

Vattnets färg påverkar satellitdata

❖ Jakob Walve & Susanne Kratzer, Stockholms universitet
Cinthia Tiberi Ljungqvist, Länsstyrelsen i Stockholms län

Östersjöns bräckta vatten är förhållandevis gulbrunt jämfört med andra hav. Den här färgen skapar problem när man använder satellitbilder för att beräkna vattnets siktdjup och innehåll av klorofyll. De beräkningsmodeller som används stämmer inte lika bra för brunaktiga vatten som i ett mer opåverkat havsvatten. Förbundet har därför, på uppdrag av länsstyrelserna, genomfört mätningar i fält för att samla underlag för att förbättra dessa modeller.

Nya satelliter, som till exempel den europeiska Sentinel-3, ger allt mer detaljrika och frekventa bilder. Dessa satellitbilder kan användas för att beräkna exempelvis klorofyllhalt och grumlighet i havet och därmed komplettera fältmätningar för statusklassning. Satellitbilder ger information om stora områden, med hög detaljupplösning och vid betydligt fler tillfällen än de flesta övervakningsprogram, trots problemen med att moln ofta täcker bilderna.

Flera utmaningar

Att omvandla satellitbilder till data är dock en utmaning på flera sätt. För det första krävs att satelliten är utrustad med sensorer som kan läsa av rätt våglängder. Man måste därefter korrigera dessa data för atmosfärens störningar. Tunna moln och dis kan orsaka bekymmer. Ett tätt molntäcke förhindrar förstås mätning helt och hållet. Störningar från land och botten i grunda områden kan begränsa metoden till större, öppna vattenytor. Och brunfärgat vatten gör att de vanliga beräkningsmodeller som används inte stämmer särskilt bra.

Forskning pågår för att utveckla satellitmätningarna och utvecklingen har tagit fart under de senaste åren. Vid Stockholms universitet finns sedan två decennier en forskningsgrupp inom marin fjärranalys och bio-optik. I stora internationella samarbeten arbetar de med att få fram rättvisande koncentrationer av bland annat klorofyll och grumlighet vid olika förhållanden, även i vatten som är brunfärgat av lösta humusämnen. Det behövs dock mätdata från vattenprover för att kontrollera de modeller som räknar om satellitmätningarna till koncentrationer av dessa ämnen.

