

## Åtgärder stärker Östersjöns miljö – även i ett förändrat klimat

Ett förändrat klimat gör det ännu viktigare att minska näringstillförseln till Östersjön. Fortsatt minskade utsläpp av kväve och fosfor från land kommer att ge bättre syreförhållanden och bättre vattenkvalitet under kommande decennier – även vid mycket stora klimatförändringar. Samtidigt gör åtgärderna också Östersjöns ekosystem mer motståndskraftigt mot framtidens ändrade klimat.

Vetenskapliga studier av de senaste 100 åren visar att övergödningstrenden i Östersjön är bruten. Mer kväve och fosfor försvinner från havet än vad som tillförs. Det marina ekosystemet återhämtar sig sakta och på sina ställen ser man redan förbättringar. Den positiva utvecklingen riskerar dock att bromsas av nästa stora utmaning för Östersjön: klimatförändringarna.

Hur hårt Östersjön drabbas av klimateffekterna under 2000-talet kommer till stor del att avgöras av två saker:

- den globala klimatpolitiken för att minska mänsklighetens utsläpp av växthusgaser.
- samhällets förmåga att minska flödena av näring från land till hav.

Vetenskapliga analyser med Östersjö-specifika klimatmodeller visar att om näringstillförseln försätter att minska under kommande decennier leder det till bättre syreförhållanden i Östersjön – även i det mest pessimistiska klimatscenarioet. Samtidigt förstärks havets motståndskraft mot negativ klimatpåverkan.

### Klimatet kan förstärka övergödningens effekter

Den pågående klimatförändringen orsakar förändringar i den fysiska havsmiljön, såsom temperatur, syresituation och salthalt, vilket har direkt påverkan på Östersjöns växter och djur. Men det finns även en indirekt påverkan. Högre vattentemperaturer och ökad nederbörd kan förstärka övergödningens effekter och därigenom bland annat leda till sämre syresituation.

I nuläget är det svårt att uppskatta exakt hur stora dessa klimateffekter blir. Många parametrar är fortfarande allt för osäkra. Klart är dock att övergödningen och klimatförändringarna är sammankopplade. Ju större övergödningen är, desto större skada kan klimatförändringarna göra eftersom den marina miljön då är känsligare för ytterligare påfrestningar.



# Att minska näringsutsläppen ger en bättre havsmiljö – även vid stora klimatförändringar

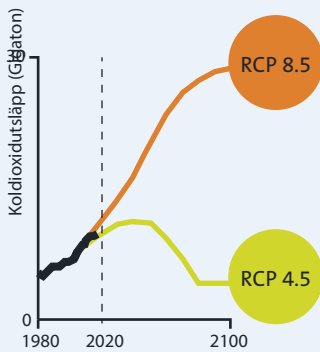
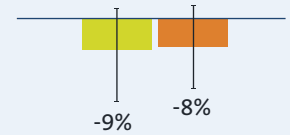
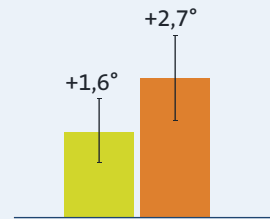
Studien har utgått från två globala klimat-scenarier – baserade på de RCP:er för utsläpp av växthusgaser som används i forskning som utvärderas av FN:s klimatpanel IPCC – och skalat ned dem till mer detaljerad, regional nivå för Östersjön.



Temperatur



Salthalt

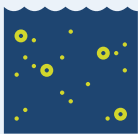


RCP 8.5 – kraftigt ökade utsläpp av växthusgaser fram till år 2100.

RCP 4.5 – kraftigt minskade utsläpp av växthusgaser fram till år 2100.

Inget av scenarierna möter det så kallade tvågradersmålet i vilket den globala uppvärmningen ska begränsas till högst två grader jämfört med förindustriell tid.

Vid alla tre möjliga nivåer av tillförsel av näring påverkas vattentemperatur och salthalt i samma omfattning.

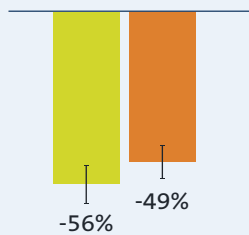
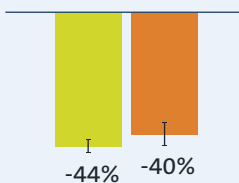


Primärproduktion



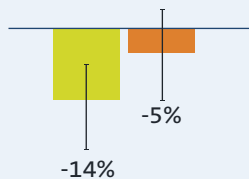
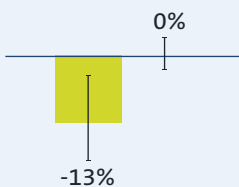
Bottnar med syrebrist

Utsläppsscenarierna modelleras med tre möjliga nivåer för tillförsel av kväve och fosfor från land till hav.



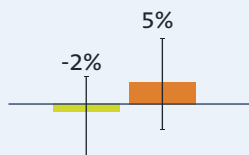
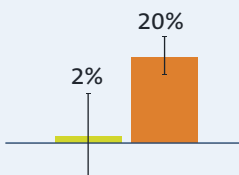
### BSAP

Tillförseln av fosfor justeras kontinuerligt nedåt till nivåerna i Helcom:s Baltic Sea Action Plan (BSAP).



