

Ekosystemen hotas när havsförsurningen når Östersjön

Fler maneter men färre musslor. Den väntade havsförsurningen kan få stora effekter på artsammansättningen i Östersjön och dessutom göra havet slemmigare och mindre badvänligt. För att skydda det unika ekosystemet och den framtida matproduktionen krävs både kraftigt minskade koldioxidutsläpp och åtgärder mot övergödning, överfiske och utsläpp av farliga ämnen.

Att de stora utsläppen av växthusgaser leder till klimatförändringar och global uppvärmning är idag välkänt. Mindre uppmärksammat är det som kallas det andra koldioxidproblemet: försurningen av haven.

På 1980-talet var försurningen av sjöar och marker ett av de mest uppmärksammade miljöproblemen. Utsläpp av svavel- och kväveoxider i samband med förbränningsprocesser i exempelvis motorfordon, kraft- och värmeverk ger upphov till atmosfäriskt nedfall av svavel- och salpetersyra, populärt kallat ”surt regn”, som fick stora effekter på ekosystemen i sjöar och skogar. Kraftigt förbättrad rening av utsläppen under 1980- och 1990-talen i kombination med kalkning av sjöar och vattendrag har dock lett till att denna typ av försurning har minskat i Östersjöområdet.

De senaste åren har i stället en annan typ av försurning uppmärksammat: den globala havsförsurningen som orsakas av de massiva utsläppen av koldioxid och som inte är möjlig att kalka bort. Hittills har dessa förändringar inte märkts så mycket i Östersjön, men på sikt kommer försurningen att få effekter även här – vilket i förlängningen hotar havets ekosystem.

Förändrad artsammansättning på sikt

Även om man i dagsläget inte ser stora problem kopplade till

Blåmusslan är en av de arter i Östersjön som hotas av den väntade havsförsurningen.



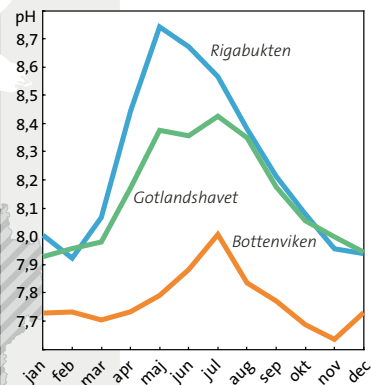
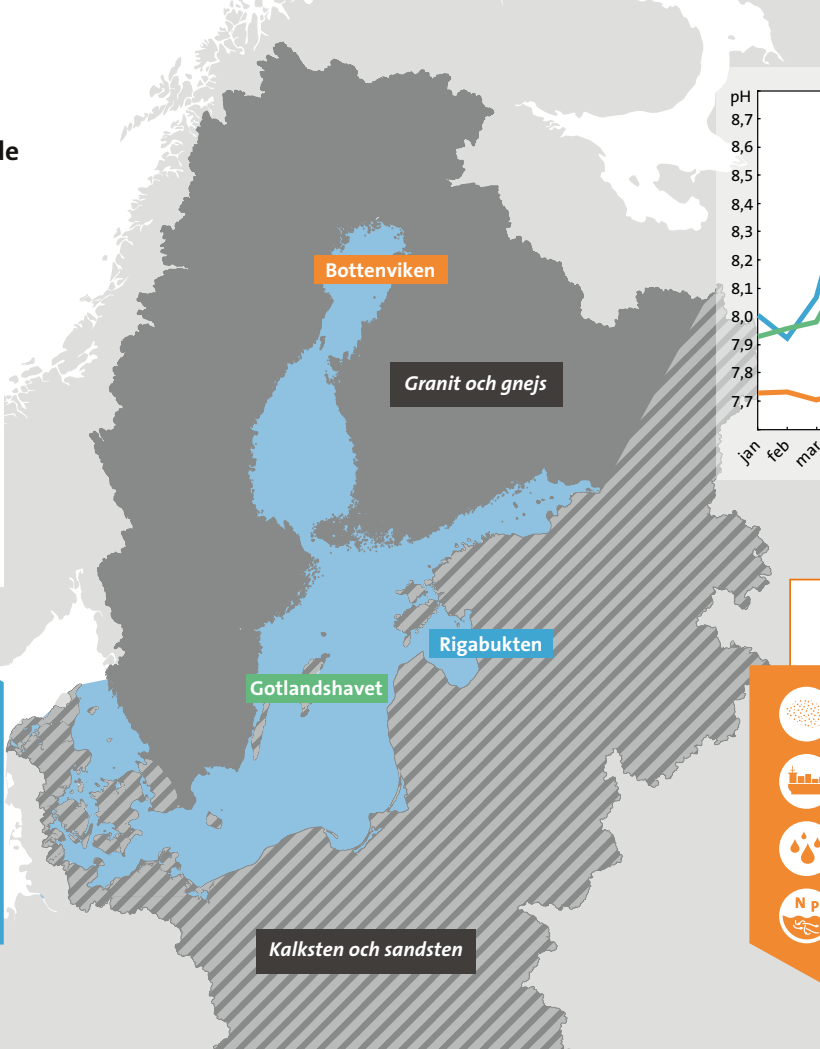
Foto: Jerker Lokrantz/Azote