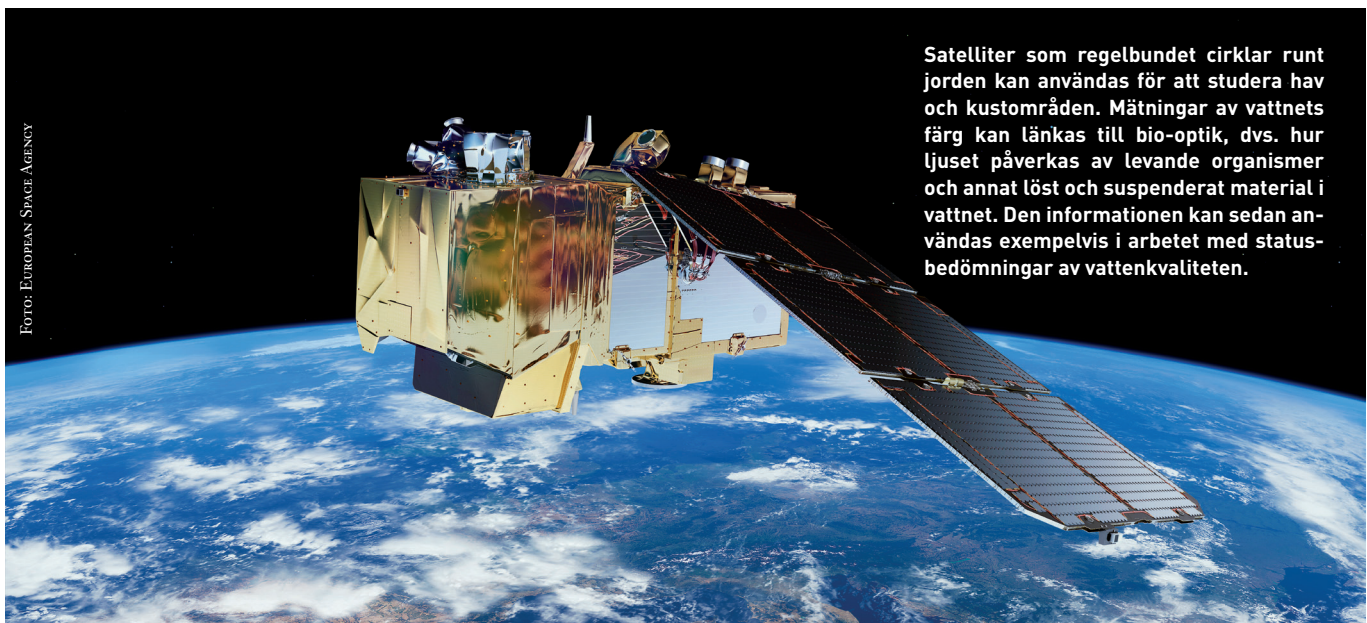
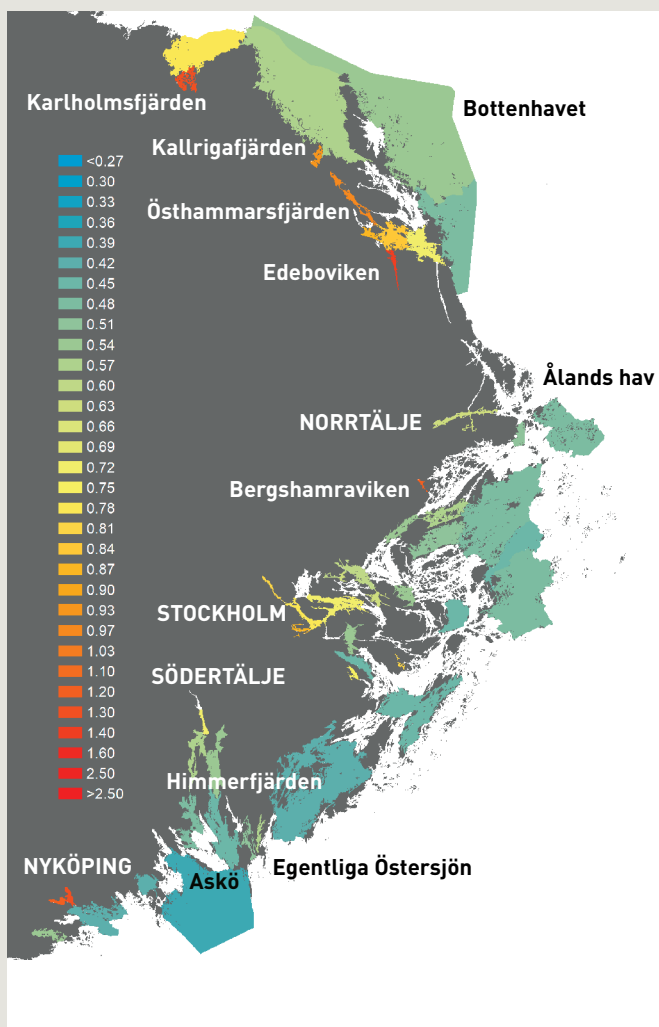


FOTO: EUROPEAN SPACE AGENCY

Satelliter som regelbundet cirklar runt jorden kan användas för att studera hav och kustområden. Mätningar av vattnets färg kan länkas till bio-optik, dvs. hur ljuset påverkas av levande organismer och annat löst och suspenderat material i vattnet. Den informationen kan sedan användas exempelvis i arbetet med statusbedömningar av vattenkvaliteten.



VATTNETS FÄRG



FAKTA

Så mäter man CDOM

Vattenfärg som beror av lösta humusämnen (CDOM= coloured dissolved organic matter, färgat löst organiskt material) mäts som ljusabsorbansen vid en viss ljusvåglängd, i detta fall 440 nanometer (nm), på ett filtrerat vattenprov (membranfilter med 0,2 µm porstorlek). Vid våra mätningar har en 10 cm kyvett använts, vilket är den behållare som ljusstrålen passerar genom vid mätningen. Vattenfärgsmätningar vid 410, 420 eller 436 nm är också vanligt. Vår mätning skannar hela spektrumet av våglängder och genererar därför absorbans även vid dessa våglängder. CDOM g440 uttrycks sedan som absorptionen per meter.

Så mäter man grumlighet

Turbiditet mäts enligt ISO 7027 med en bärbar turbiditetsmätare (Hach Lange 2100Qis). Instrumentet har en lysdiod som avger ett nära infrarött ljus (860 nm) och mäter ljusets spridning som orsakas av provvattnets suspenderade material. Enheten av turbiditetsmätningar inom NIR är FNU (enhet NTU används för turbiditetsmätningar med vit ljus). Eftersom mätningen görs i infrarött ljus påverkas den inte av höga halter av humusämnen och deras ljusabsorption.

