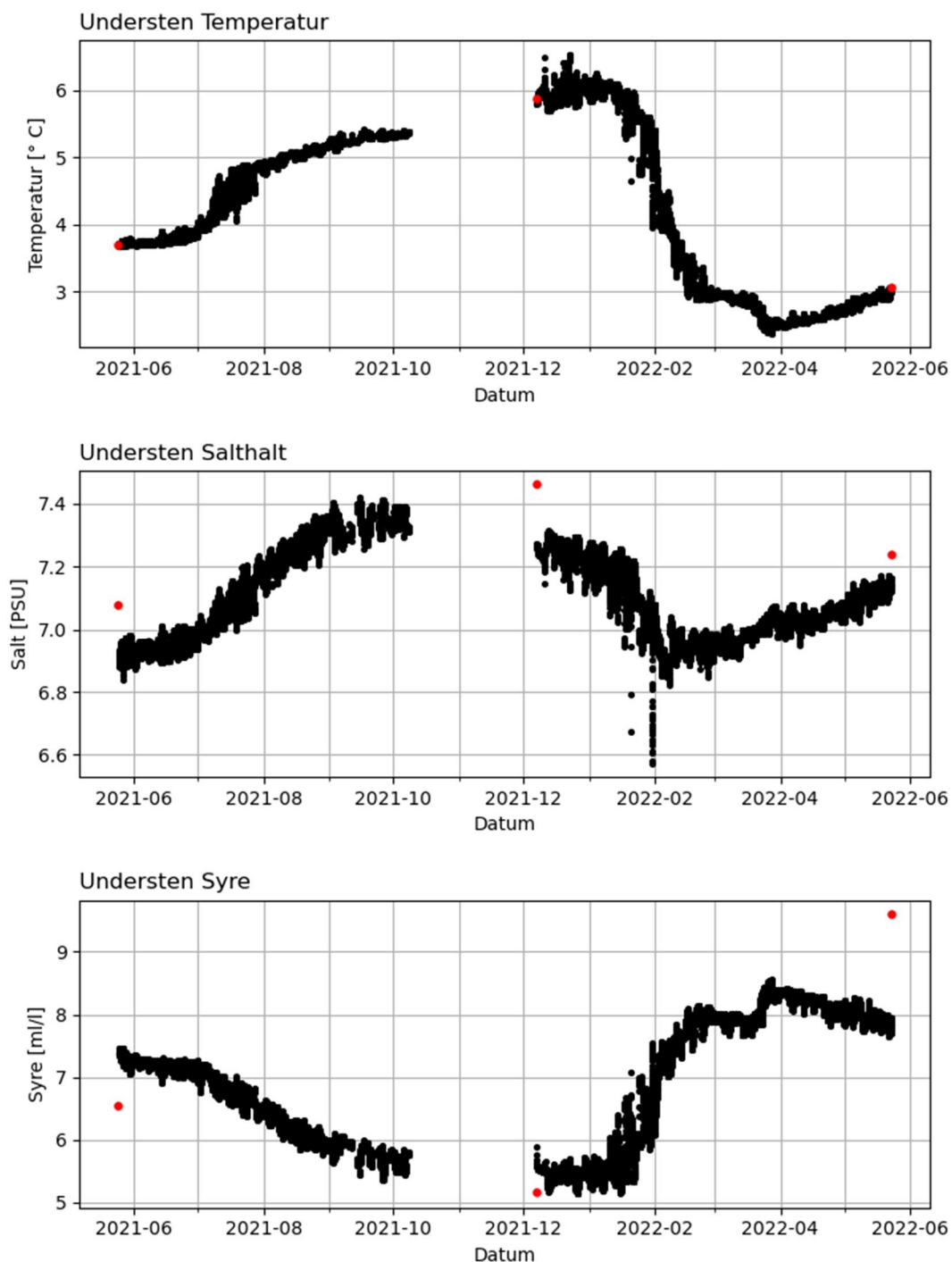
3.2.2 Analys av data

En analys av data för att skapa tidsserier med parametrarna temperatur, salinitet och syre presenteras i **Figur 4**. För den första perioden mellan slutet av maj till oktober stiger temperaturen från 3,5 till 5,5 grader. Under den andra mätperioden så är temperaturen som högst i december då den har stigit till 6 grader. Därefter sjunker den rätt snabbt till som lägst 2,5 grad i slutet av mars 2022. Samtidigt så är höga syrekoncentrationer associerade med lägre temperatur. Denna associering är tydligare i en visuell korrelationsanalys mellan syre, temperatur och salinitet (**5**).