REKOMMENDATIONER

- Verka för hårdare utsläppsmål för koldioxid för att minimera havsförsurningens konsekvenser i enlighet med Agenda 2030-målet 14.3.
- Utvidga mätprogrammen för försurning till att omfatta både öppet hav och kust. Högkvalitativa och sammanhängande längre tidsserier för alla delar av året och i alla delar av Östersjön ger ett mer gediget underlag för åtgärdsbeslut.
- Öka takten i åtgärdsarbetet för att minska problem med övergödning, överfiske och utsläpp av farliga ämnen. Många arter kan klara sig i surare vatten men deras motståndskraft och återhämtningsförmåga att klara ytterligare påfrestningar minskar.
- Samordna styrmedel och åtgärder mot ovan nämnda problem. Havsmiljöperspektivet behöver integreras i förvaltningsåtgärder på land för att stärka Östersjöns motståndskraft mot framtida försurning.
- Utred förbud mot utsläpp av fartygs skrubbevatten för att främja utvecklingen av lågsvavligt bränsle.
- Utöka stödet till forskning om hur försurningen påverkar ekosystemen i Östersjön.

Berggrund och pH i Östersjöns avrinningsområde

Det är stor skillnad i pH mellan olika delar av Östersjön, vilket beror på skillnader i salthalt och på att berggrunden i avrinningsområdet varierar. pH varierar också mycket under året beroende på bildande och nedbrytning av organiskt material. Övergödning leder till att dessa skillnader över året förstärks: pH ökar alltså mer än det annars skulle ha gjort under sommarhalvåret, men minskar mer än det annars skulle ha gjort under vinterhalvåret.



Sänker pH
Ökar försurningen

- Koldioxid från luften
- Svavel- och kväveoxider från förbränning
- Ökad nederbörd
- Övergödning (N, P)

försurning i Östersjön så väntas den på längre sikt kunna leda till en förändrad artsammansättning, om koldioxidutsläppen inte minskar.

Försurningen av haven är till fördel för vissa organismer och till nackdel för andra. De stora förlorarna i en surare miljö är de kalkskalsbildande organismerna som koraller och musslor eftersom de får svårare att bilda skal eller skelett. Fiskar såsom sill, hälleflundra och torsk är särskilt känsliga för försurning i larvstadiet.

Andra organismer som till exempel maneter och vissa typer av alger gynnas generellt av försurning, liksom av övergödning och uppvärmning av haven. Den sammantagna utvecklingen i havsmiljön har därför beskrivits som "the rise of slime". En kraf-

tig tillväxt av dessa arter leder till ett grumligare, slemmigare hav som är ogästvänligt att vistas i, både för människor och för andra djur.