◀ Kartan visar resultatet av mätningarna av gul-brunfärgade lösta humusämnen, CDOM.

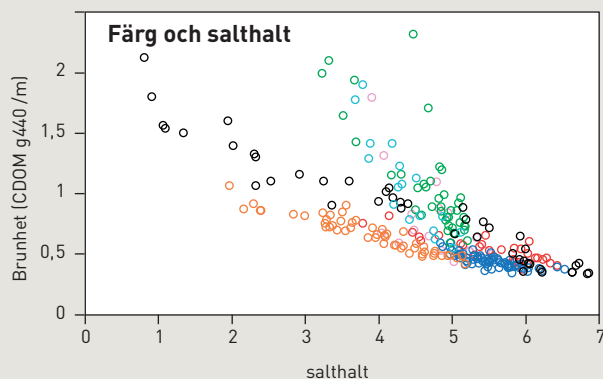
Som väntat syns en tydlig gradient med brunt vatten från Bottenhavet i norr och allt mindre färg ju längre söderut man kommer. Alla vikar är också påverkade av färgat sötvatten från de vattendrag som mynnar där. Det är tydligast i Karlholmsfjärden (där Tämnarån mynnar), i Kallrigafjärden (Forsmarksån och Olandsån), i Edeboviken (Skeboån) och Östhammarsfjärden och i Bergshamraviken där Bergshamraån mynnar. Även fjärdarna närmast Nyköping, som påverkas av Nyköpingsån, Kilaån och Svärtaån, är tydligt färgade.

Medelvärde av CDOM (absorption vid våglängden 440 nm, per meter) juli-augusti 2019–2021 i olika vattenförekomster.

RESULTAT FRÅN MÄTKAMPANJEN

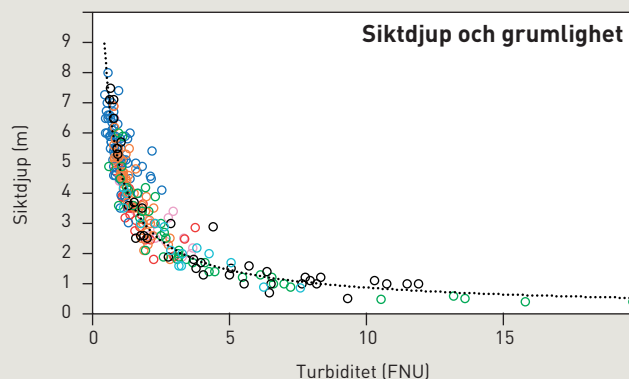
Undersökta gradienter

- Nord-syd-gradienten
- Östhammarsfjärden
- Karlholmsfjärden
- Bergshamraviken
- Stockholms skärgård
- Nyköpings fjärdar
- Himmerfjärden



▲ Generellt gäller att med ökad salthalt så minskar brunheten. Sambandet ser dock olika ut i olika undersökta gradienter, vilket beror på att de tillrinnande vattendragen har olika grad av brunfärgning.

En tydlig brunfärgning i ett visst kustvatten kan dels bero på att det är stor inblandning av sötvatten – det vill säga låg salthalt – dels att det är särskilt brunfärgat sötvatten i de vattendrag som mynnar i viken.



▲ Siktdjupet bestäms i stor utsträckning av mängden partiklar i vattnet, vilket detta samband med grumlighet visar (juli-aug 2019-2021). Brunheten påverkar också siktdjupet, men förklarar bara en mindre del av variationen mellan olika provpunkter och tillfällen.

De allra grumligaste vattnen återfinns i Östhammarsfjärden (gröna cirklar) och i fjärdarna vid Nyköping (svarta cirklar).



Älvar och vattendrag tillför kontinuerligt gulbrunfärgade humusämnen från omgivande skogs- och myrmarker till Östersjön. Även löst järn, som till stor del binds till organiska ämnen, bidrar till den brungula färgen. Särskilt märkbar är färgen i Bottniska vikens kustområden, där många stora skogsälvar mynnar.

Färgen bleks med tiden på grund av solens UV-strålning och bakterier som bryter sönder kemiska bindningar i humusämnena. Längre söderut, i Egentliga Östersjön, upplevs inte vattnet som särskilt brunaktigt, trots att mätningar visar på tydligt mer färg än på västkusten.