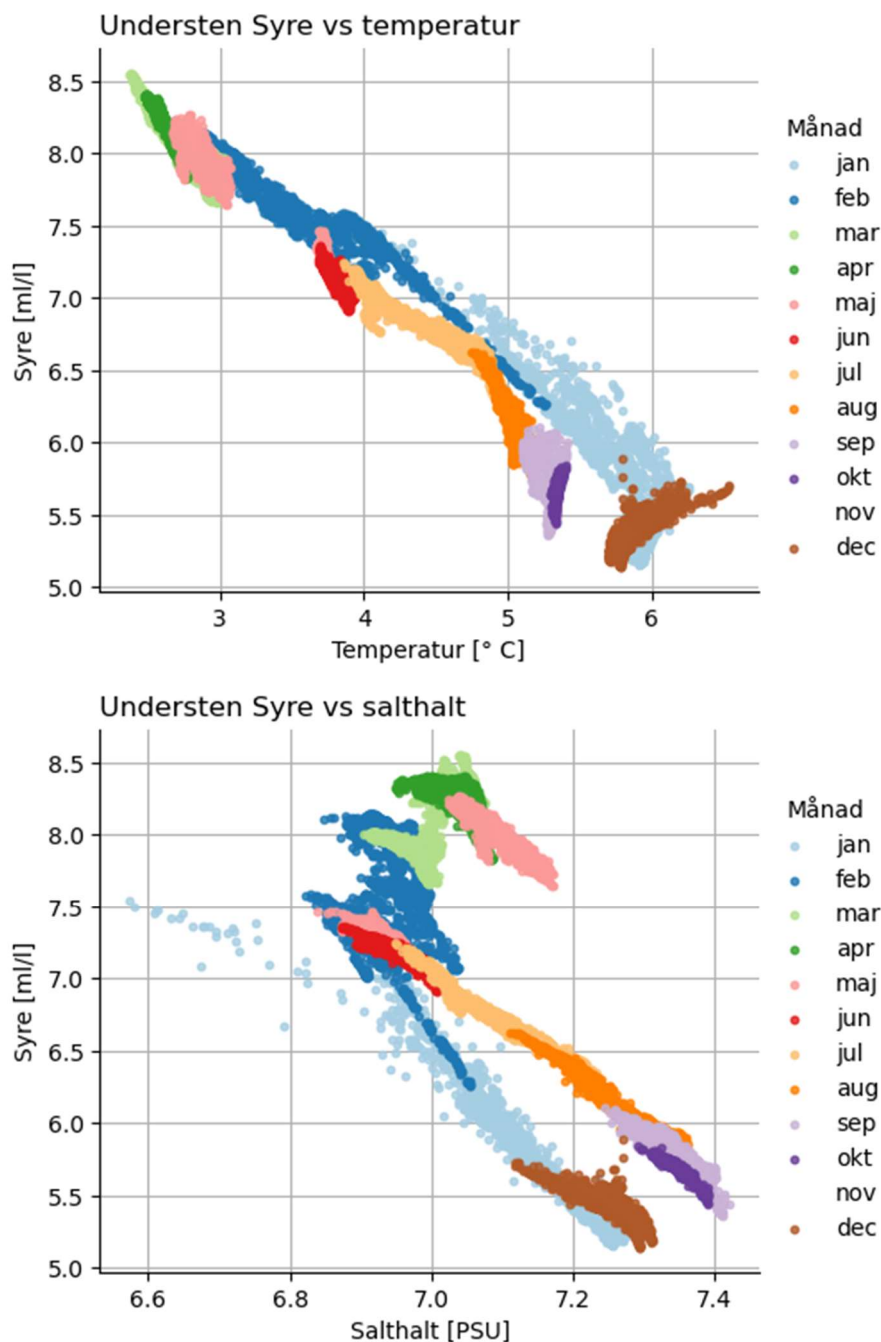
Under hela mätperioden så observerades en mycket liten variation i salinitet mellan ungefär 6,9–7,4 PSU (**4**). I slutet av januari 2022 sjunker salthalten tillfälligt till 6,6 PSU vilket sammanfaller med en samtidig sänkning av temperaturen. Trots liten variation i salthalt så sammanfaller hög salinitet med lägre syrekoncentrationen och tvärtom (**4** och **5**). Syrekoncentrationen varierade mellan som lägst 5,5 ml/l i december 2021 till som högst 8,5 i mars 2022. Variationerna i syrekoncentrationen är tydligt kopplade till främst temperatur men även salthalt.

