

## Kort sammanfattning av Anders Stigebrandts föredrag om havsmiljön

Anders är professor i oceanografi vid Göteborgs Universitet. Han har en djup kunskap om havet och har lång erfarenhet av det som ofta kallas algblooming och andra problem med oönskad beväxning i vikar och hamnar längs kusten. Han har bland annat studerat vattenomsättning och närsalters påverkan i salt och bräckt vatten samt utvecklat modeller som kan hjälpa till att förstå dessa fenomen.

Anders höll ett föredrag i Samhällsföreningen Framåts regi torsdagen 13 juli 2023. Föredraget handlade i huvudsak om fysisk cirkulation samt effekter av hög näringsbelastning i fjordar, grundare vikar samt i Östersjöns djupare områden.

### Närings betydelse för beväxning och bottenlivet

Näring är nödvändig för växter i havet precis som för växter på land. De två viktigaste näringsämnen för växter i havet är kväve, oftast i form av nitrat, nitrit och ammonium, samt fosfor i form av fosfat. Näringen kan bildas i havet vid nedbrytning av organiskt material men även tillföras från externa källor som exempelvis jordbruk och hushåll.

Om det är tillräckligt ljus, koldioxid är närvarande (vilket den i praktiken alltid är) och temperaturen är lämplig sker tillväxt av växtmassan. Detta är helt normalt men om förhållande är goda, vilket ofta är fallet på sensommaren, kan tillväxten bli betydande. Särskilt de fintrådiga algerna kan då upplevas som besvärande genom att bilda en grön matta på vattenytan, på tång och på andra ställen. De flesta upplever detta som mycket negativt, framför allt blir det otrevligt att bada.

Alger försvinner genom olika mekanismer. Vågor slår sönder alger och strömmar transporterar bort dem. I en vik skyddad från vågor och vind kan alger växa mer ostörda. Alger kan också betas av vissa små snäckor och kräftdjur. Dessa smådjur äts av mindre fiskar som i sin tur äts av större rovfiskar som exempelvis torsk, lyrtorsk och vittling. Minskar beståndet av dessa rovfiskar kan beväxningen öka. Fenomenet brukar på engelska benämnas "top down control".

Vid nedbrytning av växter och annat organiskt material förbrukas syre. Om tillförseln av nytt syre inte är tillräcklig kan syrehalten i vattnet sjunka så att fiskar och andra djur inte kan överleva där. De tvingas att flytta sig bort från området. Om de inte kan flytta dör de. Svavelväte bildas vid nedbrytning av organiskt material i miljöer där syrgas saknas men där det finns syre i sulfatjoner (som det finns rikligt av i havsvatten). Detta är fallet nere i marina sediment. Svavelvätet diffunderar upp mot gränsytan mellan sediment och vatten men om det finns syrgas i bottenvattnet oxideras svavelvätet i ett syresatt gränsskikt på toppen av sedimentet och kan därför inte nå upp till bottenvattnet. Om bottenvattnet saknar syrgas diffunderar svavelväte, som är mycket giftigt, upp i bottenvattnet och allt högre liv på botten dör. Detta inträffar bland annat i delar av Östersjön, se nedan. Om syre tillförs på nytt återhämtar sig området vanligtvis ganska snabbt och fiskar och andra organismer kan återvända.

### Fjordar

Sida 3-11 i Anders presentation.

En "äkta" fjord är en relativt djup vik med en grund mynning, så kallad fjordtröskel. Sverige har endast ett fåtal äkta fjordar. Det mest kända exemplet är Gullmarsfjorden. I en fjord kan tungt, salt vatten samlas i de djupa områdena under det varmare och mindre salta vattnet närmare ytan. Ett sådant fenomen brukar kallas skiktning. Näring från nedbrytning och andra källor ansamlas i de djupa

områdena. Om inte nytt vatten med högre syrehalt kan ventileras in sjunker syrehalten med problem som beskrivits ovan som följd.

Vattnet kan omsättas på olika vis. Ytvattnet omsätts främst genom tillförsel av sötvatten från land och genom lokal vind som genererar omblandning i det övre skiktet. Mellanskiktet omsätts främst genom densitetsvariationer i kustvattnet som i sin tur kan orsakas av variation av temperatur och salthalt. Bottenvattnet omsätts främst genom tidvatten och andra vattenståndsvariationer, orsakade av lufttryckets variation samt vinden, vilka driver en ström som passerar över fjordtröskeln och vidare ned till den djupa delen av fjorden. Tidvattnet kan bilda en intern våg mellan mellanskiktet och bottenskiktet. Vågen initieras vid fjordtröskeln men den förlorar sin energi till turbulens i djupvattnet vilken kan blanda ned nytt syrerikt vatten i de djupare partierna av fjorden. I vissa olyckliga fall har denna naturliga omblandning orsakad av tidvattnet störts av mänskligt ingripande. Som ett exempel kan nämnas Byfjorden där fjordtröskeln delvis sprängdes bort för att tillåta mer djupgående fartyg att passera till Uddevalla. Då försvagades den interna vågen mellan skikten, omblandningen avtog och problem med bottendöd förvärrades. Injektion med syrerikt ytvatten i djupvattnet har provats där med gott resultat.