FOTO: ALEXSEI KAZACHOV/SHUTTERSTOCK

Treårig mätkampanj

Förbundets miljöanalysfunktion har därför under de senaste tre åren genomfört en mätkampanj för att ta fram underlag för att förbättra satellitmätningarnas beräkningsmodeller. På uppdrag av Länsstyrelserna i Stockholm, Uppsala och Södermanlands län och i samarbete med forskningsgruppen inom marin fjärranalys har förbundet under åren 2019–2021 tagit vattenprover längs hela Svealands kust för analys av olika faktorer som påverkar vattnets färg. Vattenproverna togs i samband med förbundets ordinarie karteringar, på ett urval av mätstationerna.

Förutom klorofyll-a och siktdjup som redan ingår i mätningarna, togs prover för analys av lösta humus- eller gulämnen, CDOM (coloured dissolved organic matter) samt för grumlighet (turbiditet) som är ett mått på mängden partiklar i vattnet. Direkta vattenanalyser av CDOM har hittills varit mycket fåtaliga i Svealands kustvatten. Enda undantaget är området runt Stockholms universitets fältstation Askölaboratoriet där forskningen hittills har fokuserat.

Stora skillnader i färg

Mätpunkterna valdes dels för att täcka in den förväntade nord-sydliga gradienten av brunfärgat vatten längs kusten, eftersom vatten från Bottenhavet strömmar ner söderut längs kusten, dels för att se effekten av de större vattendrag som mynnar på olika ställen längs kusten.

Det allra brunaste vattnet hittades i norra delen av Svealandskusten, framför allt i vikar som påverkas av brunfärgade vattendrag. Särskilt kraftigt färgade är åarna i norr och vid Nyköping i söder.

När vi undersöker brunheten i olika gradienter från inre vikar och ut mot yttre kusten ser vi tydliga samband med salthalten. Sambanden ser dock olika ut för olika gradienter vilket visar att vattendragen är olika bruna. Tämnaån och Skeboån måste vara flera gånger brunare än vattnet som kommer med åarna vid Nyköping, som i sin tur är brunare än Mälarens vatten. Mälaren är uppskattningsvis fyra gånger brunare än vattnet i Egentliga Östersjön, iallafall sommartid, som mätningarna gäller.

En viss färgning av vattnet kan även orsakas av nedbrytning av plankton. Denna effekt skulle kunna vara särskilt

betydande i Östhammarsfjärden, där mängden alger är mycket hög i vattnet på sommaren. Hur mycket som beror av tillrinnande vatten och hur mycket som beror av intern nedbrytning är dock inte helt lätt att reda ut.

Stora skillnader i grumlighet

Siktdjupet i ett vatten påverkas både av vattnets färg och av grumlighet från olika typer av partiklar. Partiklarna kan vara både i form av levande plankton och från uppslammade mineralpartiklar från vattendrag, erosion eller grunda bottenar.

Även om lösta färgade humusämnen påverkar vattnets siktdjup genom att göra vattnet brunaktigt, är grumlighet av partiklar det som förklarar det mesta av variationer i siktdjupet mellan olika områden och tillfällen. Sambandet mellan grumlighet och siktdjup är dock kraftigt olinjärt. Då vattnet är klart med låg grumlighet och stort siktdjup får små förändringar i grumlighet stor effekt på siktdjupet. Vid stor grumlighet och små siktdjup behövs stor minskning av grumligheten för att tydligt öka siktdjupet.

Uppdraget slutfört

Mätkampanjen är nu slutförd, data analyserad och uppdraget slutrapporterat. Svealands kustvattenvårdsförbund har bidragit med en viktig pusselbit till forskningen om fjärranalys av vattenkvalitet.

Nu återstår för forskarna att reda ut hur beräkningsmodellerna kan justeras för att vi ska få korrekta värden för klorofyll och för grumlighet och siktdjup även i den lätt brunfärgade Östersjön.

LÄS MER:

Kratzer, S. and Tett, P., 2009, Using bio-optics to investigate the extent of coastal waters a Swedish case study, *Hydrobiologia*, 629:169-186.

Kari, E., Kratzer, S., Beltrán-Abaunza, J., Harvey, E.T and Vai i t , D, 2016. Retrieval of suspended particulate matter from turbidity- model development, validation, and application to MERIS data over the Baltic Sea; *International Journal of Remote Sensing*, 38(7), 1983-2003.

Harvey, E.T., Walve, J., Andersson, A., Karlson, B. and Kratzer, S., 2019. The Effect of Optical Properties on Secchi Depth and Implications for Eutrophication Management. *Frontiers in Marine Science*, 5, 496. DOI: 10.3389/fmars.2018.00496.