Det har varit ett problem vid Understen att batteritiden för mätinstrumentet för salinitet, temperatur och syrehalt varit kortare än beräknat. SMHI har kontaktat leverantören för att

diskutera detta då mätperioden inte borde vara ett problem i normalfall. Refernskastet med CTD vid upptaget visar en avvikande syrehalt och SMHI undersöker om CTD:n behöver skickas på service och kalibrering.



Figur 4. Tidsserier för parametrarna temperatur, salinitet och syre vid stationen Understen, 221 m, för perioden juni 2021 – maj 2022. I perioden oktober till december finns inga mätningar då batterierna i mätinstrumenten tagit slut. De röda punkterna är mätningar med CTD i samband med iläggning och upptag.

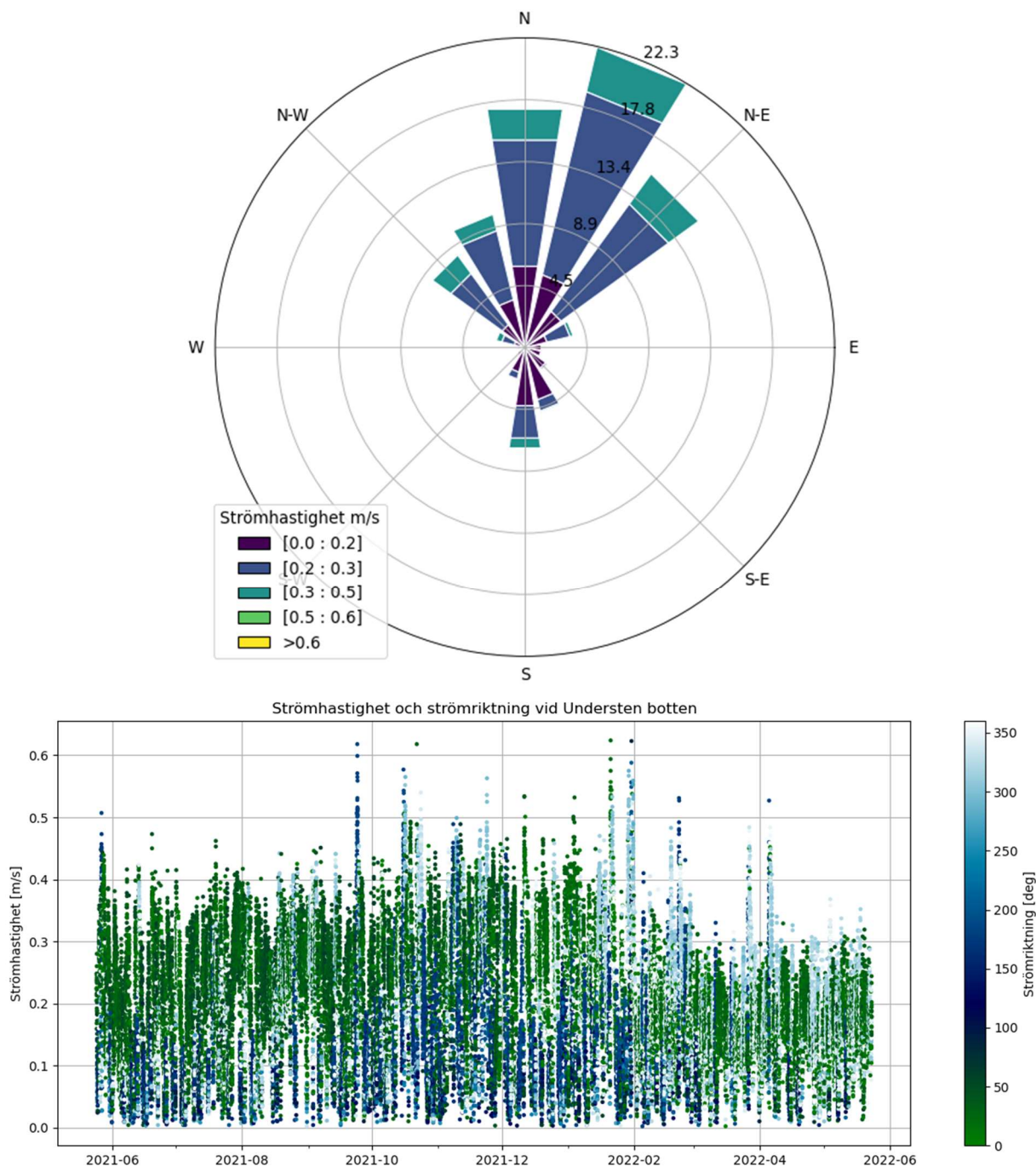


Figur 5. Visuell korrelationsanalys mellan syre och temperatur (övre) och mellan syre och salthalt (nedre) juni 2021 – maj 2022. Observationer för olika månader indikeras med specifika färger.

Riktning för ström i havet är definierad som riktning mot, till skillnad från vind där det är riktning ifrån. En nordlig ström rör sig alltså alltså mot nord, medan nordlig vind blåser mot syd

För strömriktning och strömshastighet så analyserades den dominanta strömriktningen och variation i strömshastighet över tid (**Figur 6**). På positionen Understen så är den dominanta strömriktningen mot nord - nordost. Ungefär 22 procent av hela mätperioden dominerades av nord-nordliga strömmar och endast kring 10 procent av mätperioden hade en sydlig strömriktning.

Variationen i strömhastighet var mycket stor, den varierade upp till kring 0,5 m/s. Den dominerande strömhastigheten var kring 0,2 – 0,3 m/s. Ingen tydlig samvariation med strömriktning kunde observeras. På samma sätt kunde ingen tydlig korrelation mellan uppmätta parametrar och strömriktning observeras.



Figur 6. Strömriktning och strömhastighet (övre) vid Understen, 221 m, för perioden juni 2021 – maj 2022. Strömros visar den dominerande strömriktningen där strömriktningen i N, Ö, S eller V inklusive strömhastighet i m/s som visas med olika färger, strömhastighet över tid. Nedanför visas tidsserie av strömhastighet där färgen indikerar strömriktningen.

3.3 Hanöbukten

3.3.1 Teknisk analys

Mätsystemet vid Hanöbukten skulle plockats upp i oktober 2021 men hittades aldrig. Flera försök gjordes under hösten 2021 för att hitta systemet, men utan framgång.

Under våren 2022 hör en polsk fiskare av sig till SMHI via sociala medier och meddelar att han hittat ett mätsystem under fisket. Han lämnar mätsystemet på kajen i Simrishamn innan han återvänder ut på fiske. Hamnkaptenen i Simrishamn assisterar SMHI med frakt till Göteborg. Den akustiska releaser som använts hittades dock inte av fiskaren.