Den förändrade artsammansättningen långt ner i näringsväven påverkar också organismer högre upp, såsom fiskar, fåglar och sälar eftersom deras tillgång till föda förändras. Försurningen hotar därför i förlängningen hela Östersjöns ekosystem och därmed de marina näringar som idag är beroende av det.

Haven dämpar växthuseffekten

Sedan industrialiseringens början har halten koldioxid i atmosfären ökat kraftigt. Analyser av luft som fångats i Antarktis is visar att halterna de senaste 800 000 åren har varierat mellan cirka 180 ppm (parts per million) under istider och 280 ppm under mellanstider. Men de senaste två hundra åren har koldioxidhalten i atmosfären ökat till dagens omkring 410 ppm.

I dagsläget släpps årligen cirka 42,5 miljarder ton koldioxid ut till atmosfären till följd av exempelvis förbränning av fossila bränslen, cementproduktion och förändrad landanvändning. Knappt hälften (45 procent) av utsläppen ackumuleras i atmosfären, medan 30 procent tas upp av ekosystem på land och 25 procent tas upp av haven. Haven bidrar alltså till att dämpa koldioxidökningen i atmosfären, och därmed växthuseffekten, vilket gör att haven länge betraktades i första hand som en koldioxidsänka.

Efterhand har det emellertid blivit tydligt att havens koldioxidupptag inte enbart är något positivt utan också gradvis leder till försurning av alla världens vattenområden, inklusive de stora oceanerna.