### Reference

Inga ytterligare åtgärder görs för att minska utsläppen från exempelvis jordbruk och vattenrening. Klimatförändringarna medför successivt ökande tillförsel av näring till havet genom mer nederbörd och ökande tillförsel från vattendragen.



### Worst

Näringstillförseln ökar stadigt och förstärks ytterligare av klimatförändringarna.

## Olika scenarier för klimat och näringsutsläpp

I en studie från 2018 visar forskare från SMHI och Stockholms universitets Östersjöcentrum olika tänkbara framtidsscenarioer för Östersjön fram till år 2100, beroende på hur mycket klimatförändringen respektive övergödningen begränsas.

Studien har utgått från globala klimatscenarier – baserade på de utsläppsscenarioer (RCP:er) för växthusgaser som används i forskning som utvärderas av FN:s klimatpanel IPCC – och skalat ned dem till mer detaljerad, regional nivå för Östersjön:

- RCP 4.5 – kraftigt minskade utsläpp av växthusgaser fram till år 2100.
- RCP 8.5 – kraftigt ökade utsläpp av växthusgaser fram till år 2100.

Inget av scenarierna möter det så kallade tvågradersmålet i vilket den globala uppvärmningen ska begränsas till högst två grader jämfört med förindustriell tid.

Utsläppsscenarioerna modelleras med tre olika scenarier för tillförsel av kväve och fosfor från land till hav:

- BSAP – tillförseln av fosfor justeras kontinuerligt nedåt till nivåerna i Helcoms Baltic Sea Action Plan (BSAP).
- Reference – inga ytterligare åtgärder görs för att minska utsläppen från exempelvis jordbruk och vattenrening. Klimatförändringarna medför successivt ökande tillförsel av näring till havet genom mer nederbörd och ökande tillförsel från vattendragen.
- Worst – näringstillförseln ökar stadigt och förstärks ytterligare av klimatförändringarna.

## Bättre syresituation och färre döda bottnar

Resultaten visar att redan med dagens åtgärder mot näringsutsläpp från land (Reference) kommer syresituationen att förbättras. Om näringstillförseln minskas enligt scenariot BSAP kommer situationen att vara betydligt bättre år 2100 jämfört med vad den var år 2000 – oavsett vilket av de båda klimatscenarierna som betraktas.

Även om utsläppen av växthusgaser ökar enligt scenariot RCP 8.5 kommer situationen med syrefria bottnar i Östersjön ändå att successivt förbättras, så länge Östersjöländerna fortsätter – och helst intensifierar – arbetet med att minska näringstillförseln från land.

Endast i ett av scenarierna blir syresituationen värre i Östersjön: fortsatt ökande utsläpp av växthusgaser (RCP 8.5) kombinerat med starkt ökande näringstillförsel (Worst). En sådan utveckling skulle leda till ökad utbredning av syrefria bottnar i Östersjön.

## LÅNGSAM PROCESS MINSKA ÖVERGÖDNINGEN

Att bekämpa övergödningen i Östersjön är ett långsiktigt arbete och det dröjer flera decennier mellan vidtagna åtgärder och synliga effekter i havet. Produktiviteten (tillväxten av organiskt material) är fortfarande stor och syrebristen utbredd, trots att näringstillförseln minskat kraftigt de senaste årtiondena. Den höga produktiviteten hänger framför allt samman med att mycket av den fosfor som tillförts de senaste 100 åren fortfarande finns kvar i Östersjön. Fosfor begravs successivt i bottensedimentet där den sedan stannar för gott, eller transporteras ut i Nordsjön. Men det är en långsam process.

Syrebristen påverkas dels av produktiviteten, som tillför syreförbrukande organiskt material till havets djupare delar, dels av ämnen (till exempel sulfid) som förbrukar syre vid havsbotten.

De allra flesta modeller och studier pekar dock på att förbättringar ändå kommer att ske på sikt – så länge tillförseln av ny näring från land hålls på låga nivåer.

## Starkt åtgärdsarbete ökar havets motståndskraft

Östersjöländerna har gjort stora insatser för att minska näringstillförseln från framför allt avlopp och jordbruk under de senaste 50 åren. Arbetet mot övergödning är en långsam process. I de flesta fall tar det decennier innan effekterna av olika åtgärder blir synliga i havsmiljön. Men tack vare ett långsiktigt och tålmodigt åtgärdsarbete på land börjar förbättringar nu synas i Kattegat och i vissa kustområden, medan de ännu inte syns i utbredningen av syrefria bottnar i öppna Östersjön.

Det bästa för Östersjön vore, enligt forskarna, om Östersjöländernas åtgärder mot övergödningen anpassas så att nivåerna för näringstillförseln i BSAP uppnås och bibehålls fram till år 2100, trots klimateffekter. Då blir klimatets påverkan på syresituationen i havet relativt liten även i det mest pessimistiska klimatscenariot.