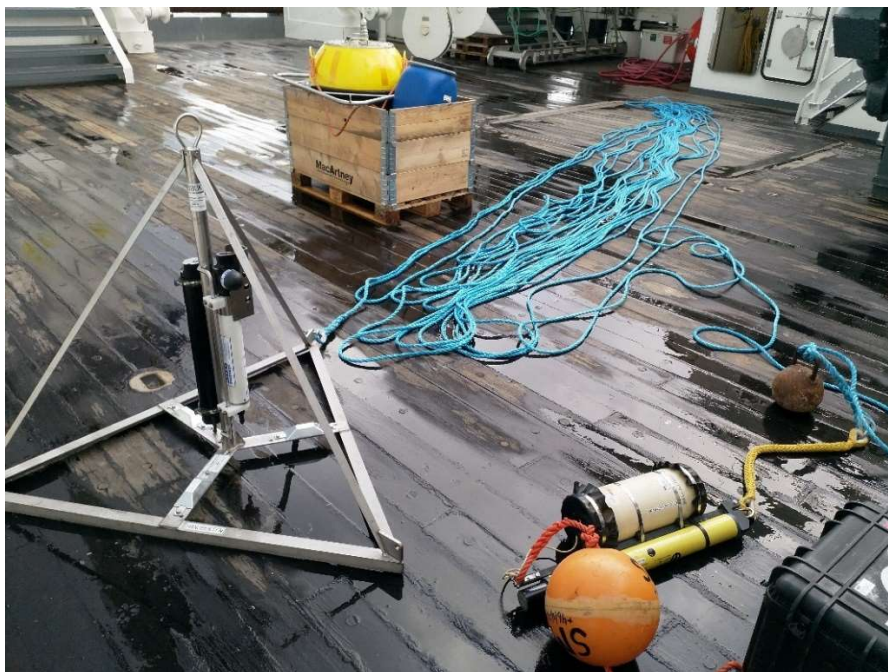


Bild 3. Förberedelser inför utsättning av mätsystemet vid Hanöbukten med R/V Svea.