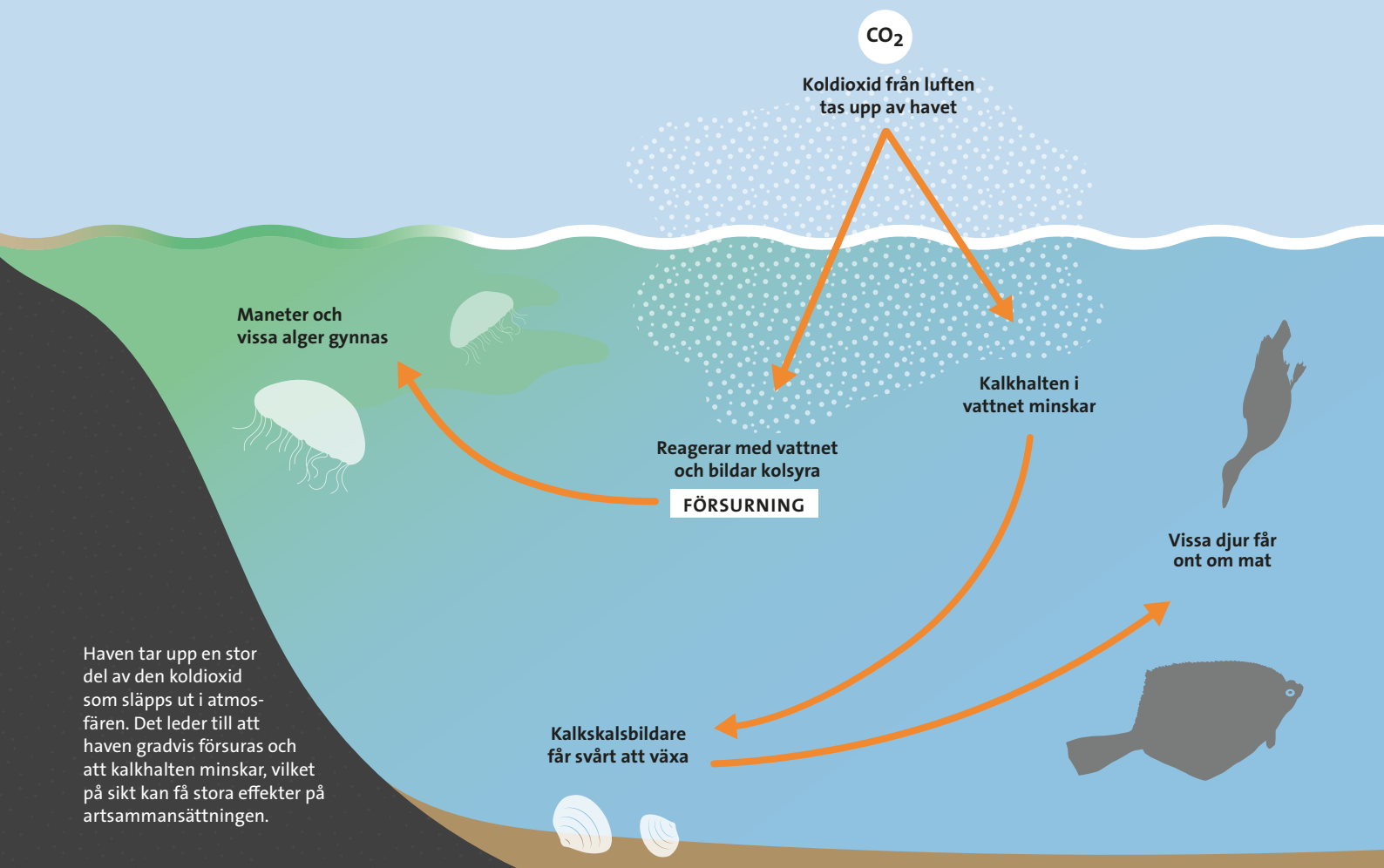
Koldioxid försurar haven

När koldioxid tas upp av haven reagerar den med vattnet och bildar kolsyra, vilket leder till att pH-värdet i haven gradvis minskar.



Foto: Johanna Källström/Mostphotos

Havs-försurningen kan bidra till "the rise of slime" – ett tillstånd där maneter och vissa alger gynnas.



Illustrationer: Elsa Wikander/Azote

För närvarande minskar pH med omkring 0,002 pH-enheter per år i oceanernas ytvatten. Sedan industrialiseringens början har pH sammanlagt minskat med mer än 0,1 pH-enheter. Det kan låta lite, men eftersom pH-skalan är logaritmisk innebär det en förändring med mer än 30 procent. Enligt IPCC:s olika utsläppsscenarioer väntas koldioxidhalten i atmosfären öka ytterligare och kan nå 950 ppm år 2100. Detta väntas leda till en genomsnittlig global uppvärmning på upp till tre grader och samtidigt till en pH-minskning i oceanernas ytvatten med ytterligare 0,3 pH-enheter.

För livet i havet kan detta få stora konsekvenser, dels på grund av att vissa arter inte klarar den surare miljön och dels på grund av att kalkhalten i havet minskar. Koldioxiden i vattnet reagerar nämligen också med det lösta kalk som finns i haven och lägre kalkhalt gör det svårt för kalkbildande arter att bilda skelett och skal. Globalt har detta framför allt beskrivits som ett problem för de känsliga korallreven, men även i Östersjön finns viktiga kalkbildare, såsom nyckelarten blåmussla.

Vissa områden av Östersjön känsligare än andra

Graden av pH-minskning i förhållande till atmosfärens koldioxidökning anses förutsägbar i de öppna oceanernas ytvatten, men är betydligt mer komplicerad i kustnära havsområden, som Östersjön. Anledningen till det är att pH här i högre utsträckning påverkas av andra faktorer.

Östersjön är ett brackvattenhav med stora geografiska skillnader i salthalt, men även pH skiljer sig markant mellan de olika delbassängerna och mellan kust och öppet vatten. Detta beror dels på proportionerna mellan oceanvatten och färskvatten i de olika bassängerna – det saltrika och kalkrika oceanvattnet har oftast högre pH än färskvatten. Men pH påverkas också av egenskaper i avrinningsområdet. I sydöstra Östersjön där berggrunden typiskt domineras av kalksten och sandsten har flodvattnet en betydligt

högre koncentration av löst kalk, som gör vattnet basiskt, än i norra delarna av Östersjön där berggrunden till stor del utgörs av granit och gnejs. Detta innebär till exempel att vattnet i Rigabukten har högre pH än det i Bottenviken och Rigabukten är därför mindre känslig för framtida havsförsurning än Bottenviken.