Alla Östersjöländer har dock fortfarande en bra bit kvar innan de når BSAP-målen. Samtidigt ökar utsläppen av koldioxid globalt från år till år, enligt den årliga rapporten Global Carbon Budget.

Detta gör det än viktigare att prioritera det regionala arbetet med att minska flödena av näring från land.

Med kraftfullare åtgärder för exempelvis rening av avloppsvatten, anläggande av våtmarker och effektivare jordbruksmetoder, till exempel bättre gödselhantering, kan Östersjöländerna tillsammans möta klimatförändringarnas negativa påverkan och få en bättre havsmiljö i framtiden än vad vi har i dag.



## SÅ PÅVERKAS ÖSTERSJÖN AV KLIMATFÖRÄNDRINGAR

### Temperatur

Medeltemperaturen i Östersjön förväntas öka med i genomsnitt 2 – 3 grader till år 2100 jämfört med slutet av 1900-talet, beroende på hur kraftig den globala klimatförändringen blir. Många marina arter har svårare att överleva när vattnet blir varmare. Även tillväxten av organiskt material i vattenmassan ökar, samtidigt som nedbrytningen av organiskt material på havsbotten går snabbare. Dessutom har varmt vatten sämre förmåga att ta upp syre än kallt. Följden blir ökad övergödning och gradvis sämre syreförhållanden.

### Nederbörd

Det kommer troligen mer nederbörd till följd av klimatförändringarna, särskilt i norra delarna av avrinningsområdet. Mer nederbörd ger kraftigare flöden i de floder och åar som rinner ut i Östersjön. Dessa för med sig mer organiskt material och näringsämnen från omgivande landområden, till exempel åkermarker, vilket ökar övergödningen. Det finns dock stora osäkerheter i modellernas beräkningar av nederbörd och andra faktorer som påverkar avrinningen, såsom avdunstning och snöförhållanden.

### Havsnivå

Klimatförändringarna orsakar globala höjningar av medelvattenståndet. I Östersjön märks detta mest i södra delarna, medan landhöjningen till viss del förväntas motverka vattenståndshöjningen i norra delarna.

### Is

Istäckets kommer att minska kraftigt, men även i ett varmare klimat kommer det att finnas is i norra Östersjön.

### Salthalt

Salthalten i Östersjön påverkas av avrinning från land, nederbörd och avdunstning, samt inflöden av saltvatten genom Öresund och Bälten. Ökad nederbörd leder till att mer sötvatten strömmar ut i havet och späder salthalten. Samtidigt kan ökade vattenstånd i Öresund och Bälten ge större inflöden av saltvatten och därmed ökad salthalt. Modellresultaten visar en tendens mot sjunkande salthalter, men osäkerheten i beräkningar av nederbörd och vattenstånd gör det svårt att säga med säkerhet om Östersjöns salthalt kommer att öka eller minska.

### Helt nya förhållanden

Även om näringstillförseln hålls på nivåer enligt BSAP kommer klimatförändringarna sannolikt att leda till nya och aldrig tidigare observerade miljöförhållanden i Östersjön. Vissa arter kommer att gynnas medan andra minskar eller helt försvinner, vilket kommer att ge förändrade födovävar och interaktioner mellan arter. Dessa nya och hittills okända förhållanden kommer att kräva fortsatt forskning och utveckling av kunskap och modeller för att möta behovet av underlag till beslutsfattare om hur havsmiljön bör förvaltas.

## OM DENNA POLICY BRIEF

# SMHI



Stockholms  
universitet

Denna policy brief är en samproduktion mellan SMHI och Stockholms universitet. Den bygger på analyser av olika Östersjömodeller, och särskilt studien *Baltic Sea ecosystem response to various nutrient load scenarios in present and future climates* (2018). Analyserna gjordes inom BONUS-projektet BalticApp, av forskare vid SMHI och Stockholms universitets Östersjöcentrum. Resultaten är samman-

fattade i Östersjöcentrums rapportserie 2/2020, *Övergödningen av Östersjön – en bakgrundsrapport*, som gjordes på uppdrag av svenska Miljömålsberedningen under 2019/20.

## REKOMMENDATIONER

- Fortsätt det långsiktiga arbetet med att ytterligare minska Östersjölandernas utsläpp av kväve och fosfor till havet. Arbeta aktivt för att minska utsläppen av växthusgaser.
- Tydliggör och ta hänsyn till att det finns synergier mellan åtgärder mot övergödning och mot växthusgasutsläpp.
- Fortsätt utveckla simuleringsmodeller som beslutsstöd i arbetet med både övergödning och klimatförändringar.

## 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](http://www.su.se/ostersjocentrum)

## KONTAKT

Bo Gustafsson, Östersjöcentrum  
[bo.gustafsson@su.se](mailto:bo.gustafsson@su.se)

Lars Arneborg, SMHI  
[lars.arneborg@smhi.se](mailto:lars.arneborg@smhi.se)

Vetenskap och kommunikation med havet i fokus

08-16 37 18 | [ostersjocentrum@su.se](mailto:ostersjocentrum@su.se) | [su.se/ostersjocentrum](http://su.se/ostersjocentrum)

Östersjöcentrum



Stockholms  
universitet