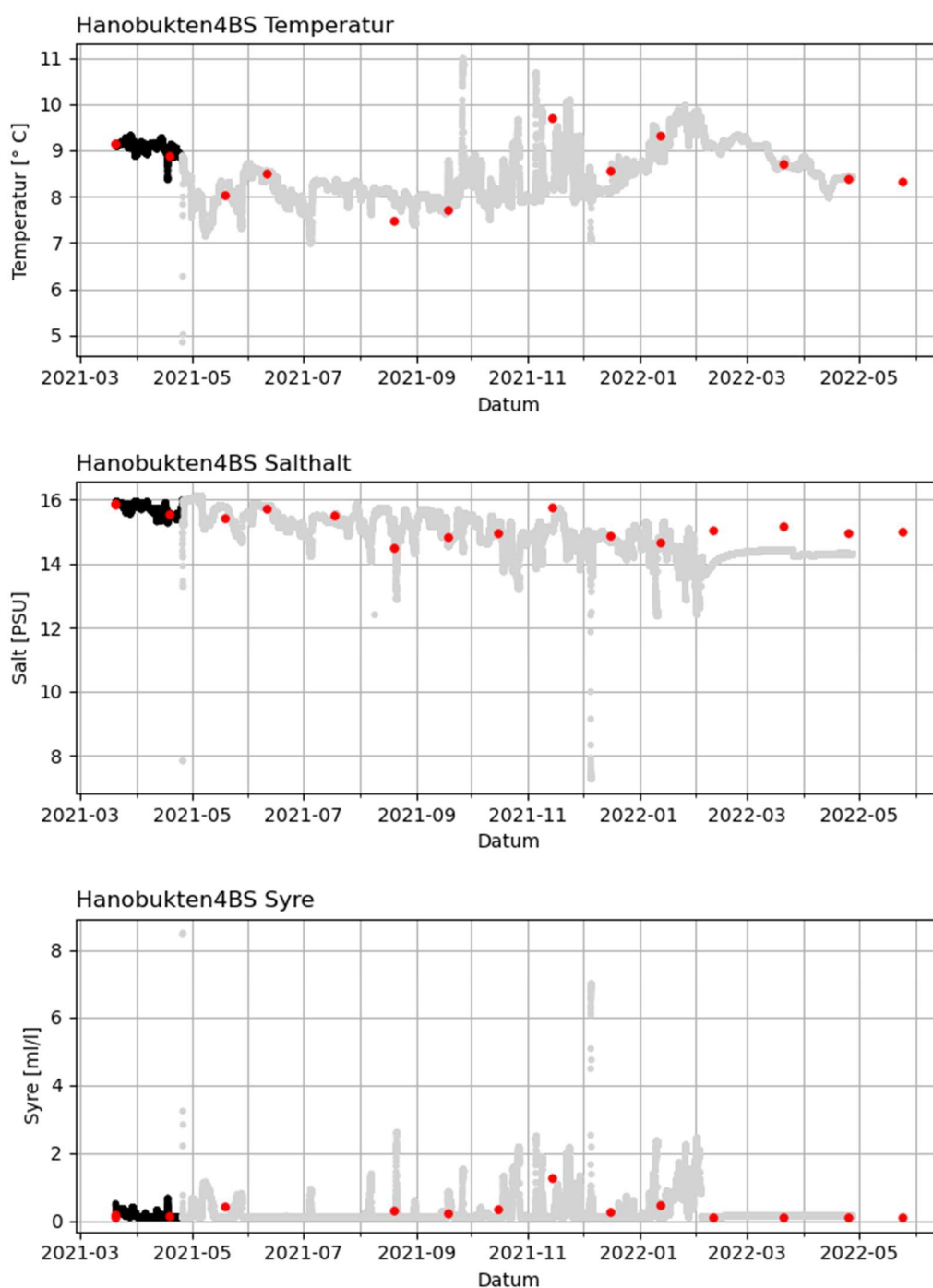
3.3.2 Analys av data

Mätsystemet vid Hanöbukten hittades med både CTD och strömmätare intakta. Från data kan vi gissa oss till när systemet flyttat sig sedan utsättningen i mars 2021. Vid analys av strömdata var det uppenbart att instrumentet hade förflyttats i slutet av april 2021, därefter har riggen hamnat på ett annat djup, ca 74 m, och troligen vält. CTD:n som mäter salinitet, temperatur och syre har loggat data under hela perioden och i grafen nedan (**Figur 7**) ser man i grått när vi inte vet positionen på mätsystemet längre. Perioden i svart är på utsättningspositionen. Data av temperatur, salthalt och syre har därmed tveksam kvalitet efter förflyttningen eftersom vi inte vet vilken position riggen varit på. Strömmätningar blev helt felaktiga när riggen hade hamnat i fel läge och därför visas här enbart strömdata fram till förflyttningen. Vi kan även se att i slutet av februari 2022 händer något ytterligare med riggen och i samband med detta blir salthalten dålig och information från strömssystemet försvinner helt.