Men det är inte bara de geografiska skillnaderna som spelar roll för just Östersjön. Utsläpp av svavel- och kväveoxider från fartyg kan lokalt ha en betydande effekt på pH i högtrafikerade fartygsleder och hamnar, även om den storskaliga effekten är liten jämfört med koldioxidutsläppen. Nya strängare globala regler begränsar numera svavelutsläppen till luft. En konsekvens av detta har dock blivit en kraftigt ökad användning av så kallad skrubberteknologi, en rökgasreningsmetod som primärt används för att tvätta ur svaveloxider i fartygsavgaser. Processen gör att svavelhalten i avgaserna håller sig under satta gränsvärden men skrubbervattnet som släpps ut i havet är mycket kraftigt försurat, med ett pH på cirka 3.

I delar av Östersjön har havsförsurningen hittills varit mindre påtaglig än i världshaven, till exempel i Egentliga Östersjön. I andra delar har pH minskat snabbare än i världshaven, till exempel i några av de danska fjordarna. Om koldioxidhalten i atmosfären fortsätter att öka så är det inte troligt att havsförsurningen i Östersjön kommer att kunna motverkas av andra processer utan försurningen kommer på längre sikt att märkas i hela Östersjön.

Övergödning förstärker naturliga pH-variationer

Sambandet mellan övergödning och försurning är komplicerat. pH varierar naturligt över året på grund av att koldioxid binds i växter och djur och sedan frigörs när dessa bryts ner. En hög tillförsel av fosfor och kväve ger ofta upphov till stora algblomningar, vilket innebär att en stor mängd koldioxid fixeras av växter. Detta resulterar också i en stor pH-ökning under vår och sommar

när ljusförhållandena är gynnsamma för fotosyntes och motverkar på så sätt försurningen.

Å andra sidan frigörs den fixerade koldioxiden åter när det organiska materialet bryts ned, och ju större mängd organiskt material som bryts ned, desto större mängd koldioxid frigörs. I ett övergött hav med stor växtplanktonproduktion blir pH-ökningen under sommaren större än i ett näringsfattigt hav, men samtidigt blir också pH-minskningen under vintern mer påtaglig.

I genomsnitt över ett helt år innebär hög tillförsel av kväve och fosfor, med stora algblomningar som följd, att havet får ett något högre pH än det annars skulle ha haft. Men svängningarna mellan årstiderna blir större, vilket i sig kan vara problematiskt för ekosystemet. De negativa konsekvenser en minskad övergödning skulle få för den framtida försurningen bör ändå betraktas som marginella jämfört med de övriga positiva effekter som kan kopplas till minskad övergödning.

Under en planktonblomning kan pH i ytvattnet öka med mer än 0,5 under loppet av en månad, för att sedan minska lika mycket igen under vintern då koldioxid frigörs genom nedbrytningsprocesser. Detta är mycket stora förändringar jämfört med den koldioxiddrivna pH-minskningen som i dagsläget alltså är cirka 0,002 per år. Eftersom säsongvariationerna i pH är så stora i Östersjön kan det vara svårt att urskilja den långsamma gradvisa pH-minskningen. För att med säkerhet kunna fastställa pH-förändringar över lång tid krävs därför högkvalitativa mätningar, något som saknas i stora delar av Östersjön idag.

En annan konsekvens av de kraftiga säsongvariationerna i Östersjön är att de organismer som lever här är anpassade till stora pH-förändringar under kort tid. Detta kan tala för att det finns en god förmåga hos ett flertal arter att anpassa sig också till framtida havsförsurning.