Här har även betongstrukturer sänkts ned på botten för att bilda en typ av konstgjorts rev. Torsk har kunnat få skydd av dessa strukturer och torskbeståndet har ökat. Detta har, som beskrivits ovan, i sin tur potential att minska beväxningen.

## Grunda vikar

Se sida 12-16 i Anders presentation.

Kalvöfjorden är ett relativt grunt område belägen mellan Stigfjorden och Orust som tidvis besväras av beväxning med alger och annat. Anders och forskarkollegor har gjort både observationer och matematisk modellering för att förstå situationen.

Beväxning av alger och annat är som nämnts ovan beroende av näring. Näringen kommer från olika källor. En stor del av näringen bildas i havet och kommer från organiskt material som växtplankton och andra organismer via nedbrytning. Näring kommer via strömmar från omgivande vatten och från nedbrytning som sker lokalt. Den kommer också från jordbruk via tillrinning från bäckar och åar. Anders uppskattar att tillförseln från jordbruk i Kalvöfjordsfallet står för en mindre del av den totala tillförseln, ca 20 %.

Beväxningen bedöms även här ha påverkats av "top down control"-mekanismen, det vill säga minskat bestånd av torskfiskar, fler mindre fiska och färre betande små snäckor och kräftdjur men detta är inte verifierat.

Några försök att förbättra läget med avseende på beväxning verkar inte ha vidtagits.

## Östersjön

Sida 17-21 i Anders presentation.

I Östersjöns djupare områden är enligt Anders det största problemet att syre förbrukas då näringsämnen bryts ned som nämnts ovan. Då dessa områden har salt vatten som är tungt förhindras omblandning och syrehalten sjunker. Avsaknad av syrgas orsakar i sin tur frigörelse av fosfor från bottensedimenten och detta späder på den redan dåliga situationen. Införsel av kallt, salt och syrerikt vatten sker i för låg omfattning för att situationen ska förändras nämnvärt. Ett stabilt läge med bottendöd har då inträtt. Enligt Anders skulle läget kunna vändas genom att syrerikt vatten eller syrgas pumpas ned i sådan mängd i dessa djupa områden att situationen vänds till ett syrerikt tillstånd. Detta syrerika tillstånd skulle sedan bli stabilt eftersom näringsbelastningen till Östersjön nu

har sjunkit jämfört med 1950-och 60-talen då reningen av avloppsvatten i stort sett var obefintlig och belastningen från jordbruket var större än i dag. Ett hinder för att detta förslag skulle kunna genomföras är den relativt höga kostnaden för att få ned syre till botten. Men kanske kan detta lösas genom att vätgas produceras vid havsbaserade vindkraftverk i området. Syre bildas då som biprodukt och skulle kunna pumpas ned till de syrefattiga bottnarna.

### Några kommentarer av undertecknad

Kämpersvik påminner mest om förhållande i den grunda Kalvöfjorden och kanske kan vi lära något av den studien som gjorts där. Det verkar ju inte finnas någon enkel lösning på problemet med beväxning men det finns kanske ändå något vi kan göra. Eller verka för att andra hjälper oss med.

Att rensa bort algerna vid stränderna har vi ju gjort tidigare men det kanske vi skulle kunna göra i större omfattning.

Viken har blivit mer skyddad av vågbrytare och bryggor. Detta är ju bra för båtarna men också för tillväxten av de fintrådiga algerna. Vi skulle kanske kunna öppna upp något för att öka cirkulation och tillåta större vågor. Vi ser ju att mycket av de fintrådiga algerna försvinner efter en storm. Men vissa somrar blåser det inte så mycket och då växer algerna till sig.

Fler större rovfiskar innebär färre små rovfiskar som i sin tur innebär fler små snäckor och andra smådjur som betar fintrådiga alger. Om fiske av rovfiskar som torsk, lyrtorsk och vittling undveks i viken skulle bestånden kanske kunna öka något. Men regler för fisket ligger ju utanför föreningens område. Ett annat sätt som kanske skulle var effektivt är att anlägga konstgjorda rev av den typen som provades i Byfjorden. Men detta är kostsamt och kräver tillstånd.

Tillförseln av näring från land bedöms inte vara den viktigaste källan men ändå inte vara obetydlig. Vi skulle kunna minska vår användning av gödsel i våra trädgårdar så mycket som möjligt. De fastigheter som inte har kommunalt avlopp skulle kanske kunna ansluta sig. Via dialog med jordbrukare vars mark avvattnas till viken kanske gödsling kunna minskas eller genomföras då det finns gröda som kan ta upp näringen.

I år syntes en tillväxt av alger i juni men trenden bröts i juli då vädret inte var gynnsamt för algerna. Men det kommer nog fler somrar med vackert väder. Vad finns det för andra förslag till förbättring av situationen?

Vi tackar Anders för ett intressant föredrag!

Sture Wingård