Hanöbukten är en station där det utförs månatliga provtagningar i det nationella mätprogrammet och de röda punkterna i Figur 7 är dessa mätningar. Detta visar att trots förflyttning av instrumentet verkar CTDn på riggen ha fungerat och mäter rimliga värden men vi har ändå valt att märka denna period med en sämre datakvalitet eftersom positionen är okänd.

Temperaturen varierade från 9 grader vid iläggningen av systemet till som lägst 7 grader i juli, i slutet av januari var temperaturen kring 10 grader. Salthalten vid iläggningen var kring 16 PSU och därefter sjönk den succesivt under mätperioden. Både temperatur och salthalt har relativt stora variationer.

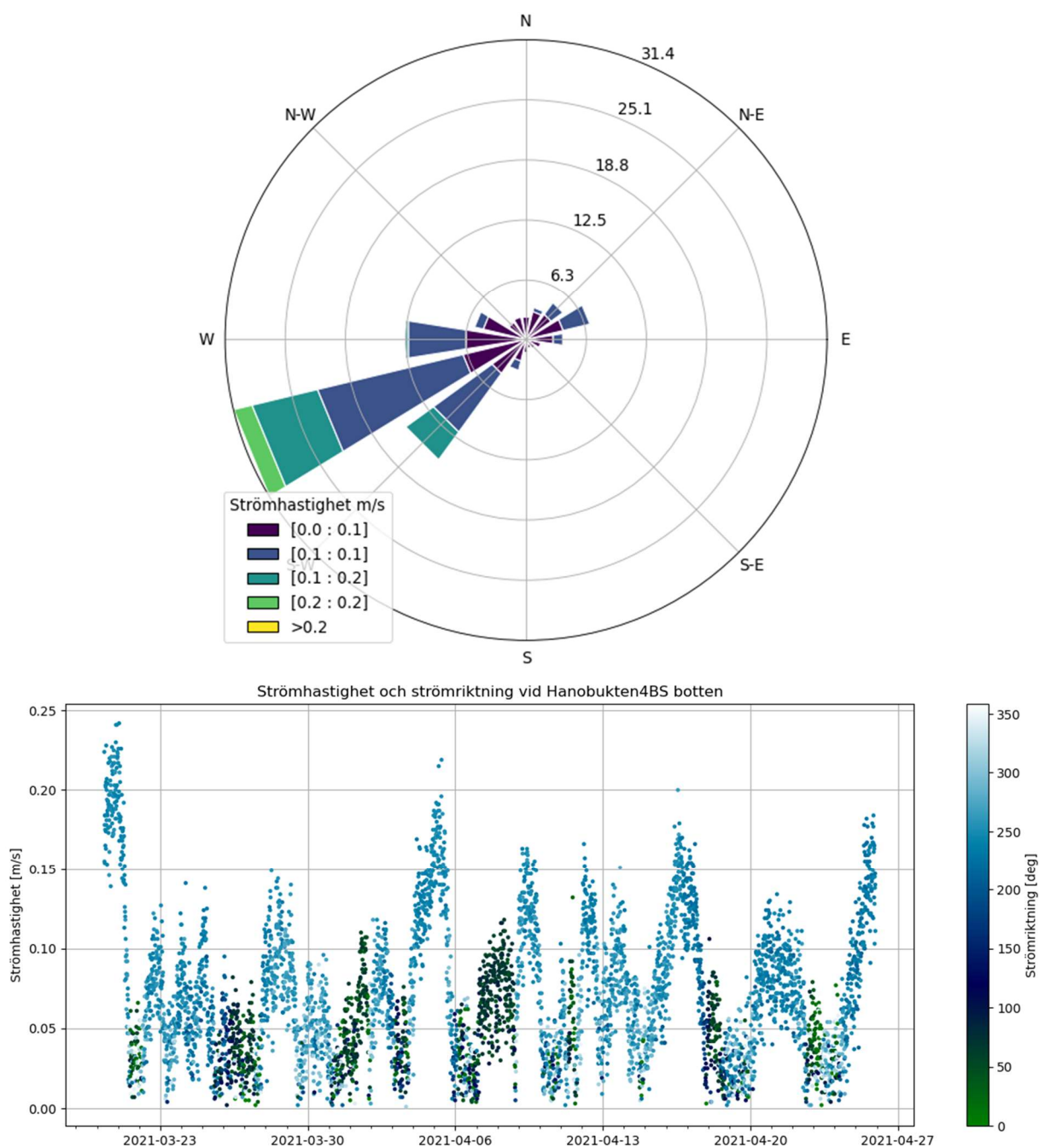
Hanöbukten är ett område som lider av syrebrist och det är oftast syrekoncentrationer under 2 ml/l. Under flera tillfällen är det helt syrefritt.