Kombinerade effekter kan slå hårt

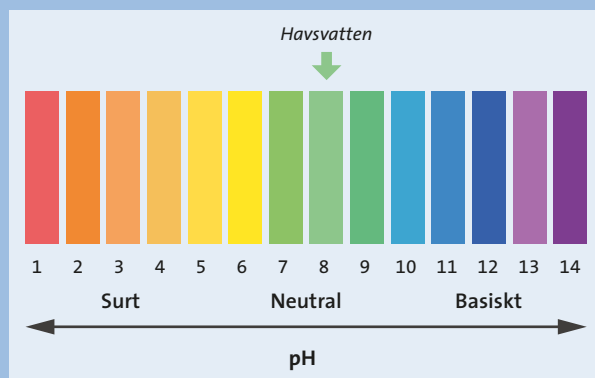
Samtidigt som havsförsurningen fortgår så pågår också andra processer i Östersjön kopplade till klimatförändringarna, så som höjd vattentemperatur. Enligt beräkningar gjorda med klimatmodeller är det också sannolikt att nederbörden generellt kommer att öka i Östersjöområdet, vilket skulle resultera i en successivt minskande salthalt i havet. En minskad salthalt kan i sig komma att få stora konsekvenser för arter som redan begränsas av Östersjöns låga salthalt. Kombinationen av att salthalten minskar och att vattnet blir mindre basiskt är sannolikt svårare att anpassa sig till än de två effekterna var för sig.

Östersjöns ekosystem utsätts dessutom redan för stress orsakad av överfiske, utsläpp av farliga ämnen och den miljöpåverkan som är relaterad till övergödningen, som stora planktonblomningar och ökad utbredning av syrefattiga djupvattenområden.

Det finns ett stort kunskapsbehov när det gäller hur kombina-

FAKTA pH

- pH-värdet är ett mått på koncentrationen av vätejoner och används för att beskriva hur sur eller basisk en vätska är.
- Rent vatten är vid rumstemperatur (25°C) varken surt eller basiskt och har då ett pH-värde 7, vilket betecknas som neutralt.
- Lägre pH innebär att vätskan är sur och högre att den är basisk.
- Havsvatten innehåller bland annat löst kalk vilket innebär att det vanligtvis är svagt basiskt (pH ≈ 8 i genomsnitt), dock med stora variationer både geografiskt och beroende på tid på året.



tionen av havsförsurning och andra processer kommer att påverka Östersjöns ekosystem i framtiden. Med de framtida globala klimateffekterna i åtanke finns det också starka skäl att göra det som är möjligt för att minska de regionala problem som finns i Östersjön, såsom övergödning, överfiske och utsläpp av farliga ämnen. För att förhindra en storskalig havsförsurning är dock den enda realistiska åtgärden att kraftigt begränsa de framtida koldioxidutsläppen.

LÄS MER

Thor, P., Dupont, S., 2018. *Ocean Acidification*, in: Handbook on Marine Environment Protection. Springer, Cham, pp. 375–394.

Havenhand, J. N. et al, 2018. *Ecological and functional consequences of coastal ocean acidification: Perspectives from the Baltic-Skagerrak System*. Ambio.

IPCC. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. ipcc.ch/srocc

ATT ÖVERBRYGGA KLYFTAN MELLAN VETENSKAP OCH POLICY

Detta är en policy brief producerad av Stockholms universitets Östersjöcentrum. Forskare, omvärldsanalytiker och kommunikatörer arbetar tillsammans för att överbrygga klyftan mellan vetenskap och policy.

Vi syntetiserar och analyserar Östersjöforskning samt kommunicerar den i rätt tid till rätt aktör i samhället.

Läs mer: www.su.se/ostersjocentrum

Läs denna policy brief digitalt här: su.se/ostersjocentrum/kommunikation/policy-briefs-fact-sheets

Vetenskap och kommunikation med havet i fokus

08-16 37 18 | ostersjocentrum@su.se | su.se/ostersjocentrum

KONTAKT

Erik Gustafsson, oceanograf, Östersjöcentrum
erik.gustafsson@su.se

Monika Winder, marinekolog,
Institutionen för ekologi, miljö och botanik
monika.winder@su.se

Östersjöcentrum



Stockholms
universitet