Figur 7. Tidsserier för parametrarna temperatur, salinitet och syre vid stationen Hanöbukten, 79 m, för perioden mars 2021 – april 2022. De röda punkterna är mätningar med CTD i samband med nationell provtagning samt iläggning och upptag.

För strömriktning och strömhastighet så analyserades den dominanta strömriktningen och variation i strömhastighet över tid (Figur 8). På positionen Hanöbukten så var den dominanta strömriktningen mot sydväst under perioden mars 2021 – april 2021. Ungefär 30 procent av månaden dominerades av strömmar mot väst - sydväst och endast en mindre andel av mätperioden hade en nordostlig strömriktning.

Strömhastigheten vid botten varierade upp till kring 0,25 m/s. Den dominerande strömhastigheten var kring 0,1 m/s.



Figur 8. Strömriktning och strömhastighet vid Hanöbukten, 79 m, för perioden mars 2021 – april 2021. Strömrosen överst visar den dominerande strömriktningen indikeras i N, Ö, S eller V riktning inklusive strömhastighet i m/s som visas med olika färger. Nedanför visas tidsserie av strömhastighet där färgen indikerar strömriktningen.

SMHI har en livsviktig roll som pålitlig expertmyndighet. Genom vår gedigna kunskap om väder, vatten och klimat bidrar vi till att öka hela samhällets hållbarhet.

Vi samlar in mängder av data som vi bearbetar, modellerar och visualiserar utifrån olika scenarier. Vi följer omvärldens utveckling och genom vår egen forskning utvecklar och sprider vi kunskap och tjänster som bygger på vetenskaplig grund. Vi utvärderar, analyserar, prognostiserar och följer upp. Varje dag, dygnet runt, året om.

Därför vågar vi lova dig ständigt aktuella beslutsunderlag som gör det lättare att planera på både kort och lång sikt – allt från din utflykt till framtidens infrastruktur. Våra underlag hjälper samhället att nå de nationella miljökvalitetsmålen och hantera morgondagens globala utmaningar.

SMHI omsätter 916 miljoner kronor och har cirka 670 medarbetare. Huvudkontoret finns i Norrköping. SMHI har också kontor i Göteborg och Uppsala.

SMHI. Alltid de bästa underlagen för dina beslut.



SMHI – SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT

601 76 Norrköping • Besöksadress Folkborgsvägen 17 • Telefon 011-495 80 00 • E-Post smhi@smhi.se • www.smhi.se